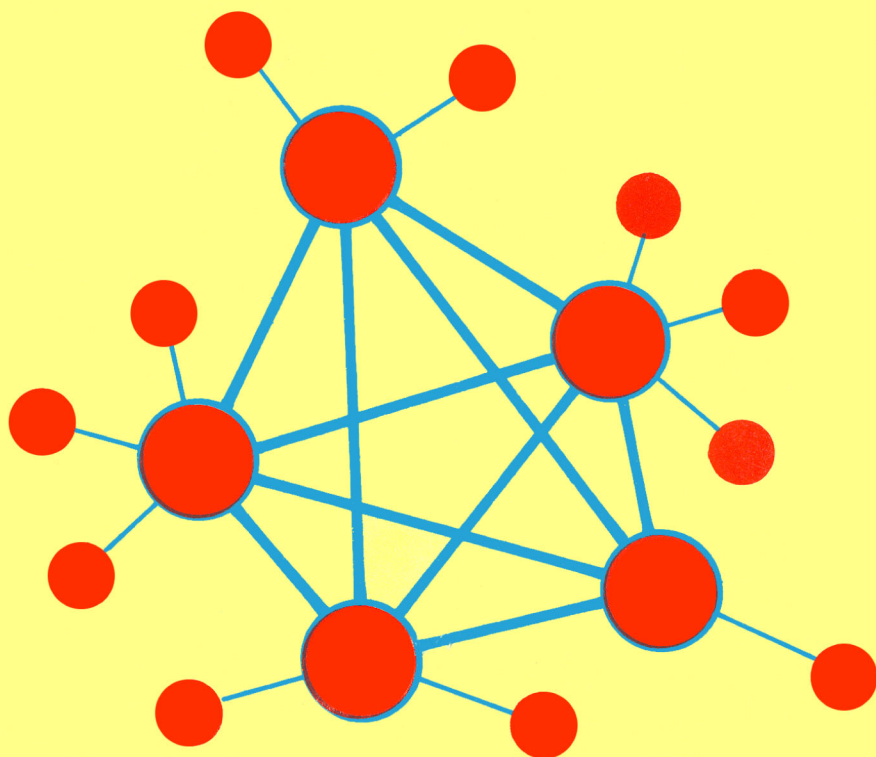




Γεωργίου Κ. Κοκκινάκη
ΚΑΘΗΓΗΤΟΥ ΠΑΝ/ΜΙΟΥ ΠΑΤΡΩΝ



ΒΑΣΙΚΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ
ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ - ΤΗΛΕΓΡΑΦΙΑΣ

ΑΘΗΝΑ 1984



1954

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ
ΧΡΥΣΟΥΝ ΜΕΤΑΛΛΙΟΝ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ

Ι Δ Ρ Υ Μ Α Ε Υ Γ Ε Ν Ι Δ Ο Υ
Τ Ε Χ Ν Ι Κ Η Β Ι Β Λ Ι Ο Θ Η Κ Η

ΒΑΣΙΚΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ - ΤΗΛΕΓΡΑΦΙΑΣ

ΓΕΩΡΓΙΟΥ Κ. ΚΟΚΚΙΝΑΚΗ
ΚΑΘΗΓΗΤΟΥ ΠΑΝ/ΜΙΟΥ ΠΑΤΡΩΝ

ΑΘΗΝΑ
1989

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Μιχαήλ Γ. Αγγελόπουλος, καθηγητής ΕΜΠ, Πρόεδρος.

Αλέξανδρος Σταυρόπουλος, καθηγητής Α.Β.Σ. Πειραιώς, Αντιπρόεδρος.

Ιωάννης Τεγόπουλος, καθηγητής ΕΜΠ.

Γεώργιος Σταματίου, Διευθυντής Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης του ΥΠΕΠΘ.

Σταμάτιος Παλαιοκρασσάς, Σύμβουλος Παιδαγωγικού Ινστιτούτου.

Ιωάννης Μορφονιός, Τμηματάρχης Τμήματος Β΄ Διευθύνσεως Σπ. Δευτ. Εκπαίδευσης.

Σύμβουλος επί των εκδόσεων του Ιδρύματος **Κωνστ. Α. Μανάφης**, καθηγητής Φιλοσοφικής Σχολής Παν/μίου Αθηνών.

Γραμματέας της Επιτροπής, **Γεώργιος Σ. Ανδρεάκος**.

Διατελέσαντα μέλη ή σύμβουλοι της Επιτροπής

Γεώργιος Κακριδής (1955 - 1959) Καθηγητής ΕΜΠ, *Άγγελος Καλογεράς* (1957 - 1970) Καθηγητής ΕΜΠ, *Δημήτριος Νιάνιας* (1957 - 1965) Καθηγητής ΕΜΠ, *Μιχαήλ Σπετσιέρης* (1956 - 1959), *Νικόλαος Βασιώτης* (1960 - 1967), *Θεόδωρος Κουζέλης* (1968 - 1976) Μηχ. Ηλ. ΕΜΠ, *Παναγιώτης Χατζηγιάννου* (1977 - 1982) Μηχ. Ηλ. ΕΜΠ, *Αλέξανδρος Ι. Παππάς* (1955 - 1983) Ομότιμος Καθηγητής ΕΜΠ, *Χρυσόστομος Καβουνίδης* (1955 - 1984) Μηχ. Ηλ. ΕΜΠ, *Γεώργιος Ρούσσος* (1970 - 1987) Χημ. - Μηχ. ΕΜΠ, *Θεοδόσιος Παπαθεοδοσίου* (1982-1984) Δρ. Μηχανολόγος - Μηχανικός.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Χρόνο μέ τό χρόνο αὐξάνεται ραγδαῖα σ' ὁλόκληρο τόν κόσμο ἡ ζήτηση τηλεφωνικῶν καί τηλετυπικῶν συνδέσεων, ἐνῶ ταυτόχρονα αὐξάνονται οἱ ἀπαιτήσεις γιά ταχύτερη, οἰκονομικότερη καί ποιοτικά ἀνώτερη ἐπικοινωνία. Παράλληλα νέες μορφές ἐπικοινωνίας, ὅπως ἡ ἀνταλλαγή πληροφοριῶν μεταξύ συνδρομητῶν καί ἡλεκτρονικῶν ὑπολογιστῶν, ἡ μεταβίβαση σχεδίων καί εἰκόνων μεταξύ συνδρομητῶν κ.ἄ. ἀναπτύσσονται ταχύτατα καί δημιουργοῦν νέα προβλήματα καί ἀπαιτήσεις.

Γιά τήν κάλυψη ὧων αὐτῶν τῶν ἀναγκῶν ἐπεκτείνονται τά ὑπάρχοντα κέντρα καί δίκτυα, δημιουργοῦνται νέα κέντρα, ἐνῶ βελτιώνονται τά παλαιά συστήματα καί ἐμφανίζονται ἐντελῶς νέα συστήματα μέ περισσότερα πλεονεκτήματα καί μεγαλύτερες δυνατότητες. Τά ἡλεκτρομηχανικά συστήματα ἀντικαθίστανται μέ ἡλεκτρονικά πού εἶναι ταχύτερα, οἰκονομικότερα, ἔχουν μικρότερο ὄγκο, μεγαλύτερη ἀξιοπιστία καί διάρκεια ζωῆς καί προσφέρουν περισσότερες « Ὑπηρεσίες » στούς συνδρομητές. Τά συμβατικά καλώδια δίνουν τή θέση τους σέ νέους τύπους καλωδίων πού ἐπιτρέπουν τήν ταυτόχρονη μετάδοση χιλιάδων συνδιαλέξεων καί ἄλλων σημάτων ἀπό ἓνα σημεῖο σέ ἄλλο, ἐνῶ δορυφορικές ζεύξεις συνδέουν μεταξύ τους τά πιό ἀπομακρυσμένα σημεία τῆς ὑδρογείου. Ἡ αὐτοματοποίηση στήν ἀποκατάσταση συνδέσεων, ἀφοῦ ἐπεκτάθηκε στήν ἀστική καί ὑπεραστική ἐπικοινωνία, προχωρεῖ ἐδῶ καί ἀρκετά χρόνια στή διεθνή ἐπικοινωνία μέ στόχο τή δημιουργία ἐνός παγκόσμιου αὐτόματου δικτύου. Εἶναι φανερό ὅτι οἱ τηλεπικοινωνιακές ἐγκαταστάσεις ὄχι μόνο αὐξάνουν σέ μέγεθος, ἀλλά ταυτόχρονα ὅτι περνοῦν καί ἀπό ἓνα στάδιο μεγάλων τεχνικῶν μεταβολῶν.

Γιά τήν ἀντιμετώπιση τῶν προβλημάτων πού δημιουργοῦνται ἀπαιτεῖται κατάλληλα ἐκπαιδευμένο προσωπικό τόσο στή βιομηχανία τηλεπικοινωνιακοῦ ὑλικοῦ, ὅσο καί στούς Ὀργανισμούς πού ἀσχολοῦνται μέ τήν τοποθέτηση καί τή συντήρηση τηλεπικοινωνιακῶν ἐγκαταστάσεων. Ἡ ἀνάγκη αὐτή εἶναι ἰδιαίτερα ἔντονη στή χώρα μας πού ἔχει ἀποδυθεῖ σέ μιά τεράστια προσπάθεια ἀναπτύξεως τῶν τηλεπικοινωνιῶν της καί βρίσκεται ἤδη στά πρόθυρα τῆς δημιουργίας ἐγχώριας βιομηχανίας τηλεπικοινωνιακοῦ ὑλικοῦ. Ἡ ἄρτια ἐκπαίδευση νέου τεχνικοῦ προσωπικοῦ καί ἡ μετεκπαίδευση τοῦ ὑπάρχοντος προσωπικοῦ στά νέα συστήματα σέ σύντομο χρονικό διάστημα εἶναι βέβαιο ὅτι θά συμβάλλει ἀποφασιστικά στήν πραγμάτωση τῶν στόχων πού ἔχει τεθεῖ.

Γιά τήν ἐκπαίδευση τεχνικοῦ προσωπικοῦ στίς τηλεπικοινωνίες ὑπάρχουν πάμπολλα βιβλία στή διεθνή βιβλιογραφία καί ὁρισμένα στήν ἐλληνική, πού ὅμως τό καθένα τους καλύπτει συνήθως περισσότερο ἢ λιγότερο πλατεῖα ἓνα μόνο ἢ πολύ λίγους τομεῖς τῆς τηλεπικοινωνιακῆς τεχνικῆς. Ἄλλα βιβλία περιγράφουν τά κατασκευαστικά στοιχεῖα, ἄλλα τά ἀστικά τηλεφωνικά κέντρα, ἄλλα τά ὑπεραστικά κέντρα, τήν ἐνσύρματη μετάδοση, τήν ἀσύρματη μετάδοση, τήν τηλεγραφία κ.ο.κ. Τά

βιβλία αυτά είναι κατάλληλα για την εξειδίκευση προσωπικού σέ ένα τομέα, δέν μπορούν όμως νά δώσουν γενικότερες γνώσεις. Άντίθετα είναι σπάνια τά βιβλία πού δίνουν μιά πιό ολοκληρωμένη εικόνα τής τηλεπικοινωνιακής τεχνικής. Καί τά λίγα αυτά βιβλία είναι κατά κανόνα όγκώδη καί άκατάλληλα για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Έτσι γίνεται αίσθητή ή έλλειψη ενός εκπαιδευτικού βιβλίου πού νά καλύπτει άπλά καί συνοπτικά όλόκληρο τό φάσμα τής τηλεπικοινωνιακής τεχνικής' ενός βιβλίου πού νά μπορεί νά χρησιμεύσει σά βάση για την παρατέρα είδίκευση σ' όποιοδήποτε τομέα τών τηλεπικοινωνιών. Τήν έλλειψη αυτή προσπάθησε νά καλύψει τό παρόν βιβλίο.

Τό βιβλίο αυτό έχει σά σκοπό νά δώσει, όπως λέει ό τίτλος του, βασικές γνώσεις τηλεφωνίας καί τηλεγραφίας σ' όσους κατά κύριο λόγο ασχολούνται για πρώτη φορά μέ τά αντικείμενα αυτά. Ταυτόχρονα όμως μπορεί νά είναι χρήσιμο βοήθημα σ' όσους ήδη ασχολούνται σ' ένα όρισμένο τηλεπικοινωνιακό τομέα καί θέλουν νά διευρύνουν τίς γνώσεις τους καί σ' άλλους τομείς ή σ' όσους σύντομα θέλουν νά ενημερωθούν σέ κάποια νεώτερη εξέλιξη. Άπό αυτά γίνεται φανερό πώς τό βιβλίο αυτό άπευθύνεται σ' ένα εύρύτατο κύκλο άναγνωστών. Τό βιβλίο έχει γραφτεί έτσι, ώστε νά μπορεί νά διαβασθεί άνετα άπό όποιοδήποτε έχει στοιχειώδεις μόνο γνώσεις ηλεκτροτεχνίας.

Τό βιβλίο περιλαμβάνει 8 μέρη: Τό πρώτο μέρος άποτελεί την είσαγωγή στην τεχνική τής τηλεφωνίας καί τηλεγραφίας. Έδώ διατυπώνονται τά βασικά προβλήματα τών δύο περιοχών καί περιγράφονται σύντομα οι λύσεις πού έχουν δοθεί, ώστε νά άποκτήσει ό άναγνώστης μιά γενική έποπτεία στό αντικείμενο καί ταυτόχρονα νά τοῦ δημιουργηθούν έρωτήματα σχετικά μέ τούς λόγους πού επέβαλαν τίς διάφορες λύσεις. Στά επόμενα μέρη τοῦ βιβλίου αναπτύσσονται διεξοδικά τά διάφορα θέματα καί ό άναγνώστης θά έχει την ίκανοποίηση νά βρίσκει τίς άπαντήσεις στίς άπορίες του.

Στό δεύτερο μέρος εξετάζονται τά κατασκευαστικά στοιχεΐα καί οι κατασκευαστικές μονάδες πού χρησιμοποιούνται στην τηλεπικοινωνιακή τεχνική. Τά στοιχεΐα πού είναι περισσότερο γνωστά άπό την ηλεκτροτεχνία καί την ηλεκτρονική, όπως οι αντίστατες, τά πηνία, οι πυκνωτές, οι ηλεκτρονικές λυχνίες, οι κοινοί τρανζίστορες κλπ. αναφέρονται μέ συντομία, ενώ λιγότερο γνωστά στοιχεΐα καί μονάδες πού άφορούν είδικότερα την τηλεφωνία — τηλεγραφία, όπως οι ρωστήρες, οι επιλογείς, οι τηλεφωνικές συσκευές κ.ο.κ. αναπτύσσονται πιό διεξοδικά. Παράλληλα κρίθηκε σκόπιμο νά περιληφθούν όρισμένα στοιχεΐα καί μονάδες τής ηλεκτρονικής, όπως είδικοί τύποι τρανζιστόρων καί διόδων, τά ολοκληρωμένα κυκλώματα, οι μικροεπεξεργαστές καί μικροϋπολογιστές, πού ή σημασία τους στίς τηλεπικοινωνίες αύξάνει ραγδαία καί προβλέπεται νά παίξουν σημαντικό ρόλο στό άμεσο μέλλον.

Στό τρίτο μέρος περιγράφεται ή άστική τηλεφωνία. Είδικά έξηγεΐται ό τρόπος άποκαταστάσεως τών συνδέσεων στους διαφόρους τύπους ηλεκτρομηχανικών κέντρων μέ επιλογείς καί ραβδεπαφικά πλαίσια πού χρησιμοποιούνται στή χώρα μας, ή μείξη τών γραμμών καί ή διαμόρφωση τοῦ άστικού τηλεφωνικού δικτύου μέ τίς διάφορες κατηγορίες κέντρων. Αναλύεται επίσης ό τρόπος άποκαταστάσεως συνδέσεων σέ ηλεκτρονικά κέντρα μέ πολύπλεξη χώρου καί πολύπλεξη χρόνου καί περιγράφονται άντιπροσωπευτικά ηλεκτρονικά συστήματα λόγω τής επικειμένης είσαγωγής καί στό έλληνικό δίκτυο ηλεκτρονικών κέντρων.

Τό τέταρτο μέρος είναι αφιερωμένο στην υπεραστική επικοινωνία. Έδω αναπτύσσονται τόσο ο τρόπος αποκαταστάσεως υπεραστικών συνδέσεων, δηλαδή η υπεραστική τεχνική διασυνδέσεως γραμμών, όσο και τα βασικά της μεταδόσεως σημάτων, δηλαδή η υπεραστική τεχνική μεταδόσεως. Ιδιαίτερα κεφάλαια αναφέρονται στην ενσύρματη επικοινωνία, στην ασύρματη επικοινωνία, και στις διεθνείς ζεύξεις.

Στό πέμπτο μέρος εξετάζονται τα συνδρομητικά κέντρα (δευτερεύουσες εγκαταστάσεις), που η σημασία τους αυξάνεται και στη χώρα μας ολοένα και περισσότερο λόγω της ανάπτυξεως της οικονομίας. Ειδικά, έρμηνεύεται ο τρόπος αποκαταστάσεως συνδέσεων, οι δυνατότητες των συνδρομητικών κέντρων και περιγράφονται οι βασικοί τύποι των κέντρων αυτών.

Τό έκτο μέρος είναι αφιερωμένο στην τηλεγραφία μέ κύριο βάρος τά τηλετυπικά κέντρα και δίκτυα. Εξετάζεται επίσης μέ συντομία ή μεταβίβαση στοιχείων που εξελίσσεται ραγδαία στις προηγμένες χώρες λόγω της τεράστιας χρησιμοποίησεως ηλεκτρονικών υπολογιστών και που οπωσδήποτε θά παίξει σημαντικό ρόλο και στις επικοινωνίες της χώρας μας. Έδω θά πρέπει νά τονισθεί ότι τά αντικείμενα του βιβλίου που άφορούν την τηλεγραφία και τή μεταβίβαση στοιχείων δέν περιορίζονται μόνο στό έκτο μέρος. Όσα αναφέρονται στά υπόλοιπα μέρη γιά τά κατασκευαστικά στοιχεία και τίς μονάδες της τηλεπικοινωνίας, τήν αποκατάσταση άστικών και υπεραστικών συνδέσεων, τήν ενσύρματη και ασύρματη επικοινωνία και τή θεωρία τηλεπικοινωνιακής κινήσεως άφορούν σέ μεγάλο βαθμό και τήν τηλεγραφία. Αυτό δικαιολογεί τόν τίτλο του βιβλίου που περιλαμβάνει κατά τό ήμισυ τήν τηλεγραφία.

Στό έβδομο μέρος δίνονται στοιχεία σχετικά μέ τή θεωρία τηλεπικοινωνιακής κινήσεως και τούς υπολογισμούς του πλήθους των γραμμών και όργάνων τηλεπικοινωνιακών δικτύων.

Στό όγδοο μέρος περιγράφεται ή σηματοδότηση στην άστική και υπεραστική επικοινωνία. Κρίθηκε σκόπιμο νά εξετασθεί τό θέμα της σηματοδοτήσεως ένιαθα σ' ένα ξεχωριστό μέρος γιά νά δοθούν συστηματικά και συνοπτικά οι διάφορες μέθοδοι σηματοδοτήσεως μέ τά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά τους, κ.ο.κ.

Στό τέλος του βιβλίου ακολουθούν τρία παραρτήματα. Τό πρώτο δίνει μιά σύντομη περιγραφή των διαγραμμάτων που χρησιμοποιούνται στά τηλεπικοινωνιακά κέντρα, τό δεύτερο δίνει πίνακες υπολογισμού της άπόλυτης στάθμης σέ Nr και db και τό τρίτο πίνακες υπολογισμού της τηλεπικοινωνιακής κινήσεως.

Στήν άρχή του βιβλίου βρίσκεται ένα σύντομο Ιστορικό των τηλεπικοινωνιών γραμμένο άπό τόν πρώην διοικητή του Ο.Τ.Ε., διπλωματούχο μηχανικό κ. Χρυσόστομο Καβουνίδη, τόν όποιο εύχαριστώ ιδιαίτερα και άπό τή θέση αυτή. Η γνώση της εξέλιξεως της τηλεφωνίας — τηλεγραφίας μέ τά προβλήματα που αντιμετώπισθηκαν και τίς λύσεις που δόθηκαν στις διάφορες φάσεις της, βοηθά σέ μεγάλο βαθμό τόν τεχνικό νά έμβαθύνει στά σημερινά προβλήματα της τηλεπικοινωνιακής τεχνικής και στις τωρινές λύσεις τους. Άνεξάρτητα άπ' αυτό, τό Ιστορικό των τηλεπικοινωνιών είναι ένα ένδιαφέρον και εύχριστο άνάγνωσμα γιά όποιονδήποτε θά ήθελε νά πληροφορηθεί τήν εξέλιξη των τηλεπικοινωνιών άπό τούς άρχαίους χρόνους μέχρι σήμερα.

Πρίν κλείσω τόν πρόλογο θεωρώ υποχρέωσή μου νά εύχαριστήσω θερμά τόν κ. Χ. Καβουνίδη γιά τό ένδιαφέρον που έδειξε κατά τή θητεία του στον Ο.Τ.Ε τήν

περίοδο 1974 — 1978 για τή συγγραφή τοῦ βιβλίου αὐτοῦ καί εἰδικά γιά τήν ἐμπνευσή του νά περάσει τό χειρόγραφο τοῦ βιβλίου ἀπό διάφορα τμήματα τοῦ Ο.Τ.Ε. γιά νά διατυπωθοῦν παρατηρήσεις, προτάσεις βελτιώσεως κλπ. Ἐπίσης γιά τή χορήγηση φωτογραφιῶν ἀπό τίς ἐγκαταστάσεις τοῦ Ο.Τ.Ε. μέ τίς ὁποῖες ἐμπλουτίσθηκε τό βιβλίο.

Εὐχαριστῶ ἀκόμη θερμά ὄλους ἐκείνους τοὺς συναδέλφους μηχανικοὺς τοῦ Ο.Τ.Ε. πού ἀσχολήθηκαν μέ τό βιβλίο καί πιά εἰδικά τό διευθυντή κ. Κωνσταντῖνο Σπανό τῆς Δ/νσεως Ἐκπαιδεύσεως, τόν ὑποδιευθυντή κ. Ἰωάννη Κετσέογλου πού ἔκανε τόν κόπο νά διαβάσει ὁλόκληρο σχεδόν τό κείμενο τοῦ βιβλίου καί νά σημειώσει εὐστοχες παρατηρήσεις καί τόν ὑποδιευθυντή κ. Γεράσιμο Λουκάτο.

Τέλος εὐχαριστῶ ἰδιαίτερα τή Διοίκηση καί τήν Ἐπιτροπή Ἐκδόσεων τοῦ Εὐγενιδείου Ἰδρύματος γιά τήν ἔκδοση τοῦ βιβλίου καθώς καί τό προσωπικό τοῦ Ἰδρύματος πού ἀσχολήθηκε μέ τό βιβλίο γιά τήν ἄρτια ἐμφάνισή του.

Πάτρα, Σεπτέμβριος 1978

Ὁ Συγγραφέας

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Σελίδα

ΣΥΝΤΟΜΟ ΧΡΟΝΙΚΟ ΤΩΝ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ	13
---	----

ΠΡΩΤΟ ΜΕΡΟΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΓΡΑΦΙΑΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

Σκοπός και βασικά προβλήματα της τηλεφωνίας και τηλεγραφίας	3
---	---

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

Ἡ ἀντιμετώπιση τῶν προβλημάτων

2.1 Ἡ τεχνική πλευρά τῆς διασυνδέσεως	6
2.2 Ἡ οἰκονομική πλευρά τῆς διασυνδέσεως	10
2.3 Ἡ τεχνική πλευρά τῆς μεταδόσεως	13
2.4 Ἡ οἰκονομική πλευρά τῆς μεταδόσεως	14
2.5 Ἡ Διεθνὴς Ἑνωση Τηλεπικοινωνιῶν	15

ΔΕΥΤΕΡΟ ΜΕΡΟΣ

Κατασκευαστικά στοιχεῖα καὶ κατασκευαστικὲς μονάδες τῆς τηλεφωνίας καὶ τηλεγραφίας	17
--	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

Ὁμικοὶ ἀντιστάτες

3.1 Ἐξάρτηση τῆς ἀντιστάσεως ἀπ' τὴ συχνότητα	18
3.2 Ἐξάρτηση τῆς ἀντιστάσεως ἀπ' τὴ θερμοκρασία	18
3.3 Στοιχεῖα τοῦ ἀντιστάτη	19
3.4 Εἶδη ἀντιστατῶν	19

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

Μὴ ὠμικοὶ ἀντιστάτες

4.1 Θερμομεταβλητοὶ ἀντιστάτες ἢ Θερμίστορες	24
4.2 Ἀντιστάτες μεταβαλλόμενοι μὲ τὴ τάση ἢ βαρίστορες	26
4.3 Φωτοαντιστάτες	27

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

Στοιχεῖα μὲ αὐτεπαγωγή

5.1 Πηνία μὲ ἀέρα	29
-------------------------	----

5.2 Πηνία μέ σιδηρομαγνητικό πυρήνα	29
5.3 Μετασχηματιστές	33
5.4 Μεταφορείς	33
5.5 Έπαγωγικά πηνία	35
5.6 Πυρήνες κόρου	36

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

Πυκνωτές

6.1 Πυκνωτές χαρτιού	38
6.2 Πυκνωτές μετάλλου - χαρτιού	39
6.3 Πυκνωτές πλαστικού υλικού	39
6.4 Πυκνωτές κεραμικού υλικού καί μίκας	39
6.5 Ήλεκτρολυτικοί πυκνωτές	40
6.6 Μεταβλητοί πυκνωτές	42

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

Ήλεκτρονικές λυχνίες

7.1 Λυχνίες ύψηλου κενού	45
7.2 Λυχνίες αερίου	48

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΓΔΟΟ

Ήμιαγωγοί

8.1 Ξηροί άνορθωτές	51
8.2 Κρυσταλλοδίοδοι	56
8.3 Τρανζίστορες	59

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΑΤΟ

Όλοκληρωμένα κυκλώματα - Μικροεπεξεργαστές - Μικροϋπολογιστές

9.1 Όλοκληρωμένα κυκλώματα	65
9.2 Μικροεπεξεργαστές * - Μικροϋπολογιστές*	67

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ

Ρωστήρες

10.1 Αρχή λειτουργίας καί χρήση	72
10.2 Κατασκευή του ρωστήρα	73
10.3 Συμβολισμός του ρωστήρα	78
10.4 Λειτουργία του ρωστήρα	79
10.5 Δημιουργία καί κατάπνιξη σπινθήρων	88
10.6 Βασικοί τύποι ρωστήρων	90
10.7 Εϊδικοί τύποι ρωστήρων	98

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΔΕΚΑΤΟ

Μαγνητικοί δακτυλιωτοί πυρήνες	109
--------------------------------------	-----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΩΔΕΚΑΤΟ

Ήλεκτροακουστικοί μετατροπείς

12.1 Μικρόφωνα	113
----------------------	-----

12.2 Ἀκουστικά	121
12.3 Μεγάφωνα	122

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΤΡΙΤΟ

Ἀγωγοί καὶ καλώδια

13.1 Ἀγωγοί	124
13.2 Καλώδια	126

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

Λυχνίες σηματοδοτήσεως

14.1 Λυχνίες πυρακτώσεως	133
14.2 Λυχνίες ἀντιστάσεως	133
14.3 Λυχνίες αἴγλης	133

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΠΕΜΠΤΟ

Ἀσφάλειες καὶ διακόπτες

15.1 Ἀσφάλειες ρεύματος	134
15.2 Διακόπτες	137
15.3 Ἀσφάλειες τάσεως	139

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΕΚΤΟ

Ἐπιλογεῖς

16.1 Βηματοπορικοί ἐπιλογεῖς	142
16.2 Κινητηριακός περιστροφικός ἐπιλογέας μέ εὐγενή μέταλλα	151
16.3 Ραβδεπαφικός ἐπιλογέας	159

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΕΒΔΟΜΟ

Μετρητής συνδιαλέξεων καὶ δείκτης τελῶν

17.1 Μετρητής συνδιαλέξεων	166
17.2 Δείκτης τελῶν	168

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΟΓΔΩΟ

Ἡ συνδρομητική τηλεφωνική συσκευή

18.1 Γενικά	170
18.2 Τηλεφωνική συσκευή μέ ἐπιλογικό δίσκο	172
18.3 Τηλεφωνική συσκευή μέ πληκτρολόγιο	177

ΤΡΙΤΟ ΜΕΡΟΣ

ΑΣΤΙΚΗ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΕΝΑΤΟ

Αὐτόματα ἀστικά τηλεφωνικά κέντρα

19.1 Γενικά	181
19.2 Βασικές λειτουργίες αὐτομάτων κέντρων	183
19.3 Ἡ ἀποκατάσταση συνδέσεως μέ ἐπιλογεῖς	184

19.4 Ἡ ἀποκατάσταση συνδέσεως με ζευκτικά πεδία	198
19.5 Ἡλεκτρονικά τηλεφωνικά κέντρα	209

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ

Μείξη τῶν γραμμῶν

20.1 Γενικά	218
20.2 Ἀπλή πολλαπλασιαστική ζεύξη	219
20.3 Εὐθεία κλιμακωτή ζεύξη	220
20.4 Κλιμακωτή ζεύξη με ἐναλλαγές	221
20.5 Κλιμακωτή ζεύξη με ἐναλλαγές καὶ ἰσονομή	221
20.6 Συντελεστής μείξεως	222

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ ΠΡΩΤΟ

Ἀστικό τηλεφωνικό δίκτυο

21.1 Γενικά	224
21.2 Διεκπεραίωση τῆς κινήσεως τοῦ ὑπόκεντρου	226
21.3 Διεκπεραίωση τῆς κινήσεως μεταξύ κυρίων κέντρων (Κ.Κ.)	229
21.4 Ἀστικά κομβικά κέντρα	231

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

Ἡλεκτρική τροφοδότηση αὐτομάτων τηλεφωνικῶν κέντρων

22.1 Ρεύματα καὶ τάσεις τηλεφωνικῶν κέντρων	234
22.2 Ἡλεκτρικές πηγές τροφοδοτήσεως	237
22.3 Εἶδη λειτουργίας τῶν τροφοδοτικῶν διατάξεων	238
22.4 Ἡ μηχανή κλήσεως καὶ σημάτων (Μ.Κ.Σ.)	250
22.5 Διατάξεις κλήσεως καὶ σημάτων με τρανζίστορες	242

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ ΤΡΙΤΟ

Συγκεντρωτές γραμμῶν

23.1 Γενικά	244
23.2 Τύποι συγκεντρωτῶν γραμμῶν	244

ΤΕΤΑΡΤΟ ΜΕΡΟΣ

ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΗ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

Ὑπεραστικά κέντρα καὶ δίκτυα

24.1 Γενικά	248
24.2 Διαμόρφωση τοῦ δικτύου	249
24.3 Ἀριθμοδότηση	252
24.4 Τηλεπλογικό σύστημα	255
24.5 Διεθνῆς Τηλεφωνία	258

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ ΠΕΜΠΤΟ

Ποιότητα μεταδόσεως στις τηλεφωνικές γραμμές

25.1 Γενικά	260
25.2 Απόσβεση και στάθμη	261
25.3 Παραμορφώσεις	267

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ ΕΚΤΟ

Ένσύρματη υπεραστική τηλεφωνία

26.1 Είδη ζεύξεων	274
26.2 Τηλεφωνικά συστήματα	276
26.3 Χαρακτηριστικά μεταδόσεως και χρήση των ενσύρματων γραμμών	286

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ ΕΒΔΟΜΟ

Άσυρματικά τηλεφωνικά δίκτυα

27.1 Γενικά	294
27.2 Μικροκυματικές ζεύξεις οπτικής επαφής ή ραδιοηλεκτρικές ζεύξεις ευρείας ζώνης	295
27.3 Τροποσφαιρικές ζεύξεις πέραν όριζοντος	300
27.4 Δορυφορικές ζεύξεις	301
27.5 Ραδιοζεύξεις βραχέων κυμάτων	303
27.6 Κινητή ραδιοτηλεφωνία	307

ΠΕΜΠΤΟ ΜΕΡΟΣ

ΜΕΡΟΣ ΠΕΜΠΤΟ

ΣΥΝΔΡΟΜΗΤΙΚΑ ΤΗΛΕΦΩΝΙΚΑ ΚΕΝΤΡΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ ΟΓΔΟΟ

Γενικά	311
--------------	-----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ ΕΝΑΤΟ

Κατηγορίες συνδρομητικών κέντρων	313
--	-----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΑΚΟΣΤΟ

Δυνατότητες διεκπεραίωσης της κινήσεως σε αυτόματα Σ.Κ.	317
--	-----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΑΚΟΣΤΟ ΠΡΩΤΟ

Διεκπεραίωση της κινήσεως στα συνδρομητικά κέντρα

31.1 Έγκαταστάσεις σειράς	321
31.2 Αυτόματα Συνδρομητικά κέντρα	323
31.3 Πλήρως αυτόματα Σ.Κ.	330
31.4 Χειροκίνητα Σ.Κ.	331

ΕΚΤΟ ΜΕΡΟΣ

ΤΗΛΕΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΜΕΤΑΒΙΒΑΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΑΚΟΣΤΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

Είσαγωγή

32.1 Γενικά	333
32.2 Κώδικες	334
32.3 Τηλεγραφική ταχύτητα, ταχύτητα γραφής και εύρος ζώνης συχνοτήτων	339

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΑΚΟΣΤΟ ΤΡΙΤΟ

Τό τηλέτυπο	342
-------------------	-----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΑΚΟΣΤΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

Τηλεγραφική τεχνική μεταδόσεως	347
--------------------------------------	-----

34.1 Τηλεγραφία συνεχούς ρεύματος	347
34.2 Τηλεγραφία έναλλασσόμενου ρεύματος	349

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΑΚΟΣΤΟ ΠΕΜΠΤΟ

Τηλετυπικά δίκτυα	352
-------------------------	-----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΑΚΟΣΤΟ ΕΚΤΟ

Μεταβίβαση στοιχείων (DATA)	355
-----------------------------------	-----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΑΚΟΣΤΟ ΕΒΔΟΜΟ

Μεταβίβαση φωτογραφιών και σχεδίων	358
--	-----

ΕΒΔΟΜΟ ΜΕΡΟΣ

Στοιχεία από τη θεωρία τηλεπικοινωνιακής κινήσεως	359
---	-----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΑΚΟΣΤΟ ΟΓΔΟΟ

Είσαγωγή

38.1 Γενικά	359
38.2 Συστήματα απωλειών και συστήματα άναμονής	360

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΑΚΟΣΤΟ ΕΝΑΤΟ

Μεγέθη και μονάδες της θεωρίας τηλεπικοινωνιακής κινήσεως

39.1 Σύστημα απωλειών	361
39.2 Σύστημα Άναμονής	363

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΣΣΑΡΑΚΟΣΤΟ

Ύπολογισμός συστήματος απωλειών στην πράξη	365
--	-----

ΟΓΔΟΟ ΜΕΡΟΣ

Σηματοδότηση στην αστική και υπεραστική τηλεφωνία

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΣΣΑΡΑΚΟΣΤΟ ΠΡΩΤΟ

Είσαγωγή

41.1	Γενικά	371
41.2	Κατηγορίες κριτηρίων	372

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΣΣΑΡΑΚΟΣΤΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

Σηματοδότηση στην αστική και υπεραστική τηλεφωνία

42.1	Σηματοδότηση στην αστική τηλεφωνία	373
42.2	Σηματοδότηση στην υπεραστική τηλεφωνία	374

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΠΡΩΤΟ

	Διαγράμματα τηλεπικοινωνιακών κέντρων	380
1.1	Έποπτικό διάγραμμα	380
1.2	Κυκλωματικό διάγραμμα	380
1.3	Διάγραμμα ρωστήρων	384
1.4	Τοπογραφικό διάγραμμα	386

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΔΕΥΤΕΡΟ 399

Πίνακες απόλυτης στάθμης

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΤΡΙΤΟ

	Πίνακες τηλεπικοινωνιακής κινήσεως	407
--	------------------------------------	-----

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ 424

ΣΥΝΤΟΜΟ ΧΡΟΝΙΚΟ ΤΩΝ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

ΥΠΟ
Χ.Φ. Καβουνίδη
Διπλ. Μηχ. Ήλεκτρολόγου
τ. Διοικητού Ο.Τ.Ε.

1. Είσαγωγή.

Ο άνθρωπος σήμερα έχει τή δυνατότητα νά ἐπικοινωνεῖ μέ τούς συνανθρώπους του όπουδήποτε καί ἄν βρίσκονται ἐπάνω στή γῆ ἤ στό διάστημα. Ἡ δυνατότητα αὕτη ἦταν κάτι ἀσύλληπτο γιά τή φαντασία τοῦ ἀνθρώπου πρὶν ἀπό ἑκατό μόλις χρόνια. Στό σχετικά μικρό αὐτό χρονικό διάστημα ἔγιναν ἐκπληκτικές τεχνικές ἐφευρέσεις καί ἀπίθανες πρακτικές ἐφαρμογές στόν τομέα τῶν τηλεπικοινωνιῶν, πού ἔδωσαν τή δυνατότητα στήν ἀνθρωπότητα νά ἀνεβάσει γενικότερα τήν στάθμη τοῦ τεχνικοῦ πολιτισμοῦ της.

Τό χρονικό τῆς ἐξελίξεως τῶν τεχνικῶν μέσων γιά τίς τηλεπικοινωνίες, πρῶτα γιά μεταβίβαση μηνυμάτων (τηλεγραφία) καί ὕστερα γιά μεταβίβαση τῆς φωνῆς (τηλεφωνία), θά ἐκτεθεῖ ὅσο εἶναι δυνατόν συντομώτερα στίς παρακάτω γραμμές.

2. Τό χρονικό τῆς ἐξελίξεως τῆς μεταβίβασης μηνυμάτων (τηλεγραφίας).**2.1 Ὁ καπνός — οἱ τυμπανοκρουσίες κλπ.**

Ὁ καπνός, ἡ φλόγα, οἱ συνθηματικές τυμπανοκρουσίες, ἡ ἀνάκλαση ἡλιακῶν ἀκτίνων ἐπάνω σέ στιλπνές ἐπιφάνειες καί ἄλλα ἀνάλογα μέσα χρησιμοποιήθηκαν ἀπό ἀρχαίους λαούς γιά τή μεταβίβαση προσυμφωνημένων μηνυμάτων (σχ. 2.1α).

**Σχ. 2.1α.**

· Τυμπανιστής μεταβιβάζει μήνυμα.

Ἡ ἄλωση τῆς Τροίας π.χ. ἀναφέρεται ὅτι ἔγινε γνωστή στίς Μυκῆνες μέ σειρά ἀπό φωτιές, πού ἀνάφτηκαν διαδοχικά στίς βουνοκορφές τῆς Λήμνου, τοῦ Ἁγίου Ὀρους, τῆς Εὐβοίας καί τῆς Στερεᾶς, ὡς τήν Πελοπόννησο.

.....

- ΧΟ. Καί πότε ἡ πόλη ἔχει παρθῇ;
 ΚΛ. Στό ξαναλέω· μέσα στή νύχτα αὐτή πού γέννησε τοῦτο τό φῶς.
 ΧΟ. Καί ποίος μαντατοφόρος τόσο γρήγορα νά φτάση μπόρεσε;
 ΚΛ. Ὁ Ὕφαιστος, ἀστραφτερό στέλνοντας φῶς ἀπό τήν Ἴδη.
 Κί' ἀπ' τίς ἀπανωτές φωτιές πού καίγαν γιά τό μήνυμα,
 ἡ μιά τήν ἄλλη φλόγα ἐσπρωχνε ὡς ἐδῶ· ἡ Ἴδη
 τήν ἔστειλε στό βράχο τόν Ἑρμαῖο στή Λήμνο,
 καί τόν τρανό δαυλό, τρίτο τόν δέχτηκε ἀπό τό νησί
 τοῦ Ἄθω ἡ κορυφή στόν Δία ταμένη, καί τό δαδί,
 ψηλά, πάνω ἀπ' τόν πόντο, τόσο πού τά ψάρια
 τά νῶτα του ν' ἀγγίζουσε γιά νά χαροῦν τή φλόγα
 πού πορεύονταν, τή λάμψη τή χρυσόφεγγη, σάν ἥλιο,
 ἔστειλε στίς βίγλες τοῦ Μακίστου· κί' ὁ βιγλάτορας,
 χωρίς καιρό νά χάνη μὴδ' ἀφήνοντας τόν ὕπνο
 νά τόν συνεπάρη ἀστόχαστα, μετὰδωκε τό σύνθημα
 πού τοῦπεφτε· καί πέρα μακριά, στά ρεύματα τοῦ Εὐρίπου
 φτάνει τῆς φωτιᾶς τό φῶς καί στοῦ Μεσσάπιου τούς φρουρούς
 φέρνει τήν εἶδηση. Κί' αὐτοί μέ τή σειρά τους φώτισαν
 καί στείλανε πιό μπρός τή λάμψη, μέ φωτιές
 πού βάλανε σέ στοίβες γέρικων ρεικιῶν.
 Χωρίς ποτέ νά σβῆνῃ ἡ φλόγα, δυναμώνοντας,
 ἀφοῦ πάνω ἀπ' τούς κάμπους τοῦ Ἀσωποῦ σάν λαμπερό
 φεγγάρι πῆδησε, στοῦ Κιθαιρώνα τίς κορφές
 ἄλλη φωτιά γεννᾷ καινούργια γιά τό μήνυμα.
 Καίγοντας πιότερο ἡ φρουρά κί' ἀπό τά προσταγμένα,
 φωτιά ν' ἀνάψη δέν ἀρνιέται πού μακριά νά φτάνη,
 καί τό φῶς πάνω ἀπό τήν Γοργῶπο λίμνη ἐχύθη.
 Καί στό βουνό Αἰγίπλαγκτο σάν ἔφτασε ἐπάνω,
 τούς φύλακες καλοῦσε νά μὴ λείψῃ ἡ τάξη τῆς φωτιᾶς,
 κί' ἐκεῖνοι ἀνάβοντας φωτιές μέ δύναμη ἀνεξάντλητη
 τεράστια γλώσσα φλόγας στέλνουν, πού ἀκόμα
 καί τοῦ Σαρωνικοῦ πορθμοῦ τό πρόφαντο ἀκρωτήρι
 ξεπέρασε λαμπερό σκορπώντας φῶς· κί' ἀπέ
 στοῦ Ἀραχναίου τήν κορυφή σάν ἔφτασε, τίς βίγλες
 τίς γειτονικές μας, ἄστραψε· κί' ἀντιχτυπάει εὐθύς στή στέγη
 αὐτήν ἐδῶ τῶν Ἀτρειδῶν τό φῶς ἐτοῦτο
 πού φύτρα του ἔχει τή φωτιά πού ἀνάφτηκε στήν Ἴδη.
 Τέτιους στ' ἀλήθεια τῶν λαμποδοδρόμων νόμους ἔχω τάξει,
 νόμους πού τηρηθῆκανε, μέ τή σκυτάλη τῆς φωτιᾶς
 ν' ἀλλάζουν χέρι ἀδιάκοπα· καί νικητής,
 ὅμοια ὁ πρῶτος ποῦτρεξε καί τελευταῖος, βγαίνει.
 Τέτια σοῦ λέω ἀπόδειξη, τέτιο σημάδι,
 πού ἀπό τήν Τροία ὁ ἄντρας μου μοῦ ἔστειλε.

.....

Ἡ μεταβίβαση μηνυμάτων μέ φωτιές εἶχε συστηματοποιηθεῖ κυρίως γιά στρατιωτικούς σκοπούς καί οἱ φρυκτωρίες, ὅπως τίς ὀνόμαζαν, ἀποτελοῦσαν τό βασικό μέσο ἐπικοινωνίας τῶν στρατῶν, ὅπως π.χ. στίς ἐκστρατείες τοῦ Μ. Ἀλεξάνδρου (σχ.2.1β). Ἀλλά καί σήμερα ἀκόμα τά ἴδια μέσα χρησιμοποιοῦνται ἀπό ὑποανάπτυκτους λαούς γιά τόν ἴδιο σκοπό.



Σχ. 2.1β.

Μεταβίβαση προσυμφωνημένου μηνύματος μέ φωτιές (φρυκτωρίες).

2.2 Τό σύστημα τοῦ Αἰνεία Τακτικοῦ.

Μιά κάποια πρόοδος στή μεταβίβαση μηνυμάτων ἀποτελέσσει ἕνα ἀπλό σύστημα, πού ἐπινόησαν ὁ Ἀλεξανδρινός τεχνικός Αἰνείας Τακτικός καί οἱ Κλεοξένης καί Δημόκριτος, ὅπως ἀναφέρει στά γραπτά του ὁ Πολύβιος (σχ. 2.2α καί 2.2β).

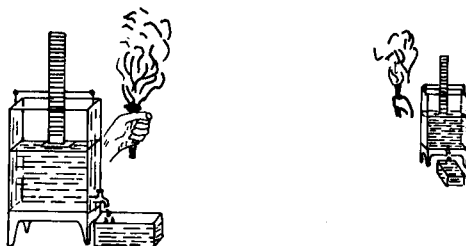


Σχ. 2.2α.

Μεταβίβαση μηνύματος μέ τό σύστημα Αἰνεία τοῦ Τακτικοῦ (γύρω στό 330 π.Χ.).

Μέ το σύστημα αυτό ήταν δυνατόν να μεταβιβασθεί όχι μόνο ένα προσυμφωνημένο μήνυμα, αλλά οποιαδήποτε είδηση. Αυτό το κατάρθωναν με δύο διατάξεις — κλεψύδρες — που ή καθεμιά τους αποτελούσε και τόν πομπό και τó δέκτη του συστήματος. Οι δύο κλεψύδρες αποτελούνταν από δύο έντελως όμοια δοχεία με νερό, απ' τά όποια μπορούσε να χύνεται ίδια ποσότητα νερού στόν ίδιο χρόνο. Στην επιφάνεια του νερού κάθε κλεψύδρας έπλεε ένας πλωτήρας με στερεωμένο επάνω του ένα κανόνα. Έπάνω στόν κανόνα ήταν χαραγμένα διαδοχικά τó ένα κάτω από τó άλλο τά γράμματα του αλφαβήτου. Όταν χυνόταν νερό και άδειαζε σιγά-σιγά τó δοχείο, ó κανόνας κατέβαινε και τά γράμματά του περνούσαν διαδοχικά έμπρός από ένα δείκτη.

Όταν ήθελαν να μεταβιβάσουν ένα μήνυμα, άναβαν ένα δαυλό, γιά να εκφράσουν τήν πρόθεσή τους αυτή και να είδοποιήσουν έτσι τó δέκτη. Ό δέκτης άπαντούσε ότι ήταν έτοιμος να δεχθεί τó μήνυμα, άνάβοντας και αυτός ένα δαυλό.



Σχ. 2.2β.

Σχηματική διάταξη του συστήματος μεταβίβασης μηνυμάτων του Αινεία Τακτικού.

Ό πομπός, γιά να στείλει τó μήνυμα, έσβηνε τή φλόγα και ταυτόχρονα άνοιγε τόν κρουνό έκροής και έτσι ó κανόνας ξεκινώντας από τή θέση άφετηρίας, άρχιζε να κατεβαίνει σιγά-σιγά. Τό ίδιο έκανε παράλληλα και ó δέκτης. Οι δύο κανόνες, έπομένως, κατέβαιναν ταυτόχρονα, άφού δοχεία και τρύπες έκροής ήταν έντελως όμοια, και συνεπώς τά ίδια γράμματα και στούς δύο περνούσαν συγχρονισμένα από τó δείκτη. Όταν έφθανε στό δείκτη τó γράμμα πού ήθελε να διαβιβάσει ó πομπός, ξανάναβε τó δαυλό του και ó δέκτης διάβαζε τήν ίδια στιγμή τó γράμμα πού μεταβίβαζε ó πομπός. Και ή διαδικασία ξανάρχιζε γιά να συνεχισθεί έτσι ή μεταβίβαση γράμμα προς γράμμα.

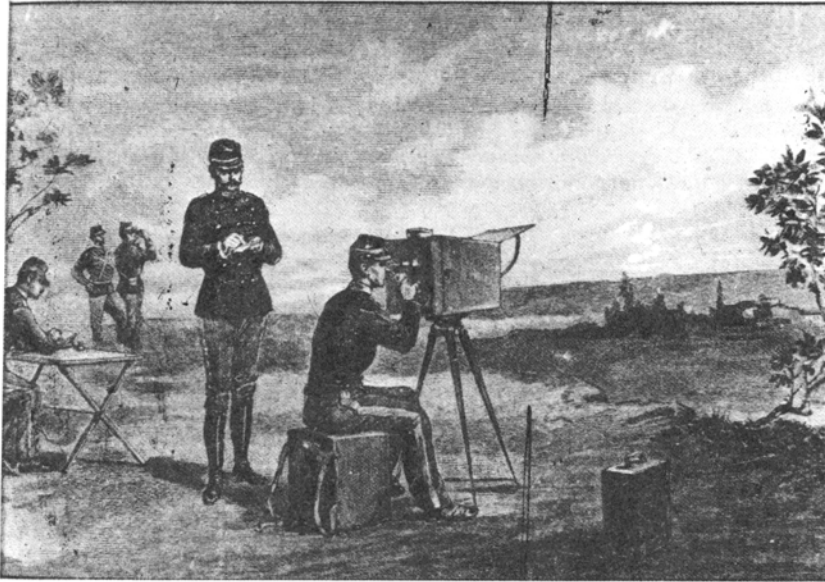
Τό σύστημα αυτό στηρίζεται στό συγχρονισμό τών κινήσεων πομπού και δέκτη. Άξίζει να σημειωθεί ότι μερικά από τά πιό σύγχρονα τηλεπικοινωνιακά συστήματα στηρίζονται επίσης στην άρχή του συγχρονισμού κινήσεων πομπού και δέκτη.

2.3 Τηλέγραφος Chappe.

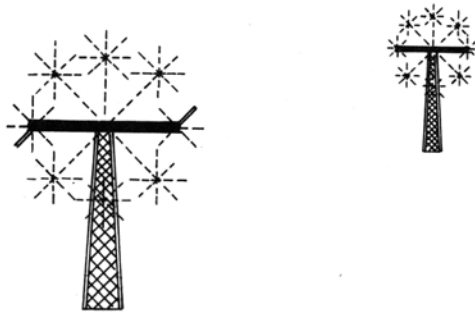
Μετά τόν Αινεία Τακτικό πέρασαν πολλοί αιώνες, χωρίς να πραγματοποιηθεί καμιά εξέλιξη στά τηλεπικοινωνιακά μέσα.

Στό τέλος του 18ου αιώνα, ó Γάλλος Claude Chappe έπινόησε ένα σύστημα óπτικού τηλεγράφου, με τó όποιο μπορούσε να μεταβιβάσει 196 διαφορετικά σήματα. Γιά να τó επιτύχει χρησιμοποιούσε μιά διάταξη, πού τήν αποτελούσαν 3 ράβδοι, (μιά κεντρική περιστρεφόμενη περί τó κέντρο της και δύο άρθρωτές, μιά σέ κάθε ένα από τά δύο άκρα τής πρώτης).

Τό σύστημα αυτό τών 3 ράβδων ήταν τοποθετημένο στην κορυφή ενός στύλου και μπορούσε να κινηθεί με ένα κατάλληλο μηχανισμό, ώστε οι 3 ράβδοι να έχουν τή δυνατότητα να σχηματίσουν 196 διαφορετικούς συνδυασμούς στη σχετική μεταξύ τους τοποθέτηση (σχ. 2.3α και 2.3β). Κάθε σχετική τοποθέτηση τών 3 ράβδων άντιστοιχούσε σέ ένα γράμμα του αλφαβήτου ή άριθμό ή και σέ δλόκληρη λέξη ή φράση. Ό δέκτης έβλεπε με γυμνό μάτι ή με τηλεσκόπιο τó συνδυασμό και σημείωνε τó έκπεμπόμενο σήμα. Τό σύστημα Chappe χρησιμοποιήθηκε γιά πρώτη φορά μεταξύ Λίλλης — Παρισιών τó 1793 και εύρύτατα έπειτα στούς Ναπολεόντιους πολέμους.



Σχ. 2.3α.
Τηλεγραφικό σύστημα Chappe.



Σχ. 2.3β.
Σχηματική παράσταση του τηλεγραφικού συστήματος Chappe.

2.4 Ήλεκτρική Τηλεγραφία — Οι πρώτες εφαρμογές.

— Ο τηλέγραφος Morse.

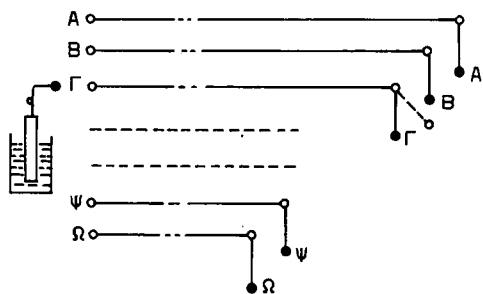
Τά συστήματα, πού αναφέρθηκαν ως τώρα, αποτελούσαν υποτυπώδη συστήματα μεταβίβασης μηνυμάτων (τηλεγραφίας) καί ήσαν βραδύτατα. Ουσιαστικά ή τηλεγραφία γεννήθηκε μετά την ανακάλυψη του ηλεκτρισμού καί την πραγματοποίηση των βασικών εφαρμογών του. Στην αρχή χρησιμοποιήθηκαν οι ιδιότητες του ηλεκτροστατικού ηλεκτρισμού, ύστερα τής ηλεκτρολύσεως καί τέλος ο ηλεκτρομαγνητισμός.

Προσπάθειες γιά την έκμετάλλευση των δύο πρώτων ιδιοτήτων έγιναν μέ τή χρησιμοποίηση π.χ. 25 συρμάτων σέ μία τηλεγραφική γραμμή. Στή θέση του πομπού, σέ κάθε σύρμα πού αντίστοιχούσε

σέ ένα γράμμα, έδιναν ηλεκτρική τάση ή ρεύμα καί στήν άλλη άκρη, στό δέκτη, αντίδρούσε ένα ηλεκτρικό έκκρεμές. Αυτό στήν περίπτωση τοῦ **ηλεκτροστατικού τηλεγράφου** (σχ. 2.4α). Στήν περίπτωση τοῦ **ηλεκτρολυτικού τηλεγράφου**, προκαλοῦνταν φυσαλλίδες ἀπό ηλεκτρόλυση σέ ένα υγρό, πού βρισκόταν σέ δοχείο στή θέση τοῦ δέκτη (ένα δοχείο γιά κάθε γράμμα) (σχ. 2.4β).

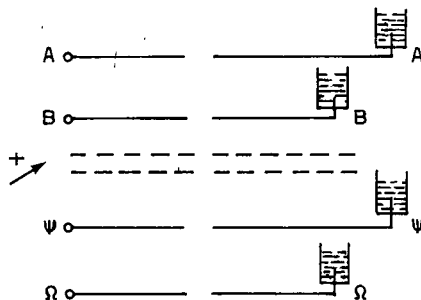
Στήν περίπτωση τοῦ **ηλεκτρομαγνητικού τηλεγράφου** χρησιμοποιοῦσαν μαγνητική βελόνα σέ κάθε γραμμή, ὅπως δείχνει τό σχῆμα 2.4γ ἢ μία μόνο μαγνητική βελόνα, ὅπως δείχνει τό σχῆμα 2.4δ).

Τά συστήματα αὐτά δέν βρήκαν πρακτική ἐφαρμογή, γιατί καί οἱ τηλεγραφικές γραμμές είχαν ἀνάγκη ἀπό πολλά σύρματα καί ἡ λειτουργία τους ἦταν πολύ εὐαίσθητη.



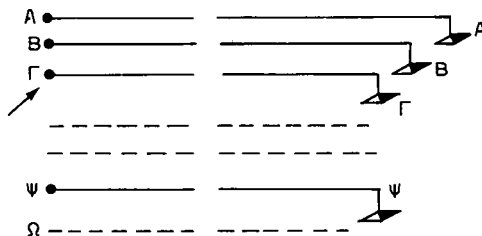
Σχ. 2.4α.

Σχηματική παράσταση μεταβιβάσεως μηνύματος μέ ηλεκτροστατικό τηλεγράφο.



Σχ. 2.4β.

Σχηματική παράσταση διαβιβάσεως μηνύματος μέ ηλεκτρολυτικό τηλεγράφο.



Σχ. 2.4γ.

Σχηματική παράσταση διαβιβάσεως μηνύματος μέ μαγνητικό τηλεγράφο μέ πολλές μαγνητικές βελόνες.

Χρησιμοποιώντας τό ηλεκτρομαγνητικό φαινόμενο, ὁ Samuel Morse ἔδωσε τό 1838 πρακτική λύση στό πρόβλημα. Καί γι' αὐτό θεωρεῖται ὁ πατέρας τῆς ηλεκτρικῆς τηλεγραφίας (σχ. 2.4ε). Τό πρῶτο τηλεγραφικό κύκλωμα λειτούργησε τό 1843 μεταξύ Βαλτιμόρης καί Οὐάσιγκτον. Λίγο ἀργότερα ἀνάλογο τηλεγραφικό σύστημα κατασκευασμένο ἀπό τό Γερμανό Werner Siemens λειτούργησε μεταξύ Βερολίνου καί Φραγκφούρτης.

Ἡ συσκευή Morse εἶναι ταυτόχρονα καί πομπός καί δέκτης (σχ. 2.4στ καί 2.4ζ). Οἱ δύο ἀνταποκρινόμενες συσκευές τροφοδοτοῦνται ἀνεξάρτητα ἢ κάθε μία ἀπό μία τοπική ηλεκτρική συστοιχία καί συνδέονται μεταξύ τους μέ ένα μόνο σύρμα. Τό κύκλωμα κλείνει μέσω γῆς, πού ἐκτελεῖ καθήκοντα δεύτερου ἀγωγοῦ.

Ὁ πομπός ἀποτελεῖται ἀπό ένα ἀπλό διακόπτη, μέσω τοῦ ὁποῦ οἱ χειριστῆς κλείνει στιγμιαῖα τό κύκλωμα καί στέλνει ρευματωθῆσεις πρὸς τό δέκτη τοῦ ἀνταποκριτή.

Ὁ δέκτης, ἀποτελεῖται ἀπό ένα ηλεκτρομαγνήτη μέ ὄπλισμό, πού ἔλκεται ἀπό τόν ηλεκτρομαγνήτη, ὅταν αὐτός διεγερθεῖ ἀπό τό ρεύμα. Ἐπάνω στόν ὄπλισμό εἶναι στερεωμένη γραφίδα, πού ση-

μειώνει τις μετακινήσεις του όπλισμού σε μία χάρτινη λωρίδα, που ζετυλίζεται μπροστά της με σταθερή ταχύτητα.

Καί εδώ εφαρμόζεται ή αρχή τής χρησιμοποίησεως συνθηματικού κώδικα. 'Ο μορσικός κώδικας (μορσικό άλφάβητο) (σχ. 2.4η) αποτελείται από συνδυασμούς δύο στοιχείων — μις ρευματωθήσεως μικρής διάρκειας (τελεία) καί μις ρευματωθήσεως μεγάλης διάρκειας (παύλα). 'Η λήψη μπορεί νά γίνει είτε άκουστικά (μέ κτύπους), είτε γραφικά (τελείες-παύλες).



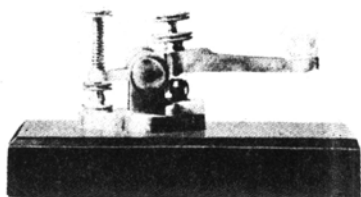
Σχ. 2.46.

Μαγνητικός τηλεγράφος Siemens (1847) μέ μία μόνο μαγνητική βελόνα.



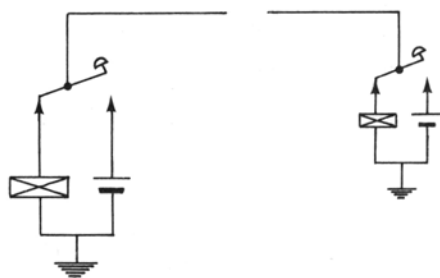
Σχ. 2.4ε.

Samuel Morse.



Σχ. 2.4στ.

Τηλεγραφική συσκευή Morse.



Σχ. 2.4ζ.

Σχηματική διάταξη τής τηλεγραφικής συσκευής Morse.

• —	A
— • • •	B
— • — •	C
— • •	D
•	E
• • — •	F
— — •	G
• • • •	H
• •	I
• — — —	J
— • —	K
• — • •	L
— —	M
— •	N
— — —	O
• — — •	P
— — • —	Q
• • •	R
• • •	S
—	T
• • —	U
• • • —	V
• — —	W
— • • —	X
— • — —	Y
— — • •	Z

Σχ. 2.4η.

Τηλεγραφικό αλφάβητο Morse.

2.5 Αναμεταδότες — Τηλεγραφικές Μηχανές.

Το πρόβλημα τής τηλεγραφίας λύθηκε βασικά μέ τήν τηλεγραφική συσκευή τοῦ Morse. Ἀλλά οἱ

βελτιώσεως ακολούθησαν ή μία τήν άλλη. Στόχος τους ήταν ή **αύξηση τής έμβέλειας**, δηλαδή τής απόστασεως στήν όποια μπορούσε νά σταλεί ένα τηλεγράφημα, ή **αύξηση τής ταχύτητας μεταδόσεως** καί ή **αύξηση τής αποδοτικότητας** ή του **βαθμού έκμεταλλεύσεως** τής τηλεγραφικής γραμμής, πού άποτελούσε καί άποτελεί τό δαπανηρότερο μέρος όλης τής τηλεγραφικής έγκαταστάσεως.

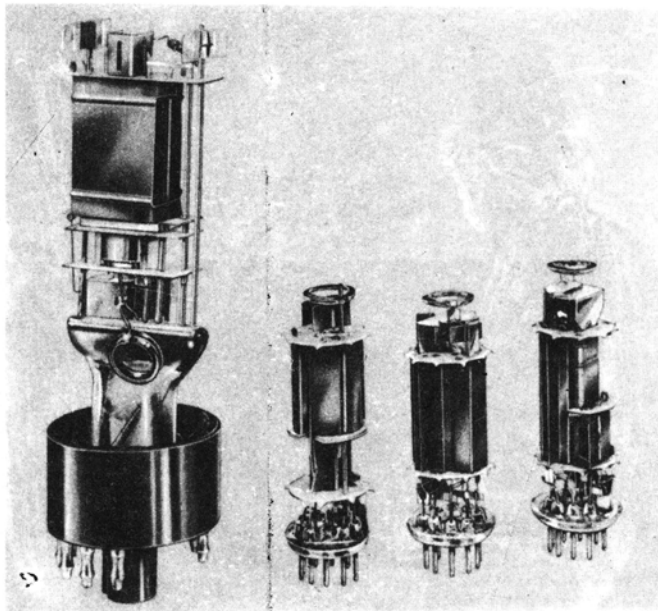
Είναι φανερό ότι όσο μεγαλύτερη είναι ή απόσταση των ανταποκρινομένων, τόσο τό μεταβιβαζόμενο σήμα φθάνει άσθενέστερο στον προορισμό του. Καί κάποτε φθάνει τόσο άσθενικό, ώστε νά μή γίνεται καταληπτό. Αιτίες είναι ή ώμική αντίσταση τής γραμμής, οι άπώλειες της, ή χωρητικότητά της, κλπ. Για νά αύξηθεί ή έμβέλεια, χρησιμοποιήθηκαν οι **άναμεταδότες** (Repeaters). Μέ τους άναμεταδότες συλλαμβάνεται καί ξαναεκπέμπεται, ενισχυμένο πιά, τό εξασθενημένο σήμα πού δέχθηκαν. Έτσι είναι εύκολο νά αύξηθεί όσο θέλομε ή έμβέλεια τής τηλεγραφίας.

Γιά τήν αύξηση τής ταχύτητας στήν τηλεγραφία, προχώρησαν από τή χειροκίνητη χρήση του χειριστηρίου τής τηλεγραφικής συσκευής στις τηλεγραφικές μηχανές (Hughes — Baudot).

Στό χειροκίνητο χειριστήριο ή ταχύτητα μεταδόσεως έφθανε στις 15 λέξεις τό λεπτό. Μέ τīs τηλεγραφικές μηχανές ή ταχύτητα πολλαπλασιάσθηκε.

Τέλος, οι τεχνικοί προσπάθησαν νά έκμεταλλευθούν άποτελεσματικότερα τīs τηλεγραφικές γραμμές, χρησιμοποιώντας στήν άρχή τό σύστημα Duplex (Girtl, 1853) μέ τό όποίο ήταν δυνατή ή ταυτόχρονη μεταβίβαση τηλεγραφήματος καί από τά δύο άκρα τής γραμμής.

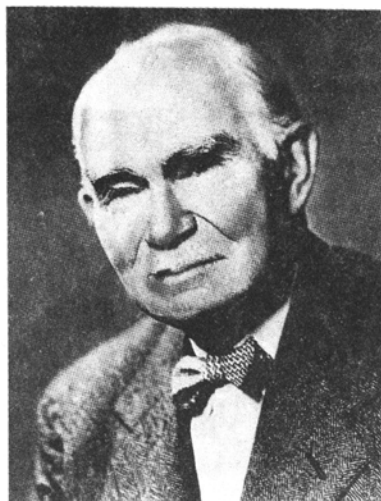
Άργότερα μέ τήν έφεύρεση τής ηλεκτρονικής λυχνίας (1906 Lee de Forest) χρησιμοποιήθηκε άντί γιά συνεχές ρεύμα, έναλλασσόμενο σέ διαφορετικές συχνότητες καί κατορθώθηκε έτσι νά στέλνονται ταυτόχρονα από τήν ίδια γραμμή πολύ περισσότερα τηλεγραφήματα (σχ. 2.5α καί 2.5β). Οι ρευματωθήσεις άνακατεύονται στή γραμμή, αλλά ξεχωρίζονται άνάλογα μέ τīs συχνότητές τους στό δέκτη, χάρη σέ κατάλληλα ηλεκτρικά φίλτρα.



Σχ. 2.5α.

Ήλεκτρονικές λυχνίες.

Άπό τό 1900 άρχισε νά αναπτύσσεται ή ραδιοτηλεγραφική έπικοινωνία. Τό 1901 ό Marconi πέτυχε λήψη σημάτων γεφυρώνοντας τόν Άτλαντικό.

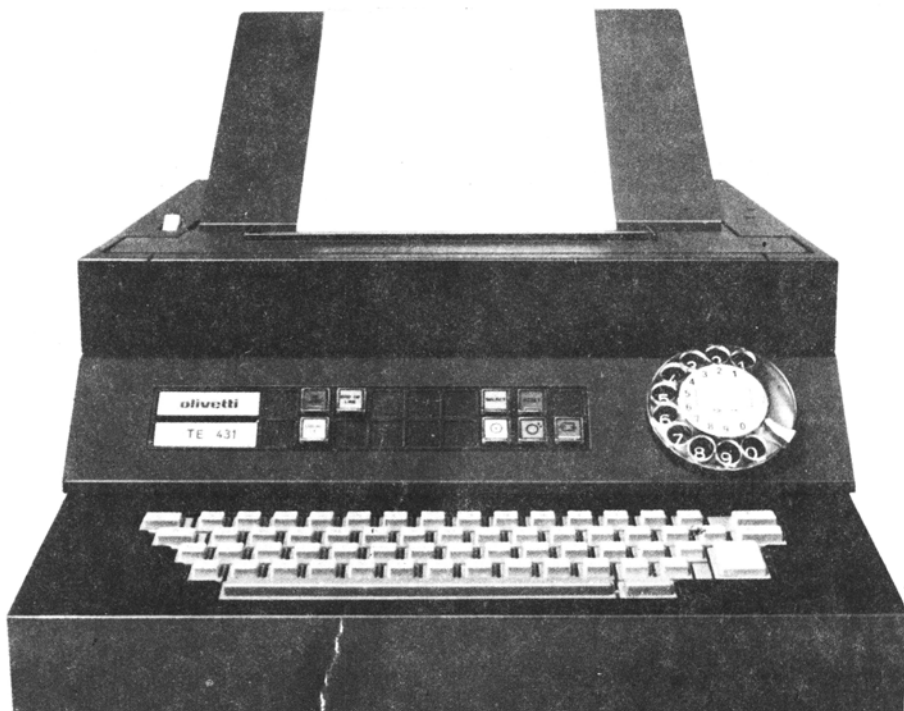


Σχ. 2.5β.

Lee de Forest
ο έφευρέτης τής ηλεκτρονικής
λυχνίας.

2.6 Τηλετυπία.

Τελευταίο βήμα στην πρόοδο τής τηλεγραφίας απέτέλεσε ή τηλετυπία (1931, Bell System).
Στήν τηλετυπία, αντί νά εκπέμπονται στόν πομπό καί νά λαμβάνονται στό δέκτη τά κωδικά σήματα
του αλφάβητου Morse, πού τά μετάφραζε ο χειριστής σέ γράμματα του αλφάβητου, τά σήματα αυτά



Σχ. 2.6.

Σύγχρονη τηλετυπική μηχανή.

μετατρέπονται με κατάλληλες μηχανές κατ' εὐθείαν σέ γράμματα. Έτσι ὁ πομπὸς καὶ ὁ δέκτης ἔχουν τὴ μορφή μιᾶς πολὺπλοκης γραφομηχανῆς (σχ. 2.6).

Μὲ τὴ δημιουργία ἐξ ἄλλου χειροκινήτων ἢ αὐτομάτων τηλετυπικῶν κέντρων ἐγίνε δυνατὴ ἡ ταχύτατη σύνδεση δύο ὁποιοδήποτε τηλετυπικῶν συσκευῶν, εἴτε βρίσκονται στὴν ἴδια πόλη, εἴτε σέ διαφορετικὲς πόλεις, εἴτε ἀκόμη σέ διαφορετικὲς χώρες. Σήμερα τὰ τηλετύπα καὶ τὰ τηλετυπικὰ κέντρα, ποὺ κατασκευάζονται, λειτουργοῦν κατὰ τὸ πλεῖστον ἠλεκτρονικά.

2.7 Τηλεφωτογραφία, τηλεαντίγραφο, μεταβίβαση στοιχείων (Data).

Ἐκτός ἀπὸ κείμενα ἡ τεχνικὴ ἐπιτρέπει σήμερα τὴν τηλεγραφικὴ μεταβίβαση καὶ φωτογραφιῶν ἢ αὐτοσυρίων κειμένων ἢ σχεδίων καθὼς καὶ τὴ μεταβίβαση στοιχείων (δομάτων = Data), ποὺ τείνει νά γενικευτεῖ μὲ τὴν καθημερινὰ μεγαλύτερη ἔκταση, ποὺ παίρνει ἡ ἐφαρμογὴ τῶν μηχανογραφικῶν συστημάτων. Ἀπὸ μακρινὲς ἀποστάσεις εἶναι δυνατόν νά συγκεντρώνονται σέ ἓνα μηχανογραφικὸ κέντρο διάφορα στοιχεῖα, (Data), τὰ ὁποῖα ἐπεξεργάζονται οἱ ἠλεκτρονικοὶ ὑπολογιστές τοῦ κέντρου.

2.8 Λίγα γιὰ τὴν Τηλεγραφία στὴν Ἑλλάδα.

Ἡ πρώτη τηλεγραφικὴ γραμμὴ στὴν Ἑλλάδα λειτούργησε μεταξὺ Ἀθῆνας — Σύρου κατὰ τὸ σύστημα Morse μέσω ὑποβρυχίου καλωδίου, ποὺ ποντίσθηκε τὸ 1859 ἀπὸ τὸν Πειραιᾶ στὴ Σύρο. Τὸν ἴδιο χρόνον λειτούργησαν τρία τηλεγραφικὰ γραφεῖα στὸν Πειραιᾶ, Αἴγιο καὶ Πάτρα, ποὺ συνδέονταν μεταξὺ τους μὲ ἐνῆα κυκλώματα.

Τὸ 1866 παραχωρήθηκε γιὰ 40 χρόνια τὸ προνόμιο τῆς ἐκμεταλλεύσεως τῶν τηλεγραφικῶν ἐπικοινωνιῶν στὴν Ἀγγλικὴ ἐταιρεία Ράλλη — Binnay καὶ τὸ 1872 στὴν Levant Submarine Telegraph Co, μὲ τὴν ὁποία συγχωνεύθηκε ἡ Ράλλη — Binnay.

Τὸ 1878 παραχωρήθηκε στὴν Ἑταιρεία Eastern τὸ δικαίωμα νά τοποθετεῖ καὶ ἐκμεταλλεύεται ὑποβρύχια καλώδια γιὰ τηλεγραφία ἀνάμεσα στὴν Ἑλλάδα καὶ τὸ ἐξωτερικὸ καθὼς καὶ πρὸς τὰ νησιά μας.

Τὶς μεσόγειες τηλεγραφικὲς ἐπικοινωνίες ἐξυπηρετοῦσαν μέχρι τὸ 1949 οἱ κρατικὲς Τ.Τ. Ὑπηρεσίες.

Τὸ 1914 ἐφαρμόσθηκε καὶ στὴν Ἑλλάδα τὸ σύστημα Hughes.

Τὸ 1921 χρησιμοποιήθηκε ἡ τηλεγραφικὴ μηχανὴ Baudot στὶς κύριες ἀρτηρίες.

Τὸ 1923 χρησιμοποιήθηκαν οἱ πρῶτες τηλετυπικὲς συσκευές, στὴν ἀρχὴ τοῦ ἀγγλικοῦ τύπου Greed καὶ ἔπειτα τύπου Siemens.

Τὸ 1925 ἡ ἐταιρεία Cables and Wireless, διαδέχθηκε τὴν Eastern στὶς ἐπικοινωνίες μὲ τὸ ἐξωτερικὸ.

Τέλος, τὸ 1949 ἰδρύθηκε ὁ Ὄργανισμός Τηλεπικοινωνιῶν Ἑλλάδος (ΟΤΕ) ἀπὸ τὴ συγχώνευση τῶν ἕως τότε διαφορετικῶν φορέων τῆς τηλεπικοινωνίας:

α) Ἀστικῆς ΑΕΤΕ (Ἀν. Ἑλλήν. Τηλεφ. Ἑταιρίας).

β) Ὑπεραστικῆς Κρατικῆς Τηλεγραφικῆς Ἐκμεταλλεύσεως.

γ) Διεθνοῦς Τηλεγραφικῆς Ἐκμεταλλεύσεως Cables and Wireless.

Μὲ τὴν ἰδρυση τοῦ ΟΤΕ ἡ τηλεγραφία πραγματοποιοῦσε τεράστιες προόδους στὴν Ἑλλάδα, ὅπου γενικεύθηκε ἡ χρῆση ὄλων τῶν συγχρόνων τελειοποιήσεων στὸν τομέα τῆς τηλεγραφίας (αὐτόματα Τηλετυπικὰ Κέντρα — Διεθνὴς Αὐτόματη Τηλετυπία).

3. Τὸ χρονικὸ τῆς ἐξελλξεως τῆς μεταβίβασεως φωνῆς (Τηλεφωνίας).

3.1 Οἱ πρῶτες προσπάθειες. Τηλέφωνο Rois.

Ἡ ἱστορία ἀναφέρει ὅτι ἀκόμα ἀπὸ τὴν ἐποχὴ τῶν Περσικῶν Πολέμων, ὡς πρῶτο μέσο, ποὺ χρησιμοποιήθηκε γιὰ νά ἀκουσθεῖ ἡ φωνὴ σέ κάπως μεγαλύτερες ἀποστάσεις, ἦταν ὁ τηλεβόας (ἡχητικὸ κέρας) (σχ. 3.1α).

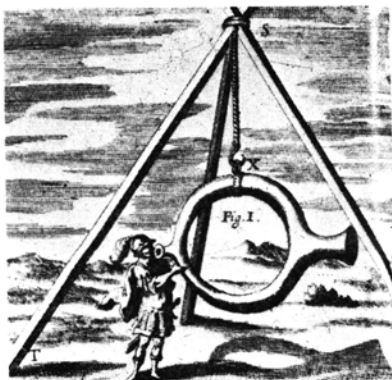
Πολὺ ἀργότερα χρησιμοποιήθηκε τὸ σωληνωτὸ τηλέφωνο, μὲ τὸ ὁποῖο τὰ ἡχητικὰ κύματα τῆς φωνῆς ἀναγκάζονταν νά διατρέξουν ἓνα σωλῆνα, γιὰ νά φθάσουν ἀπὸ τὸν πομπὸ στοῦ δέκτη (π.χ. σωληνωτὰ τηλέφωνα μεταξὺ γέφυρας καὶ μηχανοστάσιου πλοίων).

Περισσότερο σάν παιχνίδι παρά σάν συσκευή μεταβίβασης φωνής χρησιμοποιήθηκε η διάταξη του σχήματος 3.1β, πού αποτελείται από δύο μεταλλικές πλάκες, τίς οποίες συνδέει ένα τεντωμένο σύρμα. Στή διάταξη αυτή αξιοποιείται η ιδιότητα νά μεταβιβάζεται ταχύτερα καί καθαρότερα ο ήχος μέσα από τά στερεά από ότι μέσα από τόν αέρα.

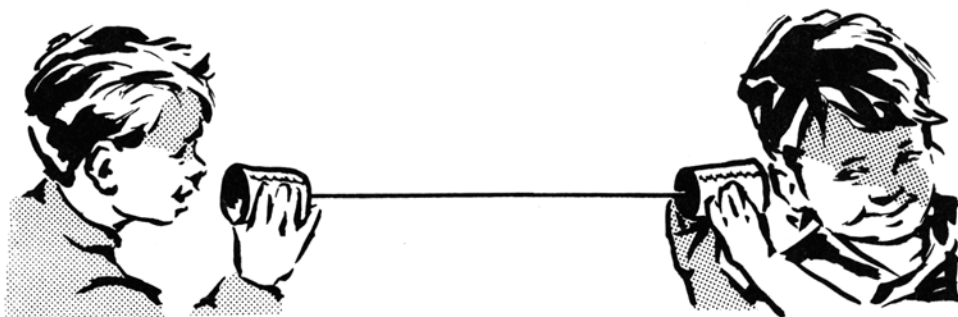
Οι απόστάσεις όμως, πού μπορούσαν νά γεφυρώσουν τά συστήματα αυτά, ήταν πολύ περιορισμένες.

Μόνο μετά τήν ανακάλυψη του ηλεκτρισμού καί άφου προηγήθηκε η τηλεγραφία, άρχισαν νά επιδιώκουν οι έρευνήτές νά ανακαλύψουν τρόπους, γιά νά μεταβιβάσουν τή φωνή καί γενικά τόν ήχο μέ ηλεκτρικές μεθόδους. Οι πρώτες όμως προσπάθειες πρós τήν κατεύθυνση αυτή ήταν πρακτικά άποτυχημένες.

Τό 1860 ένας Γερμανός δάσκαλος Φυσικής, ο Philip Reis πλησίασε στήν έπιτυχία, χωρίς όμως καί νά τήν κατακτήσει. Χρησιμοποίησε ένα σύστημα πού τό αποτελούσαν ένας πομπός, μία γραμμή, ένας δέκτης καί μία ηλεκτρική πηγή.



Σχ. 3.1α.
Ήχητικό κέρας.

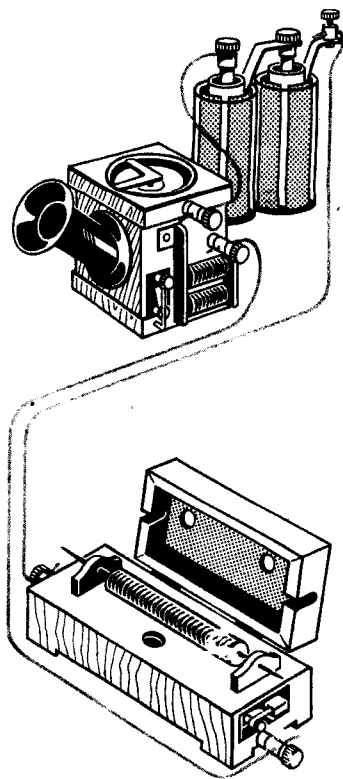


Σχ. 3.1β.
Μεταβίβαση φωνής μέσα από τεντωμένο σύρμα.

Ο πομπός ήταν ένα ήχειο, πού στήν μία έξοδου του είχε μία μεμβράνη, επάνω στήν οποία άκουμπούσε μία βελόνα. Μέ τά κύματα του ήχου η μεμβράνη άρχιζε νά κινείται μέ παλμική κίνηση καί άλλοτε μέν άκουμπούσε άλλοτε δέ δέν άκουμπούσε τή βελόνα. Άποτέλεσμα ήταν νά διακόπτεται τό ηλεκτρικό κύκλωμα πομπού — δέκτη στή θέση έπαφής μεμβράνης καί βελόνας μέ τό ρυθμό τής παλμικής κινήσεως (σχ. 3.1γ).

Τό διακοπτόμενο ρεύμα κυκλοφορούσε από τό πηνίο τοῦ δέκτη καί δημιουργοῦσε ἐκεῖ μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο, πού ἔκανε τόν πυρήνα τοῦ πηνίου νά τρέμει στό ρυθμό τῶν μεταβολῶν. Τό τρεμούλιασμα αὐτό ἐνισχυόταν ἀπό τό ἡχείο τοῦ δέκτη καί ἀκουγόταν ἔτσι ἕνας ἦχος, πού ἐμοιαζε κάπως μέ τόν ἀρχικό ἦχο, πού ἐνεργοποιοῦσε τόν πομπό. Στή συσκευή του αὐτή ὁ Reis ἔδωσε τό ὄνομα **τηλέφωνο**.

Τό σύστημα αὐτό δέν μπόρεσε νά χρησιμοποιηθεῖ ἀποδοτικά στήν πράξη καί ξεχάστηκε χωρίς νά ἐφαρμοσθεῖ ποτέ.



Σχ. 3.1γ.

Ἀναπαράσταση τηλεφωνικῆς συσκευῆς Phill Reis (1860).

3.2 Τό τηλέφωνο τοῦ Alexander Graham Bell (1847 – 1922).

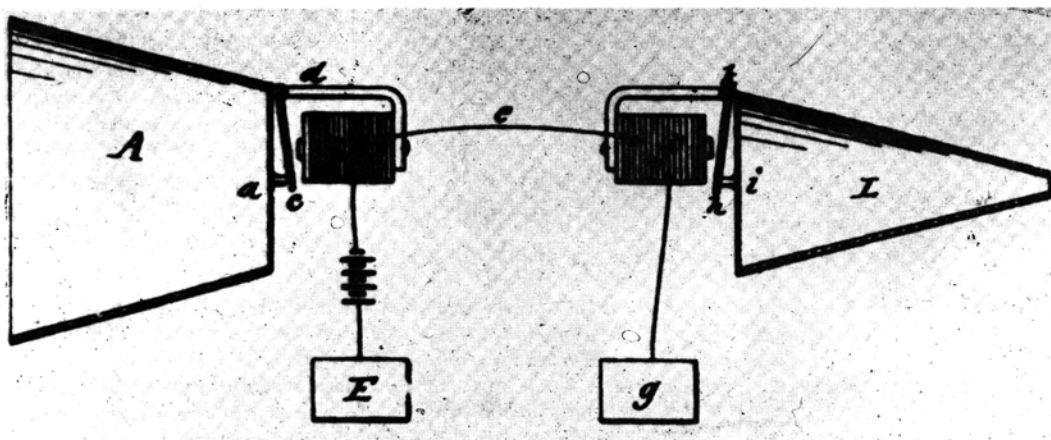
Ὁ Alexander Graham Bell (σχ. 3.2α) πού τό κύριο ἐπάγγελμά του ἦταν δάσκαλος κωφολάλων, πειραματιζόταν μαζί μέ τόν συνεργάτη του Thomas Watson στόν τομέα τῆς Ἀρμονικῆς Τηλεγραφίας. Ἀπό ἐντελῶς τυχαία παρατήρηση, στά πειράματά του αὐτά, ὁδηγήθηκε στήν ἐφεύρεση μιᾶς συσκευῆς πού προσφερόταν γιά μεταβίβαση φωνῆς μέ ἠλεκτρικά ρεύματα καί στίς 14 Φεβρουαρίου 1876 ὑπέβαλε αἴτηση στίς ΗΠΑ, ζητώντας δίπλωμα εὑρεσιτεχνίας. Τό δίπλωμα αὐτό τοῦ χορηγήθηκε στίς 7 Μαρτίου 1876 (σχ. 3.2β) μέ ἀριθμό 174.465.

Ἡ τηλεφωνική συσκευή Bell πρωτοπαρουσιάστηκε στήν Διενή Ἐκθεση τῆς Φιλαδέλφειας τοῦ 1876 (σχ. 3.2 ε, 3.2 στ, 3.2 ζ).

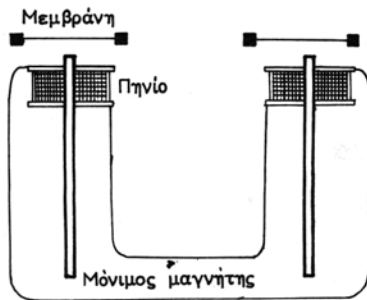
Τή διάταξη τοῦ Bell ἀποτελοῦσαν δύο ὁμοιεῖς συσκευές (τά τηλέφωνα), πού λειτουργοῦσαν καί ὡς πομποί καί ὡς δέκτες, καί ἡ γραμμή (σχ. 3.2γ καί 3.2δ).



Σχ. 3.2α.
Alexander Graham Bell ο πατέρας της τηλεφωνίας.

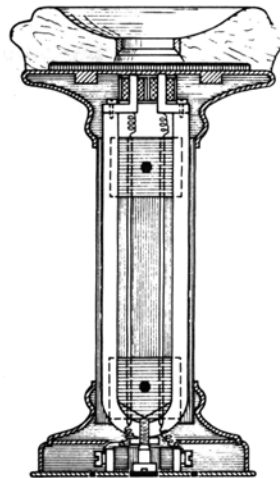


Σχ. 3.2β.
Σχέδιο της συσκευής που συνόδευε την αίτηση του Bell για το δίπλωμα εφευρετικής.



Σχ. 3.2γ.

Σχηματική παράσταση του συστήματος
τηλεφωνίας Bell.

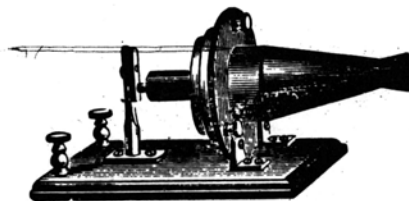


Σχ. 3.2δ.

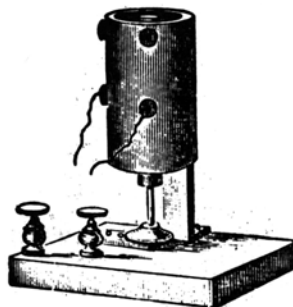
Τηλέφωνο Bell.



Σχ. 3.2ε.



Σχ. 3.2ζ.



Τό κάθε τηλέφωνο ἦταν ἕνας ἀπλός φυσικός μαγνήτης πού εἶχε ἐπάνω του μία συρματίνη περιέλιξη (πηνίο) καί ἦταν ὀπλισμένος μέ μία μεμβράνη.

Όταν μιλοῦσε κανεῖς ἐμπρός ἀπό τή μεμβράνη τοῦ πομποῦ, αὐτή ἀρχίζει νά πάλλεται στό ρυθμό τῶν ἡχητικῶν κυμάτων καί νά μεταβάλλει ρυθμικά τήν ἀπόστασή της ἀπό τό μαγνήτη (πυρήνα) τοῦ πομποῦ.

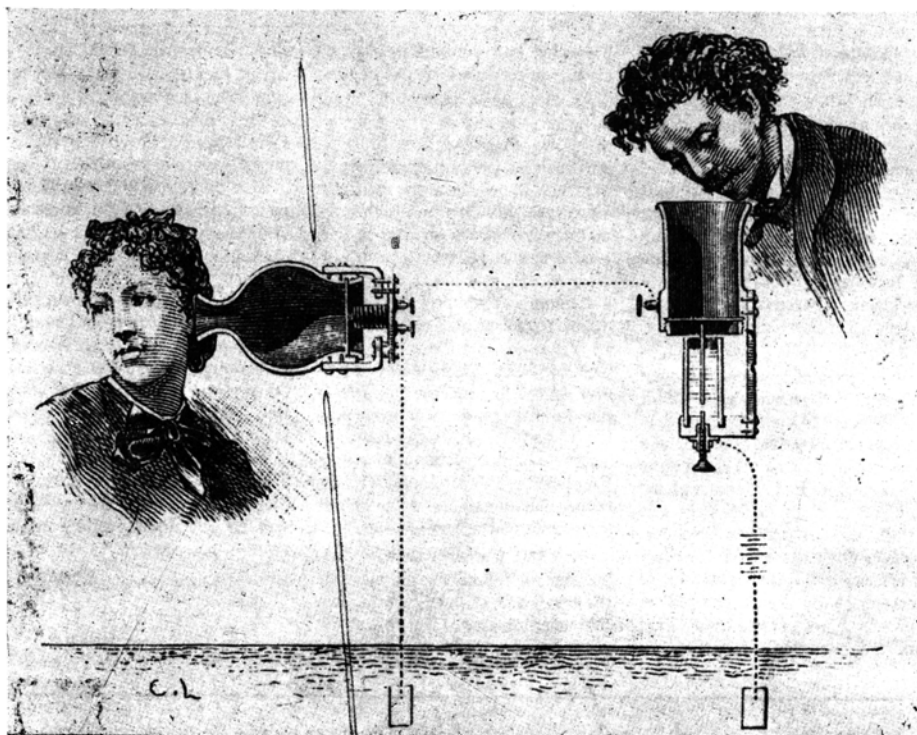
Ἀποτέλεσμα τῆς μεταβολῆς τοῦ διακένου μεταξύ μεμβράνης καί πυρήνα, ἦταν ἡ μεταβολή τῆς ἀντιστάσεως τοῦ μαγνητικοῦ κυκλώματος, ἐπομένως ἡ μεταβολή τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου μέσα στό ὁποῖο βρισκόταν τό πηνίο καί ἡ δημιουργία σ' αὐτό ρεύματος ἀπό ἐπαγωγή.

Τό μεταβαλλόμενο αὐτό ηλεκτρικό ρεῦμα κυκλοφοροῦσε στό κύκλωμα πομπός — γραμμή — δέκτης, ἔφθανε στό πηνίο τοῦ δέκτη καί δημιουργοῦσε μέ τή σειρά του ἕνα ηλεκτρομαγνητικό πεδίο, πού προσθετόταν στό φυσικό μαγνητικό πεδίο τοῦ πυρήνα τοῦ δέκτη καί ἔτσι γεννιόταν καί ἐδῶ ἕνα μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο.

Αὐτό προκαλοῦσε ἄλλοτε ἀσθενέστερη καί ἄλλοτε ἰσχυρότερη ἔλξη στή μεμβράνη, ἡ ὁποία μέ τόν τρόπο αὐτό ἀρχίζει νά πάλλεται στό ρυθμό τοῦ ρεύματος, δηλαδή στό ρυθμό τῆς ἀρχικῆς φωνῆς. Καί καθὼς παλλόταν, ἀνάγκαζε τό γύρω της ἀέρα νά πάλλεται καί αὐτός καί ἔτσι νά ἀκούγεται ξανά ὁ ἀρχικός ἦχος.

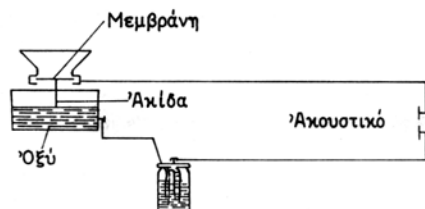
Ἡ ὑποτυπώδης αὐτή συσκευή τοῦ Bell ἀπετέλεσε τό ξεκίνημα γιά τό σημερινό θαῦμα τῆς τηλεφωνίας. Καί γι' αὐτό δίκαια ὁ Bell θεωρεῖται ὁ πατέρας τῆς τηλεφωνίας.

Γιά τήν ἱστορία μνημονεύεται ἐδῶ ὅτι τήν ἴδια ἀκριβῶς ἡμέρα, καί μόλις 2 ὥρες ἀργότερα, ὁ Elisha Gray κατέθεσε ἐπίσης στίς ΗΠΑ αἴτηση γιά προνόμιο εὑρεσιτεχνίας γιά τηλέφωνο. Τό τηλέφωνο τοῦ Gray εἶχε τόν ἴδιο δέκτη, ἀλλά διαφορετικό πομπό ἀπό τόν τοῦ Bell, πού στηρίζονταν στή μεταβολή ἀντιστάσεως τοῦ κυκλώματος μεταξύ τῆς παλλόμενης ἀκίδας καί τοῦ ὑγροῦ (ὁξύ), πού περιεχόταν μέσα σ' ἕνα δοχεῖο καί πού ἀποτελοῦσε τόν πομπό (σχ. 3.2η καί 3.2θ).



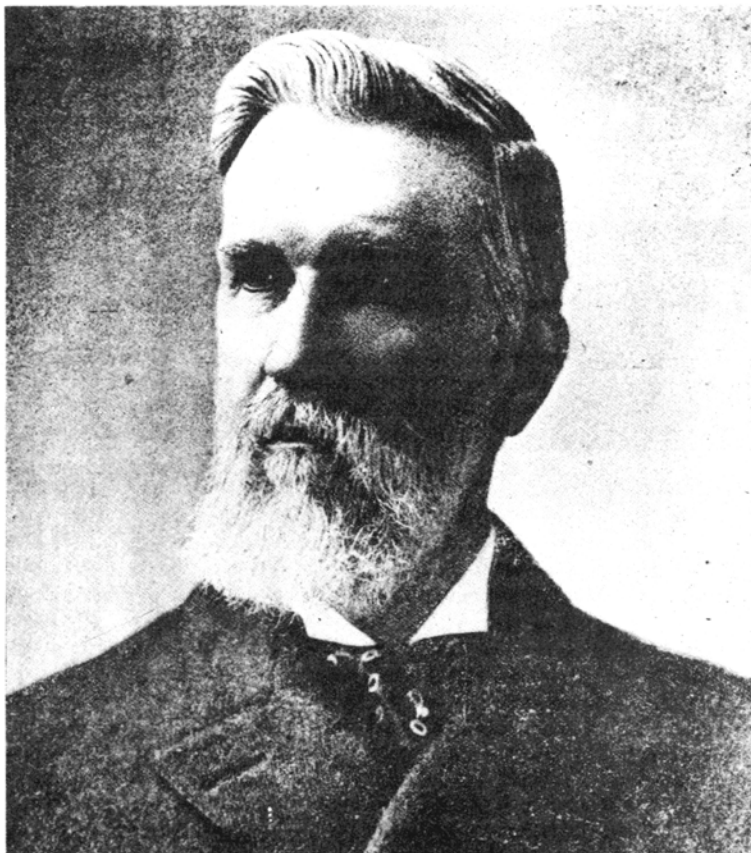
Σχ. 3.2η.

Τό τηλέφωνο τοῦ Elisha Gray.



Σχ. 3.2θ.

Σχηματική παράσταση του τηλεφώνου Gray (1876).



Σχ. 3.2ι.

Ο Elisha Gray.

Δημιουργήθηκε δικαστικός αγώνας που κατέληξε τελικά σε συμφωνία των αντιδίκων και ο Elisha Gray (σχ.3.2.ι) ξεχάστηκε.

3.3 Τό Μικρόφωνο.

Τό τηλέφωνο του Bell σημείωσε τεράστια επιτυχία μόλις παρουσιάστηκε.

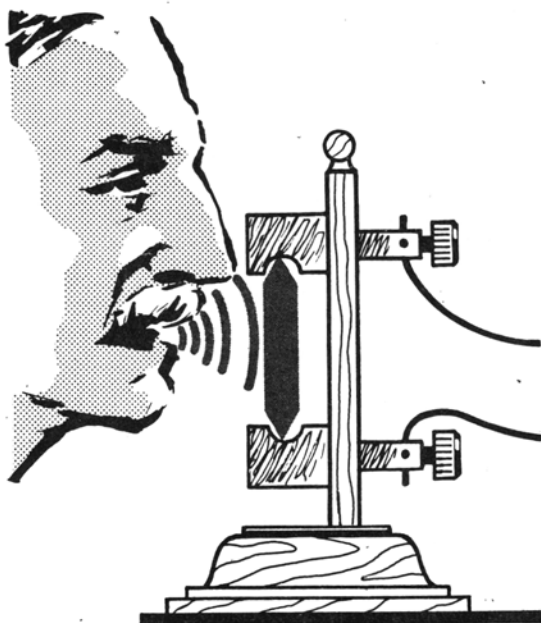
Η μεγάλη Αμερικανική Έταιρεία Western Union Telegraph, που είχε την εκμετάλλευση της τηλεγραφίας, είδε να κινδυνεύουν τα συμφέροντά της και προσπάθησε να βρει τρόπο να ξεπεράσει τον κίνδυνο.

Ο διάσημος εφευρέτης της εποχής εκείνης Thomas Alva Edison (σχ. 3.3α) ασχολήθηκε με το πρόβλημα για λογαριασμό της Western και πέτυχε να κατασκευάσει ένα πομπό διαφορετικό από τον του Bell.

Ο πομπός αυτός λειτουργούσε βασισμένος στην ιδιότητα του άνθρακα να μεταβάλλει την εσωτερική του ηλεκτρική αντίσταση, όταν μεταβάλλεται η πίεση που ασκείται στη μάζα του.



Σχ. 3.3α.
Thomas Alva Edison.

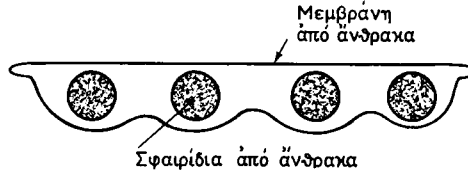


Σχ. 3.3β.
Τηλεφωνικός πομπός Edison.

“Αν μιλήσει π.χ. κανείς εμπρός από μία ράβδο άνθρακα, πού πιέζεται καί συγκρατείται από 2 έλάσματα, ή ράβδος θά άρχίσει νά πάλλεται από τά ήχητικά κύματα καί ή πίεση στό σημεία έπαφών ράβδου καί έλασμάτων, καί έπομένως στή μάζα τής ράβδου, θά μεταβάλλεται, μέ άποτέλεσμα νά μεταβάλλεται ή ηλεκτρική αντίστασή της (σχ. 3.3β). Αυτό θά έχει σά συνέπεια νά μεταβάλλεται τό ρεύμα καί έπομένως στό δέκτη θά αναπαράγεται ή φωνή, όπως γίνεται καί στό σύστημα Bell.

“Ένα χρόνο άργότερα ό καθηγητής Hughes βελτίωσε τόν πομπό τοῦ Edison, χρησιμοποιώντας αντί γιά ράβδο από άνθρακα μερικά σφαιρίδια από άνθρακα άνάμεσα σέ μεταλλικά έλασμάτια (σχ. 3.3γ).

Οί άτελείς έπαφές μεταξύ σφαιριδίων καί σφαιριδίων — έλασμάτων καί ή μεταβλητή πίεση στή μάζα τών σφαιριδίων δημιουργοῦν τώρα, χάρι στήν άρχή τών άτελών έπαφών, τό μεταβαλλόμενο ρεύμα στόν πομπό. Σύμφωνα μέ τήν άρχή αὐτή:



Σχ. 3.3γ.

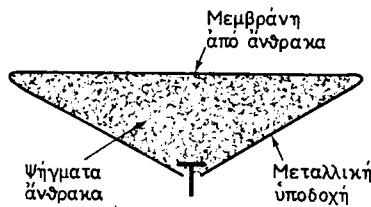
Μικρόφωνο Hughes μέ σφαιρίδια από άνθρακα.

«Κάθε σύστημα άτελών έπαφών, πού βρίσκεται σέ ένα χῶρο, όπου άσκοῦνται ήχητικές κυμάνσεις, μεταβάλλει τήν αντίστασή του κατά τρόπο άνάλογο πρὸς τή μεταβολή τών ήχητικῶν κυμάνσεων».

Στόν πομπό αὐτό τοῦ Hughes δόθηκε γιά πρώτη φορά τό δνομα **μικρόφωνο**.

Στά σημερινά μικρόφωνα χρησιμοποιοῦνται ψήγματα άνθρακα μέσα στήν κάψα γιά νά εξασφαλισθοῦν καλύτερα οί άτελείς έπαφές (σχ. 3.3δ).

Χάρι στό μικρόφωνο μεγάλωσε ή ένταση τοῦ ρεύματος, πού έφθανε στό δέκτη (άκουστικό) καί έπομένως μεγάλωσε καί ή έμβέλεια τής τηλεφωνίας.



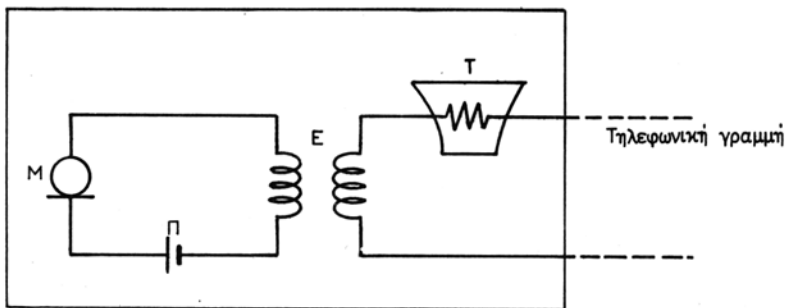
Σχ. 3.3δ.

Μικρόφωνο μέ ψήγματα άνθρακα.

3.4 Τό έπαγωγικό πηνίο.

Παρά τή χρήση τοῦ μικροφώνου ή έμβέλεια εξακολουθοῦσε νά εἶναι περιορισμένη, γιατί στό τηλεφωνικό κύκλωμα κυριαρχοῦσε ή αντίσταση τής γραμμής, πού ήταν πολύ μεγαλύτερη από τήν αντίσταση άκουστικοῦ καί μικροφώνου καί άκόμη περισσότερο από τίς μεταβολές τών τελευταίων αὐτῶν.

Ἡ δυσκολία αὐτή ξεπεράσθηκε μέ τή χρησιμοποίηση τοῦ έπαγωγικοῦ πηνίου. Τό πηνίο αὐτό δέν εἶναι παρά ένας μετασχηματιστής τών τηλεφωνικῶν ρευμάτων. Μ' αὐτόν ξεχωρίσθηκαν τά κυκλώμα-



Σχ. 3.4.

Τό επαγωγικό πηνίο στο τηλεφωνικό κύκλωμα. Μ, Μικρόφωνο. Π, Πηγή τροφοδοσίας. Τ, Άκουστικό. Ε, Έπαγωγικό πηνίο.

Τα του μικροφώνου και του τηλεφώνου από τη γραμμή. Έτσι ανεξαρτητοποιήθηκαν οι μεταβολές του ρεύματος από τη μεγάλη αντίσταση της γραμμής (σχ. 3.4).

3.5 Η τηλεφωνική συσκευή.

Στις πρώτες τηλεφωνικές συσκευές το μικρόφωνο και το άκουστικό ήταν χωριστά.

Στην αρχή επίσης, ο μαγνήτης του ακουστικού είχε επιμήκη μορφή, όπως είδαμε στη συσκευή του Bell.

Έπειτα (1878), ο Werner von Siemens (σχ.3.5α) τον τελειοποίησε και του έδωσε μορφή πεταλοειδή (σχ. 3.5β).



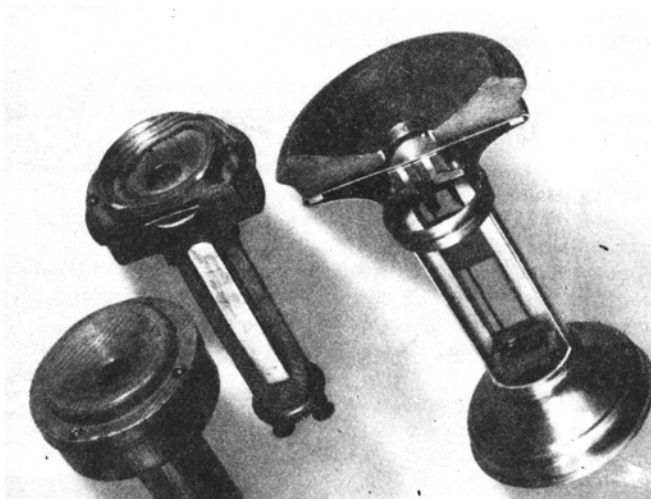
Σχ. 3.5α.

Werner Von Siemens.

Αργότερα (1879), συνδυάστηκαν το μικρόφωνο και το άκουστικό σε ένα εξάρτημα, στο **μικροτηλέφωνο** (σχ. 3.5γ).

Κάθε συσκευή, εκτός από το μικρόφωνο και το τηλέφωνο, χρειάστηκε να εξοπλισθεί και με μία μηχανή κλήσεως (μικρή μαγνητοηλεκτρική γεννήτρια εναλλασσόμενου ρεύματος, για τις κλήσεις) και με ένα κουδούνι.

Η μορφή των συσκευών ακολούθησε μία εξελικτική πορεία που φαίνεται στο σχήμα 3.5δ.



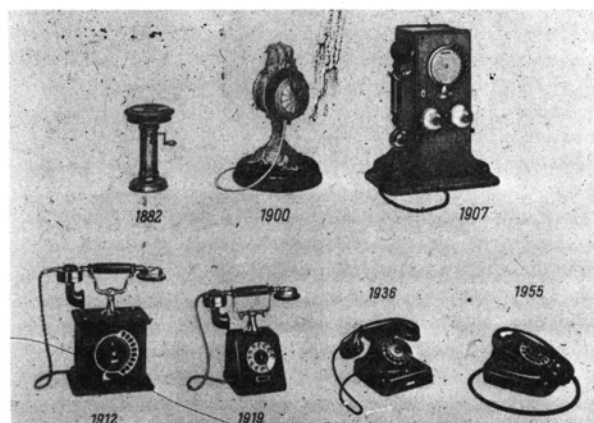
Σχ. 3.5β.

Τηλέφωνα Bell καί δίπλα τό βελτιωμένο τηλέφωνο Siemens.



Σχ. 3.5γ.

α) Διάφορες μορφές μικροτηλεφώνων. β) Σημερινή μορφή συνηθισμένου μικροτηλεφώνου.



Σχ. 3.5δ.

Ἡ ἐξελικτική πορεία τῶν τηλεφωνικῶν συσκευῶν.



3.6 Τά Κέντρα τοπικής συστοιχίας.

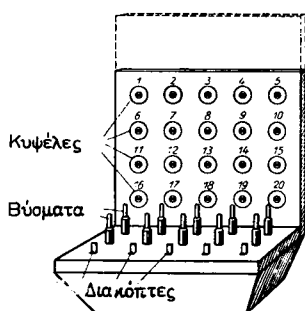
Ἡ πρώτη χρησιμοποίηση τοῦ τηλεφώνου ἔγινε γιά μόνιμη τηλεφωνική σύνδεση δύο θέσεων, πού στήν ἀρχή βρισκόνταν σέ διαφορετικές πόλεις. Δηλαδή κατά κάποιο τρόπο ἡ **ὑπεραστική τηλεφωνία** προηγήθηκε χρονικά ἀπό τήν ἀστική.

Παράλληλα ἔγινε ἡ σκέψη νά χρησιμοποιηθεῖ τό τηλέφωνο σέ προϋπάρχουσα ἐγκατάσταση ἀναγωγείας πυρκαϊᾶς ἢ κλοπῆς, στίς Η.Π.Α.

Καί στήν περίπτωση αὐτή, κάθε συνδρομητής τῆς ἐγκαταστάσεως συνδεόταν μέ ἕνα ἀντίστοιχο τηλέφωνο τοῦ Κεντρικοῦ Σταθμοῦ.

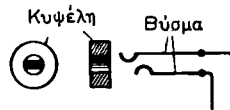
Ἡ ἰδέα αὕτη ὁδήγησε στήν κατασκευή τῶν **τηλεφωνικῶν κέντρων**. Δηλαδή κέντρων στά ὁποῖα ἐφθάναν ὅλες οἱ συνδρομητικές γραμμές μιᾶς περιοχῆς. Οἱ γραμμές αὐτές συγκεντρώνονταν σέ ἕνα πίνακα (Μεταλλάκτη) (σχ. 3.6α). Κάθε γραμμή κατάληγε σέ μία ὑποδοχή (κυψέλη) (σχ. 3.6β) καί κάθε κυψέλη συνοδευόταν ἀπό ἕνα ἀγγελτήρα στόν ὁποῖο ἐφθανε ἡ κλήση τοῦ συνδρομητῆ πού ζητοῦσε σύνδεση μέ ἄλλο συνδρομητή.

Ὁ τηλεφωνητής συνδέε τή γραμμή ἐκείνου πού καλοῦσε μέ τή γραμμή τοῦ καλούμενου, μέ ἕνα κορδόνι. Τό κορδόνι εἶχε στίς ἄκρες του δύο βύσματα πού τά τοποθετοῦσε στίς κυψέλες καλοῦντος καί καλούμενου (σχ. 3.6β).



Σχ. 3.6α.

Τηλεφωνικός μεταλλάκτης.



Σχ. 3.6β.

Κυψέλη καί βύσμα.

Στίς πρώτες τηλεφωνικές ἐγκαταστάσεις ἡ τροφοδότηση τῶν μικροφωνικῶν κυκλωμάτων γινόταν ἀπό ἡλεκτρική πηγή τοποθετημένη κοντά στήν τηλεφωνική συσκευή. Καί γι' αὐτό τά κέντρα αὐτά ὀνομάσθηκαν **τοπικῆς συστοιχίας**.

Μέ τή μαγνητοηλεκτρική μηχανή στελενόταν στό κέντρο ἕνα ρεῦμα κλήσεως, στήν ἀρχή γιά νά ἐκδηλωθεῖ ἡ ἐπιθυμία τοῦ συνδρομητῆ γιά σύνδεση καί στό τέλος τῆς ὁμιλίας ξανά, γιά νά εἰδοποιηθεῖ ὁ τηλεφωνητής ὅτι ἔληξε ἡ συνδιάλεξη καί νά ἀπομακρύνει τά βύσματα ἀπό τίς κυψέλες.

Σέ ἕνα μεταλλάκτη συγκεντρώνονταν τόσες γραμμές, ὅσες μπορούσε νά ἐξυπηρετήσει ὁ τηλεφωνητής ἢ ἡ τηλεφωνήτρια, ἀνάλογα μέ τήν κίνηση.

Ὁ πρῶτος ἐμπορικός μεταλλάκτης λειτούργησε τό 1878 στό New-Haven τῶν Η.Π.Α μέ 21 συνδρομητές καί ὀκτώ γραμμές (σχ.3.6γ).

Ὅταν ὁ ἀριθμός τῶν συνδρομητῶν ξεπερνοῦσε τά ὅρια, πού μπορούσε νά ἐξυπηρετήσει μία τηλεφωνήτρια, τοποθετοῦσαν καί δεύτερο μεταλλάκτη, πού τόν ἐξυπηρετοῦσε ἄλλη τηλεφωνήτρια.

Ἡ τηλεφωνήτρια τοῦ κάθε μεταλλάκτη μπορούσε νά συνδέσει συνδρομητή τοῦ μεταλλάκτη τῆς μέ ὁποιοδήποτε συνδρομητή ἀπό τούς δύο μεταλλάκτες (σχ. 3.6δ).

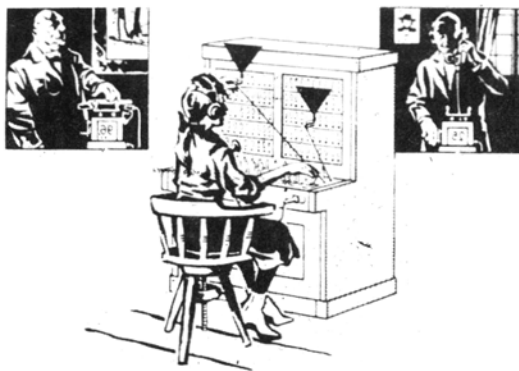
Ὅταν οἱ μεταλλάκτες χρειάσθηκε νά γίνουν περισσότεροι ἀπό δύο, γεννήθηκε τό πρόβλημα τῆς συνδέσεως τῶν συνδρομητῶν ἐνός μεταλλάκτη μέ τούς συνδρομητές ὅχι γειτονικῶν, ἀλλά πιά μακρινῶν μεταλλακτῶν. Τό πρόβλημα αὐτό λύθηκε μέ τή δημιουργία τοῦ **πολλαπλασιαστικοῦ πεδίου** (σχ. 3.6ε).

Στό πολλαπλασιαστικό πεδίο δημιουργεῖται γιά κάθε συνδρομητή μία κυψέλη σέ κάθε μεταλλάκτη καί οἱ κυψέλες αὐτές συνδέονται παράλληλα μέ τήν κυψέλη, στήν ὁποία καταλήγει ἡ γραμμή τοῦ συνδρομητῆ. Ἔτσι κάθε τηλεφωνήτρια ἔχει τή δυνατότητα νά συνδεθεῖ μέ κάθε συνδρομητή.



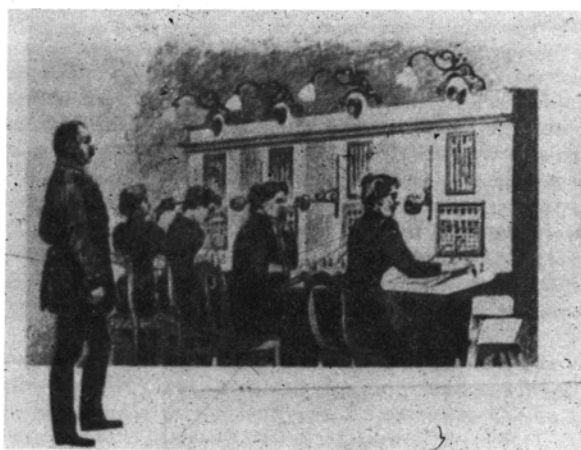
Σχ. 3.6γ.

Τηλεφωνήτρια καί μεταλλάκτης του 19ου αιώνα.



Σχ. 3.6δ.

Σύνδεση δύο συνδρομητών μέσω τηλεφωνικού μεταλλάκτη.



Σχ. 3.6ε.

Μεταλλάκτης με πολλές τηλεφωνητριακές θέσεις καί πολλαπλασιαστικό πεδίο.

3.7 Τά Κέντρα Κεντρικής Συστοιχίας - Τά Ημιαυτόματα Κέντρα.

Ἐξέλιξη τῶν κέντρων τοπικῆς συστοιχίας, ἀπέτελεσαν τὰ **κέντρα κεντρικῆς συστοιχίας**, τὸ πρῶτο ἐμπορικὰ ἐκμεταλλεύσιμο ἀπὸ τὰ ὁποῖα ἀρχισε νὰ λειτουργεῖ τὸ 1893 στὸ Lexington ΗΠΑ.

Τὴν ἐξέλιξη αὐτὴ ἐπέβαλε ἡ ἀνάγκη νὰ καταργηθοῦν οἱ τοπικὲς πηγὲς τροφοδότησεως μὲ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα τῶν συσκευῶν τῶν συνδρομητῶν, ποὺ δημιουργοῦσαν συνεχῶς ἀνωμαλίες.

Στὰ κέντρα κεντρικῆς συστοιχίας ἡ τροφοδότηση τῶν μικροφωνικῶν κυκλωμάτων τῶν συσκευῶν τῶν συνδρομητῶν ἐξασφαλίσθηκε ἀπὸ κεντρικὴ συστοιχία τοποθετημένη στὸ τηλεφωνικὸ κέντρο.

Μόλις ὁ καλῶν συνδρομητῆς σήκωνε τὸ μικροτηλέφωνό του, ἔκλεινε μὲ τὸ ἀγκιστρο τῆς συσκευῆς του τὸ κύκλωμα τῆς συνδρομητικῆς γραμμῆς, μὲ ἀποτέλεσμα νὰ ἀναγγέλεται στὸ κέντρο ἡ ἐπιθυμία του νὰ πραγματοποιήσῃ συνδιάλεξη, καὶ νὰ ἐξασφαλίζεται ἡ τροφοδότηση τῆς συσκευῆς του μὲ ρεῦμα ἀπὸ τὸ κέντρο. Ἐπομένως, στίς τηλεφωνικὲς συσκευὲς τῶν κέντρων κεντρικῆς συστοιχίας καταργήθηκαν ὡς περιττὲς οἱ μαγνητοηλεκτρικὲς μηχανεὲς κλήσεως.

Ἡ ἀποστολὴ τῆς τηλεφωνήτριας στὰ κέντρα αὐτὰ ἦταν:

1. Νὰ ἀναγγελεῖ στὸ συνδρομητὴ καὶ νὰ ζητήσῃ νὰ μῶθει τὴν ἐπιθυμία του.
2. Νὰ ἐκτελέσῃ τὴν ἐπιθυμία του βρίσκοντας τὴν κυψέλη τοῦ καλούμενου καὶ νὰ ἐλέγξει ἂν ὁ καλούμενος εἶναι ἐλεύθερος.
3. Νὰ βάλῃ τὸ βύσμα τοῦ κορδονιοῦ στὴν κυψέλη τοῦ καλούμενου συνδέοντάς τον ἔτσι πρῶτα μαζί της καὶ ἔπειτα μὲ τὸν καλούντα.
4. Νὰ στείλῃ ρεῦμα κλήσεως στὸν καλούντα.
5. Νὰ περιμένῃ τὴν ἀπάντησή του καὶ νὰ τὸν εἰδοποιήσῃ γιὰ τὴν κλήση.
6. Νὰ ἐπανέλθῃ στὸ τέλος τῆς ὁμιλίας, ὅταν ὁ ἕνας ἀπὸ τοὺς συνομιλοῦντες κρεμάσῃ τὸ ἀκουστικό του γιὰ νὰ τραβήξῃ τὰ βύσματα καὶ νὰ ἐλευθερώσῃ τὶς κυψέλες.

Ἀργότερα (1879/80) γιὰ νὰ περιορισθεῖ ἡ ἐργασία τῶν τηλεφωνητριῶν καὶ νὰ ἱκνεῖται ἡ ἀποδοτικότητα τους, μερικοὶ ἀπὸ τοὺς παραπάνω χειρισμοὺς αὐτοματοποιήθηκαν. Δηλαδή κατορθώθηκε νὰ πραγματοποιοῦνται χειρισμοὶ μὲ τὴ χρῆση τεχνικῶν μέσων, εἰδικὰ τῶν ρωστήρων. Οἱ ρωστήρες ἢ ἠλεκτρονόμοι ἢ ρελαὶ εἶναι ἠλεκτρομαγνητὲς μὲ ὀπλισμούς, ποὺ μποροῦν νὰ ἀνοίγο-κλείσουν ἐπαφεῖς, εἶναι δηλαδὴ ἠλεκτρικοὶ διακόπτες.

Τὰ Κέντρα αὐτὰ ὀνομάσθηκαν **ἡμιαυτόματα τηλεφωνικὰ κέντρα**.

3.8 Αυτόματα Τηλεφωνικὰ Κέντρα.

Τὸ ἐπόμενο βῆμα στὴν ἐξέλιξη τῶν τηλεφωνικῶν κέντρων ἦταν ἡ δημιουργία τῶν πλήρως αὐτομάτων τηλεφωνικῶν κέντρων. Δηλαδή τῶν κέντρων, στὰ ὁποῖα ὁ ἴδιος ὁ καλῶν συνδρομητῆς ἔχει τὴ δυνατότητα, καθοδηγώντας τὰ μηχανήματα τοῦ κέντρου μὲ τὸ δίσκο ἐπιλογῆς του νὰ ἐπιλέξῃ, χωρὶς τὴ βοήθεια τηλεφωνήτριας, τὸν καλούμενο συνδρομητὴ, νὰ συνθεδεῖ μαζί του, νὰ τοῦ στείλῃ κλητήριο ρεῦμα, νὰ πραγματοποιήσῃ τὴ συνδιάλεξη καὶ στὸ τέλος τῆς νὰ διακόψῃ τὴ σύνδεση.

Ἦδη ἀπὸ τὸ 1889 ὁ Ἀμερικανὸς Α. Strowger πῆρε δίπλωμα εὑρεσιτεχνίας γιὰ ἓνα αὐτόματο ἠλεκτρομηχανικὸ μηχανήμα ζεύξεως - ἓνα **ἐπιλογέα** ποὺ εἶχε κατασκευάσει ἀπὸ τὸ 1887.

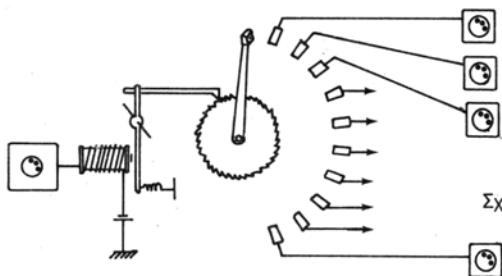
Στὴν ἀρχὴ ὁ ἐπιλογέας ἦταν περιστροφικὸς, δηλαδή ἐκτελοῦσε μιά μόνον περιστροφικὴ κίνηση (σχ. 3.8α καὶ 3.8β). Στὴ συνέχεια ἐξελίχθηκε σὲ ὕψοστροφικὸ, δηλαδή σὲ μηχανήμα, ποὺ μπορούσε νὰ πραγματοποιήσῃ δύο κινήσεις, μιά ἀνύψωση καὶ μιά περιστροφή, γιὰ τὴν ἐπιλογὴ τοῦ ἐπιθυμούμενου συνδρομητῆ ἢ τοῦ ἐπόμενου μηχανήματος.

Ξεκινώντας ἀπὸ τὴ σκέψη ὅτι ἡ τηλεφωνήτρια ἔκανε δύο κινήσεις, γιὰ νὰ βρεῖ τὴν κυψέλη τοῦ καλούμενου, κατασκεύασε ἓνα μηχανήμα, ποὺ εἶχε τὴ δυνατότητα νὰ πραγματοποιεῖ ἐπίσης δύο κινήσεις, μιά ἀνύψωση καὶ μιά περιστροφή, ἐνῶ τὰ σημεῖα συνδέσεως (τὶς παλιὲς κυψέλες) τὰ τοποθέτησε ἐπάνω σὲ ἓνα κύλινδρο, ὥστε νὰ εἶναι προσιτὰ μὲ τὴν περιστροφή τοῦ βραχίονα (σχ. 3.8γ).

Τὰ πρῶτα πειράματά του πρὸς τὴ λύση αὐτὴ ἔγιναν μὲ τὴ βοήθεια ἑνὸς ψηλοῦ, σκληροῦ κολλάρου τῆς ἐποχῆς του.

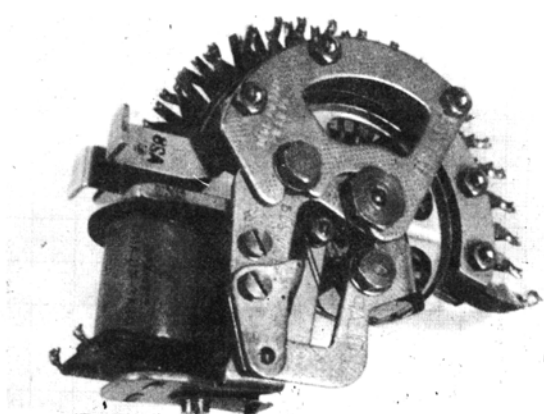
Εἶναι ἐνδιαφέρον νὰ σημειωθεῖ ὅτι ὁ Strowger δὲν ἦταν τεχνικὸς στὸ ἐπάγγελμα. Ἦταν ἐργολάβος κηδεῶν καὶ ἐξοργισμένος γιὰ τὴ σύζυγος ἐνὸς ἀνταγωνιστῆ του, ποὺ ἦταν τηλεφωνήτρια στὸ τηλεφωνικὸ κέντρο, συνέδεε ὀρθῶς κατὰ λάθος ὅσους τὸν καλοῦσαν μὲ τὸ γραφεῖο τοῦ συζύγου της, ἀποφάσισε νὰ βρεῖ τρόπο νὰ... καταργήσῃ τὶς τηλεφωνήτριες. Καὶ ἐπινόησε τὸν τηλεφωνικὸ κατευθυνόμενο ἐπιλογέα.

Τὸ πρῶτο αὐτόματο κέντρο λειτούργησε στὴν Ἰνδιάννα τῶν ΗΠΑ τὸ 1892 καὶ στὴν Εὐρώπη τὸ 1897.



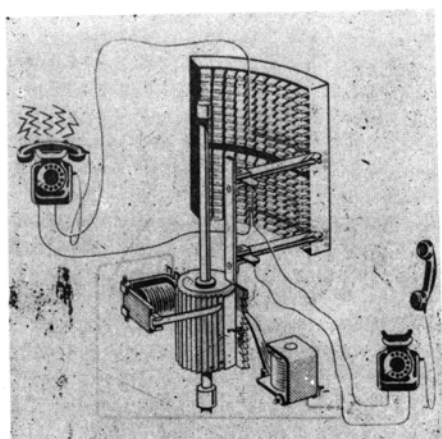
Σχ. 3.8α.

Σχηματική παράσταση περιστροφικού έπιλογέα.



Σχ. 3.8β.

Περιστροφικός έπιλογέας Siemens.



Σχ. 3.8γ.

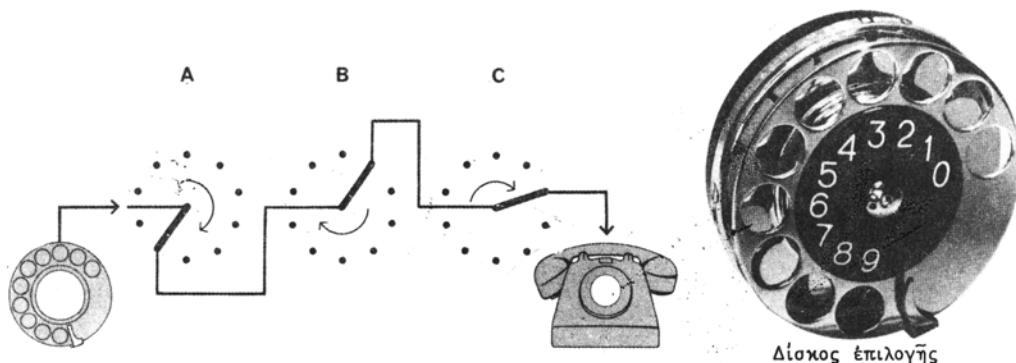
Σχηματική παράσταση ύψοστροφικού έπιλογέα.

Τά κέντρα τοῦ συστήματος Strowger ὀνομάσθηκαν ὑψοστροφικά - βηματοπορικά, γιατί οἱ ἐπιλογεῖς τους κάνουν τίς δύο κινήσεις «ἀνύψωση - περιστροφή» καί γιατί ἡ ἐπιλογή τοῦ ζητούμενου συνδρομητῆ γίνεται βῆμα πρὸς βῆμα (σχ. 3.8δ).

Βελτίωση στό σύστημα Strowger ἀποτέλεσε ὁ ὑψοστροφικός ἐπίσης ἐπιλογέας τῆς Siemens - Halske, πού πρωτοπαρουσιάσθηκε στό 1901 (σχ. 3.8ε). Ἐξέλιξη αὐτοῦ εἶναι ὁ κινητηριακός ἐπιλογέας Siemens (σχ. 3.8στ).

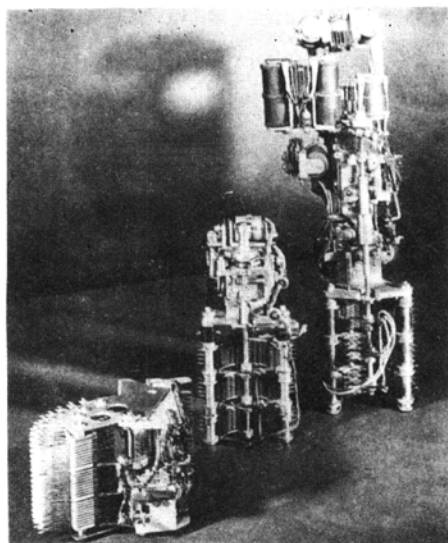
Ἄλλοι ἐφευρέτες παρουσίασαν ἄλλους τύπους Αὐτομάτων Κέντρων, ὅπως τόν τύπο Ericson (Culissen Wähler) (σχ. 3.8ζ), τὰ ραβδεπαφικά κέντρα (Crossbar) (σχ. 3.8η) καί ἄλλους.

Σ' ὅλα τὰ παραπάνω συστήματα ἡ λειτουργία τῶν ἐπιλογικῶν ὀργάνων ἐξασφαλίζεται μέ ἠλεκτρομηχανικά μέσα. Γι' αὐτό καί τὰ κέντρα τῆς κατηγορίας αὐτῆς λέγονται **ἠλεκτρομηχανικά κέντρα** (σχ. 3.8θ).



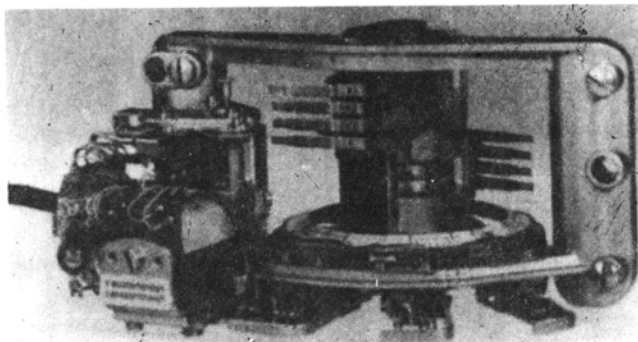
Σχ. 3.8δ.

Κλήση τριψήφιου ἀριθμοῦ μέ δίσκο ἐπιλογῆς πού κατευθύνει 3 διαδοχικούς ἐπιλογεῖς (βῆμα πρὸς βῆμα).

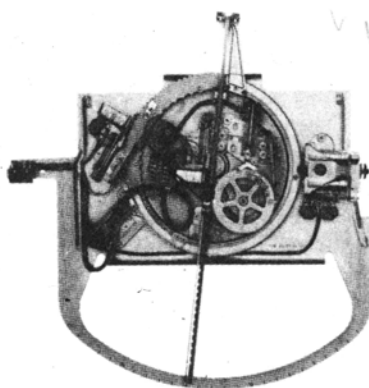


Σχ. 3.8ε.

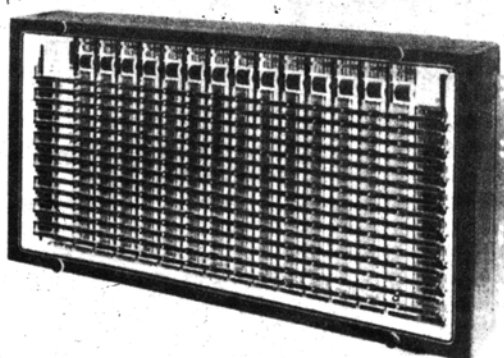
Ἐξέλιξη ὑψοστροφικῶν ἐπιλογέων Strowger — Siemens.



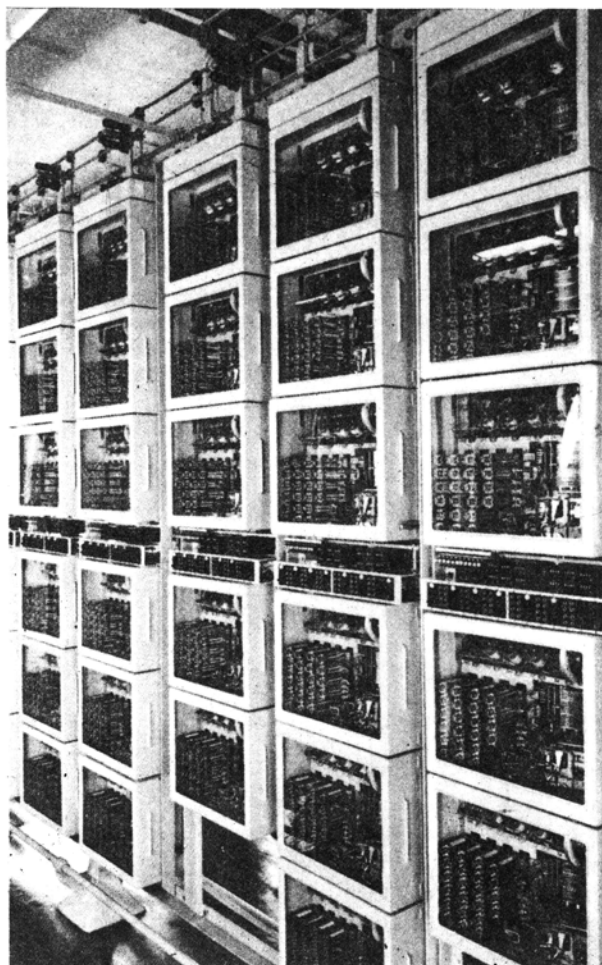
Σχ. 3.8στ.
Κινητηριακός επιλογέας Siemens.



Σχ. 3.8ζ.
Έπιλογέας Kulissen Ericsson.



Σχ. 3.8η.
Ραβδεπαφικός επιλογέας Crossbar.



Σχ. 3.80.

Τμήμα αίθουσας επιλογών.

3.9 Ήμιαλεκτρονικά καί πλήρως ηλεκτρονικά κέντρα

Σήμερα ή τεχνική τῶν αὐτομάτων κέντρων περνᾷ μιά σημαντική καμπή.

Τά τελευταῖα χρόνια ἄρχισαν νά ἐγκαταλείπονται σιγά - σιγά τά ηλεκτρομηχανικά κέντρα καί νά εἰσάγονται κέντρα ἡμιαλεκτρονικά ἢ πλήρως ηλεκτρονικά.

Στά πρώτα ὑπάρχει συνεργασία ηλεκτρονικῶν διατάξεων μέ μικροσκοπικούς ραβδωπαφικούς ἐπιλογεῖς.

Στά δεύτερα ἔχουν ἐξοστρακισθεῖ ὁλότελα τά ηλεκτρομηχανικά στοιχεῖα καί ὅλες οἱ λειτουργίες ἐξασφαλίζονται μέ ηλεκτρονικές διατάξεις, πού καθοδηγοῦνται ἀπό κεντρικό ηλεκτρονικό ὑπολογιστή.

Τά ηλεκτρονικά κέντρα ἐξασφαλίζουν πολλές δυνατότητες καί ἐξυπηρετήσεις γιά τούς συνδρομητές, πολύ περισσότερες ἀπό τά κέντρα ηλεκτρομηχανικοῦ τύπου. Ἐξασφαλίζουν ἀκόμα πολύ καλύτερης ποιότητας ἐπικοινωνίες, ταχύτερες ζεύξεις, λιγότερες βλάβες, ἀπαιτοῦν λιγότερο χῶρο καί φαίνεται πῶς θά γίνουν τελικά φθηνότερα στό κόστος τους.

Ἀπαιτοῦν ὅμως σέ ἀντάλλαγμα προσωπικό γιά τή μελέτη, κατασκευή καί συντήρησή τους μέ ὑψηλότερη τεχνική στάθμη.

3.10 Ύπεραστικά κέντρα.

Ἡ τεχνική τῶν ὑπεραστικῶν κέντρων δέν διαφέρει βασικά ἀπό τήν τεχνική τῶν ἀστικῶν.

Ἡ ὑπεραστική τηλεφωνία ὅμως, λόγω τῶν μεγάλων ἀποστάσεων, πού πρέπει νά καλύπτει, ἔχει μεγαλύτερες ἀπαιτήσεις στή διαβίβαση.

Οἱ ἀποσβέσεις εἶναι μεγάλες καί ἡ ἐνίσχυση τῶν τηλεφωνικῶν ρευμάτων εἶναι βασική προϋπόθεση γιά τήν καλή ἀκουστικότητα τῆς ὁμιλίας.

Στίς πολύ μεγάλες ἀποστάσεις οἱ συνδέσεις δέν γίνονται πιά μέ δύο σύρματα, ἀλλά μέ τέσσερις (τετρασύρματες συνδέσεις, δύο ἀγωγοί γιά κάθε κατεύθυνση ὁμιλίας).

4. Τό πρόβλημα τῆς διαβίβασης.

4.1 Γενικά.

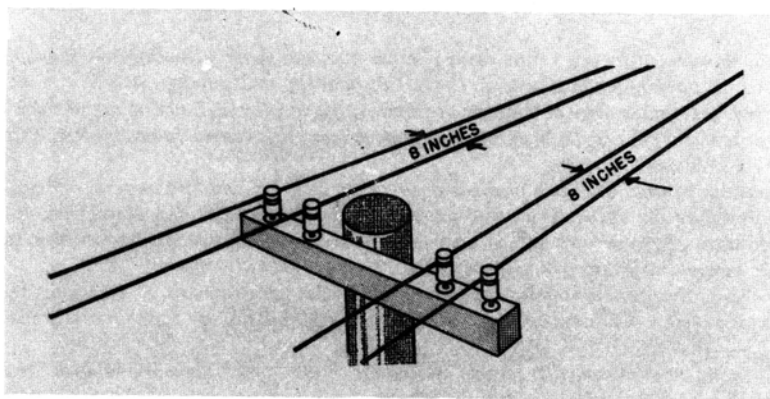
Ὅσο μεγαλώνει ἡ ἀπόσταση πού χωρίζει ἐκείνους πού μετέχουν σέ μία συνδιάλεξη, τόσο ἡ ἀκουστικότητα δυσκολεύεται.

Τά τηλεφωνικά ρεύματα ἐξ αἰτίας τῆς ὠμικῆς ἀντιστάσεως τῆς γραμμῆς (ὅταν πρόκειται γιά ἐνσύρματη ζεύξη), τῆς ἐπαγωγικῆς καί τῆς χωρητικῆς ἀντιστάσεως τῆς καί τῶν ἀπωλειῶν ἀπό διαρροές καθε μορφῆς, ἐξασθενίζουν καί φθάνουν στόν προορισμό τους μειωμένα (σχ.4.1).

Γιά νά βελτιωθοῦν οἱ συνθήκες διαβίβασης, καταβλήθηκε προσπάθεια νά ἐξουδετερωθοῦν κατὰ τό δυνατόν τά παραπάνω ἐμπόδια. Καί ἡ μέν ὠμική ἀντίσταση δέν ἦταν εὐκολο νά ἐλαττωθεῖ, γιατί θά ἔπρεπε νά χρησιμοποιηθοῦν γι' αὐτό χονδρότερα σύρματα, πράγμα ἀπαράδεκτο, λόγω ὑψηλοῦ κόστους.

Ἡ χωρητικότητα ὅμως κατορθώθηκε νά περιορισθεῖ σημαντικά μέ διάφορες τεχνικές μεθόδους (πυοπινισμός κλπ) καί ἔτσι κατορθώθηκε νά αὐξηθεῖ σημαντικά ἡ ἐμβέλεια τῆς τηλεφωνίας.

Καί ἐδῶ ὅμως, ὅπως καί στήν τηλεγραφία, τό πρόβλημα λύθηκε ὀριστικά μέ τοῦς ἐνισχυτές. Οἱ ἐνισχυτές εἶναι συσκευές πού παρεμβάλλονται στή γραμμή ἀπό ἀπόσταση σέ ἀπόσταση καί ἐνισχύουν τά ρεύματα πού φθάνουν κάθε φορά ἐξασθενημένα.



Σχ. 4.1.

Ἀπλή έναέρια τηλεφωνική γραμμή.

4.2 Πολλαπλή Τηλεφωνία - Φερέσυχνα.

Εἶναι ἀνάγκη νά σημειωθεῖ ἐδῶ ὅτι τό δαπανηρότερο μέρος μιᾶς τηλεφωνικῆς ἐγκαταστάσεως εἶναι τό δίκτυο.

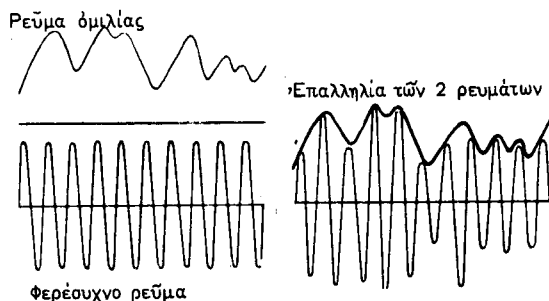
Έπομένως γιά νά γίνει φθηνό τό τηλεφώνημα, εἶναι ἀνάγκη ἡ ἐκμετάλλευση τοῦ δικτύου, καί ἰ-
διαίτερα στίς μεγάλες ἀποστάσεις, νά γίνει ὅσο τό δυνατόν πιά ἀποδοτική.

Γι' αὐτό ἐπιδιώχθηκε ἡ πολλαπλή ἐκμετάλλευση τῶν γραμμῶν.

Καί αὐτό κατορθώθηκε μέ τή χρησιμοποίηση ἐναλλασσομένων ρευμάτων διαφόρων συχνότητων (φέρουσες συχνότητες), ἐπάνω στά ὁποῖα προσθέτονται τά διάφορα ρεύματα ὁμιλίας (4.2α).

Ὅλα τά ρεύματα αὐτά διοχετεύονται στόν ἴδιο ἀγωγό καί στό δέκτη διαχωρίζονται οἱ συχνότητες μέ φίλτρα.

Πολλαπλή τηλεφωνία μπορεῖ νά ἐξασφαλισθεῖ εἴτε μέ ἀσυρματικές ζεύξεις, εἴτε μέσω εἰδικῶν κα-
λωδίων καί κυρίως μέ ὁμοαξονικά καλώδια.



Σχ. 4.2α.

Διαβίβαση ἡλεκτρικοῦ ρεύματος τηλεφωνικῆς ὁμιλίας ἐπάνω σέ ρεύμα ὑψηλῆς συχνότητας (φε-
ρέσυχο).

4.3 Τηλεφωνικά Δίκτυα - Καλώδια.

Τό σύνολο τῶν τηλεφωνικῶν γραμμῶν τῶν συνδρομητῶν ἀποτελεῖ τό ἀστικό δίκτυο μιάς πόλεως.
Οἱ γραμμές πάλι πού συνδέουν τίς διάφορες πόλεις μεταξύ τους ἀποτελοῦν τό **ὑπεραστικό δίκτυο**
καί κατ' ἀντιστοιχία οἱ γραμμές πού συνδέουν διάφορες χώρες μεταξύ τους ἀποτελοῦν τό **διεθνές**
δίκτυο.

Οἱ γραμμές αὐτές στήν ἀρχή ἦταν ἀπλά χάλκινα σύρματα χωρίς μόνωση, τανυσμένα ἐναέρια καί
στηριγμένα σέ μονωτήρες πορσελάνης ἐπάνω σέ ξύλινους στύλους (σχ. 4.1).

Ὅταν πολλαπλασιάσθηκαν οἱ γραμμές χρειάσθηκε νά συγκεντρωθοῦν σέ δέσμες καί νά διαμορ-
φωθοῦν κατάλληλα (νά πλεχθοῦν μεταξύ τους) γιά νά ἀποφεύγονται οἱ συνακραώσεις. Ἐτσι δημιουρ-
γήθηκαν τά καλώδια (σχ. 4.3α).

Στά καλώδια τά σύρματα εἶναι μονωμένα συνήθως μέ χαρτί, γιατί βρίσκονται ὑπό χαμηλή τάση,
καί κατόπιν ἔχουν μία γενική ἐξωτερική μόνωση καί μία προστασία ἀπό ἐξωτερικές κακώσεις. Ἡ
προστασία αὕτη ἐξασφαλίζεται μέ ἕνα μολυβδόenio μανδύα (παλαιότερα) ἢ μέ ἕνα πλαστικό μανδύα
(νεώτερες κατασκευές) ἀπό σκληρό ἀνθεκτικό πλαστικό ὑλικό (PVC κλπ).

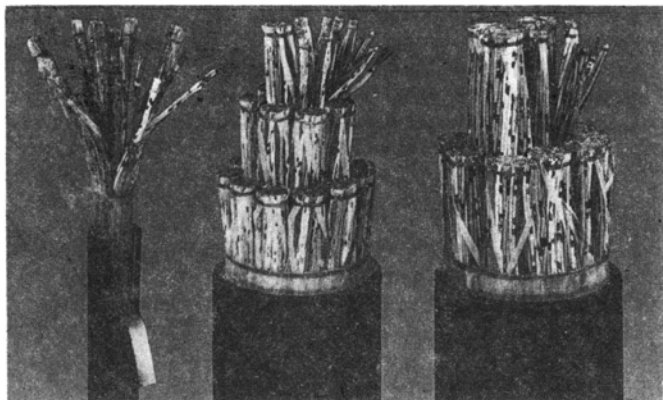
Τά καλώδια, ὅταν τοποθετοῦνται ὑπόγεια, προστατεύονται εἴτε μέσα σέ σωλήνες (πλαστικούς -
τσιμεντένιους κλπ.) ἢ ὁπλίζονται μέ ἕνα χαλύβδινο περίβλημα, πού τά προστατεύει ἀπό κάθε κάκω-
ση.

Στίς ἀρτηρίες μέ πολύ μεγάλη κίνηση χρησιμοποιοῦνται εἰδικά καλώδια τά **ὁμοαξονικά**.

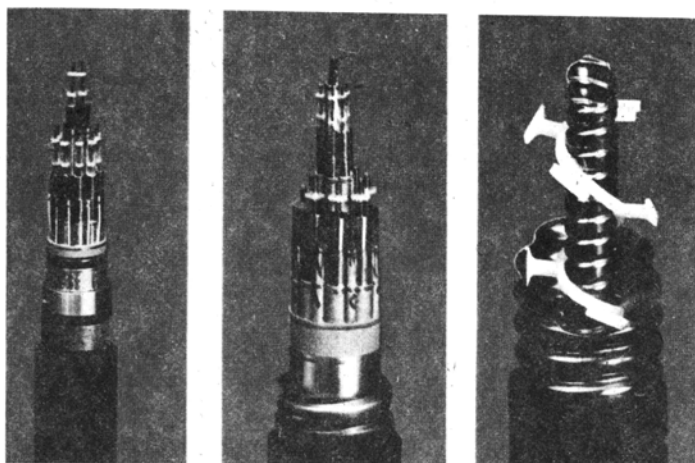
Τά καλώδια αὐτά ἀποτελοῦνται ἀπό ἕνα ἐσωτερικό ἀγωγό (χάλκινο σύρμα) καί ἀπό ἕνα χάλκινο
σωλήνα, ὁμοαξονικά τοποθετημένο ὡς πρὸς τόν ἐσωτερικό ἀγωγό. Ὁ ἀγωγός αὐτός συγκρατεῖται
στή θέση του μέ μονωτικούς δακτύλιους τοποθετημένους κάθετα στόν ἀξονα του ἀπό ἀπόσταση σέ
ἀπόσταση (σχ. 4.3β).

Τό σύστημα σύρματος καί σωλήνα μονωμένο ἐξωτερικά καί προστατευμένο κατάλληλα ἀπό μηχαν-
ικές κακώσεις, ἀποτελεῖ τό ὁμοαξονικό καλώδιο, τό ὁποῖο ἐπιτρέπει νά διαβιβάζονται ἀπό αὐτό μέ
ρεύματα διαφόρων συχνότητων χιλιάδες ταυτόχρονες συνδιαλέξεις (σχ. 4.3β).

Ὅμοαξονικά καλώδια, εἰδικά, μέ ὑψηλή προστασία καί μέ ἀδιάβροχους ἐνισχυτές τοποθετημένους
ἀπό ἀπόσταση σέ ἀπόσταση χρησιμοποιοῦνται ἐπίσης σέ ὑποβρύχιες ζεύξεις.



Σχ. 4.3α.
Διάφορα καλώδια.



Σχ. 4.3β.
Όμοαξονικά καλώδια.

4.4 Άσυρματικά δίκτυα

Έκτός από καλώδια χρησιμοποιούνται στη διαβίβαση τηλεφωνικών συνδιαλέξεων και τηλεγραφημάτων άσυρματικές ζεύξεις.

Δίκτυα πολύ μεγάλων χωρητικότητων με άσυρματικές ζεύξεις είναι έγκατεστημένα πολύ πυκνά και εξυπηρετούν τόσο τις υπεραστικές όσο και τις διεθνείς επικοινωνίες.

Με τέτοια δίκτυα διαβιβάζονται επίσης προγράμματα τηλεοπτικά (εικόνες γενικά και σχέδια).

Τά δίκτυα αυτά λέγονται άσυρματικά ή Ραδιοηλεκτρικά δίκτυα, σέ αντίθεση με τά ένσύρματα δίκτυα.

Στίς ύψηλές συχνότητες πού χρησιμοποιούμε στίς Ραδιοηλεκτρικές ζεύξεις εύρειας ζώνης οί ηλεκτρικές κυμάνσεις κινούνται εύθύγραμμα. Γι' αυτό είναι ανάγκη πομπός και δέκτης νά έχουν κατ' ευθείαν (όπτική) έπαφή.

Έτσι μία ζεύξη άσυρματική μεταξύ δύο πόλεων, όπως π.χ. Αθηνών και Θεσσαλονίκης, πού μεσολαβούν ύψηλά βουνά, δέν είναι δυνατόν νά εξασφαλισθεί παρά μονάχα αν μεσολαβήσουν σταθμοί στίς κορυφές των βουνών, πού νά βλέπουν ό ένας τόν άλλο. Έτσι ό κάθε σταθμός δέχεται τά ρεύματα πού του στέλλει ό σταθμός έκπομπής και τά διαβιβάζει πρός τόν επόμενο σταθμό, τόν όποιον έπίσης βλέπει απ' ευθείας. Και ούτω καθ' έξής.

Η προϋπόθεση αυτή της εύθύγραμμης μεταδόσεως των ύψισύχωνων κυμάνσεων, αποτελεί έπίσης ένα άξεπέραστο εμπόδιο στήν απ' ευθείας επικοινωνία δύο σημείων της γής, πού είναι μακριά τό ένα από τό άλλο εξ αίτίας της καμπυλότητας της γής (σχ. 4.4α).

Γιά να μπορούσε η θέση Α να δει όπτικά τη θέση Β θα έπρεπε οι πομποί και οι δέκτες να ήταν τοποθετημένοι επάνω σε άπύθανα ύψηλούς πύργους πράγμα τεχνικά αδύνατο.

Λύση στο πρόβλημα αυτό έδωσαν οι τεχνητοί Τηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι.

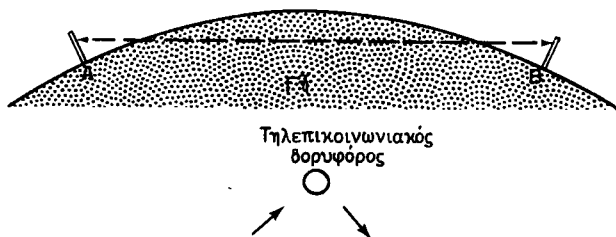
Οι δορυφόροι αυτοί, που είναι σταθμοί λήψεως και αναμεταδόσεως τηλεπικοινωνιακών σημάτων, είναι τοποθετημένοι σε τροχιές γύρω από την γη σε κατάλληλα ύψη (35900 km) και κινούνται με την ίδια γωνιακή ταχύτητα μαζί της. Έτσι φαίνονται από την γη σαν ακίνητοι επάνω στο στερέωμα. Οι επίγειοι σταθμοί που επικοινωνούν με τους δορυφόρους αυτούς στέλνουν προς αυτούς και δέχονται από αυτούς τα τηλεπικοινωνιακά σήματα ξεπερνώντας έτσι το εμπόδιο της καμπυλότητας της γης όπως δείχνεται στο σχήμα 4.4β.

Τέτοιοι τηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι καλύπτουν όλο τον γήινο χώρο και επιτρέπουν μεταβίβαση από οποιοδήποτε σημείο της γης, σε οποιοδήποτε άλλο (σχ. 4.4γ).

Στά σχήματα 4.4δ, 4.4ε και 4.4στ δίνεται η μορφή μερικών τηλεπικοινωνιακών δορυφόρων.

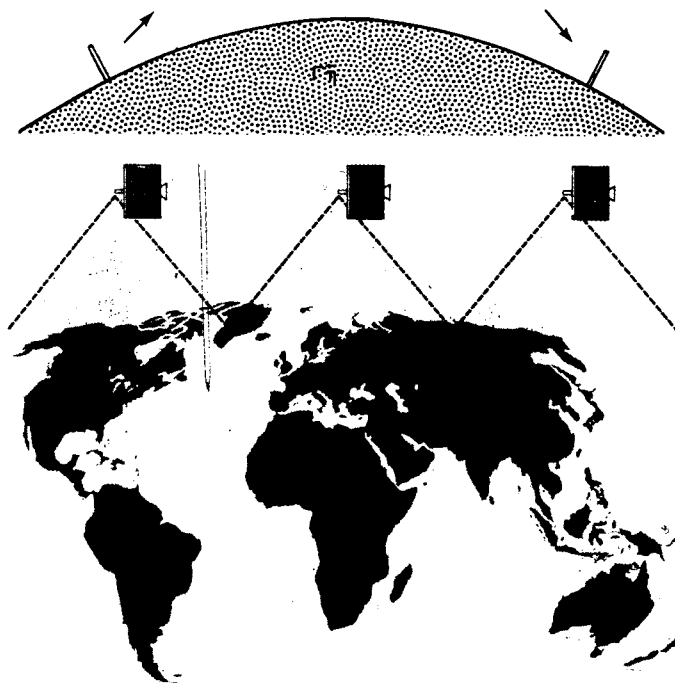
Η μορφή των κατόπτρων εκπομπής και λήψεως των επίγειων σταθμών φαίνεται από το σχήμα 4.4ζ.

Μιά πιο πλήρη εικόνα της τηλεπικοινωνιακής ζεύξης και δορυφόρων δείχνεται στο σχήμα 4.4η.



Σχ. 4.4α.

Οι σταθμοί Α,Β δέν διαθέτουν όπτική επαφή λόγω της καμπυλότητας της γης.

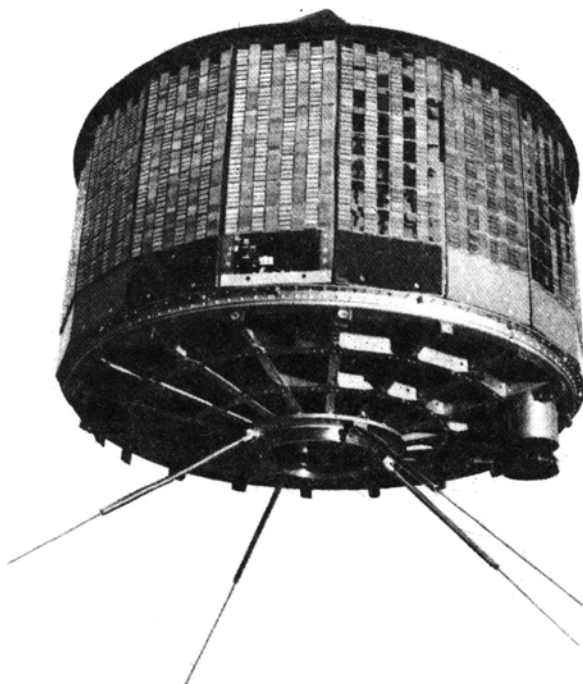


Σχ. 4.4β.

Έξασφάλιση όπτικής επαφής δύο σταθμών με τη βοήθεια τηλεπικοινωνιακού δορυφόρου.

Σχ. 4.4γ.

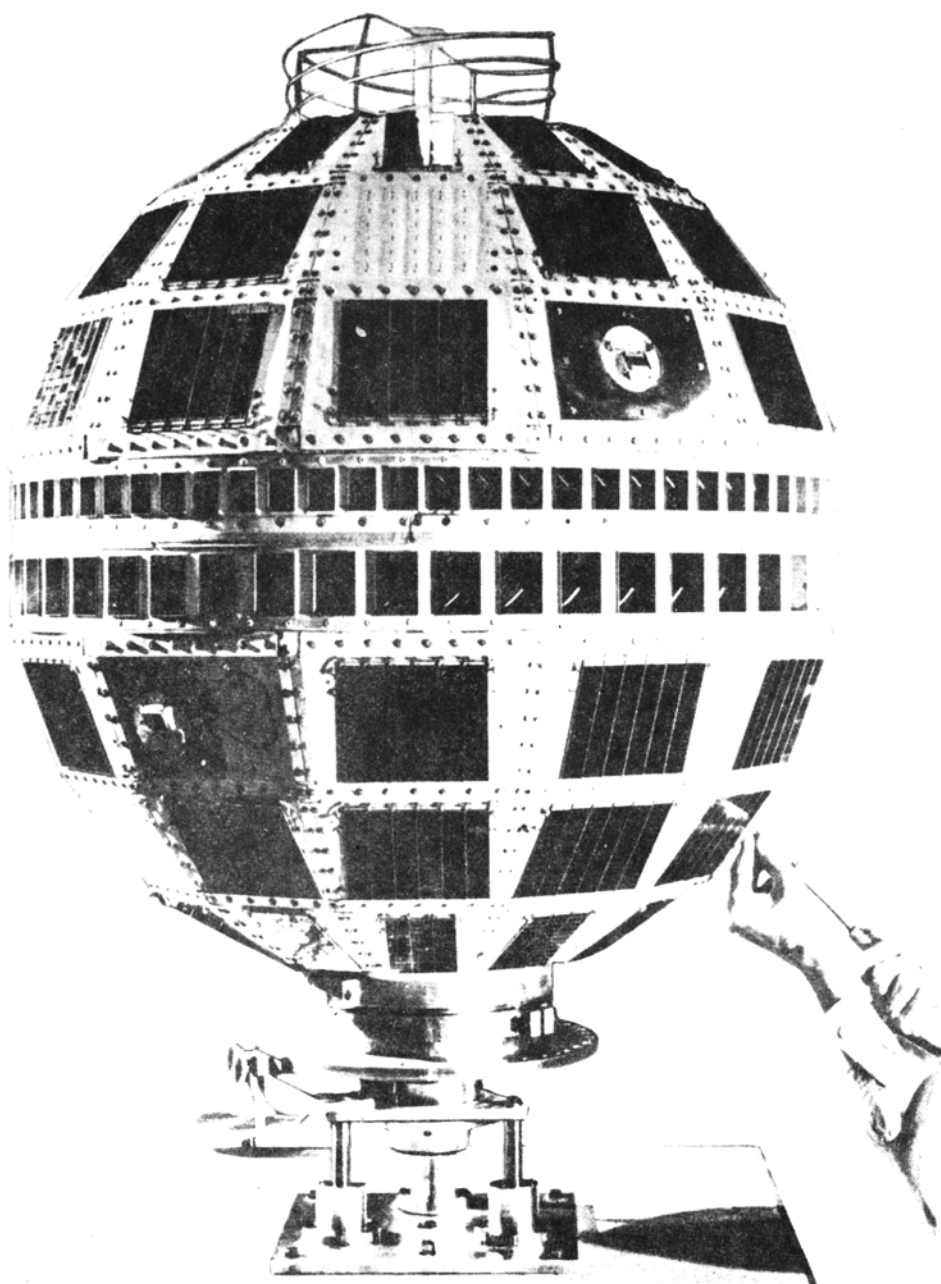
Τρεις τηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι εξυπηρετούν όλη τη γήινη σφαίρα.



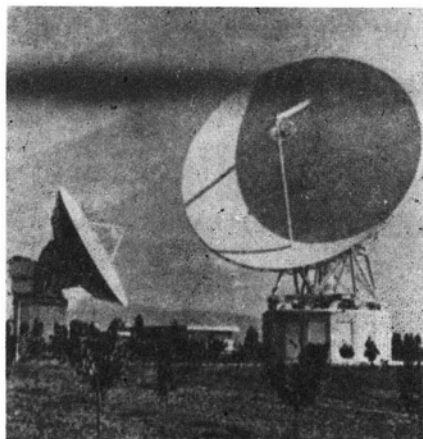
Σχ. 4.4δ.
Τηλεπικοινωνιακός δορυφόρος.



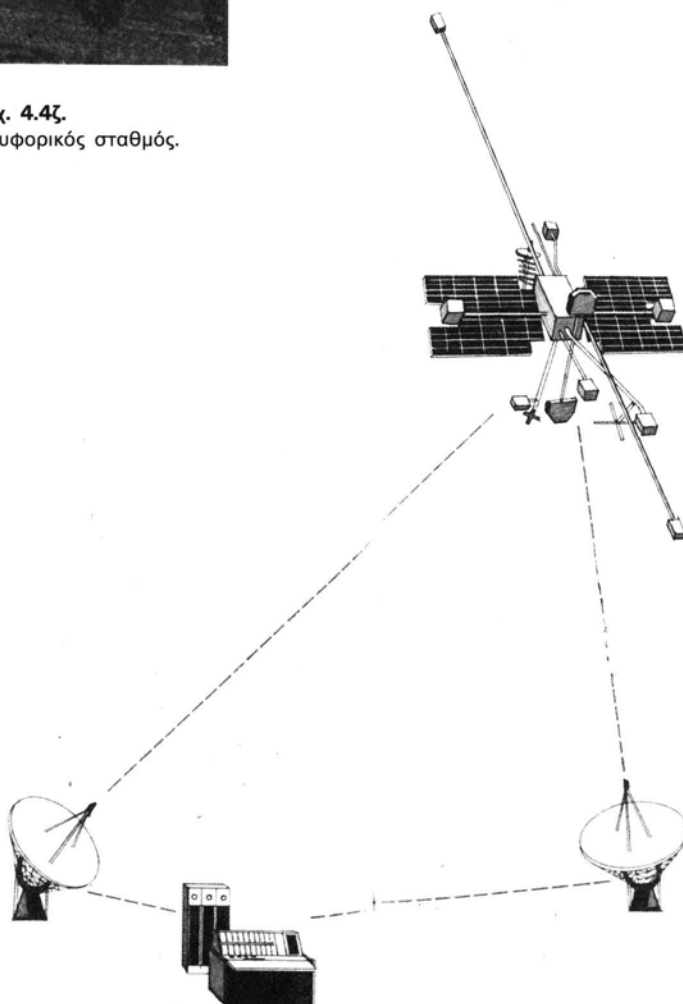
Σχ. 4.4ε.
Τηλεπικοινωνιακός δορυφόρος.



Σχ. 4.4στ.
Τηλεπικοινωνιακός δορυφόρος.



Σχ. 4.4ζ.
Έπίγειος δορυφορικός σταθμός.



Σχ. 4.4η.
Σχηματική παράσταση δορυφορικής ζεύξης.

4.5 Λοιπές τηλεπικοινωνιακές εξυπηρετήσεις.

Δέν είναι σωστό νά κλείσει τό Χρονικό αυτό τῶν Τηλεπικοινωνιῶν, χωρίς νά γίνει ἔστω καί ἀπλή μνεία τῶν ἀτέλειωτων εξυπηρετήσεων πρὸς τόν ἄνθρωπο πού παρέχει ἡ σύγχρονη τηλεπικοινωνιακή τεχνική.

Δευτερεύουσες ἐγκαταστάσεις ἢ Συνδρομητικά Κέντρα, ὅπως λέγονται καί διαφορετικά, παρέχουν σημαντικές εξυπηρετήσεις στόν κόσμον τῶν γραφείων καί ἐπιχειρήσεων, στά ξενοδοχεῖα καί στίς κατοικίες.

Ἐγκαταστάσεις ἐνδοσυνεννοήσεων ἀπαλλάσσουν τόν ἄνθρωπον ἀπό περιττές πλέον μετακινήσεις, τοῦ ἐξασφαλίζουν οἰκονομία χρόνου καί χρήματος.



Σχ. 4.5.

Κινητή τηλεφωνία στά αὐτοκίνητα.

Κινητή τηλεφωνία ἐξυπηρετεῖ τοὺς εὐρισκομένους σέ κίνηση μέ αὐτοκίνητα ἢ μέ πλοῖα (σχ. 4.5).

Κλήση ταξί, κλήση ἀνάγκης (ἀστυνομία, 100 κλπ.), αὐτόματοι τηλεφωνητές, ἐγκαταστάσεις ἀναγγελίας πυρκαϊῆς, διαρρήξεως, διαβιβάσεις προγραμμάτων ραδιοφωνίας καί τηλεοράσεως κλπ. ἀποτελοῦν μερικές μόνον ἀπό τίς Ἐφαρμογές τῆς Τηλεπικοινωνιακῆς Τεχνικῆς πού ἔκαμαν τή ζωὴ τῶν ἀνθρώπων πιό ξεκούραστη, πιό ἀσφαλὴ, πιό εὐχάριστη.

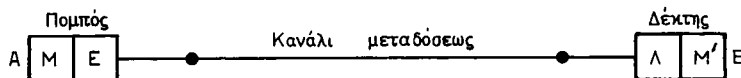
ΠΡΩΤΟ ΜΕΡΟΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΓΡΑΦΙΑΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΒΑΣΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΓΡΑΦΙΑΣ

Σκοπός της **τηλεφωνίας** είναι να εξασφαλίσει τη δυνατότητα πραγματοποίησεως συνδιαλέξεων μεταξύ δύο όποιωνδήποτε συνδρομητών ενός τηλεφωνικού δικτύου, με τη βοήθεια του ηλεκτρικού ρεύματος, ενώ σκοπός της **τηλεγραφίας** είναι να εξασφαλίσει τη μεταβίβαση γραπτών πληροφοριών (κειμένων, σχεδίων, εικόνων) μεταξύ δύο απομακρυσμένων σημείων, π.χ. μεταξύ δύο συνδρομητών ενός τηλετυπικού δικτύου, επίσης με τη βοήθεια του ηλεκτρικού ρεύματος. Για τη μεταβίβαση από ένα σημείο Α σέ άλλο σημείο Β φωνής, ή συμβόλων, είναι απαραίτητο να υπάρχει μεταξύ των σημείων αυτών **τηλεπικοινωνιακή ζεύξη**, δηλαδή ένας **πομπός**, ένα **κανάλι μεταδόσεως** καί ένας **δέκτης** (σχ. 1α).



Σχ. 1α.
Τηλεπικοινωνιακή ζεύξη.

Στόν πομπό, τά ήχητικά κύματα της φωνής ή τά σύμβολα ενός κειμένου, πού δίνει ή πηγή πληροφοριών, π.χ. ο συνδρομητής, μετατρέπονται σέ ηλεκτρικά σήματα με τη βοήθεια του **μετατροπέα Μ**, τά όποια κατόπιν έπεξεργάζεται κατάλληλα ή **διάταξη εκδρόμης Ε**, π.χ. τά ένισχύει, τά τοποθετεί μέ φορείς ύψηλών συχνοτήτων σέ διαφορετικές ζώνες, κλπ., γιά νά διαβιβαστούν μέσω του καναλιού μεταδόσεως στό δέκτη. Τό **κανάλι μεταδόσεως** μπορεί νά είναι **ένσύρματο** ή **άσύρματο**, δηλαδή νά σχηματίζεται από μεταλλικούς άγωγούς ή νά είναι ό ελεύθερος χώρος μεταξύ του πομπού καί του δέκτη. Στη **διάταξη λήψεως Λ** του δέκτη λαμβάνεται άπ' τό σήμα πού φθάνει, μετά από όρισμένες διαδικασίες (ένίσχυση, άποδιαμόρφωση κλπ.), τό άρχικό ηλεκτρικό σήμα. Τό σήμα αυτό όδηγείται στό **μετατροπέα Μ**, άπ' τήν έξοδο του όποίου λαμβάνεται ή πληροφορία στην άρχική της μορφή, δηλαδή τό ήχητικό σήμα ή τό σύμβολο.

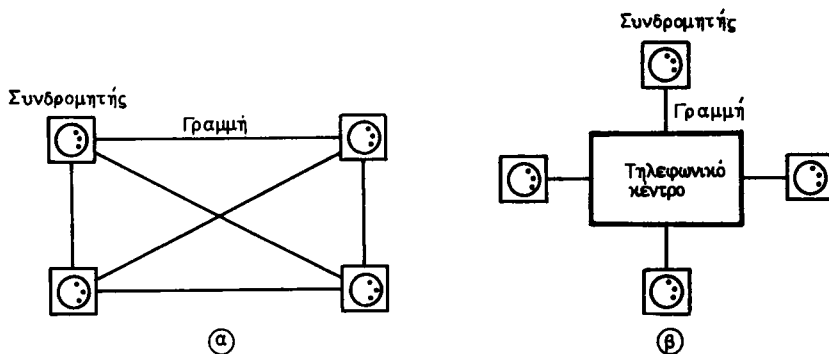
Τό βασικό πρόβλημα σέ μία τηλεπικοινωνιακή ζεύξη είναι νά **μεταδοθεί ή πληροφορία** άπ' τό ένα σημείο στό άλλο, όσο τό δυνατόν λιγότερο άλλοιωμένη, χωρίς

δηλαδή **παραμορφώσεις**, καί όσο τό δυνατόν **οικονομικότερα**. Τό πρόβλημα αυτό αντιμετωπίζει ὁ ἰδιαίτερος κλάδος τῶν τηλεπικοινωνιῶν, ἡ **τεχνική μεταδόσεως**. Εἶναι φανερό ὅτι οἱ δύο ἀπαιτήσεις — καλή ποιότητα μεταδόσεως καί χαμηλό κόστος — δέν συμβιβάζονται, γιά τό λόγο αὐτό, ἀνάλογα μέ τό εἶδος τῆς μεταδόσεως, γίνονται παραχωρήσεις στήν ποιότητά της γιά χάρη τῆς οἰκονομικότητας.

Στήν τηλεφωνία γιά νά μειωθεῖ τό κόστος μεταδόσεως ὁρίζεται ποιότητα μεταδόσεως, πού ἐξασφαλίζει μόνο **καλή καταληπτότητα** τῆς ὁμιλίας. Ἡ μετάδοση ὁμιλίας ἢ μουσικῆς στή ραδιοφωνία ἀπαιτεῖ ἀντίθετα **ὕψηλή πιστότητα**, ὥστε ἡ φωνή νά διατηρεῖ τή φυσικότητά της. Στήν τηλεγραφία ἡ ποιότητα μεταδόσεως πρέπει νά εἶναι τέτοια, ὥστε νά ἐξασφαλίζεται **μεγάλη ἀσφάλεια** στή μετάδοση τῶν συμβόλων, δηλαδή πολύ μικρό ποσοστό σφαλμάτων, ἐνῶ στήν τηλεόραση πρέπει νά ἐξασφαλίζεται ἡ **καλή ἀναπαράσταση** τῆς «κινούμενης» εἰκόνας.

Τό **κόστος μεταδόσεως** ἐξαρτᾶται ἀπ' τό εἶδος τοῦ μέσου μεταδόσεως, πού χρησιμοποιεῖται (ἐλεύθερος χώρος, ἐναέρια γραμμή, συμμετρική — καλωδιακή γραμμή, ὁμοαξονική γραμμή, κ.ο.κ.), κι' ἀπ' τήν **πολλαπλή ἐκμετάλλευση** τοῦ μέσου αὐτοῦ, δηλαδή ἀπ' τή χρησιμοποίησή του γιά τή μετάδοση **ταυτόχρονα** μεγάλου ἀριθμοῦ συνδιαλέξεων στήν τηλεφωνία, ἢ σημάτων διαφορετικῶν συνδρομητῶν στήν τηλεγραφία.

Σύμφωνα μέ ὅσα ἀναφέραμε, προϋπόθεση γιά τή μετάδοση τηλεφωνικῶν ἢ τηλεγραφικῶν σημάτων μεταξύ δύο συνδρομητῶν εἶναι ἡ ὑπαρξη **τηλεπικοινωνιακῆς ζεύξεως** μεταξύ τῶν συνδρομητῶν αὐτῶν. Ἄν ὁ ἀριθμός τῶν συνδρομητῶν ἑνὸς δικτύου εἶναι πολύ μικρός, εἶναι δυνατόν κάθε συνδρομητῆς νά εἶναι μόνιμα συνδεμένος μέ ὅλους τοὺς ἄλλους συνδρομητές [σχ. 1.β(α)]. Συνήθως ὅμως ἕνα δι-



Σχ. 1β.

α) Μόνιμες συνδέσεις μεταξύ τεσσάρων συνδρομητῶν. β) Σύνδεση συνδρομητῶν σέ τηλεφωνικό κέντρο.

κτυο περιλαμβάνει μεγάλο πλῆθος συνδρομητῶν καί ὁ τρόπος αὐτός τῆς συνδέσεως εἶναι ἀνεφάρμοστος, ὅχι μόνο γιά λόγους οἰκονομικούς, ἐπεὶδὴ ἀπαιτεῖ πάρα πολλές γραμμές συνδέσεως — γιά n συνδρομητές ἀπαιτοῦνται ἔτσι $n(n-1)/2$ γραμμές — ἀλλά καί γιά τεχνικούς λόγους, ἐπεὶδὴ ἡ συσκευή κάθε συνδρομητῆ, στήν ὁποία καταλήγουν οἱ γραμμές, γίνεται τεράστια. Τό πρόβλημα λύνεται μέ τή δη-

μιουργία **τηλεφωνικού κέντρου** καί τή σύνδεση στό κέντρο ακτινωτά τῶν συνδρομητῶν μέ **συνδρομητικές γραμμές** [σχ. 1.β(β)]. Οἱ γραμμές δύο συνδρομητῶν δέν εἶναι μόνιμα συνδεδεμένες μεταξύ τους, ἀλλά συνδέονται προσωρινά μέσω τοῦ τηλεφωνικοῦ κέντρου γιά τήν πραγματοποίηση τῆς συνδιαλέξεως καί κατόπιν ἀποσυνδέονται. Ἔτσι δημιουργεῖται τό δεύτερο βασικό πρόβλημα, μετά τό πρόβλημα μεταδόσεως, στήν τηλεφωνία καί τηλεγραφία: Τό πρόβλημα **διασυνδέσεως τῶν γραμμῶν** δύο συνδρομητῶν, ὥστε νά δημιουργηθεῖ ἡ ἀπαραίτητη γιά τή μετάδοση τῶν σημάτων ἡλεκτρική ζεύξη. Τό πρόβλημα αὐτό ἀντιμετωπίζει **ἡ τεχνική τῶν τηλεφωνικῶν καί τηλεγραφικῶν κέντρων**, ἡ γενικότερα ἡ **τεχνική διασυνδέσεως**.

Οἱ γραμμές, πού καταφθάνουν στό τηλεφωνικό κέντρο, σχηματίζουν τό **τηλεφωνικό δίκτυο**. Τά μικρότερα τηλεφωνικά δίκτυα παρουσιάζουν τά **συνδρομητικά κέντρα (Σ.Κ.)**, τά ὁποῖα ἐξυπηρετοῦν τήν **ἐσωτερική ἐπικοινωνία**, π.χ. σέ ἐπιχειρήσεις, δημόσιες Ὑπηρεσίες, κλπ. Ἐνα τέτοιο κέντρο περιλαμβάνει συνήθως λιγότερους ἀπό 100 συνδρομητές, δέν εἶναι ὅμως σπάνιες οἱ περιπτώσεις Σ.Κ. μέ ἑκατοντάδες, ἀκόμα καί μέ χιλιάδες συνδρομητές. Τό Σ.Κ. ἔχει συνήθως τή δυνατότητα νά ἐπικοινωνεῖ καί μέ τούς ὑπόλοιπους συνδρομητές τοῦ τηλεφωνικοῦ δικτύου.

Πολύ μεγαλύτερα ἀπ' τά δίκτυα τῶν Σ.Κ. εἶναι τά **ἀστικά δίκτυα**, πού ἐξυπηρετοῦν τούς κατοίκους μιᾶς πόλεως. Μικρά δίκτυα περιλαμβάνουν μερικές ἑκατοντάδες συνδρομητές, ἐνῶ τά δίκτυα μεγαλοπόλεων περισσότερους ἀπό ἑκατό χιλιάδες. Ἀνάλογα μέ τόν ἀριθμό τῶν συνδρομητῶν ἐξυπηρετεῖται τό ἀστικό δίκτυο ἀπό ἓνα ἢ περισσότερα **ἀστικά κέντρα**. Στή δεύτερη περίπτωση, ὅλα τά ἀστικά κέντρα μιᾶς πόλεως εἶναι συνδεδεμένα μεταξύ τους μέ γραμμές γιά νά μποροῦν οἱ συνδρομητές διαφορετικῶν κέντρων νά ἐπικοινωνοῦν.

Γιά νά εἶναι δυνατή ἡ πραγματοποίηση συνδιαλέξεων μεταξύ διαφορετικῶν πόλεων μιᾶς χώρας, τά ἀστικά δίκτυα συνδέονται σέ **ὑπεραστικά κέντρα** καί αὐτά μεταξύ τους μέ ὑπεραστικές γραμμές. Ἔτσι σχηματίζεται τό **ἐθνικό ὑπεραστικό δίκτυο**. Τά ἐθνικά ὑπεραστικά δίκτυα συνδέονται τέλος μεταξύ τους μέ γραμμές, πού σχηματίζουν τό **διεθνές ὑπεραστικό τηλεφωνικό δίκτυο** καί ἐπιτρέπουν νά γίνονται συνδιαλέξεις ἀπό κράτος σέ κράτος.

Κατά ἀνάλογο τρόπο συνδέονται τά τηλέτυπα τῶν συνδρομητῶν μιᾶς πόλεως σέ **ἀστικά τηλετυπικά κέντρα**, τά ὁποῖα κατόπιν συνδέονται σέ ἐθνικά καί διεθνή **ὑπεραστικά τηλετυπικά κέντρα**, πού ἐξασφαλίζουν τήν ἀποστολή τηλεγραφημάτων ἀπό πόλη σέ πόλη καί ἀπό χώρα σέ χώρα.

Ὅπως στήν τεχνική μεταδόσεως, ἔτσι καί στήν τεχνική διασυνδέσεως τό πρόβλημα ἔχει δύο πλευρές, τήν **τεχνική** καί τήν **οἰκονομική**. Τά τηλεφωνικά ἢ τηλετυπικά κέντρα πρέπει νά εἶναι σέ θέση νά πραγματοποιοῦν τή διασύνδεση ὁποιοῦδήποτε συνδρομητῶν στήν ἴδια πόλη, ἀλλά καί σέ διαφορετικές πόλεις τοῦ ἴδιου ἢ ἄλλου κράτους, ὁποιαδήποτε στιγμή τῆς μέρας ἢ νύχτας, πολύ γρήγορα καί μέ μεγάλη ἀσφάλεια ἀλλά ταυτόχρονα κατά τόν οἰκονομικότερο τρόπο. Εἶναι φανερό ὅτι καί στήν περίπτωση αὕτη εἶναι ἀναπόφευκτοί οἱ συμβιβασμοί μεταξύ τῆς τεχνικῆς τελειότητας καί τῆς οἰκονομικότητας μιᾶς ἐγκαταστάσεως διασυνδέσεως.

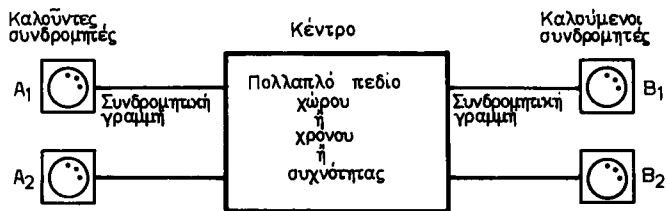
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

Η ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ

Γιά τήν αντιμετώπιση τῶν δύο βασικῶν προβλημάτων τῆς τηλεφωνίας καί τῆς τηλεγραφίας — δηλαδή τῆς **διασυνδέσεως** καί τῆς **μεταδόσεως** — ἔχουν δοθεῖ μέχρι σήμερα διάφορες λύσεις. Τίς σπουδαιότερες ἀπ' αὐτές ἀναφέρομε στά ἐπόμενα σέ πολύ γενικές γραμμές. Ἡ συστηματική τους ἐξέταση θά γίνηι ἀργότερα, στά ἀντίστοιχα κεφάλαια τοῦ βιβλίου.

2.1 Ἡ τεχνική πλευρά τῆς διασυνδέσεως.

Ἐπειδή μέσω ενός κέντρου πραγματοποιοῦνται **ταυτόχρονα** πολλές συνδιαλέξεις, ἢ μεταβιβάζονται ταυτόχρονα τά τηλεγραφικά σήματα πολλῶν συνδρομητῶν, εἶναι ἀπαραίτητο νά ξεχωρίζουν ἠλεκτρικά μεταξύ τους τά κυκλώματα τῶν διαφόρων συνδρομητῶν. Τό σχῆμα 2.1α π.χ. δείχνει ἕνα κέντρο, στό ὁποῖο κάθε συνδρομητής ἀριστερά A_1, A_2 μπορεῖ νά συνδεθεῖ μέ κάθε συνδρομητή δεξιά B_1, B_2 . Ἄρα, εἶναι δυνατή ἡ πραγματοποίηση τεσσάρων διαφορετικῶν συνδέσεων ($A_1-B_1, A_1-B_2, A_2-B_1, A_2-B_2$). Ταυτόχρονα εἶναι δυνατόν νά γίνουν δύο μόνο συνδέσεις, π.χ. τοῦ συνδρομητή A_1 μέ τόν B_2 καί τοῦ A_2 μέ τόν B_1 . Οἱ δύο αὐτές συνδέσεις (κυκλώματα ὁμιλίας, μεταδόσεως τηλεγραφικῶν σημάτων, κλπ.) πρέπει νά ξεχωρίζουν ἠλεκτρικά μεταξύ τους.



Σχ. 2.1α.

Διάκριση τῶν κυκλωμάτων σέ τηλεπικοινωνιακό κέντρο.

Γιά τή **διάκριση** αὐτή **τῶν κυκλωμάτων** στά τηλεπικοινωνιακά κέντρα ὑπάρχουν σήμερα τρεῖς τεχνικές λύσεις:

— Ἡ διάκριση τῶν κυκλωμάτων στό **χώρο** μέ πολλαπλά πεδία χώρου (ἐπιμερισμός χώρου).

— Ἡ διάκριση τῶν κυκλωμάτων στό **χρόνο** μέ πολλαπλά πεδία χρόνου (ἐπιμερισμός χρόνου).

— Ἡ διάκριση τῶν κυκλωμάτων μέ **πολλαπλά πεδία συχνότητας** (ἐπιμερισμός συχνότητας).

α) Πολλαπλό πεδίο χώρου.

Στό πολλαπλό πεδίο χώρου τὰ διάφορα κυκλώματα ἀποτελοῦνται ἀπό μονωμένους ἀγωγούς, οἱ ὁποῖοι ἐνώνονται μεταξύ τους γιά τήν πραγματοποίηση, π.χ., μιάς συνδιαλέξεως καί κατόπιν ἀποσυνδέονται. Δύο συνδρομητές ἔχουν ἀποκλειστικά στή διάθεσή τους μιά γραμμή γιά ὅλη τή διάρκεια τῆς συνδιαλέξεως ἢ τῆς μεταδόσεως τηλεγραφικῶν σημάτων. Ἡ λύση αὕτη ἐφαρμόζεται σήμερα σ' ὅλα σχεδόν τὰ τηλεφωνικά καί τηλετυπικά κέντρα. Ἡ σύνδεση δύο γραμμῶν σ' ἓνα πολλαπλό πεδίο χώρου πραγματοποιεῖται μέ τρεῖς τρόπους:

- Χειροκίνητα.
- Αὐτόματα μέ ἐπιλογεῖς, καί
- αὐτόματα μέ ζευκτικά πεδία.

1) Χειροκίνητη σύνδεση.

Τό σχῆμα 2.1β (α) δείχνει πῶς συνδέονται δύο συνδρομητικές γραμμές στό μεταλλάκτη μέ τή βοήθεια **κορδονιῶν** καί **βυσμάτων** ἀπό μιά τηλεφωνήτρια. Ὁ τρόπος αὐτός, πού χρησιμοποιήθηκε ἀρχικά στά ἀστικά τηλεφωνικά κέντρα, ἐξακολουθεῖ νά ἐφαρμόζεται σήμερα σέ μικρά συνδρομητικά κέντρα καί σέ ὁρισμένα ὑπεραστικά κέντρα (ἐθνικά καί διεθνή).

2) Σύνδεση μέ ἐπιλογεῖς.

Ὁ ἐπιλογέας εἶναι ἓνα ἠλεκτρομηχανικό ζευκτικό ὄργανο (διακόπτης) μέ μιά **εἴσοδο** καί ἀρκετές **ἐξόδους** μονωμένες ἠλεκτρικά μεταξύ τους [σχ. 2.1β(β)].

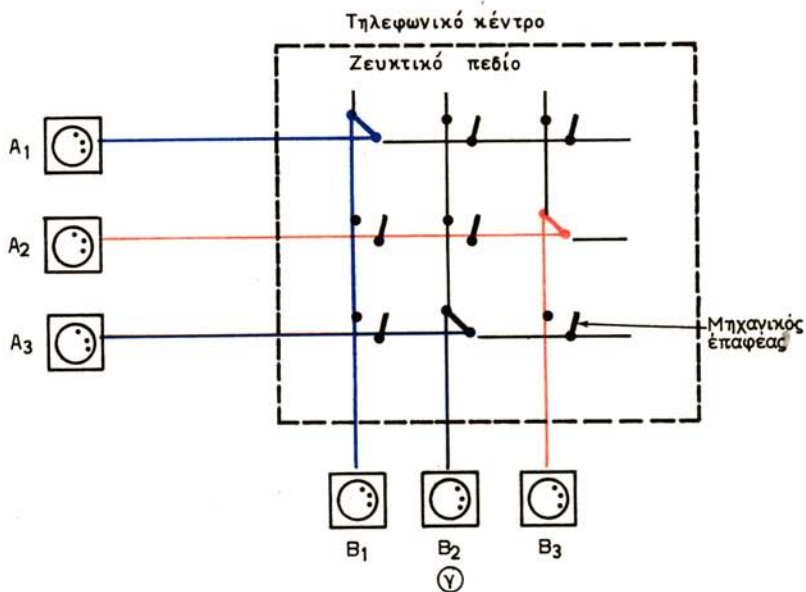
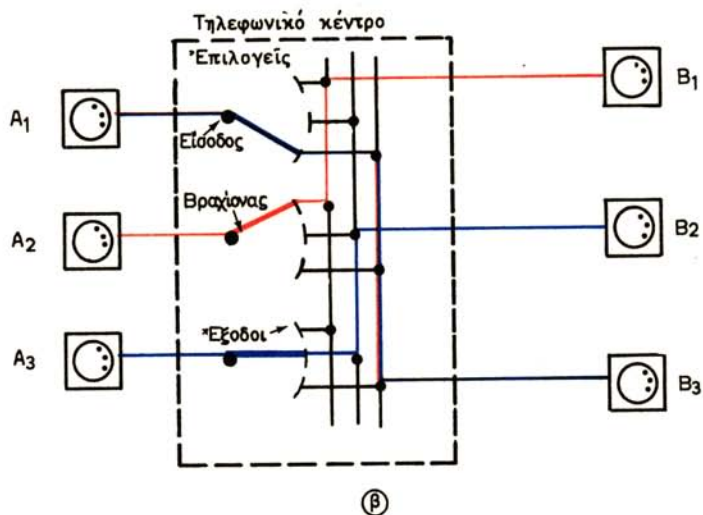
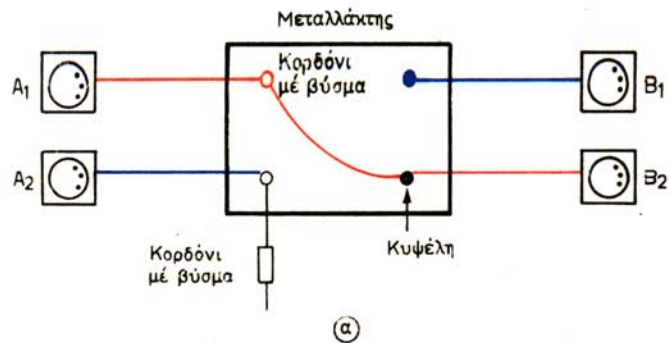
Στήν εἴσοδο εἶναι συνδεμένη ἡ γραμμή ἑνός συνδρομητή, ἐνῶ στίς ἐξόδους οἱ γραμμές τῶν ὑπολοίπων συνδρομητῶν (περίπτωση ἑνός πολύ ἀπλοποιημένου αὐτόματου τηλεφωνικοῦ κέντρου). Ἐνας περιστρεφόμενος μεταλλικός **βραχίονας** στερεωμένος στήν εἴσοδο τοῦ ἐπιλογέα, καθοδηγεῖται αὐτόματα ἀπό τόν καλοῦντα συνδρομητή (ἀριστερά) στήν ἐξοδο, πού εἶναι συνδεμένος ὁ καλούμενος συνδρομητής (δεξιά), καί πραγματοποιεῖ τή σύνδεση τῶν δύο γραμμῶν.

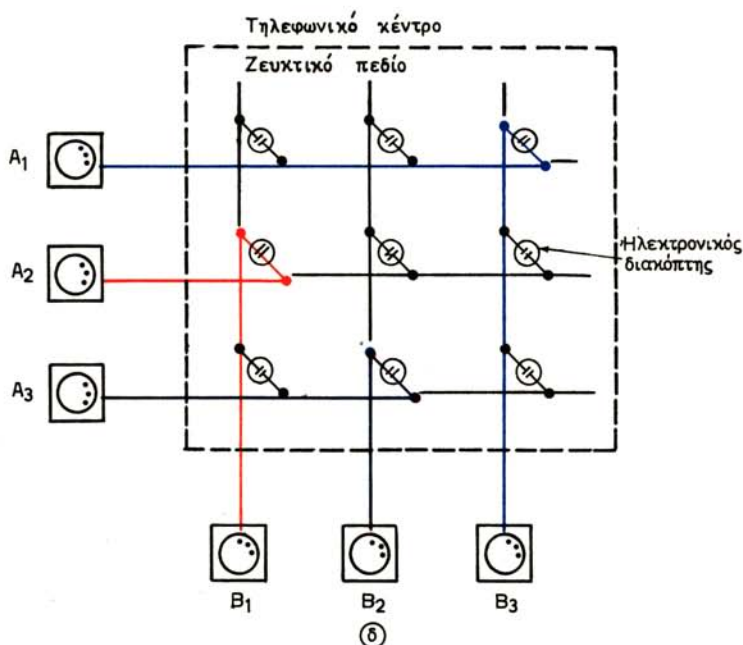
3) Σύνδεση μέ ζευκτικά πεδία.

Σ' ἓνα ζευκτικό πεδίο οἱ εἰσέρχόμενες καί οἱ ἐξέρχόμενες γραμμές τῶν συνδρομητῶν (σέ ἓνα πάλι ἀπλουστευμένο παράδειγμα) εἶναι τοποθετημένες κάθετα μεταξύ τους, ὅπως φαίνεται στά σχήματα [2.1β(γ,δ)], σχηματίζοντας ἓνα πεδίο διασταυρωμένων γραμμῶν. Στά σημεία διασταυρώσεως τοποθετοῦνται εἴτε **μηχανικοί ἐπαφεῖς** (π.χ. ἐπαφεῖς ἠλεκτρονόμων) [σχ. 2.1β(γ)], εἴτε **ἠλεκτρονικοί διακόπτες** (λυχνίες, τρανζίστορες, μαγνητικοί πυρῆνες) [σχ. 2.1β(δ)]. Οἱ ἐπαφεῖς ἢ διακόπτες καθοδηγοῦνται κατάλληλα καί συνδέουν μεταξύ τους δύο ὁποιοσδήποτε γραμμές τοῦ πεδίου. Στό σχῆμα 2.1β(γ) π.χ., εἶναι συνδεμένος ὁ συνδρομητής A_1 μέ τό συνδρομητή B_1 , ὁ A_2 μέ τόν B_3 καί ὁ A_3 μέ τόν B_2 .

β) Πολλαπλό πεδίο χρόνου.

Στό πολλαπλό πεδίο χρόνου διεκπεραιώνονται ταυτόχρονα μέσω **μιάς** μόνο





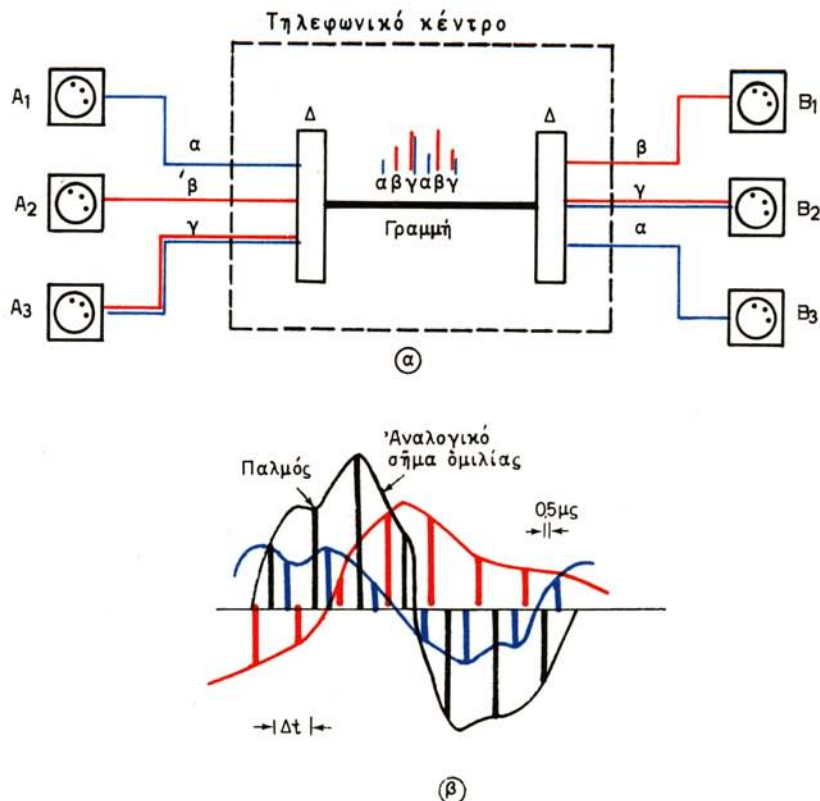
Σχ. 2.1β.

Πολλαπλό πεδίο χώρου: α) Μέ χειροκίνητη σύνδεση. β) Μέ έπιλογείς. γ) Μέ μηχανικούς έπαφείς. δ) Μέ ηλεκτρονικούς διακόπτες.

γραμμής άρκετές συνδιαλέξεις [σχ. 2.1γ(α)]. Δυό συνομιλούντες συνδρομητές, π.χ. οι $A_1 - B_3$, συνδέονται με τη βοήθεια των διατάξεων Δ την ίδια χρονική στιγμή στη γραμμή για ελάχιστο διάστημα (π.χ. για $0,5 \mu s$) και κατόπιν αποσυνδέονται. Έτσι μεταβιβάζεται απ' τόν ένα συνδρομητή στον άλλο ένας παλμός, που αντιστοιχεί περίπου στη στιγμιαία τιμή του ηλεκτρικού σήματος όμιλίας τη στιγμή της μεταδόσεως [σχ. 2.1γ(β)]. Τίς επόμενες στιγμές συνδέονται διαδοχικά ανά δύο οι υπόλοιποι όμιλούντες συνδρομητές (στό σχήμα οι $A_2 - B_1$ και $A_3 - B_2$), μέχρι να φθάσει μετά χρόνο Δt πάλι η σειρά των δύο αρχικών συνδρομητών για να συνδεθούν στιγμιαία και να αποσταλεί ο δεύτερος παλμός από τό σήμα. Παρατηρούμε ότι δεν μεταβιβάζεται μέσω της γραμμής **όλόκληρο** τό ηλεκτρικό σήμα μιās όμιλίας (άναλογικό σήμα), αλλά οι διαδοχικοί παλμοί (δείγματα) που προκύπτουν από τόν τεμαχισμό του σήματος. Απ' τούς παλμούς αυτούς γίνεται στό δέκτη ή **σύνθεση** του αρχικού σήματος. Οι συνδιαλέξεις των συνδρομητών δεν διακρίνονται τοπικά αλλά χρονικά. Πολλαπλά πεδία έπιμερισμού χρόνου χρησιμοποιούνται ήδη σέ σύγχρονα ηλεκτρονικά κέντρα.

γ) Πολλαπλό πεδίο συχνότητας.

Καί, στό πολλαπλό πεδίο συχνότητας διεκπεριώνονται ταυτόχρονα μέσω **μιās**



Σχ. 2.1γ.

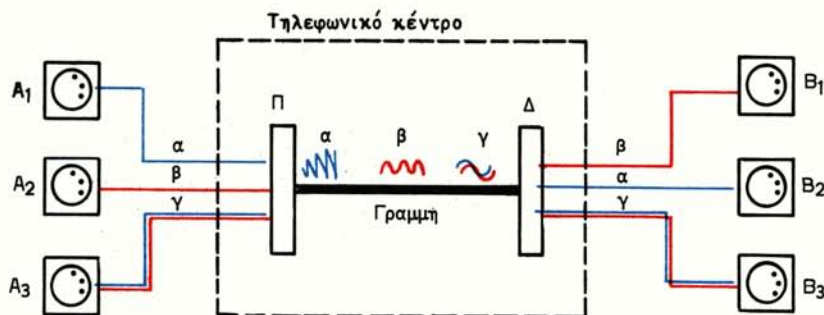
α) Πολλαπλό πεδίο χρόνου. β) Τεμαχισμός του αναλογικού σήματος ομιλίας.

γραμμής πολλές συνδιαλέξεις (σχ. 2.1δ).

Κάθε ηλεκτρικό σήμα ομιλίας διαμορφώνει στον πομπό Π μία ξεχωριστή υψηλή συχνότητα, που ονομάζεται **φέρουσα συχνότητα** ή **φορέας**. Οι φορείς διαβιβάζονται ταυτόχρονα μέσω της γραμμής και φθάνουν στο δέκτη Δ, όπου ξεχωρίζονται με τη βοήθεια ηλεκτρικών φίλτρων, κι από τόν καθένα παίρνεται κατόπιν με ανόρθωση τό αρχικό σήμα. Παρατηρούμε ότι αποστέλλεται **δλόκληρο** τό σήμα ομιλίας απ' τόν πομπό στό δέκτη. Ή μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται μέ μεγάλη έπιτυχία γιά τή μετάδοση συνδιαλέξεων κλπ. σέ υπεραστικές γραμμές (φερέσυχνα συστήματα), όπως θά δούμε πιά κάτω. Αντίθετα, γιά τή διάκριση τών κυκλωμάτων **μέσα** στό τηλεπικοινωνιακό κέντρο δέν έχει χρησιμοποιηθεί μέχρι σήμερα, έξ αίτίας τής μεγάλης δαπάνης πού απαιτείται γιά τίσ τερματικές διατάξεις διαμορφώσεως καί αποδιαμορφώσεως.

— Κατηγορίες κέντρων.

Σέ κάθε αυτόματο τηλεπικοινωνιακό κέντρο (τηλεφωνικό ή τηλετυπικό) μέ πολλαπλά πεδία χώρου διακρίνομε πρώτα τίσ γραμμές, πού συνδέονται μέσω τών



Σχ. 2.16.

Πολλαπλό πεδίο συχνότητας.

ζευκτικών οργάνων (έπιλογέων, ζευκτικών πεδίων) και μέσα απ' τις οποίες ρέουν τά ρεύματα όμιλίας ή οι τηλεγραφικοί παλμοί. Οι γραμμές αυτές σχηματίζουν τό **δίκτυο των γραμμών όμιλίας ή μεταδόσεως τηλεγραφικών σημάτων**. Κατόπιν διακρίνομε τις διατάξεις, πού **καθοδηγούν** τά ζευκτικά όργανα για νά πραγματοποιούνται οι συνδέσεις. "Όταν ή σύνδεση των γραμμών πραγματοποιείται μέ **ήλεκτρομηχανικά** στοιχεία (έπιλογείς, έπαφείς, κλπ.) και ή καθοδήγηση γίνεται έπίσης μέ ηλεκτρομηχανικές διατάξεις (π.χ. μέ διατάξεις από ηλεκτρονόμους), χαρακτηρίζομε τό σύστημα **ήλεκτρομηχανικό σύστημα**. "Όταν ή σύνδεση γίνεται ηλεκτρομηχανικά αλλά μέ τή βοήθεια **ηλεκτρονικής** διατάξεως καθοδηγήσεως, τό σύστημα όνομάζεται **ήμιηλεκτρονικό**, ένω όταν και ή σύνδεση γίνεται μέ **ηλεκτρονικά** στοιχεία, έχομε **πλήρως ηλεκτρονικό σύστημα**.

Ηλεκτρομηχανικά κέντρα αποτελούν σήμερα τή μεγάλη πλειοψηφία των τηλεπικοινωνιακών κέντρων και ή τεχνική τους έχει φθάσει σέ άνυπέρβλητη σχεδόν τελειότητα. Τά μειονεκτήματά τους είναι ότι εργάζονται σχετικά άργά, ότι καταλαμβάνουν μεγάλο χώρο και ότι χρειάζονται συντήρηση. Τά μειονεκτήματα αυτά έξουδετερώνονται μέ τά **ηλεκτρονικά κέντρα**, τά όποια έχουν και τή δυνατότητα νά προσφέρουν πρόσθετες **«Υπηρεσίες»** στους συνδρομητές και νά μειώνουν τό κόστος διασυνδέσεως.

Η λειτουργία των **ηλεκτρονικών κέντρων** τελευταίου τύπου πλησιάζει πολύ στή λειτουργία των ηλεκτρονικών ύπολογιστών. Τό κέντρο διαθέτει **μνήμη**, στήν όποία είναι γραμμένη ή κατάσταση όλων των οργάνων και γραμμών του κάθε χρονική στιγμή, δηλαδή άν είναι έλεύθερα ή κατειλημμένα. Τίς πληροφορίες πού καταφθάνουν στό κέντρο, π.χ. τούς αριθμούς των καλουμένων συνδρομητών, επεξεργάζεται μιά **κεντρική διάταξη** μέ τή βοήθεια κατάλληλου **προγράμματος**, μαζί μέ πληροφορίες πού παίρνει απ' τή μνήμη και προσδιορίζει ποιές γραμμές πρέπει νά συνδεθούν (σύστημα **κεντρικού ή κοινού έλέγχου**). Η σύνδεση πραγματοποιείται κατόπιν αυτόματα μέ τή βοήθεια έντολών τής κεντρικής διατάξεως.

Οι **άπαιτήσεις** πού έχει, γενικά, ένας συνδρομητής από τά σύγχρονα τηλεφωνικά κέντρα, δηλαδή απ' τήν τεχνική διασυνδέσεως είναι:

α) Νά μπορεί νά συνδέεται αυτόματα, χωρίς νά παρεμβάλλονται τηλεφωνήτριες, μέ όποιονδήποτε άλλο συνδρομητή τοῦ δικτύου στό έσωτερικό ή στό έξωτερικό μιάς χώρας.

β) Ἡ σύνδεση νά πραγματοποιεῖται:

- κατά τρόπο ἀπλό καί χωρίς νά παρουσιάζονται ἐπιλογικά σφάλματα,
- σχεδόν πάντοτε μέ τήν πρώτη προσπάθεια, δηλαδή νά μή βρίσκει κατελιγμένες τίς γραμμές τοῦ δικτύου,
- γρήγορα χωρίς αἰσθητοῦς χρόνους ἀναμονῆς,
- ἄψογα τεχνικά, χωρίς νά ἐμφανίζονται θόρυβοι, συνακροάσεις, διακοπές, κλπ.

Οἱ ἀπαιτήσεις αὐτές πρέπει νά ἱκανοποιούνται μέ τό χαμηλότερο δυνατό κόστος, πού εἶναι βασική ἐπιδίωξη τόσο τῶν συνδρομητῶν, ὅσο καί κάθε Ὁργανισμοῦ Τηλεπικοινωνιῶν.

2.2 Ἡ οἰκονομική πλευρά τῆς διασυνδέσεως.

Μείωση τοῦ κόστους διασυνδέσεως τῶν γραμμῶν σέ ἕνα τηλεπικοινωνιακό κέντρο ἐπιτυγχάνεται:

- α) μέ μείωση τοῦ προσωπικοῦ τοῦ κέντρου,
 - β) μέ μείωση τοῦ κόστους τῶν ζευκτικῶν ὀργάνων, γραμμῶν καί λοιποῦ ἐξοπλισμοῦ,
 - γ) μέ μείωση τοῦ ὄγκου τῆς ἐγκαταστάσεως,
 - δ) μέ αὔξηση τῆς διάρκειας ζωῆς καί τῆς ἀξιοπιστίας τοῦ ἐξοπλισμοῦ,
 - ε) μέ καλύτερη ἐκμετάλλευση τοῦ ἐξοπλισμοῦ.
- Γιά τή μείωση τοῦ **προσωπικοῦ** ἀπαραίτητη εἶναι:
- ἡ **αὐτοματοποίηση τῶν διαδικασιῶν** στό κέντρο,
 - ἡ **μείωση τῶν ἐργασιῶν συντηρήσεως**.

Ἐκτός ἀπ' τήν αὐτοματοποίηση τῶν **χειροκινήτων** ζεύξεων, πού ἀπομένουν στά ἐθνικά καί διεθνή ὑπεραστικά δίκτυα, μέ τήν ὁποία καταργοῦνται οἱ τηλεφωνήτριες, ἐπιδιώκεται ἡ αὐτοματοποίηση τῶν διαφόρων **ἐλέγχων** στά κέντρα, ὥστε νά μειώνεται ὁ ἀπαραίτητος χρόνος καί τό προσωπικό γιά τή διενέργειά τους.

Οἱ ἐργασίες **συντηρήσεως** ἔχουν ἄμεση σχέση μέ τό εἶδος τῶν χρησιμοποιουμένων στοιχείων, μέ τό βαθμό χρησιμοποίησέως τους (κίνηση) καί μέ τό πλῆθος τους. **Ἡλεκτρομηχανικά στοιχεῖα** φθείρονται μέ τήν πάροδο τοῦ χρόνου καί ἀπαιτοῦν γενικά συντήρηση. **Ἡλεκτρονικά στοιχεῖα** δέν χρειάζονται συντήρηση καί ἔχουν μεγάλη διάρκεια ζωῆς, ὁ ἀριθμός τους ὅμως σ' ἕνα ἠλεκτρονικό κέντρο εἶναι πολύ μεγαλύτερος ἀπ' τόν ἀριθμό τῶν στοιχείων σ' ἕνα ἠλεκτρομηχανικό κέντρο. Γενικά ἐπιδιώκεται ἡ κατασκευή στοιχείων μέ μεγάλη διάρκεια ζωῆς καί μεγάλη **ἀξιοπιστία**, δηλαδή μικρή πιθανότητα ἐμφανίσεως βλάβης σ' ὀρισμένο χρονικό διάστημα, καθώς καί ἡ μείωση τοῦ ἀριθμοῦ τῶν στοιχείων στίς διάφορες διατάξεις. Παράλληλα ἐπιδιώκεται ἡ **ἀπλούστευση** καί ἡ **τυποποίηση** τῶν ἐργασιῶν συντηρήσεως καί ἐπισκευῆς. Ἡ συναρμολόγηση τῶν διατάξεων κλπ. γίνεται κατά τέτοιο τρόπο, ὥστε εὐκόλα νά μπορεῖ νά ἀφαιρεθεῖ καί νά ἀντικατασταθεῖ ἕνα ὁλόκληρο συγκρότημα ἀπό κατασκευαστικά στοιχεῖα, π.χ. ἕνας ἠλεκτρονόμος, ἕνα τυπωμένο κύκλωμα, κλπ., ὅταν πάθει βλάβη ἕνα στοιχεῖο τοῦ συγκροτήματος.

Ἡ μείωση τοῦ **κόστους** τοῦ ἐξοπλισμοῦ ἐπιτυγχάνεται:

- μέ τήν ἀπλούστευση τῶν ὀργάνων, διατάξεων, κλπ. καί τή χρησιμοποίηση τῶν ἀπαραιτήτων, μόνο, στοιχείων,
- μέ τή μείωση τοῦ ὄγκου τῶν κατασκευαστικῶν στοιχείων καί μονάδων, πού ἔχει σά συνέπεια τήν ἐξοικονόμηση ὑλικοῦ καί χώρου,

- μέ την απλούστευση καί αυτοματοποίηση τῆς κατασκευῆς,
- μέ την τυποποίηση τῶν στοιχείων, ὀργάνων κλπ., δηλαδή μέ την κατασκευή ὀρισμένων, μόνο, τύπων, πού χρησιμοποιοῦνται σέ ὅσο τό δυνατόν περισσότερες περιπτώσεις.

Παράλληλα μέ τίς ἐπιδιώξεις αὐτές γίνεται προσπάθεια κατασκευῆς καί χρησιμοποίησεως νέων ὑλικῶν καί ἐπινοήσεως νέων στοιχείων καί συστημάτων μέ χαμηλότερο κόστος.

Καλύτερη **ἐκμετάλλευση** τοῦ ἐξοπλισμοῦ ἐπιτυγχάνεται μέ τή χρησιμοποίησή του ἀπό ὅσο τό δυνατόν μεγαλύτερο ἀριθμό συνδρομητῶν. Ἐπειδή ὅλοι οἱ συνδρομητές ἐνός κέντρου δέν πραγματοποιοῦν **ταυτόχρονα** συνδιαλέξεις ἀλλά μόνο ἓνα ποσοστό ἀπ' αὐτούς, π.χ. 10% ὡς 12% τήν **ῥα αἰχμῆς**, πού παρουσιάζεται ἡ πιδ ἰσχυρή τηλεφωνική κίνηση, τοποθετοῦνται στό κέντρο μόνο τόσα ὄργανα καί γραμμές ὅσα εἶναι ἀπαραίτητα γιά νά ἐξυπηρετήσουν τήν κίνηση αἰχμῆς καί ὄχι ὅσα θά χρειάζονταν, ἂν ὅλοι οἱ συνδρομητές τοῦ κέντρου πραγματοποιοῦσαν ταυτόχρονα συνδέσεις. Τά ὄργανα αὐτά εἶναι **κοινά** καί χρησιμοποιοῦνται **διαδοχικά** ἀπ' ὅλους τοὺς συνδρομητές. Βέβαια ὑπάρχει ἡ πιθανότητα νά βρεῖ ἓνας συνδρομητής πού ἐπιθυμεῖ νά συνδεθεῖ ὅλες τίς γραμμές κατειλημμένες ἀπό ἄλλους συνδρομητές. Ἡ πιθανότητα ὅμως αὕτη εἶναι πολύ μικρή, συνήθως 1%, ὅταν τό κέντρο ἔχει ὑπολογιστεῖ σωστά καί δέν ὑπάρχει ἓνα ἔκτακτο γεγονός, πού νά ἀναγκάζει τοὺς συνδρομητές νά πραγματοποιοῦν περισσότερες συνδιαλέξεις ἀπ' τό κανονικό.

Ἡ **καθοδήγηση** τῶν ὀργάνων ἐνός τηλεφωνικοῦ κέντρου γιά τήν πραγματοποίηση συνδέσεων μπορεῖ νά γίνεται **ἄμεσα** ἀπ' τόν ἴδιο τόν καλοῦντα συνδρομητή ἢ ἔμμεσα ἀπό **κεντρικές διατάξεις**, πού ἐξυπηρετοῦν τίς συνδέσεις πολλῶν συνδρομητῶν. Στή δεύτερη περίπτωση ἐπιδιώκεται ἰδιαίτερα ἡ ἐξυπηρέτηση ὅσο τό δυνατόν περισσοτέρων συνδέσεων ἀπ' τήν ἴδια διάταξη. Εἶναι φανερό, ὅτι γιά νά μήν ἐμφανίζονται μεγάλοι χρόνοι ἀναμονῆς, θά πρέπει ἡ κεντρική διάταξη νά ἐργάζεται πολύ γρήγορα. Σέ σύγχρονα συστήματα ἐπιτυγχάνεται αὐτό μέ τή χρησιμοποίηση ἡλεκτρονικῶν κυκλωμάτων.

Συνέπεια τῆς χρησιμοποίησεως ἡλεκτρονικῶν στοιχείων καί κεντρικῶν διατάξεων εἶναι, μεταξύ ἄλλων, ἡ μείωση τοῦ **ὄγκου** τοῦ κέντρου καί τοῦ ἀπαιτούμενου χώρου γιά τήν ἐγκατάστασή του. Αὐτό ἔχει ἰδιαίτερη οἰκονομική σημασία, ἐπειδή τά κέντρα πρέπει νά τοποθετοῦνται σέ κεντρικά σημεῖα τῶν πόλεων, ὅπου ὁ χώρος στοιχίζει πολύ καί ἐπειδή ὁ ἀριθμός τῶν συνδρομητῶν αὐξάνεται συνεχῶς, ὥστε σύντομα νά μήν ἐπαρκοῦν πιά οἱ ὑπάρχοντες χώροι γιά τήν ἐπέκταση τῶν κέντρων μέ μεγάλα σέ ὄγκο ἡλεκτρομηχανικά συστήματα.

2.3 Ἡ τεχνική πλευρά τῆς μεταδόσεως.

Γιά τήν ἐξασφάλιση καλῆς ποιότητος μεταδόσεως, εἶναι ἀπαραίτητο διάφορες παρασιτικές τάσεις πού ἐμφανίζονται κατά τή μετάδοση καί δημιουργοῦν τό φαινόμενο πού ὀνομάζεται **θόρυβος**, νά διατηροῦνται σέ χαμηλή στάθμη συγκριτικά μέ τό ὠφέλιμο σῆμα. Ἀκόμα, οἱ **παραμορφώσεις** πού παθαίνει τό σῆμα κατά τή μετάβασή του ἀπ' τόν πομπό στό δέκτη, πρέπει νά περιορίζονται ὅσο τό δυνατόν περισσότερο.

Στήν ένσύρματη τηλεπικοινωνία, έξ αίτίας τής ώμικής, χωρητικής, έπαγωγικής άντιστάσεως καί τής διηλεκτρικής άγωγιμότητας μιås τηλεπικοινωνιακής γραμμής, **έξασθενεί** τό σήμα κατά μήκος τής γραμμής μέ άποτέλεσμα νά περιορίζεται ή μέγιστη άπόσταση, πού μπορεί αύτό νά καλύψει, ή ή **έμβέλεια** τής ζεύξεως, όπως λέμε. Σημαντική αύξηση τής έμβέλειας πραγματοποιήθηκε στά πρώτα χρόνια τής τηλεφωνίας (1899) μέ τήν έφεύρεση τών πηνίων **Πουπίν** (rurin) άπ' τόν άμερικανό καθηγητή **Pupin**, τά όποια χρησιμοποιούνται σέ όρισμένες περιπτώσεις καί σήμερα. Τά πηνία Πουπίν τοποθετούνται σέ κανονικά διαστήματα στή γραμμή καί έξουδετερώνουν τίς χωρητικές της άντιστάσεις μέ συνέπεια νά μείώνεται ή έξασθένηση. Τό πρόβλημα τής έξασθενήσεως στίς γραμμές άντιμετωπίστηκε ριζικά μέ τήν έφεύρεση τής ήλεκτρονικής λυχνίας (1906), πού επέτρεψε τήν **ένίσχυση** τών σημάτων. Άπό τότε τοποθετούνται στή γραμμή ένισχυτές, μέ τούς όποιους ή έμβέλεια γίνεται πρακτικά άπεριορίστη.

Στήν άσύρματη τηλεπικοινωνία έξασθενεί έπίσης τό σήμα, άνάλογα μέ τό στρώμα τής ατμόσφαιρας πού χρησιμοποιείται γιά τή μετάδοση καί τή μετεωρολογική του κατάσταση έξ αίτίας τής διασποράς, διαχύσεως, άπορροφήσεως κ.ο.κ. τών ήλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Γιά τήν έξουδετέρωση τής έξασθενήσεως καί γιά άλλους λόγους τοποθετούνται σέ όρισμένες ζεύξεις **σταθμοί άναμεταδόσεως** πού λαμβάνουν, ένισχύουν καί εκπέμπουν ξανά τό σήμα.

Όρισμένα φαινόμενα, πού παρουσιάζονται σέ ζεύξεις μεγάλου μήκους, όπως σφύριγμα, ήχώ κλπ., έξουδετερώνονται μέ κατάλληλες διατάξεις. Πρόβλημα όμως δημιουργεί σέ πολύ μακρινές τηλεφωνικές ζεύξεις γιά μία άνετη συνομιλία, ό **χρόνος** πού άπαιτείται γιά νά φθάσει ή φωνή στό άλλο άκρο τής γραμμής καί νά έλθει πίσω ή άπάντηση. Άν ό χρόνος αύτός είναι μεγαλύτερος άπό 400 ms, δυσχεραίνεται σημαντικά ή συνδιάλεξη.

Γιά οικονομικούς λόγους, πού θά γνωρίσουμε πío κάτω, δέν μεταβιβάζεται σέ μία τηλεφωνική συνδιάλεξη μέσω φερεσύχων συστημάτων όλόκληρο τό φάσμα συχνοτήτων τής όμιλίας (16 ως 16000 Hz) αλλά μόνο ή ζώνη 300 ως 3400 Hz. Οι συχνοτήτες τής ζώνης αύτης έξασφαλίζουν καταληπτότητα συλλαβών 91% καί προτάσεων 99% περίπου, πού είναι άρκετές γιά τή διεξαγωγή συνδιαλέξεως χωρίς δυσκολία. Στήν τηλεγραφία άρκεί γιά τήν μεταβίβαση τών σημάτων ζώνη 80 Hz.

2.4 Η οικονομική πλευρά τής μεταδόσεως.

Η καλή ποιότητα μεταδόσεως, πού άπαιτεί ό συνδρομητής άπό τήν τεχνική μεταδόσεως, πρέπει νά εξασφαλίζεται μέ τό χαμηλότερο δυνατό κόστος. Στά άστικά δίκτυα οι άποστάσεις μεταξύ τών συνδρομητών είναι μικρές καί γι' αύτό είναι οικονομικά δυνατό νά δίνεται γιά κάθε συνδιάλεξη, πού πραγματοποιείται, ένα ζευγος άγωγών άποκλειστικά στους δύο συνδρομητές γιά όλη τή διάρκεια τής συνδιαλέξεως. Μέσα άπ' τό ζευγος αύτό ρέουν τά ρεύματα όμιλίας μόνο τών δύο συνδρομητών.

Στά πρώτα χρόνια τής τηλεφωνίας χρειαζόταν έπίσης, γιά κάθε ύπεραστική συνδιάλεξη μία γραμμή μέ δύο άγωγούς. Στήν ύπεραστική όμως έπικοινωνία οι άποστάσεις είναι μεγάλες καί οι γραμμές στοιχίζουν πολύ. Έτσι τό κόστος μιås συνδιαλέξεως ήταν ύψηλό καί ή επέκταση τής ύπεραστικής τηλεφωνίας ήταν προβληματική άπό τεχνικής πλευράς, λόγω του τεράστιου άριθμού γραμμών πού θά έπρεπε νά τοποθετηθούν μεταξύ τών πόλεων.

Μείωση του κόστους των υπεραστικών συνδιαλέξεων με ταυτόχρονη μείωση του απαραίτητου πλήθους γραμμών πραγματοποιήθηκε με την **πολλαπλή έκμετάλλευση** μιάς γραμμής. Αρχικά κατορθώθηκε η μετάδοση τριών συνδιαλέξεων μέσω δύο ζευγών γραμμών με τη δημιουργία ενός τρίτου κυκλώματος, του **φανταστικού κυκλώματος**. Με τον ίδιο τρόπο πραγματοποιήθηκε η δημιουργία τριών φανταστικών κυκλωμάτων από 4 ζεύγη γραμμών και η ταυτόχρονη μετάδοση επτά συνδιαλέξεων. Μετά τα φανταστικά κυκλώματα βελτιώθηκε η έκμετάλλευση των γραμμών κατά 50% και 75% αντίστοιχα στις δύο περιπτώσεις που αναφέραμε αλλά παράλληλα αυξήθηκαν τα τεχνικά προβλήματα και μειώθηκε η ποιότητα μεταδόσεως. Ριζικά το πρόβλημα της πολλαπλής έκμεταλλεύσεως λύθηκε με την **έπινόηση των φερεσύχων συστημάτων (Φ/Σ)**.

Η μετάδοση στα Φ/Σ στηρίζεται στην αρχή που περιγράψαμε στο πολλαπλό πεδίο συχνότητας. Τα σήματα χαμηλής συχνότητας της όμιλίας ή τηλεγραφίας μεγάλου αριθμού συνδρομητών διαμορφώνουν ισάριθμες υψηλές συχνότητες, τους **φορείς ή φέρουσες συχνότητες**, που διαβιβάζονται **ταυτόχρονα** μέσω ενός ζεύγους γραμμών ή μέσω του ελεύθερου χώρου. Από τους φορείς παίρνονται στο **δέκτη με αποδιαμόρφωση** τα αρχικά σήματα χαμηλής συχνότητας και κατανέμονται στους αντίστοιχους συνδρομητές.

Για τη μείωση του κόστους ανά συνδιάλεξη ή τηλεγράφημα επιδιώκεται η μετάδοση όσο το δυνατόν μεγαλύτερου αριθμού συνδιαλέξεων (τηλεγραφημάτων) μέσω μιάς γραμμής. Ο αριθμός όμως αυτός περιορίζεται από τη **ζώνη ή φάσμα συχνοτήτων**, που είναι σε θέση να διαβιβάσει μία γραμμή οικονομικά. Γενικά, με την αύξηση της διαβιβαζόμενης ζώνης σε μία γραμμή, αυξάνεται η **έξασθένηση** (απόσβεση) των σημάτων και γίνεται απαραίτητη η τοποθέτηση ενισχυτών σε μικρότερες αποστάσεις. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να αυξάνεται το κόστος του συστήματος. Ένας άλλος περιορισμός δημιουργείται από τη **διαφωνία**, δηλαδή την ανεπιθύμητη μεταβίβαση σήματος από ένα κύκλωμα όμιλίας σε άλλο, που αυξάνεται με αυξανόμενη συχνότητα. Σ' ένα ζευγος άγωγων **συμμετρικής καλωδιακής γραμμής** με μόνωση από πλαστικό είναι σήμερα δυνατή οικονομικά η μετάδοση 120 ταυτοχρόνων συνδιαλέξεων, ενώ ένα ζευγος **όμοαξονικής γραμμής** επιτρέπει τη μετάδοση ταυτόχρονα μέχρι και 10.800 συνδιαλέξεων.

Όπωςδήποτε σημαντικό ρόλο στην οικονομική διαμόρφωση ενός τηλεπικοινωνιακού συστήματος παίζουν οι γεωγραφικές συνθήκες, που επιβάλλουν πολλές φορές το σύστημα που είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί. Η εισαγωγή νέων γραμμών μεταδόσεως, όπως των **κυματοδηγών** και των **οπτικών άγωγών** που επιτρέπουν τη διέλευση πολύ μεγάλου φάσματος συχνοτήτων και τεράστιου αριθμού ταυτοχρόνων συνδιαλέξεων, θα συντελέσει στο μέλλον σε ακόμα μεγαλύτερη μείωση του κόστους μεταδόσεως.

2.5 Η Διεθνής Ένωση Τηλεπικοινωνιών.

Η εξάπλωση των τηλεπικοινωνιών σ' ολόκληρο τον κόσμο κάνει αναπόφευκτη τη συνεργασία μεταξύ των Τηλεπικοινωνιακών Οργανισμών και των τηλεπικοινωνιακών συστημάτων των διαφόρων χωρών, ώστε να είναι δυνατή η πραγματοποίηση διεθνών ανταποκρίσεων. Για τη μελέτη των προβλημάτων, που δημιουργεί η συνεργασία αυτή και την επεξεργασία προτάσεων για την ένιαία αντιμετώπιση

τους, έχει συσταθεί ή **Διεθνής Ένωση Τηλεπικοινωνιών (U.I.T.)*** από εκπρόσωπους των περισσότερων πολιτισμένων κρατών. Ἡ U.I.T. ἀνήκει στὸν Ὄργανισμό Ἑνωμένων Ἐθνῶν, ἐδρεύει στή Γενεύη καί μέ τίς ἐπιτροπές της C.C.I.T.T.** καί C.C.I.R.*** πού μελετοῦν ἀντίστοιχα τὰ προβλήματα τῆς τηλεγραφίας καί τηλεφωνίας καί τὰ προβλήματα τῆς ραδιοεπικοινωνίας, συμβάλλει σέ μεγάλο βαθμό στήν τυποποίηση τῶν μεθόδων, τοῦ τηλεπικοινωνιακοῦ ἐξοπλισμοῦ κλπ. καί γενικά στήν ἐνιαία καί ὀρθολογική ἀντιμετώπιση ὅλων τῶν προβλημάτων στό χῶρο τῶν τηλεπικοινωνιῶν.

* Union Internationale des Télécommunications

** Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique

*** Comité Consultatif International des Radio Communications

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΓΡΑΦΙΑΣ

Στό μέρος αυτό του βιβλίου εξετάζονται τά βασικά εξαρτήματα, πού χρησιμοποιούνται στην τηλεφωνική καί τηλεγραφική τεχνική γιά τή δόμηση συνθέτων συσκευών καί έγκαταστάσεων. Τά εξαρτήματα αυτά διακρίνομε σέ άπλά **κατασκευαστικά στοιχεία**, όπως είναι οί αντίστατες, τά πηνία, οί πυκνωτές, οί ήμιαγωγοί κλπ., καί σέ πió σύνθετα εξαρτήματα, όπως είναι οί ρωστήρες, οί έπιλογείς, ή συνδρομητική τηλεφωνική συσκευή κ.ά. Τά τελευταία χαρακτηρίζομε **κατασκευαστικές μονάδες**. 'Η γνώση του προορισμού, του τρόπου έργασίας καί τών ιδιαιτέρων χαρακτηριστικών τών στοιχείων καί μονάδων είναι άπαραίτητη τόσο γιά τήν κατανόηση τής λειτουργίας όποιασδήποτε διατάξεως πού περιλαμβάνει τά εξαρτήματα αυτά, όσο καί γιά τή σχεδίαση μιās νέας διατάξεως.

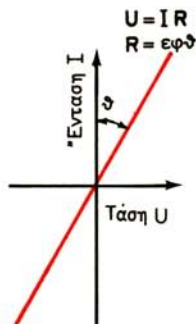
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΩΜΙΚΟΙ ΑΝΤΙΣΤΑΤΕΣ

Οί αντίστατες διαφέρουν από τά άλλα κατασκευαστικά στοιχεία κατά τό ότι ή τάση στά άκρα τους καί ή ένταση του ρεύματος, πού τούς διαρρέει, βρίσκονται συνεχώς σέ φάση. **Ίδανικοί ώμικοί αντίστατες**, αντίθετα από τούς μή ώμικούς, έχουν σταθερή αντίσταση ανεξάρτητη άπ' τό ρεύμα πού τούς διαπερνά κι από όποιοδήποτε άλλο μέγεθος, π.χ. άπ' τή θερμοκρασία. 'Η πώση τάσεως στά άκρα τους ύπακούει στο νόμο του Ωμ κι ή σχέση τάσεως - έντάσεως παριστάνεται μέ μία ευθεία γραμμή (σχ. 3), γι' αυτό οί ίδανικοί ώμικοί αντίστατες χαρακτηρίζονται **γραμμικά στοιχεία**. 'Η τιμή τής αντίστάσεως προσδιορίζεται άπ' τό ύλικό καί τίς γεωμετρικές διαστάσεις του αντίστατή καί δίνεται σέ Ωμ (Ω).

Στούς **πραγματικούς ώμικούς αντίστατες** ή αντίσταση μεταβάλλεται περισσότερο ή λιγότερο μέ τήν ένταση του ρεύματος, τή συχνότητα, τή θερμοκρασία, τήν ύγρασία του περιβάλλοντος, τήν ηλικία του αντίστατή, κλπ. Έτσι μόνο μέσα σέ όρισμένα **δρια** τών μεγεθών αυτών έπιτρέπεται νά θεωρείται ή αντίσταση κατά προσέγγιση σταθερή καί νά εφαρμόζεται σύμφωνα μέ τό σχήμα 3 ό νόμος του Ωμ.

Ίδιαίτερη σημασία στή σταθερότητα μιās ώμικής αντίστάσεως έχει ή μεταβολή τής συχνότητας του ρεύματος καί τής θερμοκρασίας.



Σχ. 3.

Χαρακτηριστική καμπύλη τάσεως-έντάσεως ιδανικού ωμικού αντιστάτη.

3.1 Έξαρτηση της αντίστασης απ' τη συχνότητα.

Κάθε αντιστάτης παρουσιάζει στο έσωτερικό και έξωτερικό του ένα μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο, όταν διαρρέεται από ένα αλλασσόμενο ρεύμα, και κατά συνέπεια μιά **αυτεπαγωγή**. Επίσης παρουσιάζει **χωρητικότητες** μεταξύ των σπειρών της περιελίξεώς του, των άκροδεκτών, των γειτονικών άγωγών κ.ο.κ. Αυτεπαγωγή και χωρητικότητες δημιουργούν **δεργες αντίστασεις**, που εξαρτώνται απ' τη συχνότητα του ρεύματος και μεταβάλλουν την αντίσταση, ιδιαίτερα στις υψηλές συχνότητες. Στις συχνότητες αυτές μεταβάλλεται ή αντίσταση επίσης λόγω του **«έπιδερμικού φαινομένου»**. Ένω στο συνεχές ρεύμα χρησιμοποιείται ομοιόμορφα όλη ή διατομή του άγωγού για τη ροή του ρεύματος, σε ρεύμα υψηλής συχνότητας περιορίζεται η ροή σ' ένα στενό δακτύλιο, που έχει έξωτερική διάμετρο τή διάμετρο του άγωγού, με αποτέλεσμα την αύξηση της ωμικής αντίστασης.

3.2 Έξαρτηση της αντίστασης απ' τη θερμοκρασία.

Μεταβολές της θερμοκρασίας μπορεί νά προέρχονται είτε απ' τό περιβάλλον, είτε απ' τήν έκλυση θερμότητας στον αντιστάτη υπό φορτίο. Η αντίσταση του πραγματικού ωμικού αντιστάτη σε όρισμένη θερμοκρασία δίνεται απ' τόν τύπο:

$$R(\theta) = R(\theta_0) [1 + \alpha_{\theta_0} (\theta - \theta_0)]$$

όπου: $R(\theta)$ ή αντίσταση σε θερμοκρασία $\theta^\circ\text{C}$. $R(\theta_0)$ ή αντίσταση σε θερμοκρασία $\theta_0 = 20^\circ\text{C}$. α_{θ_0} ο θερμικός συντελεστής του αντιστάτη σε $\theta_0 = 20^\circ\text{C}$.

Η θερμοκρασία των 20°C λαμβάνεται σά θερμοκρασία αναφοράς και γι' αυτή δίνονται συνήθως οι τιμές των αντίστασεων. Ο θερμικός συντελεστής δίνει τή μεταβολή της αντίστασης ενός Ω ανά βαθμό θερμοκρασίας. Στα καθαρά μέταλλα είναι κατά κανόνα θετικός, ενώ στα κράματα και στους ήμιαγωγούς είναι συνήθως αρνητικός. Έτσι, ανάλογα μέ τό υλικό του αντιστάτη αύξάνεται ή μειώνεται ή αντίσταση όταν αυξάνει ή θερμοκρασία. Ο Πίνακας 3.2.1 δίνει τήν ειδική αντίσταση, τήν ειδική αγωγιμότητα και τό θερμικό συντελεστή μερικών κοινών υλικών.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2.1.

Υλικό	Ειδική αντίσταση ρ $\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$	Ειδική αγωγιμότη. κ $\text{m}/\Omega\text{mm}^2$	Θερμικός συντε- λεστής $(^\circ\text{C})^{-1}$
Άργυρος	0,0165	61	$+4,1 \cdot 10^{-3}$
Χαλκός	0,0175	57	$+4,3 \cdot 10^{-3}$
Άλουμίνιο	0,029	35	$+4,7 \cdot 10^{-3}$
Υλικά αντίστατών			
Κονσταντάν	0,43 0,51	2,32 1,96	$-0,05 \cdot 10^{-3}$
Νικελίνη	0,43	2,33	$0,13 \cdot 10^{-3}$
<i>Μαγγανίνη (Χαλκός-Νικέλιο-Μαγγάνιο)</i>	0,43	2,33	$0,01 \cdot 10^{-3}$
Σίδηρος-Χρώμιο	1,2	0,83	$0,02 \cdot 10^{-3}$
Άνθρακας	40	0,025	$-0,2 \dots -1 \cdot 10^{-3}$

3.3 Στοιχεία του αντίστατη.

Σε κάθε αντίστατη ενδιαφέρουν κυρίως τρία στοιχεία: Η τιμή της αντίστασης, η άνοχη της αντίστασης και το ονομαστικό φορτίο.

Η **τιμή της αντίστασης** είναι η αντίσταση, για την οποία υπολογίζεται και κατασκευάζεται ένας αντίστατης. Επειδή όμως στην πράξη η κατασκευή και η μέτρηση ενός αντίστατη δεν μπορεί ποτέ να είναι έντελως ακριβής, η αντίστασή του διαφέρει μετά την κατασκευή απ' την αντίσταση υπολογισμού. Η **άνοχη** που δίνεται απ' τον κατασκευαστή σε ποσοστά της τιμής της αντίστασης, π.χ. $\pm 1\%$, $\pm 5\%$, $\pm 10\%$ κλπ., προσδιορίζει τα όρια μέσα στα οποία βρίσκεται η πραγματική τιμή της αντίστασης. Ένας αντίστατης π.χ. που κατασκευάζεται για $1 \text{ k}\Omega$ με άνοχη 10% , επιτρέπεται να έχει μία τιμή μεταξύ 900 και 1100Ω . Αντιστάτες με άνοχη κάτω από 1% θεωρούνται αντιστάτες ακριβείας. Σε κοινές τηλεπικοινωνιακές συσκευές χρησιμοποιούνται περισσότερο άνοχες 5% , ή 10% .

Τό **ονομαστικό φορτίο** σε βάττ (W) δίνει τη μέγιστη ισχύ που μπορεί να καταναλίσκεται συνεχώς στον αντίστατη, χωρίς να προξενείται βλάβη λόγω της θερμότητάς που παράγεται.

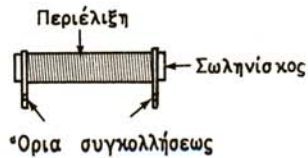
3.4 Είδη αντιστατών.

Ανάλογα με την κατασκευή διακρίνουμε τα εξής τρία είδη αντιστατών:

α) Συρμάτινοι αντιστάτες.

Οι αντιστάτες αυτοί κατασκευάζονται με σύρμα από κράματα μετάλλων μεγάλης ειδικής αντίστασης και μικρού θερμικού συντελεστή, π.χ. από κονσταντάν,

νικελίνη, μαγγανίνη. Τό σύρμα όξειδώνεται τεχνητά γιά νά άποκτήσει μόνωση και περιτυλίγεται σ' ένα σωληνίσκο από χαρτόνι, πορσελάνη ή κεραμικό ύλικό. Άρχή και τέλος τοῦ σύρματος συνδέονται μέ τά όρια συγκολλήσεως τοῦ αντίστατή στίς δύο άκρες του (σχ. 3.4α). Ένα λεπτό στρώμα από βερνίκι, γυαλί, ή τσιμέντο προ-



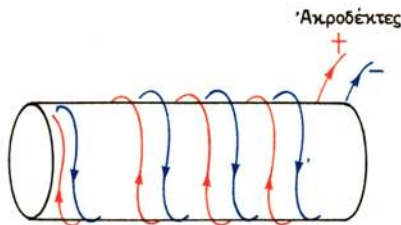
Σχ. 3.4α.

Συρμάτινος αντίστατης.

στατεύει τόν αντίστατή από τή διάβρωση σέ ύψηλές θερμοκρασίες και ταυτοχρο- να τόν μονώνει.

Συρμάτινοι αντίστατές χρησιμοποιούνται στίς τηλεπικοινωνίες γιά μεγάλα φορ- τία (μέχρι 200 W) και μικρές άντιστάσεις (1 Ω ως 200 kΩ). Μέ προσεκτική κατα- σκευή άκριβείας είναι δυνατή ή δημιουργία άντιστατών μέ μικρή άνοχή. Η αντί- στασή τους μεταβάλλεται σημαντικά μέ τή συχνότητα λόγω τής μεγάλης αΰτεπα- γωγής τους, γι' αυτό είναι άκατάλληλοι γιά λειτουργία σέ ύψηλές συχνότητες στήν κανονική τους μορφή.

Άντιστάτες μέ μικρή αΰτεπαγωγή κατασκευάζονται μέ **δίμιτη περιέλιξη**, όπως φαίνεται στο σχήμα 3.4β. Τό σύρμα διπλώνεται στή μέση και τυλίγεται στο μονω- τικό σωλήνα τοῦ αντίστατή. Έτσι τά ρεύματα σέ δύο γειτονικά σύρματα είναι ίσα και αντίθετα, μέ αποτέλεσμα νά έξουδετερώνονται τά μαγνητικά τους πεδία. Μειο- νέκτημα τοῦ αντίστατή είναι ότι δέν άντέχει σέ ύψηλές τάσεις.



Σχ. 3.4β.

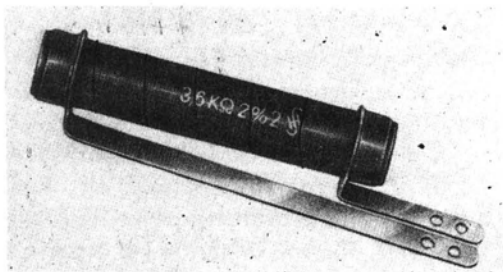
Δίμιτη περιέλιξη.

β) Έπιδερμικοί άντιστάτες.

Οί **έπιδερμικοί άντιστάτες** αποτελούνται από ένα πολύ λεπτό στρώμα ύλικού άν- τιστάσεως τοποθετημένο όμοιόμορφα στήν έξωτερική έπιφάνεια ενός σωληνί- σκου από μονωτικό ύλικό, π.χ. πορσελάνη. Άπό τό στρώμα αυτό άπομακρύνεται, συνήθως μέ είδικό χαρακτηριστικό έργαλείο, μία σπειροειδής λουρίδα, ώστε τό ρεύμα νά ρέει στή λουρίδα που άπομένει άπ' τό ύλικό τής άντιστάσεως γύρω άπ' τό σω-

ληνίσκο (σχ. 3.4γ). Με τόν τρόπο αυτό αύξάνεται ή αντίσταση του άντιστάτη, έπει-
δή περιορίζεται τό ρεύμα σέ μιά στενή λουρίδα κι' έπίσης εκλέγοντας τό κατάλλη-
λο πλάτος λουρίδας, μπορεί νά ληφθεΐ όρισμένη τιμή άντιστάσεως. Γιά προστασία
άπό έξωτερικές επίδράσεις καί μόνωση καλύπτεται ή έπιφάνεια του άντιστάτη μέ
είδικό βερνίκι.

Ανάλογα μέ τό είδος του ύλικού άντιστάσεως πού χρησιμοποιεΐται, διακρίνομε
άντιστάτες άνθρακα, μεταλλικού φίλμ (π.χ. άπό στρώμα χρωμίου - νικελίου), κλπ.
Οί έπιδερμικοί άντιστάτες διατηροΰν σταθερή τήν αντίστασή τους σέ ύψηλές συ-
χνότητες, έφ' όσον δέν έχουν χαραχθεΐ επάνω τους σπειρες ή ό άριθμός των σπει-



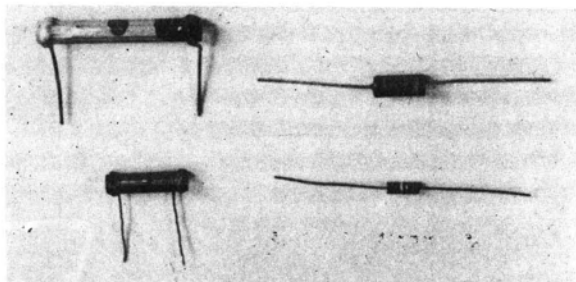
Σχ. 3.4γ.

Έπιδερμικός άντιστάτης μέ χαραγμένη σπειροειδή λουρίδα.

ρων είναι πολύ μικρός. Ό θερμικός τους συντελεστής είναι μεγαλύτερος άπό εκεί-
νο των συρματινων άντιστατών. Γενικά χρησιμοποιούνται γιά μικρά φορτία (0,05
ώς 100 W) καί μεγάλες τιμές άντιστάσεως (μερικά Ω ως 10 ΜΩ).

γ) Άντιστάτες μάζας.

Μία μάζα άπό σκόνη ύλικού άντιστάσεως, συνήθως άνθρακα, καί άπό μή άγώ-
γιμο άδρανές ύλικό, όπως σκόνη άσβέστη, συμπιέζεται μαζί μέ συνδετικό ύλικό,
π.χ. συνθετική ρητίνη, σέ μορφή κυλινδρίσκου (σχ. 3.4δ).



Σχ. 3.4δ.

Άντιστάτες μάζας.

Η κατασκευή αυτή είναι φτηνή, αλλά οι άντιστάτες παρουσιάζουν μεγάλη άνο-
χή (μεγαλύτερη άπό 5%) καί ή αντίστασή τους μεταβάλλεται πολύ μέ τή θερμο-
κρασία. Η περιοχή των άντιστάσεων πού καλύπτουν είναι 10 Ω ως 1.000 ΜΩ. Οί
άντιστάτες μάζας παρουσιάζουν ελάχιστη αύτεπαγωγή, γι' αυτό χρησιμοποιούνται
σέ ύψηλές συχνότητες.

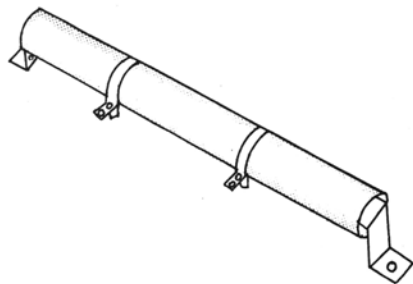
Ανάλογα με τις τιμές των αντιστάσεων, που μπορούν να ληφθούν από ένα αντιστάτη, διακρίνουμε **σταθερούς** και **μεταβλητούς** αντιστάτες.

δ) Σταθεροί αντιστάτες.

Η τιμή της αντίστασης που προσδιορίζεται, όπως αναφέραμε απ' το υλικό κι απ' τις διαστάσεις του αντιστάτη, δεν μπορεί να μεταβάλλεται κατά τη βούλησή μας.

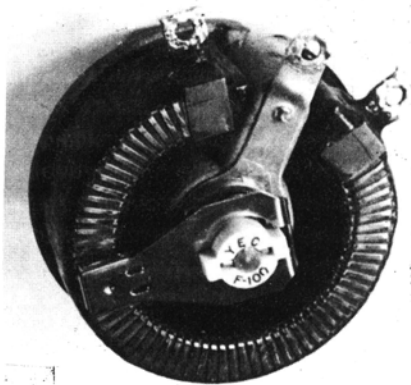
ε) Μεταβλητοί αντιστάτες.

Επιτρέπουν τη λήψη μιᾶς τιμῆς αντίστασης από περισσότερες ἄλλες σταθερές τιμές ἢ τη λήψη οποιασδήποτε ἐπιθυμητῆς ἐνδιάμεσης τιμῆς απ' τὴν ἀντίσταση τοῦ αντιστάτη. Στὴν πρώτη περίπτωση τοποθετοῦνται κατὰ μῆκος τοῦ αντιστάτη ἀκροδέκτες (ἐνδιάμεσες λήψεις), πού ἀντιστοιχοῦν σὲ ὁρισμένες τιμές ἀντίστασης. Ἀνάλογα με τοὺς ἀκροδέκτες πού ἐκλέγονται, λαμβάνεται μία ξεχωριστὴ τιμὴ ἀντίστασης (σχ. 3.4ε). Στὴ δεύτερη περίπτωση ὀλισθαίνει πάνω στὸν ἀντιστάτη ἓνας δρομέας ἢ τὸ ἄκρο ἐνὸς περιστρεφόμενου βραχίονα (σχ. 3.4στ). Ὁ ἀντιστάτης ἔχει τρεῖς ἀκροδέκτες, δύο στὰ ἄκρα του καὶ ἓνα στό δρομέα ἢ βραχίονα. Ἀνάμεσα στοὺς ἀκροδέκτες στὰ ἄκρα λαμβάνεται ἡ ὀλικὴ ἀντίσταση. Ἀνάμεσα στό ἓνα ἄκρο καὶ τὸ δρομέα ἢ βραχίονα λαμβάνεται μιὰ ἐνδιάμεση ἀντίσταση.



Σχ. 3.4ε.

Ἀντιστάτης με σταθερές ἐνδιάμεσες λήψεις.



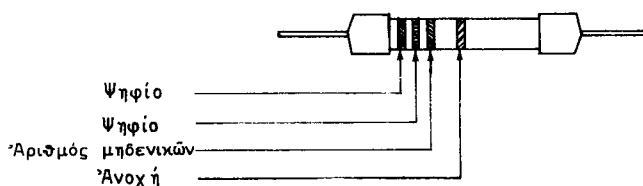
Σχ. 3.4στ.

Μεταβλητός ἀντιστάτης.

Μεταβλητοί ἀντιστάτες χρησιμοποιοῦνται γιὰ τὴ ρύθμιση τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος σ' ἓνα κύκλωμα, ὁπότε ὀνομάζονται **ροοστάτες** καὶ γιὰ τὴ ρύθμιση τῆς τάσεως, ὁπότε ὀνομάζονται **ποτενσιόμετρα**.

Ἡ τιμὴ τῆς ἀντίστασης ἀναγράφεται στοὺς ἀντιστάτες με δύο τρόπους:

Σὲ μεγάλους ἀντιστάτες, στοὺς ὁποίους ὑπάρχει χώρος με ἀριθμούς καὶ σὲ μικροὺς ἀντιστάτες με τὸ διεθνὲ κώδικα χρωμάτων. Στὴ δεύτερη περίπτωση τυπώνονται στὸν ἀντιστάτη τέσσερις χρωματιστοὶ δακτύλιοι ἢ λουρίδες, οἱ ὁποῖοι ἀνάλογα με τὸ χρῶμα καὶ τὴ θέση τους ἔχουν διαφορετικὴ σημασία, ὅπως φαίνεται στὸ σχῆμα 3.4ζ καὶ στὸν Πίνακα 3.4.1.



Σχ. 3.4ζ.

Έπεξήγηση του κώδικα χρωμάτων των αντιστάσεων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4.1.

Χρώμα	1. και 2. Δακτύλιος	3. Δακτύλιος	4. Δακτύλιος
Σημασία	1. και 2. Ψηφίο	Αριθμός μηδενικών	Άνοχή σε %
Μαύρο	0	0	
Καφέ	1	1	$\pm 1\%$
Κόκκινο	2	2	$\pm 2\%$
Πορτοκαλί	3	3	
Κίτρινο	4	4	
Πράσινο	5	5	
Μπλέ	6	6	
Μώβ	7	7	
Γκρίζο	8	8	
Άσπρο	9	9	
Χρυσό			$\pm 5\%$
Άσημί			$\pm 10\%$
Χωρίς χρώμα			$\pm 20\%$

Παράδειγμα.

Μιά σειρά δακτυλίων με χρώματα κόκκινο - κίτρινο - πορτοκαλί - χρυσό σημαίνει πώς ο αντιστάτης έχει αντίσταση 24.000 Ω με άνοχή $\pm 5\%$. Η πραγματική τιμή της αντίστασέως του βρίσκεται επομένως μεταξύ 22.800 Ω και 25.200 Ω.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΜΗ ΩΜΙΚΟΙ ΑΝΤΙΣΤΑΤΕΣ

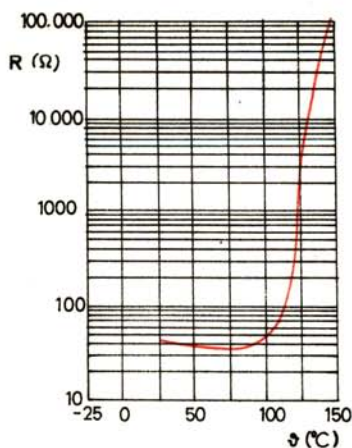
Η μεταβολή της αντίστασης εξ αίτιας της μεταβολής ενός άλλου μεγέθους, π.χ. της θερμοκρασίας, είναι γενικά ανεπιθύμητη, όπως είδαμε στους αντίστατες που περιγράψαμε, και προσπαθούμε να την αποφύγουμε κατά το δυνατόν. Υπάρχουν όμως ορισμένες κατηγορίες αντιστατών, στις οποίες εκμεταλλευόμαστε την εξάρτηση αυτή της αντίστασης για να επιτύχουμε μία ειδική συμπεριφορά του αντιστάτη. Οι αντίστατες αυτοί είναι **ήμιαγωγοί** και ονομάζονται **μη ωμικοί αντιστάτες**. Η σχέση μεταξύ της τάσεως και της έντάσεως του ρεύματος, που τους διαρρέει, δέν δίνεται απ' το νόμο του Ωμ και δέν παριστάνεται μέ ευθεία γραμμή, γι' αυτό οι μη ωμικοί αντιστάτες χαρακτηρίζονται **μη γραμμικά στοιχεία**.

Μη ωμικοί αντιστάτες κατασκευάζονται από μίγματα μεταλλικών οξειδίων (ουρανίου, μαγνησίου, νικελίου κλπ.) κατά την ακόλουθη μέθοδο: Τά οξείδια σέ μορφή σκόνης συμπίεζονται, ώστε να πάρει ο αντίστατης τό επιθυμητό σχήμα και κατόπιν θερμαίνονται σέ κατάλληλη ύψηλή θερμοκρασία. Στή θερμοκρασία αυτή πραγματοποιείται **πυροσυσσώματωση**, δηλαδή κρυστάλλωση των ψηγμάτων των οξειδίων και δημιουργία ενός σώματος που είναι συμπαγές, σκληρό και ομοιόμορφο σάν κεραμικό υλικό. Μεταβάλλοντας τίς αναλογίες των οξειδίων είναι δυνατόν να ληφθεί μεγάλη ποικιλία αντιστατών μέ διάφορες θερμικές και ηλεκτρικές ιδιοτητες. Οι σπουδαιότερες κατηγορίες μη ωμικών αντιστατών είναι οι **θερμίστορες**, οι **βαρίστορες** και οι **φωτοαντιστάτες**.

4.1 Θερμομεταβλητοί αντίστατες ή θερμίστορες.

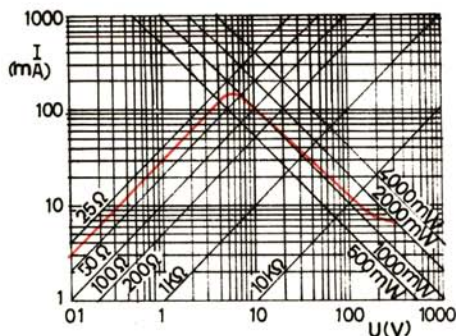
Στους αντίστατες αυτούς μεταβάλλεται η αντίσταση αισθητά μέ τίς μεταβολές της θερμοκρασίας. Άνάλογα μέ τό αν αυξάνεται ή μειώνεται ή αντίσταση μέ αυξανόμενη θερμοκρασία διακρίνομε **ψυχραγωγούς** και **θερμαγωγούς**.

Οι **ψυχραγωγοί** έχουν ύψηλό θετικό θερμικό συντελεστή (7... 60%) [°C]⁻¹. Η αντίστασή τους αυξάνεται μέ τή θερμοκρασία. Τό σχήμα 4.1α δείχνει τή μεταβολή της αντίστασης ενός ψυχραγωγού μέ τή θερμοκρασία του περιβάλλοντος υπό σταθερή τάση. Τό σχήμα 4.1β δείχνει τή χαρακτηριστική καμπύλη έντάσεως - τάσεως ενός ψυχραγωγού υπό σταθερή θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Μέ αυξανόμενη τάση αυξάνει ή ένταση του ρεύματος και σά συνέπεια αυξάνει ή θερμοκρασία του αντιστάτη απ' τήν ενέργεια, που μετατρέπεται σέ θερμότητα. Η αντίσταση παραμένει σχεδόν σταθερή μέχρι μία ορισμένη τιμή της τάσεως. Πάνω απ' αυτή τήν τιμή αυξάνει ή αντίσταση, μέ αποτέλεσμα τή μείωση της έντάσεως. Οι ψυχραγωγοί χρησιμοποιούνται σάν σταθεροποιητές ρεύματος κι επίσης σάν ένδείκτες



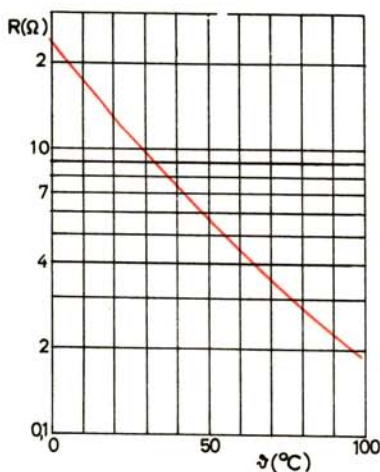
Σχ. 4.1α.

Μεταβολή της αντίστασης ψυχραγωγού με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος.



Σχ. 4.1β.

Χαρακτηριστική καμπύλη έντασης-τάσης ψυχραγωγού.



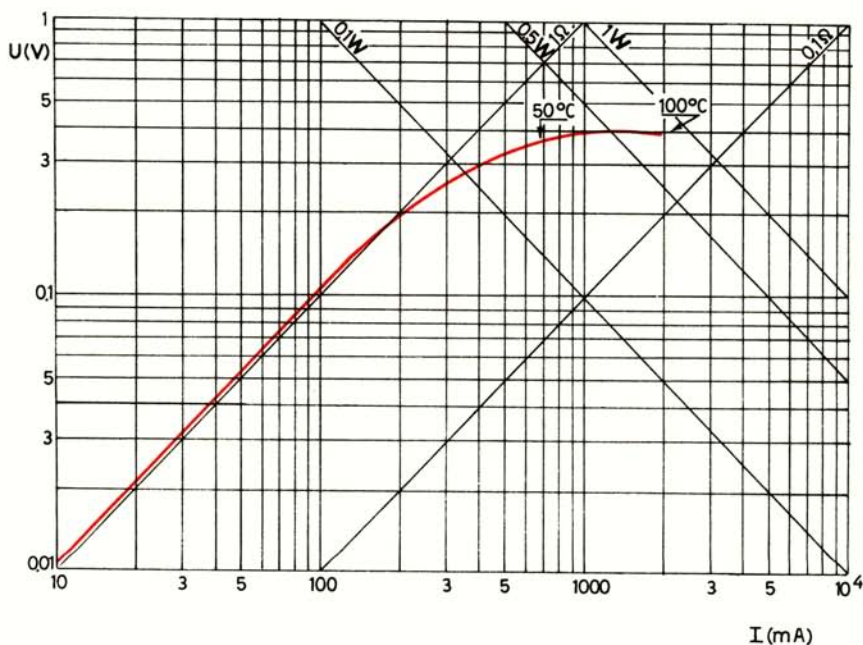
Σχ. 4.1γ.

Μεταβολή της αντίστασης θερμοαγωγού με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος.

θερμοκρασίας, ρεύματος κλπ. στις ηλεκτρικές μετρήσεις και τούς αυτοματισμούς.

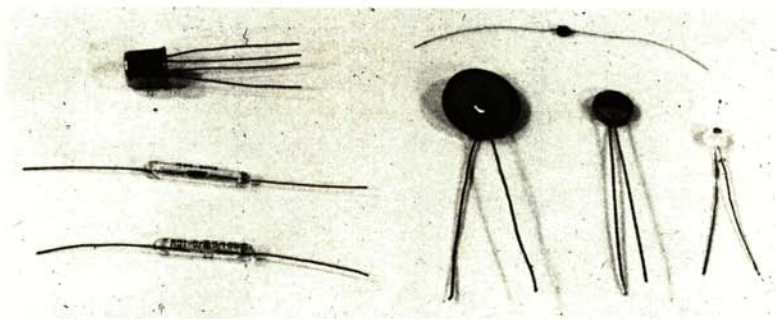
Οι **θερμοαγωγοί** έχουν αρνητικό θερμικό συντελεστή. Η αντίστασή τους μειώνεται με αυξανόμενη θερμοκρασία, όπως φαίνεται χαρακτηριστικά στο σχήμα 4.1γ. Το σχήμα 4.1δ δίνει τη χαρακτηριστική καμπύλη τάσης - έντασης ενός θερμοαγωγού υπό σταθερή θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Οι θερμοαγωγοί χρησιμοποιούνται για την αντίσταθμιση του θετικού θερμικού συντελεστή αντιστάτων σε κυκλώματα, για τη μέτρηση και ρύθμιση θερμοκρασιών, για την επιβράδυνση του χρόνου ξλξεως και πτώσεως ρωστήρων κλπ.

Τό σχήμα 4.1ε δείχνει διάφορους τύπους θερμοιστόρων.



Σχ. 4.16.

Χαρακτηριστική καμπύλη τάσεως-έντάσεως θερμοαγωγού.



Σχ. 4.1ε.

Διάφοροι τύποι θερμοιστόρων.

4.2 Άντιστάτες μεταβαλλόμενοι μέ την τάση ή βαρίστορες.

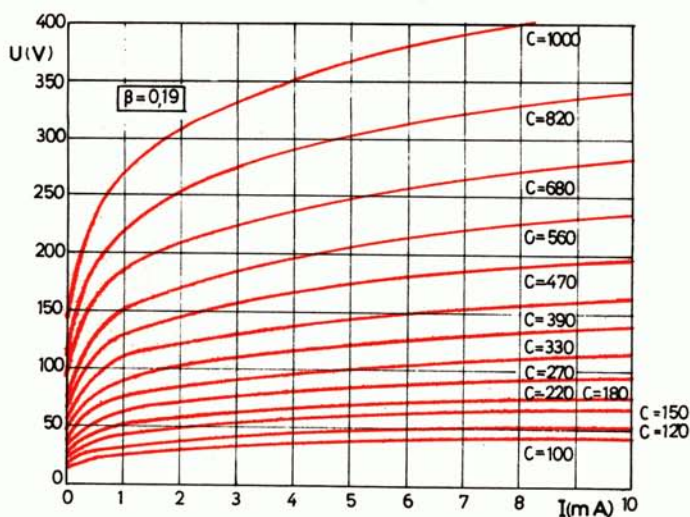
Οι άντιστάτες αυτοί έχουν την ιδιότητα νά μεταβάλλουν ίσχυρά την άντίστασή τους μέ την τάση πού εφαρμόζεται στά άκρα τους. Τό σχήμα 4.2 δίνει τίς χαρακτηριστικές καμπύλες τάσεως - έντάσεως διαφόρων βαρίστορων σέ χαμηλά ρεύματα.

Μεταξύ τάσεως και έντάσεως ισχύει η σχέση:

$$U = CI^\beta$$

όπου: C σταθερή εξαρτώμενη απ' τις διαστάσεις του αντιστάτη και β σταθερή εξαρτώμενη απ' το υλικό του αντιστάτη.

Οι βαρίστορες κατασκευάζονται σε μορφή δίσκου και χρησιμοποιούνται για τη σταθεροποίηση της τάσεως ορισμένων συσκευών.



Σχ. 4.2.

Χαρακτηριστικές καμπύλες τάσεως-έντάσεως βαριστόρων.

4.3 Φωτοαντιστάτες.

Οι αντιστάτες αυτοί είναι ευαίσθητοι στο φως. Όταν πέσει επάνω τους δέσμη φωτός, ελευθερώνονται ηλεκτρόνια που ήταν πριν δεσμευμένα στους πυρήνες των ατόμων. Αποτέλεσμα είναι η αύξηση της αγωγιμότητας του αντιστάτη και η ενίσχυση της ηλεκτρικής ροής στο κύκλωμα. Χρησιμοποιούνται κυρίως στους φωτοηλεκτρονόμους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΕ ΑΥΤΕΠΑΓΩΓΗ

Κάθε άγωγός παρουσιάζει, όταν διαρρέεται από έναλλασσόμενο ρεύμα, μία άεργη αντίσταση που όφείλεται στην **αύτεπαγωγή** του. Ή αντίσταση αυτή όνομάζεται **έπαγωγική αντίσταση**, παριστάνεται με X_L , μετρίεται σε (Ω) και δίνεται άπ' τόν τύπο.

$$X_L = 2\pi f L = \omega L \text{ [}\Omega\text{]}$$

όπου: f ή συχνότητα του ρεύματος σε χέρτς (Hz) ($1 \text{ Hz} = \frac{1}{s}$), ω ή κυκλική συχνό-

τητα, L ό συντελεστής αύτεπαγωγής του άγωγού σε άνρú [H] ($1 H = 1 \frac{Vs}{A}$).

Χαρακτηριστικό γνώρισμα τής έπαγωγικής αντίστάσεως είναι, ότι μία ήμιτονική τάση που έφαρμόζεται σ' ένα στοιχείο με αύτεπαγωγή **προηγείται** του ρεύματος που έπάγεται κατά γωνία 90° .

Ό συντελεστής αύτεπαγωγής L έξαρτάται άπ' τίς γεωμετρικές διαστάσεις του άγωγού κι' άπ' τό ύλικό άπ' τό όποίο διέρχονται οί μαγνητικές γραμμές. Για ένα άρκετά μακρύ σχετικά με τή διάμετρό του πηνίο με άέρα δίνεται π.χ. άπ' τόν τύπο:

$$L = \frac{\mu_0 n^2 s}{l} \text{ [H]}$$

όπου: n ό άριθμός σπειρών του πηνίου· s ή διατομή σε cm^2 · l τό μήκος του σε cm ·

μ_0 ό συντελεστής μαγνητικής διαπερατότητας του άέρα ($\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-9} \frac{Vs}{Acm}$)

Έκτός άπ' τήν έπαγωγική αντίσταση ένας πραγματικός άγωγός παρουσιάζει, όταν διαρρέεται από έναλλασσόμενο ρεύμα, και **ώμική αντίσταση R** . Ή αντίσταση αυτή είναι μεγαλύτερη άπ' τήν αντίσταση του άγωγού σε συνεχές ρεύμα λόγω προσθέτων θερμικών άπωλειών, που όφείλονται στο έναλλασσόμενο ρεύμα (φαινόμενη αντίσταση), παριστάνεται με Z , μετρίεται σε Ω και δίνεται άπ' τόν τύπο:

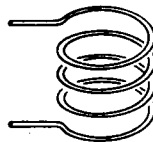
$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} \text{ [}\Omega\text{]}$$

Ή έπαγωγική αντίσταση είναι, όπως είδαμε, άνεπιθύμητη στους αντίστάτες. Στή

συνέχεια θα περιγράψουμε στοιχεία, στα όποια σκόπιμα δημιουργούμε καί εκμεταλλευόμαστε τό φαινόμενο τής αὐτεπαγωγῆς. Τέτοια στοιχεῖα εἶναι τά πηνία μέ ἀέρα, τά πηνία μέ πυρήνα, οἱ μετασχηματιστές, οἱ μεταφορεῖς, τά ἐπαγωγικά πηνία καί τά πηνία κόρβυ.

5.1 Πηνία μέ ἀέρα.

Πηνία μέ ἀέρα κατασκευάζονται τυλίγοντας ἓνα σύρμα σέ μιά μονωτική βάση ἀπό χαρτόνι, κεραμικό ὑλικό κλπ. Κατασκευάζονται ἐπίσης καί αὐτοσθῆρικτα πηνία χωρίς βάση. Ὁ πῶς συνηθισμένος τύπος εἶναι τό σωληνοειδές πηνίο, πού ἔχει κυλινδρική μορφή (σχ. 5.1). Γιά τό τύλιγμα χρησιμοποιεῖται χάλκινο σύρμα μονωμένο μέ βερνίκι, μετάξι ἢ βαμβάκι. Τό πηνίο διαποτίζεται μέ κατάλληλο μονωτικό ὑλικό, π.χ. κερί, πού ἐμποδίζει τήν εἴσοδο ὑγρασίας στή μόνωση κι αὐξάνει ἐπίσης τή μηχανική ἀντοχή του.

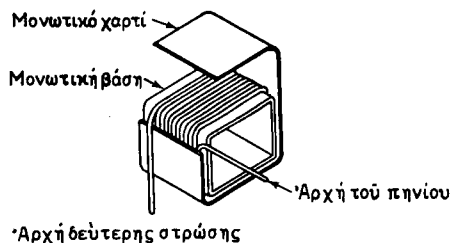


Σχ. 5.1.
Σωληνοειδές πηνίο μέ ἀέρα.

Τά πηνία μέ ἀέρα δέν ἔχουν πυρήνα ἀπο σιδηρομαγνητικό ὑλικό κι ἔτσι οἱ μαγνητικές γραμμές περνοῦν ἀποκλειστικά μέσα ἀπ' τόν ἀέρα πού περιβάλλει τό πηνίο. Χρησιμοποιοῦνται σέ ὑψηλές συχνότητες μέχρι 200 MHz.

5.2 Πηνία μέ σιδηρομαγνητικό πυρήνα.

Τά πηνία αὐτά τυλίγονται, ὅπως καί τά πηνία μέ ἀέρα, πάνω σέ μιά βάση ἀπό μονωτικό ὑλικό σέ πολλές συνήθως στρώσεις (σχ. 5.2α). Γύρω ἀπό κάθε στρώση

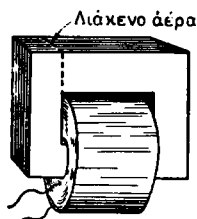


Σχ. 5.2α.
Κατασκευή πηνίου μέ πολλές στρώσεις.

τοποθετοῦνται γιά μόνωση λεπτά φύλλα βερνικωμένου χαρτιοῦ ἢ πλαστικοῦ. Τό πηνίο ἐφαρμόζεται κατόπιν στό σιδηρομαγνητικό πυρήνα. Πηνίο καί πυρήνας ἢ μό-

νο τό πηνίο διαποτίζονται μέ μονωτικό ύλικό, π.χ. κερί, άσφαλτικό ύλικό, κλπ. (σχ.5.2β).

Ό σιδηρομαγνητικός πυρήνας αύξάνει τήν αύτεπαγωγή τοῦ πηνίου, έπειδή έχει πολύ μεγαλύτερη μαγνητική διαπερατότητα άπ' τόν άέρα. Στην έκλογή τοῦ ύλικού καί τοῦ τρόπου κατασκευής τῶν πυρήνων μεγάλη σημασία έχουν οί άπώλειες έ-



Σχ. 5.2β.
Πηνίο μέ σιδηροπυρήνα.

νέργειας πού έμφανίζονται στόν πυρήνα, όταν έχουμε λειτουργία μέ έναλλασσόμενο ρεύμα. Οί άπώλειες αυτές, πού επιβαρύνουν τήν πηγή πού τροφοδοτεί τό πηνίο, μετριοῦνται σέ βάττ (W) καί είναι δύο ειδών:

α) Άπώλειες ύστερήσεως.

Όφείλονται στή συνεχή μαγνήτιση καί άπομαγνήτιση τοῦ πυρήνα, έχουν τό χαρακτηρισά άπωλειών τριβής καί αύξάνονται μέ τή συχνότητα τοῦ ρεύματος. Άποτελέσμα τους είναι ή θέρμανση τοῦ πυρήνα. Μειώνονται χρησιμοποιώντας γιά τήν κατασκευή τοῦ πυρήνα **μαλακά μαγνητικά ύλικά** μέ στενό βρόχο ύστερήσεως, πού μαγνητίζονται καί άπομαγνητίζονται εύκολα.

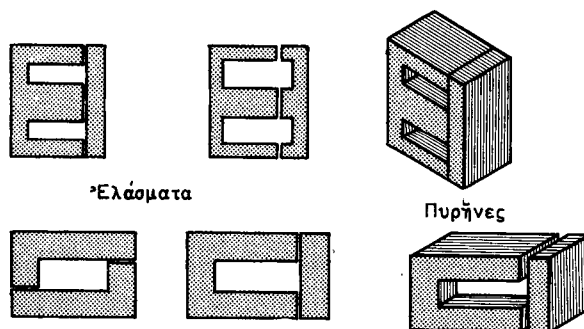
β) Άπώλειες δινορευμάτων.

Όφείλονται σέ ρεύματα πού δημιουργοῦνται στόν πυρήνα, σύμφωνα μέ τούς νόμους τής έπαγωγής, λόγω τοῦ μεταβαλλόμενου μαγνητικοῦ πεδίου τοῦ πηνίου. Τά ρεύματα αυτά έχουν κλειστές διαδρομές καί ονομάζονται **δινορεύματα**. Άποτελέσμα τους είναι ή άπώλεια ενέργειας πού μετατρέπεται σέ θερμότητα καί ή θέρμανση τοῦ ύλικού. Οί άπώλειες δινορευμάτων αύξάνουν περίπου μέ τό τετράγωνο τής συχνότητας. Μειώνονται, όταν χρησιμοποιοῦνται πυρήνες μέ μεγάλη ήλεκτρική αντίσταση.

Οί σπουδαιότεροι τύποι πυρήνων είναι οί έξής:

— Πυρήνες έλασμάτων.

Κατασκευάζονται άπό λεπτά έλάσματα σιδηρομαγνητικοῦ ύλικού πάχους 0,35 ως 0,05 mm. Ιδιαίτερα χρησιμοποιοῦνται κράματα νικελίου — σιδήρου, όπως τό περμαλλόυ (80% νικέλιο, 20% σίδηρος) καί χάλυβες μέ πυρίτιο (2,5 ως 4,75% πυρίτιο). Τά έλάσματα κόβονται στό σχήμα πού πρέπει νά έχει ό πυρήνας, μονώνονται μέ βερνίκι ή μέ στρώμα όξειδίου καί τοποθετοῦνται σφικτά τό ένα δίπλα στό άλλο. Στο σχήμα 5.2γ φαίνονται οί πιό συνηθισμένοι τύποι έλασμάτων καί ή συναρμολόγηση τῶν πυρήνων.



Σχ. 5.2γ.

Έλασματα διαφόρων τύπων σιδηροπυρήνων και πυρήνες συναρμολογημένοι.

Πυρήνες ελασμάτων σχηματίζουν κατά κανόνα μία κλειστή διαδρομή για τις μαγνητικές γραμμές, εκτός από πολύ μικρά διάκενα αέρα που αφήνονται σκόπιμα. Τα μονωμένα μεταξύ τους έλασματα αυξάνουν την αντίσταση που συναντούν στο δρόμο τους τα δινορεύματα, με αποτέλεσμα τη μείωσή τους και τη μείωση αντίστοιχα των απωλειών. Πυρήνες ελασμάτων χρησιμοποιούνται σε χαμηλές συχνότητες, μέχρι 20 kHz. Σε υψηλότερες συχνότητες ο τρόπος αυτός κατασκευής δεν περιορίζει τις απώλειες από τα δινορεύματα.

— Πυρήνες μάζας.

Κατασκευάζονται από σκόνη μαγνητικού υλικού, π.χ. περμαλλίου, μαγνητίτη κλπ. και από μονωτικό συνδετικό υλικό, π.χ. τεχνητή ρητίνη. Το μίγμα συμπιέζεται σε



Σχ. 5.2δ.

Πυρήνες μάζας.

καλούπια με υψηλή πίεση, ώστε να πάρει ο πυρήνας την επιθυμητή μορφή. Το σχήμα 5.2δ δείχνει τους πύο κοινούς τύπους πυρήνων μάζας:

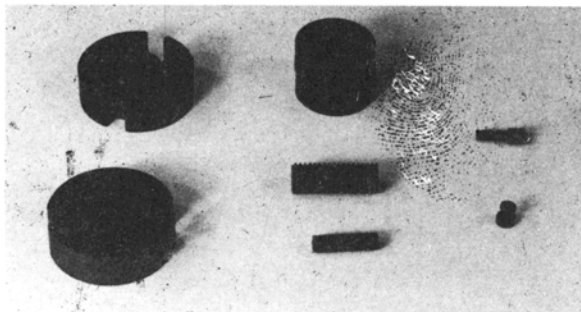
Τό δακτυλιωτό πυρήνα, τόν κυλινδρικό πυρήνα καί τόν πυρήνα μέ κυλινδρικό κέλυφος.

Πυρήνες μάζας παρουσιάζουν σχετικά μέ τούς πυρήνες έλασμάτων πολύ μικρότερες άπώλειες δινορευμάτων άλλα καί μικρότερη μαγνητική διαπερατότητα λόγω τού μονωτικού μεταξύ τών κόκκων τού μαγνητικού ύλικου. Χρησιμοποιούνται κυρίως σέ συχνότητες μεγαλύτερες άπό 20 kHz.

— Πυρήνες φερίτη.

Η δημιουργία δινορευμάτων στόν πυρήνα είναι δυνατό νά μειωθεί έπίσης μέ τή χρησιμοποίηση μαγνητικών ύλικών μέ μικρή ήλεκτρική άγωγιμότητα. Τέτοια ύλικά είναι οί **φερίτες**, πού κατασκευάζονται κατά τόν έξής τρόπο: Μίγμα άπό όξειδιο τού σιδήρου καί ένα ή περισσότερα μεταλλικά όξειδια (μαγγανίου, νικελίου, χαλκού κλπ.) συμπιέζεται στήν έπιθυμητή μορφή τού πυρήνα καί κατόπιν θερμαίνεται σέ 1300°C περίπου. Έτσι έπιτυγχάνεται πυροσυσσωμάτωση τού ύλικου.

Οί πυρήνες φερίτη πλεονεκτούν συγκριτικά μέ τούς πυρήνες μάζας, γιατί έχουν πολύ ύψηλότερη μαγνητική διαπερατότητα. Έπειδή παρουσιάζουν έπίσης μικρό όγκο καί βάρος, χρησιμοποιούνται σέ μιά μεγάλη περιοχή συχνοτήτων (άπό άκουστικές συχνότητες μέχρι στήν περιοχή τών υπερβραχέων κυμάτων). Τό σχήμα 5.2ε δείχνει διάφορους τύπους πυρήνων φερίτη (πυρήνες Ε καί U, πυρήνες μέ κέλυφος).

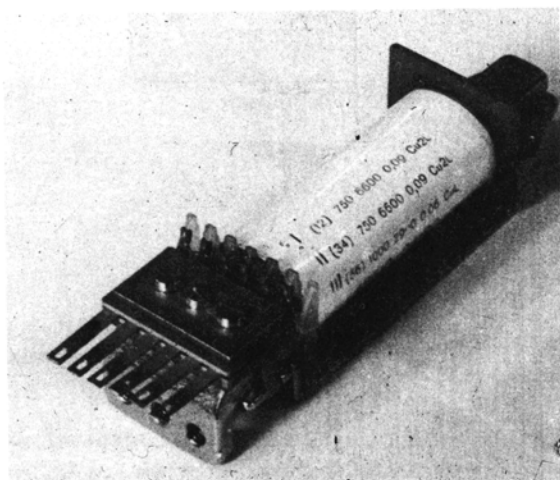


Σχ. 5.2ε.
Πυρήνες φερίτη.

Όταν άπό ένα πηνίο μέ πυρήνα ρέει ταυτόχρονα συνεχές καί έναλλασσόμενο ρεύμα, ό πυρήνας έχει μιά μόνιμη προμαγνήτωση άπ' τό συνεχές ρεύμα, στήν όποία προσθέτεται ή μαγνητική ροή τού έναλλασσόμενου ρεύματος. Στήν περίπτωση αύτή ύπάρχει κίνδυνος νά ύποστεί ό πυρήνας **μαγνητικό κόρο**.

Στήν περιοχή τού κόρου ή μαγνητική ροή παραμένει σχεδόν σταθερή κι ή αύξο-μείωση τού ρεύματος έλάχιστα τή μεταβάλλει. Άποτέλεσμα είναι ή ίσχυρή μείωση τού συντελεστή αύτεπαγωγής L καί ή έξαφάνιση τής άντιστάσεως τού πηνίου στό έναλλασσόμενο ρεύμα. Ό κόρος τού πυρήνα άποφεύγεται, όταν δημιουργηθεί στόν πυρήνα ένα μικρό **διάκενο άέρα**. Τό διάκενο λόγω τής μεγάλης μαγνητικής άντιστάσεως τού άέρα μειώνει τή μαγνητική ροή κι άπομακρύνει τόν πυρήνα άπ' τήν περιοχή τού κόρου. Χωρίς διάκενο κατασκευάζονται πυρήνες πηνίων, πού χρησιμοποιούνται μόνο σέ κυκλώματα έναλλασσόμενου ρεύματος.

Τά πηνία χρησιμοποιούνται στην κατασκευή κυκλωμάτων συντονισμού, στην κατασκευή φίλτρων και σε πλήθος άλλα ειδικά κυκλώματα. Μέ κατάλληλα υπολογισμένο συντελεστή αυτεπαγωγής L μπορούν να φράσσουν τό εναλλασσόμενο ρεύμα σ' ένα κύκλωμα, αφήνοντας ανεμπόδιστη τη διέλευση του συνεχούς ρεύματος. Τέτοια πηνία ονομάζονται **στραγγαλιστικά πηνία** (σχ. 5.2στ).



Σχ. 5.2στ.
Στραγγαλιστικό πηνίο.

5.3 Μετασχηματιστές.

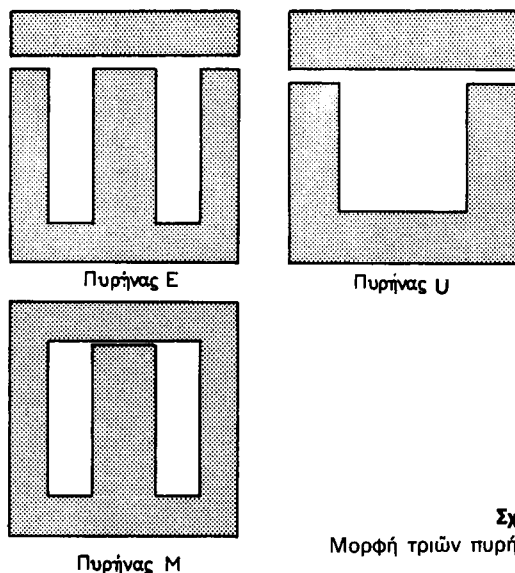
Ο μετασχηματιστής χρησιμοποιείται για την ανύψωση ή τόν υποβιβασμό της τάσεως ή της έντάσεως του εναλλασσόμενου ρεύματος υπό σταθερή συχνότητα και σταθερή ισχύ. Η τάση που πρέπει να μεταβληθεί, εφαρμόζεται στο πρωτεύον τυλίγμα του μετασχηματιστή. Σ' ένα ή περισσότερα δευτερεύοντα τυλίγματα λαμβάνονται ανάλογα με τη σχέση των στροφών πρωτεύοντος — δευτερεύοντος υψηλότερες ή χαμηλότερες τάσεις. Οι λαμβανόμενες εντάσεις βρίσκονται σε αντίστροφη σχέση με τις τάσεις.

Ο πυρήνας των μετασχηματιστών κατασκευάζεται από λεπτά ελάσματα κράματος σιδήρου και πυριτίου, όπως οι πυρήνες ελασμάτων των πηνίων που περιγράψαμε. Σέ υψηλότερες συχνότητες χρησιμοποιούνται ελάσματα από περμαλλόυ, πυρήνες μάζας και πυρήνες φερίτη. Κατά τη μορφή του πυρήνα διακρίνουμε μετασχηματιστές Ε,Μ και U (σχ. 5.3).

Στις τηλεπικοινωνίες χρησιμοποιούνται οι μετασχηματιστές για τη μετατροπή εναλλασσομένων τάσεων στις τροφοδοτικές συσκευές.

5.4 Μεταφορείς.

Ο μεταφορέας έχει την ίδια λειτουργία και βασικά την ίδια κατασκευή με τό μετασχηματιστή, διαφέρει όμως απ' αυτόν ως προς τη χρήση. Ο μεταφορέας χρησιμεύει στις τηλεπικοινωνίες σέ δύο κυρίως σκοπούς:



Σχ. 5.3.

Μορφή τριών πυρήνων μετασχηματιστών.

α) **Διαχωρίζει γαλβανικά** δύο κυκλώματα έναλλασσόμενου ρεύματος. Με αυτό τον τρόπο προστατεύονται π.χ. οι εγκαταστάσεις των τηλεφωνικών κέντρων από τις επαγωγικές επιδράσεις των γραμμών υψηλής τάσεως με τους μεταφορείς απομονώσεως, που παρεμβάλλονται στην είσοδο των εξωτερικών γραμμών.

β) **Προσαρμόζει** ένα φορτίο ή την αντίσταση εισόδου Z_2 ενός κυκλώματος 2 στην αντίσταση εξόδου Z_1 ενός άλλου κυκλώματος 1, π.χ. μιās τηλεπικοινωνιακής γραμμής. Σε πολλές περιπτώσεις, όταν συνδέονται τα κυκλώματα 1 και 2, είναι απαραίτητο να έχουν την ίδια αντίσταση εισόδου – εξόδου στο σημείο συνδέσεως, ώστε να μεταφέρεται μέγιστη ισχύ από το ένα κύκλωμα στο άλλο. Έφ' όσον οι αντίστασεις Z_1 , Z_2 δεν είναι ίσες, παρεμβάλλεται μεταξύ τους ένας μεταφορέας με λόγο μετασχηματισμού:

$$N = \frac{n_1}{n_2} = \sqrt{\frac{Z_1}{Z_2}}$$

όπου: n_1 , n_2 ο αριθμός στροφών πρωτεύοντος και δευτερεύοντος τυλίγματος.

Η αντίσταση στην είσοδο του μεταφορέα προκύπτει από τη γενική σχέση:

$$W_1 = N^2 Z_2^*$$

*Απόδειξη:

$$W_1 = \frac{U_1}{I_1} = \frac{U_1}{U_2} \cdot \frac{I_2}{I_1} \cdot \frac{U_2}{I_2} = \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^2 Z_2 = N^2 Z_2$$

όπου U_1 , U_2 , I_1 , I_2 οι τάσεις και οι εντάσεις στο πρωτεύον τύλιγμα 1 και στο δευτερεύον τύλιγμα 2).

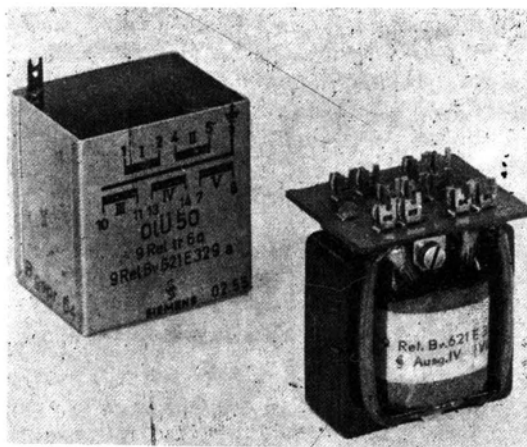
$$\text{Γιά } N = \sqrt{\frac{Z_1}{Z_2}} \text{ λαμβάνομε:}$$

$$W_1 = \left(\sqrt{\frac{Z_1}{Z_2}} \right)^2 Z_2 = Z_1$$

Άρα ή αντίσταση έξόδου της γραμμής 1 και ή αντίσταση εισόδου του μεταφορέα έχουν την ίδια τιμή Z_1 .

Ο πυρήνας του μεταφορέα είναι κλειστός χωρίς διάκενο αέρα.

Ο αριθμός πρωτευόντων και δευτερευόντων τυλιγμάτων, όπως και ο λόγος μετασχηματισμού εξαρτώνται απ' την ιδιαίτερη χρήση του μεταφορέα. Το σχήμα 5.4 δείχνει την κατασκευή ενός μεταφορέα, ο οποίος για λόγους προστασίας και μονώσεως είναι τοποθετημένος σε μεταλλικό περίβλημα. Όλα τα τυλίγματα βρίσκονται στο μεσαίο σκέλος του πυρήνα.

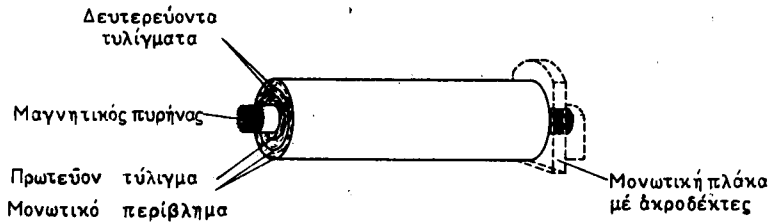


Σχ. 5.4.
Μεταφορέας.

5.5 Έπαγωγικά πηνία.

Τό έπαγωγικό πηνίο είναι ένας ιδιαίτερος τύπος μετασχηματιστή. Χρησιμοποιείται πάρα πολύ σέ τηλεφωνικά κυκλώματα, στά όποια ρέει ταυτόχρονα συνεχές και έναλλασσόμένο ρεύμα, όπως π.χ. στό μικροφωνικό κύκλωμα της τηλεφωνικής συσκευής. Ο πυρήνας του έχει κυλινδρική μορφή και αποτελείται από μιά δέσμη έλασμάτων από μαλακό σίδηρο (σχ. 5.5). Οί μαγνητικές γραμμές περνούν, στό μεγαλύτερο τμήμα τους, μέσα απ' τόν άέρα κι έτσι δέν υπάρχει κίνδυνος νά κορεστεί μαγνητικά ο πυρήνας, όποτε οί μεταβολές του έναλλασόμενου ρεύματος στό πρωτεύον δέν θά είχαν καμιά επίδραση στό δευτερεύον. Τά δύο πηνία — πρωτεύον και

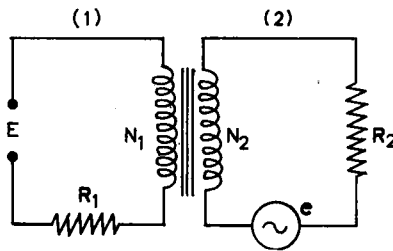
δευτερεύον — είναι τυλιγμένα όπως φαίνεται στο σχήμα και μονωμένα μεταξύ τους.



Σχ. 5.5.
Έπαγωγικό πηνίο.

5.6 Πυρήνες κόρου.

Ο πυρήνας κόρου μοιάζει στην κατασκευή του με το μετασχηματιστή. Έχει δύο τυλίγματα: ένα τύλιγμα εργασίας N_2 και ένα τύλιγμα ρυθμίσεως N_1 (σχ. 5.6). Το τύλιγμα εργασίας διαρρέεται από το ρεύμα φορτίου, που παρέχει η πηγή εναλλασσόμενου ρεύματος e στο φορτίο R_2 .



Σχ. 5.6.
Κύκλωμα πυρήνα κόρου.

Στο τύλιγμα ρυθμίσεως εφαρμόζεται συνεχής τάση E . Ανάλογα τώρα με την ένταση του συνεχούς ρεύματος στο τύλιγμα αυτό, προμαγνητίζεται ο κοινός σιδερένιος πυρήνας, μεταβάλλεται η έπαγωγική αντίσταση του τυλίγματος εργασίας και κατά συνέπεια το ρεύμα φορτίου. Μικρές μεταβολές της συνεχούς τάσεως E οδηγούν σε μεγάλες μεταβολές του ρεύματος φορτίου.

Με πυρήνες κόρου κατασκευάζονται οι **μαγνητικοί ένισχυτές**, που χρησιμοποιούνται σε πολλές εφαρμογές, ιδιαίτερα σε συστήματα ελέγχου, αντί των ηλεκτρονικών λυχνιών και τρανζιστόρων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

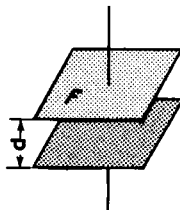
ΠΥΚΝΩΤΕΣ

Ο πυκνωτής αποτελείται βασικά από δύο αγωγίμες επιφάνειες (δίσκοι, ηλεκτρόδια), τοποθετημένες ή μία απέναντι στην άλλη και χωρισμένες με ένα μονωτικό υλικό, το **διηλεκτρικό**. Σε κύκλωμα συνεχούς ρεύματος ο πυκνωτής παρεμβάλλει την ωμική αντίσταση του διηλεκτρικού του (αντίσταση μονώσεως), που είναι πάρα πολύ μεγάλη — μεγαλύτερη από 50 MΩ — και εμποδίζει τη διέλευση του ρεύματος. Σ' αυτή την περίπτωση **φορτίζεται** ανάλογα με την τάση που εφαρμόζεται στα άκρα του, αποθηκεύει δηλαδή ενέργεια την οποία μπορεί να αποδώσει κατόπιν σε μία κατανάλωση.

Η ενέργεια που είναι δυνατό να αποθηκευθεί σ' ένα πυκνωτή, προσδιορίζεται από τη **χωρητικότητα** του **C**. Η χωρητικότητα μετριέται σε φαραντ (F), μικροφαραντ (μF): [$1 \text{ (μF)} = 10^{-6} \text{ (F)}$] ή πικοφαραντ (pF): [$1 \text{ (pF)} = 10^{-12} \text{ (F)}$] και εξαρτάται σ' ένα ιδανικό πυκνωτή μόνο απ' τις διαστάσεις και τό διηλεκτρικό του. Σ' ένα επίπεδο π.χ. πυκνωτή (σχ. 6α) δίνεται από τον τύπο:

$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{F}{d} \cdot (F)$$

όπου: F ή επιφάνεια των πλακών σε cm^2 · d ή απόσταση μεταξύ των πλακών σε cm· ϵ_0 ή απόλυτη διηλεκτρική σταθερή του κενού ($\epsilon_0 = 0,8855 \cdot 10^{-13} \text{ F/cm} = 8,855 \text{ pF/m}$)· ϵ_r ή σχετική διηλεκτρική σταθερή του μονωτικού υλικού μεταξύ των πλακών.



Σχ. 6α.
Επίπεδος πυκνωτής.

Στό έναλλασσόμενο ρεύμα παρουσιάζει ο πυκνωτής μία άεργη αντίσταση, τη **χωρητική αντίσταση X_C** , που μειώνεται όσο αυξάνει η συχνότητα του ρεύματος. Η συμπεριφορά της αντίστασης του πυκνωτή είναι επομένως αντίθετη απ' αυτήν

του πηνίου ως προς τη συχνότητα. Η χωρητική αντίσταση μετριέται σε Ω και υπολογίζεται απ' τόν τύπο:

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C} (\Omega)$$

όπου: ω ή κυκλική συχνότητα· f ή συχνότητα σε Hz· C ή χωρητικότητα σε F.

Χαρακτηριστικό γνώρισμα της χωρητικής αντίστασης είναι ότι η ήμιτονοειδής τάση που εφαρμόζεται στους άκροδέκτες ενός πυκνωτή ξεπεται του ρεύματος που διαρρέει τόν πυκνωτή κατά γωνία 90° .

Στό έναλλασσόμενο ρεύμα παρουσιάζει ό πραγματικός πυκνωτής εκτός απ' τη χωρητική επίσης μία **ώμική αντίσταση**, ή οποία χαρακτηρίζει τις απώλειες θερμότητας που εμφανίζονται στό διηλεκτρικό καί όρίζεται μέ τη **γωνία απωλειών** του πυκνωτή. Η αντίσταση αυτή είναι μικρότερη απ' τήν αντίσταση του διηλεκτρικού στό συνεχές ρεύμα. Στήν πράξη, ή αντίσταση απωλειών του πυκνωτή δέν έπηρεάζει πολύ τήν όλική του αντίσταση, αντίθετα απ' τήν ώμική αντίσταση στήν περίπτωση του πηνίου. Έτσι ή φαινόμενη αντίσταση ενός πυκνωτή είναι σχεδόν μία καθαρή άεργη αντίσταση.

Στούς πραγματικούς πυκνωτές ή χωρητικότητα μεταβάλλεται μέ τήν τάση που εφαρμόζεται, τή συχνότητα, τή θερμοκρασία καί τήν ήλικία του πυκνωτή. Σταθερή μπορεί νά θεωρηθεί κατά προσέγγιση ή χωρητικότητα μόνο μέσα σε όρισμένα όρια των μεγεθών αυτών. Όλοι οι πυκνωτές παρουσιάζουν επίσης μία αύτεπαγωγή, όταν διαρρέονται από έναλλασσόμενο ρεύμα.

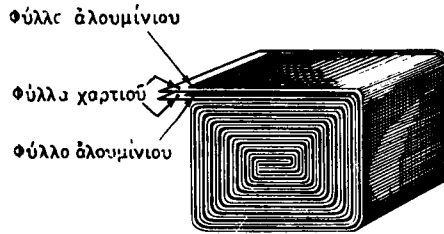
Οί πυκνωτές χρησιμοποιούνται για τό διαχωρισμό του έναλλασσόμενου ρεύματος απ' τό συνεχές σε διάφορα κυκλώματα, σάν αντιστάσεις εξαρτώμενες απ' τη συχνότητα σε κυκλώματα συντονισμού, σά στοιχεία φίλτρων, για τήν αποθήκευση ήλεκτρικής ενέργειας, για τό σβήσιμο των σπινθήρων σε έπαφές σε συνδυασμό μέ αντιστάτες, για τή δημιουργία διαφοράς φάσεως μεταξύ τάσεως καί έντάσεως του ρεύματος κλπ.

Ανάλογα μέ τις απαιτήσεις ως προς τη χωρητικότητα, τήν αντίσταση μονώσεως, τήν άντοχή σε διάσπαση από εφαρμοζόμενες τάσεις, τις άνοχές κλπ. κατασκευάζονται διάφοροι τύποι πυκνωτών. Οί σπουδαιότεροι είναι οι έξης:

6.1 Πυκνωτές χαρτιού.

Οί πυκνωτές χαρτιού έχουν σάν όπλισμό δύο ταινίες από μεταλλικά φύλλα, π.χ. από άλουμίνιο. Οί ταινίες αυτές τυλίγονται μαζί μέ άρκετές λεπτές ταινίες χαρτιού, έμποτισμένου μέ παραφίνη, που χρησιμεύει σά διηλεκτρικό, όπως φαίνεται στό σχήμα 6.1. Τό τύλιγμα συμπιέζεται συνήθως σε μορφή κύβου καί τοποθετείται σ' ένα μεταλλικό δοχείο, που γεμίζεται μέ μονωτική μάζα. Έτσι άποφεύγεται ή άπορρόφηση ύγρασίας απ' τό μονωτικό χαρτί, που μειώνει τή μονωτική του ίκανότητα.

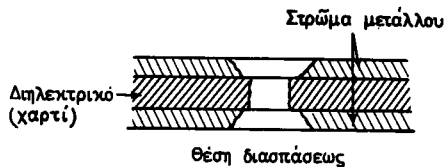
Οί πυκνωτές χαρτιού είναι φτηνή κατασκευή, είναι όμως κατάλληλοι μόνο για χαμηλές συχνότητες. Όταν διασπαστεί τό διηλεκτρικό τους, καταστρέφονται, γιατί βραχυκυκλώνονται τά ήλεκτρόδια.



Σχ. 6.1.
Πυκνωτής χαρτιού.

6.2 Πυκνωτές μετάλλου-χαρτιού.

Στόν τύπο αυτό του πυκνωτή δημιουργείται με ειδική διαδικασία ένα πολύ λεπτό στρώμα μετάλλου (λεπτότερο από $0,1 \mu\text{m}$) στις δύο επιφάνειες μιᾶς λουρίδας μονωτικού χαρτιού. Ἡ λουρίδα τυλίγεται καὶ διαμορφώνεται σέ κύβο, ὅπως προηγουμένως. Ἰδιαίτερο γνώρισμα τοῦ πυκνωτῆ εἶναι ὅτι **αὐτοθεραπεύεται** μετὰ ἀπὸ διάσπαση τοῦ μονωτικοῦ του. Συγκεκριμένα, τὸ δημιουργούμενο κατὰ τὴ διάσπαση ἡλεκτρικὸ τόξο καίει τὸ μεταλλικὸ στρώμα περισσότερο ἀπ' τὸ χαρτί, ὅπως φαίνεται στὸ σχῆμα 6.2. Ἀποτέλεσμα εἶναι νὰ πάψουν τὰ ἡλεκτρόδια νὰ βρίσκονται σέ ἐπαφή καὶ νὰ σταματήσῃ τὸ βραχυκύκλωμα.



Σχ. 6.2.
Αὐτοθεραπεία πυκνωτῆ μετὰ τὴ διάσπαση.

6.3 Πυκνωτές πλαστικοῦ ὕλικου.

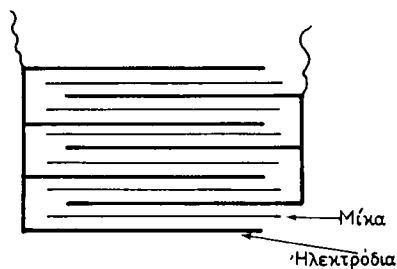
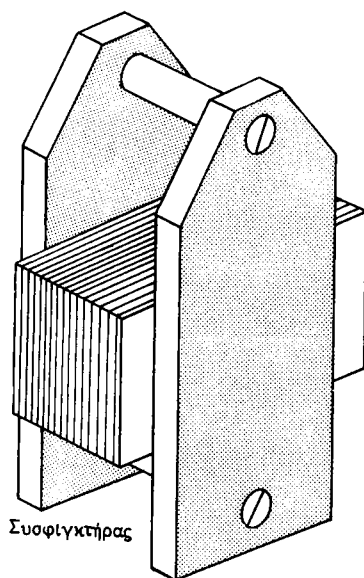
Σὰ διηλεκτρικὸ χρησιμοποιοῦνται φύλλα ἀπὸ πλαστικὸ, συνθετικὸ ὕλικό π.χ. πολυστερίνη. Οἱ ὀπλισμοὶ ἀποτελοῦνται εἴτε ἀπὸ μεταλλικὰ φύλλα, εἴτε ἀπὸ λεπτὸ στρώμα μετάλλου στὴν ἐπιφάνεια τοῦ πλαστικοῦ. Καὶ οἱ δύο τύποι αὐτοθεραπεύονται μετὰ ἀπὸ διάσπαση τοῦ διηλεκτρικοῦ τους. Ἡ κατασκευὴ τους εἶναι ὁμοία μὲ τοὺς πυκνωτὲς χαρτιοῦ. Παρουσιάζουν μικρὸ ὄγκο καὶ μικρὲς μόνο μεταβολές τῆς χωρητικότητάς τους μὲ τὴν πάροδο τοῦ χρόνου, ὑψηλότερο ὅμως κόστος συγκριτικά μὲ τοὺς πυκνωτὲς χαρτιοῦ.

6.4 Πυκνωτές κεραμικοῦ ὕλικου καὶ μίκας.

Πυκνωτὲς μὲ κεραμικὸ ὕλικό σὰ διηλεκτρικὸ (π.χ. τιτανικὸ ἀσβέστιο, τιτανικὸ στρόντιο) ἔχουν ἐλάχιστη αὐτεπαγωγή ἀλλὰ μικρὴ χωρητικότητα. Χρησιμοποιοῦνται σέ κυκλώματα ὑψηλῶν συχνοτήτων.

Πυκνωτές μίκας κατασκευάζονται από μικρές πλάκες μίκας για διηλεκτρικό και χάλκινες πλάκες για ηλεκτρόδια που στοιβάζονται εναλλακτικά, όπως δείχνει το σχήμα 6.4 και συγκρατούνται με ένα συσφιγκτήρα.

Τό σύστημα έμποτίζεται με κερί και τοποθετείται σέ ένα πλαστικό, μεταλλικό ή πορσελάνινο δοχείο. Οι πυκνωτές αυτοί έχουν μεγαλύτερη διηλεκτρική άντοχή και μικρότερες απώλειες. Χρησιμοποιούνται σέ υψηλότερες τάσεις, μέχρι 10 kV.

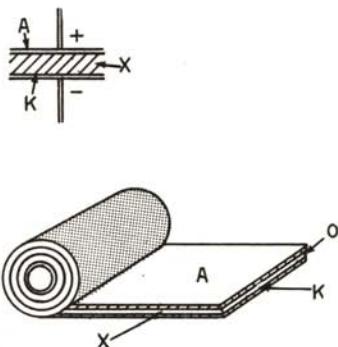


Σχ. 6.4.
Πυκνωτής μίκας.

6.5 Ήλεκτρολυτικοί πυκνωτές.

Ήλεκτρολυτικοί πυκνωτές χρησιμοποιούνται σέ συνεχές ρεύμα ή σέ μεταβαλλόμενο ρεύμα, που δέν αλλάζει πολικότητα. Τό θετικό ηλεκτρόδιο του πυκνωτή, ή **άνοδος**, αποτελείται από ένα φύλλο αλουμινίου Α (σχ. 6.5α). Τό άρνητικό ηλεκτρόδιο, ή **κάθουδος**, είναι ό **ήλεκτρολύτης**, ένα υγρό διάλυμα βόρακα ή υπεροξειδίου

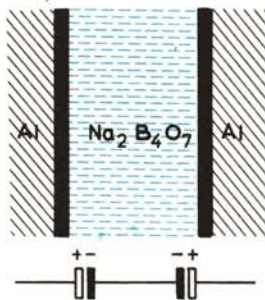
του νατρίου. Μέ τον ηλεκτρολύτη διαποτίζεται ένα ειδικό απορροφητικό χαρτί X, πού τοποθετείται ανάμεσα στην άνοδο και σ' ένα μεταλλικό φύλλο K, πού μ' αυτό συνδέεται ο άρνητικός πόλος της πηγής. Τά τρία φύλλα τυλίγονται μαζί και ο ρόλος τοποθετείται σ' ένα μεταλλικό δοχείο πού συνδέεται με την κάθοδο. Έτσι τό περίβλημα του πυκνωτή παίρνει άρνητικό δυναμικό.



Σχ. 6.5α.

Κατασκευή του ηλεκτρολυτικού πυκνωτή.

Ο πυκνωτής συνδέεται στή συνέχεια σέ πηγή συνεχούς ρεύματος, με αποτέλεσμα την ηλεκτρόλυση του διαλύματος και τή δημιουργία στην άνοδο ενός λεπτού στρώματος O όξειδίου του άλουμινίου. Τό στρώμα αυτό αποτελεί τό **διηλεκτρικό** του πυκνωτή. Προσοχή χρειάζεται όταν χρησιμοποιείται ο πυκνωτής κατά τή σύνδεσή του στην πηγή, ώστε νά συνδεόνται οί αντίστοιχοι πόλοι. Γι' αυτό και ο πυκνωτής ονομάζεται **πολωμένος πυκνωτής**. Αν συνδεθούν αντίθετα οί πόλοι καταστρέφεται τό διηλεκτρικό στρώμα και ο πυκνωτής βραχυκυκλώνεται.

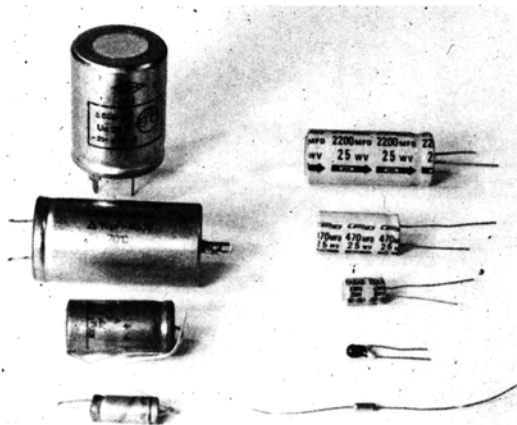


Σχ. 6.5β.

Βασική δομή μή πολωμένου πυκνωτή.

Στούς **μή πολωμένους πυκνωτές** αποτελείται και τό φύλλο K από άλουμίνιο. Ανάλογα με τήν πολικότητα δημιουργείται τό μονωτικό στρώμα του όξειδίου, είτε στό φύλλο A είτε στό φύλλο K. Έτσι οί πυκνωτές αυτοί μπορούν νά χρησιμοποιηθούν χωρίς νά καταστραφούν και σέ κυκλώματα, πού εμφανίζεται αλλαγή τής πολικότητας. Ο μή πολωμένος πυκνωτής αντιστοιχεί σέ δύο αντίθετα συνδεμένους πολωμένους πυκνωτές (σχ. 6.5β).

Οι ηλεκτρολυτικοί πυκνωτές παρουσιάζουν πολύ μεγάλη χωρητικότητα σέ μικρό όγκο. Έχουν όμως μεγαλύτερες απώλειες, μικρότερη αντίσταση μονώσεως καί πρέπει νά βρίσκονται συνεχώς υπό τάση. Διαφορετικά μειώνεται ή χωρητικότητά τους. Χρησιμοποιούνται σέ χαμηλές συχνότητες, ιδιαίτερα γιά τήν εξομάλυνση μεταβαλλομένων ρευμάτων. Τό σχήμα 6.5γ δείχνει διάφορους τύπους ηλεκτρολυτικών πυκνωτών.

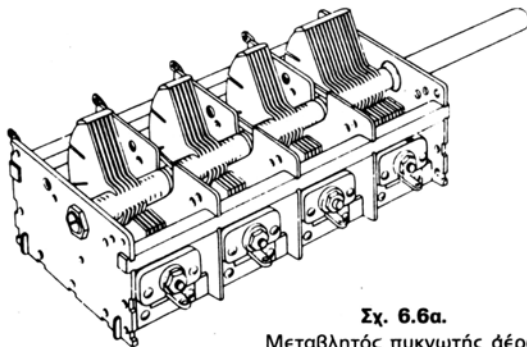


Σχ. 6.5γ.

Διάφοροι τύποι ηλεκτρολυτικών πυκνωτών.

6.6 Μεταβλητοί πυκνωτές.

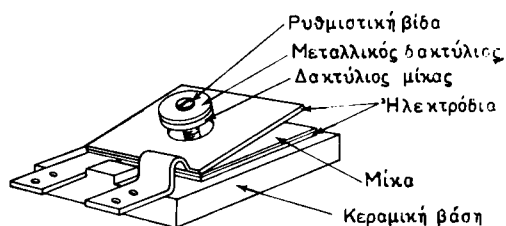
Ο πυκνωτής αποτελείται από ένα συγκρότημα από πλάκες αλουμινίου τοποθετημένες ή μία δίπλα στήν άλλη καί ένα στρεφόμενο περί άξονα συγκρότημα πλακών αλουμινίου, πού κινούνται ανάμεσα στίς πλάκες τού σταθεροῦ συγκροτήματος. Η χωρητικότητα τού πυκνωτή μεταβάλλεται ανάλογα μέ τό μέγεθος τής επιφάνειας τών όπλισμών πού βρίσκονται κάθε φορά ό ένας άπέναντι στόν άλλο (σχ. 6.6α). Οι πυκνωτές αύτοί χρησιμοποιούνται, όταν άπαιτούνται συχνά μεταβολές τής χωρητικότητας, π.χ. στό κύκλωμα συντονισμού ενός ραδιοφωνικού δέκτη.



Σχ. 6.6α.

Μεταβλητός πυκνωτής άέρα.

Γιά μία μοναδική ρύθμιση ή για πολύ σπάνιες μεταβολές της χωρητικότητας χρησιμοποιούνται ιδιαίτεροι τύποι πυκνωτών, οι ρυθμιζόμενοι πυκνωτές «**τρίμμερς**». Οι τρίμμερς φέρουν συνήθως μία βίδα με τη βοήθεια της οποίας γίνεται η ρύθμιση (σχ. 6.6β).



Σχ. 6.6β.
Πυκνωτής τρίμμερς.

Τά κύρια τεχνικά χαρακτηριστικά ενός πυκνωτή είναι η χωρητικότητα, η ανοχή της χωρητικότητας και η τάση εργασίας. Τά χαρακτηριστικά αυτά αναφέρονται σε μεγάλους πυκνωτές, π.χ. τούς ηλεκτρολυτικούς, με αριθμούς, ενώ σε μικρούς πυκνωτές με τό διεθνή κώδικα χρωμάτων, που δίνεται στον Πίνακα 6.6.1 και στο σχήμα 6.6γ.

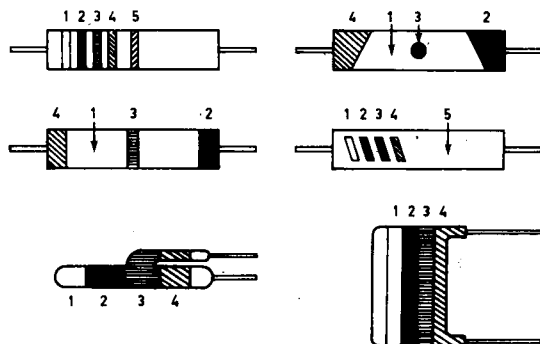
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.6.1.

Χρώμα	1. και 2. Δακτύλιος	3. Δακτύλιος	4. Δακτύλιος	5. Δακτύλιος
Σημασία	1. και 2. Ψηφίο	Αριθμός μηδενικών	Ανοχή σε %	Τάση εργασίας σε V
Μαύρο	0	0	—	—
Καφέ	1	1	1	100
Κόκκινο	2	2	2	200
Πορτοκαλί	3	3	3	300
Κίτρινο	4	4	4	400
Πράσινο	5	5	5	500
Μπλέ	6	6	6	600
Μώβ	7	7	7	700
Γκρίζο	8	8	8	800
Άσπρο	9	9	9	900
Χρυσό	—	—	5	1000
Άσημί	—	—	10	2000
Χωρίς χρώμα	—	—	20	500

Η τιμή της χωρητικότητας δίνεται σε (pF).

Παράδειγμα.

Μιά σειρά δακτυλίων με χρώματα πράσινο - κόκκινο - πορτοκαλί σημαίνει πώς ο πυκνωτής έχει χωρητικότητα 52.000 pF με ανοχή 20% και τάση εργασίας 500 V. Η πραγματική τιμή της χωρητικότητάς του βρίσκεται επομένως μεταξύ 41.600 pF και 62.400 pF.

**Σχ. 6.6γ.**

Διάφοροι τύποι πυκνωτών με τό διεθνή κώδικα χρωμάτων. Οι αριθμοί αναφέρονται στους δακτύλιους του Πίνακα 6.6.1.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΛΥΧΝΙΕΣ

Οι ηλεκτρονικές λυχνίες χρησιμοποιούνται σήμερα, στην τηλεπικοινωνιακή τεχνική σε όσες περιπτώσεις δεν είναι δυνατή ή χρησιμοποίηση κρυσταλλοδιόδων και τρανζιστόρων. Η ένισχυση ασθενών ρευμάτων, ή μετατροπή εναλλασσόμενου ρεύματος σε συνεχές (άνορθωση), ή δημιουργία ηλεκτρικών ταλαντώσεων, ή μίξη συχνοτήτων, ή απεικόνιση ηλεκτρικών μεγεθών (παλμογράφος), είναι μερικές απ' τις πιο κοινές χρήσεις τους. Τίς ηλεκτρονικές λυχνίες διακρίνομε σε λυχνίες ύψηλου κενού και λυχνίες αερίου.

7.1 Λυχνίες ύψηλου κενού.

Στή λυχνία ύψηλου κενού ένα ηλεκτρόδιο, πού φέρεται σε άρνητικό δυναμικό, ή **κάθοδος**, πυρακτώνεται μέχρι να εκπέμπει ηλεκτρόνια. Τά ηλεκτρόνια αυτά έλκονται από ένα δεύτερο ηλεκτρόδιο με θετικό δυναμικό, τήν **άνοδο**, πού δεν θερμαίνεται και δεν εκπέμπει ηλεκτρόνια. Έτσι πραγματοποιείται ροή ηλεκτρονίων μόνο απ' τήν κάθοδο προς τήν άνοδο και στην περίπτωση πού εφαρμόζεται στα άκρα τους εναλλασσόμενη τάση. Η ροή είναι δυνατόν να ρυθμίζεται με τή βοήθεια ηλεκτροδίων, πού παρεμβάλλονται μεταξύ τής ανόδου και καθόδου και συνδέονται σε κατάλληλο δυναμικό. Τό σύστημα των ηλεκτροδίων τοποθετείται σε ένα γυάλινο σωλήνα, απ' τόν οποίο αφαιρείται όσο είναι δυνατόν ο αέρας, ώστε να δημιουργηθεί ύψηλο κενό.

Η πυράκτωση τής καθόδου πραγματοποιείται κατά δύο τρόπους: άμεσα ή έμμεσα. Στην **άμεση πυράκτωση** τό νήμα θερμάνσεως αποτελεί ταυτόχρονα και τήν κάθοδο πού εκπέμπει τά ηλεκτρόνια. Στην **έμμεση πυράκτωση** ή κάθοδος αποτελείται από ένα νικέλινο σωληνίσκο, ή επιφάνεια του οποίου έχει έπιστρωθεί με μίγμα από κατάλληλα όξειδια (βαρίου, στροντίου κλπ.). Τά όξειδια αυτά έχουν τήν ιδιότητα να εκπέμπουν μεγάλο αριθμό ηλεκτρονίων σε μικρές σχετικά θερμοκρασίες (1000°C περίπου). Ο σωληνίσκος πυρακτώνεται από ένα νήμα θερμάνσεως, πού τυλίγεται σπειρωτά και τοποθετείται στο έσωτερικό του. Τό νήμα θερμάνσεως κατασκευάζεται συνήθως από βολφράμιο, πού άντέχει σε ύψηλές θερμοκρασίες (2300°C) και τροφοδοτείται με συνεχές ρεύμα (κυρίως στην άμεση πυράκτωση) ή εναλλασσόμενο ρεύμα (στην έμμεση πυράκτωση).

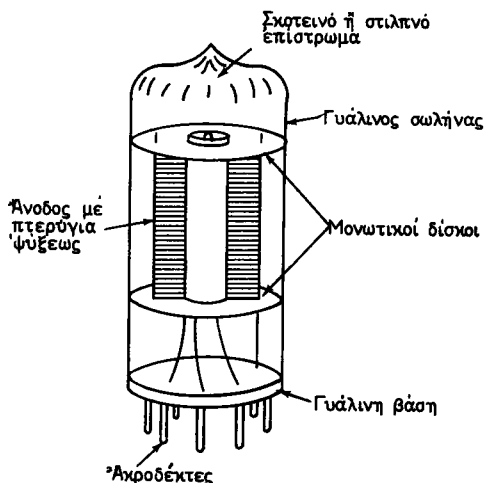
Η άνοδος κατασκευάζεται από έλασμα σιδήρου έπιστρωμένο με άλουμίνιο, πού διαμορφώνεται σε σωληνίσκο κυλινδρικό ή όρθογώνιο και περιβάλλει τήν κάθοδο. Τά ηλεκτρόδια, με τή βοήθεια των οποίων ρυθμίζεται ή ροή του ρεύματος μεταξύ ανόδου και καθόδου, σε σύγχρονες λυχνίες κατασκευάζονται από σύρμα μολυβδενίου, πού τεντώνεται μεταξύ δύο χαλκίνων ραβδίσκων. Τά ηλεκτρόδια αυτά ανάλογα με τόν προορισμό τους χαρακτηρίζονται ως **όδηγό πλέγμα (έσχαρά)**,

προστατευτικό πλέγμα καί **πλέγμα αναστολής**. Τό σχήμα 7.1α δείχνει ξεχωριστά τά τμήματα μιᾶς λυχνίας.

Τό σύστημα ἀνόδου — πλεγμάτων — καθόδου συγκρατεῖται μέ τή βοήθεια δίσκων ἀπό μαρμαρυγία καί ἐφαρμόζεται σέ μιά γυάλινη βάση, στήν ὁποία ἔχουν ἐνσωματωθεῖ οἱ ἀκροδέκτες τῆς λυχνίας (σχ. 7.1β). Ἡ βάση συντήκεται κατόπιν μέ τόν γυάλινο σωλήνα τῆς λυχνίας καί ἀφαιρεῖται ἀπ' αὐτόν μέ ἀντληση ὁ ἀέρας κατά τό δυνατόν. Ἡ ἀντληση πραγματοποιεῖται μέ ταυτόχρονη θέρμανση σέ ὑψηλή θερμοκρασία τῶν μεταλλικῶν ἐξαρτημάτων, ὥστε νά ἀπομακρυνθοῦν κατάλοιπα ἀερίων, πού βρίσκονται σ' αὐτά. Μετά τή δημιουργία κενοῦ κλείνεται, ἐπίσης μέ



Σχ. 7.1α.
Τμήματα ηλεκτρονικῆς λυχνίας.

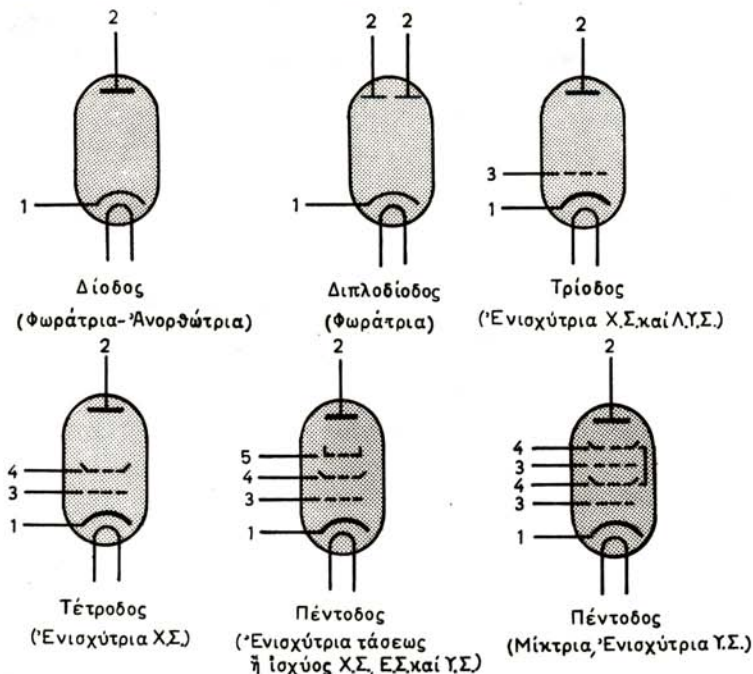


Σχ. 7.1β.
Δομή ηλεκτρονικῆς λυχνίας.

σύντηξη, τό ἐπάνω μέρος τοῦ σωλήνα. Γιά νά ἐξαφανισθοῦν ἴχνη ἀερίων, πού παρ' ὅλα αὐτά παρέμειναν στή λυχνία, ἐξαερώνεται στή συνέχεια μέ τή βοήθεια ἐπαγωγικῆς θερμάνσεως ἓνα κατάλληλο μέταλλο, συνήθως μαγνήσιο ἢ βάριο, πού εἶχε τοποθετηθεῖ προηγουμένως στό ἐσωτερικό της. Οἱ ἀτμοί τοῦ μετάλλου ἀπορροφοῦν τά ἴχνη τῶν ἀερίων καί κατόπιν κατακαθίζουν στήν ἐπάνω ἐπιφάνεια τοῦ σωλήνα. Ἔτσι δημιουργεῖται τό γνωστό σκετεῖνό ἢ στιλπνό ἐπίστρωμα τῆς λυχνίας.

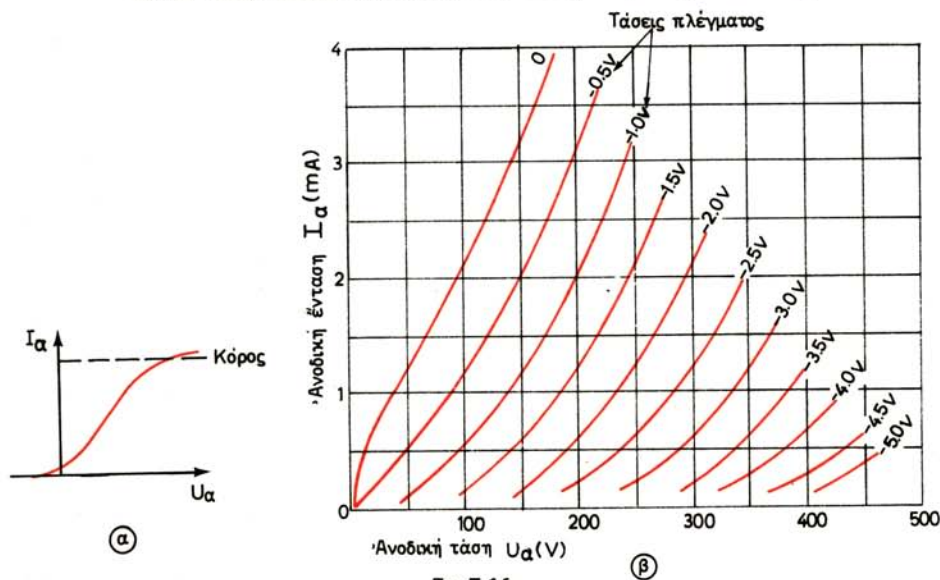
Ἀνάλογα μέ τόν ἀριθμό τῶν ηλεκτροδίων πού περιλαμβάνει μιά λυχνία, ἐκτός ἀπό τά ηλεκτρόδια γιά τή θέρμανση τῆς καθόδου, χαρακτηρίζεται ὡς **δίοδος** (διπολική λυχνία μέ ἀνοδο καί κάθοδο), **τρίοδος** (τριπολική λυχνία μέ ἀνοδο, κάθοδο καί ὁδηγό πλέγμα), **τέτροδος**, **πέντοδος** κ.ο.κ. Τό σχήμα 7.1γ δείχνει τή διάταξη τῶν ἡ-

λεκτροδίων στις πιο κοινές λυχνίες. Το σχήμα 7.16 δίνει τις χαρακτηριστικές καμπύλες άνοδικής έντασης I_a — άνοδικής τάσεως U_a της διόδου και τριόδου λυχνίας.



Σχ. 7.1γ.

Διάταξη ηλεκτροδίων στις περισσότερες κοινές λυχνίες: 1) Κάθοδος. 2) Άνοδος. 3) Όδηγό πλέγμα. 4) Προστατευτικό πλέγμα. 5) Πλέγμα άναστολής.



Σχ. 7.16.

Χαρακτηριστικές καμπύλες διόδου και τριόδου λυχνίας: α) Δίοδος λυχνία. β) Τρίοδος λυχνία.

Ο τύπος της λυχνίας προσδιορίζεται από μία σειρά γραμμάτων και ψηφίων κατά ένα ορισμένο κώδικα. Τό πρώτο γράμμα χαρακτηρίζει π.χ. τό είδος πυρακτώσεως της καθόδου (είδος ρεύματος καί τάση ή ένταση πυρακτώσεως), τά υπόλοιπα, τόν αριθμό ηλεκτροδίων της λυχνίας (δίοδος, τρίδος κλπ.). Τά ψηφία προσδιορίζουν τόν τύπο της βάσεως της λυχνίας.

7.2 Λυχνίες αερίου.

Οί λυχνίες αερίου περιλαμβάνουν άνοδο, κάθοδο καί κατά περίπτωση ρυθμιστικά πλέγματα, όπως οί λυχνίες ύψηλοϋ κενού. Απ' τίς λυχνίες αυτές διαφέρουν όμως κατά τό ότι περιέχουν εύγενές άέριο (άργόν, νέον, ξένον) ή άτμούς ύδραργύρου σέ χαμηλή πίεση [5 ως 30 mm στήλης ύδραργύρου (Hg)]. Τό άνοδικό τους ρεύμα αποτελείται από ένα **ρεύμα ηλεκτρονίων** μέ κατεύθυνση από τήν κάθοδο πρós τήν άνοδο καί από ένα **ρεύμα ιόντων** μέ αντίθετη κατεύθυνση. Τά ιόντα δημιουργούνται απ' τήν πρόσκρουση μέ μεγάλη ταχύτητα ηλεκτρονίων στά άτομα τοϋ αερίου, (ιονισμός κρούσεως). Διακρίνομε λυχνίες αερίου ψυχρής καί θερμής καθόδου.

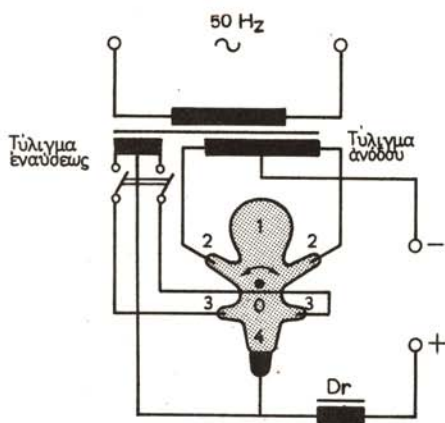
Οί **λυχνίες ψυχρής καθόδου** κατασκευάζονται μέ δύο ή περισσότερα ηλεκτρόδια καί περιέχουν εύγενές άέριο. Η κάθοδός τους δέν πυρακτώνεται όπως στίς λυχνίες ύψηλοϋ κενού. Ο ιονισμός ξεκινά από μερικά έλεύθερα ηλεκτρόνια, πού βρίσκονται άρχικά στό άέριο καί πού έχουν δημιουργηθεί από διάφορες αίτίες (έπίδραση κοσμικής άκτινοβολίας κλπ.). Τά ηλεκτρόνια αυτά έπιταχύνονται στό ηλεκτρικό πεδίο άνόδου-καθόδου, πού είναι άρκετά ισχυρό, ώστε νά δημιουργηθούν μέ ιονισμό κρούσεως ιόντα καί νέα έλεύθερα ηλεκτρόνια. Τά νέα ηλεκτρόνια προσκρούουν έπίσης σέ άτομα καί δημιουργούν νέα ιόντα καί ηλεκτρόνια κ.ο.κ. Ο ιονισμός συνοδεύεται από λάμψη (αίγλη), γι' αυτό οί λυχνίες ψυχρής καθόδου όνομάζονται καί **λυχνίες αίγλης**. Τό χρώμα της αίγλης ποικίλλει ανάλογα μέ τό χρησιμοποιούμενο άέριο στή λυχνία. Λυχνίες ψυχρής καθόδου χρησιμοποιούνται γιά τή σταθεροποίηση της τάσεως, γιά τήν προστασία κυκλωμάτων από υπερτάσεις, γιά τήν ένδειξη ψηφίων σέ ψηφιακές ηλεκτρονικές συσκευές, κλπ.

Στίς λυχνίες θερμής καθόδου πυρακτώνεται ή κάθοδος καί εκπέμπει μεγάλο αριθμό ηλεκτρονίων. Σάν άέριο χρησιμοποιείται εύγενές άέριο ή συνηθέστερα άτμός ύδραργύρου. Χρησιμοποιούνται κυρίως γιά τήν άνόρθωση ρευμάτων μεγάλης έντάσεως, ένώ οί λυχνίες κενού δίνουν πολύ μικρά ρεύματα, (μικρότερα από 1 Α). Στήν κατηγορία των λυχνιών θερμής καθόδου άνήκουν π.χ. οί άνορθωτές άτμών ύδραργύρου χωρίς ρυθμιστικά πλέγματα (δίοδοι λυχνίες) καί οί λυχνίες θύρων.

Τό σχήμα 7.2α δείχνει τή δομή καί συνδεσμολογία τοϋ **άνορθωτή άτμών ύδραργύρου**. Ο άνορθωτής αποτελείται από τό γυάλινο δοχείο 1, στό όποίο έχουν συντηχθεί οί άνοδοι 2 από γραφίτη ή σίδηρο, καί οί άνοδοι έναύσεως 3. Τό δοχείο περιέχει στό κάτω μέρος ύδράργυρο, πού αποτελεί τήν κάθοδο 4 καί μπορεί νά στραφεί γύρω από τόν άξονα (Ο).

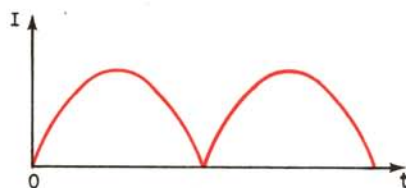
Γιά τήν έναρξη της λειτουργίας (έναυση) περιστρέφεται ή λυχνία καί ο ύδράργυρος της καθόδου 4 έρχεται σέ έπαφή μέ μία από τίς άνόδους έναύσεως 3, μέ αποτέλεσμα νά δημιουργηθεί μία άγώγιμη σύνδεση των δύο ηλεκτροδίων. Η σύνδεση αυτή διακόπτεται μέ τήν έπίστροφή της λυχνίας στήν άρχική της θέση, σχηματί-

ζεται σπινθήρας και ό ύδραργγυρος εξατμίζεται. Ό άτμός του ύδραργγούρου είναι πλούσιος σε έλεύθερα ήλεκτρόνια, κι' αυτός είναι ό λόγος που χρησιμοποιείται ύδραργγυρος στη λυχνία.

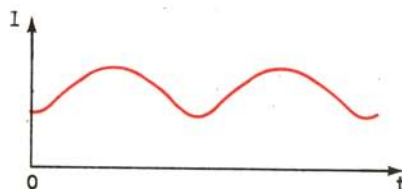


Σχ. 7.2α.

Άνορθωτής άτμών ύδραργγούρου.



α)



β)

Σχ. 7.2β.

Μορφή άνορθωμένου μονοφασικού ρεύματος λυχνίας άτμών ύδραργγούρου: α) Χωρίς στραγγαλιστικό πηνίο. β) Μέ στραγγαλιστικό πηνίο.

Τά έλεύθερα ήλεκτρόνια κινούνται διαδοχικά προς εκείνη την άνοδο 2, που έχει σε κάθε έναλλαγή του ρεύματος θετικό δυναμικό και έτσι γεφυρώνεται ή απόσταση άνόδων — καθόδου. Τό ρεύμα, που διέρχεται άπ' την καθόδο, τή θερμαίνει ίσχυρά και στην έπιφάνεια του ύδραργγούρου σχηματίζεται μιά κηλίδα πυρακτώσεως μέ πολύ ύψηλή θερμοκρασία. Άπ' τήν κηλίδα αυτή τροφοδοτείται συνεχώς ή λυχνία μέ άτμό και έλεύθερα ήλεκτρόνια.

Οί άτμοί του ύδραργγούρου ψύχονται στά τοιχώματα του χώρου 1 τής λυχνίας, συμπυκνώνονται και έπιστρέφουν στην καθόδο. Τό στραγγαλιστικό πηνίο D_r χρησιμεύει γιά νά διατηρείται τό ρεύμα στη λυχνία και νά αποφεύγεται τό σβήσιμο του τόξου άνόδου — καθόδου κάθε φορά που μηδενίζεται τό έναλλασσόμενο ρεύμα. Τό σχήμα 7.2β δείχνει τή μορφή του άνορθωμένου ρεύματος.

Ή λυχνία θύρατρων περιλαμβάνει μεταξύ άνόδου και καθόδου ένα τρίτο ήλεκτρόδιο (δόδογό πλέγμα) μέ τό δυναμικό του όποιου, που είναι συνήθως άρνητικό, ρυθμίζεται ή ροή των ήλεκτρονίων προς τήν άνοδο. Κατασκευάζονται έπίσης λυχνίες θύρατρων μέ τέσσερα ήλεκτρόδια (τέτροδοι). Οί λυχνίες θύρατρων περιέχουν εύγενές άέριο ή άτμούς ύδραργγούρου και χρησιμοποιούνται σε άνορθωτικές διατάξεις μέ ρυθμιζόμενη συνεχή τάση, γιά τή δημιουργία ταλαντώσεων, σαν ήλεκτρονικοί διακόπτες κλπ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΓΔΟΟ

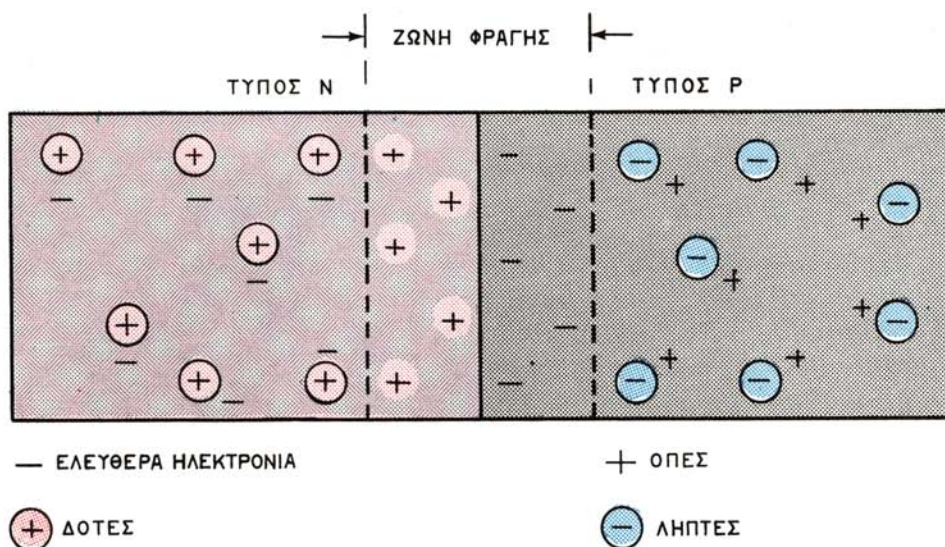
ΗΜΙΑΓΩΓΟΙ

Οι **ήμιαγωγοί** είναι στερεά σώματα με κρυσταλλική δομή και μέ άγωγιμότητα μεταξύ εκείνης των μετάλλων, δηλαδή των άγωγών, και των μονωτικών υλικών, των μή άγωγών. Σέ όρισμένες διατάξεις ήμιαγωγών είναι δυνατόν νά ρυθμιστεί ή διέλευση του ήλεκτρικού ρεύματος όπως και στίς ηλεκτρονικές λυχνίες, χωρίς όμως νά απαιτείται, όπως σ' αυτές, κενό άέρα και πυρακτωμένη κάθοδος.

Κατάλληλα υλικά γιά τό σκοπό αυτό, μέ βάση τήν κρυσταλλική τους δομή, είναι τό **γερμάνιο** και τό **πυρίτιο**. Τά υλικά αυτά σέ καθαρή κατάσταση, όταν δηλαδή περιλαμβάνουν μόνο κρυστάλλους γερμανίου ή πυριτίου, είναι σχεδόν μονωτές. Γιά νά αύξήσουμε τήν άγωγιμότητά τους προσθέτομε σέ ελάχιστη ποσότητα ένα κατάλληλο διαφορετικό υλικό, π.χ. άρσενικό, φωσφόρο, βόριο κλπ. Άνάλογα μέ τό υλικό πού χρησιμοποιούμε, δημιουργούνται δύο ειδών ήμιαγωγοί: α) 'Ημιαγωγοί μέ πολλά ελεύθερα ηλεκτρόνια, **οι ήμιαγωγοί τύπου N**, ύστερα από πρόσμιξη υλικού πού χαρακτηρίζεται **δότης** . β) 'Ημιαγωγοί μέ πολλές θέσεις στή δομή του κρυστάλλου, πού μπορούν νά συμπληρωθούν μέ ηλεκτρόνια, ύστερα από πρόσμιξη υλικού πού χαρακτηρίζεται **λήπτης** . Οι θέσεις αυτές ονομάζονται **όπές** και οι ήμιαγωγοί μέ όπές **ήμιαγωγοί τύπου P**. Και οι δύο τύποι ήμιαγωγών είναι ηλεκτρικά **ούδέτεροι** όταν βρίσκονται χωρισμένοι.

"Όταν φέρομε σέ έπαφή ένα ήμιαγωγό τύπου P μέ ήμιαγωγό τύπου N δημιουργείται στή θέση έπαφής μία ζώνη στήν όποία εναλλάσσονται ηλεκτρόνια μέ όπές (σχ. 8). 'Ελεύθερα ηλεκτρόνια τής περιοχής N εισέρχονται στήν περιοχή P και συμπληρώνουν αντίστοιχες όπές, ενώ όπές τής περιοχής P εισέρχονται στήν περιοχή N και ένώνονται μέ ίσο άριθμό ηλεκτρονίων. 'Η άπώλεια ηλεκτρονίων από τόν ήμιαγωγό N και όπών από τόν ήμιαγωγό P έχει σαν αποτέλεσμα νά αποκτήσει ή περιοχή N θετικό δυναμικό και ή περιοχή P άρνητικό δυναμικό και νά δημιουργηθεί μεταξύ τους **διαφορά δυναμικού**, πού έμποδίζει τή ροή ηλεκτρονίων άπ' τόν ήμιαγωγό N στόν P και όπών άπ' τόν P στόν N. "Ετσι σταματά ή ανταλλαγή ηλεκτρονίων — όπών και σχηματίζεται γύρω άπ' τή θέση έπαφής μία ζώνη ύψηλης αντίστασεως μέ ελάχιστους ελεύθερους φορείς (ηλεκτρόνια ή όπές), ή **ζώνη φραγής**.

"Αν τώρα έφαρμοστεί άρνητικό δυναμικό στόν ήμιαγωγό P και θετικό δυναμικό στόν ήμιαγωγό N (άνάστροφη πόλωση τής έπαφής P-N), έμποδίζεται ή διέλευση ρεύματος από τήν έπαφή (έκτός από ένα ελάχιστο ρεύμα διαρροής), ενώ αύξάνεται ή ζώνη φραγής. "Αν, αντίστροφα, έφαρμοστεί τάση μέ θετικό δυναμικό στόν ήμιαγωγό P και άρνητικό στόν ήμιαγωγό N (όρθή πόλωση τής έπαφής P-N), καταργείται ή ζώνη φραγής και έπιτρέπεται ή διέλευση ρεύματος άπ' τήν έπαφή. Παρατηρούμε ότι ή ζώνη φραγής δρᾷ σαν άνορθωτής.



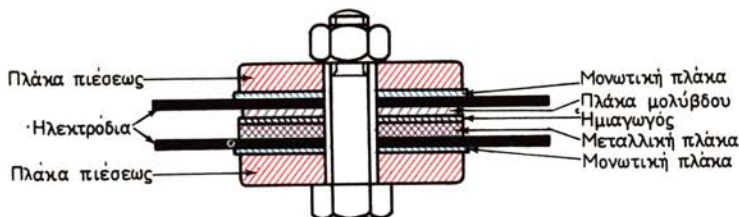
Σχ. 8.
Έπαφή P-N.

Οι σπουδαιότερες εφαρμογές των ημιαγωγών είναι **οι ξηροί άνορθωτές, οι κρυσταλλοδιόδοι, οι τρανζίστορες, οι θερμίστορες** και **οι βαρίστορες**. Τά δύο τελευταία στοιχεία τα γνωρίσαμε όταν περιγράψαμε τούς μη ωμικούς αντιστάτες.

Στους ξηρούς άνορθωτές, πού θα γνωρίσουμε άμέσως στη συνέχεια, ή άνόρθωση πραγματοποιείται στη ζώνη γύρω στην έπιφάνεια έπαφής ενός **ήμιαγωγού** καί ενός **μετάλλου**. Στίς κρυσταλλοδιόδους ή άνόρθωση πραγματοποιείται είτε, γύρω στην **έπαφή P-N** δύο ήμιαγωγών, όπως περιγράψαμε προηγουμένως, είτε στην έπαφή ενός **ήμιαγωγού** καί ενός **μετάλλου**.

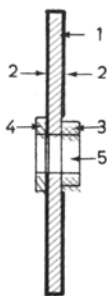
8.1 Ξηροί άνορθωτές.

Ο **ξηρός άνορθωτής** αποτελείται από ένα ή περισσότερα ζεύγη μεταλλικών πλακών, πού όνομάζονται **στοιχεία του άνορθωτή**. Στη μιά πλάκα του στοιχείου δημιουργείται μέ ειδική διαδικασία ένα κατάλληλο στρώμα ήμιαγωγού καί πάνω σ' αυτό τό στρώμα εφαρμόζεται ή δεύτερη πλάκα. Υπάρχουν δύο μέθοδοι συνδέσεως των πλακών καί συναρμολογήσεως των στοιχείων. Στη μέθοδο **συμπίεσμένων πλακών** οι πλάκες όλων των στοιχείων συγκρατούνται καί συμπιέζονται ίσχυ-

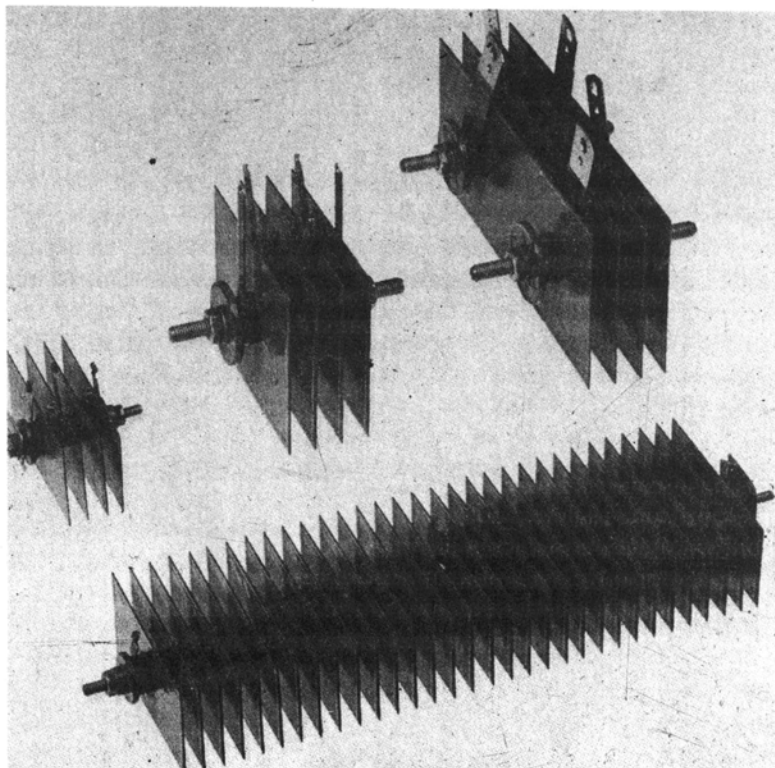


Σχ. 8.1α.
Άνορθωτής μέ συμπίεσμένες πλάκες.

ρά μέ τή βοήθεια ενός μπουλονιού, ὥπως φαίνεται στό σχῆμα 8.1α. Ἔτσι δημιουργεῖται μιά πολύ ἀνθεκτική κατασκευή. Ὄταν οἱ πλάκες ἔχουν μεγάλο μέγεθος καί δέν μπορεῖ νά ἐξασφαλιστεῖ μ' αὐτή τή μέθοδο ὁμοιόμορφη κατανομή τῆς πιέσεως στήν ἐπιφάνεια τῶν πλακῶν, χρησιμοποιεῖται ἡ μέθοδος *ἐλευθέρων ἐπιφανειῶν* (σχ. 8.1β).



Σχ. 8.1β.
Στοιχείο ἀνορθωτῆ
μέ ἐλεύθερες ἐπιφάνειες.



Σχ. 8.1γ.
Στῆλες ἀνορθωτῶν με ἐλεύθερες ἐπιφάνειες.

Ἡ μεταλλικὴ πλάκα 1 καλύπτεται κί ἀπ' τὶς δύο πλευρὲς τῆς μέ στρῶμα ἡμιαγωγοῦ 2, στό ὁποῖο ἐπιβεκάζεται ἕνα λεπτὸ στρώμα μετάλλου (στό σχῆμα δέν εἶναι σχεδιασμένο τὸ στρώμα αὐτό). Στό μεταλλικὸ στρώμα διοχετεύεται τὸ ρεῦμα ἀπ' τὸ μεταλλικὸ δακτύλιο 4 καὶ περνᾷ στή μεταλλικὴ πλάκα 1 ἀπ' ὅλες τὶς πλευρὲς διασχίζοντας τὸν ἡμιαγωγὸ 2. Ἀπ' τὴν πλάκα 1 διοχετεύεται στό μεταλλικὸ δακτύλιο 3, πού εἶναι μ' αὐτὴν ἀγώγιμα συνδεδεμένος. Περισσότερες τέτοιες πλάκες τοποθετοῦνται ἢ μιά δίπλα στήν ἄλλη ἀλλὰ σέ ὁρισμένη ἀπόσταση μεταξύ τους καὶ συγκρατοῦνται μέ ἕνα μπουλόνι πού περνᾷ ἀπ' τὴν τρύπα 5 (σχ. 8.1γ). Ἔτσι κατασκευάζονται στῆλες ἀνορθωτῶν γιά ὑψηλές τάσεις. Ἡ ἐπιφάνεια 2 χρησιμεύει ἐπίσης γιά τὴν ἀκτινοβολία στό περιβάλλον τῆς θερμότητος πού παράγεται κατὰ τὴ λειτουργία τοῦ ἀνορθωτῆ.

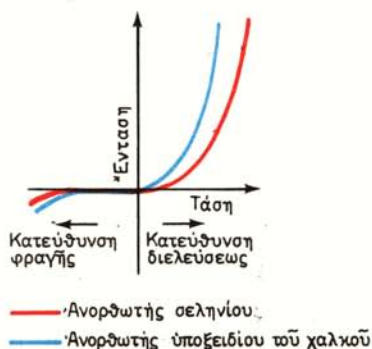
Ὄταν ἐφαρμοστεῖ τάση στά ἄκρα ξηροῦ ἀνορθωτῆ, παρουσιάζεται ἀντίσταση στή διέλευση τοῦ ρεύματος, πού δέν εἶναι σταθερὴ ἀλλὰ ἐξαρτᾶται ἀπ' τὴν κατεύθυνση καὶ τὸ μέγεθος τῆς τάσεως. Στὴν κατεύθυνση ἀπ' τὸν ἀγωγὸ πρὸς τὸν ἡμιαγωγὸ (κατεύθυνση φραγῆς) εἶναι 1.000 ὥς 10.000 φορές μεγαλύτερη ἀπ' ὅτι

στήν αντίθετη κατεύθυνση (κατεύθυνση διελεύσεως). Τό σχήμα 8.1δ δείχνει τή χαρακτηριστική καμπύλη τάσεως-έντάσεως του άνορθωτή, άπ' τήν όποία γίνεται άμέσως άντιληπτό, ότι ή αντίστασή του είναι μή ώμική. Στήν κατεύθυνση διελεύσεως τό ρεύμα αύξάνει γρήγορα, μόλις ή τάση περάσει μιά όριακή τιμή, ενώ στήν κατεύθυνση φραγής ή αύξηση είναι πολύ μικρή. Στήν κατεύθυνση αύτή ρέει ένα πολύ μικρό **ρεύμα διαρροής**, έφ' όσον ή τάση είναι μικρότερη από μιά όριακή τιμή, τήν **τάση φραγής**. Άπ' τήν τάση φραγής καί άνω παρατηρείται άπότομη αύξηση του ρεύματος στήν κατεύθυνση φραγής μέ άποτέλεσμα τήν καταστροφή του άνορθωτή.

Άν συνδέσουμε τόν άνορθωτή σέ πηγή έναλλασσόμενου ρεύματος μέ μέγιστη τάση μικρότερη άπ' τήν τάση φραγής, θά διέρχεται ή μία μόνο ήμιπερίοδος, δηλαδή θά έχομε άνόρθωση του έναλλασσόμενου ρεύματος. Ή τάση φραγής άνέρχεται σέ 5 ως 25 V άνά άνορθωτικό στοιχείο, άνάλογα μέ τόν ήμιαγωγό πού χρησιμοποιείται. Όταν απαιτούνται μεγαλύτερες τάσεις λειτουργίας, συνδέονται σέ σειρά περισσότερα στοιχεία μέ τή μέθοδο των συμπιεσμένων πλακών ή των έλευθέρων έπιφανειών πού περιγράψαμε.

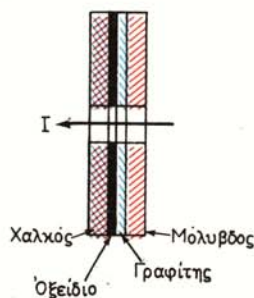
Τό μέγιστο ρεύμα, πού έπιτρέπεται νά ρέει στόν άνορθωτή, εξαρτάται άπ' τήν ψύξη πού εφαρμόζεται γιά νά μήν έμφανιστεί υπερθέρμανση. Σέ **φυσική ψύξη (αυτόψυξη)** ή θερμότητα άκτινοβολείται στό γύρω χώρο άπ' τήν έπιφάνεια του άνορθωτή. Μεταλλικά έλάσματα, πού προσαρμόζονται στά άνορθωτικά στοιχεία, αύξάνουν τήν έπιφάνεια άκτινοβολίας καί διευκολύνουν τήν άπαγωγή τής θερμότητας. **Τεχνητή ψύξη** πραγματοποιείται μέ κατευθυνόμενο ρεύμα άέρα ή μέ άναρρόφηση άέρα. Σέ ύψηλές φορτίσεις χρησιμοποιείται καί ή ψύξη μέ λάδι μετασχηματιστών. Ο άνορθωτής τότε τοποθετείται σ' ένα κλειστό δοχείο λαδιού.

Ξηροί άνορθωτές χρησιμοποιούνται συνεχώς καί περισσότερο στίς τηλεπικοινωνίες.



Σχ. 8.1δ.

Χαρακτηριστική καμπύλη έντάσεως-τάσεως ξηρού άνορθωτή.



Σχ. 8.1ε.

Βασική δομή του άνορθωτή ύποξειδίου του χαλκού.

νωνίες. Συγκριτικά μέ τίς ήλεκτρονικές λυχνίες έχουν τό πλεονέκτημα ότι δέν χρειάζονται ρεύματα θερμάνσεως, δέν είναι εύαίσθητοι σέ κτυπήματα, μπορούν νά τοποθετηθούν όπουδήποτε καί δέν φθείρονται. Άνάλογα μέ τόν ήμιαγωγό πού χρησιμοποιείται, διακρίνομε ξηρούς άνορθωτές **ύποξειδίου του χαλκού, σεληνίου καί πυριτίου**.

α) Άνορθωτές υποξειδίου του χαλκού.

Ένα στοιχείο του άνορθωτή κατασκευάζεται από μία πλάκα χαλκού, στην οποία δημιουργείται με έρυθροπύρωση ένα στρώμα υποξειδίου του χαλκού και από μία πλάκα μολύβδου σαν αντίθετο ηλεκτρόδιο (σχ. 8.1ε). Πάνω στο στρώμα του υποξειδίου τοποθετείται ένα λεπτό στρώμα γραφίτη για να εξασφαλιστεί καλή επαφή μεταξύ των πλακών. Οι δύο πλάκες ή περισσότερα στοιχεία μαζί συναρμολογούνται κατά τη μέθοδο συμπιεσμένων πλακών. Κατασκευάζονται επίσης στοιχεία και στηλές με ελεύθερες επιφάνειες: Στίς χάλκινες πλάκες δημιουργείται υποξείδιο του χαλκού και στίς δύο πλευρές και κατόπιν τοποθετείται κατάλληλα τό μεταλλικό στρώμα, όπως περιγράψαμε ήδη.

Η κατεύθυνση διελεύσεως, πού στους άνορθωτές σημειώνεται από τό άρνητικό ηλεκτρόδιο πρὸς τό θετικό, είναι: Μόλυβδος — στρώμα υποξειδίου — χαλκός.

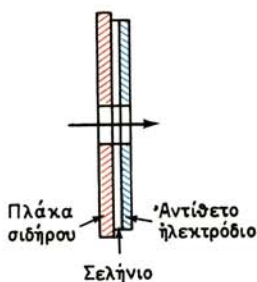
Τά κύρια χαρακτηριστικά του άνορθωτή είναι:

- Τάση φραγής: 5...8 V
- Φόρτιση: 50 mA ανά cm^2 με φυσική ψύξη, 150 mA ανά cm^2 με τεχνητή ψύξη.
- Θερμοκρασία λειτουργίας: ὡς 50°C .
- Συντελεστής αποδόσεως: 70% περίπου.

β) Άνορθωτές σεληνίου.

Ένα στοιχείο αποτελείται από μία επινικελωμένη σιδερένια πλάκα, πάνω στην οποία έχει τοποθετηθεί ένα λεπτό στρώμα σεληνίου (σχ. 8.1στ).

Μέ έρυθροπύρωση αποκτά τό σελήνιο κρυσταλλική μορφή και κατόπιν ψεκάζεται με ένα κράμα κασσιτέρου — καδμίου. Έτσι δημιουργείται ένα λεπτό στρώμα,



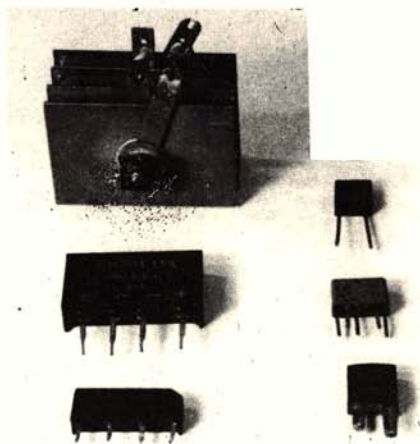
Σχ. 8.1στ.
Βασική δομή του άνορθωτή σεληνίου

πού σχηματίζει τό αντίθετο ηλεκτρόδιο. Μιά επάλειψη με βερνίκι προστατεύει τό στοιχείο από εξωτερικές επιδράσεις. Περισσότερα στοιχεία συναρμολογούνται σέ στηλές κατά τη μέθοδο των ελευθέρων επιφανειών.

Τά τεχνικά χαρακτηριστικά του άνορθωτή σεληνίου είναι:

- Κατεύθυνση διελεύσεως: σίδηρος — σελήνιο — κασσίτερος-κάδμιο.
- Τάση φραγής: 25 — 28 V.
- Φόρτιση: 50 mA ανά cm^2 με φυσική ψύξη, 150 mA ανά cm^2 με τεχνητή ψύξη.
- Θερμοκρασία λειτουργίας: ὡς 80°C .
- Συντελεστής αποδόσεως: 92% περίπου.

Τό σχήμα 8.1ζ δείχνει διάφορους τύπους επιπέδων άνορθωτών σεληνίου.

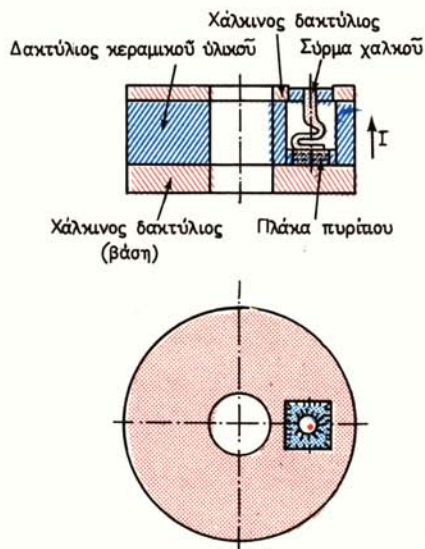


Σχ. 8.1ζ.

Διάφοροι τύποι επίπεδων άνορθωτών σεληνίου.

γ) Άνορθωτές πυριτίου.

Παρουσιάζουν μεγάλες τάσεις φραγής, δυνατότητα ισχυρής φορτίσεως και πολύ καλό συντελεστή απόδοσης. Η άνορθωτική δράση παρουσιάζεται στη θέση συντήξεως ενός χάλκινου ηλεκτροδίου (άγωγου) και μιάς μικρής πλάκας πυριτίου (ήμιαγωγού). Για να διευκολυνθεί η άπαγωγή της θερμότητας, πού δημιουργείται έξ αιτίας της ισχυρής φορτίσεως, στερεώνεται ο άνορθωτής σε μιά κυλινδρική χάλκινη βάση (σχ. 8.1η).



Σχ. 8.1η.

Βασική δομή δακτυλιωτού άνορθωτή πυριτίου.

Τεχνικά χαρακτηριστικά του άνορθωτῆ πυρίτιου:

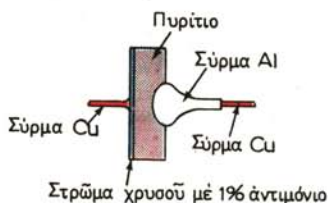
- Κατεύθυνση διελεύσεως: πυρίτιο — χαλκός.
- Τάση φραγῆς: 380 V περίπου.
- Φόρτιση: 80 A ανά cm^2 μέ φυσική ψύξη, 200 A ανά cm^2 μέ τεχνητή ψύξη.
- Θερμοκρασία λειτουργίας: ὡς 140°C.
- Συντελεστής ἀποδόσεως: 99,6% περίπου.

Γιά τήν ἴδια ἰσχύ ἔχει τό 1/15 τοῦ μεγέθους τοῦ άνορθωτῆ σεληνίου.

8.2 Κρυσταλλοδιόδοι.

Δίοδοι από ἡμιαγωγούς ἢ κρυσταλλοδιόδοι χρησιμοποιοῦνται σήμερα σέ μεγάλο βαθμό γιά τήν άνόρθωση έναλλασσομένων ρευμάτων αντί τῶν λυχνιῶν κενοῦ. Ἡ συμπαγής τους κατασκευή συνδυασμένη μέ μικρό ὄγκο, ἡ δυνατότητα άμεσης λειτουργίας, ἡ άποφυγή ρευμάτων θερμάνσεως καί κατά συνέπεια έκλύσεως θερμότητας, καί ἡ δυνατότητα τοποθετήσεώς τους σχεδόν σέ οποιαδήποτε θέση, άποτελοῦν τά σημαντικότερα πλεονεκτήματά τους συγκριτικά μέ τίς λυχνίες κενοῦ. Σ' αὐτά θά πρέπει νά προστεθοῦν έπίσης ὁ μεγαλύτερος συντελεστής άποδόσεως κί ἡ μεγαλύτερη διάρκεια ζωῆς. Μειονέκτημα τῶν κρυσταλλοδιδῶν εἶναι τό ὑψηλό ρεῦμα διαρροῆς στήν κατεύθυνση φραγῆς κί ἡ εξάρτηση τῶν άντιστάσεων στίς δύο κατευθύνσεις άπ' τή θερμοκρασία τοῦ περιβάλλοντος.

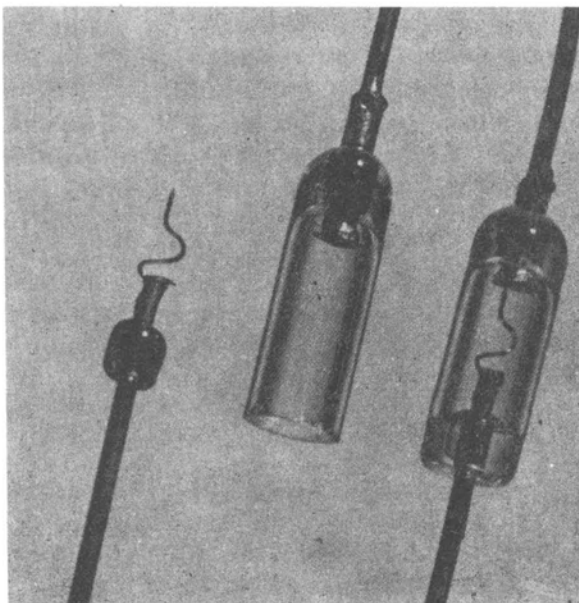
Οἱ κρυσταλλοδιόδοι χρησιμοποιοῦν σάν ἡμιαγωγούς γερμάνιο καί πυρίτιο. Ἀνάλογα μέ τήν κατασκευή τους τίς διακρίνομε σέ **διόδους έπιφανειακῆς έπαφῆς** καί σέ **διόδους σημειακῆς έπαφῆς**. Στίς **διόδους έπιφανειακῆς έπαφῆς** ἡ άνόρθωση πράγματοποιεῖται στή ζώνη γύρω στήν έπιφάνεια έπαφῆς τῶν ἡμιαγωγῶν Ρ καί Ν ὅπως περιγράψαμε στήν άρχή τοῦ κεφαλαίου. Τό σχῆμα 8.2α δείχνει τήν τομή μιάς τέτοιας διόδου. Οἱ **διόδοι σημειακῆς έπαφῆς** άποτελοῦνται βασικά, ὅπως φαίνεται στό σχῆμα 8.2β άπό μία μεταλλική άκίδα πού έφάπτεται στόν ἡμιαγωγό. Ἡ άνόρθωση έπιτυγχάνεται στή σημειακή έπαφή άγωγοῦ — ἡμιαγωγοῦ. Ἀκίδα καί κρυσταλλος εἶναι τοποθετημένοι σ' ἓνα προστατευτικό σωληνίσκο άπό γυαλί ἢ κεραμικό ὕλικό.



Σχ. 8.2α.

Τομή διόδου πυρίτιου έπιφανειακῆς έπαφῆς.

Ἡ χαρακτηριστική καμπύλη τάσεως-ρεύματος τῆς διόδου εἶναι ὅμοια μέ εκείνη τῶν ξηρῶν άνορθωτῶν. Ἡ διόδος παρουσιάζει ὅμως συγκριτικά μ' αὐτούς μιά σειρά πλεονεκτημάτων. Ἡ τάση φραγῆς εἶναι μεγαλύτερη άπό 100 V καί έπομένως σημαντικά εὐνοϊκότερη. Ἡ χωρητικότητα τῆς διόδου εἶναι εξαιρετικά μικρή. Ἐτσι



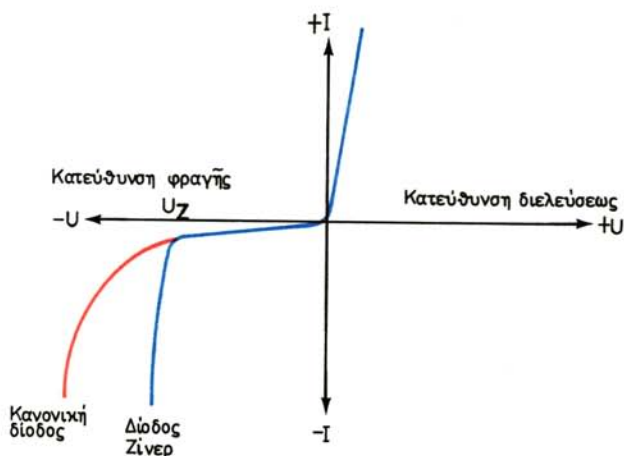
Σχ. 8.2β.
Δίοδος σημειακής επαφής.

μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ύψηλες συχνότητες. Η οριακή τιμή τάσεως στην περιοχή διελεύσεως, για να γίνει η δίοδος έντελως διαπερατή, ανέρχεται σε 0,2 V περίπου και είναι πολύ μικρότερη από τις αντίστοιχες τιμές ξηρών άνορθωτών. Μειονέκτημα της διόδου είναι η μικρή επιτρεπόμενη φόρτιση, επειδή η θερμότητα που δημιουργείται κατά την άνορθωση μεταδίδεται δύσκολα στο περιβάλλον. Ένώ οι ξηροί άνορθωτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ισχυρά φορτία, περιορίζεται η χρήση της διόδου στην άνορθωση ρευμάτων μέχρι 5 mA περίπου.

Εκτός από τις διόδους, που χρησιμοποιούνται σαν άνορθώτριες, υπάρχουν ορισμένοι τύποι με ιδιαίτερη συμπεριφορά για ειδικές εφαρμογές. Οι σπουδαιότεροι απ' αυτούς είναι οι δίοδοι Ζίνερ, οι δίοδοι σήραγγας, οι δίοδοι Schottky και οι δίοδοι Impatt.

α) Δίοδοι Ζίνερ.

Τό σχήμα 8.2γ δείχνει τη χαρακτηριστική καμπύλη έντασεως-τάσεως μιας διόδου Ζίνερ. Πάνω από την τάση φραγής U_z , που ονομάζεται **τάση Ζίνερ**, παρουσιάζεται πάρα πολύ απότομη μείωση της φρακτικής Ικανότητας της διόδου και κάθετη σχεδόν αύξηση του ρεύματος διαρροής. Ένώ κανονικές δίοδοι καταστρέφονται λόγω της θερμότητας που παράγεται απ' τό υψηλό ρεύμα διαρροής σε αντίστοιχες τάσεις, οι δίοδοι Ζίνερ, που έχουν ειδική σύνθεση, εργάζονται ανενόχλητα στην περιοχή διασπάσεως του ήμιαγωγού. Η δίοδος Ζίνερ χρησιμοποιείται για τη σταθεροποίηση της τάσεως και για την προστασία συσκευών, οργάνων μετρήσεως κλπ. από υπερφόρτιση.



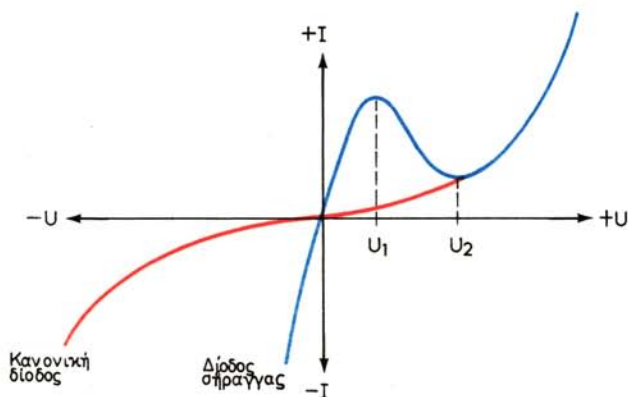
Σχ. 8.2γ.

Χαρακτηριστική καμπύλη έντάσεως-τάσεως διόδου Ζίνερ.

β) Δίοδοι σήραγγας (τουόννελ).

Η δίοδος σήραγγας παρουσιάζει τη χαρακτηριστική καμπύλη του σχήματος 8.2δ. Στην κατεύθυνση φραγής δεν εμφανίζεται φρακτική δράση. Στην κατεύθυνση διελεύσεως το ρεύμα αυξάνει μέχρι μία ορισμένη τάση U_1 , κατόπιν μειώνεται μέχρι την τάση U_2 και στη συνέχεια αυξάνει πάλι ακολουθώντας την καμπύλη της κανονικής διόδου.

Δίοδοι σήραγγας χρησιμοποιούνται σε ύψηλές κυρίως συχνότητες - μέχρι 10 GHz - για δημιουργία και ενίσχυση ταλαντώσεων.



Σχ. 8.2δ.

Χαρακτηριστική καμπύλη έντάσεως-τάσεως διόδου σήραγγας.

γ) Δίοδοι Schottky (σότκυ).

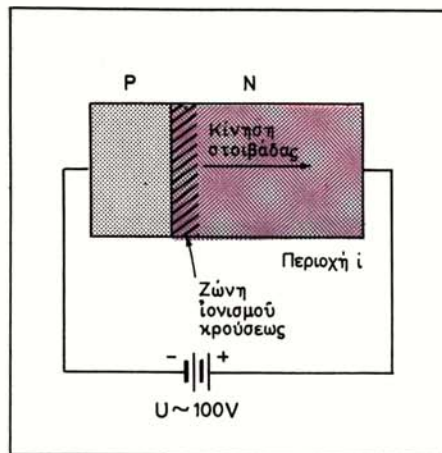
Η δίοδος Schottky σχηματίζεται από την επαφή ενός **μετάλλου** με ένα **ήμιαγωγο**.

γδ. Στή θέση έπαφής δημιουργείται ζώνη φραγής ανάλογη μέ τή ζώνη πού δημιουργείται σέ μία έπαφή P-N.

Συγκριτικά μέ τίς διόδους έπαφής P-N ή διάδος Schottky παρουσιάζει τό πλεονέκτημα, ότι ή μεταγωγή άπ' τήν όρθή στήν ανάστροφη πόλωση γίνεται **πάρα πολύ σύντομα**. Γιά τό λόγο αυτό χρησιμοποιείται σά διακόπτης σέ ολοκληρωμένα κυκλώματα πού εργάζονται μέ μεγάλη ταχύτητα, καθώς καί σάν άνορθωτής στήν περιοχή μικροκυμάτων.

δ) Δίοδοι Impatt (ίμπατ).

Στή δίοδο Impatt, όταν ή τάση σέ ανάστροφη πόλωση ξεπεράσει τήν τάση φραγής, δημιουργείται μέ ίονισμό κρούσεως στόν ήμιαγωγό N καί στή ζώνη κοντά στήν έπαφή P-N όπου ή ένταση τοῦ πεδίου έχει τήν πιό μεγάλη τιμή, μία στοιβάδα ήλεκτρονίων, πού κινείται πρós τό θετικό ήλεκτρόδιο (σχ. 8.2ε).



Σχ. 8.2ε.

Βασική δομή διόδου Impatt.

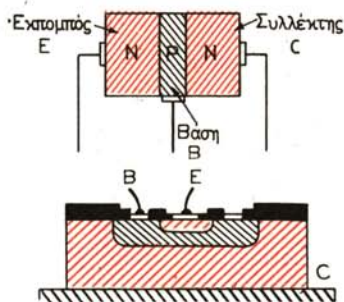
Ό χρόνος πού χρειάζεται ή στοιβάδα γιά νά φθάσει στό θετικό ήλεκτρόδιο (χρόνος διελεύσεως), περνώντας μέσα άπ' τήν περιοχή i (περιοχή μέ μικρές προσμίξεις δότη), εξαρτάται άπό τό μήκος τοῦ ήμιαγωγού N. Συνδυάζοντας τό χρόνο αυτό μέ τή συχνότητα ενός συντονιζόμενου κυκλώματος, πού έχει τοποθετηθεί στό κύκλωμα τής διόδου, δημιουργείται ταλαντωτής παλμών ύψηλής ενέργειας στήν περιοχή συχνοτήτων 3 ως 300 GHz. Ή δίοδος Impatt χρησιμοποιείται σάν ένισχυτής ή ταλαντωτής στή μικροκυματική περιοχή.

8.3 Τρανζίστορες.

Ό τρανζίστορας χρησιμεύει, όπως καί ή ήλεκτρονική λυχνία κενού, στήν ένίσχυση έναλλασσομένων ρευμάτων. Παρουσιάζει όμως συγκριτικά μ' αυτήν άρκετά βασικά πλεονεκτήματα: Δέν χρειάζεται θέρμανση, έχει μικρό όγκο, χρησιμοποιεί χαμηλές τάσεις, έχει δυνατότητα άμεσης λειτουργίας, μεγάλη διάρκεια ζωής καί μεγάλη μηχανική άντοχή. Γιά τά πλεονεκτήματά του αυτά χρησιμοποιείται σή-

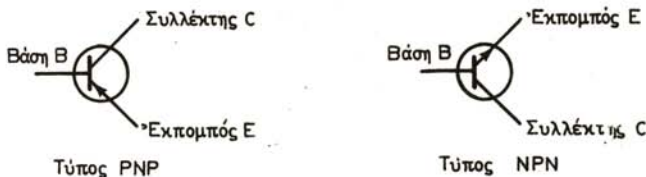
μερα, όπου είναι δυνατόν, αντί των ηλεκτρονικών λυχνιών. Μειονεκτήματά του είναι ή εξάρτηση της συμπεριφοράς του απ' τη θερμοκρασία, οι μικρότερες ωφέλιμες ισχύεις που αποδίδει και οι μικρότερες οριακές συχνότητες στις οποίες λειτουργεί.

Ο τρανζίστορας κατασκευάζεται όπως και οι κρυσταλλοδίοδοι από ήμιαγωγούς γερμανίου ή πυριτίου τύπου P και N. Περιλαμβάνει τρία στρώματα κρυστάλλων με δύο ζώνες φραγής ανάμεσά τους. Ανάλογα με τη διάταξη των ήμιαγωγών P και N διακρίνουμε τρανζίστορες PNP και τρανζίστορες NPN (σχ. 8.3α, 8.3β). Το μεσαίο στρώμα του τρανζίστορα ονομάζεται **βάση Β**, τα δύο εξωτερικά στρώματα **έκπομπος Ε** και **συλλέκτης C**. Ο έκπομπος και ο συλλέκτης αντιστοιχούν στην κάθοδο και την άνοδο, ή βάση στο πλέγμα μιας τριόδου λυχνίας κενού. Οι δύο τύποι τρανζιστόρων PNP και NPN δέν παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές ως προς τη χρησιμοποίησή τους και την ένισχυση που επιτυγχάνουν.



Σχ. 8.3α.

Βασική δομή τρανζίστορα επιφανειακής επαφής.

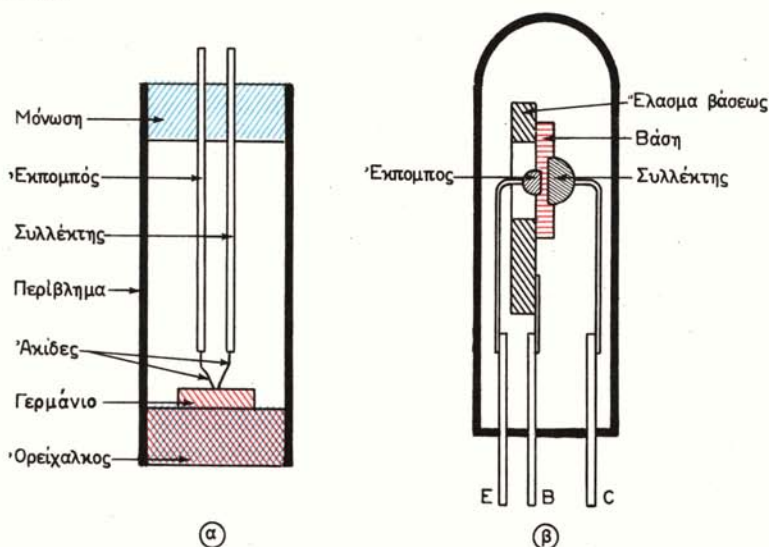


Σχ. 8.3β.

Συμβολική παράσταση τρανζιστόρων.

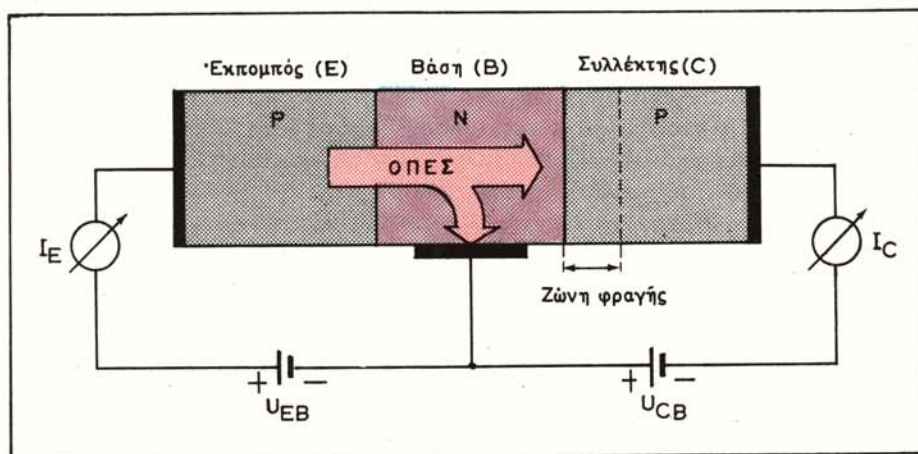
Όπως ή διάοδος έτσι και ο τρανζίστορας κατασκευάζεται σάν **τρανζίστορας σημειακής επαφής** και σάν **τρανζίστορας επιφανειακής επαφής**. Στόν τρανζίστορα σημειακής επαφής ο έκπομπος και ο συλλέκτης είναι δύο μεταλλικές ακίδες συγκολλημένες στην άκρη τους πάνω σ' ένα πλακίδιο ήμιαγωγού, που χρησιμεύει σά βάση [σχ. 8.3γ (α)]. Στόν τρανζίστορα επιφανειακής επαφής τά τρία στρώματα των ήμιαγωγών συνδέονται επιφανειακά μεταξύ τους [σχ. 8.3γ (β)]. Λόγω της εύκολότερης κατασκευής, της σταθερότητας των χαρακτηριστικών και της μηχανικής τους

άντοχης, κατασκευάζονται σήμερα σχεδόν αποκλειστικά τρανζίστορες επιφανειακής επαφής.



Σχ. 8.3γ.

Τύποι τρανζιστόρων: α) Τρανζίστορας σημειακής επαφής. β) Τρανζίστορας επιφανειακής επαφής.



Σχ. 8.36.

Συνδεσμολογία τρανζίστορα PNP.

Τούς τρανζίστορες διακρίνουμε σε **διπολικούς τρανζίστορες** και σε **τρανζίστορες με επίδραση πεδίου**.

α) Διπολικοί τρανζίστορες.

Με βάση το σχήμα 8.36 επεξηγείται η αρχή λειτουργίας του τρανζίστορα PNP.

Ἐνάλογη εἶναι καί ἡ λειτουργία τοῦ τρανζίστορα NPN.

Ἡ ἐπαφή ἐκπομποῦ-βάσεως εἶναι ὀρθά πολωμένη κι αὐτό ἐξαναγκάζει τίς ὁπές τοῦ ἐκπομποῦ νά κινηθοῦν πρὸς τή βάση. Ἡ βάση ὅμως περιέχει ἀπ' τήν κατασκευή της πολὺ λιγότερες προσμίξεις δότη, συγκριτικά μέ τίς προσμίξεις λήπτη τοῦ ἐκπομποῦ, μέ ἀποτέλεσμα νά εἰσέρχονται σ' αὐτήν πολὺ περισσότερες ὁπές ἀπ' τόν ἀριθμὸ τῶν ἐλευθέρων ἠλεκτρονίων της, πού μποροῦν νά ἐνωθοῦν μαζί τους. Ἔτσι ἡ πλειονότητα τῶν ὁπῶν διαπερνᾷ τή λεπτὴν βάση καί μπαίνει στὴν περιοχὴ τοῦ συλλέκτη, ὅπου ἔλκεται ἀπ' τὸ ἀρνητικὸ δυναμικὸ πρὸς τὸν ἀκροδέκτη τοῦ συλλέκτη. Ἐδῶ ἐνώνονται οἱ ὁπές μέ ἠλεκτρόνια τῆς πηγῆς τοῦ συλλέκτη καί οὐδετεροποιοῦνται, ἐνῶ ἴσος ἀριθμὸς ἠλεκτρονίων (ρεῦμα I_E) ἐγκαταλείπει τὸν ἐκπομπὸ καί κινεῖται πρὸς τήν πηγὴ μέσω τοῦ ἐξωτερικοῦ κυκλώματος. Ρυθμίζοντας τὸν ἀριθμὸ τῶν ὁπῶν πού εἰσέρχονται στὴν βάση μέ ρύθμιση τῆς μικρῆς τάσεως ἐκπομποῦ-βάσεως U_{EB} ἐπιτυγχάνομε τὴ ρύθμιση τοῦ ρεύματος τοῦ συλλέκτη I_C καί τῆς τάσεώς του, U_{CB} πού εἶναι πολὺ μεγαλύτερη ἀπ' τήν τάση U_{EB} .

Παρατηροῦμε ὅτι μέσα ἀπ' τὸν τρανζίστορα ρέουν κατὰ τὴ λειτουργία του ἴσες ὁπές καί ἠλεκτρόνια σὲ ἀντίθετες κατευθύνσεις, δηλαδὴ δύο φορεῖς φορτίου μέ διαφορετικὴ **πολικότητα**. Αὐτός εἶναι ὁ λόγος πού ὁ τρανζίστορας τοῦ τύπου αὐτοῦ ὀνομάζεται **διπολικός**, σ' ἀντιδιαστολὴ πρὸς τὸν τρανζίστορα μέ φαινόμενο πεδίου.

Στὸν τύπο NPN πού δείχνει τὸ σχῆμα 8.3ε κινοῦνται ἠλεκτρόνια ἀντὶ ὁπές μεταξὺ τοῦ ἐκπομποῦ καί τοῦ συλλέκτη.

β) Τρανζίστορες μέ ἐπίδραση πεδίου (FET)*.

Ὁ τρανζίστορας πού ἡ λειτουργία του στηρίζεται στὴν ἐπίδραση πεδίου, χρησιμοποιεῖ φορεῖς μιᾶς μόνο πολικότητας, δηλαδὴ ἠλεκτρόνια ἢ ὁπές. Διακρίνομε δύο τύπους FET: τὸν **τρανζίστορα ἐπαφῆς μέ ἐπίδραση πεδίου (JFET)**** καί τὸν **τρανζίστορα μετάλλου-ὀξειδίου-πυριτίου μέ ἐπίδραση πεδίου (MOS-FET)*****.

Ὁ **JFET** ἀποτελεῖται ἀπὸ τὸν ἡμιαγωγὸ τύπου N, πού σχηματίζει ἓνα ἀγωγίμο κανάλι καί ἀπὸ τίς πλευρικές του ζῶνες, τύπου P (σχῆμα 8.3στ). Ὄταν ἐφαρμοστεῖ τάση στὰ ἄκρα τοῦ καναλιοῦ ρεεῖ ἀπ' τὸν ἡμιαγωγὸ ρεῦμα, πού ἡ ἔντασή του ἐξαρτᾶται ἀπ' τὸ πλάτος τοῦ καναλιοῦ κι ἀπ' τὴν ἀρνητικὴν τάση στὴν πύλη ἐλέγχου. Μείωση τῆς ἀρνητικῆς τάσεως ἐλέγχου προκαλεῖ μείωση τῶν ζωνῶν φραγῆς στὶς ἐπαφές P-N καί αὔξηση τοῦ ρεύματος τοῦ ἡμιαγωγοῦ.

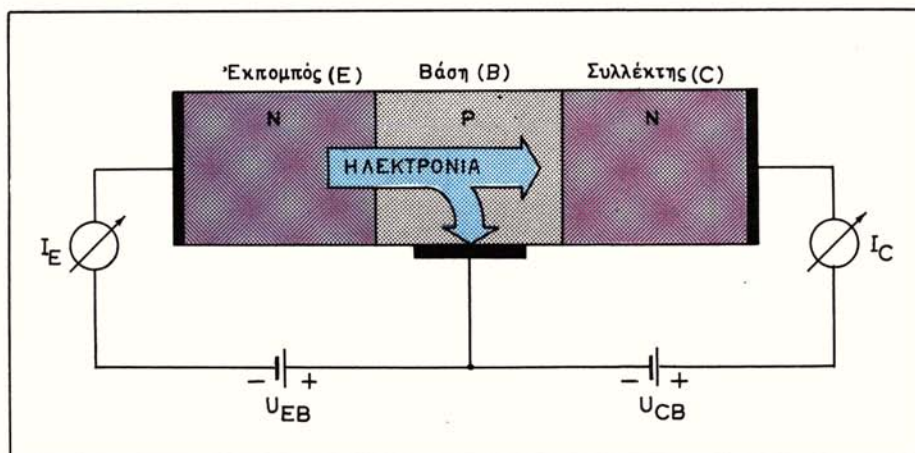
Ὁ JFET χρησιμοποιεῖται κυρίως γιὰ τὴν ἐνίσχυση ἀναλογικῶν σημάτων.

Ὁ **MOS-FET** ἔχει τὴ διάταξη πού δείχνει τὸ σχῆμα 8.3ζ. Ἀποτελεῖται ἀπὸ πλάκα πυριτίου τύπου N καί δύο ζῶνες τύπου P (MOS μέ κανάλι P) ἢ ἀπὸ πλάκα πυριτίου τύπου P καί δύο ζῶνες τύπου N (MOS μέ κανάλι N). Τάση ἐφαρμόζεται μεταξύ τῶν δύο ζωνῶν P ἢ N καί στὴν πύλη G. Ὄταν ἡ τάση U_G στὴν πύλη εἶναι μηδέν δέν ρεεῖ ρεῦμα στὸν τρανζίστορα. Ἀρνητικὴ τάση U_G στὸν τύπο MOS-P ἢ θετικὴ τάση U_G στὸν τύπο MOS-N δημιουργεῖ στὴν ἐπιφάνεια μεταξύ τῶν δύο ζωνῶν P ἢ N ἓνα λεπτὸ ἀγωγίμο κανάλι εἴτε ἀπὸ ὁπές (τύπος P), εἴτε ἀπὸ ἠλεκτρόνια (τύπος

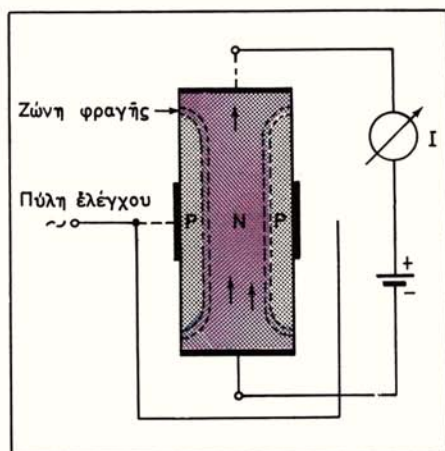
* FET = Fieldeffect Transistor

** JFET = Junction Fieldeffect Transistor

*** MOS-FET = Metal-Oxide-Semiconductor-Fieldeffect-Transistor



Σχ. 8.3ε.
Συνδεσμολογία τρανζίστορα NPN.

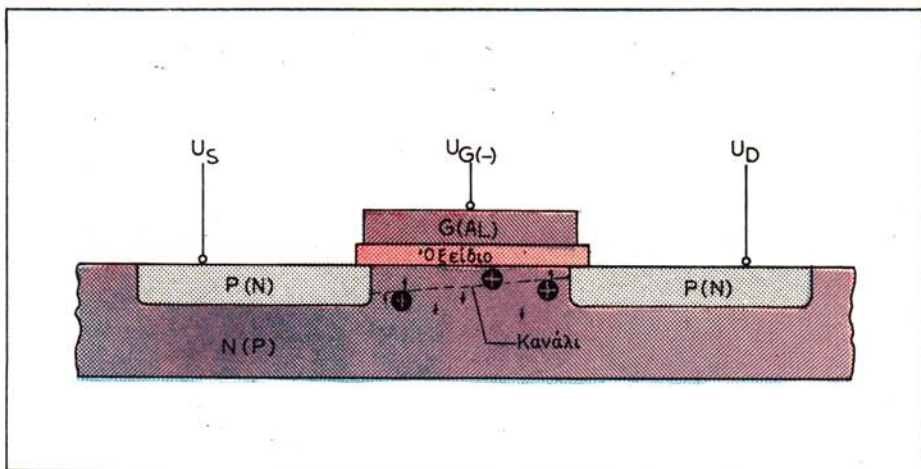


Σχ. 8.3στ.
Τομή τρανζίστορα έπαφής με φαινόμενο πεδίου (JFET).

N). Έτσι μεταξύ των δύο ζωνών μπορεί να περάσει ρεύμα και στίς **δύο** κατευθύνσεις, πού ή έντασή του εξαρτάται απ' την τάση U_G .

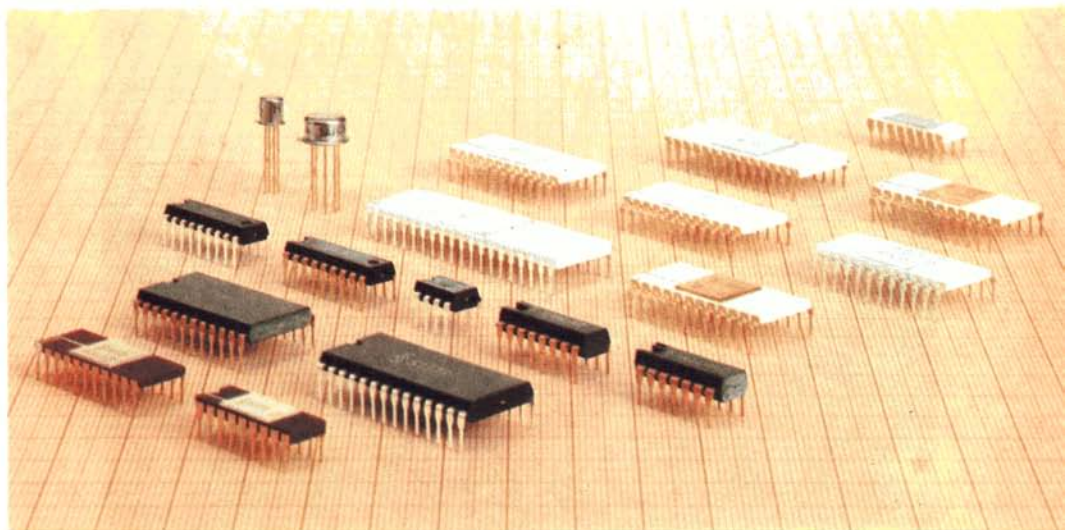
Έκτός απ' τούς τύπους πού περιγράψαμε, έχει κατασκευαστεί με πρόσμιξη δότη ή λήπτη, τρανζίστορας MOS με μόνιμο άγώγιμο κανάλι μεταξύ των δύο ζωνών. Με την τάση U_G ρυθμίζεται στην περίπτωση αυτή ή ροή ρεύματος στο κανάλι.

Ό MOS-FET χρησιμοποιείται κυρίως σά διακόπτης σέ ψηφιακά ολοκληρωμένα κυκλώματα. Η επινόησή του είχε αποφασιστική σημασία στην κατασκευή κυκλωμάτων με ολοκλήρωση μεγάλης κλίμακας.

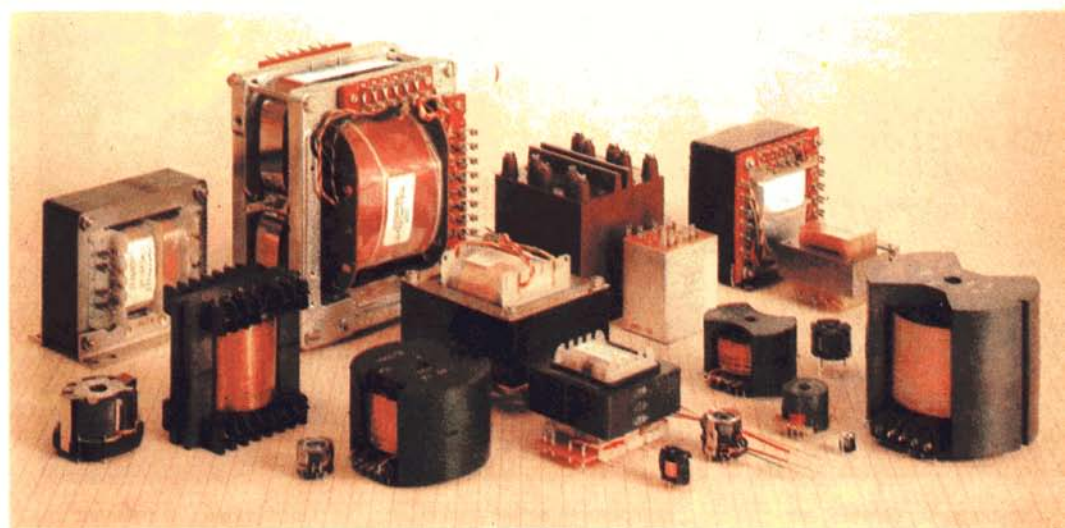


Σχ. 8.3ζ.

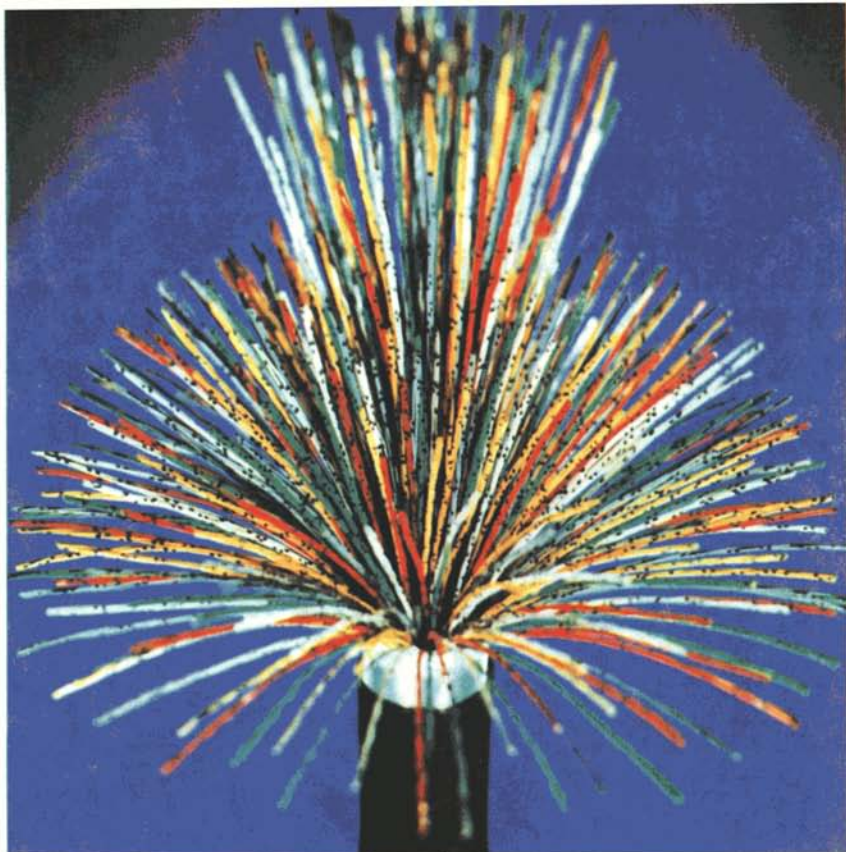
Τομή τρανζίστορα μετάλλου-οξειδίου-πυριτίου με φαινόμενο πεδίου (MOS-FET).



Όλοκληρωμένα κυκλώματα MOS.



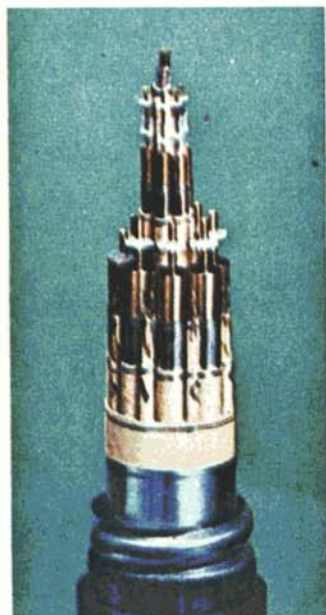
Πηνία με πυρήνες διαφόρων τύπων και μεγεθών.



Τηλεφωνικό καλώδιο με ανοιγμένους τούς μονωμένους αγωγούς του σέ σχήμα ριπιδίου (βεντάλιας) για την παρουσίαση της δομής του.



Υπεράστικό καλώδιο με 12 ζεύγη ομοαξονικών γραμμών μικρής χωρητικότητας (1,2/4,4).



Υπεράστικό καλώδιο με 6 ζεύγη ομοαξονικών γραμμών μικρής χωρητικότητας (1,2/4,4) και 8 ζεύγη ομοαξονικών γραμμών CCITT (2,6/9,5).



Όμοαξονικό καλώδιο 21/61 ύψηλης συχνότητας (HF), για τή μεταφορά ενέργειας ύψηλης συχνότητας (μέχρι 6 GHz) σέ μικρές αποστάσεις, π.χ. από τόν ποιπό στόν κεραία

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΑΤΟ

ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ – ΜΙΚΡΟΠΕΞΕΡΓΑΣΤΕΣ – – ΜΙΚΡΟΪΠΟΛΟΓΙΣΤΕΣ

9.1 Όλοκληρωμένα κυκλώματα.

Μιά βασική επιδίωξη της ηλεκτρονικής τεχνικής είναι η συνεχής σμίκρυνση των κατασκευαστικών στοιχείων και κυκλωμάτων. Μέ τη σμίκρυνση επιτυγχάνεται εξοικονόμηση χώρου και αύξηση της ταχύτητας λειτουργίας ενός συστήματος. Η επιδίωξη αυτή παράλληλα με την επιδίωξη αυτοματοποιήσεως της παραγωγής και μειώσεως του κόστους, οδήγησε τους κατασκευαστές συσκευών με πάρα πολλά στοιχεία, όπως είναι π.χ. οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές, στη δημιουργία **όλοκληρωνμένων κυκλωμάτων**.

Σ' ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα συνδυάζονται περισσότερα στοιχεία-αντιστάτες, πυκνωτές, τρανζίστορες, άγωγοί συνδέσεως, κλπ. - σ' ένα ενιαίο σύνολο. Ένα τέτοιο κύκλωμα είναι ένσωματωμένο σε **πλακίδιο** από κατάλληλο υλικό και δέν μπορεί νά χωριστεί στα στοιχεία του χωρίς νά καταστραφεί. Άνάλογα με τον αριθμό των τρανζιστόρων πού περιλαμβάνει **ένα** πλακίδιο διακρίνουμε τρεις βαθμίδες ολοκληρώσεως: **Όλοκλήρωση μικρής κλίμακας (SSI)*** (< 100 τρανζίστορες), **όλοκλήρωση μεσαίας κλίμακας (MSI)**** (100 – 1000) και **όλοκλήρωση μεγάλης κλίμακας (LSI)***** (> 1000). Άνάλογα με την κατασκευή τους, τά ολοκληρωμένα κυκλώματα τά διακρίνουμε σε **ύβριδικά** και **μονολιθικά** κυκλώματα.

Τά ύβριδικά κυκλώματα αποτελούνται από μία κατάλληλη βάση - πλακίδιο κεραμικού υλικού ή γυαλιού-επάνω στην οποία τυπώνονται ή σχηματίζονται με επικάθηση άτμων μετάλλου κλπ., αντιστάτες, πυκνωτές και άγωγοί συνδέσεως. Δίοδοι και τρανζίστορες συγκολλούνται στή βάση μετά. Όλόκληρο τό κύκλωμα περιβάλλεται με μονωτικό υλικό γιά προστασία από έξωτερικές επιδράσεις.

Μονολιθικά κυκλώματα αποτελούνται από ένα πλακίδιο μονοκρυσταλλικού ήμιαγωγού πυριτίου, πάχους 150 μ περίπου. Στο πλακίδιο αυτό δημιουργούνται με ειδικές μεθόδους (διάχυση μετάλλου στον ήμιαγωγό, κλπ.) τρανζίστορες, δίοδοι, αντιστάτες και πυκνωτές. Η επιφάνειά του καλύπτεται κατόπιν με ένα μονωτικό στρώμα από όξειδιο του πυριτίου πάχους 0,5 μ πού χρησιμεύει σά βάση γιά τό σχηματισμό άγωγών συνδέσεως με επικάθηση άτμων μετάλλου. Τά μονολιθικά

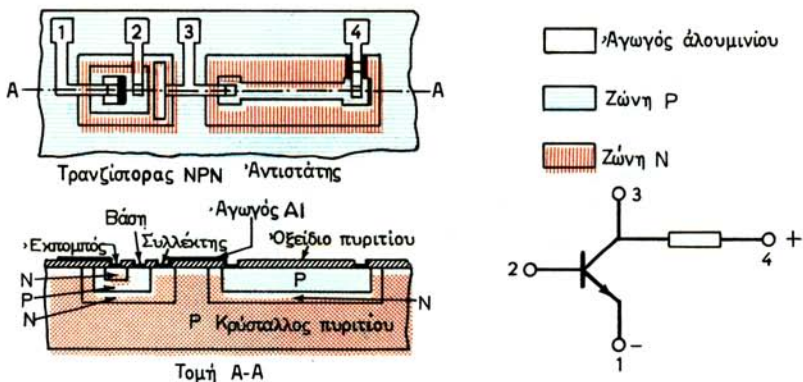
* SSI = Small Scale Integration

** MSI = Medium Scale Integration

*** LSI = Large Scale Integration

κυκλώματα διακρίνουμε σε **διπολικά ολοκληρωμένα κυκλώματα**, πού περιλαμβάνουν **διπολικούς** τρανζίστορες (μαζί με διόδους, αντίστατες, κλπ.) και σε **ολοκληρωμένα κυκλώματα MOS** με τρανζίστορες **MOS**.

Διπολικά κυκλώματα κατασκευάζονται για την ενίσχυση ή επεξεργασία **αναλογικών σημάτων** με SSI και MSI, καθώς και σε λογικά κυκλώματα για το συνδυασμό **ψηφιακών σημάτων**, με SSI, MSI και LSI. Ένας σπουδαίος τύπος της δεύτερης κατηγορίας είναι, π.χ, τα **ψηφιακά κυκλώματα TTL*** (Λογική Τρανζίστορα-Τρανζίστορα), στα όποια οι λογικές λειτουργίες πραγματοποιούνται με τρανζίστορες πολλών έκπομπων. Το σχήμα 9.1α δείχνει τη δομή ενός άπλου διπολικού, μονολιθικού κυκλώματος.



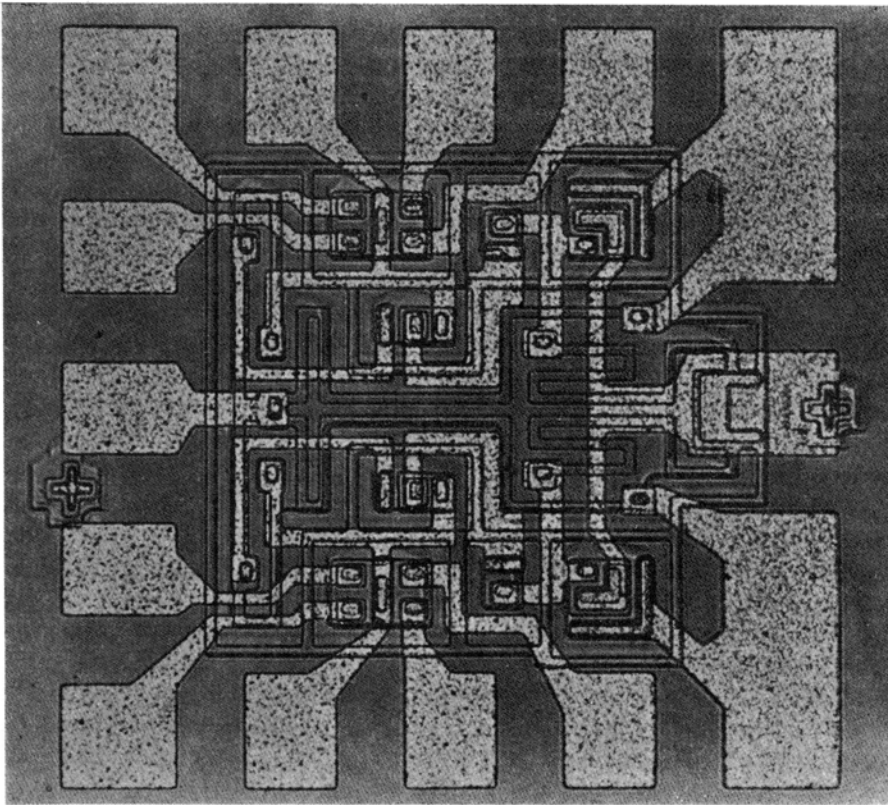
Σχ. 9.1α.

Δομή ενός άπλου διπολικού, μονολιθικού κυκλώματος.

Κυκλώματα MOS κατασκευάζονται σαν ψηφιακά κυκλώματα με MSI αλλά κυρίως με LSI. Στην κατασκευή χρησιμοποιούνται διάφορες τεχνολογίες, όπως P-MOS, N-MOS, κλπ. Οι τεχνολογίες MOS αποτελούν τη βάση για την ολοκλήρωση μεγάλης κλίμακας (LSI) ψηφιακών κυκλωμάτων. Η LSI επιτρέπει την κατασκευή σ' ένα κρύσταλλο πυριτίου με πάχος 5 ως 30 mm², 500 ως 15000 τρανζίστορων. Αποτέλεσμα του μεγάλου αριθμού στοιχείων σε πολύ μικρό χώρο είναι ή ακόμα μεγαλύτερη μείωση του κόστους, ή αύξηση της αξιοπιστίας και ή πραγματοποίηση νέων εφαρμογών των κυκλωμάτων LSI, όπως οι μικροϋπολογιστές. Το σχήμα 9.1β, δείχνει ένα έτοιμο ολοκληρωμένο κύκλωμα MOS με διόδους, τρανζίστορες και αντίστατες.

Γενικά, οι διάφοροι τύποι ολοκληρωμένων κυκλωμάτων διαφέρουν ως προς την ισχύ πού καταναλώνουν, την ταχύτητα πού εργάζονται, το θόρυβο πού δημιουργείται, την αξιοπιστία, τη δυνατότητα προσαρμογής μεταξύ τους, κλπ.

* TTL = Transistor - Transistor Logic



Σχ. 9.1β.

Όλοκληρωμένο κύκλωμα MOS με διόδους, τρανζίστορες και αντιστάτες.

9.2 Μικροεπεξεργαστές* — Μικροϋπολογιστές**.

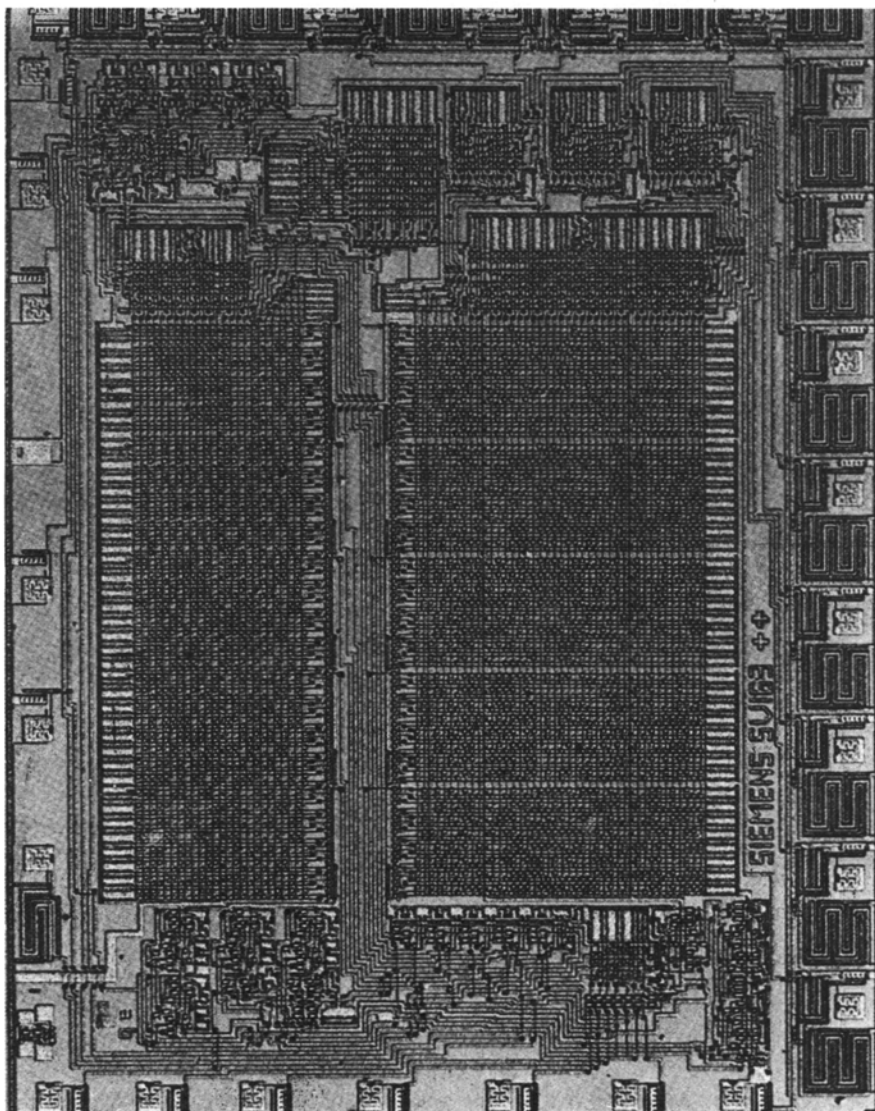
Οι μικροεπεξεργαστές και μικροϋπολογιστές αποτελούν εφαρμογή της ολοκλήρωσης μεγάλης κλίμακας (LSI) στην επεξεργασία πληροφοριών.

Ο **μικροεπεξεργαστής** κατασκευάζεται σε ένα μοναδικό ή σε πολύ λίγα πλακίδια ήμιαγωγού με LSI. Λειτουργικά, αποτελεί μέρος ενός **συστήματος** επεξεργασίας πληροφοριών, του **μικροϋπολογιστή** και είναι η βασική μονάδα ελέγχου για την εκτέλεση των πράξεων και την επεξεργασία των δεδομένων, σύμφωνα με το πρόγραμμα του υπολογιστή. Έχει, δηλαδή, στο σύστημα του μικροϋπολογιστή τη θέση που έχει η κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU)*** ενός κλασικού υπολογιστή

* Μικροεπεξεργαστής = Microprocessor

** Μικροϋπολογιστής = Microcomputer

*** CPU = Central Processing Unit



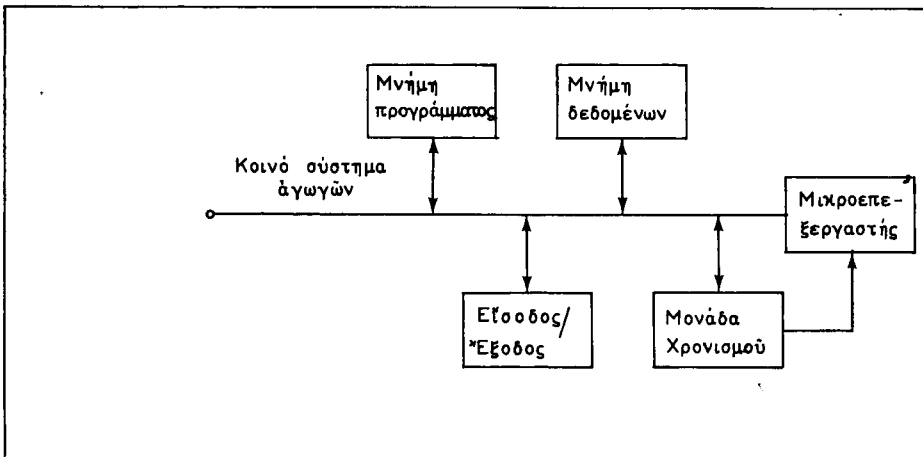
Ολοκληρωμένο κύκλωμα με περισσότερους από 8000 τρανζίστορες σε έπιφάνεια 22 mm².

μέ ένταμιευμένο πρόγραμμα. Ένας στοιχειώδης μικροεπεξεργαστής αποτελείται από μία μονάδα αριθμητικής λογικής, από μερικούς ένταμιευτές καί από τή μονάδα έλέγχου.

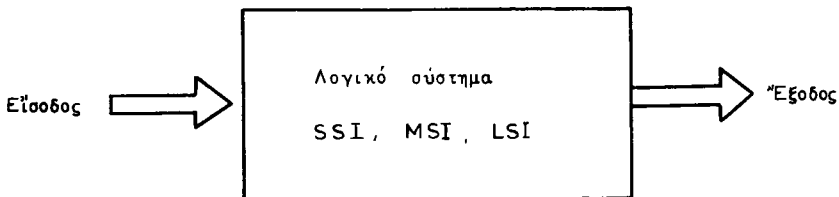
Μερικά χαρακτηριστικά αντιπροσωπευτικών μικροεπεξεργαστών είναι τά ακόλουθα:

- Αποτελούνται από 1 ως 30 κυκλώματα LSI
- Έχουν μνήμη 65 K
- Τό μήκος των λέξεων πού χρησιμοποιούν κυμαίνεται μεταξύ 4 καί 16 bits
- Τό μήκος των έντολών τους είναι 30 ως 100 bits
- Έχουν συχνότητα χρονισμού 1 MHz.

Ο μικροϋπολογιστής είναι ένα πλήρες σύστημα έπεξεργασίας δεδομένων, αποτελούμενο από τρία βασικά μέρη: τό μικροεπεξεργαστή, τή μνήμη καί τή μονάδα (ή μονάδες) είσόδου / έξόδου (I/O)*. Τό σχήμα 9.2α δείχνει τή διάταξη ενός μικροϋπολογιστή.



Σχ. 9.2α.
Μονάδες μικροϋπολογιστή.



Σχ. 9.2β.
Σύστημα ένσυρματωμένης λογικής.

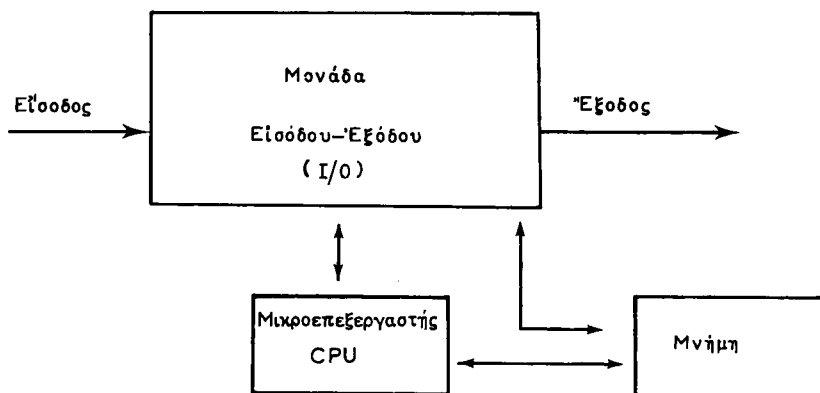
* I/O = (Input - Output)

‘Η μνήμη διακρίνεται σε **μνήμη προγράμματος** για την ένταμιευση του προγράμματος (έντολών και μονίμων δεδομένων) του υπολογιστή και σε **μνήμη δεδομένων** για την ένταμιευση των προσωρινών δεδομένων. ‘Η μνήμη προγράμματος μπορεί να είναι είτε **μνήμη μόνο ανάγνωσης (ROM)*** ή **προγραμματιζόμενη μνήμη μόνο ανάγνωσης (PROM)****. Στη δεύτερη περίπτωση ο χειριστής έχει τη δυνατότητα να μετατρέψει το πρόγραμμα στη μνήμη ή να ένταμιεύσει νέο πρόγραμμα και ο υπολογιστής ονομάζεται **μικροπρογραμματιζόμενος**. Στις κοινές πρακτικές εφαρμογές δεν υπάρχει δυνατότητα αλλαγής του αρχικού προγράμματος, ή μνήμη δηλαδή είναι ROM. ‘Η μνήμη δεδομένων είναι μνήμη τυχαίας προσπελάσεως (RAM)***. ‘Η μονάδα χρονισμού δημιουργεί τα σήματα χρονισμού του υπολογιστή. Όλες οι μονάδες είναι συνδεδεμένες σ’ ένα κοινό σύστημα άγωγών μέσω του οποίου ανταλλάσσονται οι ψηφιακές πληροφορίες.

Οι μικροϋπολογιστές είναι σε θέση να εκτελέσουν πολύ πιο **οικονομικά** ορισμένες υπολογιστικές εργασίες των μίνι - υπολογιστών, αλλά κυρίως, παρουσιάζουν σημαντικά πλεονεκτήματα συγκριτικά με τα συστήματα **ένσυρματωμένης λογικής**, τα οποία προβλέπεται ότι θα έκτοπίσουν σε μεγάλο βαθμό.

Ένα **σύστημα ένσυρματωμένης λογικής** περιέχει αριθμητική λογική και προγραμματισμό των λειτουργιών σε πλακίδια με κυκλώματα SSI, MSI ή LSI που συνδυάζονται για να δώσουν ορισμένο αποτέλεσμα στην έξοδο του συστήματος σε συνάρτηση των δεδομένων με τα οποία τροφοδοτείται ή είσοδος (σχ. 9.2β). ‘Η λογική και ο προγραμματισμός των κυκλωμάτων είναι σχεδιασμένα για συγκεκριμένη **ειδική χρήση** και δεν μπορούν ν’ αλλάξουν. Έτσι η παραγωγή κυκλωμάτων ένσυρματωμένης λογικής είναι οικονομικά δυνατή μόνο όταν χρειάζεται μεγάλος αριθμός κομματιών. Αυτό εμποδίζει τη χρησιμοποίησή τους σε εύρεία κλίμακα.

Ο μικροϋπολογιστής έχει τον ίδιο στόχο με το σύστημα ένσυρματωμένης λογικής, τον οποίο όμως πραγματοποιεί κατά διαφορετικό τρόπο, όπως φαίνεται στο σχήμα 9.2γ. Οι μονάδες αριθμητικής λογικής (μικροεπεξεργαστής) και προγράμμα-



Σχ. 9.2γ.

Σύστημα υπολογιστή.

* ROM Read - Only - Memory

** PROM = Programmable Read - Only Memory

*** RAM = Random - Access Memory

τος (μνήμη) είναι χωρισμένες και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πάρα πολλές περιπτώσεις. Άρκεϊ ή μνήμη να προγραμματιστεί για τή συγκεκριμένη χρήση. **Η γενική χρήση** των μονάδων του μικροϋπολογιστή επιτρέπει τή τυποποιημένη παραγωγή τους σε μεγάλες ποσότητες και τή χρησιμοποίησή τους σε περιπτώσεις που δέν χρειάζεται μεγάλος αριθμός κομματιών. Άκόμα, γίνεται δυνατή ή σύντομη συναρμολόγηση πολυπλόκων συστημάτων.

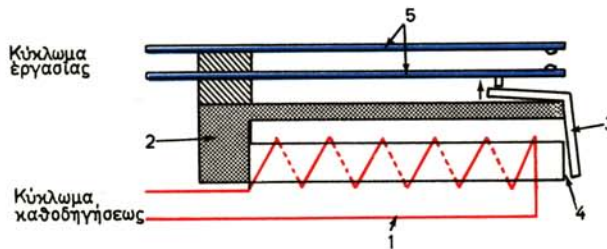
Οί μικροϋπολογιστές παρουσιάζουν τεράστιες δυνατότητες εφαρμογών σε πάρα πολλούς τομείς τής τεχνικής και ή επίδρασή τους στήν εξέλιξη τής ηλεκτρονικής προβλέπεται να είναι όμοια μέ εκείνη των τρανζιστόρων. Στίς τηλεπικοινωνίες οί μικροϋπολογιστές έχουν ήδη χρησιμοποιηθεί σε διαμορφωτές / άποδιαμορφωτές (MODEM), σε ψηφιακά φίλτρα, σε τηλεφωνικές συσκευές, σε τηλεφωνικά κέντρα και σε συστήματα κωδικοποιήσεως.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ

ΡΩΣΤΗΡΕΣ

10.1 Ἀρχή λειτουργίας καὶ χρήση.

Ὁ *ρωστήρας* (ἢ *ἠλεκτρονόμος* ἢ *ρελαί*) εἶναι ἓνας μηχανικὸς διακόπτης, πού λειτουργεῖ ἠλεκτρομαγνητικά. Μὲ τὴ βοήθεια ρεύματος, πού διοχετεύεται στό κύκλωμα ἑνὸς πηνίου (κύκλωμα καθοδηγήσεως), ἀνοίγουν ἢ κλείνουν ἐπαφεῖς καὶ μαζί μ' αὐτούς ἓνα ἢ περισσότερα ξεχωριστὰ κυκλώματα (κυκλώματα ἐργασίας). Τό σχῆμα 10.1 δείχνει τὴν ἀρχὴ λειτουργίας ἑνὸς ρωστήρα.



Σχ. 10.1.

Ἀρχὴ λειτουργίας τοῦ ρωστήρα συνεχοῦς ρεύματος.

Τό πηνίο 1 μέ πυρήνα ἀπὸ μαλακό σίδηρο, τὸ ζύγωμα 2 καὶ ὁ ὀπλισμός 3, ἐπίσης ἀπὸ μαλακό σίδηρο, σχηματίζουν ἓνα ἀπλό μαγνητικὸ κύκλωμα. Μεταξύ πυρήνα καὶ ὀπλισμοῦ μεσολαβεῖ στήν κατάστασι ἡρεμίας τοῦ ρωστήρα ἓνα διάκενο ἀέρος 4. Τὰ ἐπαφικά περὺγια 5, κατασκευασμένα ἀπὸ ἔλασμα ἐλατηρίου, μποροῦν νά κάμπτονται, ὅταν ἐπιδροῦν δυνάμεις σ' αὐτὰ καὶ νά ἐπιστρέφουν στήν ἀρχικὴ τους θέση μετὰ τὴν κατάπαυσι τῶν δυνάμεων, λόγω τῆς ἐλαστικότητός τους.

Ὅταν περάσει ρεῦμα μέ κατάλληλη ἔντασι ἀπ' τὸ πηνίο, δημιουργεῖται ἐπαρκὴς μαγνητικὴ ροή στό κύκλωμα, μέ ἀποτέλεσμα νά ἔλξει ὁ πυρήνας τὸν ὀπλισμό. Ὁ ὀπλισμός μέ τὴ μετακίνησή του πιέζει τὰ περὺγια, πού ἔρχονται σέ ἐπαφὴ ἂν εἶναι ἀνοικτά, ἢ ἀπομακρύνονται ἂν εἶναι κλειστά, κλείνοντας ἢ ἀνοίγοντας ἔτσι τὰ κυκλώματα ἐργασίας. Μετὰ τὴ διακοπὴ τοῦ ρεύματος στό πηνίο, τὰ περὺγια ἐπιστρέφουν στή θέση τους καὶ μέ τὴν ἐλατηριακὴ τους δύναμι ἐπαναφέρουν καὶ τὸν ὀπλισμό στήν κανονικὴ, ἀρχικὴ του θέση.

Μερικὲς ἀπ' τίς πιά σπουδαῖες χρήσεις τοῦ ρωστήρα εἶναι:

α) **Ὁ ἔλεγχος ἰσχύος:** Ρεύματα μικρῆς τάσεως ἢ ἐντάσεως, δηλαδή μικρῆς I -

σχύος, στο κύκλωμα καθοδηγήσεως, μπορούν να προκαλέσουν την κυκλοφορία ρευμάτων μεγάλης ισχύος στο κύκλωμα εργασίας ή αντίστροφα να τα διακόψουν.

Στήν τηλεγραφία, π.χ. ένα ασθενές ρεύμα, που φθάνει από μεγάλη απόσταση, περνά από το κύκλωμα καθοδηγήσεως και θέτει σε λειτουργία το ρωστήρα που με τούς έπαφείς του κλείνει τοπικά κυκλώματα με πολύ ισχυρότερα ρεύματα.

β) **Η μεταβολή της συχνότητας:** Ρεύμα ορισμένης συχνότητας στο κύκλωμα καθοδηγήσεως μπορεί να προκαλέσει την κυκλοφορία ρεύματος άλλης συχνότητας στο κύκλωμα εργασίας.

γ) **Η μεταβολή της χρονικής στιγμής κλεισίματος ή ανοίγματος ενός κυκλώματος:** Το άνοιγμα ή κλείσιμο του κυκλώματος εργασίας μπορεί να καθυστερήσει μέσα σε ορισμένα όρια σχετικά με το άνοιγμα ή κλείσιμο του κυκλώματος καθοδηγήσεως.

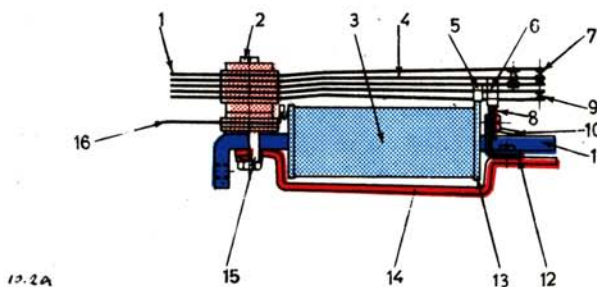
δ) **Η διάκριση των δυναμικών:** Το κύκλωμα καθοδηγήσεως και το κύκλωμα εργασίας είναι χωρισμένα γαλβανικά και μπορούν να έχουν διαφορετικό δυναμικό ως προς τη γη.

10.2 Κατασκευή του ρωστήρα.

Στή συνέχεια εξετάζουμε χωριστά τα διάφορα τμήματα ενός ρωστήρα έχοντας σά βάση το σχήμα 10.2α που δείχνει αναλυτικά τα τμήματα αυτά και τη συναρμογή τους σ' ένα πολύ κοινό τύπο ρωστήρα (πλατυσμένος ρωστήρας).

α) Πηνίο:

Τό πηνίο αποτελείται από ένα ή περισσότερα **τυλίγματα**, που εξυπηρετούν διαφορετικούς σκοπούς. Διακρίνουμε τριών ειδών τυλίγματα: Μαγνητικά τυλίγματα, τυλίγματα αντίστασεως και σύνθετα τυλίγματα.



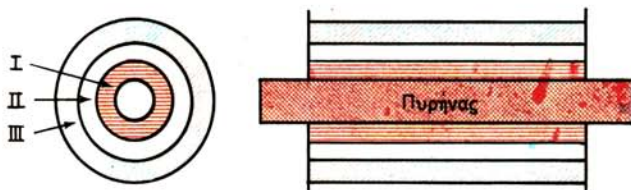
Σχ. 10.2α.

Αναλυτική δομή του πλατυσμένου ρωστήρα: 1) Όρια συγκολλήσεως περυγίων. 2) Βίδα στερεώσεως περυγίων. 3) Πηνίο. 4) Δεσμίδα έπαφικών περυγίων. 5) Έλασματίο στηρίξεως. 6) Έλασματίο ώθήσεως. 7) Άνοιγμα έπαφέα. 8) Μονωτική γέφυρα. 9) Διάκενο μονωτικής γέφυρας. 10) Έλασματίο άνασχέςσεως. 11) Πυρήνας. 12) Αντικολλητικό έλασμα. 13) Γείσος πηνίου. 14) Όπλισμός. 15) Βίδα συγκρατήσεως όπλισμού. 16) Όρια συγκολλήσεως τυλιγμάτων.

Τό **μαγνητικό τύλιγμα**, που ονομάζεται επίσης **ένεργό τύλιγμα**, **τύλιγμα διεγέρσεως** ή **τύλιγμα εργασίας**, δημιουργεί μαγνητική ροή που προκαλεί την έλξη στον όπλισμό, όταν διέρρεεται από ρεύμα. Κατασκευάζεται από χάλκινο σύρμα πάχους

0,05 ως 1 mm. Τό σύρμα τυλίγεται όπως στά πηνία μέ άέρα καί έφαρμόζεται στόν πυρήνα. Τά χαρακτηριστικά τής λειτουργίας ένός ρωστήρα έξαρτώνται σημαντικά άπ' τόν **άριθμό τών στροφών** τοῦ μαγνητικοῦ τυλίγματος, γι' αυτό καί στήν κατασκευή του δέν έπιτρέπονται άποκλίσεις άπ' τόν θεωρητικά ύπολογισμένο άριθμό. 'Η ώμική άντίσταση τοῦ τυλίγματος έπιτρέπεται, άντίθετα, νά άποκλίνει στήν πράξη ως $\pm 10\%$ άπ' τή θεωρητική τής τιμή.

"Ένας ρωστήρας μπορεί νά έχει περισσότερα τυλίγματα γύρω άπ' τόν πυρήνα του. Στήν περίπτωση αυτή τό ένα τύλιγμα τοποθετείται έπάνω στό άλλο, όπως δείχνει τό σχήμα 10.2β γιά τά τυλίγματα I, II, III. Δύο μαγνητικά τυλίγματα ένός ρωστήρα μέ ίσο άριθμό στροφών καί ίδια ώμική άντίσταση όνομάζονται **συμμετρικά τυλίγματα**. 'Εάν τά τυλίγματα αυτά διαρρέονται άπό ίσα καί άντίθετα ρεύματα, αλληλοαναιρούνται τά μαγνητικά τους πεδία καί δέν άσκεΐται έξλη στόν όπλισμό.



Σχ. 10.2β.

Τοποθέτηση τυλιγμάτων στόν πυρήνα τοῦ ρωστήρα.

Τό **τύλιγμα άντιστάσεως**, πού όνομάζεται καί **θεργό τύλιγμα**, δρᾷ άποκλειστικά σάν άντιστάτης, δέν δημιουργεί δηλαδή μαγνητική ροή καί τοποθετείται γιά λόγους μόνο έξοικονομήσεως χώρου έπάνω στόν πυρήνα τοῦ ρωστήρα. Κατασκευαστικά είναι μία **δίμητη περιέλιξη** άπό σύρμα άντιστάσεως (κοσταντάν, νικελίνη, κλπ.) μέ διπλή μεταξύνη μόνωση. Τό τύλιγμα αυτό καταλαμβάνει τήν έξωτερική θέση στή σειρά τών τυλιγμάτων (τή θέση III π.χ. στό σχήμα 10.2β) γιά νά άκτινοβολείται ή θερμότητα πού παράγεται πρós τά έξω καί νά μήν ύπάρχει κίνδυνος νά καταστραφεί ή μόνωση τών μαγνητικών τυλιγμάτων.

Τό **σύνθετο τύλιγμα** χρησιμοποιείται, όταν τό μαγνητικό τύλιγμα άπαιτείται νά έχει μεγάλη ώμική άντίσταση αλλά μικρό άριθμό στροφών. 'Επειδή τό μήκος τοῦ μαγνητικοῦ τυλίγματος δέν άρκεΐ γιά νά δώσει τήν άπαιτούμενη άντίσταση, συμπληρώνεται τό τύλιγμα αυτό μέ τύλιγμα άντιστάσεως. Τά δύο τυλίγματα συνδέονται, τό ένα συνέχεια στό άλλο, στό έσωτερικό τοῦ πηνίου.

Τά δύο άκρα κάθε τυλίγματος συγκολλούνται σέ έξωτερικά έλάσματα (άκροδέκτες) πού όνομάζονται **δρια συγκολλήσεως τοῦ πηνίου**. 'Απ' τά δρια αυτά τροφοδοτούνται τά τυλίγματα μέ ρεύμα. Οί χαρακτηριστικές τιμές τών τυλιγμάτων (άντίσταση σέ Ω, άριθμός στροφών, διάμετρος καί είδος τοῦ σύρματος, είδος μόνωσης) καί ή συγκρότηση τοῦ πηνίου (άριθμός καί θέση τών τυλιγμάτων, άριθμός τών όρίων στά όποία συγκολλούνται), αναγράφονται στό περίβλημα τοῦ ρωστήρα.

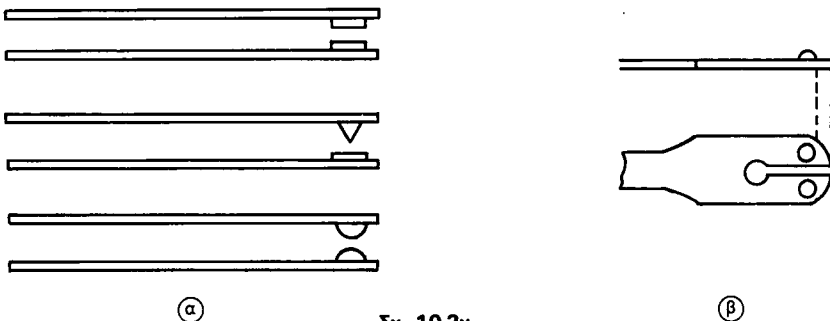
β) Πυρήνας, ζύγωμα, όπλισμός:

'Ο πυρήνας, τό ζύγωμα καί ό όπλισμός κατασκευάζονται άπό διάφορα κράματα σιδήρου μέ μεγάλη μαγνητική διαπερατότητα. Τά ύλικά αυτά παρουσιάζουν μικρή άντίσταση στή διέλευση τών μαγνητικών γραμμών καί έπιτρέπουν τή δημιουργία

ίσχυρης μαγνητικής ροής. Ταυτόχρονα εκλέγονται μαγνητικά υλικά με μικρό παραμένοντα μαγνητισμό, δηλαδή **μαλακά μαγνητικά υλικά**. Τό είδος του σιδήρου, πού έχει χρησιμοποιηθεί, σημειώνεται με όρισμένα σύμβολα επάνω στον όπλισμό ή στο ζύγωμα του ρωστήρα.

γ) Έπαφικά πτερύγια και έπαφείς:

Τά έπαφικά πτερύγια κατασκευάζονται κατά κανόνα από έλάσματα νεάργυρου πάχους 0,3 ως 0,5 mm καί φέρουν στο άκρο τους στερεωμένο ένα ξεχωριστό μεταλλικό έξόγκωμα, τόν **έπαφικό θρόμβο**, πού είναι ή θέση στην όποία ένα πτερύγιο έρχεται σ' έπαφή με ένα άλλο πτερύγιο [σχ. 10.2γ (α)]. Για μεγαλύτερη ασφάλεια στους περισσότερους ρωστήρες τά πτερύγια χωρίζονται, όπως φαίνεται στο σχήμα 10.2γ (β), καί έφοδιάζονται με διπλούς θρόμβους. Έτσι μειώνεται ή πιθανότητα νά έμποδιστεί ή διέλευση του ρεύματος από τεμαχίδια σκόνης ή λόγω διαβρώσεως του θρόμβου.



Σχ. 10.2γ.
α) Έπαφικά πτερύγια με διάφορους τύπους θρόμβων. β) Έπαφικά πτερύγια με διπλούς θρόμβους.

Μεγάλη σημασία στην καλή λειτουργία των έπαφικών θρόμβων έχει τό υλικό, απ' τό όποιο έχουν κατασκευαστεί. Σχεδόν όλα τά μέταλλα όξειδώνονται στον ατμοσφαιρικό αέρα, με αποτέλεσμα νά σχηματίζεται στην επιφάνειά τους ένα στρώμα από τό όξείδιο του μετάλλου. Έπειδή τά όξείδια των μετάλλων, αντίθετα πρós τά καθαρά μέταλλα, είναι συχνά κακοί άγωγοί του ήλεκτρισμού ή καί μονωτές, πρέπει τό μέταλλο των θρόμβων ή νά μήν όξειδώνεται ή τό όξείδιό του νά είναι έξ ίσου καλός άγωγός όπως τό μέταλλο. Για τό λόγο αυτό, κατασκευάζονται οι έπαφικοί θρόμβοι από ευγενή μέταλλα, όπως πλατίνη, παλλάδιο, ίρίδιο, χρυσό, κλπ., πού δέν όξειδώνονται. Έπίσης χρησιμοποιείται λόγω του χαμηλότερου κόστους του ευρύτητα ό άργυρος, πού, όπως είναι γνωστό, όξειδώνεται (τά άργυρά αντίκειμενα πρέπει νά γιαλίζονται κατά διαστήματα), τό όξείδιο του όμως είναι σχεδόν τό ίδιο καλός άγωγός όπως καί ό καθαρός άργυρος. Για θρόμβους, απ' τους όποιους διέρχονται ρεύματα σχετικά μεγάλης έντάσεως, χρησιμοποιείται βολφράμιο πού άντέχει σε υψηλές θερμοκρασίες. Στους έπαφικούς θρόμβους δίνεται σήμερα μορφή ήμισφαιρίων, ώστε νά εξασφαλίζεται καλή έπαφοδότηση καί στην περίπτωση πού μετακινούνται κάπως τά πτερύγια απ' την κανονική τους θέση.

Τά έπαφικά πτερύγια συναρμολογούνται σε δεσμίδες πού τοποθετούνται στο ρωστήρα ή μιά δίπλα στην άλλη. Οι συνηθισμένοι π.χ. τύποι ρωστήρων **πλατυσμένος** καί **κυλινδρικός**, κατασκευάζονται με τρεις κατά μέγιστο δεσμίδες πτερυγίων.

Μία δεσμίδα περιλαμβάνει δύο ή περισσότερα περύγια (μέχρι έξι στους τύπους που αναφέραμε), τοποθετημένα τό ένα επάνω στο άλλο, ώστε οι επαφικοί τους θρόμβοι νά βρίσκονται ακριβώς απέναντι.

Δύο τουλάχιστον απέναντι περύγια μέ τούς επαφικούς τους θρόμβους, συνήθως όμως τρία καί περισσότερα περύγια, τοποθετημένα σέ δεσμίδα, σχηματίζουν έναν **επαφέα**. Διακρίνομε τούς έξης τρείς βασικούς τύπους επαφών [σχ. 10.2δ (α)]:

α) 'Ο **επαφέας εργασίας** είναι ανοικτός στην κατάσταση ήρεμίας καί κλείνει, όταν ο πυρήνας έλξει τόν όπλισμό.

β) 'Ο **επαφέας ήρεμίας** είναι κλειστός στην κατάσταση ήρεμίας καί ανοίγει, όταν ο πυρήνας έλξει τόν όπλισμό.

γ) 'Ο **επαφέας μεταγωγής** αποτελείται από τρία περύγια, που σχηματίζουν ένα επαφέα ήρεμίας καί ένα εργασίας. Μέ την έλξη του όπλισμού ωθείται τό μεσαίο περύγιο, ανοίγει τόν επαφέα ήρεμίας καί κλείνει τόν επαφέα εργασίας.

Μέ συνδυασμό των τριών αυτών βασικών τύπων προκύπτει μία σειρά άλλων επαφών, όπως π.χ. οι **δίδυμοι επαφείς**, στους όποιους τό κινούμενο περύγιο θέτει σέ λειτουργία ταυτόχρονα δύο επαφείς του ίδιου τύπου, οι **διαδοχικοί επαφείς**, που λειτουργούν διαδοχικά, κ.ο.κ. [σχ. 10.2δ (β)].

Τύπος	Όνομασία	Σύμβολο
	Επαφέας εργασίας	
	Επαφέας ήρεμίας	
	Επαφέας μεταγωγής	
	Δίδυμος επαφέας εργασίας	
	Δίδυμος επαφέας ήρεμίας	
	Διαδοχικός επαφέας μεταγωγής	
	Επαφέας ήρεμίας-δίδυμος εργασίας	

(α)

(β)

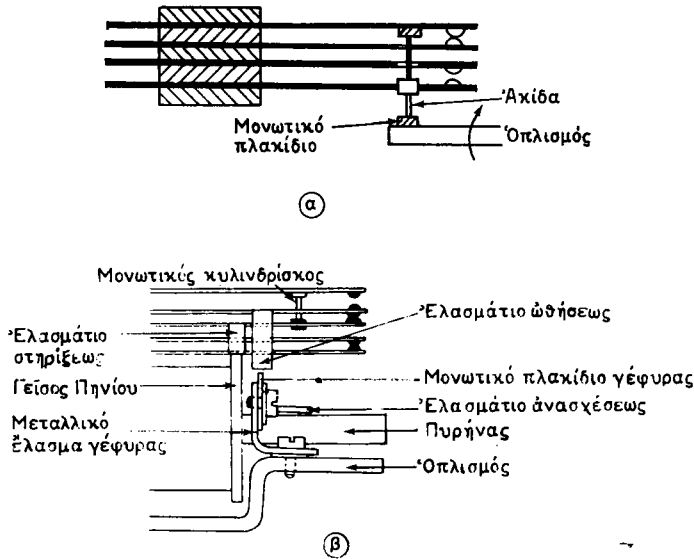
Σχ. 10.26.

α) Βασικοί τύποι επαφών. β) Επαφείς που προέρχονται από συνδυασμούς των βασικών τύπων.

Η ώθηση του όπλισμού μεταβιβάζεται στα κινούμενα περύγια μέ διάφορους τρόπους. Τό σχήμα 10.2ε (α) δείχνει ένα συνηθισμένο τρόπο ζεύξεως όπλισμού - περυγίων μέ τή βοήθειά μις μπρούντζινης **άκίδας**. Η άκίδα είναι στερεωμένη στο κάτω κινούμενο περύγιο καί άκουμπά μέ μονωτικά πλακίδια στο άνω κινού-

μενο περύγιο καί στόν όπλισμό. Μέ τά μεσαία σταθερά περύγια δέν έρχεται σέ έπαφή, περνώντας μέσα από τρύπες, πού έχουν άνοιχτεί σ' αυτά. Ένας άλλος τρόπος μετάδοσης τής κινήσεως, πού χρησιμοποιείται στόν πλατυσμένο ρωστήρα, είναι μέ τή βοήθεια **μονωτικής γέφυρας** [σχ. 10.2ε (β)].

Ή γέφυρα σχηματίζεται από ένα όρθογώνιο μονωτικό πλακίδιο, στερεωμένο επάνω σ' ένα μακρόστενο έλασμα, πού βιδώνεται στόν όπλισμό δεξιά καί άριστερά άπ' τόν πυρήνα. Έτσι, τό άκρο του πυρήνα είναι έγκλωβισμένο ανάμεσα στή γέφυρα καί στο έπάνω μέρος του όπλισμού. Άπέναντι στή γέφυρα βρίσκονται τά κινούμενα περύγια μέ τά **έλασμάτια ώθήσεως** τους. Τό έλασμάτιο ώθήσεως άποτελεί μέρος του περυγίου καί δέχεται τήν ώθηση τής γέφυρας όταν έλκεται ό όπλισμός.



Σχ. 10.2ε.

Μετάδοση τής κινήσεως στά περύγια: α) Μέ τή βοήθεια ακίδας. β) Μέ τή βοήθεια μονωτικής γέφυρας.

Τά σταθερά μή κινούμενα περύγια είναι άπαραίτητο νά παραμένουν στή θέση τους, όταν πιέζονται στήν κατάσταση ήρεμίας ή λειτουργίας άπ' τά κινούμενα περύγια, ώστε νά εξασφαλίζεται καλή έπαφή. Τουτό επιτυγχάνεται μέ διάφορους τρόπους, π.χ. κατασκευάζοντας τά σταθερά περύγια μέ μεγαλύτερο πάχος από τά κινούμενα γιά νά είναι λιγότερο εύλύγιστα. Στόν πλατυσμένο ρωστήρα του σχήματος 10.2α δίνεται στά σταθερά περύγια μία τάση έλατηρίου σέ κατεύθυνση αντίθετη άπ' αύτή πού πιέζονται άπ' τά κινούμενα περύγια. Έτσι τά σταθερά περύγια άκουμπούν μέ τά **έλασμάτια στηρίξεως** τους (άντίστοιχα στά έλασμάτια λειτουργίας των κινουμένων περυγίων) μέ πίεση επάνω στο γείσο του πηνίου, πού είναι ένα όρθογώνιο πλακίδιο από μονωτικό ύλικό. Σέ όρισμένα περύγια είναι τοποθετημένος ένας **μονωτικός κυλινδρίσκος**, πού άκουμπά, στήν κατάσταση ήρεμίας του ρωστήρα, στο περύγιο πού βρίσκεται άκριβώς από κάτω ή σ' ένα άλλο σταθερό περύγιο καί έμποδίζει έτσι τά δύο περύγια νά έλθουν σέ έπαφή [σχ. 10.2ε (β)].

Γιά νά εξασφαλιστεῖ ἡ κανονική λειτουργία τοῦ ρωστήρα πραγματοποιοῦνται μετά τή συναρμολόγησή του ρυθμίσεις σύμφωνα μέ ὁρισμένες προδιαγραφές. Συγκεκριμένα ρυθμίζονται ἀποστάσεις μεταξύ ἐπαφικῶν θρόμβων κλπ. μέ τή βοήθεια συρματίνων διακενομέτρων καί πιέσεις θρόμβων μέ τή βοήθεια ζυγοῦ.

Στίς ρυθμίσεις περιλαμβάνονται:

α) **Ἡ διαδρομή τοῦ ὀπλισμοῦ:** Εἶναι ἡ ἀπόσταση πού διανύει ὁ ὀπλισμός ἀπ' τή θέση ἡρεμίας ὡς τή θέση ἐπαφῆς μέ τόν πυρήνα. Στόν πλατυσμένο ρωστήρα (σχ. 10.2α) μετρίεται μεταξύ τοῦ πυρήνα καί τοῦ **έλασμάτιου ἀνασχέσεως**, ὅταν ὁ ὀπλισμός πιέζεται ἐπάνω στόν πυρήνα. Τό έλασμάτιο ἀνασχέσεως εἶναι τμήμα τῆς μονωτικῆς γέφυρας καί ἀκουμπᾷ, στήν κατάσταση ἡρεμίας τοῦ ρωστήρα, ἐπάνω στόν πυρήνα, περιορίζοντας τήν κίνηση τοῦ ὀπλισμοῦ πρὸς τά ἔξω.

β) **Τό διάκενο τῆς μονωτικῆς γέφυρας:** Εἶναι ἡ ἀπόσταση τῆς μονωτικῆς γέφυρας ἀπό τά έλασμάτια ὠθήσεως τῶν κινουμένων πτερυγίων (σχ. 10.2α).

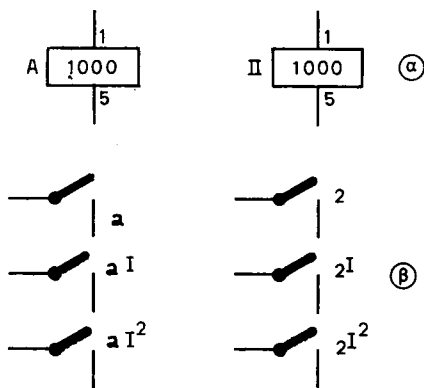
γ) **Τό ἀνοιγμα τοῦ ἐπαφῆς:** Εἶναι ἡ ἀπόσταση μεταξύ τῶν ἐπαφικῶν θρόμβων, ὅταν ὁ ἐπαφῆς εἶναι ἀνοικτός (σχ. 10.2α).

δ) **Ἡ πίεση τοῦ ἐπαφῆς:** Εἶναι ἡ δύναμη πού ἀσκεῖ ὁ ἐπαφικός θρόμβος ἐνός πτερυγίου στό θρόμβο ἄλλου πτερυγίου στήν κατάσταση ἡρεμίας ἢ ἐργασίας τοῦ ρωστήρα.

ε) **Ἡ πίεση τοῦ ὑποστηρίγματος:** Εἶναι ἡ δύναμη πού ἀσκεῖ ἓνα πτερύγιο, ὅταν ἀκουμπᾷ εἴτε στό γείσο τοῦ πηνίου μέ τό έλασμάτιο στηρίξεώς του, εἴτε στό ἀποκάτω του πτερύγιο μέ τό μονωτικό κυλινδρικό.

10.3 Συμβολισμός τοῦ ρωστήρα.

Στά κυκλωματικά σχέδια ὁ ρωστήρας καί οἱ ἐπαφεῖς του παριστάνονται μέ ὁρισμένα σύμβολα. Τά σύμβολα αὐτά διαφέρουν μεταξύ τους στά διάφορα κράτη ἀκολουθώντας τίς τυποποιήσεις στό σχεδιασμό κυκλωμάτων πού ἔχουν καθιερωθεῖ σέ κάθε κράτος. Στή Δ. Γερμανία, π.χ., ὁ ρωστήρας παριστάνεται μέ τό σύμβολο τοῦ σχήματος 10.3(α). Μέσα στό πλαίσιο σημειώνεται ἡ ἀντίσταση τοῦ μαγνη-



Σχ. 10.3.

Σύμβολα ρωστήρων καί ἐπαφῶν κατὰ τά γερμανικά πρότυπα DIN.

τικοῦ τυλίγματος σέ Ω , ἐνῶ ἔξω ἀπ' αὐτό σημειώνονται τά ὄρια, στά ὁποῖα εἶναι συνδεμένα τά ἄκρα τοῦ τυλίγματος καί ἡ ὀνομασία τοῦ ρωστήρα μέ κεφαλαῖο γράμμα τοῦ λατινικοῦ ἀλφαβήτου ἢ μέ λατινικό ἀριθμό.

Οἱ ἐπαφεῖς, πού ἀνήκουν στὸν ἴδιο ρωστήρα, συμβολίζονται μέ τὸ ἴδιο γράμμα τοῦ ἀλφαβήτου πού χαρακτηρίζει τὸ ρωστήρα ἀλλὰ μικρό, ἢ μέ τὸν ἀντίστοιχο στὸν λατινικό ἀραβικό ἀριθμό [σχ. 10.3 (β)]. Ὡς ἐκθέτης στό γράμμα ἢ τὸν ἀριθμό τοῦ ἐπαφῆς σημειώνεται λατινικός ἀριθμός, πού προσδιορίζει τὴ σειρὰ τῶν περυγίων στὴν ὁποία ἀνήκει ὁ ἐπαφῆς. Ἄν ἡ σειρὰ ἔχει δύο ἐπαφεῖς, σημειώνεται ἡ θέση τοῦ ἐπαφῆς στὴ σειρὰ μέ τὸν ἀριθμό 1 ἢ 2 πού τοποθετεῖται σάν ἐκθέτης στό λατινικό ἀριθμὸ τῆς σειρᾶς.

10.4 Λειτουργία τοῦ ρωστήρα.

Ἄφοῦ περιγράψαμε τά διάφορα τμήματα καί τίς ρυθμίσεις ἐνὸς ρωστήρα, ἐρχόμαστε τώρα στὴν ἐξέταση τῆς λειτουργίας του.

Ἡ κατάσταση ἐνὸς ρωστήρα σέ ὀρισμένη χρονικὴ στιγμή προσδιορίζεται ἀπ' τὴ σχέση πού ὑπάρχει τὴ στιγμή αὐτὴ μεταξὺ τῆς δυνάμεως P , πού ἀσκεῖται στὸν ὀπλισμὸ ἀπ' τὸ μαγνητικὸ πεδίο, καί τῶν δυνάμεων πού δροῦν ἀντίθετα σ' αὐτὴ τὴ δύναμη, δηλαδή τῆς ἐλαττηριακῆς δυνάμεως τῶν περυγίων, τῆς ἀδράνειας τοῦ ὀπλισμοῦ καί διαφόρων τριβῶν.

Ἡ δύναμη ἑλξεως P εἶναι ἀνάλογη τοῦ τετραγώνου τῆς μαγνητικῆς ροῆς Φ , πού εἶναι τὸ σύνολο τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν τοῦ μαγνητικοῦ κυκλώματος τοῦ ρωστήρα. Ἡ ροή Φ δημιουργεῖται ἀπ' τὸ ρεῦμα I , πού διαρρέει τὸ μαγνητικὸ τύλιγμα (ρεῦμα διεγέρσεως), καί τὸ μέγεθός της ἐξαρτᾶται, ἐκτός ἀπ' τὸ ρεῦμα αὐτό, ἀπ' τὸν ἀριθμὸ στροφῶν ω τοῦ μαγνητικοῦ τυλίγματος καί ἀπ' τὴν ὀλική μαγνητικὴ ἀντίσταση R_m τοῦ κυκλώματος.

Συγκεκριμένα ἰσχύει ἡ σχέση:

$$\Phi = \frac{I\omega}{R_m}$$

πού εἶναι ἀνάλογη τῆς σχέσεως $I = \frac{U}{R}$ σ' ἓνα ἠλεκτρικὸ κύκλωμα.

Τὸ γινόμενο $I\omega$ ὀνομάζεται **ἀμπεροστροφές** καί εἶναι τὸ πῶς βασικὸ μέγεθος στὸν ὑπολογισμὸ τῶν ρωστήρων.

Ἡ ἀντίσταση R_m προκύπτει ἀπ' τὴν ἄθροιση τῶν μαγνητικῶν ἀντιστάσεων πού ἔχουν τά διάφορα τμήματα τοῦ μαγνητικοῦ κυκλώματος, δηλαδή ὁ πυρήνας, τὸ ζύγωμα, τὸ διάκενο ἀέρα καί ὁ ὀπλισμός.

Ἡ ἀντίσταση ἐνὸς τμήματος δίνεται ἀπ' τὴ σχέση:

$$R'_m = \frac{l}{q\mu}$$

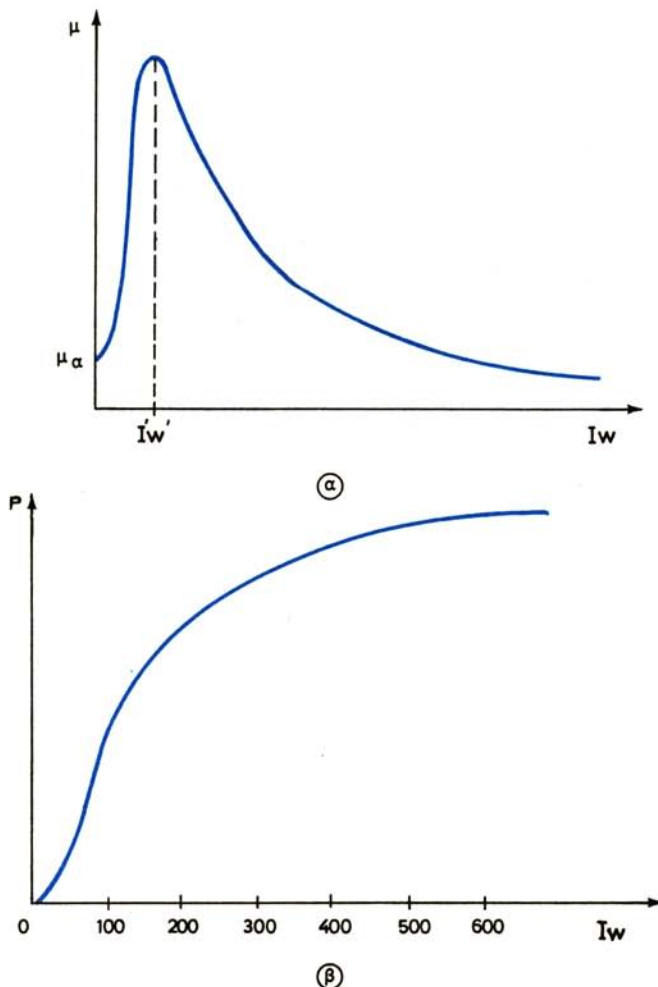
ὅπου: l εἶναι τὸ μῆκος τοῦ μαγνητικοῦ τμήματος, q ἡ διατομὴ του, καί μ ὁ συντελεστής μαγνητικῆς διαπερατότητας τοῦ ὑλικοῦ ἀπ' τὸ ὁποῖο εἶναι κατασκευασμένο τὸ τμήμα.

Ἡ σχέση αὐτή εἶναι ἀνάλογη τῆς σχέσεως:

$$R = \frac{l}{\mu_k}$$

πού δίνει τήν ἡλεκτρική ἀντίσταση μιᾶς ράβδου.

Ἡ ἀντίσταση R_m δέν εἶναι σταθερή, γιατί ὁ συντελεστής μ τῶν σιδηρομαγνητικῶν ὑλικῶν, ἀπ' τὰ ὁποῖα εἶναι κατασκευασμένα τὰ διάφορα τμήματα τοῦ ρωστήρα, δέν εἶναι σταθερός ἀλλά ἐξαρτᾶται ἀπ' τόν ἀριθμό τῶν ἀμπεροστροφῶν Iw . Τό σχῆμα 10.4α (α) δίνει ποιοτικά τήν ἐξάρτηση αὐτή. Ξεκινώντας ἀπό μιάν ἀρχική τιμή μ_a αὐξάνει ὁ μ μέ αὐξανόμενο ἀριθμό ἀμπεροστροφῶν μέχρι



Σχ. 10.4α.

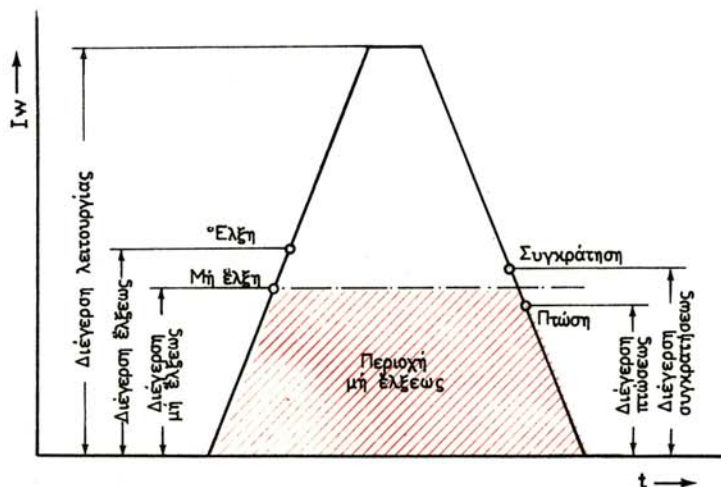
α) Μεταβολή τοῦ συντελεστῆ μαγνητικῆς διαπερατότητας μ μέ τόν ἀριθμό ἀμπεροστροφῶν Iw β) Μεταβολή τῆς ἐλκτικῆς δυνάμεως P μέ τόν ἀριθμό ἀμπεροστροφῶν Iw

μιάν όρισμένη τιμή $I'w'$. Στην τιμή αυτή παρουσιάζει τό ύλικό τή μικρότερη μαγνητική του αντίσταση. Σέ μεγαλύτερους άριθμούς άμπεροστροφών μειώνεται άπότομα ό μ γιά νά φθάσει σύντομα σέ πολύ χαμηλές τιμές.

Ή δύναμη έλξεως P , πού είναι άνάλογη τοῦ τετραγώνου τής Φ , προκύπτει άπ' τήν πρώτη σχέση πού δώσαμε, ότι είναι άνάλογη τοῦ τετραγώνου τών άμπεροστροφών καί αντίστροφως άνάλογη τοῦ τετραγώνου τής όλικής μαγνητικής αντίστασεως R_m . Λόγω τής μεταβολής τοῦ μ καί τής R_m μέ τόν άριθμό άμπεροστροφών μεταβάλλεται ή P σύμφωνα μέ τήν καμπύλη τοῦ σχήματος 10.4α (β). Άπ' τήν καμπύλη αυτή γίνεται άντιληπτό, ότι πάνω άπό έναν όρισμένο άριθμό άμπεροστροφών (500 περίπου) έλάχιστα αύξάνει ή έλκτική δύναμη. Γιά τό λόγο αυτό ή διεγέρση στοῦς ρωστήρες δέν ξεπερνά τίς 500 άμπεροστροφές.

Πρέπει νά σημειωθεί ότι ή δύναμη P , πού άσκέϊται στόν όπλισμό, όταν τό ρεύμα διεγέρσεως I είναι σταθερό, έξαρτάται άπ' τή θέση τοῦ όπλισμοῦ, γιατί άνάλογα μ' αυτή μεταβάλλεται τό διάκενο άέρα καί ή μαγνητική αντίσταση τοῦ κυκλώματος. Έτσι ή P έχει τή μικρότερή της τιμή όταν ό όπλισμός είναι στή θέση ήρεμίας καί τή μεγαλύτερη όταν ό όπλισμός έλθει σέ έπαφή μέ τόν πυρήνα.

Ή μέγιστη ένταση τοῦ ρεύματος διεγέρσεως, πού μπορεί νά χρησιμοποιηθεῖ στό ρωστήρα, έξαρτάται άπ' τήν έπιτρεπόμενη υπερθέρμανση τοῦ τυλίγματος σέ συνάρτηση μέ τή θερμοκρασία τοῦ περιβάλλοντος, ώστε νά μήν καταστραφεῖ ή μόνωσή του. (Στόν πλατυσμένο π.χ. ρωστήρα ή έπιτρεπόμενη όριακή συνεχής φόρτιση άνέρχεται σέ 5 W). Ό μέγιστος άριθμός στροφών περιορίζεται άπ' τό χώρο πού διαθέτεται γιά τό τύλιγμα τοῦ πηνίου (π.χ. 16,5 cm³ περίπου στόν πλατυσμένο ρωστήρα). Μέ δεδομένα τοῦς περιορισμούς αὐτούς εκλέγεται κατάλληλα τό σύρμα τοῦ τυλίγματος (πάχος, αντίσταση) καί ό άριθμός στροφών καί ύπολογίζονται στή συνέχεια **οι διεγέρσεις** σέ άμπεροστροφές καί τά ρεύματα πού άπαιτοῦνται στίς διάφορες φάσεις τής λειτουργίας τοῦ ρωστήρα γιά όρισμένο άριθμό περυ-



Σχ. 10.4β.
Διεγέρσεις ενός ρωστήρα.

γίων. Τά περύγία προσδιορίζουν τή δύναμη πού πρέπει νά υπερνικήσει ὁ ὀπλισμός. Οἱ διεγέρσεις, πού ταυτόχρονα χαρακτηρίζουν τό ρωστήρα καί τή λειτουργία του, ὀρίζονται ὡς ἑξῆς (σχ. 10.4β):

α) **Διέγερση μὴ ἔλξεως:** Εἶναι ἡ μέγιστη τιμὴ ἀμπεροστροφῶν, στήν ὁποία παραμένει ὁ ρωστήρας μέ βεβαιότητα ἀκόμα στήν κατάσταση ἡρεμίας.

β) **Διέγερση ἔλξεως:** Εἶναι ἡ **ἐλάχιστη** τιμὴ ἀμπεροστροφῶν, στήν ὁποία ὁ ρωστήρας ἔλκει τόν ὀπλισμό του.

γ) **Διέγερση συγκρατήσεως:** Εἶναι ἡ ἐλάχιστη τιμὴ ἀμπεροστροφῶν, στήν ὁποία ὁ ρωστήρας παραμένει ἀκόμα μέ βεβαιότητα στήν κατάσταση ἐργασίας. Ἡ διέγερση συγκρατήσεως εἶναι μικρότερη ἀπὸ τή διέγερση ἔλξεως, γιατί, ὅταν ὁ ρωστήρας εἶναι στήν κατάσταση ἡρεμίας, πρέπει νά υπερνικηθεῖ καί ἡ ἀντίσταση τοῦ διάκενου ἀέρα μεταξύ τοῦ πυρήνα καί τοῦ ὀπλισμοῦ γιά νά τραβηχτεῖ ὁ ὀπλισμός. Ὅταν ὁ ὀπλισμός κολλήσῃ στόν πυρήνα, τό διάκενο γίνεται ἐλάχιστο (δέν μηδενίζεται γιά λόγους πού θά γνωρίσουμε πιό κάτω), κί ἄρκει μιὰ μικρότερη διέγερση γιά τή συγκράτησή του στή θέση αὐτή.

δ) **Διέγερση πώσεως:** Εἶναι ἡ μέγιστη τιμὴ ἀμπεροστροφῶν, στήν ὁποία ὁ ρωστήρας ἐπιστρέφει ἀπ' τήν κατάσταση ἐργασίας στήν κατάσταση ἡρεμίας.

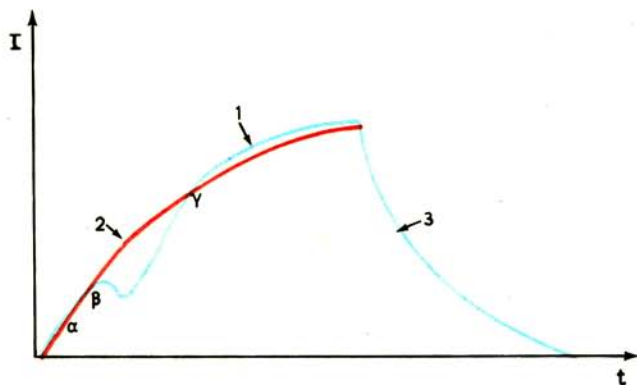
ε) **Διέγερση λειτουργίας:** Γιά νά ἐξασφαλιστεῖ μιὰ ἀπόλυτα κανονικὴ λειτουργία τοῦ ρωστήρα, ἐκλέγεται, ἀνάλογα μέ τή συχνότητα ἀνοίγματος-κλεισίματος τῶν ἐπαφῶν καί τή διάρκεια παραμονῆς τους στήν κατάσταση ἐργασίας, διέγερση ἔλξεως διπλάσια ὡς πενταπλάσια ἀπ' τήν ἐλάχιστη ἀπαιτούμενη τιμὴ, πού ὀνομάζεται **διέγερση λειτουργίας**.

Οἱ διεγέρσεις ἔλξεως καί πώσεως προσδιορίζονται πειραματικά διεγείροντας καί ἀποδιεγείροντας τό ρωστήρα μέ μεταβαλλόμενο ρεῦμα. Μέ βάση τίς διεγέρσεις αὐτές ἐκλέγονται οἱ διεγέρσεις μὴ ἔλξεως καί συγκρατήσεως, ὥστε νά ὑπάρχει ἀσφάλεια στή λειτουργία. Π.χ. ἐκλέγεται ἡ διέγερση μὴ ἔλξεως ἴση πρὸς 80% τῆς διεγέρσεως ἔλξεως, ἡ διέγερση συγκρατήσεως ἴση πρὸς 120% τῆς διεγέρσεως πώσεως.

Ἀπὸ τίς διεγέρσεις σέ ἀμπεροστροφές καί τόν ἀριθμὸ στροφῶν τοῦ μαγνητικοῦ τυλίγματος ὑπολογίζονται τὰ ἀντίστοιχα **ρεύματα διεγέρσεως** τοῦ ρωστήρα, δηλαδή οἱ ἐντάσεις τῶν ρευμάτων μὴ ἔλξεως, συγκρατήσεως, πώσεως καί λειτουργίας. Στό διάγραμμα τοῦ σχήματος 10.4β εἶναι σημειωμένες οἱ διαδοχικὲς φάσεις τῆς λειτουργίας ἑνὸς ρωστήρα. Τό διάγραμμα λαμβάνεται αὐξάνοντας σταθερά τό ρεῦμα διεγέρσεως καί κατὰ συνέπεια τίς ἀμπεροστροφές ἑνὸς ρωστήρα ἀπ' τήν τιμὴ μηδέν ὡς τήν τιμὴ λειτουργίας καί κατόπιν μειώνοντάς το πάλι ὡς τήν τιμὴ μηδέν. Τά ρεύματα πού ἀντιστοιχοῦν στήν γραμμοσκιασμένη περιοχή, δέν εἶναι σέ θέση νά ἔλθουν τόν πυρήνα. Αὐτό ἔχει ἰδιαίτερη σημασία σέ διάφορα κυκλώματα, στά ὁποῖα μπορεῖ νά διαρρέεται ὁ ρωστήρας ἀπ' τὰ ρεύματα αὐτά χωρίς νά ἀλλάζει τήν κατάστασή του.

Ἀπ' τή στιγμή πού διοχετεύεται ρεῦμα στό μαγνητικὸ τύλιγμα τοῦ ρωστήρα ὡς τή στιγμή πού λειτουργοῦν (κλείνουν ἢ ἀνοίγουν) οἱ ἐπαφές, περνᾷ ἓνα διάστημα 8 ὡς 20 ms. Τό διάστημα αὐτό λέγεται **χρόνος ἔλξεως** καί ὀφείλεται στήν αὐτεπαγωγή καί στή μηχανικὴ ἀδράνεια τοῦ ρωστήρα, πού πρέπει νά υπερνικηθοῦν. Ἐπίσης ἀπ' τή στιγμή πού σταματᾷ ἡ διέλευση ρεύματος στό τύλιγμα, ὡς τή στιγμή

πού ανοίγουν ή κλείνουν οι έπαφείς, περνά για τούς ίδιους λόγους ένα διάστημα 5 ως 15 ms, πού λέγεται **χρόνος πτώσεως**. Τό σχήμα 10.4γ δίνει τή χρονική μεταβολή τής έντάσεως του ρεύματος κατά τή διέγερση καί αποδιέγερση του ρωστήρα. 'Η καμπύλη 1 άντιστοιχεί στήν περίπτωση διεγέρσεως, πού ο όπλισμός κινείται έλεύθερα άπ' τήν κατάσταση ήρεμίας στήν κατάσταση έργασίας. 'Η μείωση τής έντάσεως του ρεύματος στό τμήμα β μετά άπ' τήν άρχική αύξηση στό α συμπίπτει



Σχ. 10.4γ.

Μεταβολή τής έντάσεως του ρεύματος μέ τό χρόνο κατά τή διέγερση καί αποδιέγερση του ρωστήρα.

χρονικά μέ τήν έλξη του όπλισμού καί τή διαδοχική μείωση του διάκενου άέρα. 'Η μείωση αύτή έχει σαν άποτέλεσμα τή μεταβολή (αύξηση) τής μαγνητικής ροής καί τή δημιουργία έπαγωγικού ρεύματος άντίθετου στό ρεύμα διεγέρσεως. Έτσι προκαλείται ή έλάττωση τής έντάσεως. Μετά τήν έλξη του όπλισμού συνεχίζεται ή αύξηση του ρεύματος στό τμήμα γ μέχρι τήν κανονική του τιμή. 'Η καμπύλη 2 δίνει τή μεταβολή του ρεύματος, όταν ο όπλισμός πιέζεται έξ άρχής επάνω στον πυρήνα, ενώ ή καμπύλη 3 τή μεταβολή, όταν διακοπεί τό κύκλωμα διεγέρσεως.

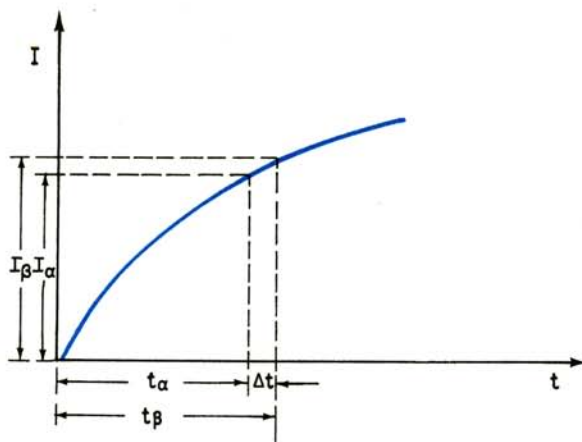
Οι κανονικοί χρόνοι λειτουργίας ενός ρωστήρα μπορούν νά μεταβληθούν, δηλαδή νά αύξηθούν ή νά έλαττωθούν, μέ διάφορα μέσα **μηχανικά** καί κυρίως **ηλεκτρικά**. Έτσι παίρνομε ρωστήρες μέ επιβραδυμένη έλξη ή πτώση καί άνάλογα ρωστήρες μέ επιταχυμένη έλξη ή πτώση.

α) Αύξηση του χρόνου έλξεως.

Ο χρόνος έλξεως μπορεί νά αύξηθει μέ **μηχανικά μέσα**:

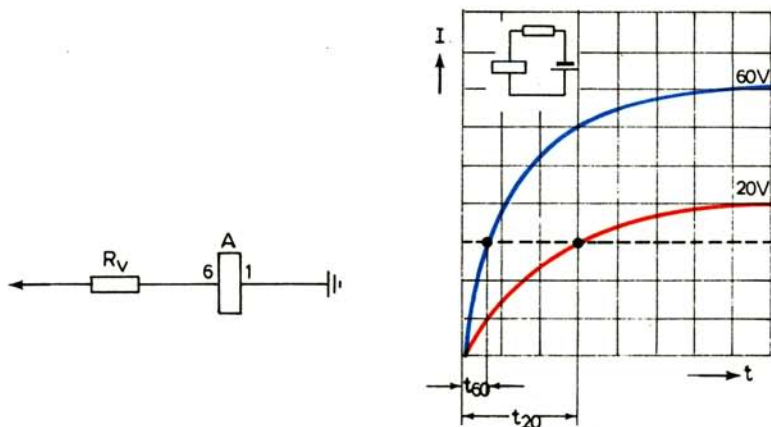
- Μέ αύξηση τής διαδρομής του όπλισμού.
- Μέ αύξηση τής πιέσεως των έπαφών.

Στήν πρώτη περίπτωση αύξάνεται τό διάκενο άέρα καί κατά συνέπεια ή μαγνητική άντίσταση του κυκλώματος· στή δεύτερη αύξάνεται ή άντίσταση των πτερυγίων στή μετακίνησή τους. Καί στίς δύο περιπτώσεις χρειάζεται μεγαλύτερος άριθμός άμπεροστροφών για νά ύπερνικηθούν οι άντιστάσεις (σχ. 10.4δ). 'Επειδή ο άριθμός στροφών παραμένει σταθερός, πρέπει ή ένταση του ρεύματος διεγέρσεως I_{β} νά πάρει μεγαλύτερη τιμή. Τήν τιμή αύτή παίρνει τό ρεύμα μέ μιά χρονική καθυ-



Σχ. 10.45.

Αύξηση του χρόνου έλξεως με μηχανικά μέσα.



Σχ. 10.4ε.

Αύξηση του χρόνου έλξεως με αντίσταση σε σειρά στο τύλιγμα του ρωστήρα.

στέρξη Δt ως προς τό μικρότερο κανονικό ρεύμα έλξεως I_α . Όπωςδήποτε ή καθυστέρηση πού έπιτυγχάνεται δέν είναι μεγάλη καί έπειδή οί μέθοδοι αυτές απαιτούν είδική ρύθμιση του ρωστήρα, χρησιμοποιούνται μόνο βοηθητικά.

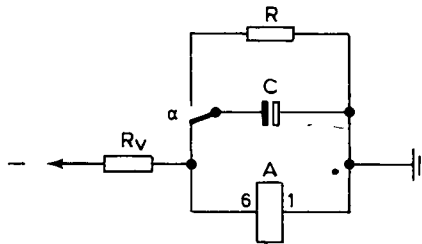
Μέ **ηλεκτρικά μέσα** μπορούμε νά αύξήσουμε τό χρόνο έλξεως:

— Συνδέοντας σε σειρά στό τύλιγμα του ρωστήρα ένα αντίστατή R_V καί έλαττώνοντας έτσι την τάση λειτουργίας του. Τό ρεύμα διεγέρσεως αύξάνει, τότε, λιγότερο απότομα καί φθάνει αργότερα την τιμή έλξεως (σχ. 10.4ε). Ή έπιβράδυνση πού πραγματοποιείται είναι σχετικά μικρή, 10 ως 20 ms.

— Συνδέοντας **αντίθετα** δύο **διαφορετικά** μαγνητικά τυλίγματα του ρωστήρα, ώστε νά αφαιρούνται οί μαγνητικές τους ροές. Ή διαφορά ροής έλκει τελικά τόν διπλισμό μέ καθυστέρηση, πού μπορεί νά φθάσει μέχρι 200 ms.

— Συνδέοντας ένα ηλεκτρολυτικό πυκνωτή C παράλληλα στο τύλιγμα του ρωστήρα (σχ.10.4στ). Όταν εφαρμοστεί τάση στο ρωστήρα, φορτίζεται πρώτα ο πυκνωτής και μόνο όταν τελειώσει η φόρτιση διέρχεται από το ρωστήρα ρεύμα, με αποτέλεσμα να διεγερθεί καθυστερημένα. Μετά την έξη του όπλισμού ενεργοποιείται ο επαφείας α και ο πυκνωτής εκφορτίζεται στον αντίστατη R, ώστε να είναι κενός στην επόμενη διεγερση του ρωστήρα. Η καθυστέρηση που επιτυγχάνεται εξαρτάται από τη χωρητικότητα του πυκνωτή και μπορεί να φθάσει μέχρι 300 ms.

— Βραχυκυκλώνοντας με τη βοήθεια ενός επαφείας ήρεμίας ένα δεύτερο μαγνητικό τύλιγμα του ρωστήρα. Στο τύλιγμα αυτό επάγεται, όπως σ' ένα μετασχηματιστή, ένα ρεύμα αντίθετο στο αυξανόμενο ρεύμα του πρώτου τυλίγματος με αποτέλεσμα να εξασθενεί το μαγνητικό του πεδίο. Στην αποδιέγερση του ρωστήρα το τύλιγμα αυτό δεν είναι βραχυκυκλωμένο, γιατί έχει ενεργοποιηθεί ο επαφείας ήρεμίας κι έτσι δεν αυξάνει, όπως θα δοῦμε, το χρόνο πτώσεως του ρωστήρα. Με τη μέθοδο αυτή επιτυγχάνεται επιβράδυνση μέχρι 50 ms.



Σχ. 10.4στ.

Αύξηση του χρόνου έλξεως με ηλεκτρολυτικό πυκνωτή.

β) Αύξηση του χρόνου πτώσεως.

Με **μηχανικά μέσα** αυξάνεται ο χρόνος πτώσεως:

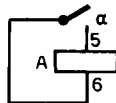
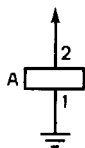
- Με έλαττωση της **πίεσεως** των επαφών και
- με μείωση του πάχους του **αντικολλητικού ελάσματος**.

Το έλασμα αυτό, κατασκευασμένο από μη μαγνητικό υλικό πάχους 0,1 ως 0,5 mm, τοποθετείται στην επιφάνεια του όπλισμού που έρχεται σε επαφή με τον πυρήνα και εξασφαλίζει ένα ελάχιστο διάκενο αέρα μεταξύ τους, όταν λειτουργεί ο ρωστήρας (σχ. 10.2α). Η χρησιμότητά του είναι η εξής: Μετά τη διακοπή του ρεύματος διεγέρσεως, το μαγνητικό κύκλωμα του ρωστήρα δεν απομαγνητίζεται έντελως, όπως είναι γνωστό, αλλά διατηρεί μιάν ορισμένη μαγνητική ροή, τον **παραμένοντα μαγνητισμό**. Η ροή αυτή είναι αρκετά ισχυρή, ώστε να συγκρατήσει τον όπλισμό στη θέση εργασίας, ή να τον αναγκάσει να επιστρέψει με μεγάλη καθυστέρηση στη θέση ήρεμίας. Με το διάκενο του αντικολλητικού ελάσματος αυξάνεται η αντίσταση του μαγνητικού κυκλώματος, μειώνεται η παραμένουσα μαγνητική ροή και αποφεύγεται η ανεπιθύμητη επίδρασή της στον όπλισμό του κανονικού ρωστήρα. Αντίθετα, στους βραδύπρωτους ρωστήρες ή μείωση του διακένου έχει συνέπεια την αύξηση του παραμένοντα μαγνητισμού και του χρόνου που απαιτείται, μέχρι να έλαττωθεί ο μαγνητισμός αυτός ως την τιμή πτώσεως του ρωστήρα.

Μέ **ηλεκτρικά μέσα** επιτυγχάνουμε αύξηση του χρόνου πτώσεως:

— Περνώντας στον πυρήνα του ρωστήρα ένα χάλκινο σωληνίσκο ή τοποθετώντας γύρω του ένα τύλιγμα από γυμνό χάλκινο σύρμα, πού τό βραχυκυκλώνουμε στά άκρα του. Στο σωληνίσκο ή στο τύλιγμα δημιουργεί ή ελάττωση του μαγνητικού πεδίου κατά τήν αποδιέγερση ένα ρεύμα επαγωγής, πού έχει τήν ίδια κατεύθυνση μέ τό ρεύμα στο κανονικό μαγνητικό τύλιγμα. Ή μαγνητική ροή του επαγωγικού ρεύματος προσθέτεται στήν ελαττούμενη ροή του μαγνητικού τυλίγματος κι έτσι παραμένει ο ρωστήρας στή θέση λειτουργίας επί μακρότερο διάστημα, μέχρι 500 ms. Μέ τή μέθοδο αυτή παρουσιάζεται επιβράδυνση καί στήν έλξη του ρωστήρα, γιατί ο σωληνίσκος ή τό βραχυκυκλωμένο τύλιγμα δρούν κατά τή διέγερση αντίθετα στήν αύξηση του μαγνητικού πεδίου.

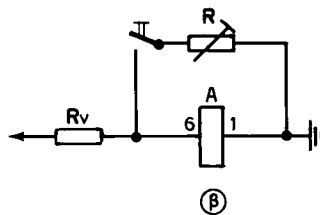
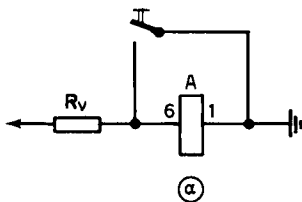
— Βραχυκυκλώνοντας τό δεύτερο τύλιγμα του ρωστήρα μέ τή βοήθεια ενός έπαφέα ήρεμίας α (σχ. 10.4ζ). Τό αποτέλεσμα στήν πώση του ρωστήρα είναι τό ίδιο όπως στήν πιό πάνω περίπτωση, έπειδή όμως τό τύλιγμα βραχυκυκλώνεται **μετά** τήν έλξη του ρωστήρα, δέν παρουσιάζεται επιβράδυνση κατά τή διέγερση.



Σχ. 10.4ζ.

Αύξηση του χρόνου πτώσεως μέ βραχυκύκλωση βοηθητικού τυλίγματος.

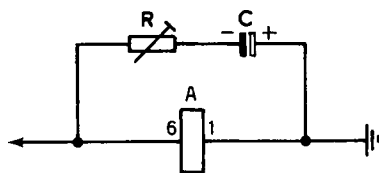
— Βραχυκυκλώνοντας άπ' ευθείας τό μαγνητικό τύλιγμα του ρωστήρα [σχ. 10.4η (α)]. Τό αποτέλεσμα είναι τό ίδιο όπως καί προηγουμένως. Οι συνέπειες του βραχυκυκλώματος στο κύκλωμα έξουδετερώνονται μέ τόν άντιστάτη R_v , πού τοποθετείται σέ σειρά. Μέ τή βοήθεια πάλι ενός μεταβλητού άντιστάτη R μπορεί νά ρυθμιστεί ο χρόνος πτώσεως [σχ. 10.4η (β)].



Σχ. 10.4η.

Αύξηση του χρόνου πτώσεως μέ βραχυκύκλωση του μαγνητικού τυλίγματος: α) Άπευθείας. β) Μέσω μεταβλητού άντιστάτη.

— Συνδέοντας παράλληλα στο ρωστήρα ένα πυκνωτή (σχ. 10.4θ). Κατά τήν αποδιέγερση του ρωστήρα εκφορτίζεται ο πυκνωτής στο μαγνητικό τύλιγμα ενισχύοντας τό ελαττούμενο μαγνητικό πεδίο. Μέ τόν μεταβλητό άντιστάτη R ρυθμίζεται μέ ακρίβεια ο χρόνος πτώσεως, πού μπορεί νά φθάσει μέχρι 1 min.



Σχ. 10.40.

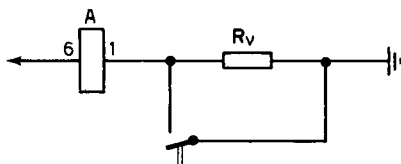
Αύξηση του χρόνου πτώσεως με παράλληλο πυκνωτή.

γ) Ἐλάττωση τοῦ χρόνου ἔλξεως.

Ἐλάττωση τοῦ χρόνου ἔλξεως ἐπιτυγχάνομε:

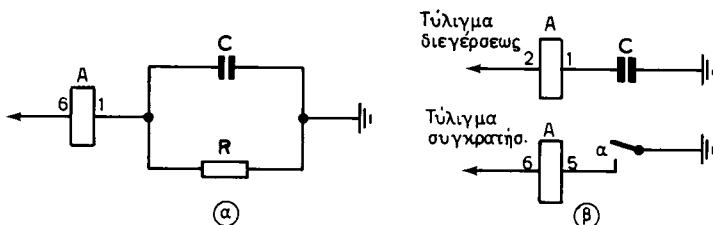
— Προμαγνητίζοντας τὸ ρωστήρα. Ἡ προμαγνήτιση πραγματοποιεῖται μὲ σύνδεση τοῦ ρωστήρα στὸ κύκλωμα μέσω ἑνὸς ἀντιστάτη σειρᾶς R_v , ὥστε νὰ διαρρέεται ἀπὸ ρεῦμα μὴ ἔλξεως. Ἡ ἔλξη τοῦ ὀπλισμοῦ ἐπιτυγχάνεται μὲ βραχυκύκλωση τοῦ R_v , ὁπότε τὸ ρεῦμα σύντομα φθάνει τὴν τιμὴ ἔλξεως (σχ. 10.41).

— Συνδέοντας σὲ σειρά στὸ ρωστήρα ἓνα πυκνωτὴ (σχ. 10.41α). Ὁ πυκνωτὴς ἔχει τὴν ιδιότητα νὰ φορτίζεται πολὺ γρήγορα, σύμφωνα μὲ τὴν ἐφαρμοζόμενη στὰ ἄκρα του τάση, καὶ τὸ ρεῦμα φορτίσεως θέτει σύντομα τὸ ρωστήρα σὲ λειτουργία. Στὴ συνέχεια ὁ ρωστήρας συγκρατεῖται εἴτε μέσω ἑνὸς παράλληλου στὸν πυκνωτὴ ἀντιστάτη R [σχ. 10.41α (α)], εἴτε μέσω ἑνὸς ἐπαφῆς τοῦ α, ποὺ κλείνει τὸ κύκλωμα ἑνὸς δεύτερου μαγνητικοῦ τυλίγματος συγκρατήσεως [σχ. 10.41α (β)].



Σχ. 10.41.

Ἐλάττωση τοῦ χρόνου ἔλξεως μὲ προμαγνήτιση τοῦ ρωστήρα:



Σχ. 10.41α.

Ἐλάττωση τοῦ χρόνου ἔλξεως μὲ πυκνωτὴ σὲ σειρά στὸ ρωστήρα καὶ συγκράτηση τοῦ ρωστήρα: α) Μέσω παράλληλου ἀντιστάτη R . β) Μέσω ἐπαφῆς α.

— Ἐκφορτίζοντας ἓναν πυκνωτὴ στὸ μαγνητικὸ τυλίγμα τοῦ ρωστήρα, ἐπειδὴ καὶ τὸ ρεῦμα ἐκφορτίσεως ἑνὸς πυκνωτῆ εἶναι ἀρκετὰ ἰσχυρὸ, ὅπως τὸ ρεῦμα φορτίσεώς του καὶ προκαλεῖ ἐπιταχυμένη ἔλξη τοῦ ὀπλισμοῦ.

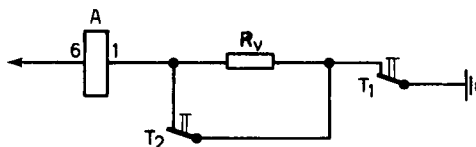
Μέ τα μέτρα πού ἀναφέραμε ἐπιτυγχάνεται ἐλάττωση τοῦ χρόνου ἔλξεως μέχρι 3 ms περίπου.

δ) Ἐλάττωση τοῦ χρόνου πτώσεως.

Ἐλάττωση τοῦ χρόνου πτώσεως ἐπιτυγχάνομε:

— Ἐλαττώνοντας τόν ἀριθμό ἀμπεροστροφῶν κατὰ τή διάρκεια λειτουργίας τοῦ ρωστήρα, ὥστε νά πλησιάσει στή διέγερση πτώσεως. Μετά τή διακοπή τοῦ κυκλώματος, ἡ διέγερση ἐλαττώνεται καί φθάνει πολύ γρήγορα τήν τιμή πτώσεως. Μείωση τῶν ἀμπεροστροφῶν ἐπιτυγχάνεται εἴτε μέ ἀπόξευση ἑνός τυλίγματος, εἴτε μέ μείωση τοῦ ρεύματος συγκρατήσεως τοῦ ρωστήρα μέ τή βοήθεια ἑνός ἀντιστάτη σέ σειρά (ἀνοίγμα τοῦ διακόπτη T_2 στό κύκλωμα τοῦ σχήματος 10.4β).

— Διεγείροντας ἀντίθετα τό ρωστήρα. Ἡ ἀντίθετη διέγερση πραγματοποιεῖται μέ ἀντιστροφή τῶν πόλων τοῦ μαγνητικοῦ τυλίγματος, μέ ἀποτέλεσμα τή διοχέτευση σ' αὐτό ρεύματος μέ ἀντίθετη ἀπ' τήν κανονική κατεύθυνση καί τή δημιουργία ἀντίθετου μαγνητικοῦ πεδίου, πού ἐξαφανίζει ἀπότομα τό μαγνητικό πεδίο τοῦ ρωστήρα.



Σχ. 10.4β.

Ἐλάττωση τοῦ χρόνου πτώσεως μέ μείωση τῶν ἀμπεροστροφῶν.

10.5 Δημιουργία καί κατάπνιξη σπινθήρων.

Ὅταν διακόπτεται μέ τή βοήθεια ἑνός ἐπαφῆς ἕνα κύκλωμα ἡλεκτρικοῦ ρεύματος πού περιλαμβάνει αὐτεπαγωγή, δημιουργεῖται στό σημεῖο τῆς διακοπῆς, δηλαδή μεταξύ τῶν δύο θρόμβων, **σπινθήρας** πού συνεχίζει γιά λίγο τή ροή τοῦ ρεύματος στό κύκλωμα καί ἐξαφανίζεται ἀμέσως μετά. Τό φαινόμενο αὐτό ὀφείλεται στήν τάση τοῦ διακοπόμενου κυκλώματος νά διατηρήσει σταθερή τή ροή τοῦ ρεύματος. Παρουσιάζεται δηλαδή ἕνα εἶδος «**ἡλεκτρικῆς ἀδράνειας**» ἀνάλογης μέ τήν ἀδράνεια ἑνός μηχανικοῦ συστήματος, πού ἐπιδιώκει νά διατηρήσει τήν ταχύτητά του, ὅταν αὐτή μεταβάλλεται.

Συγκεκριμένα, ὅταν ἀρχίσουν νά ἀπομακρύνονται οἱ ἐπαφικοί θρόμβοι, μειώνεται ἡ πίεση ἐνῶ αὐξάνει σημαντικά ἡ ἀντίσταση ἐπαφῆς, μέ ἀποτέλεσμα τή μείωση τοῦ ρεύματος στό κύκλωμα. Στή μείωση αὕτη ἀντιδρά τό κύκλωμα μέ τήν αὐτεπαγωγή του, πού προκαλεῖ αὐξηση τῆς τάσεως μεταξύ τῶν θρόμβων (ὑπέρταση), ὥστε παρά τήν αὐξανόμενη ἀντίσταση, τό ρεῦμα νά διατηρεῖ τήν ἀρχική του ἔνταση. Ἡ ὑπέρταση δημιουργεῖται ἀπό τήν ἐνέργεια πού ἦταν ἐνταμιευμένη στά μαγνητικά πεδία τοῦ κυκλώματος. Ἡ ἐνέργεια αὕτη δέν εἶναι δυνατό νά ἐξαφανιστεῖ ἀμέσως μετά τή διακοπή τοῦ κυκλώματος (νόμος διατηρήσεως τῆς ἐνέργειας) καί μετατρέπεται σέ ἡλεκτρική ἐνέργεια, πού ἐνταμιεύεται σ' ἕνα ἡλεκτρικό πεδίο δημιουργούμενο ἀνάμεσα στοὺς δύο θρόμβους.

Ταυτόχρονα θερμαίνονται οἱ θρόμβοι ἰσχυρά ἀπ' τό ρεῦμα πού περνᾷ ἀπ' τή μεγάλη ἀντίστασή τους καί ἐκπέμπουν θερμικά ἡλεκτρόνια. Τά ἡλεκτρόνια αὐτά μαζί μέ ἄλλα ἐλεύθερα ἡλεκτρόνια, πού

βρίσκονται μεταξύ των δύο θρόμβων, έπιταχύνονται άπ' τή δύναμη πού άσκει έπάνω τους τό ήλεκτρικό πεδίο καί προξενούν ίονισμό του άέρα άπ' τίς συγκρούσεις τους μέ τά ουδέτερα άτομα. Άποτέλεσμα είναι ή δημιουργία έκκενώσεως αίγλης καί στή συνέχεια έκκενώσεως τόξου, ή όποία όμως διακόπτεται άμέσως μετά τήν εμφάνισή της. Ή διακοπή όφείλεται στο ότι τό ρεύμα του κυκλώματος δέν είναι άρκετά ίσχυρό, ώστε νά θερμάνει σέ τέτοιο βαθμό τήν κάθοδο (θρόμβο μέ θετικό δυναμικό), πού νά εκπέμπει άρκετά θερμικά ήλεκτρόνια γιά τή συντήρηση του τόξου. Ή πάρα πολύ σύντομη έκκένωση τόξου γίνεται άντιληπτή σά «σπινθήρας» μεταξύ των θρόμβων.

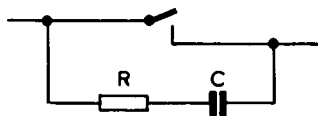
Μέ τήν εμφάνιση του σπινθήρα καί τή βραχυκύκλωση των θρόμβων μηδενίζεται πολύ γρήγορα ή τάση στα άκρα τους, πολλές φορές σέ κλάσματα του έκατομμυριοστού του δευτερολέπτου. Ή απότομη αύτή πτώση τάσεως (παλμός τάσεως) διεγείρει τό κύκλωμα, πού συμπεριφέρεται σάν ταλαντωτής (κύκλωμα μέ αυτεπαγωγή καί χωρητικότητα). Άποτέλεσμα είναι ή εμφάνιση ήλεκτρικών ταλαντώσεων μέ συχνότητα μεγαλύτερη από 500 kHz, πού προκαλούν σέ ραδιοφωνικούς δέκτες πού βρίσκονται κοντά στον έπαφέα, τά γνωστά παράσιτα από σπινθήρα. Μετά 10 ως 20 έκατομμυριοστά του δευτερολέπτου σταματά ή ύψίσυχη έκκένωση μέ τίς ταλαντώσεις. Ή μαγνητική ένέργεια του ρωστήρα δημιουργεί νέα υπέρταση μεταξύ των θρόμβων, έπακολουθεί σπινθήρας καί νέα ύψίσυχη ταλάντωση κ.ο.κ.

Στό μεταξύ οι θρόμβοι έξακολουθούν νά άπομακρύνονται, ή τάση στα άκρα τους αύξάνει, γιά νά έξουδετερώσει τήν αυξανόμενη αντίσταση, αλλά τελικά ή ένέργεια του μαγνητικού πεδίου δέν έπαρκει πιά γιά νά δημιουργήσει άκόμα ύψηλότερες τάσεις καί τό κύκλωμα διακόπτεται όριστικά. Τό φαινόμενο πού περιγράψαμε πραγματοποιείται σέ έλάχιστο χρονικό διάστημα (έκατομμυριοστά ως χιλιοστά του δευτερολέπτου, άνάλογα μέ τήν ένταση του ρεύματος καί τήν αυτεπαγωγή του κυκλώματος), ώστε οι διαδοχικές έκκενώσεις γίνονται άντιληπτές στον παρατηρητή σάν μιά έκκένωση μέ ένα σπινθήρα.

Κατά τό κλείσιμο ενός έπαφέα δημιουργείται επίσης σπινθήρας, αλλά πολύ μικρής διάρκειας. Ό σπινθήρας αυτός όφείλεται σέ κραδασμούς των έπαφικών πτερυγίων, πού δημιουργούν στιγμιαίες διακοπές του κυκλώματος μέχρι νά άποκατασταθεί έντελώς ή έπαφή.

Οι σπινθήρες έχουν σά συνέπεια τή βαθμιαία καταστροφή των έπαφικών θρόμβων, είναι επικίνδυνοι γιά τίς μονώσεις του κυκλώματος καί δημιουργούν, όπως άναφέραμε, παράσιτα στις ραδιοφωνικές λήψεις. Ή καταστροφή των θρόμβων προέρχεται από μεταφορά ύλικου του θρόμβου από τήν άνοδο προς τήν κάθοδο ή καί άντίστροφα, πού τό μέγεθος της έξαρτάται άπ' τή διάρκεια του σπινθήρα καί τήν ένταση του ρεύματος. Στό θρόμβο πού χάνει ύλικό δημιουργείται ένα κοίλωμα, ένω στο θρόμβο πού έπικαθίζει ύλικό, δημιουργείται ένα μυτερό έξόγκωμα. Ένα μέρος του ύλικου έξαερώνεται επίσης κατά τή μεταφορά. Ό κίνδυνος γιά τίς μονώσεις δημιουργείται άπ' τίς ύψηλές τάσεις (μέχρι 2000 V), πού έμφανίζονται στα άκρα των θρόμβων.

Μέ ειδικές διατάξεις είναι δυνατό νά άποφύγομε τή δημιουργία σπινθήρων. Στό κύκλωμα π.χ. του σχήματος 10.5 ό πυκνωτής C μέ τόν άντιστάτη R σέ σειρά είναι βραχυκυκλωμένος, όταν ό έπαφέας είναι κλειστός. Όταν άνοίξει ό έπαφέας, έφαρμόζεται τάση στον πυκνωτή πού φορτίζεται καί όλο τό ρεύμα όδηγείται σ' αυτόν χωρίς νά δημιουργηθεί σπινθήρας στον έπαφέα. Μετά τή φόρτιση του πυκνωτή, όποτε θά ήταν δυνατόν νά δημιουργηθεί σπινθήρας, έχει μεγαλώσει τόσο τό άνοιγμα του έπαφέα ώστε ή τάση δέν έπαρκει γιά νά προκαλέσει έκκένωση. Ό άντιστάτης R περιορίζει τό ρεύμα έκφορτίσεως του πυκνωτή, όταν κλείνει ό έπαφέας κι' έτσι ό σπινθήρας πού δημιουργείται στην περίπτωση αυτή είναι πολύ άσθενής.



Σχ. 10.5.
Διάταξη καταπνίξεως σπινθήρα.

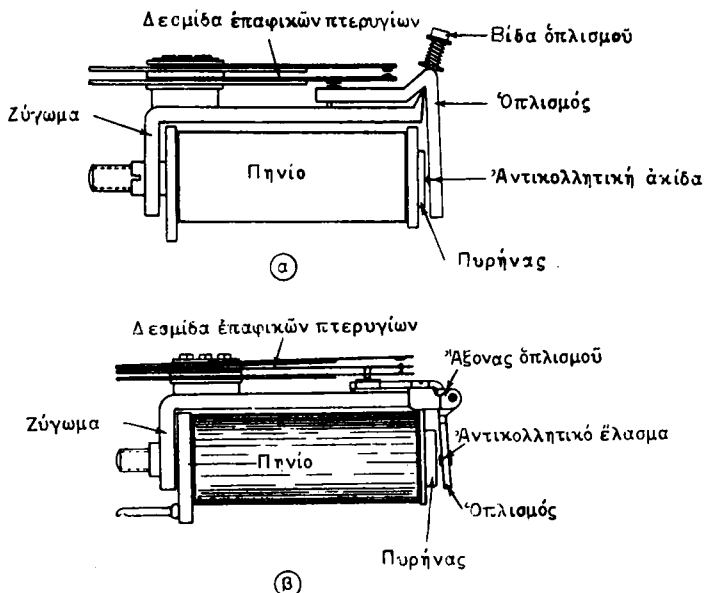
10.6 Βασικοί τύποι ρωστήρων.

Στή συνέχεια περιγράφουμε με συντομία τούς πιά κοινούς τύπους ρωστήρων συνεχούς καί έναλλασσόμενου ρεύματος.

α) Ρωστήρες συνεχούς ρεύματος.

— 'Ο κυλινδρικός ρωστήρας.

'Ο ρωστήρας αυτός έχει κυλινδρικό πυρήνα καί κυλινδρικό πηνίο. 'Ο όπλισμός του έχει μορφή γωνίας καί έδράζεται συνήθως σέ μιά άκμή [σχ. 10.6α (α)] ή σέ έναν άξονα [σχ. 10.6α (β)] στό άκρο του ζυγματος. Στόν κυλινδρικό ρωστήρα άκμής μέ **βίδα**, μιά βίδα μέ ελατήριο συγκρατεί τόν όπλισμό στό ζύγμα, ώστε ο ρωστήρας νά μπορεί νά τοποθετηθεί μέ τά περύγια στό πλάϊ, χωρίς νά πέσει ο όπλισμός.



Σχ. 10.6α.

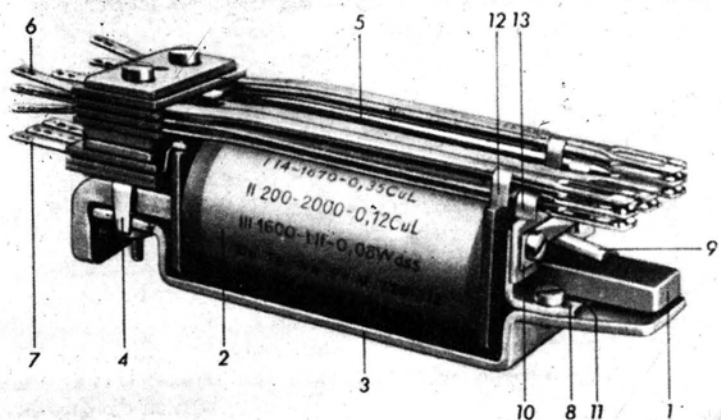
α) Κυλινδρικός ρωστήρας άκμής. β) Κυλινδρικός ρωστήρας μέ άξονα.

— 'Ο πλατυσμένος ρωστήρας.

'Ο πλατυσμένος ρωστήρας χρησιμοποιείται περισσότερο από κάθε άλλο ρωστήρα συνεχούς ρεύματος στην τηλεφωνία. Αποτελείται από ένα όρθογώνιο, πλα-

τυσμένο πυρήνα μέ πηνίο ὀρθογώνιας βάσεως καί ὀπλισμό, πού εἶναι ταυτόχρονα καί ζύγωμα (σχ. 10.2α, 10.6β). Συγκριτικά μέ τόν κυλινδρικό ρωστήρα, παρουσιάζει μικρότερο ὕψος καί εὐκολότερη κατασκευή καί ἐπομένως μικρότερο κόστος. Εἶναι ὅμως, λόγω τῆς μεγάλης μάζας τοῦ ὀπλισμοῦ του, λιγότερο εὐαίσθητος ἀπ' τόν κυλινδρικό ρωστήρα.

Ὁ πλατυσμένος ρωστήρας μοντάρεται μέ τά ἐπαφικά πτερύγια κατακόρυφα ἔτσι, ὥστε ὁ πυρήνας νά βρίσκεται στά δεξιά τῶν πτερυγίων, ὅταν τόν κοιτάζομε ἀπ' τήν πλευρά τῶν ὀρίων. Ἡ θέση αὐτή ἔχει τό πλεονέκτημα, ὅτι οἱ ἐπαφεῖς δέν λερώνονται εὐκόλα μέ σκόνη, τά πτερύγια εἶναι εὐδιάκριτα καί ὁ ὀπλισμός ἐδράζεται καλύτερα.



Σχ. 10.6β.

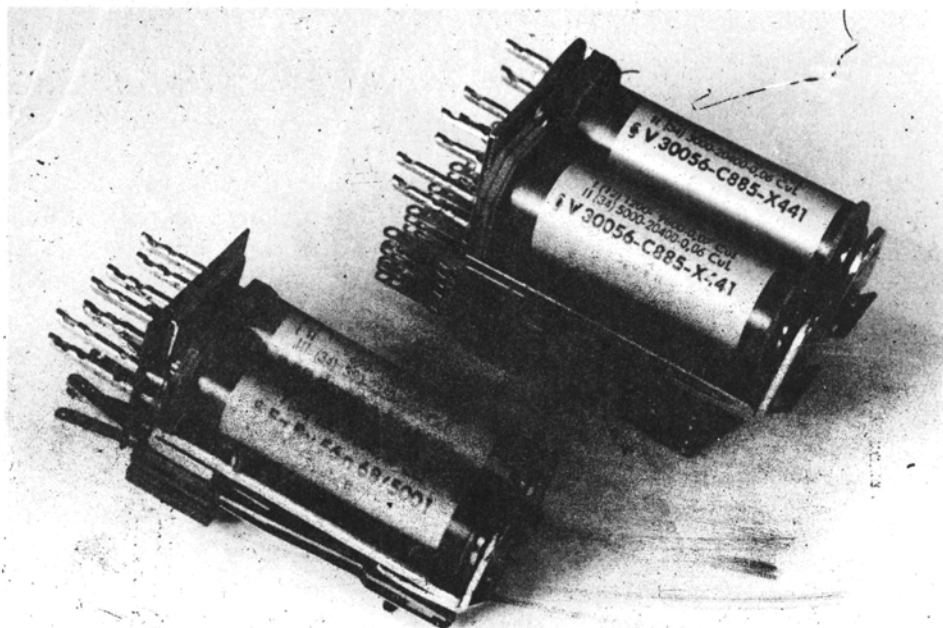
Πλατυσμένος ρωστήρας: 1) Πυρήνας. 2) Πηνίο. 3) Ὀπλισμός. 4) Γωνία συγκρατήσεως. 5) Δεσμίδα ἐπαφικῶν πτερυγίων. 6) Ὅρια συγκολλήσεως. 7) Ὅρια συγκολλήσεως τυλιγμάτων. 8) Γωνία μονωτικῆς γέφυρας. 9) Ἐλασμάτιο ἀνασχέσεως. 10) Μονωτική γέφυρα. 11) Ἀντικολλητικό ἔλασμα. 12) Ἐλασμάτιο στηρίξεως. 13) Ἐλασμάτιο ὠθήσεως.

— Ὁ διπλός ρωστήρας.

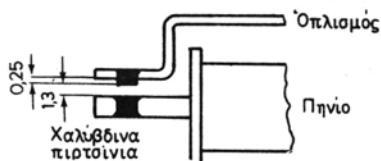
Σέ ὁρισμένα κυκλώματα, στά ὁποῖα ἀπαιτοῦνται περισσότεροι ρωστήρες, χρησιμοποιεῖται γιά ἐξοικονόμηση χώρου καί οἰκονομικούς λόγους, ὁ **διπλός ρωστήρας**. Ὁ ρωστήρας αὐτός ἀποτελεῖται ἀπό δύο πυρήνες μέ πηνία καί δύο ὀπλισμούς, συναρμολογημένους στό ἴδιο ζύγωμα. Πηνία καί ὀπλισμοί σχηματίζουν δύο ἀνεξάρτητους στή λειτουργία τους κυλινδρικούς ρωστήρες μέ πολύ μικρότερο ὅμως μέγεθος ἀπ' τούς κανονικούς ρωστήρες τοῦ τύπου αὐτοῦ, πού γνωρίσαμε. Τό σχῆμα 10.6γ δείχνει ἕνα διπλό ρωστήρα μέ μέγεθος ἴσο πρὸς ἐκεῖνο ἑνός κοινοῦ πλατυσμένου ρωστήρα.

— Ὁ αὐτοσυγκρατούμενος ρωστήρας.

Ὁ ὀπλισμός τοῦ ρωστήρα αὐτοῦ συγκρατεῖται στή θέση ἑλξεως καί ὅταν διακοπεῖ τό ρεῦμα διεγέρσεως. Κατασκευαστικά εἶναι ὅμοιος μέ τόν πλατυσμένο ρωστήρα, χωρίς ὅμως ἀντικολλητικό ἔλασμα. Ἀντίθετα, στίς ἀπέναντι θέσεις τοῦ πυρήνα καί τοῦ ὀπλισμοῦ, πού ἔρχονται σέ ἐπαφή, ἔχει τοποθετημένα δύο πирτσίνια ἀπό χάλυβα μεγάλης μαγνητικῆς διαπερατότητας (σχ. 10.6δ). Ὄταν ὁ ὀπλισμός



Σχ. 10.6γ.
Διπλοί ρωστήρες.



Σχ. 10.6δ.
Τμήμα αυτοσυγκρατούμενου ρωστήρα.

βρίσκεται στη θέση έργασίας καί σταματήσει ή διέγερση, ό μαγνητισμός πού παραμένει στά πιρτσίνια είναι άρκετός γιά νά τόν συγκρατήσει στη θέση του. Ή επίστροφή του όπλισμού στη θέση ήρεμίας πραγματοποιείται μέ τή βοήθεια ενός τυλίγματος του πηνίου, στό όποιο διοχετεύεται ρεύμα αντίθετο πρός τό ρεύμα διεγέρσεως του ρωστήρα μέ αποτέλεσμα τήν έξουδετέρωση του παραμένοντα μαγνητισμού.

Ό αυτοσυγκρατούμενος ρωστήρας χρησιμοποιείται σέ κυκλώματα πού δέν έχουν άρκετό ρεύμα γιά τή συγκράτηση του ρωστήρα στη θέση λειτουργίας.

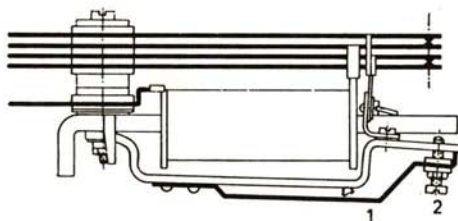
— Ό κλιμακωτός ρωστήρας.

Ό ρωστήρας αυτός είναι του πλατυσμένου τύπου. Στόν όπλισμό του έχει προσαρμοσμένο ένα έλασμάτινο πιεστικό έλατήριο 1, πού καταλήγει σέ ρυθμιστική βίδα 2. Τό άκρο της βίδας περνά μέσα από μιά τρύπα του όπλισμού στό διάκενο όπλισμού - πυρήνα (σχ. 10.6ε).

Μ' αυτό τό εξάρτημα ή κίνηση του όπλισμού στην έλξη καί τήν πτώση πραγματοποιείται σέ δύο στάδια. Μέ όρισμένη διέγερση έλκεται ό όπλισμός μέχρι νά άκουμπήσει ή βίδα στόν πυρήνα. Έτσι ενεργοποιείται ένας άριθμός έπαφών. Μέ ισχυρότερη διέγερση — ό ρωστήρας έχει δύο ή περισσότερα μαγνητικά τυλίγματα — υπερνικάται ή αντίσταση του έλατηρίου, ή βίδα όπισθοχωρεί καί ό όπλισμός έρ-

χεται σέ έπαφή μέ τόν πυρήνα. Ή δεύτερη αúτή κίνηση ένεργοποιεί άλλη δεσμίδα έπαφών.

Μέ τόν κλιμακωτό ρωστήρα εξυπηρετοúνται κυκλώματα, γιά τά όποια θά χρειάζονταν κανονικά δύο κοινοί ρωστήρες.

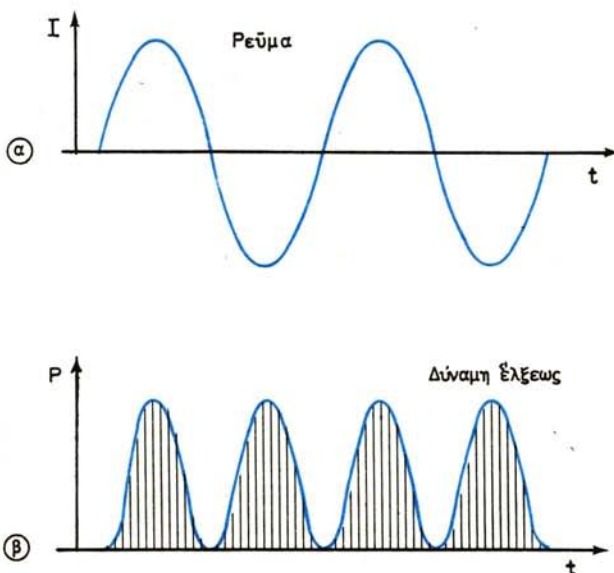


Σχ. 10.6ε.

Κλιμακωτός ρωστήρας: 1) Πιεστικό έλατήριο. 2) Ρυθμιστική βίδα.

β) Ρωστήρες έναλλασσόμενου ρεύματος.

Ή δύναμη πού άσκειάται στόν όπλισμό ένός ρωστήρα είναι, όπως είδαμε, άνάλογη τού τετραγώνου τής μαγνητικής ροής Φ ή τού ρεύματος διεγέρσεως I . Έτσι, άν τό ρεύμα διεγέρσεως είναι έναλλασσόμενο καί έχει π.χ. τήν ήμιτονική μορφή τού σχήματος 10.6στ (α), ή δύναμη έλξεως στόν όπλισμό θά μεταβάλλεται σύμφωνα μέ τήν καμπύλη τού σχήματος 10.6στ (β), πού προκύπτει άπ' τήν ύψωση στό τετράγωνο κάθε μιås τιμής τής καμπύλης 10.6στ (α). Παρατηρούμε ότι ή δύναμη έλ-



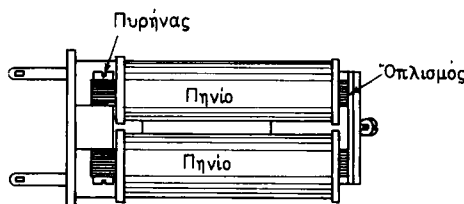
Σχ. 10.6στ.

Χρονική μεταβολή τής δυνάμεως έλξεως στόν όπλισμό ένός ρωστήρα συνεχούς ρεύματος κατά τή διέγερσή του μέ έναλλασσόμενο ρεύμα.

ξεως δέν αλλάζει κατεύθυνση, όπως τό ρεύμα, γίνεται όμως μηδέν τις χρονικές στιγμές πού μηδενίζεται τό ρεύμα καί είναι πολύ μικρή λίγο πρίν καί μετά άπ' τις στιγμές αυτές. "Αν λοιπόν διοχετεύσομε έναλλασσόμενο ρεύμα στο μαγνητικό τυλίγμα ενός ρωστήρα συνεχούς ρεύματος, ο όπλισμός του θα έλκεται καί θα πέφτει σέ κάθε ήμπερίοδο του ρεύματος. Για νά αποφύγομε τή συμπεριφορά αυτή του ρωστήρα, πρέπει τό ρεύμα διεγέρσεως νά μήν μηδενίζεται σέ καμιά χρονική στιγμή. Αυτό επιτυγχάνεται μέ διάφορες μεθόδους πού έχουν εφαρμοστεί στους έξής τύπους ρωστήρων:

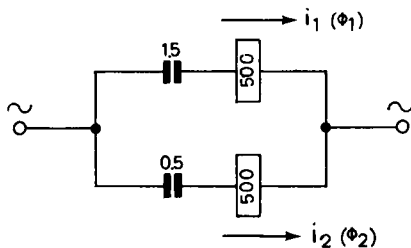
— Ρωστήρες φάσεως.

Ο ρωστήρας φάσεως περιλαμβάνει δύο ξεχωριστά μαγνητικά τυλίγματα επάνω σ' ένα πυρήνα μέ δύο σκέλη (σχ. 10.6ζ). Ο πυρήνας αποτελείται από σιδηρομαγνητικά ελάσματα μονωμένα μεταξύ τους μέ βερνίκι ή στρώμα οξειδίου για νά περιορίζονται τά δινορεύματα, πού προκαλούν υπερθέρμανση του ρωστήρα. Στα τυλίγματα των δύο σκελών συνδέονται σέ σειρά δύο πυκνωτές διαφορετικής χωρητικότητας, όπως φαίνεται στο σχήμα 10.6η.



Σχ. 10.6ζ.

Ρωστήρας φάσεως έναλλασσόμενου ρεύματος.

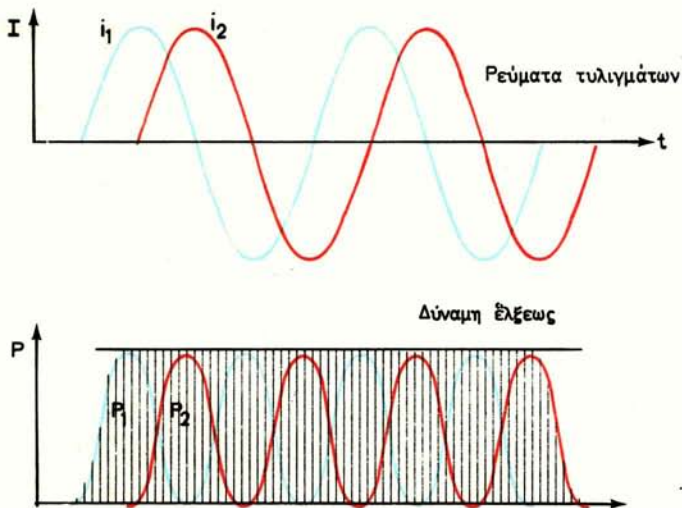


Σχ. 10.6η.

Συνδεσμολογία ρωστήρα φάσεως.

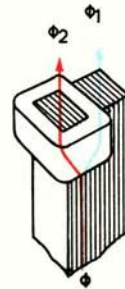
Μέ κατάλληλο ύπολογισμό των χωρητικοτήτων επιτυγχάνεται, ώστε τά ρεύματα καί οι μαγνητικές ροές στα δύο τυλίγματα νά έχουν διαφορά φάσεως 90°. Έτσι, όταν τό ένα ρεύμα έχει τιμή μηδέν, τό άλλο έχει τή μέγιστη τιμή του καί αντίστροφα. Στόν όπλισμό άσκειται μιά σχεδόν όμοιόμορφη δύναμη έλξεως (σχ. 10.6θ).

Σέ νεώτερους τύπους ρωστήρων ή διαφορά φάσεως μεταξύ των μαγνητικών ροών Φ_1 καί Φ_2 επιτυγχάνεται ως εξής: Ένα τμήμα των ελασμάτων του πυρήνα περιβάλλεται μέ ένα χάλκινο δακτυλίδι (σχ. 10.6ι). Η ροή πού περνά μέσα άπ' αυτό τό τμήμα δημιουργεί στο δακτυλίδι δινορεύματα πού μέ τή σειρά τους δημιουρ-



Σχ. 10.6θ.

Χρονική μεταβολή των ρευμάτων και δυνάμεων έλξεως στο ρωστήρα φάσεως.



Σχ. 10.6ι.

Μαγνητικές ροές στον πυρήνα ενός ρωστήρα.

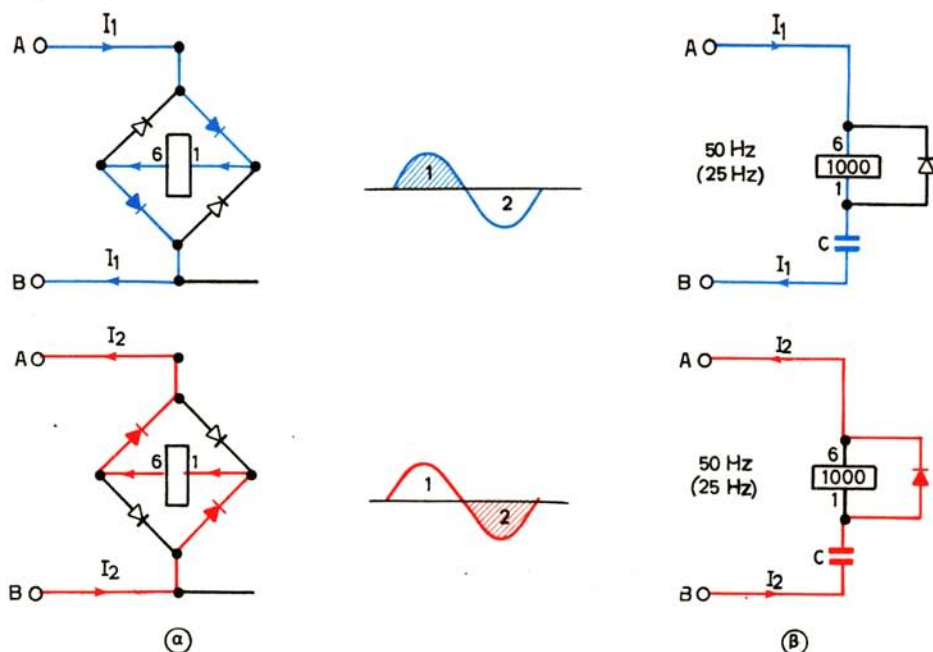
γούν ένα αντίθετο μαγνητικό πεδίο. 'Η συνολική ροή Φ_2 μέσα απ' τό δακτυλίδι, πού είναι τό άθροισμα τής άρχικής ροής καί τής αντίθετης ροής, παρουσιάζει διαφορά φάσεως 90° ως πρός τή ροή Φ_1 έξω από τό δακτυλίδι. Έτσι τό συνολικό μαγνητικό πεδίο δέν μηδενίζεται ποτέ. 'Ο ρωστήρας αυτός μπορεί νά χρησιμοποιηθεί καί σέ συνεχές ρεύμα.

— Ρωστήρες μέ άνορθωτές.

Μέ τή βοήθεια άνορθωτών μπορούν νά χρησιμοποιηθοούν κοινοί ρωστήρες συνεχούς ρεύματος σέ έναλλασσόμενο ρεύμα 25 ως 50 Hz. Τό σχήμα 10.6ια δείχνει δύο διαφορετικές συνδεσμολογίες γιά τό σκοπό αυτό. Στή συνδεσμολογία α) περνά ρεύμα από τό ρωστήρα καί στίς δύο ήμιπεριόδους. Στή διάταξη β) περνά απ' αυτόν ρεύμα τής πηγής μόνο στή μία ήμιπερίοδο. Στήν άλλη ήμιπερίοδο τό ρεύμα περνά απ' τόν άνορθωτή, δηλαδή ό ρωστήρας είναι βραχυκυκλωμένος. 'Απ' τό βραχυκύκλωμα όμως περνά καί τό ρεύμα έπαγωγής, πού δημιουργείται στό μαγνητικό τύλιγμα του ρωστήρα όταν έλαττώνεται σ' αυτό τό ρεύμα καί κατά συνέπεια ή ένταση του μαγνητικού πεδίου. Τό έπαγωγικό ρεύμα συγκρατεί τό ρωστήρα στή θέση λειτουργίας, έως ότου έλθει ή επόμενη ήμιπερίοδος.

— Πολωμένοι ρωστήρες.

Στούς ρωστήρες έναλλασσόμενου ρεύματος, πού έξετάσαμε ως τώρα, είδαμε ότι ή κατεύθυνση του ρεύματος στό μαγνητικό τύλιγμα δέν επηρεάζει τή δύναμη έλξεως του όπλισμού, πού είναι ανάλογη μέ τό τετράγωνο τής έντάσεως του ρεύματος. Γι' αυτό καί ονομάζονται **μή πολωμένοι ρωστήρες** όπως καί οι κοινοί ρωστήρες συνεχούς ρεύματος. 'Αν ό όπλισμός μή πολωμένου ρωστήρα θέτει σέ λει-



Σχ. 10.6ια.

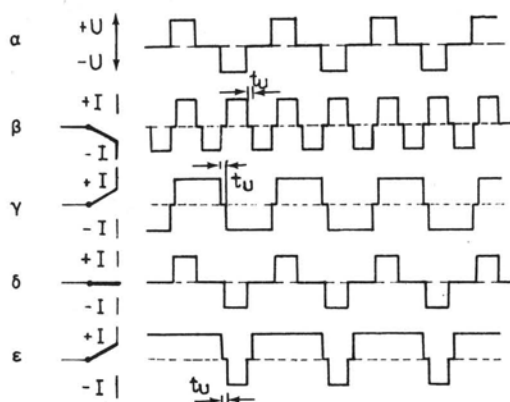
Ρωστήρες έναλλασσόμενου ρεύματος με άνορθωτές.

τουργία έναν έπαφεία μεταγωγής, πού συνδέει ένα κύκλωμα στους πόλους +I και -I μιάς πηγής συνεχούς ρεύματος, από τό κύκλωμα αυτό θά ρέει ρεύμα τής μορφής του σχήματος 10.6ιβ (β), έφόσον στο μαγνητικό τύλιγμα του ρωστήρα θά εφαρμόζεται τάση τής μορφής του σχήματος 10.6ιβ (α). 'Ο ρωστήρας λειτουργεί καί μέ τούς θετικούς καί μέ τούς άρνητικούς παλμούς ρεύματος καί συνδέει τό κύκλωμα στο +I. Στή θέση μόνο ήρεμίας είναι συνδεμένο τό κύκλωμα στο -I.

Στους **πολωμένους ρωστήρες**, αντίθετα άπ' τούς μή πολωμένους, εξαρτάται ή έλξη του όπλισμού άπ' τήν κατεύθυνση του ρεύματος στο τύλιγμα διεγέρσεως. Πολωμένοι ρωστήρες χρησιμοποιούνται περισσότερο στην τηλεγραφία, γι' αυτό ονομάζονται καί **τηλεγραφικοί ρωστήρες**.

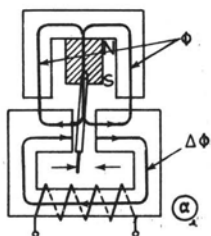
'Ο πολωμένος ρωστήρας αποτελείται από ένα μόνιμο μαγνήτη πού δημιουργεί μία σταθερή μαγνητική ροή Φ καί από ένα ή περισσότερα μαγνητικά τυλίγματα, πού δημιουργούν τή ροή ΔΦ [σχ. 10.6ιγ(α)].

'Η κατεύθυνση τής ροής ΔΦ στο ζύγωμα εξαρτάται άπ' τήν κατεύθυνση του ρεύματος διεγέρσεως. Έτσι στο διάκενο άέρα ή ΔΦ άλλοτε προσθέτεται καί άλλοτε αφαιρείται άπ' τή Φ. 'Αποτέλεσμα είναι νά παρουσιάζεται στο ένα άκρο του ζυγώματος μεγαλύτερη ένταση του μαγνητικού πεδίου άπ' τό άλλο καί νά έλκεται προς αυτό ό όπλισμός του ρωστήρα θέτοντας σε λειτουργία έναν έπαφεία μεταγωγής.



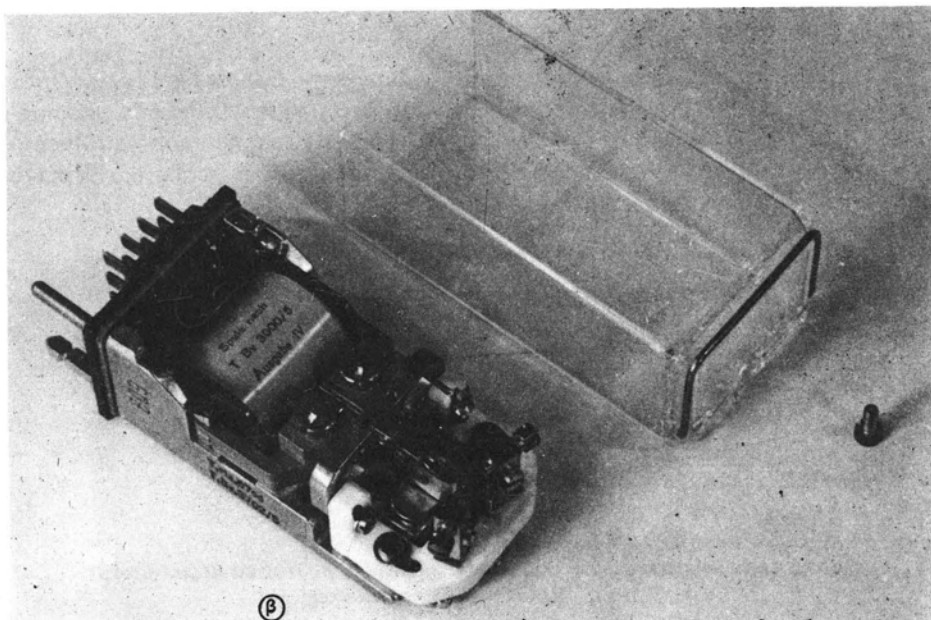
Σχ. 10.6β.

α) Μεταβολή της τάσεως στο κύκλωμα διεγέρσεως. β) Μεταβολή της έντάσεως στο κύκλωμα του έπαφέα μή πολωμένου ρωστήρα. γ) Μεταβολή της έντάσεως στο κύκλωμα του έπαφέα πολωμένου ρωστήρα με δύο θέσεις ήρεμίας. δ) Μεταβολή της έντάσεως στο κύκλωμα του έπαφέα πολωμένου ρωστήρα με μεσαία θέση ήρεμίας. ε) Μεταβολή της έντάσεως στο κύκλωμα του έπαφέα πολωμένου ρωστήρα με μία θέση ήρεμίας.



Σχ. 10.6γ.

- α) Βασική δομή πολωμένου ρωστήρα.
β) Κοινός τύπος πολωμένου ρωστήρα.



Μέ τη βοήθεια ενός ελατηρίου μπορεί ο όπλισμός να πάρει διάφορες θέσεις στην κατάσταση ήρεμίας και να προκύψουν διάφοροι τύποι πολωμένων ρωστήρων:

— Στο ρωστήρα **μέ δύο θέσεις ήρεμίας** [σχ. 10.6ιβ (γ)] πιέζει ο όπλισμός στην κατάσταση ήρεμίας τό μεσαίο περύνιο του έπαφέα μεταγωγής, κρατώντας τόν ένα έπαφέα του κλειστό. Στην κατάσταση λειτουργίας, ανάλογα μέ τήν κατεύθυνση τοῦ ρεύματος διεγέρσεως παραμένει ο όπλισμός στην ίδια θέση ή έλκεται καί κλείνει τόν άλλο έπαφέα. Στη δεύτερη περίπτωση παραμένει στη νέα θέση μέχρι να παρουσιαστεί αντίθετη διεγερση.

— Στο ρωστήρα **μέ μεσαία θέση ήρεμίας** κανείς απ' τούς δύο έπαφείς του έπαφέα μεταγωγής δέν είναι κλειστός στην κατάσταση ήρεμίας [σχ. 10.6ιβ (δ)]. 'Ανάλογα μέ τήν κατεύθυνση τής διεγέρσεως κινείται ο όπλισμός καί κλείνει τόν ένα ή τόν άλλο έπαφέα. Μετά τή διακοπή τής διεγέρσεως επιστρέφει ο όπλισμός στη μεσαία θέση ήρεμίας.

— Στο ρωστήρα **μέ μία θέση ήρεμίας** ο όπλισμός κρατά κλειστό στην κατάσταση ήρεμίας πάντοτε τόν ίδιο έπαφέα. Τόν άλλο έπαφέα ενεργοποιεί μόνο όταν ή διεγερση έχει ορισμένη κατεύθυνση καί μόνο όσο διαρκεί ή διεγερση αυτή [(σχ. 10.6ιβ (ε))].

Στό σχήμα 10.6ιβ (γ, δ, ε) άπεικονίζονται οι διαφορές στη λειτουργία των τριών τύπων πολωμένων ρωστήρων μέ τη βοήθεια των καμπυλών, πού δίνουν τή μεταβολή τοῦ ρεύματος στό κύκλωμα στις τρεις περιπτώσεις. Ο χρόνος μεταγωγής χαρακτηρίζεται μέ t_{μ} .

Οι πολωμένοι ρωστήρες παρουσιάζουν μεγάλη εύαισθησία ενεργοποίησης. Μπαίνουν δηλαδή σέ λειτουργία μέ μικρή διεγερση έλξεως (10 ως 25 άμπερο-στορφές) καί μικρή αντίστοιχη ισχύ (1 ως 20 mW).

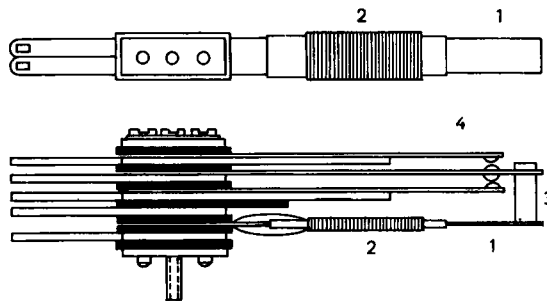
Τό σχήμα 10.6ιγ (β) δείχνει ένα κοινό τύπο πολωμένου ρωστήρα.

10.7 Ειδικόί τύποι ρωστήρων.

Υπάρχουν ρωστήρες, στους οποίους ή άρχή λειτουργίας καί ή κατασκευή είναι διαφορετικές από εκείνες των βασικών τύπων πού γνωρίσαμε. Οι σπουδαιότεροι απ' αυτούς είναι οι έξής:

α) Θερμορωστήρες.

Ο θερμορωστήρας χρησιμοποιεί γιά τή λειτουργία του **θερμική** καί όχι μαγνητική ενέργεια. Αποτελείται βασικά, όπως φαίνεται στό σχήμα 10. 7α, από μία διμεταλλική λουρίδα καί μερικά έπαφικά περύγια. Η διμεταλλική λουρίδα κατασκευάζεται από δύο λουρίδες μεταλλικών έλασμάτων, πού έχουν διαφορετικό θερμικό συντελεστή καί συγκολλούνται ή μία επάνω στην άλλη.

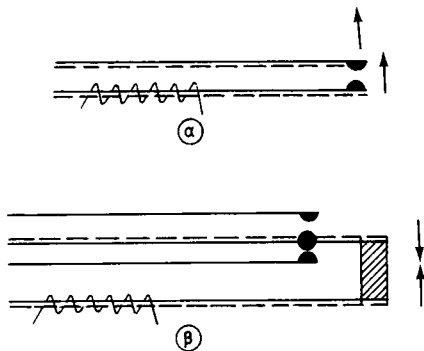


Σχ. 10.7α.

Βασική δομή θερμορωστήρα: 1) Διμεταλλική λωρίδα. 2) Τύλιγμα θερμάνσεως.
3) Ώστικός άξονίσκος. 4) Έπαφικά περύγια.

Ένα τύλιγμα θερμάνσεως 2 γύρω απ' τή διμεταλλική λουρίδα 1 τή θερμαίνει, όταν διαρρέεται από ρεύμα. Αποτέλεσμα τής διαφορετικής διαστολῆς τῶν δύο λουρίδων εἶναι νά κυρτωθεῖ ἡ διμεταλλική λουρίδα καί νά ὠθήσει ἕναν ἀξονίσκο 3 πού, ἐνεργοποιεῖ τούς ἐπαφείς 4. Μετά τή διακοπή τοῦ ρεύματος θερμάνσεως ἐπιστρέφει ἡ λουρίδα στήν ἀρχική της θέση.

Στή διμεταλλική λουρίδα ἐπενεργεῖ καί ἡ θερμότητα τοῦ περιβάλλοντος μέ συνέπεια νά κάμπτεται περισσότερο ἢ λιγότερο, ἀκόμα καί στήν περίπτωση πού δέν διαρρέεται ἀπό ρεύμα τό θερμικό τύλιγμα καί νά μεταβάλλεται ἔτσι τό ἀνοιγμα ἢ ἡ πίεση τῶν θρόμβων. Γιά νά ἀποφύγομε τή μεταβολή αὐτή, κατασκευάζομε ἕνα πτερύγιο τοῦ ἐπαφῆς σά διμεταλλική λουρίδα ὁμοία μέ τήν προηγούμενη ἀλλά χωρίς θερμικό τύλιγμα. Ἡ διμεταλλική λουρίδα τοῦ ἐπαφῆς ἐργασίας τοποθετεῖται ὁμόρροπα μέ τή λουρίδα τοῦ θερμικοῦ τυλίγματος, ὥστε καί οἱ δύο νά κάμπτονται στήν ἴδια κατεύθυνση [(σχ. 10.7β (α))]. Ἐπειδὴ ἡ κύρτωση εἶναι ἡ ἴδια καί στίς δύο λουρίδες, διατηρεῖται σταθερό τό ἀνοιγμα τοῦ ἐπαφῆς. Στόν ἐπαφῆς μεταγωγῆς οἱ διμεταλλικές λουρίδες συναρμολογοῦνται ἀντίρροπα [(σχ. 10.7β (β))]. Στόν ὠστικό ἀξονίσκο ἀσκοῦνται κατά τήν κύρτωση τῶν λουρίδων δύο ἴσες καί ἀντίθετες δυνάμεις, πού ἐξουδετερώνονται. Ἔτσι δέν μεταβάλλεται ἡ πίεση τῶν θρόμβων. Μέ τούς θερμωστές ἐπιτυγχάνομε πολύ μεγάλη ἐπιβράδυνση τῶν χρόνων ἔλξεως καί πτώσεως (μέχρι 50 s), ὅπως ἀπαιτεῖται σέ ὀρισμένα κυκλώματα, ἡ ὁποία δέν μπορεῖ νά πραγματοποιηθεῖ μέ ἀπλά μέσα στούς κοινούς ἠλεκτρομαγνητικούς ρωστήρες.



Σχ. 10.7β.

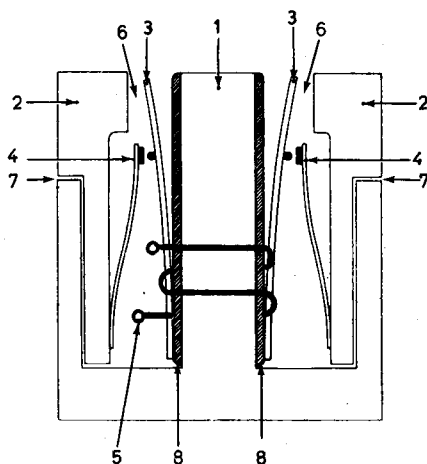
Ἐπαφεῖς θερμωστήρα: α) Ἐπαφῆς ἐργασίας. β) Ἐπαφῆς μεταγωγῆς.

β) Ρωστήρες μέ ταχυεπαφεῖς εὐγενῶν μετάλλων ἢ ρωστήρες ESK.

Στούς ἠλεκτρομαγνητικούς ρωστήρες, πού γνωρίσαμε ὡς τώρα, οἱ ἐπαφεῖς ἐνεργοποιοῦνται **ἔμμεσα** μέ τή βοήθεια τοῦ ὀπλισμοῦ πού ἔλκεται καί πιέζει τά ἐπαφικά πτερύγια. Ἡ ἔμμεση αὐτή ἐνεργοποίηση ἔχει σάν συνέπεια τήν κατασκευή ρωστήρων μέ μεγάλο ὄγκο, βάρος καί κόστος κι' ἀκόμα εἶναι ὑπαίτια γιά τούς μεγάλους χρόνους ἔλξεως καί πτώσεως πού παρουσιάζουν. Γιά τήν ἐξασφάλιση γρήγορης λειτουργίας, σέ συνδυασμό μέ μικρό ὄγκο καί χαμηλό κόστος, κατασκευάστηκε ἀπό γερμανική ἐταιρία ὁ ρωστήρας ESK.

Ο ρωστήρας ESK, αντίθετα προς τούς κοινούς ρωστήρες, λειτουργεί χωρίς τόν κλασικό όπλισμό. Η μαγνητική δύναμη δρᾷ **ἄμεσα** στα έπαφικά περύγια καί κλείνει τούς έπαφείς. Αποτέλεσμα είναι σημαντική μείωση τών χρόνων έλξεως καί πτώσεως, πού δέν ξεπερνᾷ τά 2ms, ταυτόχρονα μέ μείωση τοῦ ὄγκου καί τοῦ κόστους τοῦ ρωστήρα. Γιά τήν ταχεία του λειτουργία καί έπειδή χρησιμοποιείται εύγενές μέταλλο στίς έπαφές του, δόθηκε στό ρωστήρα ἡ ὀνομασία «ρωστήρας μέ ταχυεπαφείς εύγενῶν μετάλλων», πού τά ἀρχικά τών λέξεων της σχηματίζουν στά γερμανικά τήν σύντμηση «ρωστήρας ESK»*.

Τό σχῆμα 10.7γ δείχνει ἀπλοποιημένα τή βασική δομή ενός **στοιχείου** τοῦ ρωστήρα. Τό στοιχείο ἀποτελεῖται ἀπ' τό μαγνητικό ζύγωμα 1, πού ἔχει τή μορφή «Ε», ἀπό τά ἐλάσματα τών πόλων 2, ἀπ' τούς έπαφικούς ὀπλισμούς 3 καί ἀπ' τά έπαφικά ἐλάσματα 4. Χαρακτηριστικό γνώρισμα τοῦ ρωστήρα είναι ὅτι ὁ ὀπλισμός φέρεи έπαφείς καί χρησιμοποιεῖται ταυτόχρονα σάν έπαφικό περύγιο. Τό πηνίο μέ



Σχ. 10.7γ.

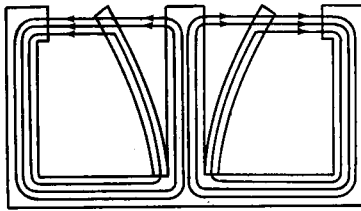
Βασική δομή στοιχείου τοῦ ρωστήρα ESK: 1) Μαγνητικό ζύγωμα. 2) Ἐλάσματα πόλων. 3) Ἐπαφικοί ὀπλισμοί. 4) Ἐπαφικά ἐλάσματα. 5) Πηνίο. 6) Διάκενα ἐργασίας. 7) Διάκενα ἀέρα. 8) Μόνωση.

τό μαγνητικό τύλιγμα 5 είναι τοποθετημένο γύρω στό μεσαῖο σκέλος τοῦ ζυγώματος, στό ὁποῖο ἀκουμποῦν μέ τό κάτω ἄκρο τους οἱ έπαφικοί ὀπλισμοί. Μεταξύ τοῦ σκέλους αὐτοῦ καί τών ἐλασμάτων τών πόλων μεσολαβοῦν δύο διάκενα ἀέρα 6 (διάκενα ἐργασίας), στά ὁποῖα κινοῦνται τά ἄνω ἄκρα τών έπαφικῶν ὀπλισμῶν. Τά έπαφικά ἐλάσματα είναι ἀγώγιμα συνδεδεμένα μέ τά ἐλάσματα τών πόλων καί χωρίζονται γαλβανικά ἀπ' τούς έπαφικούς ὀπλισμούς μέ διάκενα ἀέρα 7 μεταξύ τοῦ ζυγώματος καί τών ἐλασμάτων τών πόλων. Οἱ ὀπλισμοί είναι ἐπίσης μονωμένοι ἀπ'

* ESK ἀπό τά ἀρχικά τών λέξεων Edelmetall-Schnellkontakt-Relais πού σημαίνουν: Ρωστήρας μέ ταχυεπαφείς εύγενῶν μετάλλων.

τό ζυγώμα μέ μόνωση 8 από συνθετικό ύλικό, πού έχει ψεκαστεί στήν ἐπιφάνεια τοῦ μεσαίου σκέλους.

Ἡ μαγνητική ροή, πού δημιουργεῖται στό μεσαῖο σκέλος τοῦ ζυγώματος, χωρίζεται σέ δύο ἴσα τμήματα πού διαπερνοῦν τά διάκενα ἐργασίας καί κλείνουν μέσω τῶν ἐλασμάτων τῶν πόλων καί τῶν πλευρικῶν σκελῶν (σχ. 10.7δ). Μέρος τῆς ροῆς περνᾷ ἀπ' τοὺς ἐπαφικούς ὀπλισμούς, ἐνῶ τό υπόλοιπο ἀπό τό μεσαῖο σκέλος. Στό διάκενο ἐργασίας προσθέτονται οἱ δύο ροές, μέ ἀποτέλεσμα τή σημαντική αὐξηση τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου καί τῆς ἐλκτικῆς δυνάμεως πού ἀσκεῖται στόν ὀπλισμό. Κάτω ἀπ' τήν ἐπίδραση αὐτῆς τῆς δυνάμεως κινοῦνται οἱ ἐπαφικοί ὀπλισμοί πρὸς τά ἐλάσματα τῶν πόλων καί κλείνουν τοὺς ἐπαφεῖς.



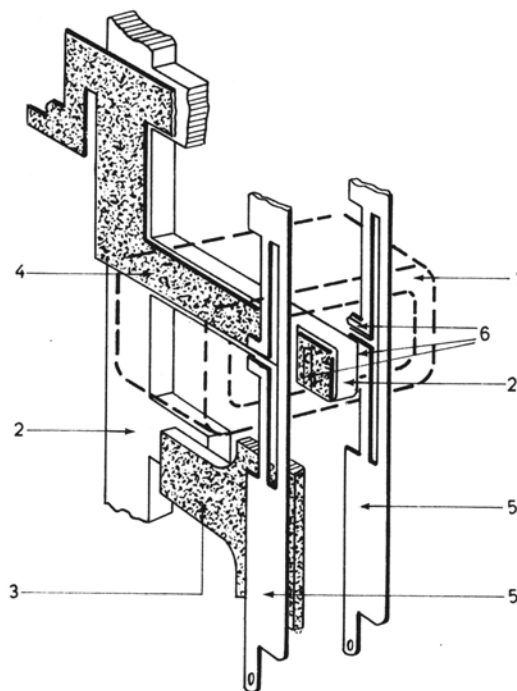
Σχ. 10.7δ.

Κατανομή μαγνητικῆς ροῆς στό στοιχεῖο τοῦ ρωστήρα ESK.

Στό σχῆμα 10.7ε ἀπεικονίζεται ὁ τρόπος συναρμολογήσεως τῶν διαφόρων τμημάτων τοῦ στοιχείου στήν πράξη. Τά ἐπαφικά ἐλάσματα εἶναι τοποθετημένα στήν ἐξωτερική πλευρά τῶν ἐλασμάτων τῶν πόλων καί ὀχι στήν πλευρά πρὸς τά διάκενα ἐργασίας, ὅπως παριστάνεται γιά ἐποπτικούς λόγους στό σχῆμα 10.7γ. Κάθε ἐπαφικό ἐλάσμα εἶναι διαμορφωμένο κατάλληλα, ὥστε νά δίνει διπλή ἐπαφή. Οἱ θρόμβοι σχηματίζονται ἐδῶ ἀπό σύρμα κράματος παλλαδίου-ἀργύρου, πού συγκολλᾶται στόν ἐπαφικό ὀπλισμό καί στά ἐπαφικά ἐλάσματα. Ἐλάσματα καί ὀπλισμός κατασκευάζονται ἀπό νεάργυρο.

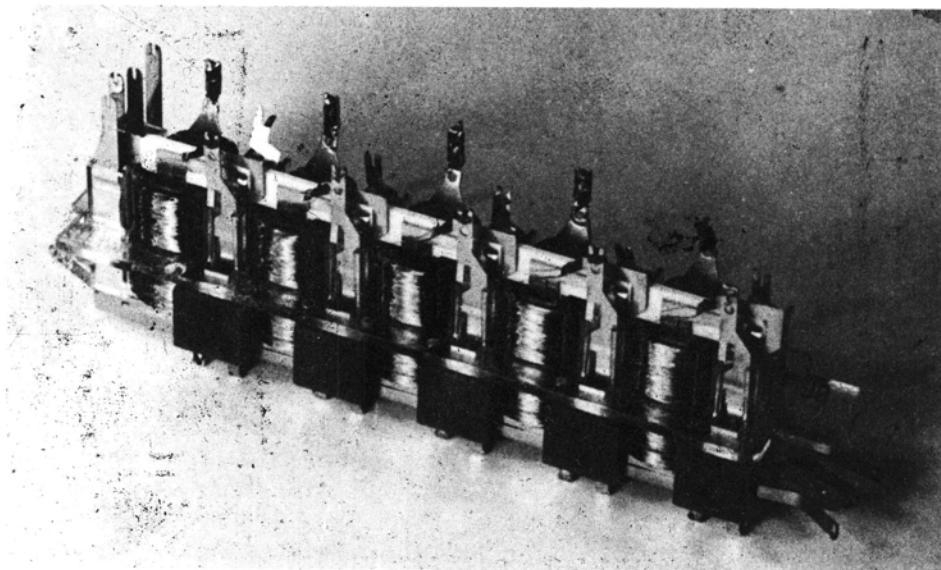
Ἐνας ρωστήρας ESK ἀποτελεῖται ἀπό δύο στοιχεῖα μέ κοινό πηνίο, τοποθετημένα τό ἓνα δίπλα στό ἄλλο. Περιλαμβάνει δύο ζυγώματα, τέσσερα ἐπαφικά ἐλάσματα καί τέσσερις ὀπλισμούς, πού σχηματίζουν τέσσερις ἐπαφεῖς ἐργασίας. Γιά ἐξοικονόμηση χώρου καί μείωση τοῦ κόστους συναρμολογοῦνται πέντε ρωστήρες σέ μιά λουρίδα (ρωστηρολουρίδα) (σχ. 10.7στ). Ἡ διάταξη τῶν ρωστήρων φαίνεται καθαρά στό τμήμα τῆς λουρίδας πού δείχνει τό σχῆμα 10.7ζ. Πηνία, ἐπαφικά ἐλάσματα, ὀπλισμοί, κλπ. συναρμολογοῦνται ἐπάνω σέ μιά βάση ἀπό συνθετικό ύλικό. Τά ἐπαφικά ἐλάσματα μᾶρθεῖ νά εἶναι κοινά καί στοὺς πέντε ρωστήρες, ὅπως φαίνεται στά σχήματα 10.7ε, 10.7ζ καί νά σχηματίζουν μέ τοὺς ἀνεξάρτητους ἐπαφικούς ὀπλισμούς τό ἐπαφικό πεδίο πού δείχνει τό σχῆμα 10.7η (α). Εἶναι ἐπίσης δυνατή ἡ συναρμολόγηση στή λουρίδα ρωστήρων μέ ἐντελῶς ἀνεξάρτητους ἐπαφεῖς [(σχ. 10.7η (β))].

Ὁ ρωστήρας ESK χρησιμοποιεῖται βασικά στά ζευκτικά πεδία τῶν τηλεφωνικῶν κέντρων, πού θά γνωρίσομε ἀργότερα, γιά τά ὁποῖα καί κατασκευάστηκε ἀρχικά. Ἐξ αἰτίας τοῦ χαμηλοῦ του κόστους καί τῆς μεγάλης του ταχύτητας ἔχει ἐπε-



Σχ. 10.7ε.

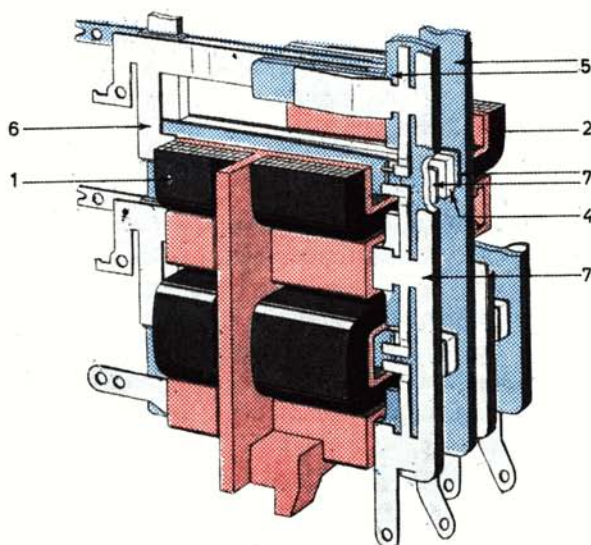
Κατασκευαστική δομή ενός στοιχείου του ρωστήρα ESK: 1) Πηνίο. 2) Μαγνητικό ζύγωμα. 3) Έλασμα πόλου. 4) Έπαφικός όπλισμός. 5) Έπαφικά ελάσματα. 6) Συρμάτινοι θρόμβοι.



Σχ. 10.7στ.

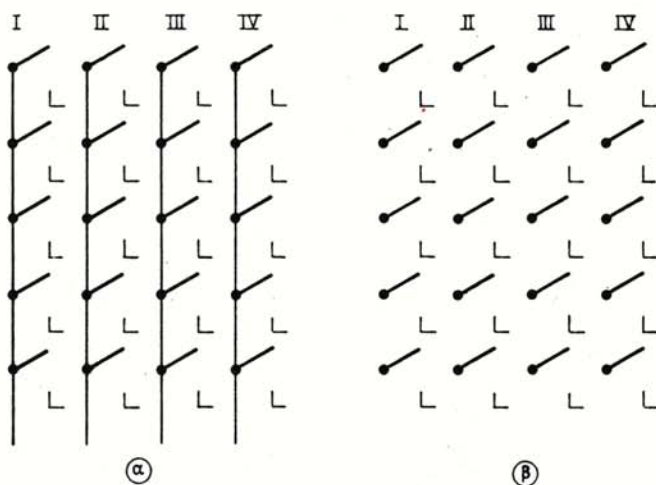
Λουρίδα με πέντε ρωστήρες ESK (Ρωστηρολουρίδα).

κταθεῖ ὅμως ἡ χρῆση του σέ πολλά τηλεπικοινωνιακά καί ἄλλα κυκλώματα πού περιλαμβάνουν ρωστήρες.



Σχ. 10.7ζ.

Τμήμα ρωστηρολουρίδας ESK: 1) Πηνίο συγκρατήσεως, 2) Πηνίο διεγέρσεως, 3) Βάση συναρμολογήσεως, 4) Μαγνητικό ζύγωμα, 5) Ἐλασμα πόλου, 6) Ἐπαφικός ὄπλισμός, 7) Ἐπαφικό ἔλασμα.



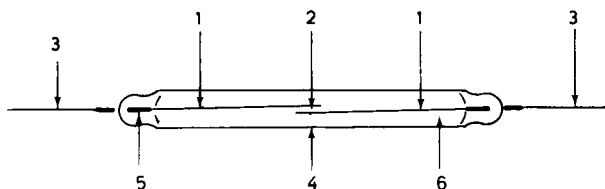
Σχ. 10.7η.

Ἐπαφικό πεδίο ρωστηρολουρίδας ESK: α) Μέ κοινούς ἐπαφεῖς. β) Μέ ἀνεξάρτητους ἐπαφεῖς.

γ) Ρωστήρες με έρμητόκλειστους έπαφείς.

Στούς ρωστήρες, πού περιγράψαμε προηγουμένως, οι έπαφείς λειτουργούν στον ατμοσφαιρικό αέρα, χωρίς νά είναι ιδιαίτερα προστατευμένοι από κάθε είδος έξωτερική επίδραση (ύγρασία, διάβρωση, επικάθηση σκόνης, κλπ.). 'Αποτέλεσμα είναι ή αύξηση τής αντίστασεως στα σημεία έπαφής από ρύπανση, ένδεχόμενη αλλοίωση τών έπαφικών θρόμβων από ίχνη δραστικών αερίων, πού βρίσκονται στον αέρα καί μείωση τής αξιοπιστίας τους, δηλαδή τής πιθανότητας νά μήν έμφανιστεί βλάβη στή λειτουργία τους σ' ένα όρισμένο χρονικό διάστημα. Για νά εξασφαλιστεί κανονική λειτουργία τών ρωστήρων, είναι άπαραίτητο νά καθαρίζονται τακτικά οι θρόμβοι μέ ειδικές λίμες.

Μεγάλη αξιοπιστία χωρίς συντήρηση τών θρόμβων ταυτόχρονα μέ πολύ γρήγορη λειτουργία καί δυνατότητα πραγματοποιήσεως πολύ μεγάλου αριθμού έπαφοδοτήσεων επιτυγχάνεται μέ ειδικούς ρωστήρες, στους όποιους οι έπαφείς προστατεύονται μέσα σέ σωλήνες έρμητικά κλεισμένους. Ένας **έρμητόκλειστος έπαφείας** αποτελείται από δύο πλατιές γλωσσίδες από μαγνητικό έλασμα έλατηρίου (κράμα σιδήρου-νικελίου), τοποθετημένες στεγανά μέ σύντηξη σ' ένα γυάλινο σωληνίσκο σέ τρόπο, ώστε τά άκρα τους νά έχουν όρισμένη επικάλυψη καί νά βρίσκονται σέ μικρή απόσταση τό ένα άπ' τό άλλο (σχ. 10.7θ). Τό τμήμα τής επικαλύψεως τών γλωσσίδων αποτελεί τίς έπαφικές θέσεις καί είναι επιχρυσωμένο, ένω τά άλλα τους άκρα έξω άπ' τό σωλήνα χρησιμεύουν σάν όρια συγκολλήσεως. 'Απ' τό σωλήνα αφαιρείται ο αέρας καί προσθέεται προστατευτικό αέριο πού δέν προσβάλλει τίς έπαφικές θέσεις (μίγμα αζώτου καί ύδρογόνου).



Σχ. 10.7θ.

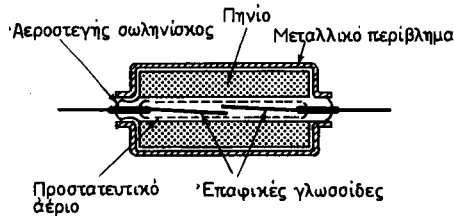
Έρμητόκλειστος έπαφείας: 1) Έπαφική γλωσσίδα. 2) Έπαφική θέση. 3) Όρια συγκολλήσεως. 4) Γυάλινος σωληνίσκος. 5) Θέση συντήξεως. 6) Προστατευτικό αέριο.

Μέ τή βοήθεια ενός πηνίου γύρω από τό σωλήνα, διαρρεόμενου από ρεύμα διεγέρσεως κατάλληλης έντάσεως, δημιουργείται μαγνητικό πεδίο, πού αναγκάζει τίς γλωσσίδες νά έλθουν σέ έπαφή. 'Η μαγνητική ροή περνά στο έσωτερικό του σωλήνα άπ' τίς μαγνητικές γλωσσίδες καί κλείνει στο έξωτερικό του μέσω ενός μεταλλικού προστατευτικού περιβλήματος, πού αντίστοιχεί στο ζύγωμα τών κοινών ρωστήρων (σχ. 10.7ι). 'Όταν διακοπεί τό ρεύμα διεγέρσεως του πηνίου, οι γλωσσίδες έπιστρέφουν στήν αρχική τους θέση μέ τήν έλατηριακή τους δύναμη.

Ό έπαφείας **έργασίας**, πού περιγράψαμε, μπορεί νά λειτουργήσει καί σάν έπαφείας **ήρεμίας**, άν κρατείται συνεχώς κλειστός μέ τή βοήθεια ενός μόνιμου μαγνήτη καί άνοίγει μέ τή βοήθεια ενός αντίθετου μαγνητικού πεδίου, πού δημιουργείται στο τύλιγμα διεγέρσεως. Ένας έπαφείας **μεταγωγής** κατασκευάζεται προσθέτον-

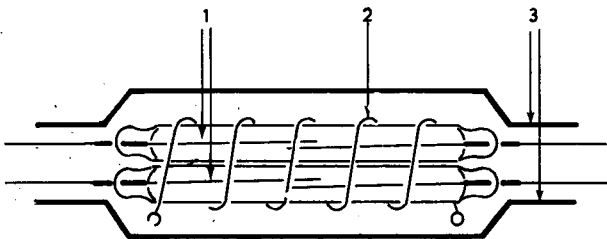
τας στο σωλήνα μία τρίτη γλωσσίδα από μη μαγνητικό υλικό, επάνω στην οποία άκουμπά σε κατάσταση ήρεμίας ή μία μαγνητική γλωσσίδα, σχηματίζοντας τόν επαφέα ήρεμίας. Σε κατάσταση διεγέρσεως έλκονται οι μαγνητικές γλωσσίδες, ανοίγει ο επαφέας ήρεμίας και κλείνει ο επαφέας έργασίας, ενώ η μη μαγνητική γλωσσίδα παραμένει στη θέση της.

Ο ρωστήρας σχηματίζεται από έναν ή περισσότερους σωλήνες με κοινό πηνίο και ζύγωμα, όπως φαίνεται παραστατικά στο σχήμα 10.7α. Το σχήμα 10.7β δείχνει έτοιμους ρωστήρες με δύο, τέσσερις και οκτώ επαφείς. Έπειδή οι κινούμενες μάζες στο ρωστήρα είναι πολύ μικρές, έπιτυγχάνονται χρόνοι έλξεως 2 ως 5 ms και πτώσεως περίπου 0,5 ms. Η διάρκεια ζωής των επαφικών θέσεων είναι πάρα πολύ μεγάλη, μεταξύ 10^7 και 10^8 επαφοδοτήσεων κάτω από δυσμενείς συνθήκες. Προϋπόθεση όμως είναι να μην υπερβαίνει το ρεύμα που περνά απ' τόν επαφέα τη μέγιστη έπιτρεπόμενη τιμή. Διαφορετικά παρουσιάζεται μετακίνηση υλικού απ' τη μίαν επαφική θέση στην άλλη και σημαντική μείωση της διάρκειας ζωής του επαφέα.



Σχ. 10.7ι.

Βασική δομή ρωστήρα με ένα έρμητόκλειστο επαφέα.

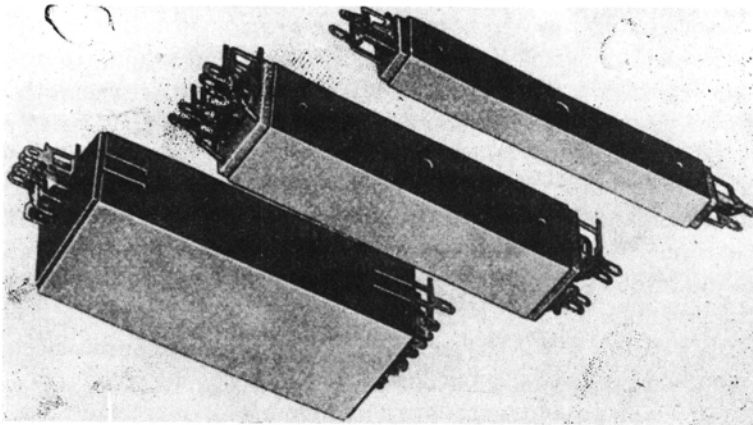


Σχ. 10.7ια.

Βασική δομή ρωστήρα με δύο έρμητόκλειστους επαφείς: 1) Σωληνίσκος. 2) Πηνίο. 3) Μεταλλικό περίβλημα.

δ) Ρωστήρας άπαριθμήσεως και ένταμιεύσεως (Μαγνητικός άριθμομέτρης).

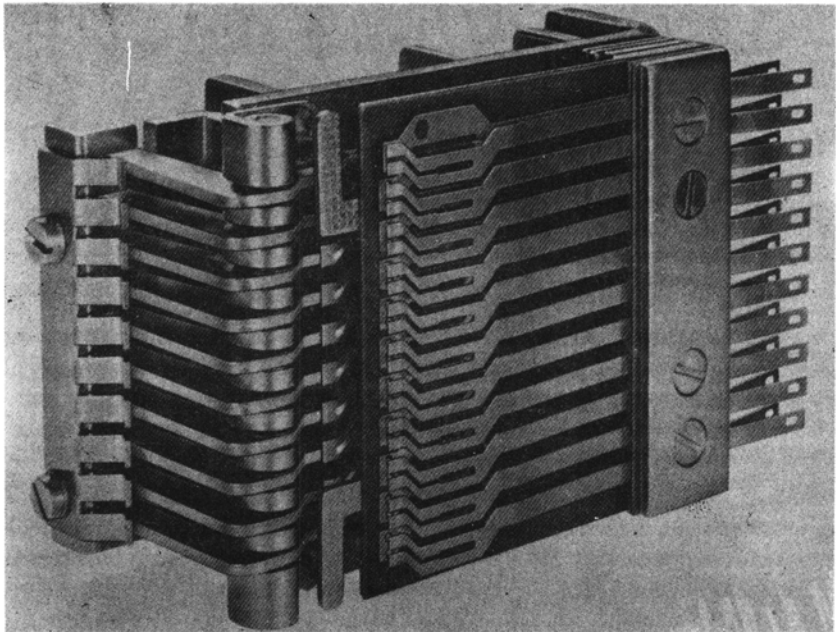
Όταν ένας συνδρομητής τηλεφώνου επιλέγει τόν αριθμό κλήσεως ενός άλλου συνδρομητή για να συνδεθεί μαζί του, κάθε ψηφίο του αριθμού μετατρέπεται στην τηλεφωνική συσκευή, όπως θα γνωρίσαμε λεπτομερειακά άργότερα, σε ίσο αριθμό **παλμών ρεύματος**, που σχηματίζουν μία **παλμοσειρά**. Το ψηφίο 1 π.χ. μετατρέπεται σε ένα παλμό, τό 3 σε τρεις, τό 0 σε δέκα παλμούς. Οι παλμοσειρές κατευθύνονται στο τηλεφωνικό κέντρο και καθοδηγούν κατάλληλα όργανα για να πραγματοποιηθεί η σύνδεση.



Σχ. 10.7ιβ.

Ρωστήρες με δύο, τέσσερις και όκτώ έρμητόκλειστους έπαφείς.

Ή καθοδήγηση τών όργάνων άπαιτεΐ γενικά **άναγνώριση** τού άριθμού, πού καταφθάνει με μορφή παλμών ή **κωδικοποιημένος**, όπως λέμε, δηλαδή έξακρίβωση τού άριθμού πού παριστάνουν οι παλμοσειρές. Παράλληλα άπαιτεΐται τΐς περισσότερες φορές καΐ **ένταμίευση** τού άριθμού, δηλαδή συγκράτησή του γιά όρισμένο χρονικό διάστημα. Ή άναγνώριση καΐ ένταμίευση πραγματοποιοιείται από είδικά όργανα, πού **άπαριθμοΰν** τούς παλμούς κάθε παλμοσειράς πού καταφθάνει. Στην κατηγορία αΐτή ανήκει ό **ρωστήρας άπαριθμήσεως καΐ ένταμιεύσεως ή μαγνητικός άριθμομέτρης** (σχ. 10.7ιγ).



Σχ. 10.7ιγ.

Ρωστήρας άπαριθμήσεως καΐ ένταμιεύσεως (μαγνητικός άριθμομέτρης).

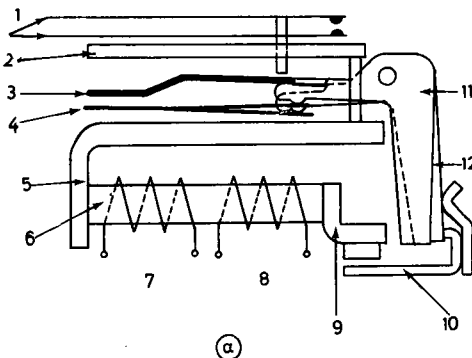
Ο ρωστήρας αυτός εργάζεται ηλεκτρομαγνητικά και περιλαμβάνει δέκα όπλισμούς [σχ. 10.7ιδ (α)]. Το μαγνητικό του κύκλωμα αποτελείται από τόν **πυρήνα**, τό **ζύγωμα**, τόν **κύριο πόλο** καί **δέκα** δ-μοιους **όπλισμούς**. Ο κύριος πόλος συνδέεται μαγνητικά μέσω ενός διακένου αέρα με τό **βοηθητικό πόλο**, πού ρυθμίζει μαζί με δύο ελατήρια σέ κάθε όπλισμό, τό **ελατήριο συγκρατήσεως** καί τό **ελατήριο προετοιμασίας**, τή λειτουργία τοῦ ρωστήρα. Τό ελατήριο συγκρατήσεως πιέζει τόν όπλισμό πρὸς τὰ κάτω καί τόν ἀναγκάζει νά ἀκουμπά στό βοηθητικό πόλο. Στήν ἄκρη του ὁδηγεῖται λοξά, ὅπως φαίνεται στό σχῆμα 10.7ιδ (β), ὥστε νά πιέζει τόν ἐπόμενο όπλισμό. Τό ελατήριο συγκρατήσεως π.χ. τοῦ όπλισμοῦ 1 συγκρατεῖ τόν όπλισμό 2, τοῦ 2 τόν 3 κ.ο.κ. Ο όπλισμός 1 δέν πιέζεται ἀπό ελατήριο συγκρατήσεως, ἀλλά κρατεῖται σέ μίαν **ἐνδιάμεση θέση**, μεταξύ τοῦ κύριου καί τοῦ βοηθητικοῦ πόλου, ἀπό τό ελατήριο προετοιμασίας πού τόν πιέζει ἐλαφρά πρὸς τὰ ἑπάνω. Στή θέση αὐτή ὁδηγοῦνται ἀπ' τό ελατήριο προετοιμασίας τοὺς διαδοχικά καί οἱ ὑπόλοιποι όπλισμοί, ὅταν πάψει νά τοὺς πιέζει τό ελατήριο συγκρατήσεως τοῦ προηγούμενου όπλισμοῦ.

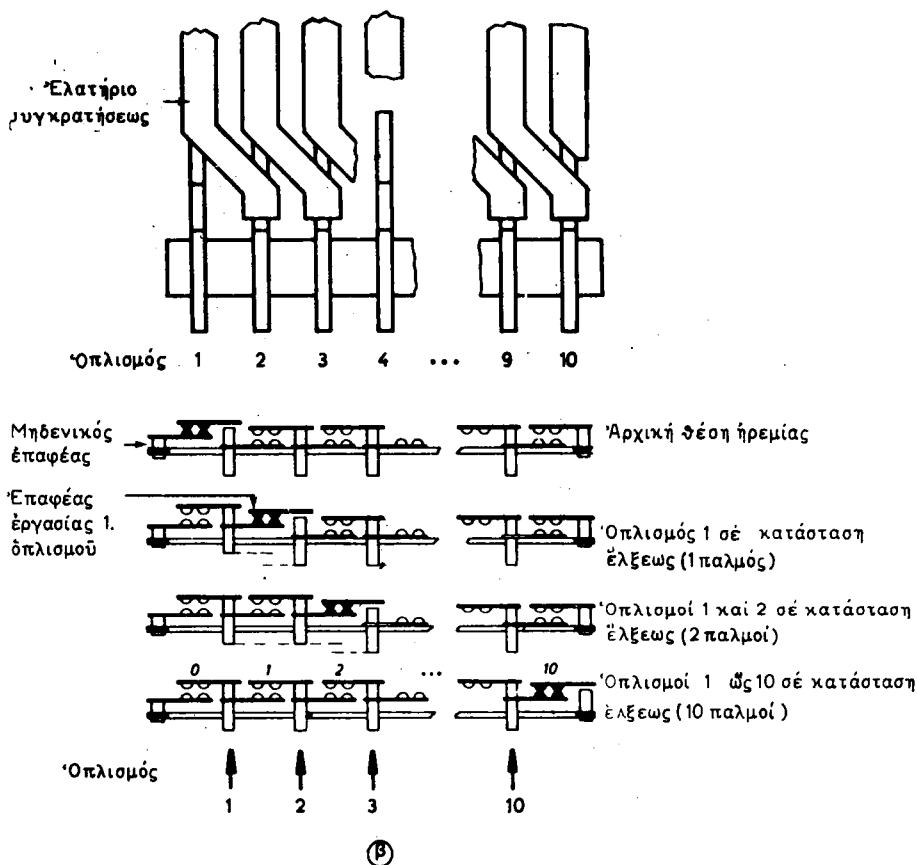
Ὅταν καταφθάσει ὁ πρῶτος παλμός τῆς παλμοσειρᾶς, διεγείρεται ὁ ρωστήρας καί ἔλκεται ὁ όπλισμός 1 ἀπὸ τόν κύριο πόλο. Οἱ όπλισμοί 2-10 παραμένουν στή θέση τοὺς, γιατί πιέζονται στό βοηθητικό πόλο ἀπ' τή δευτερεύουσα ροή πού περνᾷ ἀπ' αὐτόν καί κλείνει μέσω τῶν όπλισμῶν. Ο όπλισμός 1, ὑψώνει τό ελατήριο συγκρατήσεως 1, πού παύει νά πιέζει τόν όπλισμό 2, ἀνοίγει τό **μηδενικό ἐπαφέα** (ἐπαφέα δοκιμῆς) καί κλείνει τοὺς **ἐπαφεῖς ἐργασίας** του. Ο μηδενικός ἐπαφέας παραμένει ἀνοικτός σ' ὅλο τό διάστημα τῆς λειτουργίας τοῦ ρωστήρα καί ἐμποδίζει μιά καινούργια κατάληψη καί χρησιμοποίηση τοῦ ρωστήρα ἀπὸ ἄλλες παλμοσειρές.

Μετά τή διακοπή τοῦ ρεύματος διεγέρσεως στό τέλος τοῦ παλμοῦ παραμένει ὁ όπλισμός 1 στήν κατάσταση ἔλξεως μέ τή βοήθεια τοῦ παραμένοντα μαγνητισμοῦ τοῦ πυρήνα, πού εἶναι ἀρκετὰ ἰσχυρός, ὥστε νά συγκρατήσει στή θέση αὐτή ταυτόχρονα καί τοὺς δέκα όπλισμούς. Ἀντίθετα τό μαγνητικό πεδίο τοῦ βοηθητικοῦ πόλου ἐξασθενεῖ βαθμιαῖα καί ὁ όπλισμός 2, πού δέν πιέζεται πιά ἀπ' τό ελατήριο συγκρατήσεως, ἔρχεται στήν ἐνδιάμεση θέση ὠθούμενος ἀπ' τό ελατήριο προετοιμασίας.

Μέ τήν ἀφίξη τοῦ δεύτερου παλμοῦ ἔλκεται ὁ όπλισμός 2, ὁ ὁποῖος ἀνοίγει τοὺς ἐπαφεῖς ἐργασίας τοῦ όπλισμοῦ 1, κλείνει τοὺς δικούς του ἐπαφεῖς ἐργασίας καί ὑψώνει τό ελατήριο συγκρατήσεως 2, ἀπελευθερώνοντας τόν όπλισμό 3. Μετά τό τέλος τοῦ δεύτερου παλμοῦ βρίσκονται στή θέση ἔλξεως οἱ όπλισμοί 1 καί 2 καί στή θέση προετοιμασίας ὁ όπλισμός 3. Ἡ διαδικασία αὐτή ἐπαναλαμβάνεται μέ κάθε παλμό πού φθάνει στό ρωστήρα. Ἡ θέση τῶν ἐπαφῶν ἐργασίας, πού εἶναι κλειστοί, χαρακτηρίζει τόν ἀριθμό τῶν παλμῶν πού ἔχουν σταλεῖ στό ρωστήρα. Ἄν οἱ ἐπαφεῖς ἀνήκουν π.χ. στόν όπλισμό 7, ἔχουν σταλεῖ 7 παλμοί.

Ὅλοι οἱ όπλισμοί, πού ἔχουν λειτουργήσει καί οἱ ἐπαφεῖς τοῦ τελευταίου κατὰ σειρά όπλισμοῦ σέ λειτουργία, παραμένουν στήν κατάσταση ἐργασίας, μέχρι νά σταλεῖ στό τύλιγμα ἀποδιεγέρσεως (ἀφαιτικό τύλιγμα) ἕνας ἀντίθετος παλμός, πού ἐξουδετερώνει τόν παραμένοντα μαγνητισμό τοῦ πυρήνα. Ἐτσι ἐξασφαλίζεται ἡ ἐνταμίευση στό ρωστήρα ἑνὸς ψηφίου γιά ὅσο διάστημα ἀπαιτεῖται. Γιά τήν ἐνταμίευση ἑνὸς πολυψήφιου ἀριθμοῦ χρειάζονται τόσοι ρωστήρες ὅσα εἶναι τὰ ψηφία τοῦ ἀριθμοῦ.





Σχ. 10.71δ.

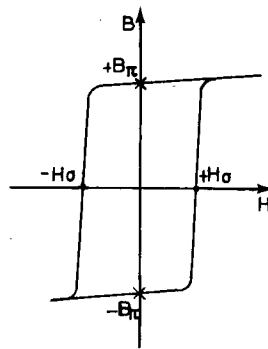
(α) Βασική δομή του ρωστήρα άπαριθμήσεως και ένταμιεύσεως: 1) Έπαφικά πτερύγια. 2) Πλαίσιο στηρίξεως. 3) Έλατήριο συγκρατήσεως. 4) Έλατήριο προετοιμασίας. 5) Ζύγωμα. 6) Πυρήνας. 7) Τύλιγμα αποδιεγέρσεως (άφαιτικό τύλιγμα). 8) Τύλιγμα διεγέρσεως. 9) Κύριος πόλος. 10) Βοηθητικός πόλος. 11) Όπλισμός. 12) Όπλισμοί 2-10. (β) Οι φάσεις λειτουργίας των έπαφών του ρωστήρα άπαριθμήσεως και ένταμιεύσεως.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΔΕΚΑΤΟ

ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΙ ΔΑΚΤΥΛΙΩΤΟΙ ΠΥΡΗΝΕΣ

Οι μαγνητικοί δακτυλιωτοί πυρήνες χρησιμοποιούνται στην τηλεφωνία για την ένταμείωση πληροφοριών, π.χ. των αριθμών κλήσεως συνδρομητών, που καταφθάνουν στο τηλεφωνικό κέντρο με μορφή παλμών ρεύματος.

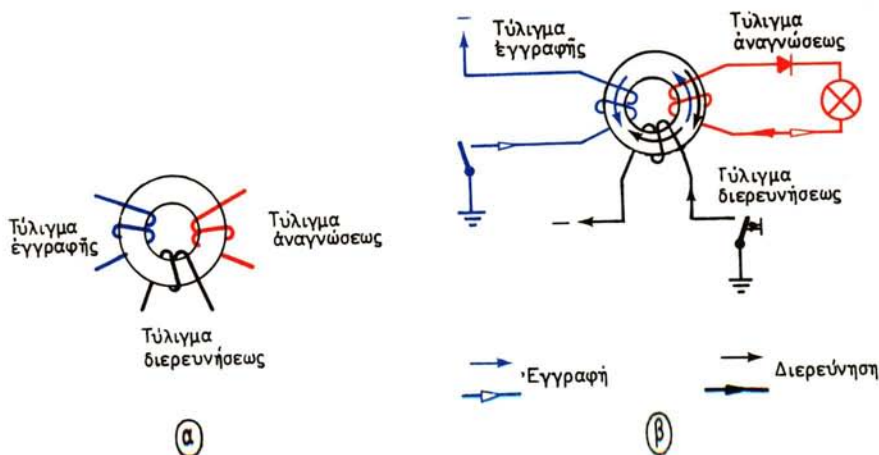
Οι πυρήνες έχουν σχήμα δακτυλιδιού και κατασκευάζονται από φερίτες, υλικά που γνωρίσαμε στην περιγραφή των πηνίων με σιδηρομαγνητικό πυρήνα. Οι φερίτες παρουσιάζουν ένα σχεδόν όρθογώνιο βρόχο ύστερήσεως, όπως φαίνεται στο σχήμα 11α. Αυτό έχει σα συνέπεια να διατηρεί ο φερίτης το μαγνητισμό κόρου και μετά τη διακοπή του ρεύματος μαγνητίσεως. Σε ένταση του ρεύματος μαγνητίσεως μηδέν, δηλαδή με μαγνητικό πεδίο μηδέν ($H = 0$), ο μαγνητισμός που παραμένει (έπαγωγή B_{π}) έχει σχεδόν την ίδια τιμή όσο και σε μεγάλες εντάσεις H .



Σχ. 11α.
Βρόχος ύστερήσεως φερίτη.

Ανάλογα, τώρα, με τη φορά του ρεύματος μαγνητίσεως μαγνητίζεται ο πυρήνας θετικά ($+B_{\pi}$) ή αρνητικά ($-B_{\pi}$). Έτσι σε κατάσταση ήρεμίας με ένταση $H = 0$ παρουσιάζει ο πυρήνας μία από τις δύο καταστάσεις μαγνητίσεως, **θετική** ή **αρνητική**. Οι δύο αυτές καταστάσεις $+B_{\pi}$ και $-B_{\pi}$ χρησιμοποιούνται για το χαρακτηρισμό των δύο καταστάσεων ένταμιεύσεως: «στόν πυρήνα **υπάρχει** ένταμιευμένος παλμός» και «στόν πυρήνα **δέν υπάρχει** ένταμιευμένος παλμός».

Γιά να αλλάξει η μαγνητική κατάσταση του πυρήνα πρέπει να εφαρμοστεί μία αντίθετη ένταση H (δηλαδή ρεύμα μαγνητίσεως με αντίθετη κατεύθυνση από έ-



Σχ. 11β.

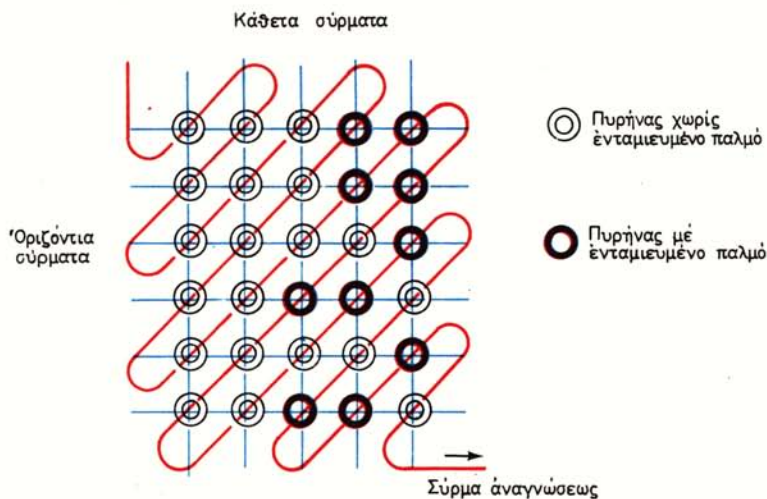
α) Τυλίγματα δακτυλιωτού πυρήνα. β) Ένταμείωση καί έκταμείωση παλμού σέ δακτυλιωτό πυρήνα.

κεῖνο πού εἶχε προκαλέσει ἀρχικά τή μαγνήτιση τοῦ πυρήνα) ἴση περίπου μέ $+H_{\sigma}$ ἢ $-H_{\sigma}$, τή **συνεκτική δύναμη** τοῦ φερίτη. Ἄν, π.χ. ὁ πυρήνας εἶναι μαγνητισμένος θετικά καί ἐφαρμόσουμε μίαν ἀρνητική ἔνταση H ἀρχίζοντας ἀπ' τό μηδέν καί αὐξάνοντας προοδευτικά τήν τιμή της, ὁ πυρήνας θά διατηρήσει τό θετικό μαγνητισμό του, μέχρι νά πλησιάσει ἡ ἔνταση τήν τιμή $-H_{\sigma}$. Στήν τιμή αὕτη μεταβάλλεται ἀπότομα ἡ μαγνήτιση ἀπό θετική $+B_{\pi}$ σέ ἀρνητική $-B_{\pi}$. Γιά νά ξαναπάρει ὁ πυρήνας τό θετικό μαγνητισμό του $+B_{\pi}$ πρέπει νά ἐφαρμοστεῖ ἡ θετική ἔνταση $+H_{\sigma}$.

Ἡ ἐνταμείωση στόν πυρήνα ἑνός παλμοῦ γίνεται μέ τή βοήθεια ἑνός **τυλίγματος ἐγγραφῆς**, ἐνῶ ἡ διαπίστωση τῆς καταστάσεως τοῦ πυρήνα μέ ἕνα **τύλιγμα διερευνήσεως** καί ἕνα **τύλιγμα ἀναγνώσεως** [σχ. 11β(α)]. Ἕνας παλμός ρεύματος στό τύλιγμα ἐγγραφῆς μαγνητίζει τόν πυρήνα σέ κατεύθυνση, π.χ., ἀντίθετη τῶν δεικτῶν τοῦ ρολοιοῦ [(σχ. 11β(β))]. Μέ τή μαγνήτιση αὕτη, πού θεωροῦμε π.χ. θετική, χαρακτηρίζομε τήν ἐνταμείωση τοῦ παλμοῦ στόν πυρήνα.

Γιά νά διαπιστωθεῖ, ἂν στόν πυρήνα ὑπάρχει ἐνταμιευμένος παλμός, διαβιβάζεται ἕνας παλμός ρεύματος στό τύλιγμα διερευνήσεως. Στό τύλιγμα αὐτό ρεεῖ τό ρεῦμα σέ **ἀντίθετη κατεύθυνση** ἀπ' ὅτι στό τύλιγμα ἐγγραφῆς, ὥστε ὁ πυρήνας νά μαγνητίζεται στήν κατεύθυνση τῶν δεικτῶν τοῦ ρολοιοῦ, δηλαδή ἀρνητικά. Ἐφόσον ὁ πυρήνας ἔχει θετική μαγνήτιση, ὁ ἀντίθετος παλμός τή μετατρέπει σέ ἀρνητική. Ἡ μεταβολή τῆς μαγνητικῆς ροῆς στόν πυρήνα δημιουργεῖ ἐπαγωγικό ρεῦμα στό τύλιγμα ἀναγνώσεως πού γίνεται ἀντιληπτό π.χ. σέ μιά λυχνία. Ἄν ὁ πυρήνας ἔχει ἤδη ἀρνητική μαγνήτιση, δηλαδή δέν ἔχει ἐνταμιευμένο παλμό, ὁ ἀρνητικός παλμός στό τύλιγμα διερευνήσεως δέν προκαλεῖ σημαντική μεταβολή τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, καί στό τύλιγμα ἀναγνώσεως δέν παρουσιάζεται παλμός. (Ὁ ἀνορθωτής στό κύκλωμα τοῦ τυλίγματος ἀναγνώσεως ἐμποδίζει τή διέλευση τοῦ ἐπαγωγικοῦ ρεύματος, πού δημιουργεῖται κατὰ τήν ἐγγραφή τοῦ παλμοῦ στόν πυρήνα).

Στήν πράξη, οι πυρήνες είναι πολύ μικροί, ή διάμετρος τους είναι μόνο μερικά χιλιοστά του μέτρου και τα τυλίγματα έχουν μία μόνο στροφή, είναι δηλαδή ίσια σύρματα που περνούν μέσα απ' τόν πυρήνα. Έπειδή ένας πυρήνας μπορεί να ένταμιεύσει ένα μόνο παλμό, γιά τήν ένταμιευση περισσοτέρων παλμών, όπως είναι απαραίτητο π.χ. στήν ένταμιευση αριθμών, που παριστάνονται μέ παλμοσειρές, χρησιμοποιούνται αρκετοί πυρήνες, που συναρμολογούνται σέ μιά **μήτρα πυρήνων** (σχ. 11γ). 'Η μήτρα αποτελείται από οριζόντια και κάθετα σύρματα, που περνούν μέσα από πυρήνες τοποθετημένους στά σημεία διασταυρώσεώς τους. Τά σύρματα αυτά χρησιμεύουν ταυτόχρονα σάν τυλίγματα έγγραφής και διερευνήσεως σέ **δ-λους** τούς πυρήνες. Ένα τρίτο σύρμα, τό σύρμα άναγνώσεως, περνά διαγώνια μέσα απ' τούς πυρήνες.



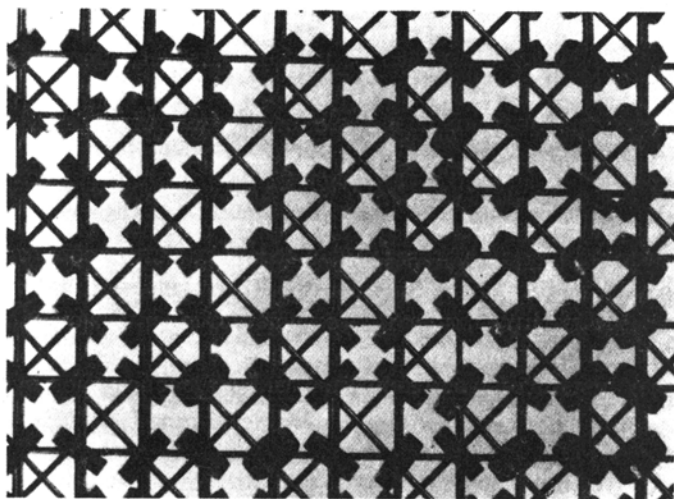
Σχ. 11γ.

Σχηματική παράσταση μήτρας δακτυλιωτών πυρήνων φερίτη.

Γιά νά έγγραφεί ένας παλμός σ' ένα πυρήνα τής μήτρας, διαβιβάζεται ταυτόχρονα παλμός ρεύματος τόσο στό οριζόντιο όσο και στό κάθετο σύρμα, που περνά μέσα απ' τόν πυρήνα. Οι δύο αυτοί παλμοί **μαζί** είναι αρκετά ισχυροί γιά νά αλλάξουν τή μαγνήτιση του πυρήνα από άρνητική σέ θετική. Στούς υπόλοιπους πυρήνες, απ' τούς οποίους περνά τό οριζόντιο και τό κάθετο σύρμα δρᾷ μόνο ένας παλμός που δέν έπαρκει γιά νά αλλάξει τή μαγνήτισή τους.

Γιά νά διαπιστωθεῖ, αν υπάρχει ένταμιευμένος παλμός σ' ένα πυρήνα τής μήτρας, διαβιβάζεται στό οριζόντιο και στό κάθετό του σύρμα ταυτόχρονα από ένας παλμός **μέ αντίθετη** κατεύθυνση από εκείνη που έχουν οι παλμοί έγγραφής. Οι αντίθετοι παλμοί ξαναφέρνουν τόν πυρήνα στήν αρχική του άρνητική μαγνήτιση, εφόσον έχει θετική μαγνήτιση, δηλαδή ένταμιευμένο παλμό, μέ αποτέλεσμα νά δημιουργηθεῖ στό σύρμα άναγνώσεως ένας παλμός απ' τό έπαγωγικό ρεύμα. Μ' αυτό τόν τρόπο ελέγχονται διαδοχικά όλοι οι πυρήνες τής μήτρας.

Τό σχήμα 116 δείχνει ένα τμήμα μιᾶς πραγματικῆς μήτρας μέ δακτυλιωτοὺς πυρῆνες φερίτη.



Σχ. 116.

Τμήμα μήτρας δακτυλιωτῶν πυρήνων φερίτη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΩΔΕΚΑΤΟ

ΗΛΕΚΤΡΟΑΚΟΥΣΤΙΚΟΙ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΙΣ

Γιά τή μετάδοση ήχητικών σημάτων μέ τή βοήθεια τοῦ ηλεκτρικοῦ ρεύματος, εἶναι ἀπαραίτητη ἡ μετατροπή τῶν ήχητικῶν ταλαντώσεων σέ ηλεκτρικές ταλαντώσεις καί ἀντίστροφα τῶν ηλεκτρικῶν ταλαντώσεων σέ ήχητικές ταλαντώσεις. Ἡ μετατροπή πραγματοποιεῖται μέ εἰδικά ηλεκτρομηχανικά στοιχεῖα, τά μικρόφωνα, τά ἀκουστικά καί τά μεγάφωνα πού ὀνομάζονται **ήλεκτροακουστικοί μετατροπείς**.

12.1 Μικρόφωνα.

Τό μικρόφωνο χρησιμεύει γιά τή μετατροπή ήχητικῶν κυμάτων σέ ηλεκτρικές ταλαντώσεις. Ἡχητικά κύματα δημιουργοῦνται ἀπό παλλόμενα ὄργανα, πού μεταδίδουν τήν ταλάντωσή τους στόν ἀέρα πού τά περιβάλλει. Ὅσο πῖό γρήγορα πάλ-λεται τό ὄργανο, τόσο πῖό μεγάλη εἶναι ἡ συχνότητα τοῦ ήχητικοῦ κύματος, τόσο πῖό ὀξύς εἶναι ὁ τόνος πού ἀκοῦμε. Τό ἀνθρώπινο αὐτί μπορεῖ νά συλλάβει κανονικά ἤχους ἀπό 16 ὥς 20.000 Hz. Μέ τήν αὔξηση τῆς ἡλικίας ὁμως μειώνεται ἡ ἱκανότητά του νά διακρίνει τόνους ὑψηλῆς συχνότητας.

Ἡ ἀπόδοση ἑνός μικροφώνου χαρακτηρίζεται ἀπό τόν ήλεκτροακουστικό συντελεστή ἀποδόσεως, τήν καμπύλη ἀποκρίσεως συχνότητας καί τό διάγραμμα κατευθυντικότητας.

Ὁ ήλεκτροακουστικός συντελεστής ἀποδόσεως ἢ μεταδόσεως B δίνει τή σχέση τῆς τάσεως, πού λαμβάνεται στήν ἔξοδο τοῦ μικροφώνου, πρὸς τήν πίεση τοῦ ἤχου πού δρᾷ στό μικρόφωνο καί προκαλεῖ αὐτή τήν τάση. Μετρίεται σέ V/μbar, σέ συχνότητα ήχητικῶν κυμάτων συνήθως 1000 Hz καί χαρακτηρίζει τήν εὐαισθησία τοῦ μικροφώνου. Ἐπίσης χρησιμοποιεῖται τό **ήλεκτροακουστικό μέτρο μεταδόσεως G_E** :

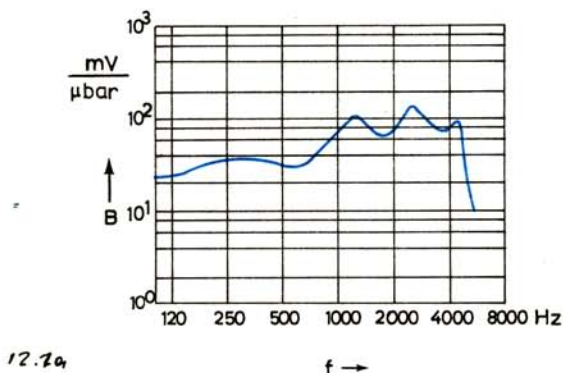
$$G_E = 20 \lg \frac{B}{B_0} \text{ db,}$$

ὅπου: $B_0 = 1 \text{ V/1 } \mu\text{bar}$

Ἡ **καμπύλη ἀποκρίσεως συχνότητας** δίνει τήν ἐξάρτηση τοῦ συντελεστή ἀποδόσεως B ἀπό τή συχνότητα f (σχ. 12.1α). Γιά τή λήψη τῆς, ὀδηγοῦνται στό μικρόφωνο ήχητικά κύματα διαφορετικῆς συχνότητας ἀλλά τῆς ἴδιας πάντοτε πιέσεως καί μετροῦνται οἱ ἀντίστοιχες τάσεις στήν ἔξοδο. Στήν περιοχή συχνότητων, πού χρησιμοποιεῖται ἓνα μικρόφωνο — τήν περιοχή μεταδόσεως — πρέπει ἡ καμπύλη ἀποκρίσεως νά εἶναι ὁμαλή, δηλαδή νά παρουσιάζει ὅσο τό δυνατό μικρότερες με-

ταβολές. Η περιοχή αυτή είναι π.χ. για μετάδοση μουσικής 15 ως 15.000 Hz. Στην τηλεφωνία για τη μετάδοση όμιλίας με καλή καταληπτότητα αρκεί ένα φάσμα συχνοτήτων 300-3400 Hz. Έτσι τα τηλεφωνικά μικρόφωνα πρέπει να είναι σε θέση να μεταβιβάζουν ικανοποιητικά τις συχνότητες αυτής της περιοχής.

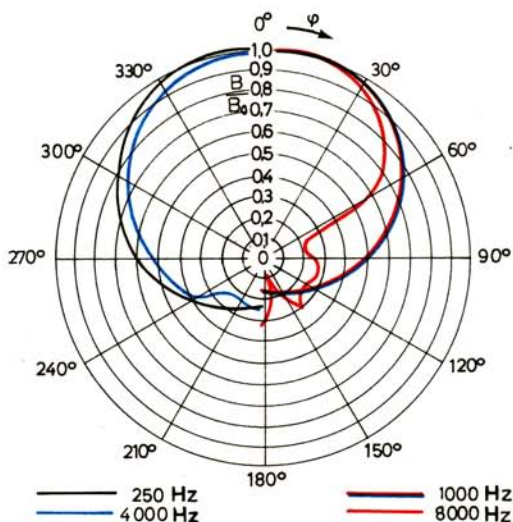
Η **καμπύλη κατευθυντικότητας** δίνει την εξάρτηση του συντελεστή αποδόσεως B ενός μικροφώνου απ' την κατεύθυνση προσπτώσεως των ήχητικών κυμάτων στο μικρόφωνο. Σε όρισμένα μικρόφωνα ο συντελεστής αποδόσεως είναι ανεξάρτητος απ' την κατεύθυνση των ήχητικών κυμάτων, ενώ σε άλλα εξαρτάται σημαντικά απ' αυτήν. Π.χ. υπάρχουν μικρόφωνα που δέν παράγουν τάση όταν τα κύματα προσπίπτουν στην οπίσθιά τους πλευρά.



12.1α

Σχ. 12.1α.

Καμπύλη απόκρισης συχνότητας μικροφώνου άνθρακα.



Σχ. 12.1β.

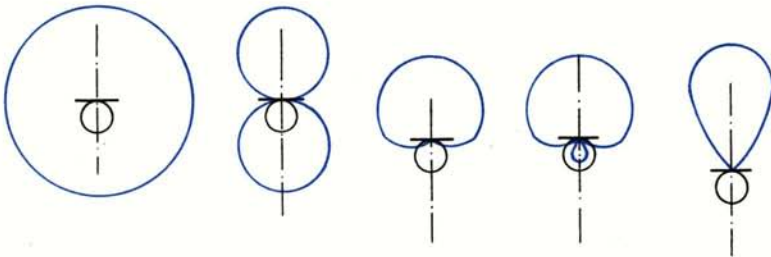
Διάγραμμα κατευθυντικότητας μικροφώνου.

Στό διάγραμμα κατευθυντικότητας (σχ. 12.1β), τό μικρόφωνο θεωρείται τοποθετημένο στό κέντρο του κύκλου μέ την πρόσοψή του κάθετη πρὸς στόν άξονα

τῶν 0° . Οἱ κατευθύνσεις μετροῦνται σέ μοῖρες πάνω στό ὀριζόντιο ἐπίπεδο πού περνά ἀπό τό κέντρο τοῦ μικροφώνου. Ὁ συντελεστής B μιᾶς ὀρισμένης γωνίας ϕ ἀναφέρεται στό συντελεστή B_0 τῆς γωνίας 0° πού παρουσιάζει τή μέγιστη τιμή. Τό πηλίκο $\frac{B}{B_0}$ ὀνομάζεται **συντελεστής κατευθυντικότητας** καί παίρνει τιμές ἀπό 0 ὡς 1. Τήν τιμή 1 ἔχει στήν κατεύθυνση 0° .

Τό διάγραμμα κατευθυντικότητας ἐξαρτᾶται σημαντικά ἀπ' τή συχνότητα τῶν ἡχητικῶν κυμάτων. Γι' αὐτό γίνονται μετρήσεις σέ περισσότερες συχνότητες. Ὄταν οἱ καμπύλες εἶναι συμμετρικές ὡς πρός τόν ἄξονα τῶν 0° , ἀρκεῖ ἡ σχεδίαση τῆς μιᾶς καμπύλης μιᾶς ὀρισμένης συχνότητας, ὅπως στό σχῆμα 12.1β. Τό σχῆμα 12.1γ δείχνει τή μορφή μερικῶν συνήθων διαγραμμάτων κατευθυντικότητας μικροφώνων. Στήν πράξη ἡ ἐκλογή κατάλληλου διαγράμματος κατευθυντικότητας ἐξαρτᾶται ἀπ' τήν εἰδική χρήση τοῦ μικροφώνου.

Οἱ σπουδαιότεροι τύποι μικροφώνων εἶναι τά μικρόφωνα ἄνθρακα, τά ἡλεκτρομαγνητικά καί ἡλεκτροδυναμικά μικρόφωνα, τά μικρόφωνα πυκνωτῆ καί τά κρυσταλλικά μικρόφωνα.



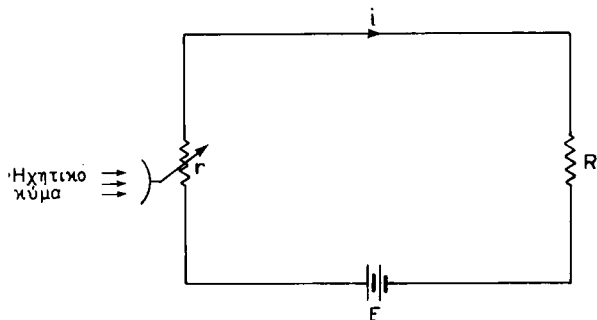
Σχ. 12.1γ.

Μορφή κοινῶν διαγραμμάτων κατευθυντικότητας μικροφώνων.

α) Μικρόφωνα ἄνθρακα.

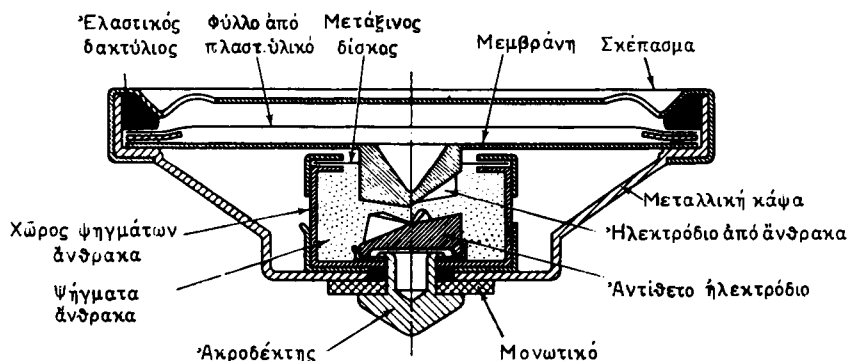
Τό μικρόφωνο ἄνθρακα μετατρέπει τά ἡχητικά κύματα σέ ταλαντώσεις ἡλεκτρικοῦ ρεύματος μεταβάλλοντας μέ τή βοήθειά τους τήν ὠμική ἀντίσταση ἑνός ἀντιστάτη ἀπό ἄνθρακα συνδεδεμένου σέ σειρά σέ κύκλωμα διαρρεόμενο ἀπό συνεχές ρεῦμα (σχ. 12.1δ). Ἀνάλογα μέ τήν ἔνταση τῶν ἡχητικῶν κυμάτων, αὐξομειώνεται ἡ ἀντίσταση r καί μ' αὐτήν ἡ ἔνταση τοῦ ρεύματος, πού διαρρέει τό φορτίο R (ἀκουστικό κλπ.). Ἐτσι οἱ μεταβολές τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος ἀντιστοιχοῦν στίς μεταβολές τῆς ἐντάσεως τῶν ἡχητικῶν κυμάτων.

Τό μικρόφωνο ἄνθρακα ἀποτελεῖται ἀπό μιά μεταλλική κάψα, πού στό ἐπάνω της μέρος (σκέπασμα) ἔχει σχισμές, ὥστε νά εἰσχωροῦν τά ἡχητικά κύματα (σχ. 12.1ε). Κάτω ἀπό τό σκέπασμα αὐτό βρίσκεται τεντωμένη μιά μεταλλική μεμβράνη. Ἡ μεμβράνη συνδέεται μέ ἕνα ἡλεκτρόδιο ἀπό ἄνθρακα, πού βυθίζεται σ' ἕνα θάλαμο γεμάτο μέ ψήγματα ἄνθρακα. Ἐνα λεπτό προστατευτικό φύλλο ἀπό πλαστικό μπροστά ἀπ' τή μεμβράνη ἐμποδίζει τήν εἴσοδο ὑγρασίας, ἐνῶ ἕνας μεταξίνος δίσκος γύρω ἀπ' τό ἡλεκτρόδιο ἐμποδίζει νά χυθοῦν τά ψήγματα καί ἐξασθενεῖ τίς ταλαντώσεις τῆς μεμβράνης. Στή βάση τοῦ θαλάμου εἶναι τοποθετημένο ἕνα



Σχ. 12.1δ.

Μετατροπή ήχητικών κυμάτων σε ηλεκτρικές ταλαντώσεις με μικρόφωνο άνθρακα.



Σχ. 12.1ε.

Τομή μικροφώνου άνθρακα.

δεύτερο ηλεκτρόδιο επίσης από άνθρακα, πού συνδέεται μ' ένα μονωμένο απ' τη μεταλλική κάψα ακροδέκτη.

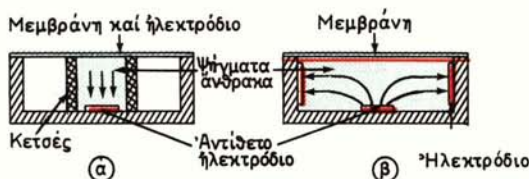
Απ' τις σχισμές στο σκέπασμα της κάψας εισχωρούν τὰ ήχητικά κύματα καί θέτουν σε παλμική κίνηση τή μεμβράνη. Τό ηλεκτρόδιο τῆς μεμβράνης πιέζει περισσότερο ἢ λιγότερο τὰ ψήγματα, μεταβάλλοντας συνεχῶς τήν ἀντίσταση πού συναντᾷ τό ρεῦμα τροφοδοτήσεως τοῦ μικροφώνου στά σημεία ἐπαφῆς τῶν ψηγμάτων καί κατὰ συνέπεια τήν ἔντασή του. Τό ρεῦμα τροφοδοτήσεως, περίπου 30 mA σέ τάση 3 V, ἀκολουθεῖ τή διαδρομή: μεταλλική κάψα (πού χρησιμεύει σάν ἀκροδέκτης) - μεμβράνη - ηλεκτρόδιο μεμβράνης - ψήγματα άνθρακα - ἀπέναντι ηλεκτρόδιο άνθρακα - ἀκροδέκτης.

Μικρόφωνα κεντρικῆς συστοιχίας (Κ.Σ.), πού τροφοδοτοῦνται μέ ρεῦμα ἀπ' τή συστοιχία τοῦ τηλεφωνικοῦ κέντρου, παρουσιάζουν ἀντίσταση 200 Ω περίπου. Ἡ ἀντίσταση αὐτή μεταβάλλεται καθὼς ἐπιδροῦν ἐπάνω τῆς τὰ ήχητικά κύματα μέσα στήν περιοχή $\pm 50\%$, δηλαδή ἀπό 100 ὡς 300 Ω.

Τό μικρόφωνο πού περιγράψαμε ὀνομάζεται **μικρόφωνο διαμήκους ρεύματος** ἐπειδή τό ρεῦμα διασχίζει κατὰ μήκος τήν κάψα [σχ. 12.1στ(α)]. Ὑπάρχουν καί μι-

κρόφωνα ἐγκάρσιου ρεύματος. Αὐτά περιλαμβάνουν ἓνα λεπτό στρώμα ἀπὸ ψήγματα ἀνθρακα ἐπάνω σὲ μιά μεγάλη ἐπιφάνεια. Τὸ ρεῦμα διασχίζει τὸ στρώμα αὐτὸ ἐγκάρσια στὴν κάψα, ὅπως φαίνεται στὸ σχῆμα 12.1στ(β). Τὰ μικρόφωνα ἐγκάρσιου ρεύματος εἶναι λιγότερο εὐαίσθητα σὲ ὑπερφορτίσεις συγκριτικά μὲ τὰ διαμήκους ρεύματος, ἔχουν ὅμως μικρότερη περιοχὴ μεταβολῆς τῆς ἀντιστάσεώς τους κι ἐπομένως μικρότερη εὐαισθησία στὴ μετάδοση ὁμιλίας.

Τὰ μικρόφωνα ἀνθρακα ἔχουν πολὺ μεγάλο συντελεστή ἀποδόσεως — περίπου 100 mV/μbar — ἀλλὰ ὄχι ὁμαλὴ καμπύλη ἀποκρίσεως συχνότητος, ὅπως φαίνεται στὸ σχῆμα 12.1α, καὶ μικρὴ περιοχὴ μετάδοσεως (800 ὥς 4000 Hz). Ἐπίσης παρουσιάζουν ἰσχυρὲς παραμορφώσεις (συντελεστής παραμορφώσεως 20% περίπου) καὶ σημαντικὸ θόρυβο. Ἔτσι, εἶναι ἀκατάλληλα γιὰ μετάδοσεις ὑψηλῆς πιστότητος. Ἀντίθετα εἶναι κατάλληλα γιὰ τὴ μετάδοση ὁμιλίας καὶ ἐξ αἰτίας τῆς φθηνῆς τους κατασκευῆς χρησιμοποιοῦνται πάρα πολὺ στὶς τηλεφωνικὲς συσκευές.



Σχ. 12.1στ.

Μικρόφωνο ἀνθρακα: α) Διαμήκους ρεύματος. β) Ἐγκάρσιου ρεύματος.

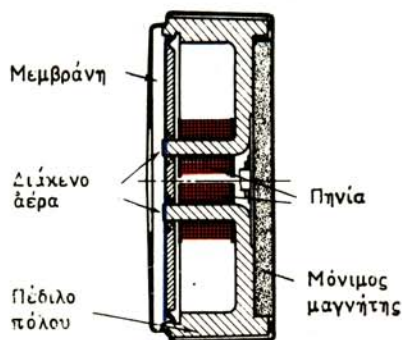
β) Ἠλεκτρομαγνητικὰ καὶ ἠλεκτροδυναμικὰ μικρόφωνα.

Τὸ **ἠλεκτρομαγνητικὸ μικρόφωνο** ἀποτελεῖται ἀπὸ ἓναν ἰσχυρὸ μόνιμο μαγνήτη μὲ δύο παράλληλα πέλδια πόλων, ἐπάνω στὰ ὁποῖα εἶναι τοποθετημένα δύο πηνία, ἀντίθετα συνδεμένα μεταξύ τους (σχ. 12.1ζ). Σὲ μικρὴ ἀπόσταση ἀπ' τὰ πηνία καὶ μπροστὰ ἀπ' τὰ πέλδια εἶναι τεντωμένη μιά λεπτὴ μεμβράνη ἀπὸ μαλακὸ σίδηρο. Οἱ μαγνητικὲς γραμμὲς τοῦ μόνιμου μαγνήτη κλείνουν περνώντας ἀπ' τὰ δύο πέλδια, τὸ διάκενο ἀέρα καὶ τὴ μεμβράνη.

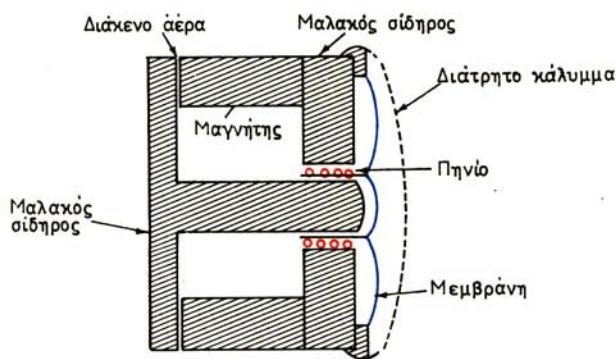
Ὅταν ἡ μεμβράνη μπεῖ σὲ παλμικὴ κίνηση ἀπ' τὰ ἡχητικὰ κύματα, μεταβάλλεται τὸ διάκενο ἀέρα καὶ ἡ ἀντίσταση πού συναντοῦν οἱ μαγνητικὲς γραμμὲς στὴ διέλευσή τους ἀπὸ μέσα του. Σὰ συνέπεια μεταβάλλεται ἡ μαγνητικὴ ροὴ κυκλώματος πού διαπερνᾷ τὰ δύο πηνία κι ἐπάγεται μιά μεταβαλλόμενη τάση, πού ἀντιστοιχεῖ στὶς μεταβολές τῶν ἡχητικῶν κυμάτων.

Τὸ ἠλεκτρομαγνητικὸ μικρόφωνο δέν χρειάζεται ρεῦμα τροφοδοτήσεως. Σὲ συνηθισμένα ὅμως τηλεφωνικὰ μικρόφωνα πρέπει νὰ ἐνισχυθεῖ τὸ ρεῦμα ἐπαγωγῆς, ἐπειδὴ εἶναι πολὺ μικρὸ.

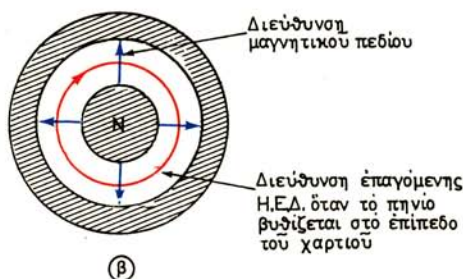
Στὴν ἴδια ἀρχή, πού περιγράψαμε, βασίζεται καὶ ἡ λειτουργία τοῦ **ἠλεκτροδυναμικοῦ μικροφώνου**. Ἡ κατασκευὴ του ὅμως εἶναι κάπως διαφορετικὴ [σχ. 12.1η (α)]. Ὁ μόνιμος μαγνήτης ἔχει κυλινδρική μορφή μ' ἓνα δακτυλιωτὸ διάκενο ἀέρα μεταξύ τοῦ μεσαίου κυλινδρικοῦ σκέλους καὶ τοῦ ὁμόκεντρου σ' αὐτὸ περιφερειακοῦ δακτύλιου. Τὸ μαγνητικὸ πεδίο στὸ διάκενο εἶναι ἀκτινωτὸ, ὅπως φαίνεται στὸ



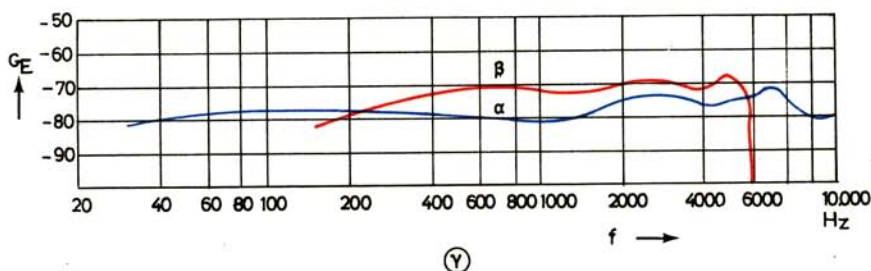
Σχ. 12.1ζ.
Ήλεκτρομαγνητικό μικρόφωνο.



α



β



Σχ. 12.1η.

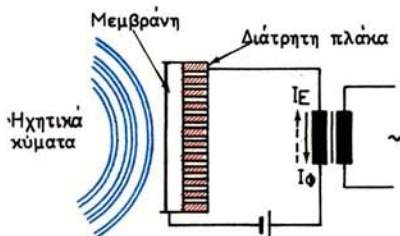
Ήλεκτροδυναμικό μικρόφωνο: α) Τομή μικροφώνου. β) Διεύθυνση επαγόμενης Η.Ε.Δ. στο πηνίο του μικροφώνου. γ) Καμπύλη απόκρισης συχνότητας ενός καλής ποιότητας (α) καί ενός κοινού (β) ήλεκτροδυναμικού μικροφώνου.

σχήμα 12.1η (β). Μέ τη μεμβράνη, πού δέχεται τά ήχητικά κύματα, είναι συνδεδεμένο ένα πηνίο πού κινείται ελεύθερα μέσα στο διάκενο. Μέ την κίνηση του πηνίου κόβονται οι μαγνητικές γραμμές κι έπάγεται στα άκρα του τάση ανάλογη με τις κινήσεις της μεμβράνης και τη διακύμανση του ήχου.

Ήλεκτρομαγνητικά και ηλεκτροδυναμικά μικρόφωνα έχουν τό πλεονέκτημα, συγκριτικά με τά μικρόφωνα άνθρακα, ότι μεταβιβάζουν μεγαλύτερο φάσμα συχνοτήτων. Τό σχήμα 12.1η (γ) δείχνει την καμπύλη άποκρίσεως συχνότητας ενός άπλου και ενός καλής ποιότητας ηλεκτροδυναμικού μικροφώνου.

γ) Μικρόφωνα πυκνωτή.

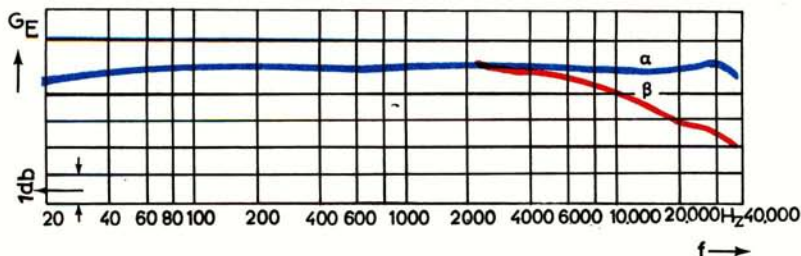
Τό μικρόφωνο πυκνωτή αποτελείται βασικά από μία σταθερή, διάτρητη μεταλλική πλάκα και από μία μεταλλική μεμβράνη στερεωμένη άπέναντι και σε μικρή απόσταση άπ' την πλάκα (σχ. 12.1θ). Τό σύστημα μεμβράνης-πλάκας σχηματίζει ένα πυκνωτή άέρα, στον όποιο μεταβάλλεται ή απόσταση των δύο ηλεκτροδίων, άρα και ή χωρητικότητα, όταν πάλλεται ή μεμβράνη. Ό πυκνωτής είναι συνδεδεμένος με πηγή συνεχούς ρεύματος και λόγω της αδιάκοπης μεταβολής της χωρητικότητάς του υπό λειτουργία, ρέει άπ' τό κύκλωμα συνεχώς ρεύμα φορτίσεως I_{Φ} ή έκφορτίσεως I_E . Στο δευτερεύον του μετασχηματιστή λαμβάνεται ρεύμα έπαγωγής πού άντιστοιχεί στις ταλαντώσεις της μεμβράνης.



Σχ. 12.1θ.

Μικρόφωνο πυκνωτή.

Μικρόφωνα πυκνωτή μεταδίδουν μεγάλο φάσμα συχνοτήτων και έχουν πολύ όμαλή καμπύλη άποκρίσεως συχνότητας, όπως φαίνεται στο σχήμα 12.1ι. Χρησιμοποιούνται σε σταθερή θέση για μετάδοση μουσικής ύψηλης πιστότητας.

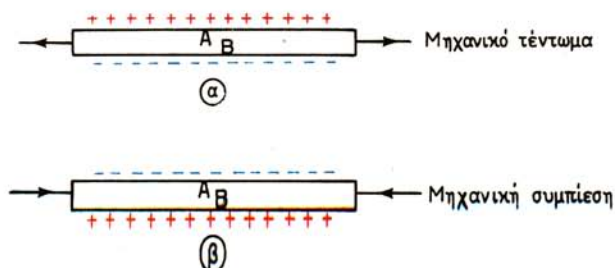


Σχ. 12.1ι.

Καμπύλη άποκρίσεως μικροφώνου πυκνωτή: α) Κάθετη πρόσπτωση των ήχητικών κυμάτων (γωνία 0°). β) Πρόσπτωση υπό γωνία 90° .

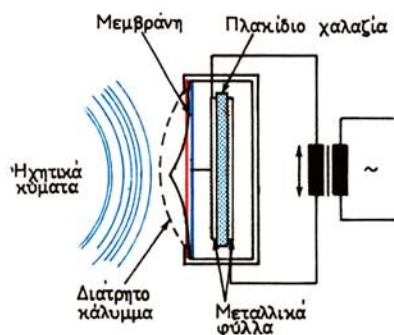
δ) Κρυσταλλικά μικρόφωνα.

Όρισμένα υλικά, όπως οι κρύσταλλοι χαλαζία, οι κρύσταλλοι άλατος Rochelle και μερικά κεραμικά υλικά έχουν την ιδιότητα να δημιουργούν ηλεκτρεγερτική δύναμη, όταν υποβάλλονται σε μηχανική καταπόνηση, δηλαδή συμπιέζονται ή τεντώνονται, όπως φαίνεται στο σχήμα 12.1α και, αντίθετα, να διαστέλλονται ή να συστέλλονται, όταν τούς εφαρμόζεται ηλεκτρεγερτική δύναμη με κατάλληλη πολικότητα. Τό φαινόμενο αυτό ονομάζεται **πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο** και σ' αυτό στηρίζεται ή λειτουργία του κρυσταλλικού μικροφώνου.



Σχ. 12.1α.

Πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο.



Σχ. 12.1β.

Άρχή λειτουργίας κρυσταλλικού μικροφώνου.

Τό κρυσταλλικό μικρόφωνο αποτελείται από ένα πλακίδιο πιεζοηλεκτρικού κρυστάλλου με δύο λεπτά μεταλλικά φύλλα στις δύο πλευρές του (σχ. 12.1β). Τό ένα φύλλο συνδέεται με μεμβράνη από άλουμίνιο, πού πάλλεται με τά ήχητικά κύματα. Ή πίεση τής μεμβράνης μεταδίδεται στον κρύσταλλο και δημιουργεί στά άκρα του ανάλογη ηλεκτρική τάση.

Τά κρυσταλλικά μικρόφωνα είναι ευαίσθητα σε μεταβολές θερμοκρασίας και ύγρασίας. Είναι ακατάλληλα για λήψεις ύψηλης πιστότητας, χρησιμοποιούνται όμως πάρα πολύ από έρασιτέχνες, έπειδή είναι φθηνά, μικρά και έλαφρά.

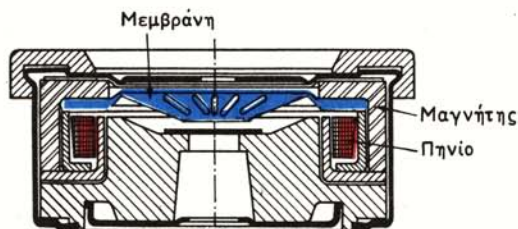
12.2 Άκουστικά.

Τό άκουστικό μετατρέπει ταλαντώσεις ηλεκτρικού ρεύματος σέ ήχητικά κύματα. Ή ζώνη συχνότητων, πού πρέπει νά διαβιβάζεται άπό ένα τηλεφωνικό άκουστικό (τηλεφωνική κάψα), είναι 300 ως 3400 Hz. Ύπάρχουν όμως κάψες πού φθάνουν τά 4500 Hz.

Ή **συντελεστής άποδόσεως B** ενός άκουστικού ή μεγαφώνου δίνει γιά μιάν όρισμένη συχνότητα (συνήθως 1000 Hz) τή σχέση τής άποδιδόμενης ήχητικής πιέσεως πρós τήν έφαρμοζόμενη στό άκουστικό ή μεγάφωνο έναλλασσόμενη τάση. Μετράται σέ $\mu\text{bar}/\text{V}$. Τό μέτρο μεταδόσεως G_s καί ή περιοχή μεταδόσεως όρίζονται άνάλογα πρós τά άντίστοιχα μεγέθη τών μικροφώνων. Στήν πράξη χρησιμοποιούνται κυρίως ήλεκτρομαγνητικά καί ήλεκτροδυναμικά άκουστικά.

α) Ήλεκτρομαγνητικά άκουστικά.

Τό μαγνητικό άκουστικό άποτελείται άπό μιá μεταλλική μεμβράνη, ένα μόνιμο μαγνήτη μέ δακτυλιωτό διάκενο άέρα καί ένα πηνίο στό διάκενο, πού διαρρέεται άπ' τό μεταβαλλόμενο ρεύμα (σχ. 12.2α). Ή μόνιμος μαγνήτης έλκει τή μεμβράνη καί τήν άναγκάζει νά βρίσκεται συνεχώς σέ προεντεταμένη κατάσταση. Άνάλογα



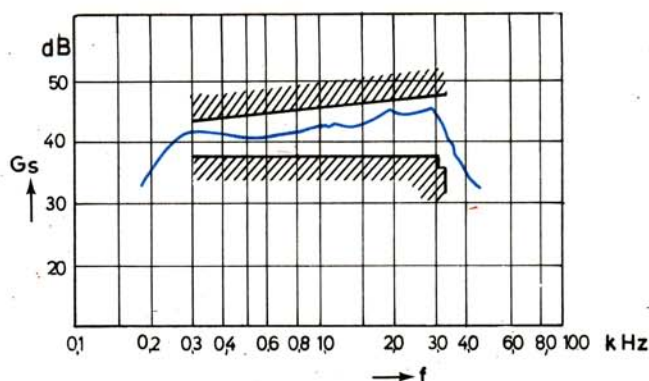
Σχ. 12.2α.

Τομή σύγχρονης μαγνητικής τηλεφωνικής κάψας.

μέ τή φορά του ρεύματος προσθέτεται ή άφαιρείται ή μαγνητική ροή, πού δημιουργείται στό πηνίο, άπ' τή μόνιμη μαγνητική ροή του μαγνήτη. Άποτέλεσμα είναι ή μεμβράνη, στήν όποία άσκεΐται δύναμη άνάλογη του τετραγώνου τής μαγνητικής ροής, νά έλκεται περισσότερο ή νά άπωθεΐται άπ' τή θέση προεντάσεως καί νά πάλλεται μέ τό ρυθμό του ρεύματος όμιλίας. Τό σχήμα 12.2β δίνει τήν καμπύλη άποκρίσεως συχνότητας μιās σύγχρονης τηλεφωνικής κάψας.

β) Ήλεκτροδυναμικά άκουστικά.

Τό ήλεκτροδυναμικό άκουστικό έχει όμοια κατασκευή μέ τό ήλεκτροδυναμικό μικρόφωνο σέ τρόπο, ώστε μιá κατάλληλα σχεδιασμένη μονάδα νά μπορεί νά χρησιμοποιηθεΐ είτε σά μικρόφωνο, είτε σάν άκουστικό. Στήν περίπτωση χρησιμοποίησης σάν άκουστικό, τό μεταβαλλόμενο ρεύμα διαρρέει τό κινητό πηνίο καί ή μαγνητική ροή πού δημιουργεί προσθέτεται ή άφαιρείται άπ' τή μόνιμη μαγνητική ροή. Έτσι μεταβάλλεται ή δύναμη πού άσκεΐται στό πηνίο καί ή μεταβολή μεταδίδεται στό διάφραγμα πού πάλλεται άκολουθώντας τό ρυθμό του ρεύματος.

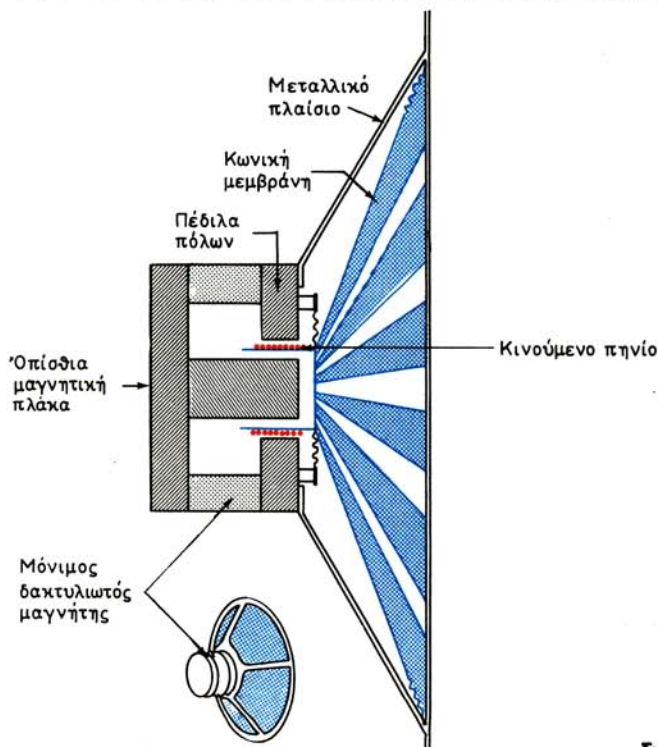


Σχ. 12.2β.

Καμπύλη απόκρισης συχνότητας σύγχρονης τηλεφωνικής κάψας.

12.3 Μεγάφωνα.

Τό μεγάφωνο χρησιμεύει στη μετατροπή ηλεκτρικής ενέργειας σέ ισχυρή ακουστική ενέργεια. Ό κοινός τύπος μεγαφώνου μοιάζει μέ τό ηλεκτροδυναμικό μικρόφωνο ή άκουστικό (σχ. 12.3). Άποτελείται άπό ένα μόνιμο μαγνήτη μέ δακτυλιωτό



Σχ. 12.3.

Ήλεκτρομαγνητικό μεγάφωνο.

διάκενο αέρα, μέσα στο οποίο τοποθετείται τό κάτω κυλινδρικό τμήμα μιᾶς πολύ ἐλαστικῆς, κωνικῆς μεμβράνης, μέ τό πηνίο πού διαρρέεται ἀπό τό μεταβαλλόμενο ρεῦμα.

Τό ἐπάνω χεῖλος τῆς μεμβράνης εἶναι σταθερά στερεωμένο, ἐνῶ οἱ πλευρές τοῦ κώνου καί τό κάτω τμήμα μποροῦν νά πάλλονται μαζί μέ τό πηνίο, ὅταν περνᾷ ἀπ' αὐτό μεταβαλλόμενο ρεῦμα. Μ' αὐτό τόν τρόπο δημιουργοῦνται ἰσχυρά ἤχητικά κύματα, ἀνάλογα μέ τίς μεταβολές τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος καί τῆς μαγνητικῆς ροῆς στό διάκενο. Ἐκτός ἀπ' τόν τύπο πού περιγράψαμε, κατασκευάζονται γιά εἰδικές χρήσεις μαγνητικά, ἡλεκτροστατικά καί πιεζοηλεκτρικά μεγάφωνα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΤΡΙΤΟ

ΑΓΩΓΟΙ ΚΑΙ ΚΑΛΩΔΙΑ

Οι άγωγοί και τα καλώδια χρησιμεύουν για να συνδέουν κατασκευαστικά στοιχεία, ομάδες από κατασκευαστικά στοιχεία (συσκευές, συγκροτήματα οργάνων, κλπ.) και τηλεπικοινωνιακές εγκαταστάσεις μεταξύ τους και να μεταφέρουν ηλεκτρικά σήματα ή ηλεκτρική ενέργεια.

13.1 Άγωγοί.

Ο άγωγός σχηματίζεται από ένα σύρμα με πολύ μικρή ειδική αντίσταση, δηλαδή μεγάλη ηλεκτρική αγωγιμότητα, ώστε να εξασφαλίζεται κατά το δυνατόν άνεμ-πόδιστη ροή του ρεύματος.

Σάν άγωγήμο ύλικό χρησιμοποιείται κυρίως *ηλεκτρολυτικός χαλκός*, πού παρουσιάζει μεγάλη χημική καθαρότητα με συνέπεια να έχει μεγάλη ειδική αγωγιμότητα. Στην τηλεφωνική τεχνική χρησιμοποιούνται επίσης, αλλά πολύ λιγότερο, ό *μπρούντζος* και τό *άλουμίνιο*. Όταν απαιτείται μεγάλη μηχανική άντοχή, χρησιμοποιούνται άγωγοί *χαλκού-χάλυβα*. Αυτοί αποτελούνται από ένα χαλύβδινο σύρμα, πού περιβάλλεται από στρώμα χαλκού. Ο χάλυβας δίνει τή μηχανική άντοχή, ενώ ό χαλκός τήν καλή ηλεκτρική αγωγιμότητα. Ο Πίνακας 13.1.1 παρουσιάζει τίσ ηλεκτρικές ιδιότητες μερικών κοινών ύλικών.

Τούς άγωγούς διακρίνομε βασικά σέ *μονωμένους άγωγούς* και *γυμνούς άγωγούς*. Στούς μονωμένους άγωγούς, πού είμαστε αναγκασμένοι να χρησιμοποιούμε τίσ περισσότερες φορές, τό άγωγήμο σύρμα περιβάλλεται με στερεό μονωτικό ύλικό. Η στερεή αυτή *μόνωση* έμποδίζει τή ροή ηλεκτρικού ρεύματος από ένα κύκλωμα σέ άλλο, όταν οι άγωγοί βρίσκονται σέ έπαφή, κι επίσης τή βαθμιαία καταστροφή του άγωγού από έξωτερικές χημικές επιδράσεις. Οι γυμνοί άγωγοί τοποθετούνται σέ όρισμένη απόσταση ό ένας άπ' τόν άλλο· τή μόνωσή τους αποτελεί ό άέρας πού μεσολαβεϊ (π.χ. έναέριες τηλεφωνικές γραμμές, άγωγοί τυπωμένων κυκλωμάτων κλπ.).

Σά μονωτικά ύλικά χρησιμοποιούνται στούς μονωμένους άγωγούς βερνίκι, χαρτί, ταινίες από μετάξι και βαμβάκι, πλαστικά ύλικά και έλαστικό. Τό είδος και τό πάχος τής μονώσεως εξαρτώνται άπ' τό περιβάλλον, στό όποιο θά χρησιμοποιηθούν οι άγωγοί (θερμοκρασία, ύγρασία, δραστικά άέρια κλπ), και από τήν ηλεκτρική τάση μεταξύ τους. Η ποιότητα ενός μονωτικού χαρακτηρίζεται από τό συντελεστή διηλεκτρικών άπωλειών εφδ, τή διηλεκτρική σταθερά ε, τήν αντίσταση μονώσεως R και τήν άντοχή διασπάσεως.

Ἡ **γωνία ἀπωλειῶν δ** καὶ ὁ **συντελεστής ἀπωλειῶν $\epsilon\phi\delta$** ἀποτελοῦν μέτρο τῶν ὠμικῶν ἀπωλειῶν στὴν ἀντίσταση τοῦ μονωτικοῦ (ἀντίσταση μονώσεως). Ὅσο μικρότερη εἶναι ἡ γωνία δ , τόσο μικρότερες εἶναι οἱ ἀπώλειες, τόσο καλύτερη εἶναι ἡ ποιότητα τοῦ διηλεκτρικοῦ.

ΠΙΝΑΚΑΣ 13.1.1.

Υλικό	Εἰδική ἀντίσταση ρ $\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$	Εἰδική ἀγωγιμότητα κ $\text{m}/\Omega \text{ mm}^2$
Ἄργυρος	0,0165	61,0
Χαλκός	0,0175	57,0
Χρυσός	0,0230	43,5
Μπροῦντζος (Cu + Sn)	0,0278	36,0
Ἀλουμίνιο	0,029	34,5
Ψευδάργυρος	0,062	16,0
Πλατίνα	0,108	9,2
Χάλυβας (WM 13)	0,13	7,7
Μόλυβδος	0,208	4,8

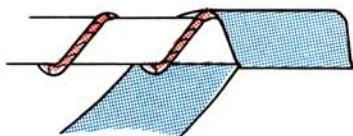
Ἡ **διηλεκτρικὴ σταθερά ϵ** ἀποτελεῖ μέτρο τῆς χωρητικότητας C τοῦ μονωτικοῦ, ἡ ὁποία αὐξάνει ἀνάλογα μέ τὴν ϵ . Ἡ **ἀντίσταση μονώσεως R** ἀποδεικνύεται ὅτι εἶναι ἀντίστροφα ἀνάλογη τῆς χωρητικότητας C . Ἐτσι μικρὴ διηλεκτρικὴ σταθερά ϵ σημαίνει ὅτι τὸ μονωτικό ἔχει μικρὴ χωρητικότητα C καὶ μεγάλη ἀντίσταση μονώσεως R .

Ἡ **ἀντοχὴ διασπάσεως** δίνεται σέ kV/mm καὶ ὁρίζει τὴ μέγιστη τάση, ἡ ὁποία ἐφαρμοζόμενη στὶς δύο ἐπιφάνειες μιᾶς πλάκας τοῦ μονωτικοῦ πάχους 1 mm , δέν ὁδηγεῖ ἀκόμα σέ διάσπαση τοῦ μονωτικοῦ. Σέ τάσεις μεγαλύτερες ἀπ' τὴν τάση διασπάσεως περνᾷ ἰσχυρὸ ρεῦμα ἀπ' τὸ μονωτικό μέ ἀποτέλεσμα συνήθως τὴν καταστροφὴ του. Ὁ πίνακας 13.1.2 δίνει τίς χαρακτηριστικὲς τιμές μερικῶν μονωτικῶν ὑλικῶν, πού ἐνδιαφέρουν ἰδιαίτερα τὴν τηλεφωνικὴ τεχνικὴ.

Σὰ **χαρτί καλωδίων** χρησιμοποιεῖται συνήθως καθαρό χαρτί ἀπὸ θεϊκὴ κυτταρίνη στὸ φυσικὸ του χρῶμα (ἀνοικτὸ καφέ) χωρὶς προσμίξεις. Τὸ χαρτί αὐτὸ σέ ξηρὴ κατάσταση ἔχει καλὲς ἡλεκτρικὲς ἰδιότητες (μικρὸ συντελεστὴ ἀπωλειῶν καὶ χαμηλὴ διηλεκτρικὴ σταθερά) καὶ ἐπαρκὴ ἀντοχὴ διασπάσεως. Ἡ μόνωση κατασκευάζεται ἀπὸ μίαν ἢ περισσότερες χάρτινες λουρίδες, πού περιτυλίγονται ἐλικτικῶς στὸν ἀγωγὸ μέ ὑπερκάλυψη τουλάχιστον 25% . Γιά τὴ μείωση τῆς διηλεκτρικῆς σταθερᾶς ϵ τῆς μονώσεως τυλίγεται, ὀρισμένες φορές, πρῶτα στὸν ἀγωγὸ ἓνα χάρτινο κορδόνι καὶ ἐπάνω σ' αὐτὸ τυλίγονται κατόπιν οἱ χάρτινες λουρίδες. Ἐτσι δημιουργεῖται ἡ μόνωση **χαρτιοῦ - κενοῦ χώρου**, ὅπως φαίνεται στὸ σχῆμα 13.1. Καλώδια μέ χάρτινη μόνωση χρησιμοποιοῦνται γιά τὴ μετάδοση στενῆς ζώνης συχνοτήτων.

Μονώσεις αγωγών με **πλαστικό** κατασκευάζονται από **πολυαιθυλένιο**, **πολυβινιλοχλωρίδιο** (PVC) και **πολυστυρόλιο**. Τό πολυαιθυλένιο έχει εξαιρετικές ηλεκτρικές ιδιότητες, καίγεται όμως εύκολα. Τό PVC έχει λιγότερο καλές ηλεκτρικές ιδιότητες, αλλά καίγεται πολύ δύσκολα. Καλές ηλεκτρικές ιδιότητες έχει επίσης τό πολυστυρόλιο, που συναντάται και με την εμπορική ονομασία Styroflex (στυροφλέξ). Υπεραστικά καλώδια με αγωγούς πλαστικής μόνωσης χρησιμοποιούνται για τή μετάδοση εύρείας ζώνης συχνοτήτων.

Ανάλογα με τή χρήση για τήν όποία προορίζονται, κατασκευάζονται **μονόκλωνοι άγωγοί** με ένα συμπαγές άγωγίμο σύρμα και **πολύκλωνοι άγωγοί** με περισσότερα σύρματα. Πολύκλωνοι άγωγοί χρησιμοποιούνται για τή σύνδεση κινουμένων τμημάτων τηλεπικοινωνιακών συσκευών, λόγω τής εύκαμψίας τους. Πολύκλωνοι άγωγοί από μεγάλο αριθμό (ώς 400 και περισσότερο) μονωμένων με βερνίκι χαλκινων συρμάτων χρησιμοποιούνται επίσης για τή μεταφορά ενέργειας ύψηλών συχνοτήτων. Η κατασκευή αυτή είναι απαραίτητη, γιατί στίς ύψηλές συχνοτήτες συγκεντρώνεται και ρέει τό ρεύμα στην επιφάνεια του άγωγού (έπιδερμικό φαινόμενο), ενώ ό υπόλοιπος άγωγός μένει άχρησιμοποίητος.



Σχ. 13.1.

Άγωγός με μόνωση χαρτιού-κενού χώρου.

ΠΙΝΑΚΑΣ 13.1.2.

Υλικό	εφδ (σέ 800 Hz) 10 ⁴	ε (σέ 800 Hz)	Άντοχή διασπάσεως kV/mm
Χαρτί καλωδίων	30	2,1-2,3	50-60
Πολυαιθυλένιο	1-3	2,1-2,3	60
Πολυβινιλοχλωρίδιο (PVC)	200-400	3-8	40
Πολυστυρόλιο	10-40	2,4	50

13.2 Καλώδια.

Ένα τηλεφωνικό καλώδιο περιλαμβάνει πλῆθος μονωμένων αγωγών με χαρτί ή

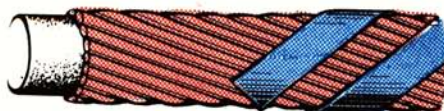
πλαστικό. Οι άγωγοί αυτοί σχηματίζουν την **ψυχή** του καλωδίου. Η ψυχή προστατεύεται από εξωτερικές μηχανικές, ηλεκτρικές, θερμικές και χημικές επιδράσεις με ένα κατάλληλο κατά περίπτωση περίβλημα, τόν **προστατευτικό μανδύα**. Ο μανδύας κατασκευάζεται από μόλυβδο, αλουμίνιο, πλαστικό ή χάλυβα σέ λεία ή κυματοειδή μορφή (σχ. 13.2α).

Καλώδια, πού είναι έκτεθειμένα σέ ύψηλές μηχανικές καταπονήσεις, εφοδιάζονται μέ ειδικό **όπλισμό**. Ο όπλισμός αποτελείται από χαλύβδινες ταινίες ή χαλύβδινα σύρματα, πού τυλίγονται έλικωτά γύρω άπ' τό μανδύα του καλωδίου (σχ.



Σχ. 13.2α.

Προστατευτικός μανδύας καλωδίων.



Σχ. 13.2β.

Καλώδιο μέ όπλισμό.

13.2β). Έπειδή ό μανδύας κατασκευάζεται συνήθως από μαλακότερο ύλικό άπ' ό, τι ό όπλισμός, γιά νά μήν ύποστει μηχανικές βλάβες, τοποθετείται μεταξύ μανδύα καί όπλισμού ένα **έσωτερικό προστατευτικό περίβλημα**. Τό περίβλημα αυτό αποτελείται από πολλές στρώσεις χαρτιού ή γιούτας, πάχους περίπου 1,8 ως 2,5 mm, έμποτισμένου μέ πίσσα.

Καλώδια μέ όπλισμό εφοδιάζονται καί μέ **έξωτερικό προστατευτικό περίβλημα** γιά τήν προστασία του όπλισμού από διαβρώσεις. Τό περίβλημα σχηματίζεται από πολλές στρώσεις ύφασμάτων ταινιών έμποτισμένων μέ πίσσα καί από ένα έξωτερικό στρώμα σκόνης άσβέστου, πού έμποδίζει τήν πίσσα νά κολλά.

Γιά νά έξουδετερωθούν άμοιβαίες ήλεκτρικές επιδράσεις μεταξύ των κυκλωμάτων ενός καλωδίου καί εμφάνιση **διαφωνίας**, δηλαδή άνεπιθύμητη μεταφορά ενέργειας από ένα κύκλωμα σέ άλλο, συστρέφομε τούς άγωγούς έλικωτά ή τούς πλέκομε, όπως λέμε: Διακρίνομε τά εξής είδη πλέξεως:

α) Πλέξη κατά ζεύγη:

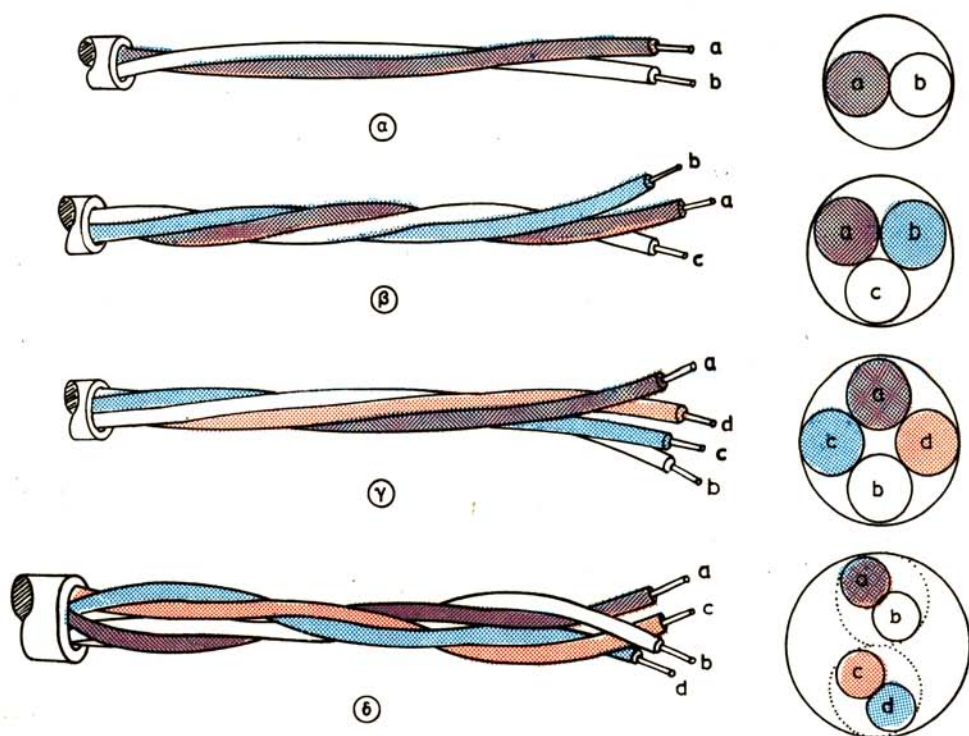
Δύο άγωγοί συστρέφονται σχηματίζοντας ένα ζεύγος [σχ. 13.2γ(α)].

β) Πλέξη κατά τριάδες:

Τρείς άγωγοί συστρέφονται σχηματίζοντας μία τριάδα [σχ. 13.2γ(β)].

γ) Άστεροτετραδική πλέξη:

Τέσσερις άγωγοί συστρέφονται μέ τό ίδιο βήμα γύρω άπ' τόν άξονα της τετράδας σέ τρόπο, ώστε οί άντίστοιχοι άγωγοί ενός ζεύγους νά βρίσκονται πάντοτε ό ένας άπέναντι άπ' τόν άλλο [σχ. 13.2γ(γ)].



Σχ. 13.2γ.

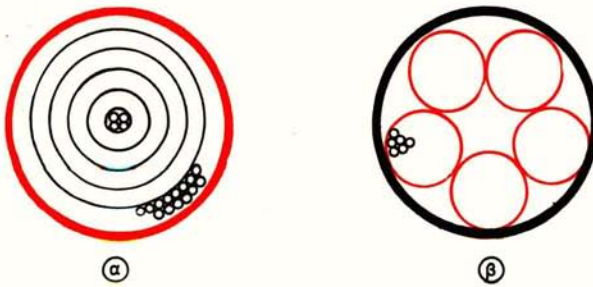
Είδη πλέξεως άγωγών καλωδίων: α) Πλέξη κατά ζεύγη. β) Πλέξη κατά τριάδες.
γ) Άστεροτετραδική πλέξη. δ) Διπλοζευγική πλέξη (τετράδα DM).

δ) Διπλοζευγική πλέξη ή πλέξη κατά διπλά ζεύγη ή τετράδα DM (Dieselhorst - Martin):

Τέσσερις άγωγοί συστρέφονται πρώτα ανά δύο, σχηματίζοντας δύο ζεύγη και τα δύο αυτά ζεύγη συστρέφονται κατόπιν μεταξύ τους [σχ. 13.2γ(δ)].

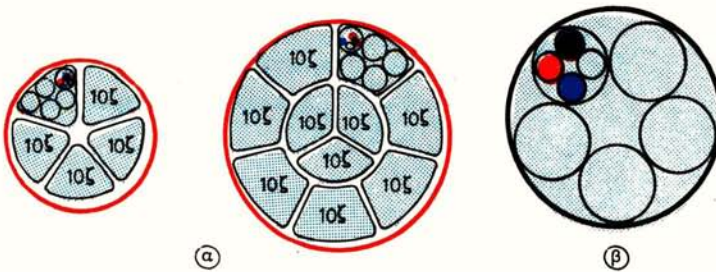
Κάθε ομάδα άγωγών που έχουν συστραφεί, όπως περιγράψαμε, σχηματίζοντας έτσι ένα ζεύγος, μία τριάδα κ.ο.κ., αποτελεί ένα **στοιχείο πλέξεως**. Ή ψυχή ενός καλωδίου σχηματίζεται από πολλά στοιχεία πλέξεως κατά δύο τρόπους: Μέ πλέξη κατά στρώσεις και μέ πλέξη κατά δέσμες.

Στήν **πλέξη κατά στρώσεις** ένα ή περισσότερα στοιχεία, που έχουν επίσης συστραφεί μεταξύ τους, σχηματίζουν τον **πυρήνα** του καλωδίου μέ κυκλική, βασικά διατομή [σχ. 13. 2δ(α)]. Γύρω άπ' τον πυρήνα, που αποτελεί την πρώτη στρώση, τοποθετούνται τόσα στοιχεία, ώστε νά καλυφθεί ή περιφέρειά του και κατόπιν συστρέφονται. Έτσι δημιουργείται μία δεύτερη όμοαξονική στρώση στοιχείων. Έπάνω σ' αυτή τή στρώση τοποθετείται τρίτη στρώση κ.ο.κ. Ή συστροφή των στοιχείων γίνεται έναλλακτικά σέ μία στρώση δεξιόστροφα, στήν έπόμενη άριστερόστροφα κ.ο.κ. Οί στρώσεις χωρίζονται μεταξύ τους μέ μόνωση από λουρίδες χαρτιού ή πλαστικού.



Σχ. 13.2δ.

Πλέξη κατά στρώσεις (α) καί κατά δέσμες (β).



Σχ. 13.2ε.

α) Κύρια δέσμη με πέντε καί δέκα βασικές δέσμες. β) Βασική δέσμη.

Στήν **πλέξη κατά δέσμες** ή ψυχή τοῦ καλωδίου σχηματίζεται ἀπό περισσότερες **κύριες δέσμες** [σχ. 13.2δ(β)]. Οἱ κύριες δέσμες σχηματίζονται εἴτε μέ πλέξη κατὰ στρώσεις ἀπό στοιχεῖα πλέξεως, εἴτε μέ πλέξη πέντε ἢ δέκα **βασικῶν δεσμῶν** [σχ. 13.2ε(α)]. Μία βασική δέσμη σχηματίζεται ἀπό πέντε ἀστεροτετράδες, πού πλέκονται μεταξύ τους μέ τό ἴδιο βῆμα [σχ. 13.2ε(β)]. Ἔτσι μία κύρια δέσμη μέ πέντε βασικές δέσμες περιέχει 50 ζεύγη ἀγωγῶν, μία κύρια δέσμη μέ δέκα βασικές δέσμες 100 ζεύγη ἀγωγῶν. Οἱ βασικές δέσμες διαμορφώνονται κατάλληλα, ὅπως φαίνεται ἐξιδανικευμένα στό σχῆμα 13.2ε(α), ὥστε νά μή μείνουν κενά στήν ψυχή τοῦ καλωδίου.

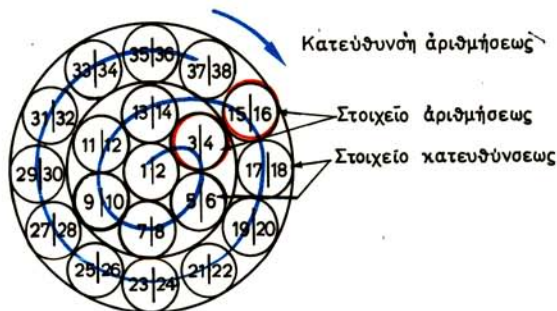
Καλώδια μέ πλέξη κατὰ δέσμες ἀποτελοῦνται πάντοτε ἀπό στοιχεῖα τοῦ ἴδιου τύπου. Καλώδια μέ πλέξη κατὰ στρώσεις μποροῦν νά περιλαμβάνουν στοιχεῖα διαφορετικῶν τύπων. Τά διαφορετικά στοιχεῖα συνδυάζονται, ὥστε νά ληφθεῖ γιά λόγους οἰκονομικούς, ἡ μικρότερη δυνατή ψυχή τοῦ καλωδίου.

Γιά τή σύνδεση τῶν ἀγωγῶν ἑνός καλωδίου σέ ἀγωγούς ἄλλου καλωδίου, σέ συσκευές κλπ., ἐπίσης γιά τόν ἔλεγχο τῶν διαφόρων ἀγωγῶν τοῦ καλωδίου, εἶναι ἀπαραίτητο νά μπορούμε νά διακρίνομε κάθε ἀγωγό στό καλώδιο, δηλαδή νά ἐντοπίζομε τήν ἀρχή καί τό τέρμα του. Ἡ διάκριση αὐτή γίνεται μέ τή βοήθεια χρωμάτων καί μέ κατάλληλη ἀρίθμηση τῶν ἀγωγῶν σέ ὀρισμένη κατεύθυνση.

Τά χρώματα πού χρησιμοποιοῦνται, ὁ τρόπος πού τοποθετοῦνται τά χρώματα στούς ἀγωγούς (ὁλόκληρος ὁ ἀγωγός χρωματισμένος, ἐγχρωμα δακτυλίδια σέ ὀρισμένες ἀποστάσεις στόν ἀγωγό, ἐγχρωμες λουρίδες κλπ.), ὁ τρόπος πού ἀριθμοῦνται τά στοιχεῖα (π.χ. κατεύθυνση ἀριθμήσεως ἀπ' τήν ἐξωτερική στρώση τοῦ

καλωδίου προς τό έσωτερικό ή αντίστροφα), ή διάκριση ομάδων από στοιχεία πλέξεως μέ χρωματιστά νήματα γύρω τους κλπ., διαφέρουν στους διάφορους τύπους καλωδίων.

Σάν παράδειγμα παρουσιάζει τό σχήμα 13.2στ τήν αρίθμηση τών άγωγών ενός έξωτερικού τηλεφωνικού καλωδίου. Στην άκρη του καλωδίου, πού φτάνει στό τηλεφωνικό κέντρο καί θεωρείται σάν άρχή, πραγματοποιείται ή αρίθμηση άπ' τήν έσωτερική στρώση προς τήν έξωτερική κατά τή φορά τών δεικτών του ρολογιού. Σέ κάθε στρώση υπάρχει ένα στοιχείο πλέξεως μέ ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, άπ' τό όποιο άρχίζει ή αρίθμηση στή στρώση (στοιχείο αρίθμησης). Στην άλλη άκρη του καλωδίου (τέρμα) ή αρίθμηση γίνεται επίσης άπ' τό έσωτερικό προς τό έξωτερικό αλλά σέ φορά **άντί-θετη** τών δεικτών του ρολογιού. Έτσι, έντοπίζεται ή άρχή καί τό τέρμα ενός στοιχείου. Η διάκριση τών άγωγών μέσα στό στοιχείο έπιτυγχάνεται άπ' τά χρώματα τών άγωγών, τή θέση τών δακτυλίων κλπ.



Σχ. 13.2στ.

Άρίθμηση τών άγωγών έξωτερικού τηλεφωνικού καλωδίου κατά τά γερμανικά πρότυπα VDE.

Τά καλώδια διακρίνουμε ανάλογα μέ τή χρήση τους σέ:

α) **Καλώδια συνδεσμολογιών**, πού χρησιμεύουν στίς συνδεσμολογίες τηλεπικοινωνιακών συσκευών.

β) **Καλώδια έσωτερικών έγκαταστάσεων**, πού συνδέουν έγκαταστάσεις μέσα σέ κτήρια. Τοποθετούνται επάνω στους τοίχους ή μέσα στους τοίχους σέ σωλήνες, ή κατ' ευθεία στό σοβά.

γ) **Έξωτερικά καλώδια**, πού συνδέουν τοπικά χωρισμένες έγκαταστάσεις. Καλώδια μέ όπλισμό τοποθετούνται κατ' ευθεία μέσα στή γή, ένώ καλώδια χωρίς όπλισμό μέσα σέ σωλήνες ή κανάλια. Στά καλώδια αυτά ανήκουν τά τηλεφωνικά καλώδια, πού συνδέουν τούς συνδρομητές μέ τό κέντρο καί τά διάφορα άστικά καί ύπεραστικά κέντρα μεταξύ τους (συνδρομητικά, τοπικά, περιοχικά, ύπεραστικά καλώδια). Επίσης τά καλώδια σηματοδοτήσεων καί μετρήσεων, πού χρησιμοποιούνται σέ τηλεκαθοδηγήσεις όργάνων, τηλενδείξεις, τηλεμετρήσεις κλπ.

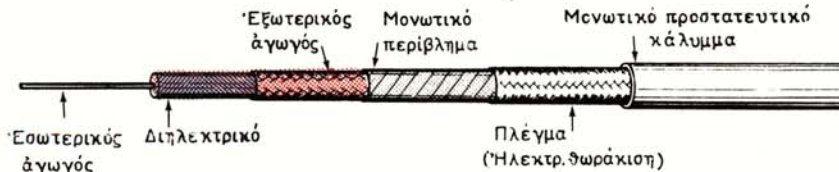
Μονωμένοι άγωγοί καί καλώδια χαρακτηρίζονται συνήθως μέ ένα ή περισσότερα γράμματα του λατινικού αλφαβήτου (μικρά καί κεφαλαία). Τά γράμματα αυτά δί-νουν τό είδος τής μονώσεως του προστατευτικού μανδύα, του όπλισμού, τή δομή του καλωδίου, τή χρήση του, ιδιαίτερες ιδιότητες, κατεργασία κλπ.

Τά καλώδια πού εξετάσαμε μέχρι τώρα περιλαμβάνουν **συμμετρικές γραμμές**. Μιά συμμετρική γραμμή αποτελείται από δύο όμοιους στήν κατασκευή άγωγούς (ίδιο άγώγιμο ύλικό καί μόνωση, ίδια διατομή). Οι άγωγοί αυτοί παρουσιάζουν τό ίδιο δυναμικό, τήν ίδια χωρητικότητα καί τήν ίδια αντίσταση μόνωσης ως προς τή

γῆ. Ἐπίσης ἡ ὠμική ἀντίσταση καί ἡ αὐτεπαγωγή τῆς γραμμῆς εἶναι ὁμοιόμορφα κατανεμημένες στους δύο ἀγωγούς.

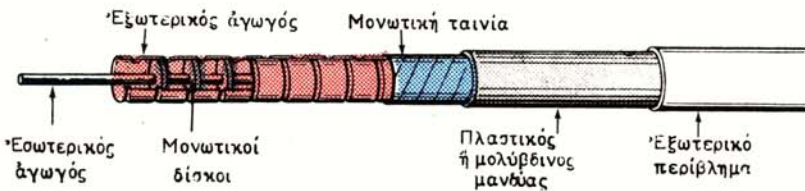
Ἀντίθετα πρὸς τὴ συμμετρική, μιὰ **ἀσύμμετρη γραμμή** ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο ἀγωγούς μὲ διαφορετική κατασκευή καί ἐπομένως μὲ διαφορετικά χαρακτηριστικά μεταξύ τους καί ὡς πρὸς τὴ γῆ. Στὶς ἀσύμμετρες γραμμές ἀνήκει ἡ ὁμοαξονική γραμμή.

Μιὰ **ὁμοαξονική γραμμή** ἀποτελεῖται ἀπὸ ἕναν ἐσωτερικό ἀγωγὸ πάχους 0,5 ὡς 5,0 mm, πού περιβάλλεται ἀπὸ διηλεκτρικό, π.χ. πολυαιθυλένιο, κυλινδρικής μορφῆς. Ὁ ἐξωτερικός ἀγωγὸς σχηματίζεται ἀπὸ ἕνα μεταλλικὸ πλέγμα ἢ ἀπὸ λεπτὸ φύλλο μετάλλου γύρω στὸ διηλεκτρικό (σχ. 13.2ζ). Γύρω ἀπ' τὸν ἀγωγὸ αὐτὸ το-



σχ. 13.2ζ.

Ὁμοαξονική γραμμή ὑψηλῆς συχνότητας.



σχ. 13.2η.

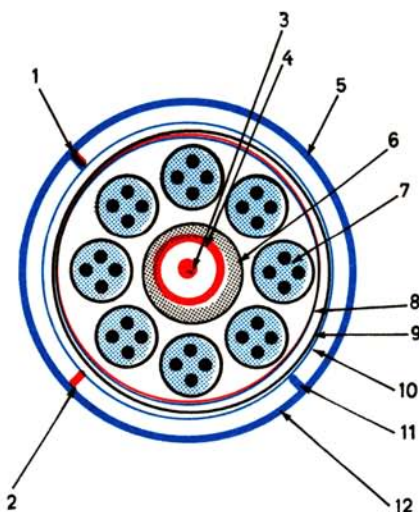
Ὁμοαξονικό καλώδιο.

ποθετεῖται μονωτικὸ περίβλημα. Ὅρισμένες γραμμές ἐφοδιάζονται πρόσθετα μὲ ἕνα μεταλλικὸ πλέγμα γιὰ ἡλεκτρική θωράκιση καί μὲ ἕνα ἀκόμη μονωτικὸ προστατευτικὸ κάλυμμα ἐπάνω σ' αὐτό. Οἱ ὁμοαξονικές γραμμές χρησιμοποιοῦνται γιὰ τὴ μετάδοση σημάτων ὑψηλῆς συχνότητας σὲ ἐγκαταστάσεις ἐκπομπῆς καί λήψης.

Ἀνάλογη κατασκευή μὲ τὴν ὁμοαξονική γραμμή παρουσιάζει τὸ **ὁμοαξονικὸ καλώδιο διηλεκτρικοῦ ἀέρα**. Στὸ καλώδιο αὐτὸ ὁ ἐξωτερικός ἀγωγὸς ἀπὸ χαλκὸ ἢ ἀλουμίνιο ἔχει τὴ μορφή κυλινδρικοῦ σωλήνα, πού περιβάλλει τὸν ἐσωτερικὸ ἀγωγό. Ὁ ἐσωτερικός ἀγωγὸς συγκρατεῖται στὸν ἄξονα τοῦ κυλινδρικοῦ σωλήνα μὲ δίσκους ἢ μὲ μιὰν ἑλικά ἀπὸ μονωτικὸ ὑλικό (σχ. 13.2η). Σὰν ἐξωτερικὸ περίβλημα τοποθετοῦνται ἀρκετές στρώσεις μονωτικῆς ταινίας καί μολύβδινος μανδύας ἢ μανδύας ἀπὸ πλαστικό. Κατὰ περίπτωσιν τοποθετοῦνται ἐπίσης ὀπλισμός καί προστατευτικὰ περιβλήματα. Τὰ ὁμοαξονικά καλώδια χρησιμεύουν στὴ μετάδοση εὐρείας ζώνης συχνότητων.

Ἐκτὸς ἀπὸ καθαρὰ συμμετρικά καί ὁμοαξονικά καλώδια, στὴν τηλεφωνία χρησιμοποιοῦνται καί **μικτὰ καλώδια** σὰν ὑπεραστικά καλώδια πολὺ μεγάλου ἀριθμοῦ καναλιῶν. Τὰ καλώδια αὐτὰ ἀποτελοῦνται ἀπὸ ὁμοαξονικές γραμμές διηλεκτρικοῦ

αέρα καί συμμετρικές γραμμές πού ή μόνωσή τους έπιτρέπει τή μετάδοση εύρείας ζώνης συχνοτήτων (μόνωση από πλαστικό). Στο σχήμα 13.2θ παρουσιάζεται ένα καλώδιο του τύπου αυτού. Το καλώδιο αποτελείται από έναν όμοαξονικό σωλήνα περιτριγυρισμένο με 8 άστεροτετράδες καί 4 άγωγούς για δοκιμές. Η όμοαξονική γραμμή έχει έσωτερικό άγωγό διαμέτρου 2,6 mm καί έξωτερικό άγωγό διαμέτρου 9,5 mm (τίς διαστάσεις αυτές έχει τό τυποποιημένο καλώδιο της CCITT). Οι άγωγοί των άστεροτετράδων έχουν διάμετρο 1,3 mm καί είναι μονωμένοι με Styroflex. Το καλώδιο είναι συνεχώς γεμάτο με άerio υπό πίεση, ώστε να διαπιστώνονται άμέσως άπ' τή μείωση της πίεσεως έμφανιζόμενες βλάβες στο προστατευτικό του περίβλημα.



Σχ. 13.2θ.

Μικτό υπεραστικό καλώδιο: 1) Άγωγός δοκιμής. 2) Άγωγός δοκιμής. 3) Έσωτερικός άγωγός. 4) Έξωτερικός άγωγός. 5) Άγωγός δοκιμής. 6) Περίβλημα από λουρίδες πλαστικού ύλικου. 7) Άστεροτετράδα. 8) Στρώση με λουρίδες Styroflex. 9) Στρώση με λουρίδες πολυαιθυλενίου. 10) Στρώση με λουρίδες χαρτιού. 11) Άγωγός δοκιμής. 12) 2 ως 3 στρώσεις χαρτιού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΛΥΧΝΙΕΣ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΕΩΣ

Οι λυχνίες σηματοδότησεως χρησιμεύουν στήν οπτική σηματοδότηση βλαβών καί διαφόρων καταστάσεων λειτουργίας ενός συστήματος. Στά τηλεφωνικά κυκλώματα χρησιμοποιούνται τριών ειδών λυχνίες: Λυχνίες πυρακτώσεως, λυχνίες άντιστάσεως καί λυχνίες αϊγλης.

14.1 Λυχνίες πυρακτώσεως.

Οι **λυχνίες πυρακτώσεως** κατασκευάζονται μέ μεταλλικό νήμα καί δείχνουν τή λειτουργική κατάσταση τών επιλογέων, όπως καί κάθε είδους βλάβες στό τηλεφωνικό κέντρο. Λυχνίες μέ διαφορετικά χρώματα — μπλέ, κόκκινο, πράσινο κ.ο.κ. — κάνουν γνωστό, όταν λειτουργήσουν, ότι κάκε π.χ. μιά ασφάλεια, ότι ένας άγωγός έχει γειωθεϊ κλπ. Οι λυχνίες πυρακτώσεως λειτουργοῦν μέ τάση 60 V ἢ 48 V στά δημόσια τηλεφωνικά κέντρα (24 V στά συνδρομητικά κέντρα) καί παρουσιάζουν άντίσταση σέ θερμή κατάσταση 1000 Ω περίπου (300 ὡς 500 Ω σέ συνδρομητικά κέντρα).

14.2 Λυχνίες άντιστάσεως.

Οι **λυχνίες άντιστάσεως** κατασκευάζονται μέ νήμα άπό ταντάλιο, πού έχει τήν ιδιότητα νά μεταβάλλει πάρα πολύ τήν άντίστασή του μέ τή θερμοκρασία. (Ένώ σέ ψυχρή κατάσταση ἡ άντίστασή του εἶναι 1000 Ω περίπου, στήν κατάσταση πυρακτώσεως φθάνει σέ τριπλάσια ὡς τετραπλάσια τιμή). Οι λυχνίες αυτές χρησιμοποιοῦνται γιά τήν προστασία ὀργάνων άπό ὑπερφόρτιση καί ταυτόχρονα γιά τή σηματοδότηση τῆς βλάβης.

Σέ κανονική λειτουργία ἡ λυχνία διαρρέεται άπό μικρό ρεύμα, πού θερμαίνει λίγο τό νήμα. Όταν αύξηθεϊ τό ρεύμα λόγω βραχυκυκλώματος, αύξάνει ἡ θερμοκρασία τοῦ νήματος, ἡ λυχνία άρχίζει νά άκτινοβολεϊ καί εἰδοποιεϊ γιά τή βλάβη. Παράλληλα αύξάνει σημαντικά ἡ άντίσταση τοῦ νήματος καί έμποδίζει τή διέλευση περισσότερου ρεύματος.

14.3 Λυχνίες αϊγλης.

Οι **λυχνίες αϊγλης** αποτελοῦνται άπό δύο ἡλεκτρόδια τοποθετημένα τό ένα άπέναντι στό άλλο σέ γυάλινο σωλήνα γεμάτο μέ εὐγενές άέριο. Κάτω άπό μιάν ὀρισμένη τιμή τάσεως στά ἡλεκτρόδια — τῆς τάσεως έναύσεως — ἡ λυχνία αποτελεί φραγμό στή διέλευση τοῦ ρεύματος. Ὑπερβαίνει ἡ τάση τήν τιμή αύτή, δημιουργεϊται έκκένωση αϊγλης στή λυχνία καί άπό τό άέριο διέρχεται ρεύμα. Όταν κατόπιν μειωθεϊ ἡ τάση κάτω άπό μιάν ὀρισμένη τιμή — τήν τάση σβέσεως — σταματᾷ ἡ έκκένωση καί ἡ διέλευση ρεύματος. Ἡ λυχνία αϊγλης χρησιμοποιεῖται σά διακόπτης γιά νά κλείσει π.χ. τό κύκλωμα ενός ρωστήρα, όταν ἡ τάση ὑπερβεῖ μιά συγκεκριμένη τιμή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΠΕΜΠΤΟ

ΑΣΦΑΛΕΙΕΣ ΚΑΙ ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ

Στίς τηλεφωνικές εγκαταστάσεις χρησιμοποιούνται ασφάλειες ρεύματος καί ασφάλειες τάσεως καθώς καί διακόπτες, πού ἔχουν προορισμό τήν προστασία τῶν γραμμῶν, τῶν ἡλεκτρικῶν πηγῶν καί τῶν συσκευῶν ἀπό βλάβες λόγω ὑπερφορτίσεων.

15.1 Ἀσφάλειες ρεύματος.

Οἱ **ασφάλειες ρεύματος** προστατεύουν τήν ἐγκατάσταση ἀπ' τῆς συνέπειες ὑπερβολικῶν ρευμάτων (ὑπερθέρμανση, ἐπικίνδυνη ὑπερφόρτιση). Στή βασική τους μορφή εἶναι **συντηκητικές ασφάλειες**. Περιλαμβάνουν ἓνα σύρμα, πού διαρρέεται ἀπ' τό ρεῦμα τοῦ προστατευόμενου κυκλώματος. Τό σύρμα εἶναι ὑπολογισμένο νά διαρρέεται συνεχῶς ἀπό ὀρισμένο ρεῦμα ὑπό ὀρισμένη τάση, χωρίς νά τοῦ προξενεῖται βλάβη. Τό ρεῦμα αὐτό ἀποτελεῖ τήν **ὀνομαστική ἔνταση** καί ἡ τάση τήν **ὀνομαστική τάση** τῆς ασφάλειας. Ὅταν τό ρεῦμα ὑπερβεῖ τήν ὀνομαστική ἔνταση, τό σύρμα τῆς ασφάλειας ὑπερθερμαίνεται μέ ἀποτέλεσμα, ἐφ' ὅσον ἡ ὑπερβασή συνεχίζεται, νά λειώσῃ μετά ἀπό ὀρισμένο χρονικό διάστημα καί νά διακόψῃ τό κύκλωμα. Ἡ τήξη τοῦ σύρματος πραγματοποιεῖται τόσο συντομότερα, ὅσο μεγαλύτερο εἶναι τό ἐπί πλέον ρεῦμα. Τό ρεῦμα, στό ὁποῖο λειτουργεῖ ἡ ἀσφάλεια μετά προκαθορισμένο χρόνο, ὀνομάζεται **ρεῦμα διακοπῆς** καί ἀποτελεῖ ἐπίσης ἓνα χαρακτηριστικό μέγεθος τῆς ασφάλειας.

Στήν τηλεφωνική τεχνική διακρίνομε τῆς ασφάλειες ρεύματος σέ **ασφάλειες γραμμῶν** καί **ασφάλειες συσκευῶν**.

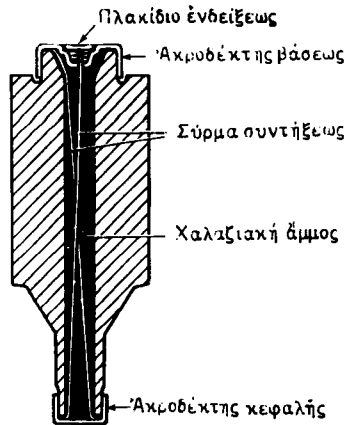
Οἱ **ασφάλειες γραμμῶν** χρησιμεύουν στήν προστασία τῶν ἡλεκτρικῶν γραμμῶν τῆς ἐγκαταστάσεως. Οἱ ασφάλειες αὐτές εἶναι ὅμοιες μέ τῆς ασφάλειες τῶν δικτύων διανομῆς ἡλεκτρικῆς ἐνέργειας καί τοποθετοῦνται σέ κάθε διακλάδωση τοῦ δικτύου, ὅπου μειώνεται ἡ διατομή τοῦ ἀγωγοῦ καί ἡ μέγιστη τιμή τοῦ ἐπιτρεπόμενου ρεύματος. Κατασκευάζονται γιά ὀνομαστικές ἐντάσεις πάνω ἀπό 10 A καί ἀποτελοῦνται ἀπό ἓνα πορσελάνινο σῶμα (φύσιγγα) γεμάτο μέ χαλαζιακή ἄμμο (σχ. 15.1α). Τό σύρμα συντήξεως ἀπό ἄργυρο εἶναι τεντωμένο κατὰ μήκος τοῦ σώματος, μέσα στήν ἄμμο μεταξύ ἐνός πλακιδίου ἐνδείξεως στόν ἀκροδέκτη τῆς βάσεως καί στόν ἀκροδέκτη τῆς κεφαλῆς.

Ὅταν τό ρεῦμα ὑπερβεῖ τήν ὀνομαστική του τιμή, λειώνει τό σύρμα καί τό ἡλεκτρικό τόξο, πού δημιουργεῖται στό σημεῖο τῆς διακοπῆς, σβήνεται ἀπ' τήν ἄμμο. Τό πλακίδιο στή βάση δέν συγκρατεῖται πιά ἀπ' τό σύρμα πού πιέζεται πρός τά ἐπάνω ἀπό ἓνα μικρό ἐλατήριο καί δείχνει ὅτι ἡ ἀσφάλεια ἔχει καεῖ.

Ὁ χρόνος τήξεως τῆς ασφάλειας προδιαγράφεται ἀνάλογα μέ τήν ἔνταση τοῦ ἐπί πλέον ρεύματος πού περνᾷ μέσα ἀπό αὐτήν. Ἀσφάλεια π.χ. 6 A (ὀνομαστική τιμή) πρέπει νά ἀντέξῃ σέ ὑπερφόρτιση μέ τό 1,5/πλάσιο τοῦ ρεύματος αὐτοῦ ἐπί

μία ώρα. Σέ υπερφόρτιση με τό 10/πλάσιο ρεύμα θά πρέπει νά λειώσκει σέ 20 ως 30 ms.

Οί **ασφάλειες συσκευών** προστατεύουν ξεχωριστές συσκευές τής εγκαταστάσεως. Κατασκευάζονται γιά όνομαστικές έντάσεις από 0,01 μέχρι 10 A καί δέν είναι δυνατόν νά υπερφορτισθοῦν σέ μακρό διάστημα. Όταν τό ρεύμα υπερβεῖ τήν όνομαστική τιμή, διακόπτεται τό κύκλωμα, ανάλογα μέ τήν ένταση, μέσα σέ 40 s τό πολύ. Όρισμένη επιβράδυνση στή διακοπή τοῦ κυκλώματος είναι απαραίτητη στά τηλεφωνικά κέντρα, διότι ἐκεῖ εμφανίζονται παλμοί ρεύματος (π.χ. κατά τήν δοθέτηση τῶν επιλογέων) πολύ ὑψηλότεροι ἀπ' τήν όνομαστική τιμή τής ασφάλειας. Οί ασφάλειες συσκευῶν κατασκευάζονται σέ δύο τύπους: σάν **ασφάλειες γυάλινου σωλήνα** καί σάν **επανασυγκολλητές ασφάλειες**.



Σχ. 15.1α.
Συντηκτική ασφάλεια γραμμής.



Σχ. 15.1β.
Ἀσφάλειες γυάλινου σωλήνα: α) Ἀπλή ασφάλεια. β) Μαχαιρωτή ασφάλεια.

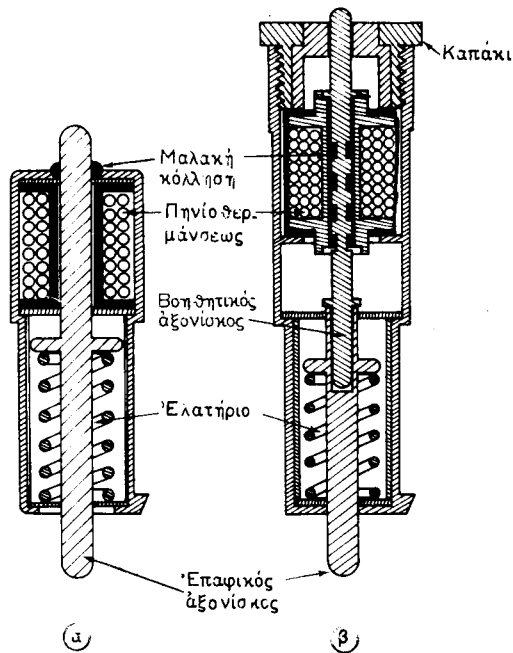
Ἡ **ασφάλεια γυάλινου σωλήνα** αποτελείται από ένα γυάλινο σωλήνα μέ μεταλλικά καλύμματα στά δύο άκρα σάν άκροδέκτες καί ἀπ' τό σύρμα συντήξεως. Ὁ σωλήνας είναι κενός ἢ περιέχει χαλαζιακή άμμος. Ἀνάλογα μέ τή διαμόρφωση τῶν άκροδεκτῶν διακρίνομε άπλές καί μαχαιρωτές ασφάλειες τοῦ τύπου αὐτοῦ (σχ. 15.1β).

Ἡ **επανασυγκολλητή ασφάλεια** περιλαμβάνει ένα πηνίο θερμάνσεως, πού διαρρέεται από τό ρεύμα τοῦ προστατευόμενου κυκλώματος. Στό έσωτερικό τοῦ πηνίου είναι τοποθετημένος ένας άξονίσκος (έπαφικός άξονίσκος), ό όποῖος μέ τό ένα

του άκρο πιέζει ένα ελατήριο. Ό άξονίσκος συγκρατείται στη θέση του σέ κανονική λειτουργία από μία μαλακή κόλληση [σχ. 15.1γ(α)].

Όταν περάσει άπ' τό πηνίο υπερβολικό ρεύμα, λειώνει ή κόλληση, άπελευθερώνεται ό άξονίσκος καί τό ελατήριο τόν ώθει πρός τά έξω. Έδω βάζει σέ λειτουργία έπαφείς, πού διακόπτουν τό προστατευόμενο κύκλωμα καί κλείνουν ένα κύκλωμα σηματοδότησεως, πού είδοποιεί γιά τή βλάβη. Η άσφάλεια αύτή έπανασυγκολλάται μέ τή βοήθεια είδικής διατάξεως καί χρησιμοποιείται καί πάλι.

Στήν ίδια κατηγορία μέ τήν έπανασυγκολλητή άνήκει καί ή **άναστρεφόμενη άσφάλεια** [σχ. 15.1γ(β)], στήν όποία ό έπαφικός άξονίσκος πιέζεται από ένα δεύτερο, βοηθητικό άξονίσκο, πού συγκρατείται στη θέση του μέσα στό φυσίγγιο μέ μαλακή κόλληση.



Σχ. 15.1γ.

Έπανασυγκολλητή άσφάλεια (α) καί άναστρεφόμενη άσφάλεια (β).

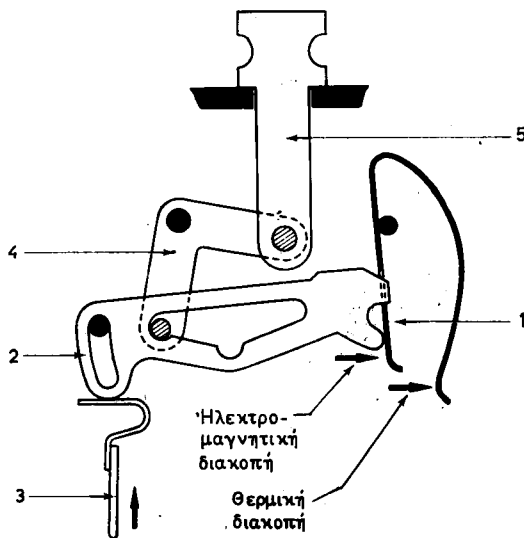
Όταν υπερθερμανθεί από υπερβολικό ρεύμα τό πηνίο θερμάνσεως, λειώνει ή κόλληση καί ό έπαφικός άξονίσκος πιέζει τό βοηθητικό άξονίσκο πρός τά έπάνω. Στή νέα του θέση συγκολλάται αυτόματα ό βοηθητικός άξονίσκος, μόλις κρυώσει ή κόλληση μετά τή διακοπή τοῦ κυκλώματος. Για νά ξαναχρησιμοποιηθεί ή άσφάλεια, χρειάζεται άπλως νά ξεβιδωθεί τό καπάκι καί νά άναστραφεί τό φυσίγγιο.

Μέ τίς δύο τελευταίες άσφάλειες πού περιγράψαμε έπιτυγχάνεται ή άπαραίτητη έπιβράδυνση στή διακοπή τοῦ κυκλώματος λόγω τής έμμεσής τους λειτουργίας (τό ρεύμα τοῦ κυκλώματος δέν περνά άπ' τό συντηκόμενο σύρμα, άλλα θερμαίνει τό πηνίο πού λειώνει τήν κόλληση). Μειονέκτημά τους είναι, ότι μέ τίς επανειλημμένες κολλήσεις καί άποκολλήσεις μεταβάλλονται οι χαρακτηριστικές τους τιμές καί

μειώνεται ή διάρκεια τής ζωής τους. Επίσης υπάρχει κίνδυνος, αν αύξηθεϊ πολύ γρήγορα τό ρεύμα σέ περίπτωση βραχυκυκλώματος, νά καταστραφεϊ τό θερμικό πηνίο, πρίν λειώσκει ή κόλληση καί νά μή λειτουργήσκει ή ασφάλεια. Γιά τούς λόγους αὐτούς χρησιμοποιοῦμε παράλληλα μέ τίς ασφάλειες καί **προστατευτικούς διακόπτες**, εἰδικά σχεδιασμένους γιά τηλεφωνικά κυκλώματα.

15.2 Διακόπτες.

Ὁ διακόπτης εἶναι ἐφοδιασμένος μέ ἓνα μαγνητικό σύστημα γιά γρήγορη **ἡλεκτρομαγνητική διακοπή**, ὅταν τό ρεύμα ὑπερβεϊ κατά πολύ τήν ὀνομαστική τιμή, καί μιά διμεταλλική λουρίδα μέ θερμικό πηνίο γιά **θερμική διακοπή** μετά ὀρισμένο χρονικό διάστημα σέ σχετικά μικρές ἀλλά συνεχεῖς ὑπερβάσεις τής ὀνομαστικῆς τιμῆς (σχ. 15.2α).



Σχ. 15.2α.

Βασική δομή τοῦ τηλεφωνικοῦ προστατευτικοῦ διακόπτη: 1) Φρακτικό ελατήριο.

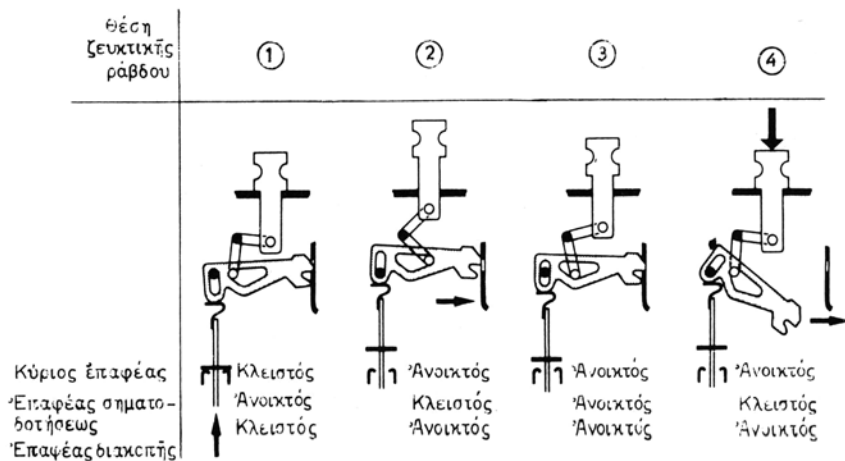
2) Παλινδρομικός ἀξονίσκος. 3) Ἐπαφική ράβδος. 4) Ὁρθογώνιος μοχλός.

5) Ζευκτική ράβδος.

Τά δύο συστήματα δροῦν παράλληλα ἐπάνω στό φρακτικό ελατήριο 1 (διμεταλλική λουρίδα τοῦ θερμικοῦ συστήματος), πού ἀποδεσμεύεται καί ἀφήνει ἐλεύθερο τόν παλινδρομικό ἀξονίσκο 2 καί τήν ἐπαφική ράβδο 3. Κάτω ἀπ' τήν ἐπίδραση ἑνός ελατηρίου τῆς ἐπαφικῆς ράβδου ὠθεῖται ὁ παλινδρομικός ἀξονίσκος καί μέσω τοῦ ὀρθογωνίου μοχλοῦ 4 ἡ ζευκτική ράβδος 5, ἡ ὁποία ἐκτινάσσεται πρὸς τά ἐπάνω δείχνοντας ἔτσι τήν κατάσταση τοῦ διακόπτη. Μέ τήν κίνηση τῆς ἐπαφικῆς ράβδου πρὸς τά ἐπάνω ἀνοίγει ὁ κύριος ἐπαφίας τοῦ διακόπτη καί μέσω αὐτοῦ ὁ ἐπαφίας διακοπῆς τοῦ προστατευόμενου κυκλώματος.

Τό σχῆμα 15.2β δείχνει τίς 4 διαφορετικές θέσεις, πού μπορεῖ νά πάρει ὁ παλινδρομικός ἀξονίσκος καί τίς θέσεις τῆς ζευκτικῆς ράβδου. Στή θέση 1 ἐπανερχεται ὁ διακόπτης ἀπ' τῆς θέσης 2, ὅταν πιέσουμε τῆς ζευκτικῆς ράβδου πρὸς τά κάτω. Στήν ἐνδιάμεση θέση 3 ὁ διακόπτης ὁδηγεῖται ἐπίσης μέ τό

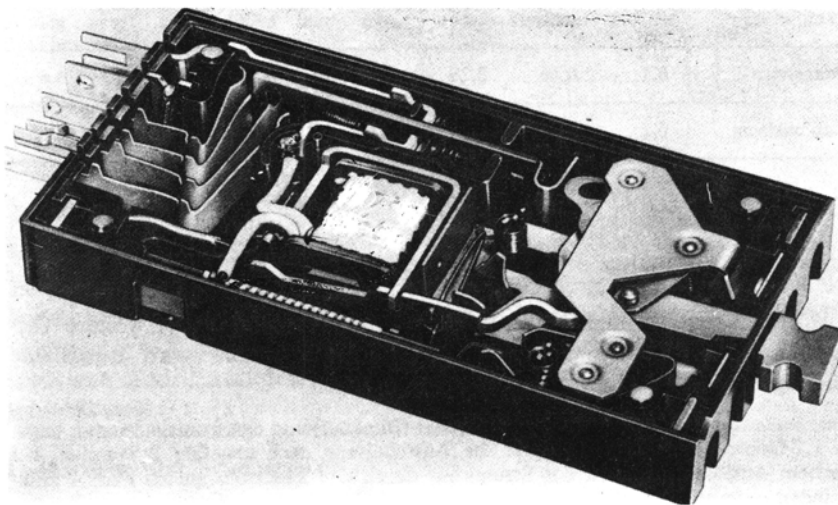
χέρι καί διακόπτει τό κύκλωμα σηματοδότησεως, ενώ τό κύκλωμα λειτουργίας παραμένει άνοικτό. Στή θέση 4 έρχεται αυτόματα ό διακόπτης όταν πιεστεί ή ζευκτική ράβδος, χωρίς προηγουμένως νά έχει διορθωθεί ή βλάβη πού προκάλεσε τή λειτουργία του διακόπτη.



Σχ. 15.2β.

Θέσεις λειτουργίας του προστατευτικού διακόπτη: 1) Πιεσμένη - Θέση λειτουργίας. 2) Έκτιναγμένη προς τά έξω ήλεκτρική διακοπή. 3) Άνοικτή στή ένδιάμεση θέση χωρίς σήμα συναγερμού. 4) Πιεσμένη - διακοπή ήλεκτρική.

Τό σχήμα 15.2γ δείχνει συναρμολογημένο τόν προστατευτικό διακόπτη.



Σχ. 15.2γ.

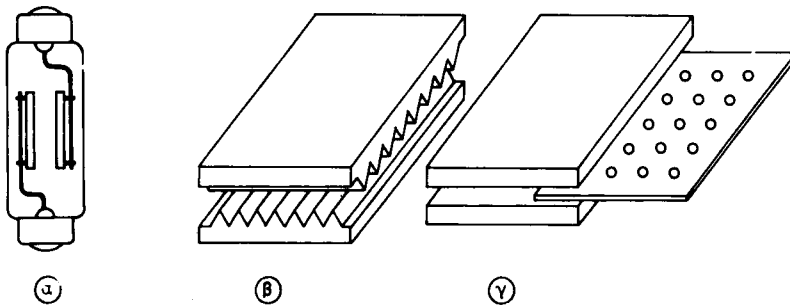
Προστατευτικός διακόπτης.

15.3 Άσφάλειες τάσεως.

Οι **άσφάλειες τάσεως** προστατεύουν τις εγκαταστάσεις από υπερβολικές τάσεις, που εμφανίζονται σε έναέριες γραμμές για διάφορους λόγους, π.χ. από ατμοσφαιρικές εκκενώσεις, επαφή με δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας κλπ.

Η άσφάλεια **γυάλινου σωλήνα** αποτελείται συνήθως από δύο ηλεκτρόδια τοποθετημένα σε μικρή απόσταση το ένα απ' τ' άλλο, μέσα σ' ένα γυάλινο σωλήνα γεμάτο με εύγενές αέριο [σχ. 15.3 (α)]. Το ένα ηλεκτρόδιο συνδέεται με την έναέρια γραμμή, το άλλο γειώνεται. Σε υπερβολικές τάσεις στη γραμμή (περισσότερο από 230 V περίπου) δημιουργείται ηλεκτρική εκκένωση στο σωλήνα και το ρεύμα ρέει στη γη παρακάμπτοντας τις εγκαταστάσεις του κέντρου.

Λιγότερη ευαισθησία και αξιοπιστία παρουσιάζουν οι **άσφάλειες άνθρακα**, που αποτελούνται από δύο απέναντι πλάκες άνθρακα με πριονωτή επιφάνεια [σχ. 15.3 (β)] ή δύο λείες πλάκες άνθρακα χωρισμένες με μία διάτρητη πλάκα από πλαστικό ή μαρμαρυγία [σχ. 15.3(γ)].



Σχ. 15.3.

Άσφάλειες τάσεως: α) Άσφάλεια γυάλινου σωλήνα. β) Άσφάλεια άνθρακα με πριονωτές επιφάνειες. γ) Άσφάλεια άνθρακα με λείες επιφάνειες και διαχωριστική πλάκα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΕΚΤΟ

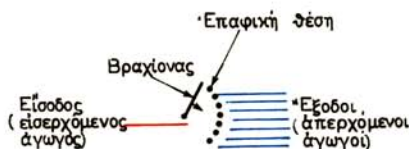
ΕΠΙΛΟΓΕΙΣ

Μαζί με τό ρωστήρα ὁ ἐπιλογέας ἀποτελεῖ τή σπουδαιότερη κατασκευαστική μονάδα στήν τηλεφωνική τεχνική. Σκοπός τοῦ ἐπιλογέα εἶναι νά προσδιορίζει ἀπό ἕνα πλῆθος γραμμῶν, πού ὀνομάζονται **ἀπερχόμενες γραμμές**, μιά γραμμή καί νά τή συνδέει μέ μίαν ἄλλη γραμμή, τήν **εἰσερχόμενη γραμμή**.

Μιά γραμμή περιλαμβάνει κατὰ κανόνα περισσότερους ἀπό ἕνα ἀγωγούς, δηλαδή τοὺς δύο ἀγωγούς τοῦ κυκλώματος ὁμιλίας, πού χαρακτηρίζονται μέ τὰ γράμματα α καί β, τόν ἀγωγό δοκιμῆς c, ἀγωγούς καθοδηγήσεως κυκλωμάτων κ.ο.κ. Ἔτσι ὁ ἐπιλογέας συνδέει **ταυτόχρονα** δύο ἢ περισσότερους εἰσερχόμενους ἀγωγούς μέ ἰσάριθμους ἀπερχόμενους ἀγωγούς **δύο** γραμμῶν.

Γιά τή σύνδεση ἑνός εἰσερχόμενου μέ ἕναν ἀπερχόμενο ἀγωγό ἔχουν ἐφαρμοστεῖ μέχρι σήμερα δύο βασικές τεχνικές λύσεις, ὅπως ἀναφέραμε στό Πρῶτο Μέρος τοῦ βιβλίου.

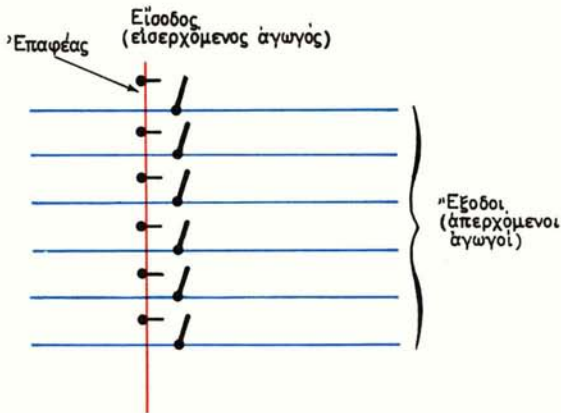
Στήν **πρώτη λύση** ὁ εἰσερχόμενος ἀγωγός εἶναι συνδεδεμένος στό ἄκρο ἑνός κινούμενου βραχίονα, ἐνῶ οἱ ἀπερχόμενοι ἀγωγοί ξεκινοῦν ἀπό ἐπαφικές θέσεις μονωμένες μεταξύ τους καί ταξινομημένες σέ ὀρισμένη ἀπόσταση ἀπό τό βραχίονα. Μέ τή βοήθεια ἑνός ἡλεκτρομαγνητικοῦ μηχανισμοῦ καθοδηγεῖται ὁ βραχίονας στήν κατάλληλη θέση ἐπαφῆς καί πραγματοποιεῖ τή σύνδεση τῶν δύο ἀγωγῶν. Τό σχῆμα 16α δείχνει τή λύση αὐτή γιά ἕνα **περιστροφικό ἐπιλογέα**. Ὁ βραχίονας περιστρέφεται στήν κατεύθυνση τοῦ βέλους καί μπορεῖ νά φθάσει ὅποιονδήποτε ἀπερχόμενο ἀγωγό.



Σχ. 16α.

Ἀρχή λειτουργίας περιστροφικοῦ ἐπιλογέα.

Στή **δεύτερη λύση** ὁ εἰσερχόμενος ἀγωγός διασταυρῶνεται μέ τοὺς ἀπερχόμενους ἀγωγούς (σχ. 16β). Στά σημεῖα διασταυρώσεως ὑπάρχουν ἐπαφεῖς, καθένας ἀπ' τοὺς ὁποίους μπορεῖ νά ἐνεργοποιηθεῖ χωριστά ἀπό κατάλληλους μηχανισμούς. Ἀνάλογα μέ τόν ἐπαφέα πού ἐνεργοποιεῖται συνδέεται ὁ εἰσερχόμενος μέ ἕναν ἀπερχόμενο ἀγωγό.



Σχ. 16β.

Ἀρχή λειτουργίας ἐπιλογέα μέ ἐπαφείας.

Σύμφωνα μέ τήν πρώτη λύση ἔχουν κατασκευαστεῖ οἱ **βηματοπορισκοί** καί οἱ **κινητηριακοί ἐπιλογεῖς**, ἐνῶ σύμφωνα μέ τή δεύτερη λύση οἱ **ραβδεπαφικοί ἐπιλογεῖς**, πού θά γνωρίσουμε πιό κάτω. Καί στίς δύο κατηγορίες ἐπιλογέων μπορούμε νά διακρίνομε τρία βασικά τμήματα: τήν **ἐπαφική ἔδρα**, τό **ζευκτικό μέλος** καί τόν **κινητήριο μηχανισμό**.

Ἡ **ἐπαφική ἔδρα** ἢ **τράπεζα ἐπαφῶν** περιλαμβάνει τίς μονωμένες μεταξύ τους ἐπαφικές θέσεις, στίς ὁποῖες συνδέονται οἱ ἀπερχόμενες γραμμές, καί ὀρισμένες ἐπαφικές θέσεις, πού χρησιμοποιοῦνται γιά τή λειτουργία τοῦ ἐπιλογέα. Οἱ ἐπαφικές θέσεις τῶν ἀπερχομένων γραμμῶν ὀνομάζονται **ἐξοδοί** τοῦ ἐπιλογέα.

Τό **ζευκτικό μέλος** εἶναι τό κινούμενο-τμήμα τοῦ ἐπιλογέα. Ἀποτελεῖται βασικά εἴτε ἀπό κινούμενους βραχίονες, στούς ὁποῖους εἶναι συνδεδεμένοι οἱ ἀγωγοί τῆς εἰσερχόμενης γραμμῆς (πρώτη κατηγορία ἐπιλογέων), εἴτε ἀπό ἐπαφείες καί στελέχη πού στρέφονται ἐλαφρά καί τούς ἐνεργοποιοῦν (δεύτερη κατηγορία ἐπιλογέων). Ἡ θέση, στήν ὁποία συνδέεται ἡ εἰσερχόμενη γραμμή, ὀνομάζεται **εἴσοδος** τοῦ ἐπιλογέα.

Ὁ **κινητήριος μηχανισμός** μεταφέρει τούς βραχίονες τοῦ ζευκτικοῦ μέλους στήν ἀπαιτούμενη ἐξοδο ἢ κινεῖ τά στελέχη πού ἐνεργοποιοῦν τούς ἐπαφείες.

Τά τρία αὐτά βασικά τμήματα, ἐπαφική ἔδρα, ζευκτικό μέλος καί κινητήριος μηχανισμός, διαφέρουν σημαντικά στούς διάφορους τύπους ἐπιλογέων καί χρησιμεύουν γιά τή διάκρισή τους. Ἔτσι ἀνάλογα μέ τό **μέγεθος** τῆς ἐπαφικῆς ἔδρας ξεχωρίζομε ἐπιλογεῖς μέ 10, 15, 25, 50, 100, 200 μέχρι καί 500 ἐξόδους, πού τούς ὀνομάζομε ἰδιαίτερα **δεκαμερεῖς, δεκαπενταμερεῖς, εἰκοσιπενταμερεῖς** κ.ο.κ.

Ἀνάλογα μέ τήν **τροχιά** πού διαγράφει τό ζευκτικό μέλος ξεχωρίζομε **περιστροφικούς ἐπιλογεῖς**, πού ἐκτελοῦν μιά καθαρά κυκλική κίνηση σέ μιά κατεύθυνση, **ὑψοστροφικούς ἐπιλογεῖς** μέ μιάν εὐθύγραμμη κίνηση ἀνυψώσεως καί μιά κυκλική κίνηση περιστροφῆς, δηλαδή μέ δύο κατευθύνσεις κινήσεως καί **ραβδεπαφικούς ἐπιλογεῖς** χωρίς ἀξιόλογη κίνηση. Γενικά ἡ κίνηση τῶν ἐπιλογέων μπορεῖ νά εἶναι

μεγάλης ή πολύ μικρής εκτάσεως εύθύγραμμη ή κυκλική κίνηση ή συνδυασμός των δύο και νά πραγματοποιοειται σέ ένα ή δύο επίπεδα.

Ανάλογα μέ τόν **τρόπο κινήσεως** τοῦ ἐπιλογέα ξεχωρίζομε ἐπιλογεῖς μέ **ἀτομική κινήσιδότηση** καί ἐπιλογεῖς μέ **κεντρική κινήσιδότηση**. Στήν πρώτη περίπτωση ὁ κάθε ἐπιλογέας ἔχει ἀποκλειστικά δικό του ἕναν κινητήριο μηχανισμό (οἱ κινητῆριακοὶ ἐπιλογεῖς π.χ. ἕνα ἀτομικό ἠλεκτροκινητήρα). Στή δεύτερη περίπτωση ὁρισμένος ἀριθμός ἐπιλογέων παίρνει τήν κίνηση ἀπό ἕναν κεντρικό ἄξονα κινητήρα, πού περιστρέφεται συνεχῶς. Μέ τόν ἄξονα αὐτόν συνδέεται τό ζευκτικό μέλος τοῦ ἐπιλογέα ὅσο διάστημα χρειάζεται γιά τήν καθοδήγησή του καί κατόπιν ἀποσυνδέεται.

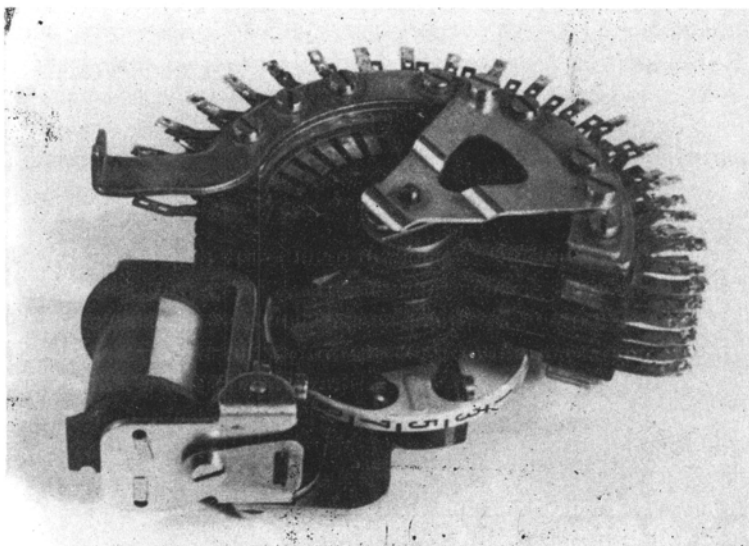
Ἡ κίνηση, τέλος, τῶν βραχιόνων, διακρίνει τίς δύο μεγάλες κατηγορίες τῶν βηματοπορικῶν καί κινητῆριακῶν ἐπιλογέων. Στούς **βηματοπορικούς ἐπιλογεῖς** ἡ κίνηση πραγματοποιοειται βῆμα πρὸς βῆμα, εἶναι δηλαδή διακοπτόμενη. Στούς **κινητῆριακοὺς ἐπιλογεῖς**, ἀντίθετα, ἡ κίνηση εἶναι σχεδόν συνεχῆς καί ὁμαλή.

16.1 Βηματοπορικοί ἐπιλογεῖς.

Στήν Ἑλλάδα ἔχουν εἰσαχθεῖ δύο τύποι βηματοπορικῶν ἐπιλογέων: ὁ **περιστροφικός** καί ὁ **ὑποστροφικός ἐπιλογέας**.

α) Περιστροφικός ἐπιλογέας.

Ὁ βηματοπορικός περιστροφικός ἐπιλογέας (σχ. 16.1α) ἐκτελεῖ μία μόνο κυκλική κίνηση σέ μία κατεύθυνση, βῆμα πρὸς βῆμα. Τό ζευκτικό μέλος καί ὁ κινητήριος



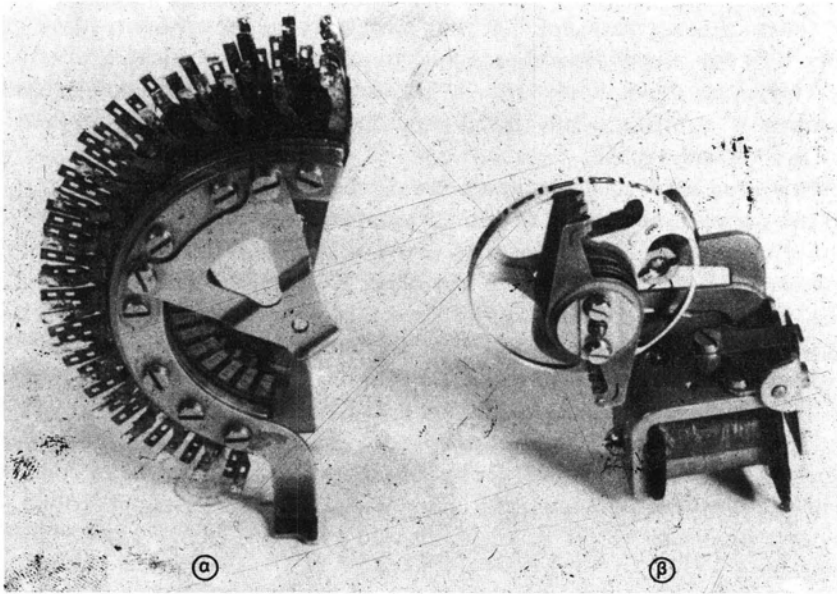
Σχ. 16.1α.
Περιστροφικός ἐπιλογέας.

μηχανισμός ἀποτελοῦν μία κατασκευαστική μονάδα, τό **ζευκτικό μηχανισμό**, πού μπορεῖ εὐκόλα νά ἀποχωριστεῖ ἀπ' τήν ἐπαφική ἔδρα καί νά ἀντικατασταθεῖ, ὅταν

ο έπιλογέας είναι συναρμολογημένος στο τηλεφωνικό κέντρο (σχ. 16.1β).

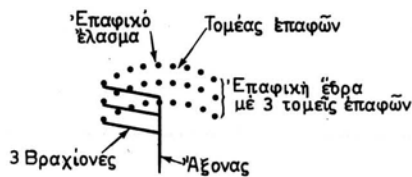
Η έπαφική έδρα.

Η έπαφική έδρα αποτελείται από **έπαφικά έλάσματα** μονωμένα μεταξύ τους και τοποθετημένα σε τμήμα τής περιφέρειας κύκλου τό ένα δίπλα στο άλλο και σε περισσότερα επίπεδα, όπως φαίνεται παραστατικά στο σχήμα 16.1γ. Τά έλάσματα ενός έπιπέδου σχηματίζουν ένα τομέα **τομέα έπαφών**.



Σχ. 16.1β.

Έπαφική έδρα (α) και ζευκτικός μηχανισμός (β) περιστροφικού έπιλογέα.



Σχ. 16.1γ.

Περιστροφικός έπιλογέας με τρεις βραχίονες.

Κάθε τομέας περιλαμβάνει ανάλογα με τό μέγεθος του 10, 15 ή 25 έξόδους, στις όποιες συνδέονται με κόλληση οι άπερχόμενοι άγωγοί. Μέ κολλήσεις έπίσης τοποθετούνται τά σύρματα, πού συνδέουν τίς αντίστοιχες έξόδους όρισμένου άριθμού έπιλογέων, δηλαδή όλες τίς έξόδους 1, όλες τίς 2, τίς 3 κ.ο.κ. τών έπιλογέων αυτών, σχηματίζοντας τό λεγόμενο **πολλαπλασιαστικό πεδίο** (τή χρήση του πολλαπλασιαστικού πεδίου θά γνωρίσουμε άργότερα).

Ἐκτός ἀπό τὰ ἐλάσματα τῶν ἐξόδων ὑπάρχει σέ κάθε τομέα ἐπαφῶν ἓνα ἔλασμα στήν ἀρχή, στό ὁποῖο ἐφάπτονται οἱ βραχίονες, ὅταν δέν ἐργάζεται ὁ ἐπιλογέας — ἡ **θέση ἡρεμίας** ἢ **μηδενική θέση** — καί ἓνα ἔλασμα στό τέλος, στό ὁποῖο φθάνουν οἱ βραχίονες, ὅταν δέν βροῦν μίαν ἐλεύθερη γραμμή ἐξόδου γιά νά συνδεθεῖ ἡ εἴσοδος — ἡ **θέση ἐκτροφῆς** — μέ τή βοήθεια τοῦ ὁποῖου ἀποστέλλεται τό σῆμα κατελιγμένου.

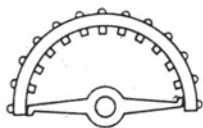
Τό ζευκτικό μέλος.

Τό ζευκτικό μέλος περιλαμβάνει τούς **βραχίονες** γιά τή σύνδεση τῶν ἀγωγῶν εἰσόδου - ἐξόδου, τόν **ὀδοντωτό τροχό** γιά τή μετάδοση τῆς κινήσεως ἀπ'τόν κινητήριο μηχανισμό στους βραχίονες καί τό **ἀριθμημένο τύμπανο**, πού δείχνει, σέ συνδυασμό μέ ἓνα δείκτη, τήν ἐξοδο στήν ὁποία ἔχουν σταματήσει οἱ βραχίονες [(σχ. 16.1β(β) καί 16.1ζ)].

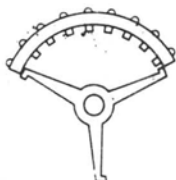
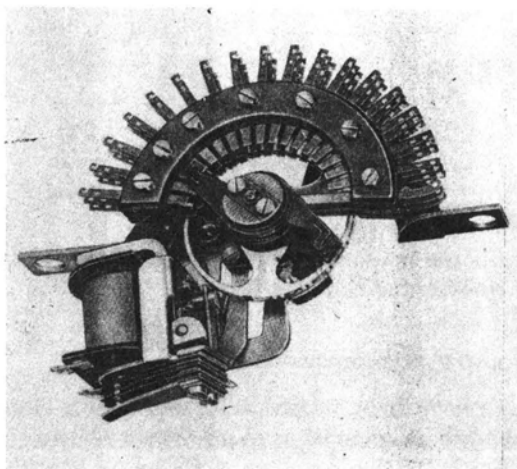
Ὁ ἐπιλογέας κατασκευάζεται συνήθως μέ **τρεις** βραχίονες στερεωμένους στόν ἄξονα τοῦ ὀδοντωτοῦ τροχοῦ. Οἱ δύο βραχίονες συνδέουν τούς ἀγωγούς ὁμιλίας α καί β, ὁ τρίτος τόν ἀγωγό δοκιμῆς c. Οἱ βραχίονες εἶναι μονωμένοι μεταξύ τους καί συναρμολογημένοι ὁ ἓνας κάτω ἀπ' τόν ἄλλο. Σέ κάθε βραχίονα ἀντιστοιχεῖ ἓνας τομέας ἐπαφικῶν ἐλασμάτων (σχ. 16.1α καί 16.1γ). Ἐπιλογέας δηλαδή μέ τρεῖς βραχίονες ἔχει τρεῖς τομεῖς ἐλασμάτων. Οἱ ἀγωγοί α,β καί c μιᾶς ἀπερχόμενης γραμμῆς συνδέονται σέ τρία κατακόρυφα ἐλάσματα τῶν τριῶν τομέων μέ τήν ἴδια σειρά, πού συνδέονται οἱ ἀγωγοί α, β καί c τῆς γραμμῆς εἰσόδου στους τρεῖς βραχίονες. Ἔτσι, ὅταν περιστρέφεται ὁ ἄξονας τοῦ ἐπιλογέα ὀλισθαίνουν ταυτόχρονα οἱ βραχίονες ἐπάνω στά ἐπαφικά ἐλάσματα μιᾶς γραμμῆς καί στή θέση πού σταματοῦν ἀποκαθιστοῦν τή σύνδεση τῆς γραμμῆς εἰσόδου μέ τή γραμμή ἐξόδου. Τούς βραχίονες χαρακτηρίζομε μέ τὰ μικρά λατινικά γράμματα α,β, c κ.ο.κ. τῶν ἀγωγῶν πού συνδέουν.

Ἐπειδή οἱ βραχίονες κινοῦνται σέ μιά μόνο κατεύθυνση, δέν μποροῦν δηλαδή νά κινηθοῦν καί πρὸς τὰ πίσω, γιά νά ἐπιστρέψουν στή θέση ἡρεμίας ἀπό μία θέση ἐργασίας πρέπει νά στραφοῦν στήν ἴδια κατεύθυνση. Γιά νά μειωθεῖ ὁ δρόμος τῆς ἐπιστροφῆς καί ὁ χρόνος πού ὁ ἐπιλογέας θά εἶναι ἔτοιμος νά ἐξυπηρετήσῃ μιά νέα σύνδεση, κατασκευάζονται οἱ βραχίονες μέ δύο ἢ τρία **σκέλη**. Ἄν ἡ ἐπαφική ἔδρα σχηματίζει ἡμικύκλιο (15/μερεῖς ἐπιλογεῖς καί ἄνω), χρησιμοποιοῦνται βραχίονες μέ δύο σκέλη, πού ἀπέχουν μεταξύ τους 180° [σχ. 16.1δ(α)]. Ἄν ἡ ἐπαφική ἔδρα κατέχει τό 1/3 τῆς περιφέρειας κύκλου (10/μερεῖς ἐπιλογεῖς), χρησιμοποιοῦνται βραχίονες μέ τρία σκέλη μετατοπισμένα κατά 120° [σχ. 16.1δ(β)]. Ἔτσι, ὅταν ἓνα σκέλος ἔχει φθάσῃ στή θέση ἐκτροφῆς, ἓνα ἄλλο σκέλος βρίσκεται ἀκριβῶς ἐμπρός στή θέση ἡρεμίας, στήν ὁποία φθάνει μέ τό ἐπόμενο βῆμα.

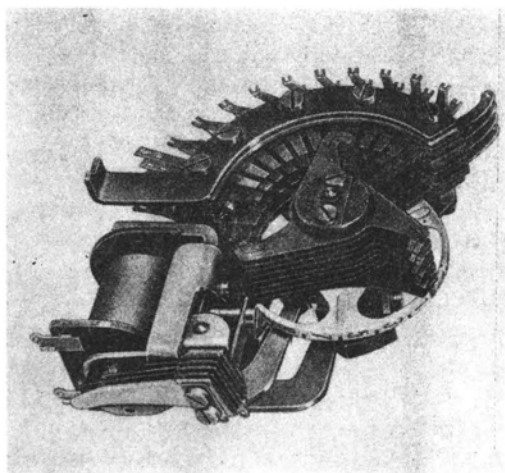
Ὁ ἀριθμός τῶν ἐξόδων ἑνός ἡμικυκλικοῦ περιστροφικοῦ ἐπιλογέα μπορεῖ νά διπλασιαστεῖ τοποθετώντας μιά δεύτερη ἐπαφική ἔδρα χαμηλότερα ἀπ' τήν πρώτη καί μιά δεύτερη ὁμάδα βραχιόνων. Ἡ δεύτερη αὕτη ὁμάδα βραχιόνων εἶναι μετατοπισμένη κατά 180° σχετικά μέ τήν πρώτη ὁμάδα καί βρίσκεται στό ἴδιο ὕψος μέ τήν πρώτη ἐπαφική ἔδρα. Ἡ γραμμή εἰσόδου εἶναι ἀγώγιμα συνδεμένη καί μέ τίς δύο ὁμάδες βραχιόνων. Στήν ἀρχή ὀλισθαίνει ἡ ἐπάνω ὁμάδα βραχιόνων στήν ἐπάνω ἐπαφική ἔδρα, στήν ὁποία εἶναι συνδεμένες π.χ. οἱ γραμμές ἐξόδου 1 ὥς 25. Κατόπιν ὀλισθαίνει ἡ κάτω ὁμάδα βραχιόνων στήν κάτω ἐπαφική ἔδρα, στήν ὁποία



(α)



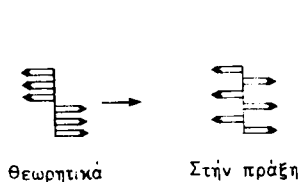
(β)

**Σχ. 16.16.**

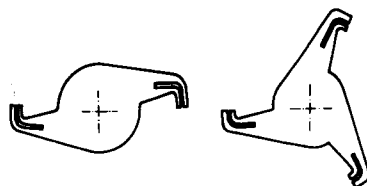
Περιστροφικοί έπιλογείς με βραχίονες δύο σκελών (α) καί τριών σκελών (β).

βρίσκονται οι γραμμές έξόδου 26 ως 50. Τό σχήμα 16.1ε δείχνει τή διάταξη τών βραχιόνων θεωρητικά καί στήν πράξη.

Οι βραχίονες τοῦ περιστροφικοῦ έπιλογέα κατασκευάζονται από μπρούντζο, ένῶ τά έλάσματα τής έπαφικῆς έδρας από σκληρό χαλκό. Για νά εξασφαλιστεῖ καλή έπαφοδότηση, οἱ βραχίονες εἶναι σχισμένοι στό άκρο τους σχηματίζοντας δύο θέσεις έπαφῆς (διπλή έπαφή). Ἡ έπαφή αὐτή περιβάλλει καί άπ' τίς δύο πλευρές τους τά έπαφικά έλάσματα (σχ. 16.1στ). Ὅταν περιστρέφονται οἱ βραχίονες, τά έπαφικά έλάσματα περνοῦν μέσα άπ' τίς σχισμές μέ άποτέλεσμα νά πραγματοποιιεῖται έπαφή καί στίς δύο πλευρές κάθε έλάσματος.



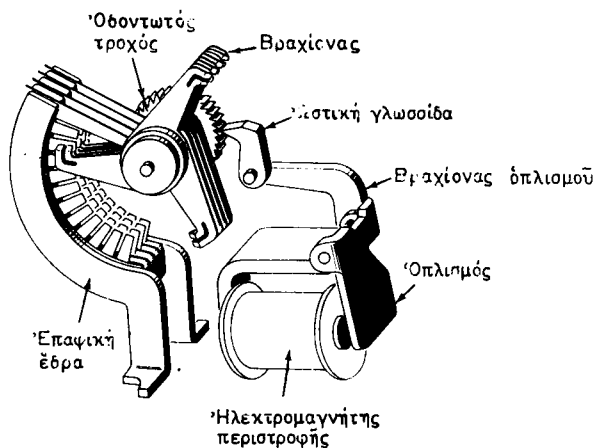
Σχ. 16.1ε.
Διπλασιασμός τῶν ἐξόδων ἐνός περιστροφικοῦ ἐπιλογέα μέ τρεῖς βραχίονες.



Σχ. 16.1στ.
Βραχίονες μέ δύο θέσεις έπαφής
(διπλή έπαφή).

Ό κινητήριος μηχανισμός.

Ὁ κινητήριος μηχανισμός ἀποτελεῖται βασικά ἀπὸ τὸν *ἠλεκτρομαγνήτη περιστροφῆς* μέ κύρια μέρη τὸ μαγνητικὸ τύλιγμα ἐπάνω σέ πυρήνα, τὸ ζύγωμα καὶ τὸν ὀπλισμό. Ὁ ὀπλισμός ἐπιμηκύνεται σέ ἓνα βραχίονα πρὸς τὴν πλευρά τοῦ ἄξονα τοῦ ζευκτικοῦ μέλους καὶ φέρει στὸ ἄκρο του μίαν ὠστικὴ γλωσσίδα (σχ. 16.13).



Σχ. 16.1ζ.
Μετάδοση της κινήσεως στον περιστροφικό έπιλογέα.

‘Ο περιστροφικός έπιλογέας καθοδηγείται μέ **παλμούς ρεύματος**. Μέ κάθε παλμό πραγματοποιούν οι βραχίονες ένα βήμα. Έτσι, μετά από έπτά π.χ. παλμούς βρίσκονται στην έβδομη έξοδο. Οι παλμοί καταφθάνουν στο τύλιγμα του ήλεκτρομαγνήτη, ο όποιος διεγείρεται μέ κάθε παλμό, έλκει τόν όπλισμό του καί άμέσως μετά άποδιεγείρεται. ‘Η κίνηση του όπλισμού μεταδίδεται μέ τή βοήθεια του βραχίονα καί τής ώστικης γλωσσίδας στον όδοντωτό τροχό του ζευκτικού μέλους, μέ άποτέλεσμα νά προχωρούν οι βραχίονες κατά ένα βήμα. Ένα φρακτικό έλατήριο (καστάνια), στερεωμένο στή βάση του ζευκτικού μηχανισμού, πέφτει διαδοχικά στίς έσοχές του όδοντωτού τροχού καί έμποδίζει μιά στροφή του προς τά πίσω, όταν ο όπλισμός έπιστρέφει στή θέση ήρεμίας.

Ο περιστροφικός έπιλογέας μπορεί νά πραγματοποιήσει 50 βήματα κατά μέγιστο τό δευτερόλεπτο. Η ταχύτητα αυτή συνδυασμένη μέ τίς σημαντικές τριβές τών βραχιόνων στά έπαφικά έλάσματα άπαιτεί μεγάλη κατανάλωση ένέργειας γιά τήν κίνηση τοῦ έπιλογέα. Γι' αυτό τό λόγο τό τύλιγμα τοῦ ηλεκτρομαγνήτη κατασκευάζεται μέ χαμηλή αντίσταση (60 Ω), συνδέεται κατ'εύθειαν σέ τάση 60 V καί διεγείρεται μέ 1Α. Η άπορροφούμενη ισχύς είναι έπομένως $60 \times 1 = 60 \text{ W}$ καί κατά πολύ μεγαλύτερη άπ' τήν ισχύ ένός ρωστήρα, πού δέν ξεπερνά τά 6 W. Ένῳ ὅμως ἡ φόρτιση τοῦ ρωστήρα είναι συνεχής, ὁ έπιλογέας φορτίζεται γιά μικρό μόνο διάστημα, ὅσο διαρκεί ἡ καθοδήγησή του στή θέση έργασίας (ὁδοθέτηση) καί κατόπιν ἡ έπιστροφή του στή θέση ήρεμίας. Μετά τήν άποκατάσταση τῆς συνδέσεως ὁ έπιλογέας δέν άπορροφά ισχύ.

Οί έπαφείς τοῦ έπιλογέα.

Η λειτουργία τοῦ έπιλογέα εξυπηρετεῖται άπό ὁρισμένους έπαφείς πού ένεργοποιούνται μηχανικά άπ' τόν ἴδιο τόν έπιλογέα. Οί σπουδαιότεροι άπ' αὐτούς είναι:

— **Οί έπαφείς περιστροφής** πού μπαίνουν σέ λειτουργία μέ τόν ὀπλισμό τοῦ μαγνήτη σέ κάθε βήμα τοῦ έπιλογέα καί χρησιμεύουν γιά νά άνοίγουν καί νά κλείνουν διάφορα κυκλώματα.

— **Οί μηδενικοί έπαφείς**, πού κατευθύνονται άπό έκκεντρα καί δείχνουν άν ὁ έπιλογέας είναι στή θέση ήρεμίας ἢ ἔχει μπεῖ σέ λειτουργία.

Χρήση τοῦ έπιλογέα.

Ο περιστροφικός έπιλογέας χρησιμοποιεῖται βασικά σάν **προεπιλογέας**. Κάθε συνδρομητής ἔχει άποκλειστικά δικό του ἕναν προεπιλογέα, ὅπως θά γνωρίσουμε λεπτομερειακά άργότερα, πού τόν συνδέει μέ ἕναν έλεύθερο ὁδικό έπιλογέα.

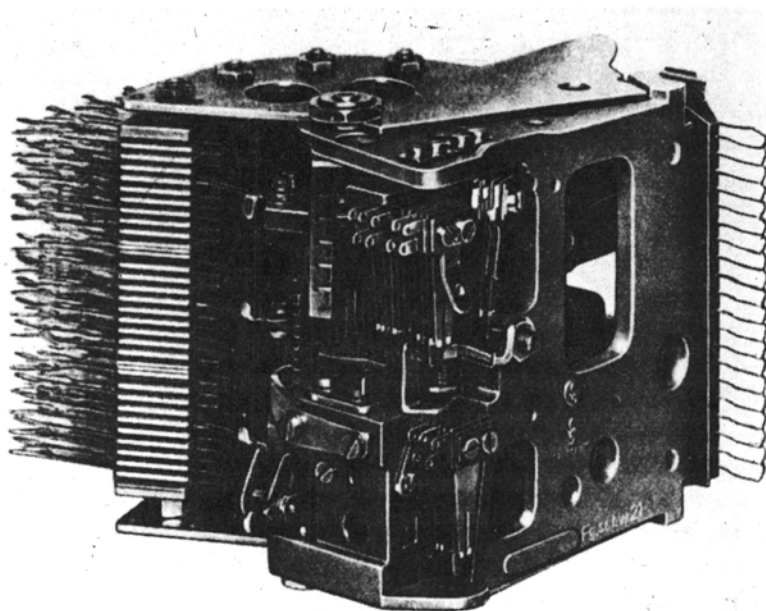
Μιά ἄλλη χρήση του είναι ἡ **ένταμείωση ψηφίων**, δηλαδή ἡ συγκράτηση γιά ὅσο χρονικό διάστημα άπαιτεῖ ἡ έπεξεργασία τους, τών ψηφίων ένός αριθμοῦ. Η ἔξοδος, στήν ὁποία ὁδηγεῖται ὁ έπιλογέας, χαρακτηρίζει τό ψηφίο πού ἔχει ένταμιευτεῖ.

β) Ύψοστροφικός έπιλογέας.

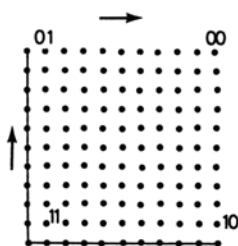
Οί βραχίονες τοῦ ὑψοστροφικοῦ έπιλογέα έκτελοῦν δύο διαφορετικές κινήσεις γιά νά φθάσουν άπ' τή θέση ήρεμίας στή θέση έργασίας: **άνυψώνονται** (εύθύγραμμη κίνηση) καί **περιστρέφονται** (κυκλική κίνηση). Τό ζευκτικό μέλος καί ὁ κινητήριος μηχανισμός άποτελοῦν, ὅπως στόν περιστροφικό έπιλογέα, μιά κατασκευαστική μονάδα (ζευκτικός μηχανισμός), πού εύκολα μπορεί νά άποχωριστεῖ άπ' τόν ὑπόλοιπο έπιλογέα.

Η έπαφική ἔδρα.

Ο ὑψοστροφικός έπιλογέας είναι κατά κανόνα 100/μερής. Η έπαφική του ἔδρα ἔχει 100 ἔξόδους, ταξινομημένες σέ 10 επίπεδα τών 10 ἔξόδων (δεκάδες). Μετά τή 10η ἔξοδο ὑπάρχει συνήθως μιά 11η έπαφική θέση, ἡ θέση έκστροφῆς. Έτσι ὁ έπιλογέας ἔχει συνολικά $10 \times 11 = 110$ έπαφικά έλάσματα. Τά έλάσματα αὐτά κατέχουν τό 1/4 περίπου (90°) τῆς επιφάνειας ὀρθοῦ κυλίνδρου καί είναι τοποθετημένα άκτινωτά (σχ. 16.1η). Τό έσωτερικό τους άκρο, στό ὁποῖο πραγματοποιεῖται ἡ έπαφή μέ τούς βραχίονες, δείχνει πρὸς τόν άξονα τοῦ ζευκτικοῦ μέλους, ἐνῳ τό έ-



Σχ. 16.1η.
Ύψοστροφικός επιλογέας, 100/μερής.



Σχ. 16.1θ.
100/μερής έπαφική ξδρα καί κινήσεις τών βραχιόνων του ύψοστροφικού επιλογέα.

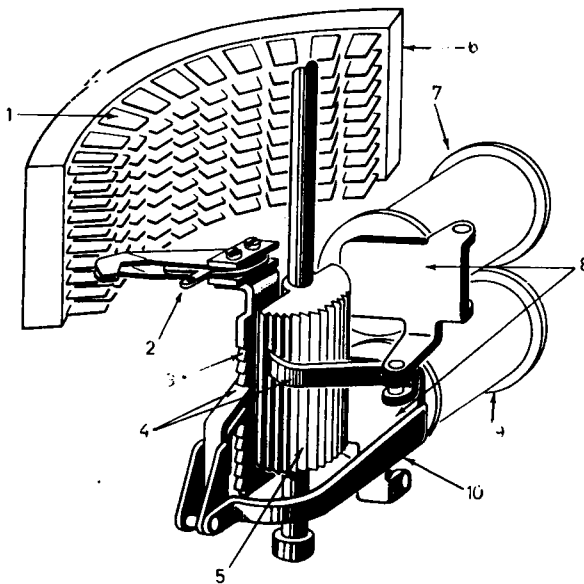
ξωτερικό τους άκρο εξέχει πίσω άπ' την έπαφική ξδρα καί καταλήγει σέ δύο έλασμάτια συγκολλήσεως (δρια συγκολλήσεως). Στο ένα έλασμάτιο συγκολλοϋνται οι άπερχόμενοι άγωγοί, στό άλλο οι άγωγοί του πολλαπλασιαστικού πεδίου.

Γιά την καθοδήγηση του ύψοστροφικού επιλογέα σέ μιά συγκεκριμένη έξοδο άπαιτοϋνται **δύο παλμοσειρές**. Ή πρώτη σειρά ανυψώνει τούς βραχιόνες στην αντίστοιχη δεκάδα, ένω ή δεύτερη τούς περιστρέφει στή δεκάδα αύτή καί τούς φέρνει στην αντίστοιχη έξοδο (θέση εργασίας) (σχ. 16.1θ). "Αν π.χ. ή πρώτη παλμοσειρά έχει 7 παλμούς καί ή δεύτερη 4, έκτελοϋν οι βραχιόνες 7 βήματα ανυψώσεως καί έρχονται στην άρχή τής έβδομης δεκάδας, κατόπιν 4 βήματα περιστροφής στό επίπεδο τής δεκάδας αύτης καί φθάνουν στην έξοδο 4.

Γιά την έπιστροφή στη θέση ήρεμίας κατά την απόλυση της συνδέσεως, περιστρέφονται οι βραχίονες συνέχεια επάνω στη δεκάδα, ξεπερνούν την τελευταία έπαφική θέση (θέση έκστροφής) καί πέφτουν κατακόρυφα, όπως φαίνεται στο σχήμα 16.1θ. Άμέσως μετά έπιστρέφουν μέ τή βοήθεια ενός έλατηρίου, πού είχε τεντωθεί κατά την περιστροφική κίνηση, στη θέση ήρεμίας. Στη θέση αυτή βρίσκονται οι βραχίονες έξω άπ' την έπαφική έδρα.

Τό ζευκτικό μέλος.

Τό ζευκτικό μέλος περιλαμβάνει τούς **βραχίονες** ή **ψηήκτες**, ένα **όδοντωτό κανόνα** γιά την άνύψωση καί ένα **όδοντωτό τύμπανο** γιά την περιστροφή τών βραχιόνων (σχ. 16.1ι). Ό έπιλογέας έχει συνήθως τρείς βραχίονες κατασκευασμένους άπό διπλά μπρούντζινα έλάσματα. Σέ κάθε βραχίονα, μέ τόν όποιο είναι συνδεμένος ένας άγωγός τής γραμμής εισόδου, άντιστοιχεί συνήθως μιά έπαφική έδρα μέ $10 \times 11 = 110$ έπαφικά έλάσματα. Όπως οι βραχίονες είναι συναρμολογημένοι κατακόρυφα, έτσι καί οι έδρες βρίσκονται ή μιά κάτω άπ' την άλλη.



Σχ. 16.1ι.

Ζευκτικός μηχανισμός ύψοστροφικού έπιλογέα: 1) Έπαφικό έλασμα. 2) Βραχίονας. 3) Όδοντωτός κανόνας. 4) Όστική γλωσσίδα. 5) Όδοντωτό τύμπανο. 6) Έπαφική έδρα. 7) Μαγνήτης περιστροφής. 8) Όπλισμός. 9) Μαγνήτης άνυψώσεως. 10) Βραχίονας μαγνήτη.

Ό κινητήριος μηχανισμός.

Γιά την κίνηση του έπιλογέα χρησιμοποιούνται δύο ήλεκτρομαγνήτες (σχ. 16.1ι). Ό **μαγνήτης άνυψώσεως** άνυψώνει μέ τή βοήθεια του όδοντωτού κανόνα, στον όποιο μεταδίδεται ή κίνηση του όπλισμού μέσω του βραχιόνά του καί τής ώ-

στικῆς γλωσσίδας, βῆμα πρὸς βῆμα τοὺς βραχίονες. Ὁ **μαγνήτης περιστροφῆς** μεταδίδει τίς ἔλξεις τοῦ ὀπλισμοῦ του στὸ ὀδοντωτὸ τύμπανο καὶ ἐξαναγκάζει τοὺς βραχίονες νὰ περιστρέφονται βῆμα πρὸς βῆμα.

Ὁ ὑποστροφικὸς ἐπιλογέας μπορεῖ νὰ πραγματοποιήσῃ 40 βήματα περιστροφῆς κατὰ μέγιστο τὸ δευτερόλεπτο. Ἡ ταχύτητα ἀνυψώσεώς του εἶναι σημαντικὰ μικρότερη (10 βήματα περίπου ἀνὰ δευτερόλεπτο).

Οἱ ἐπαφεῖς τοῦ ἐπιλογέα.

Ἡ λειτουργία τοῦ ἐπιλογέα ἐξυπηρετεῖται ἀπὸ μιά σειρά μηχανικῶν ἐπαφῶν, πού ἐνεργοποιοῦνται ἀπὸ τὸν ἴδιο στὶς διάφορες φάσεις τῆς κινήσεως του. Οἱ σπουδαιότεροι εἶναι:

— **Κεφαλικοὶ ἐπαφεῖς.** Χαρακτηρίζουν τὴν παραμονή τοῦ ἐπιλογέα στὴ θέση ἡρεμίας καὶ τὴν ἀπομάκρυνσή του ἀπ’ αὐτήν. Ἐνεργοποιοῦνται μὲ τὸ πρῶτο βῆμα ἀνυψώσεως.

— **Ἀξονικοὶ ἐπαφεῖς.** Χαρακτηρίζουν τὴν ἔναρξη τῆς περιστροφικῆς κινήσεως τοῦ ἐπιλογέα. Ἐνεργοποιοῦνται μὲ τὸ πρῶτο βῆμα περιστροφῆς.

— **Ἐπαφεῖς ἐκστροφῆς.** Χαρακτηρίζουν τὸ τέλος τῆς περιστροφικῆς κινήσεως, ὅταν ὁ ἐπιλογέας δὲν ἔχει βρεῖ ἐλεύθερη ἔξοδο. Ἐνεργοποιοῦνται μὲ τὴν ἀφίξη τῶν βραχιόνων στὴ θέση ἐκστροφῆς.

Χρήση τοῦ ἐπιλογέα.

Ὁ ὑποστροφικὸς ἐπιλογέας χρησιμοποιεῖται, βασικά σὰν **ὀδικός** καὶ σὰν **τελικός** ἐπιλογέας στὴν ἀποκατάσταση μιᾶς συνδέσεως.

Σὰν **ὀδικός ἐπιλογέας** καθοδηγεῖται στὴν ἀνύψωσή του ἀπὸ τὸ συνδρομητὴ. Ἐπιλέγει, ὁ συνδρομητὴς τὸ ψηφίο 7 μὲ τὸ δίσκο του, ἀποστέλλονται στὸν ἐπιλογέα 7 παλμοί, πού τὸν ἀνυψώνουν στὴν ἑβδομη δεκάδα. Ἡ κίνησή του αὐτὴ ὀνομάζεται **ἐξαναγκασμένη κίνηση** καὶ ἡ ἐπιλογὴ **ἐξαναγκασμένη ἐπιλογή**. Στὴ δεκάδα πού ἔχει ἀνυψωθεῖ περιστρέφεται ὁ ἐπιλογέας ὥσπου νὰ βρεῖ μίαν ἐλεύθερη ἔξοδο, χωρὶς νὰ κατευθύνεται ἀπ’ τὸ συνδρομητὴ, μὲ τὴ βοήθεια παλμῶν, πού δημιουργοῦνται ἀπὸ ἓνα εἰδικὸ κύκλωμα. Ἡ κίνησή του αὐτὴ ὀνομάζεται **ἐλεύθερη κίνηση** καὶ ἡ ἐπιλογὴ **ἐλεύθερη ἐπιλογή**.

Σὰν **τελικός ἐπιλογέας** καθοδηγεῖται ἀπ’ τὸ συνδρομητὴ, ἐκτός ἀπὸ τὴν ἀνύψωση, καὶ στὴν περιστροφικὴ του κίνηση. Ἀφοῦ ἀνυψωθεῖ μὲ τὴν ἐπιλογὴ ἑνὸς ψηφίου στὴν ἀντίστοιχη δεκάδα, π.χ. τὴν 7, ἐπιλέγει ὁ συνδρομητὴς τὸ ἐπόμενο ψηφίο π.χ. τὸ 3, πού δημιουργεῖ τρεῖς παλμούς καὶ τὸν καθοδηγεῖ στὴν ἀντίστοιχη ἔξοδο, δηλαδὴ τὴν 3 τῆς δεκάδας 7, ἢ τὴν 73 τοῦ ἐπιλογέα.

16.2 Κινητηριακός περιστροφικός έπιλογέας με εύγενή μέταλλα (έπιλογέας EMD)*.

Ο κινητηριακός έπιλογέας εκτελεῖ μιά μόνο περιστροφική κίνηση, όπως ο περιστροφικός έπιλογέας πού περιγράψαμε. Αντίθετα όμως μ' αυτόν, ή κίνησή του δέν πραγματοποιεῖται βήμα πρὸς βήμα με τή βοήθεια ήλεκτρομαγνήτη, βραχίονα καί ωστικής γλωσσίδας, αλλά όμαλά καί χωρίς διακοπές μέσω ενός ήλεκτροκινητήρα.

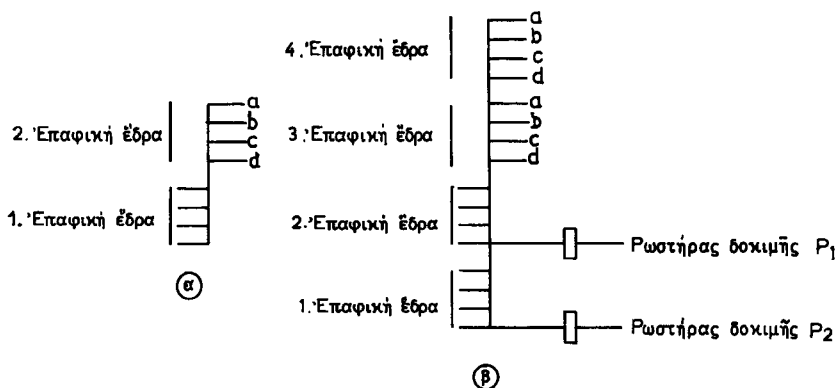
Τό ζευκτικό μέλος καί ο κινητήριος μηχανισμός αποτελοῦν καί στόν κινητηριακό έπιλογέα μιά κατασκευαστική μονάδα, τόν **πορειακό μηχανισμό**, πού εύκολα συναρμολογείται στήν έπαφική έδρα.

Η όνομασία «έπιλογέας με εύγενή μέταλλα» προέρχεται απ' τό ότι όρισμένες έπαφικές θέσεις τοῦ έπιλογέα εἶναι έπιστρωμένες με εύγενές μέταλλο.

Η έπαφική έδρα.

Η έπαφική έδρα κατασκευάζεται με 57×4 έπαφικές θέσεις τοποθετημένες ήμικυκλικά σέ 4 επίπεδα τῶν 57 θέσεων. Απ' τίς θέσεις αυτές 56×4 μπορούν νά χρησιμοποιηθοῦν γιά τή σύνδεση 56 άπερχομένων γραμμῶν. Σέ κάθε γραμμή αντιστοιχοῦν 4 κατακόρυφες έπαφικές θέσεις πού εξυπηρετοῦνται από μιάν ομάδα τεσσάρων κατακόρυφα συναρμολογημένων βραχιόνων.

Μιά δεύτερη έπαφική έδρα επάνω απ' τήν πρώτη με τήν ομάδα τῶν βραχιόνων της μετατοπισμένη κατά 180° σχετικά με τοὺς βραχίονες τῆς κάτω έδρας, δίνει έναν έπιλογέα με $2 \times 56 = 112$ έξόδους. Στήν πρώτη έδρα συνδέονται οί γραμμές 1 ὡς 56, τίς όποῖες έλέγχει ή κάτω ομάδα βραχιόνων, στή δεύτερη έδρα οί γραμμές 57 ὡς 112, οί όποῖες έλέγχονται άμέσως μετά απ' τήν επάνω ομάδα βραχιόνων [σχ. 16.2α (α)].

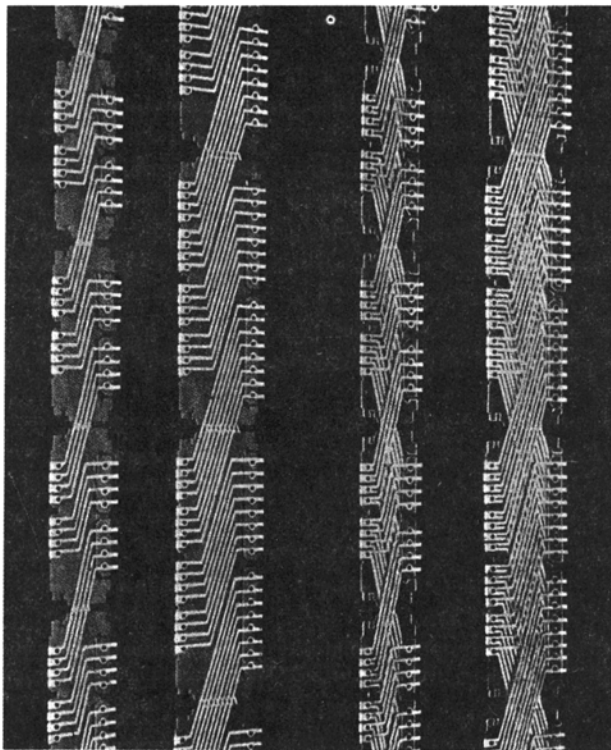


Σχ. 16.2α.

Διάταξη τῶν βραχιόνων στόν έπιλογέα EMD: α) Έπιλογέας 112 έξόδων. β) Έπιλογέας 224 έξόδων.

* EMD από τά άρχικά τῶν γερμανικῶν λέξεων Edelmetall - Motor - Drehwähler.

Τέσσερις έπαφικές έδρες μέ τέσσερις ομάδες βραχιόνων σχηματίζουν έναν έπιλογέα $56 \times 4 = 224$ έξόδων. Στην περίπτωση αυτή δύο ομάδες βραχιόνων έλέγχουν **ταυτόχρονα** δύο άπερχόμενες γραμμές γιά νά διαπιστώσουν αν είναι έλεύθερες ή κατειλημμένες [σχ. 16.2α (β)]. 'Ο ρωστήρας δοκιμής P_1 ή P_2 τής ομάδας πού συναντά πρώτη μιάν έλεύθερη γραμμή, διεγείρεται καί προκαλεί τό σταμάτημα του έπιλογέα. Μέσω τής ομάδας αυτής των βραχιόνων συνδέεται ή είσερχόμενη μέ την άπερχόμενη γραμμή. "Αν ταυτόχρονα καί οι δύο ομάδες βραχιόνων συναντήσουν δύο έλεύθερες γραμμές, διεγείρονται καί οι δύο ρωστήρες P_1, P_2 . 'Ο ένας όμως ρωστήρας έχει προτεραιότητα καί άμέσως μετά άποσυνδέει τόν άλλο. "Όταν τελειώσει ο έλεγχος των γραμμών των έδρων 1 καί 2, άρχίζει ο έλεγχος των γραμμών των έδρων 3 καί 4 άπ' τής άλλης δύο ομάδες βραχιόνων, πού είναι μετατοπισμένες σχετικά μέ τής πρώτες κατά 180° .

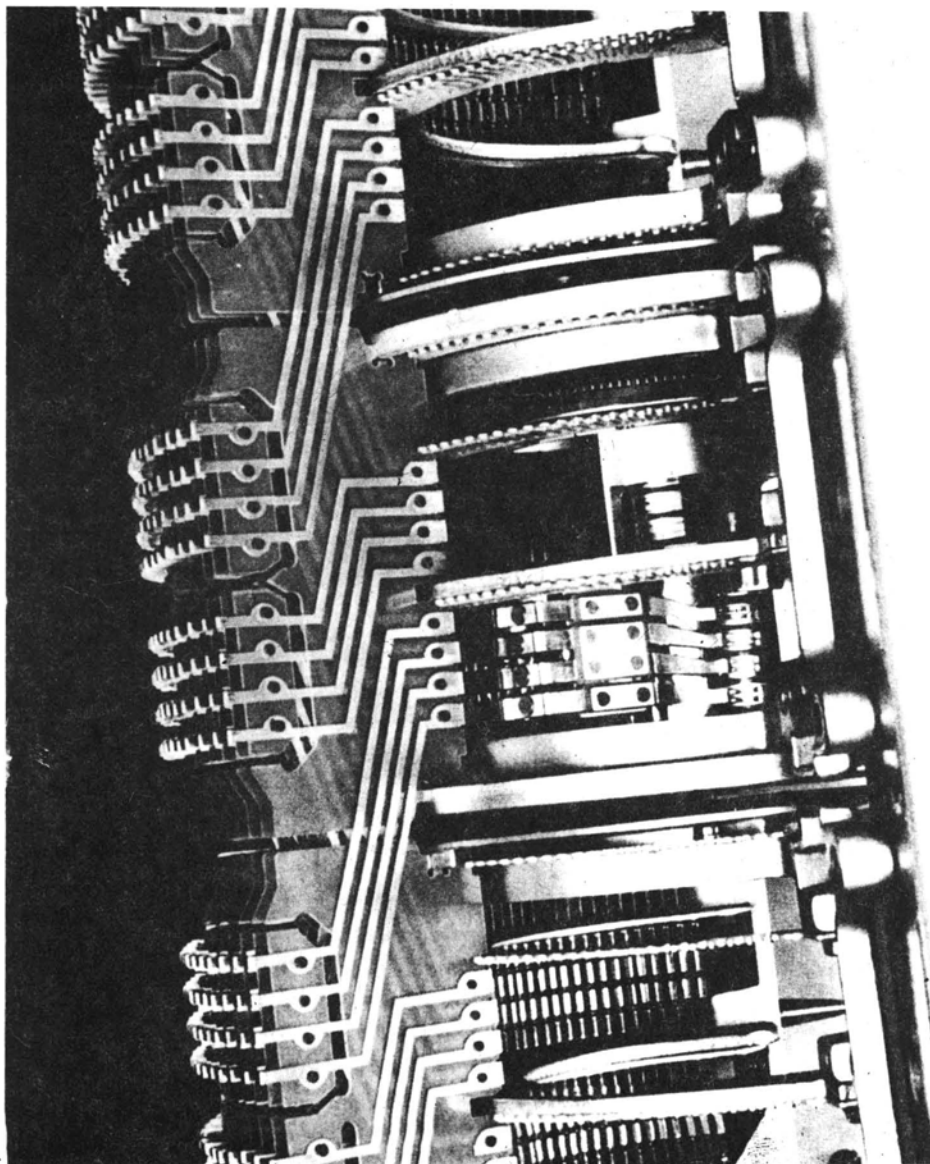


Σχ. 16.2β.

Λουρίδες πολλαπλασιαστικού πεδίου του έπιλογέα: EMD.

'Η έπαφική έδρα του κινητηριακού έπιλογέα μέ ευγνή μέταλλα διαφέρει σημαντικά άπ' την έδρα του κοινού περιστροφικού έπιλογέα. Συγκεκριμένα, δέν άποτελείται άπό έλάσματα τοποθετημένα σέ στρώσεις, στά όποια συγκολλούνται τά σύρματα του πολλαπλασιαστικού πεδίου, αλλά άπό **πλάκες** μονωτικού ύλικού, επάνω στίς όποίες είναι στερεωμένες λεπτές όρειχάλκινες λουρίδες (σχ. 16.2β). Οι λουρίδες περιβάλλουν τίς πλάκες έλικτωτά σ' όλο τους τό μήκος. Σέ κάθε βραχίονα του έπιλογέα

άντιστοιχεί σέ κάθε πλάκα μία όρειχάλκινη λουρίδα. Έτσι οι πλάκες τών έπιλογέων μέ 2×4 βραχίονες (112 έξόδους) περιλαμβάνουν 2×4 λουρίδες. Τά τμήματα τών λουρίδων επάνω στή μία στενή πλευρά τής πλάκας (έκεί όπου οι λουρίδες περνούν άπό τή μία πλατιά έπιφάνεια τής πλάκας στήν άλλη) άποτελούν τίς **θέσεις έπαφής** τής έπαφικής ξέδρας καί είναι έφοδιασμένα μέ πλακίδια από εύγενές μέταλλο. Τά αντίστοιχα τμήματα τών λουρίδων στήν άπέναντι στενή πλευρά τής πλάκας έξέχουν καί σχηματίζουν ένα πολλαπλασιαστικό πεδίο **χωρίς συγκολλήσεις**. Τό πεδίο μπορεί εύκολα νά διακοπεί στά σημεία αυτά καί νά έπανασυγκολληθεί, όταν είναι άπαραίτητο. Μιά πλάκα περιλαμβάνει τίς θέσεις έπαφής μιās ομάδας έπιλογέων. Οι θέσεις πού ανήκουν στόν ίδιο έπιλογέα διακρίνονται στό σχήμα 16.2β μεταξύ δύο διαδοχικών έγκοπών τής πλάκας. Μιά λουρίδα συνδέει τήν ίδια έπαφική θέση όλων τών έπιλογέων τής ομάδας.



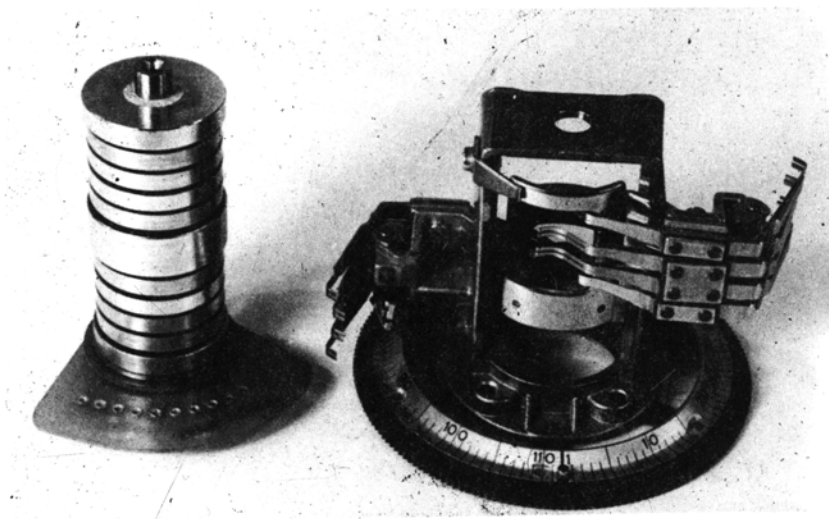
Σχ. 16.2γ.
Έπαφική ξέδρα του έπιλογέα EMD.

Γιά τή συναρμολόγηση τῶν πλακῶν τοῦ πολλαπλασιαστικοῦ πεδίου χρησιμοποιοῦνται πλαίσια ἀπό ἀλουμίνιο (σχ. 16.2γ). Κάθε πλαίσιο περιλαμβάνει ἡμικυκλικούς, ὀδοντωτούς τομεῖς. Οἱ πλάκες στερεώνονται ἀκτινωτὰ στίς ἐσοχές τῶν τομέων καί σχηματίζουν τήν ἐπαφική ἔδρα τῶν ἐπιλογέων στό ἐσωτερικό τοῦ πλαισίου καί τό πολλαπλασιαστικό πεδίο στό ἐξωτερικό. Ὁ χώρος μεταξύ δύο μεγάλων ὀδοντωτῶν τομέων ἀνήκει σέ ἓνα ἐπιλογέα.

Μιά συμπληρωμένη ἐπαφική ἔδρα περιλαμβάνει 57 πλάκες, ἀπ' τίς ὁποῖες μποροῦν νά χρησιμοποιηθοῦν 56 γιά τή σύνδεση ἀπερχομένων γραμμῶν. Ἡ σύνδεση αὐτή πραγματοποιεῖται μέ συγκόλληση στό ἐπάνω ἄκρο τῆς πλάκας, στό τέλος τοῦ πολλαπλασιαστικοῦ πεδίου.

Τό ζευκτικό μέλος.

Τό σχῆμα 16.2δ δείχνει ἀναλυτικά τό ζευκτικό μέλος ἑνός ἐπιλογέα 112 ἐξόδων. Οἱ δύο ὁμάδες βραχιόνων εἶναι στερεωμένες ἐπάνω σ' ἓνα φορέα ἀπό ἀλουμίνιο. Στή βάση τοῦ φορέα βρίσκεται ὁ μεγάλος ὀδοντωτός τροχός, μέσω τοῦ ὁποῖου μεταβιβάζεται ἡ κίνηση ἀπ' τόν κινητήριο μηχανισμό στούς βραχίονες. Ἐπάνω ἀπ' τόν τροχό εἶναι τοποθετημένος ἓνας δακτύλιος μέ τούς ἀριθμούς τῶν ἐξόδων.



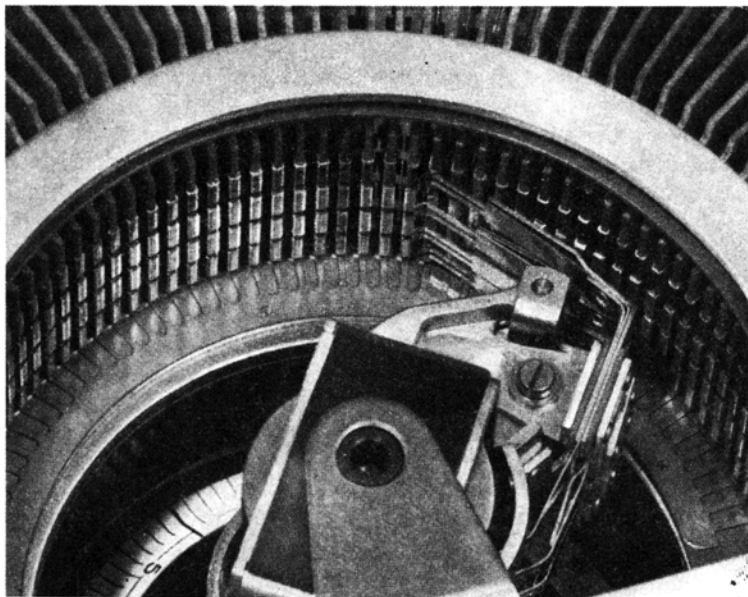
Σχ. 16.2δ.

Ζευκτικό μέλος ἐπιλογέα EMD τεσσάρων βραχιόνων.

δων, ὥστε νά μπορεῖ νά διαπιστωθεῖ σέ ποιά ἔξοδο ἔχουν τοποθετηθεῖ οἱ βραχίονες. Στή βάση τοῦ φορέα βρίσκονται ἐπίσης, χωρίς νά φαίνονται στό σχῆμα, δύο ἐκκεντροφόροι δίσκοι πού κατευθύνουν τή λειτουργία εἰδικῶν ἐπαφῶν τοῦ ἐπιλογέα (μηδενικοί ἐπαφεῖς, ἐπαφεῖς ἐκτροφῆς κλπ.).

Στόν ἄξονα τοῦ φορέα τῶν βραχιόνων ἐφαρμόζεται σταθερά ἓνας κύλινδρος ἀπό μονωτικό ὕλικό, ἐπάνω στόν ὁποῖο εἶναι τοποθετημένα μεταλλικά δακτυλίδια. Τά δακτυλίδια συνδέονται στούς ἀγωγούς τῆς γραμμῆς εἰσόδου καί χρησιμεύουν γιά τήν προσαγωγή τῶν ρευμάτων τῶν ἀγωγῶν αὐτῶν στούς βραχίονες. Ὄταν περιστρέφεται ὁ φορέας τῶν βραχιόνων γύρω στόν ἄξονά του, ὀλισθαίνουν οἱ βρα-

χίονες μέ τό ένα άκρο τους επάνω στά δακτυλίδια καί μέ τό άλλο άκρο επάνω στίς επαφικές θέσεις τής επαφικής έδρας (σχ. 16.2δ, 16.2ε). Για νά εξασφαλιστεΐ καλή επαφοδότηση, οί βραχίονες εΐναι σχισμένοι στό άκρο τους σχηματίζοντας **θέση διπλής επαφής**.



Σχ. 16.2ε.

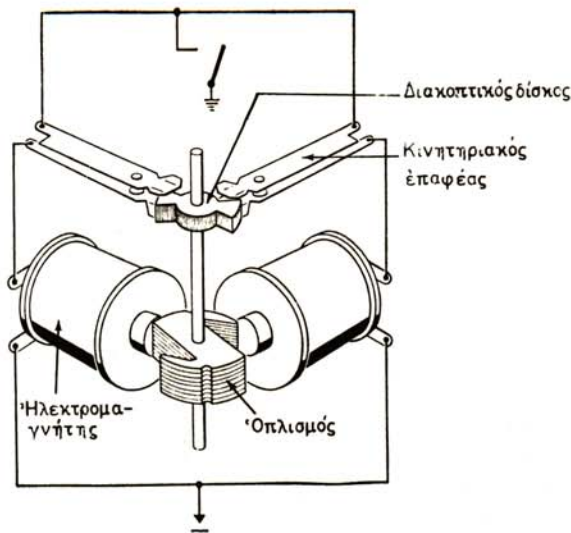
Ζευκτικό μέλος καί επαφική έδρα του έπιλογέα EMD τεσσάρων βραχιόνων.

Άπ' τούς τέσσερις βραχίονες μιās ομάδας οί δύο μεσαΐοι συνδέουν τούς άγωγούς όμιλίας α καί β. Οί βραχίονες αυτοί εΐναι επιστρωμένοι στά άκρα τους μέ εύγενές μέταλλο καί δέν εφάπτονται στήν κατάσταση ήρεμίας καί κατά τή διάρκεια τής κινήσεως του έπιλογέα στά δακτυλίδια καί στίς επαφικές θέσεις τής έδρας. Έτσι αποφεύγεται ή φθορά τών βραχιόνων καί ή μεταβίβαση παρασίτων στους άγωγούς όμιλίας. Όταν φθάσει ή ομάδα τών βραχιόνων στή θέση έργασίας, έλκονται οί βραχίονες μέ τή βοήθεια ήλεκτρομαγνήτη καί πραγματοποιεΐται ή έπαφή τών βραχιόνων μέ τά δακτυλίδια καί τίς επαφικές θέσεις. Κάθε ομάδα βραχιόνων έχει δικό της ήλεκτρομαγνήτη τοποθετημένο στό έσωτερικό του κυλίνδρου μέ τά δακτυλίδια.

Οί δύο έξωτερικοί βραχίονες τών άγωγών δοκιμής καί καθοδηγήσεως δέν εΐναι επιστρωμένοι μέ εύγενές μέταλλο καί όλισθαΐνουν συνεχώς στήν έσωτερική έπιφάνεια τής επαφικής έδρας καί επάνω στά δακτυλίδια.

Ό κινητήριος μηχανισμός.

Βασικό στοιχείο του κινητήριου μηχανισμού εΐναι ο **ήλεκτροκινητήρας** (σχ. 16.2στ). Ό κινητήρας τροφοδοτεΐται μέ συνεχές ρεύμα καί αποτελείται από δύο ή-

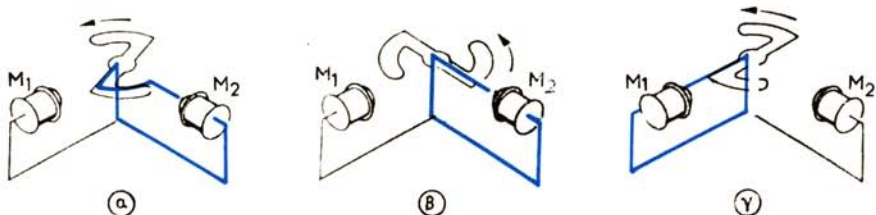


Σχ. 16.2στ.

Άρχή λειτουργίας του ηλεκτροκινητήρα του έπιλογέα EMD.

λεκτρομαγνήτες τοποθετημένους σέ άξονες κάθετους ό ένας στόν άλλο, πού σχηματίζουν τό στάτη, καί από ένα όπλισμό χωρίς τύλιγμα, πού χρησιμεύει σά ρότορας. Ή περιστροφή του όπλισμού κατευθύνεται άπ' τόν ίδιο τόν έπιλογέα μέ δύο έπαφείς, τούς **κινητηριακούς έπαφείς**, πού λειτουργούν μέ τή βοήθεια διακοπτικού δίσκου τοποθετημένου στόν άξονα του όπλισμού.

Οι έπαφείς συνδέουν διαδοχικά τούς ηλεκτρομαγνήτες στο κύκλωμα τροφοδοτήσεως, ώστε ο όπλισμός έλκεται στήν άρχή άπ' τόν ένα μαγνήτη, κατόπιν άπ' τόν άλλο, μετά πάλι άπό τόν πρώτο κ.ο.κ. μέ άποτέλεσμα νά περιστρέφεται. Γιά νά εξασφαλιστεί όμαλή κίνηση του όπλισμού στήν ίδια πάντοτε φορά, κάθε κύριος πόλος του έχει ένα βοηθητικό πόλο πρός τήν κατεύθυνση τής περιστροφής. "Όταν περάσει ρεύμα άπό ένα πηνίο, π.χ. τό M_2 , ή μαγνητική ροή κλείνει όπως φαίνεται στο σχήμα 16.2ζ(α). Γιά νά μειωθεί όσο είναι δυνατόν ή αντίσταση του μαγνητικού



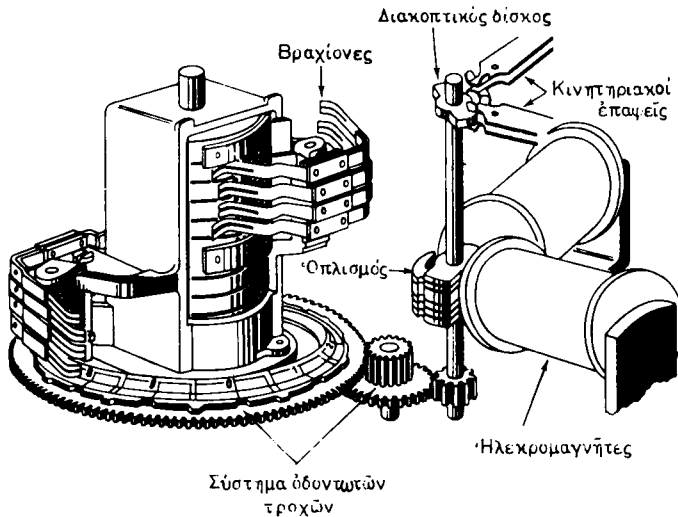
Σχ. 16.2ζ.

Έρμηνεία τής κινήσεως του όπλισμού του έπιλογέα EMD.

κυκλώματος, έλκεται ο κύριος πόλος καί ο όπλισμός έρχεται στή θέση του σχήματος 16.2ζ (β) στήν όποία οι μαγνητικές γραμμές έχουν τή μικρότερη δυνατή δια-

δρομή και η μαγνητική ροή τη μεγαλύτερη τιμή (κάθε μαγνητικό κύκλωμα έχει την τάση να μειώνει κατά το δυνατόν την αντίστασή του). Την επόμενη στιγμή διακόπεται το κύκλωμα του M_2 και κλείνει το κύκλωμα του M_1 . Ο μαγνήτης M_1 έλκει τώρα τον όπλισμό του, όπως προηγουμένως ο μαγνήτης M_2 , που έρχεται στη θέση του σχήματος 16.2ζ(γ). Έτσι από την αρχική του θέση ο όπλισμός στράφηκε κατά 90° .

Η ταχύτητα περιστροφής του όπλισμού ανέρχεται σε 3000 στροφές το λεπτό. Η ταχύτητα αυτή μειώνεται σε 160 ως 180 βήματα των βραχιόνων το λεπτό, μέσω ενός συστήματος οδοντωτών τροχών, που μεταβιβάζει την κίνηση από τον άξονα του κινητήρα στο ζευκτικό μέλος (σχ. 16.2η) (160 ως 180 βήματα εκτελεί ο έπιλογέας στη **δεκαδοπορεία**, που θα γνωρίσουμε στη συνέχεια, ενώ στη **μοναδοπορεία** εκτελεί 130 ως 150 βήματα το λεπτό). Στροφή του όπλισμού κατά 90° αντιστοιχεί σε ένα βήμα των βραχιόνων από έπαφική θέση σε έπαφική θέση της έπαφικής έδρας. Για να σταματήσει ο έπιλογέας διοχετεύεται ρεύμα **ταυτόχρονα** και στους δύο ηλεκτρομαγνήτες.



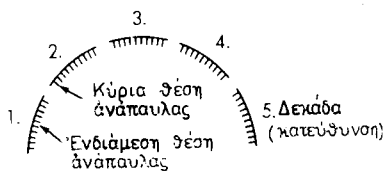
Σχ. 16.2η.

Μετάδοση της κινήσεως στους βραχίονες του έπιλογέα EMD.

Η οδοθέτηση του έπιλογέα από το συνδρομητή κατά την έπιλογή με **έξαναγκασμένη κίνηση** πραγματοποιείται με τον εξής τρόπο: Το σχήμα 16.2θ δείχνει έναν τομέα έπαφικών θέσεων της έπαφικής έδρας του κινητηριακού έπιλογέα με τις δεκάδες 1 ως 5. Οι δεκάδες 6 ως 10 βρίσκονται στη δεύτερη επάνω έδρα και έξυπηρετούνται από τη δεύτερη ομάδα βραχιόνων. Αν κατά την έπιλογή της δεκάδας έπιλέξει ο συνδρομητής π.χ. το ψηφίο 4, θα πρέπει οι βραχίονες να βρίσκονται μετά το τέλος του τέταρτου παλμού στην αρχή της τέταρτης δεκάδας. Αυτό έπιτυγχάνεται με ειδική κίνηση του έπιλογέα τη **δεκαδοπορεία**, στην οποία οι βραχίονες διανύουν με ένα παλμό **δέκα** έπαφικές θέσεις. Έπειδή ένας παλμός διαρκεί περισσότερο από όσο χρειάζεται για να διανυθεί μία δεκάδα, έχει προβλεφτεί να σταματούν οι βραχίονες σε μιάν ενδιάμεση έπαφική θέση της προηγούμενης δεκάδας

(κατά κανόνα στο έκτο βήμα), πού ονομάζεται **ένδιάμεση θέση ανάπαυλας**, και νά περιμένουν έδω τό τέλος τοῦ παλμοῦ. Ἀμέσως μετά καί μέχρι νά φθάσει ὁ ἐπόμενος παλμός συνεχίζουν τήν πορεία τους καί φθάνουν στήν ἀρχή τῆς δεκάδας πού ἔχει ἐπιλεγεί π.χ. τῆς τέταρτης δεκάδας, πού χαρακτηρίζεται **κύρια θέση ανάπαυλας**.

Μετά τήν ἐπιλογή τῆς δεκάδας ἀναζητεῖ ὁ ἐπιλογέας μιάν ἐλεύθερη γραμμή μέσα στή δεκάδα (ἐλεύθερη ἐπιλογή) ἡ καθοδηγεῖται μέ ἕνα δεύτερο ψηφίο, π.χ. τό ψηφίο 3, μέ ἐξαναγκασμένη κίνηση, στήν τρίτη ἐπαφική θέση τῆς δεκάδας αὐτῆς. Ἡ κίνησή του αὐτή ονομάζεται **μοναδοπορεία**. Ἀμέσως μετά τή δεκαδοπορεία ρυθμίζονται οἱ ρωστήρες τοῦ ἐπιλογέα γιά τή μοναδοπορεία. **Ἡ ἐλεύθερη κίνηση** τοῦ ἐπιλογέα ἐπιτυγχάνεται διοχετεύοντας στόν κινητήρα συνεχῶς ρεῦμα μέχρι νά βροῦν οἱ βραχίονες μιάν ἐλεύθερη γραμμή ἐξόδου ἢ νά φθάσουν στή θέση ἐκτροφῆς.



Σχ. 16.29.

Τομέας ἐπαφικῶν θέσεων τῆς ἐπαφικῆς ἔδρας τοῦ ἐπιλογέα EMD.

Οἱ ἐπαφεῖς τοῦ ἐπιλογέα.

Οἱ σπουδαιότεροι ἐπαφεῖς τοῦ κινητηριακοῦ ἐπιλογέα εἶναι:

— **Οἱ κινητηριακοὶ ἐπαφεῖς m_1 καί m_2** γιά τήν καθοδήγηση τῶν ἡλεκτρομαγνητῶν τοῦ κινητήρα πού γνωρίσαμε πιά πάνω.

— **Οἱ μηδενικοὶ ἐπαφεῖς m_0** , πού ἐνεργοποιοῦνται μόλις ἐγκαταλείψει ὁ ἐπιλογέας τή μηδενική του θέση. Ἡ κατάστασή τους δείχνει ἂν ὁ ἐπιλογέας βρίσκεται σέ θέση ἡρεμίας ἢ ἐργασίας.

Χαρακτηριστικά καί χρήση τοῦ κινητηριακοῦ ἐπιλογέα.

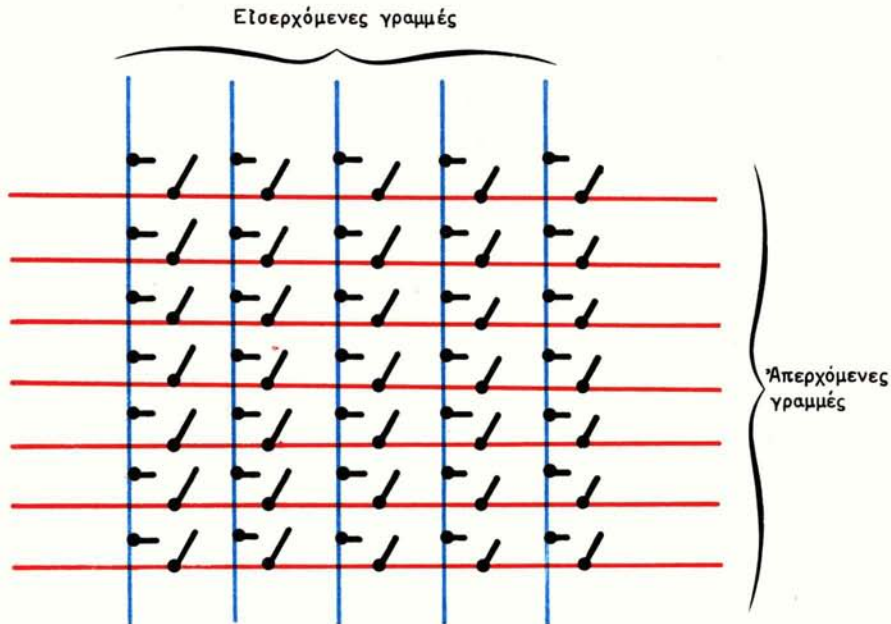
Ὁ ἐπιλογέας ὁδοθετεῖται σέ ἐλάχιστο χρόνο χάρις στή μεγάλη του ταχύτητα. Κινεῖται ὁμαλά, χωρίς κραδασμούς γι' αὐτό φθείρεται πολύ λίγο. Ἀπαιτεῖ ἐλάχιστη συντήρηση. Ἔχει μεγάλο ἀριθμό ἐξόδων μέ δυνατότητα συνδέσεως πλήθους ἀπερχομένων γραμμῶν. Ἔχει μεγάλο ἀριθμό βραχιόνων (μέχρι 8 βραχίονες μποροῦν νά χρησιμοποιηθοῦν γιά τή σύνδεση δύο γραμμῶν). Τό πολλαπλασιαστικό του πεδίο δέν ἀπαιτεῖ κολλήσεις.

Στόν ὑποστροφικό ἐπιλογέα ἡ διαίρεση τῶν «δεκάδων» εἶναι προκαθορισμένη ἀπ' τήν κατασκευή του. Ἔχει δέκα ἐπίπεδα μέ δέκα ἐξόδους τό καθένα (δεκάδες). Στόν κινητηριακό ἐπιλογέα, ἀντίθετα, μπορούμε νά ρυθμίσουμε κατά βούληση τόν ἀριθμό τῶν «δεκάδων» καί τῶν ἐπαφικῶν θέσεων κάθε μιᾶς «δεκάδας» καί ἀκόμα εὐκόλα νά τόν μεταβάλλουμε μέ ἀλλαγὴ τῆς ἡλεκτρικῆς σηματοδότησεως, ὅπως θά γνωρίσουμε ἀργότερα. (Πρέπει νά σημειωθεῖ, ὅτι μέ τόν ὅρο «δεκάδα» χαρακτηρίζεται ἐδῶ μιὰ **κατεύθυνση** τοῦ ἐπιλογέα, πού μπορεῖ νά περιλαμβάνει λιγότερες ἢ περισσότερες ἀπὸ δέκα γραμμές).

Ο κινητηριακός έπιλογέας εκτελεί όλες τις εργασίες του περιστροφικού και ύψοστροφικού έπιλογέα. Έτσι χρησιμοποιείται σάν κλησιθήρας, όδικός και τελικός έπιλογέας. Επίσης χρησιμοποιείται λόγω τών δυνατοτήτων του σέ πιά είδικές περιπτώσεις, όπως σάν κατευθυντικός έπιλογέας στήν ύπεραστική τηλεπιλογή.

16.3 Ραβδεπαφικός έπιλογέας.

Ο ραβδεπαφικός έπιλογέας διαφέρει βασικά στήν κατασκευή του άπ' τό βηματοπορικό και κινητηριακό έπιλογέα. Η λειτουργία του στηρίζεται στήν άρχή πού δείχνει τό σχήμα 16.3α και πού περιγράψαμε σύντομα στά γενικά περί έπιλογέων στήν άρχή τού κεφαλαίου. Η είσερχόμενη γραμμή δέν είναι συνδεδεμένη στό άκρο ενός κινούμενου βραχίονα, πού καθοδηγείται στήν κατάλληλη έξοδο, αλλά διασταυρώνεται μέ τις άπερχόμενες γραμμές. Οι έπαφείς, πού βρίσκονται σέ κάθε σημείο διασταυρώσεως, συνδέουν, όταν ένεργοποιηθοϋν, τούς άγωγούς μιάς εισόδου μέ τούς αντίστοιχους άγωγούς μιάς έξόδου. Η διάταξη αύτή ίσοδυναμεί μέ έναν περιστροφικό έπιλογέα ίσου άριθμού έξόδων.

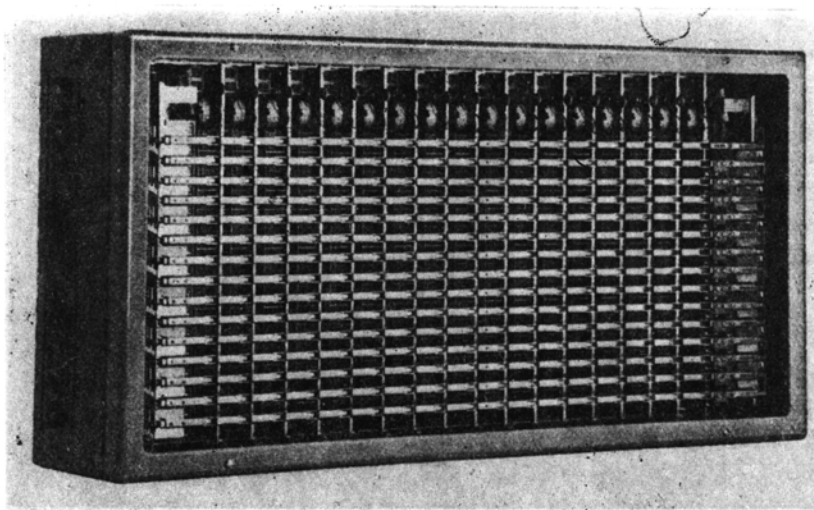


Σχ. 16.3α.
Ζευκτικό πεδίο.

Στήν πράξη τοποθετούνται περισσότερες είσερχόμενες γραμμές παράλληλα μεταξύ τους και κάθε μία μπορεί νά συνδεθεί μέ οποιαδήποτε άπερχόμενη γραμμή μέσω τού αντίστοιχου έπαφεία, στό σημείο διασταυρώσεως, όπως φαίνεται στό σχήμα 16.3α. Έτσι σχηματίζεται μία διάταξη πού όνομάζεται γενικά **ζευκτικό πεδίο**. Ένα ζευκτικό πεδίο μέ 10 π.χ. είσερχόμενες γραμμές άντιστοιχεί σέ 10 περι-

στροφικούς έπιλογείς. Ό ραβδοεπαφικός έπιλογέας δέν είναι, έπομένως, ένας άνεξάρτητος έπιλογέας αλλά μιά ομάδα έπιλογένων. Γι' αυτό καί μιά κατασκευαστική μονάδα του έπιλογέα αυτού ονομάζεται **ραβδοεπαφικό πλαίσιο**.

Τό σχήμα 16.3β δείχνει ένα ραβδοεπαφικό πλαίσιο μέ 17 εισόδους καί 56 εξόδους. Η ένεργοποίηση των έπαφών πραγματοποιείται μέ οριζόντιες καί κάθετες ράβδους, πού στρέφονται έλάχιστα γύρω άπ' τόν άξονα τους μέ τή βοήθεια ήλεκτρομαγνητών τοποθετημένων στά άκρα τους καί ώθουν ζευκτικά στελέχη. Στο σχήμα διακρίνονται 17 κάθετες ράβδοι, πού ονομάζονται πιδ είδικά «**γέφυρες**» καί 15 οριζόντιες ράβδοι. Οί όπλισμοί των ήλεκτρομαγνητών, πού κινούν τίς γέφυρες, φαίνονται καθαρά στό επάνω μέρος του πλαισίου, ένώ οί όπλισμοί των οριζοντίων ράβδων διακρίνονται στά άκρα του πλαισίου (οί μαγνήτες 8 ράβδων άπ' τίς 15 είναι τοποθετημένοι άριστερά, οί υπόλοιποι 7 στά δεξιά του πλαισίου). Κάθε γέφυρα έχει ένα μαγνήτη καί μπορεί νά στραφεί σέ μιά μόνο κατεύθυνση, ένώ κάθε οριζόντια ράβδος έχει δύο μαγνήτες καί μπορεί νά στραφεί σέ δύο κατευθύνσεις. Για τήν ένεργοποίηση του έπαφέα σ' ένα σημείο διασταυρώσεως στρέφεται πρῶτα ή ράβδος καί άμέσως μετά ή γέφυρα του σημείου αυτού. Η γέφυρα παραμένει στραμμένη σ' όλη τή διάρκεια τής συνδέσεως, ένώ ή οριζόντια ράβδος έπιστρέφει στην άρχική της θέση καί μπορεί νά έξυπηρετήσει άλλες συνδέσεις.



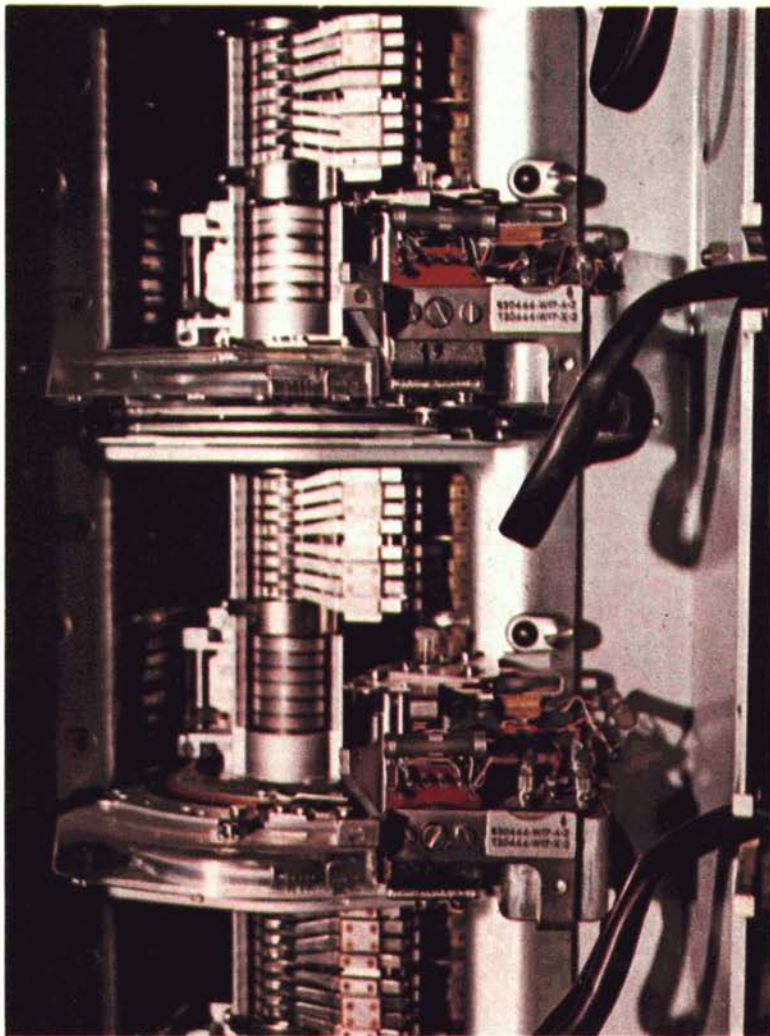
Σχ. 16.3β.

Ραβδοεπαφικό πλαίσιο μέ 17 εισόδους καί 56 εξόδους.

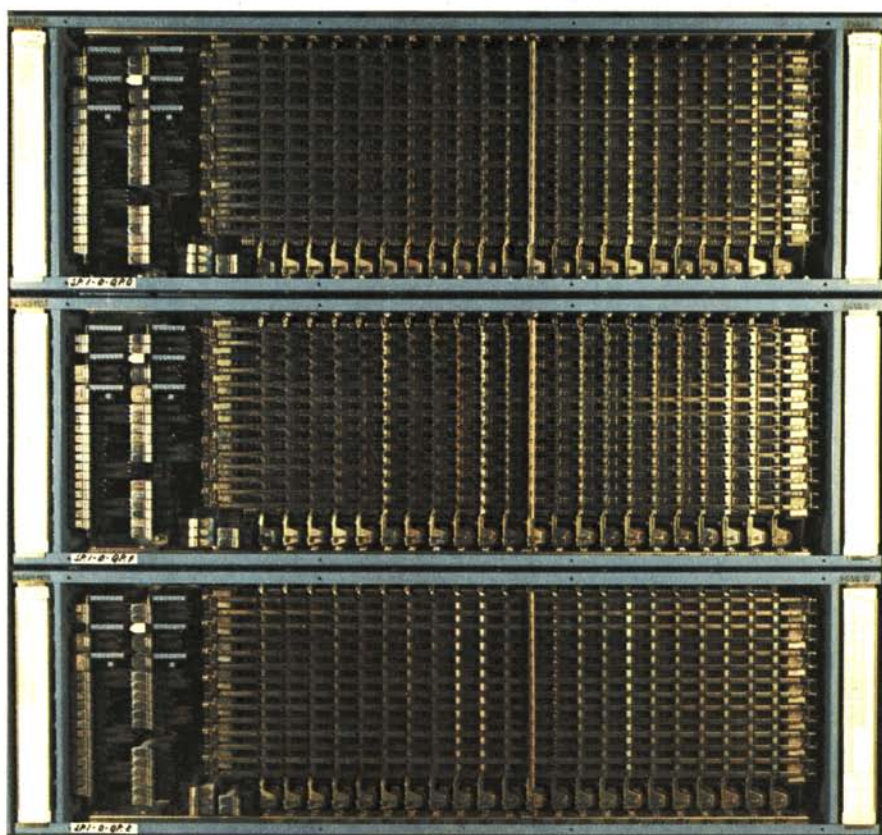
Η ένεργοποίηση των έπαφών.

Αναλυτικά, ή σύνδεση μιάς γραμμής εισόδου μέ μιά γραμμή έξόδου στό σημείο διασταυρώσεως πραγματοποιείται ως εξής (σχ. 16.3γ):

Στό σχήμα 16.3γ(α) φαίνονται δύο κατακόρυφα **επαφικά σύρματα** καί 8 σύρματα κάθετα σ' αυτά, τά **επαφικά έλατήρια**, στερεωμένα στό ένα άκρο τους σέ δύο **ζευκτικά στελέχη**. Τά ζευκτικά στελέχη έχουν τή μορφή πού δείχνει πιδ καθαρά τό σχήμα 16.3γ(β). Τά τέσσερα επαφικά έλατήρια ενός στελέχους είναι άνά δύο τοποθετημένα κατακόρυφα καί τά άκρα τους, πού έξέχουν άπ' τό στέλεχος, άπέχουν έλάχιστα άπ' τά δύο κατακόρυφα επαφικά σύρματα. Τά δύο επαφικά σύρματα μέ τά δύο άπέ-



Κινητηριακοί περιστροφικοί έπιλογείς μέ εύγενή μέταλλα (EMD) συναρμολογημενοι σέ ικρίωμα.

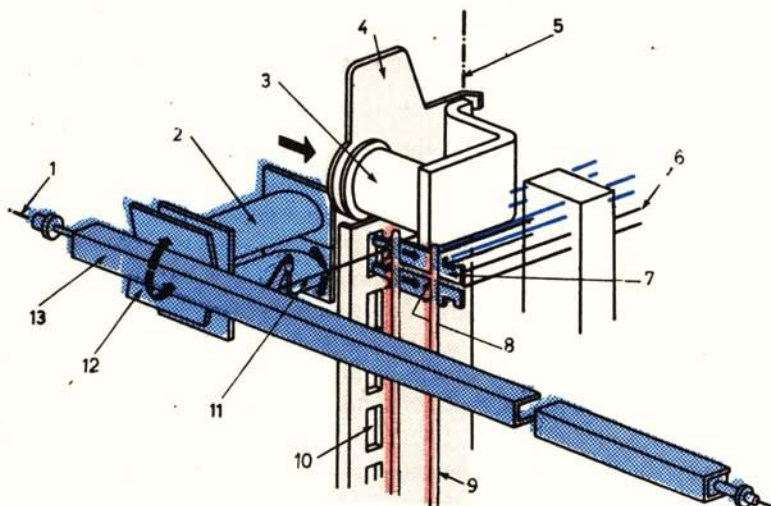


Τμήμα ίκρίώματος με τρία ραβδεπαφικά πλαίσια.

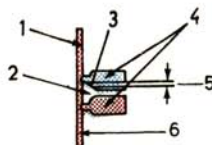
ναντι τους διπλά έπαφικά έλατήρια ενός στελέχους σχηματίζουν έναν **έπαφέα**. Τά έπαφικά έλατήρια δίνουν μιά **διπλή έπαφή** γιά λόγους ασφάλειας, καί είναι έφοδιασμένα στά σημεία έπαφής μέ έπαφικούς θρόμβους από ευγενές μέταλλο, όπως καί τά έπαφικά σύρματα.

Άς υποθέσουμε πώς μιά γραμμή εισόδου μέ δύο άγωγούς είναι συνδεμένη στά δύο έπαφικά σύρματα καί πώς στά δύο διπλά έλατήρια ενός στελέχους είναι συνδεμένοι οι δύο άγωγοί μιās γραμμής έξόδου. Γιά νά ένεργοποιηθεί ο έπαφέας καί νά συνδεοϋν οι δύο γραμμές, θά πρέπει νά κινηθεί τό στέλεχος στήν κατεύθυνση του βέλους, ώσπου τά έπαφικά σύρματα καί τά έλατήρια νά έλθουν σέ έπαφή. Ή κίνηση του στελέχους έπιτυγχάνεται μέ τή βοήθεια τής οριζόντιας ράβδου καί τής γέφυρας.

Στήν άρχή διοχετεύεται ρεύμα στό έπάνω ή κάτω πηνίο του ήλεκτρομαγνήτη τής οριζόντιας ράβδου, μέ άποτέλεσμα νά τραβηχτεί ο αντίστοιχος όπλισμός καί νά στραφεί ή ράβδος γύρω στον άξονά της έλάχιστα πρós τά έπάνω ή πρós τά κάτω, όπως δείχνουν τά βέλη στους όπλισμούς. Μαζί μέ τή ράβδο κινείται πρós τά κάτω ή πρós τά έπάνω ένα σύρμα από έλατηριακό υλικό, τό **έλατήριο σημαδεύσεως**, στερεωμένο σ' αϋτήν καί τό άκρο του έρχεται στήν έγκοπή του έπάνω ή κάτω στελέχους. Τό έλατήριο σημαδεύσεως **σημαδεύει** μ' αϋτό τον τρόπο τον έπαφέα πού θά ένεργοποιηθεί. Άμέσως μετά διοχετεύεται ρεύμα στον ήλεκτρομαγνήτη τής γέφυρας, ο όπλισμός του κινείται στήν κατεύθυνση του βέλους καί ώθει τό έλατήριο σημαδεύσεως πρós τά δεξιά. Τό έλατήριο, μέ τή σειρά του, έγκλωβισμένο στήν έγκοπή του στελέχους, συμπαρασύρει τό στέλεχος πρós τά δεξιά καί πραγματοποιεί τήν έπαφή των συρμάτων. Τό στέλεχος, στό όποιο δέν είχε τοποθετηθεί τό έλατήριο σημαδεύσεως, παραμένει στή θέση του καί είσχωρεί στό άνοιγμα τής γέφυρας, καθώς ο όπλισμός τής γέφυρας κινείται πρós τά δεξιά. Στά αντίστοιχα άνοίγματα τής γέφυρας είσχωροϋν έπίσης, χωρίς νά μετατοπιστοϋν καί τά στελέχη των ύπολοίπων οριζοντίων ράβδων, πού ανήκουν στήν ίδια γέφυρα καί είναι τοποθετημένα τό ένα κάτω άπ' τό άλλο στά σημεία διασταυρώσεως των ράβδων μέ τή γέφυρα. Μετά τήν πραγματοποίηση τής συνδέσεως, ή οριζόντια ράβδος έπιστρέφει στή θέση ήρεμίας, ενώ τό έλατήριο σημαδεύσεως κάμπτεται άλλα παραμένει έγκλωβισμένο στό στέλεχος, όσο είναι τραβηγμένη ή γέφυρα, δηλαδή σ' όλη τή διάρκεια τής συνδέσεως. Όταν άνοίξει ή γέφυρα, επανέρχεται τό στέλεχος στήν άρχική του θέση κάτω άπ' τήν πίεση των έπαφικών έλατηρίων, μέ άποτέλεσμα νά διακοπεί ή σύνδεση. Ταυτόχρονα άπελευθερώνεται τό έπαφικό έλατήριο καί ξαναπαίρνει τήν κανονική του θέση ανάμεσα στά δύο ζευκτικά στελέχη.



α



(β)

Σχ. 16.3γ.

α) Ένεργοποίηση των επαφών ραβδεπαφικού επιλογέα: 1) Άξονας περιστροφής οριζόντιας ράβδου. 2) Μαγνήτης οριζόντιας ράβδου. 3) Μαγνήτης γέφυρας. 4) Όπλισμός γέφυρας. 5) Άξονας όπλισμού γέφυρας. 6) Έπαφικό ελατήριο. 7) Ζευκτικό στέλεχος. 8) Έπαφικό ελατήριο. 9) Έπαφικό σύρμα. 10) Άνοιγμα γέφυρας. 11) Έλατήριο σηματοδότησης. 12) Όπλισμός οριζόντιας ράβδου. 13) Όριζόντια ράβδος. β) Ζευκτικό στέλεχος ραβδεπαφικού επιλογέα: 1) Όπλισμός γέφυρας. 2) Έλατήριο σηματοδότησης (θέση ήρεμίας). 3) Έγκοπή. 4) Ζευκτικό στέλεχος. 5) Ζώνη έγκλωβισμού. 6) Κατεύθυνση κίνησης όπλισμού.

Η όδοθέτηση του ραβδεπαφικού επιλογέα δεν επιτυγχάνεται, όπως στους βηματοπορικούς και κινητηριακούς επιλογείς, με ελεύθερη και εξαναγκασμένη επιλογή, αλλά με **σηματοδευση**, δηλαδή προσδιορισμό του επαφέα ο οποίος πρέπει να ενεργοποιηθεί. Ειδικά κυκλώματα επεξεργάζονται τις παλμοσειρές που καταφθάνουν στον επιλογέα και, σε συνάρτηση με τις ελεύθερες εξόδους που υπάρχουν εκείνη τη στιγμή, προσδιορίζουν την οριζόντια ράβδο και τη γέφυρα, στις οποίες πρέπει να διοχετευτεί ρεύμα για να λειτουργήσει ο αντίστοιχος επαφέας. Η όδοθέτηση αυτή ονομάζεται **έμμεση όδοθέτηση** σε αντίδιαστολή με την **άμεση όδοθέτηση**, που πραγματοποιείται κατ' ευθείαν απ' τους παλμούς των παλμοσειρών.

Τό ραβδεπαφικό πλαίσιο.

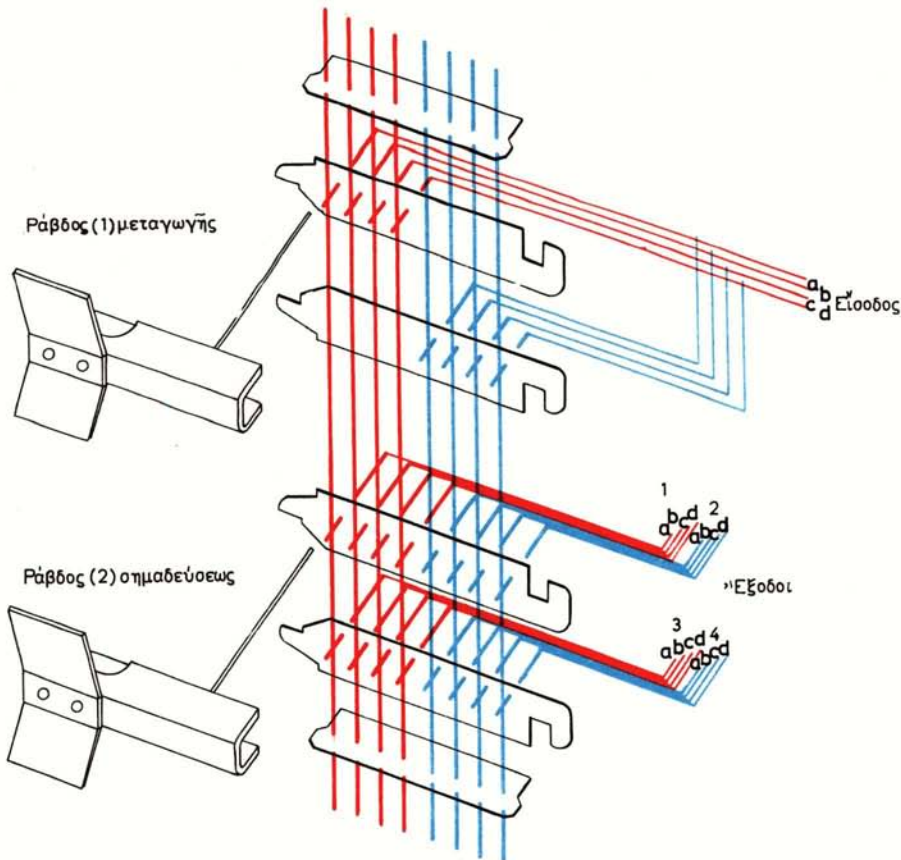
Στήν πράξη με ένα ζευκτικό στέλεχος δεν συνδέονται ταυτόχρονα δύο μόνο άγωγοί, αλλά τρεις, τέσσερις ή οκτώ άγωγοί **δύο** γραμμών. Έτσι ένας επαφέας σχηματίζεται από τρία, τέσσερα ή οκτώ κατακόρυφα επαφικά σύρματα με ισάριθμα επαφικά ελατήρια και κάθε γέφυρα του πλαισίου αντιστοιχεί σε ένα περιστροφικό επιλογέα με τρεις, τέσσερις ή οκτώ βραχίονες.

Κάθε οριζόντια ράβδος εξυπηρετεί, όπως είδαμε, **δύο** εξόδους σε κάθε σημείο διασταυρώσεως. Άρα ένα πλαίσιο με 15 ράβδους και 17 γέφυρες μπορεί να εξυπηρετήσει 30 εξόδους ανά γέφυρα. Για να αυξηθεί ο αριθμός των εξόδων, χωρίς να αυξηθεί ο αριθμός των οριζοντίων ράβδων, εφαρμόζεται η εξής κατασκευή (σχ.16.3δ):

Ένα πλαίσιο 15 ράβδων και επαφών με δυνατότητα συνδέσεως 8 άγωγών χρησιμοποιείται για τη σύνδεση γραμμών εισόδου με 4 άγωγούς. Οι γραμμές εισόδου δεν συνδέονται **μόνιμα** στα κατακόρυφα επαφικά σύρματα. Τα 8 επαφικά σύρματα χωρίζονται σε δύο ομάδες των 4 συρμάτων και οι 4 άγωγοί μιάς γραμμής εισόδου συνδέονται είτε στή μία, είτε στήν άλλη ομάδα κατά την αποκατάσταση

μιάς συνδέσεως. Για τή σύνδεση αυτή χρησιμοποιείται ή επάνω οριζόντια ράβδος 1 σάν διακόπτης μεταγωγής. Ἀνάλογα μέ τήν κλίση της πρὸς τὰ ἐπάνω ἢ πρὸς τὰ κάτω συνδέει τοὺς 4 ἀγωγούς εἰσόδου μέ 4 ἀπ' τὰ 8 ἐπαφικά σύρματα. Στὴ συνέχεια συνδέονται μέσω μιάς ἀπ' τῆς ὑπόλοιπες οριζόντιες ράβδους (2 ὡς 15) καὶ τῆς γέφυρας καὶ τὰ 8 ἐπαφικά σύρματα στοὺς 8 ἀπερχόμενους ἀγωγούς δύο γραμμῶν ἐξόδου. Ἡ εἰσοδος εἶναι ὁμοῦς συνδεμένη μέ 4 ἐπαφικά σύρματα καὶ ἔτσι συνδέεται μόνο στοὺς 4 ἀγωγούς τῆς γραμμῆς ἐξόδου, ποὺ εἶναι συνδεμένοι στὰ ἴδια ἐπαφικά σύρματα. Μὲ τὸν τρόπο αὐτὸ μιά τετρασύρματη εἰσοδος μπορεῖ νά συνδεθεῖ μέ μίαν ἀπὸ 4 τετρασύρματες ἐξόδους σέ κάθε σημεῖο διασταυρώσεως καὶ τό πλαίσιο παρουσιάζει γέφυρες μέ $14 \times 4 = 56$ ἐξόδους ή καθεμιά.

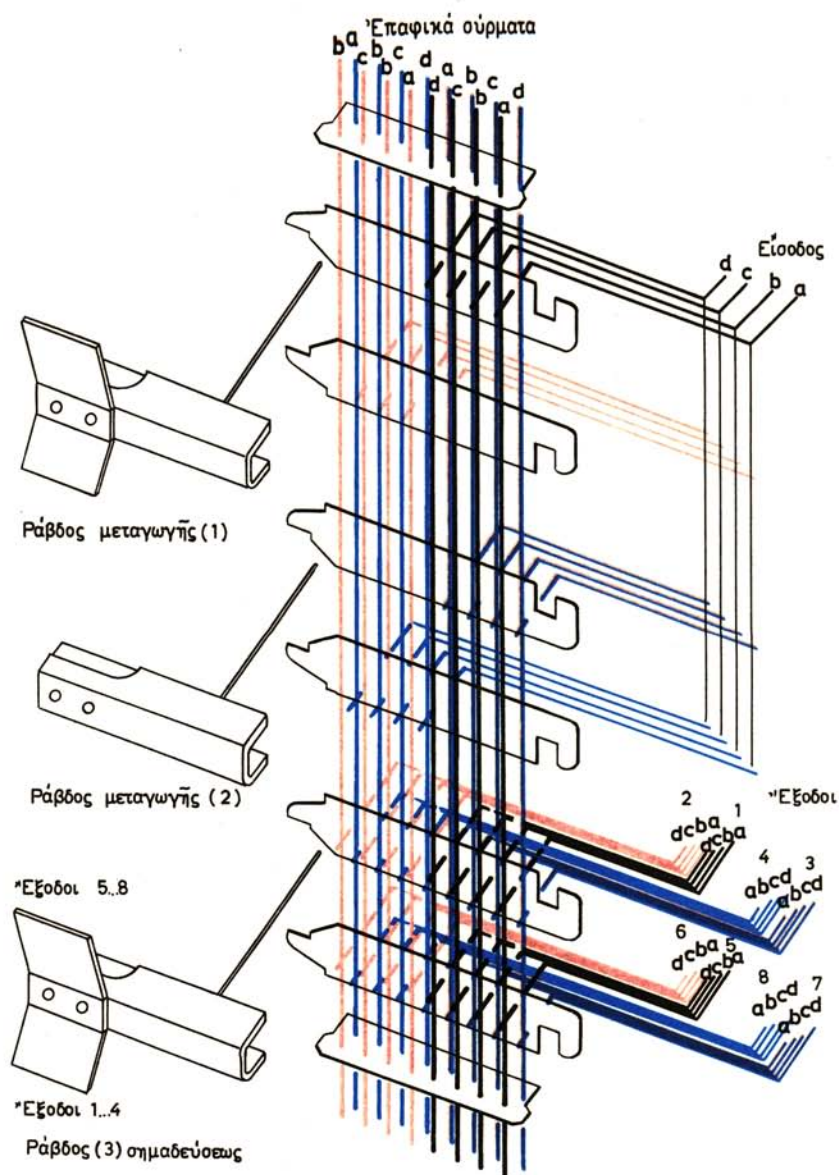
Ἐπαφικά σύρματα



Σχ. 16.36.

Διάταξη τῶν ἀγωγῶν σ' ἓνα ραβδοεπαφικὸ πλαίσιο 56 ἐξόδων.

Μέ αὐξηση τῶν ἐπαφικῶν συρμάτων σέ 16 καὶ σύνδεση μιάς τετρασύρματης γραμμῆς εἰσόδου ἐναλλακτικὰ σέ 4 ἀπ' αὐτὰ μέ τή βοήθεια **δύο** ράβδων μεταγωγῆς πραγματοποιεῖται ἓνα πλαίσιο μέ γέφυρες $13 \times 8 = 104$ ἐξόδων (σχ.16.3ε).



Σχ. 16.3ε.

Διάταξη των αγωγών σ' ένα ραβδεπαφικό πλαίσιο 104 εξόδων.

Κάθε μία απ' τις οριζόντιες ράβδους 3 ως 15 συνδέει ταυτόχρονα τά 16 επαφικά σύρματα με 16 αγωγούς 4 γραμμών εξόδου. Απ' τις 4 όμως αυτές γραμμές μία μόνο είναι συνδεδεμένη στα ίδια 4 επαφικά σύρματα, που έχει συνδεθεί ή είσοδος.

Χαρακτηριστικά καί χρήση του ραβδεπαφικού επιλογέα.

Έπειδή η σύνδεση των γραμμών επιτυγχάνεται με απλές κινήσεις όπλισμών, δ-

πως στους ρωστήρες, δέν χρειάζονται οι ραβδεπαφικοί έπιλογείς λίπανση ή συχνές ρυθμίσεις, όπως είναι απαραίτητο κατά διαστήματα στους έπιλογείς μέ στρεφόμενους βραχίονες. Οί έπαφείς τους φθείρονται ελάχιστα, έπειδή δέν όλισθαίνουν αλλά μόνο πιέζονται, καί μέ τό εύγενές τους μέταλλο έξασφαλίζουν πολύ καλή έπαφή. Ή λειτουργία τους είναι άθόρυβη καί χωρίς κραδασμούς.

Ό ραβδεπαφικός έπιλογέας μπορεί νά χρησιμοποιηθεῖ σέ όλες τίς έργασίες, πού έκτελοῦν οί βηματοπορικοί καί κινητηριακοί έπιλογείς, δηλαδή σάν κλησιθήρας, όδικός, τελικός, κατευθυντικός έπιλογέας κλπ. Ένα ραβδεπαφικό πλαίσιο μέ 14 γέφυρες χωρίζεται π.χ. σέ ένα συνδρομητικό κέντρο ως εξής:

Γέφυρα 1 ως 5 = Τελικός έπιλογέας 1 ως 5
 Γέφυρα 6 ως 10 = Κλησιθήρας 1 ως 5
 Γέφυρα 11 ως 14 = Έπιλογέας κέντρου 1 ως 4

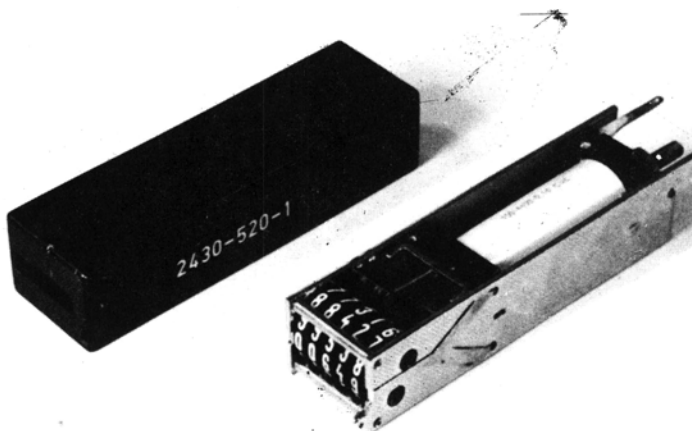
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΕΒΔΟΜΟ

ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΥΝΔΙΑΛΕΞΕΩΝ ΚΑΙ ΔΕΙΚΤΗΣ ΤΕΛΩΝ

17.1 Μετρητής συνδιαλέξεων.

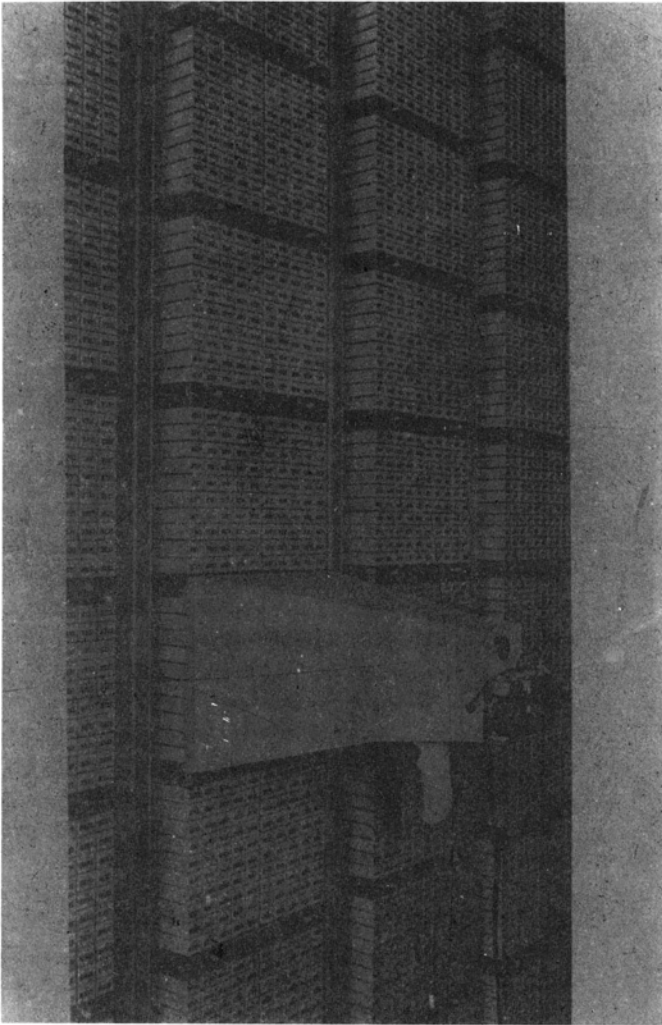
Οι άστικές καί υπεραστικές συνδιαλέξεις, πού πραγματοποιοῦν οἱ συνδρομητές, χρεώνονται σέ πολλά τηλεφωνικά συστήματα καί στή χώρα μας μέ μονάδες, πού ἡ κάθε μία τους ἀντιπροσωπεύει ἕνα ὀρισμένο τέλος, π.χ. 1 δραχμή. Ἡ μέτρηση τῶν μονάδων πραγματοποιεῖται μέ ἠλεκτρικούς μετρητές, ἐγκαταστημένους στό τηλεφωνικό κέντρο. Κάθε συνδρομητής ἔχει ἀποκλειστικά δικό του ἕνα **μετρητή συνδιαλέξεων** συνδεδεμένο στή συνδρομητική του γραμμή, ὁ ὁποῖος ἐργάζεται μέ παλμούς ρεύματος.

Ὁ μετρητής ἀποτελεῖται ἀπό ἕνα **ἠλεκτρομαγνήτη μέ ὀπλισμό** ὅπως ἕνας κυλινδρικός ρωστήρας συνεχοῦς ρεύματος, καί ἐπί πλέον ἀπό τόν **μηχανισμό μετρήσεως**. Μέ κάθε παλμό πού καταφθάνει στό μετρητή, ἔλκεται ὁ ὀπλισμός του καί ὁ μηχανισμός μετρήσεως καταγράφει μία μονάδα. Ὁ μηχανισμός αὐτός περιλαμβάνει πέντε τύμπανα ἀριθμημένα ἀπό 0 ὥς 9, ἀνά ἕνα γιά τίς μονάδες, δεκάδες, ἑκατον-



Σχ. 17.1α.
Μετρητής συνδιαλέξεων.

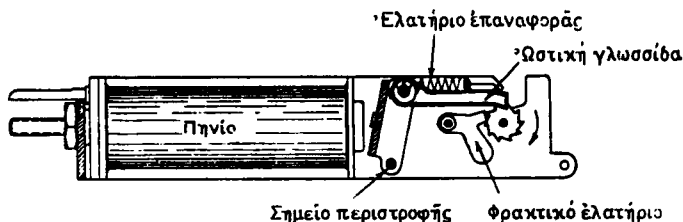
τάδες, χιλιάδες καί δεκάδες χιλιάδες, μέ τή βοήθεια τῶν ὁποίων πραγματοποιεῖται ἀρίθμηση χρεωστικῶν μονάδων ἀπό 00000 ὥς 99999 (σχ. 17.1α). Ἡ κίνηση τοῦ ὀπλισμοῦ μεταδίδεται μέσω μιᾶς ὠστικής γλωσσίδας σέ ὀδοντωτό τροχό σταθερά



Λήψη τῶν ἐνδείξεων τῶν μετρητῶν τῶν τηλε-
φωνικῶν συνδέσεων μέ φωτογράφηση.

συνδεδεμένο μέ τό τύμπανο τῶν μονάδων. Κάθε ἓνα ἀπό τά ὑπόλοιπα τύμπανα κινεῖται ἀπό τό προηγούμενό του κατά τόν ἐξῆς τρόπο: Μετά ἀπό μία πλήρη περιστροφή ἑνός τυμπάνου πραγματοποιεῖται σύζευξη τοῦ τυμπάνου αὐτοῦ μέ τό ἐπόμενο τύμπανο, τό ὁποῖο στρέφει κατά ἓνα βῆμα ἢ μία μονάδα. Μέ τό 100.0006 βῆμα συμπληρώνει τό τύμπανο τῶν δεκάδων χιλιάδων μία πλήρη περιστροφή καί ὁ μετρητής ἔρχεται ἀπ' τή θέση 99999 στήν ἀρχική θέση 00000.

Τό σχῆμα 17.1β δείχνει τήν ἀρχή λειτουργίας ἑνός σύγχρονου μετρητῆ. Μέ τήν ἔλξη τοῦ ὀπλισμοῦ κινεῖται ἡ ὠστική γλωσσίδα πρὸς τά κάτω καί ἔρχεται στήν προηγούμενη ἐγκοπὴ τοῦ ὀδοντωτοῦ τροχοῦ. Μετά τήν ἀποδιέγερση τοῦ ρωστήρα, τό ἐλατήριο ἐπαναφέρει τόν ὀπλισμό στή θέση ἡρεμίας, ἐνῶ ἡ γλωσσίδα ὠθεῖ τόν τροχό στήν κατεύθυνση τοῦ βέλους. Μέ τήν ὠθηση αὐτὴ προχωρεῖ ὁ τροχὸς κατὰ ἓνα δόντι, μέ ἀποτέλεσμα νά στραφεῖ τό τύμπανο τῶν μονάδων κατὰ μία μονάδα. Ἐνα φρακτικό ἐλατήριο ἐμποδίζει τόν τροχό νά κινηθεῖ πρὸς τά πίσω.



Σχ. 17.1β.
Βασικὴ δομὴ σύγχρονου μετρητῆ.

17.2 Δείκτης τελῶν.

Ὁ **δείκτης τελῶν** συνδέεται στή συνδρομητικὴ τηλεφωνικὴ συσκευή καί δίνει τὴ δυνατότητα στό συνδρομητὴ νά διαπιστώνει, καί τό συνολικὸ ἀριθμὸ μονάδων, πού ἔχει πραγματοποιήσει σ' ἓνα χρονικὸ διάστημα, καί τίς μονάδες μέ τίς ὁποῖες χρεώνεται σέ κάθε αὐτόματη ὑπεραστικὴ συνδιάλεξη.

Οἱ δείκτες τελῶν, πού χρησιμοποιοῦνται στή χώρα μας, περιλαμβάνουν ἓνα σύστημα ἀπὸ δύο ἠλεκτρομηχανικοὺς μετρητές, ὁμοίους βασικά στή λειτουργία τους μέ τό μετρητὴ συνδιαλέξεων, πού περιγράψαμε. Ὁ ἓνας μετρητής εἶναι τριψήφιος καί ἔχει τὴ δυνατότητα νά μηδενίζεται μετὰ ἀπὸ κάθε συνδιάλεξη μέ πίεση ἑνὸς κομβίου, ὥστε νά καταγράφει ἀπ' τήν ἀρχὴ τίς μονάδες πού χρεώνονται στήν ἐπόμενη συνδιάλεξη. Ὁ δεύτερος μετρητής εἶναι πενταψήφιος καί καταγράφει ἀθροιστικά τίς μονάδες τῶν συνδιαλέξεων, πού πραγματοποιοῦνται διαδοχικά. Ἔτσι ἀπ' τήν ἔνδειξή του μπορεῖ νά διαπιστώσει κανεὶς πόσες μονάδες ἔχουν χρεωθεῖ συνολικά σέ ὀρισμένο χρονικὸ διάστημα.

Οἱ χρεωστικοὶ παλμοί, πού διεγείρουν τό σύστημα τῶν μετρητῶν, μεταβιβάζονται στό δείκτη τελῶν ἀπ' τό τηλεφωνικὸ κέντρο μέσω τῆς συνδρομητικῆς γραμμῆς μέ συχνότητα 16 kHz. Γιά τὴ μεταβίβαση αὐτὴ εἶναι ἀπαραίτητο νά τοποθετηθεῖ εἰδικὴ διάταξη στή γραμμὴ τοῦ συνδρομητῆ στό κέντρο. Ἡ συχνότητα 16 kHz βρίσκεται ἔξω ἀπ' τήν περιοχὴ συχνοτήτων τῆς ἀνθρώπινης ὁμιλίας καί εὐκόλα δια-

χωρίζεται απ' αυτήν μέ τή βοήθεια ηλεκτρικοῦ φίλτρου, πού τήν ἐμποδίζει νά φθάσει στό ἀκουστικό τῆς τηλεφωνικῆς συσκευῆς καί νά παρενοχλήσει τή συνδιάλεξη.

Οἱ χρεωστικοί παλμοί τῶν 16 kHz ἀποστέλλονται ταυτόχρονα μέ τούς παλμούς συνεχοῦς ρεύματος, πού διεγείρουν τό μετρητή συνδιαλέξεων τοῦ συνδρομητῆ. Πρὶν ὁδηγηθοῦν στό σύστημα τοῦ δείκτη τελῶν, ἀνορθώνονται καί ἐνισχύονται μέ κατάλληλες διατάξεις.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΟΓΔΟΟ

Η ΣΥΝΔΡΟΜΗΤΙΚΗ ΤΗΛΕΦΩΝΙΚΗ ΣΥΣΚΕΥΗ

18.1 Γενικά.

Ἡ συνδρομητική τηλεφωνική συσκευή, κοινῶς **τηλέφωνο**, συνδέεται στό τέρμα τῆς συνδρομητικῆς γραμμῆς, πού συνδέει τό συνδρομητή μέ τό τηλεφωνικό κέντρο. Μέ τή βοήθεια τοῦ τηλεφώνου ὁ συνδρομητής:

α) Προκαλεῖ τήν ἔναρξη τῆς ἀποκαταστάσεως καί κατόπιν τῆς ἀπολύσεως μιᾶς συνδέσεως.

β) Καθοδηγεῖ ἄμεσα ἢ ἔμμεσα τά ζευκτικά ὄργανα (ἐπιλογεῖς, διατάξεις ζευκτικῶν πεδίων, κλπ.) τοῦ τηλεφωνικοῦ κέντρου στίς κατάλληλες θέσεις, ὥστε νά πραγματοποιηθεῖ ἡ σύνδεση μέ τόν καλούμενο συνδρομητή.

γ) Διεξάγει τή συνομιλία (ὁμιλεῖ καί ἀκούει τό συνομιλητή του).

δ) Εἰδοποιεῖται μέ εἰδικό σῆμα (τό σῆμα κλήσεως), ὅτι κάποιος ἄλλος συνδρομητής ἐπιθυμεῖ νά μιλήσει μαζί του.

Ἡ τηλεφωνική συσκευή ἀποτελεῖται ἀπό δύο βασικά μέρη:

Ἀπό τήν **κύρια συσκευή** καί ἀπό τό **μικροτηλέφωνο** (σχ. 18.1α καί 18.3α).

Ἡ κύρια συσκευή περιλαμβάνει:

— Τό **μηχανισμό παλμοδοτήσεως**, πού μετατρέπει κάθε ἐπιλεγόμενο ψηφίο σέ ἴσο ἀριθμό παλμῶν ρεύματος ἢ τό **κύκλωμα συχνότητων** πού μετατρέπει κάθε ἐπιλεγόμενο ψηφίο σέ συνδυασμό συχνότητων.

— Τό **σύστημα κλήσεως** (ἠλεκτρικό κουδούνι κλπ.), πού εἰδοποιεῖ τό συνδρομητή ὅτι μία κλήση ἔχει φθάσει στό τηλέφωνό του.

— Τήν **πλάκα συναρμογῆς** μέ τά ἀπαραίτητα στοιχεῖα (ἀντιστάτες, πυκνωτές, μεταφορέας κλπ.) καί τόν ἐπαφέα τοῦ ἄγκιστρου.

Τό μικροτηλέφωνο περιλαμβάνει:

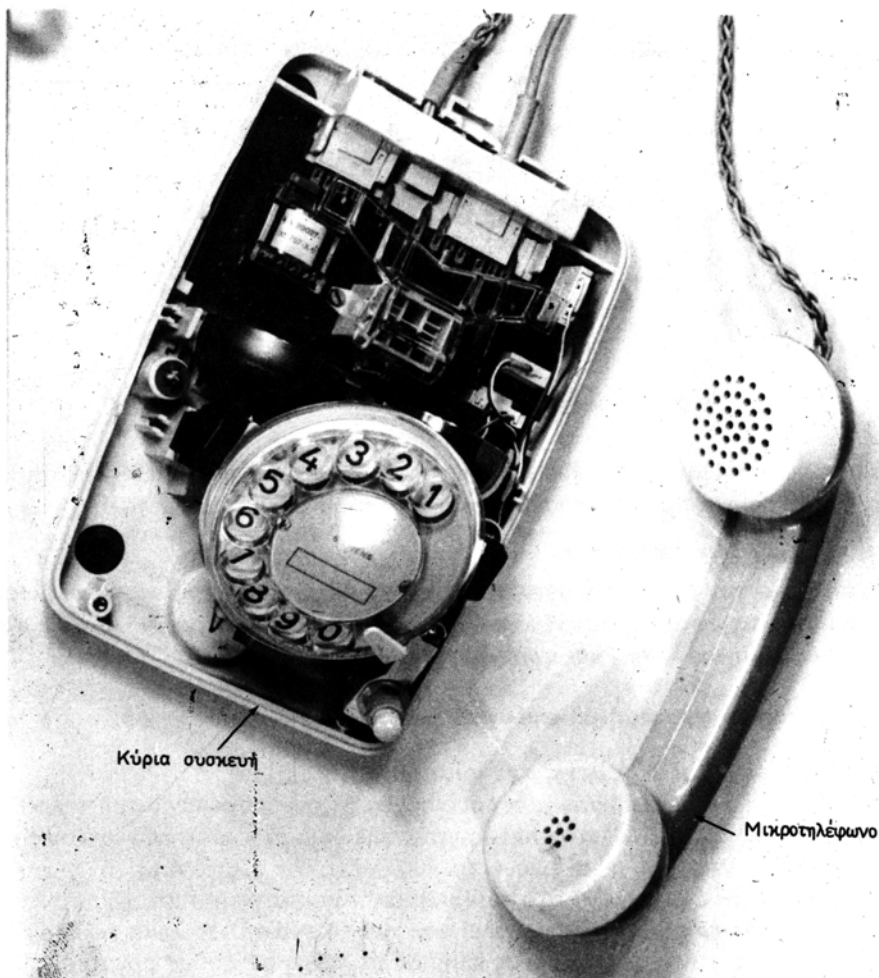
— Τή **μικροφωνική κάψα (μικρόφωνο)** γιά τή μετατροπή τῶν ἡχητικῶν κυμάτων τῆς ὁμιλίας σέ ἠλεκτρικό ρεῦμα.

— Τήν **τηλεφωνική κάψα (ἀκουστικό)** γιά τή μετατροπή τοῦ ρεύματος ὁμιλίας σέ ἡχητικά κύματα.

Όταν τό τηλέφωνο δέν χρησιμοποιεῖται, τό μικροτηλέφωνο βρίσκεται τοποθετημένο σέ κατάλληλη ὑποδοχή τῆς κύριας τηλεφωνικῆς συσκευῆς, πού ὀνομάζεται **ἄγκιστρο**. Ἡ ὀνομασία αὐτή ἔχει διατηρηθεῖ ἀπό τήν ἐποχή πού τό μικροτηλέφωνο κρεμιόταν ἀπό ἓνα ἄγκιστρο τῆς κύριας συσκευῆς.

Τροφοδότηση τῆς τηλεφωνικῆς συσκευῆς.

Τό τηλέφωνο κάθε συνδρομητή τροφοδοτεῖται μέ συνεχές ρεῦμα ἀπό μιά κεν-

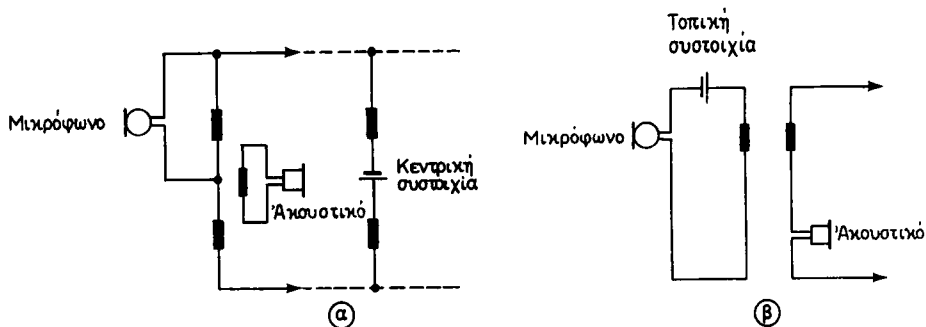


Σχ. 18.1α.

Τηλεφωνική συσκευή με επιλογικό δίσκο.

τρική συστοιχία του τηλεφωνικού κέντρου μέσω της συνδρομητικής γραμμής [τροφοδότηση κεντρικής συστοιχίας, σχήμα 18.1β (α)]. Στο συνεχές αυτό ρεύμα υπερτίθεται κατά τη συνδιάλεξη τό έναλλασσόμενο ρεύμα όμιλίας, όπως θά δοϋμε πίο κάτω.

Παλαιότερα ή κάθε συσκευή χωριστά τροφοδοτόταν από μιά δική της **τοπική συστοιχία** [τροφοδότηση τοπικής συστοιχίας, σχήμα 18.1β (β)]. Στην περίπτωση αυτή συνεχές ρεύμα ρέει μόνο στο κύκλωμα του μικροφώνου, ενώ στή συνδρομητική γραμμή ρέει τό έναλλασσόμενο ρεύμα όμιλίας, πού δημιουργείται στο μικρόφωνο καί μεταβιβάζεται έπαγωγικά στή γραμμή. Ή τροφοδότηση τοπικής συστοιχίας εφαρμόζεται σήμερα μόνο σε μερικές ειδικές περιπτώσεις, π.χ. σε τηλέφωνα



Σχ. 18.1β.

α) Τροφοδότηση κεντρικής συστοιχίας. β) Τροφοδότηση τοπικής συστοιχίας.

έκστρατείας ή σε συνδρομητικές γραμμές μεγάλου μήκους, στίς όποιες η έξασθέ-
νιση του ρεύματος τροφοδοτήσεως από τό κέντρο είναι πολύ μεγάλη.

Τύποι τηλεφωνικών συσκευών.

Ανάλογα μέ τόν τρόπο πού μετατρέπεται ό συνδρομητικός αριθμός σέ ήλεκτρι-
κό σήμα στήν τηλεφωνική συσκευή καί αποστέλλεται στό κέντρο, διακρίνομε **συ-
σκευές μέ έπιλογικό δίσκο** καί **συσκευές μέ πληκτρολόγιο**.

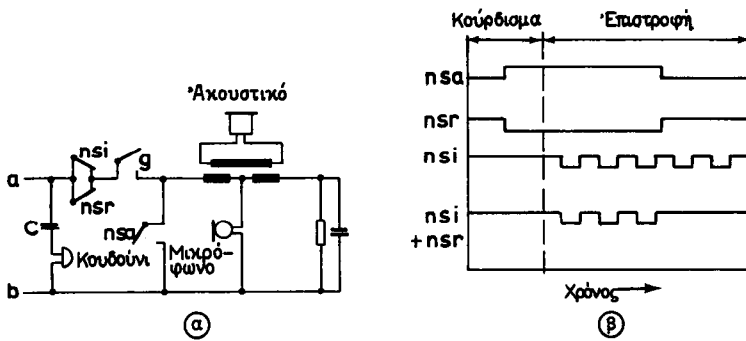
18.2 Τηλεφωνική συσκευή μέ έπιλογικό δίσκο.

Συνδεσμολογία καί λειτουργία τής συσκευής.

Τό σχήμα 18.2α δείχνει κάπως άπλοποιημένα τή συνδεσμολογία του τηλεφώ-
νου μέ έπιλογικό δίσκο. Μόλις ό συνδρομητής σηκώσει τό μικροτηλέφωνο, κλείνει
ό έπαφείας του άγκιστρου g καί ένώνει σέ ένα βρόχο τόν άγωγό α μέ τό άγωγό b,
μέ άποτέλεσμα νά διοχετευθεί στό κύκλωμα άπ' τήν κεντρική συστοιχία συνεχές
ρεύμα, τό **ρεύμα ήρεμίας**, πού προκαλεί τήν κίνηση στό τηλεφωνικό κέντρο του
προεπιλογέα του συνδρομητή ή ενός κλησιθήρα, όπως θά δοϋμε άργότερα. Στό
τέλος τής συνδιαλέξεως, όταν ό συνδρομητής άποθέσει τό μικροτηλέφωνο στό
άγκιστρο, διακόπτεται τό κύκλωμα άπ' τόν έπαφέα g καί ή διακοπή του ρεύματος
προκαλεί τήν έναρξη τής άπολύσεως τής συνδέσεως.

Η καθοδήγηση των ζευκτικών οργάνων του κέντρου επιτυγχάνεται μέ **παλμούς
ρεύματος** (ρευματωθήσεις), πού δημιουργούνται μέ ρυθμικές διακοπές μικρής
διάρκειας του συνδρομητικού βρόχου μέ τή βοήθεια του δίσκου έπιλογής. Σέ κάθε
έπιλεγόμενο ψηφίο περιστρέφεται ό δίσκος μέ τό δάκτυλο μέχρι τόν άναστολέα
τής κινήσεως στό κάτω δεξιό άκρο του δίσκου καί μέ τήν ένέργεια αύτή τεντώνε-
ται ένα σπειροειδές έλατήριο γύρω στον άξονά του («κούρδισμα» του δίσκου). Κα-
τόπιν άφήνεται ό δίσκος νά έπιστρέψει, μέ τή βοήθεια του έλατηρίου, στήν άρχική
του θέση (έπιστροφή του δίσκου).

Κατά τό «κούρδισμα» του δίσκου, άνοίγει ό έπαφείας ήρεμίας nsr (παλμοανα-
σχετικός έπαφείας) καί ταυτόχρονα κλείνει ό έπαφείας έργασίας nsa (βραχυκυκλω-
τικός έπαφείας). Ό έπαφείας nsr παύει δηλαδή νά βραχυκυκλώνει τόν παλμοδοτικό
έπαφέα nsi προετοιμάζοντας τή λειτουργία του, ένw ό nsa βραχυκυκλώνει τό υπό-



Σχ. 18.2α.

α) Συνδεσμολογία τηλεφωνικής συσκευής με επιλογικό δίσκο. β) Διάγραμμα λειτουργίας των επαφών τηλεφωνικής συσκευής, με επιλογικό δίσκο.

λοιπο τμήμα της γραμμής μαζί με τό μικρόφωνο καί τό άκουστικό, τό όποιο δέν χρειάζεται κατά τή διάρκεια τής επιλογής. Μέ τή βραχυκύκλωση αυτή μειώνεται ή αντίσταση του βρόχου, μέ άποτέλεσμα τήν αύξηση του ρεύματος, καί άποφεύγεται ή μεταβίβαση των επιλογικών παλμών σάν παρασιτικών θορύβων στό άκουστικό του συνδρομητή. Η λειτουργία των επαφών παριστάνεται στό σχήμα 18.2α (β), πού δείχνει τή χρονική μεταβολή τής καταστάσεως των επαφών στίς δύο φάσεις τής λειτουργίας του δίσκου.

Οί επιλογικοί παλμοί δημιουργούνται κατά τήν έπιστροφή του δίσκου, ή όποία ρυθμίζεται μέ ένα φυγοκεντρικό ρυθμιστή, ώστε ή ταχύτητα του δίσκου νά είναι σταθερή. Έτσι οί παλμοί έχουν πάντοτε τήν ίδια διάρκεια, άνεξάρτητα άπ' τήν ταχύτητα επιλογής κάθε συνδρομητή.

Ο παλμοδοτικός επαφέας nsi άνοίγει καί κλείνει τόσες φορές, όσες άντιστοιχούν στό ψηφίο πού έχει επιλεγεί, διακόπτοντας καί ξανακλείνοντας τό βρόχο καί δημιουργώντας ισάριθμους παλμούς. Μέ τόν τρόπο αυτό μετατρέπεται κάθε ψηφίο σέ μία **παλμοσειρά**. Επιλέγει, π.χ. ό συνδρομητής τό ψηφίο 7, διακόπτεται ό βρόχος 7 φορές καί δημιουργείται μία παλμοσειρά μέ 7 παλμούς. Η διάρκεια ενός παλμού, δηλαδή ό χρόνος πού μεσολαβεί άπ' τή στιγμή τής διακοπής του ρεύματος ως τή στιγμή τής επόμενης διακοπής, στή χώρα μας άνέρχεται σέ 100 ms κατά μέσο όρο. Άπ' αυτά 60 ms περίπου άντιστοιχούν στή διακοπή καί 40 ms στήν άποκατάσταση του κυκλώματος.

Μεταξύ δύο παλμοσειρών πρέπει νά μεσολαβεί άρκετά μεγάλη παύση, ώστε νά διαπιστώνουν τά όργανα στό τηλεφωνικό κέντρο τό τέλος τής παλμοσειράς. Η παύση αυτή είναι επίσης άπαραίτητη γιά νά δοθεί ό χρόνος στους επιλογείς νά άναζητήσουν σέ **έλεύθερη επιλογή** μιάν έλεύθερη γραμμή στή δεκάδα (κατεύθυνση) πού έχουν καθοδηγηθεί άπ' τόν συνδρομητή. Τό διάστημα μεταξύ δύο παλμοσειρών πρέπει νά άνέρχεται τουλάχιστο σέ 500 ms στά συνηθισμένα ήλεκτρομηχανικά συστήματα. Είναι όμως φανερό, ότι τό διάστημα αυτό έξαρτάται καί άπ' τήν ταχύτητα, μέ τήν όποία επιλέγει ό συνδρομητής δύο διαδοχικά ψηφία καί άπ' τό ψηφίο πού ακολουθεί ένα άλλο ψηφίο. Τό μικρότερο διάστημα παρουσιάζεται. ό-

ταν τό επόμενο ψηφίο είναι τό 1, γιατί ό δρόμος γιά τό «κούρδισμα» του δίσκου στό ψηφίο αυτό είναι ό πιό μικρός μεταξύ των 10 ψηφίων.

Γιά νά αύξηθει ή ελάχιστη δυνατή διάρκεια μεταξύ δύο παλμοσειρών δημιουργείται τεχνητή αύξηση τής διαδρομής του δίσκου κατά τό «κούρδισμά» του. 'Η αύξηση τής διαδρομής επιτυγχάνεται κατασκευαστικά μέ μιά μικρή μετατόπιση του δίσκου αντίθετη από τή φορά των δεικτών του ρολογιού. Μ' αυτόν τόν τρόπο όμως πραγματοποιεί ό επάφείας nsi επί πλέον διακοπές του βρόχου καί δημιουργεί δύο πρόσθετους παλμούς σέ κάθε επιλεγόμενο ψηφίο, πού πρέπει νά απαλειφθούν. Τήν εργασία αυτή εκτελεί ό παλμοανασχετικός επάφείας nsr. Μέ τήν επιλογή του ψηφίου 6 π.χ. δημιουργεί ό επάφείας nsi 8 παλμούς. Μόλις όμως αποσταλούν οι 6 παλμοί, ένα εκκεντρο κλείνει τόν επάφείας nsr βραχυκυκλώνοντας τόν nsi καί εξουδετερώνοντας τούς δύο παλμούς πού ακολουθούν. Ταυτόχρονα μέ τό κλείσιμο του nsr άνοίγει ό επάφείας nsa καί παραμένει άνοικτός μέχρι τό επόμενο «κούρδισμα» του δίσκου.

Ό καλούμενος συνδρομητής είδοποιείται γιά τήν κλήση, πού έχει φθάσει στη συσκευή του, μέ τό **ηλεκτρικό κουδούνι**, στό όποιο διοχετεύεται έναλλασσόμενο ρεύμα 25 Hz από τή μηχανή κλήσεων καί σημάτων (Μ.Κ.Σ.) του κέντρου.

Ό πυκνωτής C έμποδίζει τή διέλευση συνεχούς ρεύματος άπ' τό κουδούνι κι έπίσης χρησιμεύει στό σβήσιμο των σπινθήρων, πού δημιουργούνται κατά τή λειτουργία του nsi. Τά έναλλασσόμενα ρεύματα όμιλίας μέ συχνότητες 300 ως 3400 Hz καί τά ήχοσήματα πού αποστέλλονται στό συνδρομητή μέ συχνότητα 450 Hz (ήχοσήματα ελεύθερου, κατειλημμένου κλπ.) δέν έχουν καμιά επίδραση στό κουδούνι, γιατί τά τυλίγματα του (στραγγαλιστικά πηνία) παρουσιάζουν μεγάλη αντίσταση στις συχνότητες αυτές καί έμποδίζουν τή διέλευσή τους.

Όταν ό καλούμενος συνδρομητής σηκώσει τό μικροτηλέφωνό του, κλείνει ό επάφείας g, τής συσκευής του, μέ αποτέλεσμα νά συνδεθούν οι άγωγοί α καί b μέσω του κυκλώματος του μικροφώνου καί του άκουστικού καί νά αποκατασταθεί ή σύνδεση μέ τόν καλούντα συνδρομητή. 'Η άπάντηση του καλούμενου συνδρομητή άποτελεί καί τό **κριτήριο** γιά τή διακοπή τής αποστολής του ρεύματος κλήσεως άπ' τό κέντρο, καθώς καί γιά τήν έναρξη ή προετοιμασία τής χρεώσεως τής συνδιάλεξεως, άνάλογα μέ τό αν είναι υπεραστική ή άστική συνδιάλεξη.

Αύτακουστική εξασθένηση.

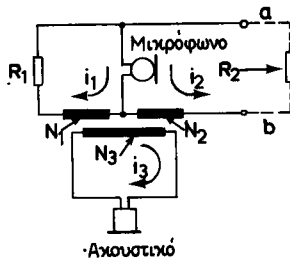
Τό μικρόφωνο συνδέεται μέ τό άκουστικό μέσω ενός μεταφορέα, όπως φαίνεται στό σχήμα 18.2α (α). 'Η σύνδεση αυτή έχει προορισμό νά εξασφαλίσει στό συνδρομητή τήν άκρόαση τής φωνής του, όταν όμιλεί, αλλά μέ όρισμένη εξασθένηση, ή όποία όνομάζεται **αύτακουστική εξασθένηση**. 'Η αύτακουστική εξασθένηση δημιουργείται ως εξής (σχ. 18.2β):

Τό μικρόφωνο διαρρέεται από συνεχές ρεύμα τής κεντρικής συστοιχίας. 'Η ένταση αυτού του ρεύματος μεταβάλλεται μέ τήν ένταση των ήχητικών κυμάτων, όταν μιλά ό συνδρομητής, μέ αποτέλεσμα νά δημιουργείται ένα μεταβαλλόμενο ρεύμα. Τό ρεύμα αυτό μπορεί νά θεωρηθεί σαν συνεχές ρεύμα μέ σταθερό πλάτος, στό όποιο έχει υπερτεθεί ένα έναλλασσόμενο ρεύμα, πού έχει πηγή τό μικρόφωνο.

Τό μικροφωνικό έναλλασσόμενο ρεύμα διακλαδίζεται στα δύο τυλίγματα N_1 καί N_2 του μεταφορέα, πού έχουν τήν ίδια φορά περιελίξεως, σέ δύο αντίθετα ρεύμα-

τα i_1 και i_2 . Ἡ αντίσταση R_1 ἐκλέγεται κατάλληλα, ὥστε νά εἶναι περίπου ἴση μέ τήν αντίσταση R_2 στήν εἴσοδο τῆς συνδρομητικῆς γραμμῆς. Κατάλληλα ἐπίσης ἐκλέγονται οἱ ἀντιστάσεις καί ὁ ἀριθμός στροφῶν N_1 καί N_2 τῶν δύο τυλιγμάτων, μέ ἀποτέλεσμα οἱ μαγνητεγερτικές δυνάμεις (διαρρεύματα) $i_1 N_1$ καί $i_2 N_2$, πού δημιουργοῦνται σ' αὐτά, νά εἶναι περίπου ἴσες καί ἐπειδὴ εἶναι ἀντίθετες, σχεδόν νά ἀλληλανεירוῦνται. Ἡ διαφορά $i_1 N_1 - i_2 N_2$ ἐπάγει στό τύλιγμα N_3 μιά μικρή τάση, πού ἐπιτρέπει στό συνδρομητή νά ἀκούει ἐξασθενημένα τή φωνή του, χωρίς νά ἐνοχλεῖται. Ἡ μεταβίβαση αὐτῆς τῆς φωνῆς στό ἀκουστικό εἶναι ἀπαραίτητη, γιατί διαφορετικά μέ τήν ἀπόλυτη σιγή ὁ συνδρομητής σχηματίζει τήν ἐντύπωση ὅτι ἡ ἐγκατάσταση ἔχει ὑποστεί βλάβη.

Ἡ αὐτακουστική ἐξασθένηση εἶναι ἀπαραίτητη ἀκόμα καί γιά νά ἐξασθενοῦν οἱ θόρυβοι τοῦ περιβάλλοντος, πού μέσω τοῦ μικροφώνου φθάνουν στό ἀκουστικό καί γιά νά ἀποφεύγεται ἡ ἀκουστική ἀνάδραση. Στήν τελευταία περίπτωση ἡχητικά κύματα ἀπ' τό ἀκουστικό ἐπενεργοῦν στό μικρόφωνο δημιουργώντας ρεῦμα, πού μεταβιβάζεται στό ἀκουστικό καί προκαλεῖ νέα ἡχητικά κύματα, κ.ο.κ. Ἐτσι θά σχηματίζοταν κύκλος, ὁ ὁποῖος χωρίς ἐξωτερική ἐπίδραση θά συντηροῦσε συνεχῶς ἡχητικά κύματα.



Σχ. 18.2β.

Σύνδεση μικροφώνου-ἀκουστικοῦ γιά τήν ἐξασφάλιση «αὐτακουστικῆς ἐξασθενήσεως».

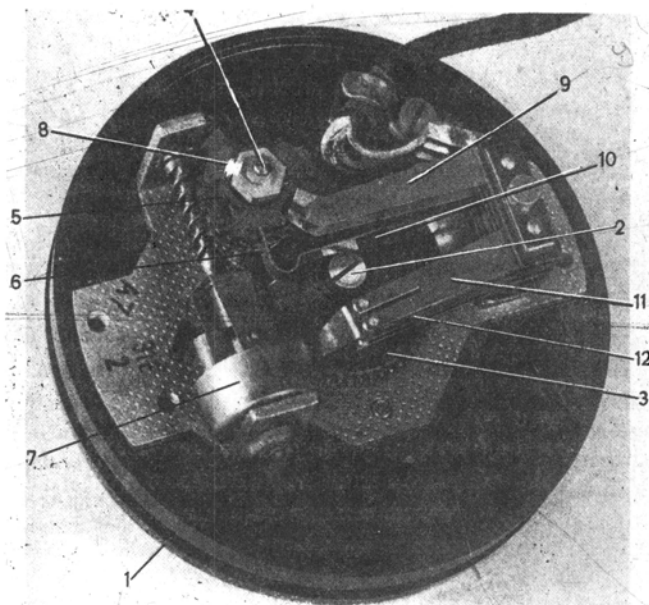
Ἡ κατασκευή τῆς τηλεφωνικῆς συσκευῆς μέ ἐπιλογικό δίσκο.

Στά ἐπόμενα περιγράφεται μέ συντομία ἡ κατασκευή τῶν πῶς βασικῶν τμημάτων τῆς συσκευῆς μέ ἐπιλογικό δίσκο, πού γνωρίσαμε ἤδη τή λειτουργία καί συνδεσμολογία τους.

Τό σχῆμα 18.2γ δείχνει τήν κατασκευή ἑνός **μηχανισμοῦ παλμοδοτήσεως**.

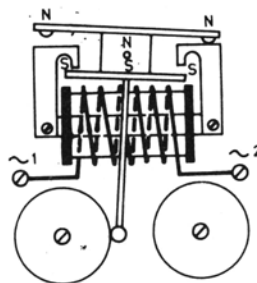
Στόν κύριο ἄξονα 2 τοῦ ἐπιλογικοῦ δίσκου 1 εἶναι ἐφαρμοσμένος ὁ ὁδοντωτός τροχός 3, μέσω τοῦ ὁποῦ μεταβιβάζεται ἡ περιστροφική κίνηση τοῦ δίσκου σέ ἕνα πολύ μικρότερο ὁδοντωτό τροχό (δέν φαίνεται στό σχῆμα), στερεωμένο στό δευτερεύοντα ἄξονα 4, μέ ἀποτέλεσμα τή σημαντική αὐξηση τῶν στροφῶν τοῦ τροχοῦ αὐτοῦ. Στόν ἴδιο ἄξονα 4 εἶναι στερεωμένος ὁ ὁδοντωτός τροχός 5, ὁ ὁποῖος μεταβιβάζει τήν κίνηση στόν ἀτέρμονα κοχλία 6. Ὁ ἀτέρμονας κοχλίας εἶναι ἐφοδιασμένος μέ τό φυγοκεντρικό ρυθμιστή 7, ἕνα μηχανισμό πού ἐργάζεται μέ τή φυγοκεντρική δύναμη πού ἀναπτύσσεται κατά τήν περιστροφή καί ἐξασφαλίζει σταθερή ταχύτητα στό δίσκο ἐπιλογῆς, ὅταν ἐπιστρέφει στή θέση ἡρεμίας.

Κατά τό «κούρδισμα» τοῦ δίσκου τεντώνεται ἕνα σπειροειδές ἐλατήριο γύρω στόν κύριο ἄξονα 2 (δέν φαίνεται στό σχῆμα). Ταυτόχρονα στρέφεται ὁ τροχός 3 καί ὁ μικρός ὁδοντωτός τροχός τοῦ δευτερεύοντα ἄξονα, ἡ κίνησή τους ὅμως δέ μεταφέρεται στόν τροχό 5. Μέ τήν ἔναρξη τῆς ἐπιστροφῆς τοῦ δίσκου, πού πραγματοποιεῖται μέ τή βοήθεια τοῦ σπειροειδοῦς ἐλατηρίου, συνδέεται ὁ μικρός τροχός μέ τόν τροχό 5 καί ἡ κίνησή του φθάνει στόν ἀτέρμονα κοχλία.



Σχ. 18.2γ.

Παλμοδοτικός μηχανισμός τηλεφωνικής συσκευής με επιλογικό δίσκο: 1. 'Επιλογικός δίσκος. 2. Κύριος άξονας. 3. 'Οδοντωτός τροχός. 4. Δευτερεύων άξονας. 5. 'Οδοντωτός τροχός. 6. 'Ατέρμονας κοχλίας. 7. Φυγοκεντρικός ρυθμιστής. 8. Διακοπτικός δίσκος. 9. Παλμοδοτικός έπαφάς nsi. 10. Φρακτικό έλατήριο. 11. Παλμοανασχετικός έπαφάς nsr. 12. Βραχυκυκλωτικός έπαφάς nsa.



Σχ. 18.2δ.

Κουδούνι έναλλασσόμενου ρεύματος τηλεφωνικής συσκευής.

Στόν άξονα 4 είναι στερεωμένος ο διακοπτικός δίσκος 8 από μονωτικό ύλικό. Σέ κάθε επιλεγόμενο ψηφίο ο δίσκος άνοίγει τόν παλμοδοτικό έπαφά 9 τόσες φορές, όσες άντιστοιχούν στό ψηφίο σύν 2 (λόγω τής μετατοπίσεως του έπιλογικού δίσκου γιά τήν αύξηση τής διάρκειας μεταξύ δύο παλμοσειρών). Στό ψηφίο 7, π.χ., 9 φορές. Τό φρακτικό έλατήριο 10 σταματά τό διακοπτικό δίσκο, μόλις ο έπιλογικός δίσκος έπιστρέψει στην άρχική του θέση. Οι δύο έπί πλέον παλμοί έξουδετερώνονται μέ τόν παλμοανασχετικό έπαφά nsr 11, ο όποιος είναι συναρμολογημένος μαζί μέ τό βραχυκυκλωτικό έπαφά nsa 12 καί λειτουργεί ταυτόχρονα μ' αυτόν. 'Η λειτουργία των δύο έπαφών nsr καί nsa ρυθμίζεται μέ ένα δίσκο από μονωτικό ύλικό στερεωμένο επάνω στόν κύριο άξονα.

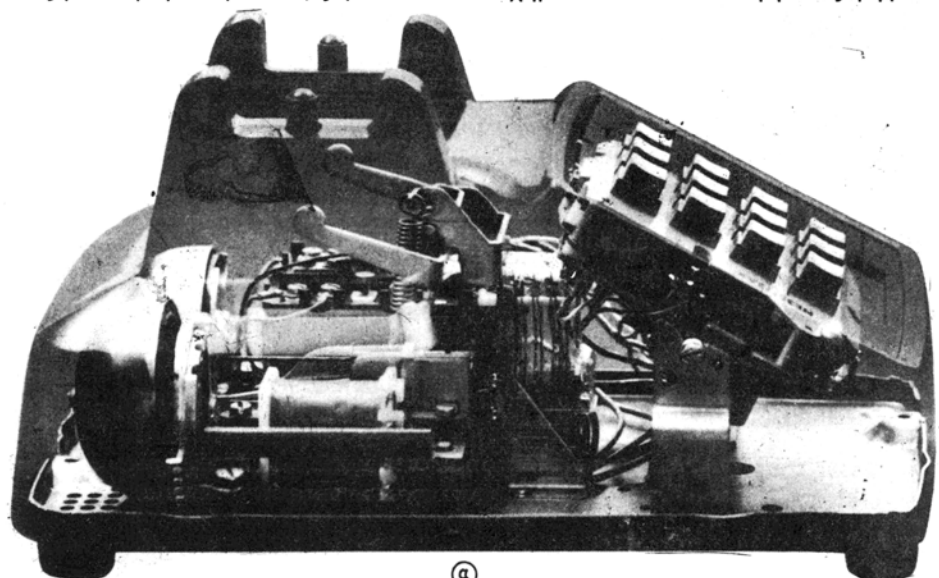
Τό κουδούνι έναλλασσόμενου ρεύματος λειτουργεί περίπου όπως ένας πολωμένος ρωστήρας. Όπως φαίνεται στό σχήμα 18.2δ αποτελείται από ένα μόνιμο μαγνήτη, ο όποιος περιβάλλεται από ένα πηνίο, από τόν όπλισμό του πηνίου μέ ένα πηλκτρο στή μέση καί άπ' τίς δύο καμπάνες.

'Ανάλογα μέ τή φορά του ρεύματος στό πηνίο, ένισχύεται τό μόνιμο μαγνητικό πεδίο στό ένα άκρο

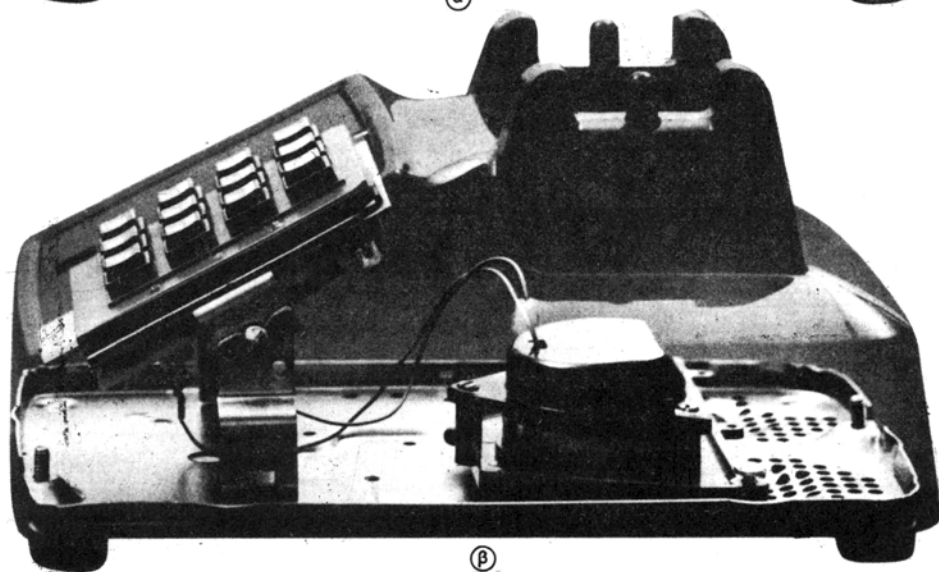
του μαγνήτη καί εξασθενεί στο άλλο. Αποτέλεσμα είναι να έλκεται ο όπλισμός στο άκρο αυτό καί τό πλήκτρο του να κτυπά τήν αντίθετη καμπάνα. Σέ ρεύμα 25 Hz πραγματοποιεί, επομένως, τό κουδούνι αυτό 50 κύπους τό δευτερόλεπτο.

18.3 Τηλεφωνική συσκευή μέ πληκτρολόγιο.

Σέ σύγχρονες συνδρομητικές συσκευές έχει αντικατασταθεί ο έπιλογικός δίσκος μέ πληκτρολόγιο, όπως φαίνεται στο σχήμα 18.3α. Η έπιλογή ενός ψηφίου



α



β

Σχ. 18.3α.

Τηλεφωνική συσκευή μέ πληκτρολόγιο: καί α) Ήλεκτρομηχανικά στοιχεία, β) Ήλεκτρονικά στοιχεία.

πραγματοποιείται μέ πίεση τοῦ ἀντίστοιχου πλήκτρου. Μέ τή βοήθεια τῶν πλήκτρων ἐξασφαλίζεται εὐκολη, γρήγορη καί ἀξιόπιστη ἐπιλογή τοῦ συνδρομητικοῦ ἀριθμοῦ.

Πληκτροεπιλογή ἐφαρμόζεται τόσο σέ κλασικά συστήματα, στά ὁποῖα ὁ συνδρομητικός ἀριθμός μεταβιβάζεται στό κέντρο ὑπό μορφή παλμοσειρῶν, ὅσο καί σέ σύγχρονα συστήματα στά ὁποῖα χρησιμοποιεῖται κώδικας ἀκουστικῶν συχνοτήτων γιά τή μεταβίβαση τοῦ συνδρομητικοῦ ἀριθμοῦ.

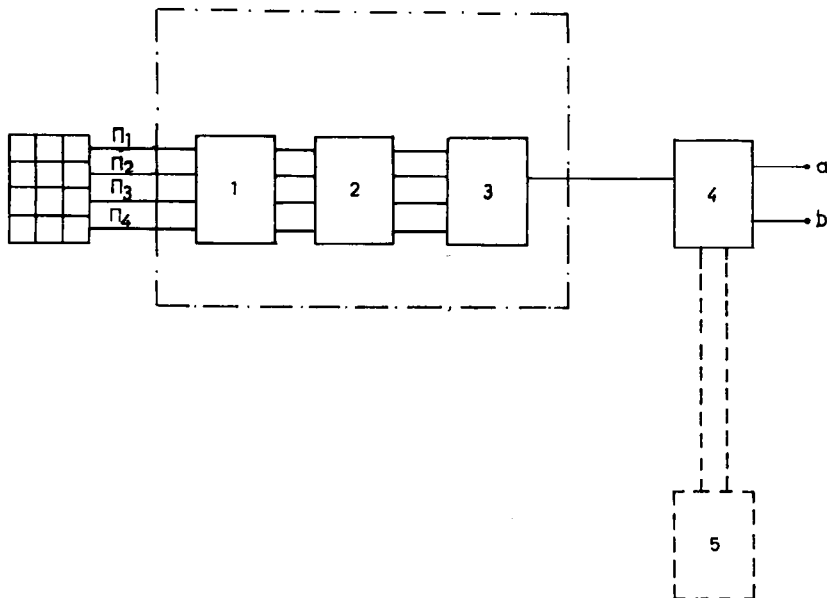
Χαρακτηριστικό τῶν συγχρόνων συνδρομητικῶν συσκευῶν εἶναι, ὅτι χρησιμοποιοῦν κυρίως ἠλεκτρονικά στοιχεῖα. Π.χ., τό μικρόφωνο ἀνθρακα ἔχει ἀντικατασταθεῖ μέ ἓνα τύπο μικροφώνου πυκνωτή, τό «Ἐλεκτρέτ», σέ συνδυασμό μέ ἐνισχυτή, τό ἀκουστικό ἐπίσης ἔχει συνδυαστεῖ μέ ἐνισχυτή. Τό κουδούνι ἔχει δώσει τή θέση του σέ βομβητές ἢ σέ κυκλώματα πού χρησιμοποιοῦν γιά τήν κλήση τοῦ συνδρομητῆ τό ἀκουστικό τῆς συσκευῆς. Τυπωμένα ἠλεκτρονικά κυκλώματα κωδικοποιήσεως, ἐνταμιεύσεως, ἀποκωδικοποιήσεως καί μετάδόσεως χρησιμοποιοῦνται γιά τήν κατάλληλη ἐπεξεργασία καί μετάδοση τοῦ συνδρομητικοῦ ἀριθμοῦ. Μέ τή χρησιμοποίηση ἠλεκτρονικῶν στοιχείων ἐπιτυγχάνεται, μεταξύ ἄλλων, μείωση τοῦ βάρους τῆς τηλεφωνικῆς συσκευῆς, βελτίωση τῆς ποιότητας μετάδόσεως καί αὐξηση τῆς διάρκειας ζωῆς τῆς συσκευῆς.

Στή συνέχεια ἐξετάζομε σύντομα τοὺς δύο τύπους συσκευῶν μέ πληκτρολόγιο.

α) Συσκευή γιά μετάδοση παλμοσειρῶν.

Ἡ συσκευή περιλαμβάνει σύστημα μηχανικῶν ἐπαφῶν οἱ ὁποῖοι ἐνεργοποιοῦνται μέ τήν πίεση κάθε πλήκτρου καί δίνουν ἓνα **συνδυασμό σημάτων** πού ἀντιστοιχεῖ στό ψηφίο τοῦ πλήκτρου πού πιέστηκε. Ὁ συνδυασμός αὐτός μεταφέρεται σ' ἓνα **κύκλωμα παλμοδοτήσεως**, ἀποκωδικοποιεῖται, ἐνταμιεύεται, μετατρέπεται σέ παλμοσειρές καί ὁδηγεῖται στή συνδρομητική γραμμή γιά νά φθάσει στό κέντρο. Τό σχῆμα 18.3β δείχνει τίς βασικές μονάδες τοῦ κυκλώματος παλμοδοτήσεως. Ἡ μονάδα προσαρμογῆς 4 πού καθοδηγεῖται ἀπό τή μονάδα 3, στήν ὁποία γίνεται ἡ μετατροπή τῶν ψηφίων σέ παλμοσειρές, περιλαμβάνει τόν παλμοδοτικό ἐπαφέα καί ἀποσυνδέει κατά τή μετάδοση τῶν παλμῶν τό κύκλωμα ἀκουστικοῦ - μικροφώνου 5. Τό κύκλωμα ἀκουστικοῦ - μικροφώνου ἀποτελεῖ μιά γέφυρα Wheatstone (σχ. 18.3γ). Ὁ ἓνας κλάδος τῆς γέφυρας σχηματίζεται ἀπό τή συνδρομητική γραμμή, πού εἶναι συνδεμένη στά σημεία Α, Β. Δύο κλάδους σχηματίζουν οἱ ἀντιστάτες Z_1 καί Z_2 , ἐνῶ τόν τρίτο κλάδο σχηματίζει ἡ σύνθετη ἀντίσταση Z_B πού εἶναι μιά ἀπομίμηση τῆς ἀντιστάσεως εἰσόδου Z_L τῆς συνδρομητικῆς γραμμῆς, δηλ. ἔχει περίπου τήν ἴδια τιμή μέ αὐτή. Τό μικρόφωνο Μ μέ τόν ἐνισχυτή του A_M εἶναι συνδεμένο μεταξύ τῶν σημείων Β καί Ε τῆς γέφυρας, ἐνῶ τό ἀκουστικό R μέ τόν ἐνισχυτή του A_R μεταξύ τῶν σημείων Α καί Δ. Οἱ ἐνισχυτές τροφοδοτοῦνται ἀπό τό συνεχές ρεῦμα τῆς συνδρομητικῆς γραμμῆς.

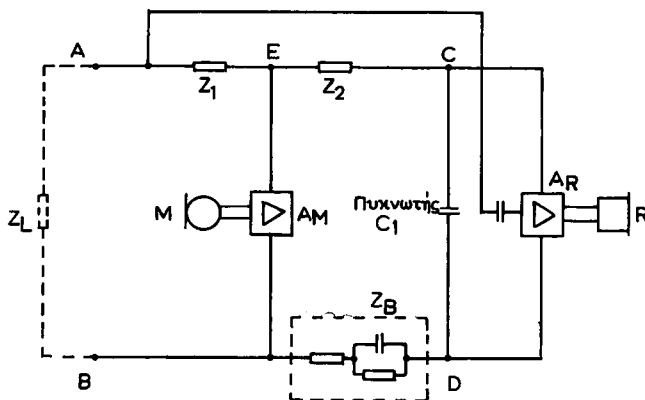
Τό ρεῦμα ὁμιλίας πού δημιουργεῖται στό μικρόφωνο ἐνισχύεται στὸν ἐνισχυτή A_M καί ὁδηγεῖται μέσω τῶν σημείων Β, Ε στή γραμμή γιά νά φθάσει στό κέντρο. Ὅταν ἡ γέφυρα εἶναι ἐξισορροπημένη ἱκανοποιητικά, ἐλάχιστο μικροφωνικό ρεῦμα μεταβιβάζεται στὸν κλάδο τοῦ ἀκουστικοῦ, ὅσο εἶναι ἀπαραίτητο γιά νά ἀκούει ὁ συνδρομητής ἐξασθενημένα τή φωνή του. Τά ρεύματα ὁμιλίας πού καταφθάνουν



Σχ. 18.3β.

Βασικές μονάδες κυκλώματος παλμοδότησης:

1. Μονάδα αποκωδικοποίησης. 2. Μονάδα ένταμιεύσεως. 3. Μονάδα μετατροπής ψηφίων σέ παλμοσειρές. 4. Μονάδα προσαρμογής. 5. Κύκλωμα ακουστικού μικροφώνου.



Σχ. 18.3γ.

Κύκλωμα ακουστικού-μικροφώνου.

ἀπ' τό κέντρο ἐνισχύονται στόν ἐνισχυτή A_R τοῦ ἀκουστικοῦ ὁ ὁποῖος περιορίζει ἐπίσης τά σήματα ὑψηλῆς στάθμης γιά νά μήν προκαλοῦν ἀκουστικές διαταραχές. Ὁ πυκνωτής C_1 χρησιμεύει γιά τή βραχυκύκλωση ἐναλλασσομένων ρευμάτων.

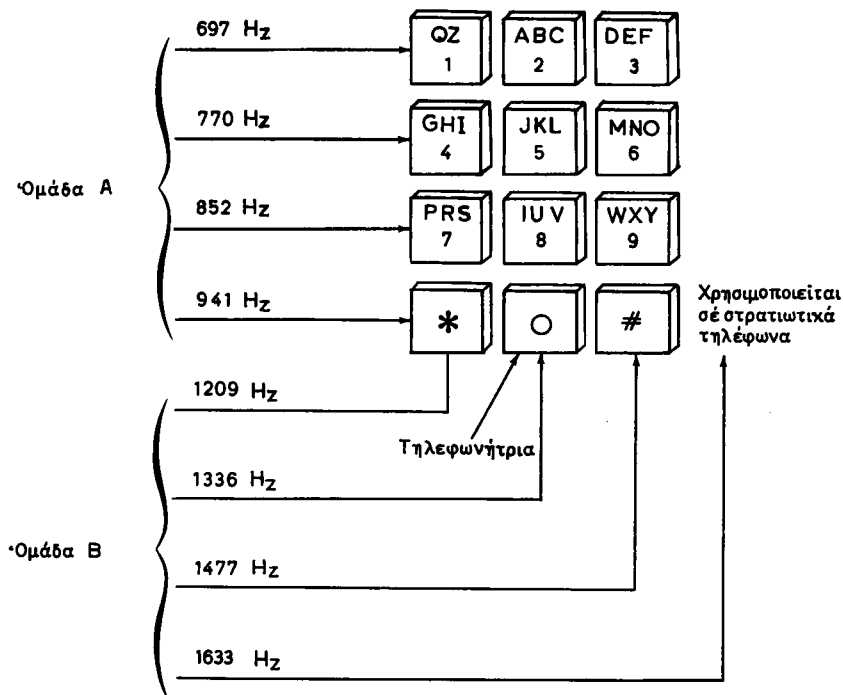
Μέ τή βοήθεια καταλλήλων ἐξασθενητῶν, πού παρεμβάλλονται στό ἀκουστικό καί τό μικρόφωνο, εἶναι δυνατό νά διατηρεῖται σταθερή ἡ στάθμη τοῦ λαμβανόμενου καί ἐκπεμπόμενου σήματος ἀνεξάρτητα ἀπ' τό μήκος τῆς συνδρομητικῆς γραμμῆς.

β) Συσκευή για μετάδοση ακουστικών συχνοτήτων.

Ἡ συσκευή αὐτή περιλαμβάνει ταλαντωτές πού δημιουργοῦν 8 διαφορετικές, ἀκουστικές συχνότητες. Οἱ συχνότητες εἶναι ταξινομημένες σέ δύο ὁμάδες ἀπό 4 συχνότητες. Ἡ ὁμάδα Α χαρακτηρίζει τίς σειρές τοῦ πληκτρολόγιου, ἡ ὁμάδα Β τίς στήλες. Κάθε ψηφίο 0 ὡς 9 καθορίζεται ἀπό τίς 2 συχνότητες τῆς γραμμῆς καί τῆς στήλης στίς ὁποῖες ἀνήκει τό ψηφίο αὐτό (σχ. 18.36).

Ὅταν πιεσθεῖ ἓνα πλήκτρο ἐπιλέγονται αὐτόματα δύο συντονισμένα κυκλώματα, πού ἀντιστοιχοῦν στίς 2 συχνότητες τοῦ πλήκτρου καί οἱ συχνότητες πού δίνουν τά κυκλώματα αὐτά ὁδηγοῦνται ταυτόχρονα στή συνδρομητική γραμμή γιά νά φθάσουν στό τηλεφωνικό κέντρο. Στό κέντρο κατάλληλα κυκλώματα λαμβάνουν τίς συχνότητες, ἀναγνωρίζουν τό ψηφίο πού ἔχει ἐπιλεγεῖ καί τό μεταβιβάζουν στίς κεντρικές διατάξεις καθοδηγήσεως, πού θά τό χρησιμοποιήσουν γιά τήν ἀποκατάσταση τῆς συνδέσεως.

Μέ τή μέθοδο τῶν ἀκουστικών συχνοτήτων ἐπιτυγχάνεται πολύ πιό γρήγορη μεταβίβαση τοῦ συνδρομητικοῦ ἀριθμοῦ στό τηλεφωνικό κέντρο συγκριτικά μέ τή μεταβίβαση μέ παλμοσειρές. Ἡ χρησιμοποίηση ἐξ ἄλλου ταυτόχρονα **δύο** ἀκουστικῶν συχνοτήτων αὐξάνει τήν ἀσφάλεια μεταδόσεως.



Σχ. 18.36.

Συνδυασμοί ἀκουστικῶν συχνοτήτων γιά μετάδοση τοῦ ἀριθμοῦ κλήσεως.

ΤΡΙΤΟ ΜΕΡΟΣ

ΑΣΤΙΚΗ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΕΝΑΤΟ

ΑΥΤΟΜΑΤΑ ΑΣΤΙΚΑ ΤΗΛΕΦΩΝΙΚΑ ΚΕΝΤΡΑ

19.1 Γενικά.

Όπως είδαμε στο Πρώτο Μέρος, ο κάθε συνδρομητής ενός τηλεφωνικού δικτύου δέν μπορεί για λόγους οικονομικούς και τεχνικούς να είναι μόνιμα συνδεδεμένος με όλους τους άλλους συνδρομητές. Μόνιμα συνδεδεμένος είναι μόνο με μία κεντρική εγκατάσταση, **τό αστικό τηλεφωνικό κέντρο**, μέσω της συνδρομητικής του γραμμής. Μέσα στο τηλεφωνικό αυτό κέντρο, τό όποιο πολλές φορές συνεργάζεται με ένα δεύτερο ή καί τρίτο αστικό τηλεφ. κέντρο, πραγματοποιείται ή σύνδεση μεταξύ δύο συνδρομητών, του **καλοῦντος** καί του **καλούμενου συνδρομητή**, για περιορισμένο χρονικό διάστημα, όσο χρειάζεται για τήν πραγματοποίηση μιᾶς συνδιαλέξεως. Μετά τό τέλος τῆς συνδιαλέξεως λύεται ή σύνδεση.

Όταν οί δύο συνδρομητές είναι συνδεδεμένοι στό ἴδιο αστικό τηλεφωνικό κέντρο, ή σέ διαφορετικά κέντρα τῆς ἴδιας ὁμως αστικῆς περιοχῆς, πού σχηματίζουν ἕνα αστικό τηλεφωνικό συγκρότημα, ή σύνδεση, πού πραγματοποιεῖται, ὀνομάζεται **αστική σύνδεση**. Ἐκτός ἀπ' τῆς αστικές πραγματοποιοῦνται καί **ὑπεραστικές συνδέσεις** μεταξύ συνδρομητῶν συνδεδεμένων σέ τηλεφωνικά κέντρα διαφορετικῶν αστικῶν περιοχῶν, π.χ. σέ κέντρα δύο διαφορετικῶν πόλεων.

Οί αστικές συνδέσεις πραγματοποιοῦνται σήμερα ἐντελῶς αὐτόματα στά τηλεφωνικά κέντρα. Ἀπ' τῆς δυνατότητες ἀποκαταστάσεως αὐτομάτων συνδέσεων πού γνωρίσαμε στό Πρώτο Μέρος, ἔχει ἐφαρμοστεῖ μέχρι τώρα σχεδόν ἀποκλειστικά ή διάκριση τῶν κυκλωμάτων στό χώρο μέ τή βοήθεια ἐπιλογέων καί ζευκτικῶν πεδίων (πολλαπλά πεδία χώρου). Κέντρα μέ διάκριση τῶν κυκλωμάτων στό χρόνο, πού πρόσφατα ἔχουν ἀρχίσει νά εἰσάγονται, εἶναι ἀκόμα πολύ περιορισμένα σέ ἀριθμό. Φαίνεται ὁμως, πῶς λόγω τῶν πλεονεκτημάτων τους τά κέντρα αὐτά θά ἀντικαταστήσουν βαθμιαῖα στό μέλλον τά κέντρα μέ πολλαπλά πεδία χώρου.

Τό σύνολο τῶν ὀργάνων ἑνός τηλεφωνικοῦ κέντρου καί τῶν μεθόδων πού ἐφαρμόζονται γιά νά πραγματοποιηθοῦν οί συνδέσεις μέ τά ὄργανα αὐτά, χαρακτηρίζονται **τηλεφωνικό σύστημα**. Τά τηλεφωνικά συστήματα διακρίνονται σύμφωνα μέ διάφορα κριτήρια, π.χ. κατά τή φῆρμα τοῦ κατασκευαστή (σύστημα Bell, Siemens κ.ο.κ.), κατά τήν ὀνομασία τῆς βασικῆς κατασκευαστικῆς τους μονάδας (ὑψο-

στροφικό σύστημα, κινητηριακό σύστημα) κλπ. Ίδιαίτερη σημασία έχει η διάκριση τῶν συστημάτων ανάλογα μέ τόν τρόπο πού καθοδηγοῦνται τά ζευκτικά ὄργανα τοῦ τηλεφωνικοῦ κέντρου, σέ συστήματα **ἄμεσης** καί **ἔμμεσης** καθοδηγήσεως (ἢ ἐπιλογῆς).

Στά συστήματα **ἄμεσης καθοδηγήσεως** καθοδηγοῦνται τά ζευκτικά ὄργανα κατ' εὐθείαν μέ τίς παλμοσειρές πού ἀποστέλλονται ἀπό τό συνδρομητή. Κάθε παλμός ὀδηγεῖται καί δρᾷ π.χ. στόν κινητήριό μηχανισμό ἑνός βηματοπορικοῦ ἢ κινητηριακοῦ ἐπιλογέα, μέ ἀποτέλεσμα νά στρέφονται οἱ βραχίονες κατὰ ἕνα βῆμα. Στά συστήματα **ἔμμεσης καθοδηγήσεως** οἱ παλμοσειρές ὀδηγοῦνται καί ἐνταμιεύονται σέ μιά κεντρική διάταξη καθοδηγήσεως στό τηλεφωνικό κέντρο. Ἡ διάταξη αὕτη ἐπεξεργάζεται τήν πληροφορία πού περιέχουν οἱ παλμοσειρές σέ συνάρτηση μέ τήν κατάσταση τῶν ὀργάνων τοῦ κέντρου (ἐλεύθερα ἢ κατειλημμένα ὄργανα), προσδιορίζει τά ὄργανα καί τίς γραμμές πού θά χρησιμοποιηθοῦν καί δίνει τίς κατάλληλες ἐντολές γιά νά λειτουργήσουν τά ὄργανα αὐτά καί νά πραγματοποιηθεῖ ἡ σύνδεση. Σέ ἕνα ραβδεπαφικό πλαίσιο π.χ. προσδιορίζεται ὁ ἐπαφῆας πού πρέπει νά ἐνεργοποιηθεῖ στό σημεῖο διασταυρώσεως δύο γραμμῶν καί δίνεται ἡ ἐντολή στήν ἀντίστοιχη ράβδο καί γέφυρα νά λειτουργήσουν. Συστήματα μέ ζευκτικά πεδία εἶναι ἀποκλειστικά συστήματα ἔμμεσης καθοδηγήσεως, ἐνῶ συστήματα μέ ἐπιλογεῖς εἶναι κατὰ κανόνα συστήματα ἄμεσης καθοδηγήσεως, ἀλλά κατασκευάζονται σέ ὀρισμένες περιπτώσεις καί σάν συστήματα ἔμμεσης καθοδηγήσεως.

Σέ κάθε τηλεφωνικό σύστημα διακρίνομε γενικά δύο βασικά τμήματα:

α) **Τό δίκτυο τῶν γραμμῶν ὁμιλίας** περιλαμβάνει τίς γραμμές, μέ τίς ὁποῖες πραγματοποιοῦνται οἱ συνδέσεις μεταξύ καλούντων καί καλουμένων συνδρομητῶν. Μέσα ἀπ' τίς γραμμές αὐτές ρέουν τά ρεύματα ὁμιλίας καί διεξάγονται οἱ συνδιαλέξεις.

β) **Οἱ διατάξεις καθοδηγήσεως** ἐπεξεργάζονται τίς πληροφορίες, πού ἀποστέλλει ὁ συνδρομητής μέ μορφή παλμοσειρῶν, προσδιορίζουν τή διαδρομή πού πρέπει νά ἀκολουθηθεῖ στό δίκτυο τῶν γραμμῶν ὁμιλίας γιά νά συνδεθεῖ αὐτός πού καλεῖ μέ τόν καλούμενο συνδρομητή καί ἀποκαθιστοῦν τή σύνδεση.

Τά δύο αὐτά τμήματα διακρίνονται εὐκόλα στά συστήματα ἔμμεσης καθοδηγήσεως. Ἀντίθετα, στά συστήματα ἄμεσης καθοδηγήσεως ἡ διάκριση εἶναι δύσκολη, γιατί ἀποτελοῦν κατασκευαστικά ἕνα ἐνιαῖο σύνολο.

Τά **τηλεφωνικά συστήματα** διακρίνομε ἀνάλογα μέ τά κατασκευαστικά στοιχεῖα πού χρησιμοποιοῦν, σέ τρεῖς μεγάλες κατηγορίες:

1) Τά **ἠλεκτρομηχανικά συστήματα** χρησιμοποιοῦν ἀποκλειστικά ἠλεκτρομηχανικά στοιχεῖα στίς διατάξεις καθοδηγήσεως καί στό δίκτυο τῶν γραμμῶν ὁμιλίας γιά τή σύνδεση τῶν γραμμῶν. Στήν κατηγορία αὕτη ἀνήκουν τά συστήματα μέ ἐπιλογεῖς καί μέ ἠλεκτρομηχανικά ζευκτικά πεδία (πεδία π.χ. μέ ραβδεπαφικούς ἐπιλογεῖς ἢ ρωστήρες).

2) Τά **ἠμihλεκτρονικά συστήματα** περιλαμβάνουν ἠλεκτρονικές διατάξεις καθοδηγήσεως καί ἠλεκτρομηχανικά στοιχεῖα γιά τή σύνδεση τῶν γραμμῶν (π.χ. ζευκτικά πεδία μέ ρωστήρες).

3) Τά **ἠλεκτρονικά συστήματα** περιλαμβάνουν ἠλεκτρονικές διατάξεις καθοδηγήσεως καί ἠλεκτρονικά στοιχεῖα γιά τή σύνδεση τῶν γραμμῶν ἢ γιά τή διάκριση τῶν κυκλωμάτων.

Στά ἐπόμενα θά ἐξετάσουμε τόν τρόπο μέ τόν ὁποῖο πραγματοποιοῦνται οἱ συν-

δέσεις σέ ηλεκτρομηχανικά συστήματα μέ ἐπιλογείς, σέ συστήματα μέ ζευκτικά πεδία πού μπορεί νά εἶναι ηλεκτρομηχανικά, ἡμihλεκτρονικά ἢ ηλεκτρονικά καί σέ ηλεκτρονικά συστήματα μέ διάκριση τῶν κυκλωμάτων στό χῶρο καί στό χρόνο. Προηγουμένως, ὅμως, πρέπει νά γνωρίσουμε τίς βασικές λειτουργίες, πού ἐκτελεῖ ἓνα ὁποιοδήποτε τηλεφωνικό κέντρο, γιά νά πραγματοποιήσῃ μιά σύνδεση.

19.2 Βασικές λειτουργίες αὐτομάτων κέντρων.

Γιά τήν ἀποκατάσταση μιᾶς τηλεφωνικῆς συνδέσεως ἀπαιτεῖται «συνεννόηση» τοῦ καλοῦντος συνδρομητῆ μέ τό τηλεφωνικό κέντρο. Ὁ συνδρομητής πού καλεῖ πρέπει νά **«ἀναγγεῖλῃ»** στό κέντρο τόν ἀριθμό κλήσεως τοῦ καλούμενου συνδρομητῆ γιά νά πάρῃ ἀπ' τό κέντρο σχετικές πληροφορίες, π.χ. ὅτι ἡ σύνδεση πραγματοποιήθηκε ἀλλά ὁ καλούμενος δέν ἀπαντᾷ ἢ ὅτι ὀμιλεῖ μέ κάποιον ἄλλο συνδρομητῆ κ.ο.κ.

Στό χειροκίνητο σύστημα ἡ συνεννόηση γίνονταν προφορικά μέ τήν τηλεφωνήτρια τοῦ κέντρου, ἡ ὁποία ἀποκαθιστοῦσε τή σύνδεση καί ἐπέβλεπε τή διεξαγωγή τῆς συνδιαλέξεως. Στό αὐτόματο ὅμως σύστημα ἡ σύνδεση πραγματοποιεῖται ἀπό μηχανές, πού δέν καταλαβαίνουν τήν ἀνθρώπινη γλώσσα. Ἐτσι ἡ ἀνταλλαγή πληροφοριῶν γίνεται μέ δύο διαφορετικούς τρόπους. Ὁ συνδρομητής στέλνει στό κέντρο τίς ἐντολές του μετασχηματισμένες σέ **ἠλεκτρικούς παλμούς** καί τό κέντρο ἀπαντᾷ μέ διάφορα ἀκουστικά σήματα ἢ **ἡχοσήματα**, ὅπως λέμε, πού τό καθ' ἓνα ἔχει μιά ξεχωριστή σημασία. Καί στίς δύο περιπτώσεις οἱ πληροφορίες ἀλλάζουν μορφή, δηλαδή **κωδικοποιούνται**. Γιά νά τίς ἐρμηνεύσῃ κανεῖς, πρέπει νά γνωρίζει τόν κώδικα πού δίνει τή σημασία καθεμιᾶς. Ἄς δοῦμε, τώρα, πῶς γίνεται αὕτη ἡ συνεννόηση καί ποιές λειτουργίες ἐκτελεῖ τό κέντρο γιά τήν ἀποκατάσταση μιᾶς συνδέσεως.

Ὅταν ὁ συνδρομητής πού καλεῖ σηκώνει τό μικροτηλέφωνό του, κλείνει, ὅπως γνωρίζομε, ὁ βρόχος τῆς συνδρομητικῆς γραμμῆς, διέρχεται ρεῦμα ἡρεμίας ἀπ' αὐτήν καί τό κέντρο διαπιστώνει τήν ἐπιθυμία τοῦ συνδρομητῆ νά πραγματοποιήσῃ μιά συνδιάλεξη. Σάν ἐπιβεβαίωση τῆς διαπιστώσεως αὐτῆς ἀποστέλλεται ἀπ' τό κέντρο, ἀμέσως μετά, **τό ἡχόσημα ἐνάρξεως ἐπιλογῆς** (μιά σειρά ἀπό α τοῦ μορσικοῦ ἀλφαβῆτου — βραχύς καί μακρύς τόνος —), πού σημαίνει εἰδικά ὅτι στό κέντρο ὑπάρχει ἓνα ὄργανο ἔτοιμο νά δεχτεῖ τίς ἐντολές τοῦ συνδρομητῆ κἢ ὅτι ὁ συνδρομητής μπορεί νά ἀρχίσῃ τήν ἐπιλογή. **Ἐπιλογή** εἶναι ὁ σχηματισμός τοῦ ἀριθμοῦ κλήσεως τοῦ καλούμενου μέ τόν ἐπιλογικό δίσκο ἢ τό πληκτρολόγιο καί ἡ καθοδήγηση, μέ τίς παλμοσειρές ἢ τό συνδυασμό συχνότητων πού ἀποστέλλονται, τῶν ζευκτικῶν ὀργάνων (π.χ. ἐπιλογέων) στό κέντρο, ὥστε νά πραγματοποιηθεῖ ἡ σύνδεση.

Κάθε σύνδεση περιλαμβάνει ὀρισμένα τμήματα γραμμῶν, πού ἐνώνονται μεταξύ τους μέσω τῶν ἐπιλογέων. Γιά νά χρησιμοποιηθεῖ μιά γραμμή καί ἓνας ἐπιλογέας σέ μιά σύνδεση, πρέπει νά εἶναι ἐλεύθεροι τή στιγμή πού πραγματοποιεῖται ἡ σύνδεση, δηλαδή νά μήν εἶναι ἀπασχολημένοι σέ ἄλλη σύνδεση. Ἡ εὕρεση μιᾶς ἐλεύθερης γραμμῆς γίνεται μέ διαδοχικό ἔλεγχο τῶν γραμμῶν, πού μποροῦν νά χρησιμοποιηθοῦν στή σύνδεση. Ἡ λειτουργία αὕτη ὀνομάζεται **δοκιμή**. Ἡ πρώτη

ελεύθερη γραμμή πού βρίσκεται, καταλαμβάνεται (*κατάληψη*) καί άμέσως μετά άκολουθεῖ ἡ *φραγή*, δηλαδή μία λειτουργία μέ τήν ὁποία ἐμποδίζονται ἄλλα ὄργανα νά καταλάβουν τή γραμμή αὐτή.

Ἄν ὅλες οἱ γραμμές εἶναι ἤδη κατειλημμένες ἀπό ἄλλες συνδιαλέξεις, ἡ σύνδεση δέν μπορεῖ νά προχωρήσει καί ὁ συνδρομητής παίρνει τό *ἡχώσημα κατειλημμένου* (μία σειρά ἀπό ε — βραχύς τόνος — τοῦ ἀλφαβήτου Μόρς). Τό ἴδιο σῆμα στέλνεται στόν καλοῦντα ἀπό τό κέντρο, ὅταν ἡ σύνδεση φθάσει στόν καλούμενο συνδρομητή, ἀλλά αὐτός μιλά μέ κάποιον ἄλλο συνδρομητή, εἶναι δηλαδή κατειλημμένος τή στιγμή αὐτή. Ἄν ὁ καλούμενος εἶναι ἐλεύθερος, ὁ συνδρομητής πού καλεῖ παίρνει τό *σῆμα ἐλεύθερου* (σειρά ἀπό τ — μακρύς τόνος — τοῦ ἀλφαβήτου Μόρς). Μέ τόν ἴδιο ρυθμό στέλνεται στόν καλούμενο τό *κλητήριο ρεῦμα*, πού κάνει νά ἡ-χεῖ τό ἡλεκτρικό κουδούνι τῆς συνδρομητικῆς του συσκευῆς. Ὅταν αὐτός σηκώσει τό μικροτηλέφωνο, κλείνει ὁ συνδρομητικός του βρόχος, γεγονός πού χαρακτηρίζει τήν *ἐναρξη τῆς συνδιαλέξεως*. Αὐτό ἀποτελεῖ τό κριτήριο γιά τή *χρέωση* τῆς συνδιαλέξεως. Τό τέλος τῆς συνδιαλέξεως καί τῆς χρέωσης χαρακτηρίζεται μέ τήν ἀπόθεση τοῦ μικροτηλεφώνου στό ἄγκιστρο καί τή διακοπή τοῦ συνδρομητικοῦ βρόχου τοῦ καλοῦντος συνδρομητή. Ἀπ' τή στιγμή αὐτή ἀρχίζει ἡ *ἀπόλυση* τῆς συνδέσεως, δηλαδή ἡ ἀπελευθέρωση τῶν διαφόρων ὀργάνων καί γραμμῶν, πού εἶχαν χρησιμοποιηθεῖ στή σύνδεση.

Ὅταν γιά τήν ἀποκατάσταση μιᾶς συνδέσεως ἀπαιτεῖται ἡ συνεργασία περισσοτέρων τηλεφωνικῶν κέντρων, τά κέντρα αὐτά *συνεννοοῦνται* μεταξύ τους ἐπίσης μέ ἡλεκτρικά σήματα, πού μεταβιβάζονται μέ διάφορες μορφές τόσο πρὸς τήν κατεύθυνση ἀποκαταστάσεως τῆς συνδέσεως ὅσο καί πρὸς τά πίσω.

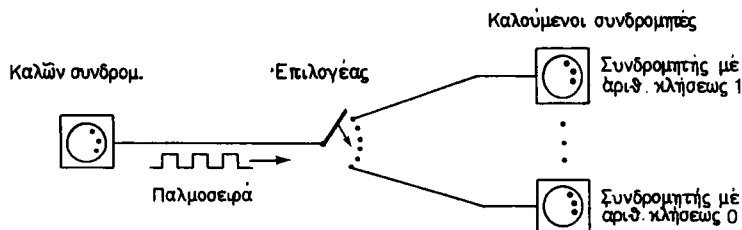
19.3 Ἡ ἀποκατάσταση συνδέσεως μέ ἐπιλογεῖς.

Στή συνέχεια θά περιγράψουμε τόν τρόπο ἀποκαταστάσεως συνδέσεων σέ κέντρα μέ βηματοπορικούς καί κινητηριακούς ἐπιλογεῖς, δηλαδή μέ ἐπιλογεῖς πού περιλαμβάνουν στρεφόμενους βραχίονες. Τά κέντρα αὐτά ἀποτελοῦν τήν πλειοψηφία τῶν ἀστικῶν κέντρων στή χώρα μας καί εἶναι εὐρύτατα διαδομένα σέ πολλές ἄλλες χώρες. Τήν ἀποκατάσταση συνδέσεως μέ ραβδεπαφικούς ἐπιλογεῖς θά γνωρίσουμε στίς συνδέσεις μέ ζευκτικά πεδία.

α) Κέντρο 10 συνδρομητῶν.

Ἄς ὑποθέσουμε ὅτι ἓνας συνδρομητής εἶναι ἀπαραίτητο νά μπορεῖ νά συνδέεται μέ κάθε ἓνα ἀπό 10 διαφορετικούς συνδρομητές. Ἄν συνδέσουμε τό συνδρομητή αὐτόν (καλοῦντα συνδρομητή) στήν εἴσοδο ἑνός περιστροφικοῦ ἐπιλογέα μέ 10 ἐξόδους καί σέ κάθε μία ἐξοδο ἓναν ἀπό τοὺς 10 συνδρομητές, προκύπτει ἡ διάταξη τοῦ σχήματος 19.3α.

Γνωρίζουμε πῶς οἱ βραχίονες τοῦ ἐπιλογέα περιστρέφονται κατά ἓνα βῆμα μέ κάθε παλμό, πού φθάνει στόν κινητήριο μηχανισμό του. Μέ ἓνα παλμό π.χ. σταματοῦν στήν ἐξοδο 1, μέ τρεῖς παλμούς στήν ἐξοδο 3 κ.ο.κ. Ἄν λοιπόν σέ κάθε καλούμενο συνδρομητή δοθεῖ σάν *ἀριθμός κλήσεώς* του ὁ ἀριθμός τῆς ἐξόδου τοῦ ἐπιλογέα, στήν ὁποία εἶναι συνδεμένος, θά μπορεῖ ὁ συνδρομητής πού καλεῖ νά συνδεθεῖ μαζί του ἐπιλέγοντας τόν ἀριθμό αὐτόν μέ τόν ἐπιλογικό του δίσκο καί ἀ-

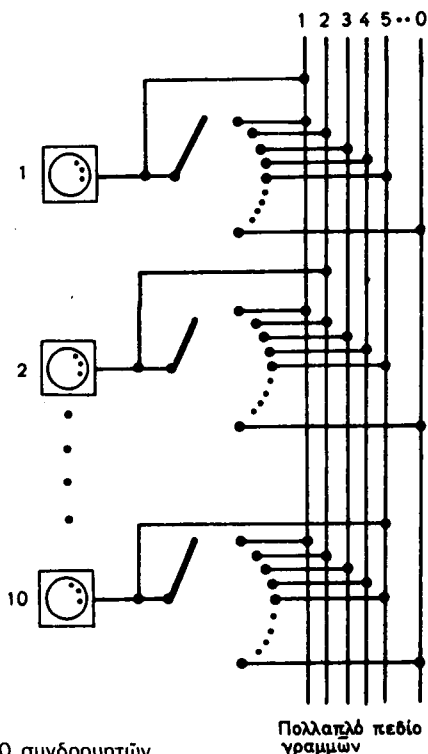


Σχ. 19.3α.

Σύνδεση ενός συνδρομητή με 10 άλλους συνδρομητές μέσω ενός δεκαμερούς περιστροφικού επιλογέα.

ποστέλλοντας, έτσι, ίσο αριθμό παλμών στον επιλογέα. Έπειδή εδώ έχουμε 10 συνδρομητές, οι αριθμοί κλήσεως είναι μονοψήφιοι από 1 ως 0.

Αν προχωρήσουμε, τώρα, στην απαίτηση, ότι κάθε ένας από τους 10 καλούμενους συνδρομητές θα πρέπει να μπορεί να καλεί τους υπόλοιπους 9, να γίνεται δηλαδή όταν χρειάζεται και συνδρομητής που καλεί, θα πρέπει κάθε συνδρομητής να έχει στη διάθεσή του έναν επιλογέα και στις εξόδους του να είναι συνδεδεμένοι οι υπόλοιποι 9 συνδρομητές. Έτσι προκύπτει η διάταξη του σχήματος 19.3β. Βλέπουμε, ότι όλες οι εξοδοί με τον ίδιο αριθμό είναι παράλληλα συνδεδεμένες και οδηγούν στο συνδρομητή με τον αντίστοιχο αριθμό κλήσεως. Οι εξοδοί 2 π.χ. είναι συνδεδεμένες



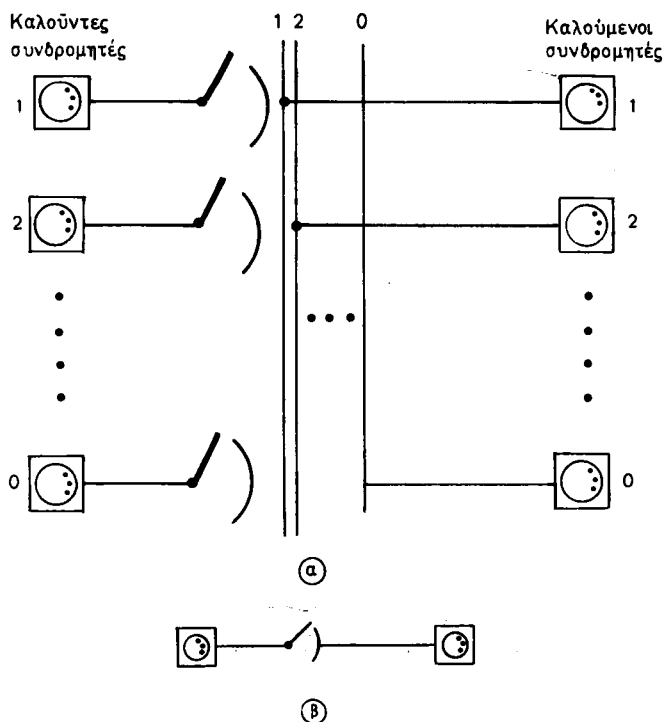
Σχ. 19.3β.

Συνδεσμολογία επιλογέων σε κέντρο 10 συνδρομητών.

μεταξύ τους και οδηγούν στο συνδρομητή 2, οι έξοδοι 7 στο συνδρομητή 7 κ.ο.κ. Ἡ πολλαπλή αὐτή σύνδεση τῶν γραμμῶν σχηματίζει ἓνα πεδίο παραλλήλων γραμμῶν πού ὀνομάζεται **πολλαπλό (ἢ πολλαπλασιαστικό) πεδίο γραμμῶν**. Καί ἐπειδὴ οἱ γραμμές ξεχωρίζουν μεταξύ τους στό χώρο, τό πεδίο αὐτό χαρακτηρίζεται **πολλαπλό πεδίο χώρου**, ἔκφραση πού συναντήσαμε στήν παράγραφο 2.1 τοῦ Πρώτου Μέρους. Γιά λόγους κατασκευαστικούς συνδέεται καί ἡ έξοδος τοῦ ἐπιλογέα, πού ἀντιστοιχεῖ στόν ἀριθμό κλήσεως τοῦ συνδρομητή, στόν ὁποῖο ἀνήκει ὁ ἐπιλογέας αὐτός, μέ τό πολλαπλό πεδίο, πράγμα ὅχι ἀπαραίτητο γιά τήν ἀποκατάσταση τῶν συνδέσεων.

Οἱ συνδρομητές ἔχουν καί ἐδῶ μονοψήφιους ἀριθμούς κλήσεως 1 ὥς 0. Ἐπιλέγοντας ἓνας συνδρομητής τόν ἀριθμό κλήσεως ἑνός ἄλλου συνδρομητή, π.χ. τόν 9, κατευθύνει τοὺς βραχίονες τοῦ ἐπιλογέα του στήν έξοδο 9, στήν ὁποία εἶναι συνδεδεμένος ὁ συνδρομητής 9.

Στήν πράξη ἔχει ἐπικρατήσει νά γίνεται στά διαγράμματα τῶν τηλεφωνικῶν κέντρων διάκριση μεταξύ καλούντων καί καλουμένων συνδρομητῶν, ὥστε νά φαίνεται καλύτερα ἡ πορεία πού ἀκολουθεῖ ἡ σύνδεση κατά τήν ἀποκατάστασή της.



Σχ. 19.3γ.

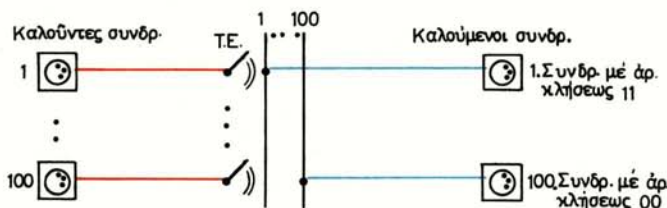
α) Ἐποπτικό διάγραμμα κέντρου 10 συνδρομητῶν. β) Ἀπλουστευμένο ἐποπτικό διάγραμμα κέντρου 10 συνδρομητῶν.

Ἔτσι τό κέντρο τῶν 10 συνδρομητῶν πού περιγράψαμε παριστάνεται μέ τόν τρόπο πού δείχνει τό σχῆμα 19.3γ(α) καί ὅχι ὅπως φαίνεται στό σχῆμα 19.3β. Ἀρι-

στερά είναι σχεδιασμένοι οι καλούντες και δεξιά οι καλούμενοι συνδρομητές. Φυσικά, επειδή κάθε συνδρομητής μπορεί να είναι καλών και καλούμενος, οι συνδρομητές δεξιά είναι οι ίδιοι με τους συνδρομητές αριστερά. Έτσι δέν έχουμε 20 συνδρομητές, όπως φαίνεται με την πρώτη ματιά, αλλά μόνο 10. Απλά, από κάθε έξοδο των επιλογέων αντί να επιστρέψουμε στον αντίστοιχο συνδρομητή αριστερά, όπως στο σχήμα 19.3β, σχεδιάζουμε άλλη μία φορά τον ίδιο συνδρομητή δεξιά. Τό διάγραμμα που παίρνεται μ' αυτό τον τρόπο ονομάζεται **έποπτικό διάγραμμα**. Τό έποπτικό διάγραμμα δίνει τή γενική εικόνα τής διατάξεως και συνδέσεως των επιλογικών οργάνων ενός ή περισσοτέρων κέντρων, χωρίς να παριστάνει ξεχωριστά τά διάφορα κατασκευαστικά τους στοιχεία, (άντιστάτες, πηνία, ρωστήρες κλπ.). Μιά ακόμα πιο απλή παρουσίαση ενός κέντρου 10 συνδρομητών δίνει τό έποπτικό διάγραμμα του σχήματος 19.3γ(β).

β) Κέντρο 100 συνδρομητών.

Σύμφωνα μ' αυτά που αναφέραμε πιο πάνω, αν σ' ένα κέντρο έχουμε 100 συνδρομητές, θά πρέπει κάθε συνδρομητής να διαθέτει ένα δικό του επιλογέα με 100 εξόδους, στίς οποίες να είναι πολλαπλά συνδεδεμένοι οι 100 συνδρομητές. Δηλαδή ή κάθε έξοδος με τον ίδιο αριθμό από όλους τους επιλογείς, π.χ. ή έξοδος 37, να εί-



Σχ. 19.3δ.

Έποπτικό διάγραμμα κέντρου 100 συνδρομητών με 100/μερείς επιλογείς.

ναι παράλληλα συνδεδεμένη σε μία γραμμή που θά οδηγεί στον αντίστοιχο συνδρομητή, δηλαδή στο συνδρομητή με αριθμό κλήσεως 37. Έτσι προκύπτει τό διάγραμμα του σχήματος 19.3δ. Έπειδή εδώ έχουμε 100 συνδρομητές, καθένας παίρνει ένα διψήφιο αριθμό κλήσεως 00 - 99 (ή 11 - 00 σύμφωνα με τή διάταξη των γραμμών στίς εξόδους των T.E.).

Σάν επιλογείς χρησιμοποιούνται ύψοστροφικοί επιλογείς ή κινητηριακοί επιλογείς με 100 εξόδους διαιρεμένες σε 10 δεκάδες. Καί των δύο αυτών επιλογέων οι βραχίονες κατευθύνονται με τήν πρώτη παλμοσειρά, που φθάνει στον κινητήριο μηχανισμό τους, στην αντίστοιχη δεκάδα, καί με τή δεύτερη παλμοσειρά στην αντίστοιχη μονάδα μέσα στη δεκάδα. Οι 100 συνδρομητές είναι εδώ συνδεδεμένοι ανά 10 στίς εξόδους των 10 δεκάδων καί όλοι οι συνδρομητές μιάς δεκάδας έχουν τό ίδιο πρώτο ψηφίο στον αριθμό κλήσεώς τους. Π.χ. οι συνδρομητές, που είναι συνδεδεμένοι στην τρίτη δεκάδα των επιλογέων, τό ψηφίο 3, οι συνδρομητές τής έβδομης δεκάδας, τό ψηφίο 7 κ.ο.κ. Μέσα στη δεκάδα κάθε συνδρομητής διακρίνεται απ' τον αριθμό 1 - 0 τής εξόδου, στην οποία είναι συνδεδεμένος. Ό αριθμός αυτός αποτελεί τό δεύτερο ψηφίο του αριθμού κλήσεώς του.

Όταν ένας συνδρομητής θέλει νά συνδεθεί με έναν άλλο συνδρομητή, π.χ. τόν 86, επιλέγει στο δίσκο του τόν αριθμό 8 καί κατευθύνει με τούς όκτώ παλμούς, πού αποστέλλονται, τούς βραχίονες τοῦ ἐπιλογέα του στήν ὀγδοη δεκάδα, στήν ὁποία ἀνήκει ὁ συνδρομητής 86. Κατόπιν ἐπιλέγει τόν ἀριθμό 6 καί κατευθύνει τούς βραχίονες στήν ἔξοδο 6, στήν ὁποία εἶναι συνδεδεμένος ὁ συνδρομητής 86. Ἡ ἀποκατάσταση τῆς συνδέσεως πραγματοποιεῖται στήν περίπτωση αὐτή μέ τή βοήθεια μιᾶς μόνο σειρᾶς ἐπιλογέων μέ πολλαπλά συνδεδεμένες ἐξόδους ἢ μιᾶς μόνο **ἐπιλογικῆς βαθμίδας**, ὅπως λέμε. Οἱ ἐπιλογεῖς τῆς βαθμίδας αὐτῆς, στούς ὁποίους εἶναι συνδεδεμένοι οἱ συνδρομητές τοῦ κέντρου, ὀνομάζονται **τελικοὶ ἐπιλογεῖς** (Τ.Ε.).

Ἡ διάταξη μέ μιᾶ ἐπιλογική βαθμίδα πού περιγράψαμε λύνει τεχνικά τό πρόβλημα τῆς συνδέσεως 100 συνδρομητῶν μεταξύ τους, δέν χρησιμοποιεῖται ὅμως στήν πράξη, γιατί παρουσιάζει δύο μεγάλα **οικονομικά μειονεκτήματα**:

Πρῶτο: Κάθε συνδρομητής ἔχει ἀποκλειστικά δικό του ἕνα ἀκριβό ἑκατονταμερὴ ὑποστροφικό ἢ κινητηριακό τελικό ἐπιλογέα, ὁ ὁποῖος χρησιμοποιεῖται μόνο ὅταν ὁ κάτοχός του καλεῖ ἕναν ἄλλο συνδρομητή, ἀξιοποιεῖται δηλαδή πολὺ λίγο.

Δεύτερο: Ὑπάρχουν πολὺ περισσότεροι Τ.Ε. στό κέντρο ἀπ' ὅ,τι χρειάζεται, γιατί καί ἂν ἀκόμα μιλοῦν ταυτόχρονα σέ μιᾶ χρονική στιγμή καί οἱ 100 συνδρομητές, θά ἀπασχολοῦνται μόνο οἱ 50 ἐπιλογεῖς τῶν καλούντων συνδρομητῶν, δηλαδή οἱ μισοὶ ἐπιλογεῖς.

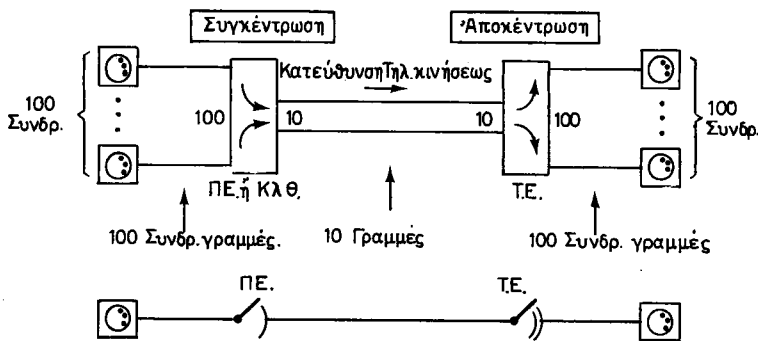
Στήν πραγματικότητα ποτέ δέν συνομιλοῦν ταυτόχρονα ὅλοι οἱ συνδρομητές. Ἐκτεταμένες παρατηρήσεις ἔχουν ἀποδείξει, ὅτι καί στίς ὥρες αἰχμῆς τῆς τηλεφωνικῆς κινήσεως, δηλαδή στίς ὥρες πού οἱ συνδρομητές πραγματοποιοῦν τίς περισσότερες συνδέσεις, οἱ ταυτόχρονες συνδιαλέξεις δέν εἶναι περισσότερες ἀπὸ 10 ὡς 15 ἀνά 100 συνδρομητές. Τίς ὑπόλοιπες ὥρες εἶναι πολὺ λιγότερες. Ἄν λοιπόν οἱ ταυτόχρονες συνδιαλέξεις 100 συνδρομητῶν σπάνια ξεπερνοῦν τόν ἀριθμό π.χ. 10, θά ἀρκοῦν γιά τή διεκπεραίωση τῆς κινήσεώς τους 10 μόνο ἑκατονταμερεῖς τελικοὶ ἐπιλογεῖς, στίς ἐξόδους τῶν ὁποίων θά εἶναι συνδεδεμένοι πολλαπλά οἱ 100 συνδρομητές. Οἱ ἐπιλογεῖς ὅμως αὐτοὶ δέν θά ἀνήκουν πιά ἀποκλειστικά σέ 10 συνδρομητές, ἀλλά θά βρίσκονται στή διάθεση καί τῶν 100 συνδρομητῶν, τούς ὁποίους ἐξυπηρετοῦν ἰσότιμα.

Βέβαια, ἂν καί οἱ 10 Τ.Ε. εἶναι κατειλημμένοι σέ κάποια χρονική στιγμή ἀπὸ 10 καλοῦντες συνδρομητές, ἕνας ἐνδέκατος συνδρομητής, πού θά προσπαθῇ νά τηλεφωνήσῃ, δέν θά μπορέσῃ νά συνδεθεῖ καί θά πάρῃ τό ἠχόσημα κατειλημμένου. Αὐτό τό χαρακτηρίζομε **σάν ἀπώλεια τηλεφωνικῆς κινήσεως**. Ἡ ἀπώλεια αὐτῇ στήν πράξη, καθορίζεται στό 1% περίπου, δηλαδή στίς 100 προσπάθειες ἀποκαταστάσεως συνδέσεως μία μόνο νά μὴν ἐπιτυχάνῃ κατὰ μέσο ὁρο, ἐπειδὴ ὅλοι οἱ Τ.Ε. θά εἶναι κατειλημμένοι.

Εἶναι τώρα φανερό, πῶς οἱ 100 συνδρομητές δέν εἶναι δυνατόν νά εἶναι μόνιμα συνδεδεμένοι μέ τούς 10 Τ.Ε., ὅπως ἦταν προηγουμένως μέ τούς 100 Τ.Ε. Καθένας, ὅμως ἀπ' τούς 100 συνδρομητές θά πρέπει νά μπορεῖ νά συνδεθεῖ μέ ἕνα Τ.Ε., ἂν αὐτός βέβαια εἶναι ἐλεύθερος. Τῇ σύνδεσῃ αὐτῇ πραγματοποιοῦν ἄλλοι ἐπιλογεῖς, πού παρεμβάλλονται μεταξύ τῶν συνδρομητικῶν γραμμῶν καί τῶν Τ.Ε. καί σχηματίζουν μιάν ἀνεξάρτητη βαθμίδα ἐπιλογέων. Ἡ βαθμίδα αὐτῇ ὀνομάζεται ἀνάλογα μέ τό σύστημα **προεπιλογικῆς βαθμίδα** (βαθμίδα ΠΕ.) ἢ **βαθμίδα συνδρομητικῶν παροχέων μέ κλησιθῆρες** (βαθμίδα ΚΛΘ.).

Τό σχήμα 19.3ε δείχνει παραστατικά τή διεκπεραίωση τής κινήσεως σ' ένα κέντρο μέ βαθμίδα ΠΕ. ή ΚΛΘ. καί βαθμίδα Τ.Ε. Στή βαθμίδα ΠΕ. ή ΚΛΘ. **συγκεντρώνεται** ή κίνηση 100 προσερχομένων συνδρομητικών γραμμών στίς 10 άπερχόμενες γραμμές, πού όδoγoύν στίς είσόδους τών 10 Τ.Ε. Στή βαθμίδα Τ.Ε. **άποκεντρώνεται** ή κίνηση άπ' τίς 10 προσερχόμενες γραμμές στίς 100 άπερχόμενες συνδρομητικές γραμμές.

Υπάρχουν δύο διαφορετικοί τρόποι άποκαταστάσεως τής συνδέσεως μεταξύ μιās συνδρομητικής γραμμής καί ενός Τ.Ε. στή βαθμίδα συγκεντρώσεως τής κινήσεως: α) μέ **προεπιλογείς** καί β) μέ **κλησιθήρες**.



Σχ. 19.3ε.

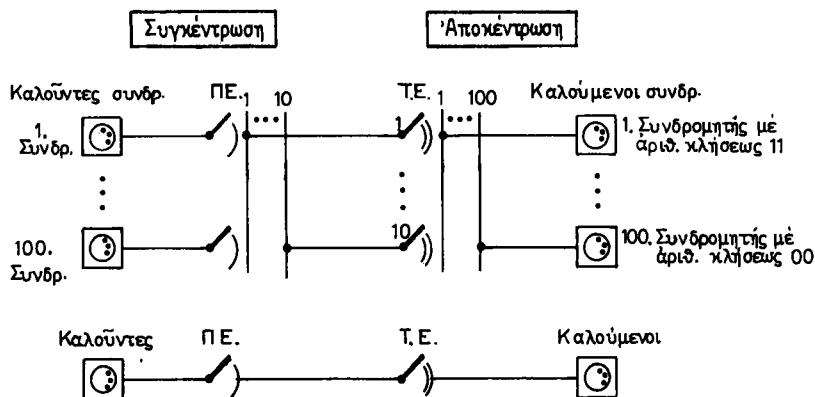
Συγκέντρωση καί άποκέντρωση τής τηλεφωνικής κινήσεως σέ κέντρο 100 συνδρομητών.

γ) Κέντρο μέ προεπιλογείς.

Στό κέντρο αυτό κάθε συνδρομητής είναι συνδεμένος μόνιμα μέ ένα περιστροφικό έπιλογέα 10 έξόδων, πού όνομάζεται **προεπιλογέας (ΠΕ.)** καί άνήκει άποκλειστικά στό συνδρομητή. Άρα σ' ένα κέντρο 100 συνδρομητών υπάρχουν 100 ΠΕ. Οί έξοδοι τών 100 ΠΕ. είναι πολλαπλά συνδεμένες καί καθεμιά όδoγoεί σ' έναν Τ.Ε. (σχ. 19.3στ.).

Όταν ό συνδρομητής σηκώσει τό μικροτηλέφωνό του, αρχίζει ό ΠΕ. νά περιστρέφεται καί **δοκιμάζει** μία πρός μία τίς άπερχόμενες γραμμές γιά νά βρεί ένα έλεύθερο Τ.Ε. ή νά **έπιλέξει**, όπως λέμε, έναν Τ.Ε. Η κίνησή του αυτή δέν κατευθύνεται άπό τό συνδρομητή, γι' αυτό όνομάζεται **έλεύθερη κίνηση** καί ή έπιλογή **έλεύθερη έπιλογή**. Στήν πρώτη έλεύθερη γραμμή, πού συναντά ό ΠΕ. κατά τή δοκιμή, σταματούν οί βραχιόνες του καί **καταλαμβάνεται** ό έλεύθερος Τ.Ε. στήν άκρη τής γραμμής. Ό συνδρομητής παίρνει τότε τό **ήχόσημα ένάρξεως τής έπιλογής** καί οί δύο παλμοσειρές, πού άποστέλλει στή συνέχεια, κατευθύνουν όπως καί προηγουμένως στό κέντρο μέ 100 Τ.Ε., τόν Τ.Ε. στήν αντίστοιχη έξοδο. Οί βραχιόνες του κινούνται τώρα έξαναγκασμένα, γι' αυτό καί ή έπιλογή πού έκτελούν όνομάζεται **έξαναγκασμένη έπιλογή**.

Συγκρίνοντας τή διάταξη τοῦ σχήματος 19.3δ μέ τή διάταξη τοῦ σχήματος 19.3στ βλέπομε πώς στό κέντρο μέ ΠΕ. χρησιμοποιοῦνται συνολικά 110 έπιλογείς



Σχ. 19.3στ.

Έποπτικό διάγραμμα κέντρου 100 συνδρομητών με προεπιλογείς (ΠΕ.) και τελικούς έπιλογείς (Τ.Ε.).

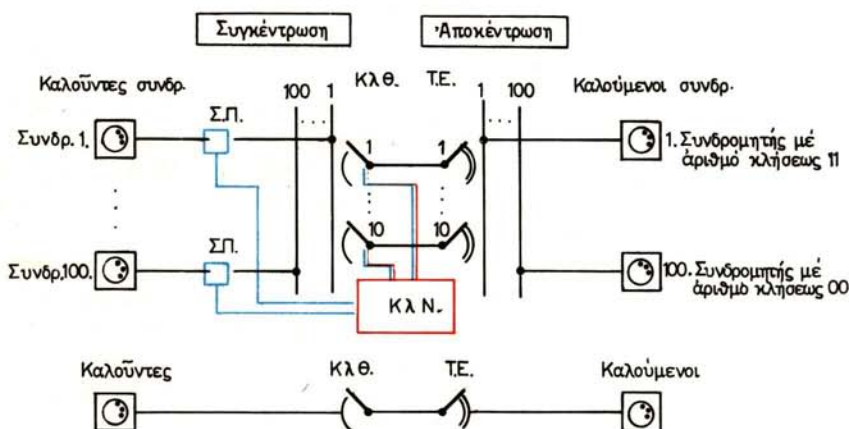
αντί 100 έπιλογέων στό κέντρο μέ 100/μερείς έπιλογείς. Άπ' τούς 110 όμως αυτούς έπιλογείς οι 100 είναι 10/μερείς ΠΕ. καί μόνο οι 10 Τ.Ε. είναι 100/μερείς. Κι' έπειδή ένας Τ.Ε. είναι 7 φορές περίπου ακριβότερος από έναν ΠΕ., ή διάταξη μέ ΠΕ. αντιστοιχεί από την άποψη κόστους σέ μία διάταξη μέ 25 Τ.Ε. Έτσι έπιτυγχάνεται μείωση του κόστους κατά 75% σχετικά μέ την προηγούμενη περίπτωση. Ένώ όμως εκεί δέν παρουσιάζονται άπώλειες, δηλαδή καθένας συνδρομητής μπορεί νά συνδεθεί όπωσδήποτε μέ κάθε άλλο συνδρομητή πού έπιθυμεί (άνεξάρτητα άν δέν πραγματοποιηθεί τελικά συνδιάλεξη, γιατί ό καλούμενος συνδρομητής είναι π.χ. κατειλημμένος από άλλο συνδρομητή ή άπουσιάζει), στό κέντρο μέ ΠΕ. έμφανίζονται σποραδικά άπώλειες, δηλαδή ό συνδρομητής πού καλεί δέν μπορεί νά συνδεθεί μέ έναν άλλο συνδρομητή γιατί δέν βρίσκει έλεύθερο Τ.Ε. Τό μειονέκτημα όμως αυτό είναι μηδαμινό, έφόσον φυσικά διατηρούνται μικρές οι άπώλειες, συγκριτικά, μέ τή μεγάλη μείωση του κόστους, πού έπιτυγχάνεται μέ τούς ΠΕ.

Στή διάταξη πού περιγράψαμε, ύποθέσαμε πώς διεξάγονται ταυτόχρονα 10 συνδιαλέξεις, γι' αυτό προβλέψαμε 10 Τ.Ε. συνδεμένους στίς 10 έξόδους των ΠΕ. Άν θέλομε νά μπορούν νά διεξάγονται **ταυτόχρονα** περισσότερες από 10 συνδιαλέξεις, π.χ. 15, έπειδή οι 100 συνδρομητές μιλούν περισσότερο άπ' τό κανονικό, θά πρέπει νά προβλέψομε 15 Τ.Ε. Σάν συνέπεια θά πρέπει νά ύπάρχουν κανονικά ΠΕ. μέ 15 έξόδους, στίς όποιες θά συνδεθούν οι Τ.Ε., ώστε κάθε συνδρομητής νά μπορεί νά φθάσει σέ καθένα άπ' τούς 15 Τ.Ε. Υπάρχει όμως τρόπος νά συνδεθούν οι 15 Τ.Ε. κατάλληλα καί στίς έξόδους 10/μερών ΠΕ., όπως θά γνωρίσομε άργότερα στό κεφάλαιο γιά τή **μείξη των γραμμών**.

δ) Κέντρο μέ κλησιθήρες.

Στό κέντρο αυτό δέν αναζητεί ό συνδρομητής μέσω του ΠΕ. του έναν έλεύθερο Τ.Ε., αλλά αντίστροφα, ένας έλεύθερος Τ.Ε. αναζητεί τόν καλούντα συνδρομητή. Κάθε Τ.Ε. είναι μόνιμα συνδεμένος στήν είσοδο ενός περιστροφικού έπιλογέα, ενώ οι συνδρομητές είναι συνδεμένοι στίς έξόδους του (σχ. 19.3ζ). Ό έπιλογέας

αυτός ονομάζεται κλησιθήρας (ΚλΘ.) και έχει 100 ή 200 εξόδους, ώστε ισάριθμοι συνδρομητές μπορούν να συνδεθούν σ' αυτές.



Σχ. 19.3ζ.

Έποπτικό διάγραμμα κέντρου 100 συνδρομητών με κλησιθήρες (ΚλΘ.) και Τ.Ε.

Όταν ένας συνδρομητής σηκώσει το μικροτηλέφωνό του, περιστρέφεται ο ΚλΘ. ενός ελεύθερου Τ.Ε., ώσπου να βρεί τη γραμμή του καλούντος συνδρομητή και σταματήσει σ' αυτήν. Έτσι συνδέεται ο συνδρομητής μέσω του ΚλΘ. με έναν ελεύθερο Τ.Ε. και παίρνει το ήχοσημα έναρξεως της επίλογής. Τήν έντολή να περιστραφεί και αναζητήσει τον καλούντα συνδρομητή παίρνει ο ΚλΘ. από μία κεντρική διάταξη τόν **κλησινόμο** (ΚλΝ.). Ο ΚλΝ. αποτελείται βασικά από έναν κινητηριακό επίλογέα, που εξυπηρετεί διαδοχικά αρκετούς ΚλΘ.

Κάθε συνδρομητής έχει στην άκρη της συνδρομητικής του γραμμής, που φθάνει στο τηλεφωνικό κέντρο, μιάν ατομική διάταξη από δύο ρωστήρες, που ονομάζεται **συνδρομητικός παροχέας** (Σ.Π.): 'Η διάταξη αυτή διαπιστώνει την κατάσταση της συνδρομητικής γραμμής, δηλαδή αν περνά ρεύμα απ' αυτήν, που σημαίνει ότι ο συνδρομητής έχει σηκώσει το μικροτηλέφωνό του ή όχι. 'Απ' τούς Σ.Π. οδηγούν γραμμές στην είσοδο του ΚλΝ. κι έτσι πληροφορείται και ο ΚλΝ. την κατάσταση των συνδρομητικών γραμμών.

Στίς εξόδους του ΚλΝ. είναι συνδεδεμένοι οι ΚλΘ. 'Ο ΚλΝ. αναζητεί έναν ελεύθερο ΚλΘ. και αναμένει στην έξοδο που οδηγεί σ' αυτόν, ώσπου να φθάσει απ' τόν Σ.Π. ή πληροφορία ότι ένας συνδρομητής επιθυμεί να τηλεφωνήσει. 'Η πληροφορία αυτή μεταβιβάζεται μέσω του ΚλΝ. στον ελεύθερο ΚλΘ., που αρχίζει να περιστρέφεται σέ αναζήτηση του καλούντος συνδρομητή, ενώ ο ΚλΝ. προχωρεί και αναζητεί έναν άλλο ελεύθερο ΚλΘ. 'Εκεί αναμένει την επόμενη κλήση ενός συνδρομητή.

'Απ' όσα περιγράψαμε γίνεται φανερό, πώς οι ΠΕ. και οι ΚλΘ. εξυπηρετούν τόν ίδιο σκοπό αλλά με διαφορετικό τρόπο.

'Η διάταξη με ΚλΘ. απαιτεί συνολικά 10 100/μερείς ΚλΘ. και 10 100/μερείς Τ.Ε., δηλαδή λιγότερους απ' ό,τι η διάταξη με ΠΕ. 'Απαιτούνται όμως 100 Σ.Π. και όρισμένοι ΚλΝ. γιά την εξυπηρέτηση των 100 συνδρομητών. Τό έρώτημα, ποιά

ἀπ' τῖς δύο διατάξεις εἶναι ἡ εὐνοϊκότερη ἀπὸ τεχνικῆς καὶ οἰκονομικῆς πλευρᾶς, δέν μπορεῖ νά ἀπαντηθεῖ γιὰ ὅλες τῖς περιπτώσεις, γιατί ἐξαρτᾶται ἀπὸ πλῆθος συντελεστῆς πού μεταβάλλονται ἀπὸ περίπτωση σέ περίπτωση.

ε) Τέλειες καὶ ἀτελεῖς δέσμες.

Ὅπως γνωρίσαμε προηγουμένως, σέ κάθε ἐπιλογικὴ βαθμίδα διακρίνονται **προσερχόμενες** καὶ **ἀπερχόμενες γραμμές**. Στὴν ἐπιλογικὴ π.χ. βαθμίδα τοῦ σχήματος 19.3στ προσερχόμενες εἶναι οἱ 100 συνδρομητικὲς γραμμές καὶ ἀπερχόμενες οἱ 10 γραμμές, πού ὁδηγοῦν στοὺς Τ.Ε. Σκοπὸς τῆς ἐπιλογικῆς βαθμίδας εἶναι νά ἐνώσει μιά προσερχόμενη μέ μιάν ἀπερχόμενη γραμμή.

Μιά ὁμάδα **ἰσοδυνάμων γραμμῶν**, δηλαδή γραμμῶν πού ἡ καθεμιά μπορεῖ νά χρησιμοποιηθεῖ γιὰ τὸν ἴδιο σκοπὸ ἀντὶ μιᾶς ἄλλης γραμμῆς τῆς ὁμάδας, χαρακτηρίζεται **δέσμη γραμμῶν**. Οἱ 10 ἀπερχόμενες γραμμές, π.χ. τῆς προεπιλογικῆς βαθμίδας πού ἀναφέραμε (σχ. 19.3στ), ἀποτελοῦν μιά δέσμη, γιατί ἡ καθεμιά τους ὁδηγεῖ σέ ἓνα Τ.Ε. καὶ δέν ἔχει σημασία μέ ποιὰν ἀπ' αὐτές θά συνδεθεῖ μιά εἰσερχόμενη γραμμὴ γιὰ νά φθάσει στὸν καλούμενο συνδρομητή.

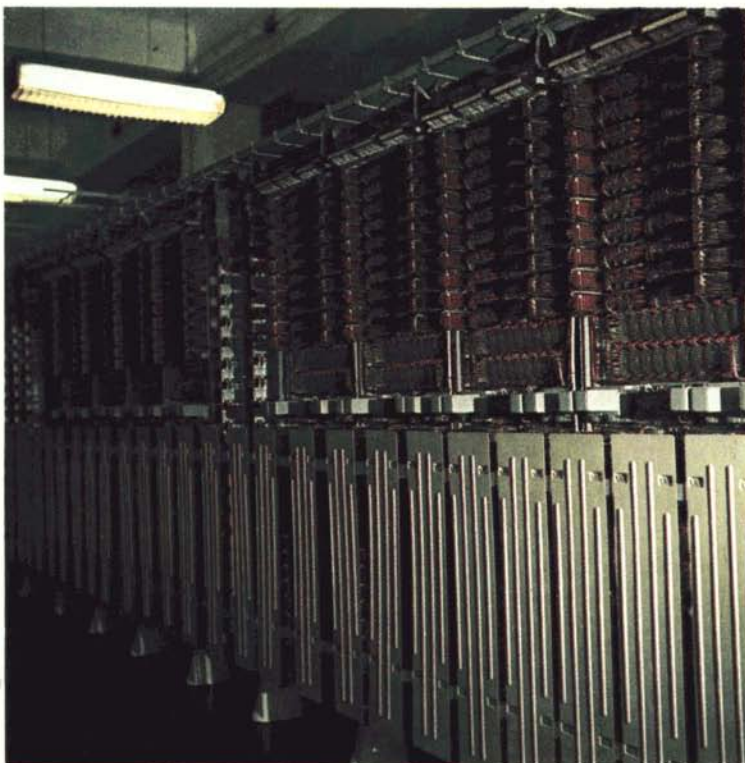
Τῖς δέσμες τῶν ἀπερχομένων γραμμῶν διακρίνομε ἀπὸ τὴν ἀποψη τῆς προσπελάσεως σ' αὐτές, σέ δύο κατηγορίες: σέ **τέλειες** καὶ **ἀτελεῖς δέσμες**.

Τέλεια χαρακτηρίζεται ἡ ἀπερχόμενη δέσμη, ὅταν κάθε ἐλεύθερη εἰσερχόμενη γραμμὴ τῆς ἐπιλογικῆς βαθμίδας μπορεῖ νά συνδεθεῖ πάντοτε μέ κάθε ἐλεύθερη ἀπερχόμενη γραμμὴ τῆς δέσμης. Αὐτὸ σημαίνει, ὅτι ἡ εἰσερχόμενη γραμμὴ δέν θά συνδεθεῖ, μόνο ὅταν **ὅλες** οἱ ἀπερχόμενες γραμμές τῆς δέσμης εἶναι κατειλημμένες. **Ἀτελής** εἶναι ἡ δέσμη, ὅταν μιά ἐλεύθερη εἰσερχόμενη γραμμὴ δέν μπορεῖ νά συνδεθεῖ πάντοτε μέ κάθε ἐλεύθερη ἀπερχόμενη γραμμὴ. Ἔτσι εἶναι δυνατόν νά μὴν μπορεῖ νά πραγματοποιηθεῖ σύνδεση, παρ' ὅλο ὅτι ὑπάρχει ἐλεύθερη ἀπερχόμενη γραμμὴ, τὴν ὁποία ὅμως δέν μπορεῖ νά καταλάβει ἡ εἰσερχόμενη γραμμὴ.

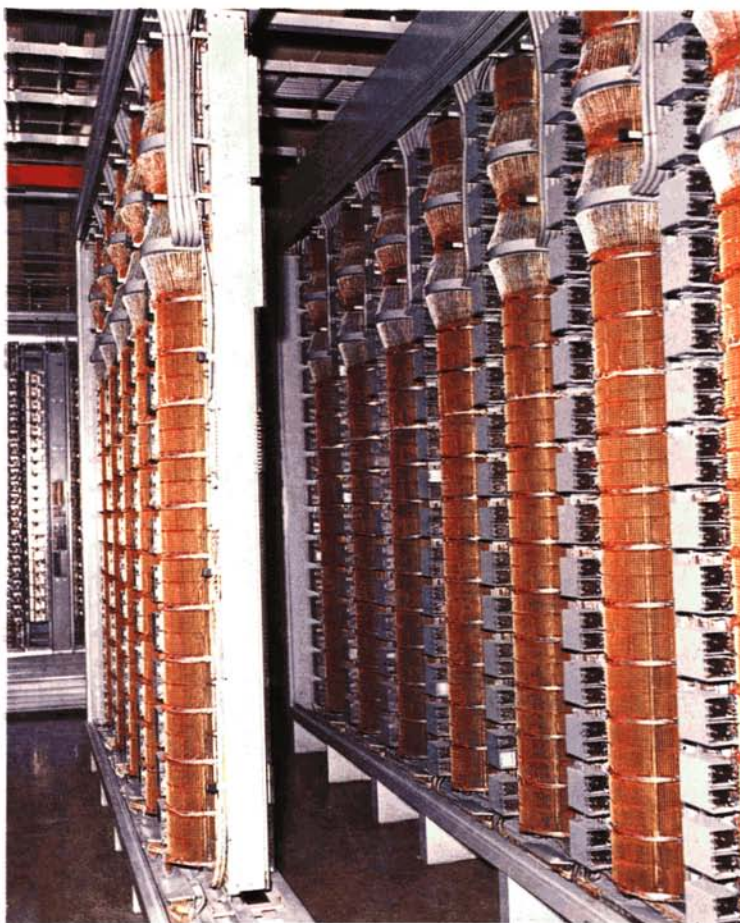
Τὸ σχῆμα 19.3η δείχνει σάν παράδειγμα μιάν ἀτελή δέσμη. Στῖς ἐξόδους τῶν 100 ΠΕ. εἶναι συνδεμένοι 15 Τ.Ε. Ἀπ' αὐτοὺς οἱ Τ.Ε. 1 ὡς 5 ἀνήκουν ἀποκλειστικὰ στοὺς ΠΕ. 1 ὡς 50, οἱ Τ.Ε. 6 ὡς 10 ἀποκλειστικὰ στοὺς ΠΕ. 51 ὡς 100, ἐνῶ οἱ Τ.Ε. 11 ὡς 15 εἶναι κοινοὶ καὶ στοὺς 100 ΠΕ. (συνδρομητές). Αὐτὸ φαίνεται ἀμέσως ἀπ' τὴ σύνδεση τῶν ἐξόδων τῶν ΠΕ. Οἱ 5 πρῶτες ἐξοδοὶ εἶναι πολλαπλά συνδεμένες μόνο σέ 50 ΠΕ., ἐνῶ οἱ ὑπόλοιπες 5 ἐξοδοὶ εἶναι πολλαπλά συνδεμένες καὶ στοὺς 100 ΠΕ. Τῇ διάταξιν αὐτὴν θά γνωρίσομε πῶς λεπτομερειακὰ στὸ κεφάλαιο γιὰ τὴ μείξιν τῶν γραμμῶν.

Ἀπ' τὸ σχῆμα 19.3η διαπιστώνομε, ὅτι 100 συνδρομητές ἔχουν στὴ διάθεσιν τους 15 Τ.Ε. καὶ ἔτσι εἶναι δυνατόν νά διεξάγονται ταυτόχρονα 15 συνδιαλέξεις. Κάθε συνδρομητὴς, ὅμως, μπορεῖ νά καταλάβει μόνο 10 Τ.Ε., ὅσους εἶναι δηλαδή συνδεμένοι στῖς 10 ἐξόδους τοῦ ἐπιλογεῖα του. Γι' αὐτὸ λέμε ὅτι ἡ **προσιτότητα** στὴν προεπιλογικὴ αὐτὴν βαθμίδα εἶναι $k = 10$.

Ἄν λοιπόν, σέ μιάν ἀπ' τῖς δύο ὁμάδες τῶν 50 συνδρομητῶν, π.χ. στὴν ὁμάδα τῶν συνδρομητῶν 1 ὡς 50, εἶναι κατειλημμένες σέ μιά χρονικὴ στιγμή καὶ οἱ 10 γραμμές, πού εἶναι πολλαπλά συνδεμένες στῖς ἐξόδους τῶν ΠΕ. τους, δηλαδή οἱ γραμμές 1 ὡς 5 καὶ 11 ὡς 15, ἓνας συνδρομητὴς ἀπ' τὴν ὁμάδα αὐτὴ πού θά προσπαθῇ νά συνδεθεῖ, θά πάρει τὸ σῆμα κατειλημμένου. Εἶναι ὅμως δυνατόν μιά ἢ περισσότερες ἀπ' τῖς γραμμές 6 ὡς 10 τῆς ὁμάδας τῶν συνδρομητῶν 51 ὡς



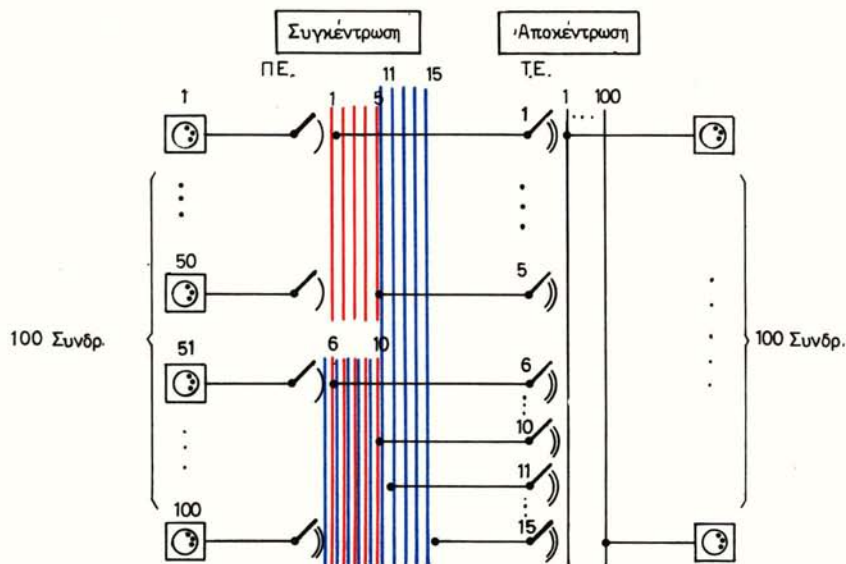
Άποψη από τό έσωτερικό τηλεφωνικό κέντρο τοῦ Ο.Τ.Ε. μέ ὑψοστροφικούς ἐπιλογεῖς.



Οπισθια όψη πλαισίων τηλεφωνικού κέντρου EMD του Ο.Τ.Ε. Διακρίνονται τὰ πολλαπλασιαστικά πεδία καί ἡ σύνδεση τῶν καλωδίων σ' αὐτά στό ἐπάνω ἄκρο τους.

100 νά είναι ελεύθερες, αλλά στις γραμμές αυτές δέν μπορεί νά φθάσει ὁ συνδρομητής τῆς ομάδας 1 ὡς 50.

Εἶναι φανερό πὺς στήν ἀτελή δέσμη ἐμφανίζονται μεγαλύτερες ἀπώλειες ἀπ' ὅσο σέ μιά τέλεια δέσμη μέ ἴσο ἀριθμό ἀπερχομένων γραμμῶν. Μιά τέλεια δέσμη θά μπορούσε νά σχηματιστεῖ στό παράδειγμα πού ἀναφέραμε μέ ΠΕ. 15 ἐξόδων ἀντί 10. Οἱ ΠΕ. ὅμως αὐτοί εἶναι ἀκριβότεροι καί ἡ λύση **ἀντιοικονομική** συγκριτικά μέ τή διάταξη τοῦ σχήματος 19.3η.



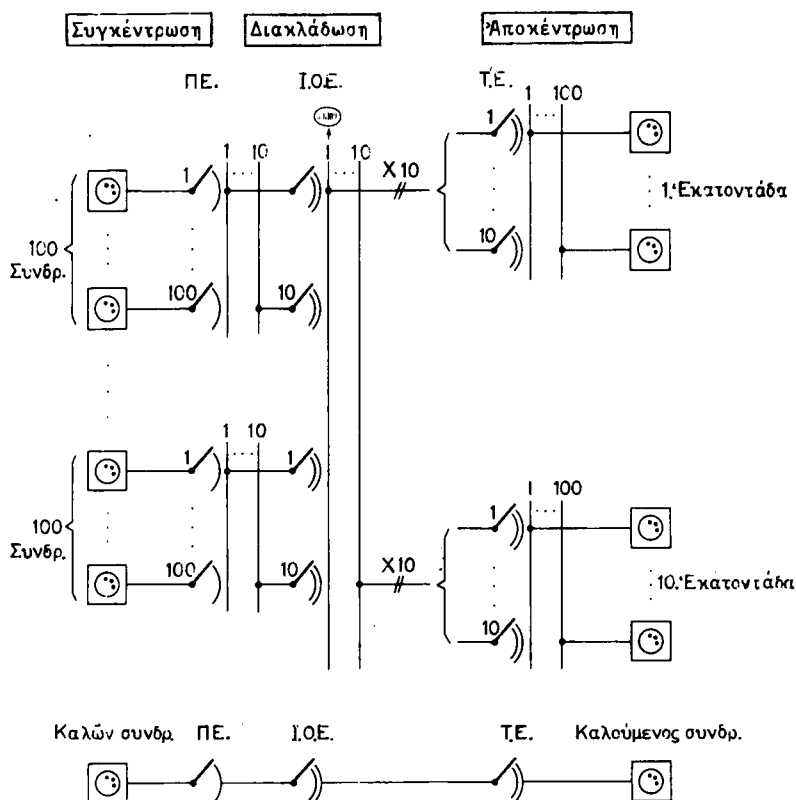
Σχ. 19.3η.
Παράδειγμα ἀτελοῦς δέσμης.

στ) Κέντρο 1000 συνδρομητῶν

Σ' ἓνα κέντρο 1000 συνδρομητῶν χωρίζομε τοὺς συνδρομητές σέ 10 ὁμάδες τῶν 100 συνδρομητῶν. Σέ κάθε ὁμάδα χρειάζονται, ὅπως εἶδαμε, 10 Τ.Ε. καί 100 ΠΕ. ἢ 10 ΚλΘ., ἐφόσον πραγματοποιοῦνται ταυτόχρονα 10 περίπου συνδιαλέξεις. Γιά νά διακρίνονται μεταξύ τους οἱ 1000 συνδρομητές, πρέπει ὁ καθένας νά ἔχει ἓνα τριψήφιο ἀριθμό κλήσεως, δηλαδή ἓναν ἀπ' τοὺς ἀριθμούς 111 ὡς 000. Οἱ συνδρομητές μιᾶς ἑκατοντάδας παίρνουν τό ἴδιο πρῶτο ψηφίο στόν ἀριθμό κλήσεώς τους, π.χ. τό 3 οἱ συνδρομητές τῆς 3ης ἑκατοντάδας, τό 7 τῆς 7ης κ.ο.κ.

Γιά νά μπορεί τώρα ἓνας συνδρομητής μιᾶς ἑκατοντάδας νά συνδέεται μέ συνδρομητές ὄχι μόνο τῆς δικῆς του ἑκατοντάδας ἀλλά καί τῶν ὑπολοίπων ὁμάδων, εἶναι φανερό πὺς πρέπει νά εἶναι κατά κάποιο τρόπο συνδεμένες μεταξύ τους οἱ 10 ὁμάδες. Αὐτό ἐπιτυγχάνεται μέ μιά **τρίτη βαθμίδα** ἐπιλογέων, πού τοποθετεῖται μεταξύ τῶν ΠΕ. καί τῶν Τ.Ε. καί στήν ὁποία **διακλαδίζεται** ἡ κίνηση πού συγκεντρώνεται στή βαθμίδα ΠΕ. Οἱ ἐπιλογεῖς τῆς βαθμίδας αὐτῆς εἶναι 100/μερεῖς καί ὁ-

νομάζονται **πρώτοι ὁδοίκοι ἐπιλογεῖς** (Ι.Ο.Ε.). Ὅπως φαίνεται στό σχῆμα 19.3θ, πού παριστάνει ἕνα κέντρο 1000 συνδρομητῶν μέ ΠΕ., κάθε ὁμάδα 100 συνδρομητῶν ἔχει ἀποκλειστικά στή διάθεσή της 10 Ι.Ο.Ε. συνδεμένους στίς 10 ἐξόδους τῶν ΠΕ. Οἱ ἐξοδοί τῶν 100 ΠΕ. εἶναι πολλαπλά συνδεμένες, ὥστε καθένας ἀπ' τούς 100 συνδρομητές τῆς ὁμάδας μπορεῖ νά καταλάβει καθένα ἀπ' τούς 10 Ι.Ο.Ε., ἐφόσον εἶναι ἐλεύθερος.



Σχ. 19.3θ.

Ἐποπτικό διάγραμμα κέντρου 1000 συνδρομητῶν μέ ΠΕ.

Στίς ἐξόδους τῶν Ι.Ο.Ε. εἶναι συνδεμένοι οἱ 100 Τ.Ε. Συγκεκριμένα, σέ καθεμίᾳ δεκάδα τῶν Ι.Ο.Ε. εἶναι συνδεμένοι οἱ 10 Τ.Ε. τῆς ἀντίστοιχης ἑκατοντάδας συνδρομητῶν. Δηλαδή στήν 1η δεκάδα οἱ 10 Τ.Ε. τῆς 1ης ἑκατοντάδας συνδρομητῶν μέ ἀρχικό ψηφίο κλήσεως τό 1, στή 2η δεκάδα οἱ 10 Τ.Ε. τῆς 2ης ἑκατοντάδας μέ ἀρχικό ψηφίο κλήσεως τό 2, κ.ο.κ. Οἱ ἐξοδοί τῆς **ἴδιας** δεκάδας μέ τόν **ἴδιο** ἀριθμό εἶναι συνδεμένες πολλαπλά **σ' ὅλους** τούς Ι.Ο.Ε. καί τῶν 10 ὁμάδων. Π.χ. τήν ἐξοδο 3 τῆς 7ης δεκάδας ὅλων τῶν Ι.Ο.Ε. ἐνώνει μιά γραμμή πού ὁδηγεῖ σ' ἕναν Τ.Ε. τῆς 7ης ἑκατοντάδας συνδρομητῶν. Ἐτσι σχηματίζονται 10 **ξεχωριστά** πολλαπλά πεδία καί 10 **ξεχωριστές** δέσμες, πού ἡ καθεμίᾳ περιλαμβάνει τίς 10 γραμμές μιᾶς δεκάδας πρὸς τούς Τ.Ε. τῆς ἀντίστοιχης ἑκατοντάδας συνδρομητῶν.

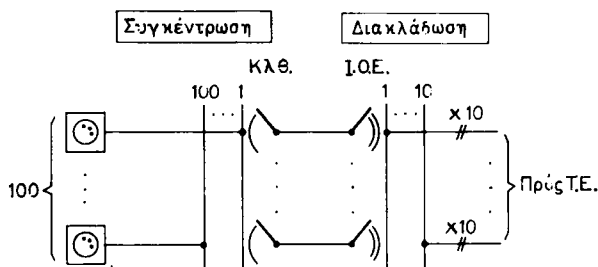
Μέ τή σύνδεση αυτή μπορεί νά φθάσει οποιοσδήποτε συνδρομητής τοῦ κέντρου στούς Τ.Ε. οποιασδήποτε ἑκατοντάδας συνδρομητῶν. Ἐστω π.χ. ὅτι ἕνας συνδρομητής τῆς 5ης ὁμάδας μέ ἀριθμό κλήσεως 573 ἐπιθυμεῖ νά συνδεθεῖ μέ τό συνδρομητή 927 τῆς 9ης ὁμάδας. Σηκώνοντας τό μικροτηλέφωνο ὁ 573, ἀρχίζει νά περιστρέφεται ὁ ΠΕ. του ἀναζητώντας ἕναν ἐλεύθερο Ι.Ο.Ε. ἀπ' τοὺς 10, πού ἔχει στή διάθεσή της ἡ 5η ἑκατοντάδα συνδρομητῶν. Ὁ πρῶτος ἐλεύθερος Ι.Ο.Ε. πού συναντιέται, καταλαμβάνεται καί ὁ συνδρομητής παίρνει τό σῆμα ἐνάρξεως τῆς ἐπιλογῆς. Στή συνέχεια ἐπιλέγει ὁ 573 τό πρῶτο ψηφίο 9 τοῦ ἀριθμοῦ κλήσεως τοῦ καλούμενου καί οἱ βραχίονες τοῦ Ι.Ο.Ε. κατευθύνονται στήν 9η δεκάδα. Ἡ ἐπιλογή αὐτή εἶναι **ἐξανασμένη**.

Στήν 9η δεκάδα περιστρέφεται ὁ Ι.Ο.Ε. **αὐτόδυναμα**, δηλαδή χωρίς νά κατευθύνεται ἀπ' τό συνδρομητή καί ἀναζητεῖ ἕναν ἐλεύθερο Τ.Ε. ἀπ' τοὺς 10, πού εἶναι συνδεμένοι στίς ἐξόδους τῆς δεκάδας, δοκιμάζοντας μίαν πρὸς μίαν τίς ἀπερχόμενες γραμμές. Ἡ ἐπιλογή ἐδῶ εἶναι **ἐλεύθερη**. Ὁ πρῶτος ἐλεύθερος Τ.Ε. πού συναντιέται κατά τή δοκιμή καταλαμβάνεται καί τά δύο ὑπόλοιπα ψηφία πού ἐπιλέγει ὁ 573, μεταβιβάζονται σ' αὐτόν. Τό 2 κατευθύνει τόν Τ.Ε. στή 2η δεκάδα καί τό 7 στήν 7η ἐξοδο αὐτῆς τῆς δεκάδας. Ἐδῶ εἶναι συνδεμένος ὁ συνδρομητής 927 κι ἔτσι πραγματοποιεῖται ἡ σύνδεσή του μέ τό συνδρομητή 573.

Ἡ εὕρεση ἑνός ἐλεύθερου Τ.Ε. πραγματοποιεῖται στό διάστημα μεταξύ τοῦ τέλους τῆς ἐπιλογῆς τοῦ πρῶτου ψηφίου καί τῆς ἀρχῆς τῆς ἐπιλογῆς τοῦ δεύτερου ψηφίου, χωρίς ὁ συνδρομητής νά ἀντιλαμβάνεται ὅ,τιδήποτε ἀπ' τή λειτουργία αὐτή. Ἄν φυσικά δέν ὑπάρχει ἐλεύθερος Τ.Ε., ὁ συνδρομητής παίρνει τό σῆμα κατελημμένου καί διακόπτει τή σύνδεση.

Στό κέντρο 1000 συνδρομητῶν παρατηροῦμε ὅτι στόν Ι.Ο.Ε. γίνεται ἡ διάκριση τῆς ἑκατοντάδας, στήν ὁποία εἶναι συνδεμένος ὁ καλούμενος συνδρομητής, στόν Τ.Ε. ἡ διάκριση τῆς δεκάδας καί τέλος τῆς μονάδας. Ὁ Ι.Ο.Ε. ἐπεξεργάζεται ἕνα μόνο ψηφίο τοῦ ἀριθμοῦ κλήσεως, ἐνῶ ὁ Τ.Ε. δύο ψηφία.

Σ' ἕνα κέντρο 1000 συνδρομητῶν μέ ΚλΘ. τό μόνο πού ἀλλάζει συγκριτικά μέ τό κέντρο μέ ΠΕ., εἶναι ἡ προεπιλογική βαθμίδα (σχ. 19.31). Κάθε ὁμάδα 100 (ἢ 200) συνδρομητῶν εἶναι συνδεμένη πολλαπλά στίς ἐξόδους 10 ΚλΘ. Οἱ 10 ΚλΘ. εἶναι μόνιμα συνδεμένοι μέ τοὺς 10 Ι.Ο.Ε. τῆς ὁμάδας.



Σχ. 19.31.

Ἐποπτικό διάγραμμα κέντρου 1000 συνδρομητῶν μέ ΚλΘ.

Στό κέντρο πού περιγράψαμε ὑποθέσαμε πῶς κάθε ἑκατοντάδα συνδρομητῶν μπορεί νά ἐξυπηρετηθεῖ μέ μικρές ἀπώλειες (π.χ. 1%) ἀπὸ 10 Ι.Ο.Ε. καί 10 Τ.Ε. Στό κεφάλαιο γιά τή μείξη τῶν γραμμῶν θά γνωρίσουμε τρόπους συνδέσεως περισσο-

τέρων από 10 έπιλογέων στίς έξόδους 10/μερών έπιλογέων. Μ' αυτούς τούς τρόπους έξυπηρετούνται ομάδες συνδρομητών μέ μεγαλύτερη τηλεφωνική κίνηση.

Έκτός άπ' τίς λειτουργίες πού άναφέραμε, οί Ι.Ο.Ε. άναλαμβάνουν καί όρισμένες είδικές έργασίες, γιά τίς όποιες είναι πιό κατάλληλοι, όπως π.χ. τήν παροχή του σήματος έναρξεως έπιλογής, τήν τροφοδότηση του μικροφώνου του καλούντος, τή χρέωση κλπ.

ζ) Κέντρο 10.000 συνδρομητών.

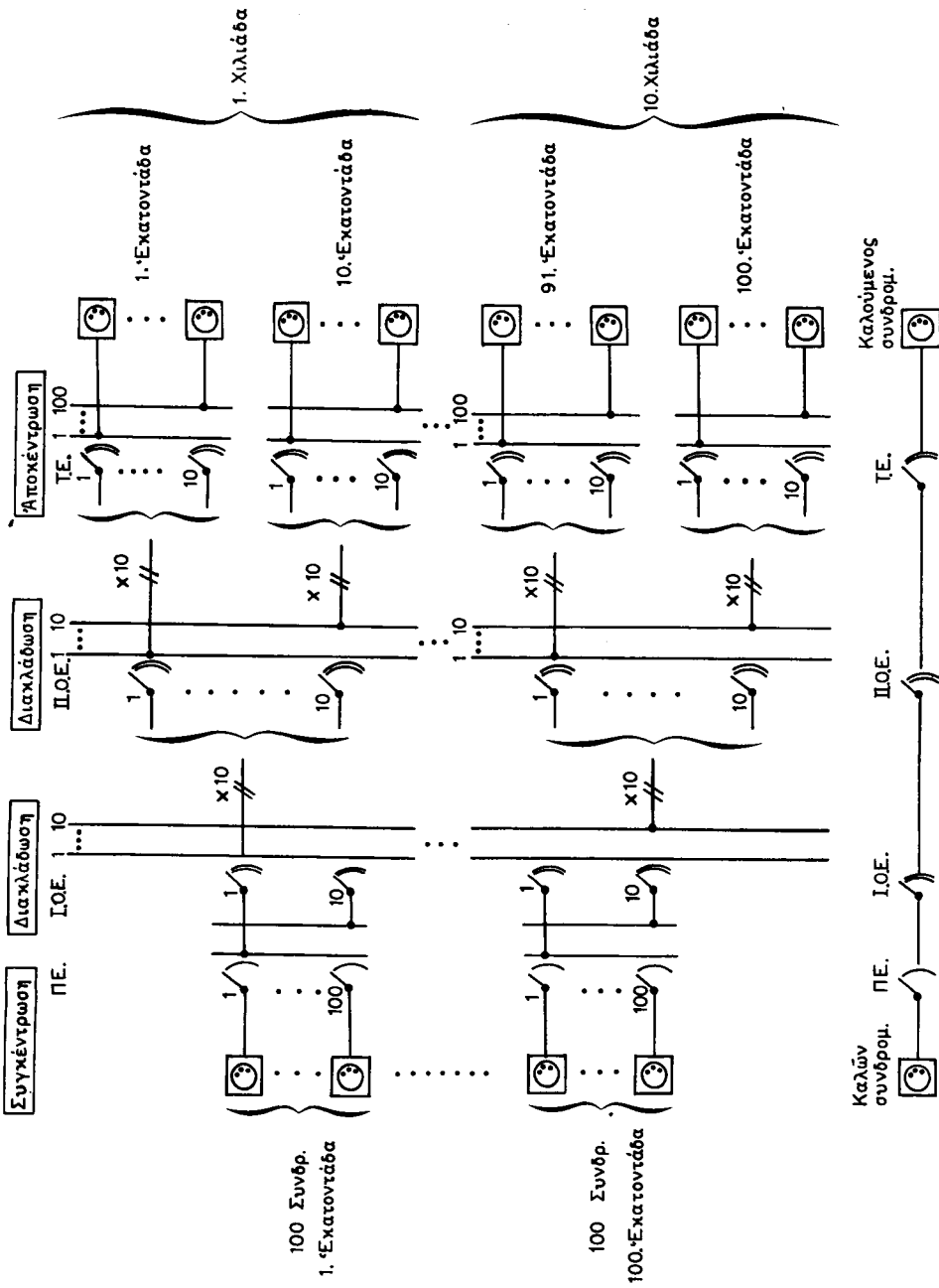
Τό σχήμα 19.3ια δείχνει τή δομή ενός κέντρου 10.000 συνδρομητών μέ ΠΕ. Οί συνδρομητές είναι διαιρεμένοι σέ 10 ομάδες των 1000 συνδρομητών καί έχουν τετραψήφιους άριθμούς κλήσεως από 1111 ως 0000. Η διάταξη των έπιλογέων σέ κάθε ομάδα 1000 συνδρομητών είναι βασικά ή ίδια, όπως στό κέντρο 1000 συνδρομητών πού περιγράψαμε προηγουμένως. Η διαφορά πού παρουσιάζεται έδω είναι, ότι μεταξύ των Ι.Ο.Ε. καί των Τ.Ε. παρεμβάλλεται μία άκόμα βαθμίδα Ο.Ε., οί ΙΙ.Ο.Ε., οί όποιοι μοιάζουν στήν κατασκευή μέ τούς Ι.Ο.Ε., αλλά δέν έκτελούν καί τίς συμπληρωματικές τους έργασίες. Στους Ι.Ο.Ε. γίνεται τώρα ή έπιλογή τής **χιλιάδας**, στήν όποία ανήκει ό καλούμενος συνδρομητής, ενώ στους ΙΙ.Ο.Ε. ή έπιλογή τής **έκατοντάδας**. Οί έξοδοι **δλων** των Ι.Ο.Ε. είναι πολλαπλά συνδεδεμένες, ώστε νά είναι δυνατή ή είσοδος σέ όποιαδήποτε χιλιάδα όποιουδήποτε συνδρομητή του κέντρου. Οί 10 ΙΙ.Ο.Ε. κάθε χιλιάδας συνδρομητών είναι συνδεδεμένοι στίς έξόδους τής αντίστοιχης δεκάδας των Ι.Ο.Ε.

Έπιλέγοντας ό καλών συνδρομητής τό πρώτο ψηφίο ενός τετραψήφιου άριθμού κλήσεως, κατευθύνει τόν Ι.Ο.Ε. στήν αντίστοιχη δεκάδα (χιλιάδα συνδρομητών) μέ έξαναγκασμένη έπιλογή. Στή δεκάδα αυτή στρέφεται αυτοδύναμα ό Ι.Ο.Ε. καί άναζητεί έναν έλεύθερο ΙΙ.Ο.Ε. (έλεύθερη έπιλογή). Μέ τό δεύτερο ψηφίο διακρίνεται στόν ΙΙ.Ο.Ε. ή έκατοντάδα, στήν όποία ανήκει ό συνδρομητής, δηλαδή ό ΙΙ.Ο.Ε. κατευθύνεται στή δεκάδα όπου είναι συνδεδεμένοι οί Τ.Ε. τής αντίστοιχης έκατοντάδας συνδρομητών. Έδω βρίσκεται μέ έλεύθερη, πάλι, έπιλογή ένας έλεύθερος Τ.Ε., στόν όποιο άποστέλλονται τά δύο τελευταία ψηφία του άριθμού κλήσεως. Σημειώνουμε, πώς σέ κάθε βαθμίδα Ο.Ε. γίνεται έπεξεργασία **ένός** ψηφίου του άριθμού κλήσεως, ενώ στή βαθμίδα των Τ.Ε., **δύο** ψηφίων. Γι' αυτό καί ένα κέντρο 10.000 συνδρομητών μέ τετραψήφιους άριθμούς κλήσεως έχει δύο βαθμίδες Ο.Ε. καί μία Τ.Ε. Κατά τόν ίδιο τρόπο μπορεί νά σχηματιστεί από 10 ομάδες των 10.000 συνδρομητών καί μέ παρεμβολή μιάς άκόμα βαθμίδας Ο.Ε. ένα κέντρο 100.000 συνδρομητών.

Στήν πράξη δέν κατασκευάζονται κέντρα μέ ήλεκτρομηχανικά στοιχεία γιά περισσότερους από 10.000 συνδρομητές. Όταν αύξηθούν οί συνδρομητές πάνω άπ' τό μέγεθος αυτό, κατασκευάζεται ένα νέο ξεχωριστό κέντρο πού συνδέεται κατάλληλα μέ τό πρώτο, όπως θά δοϋμε στό κεφάλαιο «Άστικό Τηλεφωνικό δίκτυο».

Σχ. 19.3ια.

Έποπτικό διάγραμμα κέντρου 10.000 συνδρομητών μέ ΠΕ.



19.4 Ἡ ἀποκατάσταση συνδέσεως μέ ζευκτικά πεδία.

Ὅπως εἶδαμε στά προηγούμενα, γιά τήν ἀποκατάσταση μιᾶς συνδέσεως μέ ἐπιλογεῖς ἀπαιτοῦνται, ἀνάλογα μέ τό μέγεθος τοῦ κέντρου, περισσότερες ἐπιλογικές βαθμίδες, ἢ καθεμίᾳ ἀπ' τῆς ὁποῖες ἐκτελεῖ μιά συγκεκριμένη ἐργασία. Σέ περίπτωση πού χρησιμοποιοῦμε ζευκτικά πεδία, ἡ ἐργασία αὐτή θά πρέπει νά ἐκτελεστεῖ τουλάχιστον ἐξ ἴσου καλά καί οἰκονομικά, ὅπως μέ ἐπιλογεῖς, ὥστε τό σύστημα νά εἶναι συναγωνίσσιμο. Τό πῶς πραγματοποιεῖται αὐτό εἶναι τό θέμα πού ἐξετάζουμε στίς ἐπόμενες σελίδες.

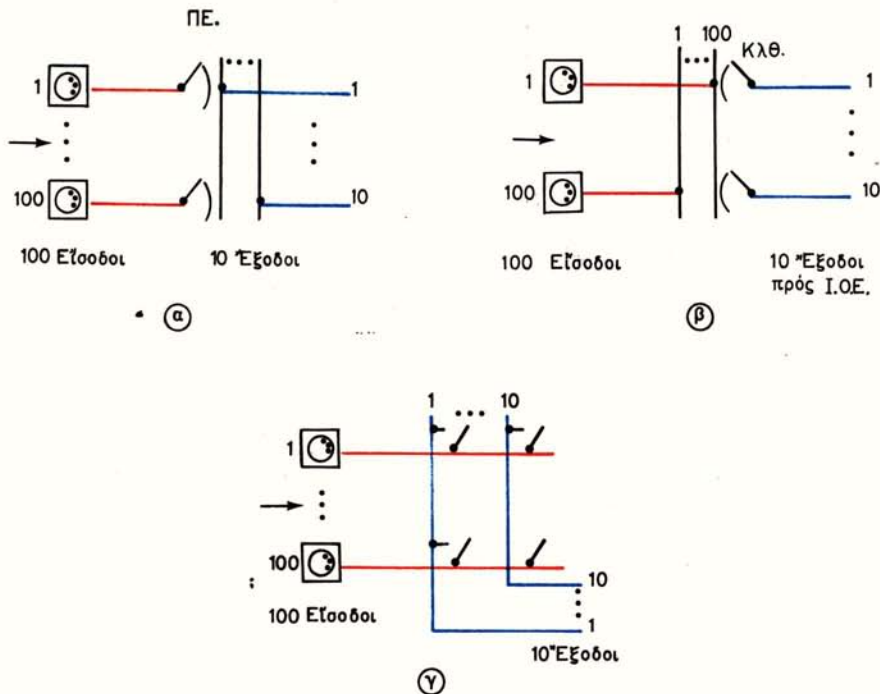
α) Ἡ προεπιλογική βαθμίδα.

Ἡ βαθμίδα ΠΕ. ἢ ΚΛΘ. ἔχει σάν ἔργο, ὅπως γνωρίσαμε, τή συγκέντρωση τῆς κινήσεως τῶν συνδρομητῶν. Ἡ κίνηση π.χ. 100 συνδρομητῶν συγκεντρώνεται σέ 10 ἀπερχόμενες γραμμές πρός τούς Ι.Ο.Ε. τοῦ κέντρου, εἴτε μέ τή βοήθεια 100 ΠΕ, εἴτε μέ τή βοήθεια 10 ΚΛΘ. Τό σχῆμα 19.4α δείχνει τούς δύο αὐτούς τρόπους συγκεντρώσεως τῆς κινήσεως [σχ. 19.4α (α,β)] καί ἐπὶ πλέον τόν τρόπο μέ τόν ὁποῖο μπορεῖ νά πραγματοποιηθεῖ ἡ συγκέντρωση μέ ἓνα ζευκτικό πεδίο [σχ. 19.4α(γ)].

Οἱ 100 συνδρομητές εἶναι συνδεμένοι σέ 100 ὀριζόντιες γραμμές τοῦ πεδίου, οἱ 10 ἀπερχόμενες γραμμές σέ 10 κάθετες γραμμές. Ἡ σύνδεση δύο γραμμῶν στό ζευκτικό πεδίο πραγματοποιεῖται στήν περίπτωση αὐτή **μέσω ἑνός ζευκτικοῦ σημείου ἢ μιᾶς βαθμίδας** γι' αὐτό ἡ διάταξη αὐτή ὀνομάζεται **μονοβάθμια**. Οἱ διατάξεις α,β καί γ ἔχουν τήν ἴδια ἀπόδοση, δηλαδή καθεμίᾳ ἐπιτρέπει τήν ἐξυπηρέτηση ταυτόχρονα 10 συνδρομητῶν καί μόνο ὅταν εἶναι κατειλημμένες καί οἱ 10 ἀπερχόμενες γραμμές παίρνει ἓνας 11ος συνδρομητής, πού ἐπιθυμεῖ νά συνδεθεῖ, τό σῆμα κατειλημμένου. Οἱ ἀπερχόμενες γραμμές ἀποτελοῦν **τέλεια δέσμη**. Μένει νά ἐξεταστεῖ ἡ οἰκονομικότητα τῆς διατάξεως γ.

Ὅπως μπορεῖ νά ὑπολογίσει κανεῖς ἀμέσως, τό ζευκτικό πεδίο χρησιμοποιεῖ $100 \times 10 = 1000$ ζευκτικά σημεῖα, π.χ. μηχανικούς ἐπαφείς, στά σημεῖα διασταύρωσεως τῶν γραμμῶν, ὅσες δηλαδή ἐξόδους ἔχουν οἱ ἐπιλογεῖς στίς διατάξεις α καί β. Ἐνα ὅμως ζευκτικό σημεῖο στοιχίζει, μέ τά σημερινά δεδομένα τῆς τεχνολογίας, πολύ περισσότερο ἀπό μίαν ἑξοδό ἐπιλογέα. Ἔτσι παρὰ τό ὅτι ἓνα ζευκτικό πεδίο συνδέει ταχύτερα τῆς γραμμές καί φθεῖρεται λιγότερο ἀπ' τούς ἐπιλογεῖς, εἶναι ἀπαραίτητο νά μειωθεῖ σημαντικά ὁ ἀριθμός τῶν ζευκτικῶν του σημείων γιά νά μπορεῖ νά συναγωνισθεῖ ἓνα σύστημα μέ ἐπιλογεῖς. Αὐτό ἐπιτυγχάνεται μέ τή βοήθεια μιᾶς **διβάθμιας διατάξεως**.

Σέ ἓνα **διβάθμιο ζευκτικό πεδίο** μιά προσερχόμενη γραμμή συνδέεται μέ μίαν ἀπερχόμενη γραμμή μέσω **δύο** ζευκτικῶν σημείων. Τό σχῆμα 19.4β. δείχνει τό διβάθμιο ζευκτικό πεδίο τῆς προεπιλογικῆς βαθμίδας πού ἐξετάζουμε. Οἱ 100 συνδρομητές εἶναι χωρισμένοι σέ 10 ὁμάδες τῶν 10 συνδρομητῶν. Κάθε ὁμάδα ἔχει στή διάθεσή της 5 **συνδετικές ἢ ἐνδιάμεσες γραμμές** $\Sigma_1, \Sigma_2, \dots, \Sigma_5$ καθεμίᾳ ἀπ' τῆς ὁποῖες μπορεῖ νά συνδεθεῖ μέσω ζευκτικῶν σημείων μέ δύο ἀπερχόμενες γραμμές. Ἔτσι κάθε συνδρομητής ἔχει τή δυνατότητα νά συνδεθεῖ μέσω μιᾶς ἀπ' τῆς 5 συνδετικῆς γραμμές τῆς ὁμάδας του μέ καθεμίᾳ ἀπ' τῆς 10 ἀπερχόμενες γραμμές καί ἡ κίνηση τῶν 100 συνδρομητῶν συγκεντρώνεται στίς 10 αὐτές γραμμές, ὅπως στίς διατάξεις α,β,γ τοῦ σχήματος 19.4α.



Σχ. 19.4α.

Συγκέντρωση της κινήσεως 100 συνδρομητών σε 10 Ι.Ο.Ε. με ΠΕ (α), ΚΛΘ. (β), και μονοβάθμιο ζευκτικό πεδίο (γ).

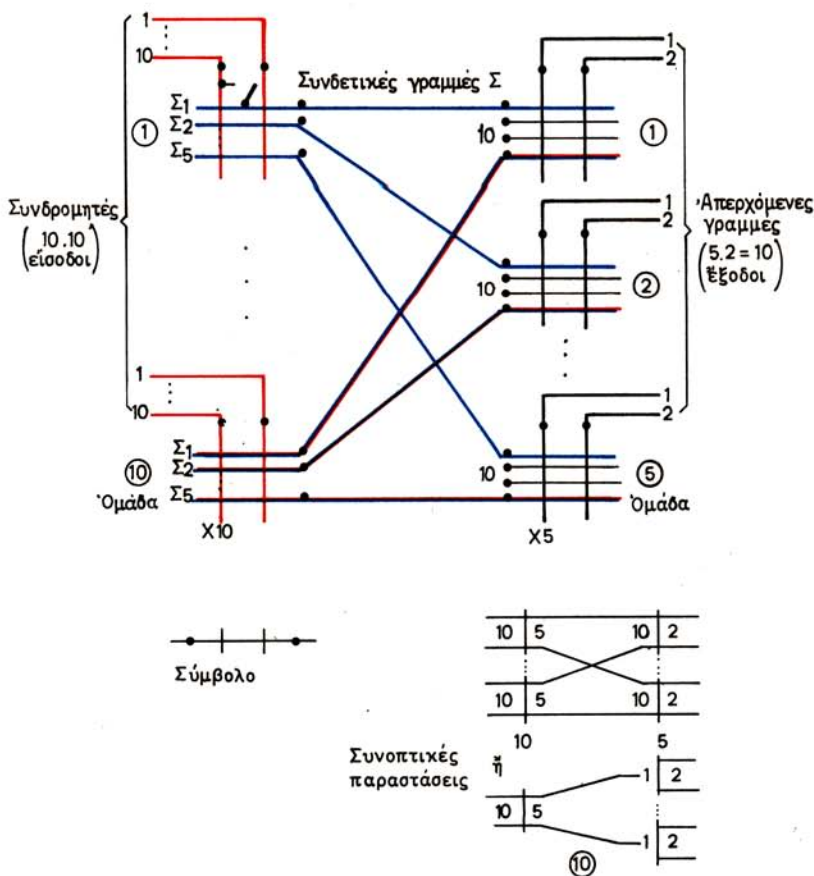
Σε μία διβάθμια διάταξη παρατηρούμε ότι υπάρχουν στη δεύτερη βαθμίδα, δεξιά, τόσες ομάδες (σύνολα) διασταυρουμένων γραμμών (συνδετικών και άπερχομένων), όσες είναι οι συνδετικές γραμμές μιας ομάδας προσερχομένων γραμμών στην πρώτη βαθμίδα, αριστερά (5 στη διάταξη του σχήματος 19.4β).

Επίσης κάθε ομάδα, δεξιά, έχει τόσες συνδετικές γραμμές, όσες είναι οι ομάδες των προσερχομένων γραμμών αριστερά (10 στο σχήμα 19.4β). Δύο πιά συνοπτικοί τρόποι παραστάσεως της διβάθμιας διατάξεως καθώς και τό σύμβολό της φαίνονται στο κάτω μέρος του σχήματος 19.4β.

Αν μετρήσουμε τώρα τά ζευκτικά σημεία της διβάθμιας διατάξεως, διαπιστώνουμε ότι ο συνολικός τους αριθμός είναι $10 \times 5 \times 10 + 2 \times 10 \times 5 = 600$, δηλαδή σχεδόν τό μισό του αριθμού των ζευκτικών σημείων της μονοβάθμιας διατάξεως. Τό έρώτημα πού γεννιέται είναι, μέ ποιό **αντάλλαγμα** πραγματοποιήθηκε αυτή ή μείωση. Όπωςδήποτε, ο προσδιορισμός μιας διαδρομής στο διβάθμιο πεδίο καί ή ένεργοποίηση των ζευκτικών σημείων γιά τή σύνδεση δύο γραμμών είναι περισσότερο πολύπλοκα απ' ό,τι στο μονοβάθμιο πεδίο. Τό χαρακτηριστικό όμως γνώρισμα της νέας διατάξεως είναι ότι οι άπερχόμενες γραμμές δέν σχηματίζουν πιά μία **τέλεια δέσμη**, όπως στη μονοβάθμια διάταξη. Μία προσερχόμενη δηλαδή γραμμή δέν μπορεί νά συνδεθεί **σ' όλες** τίς περιπτώσεις λειτουργίας του πεδίου μέ κάθε ά-

περχόμενη γραμμή. Αποτέλεσμα είναι σέ όρισμένες περιπτώσεις νά παίρνει ό συνδρομητής τό σήμα κατειλημμένου, άν καί υπάρχει έλεύθερη άπερχόμενη γραμμή. Αυτό άφείλεται στό **μπλοκάρισμα** του **δρόμου**, πού όδηγεϊ άπ' τήν προσερχόμενη στήν έλεύθερη άπερχόμενη γραμμή.

Αν π.χ. άπό μία όμάδα 10 συνδρομητών, έστω τήν πρώτη, έχουν πραγματοποιήσει συνδέσεις 4 συνδρομητές, βρίσκονται κατειλημμένες 4 συνδετικές γραμμές, έστω οι γραμμές Σ_1 - Σ_4 , καί γιά τή σύνδεση ενός πέμπτου συνδρομητή άπομένει έλεύθερη ή συνδετική γραμμή Σ_5 . Μέσω τής γραμμής αυτής μπορεί νά φθάσει



Σχ. 19.4β.

Διάβημο ζευκτικό πεδίο γιά τήν προεπιλογική βαθμίδα.

ό συνδρομητής στίς δύο άπερχόμενες γραμμές τής όμάδας 5, δεξιά. Αν όμως οι γραμμές αυτές είναι ήδη κατειλημμένες άπό συνδρομητές **άλλων όμάδων**, άριστερά καί ένώ είναι δυνατόν νά υπάρχουν μέχρι 4 άκόμα έλεύθερες γραμμές στίς ό-

μάδες 1 μέχρι 4 δεξιά, ὁ καλῶν συνδρομητῆς δέν μπορεῖ νά συνδεθεῖ μέ καμιάν ἀπ' αὐτές, γιατί ἀκριβῶς οἱ συνδετικές γραμμές Σ_1 - Σ_4 τῆς ὁμάδας του εἶναι ἤδη κατελημμένες, καί παίρνει τό σῆμα κατελημμένου.

Εἶναι δηλαδή δυνατό νά ὑπάρχουν ἐλεύθερες ἀπερχόμενες γραμμές σέ ἄλλες ὁμάδες, δεξιά, ἀλλά οἱ συνδετικές γραμμές πού ὁδηγοῦν σ' αὐτές ἀπ' τήν πρώτη ὁμάδα συνδρομητῶν νά εἶναι κατελημμένες καί νά ἔχουν μπλοκάρει τό δρόμο. Τό φαινόμενο αὐτό ὀνομάζεται **ἔσωτερική συμφόρηση** καί ὁδηγεῖ σέ αὐξηση τῶν ἀπωλειῶν κινήσεως.

Στή διβάθμια διάταξη, ἐπίσης, εἶναι δυνατόν νά συνδεθοῦν **ταυτόχρονα** ἀπό μιάν ὁμάδα 10 συνδρομητῶν μόνο οἱ 5 (ὅσες εἶναι οἱ συνδετικές γραμμές τῆς ὁμάδας), ἐνῶ στή μονοβάθμια διάταξη μποροῦν καί οἱ 10 συνδρομητές νά πραγματοποιήσουν **ταυτόχρονα** συνδέσεις.

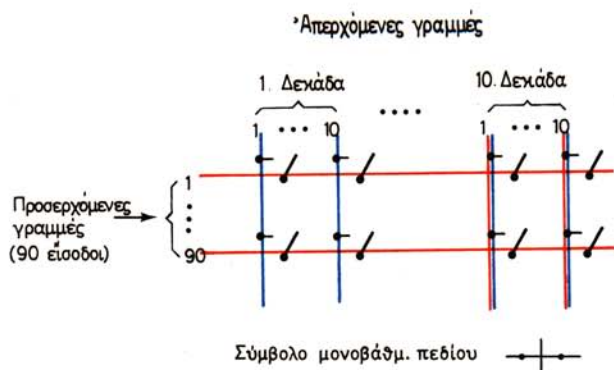
β) Οἱ βαθμίδες ὁδικῆς ἐπιλογῆς.

Στίς βαθμίδες ὁδικῆς ἐπιλογῆς **διακλαδίζεται**, ὅπως εἶναι γνωστό, ἡ κίνηση στίς διάφορες ὁμάδες συνδρομητῶν (δεκάδες). Σ' ἓνα κέντρο π.χ. 10.000 συνδρομητῶν χωρίζεται ἡ κίνηση στήν πρώτη βαθμίδα ὁδικῆς ἐπιλογῆς στίς ὁμάδες τῶν χιλιάδων καί στή δεύτερη βαθμίδα ὁδικῆς ἐπιλογῆς στίς ὁμάδες τῶν ἑκατοντάδων συνδρομητῶν. Κάθε ὁμάδα ἐξυπηρετεῖται ἀπό ὀρισμένο ἀριθμό ἰσοδυνάμων μεταξύ τους γραμμῶν (δέσμες γραμμῶν), συνδεμένων πολλαπλά στίς ἐξόδους κάθε δεκάδας τῶν ἐπιλογέων. Ἀπ' τίς γραμμές αὐτές ἐπιλέγεται κατὰ τήν πραγματοποίηση μιᾶς συνδέσεως μιᾶ ἐλεύθερη γραμμή μέ ἐλεύθερη ἐπιλογή.

Τό σχῆμα 19.4γ δείχνει τήν πραγματοποίηση μιᾶς βαθμίδας ὁδικῆς ἐπιλογῆς μέ ἓνα μονοβάθμιο ζευκτικό πεδίο. Οἱ προσερχόμενες γραμμές (90 συνολικά) εἶναι συνδεμένες στίς ὀριζόντιες γραμμές τοῦ πεδίου, οἱ ἀπερχόμενες εἶναι χωρισμένες σέ 10 δεκάδες τῶν 10 γραμμῶν καί εἶναι συνδεμένες στίς κάθετες γραμμές τοῦ πεδίου. Ἡ διάταξη ἀντιστοιχεῖ σέ 90 ὁδικούς ἐπιλογεῖς, π.χ. 90 ὑποστροφικούς ἐπιλογεῖς μέ πολλαπλά συνδεμένες ἐξόδους καί ἔχει τήν ἴδια ἀπόδοση μ' αὐτοῦς. Οἱ ἀπερχόμενες γραμμές κάθε δεκάδας σχηματίζουν τέλεια δέσμη. Ἀπαιτοῦνται ὅμως $90 \times 100 = 9000$ ζευκτικά σημεῖα, ὅσος εἶναι δηλαδή καί ὁ ἀριθμός τῶν ἐξόδων τῶν 90 ἐπιλογέων.

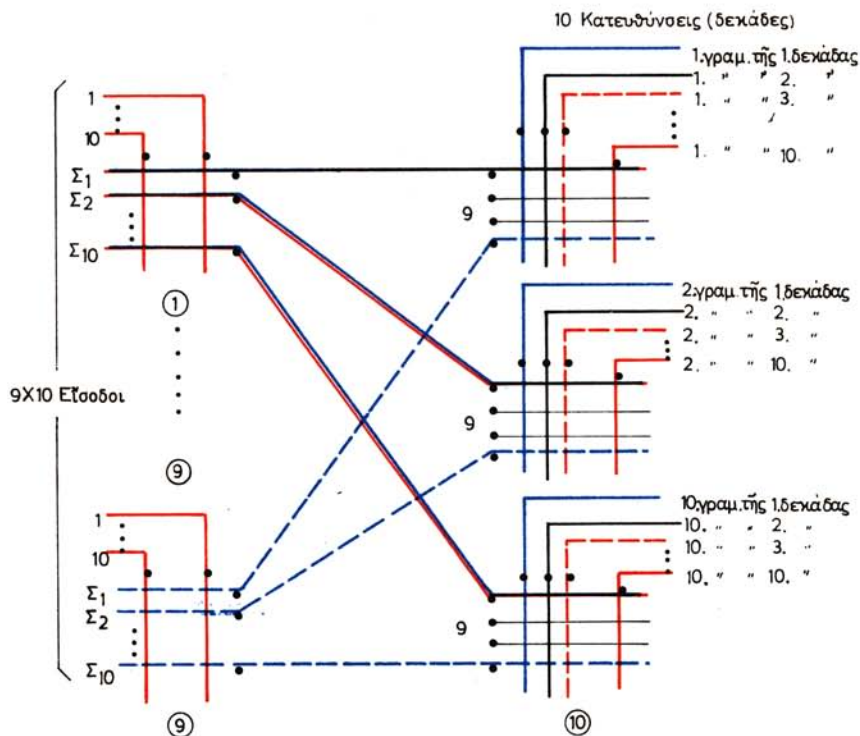
Γιά νά περιορισθεῖ ὁ ἀριθμός τῶν ζευκτικῶν σημείων σχηματίζονται καί στίς βαθμίδες ὁδικῆς ἐπιλογῆς διβάθμια ζευκτικά πεδία. Τό σχῆμα 19.4δ δείχνει τήν ἀντίστοιχη στή διάταξη τοῦ σχήματος 19.4γ διβάθμια διάταξη. Οἱ 90 γραμμές εἰσόδου εἶναι χωρισμένες σέ ὁμάδες τῶν 10 γραμμῶν, ὅπως στό διβάθμιο ζευκτικό πεδίο τῆς προηγούμενης παραγράφου. Κάθε ὁμάδα διαθέτει 10 συνδετικές γραμμές καί κάθε συνδετική γραμμή μπορεῖ νά συνδεθεῖ μέ μιάν ἀπερχόμενη γραμμή **κάθε μιᾶς δεκάδας**. Ἡ διάταξη ἔχει 9 ὁμάδες στήν πρώτη βαθμίδα (ἀριστερά) καί 10 ὁμάδες στή δεύτερη βαθμίδα (δεξιά), πού ἀντιστοιχοῦν στίς 10 συνδετικές γραμμές κάθε ὁμάδας τῆς πρώτης βαθμίδας. Κάθε ὁμάδα τῆς δεύτερης βαθμίδας ἔχει 9 συνδετικές γραμμές, ὅσες εἶναι οἱ ὁμάδες τῆς πρώτης βαθμίδας καί 10 ἀπερχόμενες γραμμές, μιάν ἀπό κάθε δεκάδα.

Τό διβάθμιο ζευκτικό πεδίο χρησιμοποιεῖ μόνο $10 \times 10 \times 9 + 10 \times 9 \times 10 = 1800$ ζευκτικά σημεῖα, ἔναντι 9000 τοῦ μονοβάθμιου πεδίου. Σ' αὐτό, ὅμως, ἐμφανίζονται ἔσωτερικές συμφορήσεις, πού αὐξάνουν τίς ἀπώλειες κινήσεως. Μία



Σχ. 19.4γ.

Μονοβάθμιο ζευκτικό πεδίο για τις βαθμίδες οδικής έπιλογής.



Σχ. 19.4δ.

Διβάθμιο ζευκτικό πεδίο για τις βαθμίδες οδικής έπιλογής.

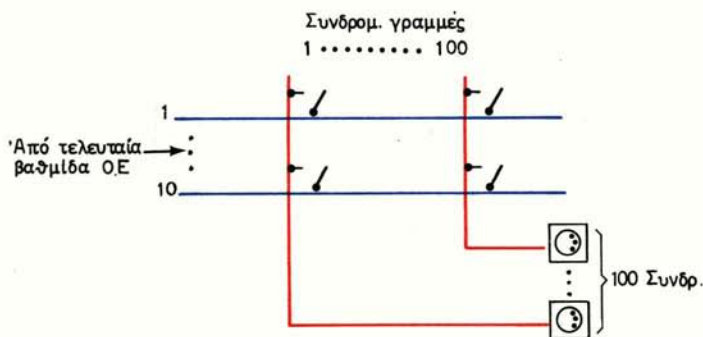
γραμμή εισόδου δέν μπορεί νά συνδεθεῖ μέ τίς ἐλεύθερες ἀπερχόμενες γραμμές μιᾶς δεκάδας, ἐφ' ὅσον οἱ συνδετικές γραμμές πού ὁδηγοῦν στίς ἐλεύθερες αὐτές γραμμές εἶναι ἤδη κατειλημμένες ἀπό ἄλλες εἰσερχόμενες γραμμές τῆς ἴδιας ὁμάδας. Οἱ ἀπερχόμενες γραμμές δέν σχηματίζουν πλέον τέλειες, ἀλλά ἀτελεῖς δέσμες. Εἶναι ὅμως δυνατόν νά σχεδιασθεῖ κατάληλα μιὰ διβάθμια διάταξη, προβλέποντας π.χ. 20 ἀντί 10 συνδετικές γραμμές ἀνά ὁμάδα προσερχομένων γραμμῶν, ἡ ὁποία νά ἔχει τήν ἴδια περίπου ἀπόδοση μέ τή μονοβάθμια διάταξη καί νά χρησιμοποιοῖ περίπου τό $1/3$ τῶν ζευκτικῶν σημείων, συγκριτικά μ' αὐτήν.

γ) Ἡ βαθμίδα τελικῆς ἐπιλογῆς.

Στή βαθμίδα Τ.Ε. κατανέμεται ἡ κίνηση στόν κάθε συνδρομητή χωριστά κι' ἔτσι ἀποκεντρώνεται ὕστερα ἀπ' τή συγκέντρωση πού εἶχε ὑποστεί. Ἡ κίνηση, π.χ. 100 συνδρομητῶν ὁδηγεῖται ἀπ' τήν τελευταία βαθμίδα ὁδικῆς ἐπιλογῆς μέ 10 γραμμές στίς εισόδους 10 Τ.Ε. καί μέσω αὐτῶν στίς 100 συνδρομητικές γραμμές, πού εἶναι πολλαπλά συνδεμένες στίς ἐξόδους τους.

Τό πρόβλημα τῆς τελικῆς ἐπιλογῆς μπορεί νά λυθεῖ μέ ἕνα μονοβάθμιο ζευκτικό πεδίο, ὅπως φαίνεται στό σχῆμα 19.4ε. Ἡ διάταξη αὐτή ἀντιστοιχεῖ σέ 10 Τ.Ε., συνδεμένους πολλαπλά στίς 100 ἐξόδους τους. Στήν περίπτωση αὐτή ἀπαιτοῦνται ὅμως $10 \times 100 = 1000$ ζευκτικά σημεία, ὅσες δηλαδή εἶναι καί οἱ ἐξοδοί τῶν 10 ὁδικῶν ἐπιλογῶν. Ἄρα ἡ μονοβάθμια διάταξη εἶναι καί ἐδῶ οἰκονομικά ἀσύμφορη.

Γιά τή μείωση τῶν ζευκτικῶν σημείων θά μπορούσε νά σκεφτεῖ κανεῖς νά χρησιμοποιήσῃ τή διβάθμια διάταξη τῆς προεπιλογικῆς βαθμίδας σέ ἀντίστροφη κατεύθυνση. Νά συνδέσει, δηλαδή τίς 10 ἐξόδους τῆς στίς 10 προσερχόμενες γραμμές καί τίς 100 εισόδους τῆς στίς 100 ἐξερχόμενες συνδρομητικές γραμμές. Παρατηροῦμε ὅμως, ὅτι στήν περίπτωση αὐτή **δύο** προσερχόμενες γραμμές ἔχουν στή διάθεσή τους **μία** μόνο συνδετική γραμμή γιά νά φθάσουν σέ μιὰ ὁμάδα 10



Σχ. 19.4ε.

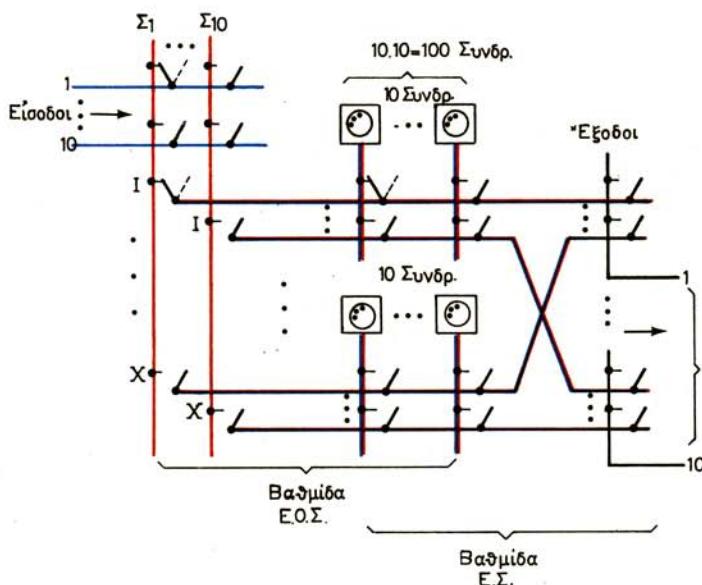
Μονοβάθμιο ζευκτικό πεδίο γιά τή βαθμίδα τελικῆς ἐπιλογῆς.

συνδρομητῶν. Ἄν ἡ γραμμή αὐτή καταληφθεῖ ἀπό μιὰ σύνδεση, ἡ δεύτερη προσερχόμενη γραμμή δέν μπορεί πιά νά φθάσῃ στήν ὁμάδα τῶν 10 συνδρομητῶν. Ἀποτέλεσμα εἶναι νά μὴν μποροῦν περισσότεροι ἀπό ἕνας συνδρομητές νά συν-

δεθούν ταυτόχρονα με κάθε ομάδα των 10 συνδρομητών και να εμφανίζονται πολύ μεγάλες απώλειες στη διάταξη.

Γιά να μειωθούν οι απώλειες, είναι απαραίτητο κάθε προσερχόμενη γραμμή να μπορεί να συνδεθεί με κάθε συνδετική γραμμή μιάς ομάδας των 10 συνδρομητών. Έτσι, αν υπάρχουν 10 συνδετικές γραμμές σε κάθε ομάδα 10 συνδρομητών μιά προσερχόμενη γραμμή θα μπορεί να φθάσει σε οποιοδήποτε συνδρομητή της ομάδας, ανεξάρτητα απ' τον αριθμό των συνδετικών γραμμών, που είναι ήδη κατειλημμένες στο πεδίο. Ή δυνατότητα αυτή υπάρχει, όπως γνωρίσαμε, σε κάθε Τ.Ε., ο οποίος με τους βραχίονές του μπορεί να φθάσει οποιαδήποτε συνδρομητική γραμμή απ' τις 100, που βρίσκονται στις εξόδους του, ανεξάρτητα απ' τους άλλους Τ.Ε. που είναι ταυτόχρονα κατειλημμένοι. Το σχήμα 19.4στ δείχνει την πραγματοποίηση της απαιτήσεως αυτής με τη βοήθεια ενός **τριβάθμιου ζευκτικού πεδίου**.

Μιά προσερχόμενη γραμμή, 1...10, συνδέεται πρώτα με μιάν απ' τις 10 συνδετικές γραμμές $\Sigma_1 - \Sigma_{10}$ (πρώτη βαθμίδα). Καθεμιά απ' τις γραμμές αυτές μπορεί να συνδεθεί με καθεμιάν απ' τις συνδετικές γραμμές I-X (δεύτερη βαθμίδα). Υπάρχουν 10 γραμμές I, 10 γραμμές II, κ.ο.κ., που εξυπηρετούν αντίστοιχα τις ομάδες των συνδρομητών I ως X. Μία γραμμή $\Sigma_1 - \Sigma_{10}$ συνδέεται με μιάν απ' τις γραμμές I-X, ή οποία οδηγεί στην ομάδα των 10 συνδρομητών, που ανήκει ο καλούμε-



Σχ. 19.4στ.

Τριβάθμιο ζευκτικό πεδίο για την εξυπηρέτηση ταυτόχρονα των βαθμίδων προεπιλογής και τελικής επιλογής.

νος συνδρομητής. Ή γραμμή αυτή συνδέεται κατόπιν με τη συνδρομητική γραμμή (τρίτη βαθμίδα). Άς υποθέσουμε π.χ. ότι σε μιά χρονική στιγμή υπάρχουν 9 συνδέ-

σεις στο πεδίο και ότι όλες αφορούν μία μόνο ομάδα καλουμένων συνδρομητών απ' τις 10, έστω την πρώτη ομάδα Ι. Οι συνδέσεις αυτές έχουν καταλάβει 9 συνδυαστικές γραμμές απ' τις $\Sigma_1 - \Sigma_{10}$, έστω τις γραμμές $\Sigma_1 - \Sigma_9$ και 9 γραμμές απ' τις συνδυαστικές γραμμές Ι της πρώτης ομάδας. Στην πρώτη ομάδα συνδρομητών υπάρχει έλευθερος ένας συνδρομητής, και επίσης υπάρχει έλευθερη μία προσερχόμενη γραμμή. "Αν η γραμμή αυτή επιθυμεί να συνδεθεί με τον έλευθερο συνδρομητή της ομάδας Ι θα καταλάβει τη δέκατη γραμμή Σ_{10} , τη δέκατη γραμμή Ι και θα συνδεθεί με τό συνδρομητή αυτόν. Οι 9 δηλαδή καταλήψεις σε μία ομάδα συνδρομητών δεν εμποδίζουν μία προσερχόμενη γραμμή να συνδεθεί με τό δέκατο συνδρομητή της ομάδας. Στο σχήμα 19.4στ είναι συνδεδεμένη η γραμμή 1 μέσω της συνδυαστικής γραμμής Σ_1 και της πρώτης γραμμής Ι, με τό συνδρομητή 11.

Η πρώτη και δεύτερη βαθμίδα μαζί της διατάξεως ονομάζονται **βαθμίδα επιλογής της ομάδας του συνδρομητή (βαθμίδα Ε.Ο.Σ.)**, ενώ η τρίτη βαθμίδα, **βαθμίδα επιλογής του συνδρομητή (βαθμίδα Ε.Σ.)**. Ο συνολικός αριθμός των ζευκτικών σημείων στις βαθμίδες Ε.Ο.Σ. και Ε.Σ. ανέρχεται σε $10 \times 10 + 10 \times 10 + 10 \times 10 \times 10 = 1200$, είναι δηλαδή κατά 200 σημεία μεγαλύτερος του συνολικού αριθμού των ζευκτικών σημείων της μονοβάθμιας διατάξεως, που είχαμε χαρακτηρίσει σαν αντιοικονομική. Για τό λόγο αυτό χρησιμοποιείται η τριβάθμια διάταξη **ταυτόχρονα** και σαν βαθμίδα **προεπιλογής** για τη συγκέντρωση της απερχόμενης κινήσεως. Συγκεκριμένα, η βαθμίδα Ε.Σ. εξυπηρετεί τόσο την εισερχόμενη κίνηση των 100 συνδρομητών, όσο και την απερχομένη τους κίνηση, εργάζεται δηλαδή σε **δύο** κατευθύνσεις, όπως δείχνουν τά βέλη στο σχήμα 19.4στ. Έτσι επιτυγχάνεται εξοικονόμηση των 600 ζευκτικών σημείων της διβάθμιας διατάξεως προεπιλογής, που γνωρίσαμε στο σχήμα 19.4β. Έπειδή, όμως, οι 10 συνδυαστικές γραμμές κάθε ομάδας 10 συνδρομητών (οι γραμμές Ι, ΙΙ, ..., Χ) χρησιμοποιούνται τώρα και για τις δύο κατευθύνσεις κινήσεως μερικές φορές εμφανίζεται στη διάταξη **έσωτερική συμφόρηση**.

Είναι π.χ. δυνατό σε μίαν ομάδα 10 συνδρομητών να είναι κατειλημμένη από εισερχόμενη σύνδεση ή μόνη συνδυαστική γραμμή, που οδηγεί σε έλευθερη απερχόμενη γραμμή. Αποτέλεσμα είναι να πάρει ο συνδρομητής που καλεί τό σήμα κατειλημμένου. Αντίστροφα, είναι δυνατόν, σε περίπτωση ισχυρής απερχόμενης κινήσεως να απομένει έλευθερη μία μόνο συνδυαστική γραμμή απ' τις γραμμές Ι-Χ σε μίαν ομάδα Ι-Χ 10 συνδρομητών, π.χ. στην ομάδα Ι ή συνδυαστική γραμμή που μπορεί να ένωθεί μέσω του έπαφεί Ι με τη γραμμή Σ_1 . "Αν όμως η Σ_1 είναι κατειλημμένη από εισερχόμενη σύνδεση μιάς άλλης ομάδας συνδρομητών, δηλαδή μιάς απ' τις ομάδες ΙΙ-Χ, δεν είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί σύνδεση με τον έλευθερο συνδρομητή της ομάδας Ι.

δ) Η καθοδήγηση των ζευκτικών πεδίων.

"Ενας επιλογέας μπορεί να οδηγηθεί **δμεσα**, όπως γνωρίσαμε, με τη βοήθεια παλμοσειράς, που αποστέλλει ο συνδρομητής που καλεί ή μία άλλη κατάλληλη διάταξη. "Ενα ζευκτικό πεδίο, αντίθετα, μπορεί να καθοδηγηθεί μόνο **έμμεσα** με τη βοήθεια κεντρικής διατάξεως. Κέντρα στά οποια ή διασύνδεση των γραμμών πραγματοποιείται και ελέγχεται από κεντρική διάταξη ονομάζονται **Κέντρα Κεντρικού ή Κοινοῦ Έλέγχου**.

Ἡ κεντρική διάταξη καθοδηγήσεως πρέπει, πρώτ' ἀπ' ὅλα νά εἶναι σέ θέση νά διαπιστώσει, ὅτι ἕνας συνδρομητής ἐπιθυμεῖ νά συνδεθεῖ καί κατόπιν νά μπορεῖ νά παίρνει τόν ἀριθμό κλήσεως τοῦ καλούμενου, πού ἀποστέλλεται ὑπό μορφή παλμοσειρῶν ἢ σά συνδυασμός συχνότητων. Αὐτό ἐπιτυγχάνεται μέ τή βοήθεια **ἀγωγῶν σηματοδοτήσεως**, πού συνδέουν κάθε μιά προσερχόμενη γραμμή τοῦ ζευκτικοῦ πεδίου μέ τήν κεντρική διάταξη. Ἀπ' τό δυναμικό τοῦ ἀγωγοῦ σηματοδοτήσεως διαπιστώνεται ἡ ἐπιθυμία συνδέσεως τοῦ συνδρομητῆ, καί μέσω τοῦ ἀγωγοῦ αὐτοῦ φθάνει ὁ ἀριθμός κλήσεως στήν κεντρική διάταξη.

Ἀπ' τόν ἀριθμό, τώρα τοῦ καλούμενου συνδρομητῆ προσδιορίζει ἡ διάταξη τή διαδρομή πού πρέπει νά ἀκολουθήσει ἡ σύνδεση στό ζευκτικό πεδίο γιά νά φθάσει στόν προορισμό της, δηλαδή τίς συνδυαστικές γραμμές, τά ζευκτικά σημεῖα καί τήν ἀπερχόμενη γραμμή πού πρέπει νά χρησιμοποιηθοῦν. Ὁ προσδιορισμός τῆς διαδρομῆς προϋποθέτει γνώση τῆς καταστάσεως τῶν συνδυαστικῶν καί ἀπερχομένων γραμμῶν ἀπό μέρους τῆς κεντρικῆς διατάξεως, γνώση δηλαδή τῶν ἐλευθέρων καί κατειλημμένων γραμμῶν σέ κάθε χρονική στιγμή. Τίς πληροφορίες αὐτές μπορεῖ νά πάρει ἡ κεντρική διάταξη ἀπό τό ζευκτικό πεδίο μέ τή βοήθεια ἐπίσης ἀγωγῶν σηματοδοτήσεως, πού καταφθάνουν σ' αὐτήν ἀπό κάθε συνδυαστική καί ἀπερχόμενη γραμμή. Τό δυναμικό δηλαδή τοῦ ἀγωγοῦ γνωστοποιεῖ ἂν ἡ γραμμή εἶναι ἐλεύθερη ἢ κατειλημμένη. Τά κέντρα, πού λειτουργοῦν μέ τή μέθοδο αὐτή, ὀνομάζονται **κέντρα ἐνσυρματωμένου ἐλέγχου**.

Ἕνας δεύτερος τρόπος διαπιστώσεως τῆς καταστάσεως τῶν γραμμῶν πού χρησιμοποιεῖται σήμερα εἶναι ὁ ἔλεγχος μέ τή βοήθεια ἑνός **κεντρικοῦ ταμιευτῆ**, μιᾶς διατάξεως ἀνάλογης μέ τή μνήμη ἑνός ἠλεκτρονικοῦ ὑπολογιστῆ. Στήν περίπτωση αὐτή, δέν ὑπάρχουν ἀγωγοί σηματοδοτήσεως μεταξύ πεδίου καί κεντρικῆς διατάξεως, ἀλλά ὅταν πραγματοποιεῖται μιά σύνδεση ἐγγράφονται στόν ταμιευτή οἱ γραμμές πού καταλαμβάνονται. Στόν ταμιευτή ἐπίσης εἶναι ἐγγραμμένη ὅλη ἡ δομή τοῦ πεδίου, δηλαδή οἱ γραμμές πού περιλαμβάνει καί ποῦ ἀνήκει ἡ καθεμιά, ὥστε ἡ κεντρική διάταξη εἶναι σέ θέση νά προσδιορίσει μιά διαδρομή συνδέσεως μόνο μέ τίς πληροφορίες πού παίρνει ἀπ' τόν ταμιευτή βάσει ἑνός προγράμματος, ὅπως ἕνας **ἠλεκτρονικός ὑπολογιστής**. Ἡ μέθοδος αὐτή, στήν ὁποία τό ζευκτικό πεδίο καθοδηγεῖται οὐσιαστικά ἀπό ἕναν ἠλεκτρονικό ὑπολογιστή, ἔχει τό πλεονέκτημα ὅτι ἀλλαγές στή δομή τοῦ πεδίου δέν ἀπαιτοῦν ἀλλαγές στούς ἀγωγούς σηματοδοτήσεως, ἀλλά λαμβάνονται εὐκόλα ὑπόψη μέ ἀλλαγές στόν ταμιευτή. Τά κέντρα, πού λειτουργοῦν μέ τή μέθοδο αὐτή, ὀνομάζονται **Κέντρα μέ ἔλεγχο ἀπό ἐνταμιευμένο πρόγραμμα**, ἢ πιό σύντομα, **κέντρα ἐνταμιευμένου προγράμματος**.

Ἐπειδὴ ἡ κεντρική διάταξη, ὅπως εἶναι φανερό, εἶναι πολύπλοκη καί ἔχει ὑψηλό κόστος, εἶναι ἀπαραίτητο νά ἐξυπηρετεῖ μεγάλο ἀριθμό συνδέσεων, γιά νά χρειάζονται ὅσο τό δυνατό λιγότερες διατάξεις σ' ἕνα κέντρο. Αὐτό προϋποθέτει μεγάλη ταχύτητα λειτουργίας καί ἐλάχιστη χρονική ἀπασχόληση τῆς διατάξεως ἀνά σύνδεση. Ἡ μεγάλη ταχύτητα ἐξασφαλίζεται μέ τή χρησιμοποίηση στή διάταξη ἠλεκτρονικῶν στοιχείων, πού ἐπεξεργάζονται πάρα πολύ γρήγορα τίς πληροφορίες καί δίνουν τά ἀπαραίτητα ἀποτελέσματα γιά τήν πραγματοποίηση τῆς συνδέσεως. Ὁ χρόνος ὅμως ἀπασχολήσεως (καταλήψεως) τῆς διατάξεως ἀνά σύνδεση ἐξαρτᾶται, ἐκτός ἀπ' τήν ταχύτητα λειτουργίας της, καί ἀπ' τήν ταχύτητα μέ τήν ὁποία μεταβι-

βάζεται ο αριθμός κλήσεως του καλούμενου συνδρομητή στη διάταξη καί απ' τήν ταχύτητα μέ τήν ὁποία λειτουργοῦν τά ζευκτικά σημεῖα στό πεδίο γιά νά συνδέσσουν τίς γραμμές.

Ἄν ὁ ἀριθμός κλήσεως ἀποστέλλεται, ὅπως συνήθως, μέ παλμοσειρές, χρειάζεται μενάλως σχετικά χρόνος γιά νά φθάσουν τά ψηφία στήν κεντρική διάταξη. Γιά τό λόγο αὐτό χωρίζεται ἡ κεντρική διάταξη σέ δύο τμήματα: σέ **ταμιευτές** καί σέ **σημαδευτές**. Ἐνας **ταμιευτής** παίρνει τούς παλμούς, τούς ἀπαριθμεῖ, διαπιστώνει ποῖο ψηφίο ἀντιπροσωπεύουν καί τό ἐνταμιεύει. Ὁ ταμιευτής παραμένει δηλαδή κατελιγμένος ἀπό μιά σύνδεση **δλο** τό διάστημα τῆς ἀποστολῆς τῶν παλμοσειρῶν. Ἐτσι, ἀπαιτοῦνται ἄρκετοί ταμιευτές γιά τήν ἐξυπηρέτηση τῶν κλήσεων, πού καταφθάνουν στό κέντρο. Οἱ ταμιευτές ὅμως ἔχουν ἀπλή κατασκευή καί χαμηλό κόστος.

Στό τέλος μιᾶς ἡ περισσοτέρων παλμοσειρῶν καταλαμβάνει ὁ ταμιευτής γιά πολύ μικρό διάστημα ἓνα **σημαδευτή** καί μεταβιβάζει τό ψηφίο ἢ τά ψηφία πού ἔχει ἐνταμιεύσει μέ τή βοήθεια ἑνός κώδικα πού ἐξασφαλίζει σύντομη μετάδοση. Ἀπ' τήν πληροφορία αὐτή, τή θέση τοῦ καλοῦντος συνδρομητή στό πεδίο καί τήν κατάσταση τῶν γραμμῶν του, προσδιορίζει ὁ σημαδευτής τή διαδρομή συνδέσεως, δηλαδή τά ζευκτικά σημεῖα πού πρέπει νά λειτουργήσουν. Εἶναι φανερό ὅτι οἱ σημαδευτές εἶναι πολύπλοκες καί ἀκριβές διατάξεις, γι' αὐτό καί ὁ ἀριθμός τους εἶναι μικρός σέ κάθε κέντρο.

Ἄν τώρα, τά ζευκτικά σημεῖα ἐργάζονται γρήγορα, μποροῦν δηλαδή νά πραγματοποιοῦν τή σύνδεση δύο γραμμῶν σέ χρόνο λίγων χιλιοστῶν τοῦ δευτερολέπτου, ἡ ἐνεργοποίησή τους κατευθύνεται ἀπ' τόν ἴδιο τό σημαδευτή. Σέ ἀντίθετη, ὅμως περίπτωση, χωρίζεται ἀπ' τό σημαδευτή τό τμήμα καθοδηγήσεως τοῦ πεδίου καί σχηματίζεται μιά ξεχωριστή **διάταξη ζεύξεως**. Στή διάταξη αὐτή μεταβιβάζει ὁ σημαδευτής ταχύτατα τίς πληροφορίες γιά τά ζευκτικά σημεῖα τοῦ πεδίου καί ἀποσυνδέεται γιά νά ἐξυπηρετήσει ἄλλες συνδέσεις. Ἡ ἐνεργοποίηση τῶν ζευκτικῶν σημείων πραγματοποιεῖται στή συνέχεια ἀπ' τή διάταξη ζεύξεως, πού εἶναι σχετικά ἀπλή καί ἔχει σημαντικά χαμηλότερο κόστος ἀπ' ὅ,τι ὁ σημαδευτής. Ὅπως στήν περίπτωση τῶν ταμιευτῶν, ἀπαιτοῦνται βέβαια ἄρκετές διατάξεις ζεύξεως γιά τήν ἐξυπηρέτηση ὅλων τῶν συνδέσεων ἑνός κέντρου.

Μέ τή διαίρεση τῶν διατάξεων καθοδηγήσεως σέ λίγες πολύπλοκες καί ἀκριβές διατάξεις (σημαδευτές), πού ἐξυπηρετοῦν μεγάλο ἀριθμό συνδέσεων καί σέ περισσότερες ἀπλές, φθηνές διατάξεις (ταμιευτές, διατάξεις ζεύξεως), πού ἡ καθεμιά τους ἐξυπηρετεῖ μικρότερο ἀριθμό συνδέσεων, μειώνεται σημαντικά τό κόστος τοῦ συστήματος μέ κεντρικό ἔλεγχο, πράγμα ἀπαραίτητο γιά τή συναγωνισιμότητά του μέ ἄλλα συστήματα.

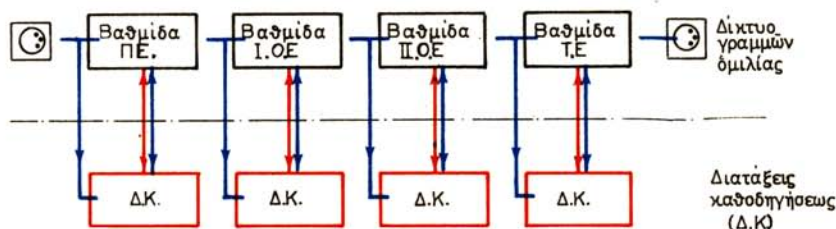
ε) Ἡ σύνδεση τῶν γραμμῶν τοῦ ζευκτικοῦ πεδίου.

Ἡ σύνδεση τῶν γραμμῶν στό ζευκτικό πεδίο πραγματοποιεῖται, ὅπως εἶδαμε, μέ ἐνεργοποίηση τῶν καταλλήλων ζευκτικῶν σημείων ἀπ' τή διάταξη ζεύξεως, βάσει τῶν ὁδηγιῶν πού δίνει ὁ σημαδευτής. Ἐναν ἄλλο τρόπο συνδέσεως τῶν γραμμῶν προσφέρει ἡ **τελική σημαδέυση**. Στήν περίπτωση αὐτή ἡ κεντρική διάταξη καθοδηγήσεως προσδιορίζει μόνο τήν εἴσοδο καί τήν ἐξοδο τοῦ ζευκτικοῦ πεδίου,

πού πρέπει νά συνδεθοῦν μεταξύ τους. Κατόπιν σημαδεύει τὰ δύο αὐτὰ σημεῖα μέ ἓνα κατάλληλο δυναμικό καί ἀποσυνδέεται. Τήν ἀνεύρεση μιᾶς ἐλεύθερης διαδρομῆς καί τή σύνδεση εἰσόδου-ἐξόδου πραγματοποιεῖ τό ἴδιο τό ζευκτικό πεδίο. Γιά τό σκοπό αὐτό ὑπάρχουν δύο μέθοδοι: ἡ **στατική** καί ἡ **δυναμική** μέθοδος.

Στή **στατική** μέθοδο προσδιορίζονται **ταυτόχρονα** μέ ἡλεκτρική σημάδευση ὅλες οἱ ἐλεύθερες διαδρομές, πού ὁδηγοῦν ἀπ' τή σημαδεμένη εἴσοδο σέ **ὅλες** τίς ἐλεύθερες ἐξόδους τοῦ πεδίου. Ὅρισμένες διαδρομές καταλήγουν κατὰ κανόνα στή σημαδεμένη ἐξοδο. Ἀπ' αὐτές ἐκλέγεται μία διαδρομή καί οἱ γραμμές της διασυνδέονται διαδοχικά, ἀρχίζοντας ἀπ' τήν ἐξοδο. Στή **δυναμική μέθοδο** πραγματοποιοῦνται **διαδοχικά** ὅλες οἱ συνδέσεις πού ὁδηγοῦν ἀπ' τή σημαδεμένη εἴσοδο, μέσω ἐλευθέρων γραμμῶν, σέ κάθε ἐλεύθερη ἐξοδο τοῦ πεδίου, μέχρι νά βρεθεῖ μία σύνδεση πού καταλήγει στή σημαδεμένη ἐξοδο. Ἡ σύνδεση αὐτή παραμένει κατόπιν γιά νά ἐξυπηρετήσῃ τούς δύο συνδρομητές.

Στά συστήματα ἄμεσης ἐπιλογῆς ἡ ἀποκατάσταση μιᾶς συνδέσεως πραγματοποιεῖται στό τηλεφωνικό κέντρο τμηματικά ἀπό βαθμίδα σέ βαθμίδα, ὥσπου ἡ σύνδεση νά φθάσῃ στόν καλούμενο συνδρομητή. Στήν περίπτωση αὐτή, πού ὀνομάζεται **διασύνδεση τῶν γραμμῶν κατὰ βαθμίδες** προσδιορίζεται σέ κάθε βαθμίδα μιᾶ ἐλεύθερη ἀπερχόμενη γραμμή, χωρίς νά ἐξετάζεται ἂν μπορεῖ νά συνδεθεῖ ἡ γραμμή αὐτή στήν ἐπόμενη βαθμίδα μέ μιάν ἄλλη ἐλεύθερη γραμμή, ἂν μπορεῖ δη-



Σχ. 19.4ζ.

Διασύνδεση τῶν γραμμῶν κατὰ βαθμίδες.

λαδή νά συνεχιστεῖ ἡ σύνδεση. Ὁ τρόπος αὐτός συνδέσεως εἶναι δυνατό νά ἐφαρμοσθεῖ καί σέ συστήματα ἔμμεσης ἐπιλογῆς, ὅπως φαίνεται στό σχῆμα 19.4ζ. Κάθε βαθμίδα τοῦ κέντρου ἔχει ἀποκλειστικά στή διάθεσή της μιᾶ διάταξη καθοδηγήσεως, μέ τή βοήθεια τῆς ὁποίας συνδέεται μιᾶ εἴσοδος μέ μιάν ἐξοδο τῆς βαθμίδας.

Στά συστήματα ἔμμεσης ἐπιλογῆς ἡ σύνδεση τῶν γραμμῶν στό κέντρο μπορεῖ νά πραγματοποιηθεῖ καί κατὰ ἓνα δεύτερο τρόπο, πού ὀνομάζεται **ἐνιαία, ἐκτεταμένη ἀναζήτηση καί διασύνδεση τῶν γραμμῶν**. Ἡ **ἀναζήτηση** μιᾶς ἐλεύθερης διαδρομῆς μεταξύ εἰσόδου καί ἐξόδου τοῦ κέντρου πραγματοποιεῖται σέ μιᾶ φάση σ' ὅλες τίς βαθμίδες καί ἡ **διασύνδεση** τῶν τμημάτων τῆς διαδρομῆς αὐτῆς γίνεται κατόπιν σχεδόν ταυτόχρονα. Στήν περίπτωση αὐτή, ὅλες οἱ βαθμίδες ἐξυπηρετοῦνται ἀπό **μιᾶ** κεντρική διάταξη καθοδηγήσεως, ὅπως δείχνει τό σχῆμα 19.4η. Ἡ

διασύνδεση πραγματοποιείται είτε απ' τήν κεντρική διάταξη, είτε μέ τελική σημάδευση, όπως γνωρίσαμε προηγουμένως.



Σχ. 19.4η.

Ένιαία, έκτεταμένη αναζήτηση καί διασύνδεση τών γραμμών.

Κέντρα μέ ένιαία διασύνδεση έχουν τό πλεονέκτημα, ότι αξιοποιούν καλύτερα τίς γραμμές τους κι' επίσης ότι ή συνδεσμολογία τους είναι απλούστερη. Κέντρα μέ διασύνδεση κατά βαθμίδες μπορούν, αντίθετα, νά επεκτείνονται εύκολότερα μέ τή δημιουργία νέων βαθμίδων, καθώς αύξάνει ο αριθμός τών συνδρομητών κι' εύκολα νά παίρνουν καί νά δίνουν κίνηση από ενδιάμεσες βαθμίδες.

19.5 Ήλεκτρονικά τηλεφωνικά κέντρα.

α) Γενικά.

Τά ηλεκτρομηχανικά κέντρα, πού σήμερα αποτελούν ακόμα τή μεγάλη πλειοψηφία τών τηλεφωνικών κέντρων, έχουν μερικά βασικά μειονεκτήματα:

Χρειάζονται συντήρηση, καταλαμβάνουν μεγάλο χώρο καί ή ταχύτητα λειτουργίας τους, όσο κι' άν φαίνεται μεγάλη, αποκλείει στήν πραγματικότητα τήν είσαγωγή μιās σειράς από καινοτομίες στήν τηλεφωνία. Τά μειονεκτήματα αυτά εξουδετερώνονται σέ μεγάλο βαθμό μέ τήν είσαγωγή **ηλεκτρονικών κέντρων**.

Τά ηλεκτρονικά κέντρα έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής, γιατί δέν περιλαμβάνουν όργανα πού φθείρονται, εργάζονται πολύ γρήγορα καί απαιτούν μικρό χώρο. Έτσι τό κόστος συντηρήσεώς τους είναι μικρό, ή μεγάλη ταχύτητα λειτουργίας τους δίνει τή δυνατότητα επέκτασεως τών «Υπηρεσιών» πού παρέχονται στους συνδρομητές, καί τό μικρό μέγεθός τους λύνει τό πρόβλημα χώρου πού είναι οξύ στά κέντρα τών μεγαλουπόλεων.

Τά ηλεκτρονικά κέντρα διακρίνομε, ανάλογα μέ τόν τρόπο διασυνδέσεως τών γραμμών όμιλίας, στίς εξής κατηγορίες:

- α) Σέ ήμιηλεκτρονικά κέντρα καί
- β) σέ πλήρως ηλεκτρονικά κέντρα.

Τά **ήμιηλεκτρονικά κέντρα** διαθέτουν κεντρικές ηλεκτρονικές διατάξεις γιά τόν έλεγχο τών λειτουργιών του κέντρου. Έργάζονται δηλαδή μέ ηλεκτρονικό σύστημα **κεντρικού έλέγχου**. Οί γραμμές όμιλίας τους όμως, διασυνδέονται μέ ηλεκτρομηχανικούς διακόπτες, π.χ. μέ ζευκτικά πεδία από ηλεκτρονόμους, πού εργάζονται πάρα πολύ γρήγορα.

Στά **πλήρως ηλεκτρονικά κέντρα** πραγματοποιείται όχι μόνο ο έλεγχος, αλλά καί

ή διασύνδεση τῶν γραμμῶν ὁμιλίας ἠλεκτρονικά, π.χ. μέ ζευκτικά πεδία ἀπό τρανζίστορες.

Τά ἠλεκτρονικά κέντρα κατασκευάζονται:

— Μέ πολλαπλά πεδία χώρου (διάκριση τῶν κυκλωμάτων μέ τή μέθοδο τοῦ ἐπιμερισμοῦ χώρου ἢ πολύπλεξη χώρου).

— Μέ πολλαπλά πεδία χρόνου (διάκριση τῶν κυκλωμάτων μέ τή μέθοδο τοῦ ἐπιμερισμοῦ χρόνου ἢ πολύπλεξη χρόνου).

β) Ἡλεκτρονικά κέντρα μέ πολλαπλά πεδία χώρου.

Τά πολλαπλά πεδία χώρου στά κέντρα αὐτά εἶναι ζευκτικά πεδία ἀπό ἠλεκτρομηχανικά ἢ ἠλεκτρονικά στοιχεῖα, ὅπως ἀναφέραμε, τά ὁποῖα καθοδηγοῦνται ἀπό κεντρικές διατάξεις ἐλέγχου. Γιά τήν καθοδήγηση τῶν ζευκτικῶν πεδίων καί τή διασύνδεση τῶν γραμμῶν ὁμιλίας ἰσχύουν ὅσα ἀναφέρθηκαν στίς παραγράφους 19.4δ καί 19.4ε.

Τά ἠλεκτρονικά κέντρα μέ πολλαπλά πεδία χώρου διακρίνομε σέ δύο κατηγορίες:

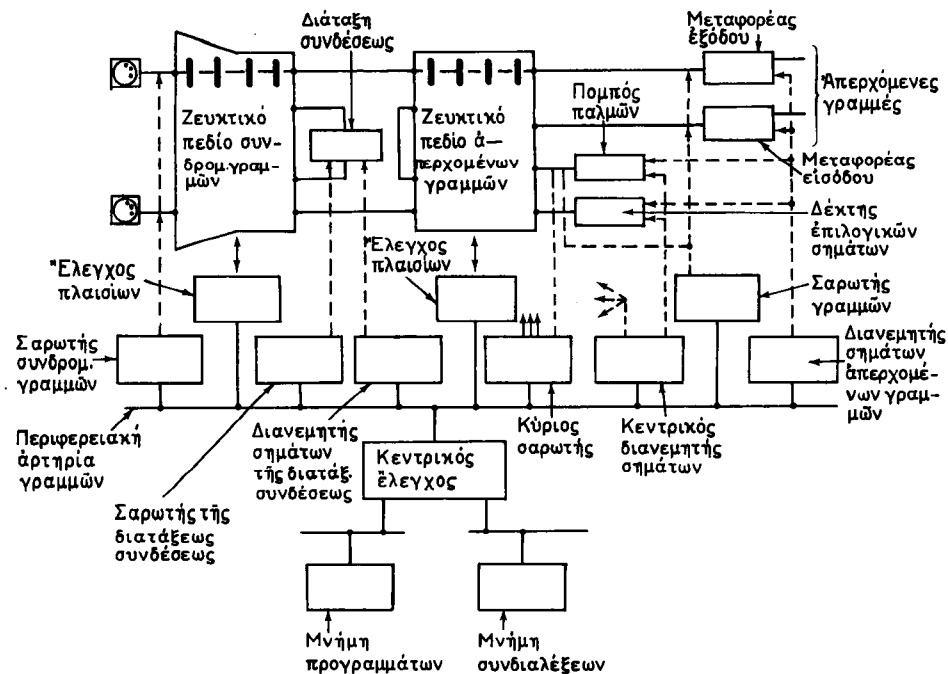
— Σέ ἠλεκτρονικά κέντρα ἐνσυρματωμένης λογικῆς.

— Σέ ἠλεκτρονικά κέντρα ἐνταμιευμένου προγράμματος.

Τά κέντρα μέ **ἐνσυρματωμένη λογική** εἶναι κέντρα **ἐνσυρματωμένου ἐλέγχου**, πού τήν ἀρχή λειτουργίας τους γνωρίσαμε στήν παράγραφο 19.4δ. Εἰδικά τά κέντρα αὐτά χρησιμοποιοῦν ἠλεκτρονικά, τυπωμένα, **λογικά κυκλώματα**, γιά τήν ἐπεξεργασία τῶν διαφόρων πληροφοριῶν καί τήν ἐξαγωγή τῶν ἀπαραιτήτων ἐντολῶν γιά τήν καθοδήγηση τῶν ζευκτικῶν πεδίων κλπ. Λόγω τῶν μειονεκτημάτων πού παρουσιάζουν σάν κέντρα ἐνσυρματωμένου ἐλέγχου, ἔχουν ἐκτοπιστεῖ σήμερα ἀπό τά κέντρα ἐνταμιευμένου προγράμματος.

Τά **κέντρα ἐνταμιευμένου προγράμματος** ἐργάζονται ὅπως οἱ ἠλεκτρονικοί ὑπολογιστές. Ὁ ἐλεγχος τῶν λειτουργιῶν τοῦ κέντρου ἔχει συγκεντρωθεῖ στά προγράμματα (Software), τά ὁποῖα μαζί μέ τά δεδομένα τοῦ κέντρου (δομή τῶν ζευκτικῶν πεδίων, ἐλεύθερες-κατελιημμένες γραμμές κάθε χρονική στιγμή κλπ.), ἐνταμιεύονται στή **μνήμη** τῆς κεντρικῆς διατάξεως. Ἔτσι ἐπιτυγχάνεται ἀπλοποίηση καί τυποποίηση τοῦ κατασκευαστικοῦ μέρους τοῦ κέντρου (Hardware). Τά προγράμματα εὐκόλα ἀλλάζουν, ὅταν γίνονται μεταβολές στό κέντρο, χωρίς νά εἶναι ἀπαραίτητο νά ἀλλάζουν οἱ συρματώσεις, ὅπως στήν περίπτωση τῶν κέντρων ἐνσυρματωμένης λογικῆς.

Σάν ἀντιπροσωπευτικό παράδειγμα ἠλεκτρονικοῦ κέντρου μέ πολλαπλό πεδίο χώρου καί ἐνταμιευμένο πρόγραμμα ἀναφέρομε τό ἀμερικανικό σύστημα ESS 1*, τό ὁποῖο ἀρχισε νά παράγεται σέ σειρά καί νά εἰσάγεται στό δίκτυο ἀμερικανικῶν πόλεων τό 1965. Τό σύστημα ESS 1 χρησιμοποιεῖται στό ἀστικό καί ὑπεραστικό δίκτυο γιά τήν ἐξυπηρέτηση μεγάλου ἀριθμοῦ συνδρομητῶν. Εἶναι σέ θέση νά ἐπεξεργάζεται 33.000 περίπου συνδέσεις τήν ὥρα. Γιά μικρότερους ἀριθμούς συνδρομητῶν, μεταξύ 1.000 καί 10.000 ἔχει εἰσαχθεῖ στίς ΗΠΑ ἀπό τό 1970 τό σύστημα ESS 2, τό ὁποῖο ἔχει μεγάλη ὁμοιότητα μέ τό ESS 1 καί ἐπεξεργάζεται 19.000 συνδέσεις τήν ὥρα.



Σχ. 19.5α.

Δομή του συστήματος ESS 1.

Τό σχήμα 19.5α δείχνει τή δομή του συστήματος ESS 1. Στο σύστημα διακρίνουμε τίς **περιφερειακές μονάδες**, στίς οποίες ἀνήκουν τά **ζευκτικά πεδία**, οί **διατάξεις συνδέσεως γραμμών** καί οί **υπομονάδες έλέγχου**, καθώς καί τήν **κεντρική διάταξη έλέγχου (καθοδηγήσεως)**, δηλαδή τόν **υπολογιστή**. Τά ζευκτικά πεδία χρησιμοποιούν αυτοσυγκρατούμενους, έρμητόκλειστους έπαφείς καί εἶναι συγκροτημένα σέ «μπλόκ» τών 4 βαθμίδων. Οί διατάξεις συνδέσεως έξυπηρετοῦν τήν ἀποκατάσταση έσωτερικῶν συνδέσεων καί τόν έλεγχο τών συνδρομητικῶν γραμμῶν κατά τή διάρκεια τῆς συνδιαλέξεως. Ἡ κεντρική διάταξη στηρίζεται σέ δύο ξεχωριστές μνήμες, τή **μνήμη προγραμμάτων** καί τή **μνήμη συνδιαλέξεων** καί συνδέεται μέ τίς περιφερειακές μονάδες μέσω τῆς περιφερειακῆς ἀρτηρίας γραμμῶν. Μέσω τῆς ἀρτηρίας αὐτῆς μεταφέρονται στήν κεντρική διάταξη οί πληροφορίες πού συλλέγουν οί υπομονάδες έλέγχου καί οί έντολές τῆς κεντρικῆς διατάξεως πρὸς τίς περιφερειακές μονάδες.

Στίς υπομονάδες έλέγχου ἀνήκουν:

- Οί **σαρωτές** πού δοκιμάζουν διαδοχικά τά κανάλια πληροφοριῶν τών περιφερειακῶν μονάδων.
- Οί **διανεμητές σημάτων** γιά τή διαβίβαση έντολῶν τῆς κεντρικῆς διατάξεως οί οποίες ἔχουν σά σκοπό είτε τήν άμεση σύνδεση υπομονάδων έλέγχου στήν περιφερειακή ἀρτηρία, είτε τήν ένεργοποίηση ρωστήρων στίς διατάξεις συνδέσεως καί στούς μεταφορεῖς.
- Οί **διατάξεις έλέγχου πλαισίων** γιά τήν ένεργοποίηση τών έπαφῶν τών ζευκτικῶν πεδίων μέ βάση τίς έντολές τῆς κεντρικῆς διατάξεως. Οί υπομονάδες έλέγχου τοποθετοῦνται στό ἴδιο ἰκρίωμα μέ τίς περιφερειακές μονάδες πού έξυπηρετοῦν. Ἔτσι εἶναι εύκολο νά έπεκταθεῖ τό κέντρο χωρῖς νά έπηρεαστοῦν οί μονάδες πού εἶναι ἤδη έγκαταστημένες.

Ἡ ἀποκατάσταση μιᾶς συνδέσεως στό σύστημα ESS 1 πραγματοποιεῖται σέ γενικές γραμμές ὡς έξής:

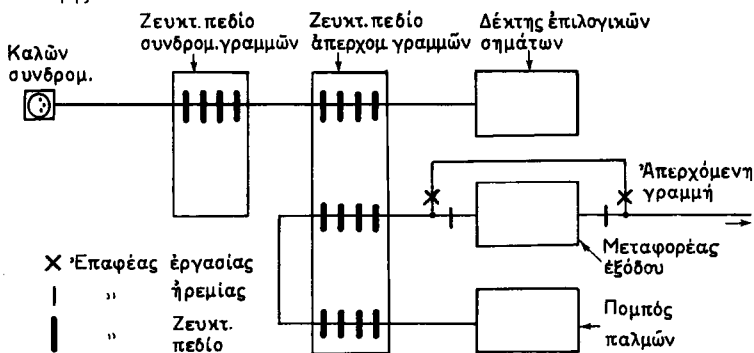
- α) Κάθε 100ms έλέγχονται ὅλες οί συνδρομητικές γραμμές ἀπό τούς σαρωτές συνδρομητικῶν

*ESS = Electronic Switching System.

γραμμών με βάση έντολές της κεντρικής διατάξεως ελέγχου και προσδιορίζεται από το δυναμικό κάθε γραμμής, αν ο συνδρομητικός βρόχος είναι κλειστός ή ανοικτός. Το αποτέλεσμα μεταβιβάζεται στην κεντρική διάταξη, η οποία το συγκρίνει με την κατάσταση που είναι εγγραμμένη στη μνήμη συνδιαλέξεων, στην αντίστοιχη θέση κάθε συνδρομητικής γραμμής και διαπιστώνει αν έχει παρουσιαστεί μεταβολή στη γραμμή συγκριτικά με τον άμεσως προηγούμενο έλεγχο.

β) Όταν ο υπολογιστής διαπιστώσει την ύψωση του μικροτηλεφώνου ενός συνδρομητή (κλείσιμο συνδρομητικού βρόχου), αναζητεί στη μνήμη συνδιαλέξεων στην οποία είναι εγγραμμένη η κατάσταση όλων των οργάνων και γραμμών των περιφερειακών μονάδων, μιάν ελεύθερη διαδρομή προς ένα **δέκτη επιλογικών σημάτων**. Ανάλογα με το σύστημα επιλογής της συνδρομητικής συσκευής, επιλέγεται δέκτης παλμοσειρών ή ακουστικών συχνοτήτων. Οι δέκτες επιλογικών σημάτων συνδέονται στις εξόδους του **ζευκτικού πεδίου άπερχομένων γραμμών** όπως οι γραμμές που οδηγούν σε άλλα τηλεφωνικά κέντρα.

γ) Ο υπολογιστής δίνει την έντολή ενεργοποίησης των έπαφών στις διατάξεις ελέγχου πλαισίων που έχουν σχέση με τη διαδρομή που προσδιορίσθηκε και καταλαμβάνεται ο δέκτης επιλογικών σημάτων (σχ. 19.5β). Ο δέκτης αυτός ελέγχει τη συνδρομητική γραμμή για να έπιβεβαιώσει ότι πραγματικά είναι κλειστός ο συνδρομητικός βρόχος, και στέλνει στο συνδρομητή το ήχοσημα έναρξης της επιλογής.



Σχ. 19.5β.

Λήψη και αποστολή επιλογικών παλμών σε εξωτερική σύνδεση.

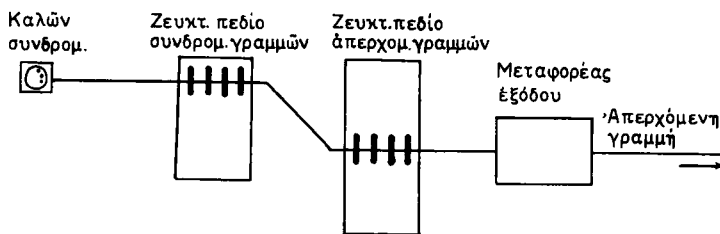
δ) Ο συνδρομητής αρχίζει την επιλογή και αποστέλλει π.χ. παλμοσειρές. Ο **κύριος σαρωτής** δοκιμάζει κάθε 10 ms τους δέκτες επιλογικών σημάτων καθοδηγούμενος από την κεντρική διάταξη ελέγχου και της μεταβιβάζει τους παλμούς. Από τους παλμούς σχηματίζει η κεντρική διάταξη τα αντίστοιχα ψηφία και τα ένταμιεύει.

ε) Όταν έχει ληφθεί και το τελευταίο ψηφίο, γεγονός που αναγνωρίζεται, έπειδή οι συνδρομητικοί αριθμοί στις Η.Π.Α. έχουν σταθερό αριθμό ψηφίων, εξετάζει ο υπολογιστής την κατεύθυνση στην οποία πρέπει να αποκατασταθεί η σύνδεση. Έστω, ότι η σύνδεση κατευθύνεται σε άλλο τηλεφωνικό κέντρο (έξωτερική σύνδεση). Ο υπολογιστής συνδέει ένα **πομπό παλμών** σε μιάν ελεύθερη άπερχόμενη γραμμή η οποία οδηγεί στην έπιθυμητή κατεύθυνση και μπορεί να καταληφθεί και από το συνδρομητή που καλεί. Ο **μεταφορέας** στην έξοδο βραχυκυκλώνεται αρχικά για να μην ένοχλήσει την αποστολή των παλμών.

στ) Με καθοδήγηση του υπολογιστή αποστέλλει ο πομπός παλμών όλα τα άπαραίτητα ψηφία του συνδρομητικού αριθμού στην κατεύθυνση προορισμού. Μετά την αποστολή και του τελευταίου ψηφίου διακόπτεται η σύνδεση του δέκτη επιλογικών παλμών με το συνδρομητή που καλεί και του πομπού παλμών με την άπερχόμενη γραμμή και πραγματοποιείται η οριστική σύνδεση συνδρομητή-γραμμής, η οποία περνά, όπως φαίνεται στο σχήμα 19.5γ από το ζευκτικό πεδίο άπερχομένων γραμμών. Στο ένδιάμεσο διάστημα έχει ολοκληρωθεί η σύνδεση στο κέντρο προορισμού και αποστέλλεται κλητήριο ρεύμα στον καλούμενο συνδρομητή. Ο μεταφορέας εξόδου έπιτηρεί τη συνδρομητική γραμμή για να διαπιστώσει το τέλος της συνδιαλέξεως και λαμβάνει τα σήματα που στέλνει προς τα πίσω το κέντρο προορισμού, π.χ. το σήμα έναρξης της συνδιαλέξεως. Για τη μεταφορά των πληροφοριών αυτών στην κεντρική διάταξη ελέγχονται κάθε 100 ms οι μεταφορείς από το σαρωτή γραμμών που καθοδηγείται από τον υπολογιστή.

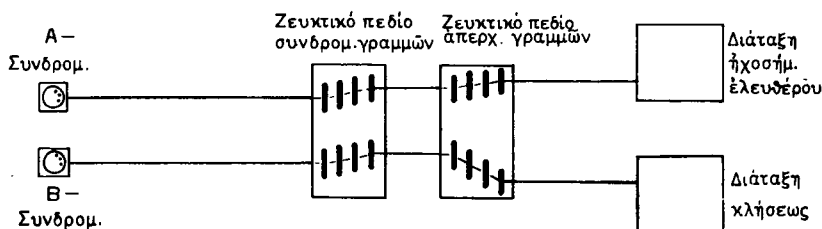
Οι **έσωτερικές συνδέσεις** διακρίνονται απ' τις εξωτερικές απ' τή διαδικασία πού πραγματοποιείται μετά τήν επιλογή του συνδρομητικού αριθμού. Ο συνδρομητής πού καλεί συνδέεται μέ μιά διάταξη πού δίνει τό **ήχόσημα ελεύθερου**, ὁ καλούμενος συνδρομητής μέ μιά **διάταξη κλήσεως** (σχ. 19.5δ). Μετά τήν απάντηση τοῦ καλούμενου πραγματοποιεῖται ἡ ἄμεση σύνδεση τῶν δύο συνδρομητῶν.

Ἀπό τήν περιγραφή πού προηγήθηκε γίνεται φανερή μιά χαρακτηριστική ἰδιότητα τοῦ συστήματος ESS 1. Ὅλες οἱ **«λογικές λειτουργίες»** εἶναι συγκεντρωμένες στήν κεντρική διάταξη ἐλέγχου. Αὐτό ἔχει σά συνέπεια ὑπερφόρτωση τοῦ ὑπολογιστή καί μεγάλη ροή πληροφοριῶν ἀπό τόν ὑπολογιστή πρὸς τήν περιφέρεια καί ἀντίστροφα. Γιά τήν ἀποσυμφόρηση τῆς κεντρικῆς διατάξεως καί τή μείωση τῆς ροῆς πληροφοριῶν ἀπό καί πρὸς τήν περιφέρεια ἔχουν μετατεθεῖ σέ ἄλλα συστήματα, ὅπως στό **γερμανικό ἠλεκτρονικό σύστημα EWS**, ὁρισμένες λογικές λειτουργίες στίς περιφερειακές μονάδες. Στήν περίπτωση αὐτή γίνεται ἐπεξεργασία ἀρκετῶν πληροφοριῶν στήν περιφέρεια χωρίς νά ἀπασχολεῖται ἡ κεντρική διάταξη ἐλέγχου.



Σχ. 19.5γ.

Ἐξωτερική σύνδεση.



Σχ. 19.5δ.

Ἐσωτερική σύνδεση.

γ) Ἡλεκτρονικά κέντρα μέ πολλαπλά πεδία χρόνου.

Ἡ σύνδεση τῶν γραμμῶν ὁμιλίας στά κέντρα ἐνταμιευμένου προγράμματος μπορεῖ νά πραγματοποιηθεῖ ἐκτός ἀπό τά πολλαπλά πεδία χώρου καί μέ πολλαπλά πεδία χρόνου. Ἡ διασύνδεση τῶν γραμμῶν μέ τή μέθοδο τοῦ ἐπιμερισμοῦ χρόνου παρουσιάζει μεγάλο ἐνδιαφέρον, γιατί δίνει τή δυνατότητα πραγματοποιήσεως **ἐνισαίων** τηλεπικοινωνιακῶν συστημάτων μεταδόσεως καί διασυνδέσεως τῶν γραμμῶν. Γίνεται δηλαδή δυνατή ἡ μεταγωγή στό κέντρο κατευθείαν μέ ψηφιακά σήματα PCM* χωρίς τά σήματα αὐτά νά πρέπει νά μετατραποῦν προηγουμένως σέ ἀναλογικά σήματα. Αὐτό ἔχει ἰδιαίτερη σημασία στήν περίπτωση διαβατικῆς κινήσεως. Ἐκτός ἀπ' αὐτό μειώνεται πάρα πολύ ὁ ὄγκος τῆς ζευκτικῆς διατάξεως.

*PCM = Pulse Code Modulation: Παλμοκωδική διαμόρφωση.

Σε ηλεκτρονικά κέντρα μέ πολλαπλά πεδία χρόνου διαβιβάζονται μέσω **μιάς** γραμμής ταυτόχρονα τά σήματα όμιλίας μεγάλου άριθμού συνδιαλέξεων. Ή διαβίβαση δέν είναι συνεχής, αλλά έχει τή μορφή παλμών. Άπό κάθε σήμα όμιλίας λαμβάνονται δείγματα σέ κανονικά χρονικά διαστήματα Δt τά όποία άντιστοιχοϋν στό στιγμιαίο πλάτος τοϋ σήματος. Ή μέγιστη διάρκεια Δt , ώστε νά είναι δυνατή ή συμπλήρωση τοϋ σήματος στην έξοδο, προσδιορίζεται άπό τόν τύπο:

$$\Delta t \leq \frac{1}{2f_{\max}}$$

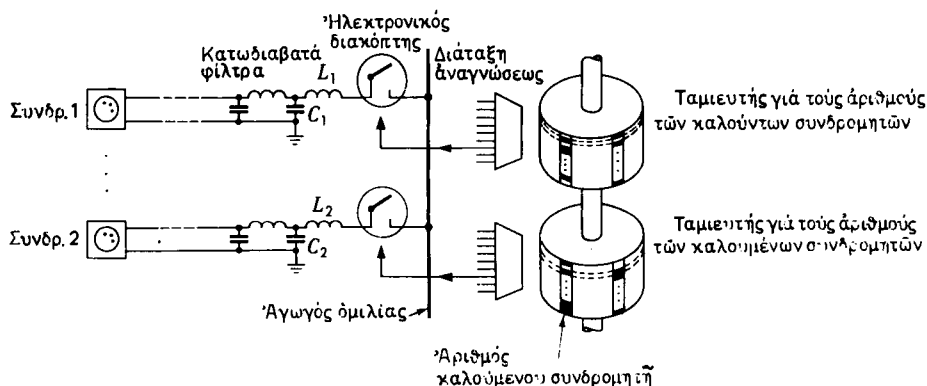
όπου: $f_{\max}$ ή μέγιστη συχνότητα τοϋ σήματος πού πρέπει νά διαβιβαστεί (θεώρημα τής δειγματοληψίας). Έτσι πρέπει νά λαμβάνονται τουλάχιστο δύο δείγματα σέ κάθε περίοδο τής $f_{\max}$. Γιά τή μετάδοση τής ζώνης συχνοτήτων όμιλίας 300 ως 3400 Hz προκύπτει διάρκεια $\Delta t = 150 \mu s$.

Έπειδή ή διάρκεια ενός παλμοϋ (δείγματος) άνέρχεται σέ 0,5 μs καί ή άπόσταση μεταξύ δύο παλμών πρέπει επίσης νά είναι τουλάχιστον 0,5 μs γιά νά άποφεύγεται ή διαφωνία μεταξύ τών γειτονικών καναλιών όμιλίας, είναι δυνατή θεωρητικά ή μετάδοση ταυτόχρονα 150 συνδιαλέξεων μέσω μιάς γραμμής. Στην πράξη ή δειγματοληψία πραγματοποιείται κάθε 100 μs , ώστε στό ένδιάμεσο διάστημα μπορούν νά μεταδοθοϋν 100 συνδιαλέξεις. Έπομένως μπορούν νά εξυπηρετηθοϋν μέσω μιάς γραμμής 1000 συνδρομητές, έφόσον πραγματοποιούνται 10% ταυτόχρονες συνδιαλέξεις.

Τό σχήμα 19.5ε δείχνει τήν άρχή λειτουργίας ενός ηλεκτρονικοϋ κέντρου μέ πολλαπλό πεδίο χρόνου. Οί συνδρομητές συνδέονται στόν κοινό άγωγό όμιλίας μέ ηλεκτρονικούς διακόπτες. Ή σύνδεση δύο συγκεκριμένων συνδρομητών γιά τή διεξαγωγή συνδιαλέξεως πραγματοποιείται μέ τό **ταυτόχρονο** κλείσιμο τών διακοπών τους γιά 0,5 μs κάθε 100 μs μέ τή βοήθεια τής διατάξεως καθοδηγήσεως. Οί συνδέσεις πού ύπάρχουν στό κέντρο σέ κάθε χρονική στιγμή είναι έγγραμμένες σέ ειδικούς ταμιευτές. Στόν ένα ταμιευτή ό άριθμός κλήσεως τοϋ καλοϋντος συνδρομητή καί στόν άλλο ό άριθμός κλήσεως τοϋ καλοϋμένου.

Στό σχήμα 19.5ε οί δύο ταμιευτές έχουν παρασταθεί μέ τύμπανα, πού είναι στερεωμένα σ' ένα κοινό άξονα καί περιστρέφονται μέ τήν ίδια ταχύτητα. Οί άριθμοί δύο συνομιλούντων συνδρομητών είναι έγγραμμένοι μέ κωδική μορφή (άσπρα καί μαϋρα στίγματα) στην επιφάνεια τών τυμπάνων, κατά μήκος τοϋ άξονα, σέ δύο θέσεις πού βρίσκονται στην ίδια κατακόρυφη γραμμή. Μιά διάταξη άναγνώσεως σαρώνει τούς ένταμιευμένους άριθμούς καί προκαλεί τό κλείσιμο τών διακοπών δύο συνδρομητών τήν ίδια στιγμή.

Μόλις ό καλών συνδρομητής ύψώσει τό μικροτηλέφωνό του γίνεται άναγνώριση τής ταυτότητάς του καί έγγράφεται ό άριθμός κλήσεώς του σέ μιά θέση τοϋ επάνω ταμιευτή. Μέ τήν έγγραφή αύτή δίνεται στόν καλοϋντα μιά **χρονική στιγμή** ή **φάση δειγματοληψίας**. Μέσω τής δειγματοληψίας πού άκολουθεί λαμβάνεται ό άριθμός κλήσεως τοϋ καλοϋμένου συνδρομητή, ένταμιεύεται στην άρχή σ' έναν ειδικό ταμιευτή καί συγκρίνεται μέ τούς άριθμούς τών δύο ταμιευτών γιά νά διαπι-



Σχ. 19.5ε.

Άρχη λειτουργίας ηλεκτρονικού κέντρου με πολλαπλό πεδίο χρόνου.

στωθεϊ άν ό καλούμενος συνδρομητής εϊναι έλεύθερος. Στην περίπτωση αυτή έγγράφεται ό αριθμός του στην αντίστοιχη θέση του δεύτερου ταμειυτή (κάτω), σχετικά μέ τή θέση πού έγγράφηκε ό αριθμός του καλούντος στον έπάνω ταμειυτή.

Όταν οί αριθμοί κλήσεως των δύο συνδρομητών περνοϋν μπροστά άπ' τή διάταξη ανάγνωσης κατά τήν περιστροφή των τυμπάνων, κλείνουν οί διακόπτες τους για 0,5 μs καί μεταβιβάζεται ένας παλμός άπό τό ένα κύκλωμα στό άλλο μέσω του άγωγού όμιλίας. Ό έπόμενος παλμός μεταβιβάζεται μετά άπό 100 μs. Άπό τους διαδοχικούς αυτούς παλμούς γίνεται δυνατή ή λήψη του άρχικού άναλογικού σήματος μέ μικρή παραμόρφωση.

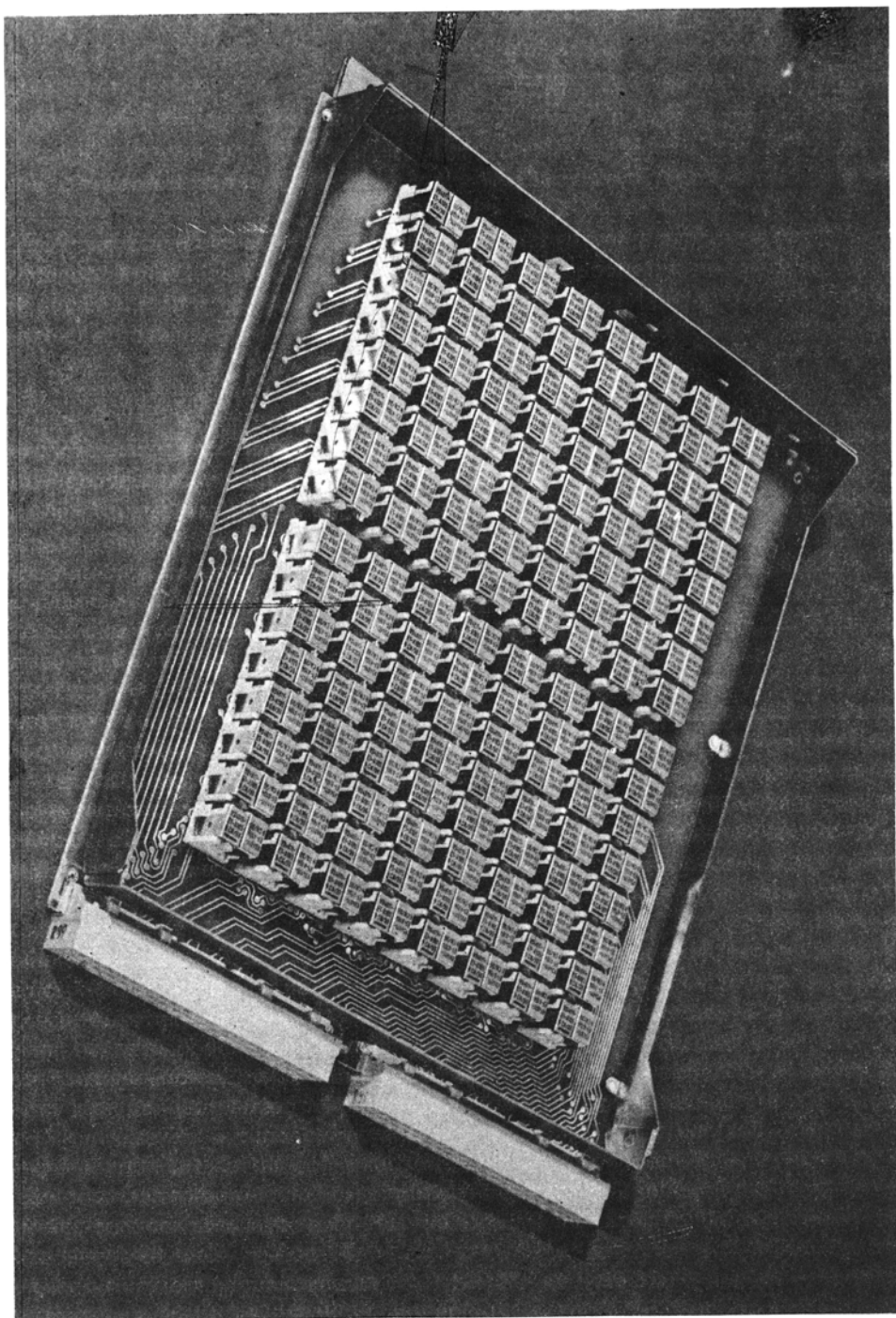
Τά φίλτρα, πού εϊναι σχεδιασμένα στά δύο κυκλώματα, εϊναι άπαραίτητα για νά περιορίζουν τή μεταβιβαζόμενη ζώνη συχνοτήτων στή μέγιστη συχνότητα f_{max} , όπως άπαιτείται για νά μπορεϊ νά έφαρμοστεί τό θεώρημα τής δειγματοληψίας κι' άκόμα για τήν ανασύνθεση του σήματος όμιλίας άπό τους παλμούς.

Στήν πράξη οί ταμειυτές δέν έχουν βέβαια τή μορφή ηλεκτρομηχανικών τυμπάνων, όπως φαίνεται στό σχήμα 19.5ε αλλά εϊναι ηλεκτρονικές διατάξεις πού εργάζονται πάρα πολύ γρήγορα, όπως εϊναι άπαραίτητο για νά λειτουργήσει τό πολλαπλό πεδίο χρόνου.

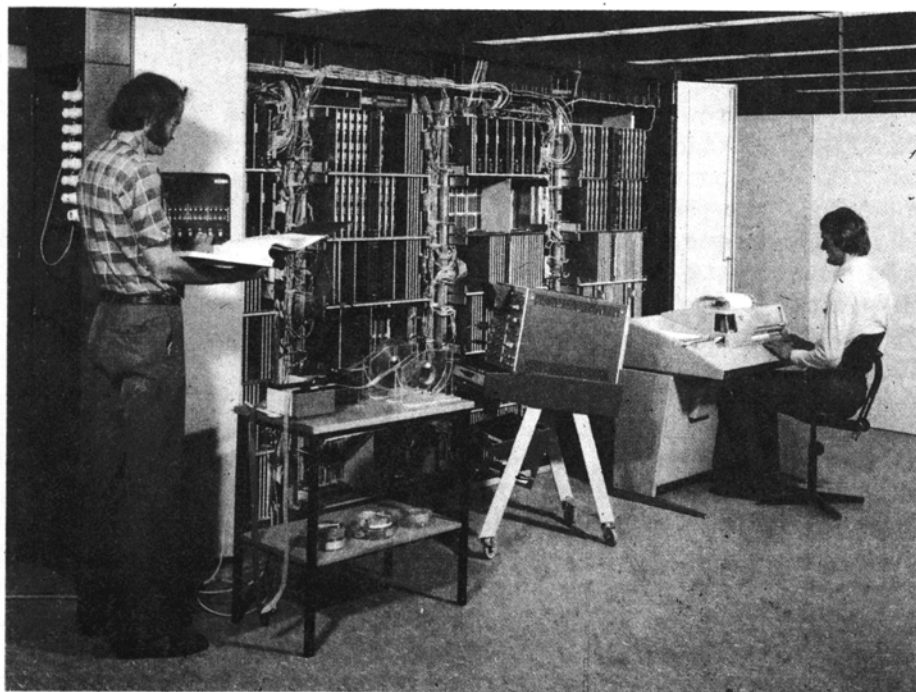
Ηλεκτρονικά κέντρα στά όποια διαβιβάζονται μέσω τής κοινής γραμμής όλόκληροι οί παλμοί (δείγματα) των όμιλιών όπως περιγράψαμε προηγουμένως λέμε ότι εργάζονται μέ **διαμόρφωση παλμών κατά πλάτος** (PAM) καί ότι εϊναι κέντρα μέ **άναλογικά πολλαπλά πεδία χρόνου**.

Στά περισσότερα κέντρα μέ πολύπλεξη χρόνου οί παλμοί κωδικοποιϋνται κατάλληλα καί μέσω τής κοινής γραμμής διαβιβάζονται μόνο τά ψηφιακά σήματα κάθε όμιλίας. Τά κέντρα αυτά λέμε ότι εργάζονται μέ **παλμοκωδική διαμόρφωση** (PCM) καί ότι εϊναι **ψηφιακά ηλεκτρονικά κέντρα**.

Τά ψηφιακά ηλεκτρονικά κέντρα παρουσιάζουν μεγάλο ένδιαφέρον γιατί δίνουν τή δυνατότητα πραγματοποίησης **όλοκληρωμένων** (ή **ένισιών**) τηλεπικοινωνιακών συστημάτων ψηφιακής μεταδόσεως καί ψηφιακής διασυνδέσεως των γραμμών.



Zeυκτικό μέθιο ήμνλεκτρονικού κέντρου έπένω σέ βυοματούμενη μονάδα μέ 128 διαούματα ζευκτικά σημεία, πρσγματοποιούμενα από έρηττόκλειστους έταφείς.



Έσωτερικό ηλεκτρονικού συνδρομητικού κέντρου ένταμιευμένου προγράμματος. Από την τράπεζα ελέγχου είναι δυνατή η μεταβολή των δεδομένων του κέντρου με επέμβαση στη μνήμη της κεντρικής διατάξεως, χωρίς να απαιτούνται αλλαγές στις συρματώσεις.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ

ΜΕΙΞΗ ΤΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ

20.1 Γενικά.

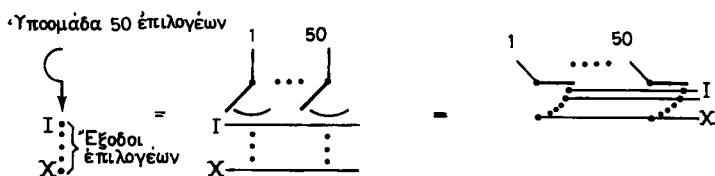
Στήν περιγραφή της αποκαταστάσεως μιᾶς συνδέσεως στά κέντρα 1000, 10.000 κ.ο.κ. συνδρομητῶν, χωρίσαμε τούς συνδρομητές τοῦ κέντρου σέ ομάδες τῶν 100 συνδρομητῶν. Ὑποθέτοντας, ὅτι 100 συνδρομητές πραγματοποιοῦν ταυτόχρονα 10 περίπου συνδιαλέξεις τήν ὥρα αἰχμῆς, διαθέσαμε σέ κάθε ομάδα 10 Ι.Ο.Ε. Τούς ἐπιλογεῖς αὐτούς συνδέσαμε στίς 10 ἐξόδους τῶν 100 ΠΕ., οἱ ὁποῖες προηγουμένως εἶχαν συνδεθεῖ παράλληλα μεταξύ τους (ὅλες οἱ ἐξοδοί 1 παράλληλα μεταξύ τους, ὅλες οἱ ἐξοδοί 2, κ.ο.κ.). Ἔτσι σχηματίστηκε σέ κάθε ομάδα τῆς προεπιλογικῆς βαθμίδας μιά τέλεια δέσμη 10 ἀπερχομένων γραμμῶν μέ τούς 10 Ι.Ο.Ε. στά ἄκρα τους.

Ἡ παράλληλη σύνδεση **δλων** τῶν ἀντιστοίχων ἐξόδων τῶν 10 ΠΕ. καί γενικά μιᾶς ομάδας ἐπιλογέων ὀνομάζεται **ἀπλή πολλαπλασιαστική ζεύξη**. Μέ τή ζεύξη αὕτη κάθε συνδρομητής μιᾶς ομάδας τῆς βαθμίδας ΠΕ. μπορεῖ νά συνδεθεῖ μέ κάθε ἐλεύθερο Ι.Ο.Ε. τῆς ομάδας του, δέν ἔχει ὅμως τή δυνατότητα νά συνδεθεῖ μέ ἕναν ἐλεύθερο Ι.Ο.Ε. μιᾶς ἄλλης ομάδας. Ἔτσι, ἂν σέ κάποια στιγμή εἶναι κατειλημμένοι καί οἱ 10 Ι.Ο.Ε. μιᾶς ομάδας, ἕνας 11ος συνδρομητής τῆς ομάδας, πού ἐπιθυμεῖ νά συνδεθεῖ, θά πάρει τό σῆμα κατειλημμένου, παρ' ὅλο ὅτι σέ ἄλλες ομάδες μπορεῖ νά υπάρχουν ἐλεύθεροί Ι.Ο.Ε. Ἐνῶ δηλαδή οἱ 10 ἀπερχόμενες γραμμές κάθε ομάδας ἀποτελοῦν **τέλεια δέσμη**, οἱ 100, π.χ. ἀπερχόμενες γραμμές τῶν 10 ομάδων ἐνός κέντρου 1000 συνδρομητῶν ἀποτελοῦν **ἀτελή δέσμη**, μέ ἀποτέλεσμα νά ἐμφανίζονται μεγάλες σχετικά ἀπώλειες.

Εἶναι φανερό, ὅτι τά μειονεκτήματα τῆς ἀτελοῦς δέσμης μποροῦν νά ἐξουδετερωθοῦν σχηματίζοντας μιά τέλεια δέσμη 100 γραμμῶν. Ἡ λύση ὅμως αὕτη ἀπαιτεῖ ΠΕ. μέ 100 ἐξόδους καί εἶναι ἀντισοικονομική. Μέ δεκαμερεῖς ΠΕ. εἶναι δυνατόν νά μειωθοῦν οἱ ἀπώλειες, ἂν δοθεῖ ἡ δυνατότητα στούς συνδρομητές μιᾶς ομάδας νά φθάνουν καί νά καταλαμβάνουν Ι.Ο.Ε. καί ἄλλων ομάδων. Ἡ δυνατότητα αὕτη ἐπιτυγχάνεται μέ μιά κατάλληλη πολλαπλή σύνδεση τῶν ἐξόδων δλων τῶν ΠΕ. τοῦ κέντρου, διαφορετική ἀπ' τήν ἀπλή πολλαπλασιαστική ζεύξη, ἥ μέ τή **μείξη** ὅπως λέμε, τῶν **γραμμῶν**. Κάθε πολλαπλή σύνδεση, πού διαφέρει ἀπ' τήν ἀπλή πολλαπλασιαστική ζεύξη, ὀνομάζεται **μεικτή ζεύξη**.

Ἡ δημιουργία μεικτῶν ζεύξεων εἶναι ἀπαραίτητη γιά ἕνα ἀκόμα λόγο. Ἄν σέ μιά ομάδα 100 συνδρομητῶν διεξάγονται ταυτόχρονα τήν ὥρα αἰχμῆς 15 περίπου συνδιαλέξεις, θά πρέπει νά διατεθοῦν στήν ομάδα αὕτη 15 Ι.Ο.Ε. Ἀλλά 15 ἐπιλογεῖς δέν εἶναι δυνατόν νά συνδεθοῦν στίς 10 ἐξόδους τῶν 10/μερῶν ΠΕ. μέ ἀπλή

πολλαπλασιαστική ζεύξη. Ἡ σύνδεσή τους ἐπιτυγχάνεται ἐπίσης μέ μείξη τῶν ἀπερχόμενων γραμμῶν. Στή συνέχεια θά γνωρίσουμε τά διάφορα εἶδη μείξεως μέ τή βοήθεια τῶν **σχεδίων μείξεως**, πού δείχνουν τόν τρόπο συνδέσεως τῶν ἀπερχόμενων γραμμῶν στίς ἐξόδους τῶν ἐπιλογέων. Μιά ὁμάδα ἐπιλογέων, στήν ὁποία ὅλες οἱ ἐξοδοί εἶναι συνδεμένες μέ ἀπλή πολλαπλασιαστική ζεύξη, ὀνομάζεται στά σχέδια μείξεως **ὑποομάδα** καί παριστάνεται μέ τό σύμβολο τοῦ σχήματος 20.1. Οἱ λατινικοί ἀριθμοί χαρακτηρίζουν τίς ἐξόδους τῶν ἐπιλογέων. Σέ ΠΕ, π.χ. ἔχομε 10 ἐξόδους I-X. Οἱ ἐπιλογεῖς μιᾶς ὑποομάδας εἶναι συναρμολογημένοι σέ ἕνα ἢ περισσότερα **πλαίσια** καί σ' αὐτά γίνεται ἡ πολλαπλή σύνδεση τῶν ἐξόδων τους. Οἱ κοινές γραμμές τῶν ἐξόδων κάθε ὑποομάδας (10 π.χ., σέ 10/μερεῖς ΠΕ.) ὡδηγοῦνται σέ ἕνα **κατανεμητή**, στόν ὁποῖο πραγματοποιεῖται ἡ κατάλληλη σύνδεση μέ τίς ἀπερχόμενες γραμμές, δηλαδή ἡ μείξη τῶν γραμμῶν.



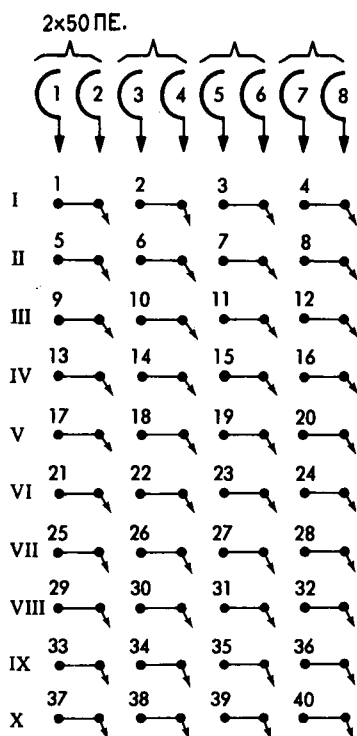
Σχ. 20.1.

Συμβολική παράσταση ὑποομάδας στά σχέδια μείξεως.

20.2 Ἀπλή πολλαπλασιαστική ζεύξη.

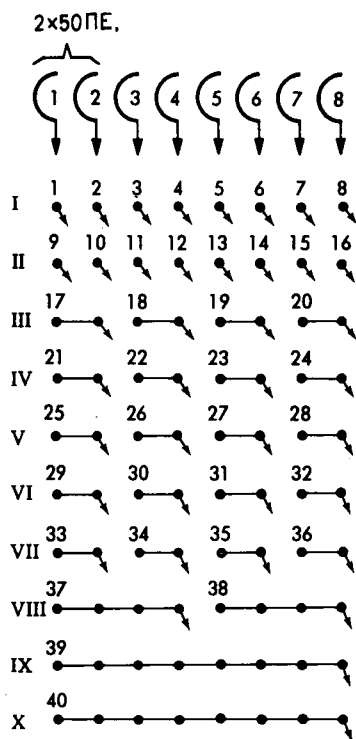
Ἄς ὑποθέσουμε, ὅτι ἔχομε 8 ὑποομάδες μέ 50 ΠΕ. ἡ καθεμιά. Ἄν συνδεθοῦν στόν κατανεμητή οἱ ἀντίστοιχες ἐξοδοί ἀνά δύο ὑποομάδων, ὅπως φαίνεται στό σχῆμα 20.2 σχηματίζονται τέσσερις ξεχωριστές δέσμες μέ 10 ἀπερχόμενες γραμμές, ἡ καθεμιά (τό βέλος στήν ἄκρη μιᾶς συνδέσεως σημαίνει, ὅτι ἀπ' τό σημεῖο αὐτό ξεκινᾷ μία ἀπερχόμενη γραμμή). Οἱ 10 γραμμές μιᾶς δέσμης καταλαμβάνονται ἀποκλειστικά ἀπ' τοὺς 100 συνδρομητές τῶν δύο ὑποομάδων καί σχηματίζουν **τέλεια δέσμη**. Οἱ 10 ἐξοδοί καί τῶν 100 ΠΕ. καθεμιᾶς ἀπ' τίς τέσσερις ὁμάδες συνδέθηκαν στόν κατανεμητή πολλαπλά μεταξύ τους, ἀφοῦ οἱ 10 ἐξοδοί τῶν 50 ΠΕ. κάθε ὑποομάδας ἦταν ἤδη πολλαπλά συνδεμένες στά πλαίσια. Ἡ σύνδεση αὐτή τῶν ἐξόδων δύο ὑποομάδων εἶναι ἀκριβῶς ἡ ἀπλή πολλαπλασιαστική ζεύξη, πού γνωρίσαμε προηγουμένως στίς ὁμάδες τῶν 100 συνδρομητῶν ἐνός κέντρου 1000 συνδρομητῶν.

Γιά νά ἀποφύγουμε τά **μειονεκτήματα** τῆς ἀπλῆς πολλαπλασιαστικῆς ζεύξεως καταργοῦμε τίς ξεχωριστές δέσμες τῶν 100 συνδρομητῶν, δημιουργώντας μέ μείξη τῶν ἐξόδων ὅλων τῶν ὑποομάδων μία ἐνιαία ἀλλά **ἀτελή δέσμη**. Πολύ καλά ἀποτελέσματα ἐπιτυγχάνονται μέ μεικτές ζεύξεις στίς ὁποῖες συνδέεται πολλαπλά μεγαλύτερος ἀριθμός ἐξόδων τῶν ὑποομάδων, ὅσο προχωροῦμε ἀπ' τίς πρῶτες πρός τίς τελευταῖες ἐξόδους τῶν ἐπιλογέων. Ἡ ζεύξη αὕτη ὀνομάζεται **κλιμακωτή ζεύξη**. Διακρίνουμε **εὐθεία κλιμακωτή ζεύξη**, **κλιμακωτή ζεύξη μέ ἐναλλαγές** καί **κλιμακωτή ζεύξη μέ ἐναλλαγές καί ἰσονομή**.



Σχ. 20.2.

Ἀπλή πολλαπλασιαστική ζεύξη.



Σχ. 20.3.

Εὐθεία κλιμακωτή ζεύξη.

20.3 Εὐθεία κλιμακωτή ζεύξη.

Στὴν εὐθεία κλιμακωτή ζεύξη συνδέονται μεταξύ τους πάντοτε ἑξοδοί, πού ἔχουν τὸν ἴδιο λατινικό ἀριθμό καί ἀνήκουν σέ γειτονικές ὑποομάδες. Τό σχῆμα 20.3 δίνει ἕνα παράδειγμα τέτοιας ζεύξεως στὴν προεπιλογική βαθμίδα. Οἱ 50 ΠΕ. τῆς ὑποομάδας 1 ἔχουν ἀποκλειστικά δικές τους τὶς ἀπερχόμενες γραμμές 1 καί 9. Οἱ γραμμές δηλαδή αὐτές δέν μποροῦν νά καταληφθοῦν ἀπὸ ΠΕ. ἄλλων ὑποομάδων. Οἱ γραμμές 17, 21, 25, 29 καί 33 ἀνήκουν στὶς ὑποομάδες 1 καί 2 καί μποροῦν νά καταληφθοῦν ἀπὸ καθένα ἀπ' τοὺς 100 ΠΕ. τῶν ὑποομάδων αὐτῶν, ὅχι ὅμως ἀπὸ ΠΕ. ἄλλης οὔμαδας. Ἡ γραμμή 37 ἀνήκει στὶς τέσσερις πρῶτες ὑποομάδες, ἐνῶ οἱ γραμμές 39 καί 40 ἀνήκουν καί στὶς 8 ὑποομάδες καί μποροῦν νά καταλαμβάνονται καί ἀπ' τοὺς 400 ΠΕ.

Κάθε ΠΕ. μπορεῖ νά καταλάβει, ὅπως καί στὴν ἀπλή πολλαπλασιαστική ζεύξη, 10 ἀπερχόμενες γραμμές, γιατί τόσες εἶναι συνδεμένες στὶς 10 ἐξόδους του. Ἡ προσιτότητα εἶναι δηλαδή καί ἐδῶ $k = 10$. Παρατηροῦμε ἐπίσης, ὅτι οἱ 400 ΠΕ. ἔχουν καί πάλι στὴ διάθεσή τους 40 ἀπερχόμενες γραμμές, ὅπως προηγουμένως. Μία ομάδα ὅμως 100 συνδρομητῶν ἔχει τώρα στὴ διάθεσή της 12 ἀπερχόμενες γραμμές ἀντὶ 10 προηγουμένως, ἂν καί μερικές τὶς μοιράζεται μὲ ἄλλες ομάδες.

Αυτό έχει σά συνέπεια τή μείωση τῶν ἀπωλειῶν.

Γενικά, μέ τή **συνένωση** ἀνεξαρτήτων δεσμῶν καί τή δημιουργία μιᾶς ἐνιαίας δέσμης, στήν ὁποία οἱ ἀπερχόμενες γραμμές εἶναι κοινές σέ περισσότερες γραμμές εἰσόδου (σέ περισσότερους συνδρομητές, π.χ.), μειώνονται οἱ ἀπώλειες. Ἀντίθετα, μέ τή **διάσπαση** μιᾶς δέσμης σέ περισσότερες ἀνεξάρτητες δέσμες αὐξάνονται οἱ ἀπώλειες.

Στό σχῆμα 20.3 παρατηροῦμε ὅτι στίς πρῶτες ἐξόδους τῶν ἐπιλογέων εἶναι συνδεμένες περισσότερες ἀπερχόμενες γραμμές, ἐνῶ στίς τελευταῖες ἐξόδους λιγότερες. Στίς πρῶτες δύο ἐξόδους, π.χ. ὑπάρχουν συνολικά 16 γραμμές, ἐνῶ στίς τελευταῖες δύο, δύο μόνο γραμμές. Ἡ σύνδεση αὕτη προϋποθέτει ὅτι οἱ ἐπιλογεῖς ξεκινοῦν στήν ἀναζήτηση μιᾶς ἐλεύθερης ἀπερχόμενης γραμμῆς πάντοτε ἀπ' τή μηδενική θέση καί ἐλέγχουν διαδοχικά τίς ἐξόδους, I, II, III...X. Ἔτσι, οἱ γραμμές πού εἶναι συνδεμένες στίς πρῶτες ἐξόδους, δέχονται πάντοτε τό κύριο βάρος τῆς τηλεφωνικῆς κινήσεως, ἐνῶ οἱ τελευταῖες γραμμές καταλαμβάνονται μόνο ὅταν ὅλες οἱ προηγούμενες εἶναι ἤδη κατειλημμένες. Αὐτό συμβαίνει στίς ὥρες αἰχμῆς. Οἱ τελευταῖες δηλαδή γραμμές διεκπεριώνουν τίς αἰχμές κινήσεως. Εἶναι φανερό, πώς ἡ κλιμακωτή ζεύξη ἔχει νόημα μόνο ὅταν οἱ ἐπιλογεῖς ἐπιστρέφουν στή μηδενική θέση μετά τό τέλος κάθε συνδιαλέξεως.

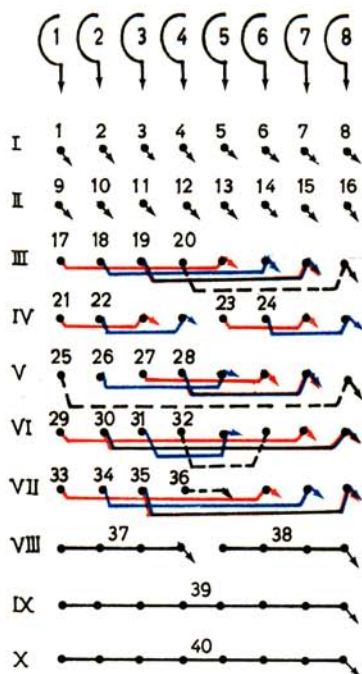
20.4 Κλιμακωτή ζεύξη μέ ἐναλλαγές.

Ἡ εὐθεία κλιμακωτή ζεύξη ἔχει ἓνα μειονέκτημα. Ἐπειδή συνδέονται πάντοτε οἱ ἐξοδοί **γειτονικῶν** ὑποομάδων, ἡ ἐπίδραση τῶν καταλήψεων σέ μιά ὑποομάδα εἶναι μεγάλη στίς γειτονικές τῆς ὑποομάδες, ἐνῶ εἶναι ἀσήμαντη σέ ἀπομακρυσμένες ἀπ' αὐτήν ὑποομάδες. Ὡς ὑποθέσομε π.χ. ὅτι τήν ὥρα αἰχμῆς εἶναι κατειλημμένες ἀπ' τήν 1η ὑποομάδα καί οἱ 10 ἀπερχόμενες γραμμές, πού μπορεῖ νά καταλάβει αὕτη ἡ ὑποομάδα, δηλαδή οἱ γραμμές 1,9,17,21, 25, 29, 33, 37, 39 καί 40. Στήν περίπτωση αὕτη ἀπομένουν στή διάθεση τῆς γειτονικῆς ὑποομάδας 2 μόνο γραμμές, οἱ 2 καί 10. Ἡ ὑποομάδα 1 δηλαδή φράσσει (μπλοκάρει) μέ τίς καταλήψεις τῆς τῆ διεκπεραίωσης τῆς κινήσεως στήν ὑποομάδα 2, ἐνῶ οἱ ὑπόλοιπες ὑποομάδες ἐπηρέαζονται ἐλάχιστα μέσω τῶν γραμμῶν 37,39 καί 40.

Ἡ ἐπίδραση τῶν καταλήψεων μιᾶς ὑποομάδας διαμοιράζεται ὁμοιόμορφα κατά τό δυνατόν στίς ὑπόλοιπες ὑποομάδες ἐφαρμόζοντας **κλιμακωτή ζεύξη μέ ἐναλλαγές**. Στή ζεύξη αὕτη συνδέονται ἐξοδοί τοῦ ἴδιου λατινικοῦ ἀριθμοῦ ἀλλά διαφόρων ὑποομάδων, ὅχι μόνο γειτονικῶν, ὅπως φαίνεται στό σχῆμα 20.4. Ἡ σύνδεση πραγματοποιεῖται κατάλληλα, ὥστε ἀνά δύο ὑποομάδες νά ἔχουν σχεδόν τόν ἴδιο ἀριθμό κοινῶν γραμμῶν. Ἔτσι ἐπιτυγχάνεται ἴσος περίπου καταμερισμός στή δέσμη τῆς ἐπιδράσεως τῶν καταλήψεων μιᾶς ὑποομάδας, μέ ἀποτέλεσμα τή σημαντική μείωση τῶν ἀπωλειῶν στή διάταξη. Ἄν π.χ. οἱ ἀπώλειες εἶναι 1% στήν ἀπλή πολλαπλασιαστική ζεύξη, μειώνονται ἐδῶ σέ 0,2% περίπου.

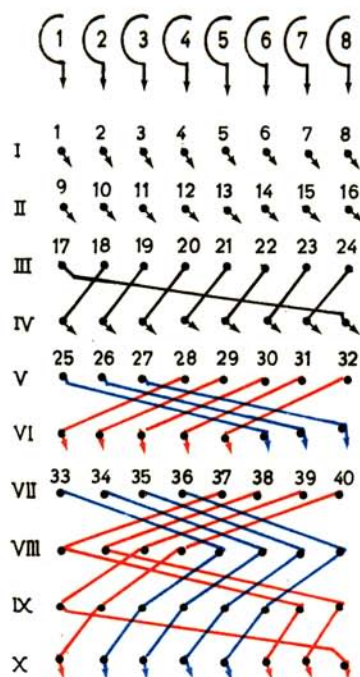
20.5 Κλιμακωτή ζεύξη μέ ἐναλλαγές καί ἰσονομή.

Στήν εὐθεία κλιμακωτή ζεύξη, ὅπως καί στήν κλιμακωτή ζεύξη μέ ἐναλλαγές παρουσιάζεται ἓνα μειονέκτημα, τό ὁποῖο ὀφείλεται στό ὅτι οἱ ἐπιλογεῖς ἐκκινοῦν



Σχ. 20.4.

Κλιμακωτή ζεύξη με έναλλαγές.



Σχ. 20.5.

Κλιμακωτή ζεύξη με έναλλαγές και ίσωνομή.

πάντοτε απ' τή μηδενική θέση για νά αναζητήσουν μία ελεύθερη απερχόμενη γραμμή. Έπειδή οι γραμμές στις πρώτες εξόδους καταλαμβάνονται καί χρησιμοποιούνται συχνότερα απ' τις υπόλοιπες γραμμές, οι διατάξεις, πού είναν συνδεμένες στα άκρα τους φθείρονται περισσότερο απ' τις διατάξεις των άλλων γραμμών.

Τό μειονέκτημα αυτό εξουδετερώνεται συνδέοντας μεταξύ τους εξόδους με διαφορετικό λατινικό αριθμό, όπως δείχνει τό σχήμα 20.5. 'Η έξοδος III π.χ. των υποομάδων 2 ως 8 συνδέεται με τήν έξοδο IV αντίστοιχα των υποομάδων 1 ως 7. Με τόν τρόπο αυτό δέν μειώνονται περισσότερο οι απώλειες συγκριτικά με τήν κλιμακωτή ζεύξη με έναλλαγές, επιτυγχάνεται όμως μία σχεδόν ομοιόμορφη κατανομή (ίσωνομή) τής τηλεφωνικής κινήσεως στις απερχόμενες γραμμές με αποτέλεσμα νά φθείρονται ομοιόμορφα τά όργανα. Άκόμα, μειώνεται ή διαφωνία μεταξύ των γραμμών.

20.6 Συντελεστής μείξεως.

Μείξη πραγματοποιείται όχι μόνο στις απερχόμενες γραμμές τής προεπιλογικής βαθμίδας, πού εξέτασαμε, αλλά καί στις απερχόμενες γραμμές όλων των υπολοίπων βαθμίδων όδικής έπιλογής. Οι απερχόμενες γραμμές καθεμιάς δεκάδας των όδικών έπιλογών σχηματίζουν μία ξεχωριστή δέσμη καί για κάθε τέτοια δέσμη εφαρμόζεται μία ξεχωριστή μείξη.

Κατάλληλα σχέδια μείξεως προκύπτουν έμπειρικά από μετρήσεις τών άπωλειών σέ διάφορες πραγματικές μεικτές ζεύξεις ή σέ μοντέλα μέ τή βοήθεια ήλεκτρονικών υπολογιστών. Ένα μέγεθος, πού λαμβάνεται ιδιαίτερα υπόψη στήν κατάρτιση σχεδίων μείξεως, είναι ο **συντελεστής μείξεως**. Ο συντελεστής μείξεως δίνεται άπό τό πηλίκον τοῦ συνολικοῦ αριθμοῦ τών έξόδων όλων τών υποομάδων τής δέσμης πρós τόν αριθμό όλων τών άπερχομένων γραμμών τής δέσμης. Στίς δέσμες, π.χ. πού εξέτάσαμε εἶναι $8 \times 10/40 = 2$. Σέ δέσμες μέ έπιλογεῖς 10 έξόδων έκλέγεται συντελεστής μείξεως μεταξύ 2 καί 4.

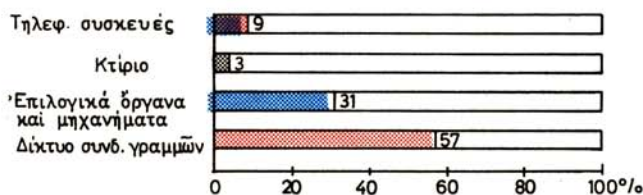
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ ΠΡΩΤΟ

ΑΣΤΙΚΟ ΤΗΛΕΦΩΝΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

21.1 Γενικά.

Γνωρίσαμε στα προηγούμενα τά βασικά όργανα ενός τηλεφωνικού κέντρου και τό πώς πραγματοποιείται μ' αυτά μία σύνδεση μεταξύ δύο συνδρομητών. Είδαμε ότι κάθε συνδρομητής είναι μόνιμα συνδεδεμένος στό τηλεφωνικό κέντρο μέσω τής συνδρομητικής του γραμμής.

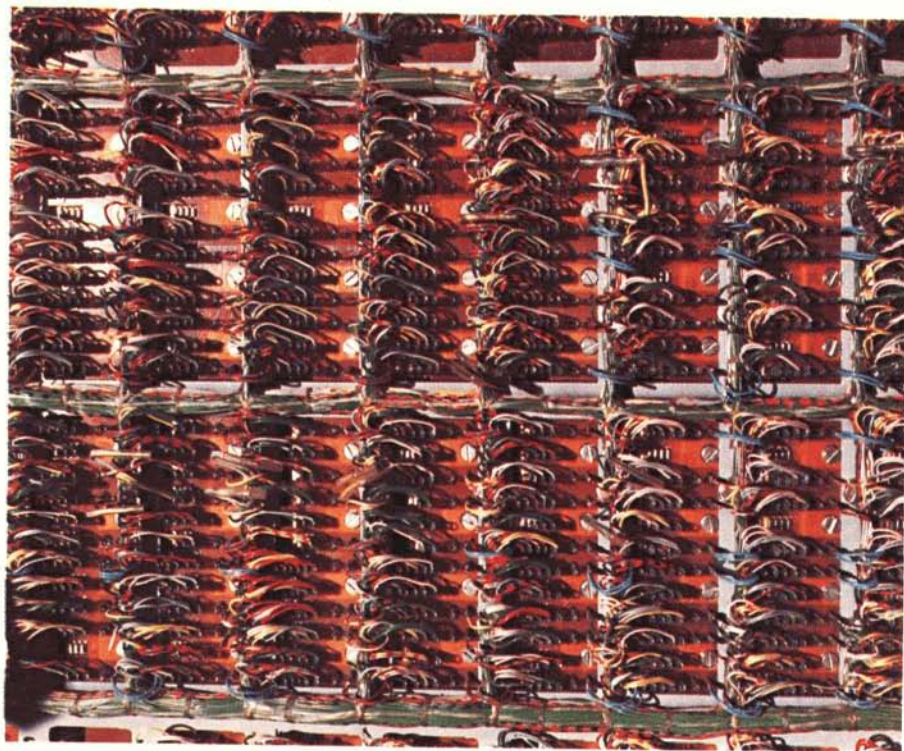
Τό κόστος τών συνδρομητικών γραμμών είναι, όπως φαίνεται στό σχήμα 21.1α, πολύ μεγαλύτερο άπ' τό κόστος τών κτηριακών εγκαταστάσεων τοῦ τηλεφωνικοῦ κέντρου, άπ' τό κόστος τών οργάνων καί μηχανημάτων του κι επίσης άπ' τό κόστος τών συνδρομητικών τηλεφωνικών συσκευών. Έτσι γεννιέται τό έρώτημα, πώς θά συνδέσουμε τούς συνδρομητές μιάς αστικής περιοχής σέ τηλεφωνικά κέντρα, ώστε νά μειωθεί κατά τό δυνατόν τό δίκτυο τών συνδρομητικών γραμμών καί φυσικά τό κόστος του, χωρίς βέβαια ή μείωση αυτή νά έξουδετερωθεί άπό τήν αύξηση τοῦ κόστους άλλων μεγεθών;



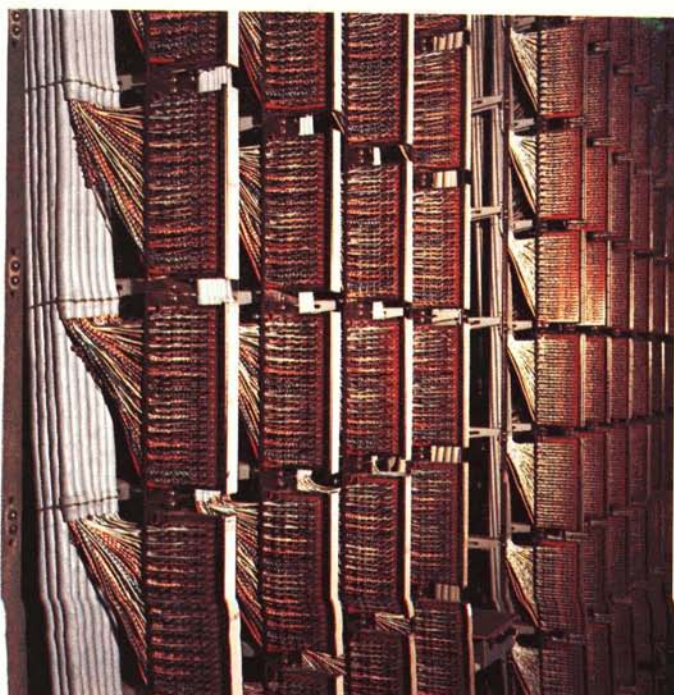
Σχ. 21.1α.

Καταμερισμός κόστους στίς εγκαταστάσεις αστικού δικτύου.

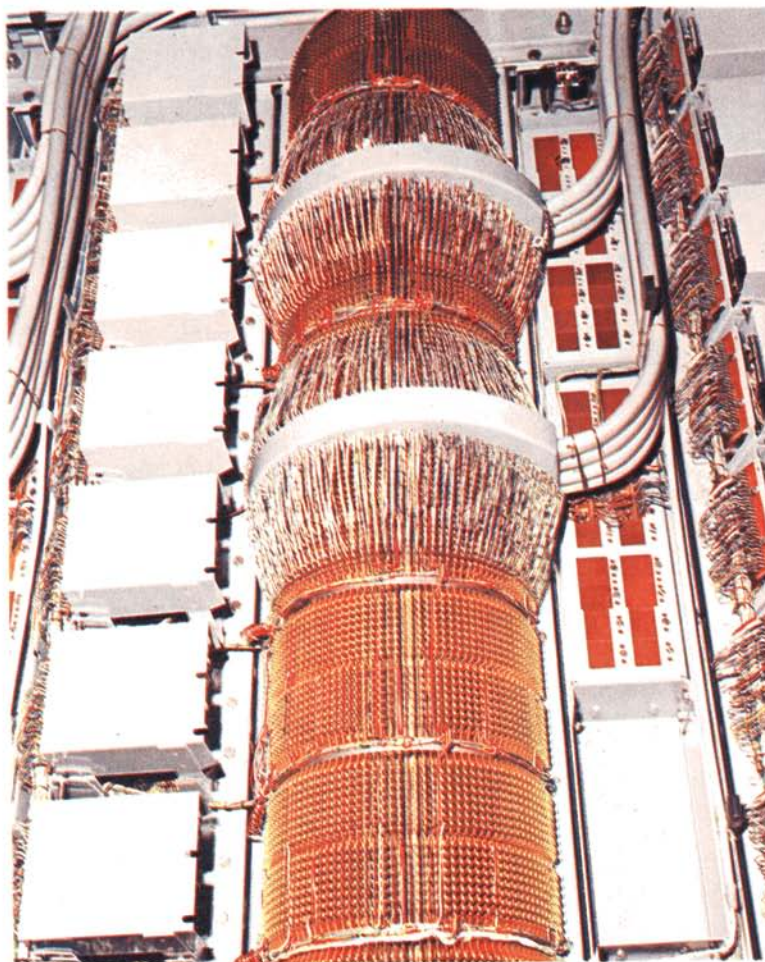
Όταν ή αστική περιοχή έχει μικρή έκταση, δημιουργείται ένα τηλεφωνικό κέντρο καί οι συνδρομητές συνδέονται σ' αυτό άκτινωτά μέ τίς γραμμές τους, όπως δείχνει τό σχήμα 21.1β(α). Έπειδή οι συνδρομητές δέν είναι συνήθως κατανομημένοι ομοιόμορφα σ' ολόκληρη τήν περιοχή, τό τηλεφωνικό κέντρο τοποθετείται στό κέντρο βάρους τών συνδρομητών, δηλαδή στό μέρος μέ τή μεγαλύτερη πυκνότητα συνδρομητών. Έτσι οι περισσότεροι συνδρομητές συνδέονται στό κέντρο μέ κοντές γραμμές καί μόνο λίγοι συνδρομητές άπομακρυσμένοι άπ' τό κέντρο βάρους συνδέονται μέ μακρύτερες γραμμές. Τό τηλεφωνικό κέντρο, στήν περίπτωση αυτή, περιλαμβάνει **όλες** τίς έπιλογικές βαθμίδες πού είναι άπαραίτητες γιά τήν ά-



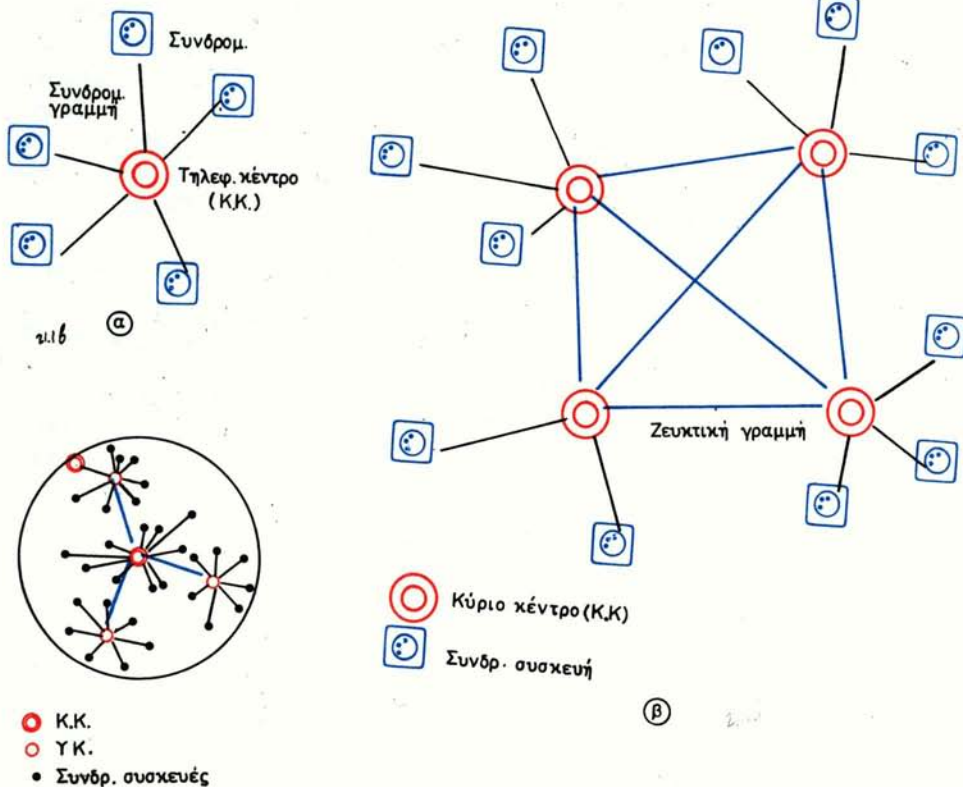
Καλωδίωση τηλεφωνικού Κέντρου (συρμάτωση σέ φόρμες).



Κατάληξη των άγωγών ενός τηλεφωνικού καλωδίου στόν κεντρικό κατανομητή. (Κάθε ζευγάρι άγωγών καταλήγει σέ συγκεκριμένους άκροδέκτες).



Καλωδίωση πολλαπλασιαστικού πεδίου επιλογών E M D



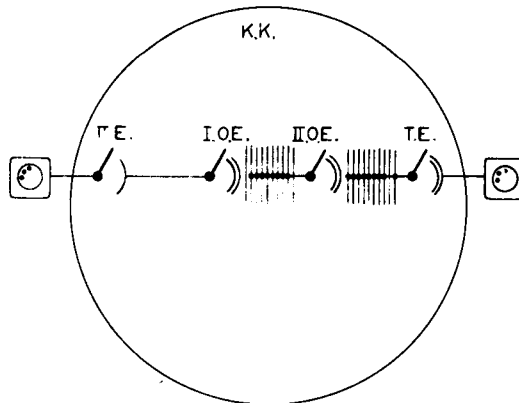
Σχ. 21.1β.

α) Άκτινωτή σύνδεση συνδρομητών σε τηλεφωνικό κέντρο. β) Πολυγωνική σύνδεση κυρίων τηλεφωνικών κέντρων. γ) Άκτινωτή σύνδεση υποκέντρων (Υ.Κ.) σε κύριο κέντρο (Κ.Κ.).

ποκατάσταση μίας συνδέσεως μεταξύ δύο συνδρομητών της αστικής περιοχής και ονομάζεται **κύριο κέντρο** (Κ.Κ.). Τό σχήμα 21.1γ δίνει τό έποπτικό διάγραμμα ενός Κ.Κ. 10.000 συνδρομητών.

Όταν ή αστική περιοχή έχει μεγάλη έκταση, είναι άντισοικονομικό νά εξυπηρετηθεί από ένα μόνο Κ.Κ., γιατί τό μήκος τών συνδρομητικών γραμμών γίνεται πάρα πολύ μεγάλο. Η έκμετάλλευση, επίσης τών γραμμών αυτών είναι κακή, έπειδή διεκπεριώνουν τήν κίνηση ενός μόνο συνδρομητή. Στην περίπτωση αυτή δημιουργούνται περισσότερα Κ.Κ. και τό καθένα συνδέεται μέ όλα τά άλλα, δηλαδή **πολυγωνικά**, μέ δέσμες γραμμών πού ονομάζονται **ζευκτικές γραμμές**. Τό σχήμα 21.1 (β) δείχνει τήν πολυγωνική σύνδεση τεσσάρων Κ.Κ. Οι ζευκτικές γραμμές είναι ύπολογισμένες νά εξυπηρετούν τήν ταυτόχρονη κίνηση τήν ώρα αίχμης μεταξύ δύο κέντρων, γιαυτό ό αριθμός τους είναι πολύ μικρότερος άπ' τόν αριθμό τών συνδρομητικών γραμμών. Άν π.χ. από τούς 1000 συνδρομητές ενός Κ.Κ. Α, πού τηλεφωνούν ταυτόχρονα τήν ώρα αίχμης (δηλαδή $1000 \times 10\% = 100$ συνδρομητές), 50% καλούν συνδρομητές του Κ.Κ. Β, απαιτούνται γιά τή διεκπεραίωση τής κινήσεως από τό Α πρός τό Β 50 μόνο γραμμές.

Ἄν, τώρα στήν περιφέρεια τῆς ἀστικῆς περιοχῆς πού ἐξυπηρετεῖται ἀπό ἓνα ἢ περισσότερα Κ.Κ. υπάρχουν οἰκισμοί μέ ἀρκετούς συνδρομητές, δέν εἶναι οἰκονομικό νά συνδεθοῦν ὅλοι αὐτοί οἱ συνδρομητές κατευθεῖαν σέ ἓνα ἀπ' τά υπάρχοντα Κ.Κ. μέ συνδρομητικές γραμμές, γιατί οἱ γραμμές αὐτές θά εἶναι πολύ μακριές. Ἀκόμα δέν εἶναι οἰκονομικό νά δημιουργηθοῦν γιά τούς λίγους, σχετικά, αὐτούς συνδρομητές ξεχωριστά Κ.Κ., πού θά συνδεθοῦν πολυγωνικά μέ ὅλα τά ἄλλα Κ.Κ. Τό πρόβλημα ἀντιμετωπίζεται τοποθετώντας στά κέντρα βάρους τῶν οἰκισμῶν τηλεφωνικά κέντρα ἐξαρτημένα ἀπ' τά Κ.Κ., πού ὀνομάζονται γιά τό λόγο αὐτό **ὑπόκεντρα** (ΥΚ.). Στά ΥΚ. συνδέονται ἀκτινωτά οἱ περιφερειακοί συνδρομητές, ὅπως φαίνεται στό σχῆμα 21.1β (γ), ἐνῶ ἡ σύνδεση τοῦ ΥΚ. μέ τό Κ.Κ. του πραγματοποιεῖται μέ μιά δέσμη ζευκτικῶν γραμμῶν. Ὁ ἀριθμός τῶν γραμμῶν αὐτῶν εἶναι καί ἐδῶ πολύ μικρότερος ἀπ' τό συνολικό ἀριθμό τῶν συνδρομητικῶν γραμμῶν τοῦ ΥΚ. Αὐτό ὀφείλεται κατά κύριο λόγο στό γεγονός, ὅτι οἱ συνδρομητές τοῦ ΥΚ., ὅπως καί τῶν Κ.Κ. δέν πραγματοποιοῦν κλήσεις ταυτόχρονα. Μέ τά ΥΚ. ἐπιτυγχάνεται, ἐπομένως, σημαντική μείωση στό κόστος τοῦ συνδρομητικοῦ δικτύου.



Σχ. 21.1γ.

Ἐποπτικό διάγραμμα κύριου κέντρου (Κ.Κ.) 10.000 συνδρομητῶν.

21.2 Διεκπεραίωση τῆς κινήσεως τοῦ ὑπόκεντρου.

Τό ΥΚ. δέν περιλαμβάνει ὅλες τίς ἐπιλογικές βαθμίδες, ὅπως ἓνα Κ.Κ. Γιά τήν ἀπερχόμενη κίνησή του πρὸς τό Κ.Κ. περιλαμβάνει μόνο τή βαθμίδα Π.Ε. ἢ ΚΛΘ., ἐνῶ γιά τήν εἰσερχόμενη κίνηση ἀπ' τό Κ.Κ. στό ΥΚ. τή βαθμίδα Τ.Ε. καί μερικές φορές, ἀνάλογα μέ τό μέγεθός του, μία ἢ δύο βαθμίδες Ο.Ε. Οἱ Ι.Ο.Ε. τοῦ ΥΚ. εἶναι τοποθετημένοι στό Κ.Κ. καί οἱ ἐξοδοί τους εἶναι πολλαπλά συνδεδεμένες μέ τίς ἐξόδους τῶν Ι.Ο.Ε. τοῦ Κ.Κ. Ἀπό ἀπόψεως συνδεσμολογίας τό ΥΚ. ἀποτελεῖ μιά μονάδα τοῦ Κ.Κ., πού ἔχει ἀποσπασθεῖ ἀπ' αὐτό καί τοποθετηθεῖ σέ ὀρισμένη ἀπόσταση.

Ἡ διεκπεραίωση τώρα τῆς κινήσεως τοῦ ΥΚ. μπορεῖ νά πραγματοποιηθεῖ κατά

Όταν ένας συνδρομητής του ΥΚ. σηκώσει τό μικροτηλέφωνό του, ό ΠΕ. του καταλαμβάνει ένα ελεύθερο Ι.Ο.Ε. απ' τούς Ι.Ο.Ε. του ΥΚ., πού είναι εγκαταστημένοι στό Κ.Κ. Έπειδή οι έπιλογείς αυτοί είναι, όπως είδαμε, παράλληλα συνδεμένοι μεταξύ τους και μέ τούς Ι.Ο.Ε. του Κ.Κ., μπορεί νά φθάσει ό συνδρομητής του ΥΚ. μέ τό πρώτο ψηφίο του αριθμού κλήσεως πού επιλέγει σέ οποιαδήποτε δεκάδα (χιλιάδα συνδρομητών) και νά καταλάβει εκεί, όπως ένας συνδρομητής του Κ.Κ. ένα ελεύθερο ΙΙ.Ο.Ε. Μέ τά επόμενα δύο ψηφία διακρίνεται, όπως γνωρίζουμε, ή κατοντάδα και ή δεκάδα, στην οποία βρίσκεται ό καλούμενος συνδρομητής ενός κέντρου 10.000 συνδρομητών και μέ τό τελευταίο ψηφίο καθοδηγείται ό Τ.Ε. στην έξοδο, πού είναι συνδεμένος ό συνδρομητής αυτός.

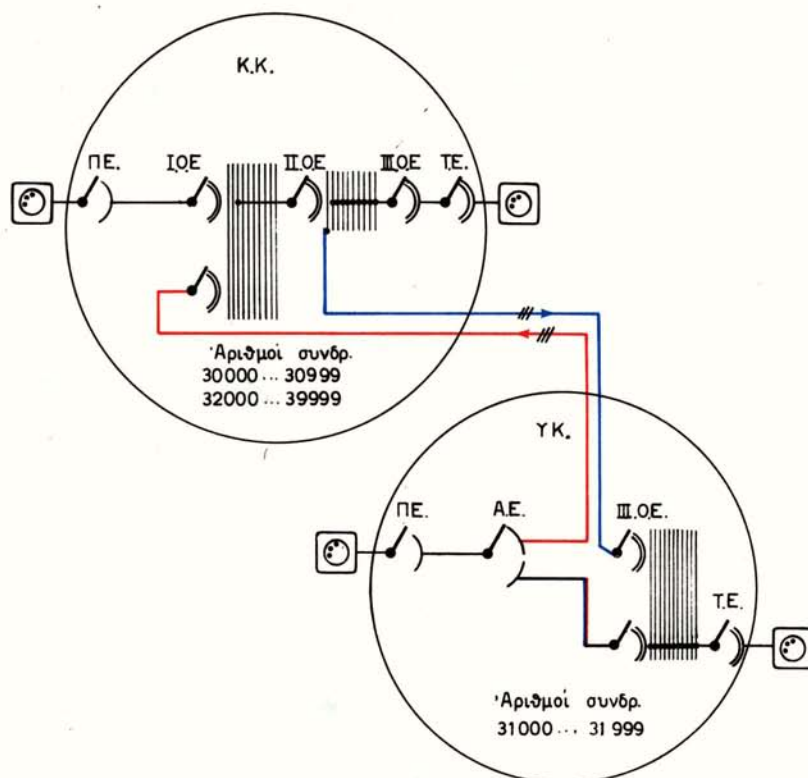
Αν ένας συνδρομητής του ΥΚ. επιλέξει τόν αριθμό 59, πού είναι ό χαρακτηριστικός αριθμός του ΥΚ. ή σύνδεση κατευθύνεται στην ένατη δεκάδα του ΙΙ.Ο.Ε. του Κ.Κ. και από εκεί καταλαμβάνεται ένας Τ.Ε. στό ΥΚ. Η σύνδεση δηλαδή επιστρέφει στό ΥΚ. Μέ τά επόμενα δύο ψηφία καθοδηγείται κατόπιν ό Τ.Ε. στον καλούμενο συνδρομητή του Υ.Κ. Παρατηρούμε, ότι γιά μία έσωτερική σύνδεση του ΥΚ. καταλαμβάνονται μία άπερχόμενη και μία είσερχόμενη άστική γραμμή κι' επίσης όργανα του Κ.Κ. γιά **δλη** τή διάρκεια τής συνδέσεως.

Είναι φανερό, πώς ή διεκπεραίωση τής κινήσεως άποκλειστικά μέσω του Κ.Κ. δικαιολογείται οικονομικά μόνον, όταν ή έσωτερική κίνηση του ΥΚ. είναι μικρή και τό ΥΚ. δέν είναι πολύ άπομακρυσμένο απ' τό Κ.Κ. Σέ αντίθετη περίπτωση αύξάνεται τό κόστος των ζευκτικών γραμμών σέ τέτοιο σημείο, ώστε είναι συμφερότερο νά **διαχωρίζεται** μέ ειδικές διατάξεις ή έσωτερική κίνηση του ΥΚ. απ' τήν έξωτερική του κίνηση, πού κατευθύνεται στό Κ.Κ. και νά διεκπεραιώνεται άποκλειστικά μέσω των όργάνων και γραμμών του ΥΚ. Τό σχήμα 21.2β δείχνει τή διεκπεραίωση αυτή σ' ένα ΥΚ. μέ **γεφύρωση των ζευκτικών γραμμών** μέσω **άναστροφικών επιλογών** (Α.Ε.).

Οί Α.Ε. είναι περιστροφικοί έπιλογείς και τοποθετούνται άμέσως μετά τούς ΠΕ. του ΥΚ. Στίς έξόδους των Α.Ε. είναι συνδεμένες πολλαπλά δύο διαφορετικές δέσμες γραμμών. Η δέση των άπερχομένων ζευκτικών γραμμών, πού οδηγεί στους Ι.Ο.Ε. του Κ.Κ. και μία δέση έσωτερικών γραμμών πού οδηγεί στους ΙΙ.Ο.Ε., ή τούς Τ.Ε.) του ΥΚ. Έτσι διακρίνομε στον Α.Ε. δύο **κατευθύνσεις**, τήν έξωτερική και τήν έσωτερική κατεύθυνση, πού παριστάνονται στό σύμβολο του Α.Ε. μέ μία τράπεζα έπαφών χωρισμένη στα δύο.

Όταν ό συνδρομητής του ΥΚ. μέ γεφύρωση σηκώσει τό μικροτηλέφωνό του, καταλαμβάνεται μέσω του ΠΕ. και ενός Α.Ε. μία γραμμή τής έξωτερικής κατευθύνσεως και ένας Ι.Ο.Ε. στό Κ.Κ., όπως στην περίπτωση του ΥΚ. χωρίς γεφύρωση. Μέσω τής ζευκτικής αυτής γραμμής μεταβιβάζονται στό Κ.Κ. οι παλμοσειρές του αριθμού κλήσεως του καλούμενου και ή σύνδεση προχωρεί, όπως προηγουμένως. Αν ό συνδρομητής επιλέξει τό χαρακτηριστικό αριθμό του ΥΚ. δηλαδή τό 31, στό παράδειγμά μας, ή σύνδεση επιστρέφει από τό Κ.Κ. στό ΥΚ. Οι δύο πρώτες παλμοσειρές τώρα, ταυτόχρονα μέ τή μεταβίβασή τους στό Κ.Κ., λαμβάνονται από ένα μηχανισμό του Α.Ε., πού ονομάζεται **συνοδοπορικός μηχανισμός** (Σ.Μ.).

Ο Σ.Μ. είναι ένας περιστροφικός διακόπτης, πού προχωρεί κατά ένα βήμα μέ κάθε παλμό, όπως ένας περιστροφικός έπιλογέας. Έφ' όσον ή σύνδεση είναι έσωτερική, μετά τήν έπιλογή του αριθμού 31, ό Σ.Μ. σταματά στην έξοδο $3 + 1 = 4$.



Σχ. 21.2β.

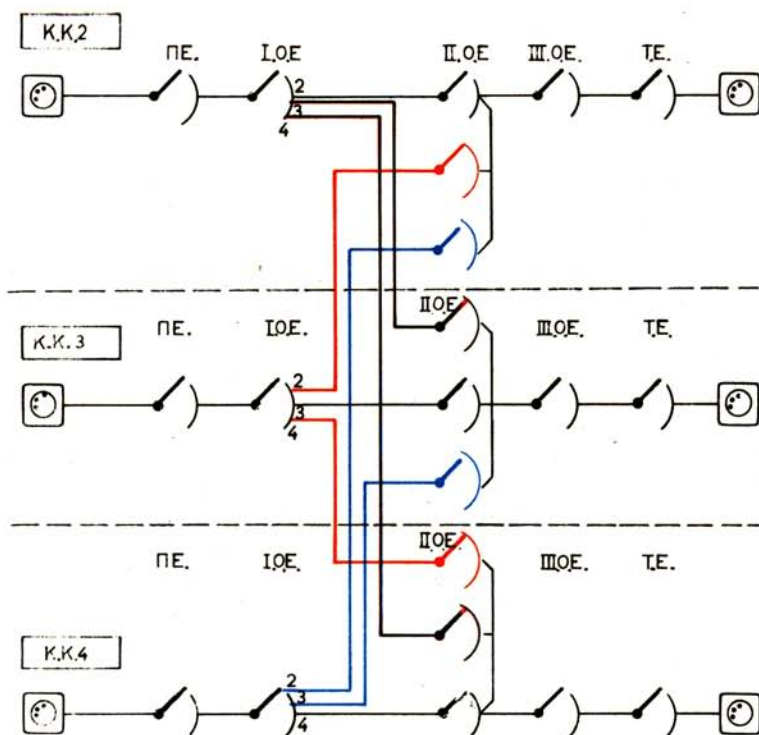
Κύριο κέντρο (Κ.Κ.) και υπόκεντρο (Υ.Κ.) με γεφύρωση των ζευκτικών γραμμών.

Μέσω της εξόδου αυτής, πού χαρακτηρίζει τις έσωτερικές συνδέσεις, είδοποιείται ο Α.Ε. νά στραφεί στη δέσμη της έσωτερικής κατευθύνσεως καί νά αναζητήσει έδω σέ έλεύθερη έπιλογή ένα έλεύθερο ΙΙΙ.Ο.Ε. Στόν έπιλογέα αυτό μεταβιβάζεται πλέον ή τρίτη παλμοσειρά του αριθμού κλήσεως γιά νά προχωρήσει ή σύνδεση μέχρι τόν Τ.Ε. του ΥΚ. ενώ απολύονται οι ζευκτικές γραμμές από καί πρós τό Κ.Κ. γιά νά μπορούν νά χρησιμοποιηθούν σέ άλλες έξωτερικές συνδέσεις.

Αν ή σύνδεση είναι έξωτερική, ο Σ.Μ. αποσυνδέεται είτε μετά την έπιλογή του πρώτου ψηφίου, έφ' όσον αυτό δέν είναι τό 3, ή αν είναι τό 3, μετά την έπιλογή του δεύτερου ψηφίου, έφ' όσον αυτό δέν είναι τό 1. Ο Α.Ε. παραμένει στην έξωτερική κατεύθυνση καί ή σύνδεση στό Κ.Κ. Μιά κλήση άπ' τό Κ.Κ. πρós τό ΥΚ. μέ γεφύρωση διεκπεριώνεται όπως μία κλήση πρós τό ΥΚ. χωρίς γεφύρωση.

21.3 Διεκπεραίωση της κινήσεως μεταξύ κυρίων κέντρων (Κ.Κ.).

Τό έποπτικό διάγραμμα του σχήματος 21.3 δείχνει τόν τρόπο συνδέσεως τριών



Σχ. 21.3.

Έποπτικό διάγραμμα τηλεφωνικού συγκροτήματος από τρία κύρια κέντρα.

Κ.Κ., 10.000 συνδρομητών, μιᾶς ἀστικής περιοχῆς. Οἱ Ι.Ο.Ε. δέν χρησιμεύουν πλέον στή διάκριση τῆς χιλιάδας, στήν ὁποία ἀνήκει ὁ καλούμενος συνδρομητής, ἀλλά στή διάκριση τοῦ Κ.Κ., στό ὁποῖο εἶναι συνδεδεμένος. Ἀπ' τῆς δεκάδας 2,3 καί 4 τῶν Ι.Ο.Ε. κάθε Κ.Κ. ξεκινοῦν οἱ δέσμες πού ὁδηγοῦν ἀντίστοιχα στά Κ.Κ. 2,3 καί 4. Δύο ἀπ' τῆς δέσμες αὐτές ἐγκαταλείπουν τό Κ.Κ. καί κατευθύνονται στά ἄλλα δύο Κ.Κ., ἐνῶ ἡ τρίτη παραμένει στό Κ.Κ. καί ἐξυπηρετεῖ τήν ἐσωτερική του κίνηση. Κάθε γραμμή μιᾶς δέσμης φθάνει στήν εἴσοδο ἐνός ΙΙ.Ο.Ε. στό ἀντίστοιχο κέντρο. Οἱ δέσμες χαρακτηρίζονται «ἀπερχόμενες» γιά τό κέντρο ἀπ' τό ὁποῖο ξεκινοῦν, καί «εἰσερχόμενες» γιά τό κέντρο στό ὁποῖο καταλήγουν. Οἱ ΙΙ.Ο.Ε. τῶν εἰσερχομένων σ' ἕνα κέντρο γραμμῶν εἶναι πολλαπλά συνδεδεμένοι μέ τούς ΙΙ.Ο.Ε., πού ἐξυπηρετοῦν τήν ἐσωτερική κίνηση τοῦ κέντρου αὐτοῦ.

Τό πρῶτο ψηφίο τῶν ἀριθμῶν κλήσεως χαρακτηρίζει τό Κ.Κ. τοῦ καλούμενου συνδρομητῆ. Μέ τό ψηφίο αὐτό καθοδηγεῖται ὁ Ι.Ο.Ε. τοῦ καλοῦντος στήν ἀντίστοιχη δεκάδα καί καταλαμβάνει μέ ἐλεύθερη ἐπιλογή μιάν ἐλεύθερη γραμμή καί ἕνα ΙΙ.Ο.Ε. στό Κ.Κ. προορισμοῦ, δηλαδή στό κέντρο στό ὁποῖο ἀνήκει ὁ καλούμενος συνδρομητής.

Στόν ἐπιλογέα αὐτό διακρίνεται τώρα μέ τό δεύτερο ψηφίο τοῦ ἀριθμοῦ κλήσεως ἡ χιλιάδα τοῦ καλούμενου συνδρομητῆ. Ἡ ἑκατοντάδα διακρίνεται κατόπιν στόν ΙΙΙ.Ο.Ε. μέ τό τρίτο ψηφίο, ἐνῶ τά δύο τελευταῖα ψηφία κατευθύνουν τόν Τ.Ε.

στήν αντίστοιχη έξοδο. Παρατηρούμε ότι κάθε Κ.Κ. έχει μία επί πλέον βαθμίδα, απ' ό,τι ένα ανεξάρτητο Κ.Κ. με ίση χωρητικότητα συνδρομητών. Κέντρο 10.000 συνδρομητών, π.χ. έχει 4 βαθμίδες αντί 3 (έκτός της βαθμίδας ΠΕ.) καί κατά συνέπεια πενταψήφιους, αντί τετραψήφιους αριθμούς κλήσεως.

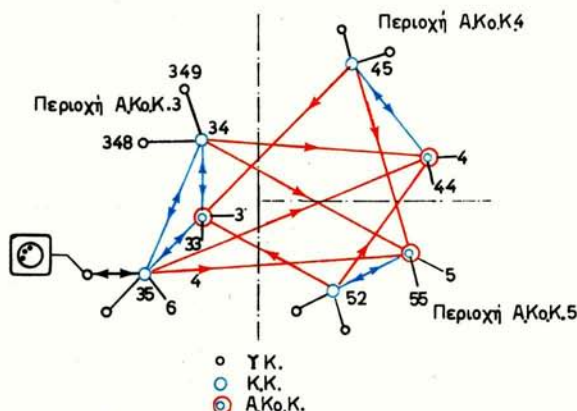
Κάθε Κ.Κ. του αστικού συγκροτήματος μπορεί να έχει ένα ή περισσότερα ΥΚ. με γεφύρωση ή χωρίς γεφύρωση. Η διεκπεραίωση της κινήσεως ενός ΥΚ. σε άπερχόμενη κατεύθυνση προς όλα τα Κ.Κ. πραγματοποιείται απ' τους Ι.Ο.Ε. του, που είναι εγκαταστημένοι στο Κ.Κ. του.

Σε είσερχόμενη κατεύθυνση ή κίνηση οποιουδήποτε Κ.Κ. προς τό ΥΚ. ενός άλλου Κ.Κ. φθάνει στη βαθμίδα οδικής επιλογής του κέντρου αυτού, στην οποία είναι συνδεδεμένες οι άπερχόμενες για τό ΥΚ. ζευκτικές γραμμές κι' από εκεί κατευθύνεται στην επόμενη βαθμίδα που βρίσκεται στο ΥΚ.

21.4 Άστικά κομβικά κέντρα.

Έπειδή κάθε Κ.Κ. στο συγκρότημα που περιγράψαμε προηγουμένως διακρίνεται απ' τα υπόλοιπα με **ένα δεκαδικό ψηφίο**, το χαρακτηριστικό του ψηφίο, μπορούν να συνδεθούν σε μία περιοχή θεωρητικά μέχρι 10 Κ.Κ. Στην πράξη ο αριθμός αυτός μειώνεται σε 8, γιατί τό ψηφίο 0 χρησιμοποιείται για τήν υπεραστική επικοινωνία καί τό ψηφίο 1 για διάφορες υπηρεσίες. Με όκτώ όμως μόνο Κ.Κ. δέν είναι δυνατόν να εξυπηρετηθεί οικονομικά μία μεγάλη άστική περιοχή. Γιαυτό δημιουργείται ένας άκόμα τύπος τηλεφωνικού κέντρου, τό **Άστικό κομβικό κέντρο** (Α.Κο.Κ.)

Η άστική περιοχή διαιρείται σε τομείς καί σε κάθε τομέα τοποθετείται ένα Α.Κο.Κ. με ένα μονοψήφιο χαρακτηριστικό αριθμό κλήσεως 2 ως 9. Σε κάθε Α.Κο.Κ. μπορούν να συνδεθούν μέχρι 10 Κ.Κ. που διακρίνονται μεταξύ τους με ένα επί πλέον μονοψήφιο αριθμό. Έτσι κάθε Κ.Κ. της άστικής περιοχής έχει ένα



Σχ. 21.4α.

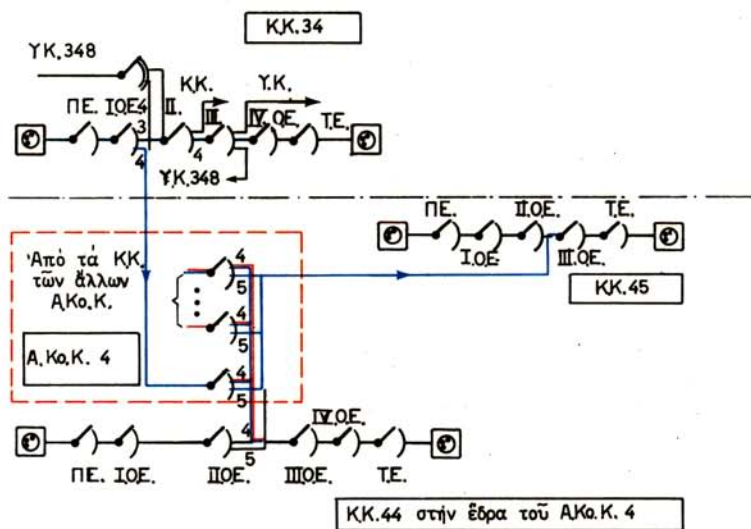
Σύνδεση κέντρων σε συγκρότημα με άστικά κομβικά κέντρα (Α.Κο.Κ.).

διψήφιο χαρακτηριστικό αριθμό με πρώτο ψηφίο τό χαρακτηριστικό ψηφίο του Α.Κο.Κ., στο οποίο ανήκει.

Όπως φαίνεται στο σχήμα 21.4α, τα Κ.Κ. ενός τομέα συνδέονται πολυγωνικά μεταξύ τους. Επί-

σης κάθε Κ.Κ. συνδέεται με μία απερχόμενη δέσμη με κάθε Α.Κο.Κ. των υπολοίπων τομέων, όχι όμως με τό Α.Κο.Κ. του δικού του τομέα. Η κίνηση μεταξύ των Κ.Κ. του ίδιου τομέα δεν διεκπεραιώνεται μέσω του Α.Κο.Κ. του τομέα, αλλά κατευθύνεται από Κ.Κ. σε Κ.Κ. Αντίθετα, η εισερχόμενη κίνηση σε ένα τομέα από Κ.Κ. άλλων τομέων διεκπεραιώνεται μέσω του Α.Κο.Κ. του τομέα του. Τό έποπτικό διάγραμμα του σχήματος 21.4β δείχνει τόν τρόπο συνδέσεως των Α.Κο.Κ. καί Κ.Κ. μιᾶς ἀστικής περιοχής.

Μέ τό πρώτο ψηφίο του ἀριθμοῦ κλήσεως, πού ἐπιλέγει ἕνας συνδρομητής Κ.Κ., κατευθύνεται ὁ Ι.Ο.Ε. του κέντρου αὐτοῦ στή δεκάδα, πού εἶναι συνδεμένες οἱ ἀπερχόμενες γραμμές πρὸς τό Α.Κο.Κ. ἐνός ἄλλου τομέα ἢ οἱ γραμμές πρὸς τούς ΙΙ.Ο.Ε. του δικού του κέντρου. Οἱ γραμμές κάθε ἀπερχόμενης δέσμης καταλήγουν σέ ΙΙ.Ο.Ε. στό ἀντίστοιχο Α.Κο.Κ. Τό Α.Κο.Κ. εἶναι ἐγκαταστημένο στόν ἴδιο χώρο μέ ἕνα Κ.Κ. τῆς περιοχῆς του καί οἱ ΙΙ.Ο.Ε. του εἶναι πολλαπλά συνδεμένοι μέ τούς ΙΙ.Ο.Ε. του Κ.Κ. αὐτοῦ. Στό σχῆμα 21.4β. π.χ. τό Α.Κο.Κ. 4 βρίσκεται μαζί μέ τό Κ.Κ. 44.



Σχ. 21.4β.

Έποπτικό διάγραμμα συγκροτήματος μέ ἀστικά κομβικά κέντρα.

Μέ τό δεύτερο ψηφίο του ἀριθμοῦ κλήσεως κατευθύνεται ἡ σύνδεση σέ ἕνα ΙΙΙ.Ο.Ε. στό Κ.Κ. του καλούμενου συνδρομητή, εἴτε μέσω του ΙΙ.Ο.Ε. του Κ.Κ. του καλούντος (κατευθείαν σύνδεση μεταξύ Κ.Κ. του ἴδιου τομέα), εἴτε μέσω του ΙΙ.Ο.Ε. του Α.Κο.Κ. του τομέα, στόν ὁποῖο ἀνήκει ὁ καλούμενος συνδρομητής. Στόν ΙΙΙ.Ο.Ε. γίνεται πιά ἡ διάκριση τῆς χιλιάδας του καλούμενου συνδρομητή μέ τό τρίτο ψηφίο του ἀριθμοῦ κλήσεως. Ἡ διάκριση τῆς ἑκατοντάδας γίνεται κατόπιν μέ τό τέταρτο ψηφίο στόν ΙV.Ο.Ε., ἐνῶ τά δύο τελευταῖα ψηφία κατευθύνουν τόν Τ.Ε. στήν ἐξοδο, πού ὁδηγεῖ στόν καλούμενο συνδρομητή. Παρατηροῦμε, ὅτι οἱ ἀριθμοί κλήσεως σέ μιᾶ ἀστική περιοχή μέ Α.Κο.Κ. καί Κ.Κ. 10.000 συνδρομητῶν εἶναι 6ψήφιοι καί κάθε Κ.Κ. περιλαμβάνει 4 βαθμίδες Ο.Ε. καί μία Τ.Ε. Δύο βαθμίδες Ο.Ε. χρησιμοποιοῦνται, ὅπως εἶδαμε, γιά τόν προσδιορισμό του τομέα, στόν ὁποῖο ἀνήκει ἕνα Κ.Κ., καί κατόπιν του Κ.Κ. μέσα σ' αὐτόν τόν τομέα.

Ὁ διψήφιος χαρακτηριστικός ἀριθμός κάθε Κ.Κ. εἶναι ἐνσωματωμένος στόν ἀριθμό κλήσεως τῶν συνδρομητῶν καί ἐπιλέγεται κάθε φορά, ἀνεξάρτητα ἀπ' τό ἀν ἡ σύνδεση παραμένει στόν τομέα του καλούντος ἢ κατευθύνεται σέ ἄλλο τομέα.

Ο καλῶν συνδρομητῆς δέν χρειάζεται νά γνωρίζει σέ ποιό Α.Κο.Κ. ἀνήκει ὁ καλούμενος, ἀλλά μόνο τό συνδρομητικό ἀριθμό κλήσεώς του. Στήν περίπτωση αὐτή λέμε, ὅτι ὁ χαρακτηριστικός ἀριθμός τοῦ κέντρου εἶναι **καλυμμένος**. Στήν ὑπεραστική ἐπικοινωνία θά γνωρίσουμε ἀντίθετα, καί **ἀνοικτούς** χαρακτηριστικούς ἀριθμούς κέντρων, οἱ ὁποῖοι δέν ἀνήκουν στόν ἀστικό ἀριθμό κλήσεως τοῦ συνδρομητῆ, ἀλλά ἐπιλέγονται μόνο στίς ὑπεραστικές κλήσεις.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗ ΑΥΤΟΜΑΤΩΝ ΤΗΛΕΦΩΝΙΚΩΝ ΚΕΝΤΡΩΝ

22.1 Ρεύματα κα' τάσεις τηλεφωνικῶν κέντρων.

Στὴν τηλεφωνικὴ τεχνικὴ χρησιμοποιεῖται: α) συνεχές ρεύμα, β) ἐναλλασσόμε-
νο ρεύμα 25,50 καὶ 150 Hz, γ) ρεύματα ἀκουστικῆς συχνότητος 450 Hz-3000 Hz,
δ) ρεύματα ὑψηλῆς συχνότητος.

α) Συνεχές ρεύμα.

Τὸ συνεχές ρεύμα εἶναι τὸ πῶ σπουδαῖο καὶ πῶ πολύ χρησιμοποιούμενο ρεύμα
στά τηλεφωνικά κυκλώματα. Αὐτὸ ὀφείλεται στὴ σταθερὴ χρονικὰ ἔντασή του, ἡ
ὁποία ἐξασφαλίζει ὁμοιόμορφη καὶ ἰσχυρὴ διέγερση τῶν ρωστήρων καὶ τῶν ἡλεκ-
τρομαγνητῶν τῶν ἐπιλογέων, ἀκόμα καὶ ὅταν ἡ διάρκεια ἐπιδράσεώς του εἶναι μι-
κρὴ. Ἀστικά τηλεφωνικά κέντρα ἐργάζονται στὶς Εὐρωπαϊκὲς χώρες μέ τάση 60 V
ἢ 48 V, συνδρομητικά κέντρα μέ τάση 60 V ἢ 24 V. Ὁ περιορισμὸς σέ 60 V ἐπι-
βάλλεται ἀπ' τοὺς κανονισμοὺς λειτουργίας ἐγκαταστάσεων χαμηλῆς τάσεως, πού
ὀρίζουν σὰ μέγιστη ἐπιτρεπόμενη τάση ἐπαφῆς τὰ 65 V.

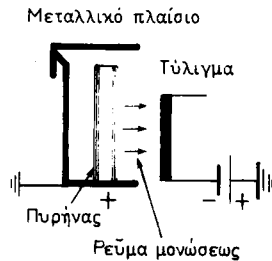
Ἡ **ἔνταση** τῶν χρησιμοποιουμένων ρευμάτων προσδιορίζεται, ἐφ' ὅσον ἡ τάση
εἶναι σταθερὴ, ἀπ' τὴν ἀπαιτούμενη ἰσχύ γιὰ τὴ λειτουργία τῶν ὀργάνων (π.χ. ρω-
στήρων, ἐπιλογέων), καὶ ἀπ' τὴν ἐπιτρεπόμενη ὑπερθέρμανση τῆς μονώσεως τῶν
ἀγωγῶν. Γιὰ τὴ διέγερση τῶν ρωστήρων χρησιμοποιοῦνται π.χ. $\frac{1}{40}$ ὡς $\frac{1}{5}$ A, γιὰ τὴ
συγκράτησή τους στὴν κατάσταση ἐργασίας μερικά mA, ἐνῶ ἡ κίνηση ἡλεκτρομα-
γνητῶν ἀπαιτεῖ 1 A περίπου.

Ἡ κατανάλωση ἡλεκτρικῆς ἐνέργειας ἀνέρχεται κατὰ μέσο ὄρο σέ 0,035 Ah
γιὰ μιὰ ἀστική σύνδεση καὶ σέ 0,100 Ah γιὰ μιὰ ὑπεραστική σύνδεση. Τὸ 90% τῆς
ἐνέργειας αὐτῆς καταναλίσκεται στά κυκλώματα καθοδηγήσεως γιὰ τὴ διασύνδε-
ση τῶν γραμμῶν ὁμιλίας καὶ 10% στὴν τροφοδότηση τῶν μικροφῶνων τῶν δύο
συνδρομητῶν. Ἀπ' τὴ μέση κατανάλωση ἐνέργειας ἀνά σύνδεση, τὸν ἀριθμὸ συν-
δρομητῶν ἐνὸς κέντρου καὶ τὸ μέσο ἀριθμὸ ἀστικῶν καὶ ὑπεραστικῶν συνδέσεων
ἀνά συνδρομητὴ, ὑπολογίζεται εὐκόλα σέ Ah τὸ μέγεθος τῆς τροφοδοτικῆς ἐγκα-
ταστάσεως τοῦ κέντρου.

Ἰδιαίτερη σημασία ἔχει ἡ **φορὰ** τοῦ συνεχοῦς ρεύματος. Στὶς τηλεφωνικὲς ἐγκα-
ταστάσεις γειώνεται σχεδόν πάντα ὁ θετικὸς πόλος τῆς πηγῆς συνεχοῦς ρεύματος.
Τὰ τυλίγματα τῶν ρωστήρων, ἡλεκτρομαγνητῶν κλπ. εἶναι συνδεδεμένα μέ τὸ ἔνα
ἄκρο τους στὸν ἀρνητικὸ πόλο τῆς πηγῆς, ἐνῶ τὸ ἄλλο ἄκρο τους γειώνεται μέσω
ἐνὸς ἐπαφέα, ὅταν πρέπει νὰ περάσει ρεύμα ἀπ' αὐτά. Τὸ κύκλωμα κλείνει μέσω ἄ-

γωγού πού φέρεται στο δυναμικό της γής. Έτσι εξοικονομούνται άγωγοί κι' άκόμα δημιουργείται ένα κοινό δυναμικό άναφοράς στα τηλεφωνικά κέντρα. Ή γείωση αυτή, μέ την όποία τό δυναμικό γής, χρησιμεύει γιά τή λειτουργία ενός κυκλώματος, όνομάζεται **γείωση λειτουργίας**.

Σέ ένα κέντρο γειώνονται επίσης γιά λόγους ασφάλειας τά ίκριώματα καί γενικά όλα τά μεταλλικά μέρη της τηλεφωνικής εγκατάστασέως (γείωση προστασίας). Μέσω αύτών γειώνονται, όπως φαίνεται στο σχήμα 22.1α. καί οι σιδερένιοι πυρήνες των ρωστήρων καί ηλεκτρομαγνητών. Άποτέλεσμα είναι νά υπάρχει διαρκώς μεταξύ ενός πυρήνα καί του τυλίγματος του διαφορά δυναμικού 60 V. Έπειδή, τώρα ή μόνωση του τυλίγματος όσο καλή καί αν είναι δέν έχει άπειρη αντίσταση, αλλά αντίσταση π.χ. 100 ή 500 ΜΩ, ρέει συνεχώς ένα πολύ μικρό ρεύμα, π.χ. 1/10.000 mA, άπ' τον πυρήνα προς τό τυλίγμα. Ύγρασία πού βρίσκεται στο μονωτικό ή στο χώρο μεταξύ μονωτικού καί άγωγού παίζει τό ρόλο, σ' αύτήν τήν περίπτωση, ηλεκτρολύτη. Είναι γνωστό, πώς σέ μιά ηλεκτρόλυση μεταφέρεται υλικό άπ' τό θετικό ηλεκτρόδιο, τήν άνοδο, στο άρνητικό ηλεκτρόδιο, τήν κάθοδο. (Έτσι π.χ. γίνεται μέ ηλεκτρόλυση ή άπαργύρωση μεταλλικών άντικειμένων, πού σχηματίζουν τήν κάθοδο, άπό μιά πλάκα άργύρου πού άποτελεί τήν άνοδο). Στην περίπτωση μας μεταφέρεται μέταλλο άπ' τον πυρήνα στο τυλίγμα. Ή μικρή αύτή άπώλεια μετάλλου του πυρήνα δέν βλάπτει. Αν όμως ήταν γειωμένος ο άρνητικός πόλος της πηγής, τό ρεύμα θα έρρεε σέ αντίθετη κατεύθυνση καί υλικό θα μεταφερόταν άπ' τό τυλίγμα στον πυρήνα. Αυτό θα είχε σαν άποτέλεσμα τήν καταστροφή του λεπτού σύρματος του τυλίγματος.



Σχ. 22.1α.

Γείωση τηλεφωνικών εγκαταστάσεων.

β) Έναλλασσόμενο ρεύμα.

Έναλλασσόμενο ρεύμα 25 Hz χρησιμοποιείται, όπως γνωρίσαμε, σαν **κλητήριο ρεύμα**. Τό ρεύμα αυτό αλλάζει κατεύθυνση 50 φορές τό δευτερόλεπτο. Ίσες φορές έλκεται ο όπλισμός του ηλεκτρομαγνήτη καί τό πλήκτρο κτυπά τήν καμπάνα του κουδουνιού. Πενήντα κύποι, τό δευτερόλεπτο δίνουν, όπως έχει άποδειχτεί, ένα ευδιάκριτο σήμα κλήσεως.

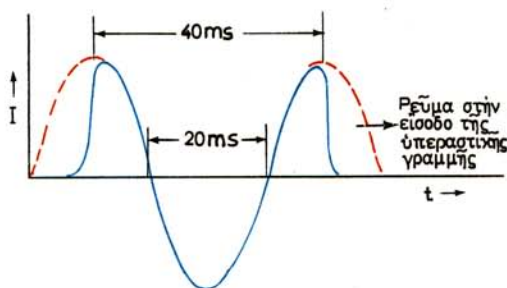
Έναλλασσόμενο ρεύμα 50 Hz καί 150 Hz.

Χρησιμοποιείται στην υπεραστική τηλεφωνία γιά τή μεταβίβαση των έπιλογικών παλμών καί άλλων σημάτων μεταξύ τηλεφωνικών κέντρων, σέ όχι πολύ μεγά-

λες αποστάσεις. Συνεχές ρεύμα δέν μπορεί νά χρησιμοποιηθεῖ στήν περίπτωση αὐτή. Ἡ χρησιμοποίηση εἰδικά ρεύματος 50 Hz ὀφείλεται σέ τρεῖς λόγους:

1) Τά δίκτυα ηλεκτρικῆς ἐνέργειας, ἀπ' τὰ ὁποῖα τροφοδοτοῦνται καί οἱ τηλεφωνικές ἐγκαταστάσεις, ἔχουν συχνότητα 50 Hz.

2) Ἄν τό ρεύμα εἶχε μικρότερη συχνότητα, ὁ ἀριθμός ἡμιπεριοδῶν, πού θά ἀντιστοιχοῦσε σ' ἓνα σῆμα μικρῆς διάρκειας, δέν θά ἐπαρκοῦσε γιά τή διέγερση ἐνός ρωστήρα ηλεκτρομαγνήτη κλπ. Ἄν π.χ. ἡ συχνότητα ἦταν 25 Hz, ἡ διάρκεια τοῦ σήματος 40 ms, καί ἡ μεταβίβασή του ἀρχίζει τή στιγμή πού τό ρεύμα παίρνει τή μέγιστή του τιμή (θετική ἢ ἀρνητική), θά ἀντιστοιχοῦσε στή διάρκεια τῶν 40 ms μιά μόνο πλήρης ἡμιπερίοδος (σχ. 22.1β). Τό ρεύμα στίς ἄλλες ἡμιπερίοδους δέν ἐπαρκεῖ γιά νά διεγερθεῖ ὁ ρωστήρας. Ἄν, λοιπόν, γιά διάφορους λόγους δέν διεγερθεῖ ὁ ρωστήρας στή μοναδική ἡμιπερίοδο, χάνεται τό σῆμα. Σέ ρεύμα 50 Hz ὑπάρχουν 3 ἡμιπερίοδοι στό ἴδιο διάστημα, ἀνεξάρτητα ἀπ' τή στιγμή πού ἀρχίζει ἡ μεταβίβαση τοῦ σήματος.



Σχ. 22.1β.

Μορφή ἡμιτονικοῦ σήματος 25 Hz, διάρκειας 40 ms.

3) Τό βιομηχανικό ἐναλλασσόμενο ρεύμα περιέχει ἐκτός ἀπ' τή βασική συχνότητα τῶν 50 Hz, ὑψηλότερες συχνότητες, πολλαπλάσια τῆς βασικῆς, τίς λεγόμενες **ἁρμονικές συχνότητες**. Οἱ ἁρμονικές δέν ἐνοχλοῦν τή μεταβίβαση τοῦ σήματος, μποροῦν ὅμως νά προκαλέσουν παρενοχλήσεις σέ γειτονικά κυκλώματα ὁμιλίας. Ὁ κίνδυνος παρενοχλήσεως εἶναι τόσο μεγαλύτερος, ὅσο πλησιέστερα στό φάσμα ὁμιλίας (300 - 3400 Hz) βρίσκεται ἡ βασική συχνότητα τοῦ ἐναλλασσόμενου ρεύματος. Ἀπ' αὐτή τήν ἀποψη ρεύμα 50 Hz εἶναι προτιμότερο ἀπό ρεύμα π.χ. 100 Hz.

Ρεύματα ἀκουστικῆς συχνότητας.

Τό ἐναλλασσόμενο ρεύμα χαρακτηρίζεται στήν τηλεφωνία σάν ρεύμα **ἀκουστικῆς συχνότητας**, ὅταν ἡ συχνότητά του βρίσκεται στήν περιοχή συχνότητων τοῦ φάσματος ὁμιλίας. Ρεύματα ἀκουστικῆς συχνότητας χρησιμοποιοῦνται τόσο γιά τή μεταβίβαση τῶν **ἡχοσημάτων**, ὅσο καί γιά τή μεταβίβαση τῶν **σημάτων ζεύξεως** (ἐπιλογικῶν παλμῶν καί γενικά σημάτων, πού προκαλοῦν τή διασύνδεση τῶν γραμμῶν ὁμιλίας).

Τά **ἡχοσήματα** χρησιμοποιοῦν ἐνιαία μιά συχνότητα 450 Hz καί διακρίνονται ἀπ' τίς χρονικές τους μεταβολές. Ἡ συχνότητα τῶν 450 Hz ἀντιστοιχεῖ περίπου στή

συχνότητα του βασικού τόνου της μουσικής α' (440 Hz). Η τάση του ήχου στούς πόλους της σηματογεννήτριας που τό δημιουργεί, ανέρχεται σέ 4 ως 6 V.

Σήματα ζεύξεως μέ ακουστικές συχνότητες, π.χ. 2040, 2280, 2400, 3000 χρησιμοποιούνται μέ είδική τεχνική στήν υπεραστική τηλεφωνία μεγάλων αποστάσεων, όταν στίς γραμμές παρεμβάλλονται ένισχυτές ή φερέσυχνα συστήματα. Οι συχνότητες αυτές ένισχύονται καί μεταδίδονται μαζί μέ τό φάσμα όμιλίας.

Ρεύματα ύψηλής συχνότητας.

Ρεύματα μέ συχνότητα 12kHz ως 60 MHz χρησιμοποιούνται σάν «φορείς» σέ φερέσυχνα συστήματα (Φ/Σ) της υπεραστικής επικοινωνίας. Οι φορείς αυτοί διαμορφώνονται μέ φάσματα διάφορου εύρους, που σχηματίζονται όπως θά γνωρίσομε αργότερα, από φάσματα όμιλίας τοποθετημένα τό ένα δίπλα στό άλλο.

22.2 Ήλεκτρικές πηγές τροφοδοτήσεως.

Η ήλεκτρική ένέργεια γιά τή λειτουργία των τηλεφωνικών εγκαταστάσεων λαμβάνεται απ' τό ένεργειακό δίκτυο υπό μορφή κατά κανόνα, τριφασικού ρεύματος 380 V. Τό ρεύμα αυτό μετατρέπεται μέ τή βοήθεια μετασχηματιστών καί άνορθωτών σέ συνεχές ρεύμα 60 V. Επίσης τό έναλλασσόμενο ρεύμα των 50 Hz λαμβάνεται κατ' ευθείαν απ' τό δίκτυο ήλεκτρικής ένέργειας.

Σάν άνορθωτές χρησιμοποιήθηκαν στήν άρχή άνορθωτές **άτμών ύδραργύρου** γιά μεγάλες ίσχεις καί ξηροί άνορθωτές **ύποξειδίου του χαλκού** γιά μικρές ίσχεις. Οι τελευταίοι αντικαταστάθηκαν κατόπιν απ' τούς **άνορθωτές σεληνίου**, που παρουσιάζουν μικρότερο όγκο καί δίνουν μεγαλύτερες ίσχεις. Οι άνορθωτές ύδραργύρου διατηρήθηκαν μεγάλο σχετικά διάστημα παρά τήν ευαισθησία τους καί παρ' όλο ότι οι ίσχεις καί ή συμπαγή κατασκευή των άνορθωτών σεληνίου δικαιολογούσαν τήν αντικατάστασή τους, έξ αίτίας της δυνατότητας ρυθμίσεως της τάσεως του συνεχούς ρεύματος μέ μεταβολή του σημείου έναύσεως, που παρουσιάζουν. Τελικά αντικαταστάθηκαν καί οι άνορθωτές ύδραργύρου απ' τούς άνορθωτές σεληνίου, άφου έπινοήθηκαν γιά τούς τελευταίους κατάλληλα ρυθμιστικά στοιχεία της τάσεως, όπως τό «τρανστούκτορ». Σήμερα αντί γιά άνορθωτές σεληνίου προτιμούνται οι **άνορθωτές πυριτίου**, που είναι τεχνικά άνώτεροι.

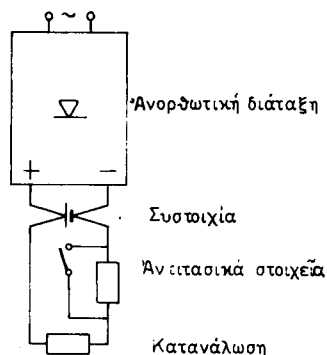
Έπειδή στίς τηλεπικοινωνιακές εγκαταστάσεις απαιτείται μεγαλύτερη ασφάλεια λειτουργίας απ' ότι στα ένεργειακά δίκτυα, πρέπει νά υπάρχει στό τηλεφωνικό κέντρο μιά **έφεδρική πηγή ένέργειας** γιά τήν περίπτωση βλάβης του ένεργειακού δικτύου. Ασφαλής πηγή ένέργειας έχει άποδειχτεί ή **συστοιχία συσσωρευτών**, ή όποία φορτίζεται απ' τό ένεργειακό δίκτυο καί διατηρείται φορτισμένη σέ κατάσταση έτοιμότητας. Η συστοιχία συσσωρευτών υπέρχει από άλλες διατάξεις άποταμειύσεως ήλεκτρικής ένέργειας, έπειδή είναι σέ θέση νά άποδώσει άμέσως συνεχή τάση σέ περίπτωση διακοπής του τροφοδοτικού δικτύου. Σά συσσωρευτές χρησιμοποιούνται οι **συσσωρευτές μολύβδου** καί γιά μικρές ίσχεις οι συσσωρευτές **νικελίου-καδμίου**.

22.3 Είδη λειτουργίας των τροφοδοτικών διατάξεων.

Ανάλογα με τον τρόπο πού συνδέεται ο άνορθωτής και ή συστοιχία συσσωρευτών στην κατανάλωση, διακρίνομε τά εξής είδη λειτουργίας των τροφοδοτικών διατάξεων:

α) Παράλληλη λειτουργία.

Τό δίκτυο καταναλώσεως (τηλεφωνική εγκατάσταση), ή συστοιχία και ή άνορθωτής είναι παράλληλα συνδεμένοι (σχ. 22.3α). "Όταν ύποσσει βλάβη ή άνορθωτής ή τό δίκτυο, άναλαμβάνει ή συστοιχία τήν τροφοδότηση τοῦ κέντρου χωρίς νά μεσολαβήσει διακοπή. "Ένα στοιχείο τής συστοιχίας άποδίδει τάση 2 V, όταν λειτουργεί. Γιά νά διατηρηθεί όμως φορτισμένο, χρειάζεται νά είναι συνεχώς συνδεδεμένο σέ τάση 2,23 V. "Έτσι μιά συστοιχία πρέπει νά περιλαμβάνει 30 στοιχεία γιά νά άποδίδει τάση 60 V, και νά διατηρείται φορτισμένη μέ τάση $2,23 \times 30 = 67$ V. Τήν τάση αύτή άποδίδει στή συστοιχία ή άνορθωτής. "Επειδή ή άνορθωτής τροφοδοτεί παράλληλα τήν κατανάλωση, πού ή τάση της δέν μπορεί νά ύπερβεί τά 62 V, πρέπει ή τάση τοῦ άνορθωτή νά μειωθεί κατά 5 V. Αυτό έπιτυγχάνεται μέ σύνδεση σέ σειρά στήν κατανάλωση **άντιστασικών στοιχείων**.



Σχ. 22.3α.

Παράλληλη λειτουργία τροφοδοτικής διάταξης.

"Ένα συνηθισμένο **άντιστασικό στοιχείο** αποτελείται από δύο ηλεκτρόδια νικελίου βυθισμένα σ' ένα άλκαλικό διάλυμα (διάλυμα καυστικού νατρίου). "Όταν περάσει άπ' τό στοιχείο ρεύμα, δημιουργείται μιά αντίθετη τάση άπ' αύτήν πού έχει έφαρμοστεί στα άκρα του. Τό άντιστασικό αύτό στοιχείο δέν είναι πυκνωτής, δέν άποθηκεύει δηλαδή ένέργεια. "Όμοια συμπεριφέρονται και τά άνορθωτικά στοιχεία από σελήνιο και πυρίτιο, τά όποια πλεονεκτούν συγκριτικά μέ τά άλκαλικά στοιχεία, έπειδή δέν χρειάζονται συντήρηση. Τά άντιστασικά στοιχεία βραχυκυκλώνονται, όταν ή κατανάλωση τροφοδοτείται άπ' τή συστοιχία.

Η παράλληλη λειτουργία πραγματοποιείται είτε σάν **έξισωτική λειτουργία** είτε σά **λειτουργία έτοιμότητας**.

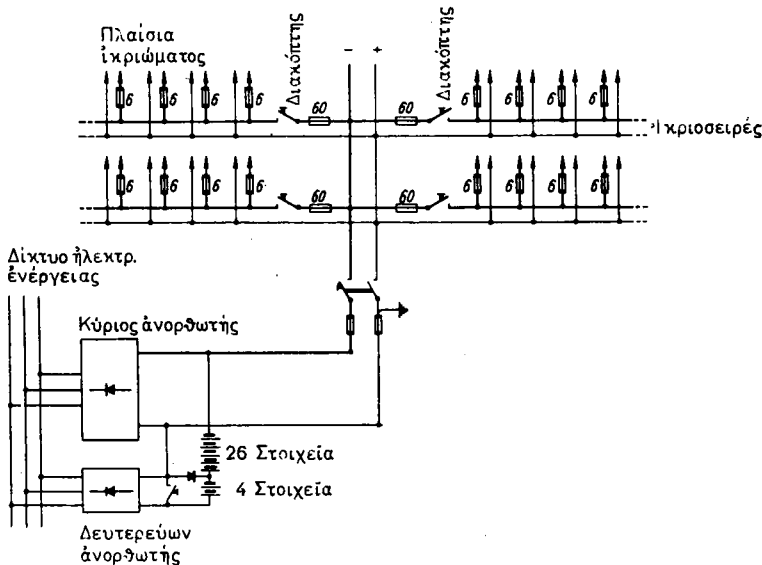
Στήν **έξισωτική λειτουργία** ή άνορθωτής είναι ύπολογισμένος γιά νά καλύπτει τή **μέση ζήτηση** ρεύματος τής εγκατάστασης. "Όταν ή ζήτηση είναι μικρότερη, ή ά-

νορθωτής φορτίζει τό συσσωρευτή πού εἶναι παράλληλα συνδεδεμένος, ἐνῶ ἡ μεγαλύτερη ζήτηση (αἰχμές) καλύπτονται ἀπό ρεύμα πού ἀποδίδει ἡ συστοιχία. Λόγω τῆς συνεχοῦς φορτίσεως καί ἐκφορτίσεως καταπονεῖται ἰσχυρά ἡ συστοιχία καί μειώνεται ἡ διάρκεια τῆς ζωῆς της. Ἐπίσης, ὅταν ὑποστεί βλάβη ὁ ἀνορθωτής ἢ τό δίκτυο καί ἀναλάβει ἡ συστοιχία τήν τροφοδότηση, εἶναι πιθανόν νά μήν εἶναι ἐντελῶς φορτισμένη. Ἐξισωτική λειτουργία χρησιμοποιεῖται σήμερα σέ συνδρομητικά κέντρα, τά ὁποῖα παρουσιάζουν πιά ὁμοιόμορφη κατανάλωση ἀπ' τά δημόσια τηλεφωνικά κέντρα.

Στή **λειτουργία ἐτοιμότητος**, ὁ ἀνορθωτής εἶναι ὑπολογισμένος γιά νά καλύπτει **ὀλόκληρη** τή **ζήτηση** τῆς ἐγκαταστάσεως. Ἡ συστοιχία βρίσκεται συνεχῶς σέ τάση 67 V γιά νά διατηρεῖ τή φόρτίσή της. Ἡ τάση αὐτή μειώνεται καί ἐδῶ μέ τή βοήθεια ἀλκαλικῶν ἢ ἀνορθωτικῶν ἀντασθικῶν στοιχείων γιά νά φθάσει στήν τάση καταναλώσεως.

β) Λειτουργία μεταγωγῆς.

Στή λειτουργία μεταγωγῆς ἡ ἀνορθωτική διάταξη περιλαμβάνει ἓνα **κύριο** καί ἓνα **δευτερεύοντα ἀνορθωτή** (σχ. 22.3β). Σέ κανονική λειτουργία ἡ τηλεφωνική ἐγκατάσταση τροφοδοτεῖται ἀπ' τόν κύριο ἀνορθωτή. Ἡ συστοιχία εἶναι ἀποσυνδεδεμένη ἀπ' τό δίκτυο καταναλώσεως καί βρίσκεται σέ τάση διατηρήσεως τῆς φορτίσεως. Ἡ τάση αὐτή εἶναι τό ἄθροισμα τῆς τάσεως, πού ἀποδίδεται ἀπ' τόν κύριο ἀνορθωτή στήν κατανάλωση καί τῆς τάσεως σέ σειρά τοῦ δευτερεύοντα ἀνορθω-
τή.



Σχ. 22.3β.

Λειτουργία μεταγωγῆς τροφοδοτικῆς διατάξεως.

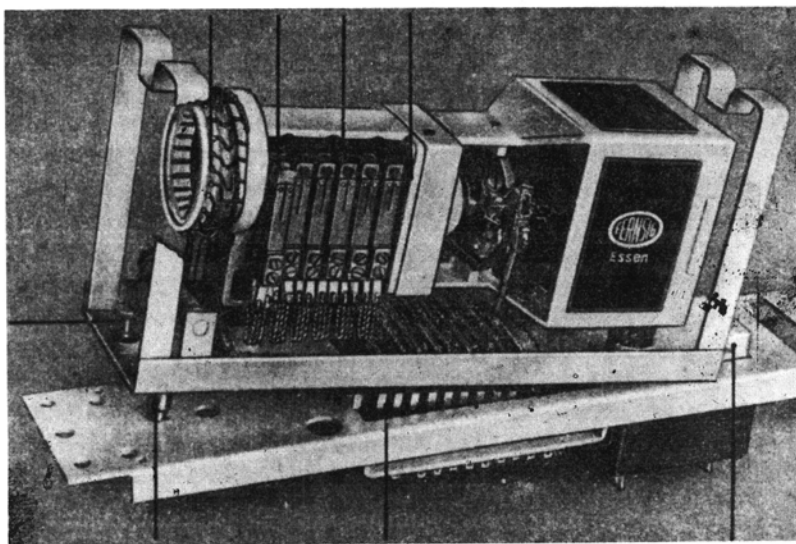
Ὅταν ὑποστεί βλάβη τό δίκτυο τροφοδοτήσεως ἢ ὁ ἀνορθωτής, μετάγεται αὐτόματα ἡ τηλεφωνική ἐγκατάσταση στή συστοιχία χωρίς διακοπή τῆς λειτουργίας.

της. Ἡ συστοιχία τροφοδοτεῖ τὴν ἐγκατάσταση, μέχρι νά διορθωθεῖ ἡ βλάβη, ὁπότε τὴν τροφοδότηση ἀναλαμβάνει αὐτόματα πάλι ὁ κύριος ἀνορθωτής.

Ἡ λειτουργία μεταγωγῆς ἔχει τὸ πλεονέκτημα, ὅτι πραγματοποιεῖται ἐντελῶς αὐτόματα, ὅτι παρέχει σταθερὴ τάση στὴν κατανάλωση καὶ στὴ συστοιχία, ἀνεξάρτητη ἀπ' τὶς διακυμάνσεις τοῦ δικτύου τροφοτῆσεως ἢ τοῦ φορτίου, κί' ἐπίσης ὅτι ἡ συστοιχία χρειάζεται ἐλάχιστη συντήρηση. Χρησιμοποιεῖται σήμερα πρό παντός σέ μεγάλες τηλεφωνικὲς ἐγκαταστάσεις (60 V, ρεῦμα φορτίου μεγαλύτερο ἀπὸ 12 A), ἀπ' τὶς ὁποῖες ἔχει ἐκτοπίσει τὴν παράλληλη λειτουργία.

22.4 Ἡ μηχανὴ κλήσεως καὶ σημάτων (Μ.Κ.Σ.).

Τὸ κλητήριο ρεῦμα τῶν 25 Hz καὶ τὸ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα τῶν 450 Hz γιὰ τὰ ἤχοσήματα δημιουργοῦνται στὰ τηλεφωνικὰ κέντρα μεσαίου καὶ μεγάλου μεγέθους ἀπὸ μιά ἰδιαίτερη μηχανή, πού ὀνομάζεται **Μηχανὴ Κλήσεως καὶ Σημάτων** (Μ.Κ.Σ.) (σχ. 22.4α). Ἡ Μ.Κ.Σ. ἀποτελεῖται ἀπ' τὴ μηχανὴ κλήσεως, τὴ γεννήτρια σημάτων ἢ διάταξη τροχοῦ τόνων καὶ τὴ διάταξη σηματοδοτῆσεως.

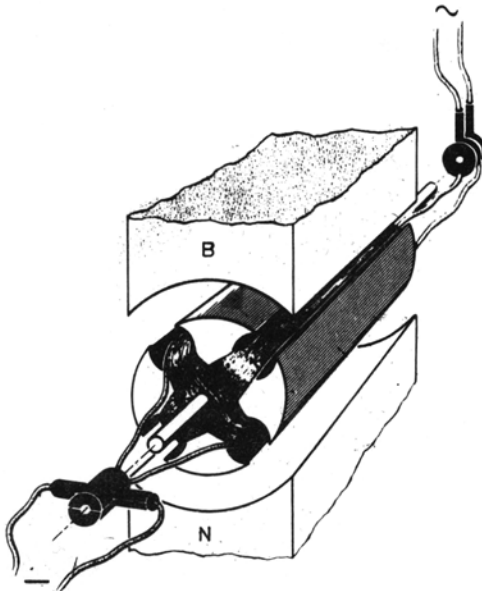


Σχ. 22.4α.

Μηχανὴ κλήσεως καὶ σημάτων (Μ.Κ.Σ.).

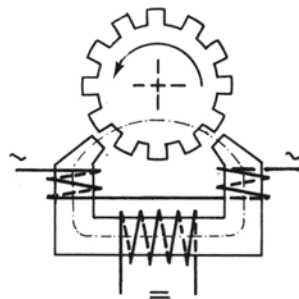
Ἡ **μηχανὴ κλήσεως** εἶναι κατὰ κανόνα ἓνας μονοτύμπανος μετατροπέας. Ἀποτελεῖται δηλαδή ἀπὸ ἓνα κινητῆρα συνεχοῦς ρεύματος, πού φέρει στὸ ρότορά του ἓνα δεύτερο τύλιγμα. Στὸ τύλιγμα αὐτὸ ἐπάγεται, ὅταν στρέφεται τὸ τύμπανο μέ

1500 στροφές τό λεπτό, τό έναλλασσόμενο ρεύμα τών 25 Hz, πού λαμβάνεται, όπως φαίνεται στο σχήμα 22.4β στους δύο δακτύλιους. Οί Μ.Κ.Σ. χαρακτηρίζονται μέ τήν ισχύ τοῦ ρεύματος κλήσεως σέ βολταμπέρ (VA), π.χ. 5 VA, 15 VA, 60 VA (Μ.Κ.Σ. μέ 15 VA χρησιμοποιοῦνται σέ κέντρα μέ χωρητικότητα μέχρι 4000 συνδρομητῶν, μέ 60 VA σέ κέντρα μεγαλύτερης χωρητικότητας).



Σχ. 22.4β.

Βασική δομή μηχανής κλήσεως καί σημάτων.



Σχ. 22.4γ.

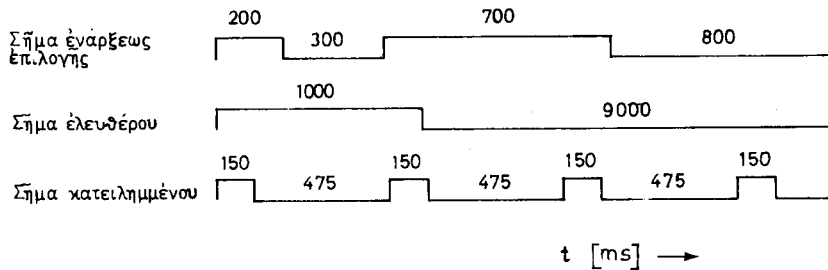
Τροχός τόνων τῆς Μ.Κ.Σ.

Ἡ **γεννήτρια σημάτων** εἶναι ἓνας έναλλακτήρας, πού ἔχει κοινό ἄξονα μέ τή μηχανή κλήσεως. Ἀπ' τό τύλιγμα τοῦ ρότορά του λαμβάνεται ἡ τάση τών 450 Hz. Ἐναλλακτῆρες χρησιμοποιοῦνται γιά μικρές ἰσχεῖς τῆς Μ.Κ.Σ. μέχρι 5 VA. Σέ Μ.Κ.Σ. μέ ἰσχύ μεγαλύτερη ἀπό 5 VA παράγεται τό ρεύμα τών 450 Hz μέ τή βοήθεια ἑνός ὀδοντωτοῦ τροχοῦ, τοῦ **τροχοῦ τόνων**, πού κινεῖται ἀπ' τή μηχανή κλήσεως (σχ. 22.4γ). Ὁ τροχός περιστρέφεται στό διάκενο μεταξύ τῶν πόλων ἑνός ἡλεκτρομαγνήτη. Ἐνα τύλιγμα τοῦ ἡλεκτρομαγνήτη διαρρέεται ἀπό συνεχές ρεύμα καί δημιουργεῖ μαγνητική ροή, πού κλείνει μέσω τοῦ ὀδοντωτοῦ τροχοῦ. Ἡ μαγνητική αὐτή ροή μεταβάλλεται χρονικά, γιατί ἀνάλογα μέ τή θέση τοῦ τροχοῦ (ἀν στούς πόλους βρίσκεται δόντι ἢ ἐγκοπή), μεταβάλλεται τό διάκενο τοῦ ἀέρα, πού διαπερνᾷ ἡ μαγνητική ροή καί, ἐπομένως, ἡ ἀντίσταση τοῦ μαγνητικοῦ κυκλώματος. Ἡ μεταβολή τῆς μαγνητικῆς ροῆς ἔχει σάν ἀποτέλεσμα τήν ἐπαγωγή στοῦ δεύτερο τύλιγμα τοῦ ἡλεκτρομαγνήτη έναλλασσόμενης τάσεως, πού ἡ συχνότητά της ἐξαρτᾶται ἀπ' τόν ἀριθμό τῶν δοντιῶν τοῦ τροχοῦ καί τῶν στροφῶν του ἀνά λεπτό. Γιά ἀριθμό στροφῶν 1500 τό λεπτό προσδιορίζεται ὁ ἀριθμός δοντιῶν, ὥστε νά δημιουργεῖται τάση 450 Hz.

Ἡ **διάταξη σηματοδοτήσεως** περιλαμβάνει ὀρισμένους ἐπαφεῖς, πού μπαίνουν σέ λειτουργία διαδοχικά μέ τή βοήθεια ἐκκέντρων δίσκων. Οἱ δίσκοι παίρνουν κίνηση ἐπίσης ἀπ' τή μηχανή κλήσεως. Μέ τίς χρονικές διακοπές καί ἐπαναφορές

τῶν ρευμάτων 25 Hz καί 450 Hz σχηματίζεται τό σῆμα κλήσεως (διάρκεια ρεύματος 1 sec, παύση 4 sec) καί τά διάφορα ἄλλα ἡχοσήματα. Τό σχῆμα 22.4δ δίνει τίς μεταβολές μερικῶν ἡχοσημάτων σέ ms.

Ἡ Μ.Κ.Σ. τροφοδοτεῖται μέ 60 V ἀπ' τήν τροφοδότηση τῆς τηλεφωνικῆς ἐγκαταστάσεως. Ἡ Μ.Κ.Σ. δέν ἐργάζεται συνεχῶς τῇ νύκτα, ἀλλά μπαίνει σέ λειτουργία γιά νά ἐξυπηρετήσῃ μιά κλήση καί κατόπιν σταματᾷ.

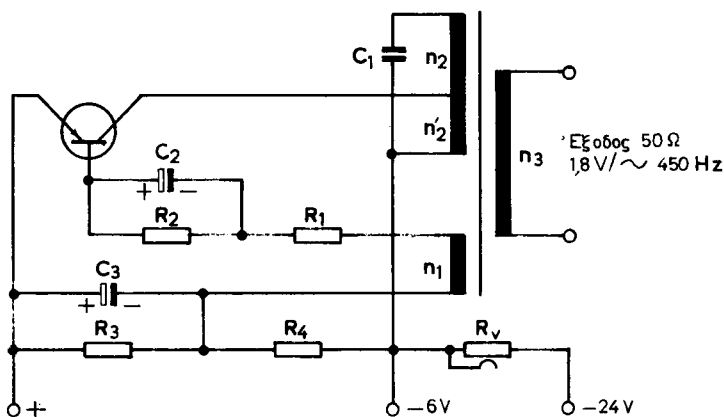


Σχ. 22.4δ.

Χρονικές μεταβολές μερικῶν ἡχοσημάτων.

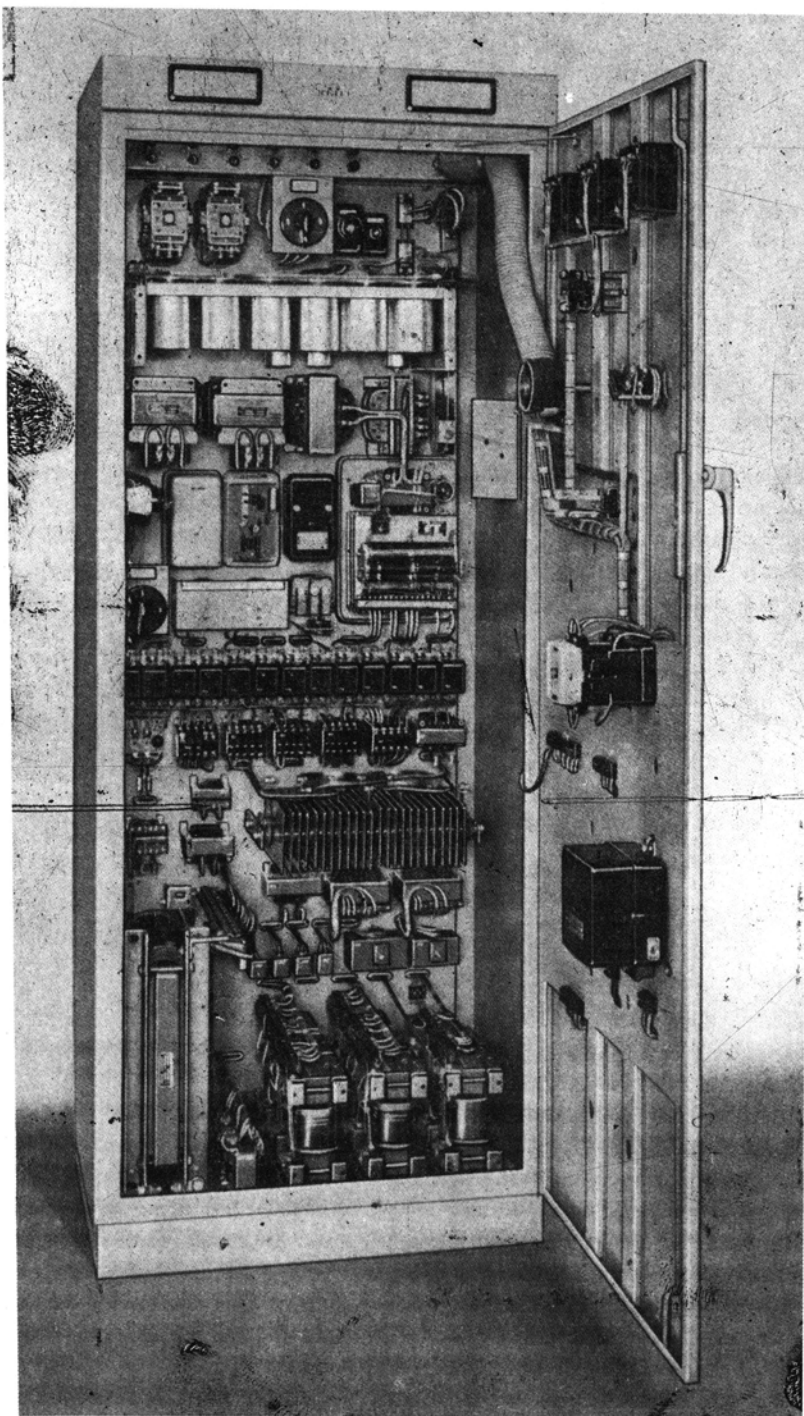
22.5 Διατάξεις κλήσεως καί σημάτων μέ τρανζίστορες.

Σέ συνδρομητικά κέντρα, ἀλλά πρόσφατα καί σέ δημόσια κέντρα χρησιμοποιοῦνται στατές διατάξεις μέ τρανζίστορες γιά τή δημιουργία τῶν ἐναλλασσομένων τάσεων τῆς κλήσεως καί τῶν ἡχοσημάτων, ἀντί τῆς στρεφόμενης μηχανῆς κλήσεως καί σημάτων. Γιά τή δημιουργία τῶν ἡχοσημάτων χρησιμοποιεῖται π.χ. ἡ **τρανζιστορική γεννήτρια**. Ἡ συνδεσμολογία τῆς φαίνεται στό σχῆμα 22.5.



Σχ. 22.5.

Τρανζιστορική γεννήτρια κλήσεως καί σημάτων.



Άνορθωτική διάταξη 60 V, 200 A τηλεφωνικού κέντρου, τοποθετημένη σε έρμάριο.

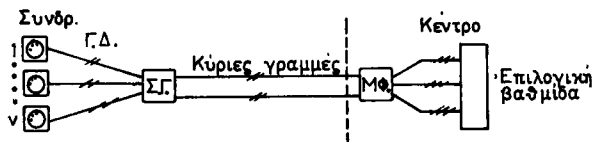
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ ΤΡΙΤΟ

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΕΣ ΓΡΑΜΜΩΝ

23.1 Γενικά.

Οι **Συγκεντρωτές Γραμμών** (Σ.Γ.) είναι διατάξεις, οι οποίες ανήκουν στο άστικό τηλεφωνικό κέντρο, τοποθετούνται όμως έξω απ' αυτό, κοντά στους συνδρομητές που εξυπηρετούν και εξασφαλίζουν μία πολλαπλή έκμετάλλευση των **κυρίων συνδρομητικών γραμμών ή γραμμών κέντρου**. Κύρια συνδρομητική γραμμή είναι ή γραμμή που συνδέει μία τηλεφωνική συσκευή κατ' ευθείαν μ' ένα άστικό κέντρο.

Δύο ή περισσότεροι συνδρομητές συνδέονται άκτινωτά με τη βοήθεια διασυνδεδεμένων γραμμών, των **γραμμών διακλαδώσεως** (Γ.Δ.) σέ ένα **συγκεντρωτή γραμμών** (Σ.Γ.) (σχ. 23.1). 'Ο Σ.Γ. είναι συνδεδεμένος στο άστικό κέντρο με κύριες γραμμές (Κ.Γ.) λιγότερες σέ αριθμό απ' τις γραμμές Γ.Δ. και πραγματοποιεί τή σύνδεση ενός συνδρομητή του με μία κύρια γραμμή, όταν ο συνδρομητής αυτός επιθυμεί νά καλέσει άλλο συνδρομητή ή όταν καλεΐται απ' τό άστικό κέντρο. Οι Σ.Γ. κατασκευάζονται σέ διάφορα μεγέθη. Μικροί Σ.Γ. εξυπηρετούν δύο μόνο συνδρομητές, ενώ μεγάλοι Σ.Γ. περισσότερους από 100 συνδρομητές.



Σχ. 23.1.

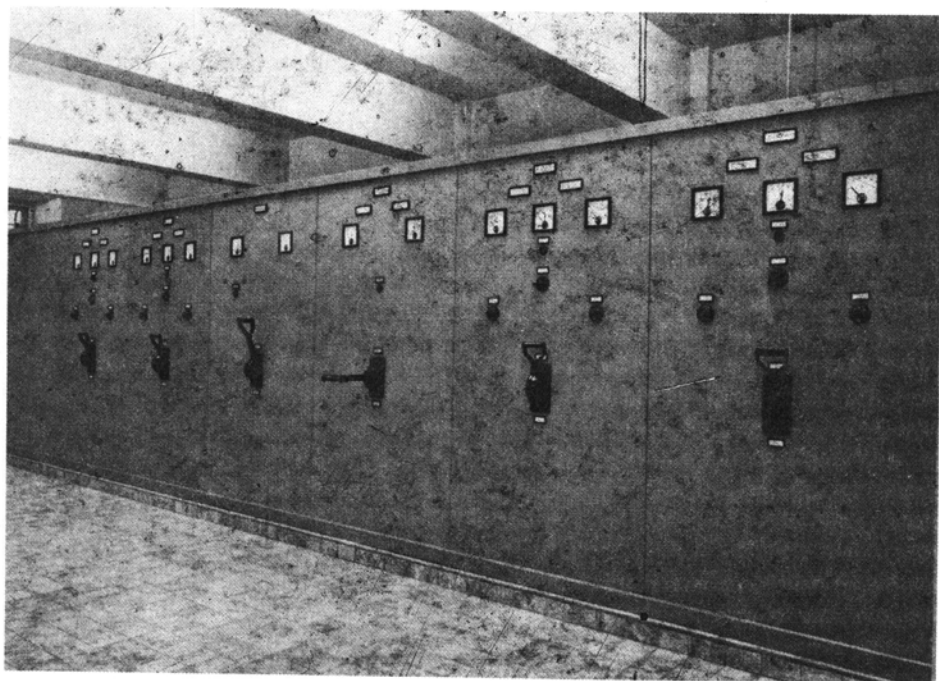
Έποπτικό διάγραμμα του συγκεντρωτή γραμμών.

Οι συνδρομητές, που εξυπηρετούνται από ένα Σ.Γ., δέν έχουν ιδιαίτερη σχέση μεταξύ τους. Κάθε τηλεφωνική συσκευή του Σ.Γ. έχει δικό της αριθμό κλήσεως, ο οποίος περιέχεται στόν τηλεφωνικό κατάλογο και δέν διαφέρει από τούς αριθμούς των συνδρομητών που έχουν αποκλειστικά στή διάθεσή τους μία Κ.Γ.

23.2 Τύποι συγκεντρωτών γραμμών.

Διακρίνομε δύο βασικούς τύπους Σ.Γ.:

Τίς **διπλοπαροχές** και τά **παράκεντρα**.

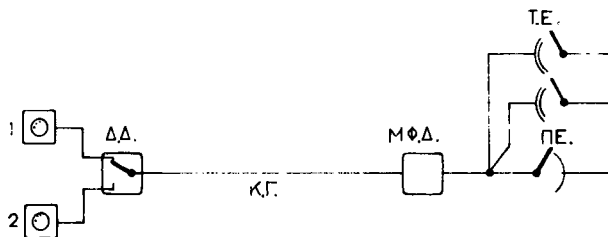


Τρόφοδοτική εγκατάσταση τηλεφωνικού κέντρου.

α) Διπλοπαροχές.

Ο μικρότερος Σ.Γ. είναι η **διπλοπαροχή**, στην οποία **δύο** συνδρομητές εξυπηρετούνται από **μία** κοινή κύρια γραμμή (σχ. 23.2α).

Ένας μεταγωγικός **διακόπτης διπλοπαροχής** (Δ.Δ.) συνδέει αυτόματα τόν ένα απ' τους δύο συνδρομητές, είτε είναι καλών, είτε καλούμενος, στην κύρια γραμμή Κ.Γ., ενώ αποσυνδέει τόν άλλο συνδρομητή. Η Κ.Γ. καταλήγει στο τηλεφωνικό κέντρο σέ ένα **μεταφορέα διπλοπαροχής** (Μφ.Δ.), ο οποίος τή συνδέει μέ τόν ΠΕ. ή μέ τόν Κλθ. Έπειδή κάθε συνδρομητής τής διπλοπαροχής έχει δικό του ξεχωριστό μετρητή συνδιαλέξεων, φροντίζει ο Μφ. Δ. νά συνδέει τήν Κ.Γ. στό μετρητή τοῦ καλοῦντος συνδρομητή.



Σχ. 23.2α.

Έποπτικό διάγραμμα διπλοπαροχής.

Κατά κανόνα, κάθε συνδρομητής τής διπλοπαροχής έχει μία δική του ξεχωριστή έξοδο στόν Τ.Ε., είναι όμως δυνατόν νά συνδεθούν καί οι δύο συνδρομητές στην ίδια έξοδο. Καί στίς δύο περιπτώσεις κάθε συνδρομητής έχει τό δικό του αριθμό κλήσεως.

Απ' τήν περιγραφή γίνεται φανερό, ότι ταυτόχρονα είναι δυνατόν νά πραγματοποιεί συνδιάλεξη ένας μόνο συνδρομητής (σέ είσερχόμενη ή εξερχόμενη σύνδεση), ενώ διεξαγωγή συνδιαλέξεως μεταξύ των δύο συνδρομητών τής διπλοπαροχής δέν είναι δυνατή.

β) Παράκεντρο.

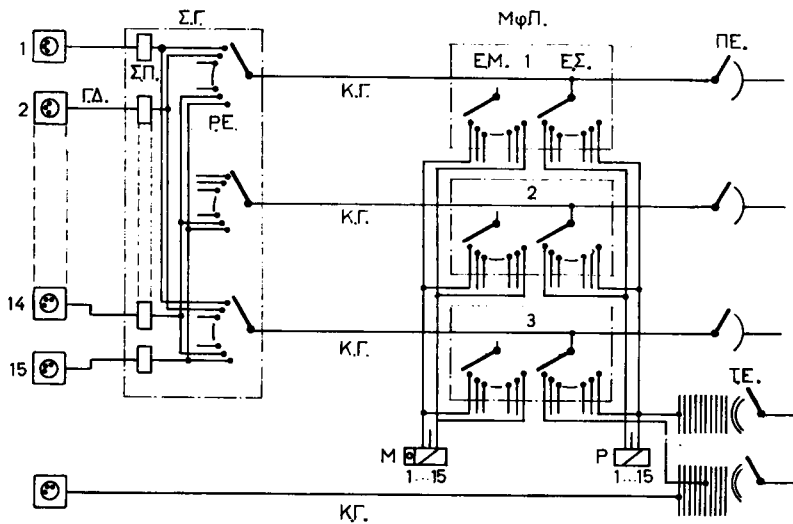
Τό παράκεντρο είναι Σ.Γ. μέ δυνατότητα συνδέσεως μεγάλου αριθμού συνδρομητών (π.χ. 12 ως 120 συνδρομητές) στό αστικό κέντρο μέσω αρκετών κυρίων γραμμών (π.χ. 3 ως 18 γραμμών). Μέσω των γραμμών αυτών είναι δυνατή όχι μόνο ή διεκπεραίωση ισχυρής κινήσεως, αλλά καί ή διεξαγωγή συνδιαλέξεων μεταξύ των συνδρομητών τοῦ παράκεντρου.

Τό σχήμα 23.2β δείχνει τή δομή ενός ηλεκτρομηχανικοῦ παράκεντρου γιά 15 συνδρομητές μέ 3 κύριες γραμμές. Οι συνδρομητές είναι συνδεδεμένοι στίς εξόδους τριών ρωστικών επιλογέων Ρ.Ε. μέσω των γραμμών διακλαδώσεως Γ.Δ. καί των συνδρομητικών παροχέων Σ.Π. Κάθε Κ.Γ. καταλήγει σέ ένα ρωστικό επιλογέα στό παράκεντρο καί σέ ένα ΠΕ. στό αστικό κέντρο καί έχει αποκλειστικά στή διάθεσή της ένα μεταφορέα παράκεντρου Μφ.Π. τοποθετημένο στό αστικό κέντρο. Σέ κάθε Μφ.Π. υπάρχει ένας επιλογέας Ε.Μ. γιά τή σύνδεση τής Κ.Γ. στό μετρητή τοῦ καλοῦντος συνδρομητή καί ένας επιλογέας Ε.Σ. γιά τή σύνδεση τοῦ Τ.Ε. μέ τήν Κ.Γ.

Όταν ένας συνδρομητής του παράκεντρου ύψώσει τό ακουστικό του, μπαίνει σέ λειτουργία ὁ ρωστικός ἐπιλογέας μιᾶς ἐλεύθερης Κ.Γ. καί ἀναζητεῖ τό συνδρομητή αὐτό, ὅπως ἕνας ΚΛΘ. Οἱ παλμοί πού κατευθύνουν τό ρωστικό ἐπιλογέα, διαβιβάζονται ταυτόχρονα στόν Ε.Μ. τοῦ Μφ.Π. Ἔτσι, ὅταν ὁ ρωστικός ἐπιλογέας σταματήσει στήν ἐξοδο τοῦ καλοῦντος συνδρομητή, ὁ Ε.Μ. βρίσκεται στήν ἐξοδο πού εἶναι συνδεδεμένος ὁ μετρητής συνδιαλέξεων τοῦ συνδρομητή αὐτοῦ. Μόλις συνδεθεῖ ὁ συνδρομητής μέ τήν Κ.Γ., ἐνεργοποιεῖται ὁ ΠΕ. καί ἡ σύνδεση πραγματοποιεῖται στή συνέχεια κατά τά γνωστά.

Σέ **εἰσερχόμενη κατεύθυνση** φθάνει ἡ σύνδεση στήν ἐξοδο τοῦ Τ.Ε., πού ἀνήκει στόν καλούμενο συνδρομητή. Στήν ἐξοδο αὐτή εἶναι συνδεδεμένος ἕνας ρωστήρας Ρ, ὁ ὁποῖος βάζει σέ κίνηση ἕναν ἐλεύθερο Ε.Σ. Ὁ Ε.Σ. ἀναζητεῖ τήν ἐξοδο τοῦ Τ.Ε., ἐνῶ παράλληλα μέ τούς ἴδιους παλμούς καθοδηγεῖται ὁ ρωστικός ἐπιλογέας τῆς Κ.Γ. στήν ἐξοδο, πού εἶναι συνδεδεμένος ὁ καλούμενος συνδρομητής.

Στό κάτω μέρος τοῦ σχήματος 23.2β εἶναι σχεδιασμένη ἡ σύνδεση στόν Τ.Ε. μιᾶς κύριας συσκευῆς μέσω μιᾶς κύριας γραμμῆς.



Σχ. 23.2β.

Ἐποπτικό διάγραμμα ηλεκτρομηχανικοῦ παρακέντρου.

ΤΕΤΑΡΤΟ ΜΕΡΟΣ

ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΗ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΑ ΚΕΝΤΡΑ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΑ

24.1 Γενικά.

Στό Τρίτο Μέρος εξέτασαμε την πραγματοποίηση συνδιαλέξεων μεταξύ συνδρομητών, πού βρίσκονται συνδεδεμένοι στο ίδιο αστικό τηλεφωνικό κέντρο ή σε διαφορετικά κέντρα ενός αστικού συγκροτήματος, δηλαδή σε κέντρα πού εξυπηρετούν τους κατοίκους μιās μικρής ή μεγάλης πόλεως. Οι αστικές αυτές συνδιαλέξεις αποτελούν τό 80% περίπου όλων των συνδιαλέξεων, πού πραγματοποιούν οι συνδρομητές. Τό υπόλοιπο 20% αντιπροσωπεύει συνδιαλέξεις μεταξύ κατοίκων διαφορετικών πόλεων, γι' αυτό καί ονομάζονται **υπεραστικές συνδιαλέξεις**.

Η αποκατάσταση συνδέσεως μεταξύ συνδρομητών αστικών κέντρων σε διαφορετικές πόλεις αποτελεί τό αντικείμενο τής **υπεραστικής τηλεφωνίας**. Άνάλογα, αν οι υπεραστικές συνδιαλέξεις ανήκουν στο ίδιο κράτος ή πραγματοποιούνται μεταξύ διαφορετικών κρατών, διακρίνομε τήν **έθνική υπεραστική τηλεφωνία** καί τή **διεθνή υπεραστική τηλεφωνία**.

Γιά νά πραγματοποιηθεί υπεραστική σύνδεση απαιτείται πρώτα ένα ιδιαίτερο δίκτυο, πού νά ενώνει τά διάφορα αστικά δίκτυα. Τό δίκτυο αυτό ονομάζεται **υπεραστικό τηλεφωνικό δίκτυο** καί αποτελείται γενικά από ενσύρματες γραμμές (έναέριας γραμμές καί καλώδια μέ φερέσυχνα καί ένισχυτές) καί από ασυρματικές ζεύξεις (μπομποδέκτες). Η διαμόρφωση τοῦ υπεραστικού δικτύου μπορεῖ νά γίνει, ὅπως θά δοῦμε, κατά διάφορους τρόπους, γι' αυτό ἀναζητείται κατά τό σχεδιασμό ενός τέτοιου δικτύου ὁ τρόπος πού πληρεῖ τίς τεχνικές ἀπαιτήσεις καί παράλληλα εἶναι ὁ οἰκονομικότερος.

Γιά τή σύνδεση των αστικών καί υπεραστικών δικτύων ἀπαιτοῦνται, κατόπιν, κατάλληλα ζευκτικά ὄργανα καί διατάξεις, πού συγκεντρώνονται σε ἀνεξάρτητα κέντρα, τά **υπεραστικά κέντρα Υ.Κ.** Ἄν στοῦ υπεραστικό κέντρο ἡ σύνδεση των γραμμών γίνεται ἀπό τηλεφωνήτριες, τό κέντρο ονομάζεται **χειροκίνητο υπεραστικό κέντρο Χ.Υ.Κ.**· ἂν πραγματοποιεῖται ἐντελῶς αὐτόματα ονομάζεται **αὐτόματο υπεραστικό κέντρο Α.Υ.Κ.** Σέ δίκτυο μέ χειροκίνητα **μόνο** κέντρα ἀπαιτεῖται ἡ παρέμβαση δύο τουλάχιστον τηλεφωνητριῶν γιά τήν ἀποκατάσταση μιās συνδέσεως· ἡ τηλεφωνήτρια τοῦ υπεραστικοῦ κέντρου τοῦ καλοῦντος καί ἡ τηλεφωνή-

τρια του υπεραστικού κέντρου του καλούμενου συνδρομητή, έφ' όσον ή συνδιάλεξη είναι «άμεση» ή «συνήθης». Έάν ή συνδιάλεξη είναι «διαβατική», δηλαδή διεκπεραιώνεται μέσω περισσοτέρων από δύο κέντρων, αύξάνεται ανάλογα ό άριθμός τών τηλεφωνητριών. Στο αυτόματο υπεραστικό δίκτυο ό ίδιος ό συνδρομητής άποκαθιστά τή σύνδεση μέ τή βοήθεια άποκλειστικά του έπιλογικού του δίσκου, γι' αυτό ή έπιλογή αυτή χαρακτηρίζεται **συνδρομητική τηλεπilogή**.

Παλαιότερα όλα τά υπεραστικά κέντρα, έθνικά καί διεθνή, ήταν χειροκίνητα. Σήμερα όμως σέ προηγμένες χώρες σχεδόν όλες οι έθνικές συνδιαλέξεις καί ένα μεγάλο ποσοστό τών διεθνών συνδιαλέξεων πραγματοποιούνται αυτόματα καί ή έπιδίωξη είναι νά αυτόματοποιηθούν έντελώς καί οι άπομένουσες χειροκίνητες ζεύξεις. Μέ τήν αυτόματοποίηση έπιτυγχάνεται μείωση του χρόνου άποκατάστασης τής συνδέσεως καί μείωση του κόστους τών συνδιαλέξεων σά συνέπεια τής μειώσεως του προσωπικού. Παράλληλα μέ τά αυτόματα κέντρα διατηρούνται καί όρισμένα χειροκίνητα κέντρα γιά τήν άποκατάσταση τών συνδέσεων, πού δέν έχουν άκόμα αυτόματοποιηθεί καί γιά τήν πραγματοποίηση ειδικών συνδιαλέξεων, όπως είναι π.χ. οι συνδιαλέξεις μέ πρόσκληση, οι πληρωτέες στόν προορισμό συνδιαλέξεις κ.ο.κ. Τά χειροκίνητα όμως αυτά κέντρα χρησιμοποιούν κυρίως τό δίκτυο τής αυτόματης τηλεπilogής. Γιά τήν άποκατάσταση τής συνδέσεως είτε άπαιτούνται δύο τηλεφωνήτριες, όπως περιγράψαμε, είτε **μία** μόνο τηλεφωνήτρια, ή τηλεφωνήτρια του υπεραστικού κέντρου του καλούντος συνδρομητή συνδέεται άπ' ευθείας μέ τόν καλούμενο στήν άλλη πόλη χρησιμοποιώντας τό δίσκο έπιλογής της. Στην περίπτωση αυτή ή έπιλογή ονομάζεται **τηλεφωνητριακή ή ήμιαυτόματη τηλεπilogή**.

Άπ' τά βασικά προβλήματα, πού αντιμετώπιζει ή υπεραστική τηλεφωνία στόν τομέα **τής μεταδόσεως τής όμιλίας** από κέντρο σέ κέντρο, είναι ή **μείωση τής άποσβέσεως** στις τηλεπικοινωνιακές γραμμές, πού αύξάνει μέ τό μήκος τους καί ή **μείωση του κόστους** τών συνδιαλέξεων. Η διατήρηση τής άποσβέσεως σέ όρισμένα όρια, ώστε νά είναι ίκανοποιητική ή ποιότητα μεταδόσεως, έπιτυγχάνεται σήμερα βασικά μέ ένισχυτές, πού τοποθετούνται όπως είδαμε στό Πρώτο Μέρος κατά μήκος τών υπεραστικών γραμμών. Γιά τή μείωση του κόστους έπιδιώκεται ή μεγαλύτερη δυνατή έκμετάλλευση του δικτύου μέ τήν ταυτόχρονη μετάδοση μέσω μιās γραμμής από δύο άγωγούς, όσο τό δυνατόν περισσοτέρων συνδιαλέξεων. Η **πολλαπλή** αυτή **τηλεφωνία** έπιτυγχάνεται μέ τή βοήθεια τών **φερουσών συστημάτων**, στα όποια τά φάσματα συχνοτήτων τών όμιλιών διαμορφώνουν στήν είσοδο τής γραμμής διαφορετικές συχνότητες (φέρουσες συχνότητες), κι' έτσι γίνεται δυνατή ή διάκρισή τους στήν έξοδο μέ άποδιαμόρφωση του λαμβανόμενου σήματος.

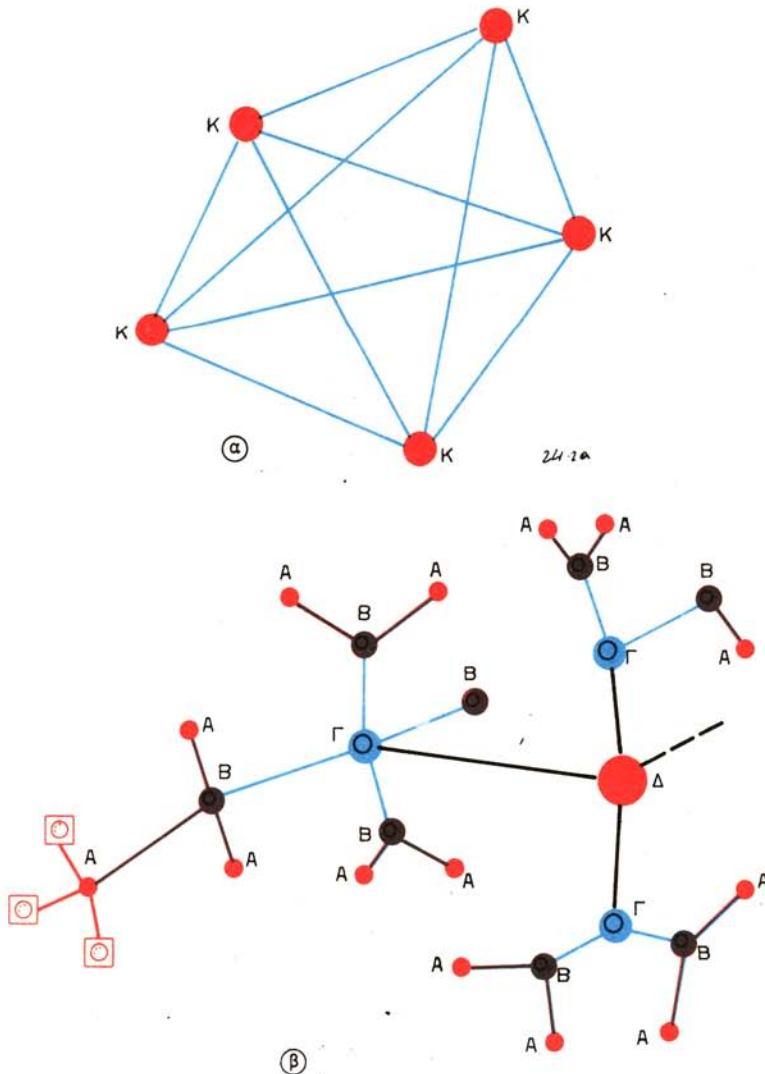
Στά έπόμενα θά μελετήσουμε άποκλειστικά τήν **αυτόματη υπεραστική τηλεφωνία**, πού παρουσιάζει σήμερα συγκριτικά μέ τή χειροκίνητη υπεραστική τηλεφωνία κατά πολύ μεγαλύτερο ένδιαφέρον.

24.2 Διαμόρφωση του δικτύου.

Η σύνδεση τών υπεραστικών κέντρων μεταξύ τους μέ τή βοήθεια υπεραστικών γραμμών μπορεί νά γίνει βασικά κατά δύο τρόπους:

Στήν **πολυγωνική σύνδεση**, τό καθένα κέντρο Κ συνδέεται κατ' εὐθείαν μέ ὅλα τά ἄλλα κέντρα. Ἐτσι, ἂν ὑπάρχουν ν κέντρα στό δίκτυο, ἀπαιτοῦνται $n(n-1)/2$ δέσμες γραμμῶν γιά τή σύνδεση [σχ. 24.2α(α)].

Στήν **ἄστεροειδή σύνδεση** ὁρισμένα κέντρα Α συνδέονται ἀκτινωτά σ' ἓνα κέντρο Β, τό κέντρο αὐτό Β συνδέεται σ' ἓνα ὑπερκείμενο κέντρο Γ, στό ὁποῖο εἶναι συνδεμένα ἀκτινωτά περισσότερα κέντρα Β, τό κέντρο Γ συνδέεται σ' ἓνα ἄλλο κέντρο Δ, κ.ο.κ. [σχ. 24.2α (β)]. Μέ αὐτό τόν τρόπο σχηματίζονται διάφορες **βαθμίδες δικτύου** καί ἡ κίνηση μεταξύ κέντρων τῆς ἴδιας βαθμίδας διεκπεραιώνεται μέσω τοῦ κέντρου τῆς ἀμέσως ἀνώτερης βαθμίδας.



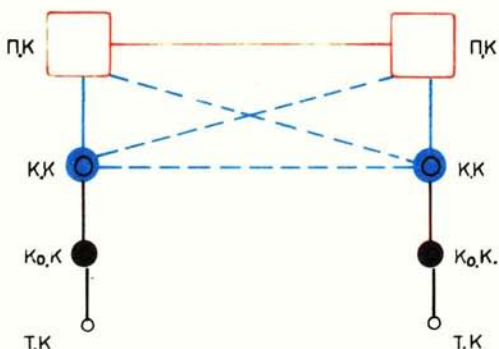
Σχ. 24.2α.

α) Πολυγωνική σύνδεση ὑπεραστικῶν κέντρων. β) Ἀστεροειδής (ἀκτινωτή) σύνδεση ὑπεραστικῶν κέντρων.

Ἡ **πολυγωνική σύνδεση** παρουσιάζει τὸ **πλεονέκτημα** ὅτι, δύο ὁποιαδήποτε κέντρα συνδέονται μὲ τὸ συντομότερο δυνατό δρόμο κι ἔτσι ἡ σύνδεση ἀποκαθίσταται ταχύτατα. Ἐπίσης ἡ ποιότητα τῶν κυκλωμάτων μπορεῖ νά εἶναι πιό χαμηλή, γιατί σέ κάθε περίπτωση ἔχομε διεκπεραίωση μόνο **τερματικῆς κινήσεως**. Μειονέκτημα τῆς συνδέσεως αὐτῆς εἶναι ὁ μεγάλος ἀριθμός γραμμῶν, πού ἀπαιτοῦνται γιά τήν κατ' εὐθείαν ἔνωση ὅλων τῶν κέντρων καί ἡ κακή ἐκμετάλλευσή τους, δοθέντος ὅτι ἀπό κάθε μία δέσμη περνᾷ μόνο ἡ ἀμοιβαία κίνηση δύο κέντρων.

Ἡ **ἀστεροειδῆς ἢ ἀκτινωτή σύνδεση** ἔχει τὸ **πλεονέκτημα** ὅτι ἀπαιτεῖ λιγότερες γραμμές δικτύου, γιατί συγκεντρώνει πολλές μικρές κινήσεις σέ ὑπερκείμενες δέσμες, στίς ὁποῖες ἡ ἐκμετάλλευσή εἶναι πολύ καλύτερη. **Μειονέκτημά** της εἶναι ὁ μακρύτερος δρόμος, πού καταλαμβάνεται γιά μία σύνδεση, καί οἱ περισσότερες ζευκτικές ἀλλά καί φερεσυχνικές διατάξεις πού παρεμβάλλονται στά ἐνδιάμεσα κέντρα. Συνέπεια τοῦ τελευταίου εἶναι αὐξημένες ἀπαιτήσεις μεταδόσεως στίς γραμμές, οἱ ὁποῖες διεκπεραιώνουν **διαβατική κίνηση**.

Στὴν πράξη, γιά νά ἀποκτηθεῖ τὸ καλύτερο οἰκονομικὸ ἀποτέλεσμα, συνδυάζονται κατὰ τὴ διαμόρφωση ἑνὸς ὑπεραστικοῦ δικτύου οἱ δύο βασικοὶ τρόποι συνδέσεως πού ἀναφέραμε. Στίς χαμηλότερες βαθμίδες τοῦ δικτύου συνδέονται τὰ κέντρα ἀκτινωτῶς, ἐνῶ στὴν ὑψηλότερη βαθμίδα συνδέονται μὲ μία πλήρη ἢ μερικὴ πολυγωνικὴ σύνδεση. Σὰν παράδειγμα ἑνὸς τέτοιου μεικτοῦ δικτύου παρουσιάζεται στὸ σχῆμα 24.2β ἡ δομὴ τοῦ ὑπεραστικοῦ δικτύου τῆς Ἑλλάδας, τὸ ὁποῖο περιλαμβάνει τέσσερις βαθμίδες κέντρων.



Σχ. 24.2β.

Δομὴ τοῦ ὑπεραστικοῦ δικτύου τῆς Ἑλλάδας.

Τὴν τελευταία βαθμίδα σχηματίζουν τὰ **τερματικά κέντρα Τ.Κ.**, πού συνδέονται ἀκτινωτῶς στά ὑπερκείμενα **κομβικά κέντρα Κο.Κ.** Ἐνα Τ.Κ. εἶναι κατὰ κανόνα τὸ ἀστικό κέντρο μιᾶς πόλεως ἢ ἑνὸς χωριοῦ. Κάθε Κο.Κ. ἐξυπηρετεῖ τὰ Τ.Κ. μιᾶς μικρῆς περιοχῆς. Εἶναι ἐγκαταστημένο στὸν ἴδιο χῶρο μὲ τὸ ἀστικό κέντρο τῆς σπουδαιότερης πόλεως τῆς περιοχῆς καί τὸ ἀστικό αὐτὸ κέντρο χαρακτηρίζεται **τερματικὸ κέντρο στὴν ἔδρα τοῦ κομβικοῦ Τ.Κ. Κο.Κ.** σέ ἀντιδιαστολή πρὸς τὰ ἄλλα Τ.Κ. τῆς περιοχῆς. Ὅλα τὰ Τ.Κ. τῆς περιοχῆς ἑνὸς Κο.Κ. συνδέονται μεταξύ τους μέσω τοῦ Τ.Κ. Κο.Κ.. Ἀπομακρυσμένες ἀπ' τὸ κέντρο ὁμάδες συνδρομητῶν εἶναι δυνατό νά συνδεθοῦν σέ ἕνα Τ.Κ. μὲ **συγκεντρωτὲς γραμμῶν Σ.Γ.** Οἱ Σ.Γ.

χρησιμεύουν στην περίπτωση αυτή για εξοικονόμηση δικτύου και θεωρούνται προέκτασή του.

Τήν επόμενη βαθμίδα σχηματίζουν τα **κύρια κέντρα Κ.Κ.** Σ' ένα Κ.Κ. είναι συνδεδεμένα άκτινωτά όλα τα κομβικά μιάς ευρύτερης περιοχής. Κάθε Κ.Κ. συνδέεται κατόπιν σ' ένα **πρωτεύον κέντρο Π.Κ.** πού ανήκει στην ανώτατη βαθμίδα και εξυπηρετεί τα Κ.Κ. μιάς μεγάλης περιοχής. Τα Π.Κ. είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους με πολυγωνική σύνδεση.

Τό δίκτυο πού περιγράψαμε αποτελεί τό λεγόμενο **βασικό δίκτυο** τής υπεραστικής τηλεφωνίας και οι γραμμές πού περιλαμβάνει ονομάζονται **κανονικές γραμμές**. Έχει τό πλεονέκτημα τής **καλής έκμεταλλεύσεως** τών γραμμών και παρέχει τή δυνατότητα μιάς **συστηματικής αριθμοδότησεως** τών κέντρων, όπως θά δοῦμε άμέσως πιό κάτω. Τό μειονέκτημα πού παρουσιάζει είναι, ότι γιά νά συνδεθούν δύο γειτονικά κέντρα, π.χ. δύο κύρια κέντρα, πού δέν ανήκουν στό ίδιο υπερεκείμενο κέντρο (δηλαδή στό ίδιο πρωτεύον), απαιτείται **λοξοδρομία** μέσω άκριβών κυκλωμάτων και ζευκτικών οργάνων. Γιά τό λόγο αυτό συμπληρώνεται τό βασικό δίκτυο μέ **κατ' εὐθείαν ζεύξεις** μεταξύ κέντρων, πού έχουν άρκετά μεγάλη άμοιβαία κίνηση και πού ή θέση τους στό δίκτυο εὐνοεί μιά τέτοια σύνδεση. Οι **κατ' εὐθείαν** αυτές ή **γεφυρωτικές ζεύξεις** παριστάνονται στό σχήμα 24.2β μέ διακομμένες γραμμές.

Κατά τή διεκπεραίωση τής κινήσεως κατευθύνεται ή σύνδεση πρώτα στίς γεφυρωτικές ζεύξεις, έφ' όσον υπάρχουν, και μόνον όταν όλα τά κυκλώματά τους είναι κατειλημμένα, οδηγείται στίς κανονικές γραμμές. Έτσι στίς τελευταίες διοχετεύεται ή **υπερροή**, τό πλεόνασμα δηλαδή τής κινήσεως τών γεφυρωτικών ζεύξεων.

24.3 Αριθμοδότηση.

Στή συνδρομητική τηλεπιογή κάθε υπεραστικό κέντρο και κατ' επέκταση ή περιοχή πού εξυπηρετεί, λαμβάνει ένα **χαρακτηριστικό αριθμό κλήσεως** ή **πρόθεμα**, πού επιλέγεται άπ' τόν καλούντα συνδρομητή πριν άπ' τόν αριθμό κλήσεως του καλούμενου και κατευθύνει τή σύνδεση μέχρι τό άστικό κέντρο, στό όποιο είναι συνδεδεμένος ό καλούμενος συνδρομητής. Ό αριθμός κλήσεως ενός συνδρομητή και ό χαρακτηριστικός αριθμός του υπεραστικού κέντρου, στό όποιο ανήκει, σχηματίζουν τόν **έθνικό συνδρομητικό αριθμό** του.

Οι χαρακτηριστικοί αριθμοί μπορούν νά διανεμηθούν στα υπεραστικά κέντρα **τυχαία** ή **συστηματικά**. Στην πρώτη περίπτωση δέν υπάρχει καμιά σχέση μεταξύ άριθμού και θέσεως του κέντρου μέσα στό δίκτυο. Ό χαρακτηριστικός αριθμός πρέπει νά **ληφθεί όλόκληρος** κατά τήν άποκατάσταση τής συνδέσεως στό υπεραστικό κέντρο του καλούντος, νά μεταφραστεί σέ διαδρομή πού θά ακολουθηθεί και **κατόπιν** ν' άρχίσει ή σύνδεση. Στην δεύτερη περίπτωση ό χαρακτηριστικός αριθμός αντιπροσωπεύει τή **δομή** του δικτύου. Τό πρώτο του ψηφίο χαρακτηρίζει τήν περιοχή του υπεραστικού κέντρου τής ανώτατης βαθμίδας, τό δεύτερο ψηφίο ένα όρισμένο τμήμα αυτής τής περιοχής, τό τρίτο ψηφίο ένα όρισμένο τμήμα του προηγούμενου τμήματος, κ.ο.κ.

Η **συστηματική αριθμοδότηση** άπαιτεί προγραμματισμό στην κατασκευή του

δικτύου καί πρόβλεψη γιά τή δημιουργία μελλοντικῶν κέντρων, ἀντ' αὐτοῦ ὅμως ὁδηγεῖ σέ ἀπλές καί φτηνές διατάξεις δρομολογήσεως τῆς συνδέσεως, γιατί κάθε ψηφίο χαρακτηρίζει μιά ὀρισμένη κατεύθυνση στό δίκτυο. Παράδειγμα συστηματικῆς ἀριθμοδοτήσεως δίνει τό ὑπεραστικό δίκτυο τῆς Ἑλλάδας, πού περιγράψαμε προηγουμένως.

Ἡ χώρα ἔχει διαιρεθεῖ σέ ὀκτώ μεγάλες περιοχές, πού ἐξυπηρετοῦνται ἀπό Π.Κ. μέ τά ἐξῆς **πρώτα** ψηφία τοῦ χαρακτηριστικοῦ ἀριθμοῦ:

Ἀθήνα	1
Λοιπή περιοχή Ἀθηνῶν	2
Θεσσαλονίκη	3
Λάρισα	4
Καβάλα	5
Πάτρα	6
Τρίπολη	7
Ἡράκλειο	8

Γιά τήν αὐτόματη ἐξυπηρέτηση τῆς Κύπρου ἔχει χορηγηθεῖ προσωρινά τό ψηφίο 9 στό πρωτεύον κέντρο τῆς Λευκωσίας.

Τό δεύτερο ψηφίο τοῦ χαρακτηριστικοῦ ἀριθμοῦ προσδιορίζει ἓνα Κ.Κ. τοῦ Π.Κ., τό τρίτο ψηφίο ἓνα Κο.Κ. τοῦ Κ.Κ. Τό χαρακτηριστικό ψηφίο ἑνός Τ.Κ. εἶναι **ἐνσωματωμένο** στόν ἀριθμό κλήσεως τῶν συνδρομητῶν καί βρίσκεται στήν ἀρχή τοῦ ἀριθμοῦ αὐτοῦ.

Τό ἀστικό κέντρο τῆς **Βολισσοῦ**, π.χ. στή νῆσο **Χίο** εἶναι ἓνα Τ.Κ. μέ χαρακτηριστικό ψηφίο τό 3 (σχ. 24.3). Τό ψηφίο αὐτό βρίσκεται στήν πρώτη θέση ὅλων τῶν ἀστικῶν ἀριθμῶν τῆς Βολισσοῦ (Ἀριθμοί κλήσεως, π.χ. 31261, 31307 κ.ο.κ.). Τό πρόθεμα τῆς Βολισσοῦ εἶναι 272. Ὁ ἀριθμός αὐτός εἶναι ἐπίσης πρόθεμα τῶν **Καρδαμύλων** πού ἔχουν χαρακτηριστικό ψηφίο τό 2 καί τῶν **Οἰνουσσῶν** μέ χαρακτηριστικό ψηφίο τό 5, εἶναι δηλαδή ὁ χαρακτηριστικός ἀριθμός τῆς περιοχῆς τοῦ Κο.Κ. 272, στό ὁποῖο εἶναι συνδεμένα τά τρία Τ.Κ. Βολισσός, Καρδάμυλα καί Οἰνούσες. Τό Κο.Κ. 272 εἶναι ἐγκαταστημένο στά Καρδάμυλα (τό Τ.Κ. Καρδαμύλων εἶναι δηλαδή Τ.Κ. Κο.Κ. καί εἶναι συνδεμένο στό Κ.Κ. 27 τῆς Χίου. Ἡ Χίος εἶναι συνδεμένη μέ τή σειρά τῆς στό Π.Κ. 2 τῶν Ἀθηνῶν.

Γιά νά κατευθυνθεῖ ἐπομένως μιά κλήση πρὸς ὁποιοδήποτε ἀστικό κέντρο τῆς χώρας, πρέπει νά ἐπιλεγεῖ πρὶν ἀπ' τό συνδρομητικό ἀριθμό ἓνας τριψήφιος χαρακτηριστικός ἀριθμός (τό πρόθεμα τοῦ Κο.Κ.), στό ὁποῖο ἀνήκει τό ἀστικό κέντρο. Κατ' ἐξαίρεση τά μεγάλα ἀστικά κέντρα καί ἀστικά συγκροτήματα τῶν πόλεων, στίς ὁποῖες εἶναι ἐγκαταστημένα τά Π.Κ., καλοῦνται μέ συντμημένους χαρακτηριστικούς ἀριθμούς. Τό ἀστικό δίκτυο τῶν Ἀθηνῶν π.χ. μέ τό πρόθεμα 1 τῶν Πατρῶν μέ 61 κ.ο.κ. Μέ τήν ἀριθμοδότηση αὐτή βέβαια, δέν μποροῦν νά συνδεθοῦν Κ.Κ. στό Π.Κ. 1 τῶν Ἀθηνῶν, οὔτε νά δοθεῖ τό ψηφίο 1 σέ ἓνα Κ.Κ. στά ὑ-

πόλοιπα Π.Κ. της χώρας. Έπιτυγχάνεται όμως **συντόμευση** στην αποκατάσταση της συνδέσεως και μείωση της **«έπιλογικής εργασίας»**, πού καταβάλλει ο συνδρομητής. Καί τά δύο αυτά πλεονεκτήματα δέν είναι μικρά, αν ληφθεῖ υπόψη, ὅτι στά μεγάλα κέντρα κατευθύνεται ὁ κύριος ὄγκος τῶν ὑπεραστικῶν συνδιαλέξεων. Ἀκόμα ἐπιτυγχάνεται μείωση τοῦ συνολικοῦ ἀριθμοῦ τῶν ψηφίων τοῦ ἐθνικοῦ συνδρομητικοῦ ἀριθμοῦ, ὁ ὁποῖος δέν πρέπει νά εἶναι μεγαλύτερος ἀπό 11 σύμφωνα μέ τίς προδιαγραφές - συστάσεις τῆς CCITT, γιά νά μποροῦν νά πραγματοποιοῦνται σήμερα αὐτόματες διεθνεῖς συνδέσεις.



Σχ. 24.3.

Παράδειγμα ἀριθμοδότησεως τερματικῶν κέντρων.

Δοθέντος ὅτι μέ συντμημένους χαρακτηριστικούς ἀριθμούς καλοῦνται μεταξύ τους καί τά **χειροκίνητα ὑπεραστικά κέντρα** πού βρίσκονται στήν ἔδρα τῶν Π.Κ. καί Κ.Κ. (διψήφιοι καί τριψήφιοι ἀριθμοί μέ τό 0 στό τέλος, π.χ. Χ.Υ.Κ. Ἀθηνῶν 20, Χ.Υ.Κ. Λαμίας 230), περιορίζεται σέ ὀκτώ ὁ ἀριθμός τῶν Κ.Κ., πού μποροῦν νά συνδεθοῦν σ' ἓνα Π.Κ. καί σέ 9 ὁ ἀριθμός τῶν Κο.Κ. πού μποροῦν νά συνδεθοῦν σ' ἓνα Κ.Κ. Ὁ μέγιστος ἀριθμός τῶν Π.Κ. μέ μονοψήφιο χαρακτηριστικό ἀριθμό εἶναι ἑννέα, γιατί τό 0 χρησιμοποιεῖται γιά τή διάκριση τῆς διεθνοῦς κινήσεως.

Ἡ σχέση τοῦ χαρακτηριστικοῦ ἀριθμοῦ τῶν ὑπεραστικῶν κέντρων πρὸς τόν ἀριθμό κλήσεως τῶν συνδρομητῶν καθορίζει δύο διαφορετικούς τρόπους ἀριθμοδότησεως: Τήν **ἀνοικτή** καί τήν **καλυμμένη** ἀριθμοδότηση.

Στήν **ἀνοικτή ἀριθμοδότηση** ἐπιλέγεται ὁ χαρακτηριστικός ἀριθμός μόνο στίς ὑπεραστικές κλήσεις. Ὁ συνδρομητής πρέπει νά γνωρίζει τό ὑπεραστικό κέντρο, στό ὁποῖο ἀνήκει ὁ καλούμενος συνδρομητής. Γιά τή διάκριση τῆς ὑπεραστικῆς ἀπό τήν ἀστική κίνηση ἐπιλέγεται σ' αὐτή τήν περίπτωση ἓνα χαρακτηριστικό ψηφίο στήν ἀρχή τοῦ χαρακτηριστικοῦ ἀριθμοῦ, συνήθως τό μηδέν.

Στήν **καλυμμένη ἀριθμοδότηση** ὁ χαρακτηριστικός ἀριθμός τῶν ὑπεραστικῶν κέντρων εἶναι ἑνσωματωμένος στόν ἀριθμό κλήσεως τῶν συνδρομητῶν καί ἐπιλέγεται πάντοτε στήν ἀρχή τόσο τῶν **ὑπεραστικῶν**, ὅσο καί τῶν **ἀστικῶν** συνδιαλέξεων. Ὁ συνδρομητής δέν χρειάζεται νά γνωρίζει τό ὑπεραστικό κέντρο τοῦ κα-

λούμενου συνδρομητή, καταβάλλει όμως πολύ περισσότερη «έπιλογική εργασία» στις αστικές κλήσεις (δηλαδή στο 80% όλων των κλήσεων). Καλυμμένη αριθμοδότηση στο ελληνικό δίκτυο έχουμε μόνο στις περιοχές των Κο.Κ. Ο χαρακτηριστικός αριθμός των Τ.Κ. είναι, όπως είδαμε, ένσωματωμένος στους συνδρομητικούς αριθμούς και επιλέγεται και στις αστικές κλήσεις των Τ.Κ. Στην περιοχή του Κο.Κ. 272, π.χ. που αναφέραμε προηγουμένως, έχουμε καλυμμένη αριθμοδότηση. Τα χαρακτηριστικά ψηφία 2, 3 και 5 των τριών Τ.Κ. της περιοχής επιλέγονται και στις αστικές κλήσεις.

Όλοι οι έθνικοί συνδρομητικοί αριθμοί στην Ελλάδα προβλέπεται να περιλαμβάνουν μετά την ολοκλήρωση του υπεραστικού δικτύου 8 ψηφία. Έτσι τα αστικά δίκτυα στην έδρα των Π.Κ. (που έχουν διψήφιους χαρακτηριστικούς αριθμούς) θα περιλαμβάνουν 6ψηφίους συνδρομητικούς αριθμούς, ενώ τα αστικά δίκτυα στην έδρα των Κ.Κ. καθώς και όλα τα αστικά δίκτυα στις περιοχές των Κο.Κ. (που έχουν 3ψηφίους χαρακτηριστικούς αριθμούς) θα περιλαμβάνουν 5ψηφίους συνδρομητικούς αριθμούς. Έξαιρηση θα αποτελεί το αστικό δίκτυο των Αθηνών με 7ψηφίους συνδρομητικούς αριθμούς. Στο Π.Κ. Αθηνών έχει ήδη δοθεί γι' αυτό το λόγο μονοψήφιος χαρακτηριστικός αριθμός (τό 1) αντί του παλαιού διψήφιου 21.

24.4 Τηλεπιλογικό σύστημα.

Η αποκατάσταση της συνδέσεως μεταξύ καλούντος και καλούμενου συνδρομητή στη συνδρομητική τηλεπιλογή πραγματοποιείται στα υπεραστικά κέντρα με διατάξεις, που επεξεργάζονται τα ψηφία του χαρακτηριστικού αριθμού. Οι διατάξεις των διαφόρων υπεραστικών κέντρων συνεργάζονται στενά μεταξύ τους και αποτελούν το λεγόμενο **τηλεπιλογικό σύστημα**. Η τεχνική του συστήματος αυτού προσαρμόζεται κατά το δυνατόν στην τεχνική των αστικών κέντρων που εξυπηρετεί.

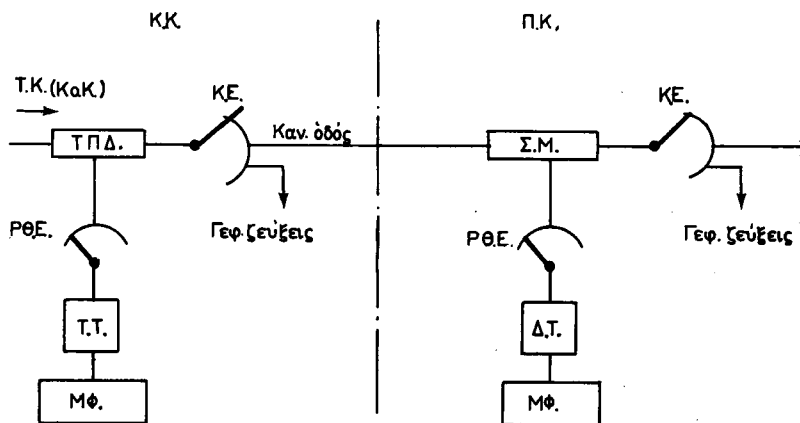
Απ' το πλήθος των λειτουργιών, που εκτελεί ένα τηλεπιλογικό σύστημα, θα εξετάσουμε στα επόμενα τις δύο σπουδαιότερες λειτουργίες: τη **δρομολόγηση της συνδέσεως** και την **τελοχρέωση της συνδιαλέξεως**.

α) Δρομολόγηση.

Οι διατάξεις της δρομολογήσεως έχουν σαν έργο τους τον προσδιορισμό του ευνοϊκότερου δρόμου, που πρέπει να ακολουθηθεί για την πραγματοποίηση της συνδέσεως. Το σχήμα 24.4 δείχνει τις βασικές διατάξεις του τηλεπιλογικού συστήματος της Ελλάδας. Οι διατάξεις δρομολογήσεως είναι εγκαταστημένες στα κύρια και πρωτεύοντα κέντρα.

Όταν επιλέξει ο συνδρομητής ενός Τ.Κ. (που δεν είναι στην έδρα άλλου Α.Υ.Κ.) το διακριτικό ψηφίο της υπεραστικής επιλογής, κατευθύνεται ο Ι.Ο.Ε. του Τ.Κ. Κο.Κ. στο οποίο βρίσκονται εγκαταστημένοι οι Ι.Ο.Ε. των Τ.Κ. στη δεκάδα, όπου είναι συνδεδεμένες οι απερχόμενες γραμμές και οι διατάξεις προς το **κύριο κέντρο Κ.Κ.** της περιοχής του. Σε κάθε εισερχόμενη γραμμή στο Κ.Κ. βρίσκεται μόνιμα συνδεδεμένη μία ειδική διάταξη, ο **τελοπαλμοδότης** (ΤΠΔ.). Ο τελοπαλμοδότης περιλαμβάνει

μεταξύ άλλων ένα **παλμοεπιαναλήπτη**, πού λαμβάνει καί ένταμιεύει τίς παλμοσειρές πού αποστέλλει ό συνδρομητής μέ τόν επιλογικό του δίσκο, δηλαδή τό χαρακτηριστικό αριθμό του υπεραστικού κέντρου καί τόν αριθμό κλήσεως του καλούμενου συνδρομητή.



24.4.

Βασικές διατάξεις του τηλεπικοινωνιακού συστήματος της Ελλάδας.

Άμεσως μετά τή λήψη του πρώτου ψηφίου του χαρακτηριστικού αριθμού, καταλαμβάνει ό τελοπαλμοδότης μέσω του επιλογέα ΡΘ.Ε. (ρωσθηροθηρευτικού επιλογέα) ένα ελεύθερο **τοπικό ταμιευτή Τ.Τ.** καί του μεταβιβάζει διαδοχικά τά δύο ή τρία πρώτα ψηφία του χαρακτηριστικού αριθμού, δηλαδή τά ψηφία πρωτεύοντος, κύριου καί κομβικού κέντρου. Τό ψηφίο του τερματικού κέντρου καί τά υπόλοιπα ψηφία του αριθμού κλήσεως του συνδρομητή παραμένουν ένταμιευμένα στον παλμοεπιαναλήπτη, μέχρι νά φθάσει ή σύνδεση στον οδικό επιλογέα του κομβικού κέντρου του καλούμενου.

Ό Τ.Τ. καταλαμβάνει στή συνέχεια τό **Μεταφραστική Μ.Φ.** του Κ.Κ. Ό μεταφραστής είναι κεντρική διάταξη. Κάθε Κ.Κ. περιλαμβάνει ένα κύριο μεταφραστή καί ένα εφεδρικό καί από τά ψηφία του χαρακτηριστικού αριθμού, πού θέτει στή διάθεσή του ό Τ.Τ., προσδιορίζει τήν κατεύθυνση (έξόδους) του **κατευθυντικού επιλογέα Κ.Ε.**, τά ψηφία του χαρακτηριστικού αριθμού, πού πρέπει νά σταλούν στήν κατεύθυνση αυτή, τή ζώνη χρεώσεως καί, επίσης, αν ακολουθούν διαβατικοί ταμιευτές. Τούς προσδιορισμούς αυτούς έκτελεί ό μεταφραστής ταχύτητα, σέ 60 ως 100 ms καί άφού μεταβιβάζει τό πόρισμά του στον Τ.Τ., αποσυνδέεται γιά νά έξυπηρετήσει άλλες κλήσεις.

Ό πληροφορία τής **ζώνης χρεώσεως** μεταβιβάζεται από τόν Τ.Τ. στον τελοπαλμοδότη, ό όποιος τοποθετείται μέσω ενός επιλογέα σέ ανάλογο μέ τή χρέωση **ρυθμό**, πού θά αποστέλλονται οι χρεωστικοί παλμοί στό μετρητή του καλούντος συνδρομητή από τή στιγμή πού θά άπαντήσει ό καλούμενος. Μέ τήν πληροφορία τής **κατεύθυνσεως** τοποθετείται ό κατευθυντικός επιλογέας στήν κατάλληλη έξοδο καί άναζητεί έδώ μιάν ελεύθερη γραμμή. Πρώτα έλέγχονται οι γεφυρωτικές ζεύξεις άρχίζοντας άπ' τή δέσμη πού οδηγεί κατ' εύθειαν στό Κ.Κ. προορισμού. Άν δέν υπάρχει γεφυρωτική ζεύξη πρός τό Κ.Κ. προορισμού ή όλες οι γραμμές τής ζεύξεως αυτής είναι κατειλημμένες, έλέγχεται στή συνέχεια ή δέσμη πού οδηγεί στό πλησιέστερο πρός τό Κ.Κ. προορισμού υπερκείμενο υπεραστικό κέντρο, δηλαδή στό Π.Κ. προορισμού ή σέ κάποιο άλλο ένδιάμεσο Π.Κ., πού έξυπηρετεί κατάλληλα τό Κ.Κ. προορισμού.

Έφ' όσον καταλάβει ό Κ.Ε. μιά γραμμή, πού άνήκει σέ γεφυρωτική ζεύξη, αποστέλλονται άπ' τόν Τ.Τ. μέ παλμοσειρές τά ψηφία του χαρακτηριστικού αριθμού πού χρειάζονται γιά νά φθάσει ή σύνδεση μέχρι τό Κο.Κ. του καλούμενου συνδρομητή. Πρέπει νά σημειωθεί, ότι οι είσερχόμενες αυτές γραμμές οδηγούν στήν είσοδο οδικών επιλογέων του Κ.Κ. καί του Π.Κ. (τών Κ.Ο.Ε. καί Π.Ο.Ε. αντίστοιχα).

Ἄν δέν ὑπάρχει ἡ δέν βρεθεῖ ἐλεύθερη γραμμὴ πρὸς τὸ Κ.Κ. καὶ Π.Κ. προορισμοῦ, ἀναζητεῖ ὁ Κ.Ε. μιάν ἐλεύθερη γραμμὴ στὴν **κανονικὴ ὁδὸ**, πού ὁδηγεῖ στοῦ ὑπερκείμενου Π.Κ. τοῦ καλοῦντος συνδρομητῆ. Μιά τέτοια γραμμὴ ἔχει στοῦ τέρμα της, δηλαδή στὴν εἴσοδο τοῦ Π.Κ., ἓνα **συνδυακτικὸ Μεταφορὰ Σ.Μ.** πού εἶναι βασικά ὁμοία διάταξη μέ τὸν Τ.Π.Δ., μόνο πού δέν ἀποστέλλει χρεωστικούς παλμούς. Ὁ Σ.Μ. καταλαμβάνει μέσω τοῦ ΡΘ.Ε. ἓνα **διαβατικὸ ταμειωτὴ Δ.Τ.** Ὁ Δ.Τ. εἶναι ὁμοιος μέ τὸν Τ.Τ., ἀλλὰ δέν ἀσχολεῖται μέ τὸν προσδιορισμὸ τῆς ζώνης χρεώσεως. Ὁ Τ.Τ. μεταβιβάζει στοῦ Δ.Τ. τὸ χαρακτηριστικὸ ἀριθμὸ καὶ ἀποσυνδέεται.

Ὁ Δ.Τ. συνεργάζεται στὴ συνέχεια μέ τὸν Μφ. τοῦ Π.Κ. γιὰ τὸν προσδιορισμὸ τῆς κατευθύνσεως καὶ τὴν τοποθέτηση τοῦ Κ.Ε. στὴν κατάλληλη ἑξοδό. Ὁ Κ.Ε. τώρα τοῦ Π.Κ. δοκιμάζει πρῶτα τὶς ἐξόδους, πού ἀνήκουν στὴ δέσμη πού ὁδηγεῖ στοῦ Κ.Κ. προορισμοῦ. Ἄν δέν ὑπάρχει τέτοια δέσμη ἡ ὅλες οἱ γραμμὲς της εἶναι κατελιγμμένες, δοκιμάζει τὴ δέσμη πού ὁδηγεῖ στοῦ Π.Κ. προορισμοῦ. Ἡ διαδικασία εἶναι καὶ ἐδῶ ἀνάλογη, μέ ἐκείνη πού περιγράψαμε προηγουμένως.

Ὅταν φθάσει ἡ σύνδεση τελικά στοῦ Κ.Κ. τοῦ προορισμοῦ ἀποστέλλεται ἀπὸ ἐδῶ στοῦν τελοπαλμοδότῃ τοῦ ἀρχικοῦ Κ.Κ. ἓνα σῆμα, πού προκαλεῖ τὴν **ἐκταμίευση** τοῦ ἀριθμοῦ κλήσεως τοῦ συνδρομητῆ σὲ μορφὴ παλμοσειρῶν. Οἱ παλμοσειρές αὐτές ὁδηγοῦν τὴ σύνδεση μέχρι τὸν καλούμενο συνδρομητῆ.

Ἡ ἀπόλυση τῆς συνδέσεως προκαλεῖται ἀπὸ τὸν τελοπαλμοδότῃ, ὅταν ἀποθέσει τὸ μικροτηλέφωνο τοῦ ὁ καλῶν συνδρομητῆς. Ἄν διακόψει τὴ σύνδεση ὁ καλούμενος, ἀποστέλλεται στοῦν τελοπαλμοδότῃ πρὸς τὰ πίσω τὸ σῆμα πέρατος, τὸ ὁποῖο προκαλεῖ τὴν ἀπόλυση τῆς συνδέσεως μετὰ παρέλευση 1 ὡς 2 λεπτῶν.

Ἡ τηλεφωνήτρια τοῦ χειροκίνητου ὑπεραστικῷ κέντρου εἰσέρχεται στοῦ αὐτόματο ὑπεραστικὸ δίκτυο μέσω ἑνὸς συνδυακτικοῦ μεταφορέα, πού δέν ἔχει τελοπαλμοδότῃ, ἐπειδὴ τὴ χρέωση τῆς συνδιαλέξεως ἐκτελεῖ ἡ ἴδια.

β) Τελοχρέωση.

Ὅπως στίς ἀστικές συνδιαλέξεις ἔτσι καὶ στίς ὑπεραστικές καταβάλλεται ἀπὸ τὸν καλοῦντα συνδρομητῆ ὁρισμένο τέλος γιὰ κάθε πραγματοποιούμενη συνδιάλεξη. Ἐνῶ ὅμως στὴν ἀστικὴ τηλεφωνία τὸ τέλος αὐτὸ εἶναι σταθερὸ καὶ ἀνεξάρτητο ἀπὸ τὴ διάρκεια τῆς συνδιαλέξεως, στὴν ὑπεραστικὴ τηλεφωνία, ἐξ αἰτίας τοῦ ὑψηλοῦ κόστους τῶν κυκλωμάτων καὶ τῶν ἐγκαταστάσεων, τὸ τέλος ὑπολογίζεται ἀνάλογα μέ τὴ **διάρκεια** τῆς συνδιαλέξεως καὶ τὴν **ἀπόσταση** τῶν ὑπεραστικῶν κέντρων.

Ὑπάρχουν βασικά δύο τρόποι καταγραφῆς τῶν πραγματοποιουμένων ὑπεραστικῶν συνδιαλέξεων:

Ἡ **κεντρικὴ χρέωση** μέ μηχανὴ **ὑπολογισμοῦ** καὶ **ἐκτυπώσεως** τῶν τελῶν καὶ ἡ **ἀτομικὴ πολλαπλὴ χρέωση** μέ παλμοσειρές στοῦ μετρητῆ τοῦ καλοῦντος συνδρομητῆ. Στὴν κεντρικὴ χρέωση τὸ τέλος προσδιορίζεται αὐτόματα ἀπὸ κεντρικὲς διατάξεις, στίς ὁποῖες μεταβιβάζονται τὰ ἀπαραίτητα στοιχεῖα (χρόνος πραγματοποιήσεως τῆς συνδιαλέξεως, διάρκεια, ἀριθμὸς καλοῦντος καὶ καλούμενου συνδρομητῆ κ.ο.κ.). Τὰ στοιχεῖα αὐτὰ ἐκτυπώνονται ἀπὸ τὴ μηχανὴ μαζί μέ τὸ ἀντίστοιχο τέλος καὶ ἀποστέλλονται στοῦ συνδρομητῆ μέ τὸ λογαριασμὸ, ὅπως καὶ στίς χειροκίνητες ὑπεραστικές συνδιαλέξεις.

Στὴν **ἀτομικὴ πολλαπλὴ χρέωση** καταγράφονται οἱ ὑπεραστικές συνδιαλέξεις στοῦν ἴδιον συνδρομητικὸ μετρητῆ, πού καταγράφονται καὶ οἱ ἀστικές συνδιαλέξεις, μέ τὴ βοήθεια παλμοσειρῶν. Τὸ τέλος μιᾶς ὑπεραστικῆς συνδιαλέξεως εἶναι στὴν περίπτωσιν αὕτη **πολλαπλάσιο** τοῦ ἀστικοῦ τέλους.

Διακρίνομε δύο μεθόδους πολλαπλῆς χρεώσεως κατὰ τὴ **διάρκεια** τῆς συνδιαλέξεως: Στὴν **ἀθροιστικὴ μέθοδο** μεταβιβάζονται οἱ χρεωστικοὶ παλμοὶ στοῦ μετρητῆ συγκεντρωτικά ἀνὰ ὁρισμένα χρονικά διαστήματα, π.χ. ἀνὰ 1 ἢ 3 λεπτά. Στὴ **μονοπαλμικὴ** μέθοδο μεταβιβάζεται ὅσο διαρκεῖ ἡ συνδιά-

λεξη ανά κανονικά χρονικά διαστήματα από *ένος* παλμός. Ο *ρυθμός* αποστολής των παλμών προσδιορίζεται σ' αυτή την περίπτωση ανάλογα με την απόσταση των υπεραστικών κέντρων.

Η απόσταση των κέντρων υπολογίζεται κατά *ζώνες χρεώσεως*. Όλα π.χ. τα υπεραστικά κέντρα, που βρίσκονται μεταξύ 21 και 30 χιλ. από το υπεραστικό κέντρο πού λαμβάνεται σάν άρχή μετρήσεως της αποστάσεως (κομβικό ή κύριο κέντρο), ανήκουν στην ίδια ζώνη και έχουν τό ίδιο τέλος, τά κέντρα μεταξύ 31 και 45 χιλ. σέ άλλη ζώνη κ.ο.κ. Στο ελληνικό δίκτυο ή απόσταση υπολογίζεται μεταξύ των κομβικών κέντρων καλοῦντος καί καλούμενου συνδρομητή. Τό κομβικό κέντρο στήν έδρα ενός Α.Υ.Κ. [Κο.Κ. Κ.Κ. ή Κο.Κ. Π.Κ.] όνομάζεται ειδικότερα *διαβιβαστικό κέντρο Δ/Β.Κ.* Στήν περιοχή κάθε κομβικού καί Δ/Β. κέντρου χρεώνεται *μία* άστική μονάδα γιά κάθε συνδιάλεξη από τερματικό σέ τερματικό κέντρο.

Η *κεντρική χρέωση* έχει γενικά τό πλεονέκτημα, ότι παρέχει στό συνδρομητή λεπτομερή στοιχεία γιά τίς υπεραστικές συνδιαλέξεις πού εκτελεί, ή πραγματοποίησή της όμως άπαιτεί μεγάλες δαπάνες. Η *πολλαπλή χρέωση* στό συνδρομητικό μετρητή παρουσιάζει τό μειονέκτημα ότι δέν επιτρέπει τή διάκριση των άστικών από τίς υπεραστικές συνδιαλέξεις. Άντ' αὐτοῦ όμως άπαιτεί ελάχιστες δαπάνες κι επίσης δίνει τή δυνατότητα μιάς *δμεσης ένδειξεως τοῦ τέλους* κατά τή διάρκεια τής συνδιαλέξεως, πού δέν εἶναι δυνατή στήν κεντρική χρέωση. Στήν Ελλάδα, όπως καί στίς περισσότερες χώρες, εφαρμόζεται ή πολλαπλή χρέωση στό συνδρομητικό μετρητή.

Ός πρός τήν *τιμολόγηση* των συνδιαλέξεων πρέπει νά σημειώσουμε ότι τή νύκτα ισχύει ιδιαίτερο μειωμένο τιμολόγιο γιά τήν υπεραστική επικοινωνία πλην τής διέθνους. Η μείωση επιτυγχάνεται αυτόματα μέ μεταβολή τοῦ ρυθμοῦ των παλμών κατά ζώνη, πού αποστέλλονται στό συνδρομητικό μετρητή. Μιά υπεραστική συνδιάλεξη όμως, πού άρχισε πρίν άπ' τή μεταβολή τοῦ τιμολογίου, θά χρεωθεί μέ τό ὑψηλότερο τιμολόγιο, γιατί δέν μπορεί νά αλλάξει ή άρχική ρύθμιση τοῦ ΤΠΔ.

24.5 Διεθνής Τηλεφωνία.

Γιά τήν πραγματοποίηση αὐτομάτων διεθνών συνδιαλέξεων συνδέονται τά αὐτόματα έθνικά υπεραστικά δίκτυα μεταξύ τους μέ κατάλληλες γραμμές καί διατάξεις καί σχηματίζουν ένα ένιαίο αὐτόματο *διεθνές δίκτυο*. Συγκεκριμένα, σέ κάθε χώρα δημιουργείται ένα αὐτόματο *διεθνές υπεραστικό κέντρο*, μέσω τοῦ οποιου διεκπεραιώνεται ή εἰσερχόμενη καί ἐξερχόμενη διεθνής κίνηση τής χώρας. Τό κέντρο αὐτό συνδέεται κατ' εὐθείαν μέ τά διεθνή κέντρα των άλλων χωρῶν. Τό διεθνές υπεραστικό κέντρο τής Ελλάδας βρίσκεται στήν Ἀθήνα, ἐγκαταστημένο στό πολυόροφο κτήριο τοῦ ΟΤΕ στήν οδό 3ης Σεπτεμβρίου.

Γιά τήν καλύτερη ἐκμετάλλευση τοῦ διεθνούς δικτύου προβλέπεται ή δημιουργία στό μέλλον διαφόρων βαθμίδων διεθνών υπεραστικών κέντρων (διαβιβαστικά κέντρα 1ης, 2ης καί 3ης τάξεως ή CT1, CT2, CT3*) μέ άστεροειδή σύνδεση των κανονικών οδῶν, όπως στά έθνικά υπεραστικά δίκτυα. Μόνο τά διεθνή κέντρα τής άνωτάτης βαθμίδας θά εἶναι πολυγωνικά συνδεμένα μεταξύ τους. Ἐκτός άπ' τίς κανονικές οδούς θά χρησιμοποιούνται εὐρύτατα γεφυρωτικές ζεύξεις γιά τήν κατ' εὐθείαν διεκπεραίωση τής κινήσεως μεταξύ δύο χωρῶν.

* CT = Centre de transit = Διαβιβαστικό κέντρο

Ἡ διάκριση τῶν διεθνῶν κλήσεων ἀπ' τῆς ἀστικές καί τῆς ἐθνικές ὑπεραστικές κλήσεις πραγματοποιεῖται μέ τήν ἐπιλογή τῶν ψηφίων ΟΟ. Μέ τό πρῶτο ψηφίο Ο κατευθύνεται ὁ Ι.Ο.Ε. τοῦ ἀστικοῦ κέντρου στήν ἐξοδο Ο, στήν ὁποία εἶναι συνδεδεμένες οἱ ὑπεραστικές γραμμές καί οἱ διατάξεις τοῦ Κ.Κ. ἢ τοῦ Π.Κ. τῆς περιοχῆς τοῦ καλοῦντος. Ἀπό τό δεύτερο ψηφίο Ο, πού φθάνει μέσω τοῦ ΤΠΔ. στόν Τ.Τ., διαπιστώνει ὁ Μφ. τοῦ Α.Υ.Κ. ὅτι ἡ σύνδεση εἶναι διεθνῆς καί τήν κατευθύνει στό ἐπόμενο ὑπερκείμενο ὑπεραστικό κέντρο (ἀν ξεκινήσαμε ἀπό Κ.Κ.). Ἀπό ἐκεῖ ἡ σύνδεση ὁδηγεῖται στό διεθνές ὑπεραστικό κέντρο.

Στό διεθνές κέντρο βρίσκονται οἱ διατάξεις γιά τή **δρομολόγηση** τῆς συνδέσεως στό διεθνές δίκτυο καί γιά τή χρέωση τῆς συνδιαλέξεως (τελοπαλμοδότες, ταμειυτές, μεταφραστές, κατευθυντικοί ἐπιλογεῖς, κλπ). Ἡ δρομολόγηση καί ὁ προσδιορισμός τῆς ζώνης χρεώσεως ἐπιτυγχάνεται μέ τή βοήθεια ἑνός ἰδιαίτερου χαρακτηριστικοῦ ἀριθμοῦ, πού ἔχει δοθεῖ σέ κάθε χώρα (στήν Ἑλλάδα, π.χ. ὁ ἀριθμός 30, στή Γερμανία ὁ ἀριθμός 49 κ.ο.κ.). Ὁ ἀριθμός αὐτός ἐπιλέγεται μετά τό πρόθεμα ΟΟ καί πρίν ἀπ' τόν ἐθνικό συνδρομητικό ἀριθμό τοῦ καλούμενου συνδρομητῆ. Χαρακτηριστικός ἀριθμός καί ἐθνικός συνδρομητικός ἀριθμός μεταβιβάζονται ἀπ' τόν τελοπαλμοδότη καί τόν τοπικό ταμειυτή τοῦ ὑπεραστικοῦ κέντρου τοῦ καλοῦντος στό διεθνές κέντρο, ὅπου ἐνταμιεύονται σέ κατάλληλες διατάξεις. Ὃταν ἡ σύνδεση φθάσει στό διεθνές κέντρο προορισμοῦ, ἀποστέλλεται σέ τοῦτο ὁ ἐθνικός συνδρομητικός ἀριθμός καί μέ τή βοήθειά του καθοδηγεῖται ἡ σύνδεση μέχρι τόν καλούμενο συνδρομητή μέσω τοῦ ἐθνικοῦ ὑπεραστικοῦ δικτύου τῆς ξένης χώρας.

Ἡ **τελοχρέωση** τῶν διεθνῶν συνδιαλέξεων μπορεῖ νά εἶναι κεντρική ἢ ἀτομική, ὅπως στίς ἐθνικές ὑπεραστικές κλήσεις. Κατά κανόνα ἀκολουθεῖται στή διεθνή τηλεφωνία μιᾶς χώρας ἡ μέθοδος χρεώσεως τῆς ἐθνικῆς ὑπεραστικῆς τῆς τηλεφωνίας. Στήν Ἑλλάδα, π.χ. χρεώνονται καί οἱ διεθνεῖς συνδιαλέξεις στό συνδρομητικό μετρητή μαζί μέ τῆς ἀστικές καί τῆς ἐθνικές ὑπεραστικές συνδιαλέξεις, σύμφωνα μέ τή μονοπαλμική μέθοδο. Οἱ χρεωστικοί παλμοί μεταβιβάζονται στό συνδρομητικό μετρητή ἀπ' τό διεθνή τελοπαλμοδότη, πού βρίσκεται σέ κάθε εἰσερχόμενη γραμμή τοῦ διεθνοῦς κέντρου Ἀθηνῶν. Ὑπενθυμίζεται ὅτι στή διεθνή τηλεφωνία δέν γίνεται μείωση τοῦ τιμολογίου κατά τή νύκτα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ ΠΕΜΠΤΟ

ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΜΕΤΑΔΟΣΕΩΣ ΣΤΙΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΚΕΣ ΓΡΑΜΜΕΣ

25.1 Γενικά.

Όπως αναφέραμε στο Πρώτο Μέρος, η ποιότητα μεταδόσεως σέ μιά τηλεπικοινωνιακή ζεύξη εξαρτάται άπ' τίς **παρασιτικές τάσεις**, πού εμφανίζονται κατά τή μετάδοση, καί άπ' τίς **παραμορφώσεις** πού παθαίνει τό σήμα. Έτσι τό βασικό τεχνικό πρόβλημα γιά νά εξασφαλιστεί καλή ποιότητα μεταδόσεως είναι ο περιορισμός τών παρασιτικών τάσεων καί ο περιορισμός τών παραμορφώσεων.

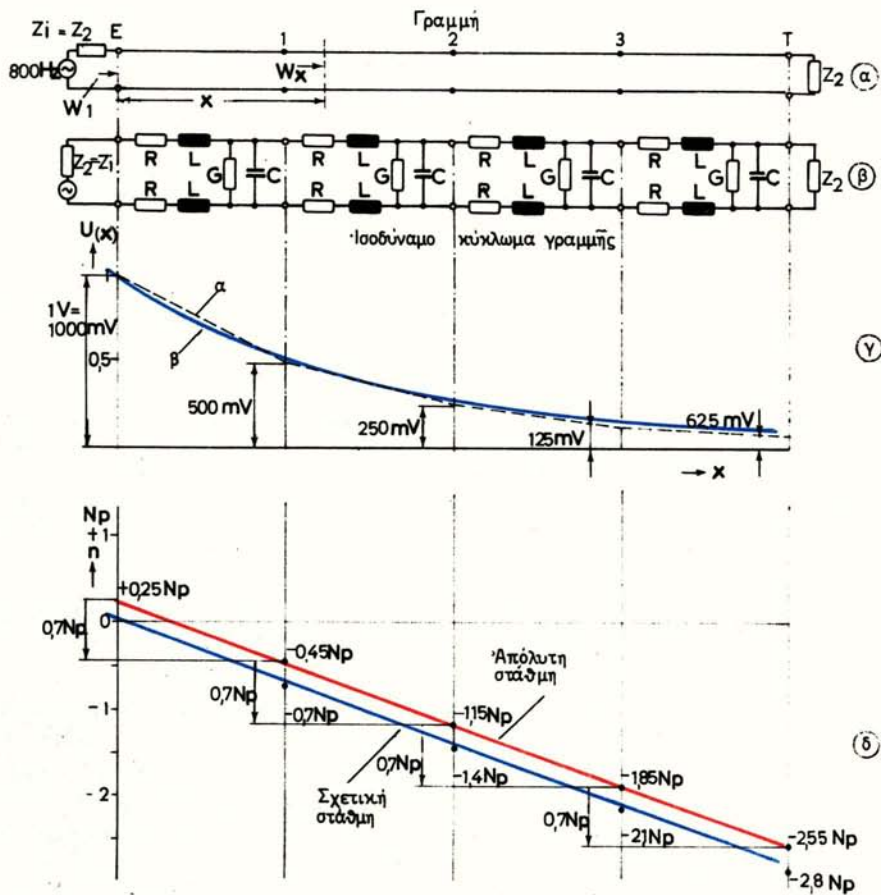
Στήν περίπτωση τής τηλεφωνίας, τό ηλεκτρικό σήμα παριστάνει τήν ανθρώπινη φωνή. Ή παράσταση αυτή δέν είναι τέλεια, γιατί γιά λόγους οικονομικούς τό σήμα δέν περιέχει όλες τίς συχνότητες τής φωνής, αλλά μόνο μιά ζώνη μικρότερη άπό 4000 Hz, πού είναι άρκετή γιά νά εξασφαλίσει καλή καταληπτότητα, αλλά όχι πιστότητα τής όμιλίας. Έκτός άπ' αυτό, έπειδή ή καμπύλη άποκρίσεως συχνότητας του μικροφώνου δέν είναι έντελώς εύθεία σ' όλόκληρη τή ζώνη αυτή, παρουσιάζονται οι διάφορες συχνότητες του σήματος μέ κάπως άλλοιωμένη ένταση, συγκριτικά μέ τήν ένταση τών αντίστοιχων κυμάτων. Άνάλογες άλλοιώσεις προκαλούνται στό άκουστικό κατά τήν αντίστροφη μετατροπή του ηλεκτρικού σήματος σέ ήχητικές ταλαντώσεις μέ άποτέλεσμα οι άκουστικές συχνότητες πού παράγονται, νά μήν έχουν άκριβώς τήν ένταση πού άντιστοιχεί στίς συχνότητες του ηλεκτρικού σήματος στήν είσοδο του άκουστικού.

Έτσι, καί αν άκόμα ήταν δυνατό νά μεταβιβαστεί τό ηλεκτρικό σήμα άπ' τό ένα άκρο τής τηλεφωνικής ζεύξεως στό άλλο χωρίς καμιά άλλοίωση, πάλι ή φωνή πού θά δημιουργούσε τό άκουστικό θά ήταν παραμορφωμένη συγκριτικά μέ τή φωνή του όμιλητή στό άλλο άκρο. Ή παραμόρφωση όμως αυτή μπορεί νά περιοριστεί σέ χαμηλά επίπεδα μέ μικρόφωνα κι' άκουστικά καλής ποιότητας κι έτσι κύριο πρόβλημα παραμένει μαζί μέ τόν περιορισμό τών παρασιτικών τάσεων, ή μετάδοση του σήματος στή ζεύξη μέ όσο τό δυνατόν μικρότερη παραμόρφωση.

Οι **παρασιτικές τάσεις**, πού εμφανίζονται σέ μιά τηλεφωνική ζεύξη, όφείλονται σέ διάφορες αίτίες, όπως σέ ηλεκτρικές έκκενώσεις στήν άτμόσφαιρα, σέ επίδραση γραμμών μεταφοράς ένέργειας, σέ άνεπιθύμητες συζεύξεις μεταξύ κυκλωμάτων όμιλίας (διαφωνία), κλπ. Οι παρασιτικές αυτές τάσεις άθροίζονται στατιστικά καί έχουν σαν άποτέλεσμα νά παρουσιάζεται στήν έξοδο μιά παρασιτική ίσχύς ταυτόχρονα μέ τήν ώφέλιμη ίσχύ του σήματος, ή όποία όνομάζεται γενικά **θόρυβος**. Γιά τή λήψη καί ένίσχυση του σήματος σημασία έχει όχι ή άπόλυτη τιμή του ώφέλιμου σήματος ή του θορύβου, αλλά ο λόγος: σήμα / θόρυβος. Πρίν έξετάσουμε όμως τίς παραμορφώσεις καί τό θόρυβο, είναι άπαραίτητο νά άσχοληθούμε μέ τό φαινόμενο τής **έξασθενήσεως** ή **άποσβέσεως** του σήματος στίς τηλεφωνικές γραμμές.

25.2 Απόσβεση και στάθμη.

Εξετάζουμε μία ένσυρματη τηλεφωνική γραμμή από δύο άγωγούς [σχ. 25.2α (α)]. Αν στην είσοδο της γραμμής αυτής εφαρμόσουμε μία τάση π.χ. 1000 mV, 800 Hz και μετρήσουμε κατόπιν τάση, ένταση και ισχύ σε διάφορα σημεία της γραμμής μέχρι το τέρμα της, π.χ. στα σημεία 1, 2, 3 και T, θα παρατηρήσουμε ότι οι τιμές τους μειώνονται από την είσοδο προς την έξοδο. Η μείωση αυτή οφείλεται στις **απώλειες της γραμμής**.



Σχ. 25.2α.

- (α) Όμοιογενής τηλεφωνική γραμμή, (β) Ισοδύναμο κύκλωμα της γραμμής
(α), (γ) μεταβολή της τάσεως κατά μήκος της γραμμής (α), (δ) μεταβολή της
σχετικής και απόλυτης στάθμης τάσεως κατά μήκος της γραμμής (α).

Στή γραμμή δημιουργείται πτώση τάσεως λόγω της ωμικής αντίστασεως R και της αυτεπαγωγής L των άγωγών. Ο χώρος πάλι μεταξύ των δύο άγωγών αποτελεί έναν πυκνωτή με απώλειες, που χαρακτηρίζονται από τη χωρητικότητα C και την αγωγιμότητα G του διηλεκτρικού του. Από το διηλεκτρικό περνά το ρεύμα μετατοπί-

σεως του πυκνωτή, κι' επίσης παρά την πολύ μεγάλη του ωμική αντίσταση ($1/G$) ένα ρεύμα άπωλειών. Όταν τά μεγέθη R , L , C και G είναι ομοιόμορφα διανεμημένα κατά μήκος της γραμμής, χαρακτηρίζουμε τη γραμμή **όμοιογενή**. Τά αντίστοιχα μεγέθη ανά μονάδα μήκους, π.χ. ανά km, R' , L' , C' και G' είναι στην περίπτωση αυτή **σταθερά** σ' όλη τη γραμμή.

Ένα χαρακτηριστικό μέγεθος της γραμμής είναι η **κυματική ή χαρακτηριστική αντίστασή της** Z_0 . Η Z_0 δίνεται απ' τόν παρακάτω τύπο:

$$Z_0 = \sqrt{\frac{R' + j\omega L'}{G' + j\omega C'}} \quad (1)$$

Ο τύπος αυτός απλοποιείται στίς γραμμές με μικρές ωμικές απώλειες ($R' \approx G' \approx 0$) ή με πολύ μεγάλη συχνότητα λειτουργίας ω σέ:

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L'}{C'}} \quad (2)$$

Όταν η γραμμή κλείνει με μία αντίσταση Z_2 ίση με τη χαρακτηριστική της αντίσταση κι' επίσης ή έσωτερική αντίσταση Z_1 της γεννήτριας, απ' την οποία τροφοδοτείται ή γραμμή, έχει την ίδια τιμή, λέμε ότι έχουμε **προσαρμογή** στή γραμμή. Στην περίπτωση αυτή μεταφέρεται ή πιά μεγάλη δυνατή ισχύς απ' τη γεννήτρια στήν είσοδο της γραμμής χωρίς διατάραξη κι' απ' την είσοδο στο φορτίο Z_2 . Σέ προσαρμογή ή αντίσταση εισόδου της γραμμής W_1 , δηλαδή ή αντίσταση πού μετριέται μεταξύ των δύο αγωγών στήν είσοδο E της γραμμής και περιλαμβάνει όλη τη γραμμή των δύο αγωγών και τό φορτίο Z_2 , είναι ίση με τη χαρακτηριστική αντίσταση Z_0 και ίση με την αντίσταση W_x , πού μετριέται σέ τυχούσα απόσταση x απ' την είσοδο της γραμμής (Αντίσταση μεταξύ των δύο αγωγών, πού περιλαμβάνει τό τμήμα της γραμμής απ' τό x μέχρι τό τέρμα T και τό φορτίο Z_2).

Τή συμπεριφορά μιάς όμοιογενοῦς γραμμής μπορούμε νά μελετήσουμε, αν υποθέσουμε ότι αποτελείται από πάρα πολλά ίσα τμήματα, συνδεδεμένα σέ σειρά τό ένα μετά τό άλλο. Έτσι παίρνουμε ένα ισοδύναμο κύκλωμα της γραμμής, όπως φαίνεται στο σχήμα 25.2α (β) γιά τέσσερα μόνο τμήματα. Αν μετρήσουμε την τάση στο τέρμα καθενός τμήματος, π.χ. στα σημεία 1, 2, 3 και T της γραμμής του παραδείγματος, θά παρατηρήσουμε ότι ή τάση είναι μειωμένη σχετικά με την τάση στήν είσοδο του τμήματος πάντοτε κατά τό ίδιο ποσοστό. Π.χ. γιά τάση εισόδου της γραμμής 1000 mV μετροῦμε στα σημεία 1, 2, 3 και T τίς τιμές 500, 250, 125 και 62,5 mV. Η πτώση τάσεως σέ κάθε τμήμα της γραμμής αυτής είναι δηλαδή 50%.

Αν τοποθετήσουμε τώρα τίς τιμές αυτές σ' ένα διάγραμμα πάνω από τίς αντίστοιχες αποστάσεις x απ' την είσοδο της γραμμής, προκύπτει ή τεθλασμένη γραμμή α, πού δίνει κατά προσέγγιση τη μεταβολή της τάσεως κατά μήκος της γραμμής [σχ. 25.2α (γ)]. Γιά νά πάρουμε την ακριβή μεταβολή της τάσεως, πού παριστάνει ή συνεχής καμπύλη β, θά έπρεπε νά υποδιαιρέσουμε τη γραμμή σέ άπειρο άριθμό πάρα πολύ μικρών τμημάτων.

Ἡ καμπύλη β δίνεται ἀπ' τήν σχέση:

$$U_x = U_E e^{-ax} \quad (3)$$

ὅπου : $e = 2,71828$, U_x εἶναι ἡ τάση σέ ἀπόσταση x [km] ἀπ' τήν ἀρχή τῆς γραμμῆς, U_E ἡ τάση στήν εἴσοδο τῆς γραμμῆς. Ἡ U_E μειώνεται **ἐκθετικά** σέ μιά ἀπόσταση x κατὰ τό συντελεστή e^{-ax} ὅπου a μιά σταθερά τῆς γραμμῆς πού λέγεται **σταθερά ἀποσβέσεως ἢ ἐξασθενήσεως**.

Ἡ a ἐξαρτᾶται ἀπ' τίς σταθερές τῆς γραμμῆς R , L , C , G καί ἀπ' τή συχνότητα ω καί δίνει τήν ἀπόσβεση ἢ ἐξασθένηση πού παθαίνει ἡ τάση ἢ ἔνταση ἀνά μόνάδα μήκους π.χ. ἀνά km. Ἀπ' τόν τύπο (3) παίρνομε:

$$\frac{U_E}{U_x} = e^{ax}$$

καί

$$ax = a' = \ln \frac{U_E}{U_x} \quad [Np] \quad (4)$$

Τό ax δίνει τήν ὁλική ἀπόσβεση στό τμήμα x τῆς γραμμῆς καί ὀνομάζεται **κυματική ἀπόσβεση** τῆς γραμμῆς. Ὅπως φαίνεται ἀπ' τόν τύπο (4) ἡ ἀπόσβεση εἶναι ἀδιάστατο μέγεθος. Ἐπειδή ὅμως χρησιμοποιοῦνται γιά τόν προσδιορισμό της οἱ νεπέριοι λογάριθμοι (λογάριθμοι μέ βάση τό e) ἔχει ἐπικρατήσει νά μετριέται σέ Νέπερ (Np). Μία γραμμή μήκους x ἔχει ἀπόσβεση 1 Np, ὅταν:

$$ax = 1 \quad \text{ἢ} \quad \frac{U_E}{U_x} = e$$

Ἀπ' τόν τύπο (4) προκύπτουν γιά μιά γραμμή μέ προσαρμογή ἐπίσης οἱ σχέσεις:

$$ax = \ln \frac{U_E}{U_x} = \ln \frac{\frac{U_E}{Z_0}}{\frac{U_x}{Z_0}} = \ln \frac{\frac{U_E}{W_E}}{\frac{U_x}{W_x}} = \ln \frac{I_E}{I_x} [Np] \quad (5)$$

$$ax = \ln \frac{U_E}{U_x} = \ln \sqrt{\frac{P_E W_E}{P_x W_x}} = \ln \sqrt{\frac{P_E Z_0}{P_x Z_0}} = \frac{1}{2} \ln \frac{P_E}{P_x} [Np] \quad (6)$$

ὅπου: I_E καί P_E εἶναι ἡ ἔνταση καί ἡ ἰσχύς τοῦ ρεύματος στήν εἴσοδο τῆς γραμμῆς, I_x καί P_x ἡ ἔνταση καί ἡ ἰσχύς σέ ἀπόσταση x ἀπό τήν εἴσοδο.

‘Αντί τῶν νεπερίων λογαρίθμων χρησιμοποιοῦνται συχνά γιά τόν ὀρισμό τῆς ἀποσβέσεως στίς γραμμές οἱ δεκαδικοὶ λογάριθμοι (λογάριθμοι μέ βάση τό 10). Στήν περίπτωση αὐτή ὀρίζεται ἡ ἀπόσβεση ἀπ’ τό δεκαδικό λογάριθμο τῶν ἰσχύων στήν εἴσοδο τῆς γραμμῆς καί σέ ἀπόσταση x ἀπό αὐτήν.

$$\alpha x = \lg \frac{P_E}{P_x} [B] = 10 \lg \frac{P_E}{P_x} [db] \quad (7)$$

‘Η ἀπόσβεση, πού ἐκφράζεται μέ δεκαδικούς λογάριθμους, μετριέται γιά διάκριση ἀπ’ τοῦς νεπερίους λογάριθμους σέ Μπέλ (B) καί ἐπειδὴ ἡ μονάδα B εἶναι πολύ μεγάλη, χρησιμοποιεῖται στήν πράξη τό 1/10 τῆς, τό Ντεσιμπέλ (db).

$$1B = 10 db$$

Μεταξύ Μπέλ καί Νέπερ ἰσχύουν οἱ σχέσεις:

$$1B = 10 db = 1,15 N$$

$$1N = 8,7db$$

(9)

Οἱ σχέσεις αὐτές προκύπτουν ἀπ’ τοῦς τύπους (6) καί (7) γιά

$$\frac{P_E}{P_x} = 10, \quad 1B = \frac{1}{2} \ln 10 = 1,15 N$$

‘Από τόν τύπο (7) προκύπτει ἐπίσης:

$$\alpha x = \lg \frac{\frac{U_E^2}{W_E}}{\frac{U_x^2}{W_x}} = 2 \lg \frac{U_E}{U_x} [B] = 20 \lg \frac{U_E}{U_x} [db] = 20 \lg \frac{I_E}{I_x} [db]$$

‘Όταν **δέν** ὑπάρχει προσαρμογή στήν εἴσοδο καί στήν ἔξοδο τῆς γραμμῆς, ἡ ἀπόσβεση δέν ἐξαρτᾶται μόνο ἀπ’ τίς σταθερές τῆς γραμμῆς καί ἀπ’ τή συχνότητα, ἀλλά ἐπίσης ἀπό τήν ἐσωτερική ἀντίσταση Z_i τῆς γεννήτριας στήν εἴσοδο καί ἀπ’ τό φορτίο Z_z στήν ἔξοδο. ‘Η ἀπόσβεση αὕτη χαρακτηρίζεται **ἀπόσβεση λειτουργίας α_B** καί ὀρίζεται ἀπ’ τόν τύπο:

$$\alpha_B = \ln \frac{\frac{E_o}{2}}{U_x} + \frac{1}{2} \ln \frac{Z_z}{Z_i} [N] \quad (11)$$

ὅπου : E_o εἶναι ἡ τάση σέ κενό τῆς γεννήτριας. Σέ περίπτωση προσαρμογῆς, $Z_z = Z_i = Z_o$ καί $U_1 = E_o/2$, ἐπειδὴ $Z_i = W_E$. ‘Αρα:

$$\alpha_B = \alpha \quad (12)$$

‘Εκτός ἀπ’ τήν ἀπόσβεση, στίς τηλεφωνικές γραμμές χρησιμοποιοῦμε τόν ὄρο

στάθμη γιά νά ὀρίσουμε σχέσεις τάσεων, ἐντάσεων καί ἰσχύων κατά μήκος μιᾶς γραμμῆς. Ὁ ὁρος αὐτός προέρχεται ἀπ' τήν ὑδραυλική καί δίνει τό ὕψος τοῦ νεροῦ ἐνός ποταμοῦ, μιᾶς λίμνης κλπ.

Διακρίνομε **σχετική στάθμη** καί **ἀπόλυτη στάθμη** τάσεως, ἐντάσεως καί ἰσχύος. Στή σχετική στάθμη συγκρίνεται ἡ τιμή τοῦ μεγέθους στή θέση μετρήσεως x μέ τήν τιμή του στήν εἴσοδο τῆς γραμμῆς.

Σχετική στάθμη τάσεως n_{ur}

$$n_{ur} = \ln \frac{U_x}{U_E} [Npr] = 20 \lg \frac{U_x}{U_E} [dbr] = -20 \lg \frac{U_E}{U_x} [dbr] \quad (13)$$

Σχετική στάθμη ἰσχύος n_r

$$n_r = \frac{1}{2} \ln \frac{P_x}{P_E} [Npr] = 10 \lg \frac{P_x}{P_E} [dbr] = -10 \lg \frac{P_E}{P_x} [dbr] \quad (14)$$

Ἀπό τούς τύπους (13) καί (14) γίνεται φανερό ὅτι σέ μιά γραμμή μέ προσαρμογή ἡ σχετική στάθμη ἰσοῦται μέ τήν ἀρνητική κυματική ἀπόσβεση $-a$. Ἡ σχετική στάθμη χαρακτηρίζεται μέ τό γράμμα r καί μετρεῖται σέ Npr ἢ dbr πού σημαίνουν Νέπερ σχετικῆς στάθμης ἢ Ντεσιμπέλ σχετικῆς στάθμης. Συχνά χρησιμοποιεῖται ἡ σχετική στάθμη γιά νά ὀριστεῖ ἕνα σημεῖο τῆς γραμμῆς. Π.χ. στήν εἴσοδο τῆς γραμμῆς ἡ σχετική στάθμη εἶναι πάντοτε μηδέν. Ἔτσι μέ τίς ἐκφράσεις «τό σημεῖο μέ σχετική στάθμη 0» ἢ «στή σχετική στάθμη μηδέν» ὀρίζεται ἡ ἀρχή τῆς γραμμῆς.

Ἐφ' ὅσον οἱ τιμές P_x καί U_x εἶναι μικρότερες ἀπό τίς P_1 , U_1 ἡ στάθμη προκύπτει ἀρνητική. Στό σχῆμα 25.2α (δ) δίνεται ἡ γραφική παράσταση τῆς σχετικῆς στάθμης τάσεως τῆς προσαρμοσμένης ὁμοιογενοῦς γραμμῆς τοῦ σχήματος 25.2α(α), πού εἶναι ἴση στήν περίπτωση αὐτή μέ τή σχετική στάθμη ἰσχύος. Ἀντίθετα πρὸς τήν ἐκθετική μεταβολή τῆς τάσεως κατά μήκος τῆς ὁμοιογενοῦς γραμμῆς, **ἡ μεταβολή τῆς στάθμης εἶναι γραμμική**. Ἡ διαφορά τῆς στάθμης δύο σημείων τῆς γραμμῆς δίνει τήν **ἀπόσβεση** μεταξύ τῶν σημείων αὐτῶν. Ἡ ἀπόσβεση π.χ. μεταξύ τῆς εἰσόδου καί τοῦ σημείου 2 εἶναι 0 — (— 1,4) = 1,4 N.

Στήν **ἀπόλυτη στάθμη** συγκρίνεται ἡ τιμή τοῦ μεγέθους (τάσεως, ἐντάσεως, ἰσχύος) στή θέση x μέ μιά σταθερή τιμή ἀναφορᾶς. Ἡ τιμή αὐτή δέν εἶναι ἀπαραίτητο νά εἶναι ἴση μέ τήν τιμή τοῦ μεγέθους στήν εἴσοδο τῆς γραμμῆς.

Σάν μεγέθη ἀναφορᾶς χρησιμοποιοῦνται ἡ ἰσχύς **1mW**, ἡ τάση **0,775 V** καί ἡ ἔνταση **1,29 mA**. Τά μεγέθη αὐτά δίνει μιά γεννήτρια μέ τάση σέ κενό $E_0 = 1,5 \text{ V}$ καί ἐσωτερική ἀντίσταση $Z_i = 600 \Omega$ σέ ἐξωτερική ἀντίσταση 600Ω , πού συνδέεται στούς πόλους τῆς (περίπτωση προσαρμογῆς). Ἡ γεννήτρια αὐτή ὀνομάζεται **πρότυπη γεννήτρια ἢ πομπός 1mW (NG)** καί χρησιμοποιεῖται γιά τή σύγκριση τῆς ἀποσβέσεως σέ διαφορετικά τηλεπικοινωνιακά συστήματα. Συνδέεται στήν εἴσοδο τῆς γραμμῆς καί σέ ἀπόσταση x ἀπό αὐτήν μετροῦνται τά ἀντίστοιχα μεγέθη. Ἔτσι ἔχομε:

Ἀπόλυτη στάθμη ισχύος:

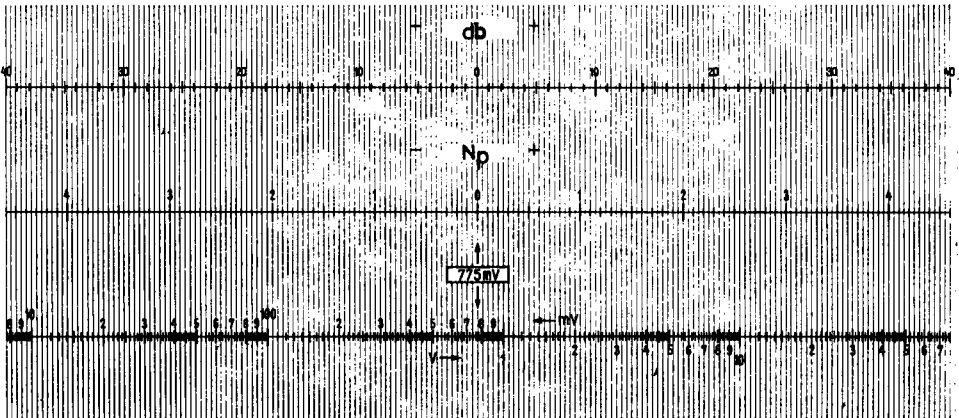
$$n = \frac{1}{2} \ln \frac{P_x}{1 \text{ mW}} [\text{Npm}] = 10 \lg \frac{P_x}{1 \text{ mW}} [\text{dbm}]$$

Ἀπόλυτη στάθμη τάσεως:

$$n_u = \ln \frac{U_x}{0,775 \text{ V}} [\text{N}] = 20 \lg \frac{U_x}{0,775 \text{ V}} [\text{db}]$$

Ἡ απόλυτη στάθμη ισχύος πού μετρίεται μέ τήν πρότυπη γεννήτρια, χαρακτηρίζεται μέ τό δείκτη n (Npm, dbm).

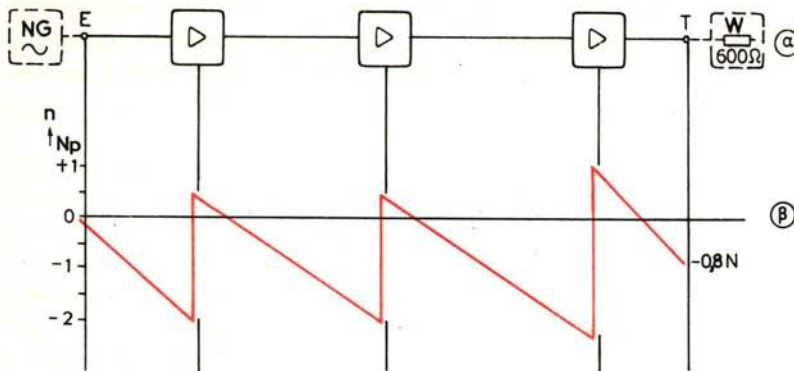
Ἄν ἡ γραμμή ἔχει ἀντίσταση εἰσόδου 600 Ω, τά μεγέθη ἀναφοράς εἶναι ἴσα μέ τά μεγέθη στήν εἰσοδο τῆς γραμμῆς.

**Σχ. 25.2β.**

Ἀντιστοιχία μεταξύ τάσεως σέ mV καί ἀπόλυτης στάθμης σέ Np καί db.

Τό σχῆμα 25.2β δίνει τήν ἀπόλυτη στάθμη τάσεως σέ Np καί db γιά διάφορες τιμές τῆς τάσεως U_x σέ V καί mV. Ἡ τάση 775 mV ἀντιστοιχεῖ σέ ἀπόλυτη στάθμη 0. Ἀπ' τό σχῆμα αὐτό παίρνομε τίς τιμές ἀπόλυτης στάθμης γιά τίς τιμές τῶν τάσεων, πού ἀναγράφονται στό σχῆμα 25.2α(γ) καί τίς τοποθετοῦμε στό σχῆμα 25.2α(δ). Ἔτσι προκύπτει μιά εὐθεία γραμμή, πού δίνει τή μεταβολή τῆς ἀπόλυτης στάθμης τάσεως ἢ ἰσχύος (ἐπειδὴ ἔχομε προσαρμογή) κατά μήκος τῆς γραμμῆς. Ἡ διαφορά τῆς στάθμης δύο σημείων δίνει καί, στήν περίπτωσή αὐτή, τήν ἀπόσβεσῇ λειτουργίας μεταξύ τῶν σημείων. Λόγω τῆς προσαρμογῆς στή γραμμή, ἡ ἀπόσβεση αὐτή εἶναι ἴση μέ τήν κυματική ἀπόσβεση τῆς γραμμῆς.

Σέ μιά γραμμή μέ ἐνισχυτές [σχ. 25.2γ(α)] κάθε ἐνισχυτής ὑψώνει τή στάθμη, ὅπως φαίνεται στό σχῆμα 25.2γ(β). Ἡ ἐνίσχυση s ὀρίζεται σάν ἀρνητική ἀπόσβεση, ἐμφανίζεται στό διάγραμμα στάθμης σάν θετική στάθμη καί τοποθετεῖται στό διάγραμμα αὐτό στήν κατεύθυνση αὐξανομένων θετικών τιμῶν ἢ ἐλαττωμένων ἀρνητικῶν τιμῶν στάθμης.



Σχ. 25.2γ.

Διάγραμμα στάθμης σε γραμμή με ένισχυτές.

Γιά νά μετρήσουμε τήν απόσβεση σε μιά γραμμή μέ $Z_0 = 600 \Omega$ πού περιέχει ένισχυτές, συνδέομε στήν είσοδο τήν πρότυπη γεννήτρια καί στήν έξοδο μιά αντίσταση 600Ω [σχ. 25.2γ(α)]. Έτσι παίρνομε ένα διάγραμμα, όπως στο σχήμα 25.2γ(β). Στο διάγραμμα αυτό ο ένισχυτής 1 ύψώνει τή στάθμη από $-2 N_p$ σε $0,5 N$. Αυτό Ισοδυναμεί μέ ένισχυση $2,5 N$. Αν προσθέσουμε τίς ένισχύσεις όλων τών ένισχυτῶν μιᾶς γραμμῆς καί ἀφαιρέσουμε ἀπ' αὐτές τό ἄθροισμα τών ἀποσβέσεων ὧλων τῶν τμημάτων τῆς γραμμῆς, βρίσκομε τή στάθμη στό τέρμα τῆς γραμμῆς. Στο παράδειγμα τοῦ σχήματος 25.2γ ἡ στάθμη αὐτή εἶναι $-0,8 N$. Ἡ ἀρνητική αὐτή στάθμη στό τέρμα τῆς γραμμῆς ὀνομάζεται **κατάλοιπη ἀπόσβεση**. Ἡ κατάλοιπη ἀπόσβεση στό παράδειγμα εἶναι ἐπομένως $0,8 N$. Ἄν ἡ σχετική στάθμη ἦταν 0 στό τέλος τῆς γραμμῆς, τότε καί ἡ κατάλοιπη ἀπόσβεση θά ἦταν 0.

25.3 Παραμορφώσεις.

Τίς παραμορφώσεις, πού παθαίνει τό σῆμα σε μιά τηλεπικοινωνιακή ζεύξη, διακρίνομε σε δύο μεγάλες κατηγορίες: σε **γραμμικές παραμορφώσεις** καί **μη γραμμικές παραμορφώσεις**.

α) Γραμμικές παραμορφώσεις.

Σ' ένα σύστημα, πού δημιουργεῖ **μόνο** γραμμικές παραμορφώσεις, μιά ἀπλή ἡμιτονική τάση ἢ ἔνταση στήν εἴσοδό του ἐμφανίζεται στήν έξοδο πάλι σάν ἡμιτονική ταλάντωση, δέν ἀλλάζει δηλαδή μορφή. Ἡ ἡμιτονική τάση (ένταση) στήν έξοδο προκύπτει ἀπ' τήν τάση (ένταση) στήν εἴσοδο ὕστερα ἀπό πολλαπλασιασμό μέ μιά πραγματική, σταθερή τιμή A :

$$U_{2m} \sin \omega t = A \cdot U_{1m} \sin(\omega t - \phi)$$

Μεταξύ τών μεγεθῶν στήν εἴσοδο καί έξοδο ἑνός γραμμικοῦ συστήματος ὑπάρχει μιά γραμμική σχέση. Ἀνάλογα μέ τήν τιμή τῆς A , πού ὀνομάζεται **συντελεστής μεταφοράς** τοῦ συστήματος, παρουσιάζεται ἡ τάση (ένταση) στήν έξοδο μικρότερη, ἴση, ἢ μεγαλύτερη ἀπ' τήν τάση στήν εἴσοδο. Ἀκόμα, ἐπειδή τά ἡλεκτρομαγνη-

τικά κύματα διαδίδονται με όρισμένη ταχύτητα, πού δέν είναι άπειρη κατά μήκος μιās γραμμής ή στον έλεύθερο χώρο, είναι φανερό πώς χρειάζεται όρισμένος **χρόνος** γιά νά διανύσει τό σήμα τήν απόσταση πομπός - δέκτης. Έτσι ή τάση (ένταση) στην έξοδο παρουσιάζει όρισμένη διαφορά φάσεως φ σχετικά μέ τήν τάση στην είσοδο.

Τό σήμα όμιλίας, πού δέν είναι ήμιτονικό, μπορεί νά αναλυθεί σέ βασικές (θεμελιώδεις) ήμιτονικές συνιστώσες καί σέ πλήθος άρμονικές ήμιτονικές συνιστώσες, πού οι συχνότητές τους είναι πολλαπλάσια των συχνότητων των βασικών συνιστωσών. Έπειδή τώρα κάθε ξεχωριστή συχνότητα του σήματος παθαίνει σέ μιá ζεύξη διαφορετική εξασθένηση άπ' τίς άλλες κι' άκόμα χρειάζεται διαφορετικό χρόνο γιά νά φθάσει άπ' τήν είσοδο στό τέρμα, παρουσιάζεται τό σήμα όμιλίας στην έξοδο ενός γραμμικού συστήματος μεταδόσεως μέ δύο ειδών παραμορφώσεις:

- α) **παραμορφώσεις πλάτους** καί
- β) **παραμορφώσεις φάσεως**.

Παραμορφώσεις πλάτους.

Ή παραμόρφωση πλάτους όφείλεται, όπως άναφέραμε, στό ότι οι διάφορες συχνότητες μιās ζώνης συχνότητων, πού μεταδίδεται σέ μιá ζεύξη, δέν παθαίνουν τήν ίδια εξασθένηση κατά τή διαδρομή του σήματος. Σέ μιá ένσύρματη γραμμή, π.χ., οι ύψηλές συχνότητες εξασθενούν περισσότερο άπ' τίς χαμηλές. Σέ φερέσυχνα συστήματα πάλι, τά φίλτρα πού χρησιμοποιούνται άποσβένουν λιγότερο τίς συχνότητες, πού βρίσκονται στό κέντρο τής ζώνης διελεύσεως καί περισσότερο τίς συχνότητες πού πλησιάζουν στίς πλευρές. Τό σχήμα 25.3α δίνει ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα τής παραμορφώσεως πλάτους α [db] σ' ένα κανάλι όμιλίας. Οι γραμμοσκιασμένες επιφάνειες περικλείουν τήν περιοχή, μέσα στην όποία επιτρέπεται νά μεταβάλλεται ή άπόσβεση, ένw ή συνεχής γραμμή παρουσιάζει τήν παραμόρφωση πλάτους σ' ένα τυπικό κανάλι όμιλίας φερέσυχνου συστήματος.

Ή παραμόρφωση πλάτους σ' ένα κανάλι όμιλίας μετριέται έχοντας σά συχνότητα άναφοράς 800 Hz, σύμφωνα μέ τίς προδιαγραφές τής CCITT. Στή συχνότητα αυτή ή άπόσβεση λαμβάνεται ίση μέ μηδέν db [στή Β. Άμερική χρησιμοποιούνται σά συχνότητα άναφοράς 1000 Hz, όπως φαίνεται στό σχήμα 25.3α]. Τό σχήμα αυτό δείχνει πιό είδικά τά επιτρεπόμενα όρια γιά τή μεταβολή τής άποσβέσεως σέ μιá διεθνή τηλεφωνική ζεύξη αποτελούμενη άπό 12, κατά μέγιστο, τμήματα τετρασύρματης γραμμής (προδιαγραφή τής CCITT)].

Παραμόρφωση φάσεως.

Ένα κανάλι όμιλίας μπορεί νά θεωρηθεί σαν ένα ζωνοδιαβατό φίλτρο. Ένα άπλό ήμιτονικό σήμα χρειάζεται όρισμένο χρόνο γιά νά περάσει άπ' τό φίλτρο, ό όποιος εξαρτάται άπ' τήν ταχύτητα μεταδόσεως του σήματος. Ή ταχύτητα αυτή μεταβάλλεται μέ τή συχνότητα του σήματος: αύξάνεται πρós τό κέντρο τής ζώνης διελεύσεως, ένw μειώνεται πρós τίς πλευρές τής.

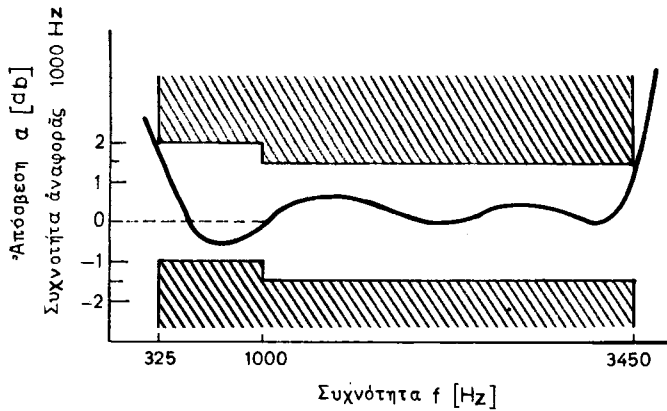
Άποδεικνύεται πώς ό χρόνος διαδρομής τ, πού χρειάζεται μιá όποιαδήποτε τιμή (φάση) ενός ήμιτονικού σήματος μέ συχνότητα ω γιά νά διανύσει μιá ζεύξη, δίνεται άπ' τή σχέση:

$$\tau = \frac{b}{\omega}$$

όπου : b ή διαφορά φάσεως τής τιμής του σήματος μεταξύ είόδου καί έξόδου τής ζεύξεως. Άν λοιπόν ή διαφορά φάσεως b μεταβάλλεται **εύθέως ανάλογα** (γραμμικά) μέ τή συχνότητα ω, δηλαδή:

$$b = A' \cdot \omega$$

όπου : Α' μιá πραγματική σταθερή τιμή, τότε ό χρόνος διαδρομής τ μένει **σταθερός** γιά όλες τίς συ-



Σχ. 25.3α.

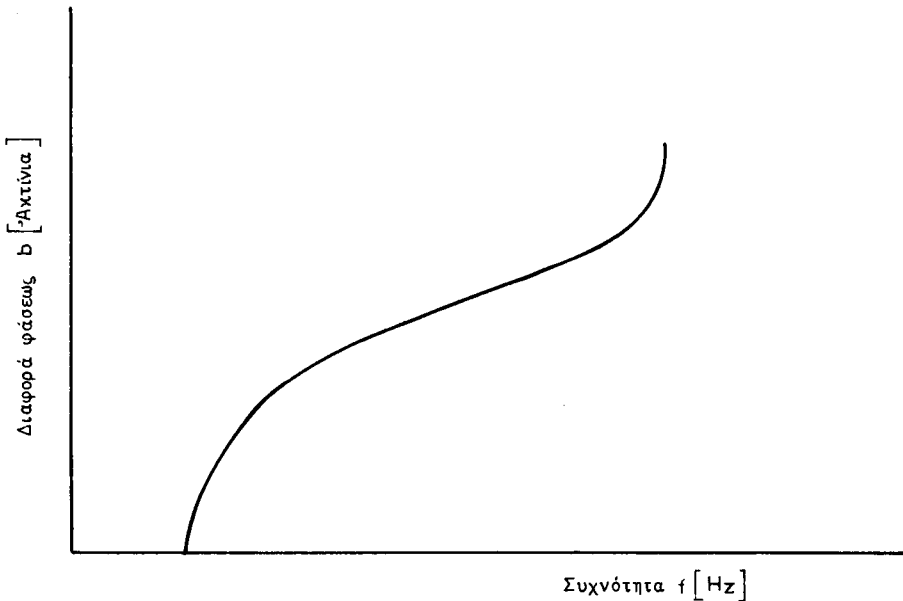
Παραμόρφωση πλάτους σέ ένα κανάλι όμιλίας.

χνότητες ω πού περιέχει ένα σύνθετο σήμα καί ίσχύει:

$$\tau = A'$$

Αυτό σημαίνει ότι τό σήμα φθάνει στην έξοδο μετά από χρόνο τ , αλλά χωρίς παραμόρφωση, γιατί όλες του οι συχνότητες φθάνουν την ίδια χρονική στιγμή.

Αν, τώρα, τό b μεταβάλλεται μή γραμμικά μέ τή συχνότητα, όπως φαίνεται στό σχήμα 25.3β, οι διάφορες συχνότητες πού περιέχει τό σήμα σέ μία χρονική στιγμή στην είσοδο, φθάνουν σέ διαφορετικές χρονικές στιγμές στην έξοδο μέ αποτέλεσμα νά έμφανίζεται τό σήμα παραμορφωμένο. Η πα-



Σχ. 25.3β.

Μή γραμμική μεταβολή τής διαφοράς φάσεως b μέ τή συχνότητα f .

παράμρφωση φάσεως δίνεται για όρισμένη συχνότητα του σήματος σε ms ή μs, πού έκφράζουν τό χρόνο πού καθυστερεί ή συχνότητα αύτή νά φθάσει στην έξοδο σχετικά μέ ένα χρόνο διαδρομής του σήματος πού παίρνεται σά χρόνος αναφοράς.

Τό ανθρώπινο αὐτί δέν εἶναι εὐαίσθητο στή διάκριση διαφορῶν φάσεως μεταξύ τῶν ἡμιτονικῶν συνιστωσῶν ἑνός σήματος ὀμιλίας ἢ μουσικῆς. Ἔτσι ἡ παραμόρφωση φάσεως δέν ἐνοχλεῖ στή μετάδοση τῆς ὀμιλίας ἢ μουσικῆς ἐφ' ὅσον παραμένει μέσα σέ ὀρισμένα ὅρια. Ἰδιαίτερη σημασία ἔχει ὁμως στή μετάδοση τηλεγραφικῶν σημάτων καί σημάτων τηλεοράσεως.

β) Μή γραμμικές παραμορφώσεις.

Μή γραμμικές παραμορφώσεις δημιουργοῦνται σέ μιά ζεύξη, ὅταν τό σῆμα περάσει ἀπό ἕνα στοιχεῖο μή γραμμικό, δηλαδή ἕνα στοιχεῖο μέ χαρακτηριστική καμπύλη τάσεως - ρεύματος πού δέν εἶναι εὐθεία. Τέτοια στοιχεῖα εἶναι τά πηνία πωπίν, πηνία μέ πυρῆνες, οἱ μεταφορεῖς καθώς καί οἱ τρανζίστορες καί οἱ ἡλεκτρονικές λυχνίες, ὅταν δέν ἐργάζονται στό γραμμικό τμήμα τῆς χαρακτηριστικῆς τους καμπύλης.

Σ' ἕνα μή γραμμικό σύστημα δημιουργοῦνται ἀπό μιά ἀπλή ἡμιτονική τάση (ρεῦμα) μέ συχνότητα f_1 ἁρμονικές ἀνώτερης τάξεως μέ συχνότητες $2f_1, 3f_1, \dots$ κ.ο.κ. Ἀποτέλεσμα εἶναι νά μήν παρουσιάζει πιά τό σῆμα στήν έξοδο τήν ἡμιτονική μορφή, ἀλλά μιά μορφή πού προκύπτει ἀπ' τό ἄθροισμα τῆς βασικῆς ἡμιτονικῆς συνιστώσας καί τῶν συνιστωσῶν ἀνώτερης τάξεως. Ἡ παραμόρφωση αὐτοῦ τοῦ εἰδους ὀρίζεται μέ τό **συντελεστή παραμορφώσεως** K σέ [%]. Ὁ K χαρακτηρίζει τή μή γραμμικότητα τοῦ συστήματος γιά **μιά** ταλάντωση καί δίνει τή σχέση τῆς ἐνεργοῦ τιμῆς τῆς τάσεως τῶν ἀνωτέρων ἁρμονικῶν πρὸς τήν ἐνεργό τιμή τῆς ὀλικῆς τάξεως:

$$K = 100 \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2 + U_4^2 + \dots}}{\sqrt{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + U_4^2}} \quad [\%]$$

ὅπου: $U_1, U_2, U_3, \dots$ οἱ ἐνεργοί τιμές τάσεως τῶν συνιστωσῶν.

Συντελεστής παραμορφώσεως μπορεῖ νά ὀριστεῖ καί γιά μιά μόνο ἀνώτερη ἁρμονική, π.χ. γιά τήν ἁρμονική 2ας τάξεως:

$$K_2 = 100 \frac{U_2}{\sqrt{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + \dots}} \quad [\%]$$

Ἡ σχέση:

$$\alpha_K = \ln \frac{1}{K} \quad [Np] \quad \text{ἢ}$$

$$\alpha_K = 20 \lg \frac{1}{K} \quad [db]$$

δίνει τήν **ἀπόσβεση παραμορφώσεως**.

Όταν τό σήμα περιέχει δύο ή περισσότερες θεμελιώδεις συχνότητες όπως τό σήμα όμιλίας, έμφανίζονται σ' ένα μή γραμμικό σύστημα έκτός άπ' τίς άρμονικές άνώτερης τάξεως καί μή άρμονικές **συχνότητες συνδυασμού** άπό πρόσθεση καί άφαίρεση συχνοτήτων. Όταν υπάρχουν, π.χ., δύο βασικές συχνότητες f_1, f_2 , προκύπτουν οι συχνότητες δευτέρας τάξεως $f_1 \pm f_2$, τρίτης τάξεως $2f_1 \pm f_2, f_1 \pm 2f_2$, κ.ο.κ. Τό φαινόμενο αυτό ονομάζεται **άλληλοδιαμόρφωση** καί ένοχλεί κάτω άπό όρισμένες συνθήκες περισσότερο άπό τήν έμφάνιση τών άρμονικών άνώτερης τάξεως, γιατί οι συχνότητες συνδυασμού πέφτουν στή ζώνη συχνοτήτων γειτονικών καναλιών όμιλίας καί προξενούν διαφωνία.

γ) Θόρυβος.

Όπως άναφέραμε προηγουμένως σημασία γιά τή λήψη καί ένίσχυση του σήματος έχει ό λόγος σήμα / θόρυβος, δηλαδή ό λόγος τής ισχύος P_S του ωφέλιμου σήματος πρós τήν ισχύ P_R του παρασιτικού σήματος (P_S / P_R). Ό λογάριθμος του λόγου αυτού δίνει σέ Np ή db τήν **άπόσταση παρενοχλήσεως** (παρασιτική άπόσταση) μεταξύ τής στάθμης του ωφέλιμου σήματος καί τής στάθμης του θορύβου:

$$n_s = \lg \frac{P_S}{P_R} \text{ [db]} = \frac{1}{2} \ln \frac{P_S}{P_R} \text{ [Np]}$$

Όταν ή παρασιτική τάση είναι σχεδόν σταθερή σ' όλο τό φάσμα συχνοτήτων, ό θόρυβος ονομάζεται **«λευκός θόρυβος»**.

Τό θόρυβο μπορούμε νά κατατάξομε σέ διάφορες κατηγορίες. Οι σπουδαιότερες άπ' αυτές είναι:

- ό **θερμικός θόρυβος** καί
- ή **διαφωνία**.

Ό **θερμικός θόρυβος** έμφανίζεται σ' όλες τίς τηλεπικοινωνιακές γραμμές καί συσκευές καί όφείλεται στή θερμική κίνηση τών ήλεκτρονίων. Χαρακτηρίζεται άπό όμοιόμορφη κατανομή τής ένέργειας σ' όλες τίς συχνότητες μιās ζώνης συχνοτήτων (λευκός θόρυβος). Ό θόρυβος αυτός είναι άνάλογος τής θερμοκρασίας καί τής ζώνης συχνοτήτων:

$$P_n = kTB \text{ (W)} \quad (1)$$

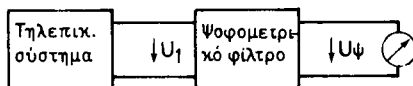
όπου: k μιά σταθερά (σταθερά του Μπόλτσμαν = $1,3803 \cdot 10^{-23}$) J/°K, T ή άπόλυτη θερμοκρασία σέ °K καί B τό εύρος τής ζώνης συχνοτήτων σέ Hz.

Ό θερμικός θόρυβος προσδιορίζει τό κατώτατο όριο τής εύαισθησίας ένός δέκτη.

Έκτός άπό τήν παρασιτική τάση, ή όποία μετρίεται χωρίς νά λαμβάνεται ύπόψη ή ισχύς πού έχουν οι διάφορες συχνότητες μέσα στο μεταδιδόμενο φάσμα, χρησιμοποιείται στήν τηλεφωνία καί ή **ψοφομετρική τάση** U_ψ (**Ψόφος** σημαίνει στήν άρχαία έλληνική άναρθρος ήχος). Η τάση αυτή προκύπτει ύστερα άπό μιά άξιολόγηση του θορύβου, πού παρουσιάζεται στίς διάφορες συχνότητες, σύμφωνα μέ τήν εύαισθησία πού έχει τό άνθρωπino αυτό στους θορύβους διαφορετικής συχνότητας. Συγκεκριμένα, ή ένόχληση πού αισθάνεται ό άκροατής άπό τό θόρυβο, πού έμφανίζεται μαζί μέ τό ωφέλιμο σήμα, δέν έξαρτάται μόνον άπ' τήν ένεργό τιμή του θορύβου άλλα καί άπ' τή συχνότητά του. Αυτό, έπειδή τό άνθρωπino αυτό έχει διαφορετική εύαισθησία στίς διάφορες συχνότητες.

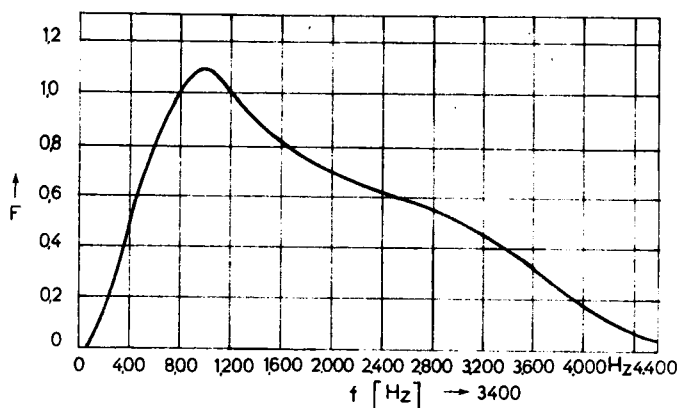
Ἡ μέτρηση τῆς U_{ψ} γίνεται μέ τή διάταξη τοῦ σχήματος 25.3γ. Στήν ἔξοδο τοῦ τηλεπικοινωνιακοῦ συστήματος συνδέεται ἕνα φίλτρο (ψοφομετρικό φίλτρο), τό ὁποῖο μεταβάλλει τήν τάση U_1 σύμφωνα μέ τήν καμπύλη τοῦ σχήματος 25.3δ πού ἔχει ὀριστεῖ ἀπ' τήν CCITT (ψοφομετρική καμπύλη) λαμβάνοντας ὑπόψη τήν ἰδιομορφία τοῦ ἀνθρώπινου αὐτιοῦ. Μέ τό φίλτρο ἐνισχύονται οἱ συχνότητες μεταξύ 800 καί 1200 Hz καί ἐξασθενοῦν οἱ ὑπόλοιπες συχνότητες τοῦ φάσματος ὁμιλίας.

Στίς συχνότητες 800 καί 1200 Hz ἡ τάση δέν μεταβάλλεται. Στήν ἔξοδο τοῦ φίλτρου μετρεῖται ἡ U_{ψ} .



Σχ. 25.3γ.

Διάταξη μετρήσεως τῆς ψοφομετρικῆς τάσεως U_{ψ} .



Σχ. 25.3δ.

Ψοφομετρική καμπύλη τῆς CCITT γιά τήν τηλεφωνία.

Διαφωνία ὀνομάζεται ἡ ἀνεπιθύμητη μεταβίβαση ἐνέργειας ἀπό μιά τηλεφωνική γραμμή (ἢ περισσότερες γραμμές), πού χαρακτηρίζεται ὡς **παρενοχλούσα γραμμή** σέ μιά ἄλλη γραμμή, τήν **παρενοχλούμενη**. Ἀποτέλεσμα εἶναι νά μειώνεται ἡ ποιότητα μεταδόσεως, τόσο στήν παρενοχλούσα γραμμή, λόγω τῶν ἀπωλειῶν ἐνέργειας, ὅσο καί στήν παρενοχλούμενη.

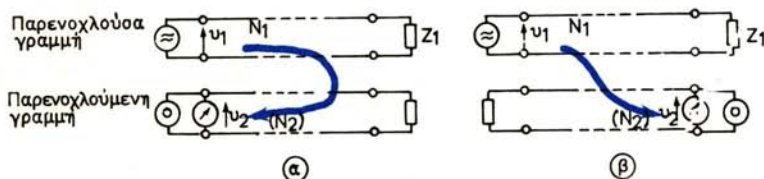
Ἡ διαφωνία διακρίνεται σέ **καταληπτή** καί μή **καταληπτή**. Ἐνῶ στήν καταληπτή διαφωνία ἡ συνδιάλεξη πού διεξάγεται στήν παρενοχλούσα γραμμή εἶναι ὀλικά ἢ μερικά εὐδιάκριτη στήν παρενοχλούμενη γραμμή, ἀκούγονται στή μή καταληπτή διαφωνία ἀσυνάρτητοι φθόγγοι καί παρασιτικοί ἤχοι. Ἡ διαφωνία διακρίνεται ἀκόμα σέ **παραδιαφωνία** καί **τηλεδιαφωνία**. Ἄν ὁ πομπός τῆς παρενοχλούσας γραμμῆς καί ὁ δέκτης τῆς παρενοχλούμενης βρίσκονται στό ἴδιο ἄκρο τῆς τηλεφωνικῆς γραμμῆς, ἡ διαφωνία πού ἐμφανίζεται στό δέκτη ὀνομάζεται **παραδιαφωνία** [σχ. 25.3ε(α)]. Στήν **τηλεδιαφωνία** ὁ πομπός πού παρενοχλεῖ καί ὁ παρενοχλούμενος δέκτης βρίσκονται στά ἀντίθετα ἄκρα τῆς γραμμῆς [σχ. 25.3ε(β)].

Ἡ διαφωνία ὀρίζεται μέ τήν **ἀπόσβεση διαφωνίας** α_{δ} . Ἄν N_1 εἶναι ἡ φαινόμενη

Ισχύς στην άρχή της παρενοχλούσας γραμμής καί N_2 ή φαινόμενη Ισχύς πού μεταβιβάζεται στην άρχή (παραδιαφωνία) ή στο τέλος (τηλεδιαφωνία) της παρενοχλούμενης γραμμής, ή α_δ δίνεται άπ' τή σχέση:

$$\alpha_\delta = \frac{1}{2} \ln \frac{N_1}{N_2} [Np] = 10 \lg \frac{N_1}{N_2} [db]$$

Έπειδή ή καταληπτή διαφωνία ένοχλεί περισσότερο άπ' τή μή καταληπτή κι' έπίσης είναι άπαραίτητο νά τηρείται τό άπόρρητο τών συνδιαλέξεων πρέπει ή απόσβεση στην περίπτωση καταληπτής διαφωνίας νά είναι μεγαλύτερη άπ' τήν απόσβεση στή μή καταληπτή.



Σχ. 25.3ε.

Όρισμός της παραδιαφωνίας καί τηλεδιαφωνίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ ΕΚΤΟ

ΕΝΣΥΡΜΑΤΗ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΗ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑ

26.1 Είδη ζεύξεων.

Στήν ένσύρματη τηλεφωνία χρησιμοποιούμε για τή μετάδοση όμιλίας μεταξύ δύο σημείων γραμμές από μεταλλικούς άγωγούς. Τέτοιες γραμμές είναι οι έναέριες γραμμές καί τά καλώδια. Ή μετάδοση πραγματοποιείται είτε μέ δισύρματες, είτε μέ τετρασύρματες γραμμές, δηλαδή μέ γραμμές δύο ή τεσσάρων άγωγών. Έτσι διακρίνομε:

α) Δισύρματες ζεύξεις διπλής κατευθύνσεως χωρίς ένισχυτές [σχ. 26.1α(α)].

Ή όμιλία μεταδίδεται τόσο στήν κατεύθυνση Α-Β, όταν όμιλεί ό συνδρομητής, Α, όσο καί στήν κατεύθυνση Β-Α, όταν όμιλεί ό Β. Τέτοιες ζεύξεις είναι π.χ. οι ζεύξεις μεταξύ συνδρομητών του άστικού δικτύου.

β) Δισύρματες ζεύξεις διπλής κατευθύνσεως μέ ένισχυτές [σχ. 26.1α(β)].

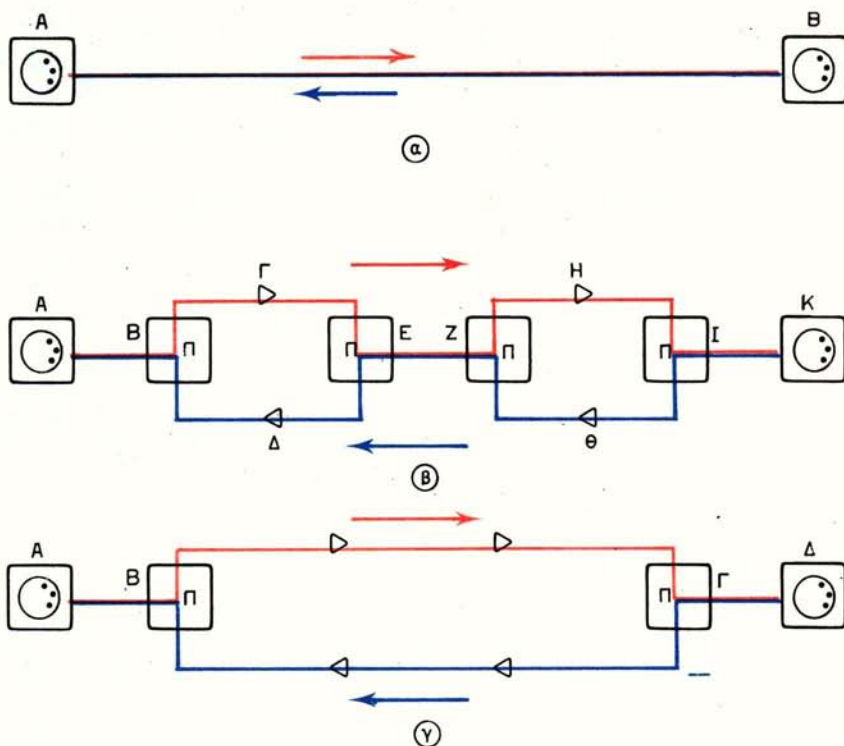
Στή δισύρματη γραμμή παρεμβάλλονται κατά διαστήματα ένισχυτές. Έπειδή ένας ένισχυτής μπορεί νά λειτουργήσει μόνο σέ μιά κατεύθυνση, χωρίζονται οι δύο κατευθύνσεις μεταδόσεως μέ τή βοήθεια ειδικών διατάξεων, πού όνομάζονται **περόνες** Π ή **διχάλες**. Ή όμιλία άπ' τό συνδρομητή Α στον Κ άκολουθεί τή διαδρομή Α-Β-Γ-Ε-Ζ-Η-Ι-Κ, ενώ από τον Κ στον Α τή διαδρομή Κ-Ι-Θ-Ζ-Ε-Δ-Β-Α. Τά τμήματα Α-Β, Ε-Ζ καί Ι-Κ χρησιμοποιούνται καί για τίς δύο κατευθύνσεις μεταδόσεως.

γ) Τετρασύρματες ζεύξεις μέ ένισχυτές [σχ. 26.1α(γ)].

Οι δύο κατευθύνσεις μεταδόσεως είναι έντελώς χωρισμένες. Τέτοια ζεύξη άποτελεί τό τμήμα Β-Γ τής γραμμής του σχήματος 26.1α(γ). Στίς δύο κατευθύνσεις τοποθετούνται κατευθείαν ένισχυτές. Περόνες τοποθετούνται μόνο στα άκρα τής τετρασύρματης γραμμής για νά τή μετατρέψουν σέ δισύρματη.

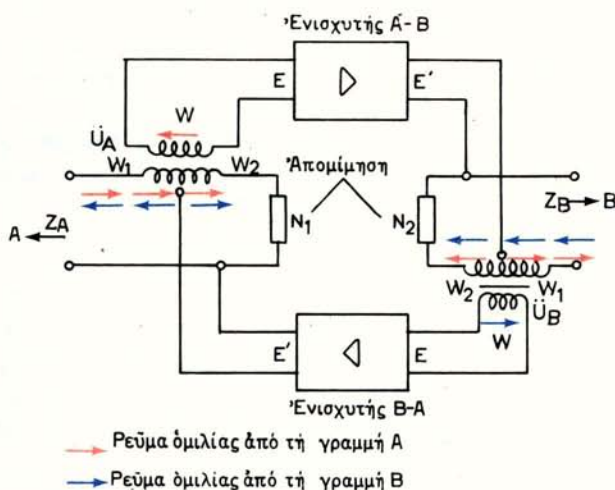
Τό σχήμα 26.1β δείχνει άναλυτικά τή διάκριση των δύο κατευθύνσεων μεταδόσεως μέ τή βοήθεια περονών. Ή περόνη είναι βασικά μιά γέφυρα, όπως ή γέφυρα τής αύτακουστικής έξασθενήσεως. Οι τέσσερις κλάδοι της σχηματίζονται άπ' τά τυλίγματα W_1 , W_2 του διαφορικού μετασχηματιστή, άπ' τή σύνθετη αντίσταση είσόδου τής γραμμής Z_A (ή Z_B) στήν κατεύθυνση του βέλους καί άπ' τήν άπομίμηση N_1 (ή N_2) τής γραμμής. Ή άπομίμηση είναι αντίσταση ίση περίπου μέ τήν αντίσταση είσόδου τής γραμμής.

Τό ρεύμα όμιλίας, πού έρχεται άπ' τή γραμμή Α, φθάνει μέσω του μετασχηματιστή $\dot{U}_A$ στήν είσοδο Ε του ένισχυτή Α-Β, ένισχύεται καί άπ' τήν έξοδο του Ε φθάνει στο μετασχηματιστή $\dot{U}_B$. Έφ' όσον ή γέφυρα είναι έξισορροπημένη, τό



Σχ. 26.1α.

Είδη ζεύξεων: α) Δισύρματη ζεύξη διπλής κατευθύνσεως χωρίς ένισχυτές, β) Δισύρματη ζεύξη διπλής κατευθύνσεως με ένισχυτές, γ) Τετρασύρματη ζεύξη με ένισχυτές.



Σχ. 26.1β.

Διάκριση των δύο κατευθύνσεων μεταδόσεως με περόνες.

ρεύμα διακλαδίζεται σε δύο ίσα ρεύματα, στά τυλίγματα W_1 και W_2 του $\ddot{U}_B$. Τα ρεύματα που επάγονται στο δευτερεύον τύλιγμα του μετασχηματιστή είναι ίσα και αντίθετα κι έτσι το σήμα δεν φθάνει στην είσοδο του ενισχυτή B-A. Τό ίδιο συμβαίνει και γιά το ρεύμα ομιλίας, που έρχεται απ' τή γραμμή B και φθάνει μέσω του ενισχυτή B-A στο διαφορικό μετασχηματιστή $\ddot{U}_A$.

Στήν πράξη ή γέφυρα (περόνη) δεν εξισορροπείται ακριβώς γιά οικονομικούς κυρίως λόγους. Έτσι, ένα τμήμα τής ενέργειας που έρχεται απ' τή γραμμή A περνά τό διαφορικό μετασχηματιστή $\ddot{U}_B$, ενισχύεται από τόν ενισχυτή B-A, μέρος τής ενέργειας αυτής περνά τό μετασχηματιστή $\ddot{U}_A$ μαζί μέ ενέργεια απ' τή γραμμή B και ενισχύεται στον A-B, κ.ο.κ. Έτσι δημιουργείται ένα κύκλωμα αναδράσεως. Αν ή απόσβεση, που προξενείται στο σήμα κατά τή διέλευσή του απ' τούς μετασχηματιστές απ' τήν κατεύθυνση λήψεως πρός τήν κατεύθυνση έκπομπής, είναι μικρότερη απ' τήν ενίσχυσή του στους δύο ενισχυτές, τότε τό κύκλωμα αυτόδιεγείρεται, δηλαδή τό σήμα ενισχύεται ολοένα και περισσότερο, μέ αποτέλεσμα νά εμφανιστεί σφύριγμα στή γραμμή.

26.2 Τηλεφωνικά συστήματα.

Ανάλογα μέ τή ζώνη συχνοτήτων, που μεταβιβάζεται στίς ζεύξεις που περιγράφаме, διακρίνομε συστήματα χαμηλής συχνότητας και φερέσυχνα συστήματα.

α) Συστήματα χαμηλής συχνότητας.

Στά συστήματα αυτά μεταβιβάζονται οι συχνότητες μιās ομιλίας, που είναι μικρότερες από 4000 Hz περίπου, π.χ. οι συχνότητες 300 ως 3400 Hz, που προέρχονται από ένα κανάλι ομιλίας φερέσυχνου συστήματος. Γιά τή μετάδοση σε αστικά δίκτυα και στίς τερματικές γραμμές τών υπεραστικών δικτύων χρησιμοποιούνται κανονικά δισύρματες γραμμές χωρίς πηνία πουπίν και χωρίς ενισχυτές. Στίς δύο κατευθύνσεις έκπομπής και λήψεως μεταδίδεται ή ίδια ζώνη συχνοτήτων (Πηνία πουπίν τοποθετούνται σε τοπικά καλώδια μεγαλύτερου μήκους και μειώνουν τήν απόσβεση τής γραμμής στίς συχνότητες ομιλίας που αναφέραμε, σε βάρος τών υψηλότερων συχνοτήτων στίς οποίες αυξάνεται ή απόσβεση).

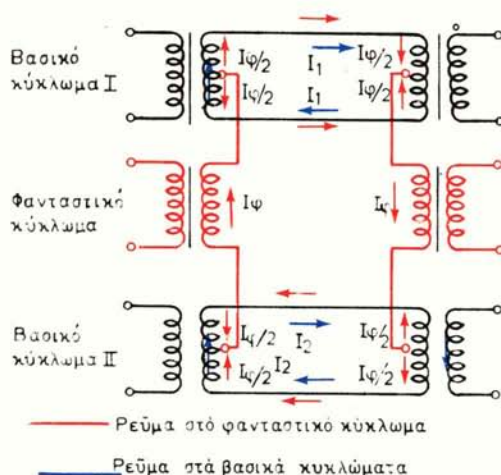
Σε μεγάλες αποστάσεις χρησιμοποιούνται **δισύρματες γραμμές μέ ενισχυτές**. Στίς γραμμές αυτές ή ευστάθεια σχετικά μέ τήν εμφάνιση σφυρίγματος μειώνεται, όσο αυξάνουν οι ενδιάμεσοι ενισχυτές. Γιά νά αποφύγομε τήν εμφάνιση σφυρίγματος δεν επιτρέπεται νά εξουδετερώνομε έντελώς τήν απόσβεση στά τμήματα τής γραμμής μέ τούς ενισχυτές. Έτσι τό μέγιστο μήκος (έμβέλεια) τών δισυρμάτων γραμμών μέ ενισχυτές είναι περιορισμένο.

Η έμβέλεια τών γραμμών χαμηλής συχνότητας μπορεί νά αύξηθει σημαντικά (πάνω από 1000 km.) μέ τή χρησιμοποίηση **τετρασυρμάτων ζεύξεων**. Στήν περίπτωση αυτή κάθε κατεύθυνση ομιλίας έχει ένα δικό της δισύρματο κύκλωμα. Στίς δύο κατευθύνσεις μεταδίδεται ή ίδια ζώνη συχνοτήτων. Η τετρασύρματη ζεύξη μετατρέπεται στά άκρα της σε δισύρματα μέ τή βοήθεια περονών, έπειδή οι συνδρομητές συνδέονται στά τηλεφωνικά κέντρα γιά λόγους οικονομικούς μέ δισύρματες γραμμές. Οι ενδιάμεσοι ενισχυτές δεν χρειάζονται περόνες, έτσι ή γραμμή δε δημιουργεί προβλήματα ευστάθειας και τό μήκος της μπορεί νά είναι πολύ με-

γάλο, ιδιαίτερα όταν η κάθε κατεύθυνση εξυπηρετείται από ξεχωριστό καλώδιο ή διαφορετικό φάσμα συχνοτήτων, όποτε η παρενόχληση μεταξύ των κυκλωμάτων λόγω διαφωνίας διατηρείται χαμηλή.

Στά συστήματα χαμηλής συχνότητας, πού περιγράψαμε, είναι δυνατή η πραγματοποίηση τήν ίδια χρονική στιγμή μιᾶς μόνο συνδιαλέξεως μέσω τῆς δισύρματης ή τετρασύρματης γραμμῆς. Ἐτσι ἡ ἐκμετάλλευση τῶν γραμμῶν εἶναι μικρή καί τό κόστος μιᾶς συνδιαλέξεως μεγάλο. Αὐξηση τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ταυτοχρόνων συνδιαλέξεων χωρίς ἀντίστοιχη αὐξηση τῶν γραμμῶν ἐπιτυγχάνεται μέ τή βοήθεια τῶν φανταστικῶν κυκλωμάτων.

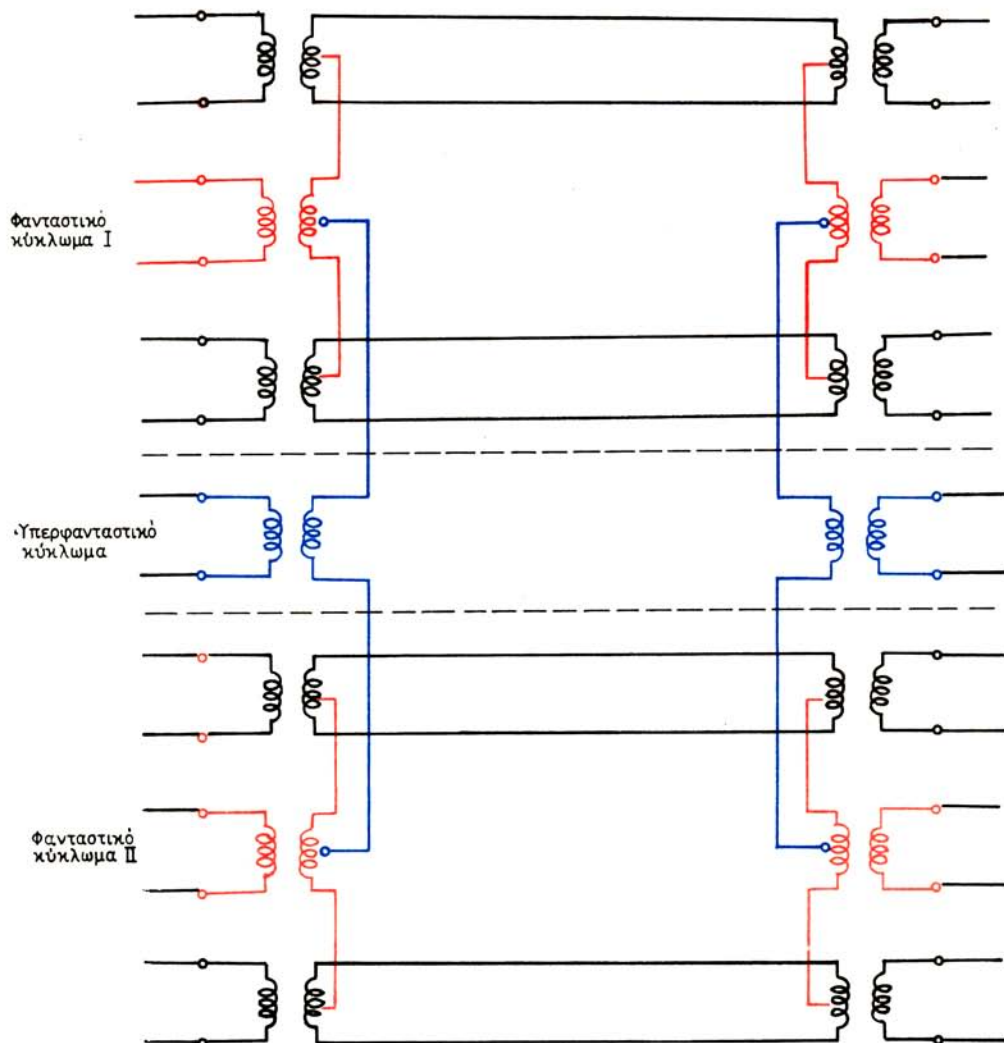
Ἐνα **φανταστικό κύκλωμα** σχηματίζεται, ὅπως φαίνεται στό σχῆμα 26.2α, ἀπό δύο δισύρματες γραμμές πού ὀνομάζονται **βασικά κυκλώματα** καί κλείνουν στά ἄκρα τους μέ ὑπεραστικούς μεταφορεῖς γραμμῶν. Τά ἄκρα τοῦ φανταστικοῦ κυ-



Σχ. 26.2α.
Φανταστικό κύκλωμα.

κλώματος συνδέονται στό μέσο τῶν τυλίγμάτων τῶν μεταφορέων τῶν δύο βασικῶν κυκλωμάτων. Ἐφόσον ἡ ἀντίσταση τῶν δύο ἀγωγῶν κάθε βασικοῦ κυκλώματος εἶναι ἴδια, δηλαδή ὁ κάθε ἀγωγός παρουσιάζει σέ κάθε σημεῖο του τά ἴδια χαρακτηριστικά, τό ρεῦμα τοῦ φανταστικοῦ κυκλώματος διαμοιράζεται σέ κάθε τύλιγμα τῶν βασικῶν κυκλωμάτων σέ δύο ἴσα καί ἀντίθετα ρεύματα. Τά ρεύματα πού ἐπάγονται στά δευτερεύοντα τυλίγματα, εἶναι ἐπίσης ἴσα καί ἀντίθετα, ἀλληλεξουδετερώνονται καί δέν ἐνοχλοῦν τίς συνδιαλέξεις τῶν συνδρομητῶν τῶν βασικῶν κυκλωμάτων. Μέ τόν τρόπο αὐτό, ἀπό δύο βασικά κυκλώματα δημιουργεῖται ἕνα τρίτο κύκλωμα, ἐπιτυγχάνεται δηλαδή αὐξηση τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ταυτοχρόνων συνδιαλέξεων κατά 50%.

Ἀπό τέσσερα βασικά κυκλώματα μέ δύο φανταστικά κυκλώματα σχηματίζεται ἕνα ἀκόμα, **ὑπερφανταστικό κύκλωμα** (σχ. 26.2β). Ἐτσι ἔχομε σέ τέσσερις γραμμές, ταυτόχρονη μετάδοση ἐπτά συνδιαλέξεων ἢ αὐξηση τοῦ ἀριθμοῦ τῶν κυκλωμάτων κατά 75%. Τά τεχνικά ὁμως προβλήματα γιά νά ἐπιτύχομε τήν ἀπαραίτητη συμμετρία τῶν γραμμῶν αὐξάνουν στήν περίπτωση αὐτή.



Σχ. 26.2β.

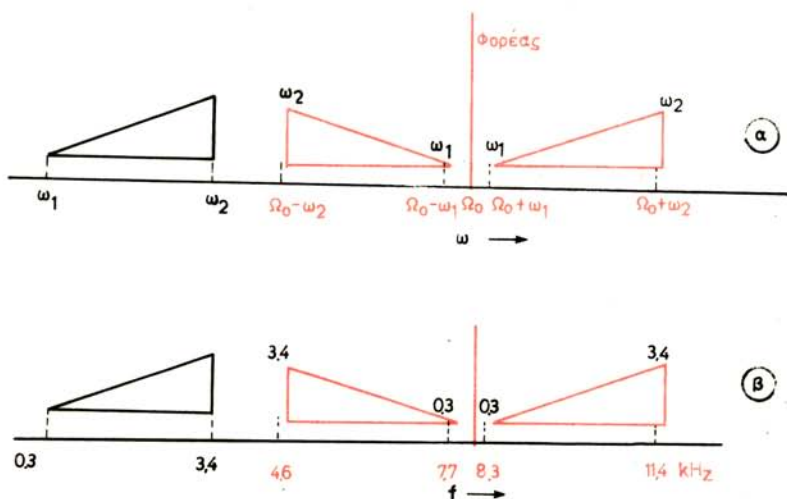
Υπερφανταστικό κύκλωμα.

β) Φερέσυχνα συστήματα.

Με τὰ φερέσυχνα συστήματα (Φ/Σ) ἐπιτυγχάνεται ἡ **πολλαπλή ἐκμετάλλευση** μιᾶς γραμμῆς δύο ἀγωγῶν, δηλαδή ἡ ταυτόχρονη μετάδοση μεγάλου ἀριθμοῦ συνδιαλέξεων, τηλεγραφικῶν σημάτων διαφορετικῶν συνδρομητῶν, στοιχείων διαφόρων τερματικῶν σταθμῶν ἡλεκτρονικοῦ ὑπολογιστοῦ, κ.ο.κ. Φερέσυχνα συστήματα χρησιμοποιοῦνται σ' ὅλους τοὺς κλάδους τῆς ὑπεραστικῆς τηλεπικοινωνίας καί συμβάλλουν στή σημαντική μείωση τοῦ κόστους κατασκευῆς ἀνά κύκλωμα συγκριτικά μέ τὰ συστήματα χαμηλῆς συχνότητος.

Ἡ τεχνική τῶν Φ/Σ βασίζεται στή χρησιμοποίηση μιᾶς σειρᾶς ὑψηλῶν συχνότη-
των, τῶν **φορέων** ἢ **φερουσῶν συχνότητων**. Οἱ φορεῖς διαμορφώνονται κατὰ πλά-
τος στήν εἴσοδο τοῦ συστήματος (πομπή) ἀπό τὰ σήματα χαμηλῆς συχνότητας καί
διαβιβάζονται μέσω τῆς γραμμῆς. Στήν ἐξοδο τοῦ συστήματος (δέκτη), οἱ φορεῖς
διακρίνονται μεταξύ τους μέ τή βοήθεια φίλτρων κι ἀπ' τόν καθένα λαμβάνεται μέ
ἀποδιαμόρφωση τό ἀρχικό σήμα χαμηλῆς συχνότητας, πού ὁδηγεῖται στόν ἀντί-
στοιχο συνδρομητή.

Ὅπως εἶναι γνωστό, ὅταν διαμορφώνεται κατὰ πλάτος ἕνας ἡμιτονοειδῆς φο-
ρέας ὑψηλῆς συχνότητας Ω_0 ἀπό ἕνα ἐπίσης ἡμιτονοειδές σήμα χαμηλῆς συχνότη-
τας ω_m , λαμβάνονται τρία ἡμιτονοειδή σήματα μέ συχνότητες $\Omega_0 + \omega_m$, $\Omega_0 - \omega_m$
καί Ω_0 (συχνότητα τοῦ φορέα). Ἄν τώρα διαμορφώσουμε τό φορέα Ω_0 μέ μιᾶ ζώνη
χαμηλῶν συχνότητων, πού περιλαμβάνει τίς ἡμιτονοειδεῖς συχνότητες ω_1 ὡς ω_2 ,
ἀπό κάθε συχνότητα ω τῆς ζώνης αὐτῆς προκύπτουν οἱ τρεῖς συχνότητες Ω_0 , $\Omega_0 +$
 ω καί $\Omega_0 - \omega$. Ἔτσι δημιουργοῦνται δύο ζώνες συχνότητων μέ τίς συχνότητες $(\Omega_0 +$
 $\omega_1)$ ὡς $(\Omega_0 + \omega_2)$ καί $(\Omega_0 - \omega_1)$ ὡς $(\Omega_0 - \omega_2)$ ἐκτός ἀπ' τή συχνότητα Ω_0 τοῦ φορέα.
Τίς δύο αὐτές ζώνες συχνότητων, πού ὀνομάζονται **πλευρικές ζώνες**, τίς παριστά-
νομε γραφικά μαζί μέ τό φορέα μέ δύο τρίγωνα, ὅπως φαίνεται στό σχῆμα 26.2γ
(α). Ἡ πλευρική ζώνη $(\Omega_0 + \omega_1)$ ὡς $(\Omega_0 + \omega_2)$ χαρακτηρίζεται **ἄνω ἢ ὀρθή ζώνη**. Ἡ



Σχ. 26.2γ.

α) Συμβολική παράσταση τῆς ἄνω (ὀρθῆς) καί κάτω (ἀνάστροφης) πλευρικής
ζώνης συχνότητων. β) Ζώνη συχνότητων ὁμιλίας 0,3-3,4 kHz καί πλευρικές
ζώνες 4,6 - 7,7 καί 8,3 - 11,4 kHz μετά τή διαμόρφωση τοῦ φορέα 8 kHz μέ
τή ζώνη 0,3 - 3,4 kHz.

μικρότερη τῆς συχνότης $\Omega_0 + \omega_1$ ἀντιστοιχεῖ στή μικρότερη συχνότητα διαμορ-
φώσεως ω_1 καί ἡ μεγαλύτερη τῆς συχνότης $(\Omega_0 + \omega_2)$ στή μεγαλύτερη συχνότη-
τα ω_2 τῆς ζώνης χαμηλῶν συχνότητων. Ἡ ζώνη $(\Omega_0 - \omega_2)$ ὡς $(\Omega_0 - \omega_1)$ χαρακτηρί-
ζεται **κάτω ἢ ἀνάστροφη ζώνη** καί περιέχει ἀντίστροφα τίς συχνότητες διαμορφώ-
σεως, δηλαδή στίς ὑψηλές συχνότητες τῆς ζώνης αὐτῆς ἀντιστοιχοῦν οἱ χαμηλές

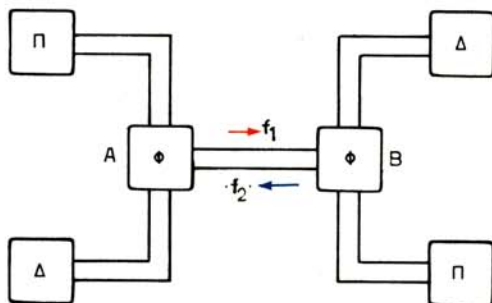
συχνότητες καί στίς χαμηλές της συχνότητες οι ύψηλές συχνότητες τῆς ζώνης χαμηλῶν συχνοτήτων. Π.χ. ἂν διαμορφώσουμε ἓνα φορέα 8000 Hz μέ τή ζώνη συχνοτήτων τῆς ὁμιλίας, πού μεταδίδεται στά Φ/Σ, 300 ὡς 3400 Hz, θά προκύψουν δύο ζώνες πού θά περιλαμβάνουν τίς συχνότητες 8300 ὡς 11.400 Hz (ἄνω πλευρική ζώνη) καί 4600 ὡς 7700 Hz (κάτω πλευρική ζώνη). Στήν ἴδια γραμμή μποροῦν νά μεταβιβάζονται ταυτόχρονα οἱ συχνότητες 300 ὡς 3400 Hz τῆς ὁμιλίας ἐνός συνδρομητῆ καί οἱ συχνότητες 4600 ὡς 7700 καί 8300 ὡς 11.400 τῆς ὁμιλίας ἐνός ἄλλου συνδρομητῆ, χωρίς νά ἐνοχλοῦνται ἀμοιβαῖα.

Ἐπειδή κάθε πλευρική ζώνη περιέχει ὅλες τίς μεταβιβαζόμενες συχνότητες μιᾶς ὁμιλίας, ἀρκεῖ νά μεταβιβαστεῖ στό δέκτη μιά μόνο ζώνη, εἴτε ἡ ἄνω εἴτε ἡ κάτω. Ἡ ἄλλη ἀπομακρύνεται στήν εἴσοδο τῆς γραμμῆς μέ φίλτρα. Ὅπως φαίνεται στό σχῆμα 26.2γ (β) στή θέση της μπορεῖ νά μεταβιβαστεῖ μιά πλευρική ζώνη μιᾶς ἄλλης ὁμιλίας. Ἐτσι, στήν περιοχή συχνοτήτων 4,6 ὡς 11,4 kHz μπορούμε νά μεταβιβάσουμε δύο ἀντί μιά ὁμιλίες. Πρέπει ἀκόμα νά σημειωθεῖ ὅτι σέ περίπτωση πού μεταδίδονται καί οἱ δύο πλευρικές ζώνες, κάθε μιά ἀπ' αὐτές παθαίνει διαφορετική ἀπόσβεση ἀπ' τή γραμμή, ἐπειδή οἱ συχνότητές τους εἶναι διαφορετικές, μέ ἀποτέλεσμα ἡ ἀντιστάθμιση τῆς παραμορφώσεως πλάτους στό δέκτη νά γίνεται πιά πολύπλοκη. Χρησιμοποιώντας μιά σειρά φορέων, πού διαμορφώνονται μέ τά σήματα ὁμιλίας χαμηλῆς συχνότητας (300 ὡς 3400 Hz), μπορούμε νά τοποθετήσουμε τίς πλευρικές ζώνες πολλῶν ὁμιλιῶν, τή μιά δίπλα στήν ἄλλη, ὅπως θά δοῦμε πιά κάτω. Ἐτσι σχηματίζεται μιά ζώνη συχνοτήτων, πού περιέχει ὅλες τίς ὁμιλίες πού μεταβιβάζονται σέ μιά κατεύθυνση ἀπ' τόν πομπό στό δέκτη. Ἡ ζώνη αὕτη ὀνομάζεται **ζώνη ἢ φάσμα συχνοτήτων ἐκπομπῆς**.

Στά Φ/Σ χρησιμοποιοῦνται γιά τή μετάδοση καί δισύρματες καί τετρασύρματες γραμμές. Ἀνάλογα μέ τίς ζώνες συχνοτήτων πού μεταβιβάζονται στίς γραμμές αὐτές, διακρίνομε τίς ἐξῆς μεθόδους ἐπικοινωνίας:

α) Δισύρματη ἐπικοινωνία μέ μετάδοση διαφορετικῶν ζωνῶν συχνοτήτων στίς δύο κατευθύνσεις (σχ. 26.2δ).

Στήν κατεύθυνση, π.χ. Α-Β χρησιμοποιοῦνται οἱ συχνότητες 6 ὡς 54 καί στήν Β-Α οἱ συχνότητες 60 ὡς 108 kHz. Μιά συνδιάλεξη π.χ. μεταβιβάζεται ἀπ' τό Α



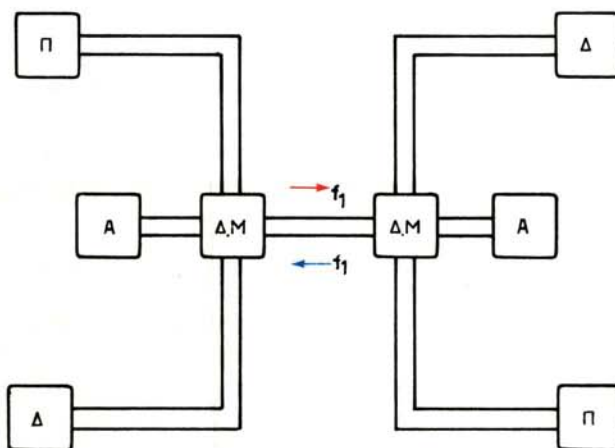
Σχ. 26.2δ.

Δισύρματη ζεύξη διπλῆς κατευθύνσεως. Σέ κάθε κατεύθυνση χρησιμοποιεῖται διαφορετική ζώνη συχνοτήτων.

στό Β με τις συχνότητες 6,3 ως 9,4 kHz και απ' τό Β στο Α με τις συχνότητες 60,3 ως 63,4 kHz. Στα άκρα της γραμμής οι δύο ζώνες διακρίνονται με τη βοήθεια φίλτρων Φ. "Αν στη γραμμή τοποθετηθούν ενισχυτές, πρέπει στις θέσεις της τοποθέτησεως νά μετατραπεί ή δισύρματη γραμμή σέ τετρασύρματη καί διατάξεις φίλτρων νά επιτρέπουν τή διέλευση σέ μιά κατεύθυνση μιās μόνο ζώνης συχνοτήτων (θεωρητικά καί πρακτικά θά ήταν έδω δυνατό, λόγω διαφορετικού φάσματος, νά χρησιμοποιηθεῖ κοινός ενισχυτής καί γιά τίς δύο κατευθύνσεις. Έπειδή όμως αυτό προκαλεῖ τεχνικές περιπλοκές καί οἰκονομικές ἐπιβαρύνσεις, ή μέθοδος αὐτή δέν συνηθίζεται).

β) Δισύρματη ἐπικοινωνία μέ μετάδοση τῆς ἴδιας ζώνης συχνοτήτων στίς δύο κατευθύνσεις (σχ. 26.2ε).

"Όπως καί στά συστήματα χαμηλῆς συχνότητος οἱ δύο κατευθύνσεις διακρίνονται μέ τή βοήθεια διαφορικῶν μετασχηματιστῶν Δ.Μ. καί ἀπομιμήσεων τῆς γραμμῆς Α. Ἡ μέθοδος αὐτή χρησιμοποιεῖται πολύ λίγο λόγω τῶν μειονεκτημάτων πού ἀναφέραμε.

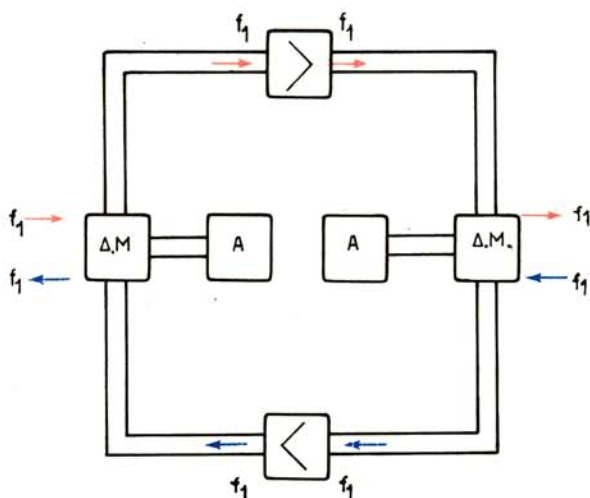


Σχ. 26.2ε.

Δισύρματη ζεύξη διπλῆς κατεύθυνσεως. Σέ κάθε κατεύθυνση χρησιμοποιεῖται ή ἴδια ζώνη συχνοτήτων.

γ) Τετρασύρματη ἐπικοινωνία μέ μετάδοση τῆς ἴδιας ζώνης συχνοτήτων στίς δύο κατευθύνσεις (σχ. 26.2στ).

Κάθε μιά κατεύθυνση ἔχει τή δική της γραμμή, ἔτσι ή ἐνδιάμεση ἐνίσχυση τῶν σημάτων δέν παρουσιάζει δυσκολίες. Έφόσον χρησιμοποιούνται συμμετρικά καλώδια, γιά νά ἀποφύγουμε τήν ἐμφάνιση διαφωνίας τοποθετοῦνται οἱ γραμμές τῶν δύο κατευθύνσεων σέ διαφορετικά καλώδια. Σέ ὁμοαξονικές γραμμές, ἀντίθετα, μποροῦν οἱ γραμμές τῶν δύο κατευθύνσεων νά βρίσκονται στό ἴδιο καλώδιο, γιατί πρακτικά τό ἡλεκτρομαγνητικό πεδίο μιās ὁμοαξονικῆς γραμμῆς ἀναπτύσσεται ἐσωτερικά τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀγωγοῦ καί ἐξωτερικά τοῦ ἐσωτερικοῦ καί δέν ἐπηρεάζει τίς ἄλλες γραμμές.



Σχ. 26.2στ.

Τετρασύρματη ζεύξη. Σε κάθε κατεύθυνση μεταδόσεως χρησιμοποιείται η ίδια ζώνη συχνοτήτων.

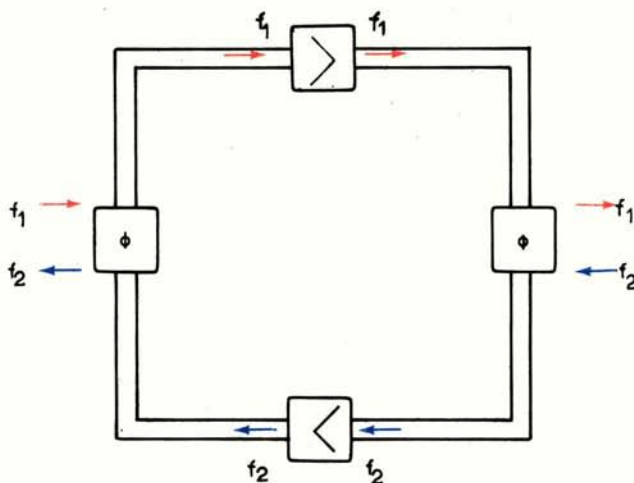
δ) Τετρασύρματη επικοινωνία με μετάδοση διαφορετικών ζωνών συχνοτήτων στις δύο κατευθύνσεις (σχ. 26.2ζ).

Χρησιμοποιείται ελάχιστα σήμερα, όταν απαιτείται μεγαλύτερη ασφάλεια στο ζήτημα της διαφωνίας.

Τά Φ/Σ χαρακτηρίζονται βασικά απ' τή μέθοδο μεταδόσεως που χρησιμοποιείται καί τόν αριθμό καναλιών που περιλαμβάνουν. Έτσι έχομε συστήματα δισύρματης επικοινωνίας με μετάδοση διαφορετικών ζωνών συχνοτήτων στις δύο κατευθύνσεις, ενός, τριών, ξί, δώδεκα καί είκοσι τεσσάρων καναλιών, συστήματα τετρασύρματης επικοινωνίας με μετάδοση τής ίδιας ζώνης συχνοτήτων στις δύο κατευθύνσεις 60, 120, 960, 1260, 2700 καί 10.800 καναλιών. Ο όρος **κανάλι** χαρακτηρίζει γενικά μία ζώνη συχνοτήτων. Στα Φ/Σ χαρακτηρίζει επίσης μία συνδιάλεξη. Σε σύστημα π.χ. 6 καναλιών μπορούν νά διεξάγονται ταυτόχρονα 6 συνδιαλέξεις.

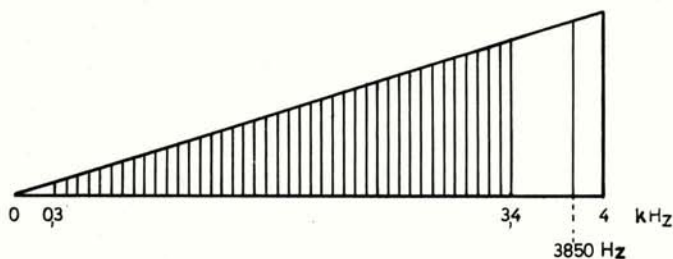
Ο σχηματισμός τής ζώνης συχνοτήτων έκπομπής στά Φ/Σ γίνεται μέ τήν τοποθέτηση ζωνών συχνοτήτων 4 kHz, τή μία δίπλα στήν άλλη (παράθεση ζωνών συχνοτήτων). Η ζώνη τών 4 kHz περιλαμβάνει τίς συχνότητες μιás όμιλίας 300 ως 3400 Hz, που μεταβιβάζονται σέ μία κατεύθυνση (σχ. 26.2η). Οι έπιλογικοί παλμοί καί τά σήματα ζεύξεως, που ανήκουν στήν όμιλία αύτή, μεταδίδονται στό ίδιο κανάλι μέ συχνότητες συνήθως 3825 ή 3850 Hz που βρίσκονται έξω απ' τή μεταδιδόμενη ζώνη όμιλίας. Τά σήματα συνεχούς ρεύματος μετατρέπονται στό Φ/Σ σέ έναλλασσόμενο ρεύμα συχνότητας 3825 ή 3850 Hz καί τοποθετούνται στό αντίστοιχο κανάλι.

Σέ όλα τά σύγχρονα Φ/Σ ή ζώνη έκπομπής σχηματίζεται από **βασικές ομάδες** ή **ομάδες πρώτης τάξεως** τών 12 καναλιών. Μιά βασική ομάδα σχηματίζεται ως έξής: Οι συχνότητες **τριών** όμιλιών περιορίζονται μέ κατωδιαβατά φίλτρα σέ 3,4 kHz καί



Σχ. 26.2ζ.

Τετρασύρματη ζεύξη. Σε κάθε κατεύθυνση χρησιμοποιείται διαφορετική ζώνη συχνοτήτων.



Σχ. 26.2η.

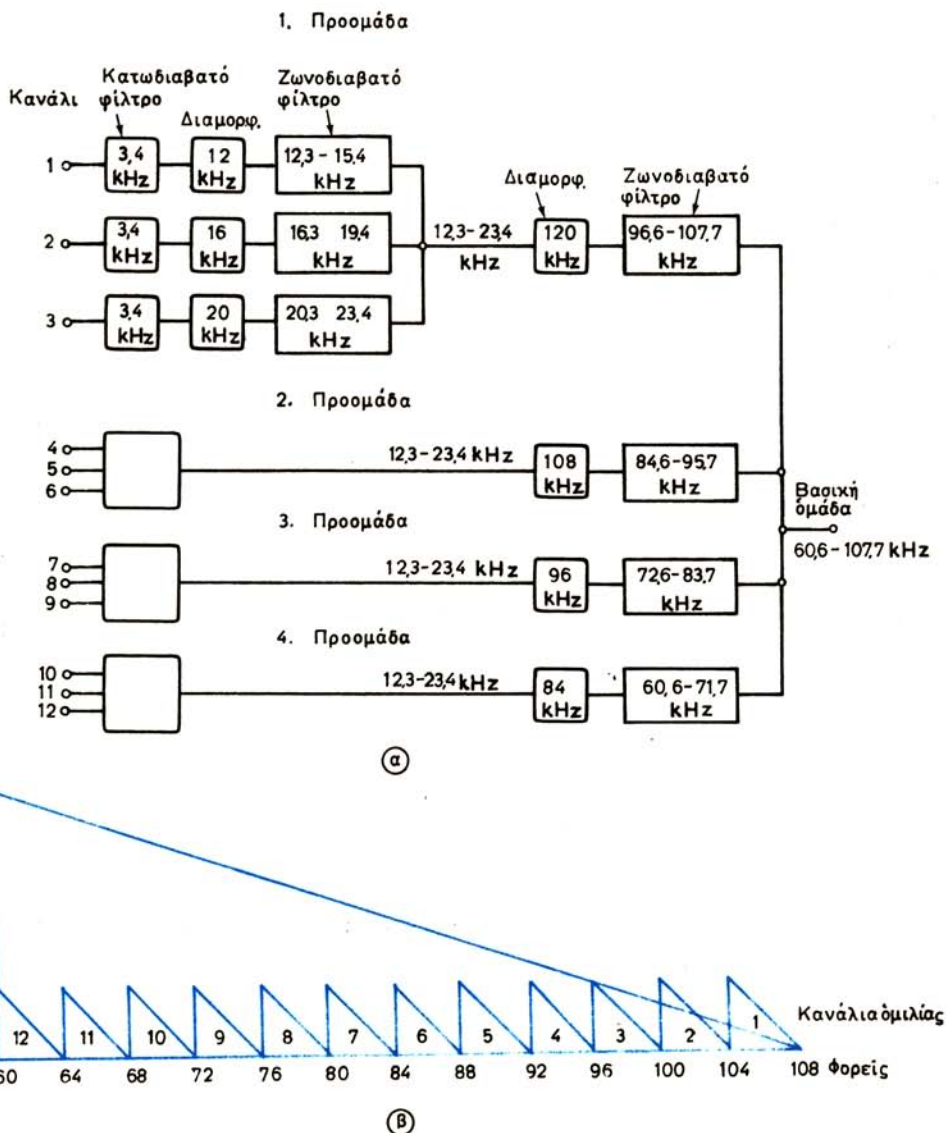
Συμβολική παράσταση καναλιού 4 kHz που χρησιμοποιείται σε Φ/Σ για τη μετάδοση μίας όμιλίας.

διαμορφώνουν τούς φορείς 12,16 και 20 kHz. Με τη βοήθεια ζωνοπερατών φίλτρων έμποδίζεται ή διέλευση της κάτω πλευρικής ζώνης κάθε όμιλίας. Έτσι στην έξοδο των φίλτρων παίρνεται ζώνη συχνοτήτων όμιλίας 12,3 ως 23,4 kHz. Έπειδή κάθε κανάλι όμιλίας χρησιμοποιεί 4 kHz, τά τρία αυτά κανάλια τοποθετημένα τό ένα δίπλα στο άλλο καταλαμβάνουν τη ζώνη 12 ως 24 kHz (σχ. 26.2ι (α)). Η ζώνη αυτή ονομάζεται **προομάδα**. Κατά τόν ίδιο τρόπο δημιουργούνται τρείς άλλες προομάδες 12,3 ως 23,4 kHz με τά κανάλια 4 ως 6, 7 ως 9 και 10 ως 12.

Οι τέσσερις προομάδες διαμορφώνουν στή συνέχεια κατά σειρά τούς φορείς 84,96,108 και 120 kHz, όπως φαίνεται στο σχήμα 26.2θ (α). Μετά τήν κάθε διαμόρφωση συμπιέζεται με τη βοήθεια φίλτρων ή άνω πλευρική ζώνη. Έτσι δημιουργείται μία ζώνη 60,6 ως 107,7 kHz ή ζώνη 60 ως 108 kHz, έφ' όσον κάθε

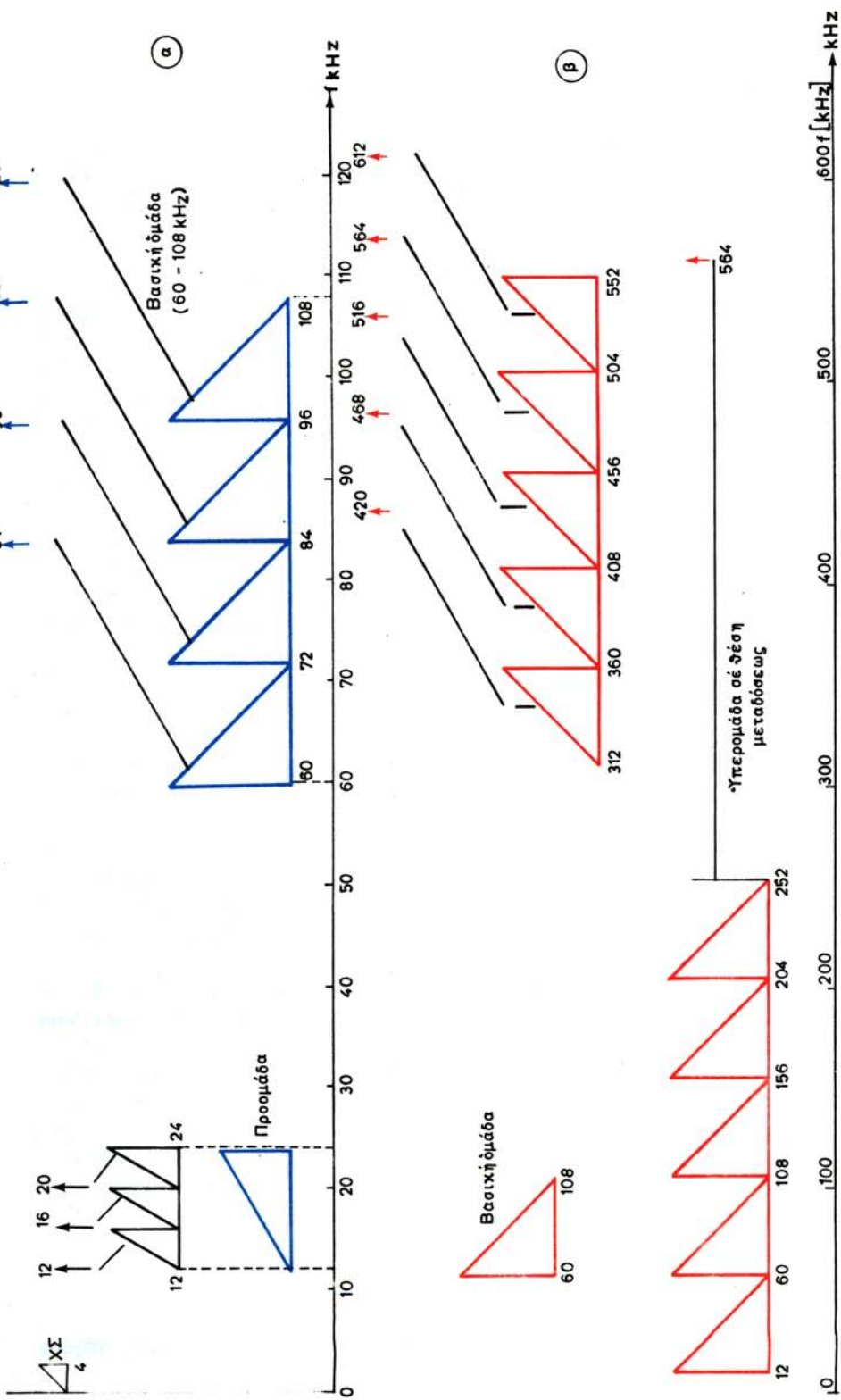
κανάλι όμιλίας έχει πλάτος 4 kHz [σχ. 26.21 (α)]. 'Η ζώνη αυτή άπ' τής τέσσερις προομάδες ή δώδεκα κανάλια όμιλίας άποτελεί τή **βασική όμάδα**.

"Ένας άλλος τρόπος σχηματισμού τής βασικής όμάδας τής CCITT, πιο δαπανηρός όμως, είναι μέ τή βοήθεια 12 φορέων -60,64, 68...108 kHz-πού διαμορφώνονται **κατευθείαν** μέ 12 ζώνες συχνοτήτων όμιλίας 300 ως 3400 Hz [σχ. 26.20 (β)].



Σχ. 26.20.

- α) Σχηματισμός τής βασικής όμάδας CCITT 12 καναλιών όμιλίας άπό 4 προομάδες.
β) Κατευθείαν σχηματισμός τής βασικής όμάδας CCITT μέ διαμόρφωση τών φορέων 60,64,68... 108 kHz μέ ζώνες όμιλίας 0,3-3,4 kHz.



Σχ. 26.21.

Φ/Σ τετρασύρματης επικοινωνίας 60 καναλιών ομίλης. Σε κάθε μιά κατεύθυνση μεταβιβάζεται ή ίδια ζώνη συχνοτήτων 12-252 kHz.

Μετά τη διαμόρφωση παίρνονται με τη βοήθεια κρυσταλλικών φίλτρων οι κάτω πλευρικές ζώνες με αποτέλεσμα να σχηματιστεί μία ζώνη συχνοτήτων 60 ως 108 kHz με 12 κανάλια δμιλίας τών 4 kHz.

Από 5 βασικές ομάδες σχηματίζεται μία **υπερομάδα** ή **ομάδα δεύτερης τάξεως** CCITT με $5 \times 12 = 60$ κανάλια δμιλίας. Οι 5 αυτές ομάδες με πλάτος 60 ως 108 kHz ή καθεμία, διαμορφώνουν τους φορείς 420, 468, 516, 564 και 612 kHz, όπως φαίνεται στο σχήμα 26.21 (β). Μετά τη διαμόρφωση παίρνονται οι κάτω πλευρικές ζώνες, με αποτέλεσμα να σχηματιστεί η **υπερομάδα** με πλάτος 312 ως 552 kHz.

Σ' ένα σύστημα τετρασύρματης επικοινωνίας 60 καναλιών δμιλίας, η **υπερομάδα** διαμορφώνει στη συνέχεια ένα κατάλληλο φορέα για να μετατοπιστεί σε χαμηλότερη περιοχή συχνοτήτων. Με διαμόρφωση π.χ. του φορέα 564 kHz [σχ. 26.21 (β)] και απομάκρυνση της άνω πλευρικής ζώνης παίρνεται η **ζώνη συχνοτήτων έκπομπής** του συστήματος 12 ως 252 kHz. Η ζώνη αυτή χρησιμοποιείται για τη μετάδοση και στίς δύο κατευθύνσεις Α-Β και Β-Α της τετρασύρματης γραμμής. Η δμιλία ενός συνδρομητή μεταδίδεται απ' τό Α στο Β με ένα κανάλι πλάτους 4 kHz, πού ανήκει σε μία απ' τις 5 ομάδες πού σχηματίζουν τη ζώνη έκπομπής 12 ως 252 kHz στον πομπό Α. Η δμιλία του συνομιλητή του μεταδίδεται απ' τό Β στο Α επίσης με ένα κανάλι πλάτους 4 kHz, πού ανήκει στη ζώνη έκπομπής 12 ως 252 kHz, πού σχηματίζεται στον πομπό Β απ' τις δμιλίες τών συνδρομητών του σταθμού Β.

Από ομάδες δεύτερης τάξεως δημιουργούνται ομάδες **τρίτης τάξεως** CCITT, κ.ο.κ. Μία ομάδα τρίτης τάξεως, π.χ. σχηματίζεται από 5 ομάδες δεύτερης τάξεως, περιλαμβάνει $5 \times 60 = 300$ κανάλια δμιλίας και η ζώνη συχνοτήτων της είναι 812 ως 2044 kHz. Τρεις τέτοιες ομάδες σχηματίζουν μία ομάδα **τέταρτης τάξεως** $3 \times 300 = 900$ καναλιών δμιλίας και πλάτους 8516 ως 12.388 kHz.

Απ' την ομαδοποίηση τών καναλιών, όπως τήν περιγράψαμε, γεννιέται τό έρώτημα, γιατί σχηματίζεται η ζώνη έκπομπής **διαδοχικά** από προομάδες, βασικές ομάδες κ.ο.κ. και όχι **κατευθείαν από κανάλια δμιλίας** 4 kHz με διαμόρφωση φορέων, πού απέχουν 4 kHz μεταξύ τους. Μία ζώνη έκπομπής π.χ. 12 ως 252 kHz θα μπορούσε να σχηματιστεί διαμορφώνοντας 60 φορείς 16, 20, 24...256 kHz με 60 κανάλια δμιλίας 4 kHz και παίρνοντας τις κάτω πλευρικές ζώνες με 60 φίλτρα. Ό λόγος, πού δέν εφαρμόζεται ο τρόπος αυτός, είναι ότι απαιτούνται πολύ περισσότεροι **διαφορετικοί** φορείς και πολύ περισσότεροι **διαφορετικοί** τύποι φίλτρων, πού η δημιουργία τους είναι πολυδάπανη. Ένω δηλαδή η ζώνη έκπομπής 12 ως 252 kHz σχηματίζεται με ομαδοποίηση τών καναλιών με τη βοήθεια 13 μόνο **διαφορετικών φορέων**, όπως φαίνεται στο σχήμα 26.21 και 13 διαφορετικών φίλτρων, απαιτούνται με τόν κατευθεία σχηματισμό 60 διαφορετικοί φορείς και 60 διαφορετικά φίλτρα. Στην πρώτη περίπτωση, με τήν τυποποίηση πού επιτυγχάνεται στην κατασκευή τών σηματογεννητριών και τών φίλτρων, μειώνεται σημαντικά τό κόστος κάθε μιάς μονάδας. Επίσης τά φίλτρα, πού χρησιμοποιούνται για τήν απομάκρυνση τών πλευρικών ζωνών, δέν χρειάζεται να έχουν πολύ άποτομες πλευρές και είναι φθηνότερα απ' τά φίλτρα της δεύτερης περιπτώσεως.

26.3 Χαρακτηριστικά μεταδόσεως και χρήση τών ένσυρμάτων γραμμών.

Οι έναέριες γραμμές, τά συμμετρικά και τά όμοαξονικά καλώδια παρουσιάζουν

διαφορετική συμπεριφορά στη μετάδοση ηλεκτρικῶν σημάτων. Ἡ συμπεριφορά αὕτη ἔχει ἄμεση σχέση μέ τό κόστος τῶν κυκλωμάτων, πού ἀντιστοιχεῖ στά διάφορα εἶδη τῶν γραμμῶν, καί προσδιορίζει σέ μεγάλο βαθμό τήν περιοχή τοῦ τηλεφωνικοῦ δικτύου πού χρησιμοποιεῖται τό καθένα.

α) Ἐναέριες γραμμές.

Στά πρῶτα χρόνια τῆς τηλεφωνίας χρησιμοποιήθηκαν ἐναέριες γραμμές γιά τή σύνδεση τῶν συνδρομητῶν στά τηλεφωνικά κέντρα καί γιά τή μετάδοση σέ μεγάλες ἀποστάσεις μέ συστήματα χαμηλῆς συχνότητος. Ἀργότερα χρησιμοποιήθηκαν ἐπίσης σά μέσο ζεύξεως σέ ἐνσύρματα Φ/Σ. Σήμερα χρησιμοποιοῦνται σά συνδρομητικές γραμμές μόνο στήν ὑπαιθρο γιά τή σύνδεση ἀπομακρυσμένων ἀπ' τό κέντρο συνδρομητῶν καί ἀκόμα σάν ὑπεραστικές γραμμές Φ/Σ 3 ἢ 12 καναλιῶν μέ μετάδοση διαφορετικῶν ζωνῶν συχνότητων στίς δύο κατευθύνσεις, σέ λιγότερο ἀνεπτυγμένες χώρες.

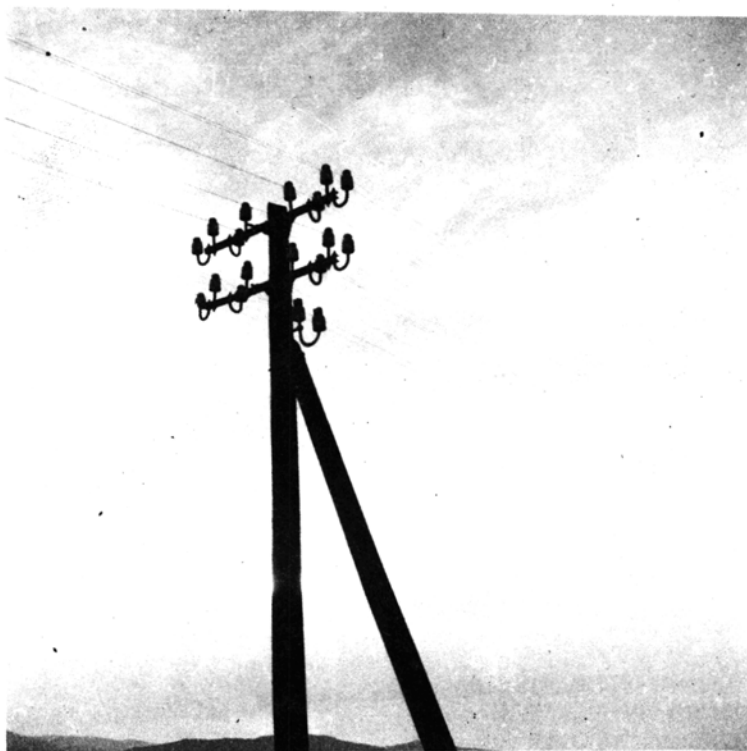
Ἡ διάμετρος τῶν ἀγωγῶν εἶναι συνήθως 2 ὡς 3 mm. Ἡ ἀντίσταση R' τῆς γραμμῆς ἀνά km μειώνεται μέ αὐξανόμενη διάμετρο, ὅπως φαίνεται στό σχῆμα 26.3α(α). Ταυτόχρονα μειώνεται καί ἡ κυματική ἀπόσβεση α ἀνά km [σχ. 26.3α(β)]. Σέ μιά γραμμή μέ σταθερή διάμετρο ἀγωγῶν (π.χ. 3 mm), ἡ ἀπόσβεση αὐξάνει μέ αὐξανόμενη συχνότητα τοῦ σήματος πού περνᾷ ἀπ' τή γραμμή καί γίνεται πολύ ἰσχυρή στίς ὑψηλές συχνότητες. Ἐπίσης ἐξαρτᾶται πολύ ἀπ' τίς καιρικές συνθῆκες [σχ. 26.3α(γ)]. Γιά λόγους οἰκονομικοῦ χρησιμοποιοῦνται σέ ἐναέρια Φ/Σ συχνότητες μέχρι 150 kHz (σέ μεγαλύτερες συχνότητες, μεταξύ ἄλλων, γίνεται πολύ μέγας ὁ ἀριθμός τῶν ἐνδιαμέσων ἐνισχυτῶν, πού πρέπει νά τοποθετηθοῦν). Ἡ χαρακτηριστική ἀντίσταση τῶν ἐναερίων γραμμῶν στίς συχνότητες αὐτές εἶναι περίπου 600 Ω. Ἡ τιμή αὕτη ἐπιτυγχάνεται μέ κατάλληλη τοποθέτηση τῶν ἀγωγῶν.

Λόγω τοῦ μεγάλου χώρου πού καταλαμβάνουν, τοῦ ὑψηλοῦ κόστους ἀνά κύκλωμα ὀμιλίας (μικρός ἀριθμός κυκλωμάτων, μεγάλη διάμετρος ἀγωγῶν γιά λόγους μηχανικῆς ἀντοχῆς), τῆς ἐξαρτήσεως τῆς ποιότητος μεταδόσεως ἀπ' τίς καιρικές συνθῆκες καί τῆς μικρότερης ἀσφάλειας ἀπέναντι σέ καταστροφές, οἱ ἐναέριες γραμμές ἔχουν ἐκτοπιστεῖ σέ προηγμένες χώρες ἀπ' τά συμμετρικά καλώδια.

β) Καλώδια μέ συμμετρικές γραμμές.

Καλώδια μέ συμμετρικές γραμμές* χρησιμοποιοῦνται γιά τή σύνδεση τῶν συνδρομητῶν στά τηλεφωνικά κέντρα καί τή σύνδεση τῶν κέντρων ἐνός ἀστικοῦ δικτύου (συνδρομητικά καί τοπικά καλώδια), γιά τή σύνδεση τερματικῶν κέντρων μέ τά κομβικά καί κομβικῶν μέ τά κύρια κέντρα στό ὑπεραστικό δίκτυο (περιοχικά καλώδια), κι ἐπίσης σάν ὑπεραστικά καλώδια μεγάλων ἀποστάσεων.

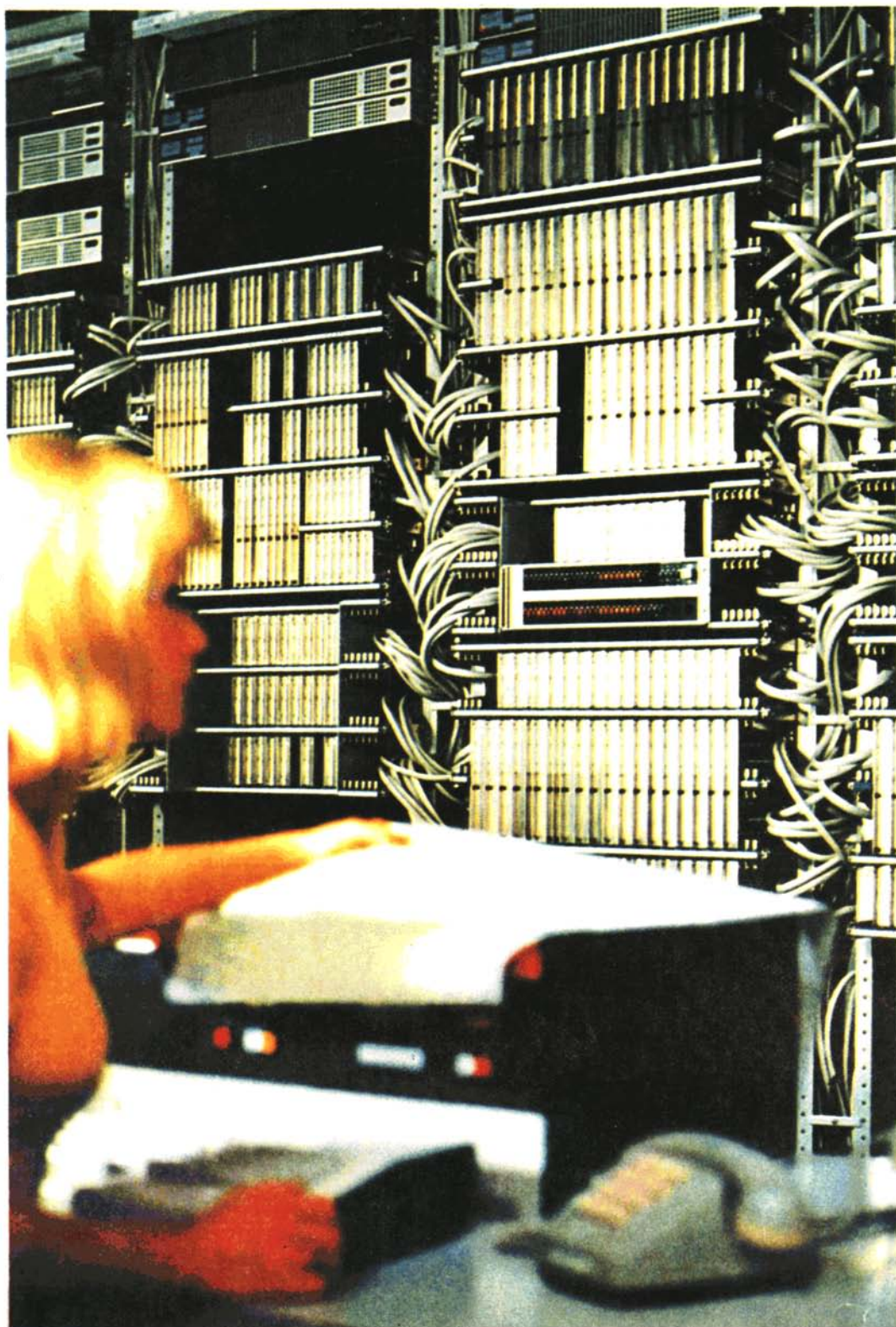
Τά **συνδρομητικά καλώδια** κατασκευάζονται μέ διάμετρο ἀγωγῶν 0,4 ὡς 0,8 mm καί μόνωση χαρτιοῦ ἢ πολυεθυλαίνιου. Συνήθως εἶναι πλεγμένα σέ ἀστεροτετράδες, ὅποτε μιά συνδρομητική γραμμή σχηματίζεται ἀπό ἕνα ζευγος τῆς τετράδας, πού μεταφέρει τή ζώνη συχνότητων τῆς ὀμιλίας (0,3 ὡς 3,4 kHz). Ὁ Πίνακας 26.3.1 δίνει τά χαρακτηριστικά μεγέθη συνδρομητικῶν γραμμῶν. Ἡ ἀντίσταση καί ἡ ἀπόσβεση μειώνονται μέ αὐξανόμενη διάμετρο τῶν ἀγωγῶν. Ἡ ἀπόσβεση αὐξάνει μέ τή συχνότητα, ὅπως φαίνεται στό σχῆμα 26.3β. Γιά τή μείωση τῆς ἀποσβέσεως τοποθετοῦνται σέ τοπικά καλώδια μεγαλύτερου μήκους πηνία πουπίν.



Στόλωμα με έναέριες γραμμές γιά φερέσυχνα συστήματα.



Μεταλλάκτης χειροκίνητου υπεραστικού κέντρου του Ο.Τ.Ε.

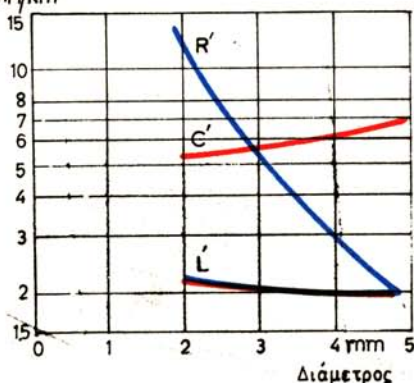


“Αποψη από τό έσωτερικό ηλεκτρονικό υπεραστικό κέντρου.



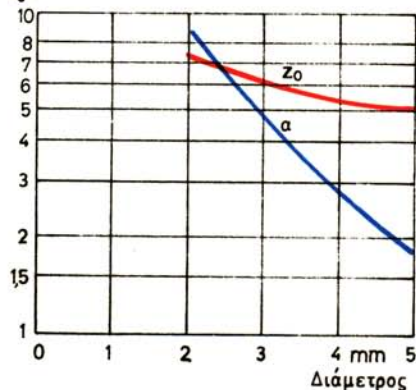
Τοποθέτηση όμοαξονικού καλωδίου σέ χαντάκι.

$R' \Omega/\text{km}$
 $C' \text{ nF}/\text{km}$
 $L' \text{ mH}/\text{km}$

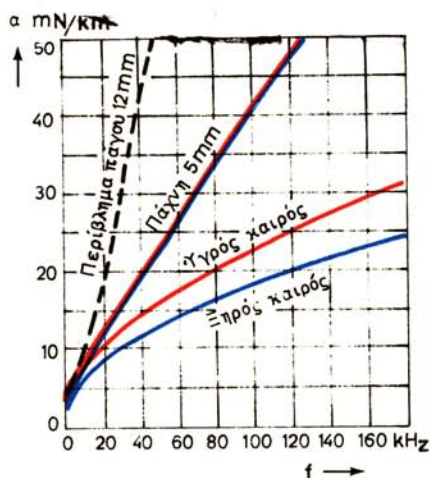


α

$\alpha \text{ mN}/\text{km}$
 $Z_0 \Omega$



β



γ

Σχ. 26.3α.

α) Μεταβολή της αντίστασης R' , της χωρητικότητας C' και της αuctεπαγωγής L' έναέριας γραμμής με τη διάμετρο των αγωγών (αγωγοί από σκληρό χαλκό με απόσταση μεταξύ τους 20 cm). β) Μεταβολή της σταθερής αποσβέσεως α και της χαρακτηριστικής αντίστασης της έναέριας γραμμής Z_0 α με τη διάμετρο των αγωγών. γ) Μεταβολή της σταθερής αποσβέσεως α έναέριας γραμμής με τη συχνότητα f σε διάφορες καιρικές συνθήκες (αγωγοί από σκληρό χαλκό διαμέτρου 3 mm).

Στά **περιοχικά καλώδια** χρησιμοποιούνται κατά τό πλείστον αγωγοί με διάμετρο 0,8 ως 1,4 mm, ανάλογα με τις αποστάσεις, και χάρτινη μόνωση. Γιά λειτουργία της γραμμής σε χαμηλές συχνότητες εφαρμόζεται πλέξη των αγωγών DM

(Ντίζελχόρστ-Μάρτιν). Ἀστεροτετραδική πλέξη χρησιμοποιεῖται, ὅταν γίνεται ἐκμετάλλευση φανταστικῶν κυκλωμάτων, τὰ ὁποῖα ἐδῶ ἔχουν πολὺ κατάλληλα χαρακτηριστικά γιὰ μετάδοση ραδιοφωνικῶν προγραμμάτων. Τίς περισσότερες φορές οἱ τετράδες χαμηλῆς συχνότητος ἐφοδιάζονται μὲ πηνία πουπίν. Σέ περιοχικά καλώδια χρησιμοποιοῦνται κυρίως Φ/Σ 6,12 καὶ 24 καναλιῶν μὲ δισύρματη ἐπικοινωνία.

Καλώδια μὲ μόνωση ἀπὸ στυροφλέξ φθάνουν στὸ ὄριο μεταδόσεως 552 kHz καὶ χρησιμοποιοῦνται σέ τετρασύρματα συστήματα 120 καναλιῶν. Τὰ χαρακτηριστικά τῶν καλωδίων αὐτῶν εἶναι συγκεντρωμένα στὸν Πίνακα 26.3.2.

Πίνακας 26.3.1.

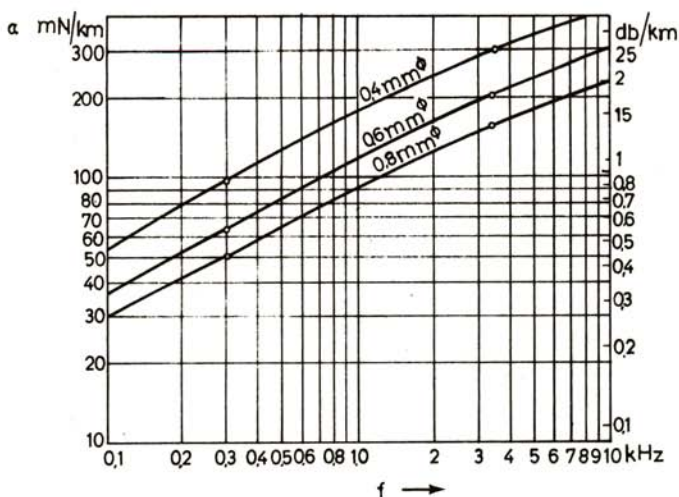
Διάμετρος ἀγωγῶν d mm	Χαρακτηριστικὴ ἀντίσταση Z_0 σέ 800 Hz Ω	Ἀντίσταση R' σέ 800 Hz καὶ 20°C Ω/km	Σταθερὰ ἀποσβέσεως α σέ 800 Hz mNp/km	Αὐτεπαγωγή L' mH/km	Χωρητικότητα C' nF/km
0,4	1330	300	160	0,7	36
0,6	850	130	105	0,7	38
0,8	640	73,2	80	0,7	38

Πίνακας 26.3.2.

Διάμετρος ἀγωγῶν d mm	Μόνωση	Σταθερὰ ἀποσβέσεως α σέ 10°C, mNp/km σέ 60 250 550 kHz	Χαρακτηριστικὴ ἀντίσταση Z_0 σέ 800 Hz Ω	Τύπος Φ/Σ	Ἀπόσταση ἐνισχυτῶν km
1,2	Χαρτί	145 325 515	170	V 60	18-25
1,3	Στυροφλέξ	115 225 325	190	V 120	18

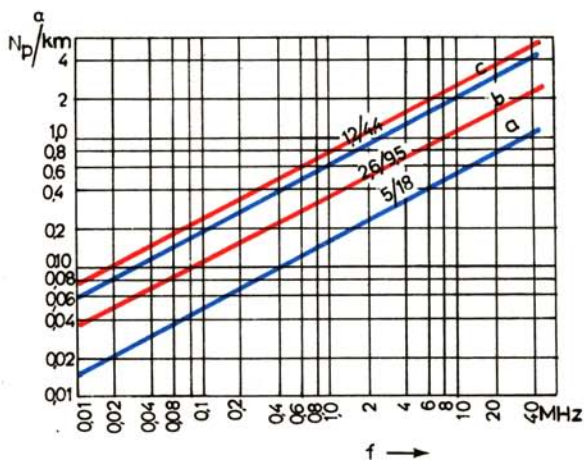
γ) Ὁμοαξονικά καλώδια.

Ὁμοαξονικά καλώδια χρησιμοποιοῦνται στίς ἀνώτερες βαθμίδες τοῦ ὑπεραστικοῦ δικτύου γιὰ τὴν ταυτόχρονη μετάδοση μὲ Φ/Σ μεγάλου ἀριθμοῦ συνδιαλέξεων. Ἡ χρησιμοποίησή τους αὐτὴ ὀφείλεται στὴν εὐρεία ζώνη συχνότητων (πάνω ἀπὸ 10 MHz), πού μπορεῖ νὰ περάσει μὲ μικρὴ ἀπόσβεση ἀπὸ μιά ὁμοαξονικὴ



Σχ. 26.3β.

Μεταβολή της σταθεράς αποσβέσεως α με τη συχνότητα f σε συνδρομητικά καλώδια με διαφορετική διάμετρο των άγωγών.



Σχ. 26.3γ.

Μεταβολή της σταθεράς αποσβέσεως α με τη συχνότητα f σε τρία διαφορετικά όμοιοξονικά καλώδια.

γραμμή, και στο ότι η μετάδοση πολύ λίγο επηρεάζεται από εξωτερικές επιδράσεις. Σε όμοιοξονικά καλώδια εφαρμόζεται τετρασύρματη επικοινωνία. (Έξαιρση αποτελούν τα υποβρύχια όμοιοξονικά συστήματα, στα οποία χρησιμοποιείται συνήθως ένας μόνο όμοιοξονικός σωλήνας και για τις δύο κατευθύνσεις. Η διάκριση των δύο κατευθύνσεων εξασφαλίζεται με δύο διαφορετικές ζώνες συχνότητων).

Στόν Πίνακα 26.3.3 δίνονται τα χαρακτηριστικά του τυποποιημένου καλωδίου

2,6/9,5 CCITT. Στο σχήμα 26.3γ δείχνεται η απόσβεση τριών τύπων καλωδίων με διαφορετικές διαμέτρους του έσωτερικού καί έξωτερικού άγωγού.

Πίνακας 26.3.3.

Τύπος Καλωδίου	Μόνωση	Σταθερά απόσβέσεως α σέ 10°C, mNp/km σέ 1 2,5 4 MHz	Χαρακτηριστική άντίσταση Z_0 σέ 1 MHz Z_0 Ω	Τύπος Φ/Σ	Απόστα- ση ένι- σχυτών km
2,6/9,5	Έλικα άπό στυ- ροφλέξ ή δίσκοι κεραμικού ύλικου	272 430 545	75	V 960 V 2700	9 4,5

Τό καλώδιο 2,6/9,5 παρέχει ταυτόχρονα 960 κανάλια μέ απόσταση ένισχυτών ανά 9 km καί 2700 κανάλια μέ απόσταση ανά 4,5 km. Τό καλώδιο μικρής χωρητικότητας 1,2/4,4 συνδέεται σέ συστήματα 300 καναλιών.

Μέ τά όμοαξονικά καλώδια έπιτυγχάνεται τεράστια μείωση του κόστους κατασκευής ανά κύκλωμα όμιλίας. Έναντι ένός κυκλώματος χαμηλής συχνότητας μέ πλέξη DM, μειώνεται τό κόστος ανά km ένός κυκλώματος όμιλίας του συστήματος 960 καναλιών σέ 7%, συμπεριλαμβανόμενου του κόστους των ένισχυτών. Η μείωση του κόστους όφείλεται μεταξύ άλλων στή σημαντική έξοικονόμηση χαλκού. Ένα κύκλωμα 1000 km χαμηλής συχνότητας άπαιτεί 15,2 τόννους χαλκού έναντι 0,28 τόννων ένός κυκλώματος του όμοαξονικού συστήματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ ΕΒΔΟΜΟ

ΑΣΥΡΜΑΤΙΚΑ ΤΗΛΕΦΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

27.1 Γενικά.

Στήν ασύρματη τηλεφωνία ή μετάδοση όμιλίας από ένα σημείο σέ άλλο έπιτυγ-
χάνεται μέ τή διάδοση τών ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων μέσω του έλεύθερου
χώρου. Ή περιοχή συχνοτήτων, πού χρησιμοποιείται, φθάνει σήμερα από 10 kHz
ώς 40 GHz περίπου. Μέ τήν είσαγωγή τών Λέϊζερ έπεκτείνεται ως τήν περιοχή
τών όπτικων κυμάτων. Οί συχνότητες αυτές καί τά αντίστοιχα μήκη κύματος χωρί-
ζονται, διεθνώς, στίς ακόλουθες περιοχές (πίνακας 27.1.1).

Πίνακας 27.1.1.

Ζώνη συχνοτήτων	Μήκος κύματος	Όνομασία ζώνης	Χαρακτη- ρισμός
< 30 kHz	100-10 km	Ύπέρμακρα κύματα	VLF
30-300 kHz	10-1 km	Μακρά κύματα	LF
300 kHz-3 MHz	1 km-100 m	Μεσαία κύματα	MF
3 MHz-30 MHz	100 m-10 m	Βραχεία κύματα	HF
30 MHz-300 MHz	10 m-1 m	Ύπερβραχεία κύματα	VHF
300 MHz-3 GHz	1 m-10 cm	Δεκατομετρικά κύμ.	UHF
3 GHz-30 GHz	10 cm-1 cm	Έκατοστομετρικά κύμ.	SHF
30 GHz-300 GHz	1 cm-1 mm	Χιλιοστομετρικά κύμ.	EHF

Ή ασύρματη τηλεφωνική έπικοινωνία μπορεί νά πραγματοποιηθεΐ είτε μεταξύ
δύο σταθερών σημείων, είτε μεταξύ δύο σημείων άπ' τά όποία τό ένα ή καί τά δύο
βρίσκονται σέ κίνηση. Έτσι διακρίνομε τούς δύο κλάδους: **Τηλεφωνική έπικοινω-
νία από σταθερό σημείο σέ σταθερό σημείο καί κινητή ραδιοτηλεφωνία.** Ή έπικοι-
νωνία μεταξύ σταθερών σημείων έχει πολύ μεγαλύτερη σπουδαιότητα, γιατί έξα-
σφαλίζει τή διεκπεραίωση, μαζί μέ τήν ένσύρματη μετάδοση, τών υπεραστικών
συνδιαλέξεων χιλιάδων συνδρομητών. Ή κινητή ραδιοτηλεφωνία έξυπηρετεΐ, άν-
τίθετα, όρισμένες Ύπηρεσίες (άστυνομία, πυροσβεστική, ταξί κλπ.) καί περιορι-
σμένο άριθμό συνδρομητών. Ή έπικοινωνία μεταξύ σταθερών σημείων εξασφαλί-
ζεται μέ τίς **μικροκυματικές ζεύξεις όπτικής έπαφής**, μέ τίς **τροποσφαιρικές ζεύξεις
πέραν όρίζοντος** καί μέ τίς **δορυφορικές ζεύξεις**. Ακόμα χρησιμοποιούνται **ραδιο-**

ζεύξεις βραχέων κυμάτων, οι οποίες εξασφαλίζουν, επί πλέον, την επικοινωνία σταθμών ξηρᾶς μέ πλοῖα σέ μεγάλες ἀποστάσεις.

27.2 Μικροκυματικές ζεύξεις ὀπτικής ἐπαφῆς ἢ ραδιοηλεκτρικές ζεύξεις εὐρείας ζώνης.

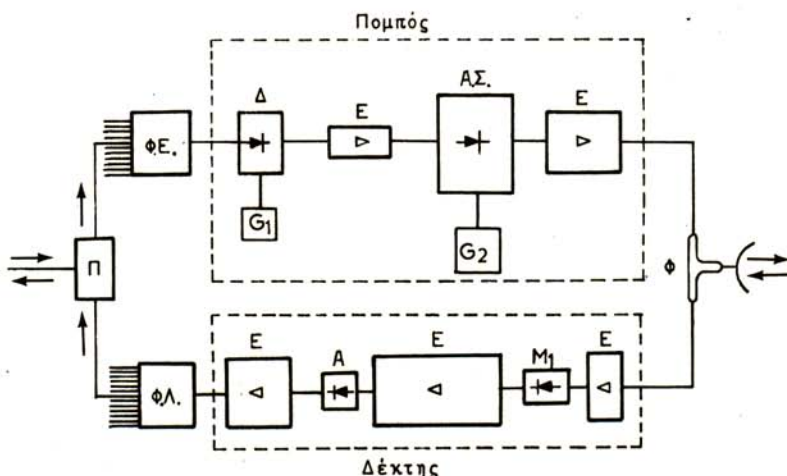
Οἱ ζεύξεις αὐτές ἔχουν τή δυνατότητα νά μεταβιβάσουν ταυτόχρονα τά σήματα πολύ μεγάλου ἀριθμοῦ συνδιαλέξεων. Ἡ ζώνη ἐκπομπῆς μιᾶς κατευθύνσεως σχηματίζεται ἀπό τήν παράθεση ὅλων τῶν καναλιῶν ὁμιλίας στήν κατεύθυνση αὐτή καί ἔχει μεγάλο εὖρος. Σέ μιᾶ ζεύξη π.χ. 960 καναλιῶν ἡ ζώνη ἐκπομπῆς εἶναι $960 \times 4 \text{ kHz} = 4 \text{ MHz}$ περίπου. Οἱ φέρουσες συχνότητες πού χρησιμοποιοῦνται, βρίσκονται μεταξύ 0,5 GHz ($\lambda = 60 \text{ cm}$) καί 10 GHz ($\lambda = 3 \text{ cm}$), ἀνήκουν δηλαδή στήν περιοχή τῶν μικροκυμάτων (περιοχή δεκατομετρικῶν καί ἑκατοστομετρικῶν κυμάτων). Οἱ φέρουσες αὐτές διαμορφώνονται μέ σήματα φερεσύχων συστημάτων, πού περιλαμβάνουν μεγάλο ἀριθμό καναλιῶν ὁμιλίας.

Τά **μικροκύματα** χρησιμοποιοῦνται ἐπειδή μ' αὐτά εἶναι δυνατή ἡ μεταβίβαση μεγάλου πλήθους πληροφοριῶν καί ἡ πραγματοποίηση σχετικά εὐκόλα μεγάλης συγκεντρώσεως τῆς ἀκτινοβολούμενης ἐνέργειας μέ τή βοήθεια κεραιῶν κατευθυνόμενης ἀκτινοβολίας (παραβολικοί ἀνακλαστήρες). Αὐτό ἔχει σά συνέπεια νά ἀπαιτεῖται μικρή ἰσχύς καταναλώσεως (περίπου 1-5 W). Τά μικροκύματα ἀκόμα δέν ἐπηρεάζονται σοβαρά ἀπό ἀτμοσφαιρικά καί βιομηχανικά παράσιτα, μέ ἀποτέλεσμα οἱ ζεύξεις εὐρείας ζώνης νά παρουσιάζουν ποιότητα μεταδόσεως, ἀσφάλεια καί σταθερότητα πού πλησιάζει ἐκείνη τῶν ἐνσυρμάτων ζεύξεων. Ἡ δυνατότητα ὑποκλοπῆς τῶν τηλεφωνημάτων εἶναι μικρή λόγω τῆς μεγάλης κατευθυντικότητας τῶν κεραιῶν, ἀλλά γίνεται πρακτικά ἀδύνατη μέ τή χρησιμοποίηση διαφόρων τεχνικῶν μέσων. Τά μικροκυματικά δίκτυα συμπληρώνουν τά καλωδιακά καί στήν ἐθνική καί στή διεθνή τηλεφωνία, παρέχοντας μεγάλο ἀριθμό καναλιῶν.

Σέ κάθε **σταθμό μικροκυμάτων** διακρίνομε τόν **κλάδο ἐκπομπῆς** καί τόν **κλάδο λήψεως**. Τό σχῆμα 27.2α δείχνει τίς βασικές μονάδες ἐνός τερματικοῦ σταθμοῦ μέ τούς δύο κλάδους ἐκπομπῆς καί λήψεως. Ὁ σταθμός αὐτός ἐργάζεται μέ διαμόρφωση συχνότητας (FM) (Ἡ FM παρουσιάζει ὀρισμένα πλεονεκτήματα στίς ἀσυρματικές ζεύξεις, συγκριτικά μέ τή διαμόρφωση κατά πλάτος). Ἐκτός ἀπ' τή διαμόρφωση συχνότητας χρησιμοποιεῖται στίς μικροκυματικές ζεύξεις διαμόρφωση πλάτους μέ μετάδοση μιᾶς μόνο πλευρικής ζώνης (EM) καί διαμόρφωση παλμῶν κατά φάση (PPM). Ὁ πομπός διαμορφώνεται ἀπό μιᾶ εὐρεία ζώνη συχνότητων, πού δημιουργεῖται στό φερέσυχο ἐκπομπῆς καί περιλαμβάνει πλήθος καναλιῶν ὁμιλίας π.χ. 120 ὡς 960 κανάλια. Ἡ ζώνη αὕτη ὀνομάζεται **βασική ζώνη τοῦ Φ/Σ** καί μπορεῖ νά περιλαμβάνει ἐκτός ἀπ' τά τηλεφωνικά κανάλια, τηλεγραφικά κανάλια, κανάλια μεταδόσεως στοιχείων ἢ νά διατεθεῖ γιά τηλεόραση, ἐφ' ὅσον ἔχει τό κατάλληλο εὖρος.

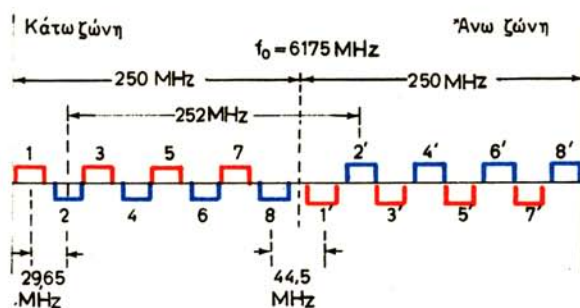
Στόν **κλάδο ἐκπομπῆς** τοῦ τερματικοῦ σταθμοῦ τοῦ σχήματος 27.2α ἡ βασική ζώνη ὀδηγεῖται ἀπ' τό φερέσυχο ἐκπομπῆς στό διαμορφωτή καί διαμορφώνει ἕνα φορέα 70 MHz, πού δημιουργεῖται στή γεννήτρια G_1 . Ἡ ἐνδιάμεση αὕτη συχνότητα ἐνισχύεται καί ὀδηγεῖται στόν ἀνυψωτή συχνότητας. Ἐδῶ ἡ ἐνδιάμεση συχνότητα διαμορφώνει ἕνα μικροκυματικό φορέα, πού δημιουργεῖ ἡ γεννήτρια G_2 καί

μεταθέτεται στη συχνότητα έκπομπης. Έτσι δημιουργείται ένα κανάλι έκπομπης που ονομάζεται **άρτηρία**. Τα συστήματα εύρειας ζώνης περιλαμβάνουν συνήθως περισσότερες αρτηρίες.



Σχ. 27.2α.

Βασικές μονάδες θερματικού σταθμού μικροκυματικής ζεύξης: Φ.Ε. = Φερέσυχο έκπομπης, Φ.Λ. = Φερέσυχο λήψεως, Ε = Ένισχυτής, Δ = Διαμορφωτής, Α.Σ. = Άνυψωτής συχνότητας, Φ = Φίλτρο, Π = Περόνη, Μ₁ = Βαθμίδα μείξεως 1, Α = Βαθμίδα αποδιαμορφώσεως.



Σχ. 27.2β.

Παράθεση 8 αρτηριών σε μία ζεύξη εύρειας ζώνης.

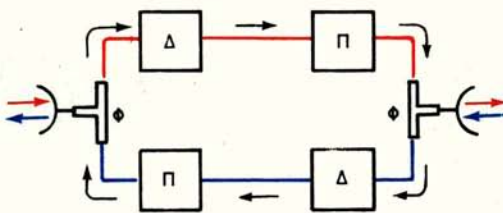
Γιά κάθε κανάλι έκπομπης ενός συστήματος, απαιτούνται οι ίδιες μονάδες που περιγράψαμε. Κάθε κανάλι έχει τό δικό του φορέα, που ανήκει στην ίδια περιοχή μικροκυμάτων με τούς άλλους φορείς του συστήματος, απέχει όμως απ' αυτούς ό-ρισμένη απόσταση για νά αποφεύγεται ή άλληλεπίδραση. Τό σχήμα 27.2β δείχνει τή διάταξη 8 καναλιών έκπομπης (άρτηριών) για τή μιά κατεύθυνση μεταδόσεως καί 8 καναλιών για τήν αντίθετη κατεύθυνση. Εί'ναι φανερό, ότι τά κανάλια έκπομπής ενός σταθμού αποτελούν τά κανάλια λήψεως του άπέναντι σταθμού καί αντί-

στροφα. Οι φορείς έκπομπής μοιράζονται στους δύο σταθμούς κατά τέτοιο τρόπο, ώστε όλοι οι φορείς ενός σταθμού να ανήκουν στην κάτω ή άνω ζώνη του σχήματος 27.2β. Έτσι, ένα κανάλι της κάτω ζώνης και ένα της άνω ζώνης χρησιμοποιούνται για την έκπομπή και λήψη σ' ένα τερματικό σταθμό και περιλαμβάνουν τα κανάλια όμιλίας των συνδρομητών στις δύο κατευθύνσεις μεταδόσεως. Στο σύστημα αυτό μπορούν να μεταδοθούν 8×1800 συνδιαλέξεις, εφόσον κάθε κανάλι έκπομπής περιλαμβάνει 1800 κανάλια όμιλίας σε κάθε κατεύθυνση. Στην πράξη, ο αριθμός των καναλιών όμιλίας που χρησιμοποιούνται είναι μικρότερος, γιατί ένα ή δύο κανάλια έκπομπής διατηρούνται σαν έφεδρεία για λόγους ασφαλείας. Σ' αυτά γίνεται αυτόματα ή μεταγωγή ενός κύριου καναλιού, αν συμβεί βλάβη.

Τά ανεξάρτητα κατά βάση στη λειτουργία τους κανάλια έκπομπής χρησιμοποιούν για λόγους οικονομίας τον ίδιο κυματοδηγό για τη μεταφορά των σημάτων στην κεραία και την ίδια κεραία για την έκπομπή. Όπως πάλι φαίνεται στο σχήμα 27.2α, η ίδια κεραία χρησιμοποιείται τόσο για την έκπομπή όσο και για τη λήψη. Οι δύο κατευθύνσεις έκπομπής και λήψεως χωρίζονται με τη βοήθεια φίλτρων.

Ο κλάδος λήψεως ενός τερματικού σταθμού φαίνεται επίσης στο σχήμα 27.2α. Το σήμα φθάνει απ' την κεραία μέσω των φίλτρων και του κυματοδηγού στην είσοδο του κλάδου και ενισχύεται σε ένα προενισχυτή. Στη βαθμίδα μείξεως M_1 , υποβιβάζεται η συχνότητά του με τη βοήθεια της συχνότητας της βοηθητικής γεννήτριας G_1 , στην ενδιάμεση συχνότητα 70 MHz. Συνήθως χρησιμοποιείται προσθετική μείξη. Στη συνέχεια ενισχύεται το σήμα στον ενδιάμεσο ενισχυτή και οδηγείται στη βαθμίδα αποδιαμορφώσεως. Έδω λαμβάνεται η αρχική βασική ζώνη του Φ/Σ. Η ζώνη αυτή ενισχύεται και κατευθύνεται στο φερέσυχο λήψεως, απ' το οποίο παίρνονται τελικά τα κανάλια όμιλίας των συνδρομητών. Κάθε κανάλι όμιλίας χρησιμοποιεί μία δισύρματη γραμμή, η οποία μετατρέπεται σε τετρασύρματη μέσω μιας περόνης.

Τό σχήμα 27.2γ δείχνει τη διάταξη των κλάδων λήψεως και έκπομπής σε ένα σταθμό άμεταδόσεως (Ριπίτερ). Ο κλάδος λήψεως, έδω, είναι πιό απλός απ' τον



Σχ. 27.2γ.

Διάταξη των κλάδων έκπομπής και λήψεως σε σταθμό άμεταδόσεως μικροκυματικής ζεύξης.

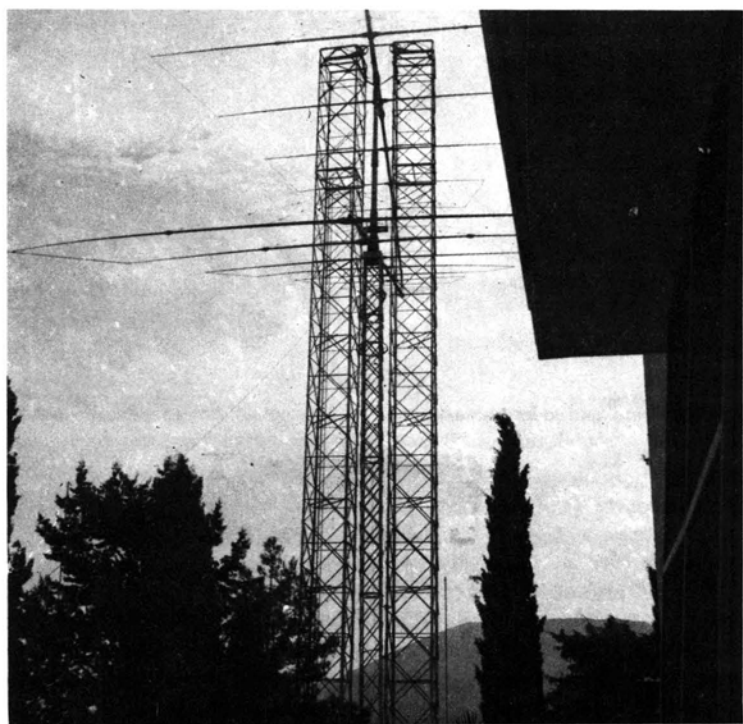
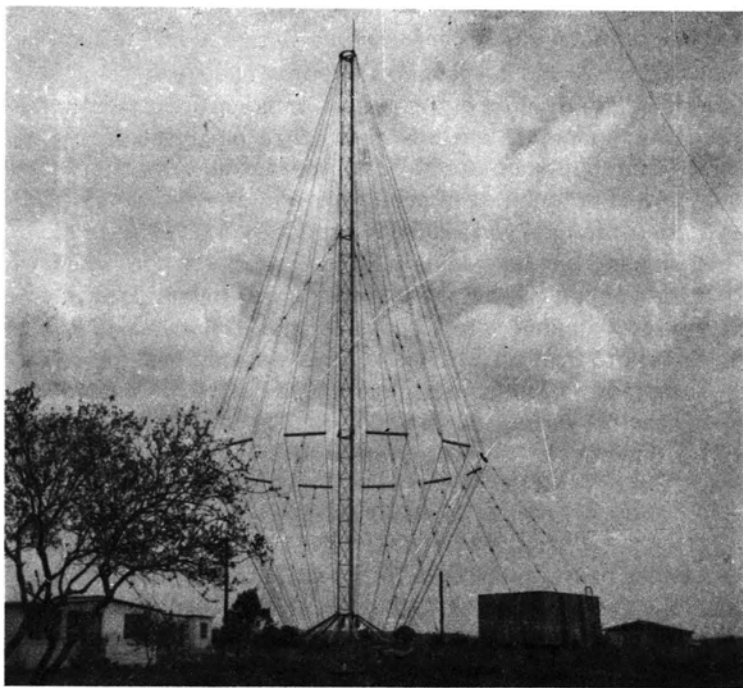
αντίστοιχο του τερματικού σταθμού. Αυτό οφείλεται στο ότι ο μικροκυματικός φορέας δεν αποδιαμορφώνεται κατά κανόνα, αλλά υποβιβάζεται μόνο στην ενδιάμεση συχνότητα των 70 MHz, ενισχύεται και άμέσως μετά οδηγείται στο διαμορφωτή του κλάδου έκπομπής, που τον μεταθέτει πάλι στη συχνότητα έκπομπής. Ο κλάδος έκπομπής αποτελεί συνέχεια του κλάδου λήψεως. Στους σταθμούς άμε-



Τό διεθνές καί ὑπεραστικό κέντρο Ἀθηνῶν τοῦ Ο.Τ.Ε, στήν ὁδὸ Γ' Σεπτεμβρίου. Στήν κορυφή του διακρίνονται οἱ κεραῖες μικροκυματικῶν ζεύξεων τοῦ ἐθνικοῦ ὑπεραστικοῦ δικτύου καί τοῦ δικτύου Ἀθηνῶν-Θερμοπυλῶν, γιὰ τή σύνδεση μέ τό δορυφορικό σταθμό ἐδάφους.



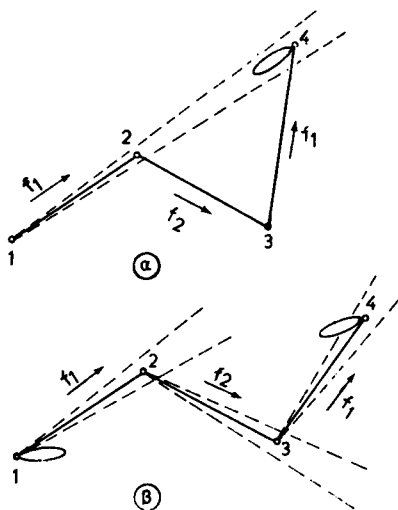
Πύργος σταθμοῦ ἀναμεταδόσεως μικροκυμάτων καί τηλεοράσεως τοῦ Ο.Τ.Ε. Διακρίνονται οἱ παραβολικὲς κεραῖες τῶν μικροκυματικῶν ζεύξεων καί ἡ κεραία τηλεοράσεως στήν κορυφή.



Κεραίες του σταθμού έκπομπής βραχέων κυμάτων (Β.Κ.) του Ο.Τ.Ε. στην Παλλήνη.

ταδόσεως τό σῆμα ἀποδιαμορφώνεται μόνο, ὅταν πρέπει νά μεταβληθεῖ ἡ δομή τῆς βασικῆς ζώνης. Αὐτό συμβαίνει ὅταν ἐγκαταλείπουν τό σταθμό ὀρισμένα κανάλια καί προσθέτονται νέα κανάλια, δηλαδή ὅταν ὑπάρχει διακλάδωση τῆς τηλεφωνικῆς κινήσεως στό σταθμό, ὁπότε πρέπει νά σχηματιστεῖ μιά νέα βασική ζώνη Φ/Σ , πού θά χρησιμοποιηθεῖ στή συνέχεια γιά τή διαμόρφωση τοῦ φορέα.

Οἱ κεραῖες τῶν τερματικῶν σταθμῶν καί τῶν σταθμῶν ἀναμεταδόσεως τοποθετοῦνται σέ ὑψηλά κτήρια ἢ σέ πύργους μικροκυμάτων γιά νά ἐξασφαλιστεῖ ἡ ὀπτική ἐπαφή μακρύτερα καί νά μειωθεῖ ἡ διατάραξη ἀπό τήν παρεμβολή φυσικῶν ἐμποδίων. Οἱ κεραῖες μιᾶς μικροκυματικῆς ζεύξεως δέν τοποθετοῦνται σέ εὐθεία γραμμή, ἀλλά σέ γραμμή ζίκ-ζάκ, ὅπως φαίνεται στό σχῆμα 27.26(β). Ἐτσι ἐνέργεια ἀπ' τό σταθμό ἐκπομπῆς 1, πού προχωρεῖ πίσω ἀπ' τήν κεραία λήψεως 2, δέν μπορεῖ νά φθάσει στό σταθμό 3 καί νά δημιουργήσει προβλήματα ἐπαλληλίας. Γιά ἀκόμα μεγαλύτερη ἀσφάλεια χρησιμοποιεῖται στό πρῶτο πεδίο ἐκπομπῆς 1-2 διαφορετικός φορέας ἀπ' αὐτόν τοῦ πεδίου 2-3. Ἐτσι ἐνέργεια, πού τυχόν φθάνει στό σταθμό 3 ἀπό τόν 1, δέν ἀναμινύεται μέ τήν ἐνέργεια ἀπ' τό σταθμό 2.



Σχ. 27.26.

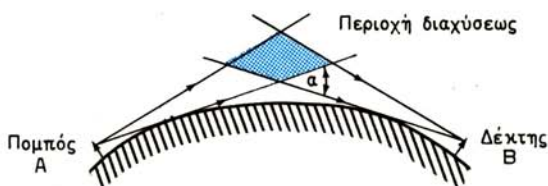
Τοποθέτηση σταθμῶν μικροκυματικῶν ζεύξεων: α) Λανθασμένος τρόπος τοποθετήσεως. β) Σωστός τρόπος τοποθετήσεως.

27.3 Τροποσφαιρικές ζεύξεις πέραν ὁρίζοντος.

Μέ τή βοήθεια τῶν ὑπερβραχέων κυμάτων καί τῶν μικροκυμάτων εἶναι δυνατό νά ἀποκατασταθεῖ ραδιοζεύξη μεταξύ δύο σημείων, πού ἀπέχουν ἀρκετές ἑκατοντάδες χιλιόμετρα καί δέν ἔχουν φυσικά ὀπτική ἐπαφή. Στήν περίπτωση αὕτη χρησιμοποιεῖται ἡ **σκέδαση** (διάχυση) τῶν ραδιοκυμάτων στήν τροπόσφαιρα ὅπως φαίνεται στό σχῆμα 27.3α. Ἡ δέσμη ἐκπομπῆς τοῦ σταθμοῦ Α διαχέεται στήν τροπόσφαιρα καί φθάνει στό δέκτη τοῦ σταθμοῦ Β.

Μέ τροποσφαιρικές ζεύξεις επιτυγχάνεται μετάδοση **εύρειας ζώνης**. Συνήθως χρησιμοποιούνται συστήματα 12 ως 96 τηλεφωνικών καναλιών, είναι όμως δυνατή ή ταυτόχρονη μετάδοση αρκετών εκατοντάδων συνδιαλέξεων, όπως και η μετάδοση τηλεοπτικών προγραμμάτων. Απαιτούνται όμως κεραίες μεγάλης κατευθυντικότητας για την έκπομπή και λήψη (διάμετρος κεραιών μέχρι 18 μ.) και μεγάλες ισχύεις έκπομπής.

Επειδή η εξασθένηση της ακτινοβολίας σε οποιαδήποτε συχνότητα υφίσταται διακυμάνσεις, η στάθμη των σημάτων που λαμβάνονται στο δέκτη δεν παραμένει σταθερή. Για να εξασφαλιστεί ικανοποιητική λήψη, χρησιμοποιείται γενικά η **«διαφορική λήψη χώρου»** και η **«διαφορική λήψη συχνότητας»**. Έχει παρατηρηθεί, ότι ελάττωση της έντασεως του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου και διαλείψεις κατά τη λήψη του σήματος δεν παρουσιάζονται ταυτόχρονα σε διαφορετικούς τόπους λήψεως. Επίσης, ένα σήμα που εκπέμπεται σε διαφορετικές συχνότητες δεν υφίσταται την ίδια εξασθένηση στις ίδιες χρονικές στιγμές.



Σχ. 27.3α.

Σκέδαση ραδιοκυμάτων στην τροπόσφαιρα.

Στή **διαφορική λήψη χώρου** τοποθετούνται δύο (ή και περισσότερες) παραβολικές κεραίες με τις σχετικές συσκευές λήψεως σε ορισμένη απόσταση μεταξύ τους (ένα ή περισσότερα μήκη κύματος) και το σήμα λαμβάνεται ταυτόχρονα από αυτές. Στή **διαφορική λήψη συχνότητας** εκπέμπεται το σήμα ταυτόχρονα από δύο πομπούς σε διαφορετικές συχνότητες και λαμβάνεται ταυτόχρονα στις συχνότητες αυτές στο ίδιο ή σε διαφορετικά σημεία. Από τα δύο σήματα που λαμβάνονται, εκλέγεται σε κάθε χρονική στιγμή το ισχυρότερο σήμα ή γίνεται κατάλληλη σύνθεση από αυτά ενός νέου σήματος. Μερικές φορές χρησιμοποιείται ταυτόχρονα διαφορική λήψη χώρου και συχνότητας.

Τροποσφαιρικές ζεύξεις χρησιμοποιούνται για τη γεφύρωση μεγάλων θαλασσίων εκτάσεων, για μετάδοση πάνω από ξένα έδαφη, κλπ.

27.4 Δορυφορικές ζεύξεις.

Στις μικροκυματικές ζεύξεις οπτικής επαφής ή απόσταση που μπορεί να καλυφθεί μεταξύ δύο σημείων άμευθείας, εξαρτάται όπως είδαμε, από το ύψος του πομπού και του δέκτη λόγω της ευθύγραμμης διαδόσεως των κυμάτων και της καμπυλότητας της γης. Μεγάλες αποστάσεις γεφυρώνονται με την εγκατάσταση **σταθμών αναμεταδόσεως**, που εξασφαλίζουν την οπτική επαφή. Μικροκύματα δεν μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για τη γεφύρωση ωκεανών ή μεγάλων εκτάσεων

στήν ξηρά μέ πολύ δύσκολη προσπάση (ξηρημοί, μεγάλα βουνά, ζουγκλες, κλπ), μέχρι τήν τοποθέτηση σέ τροχιά γύρω άπ' τή γή τηλεπικοινωνιακών δορυφόρων.

Η ζεύξη μέσω δορυφόρων είναι ίδια από τεχνικής πλευράς μέ τίς κοινές μικροκυματικές ζεύξεις όπτικής έπαφής. Ένώ όμως σ' αυτές ή απόσταση μεταξύ δύο σταθμών περιορίζεται σέ 50 χιλ. περίπου, στίς δορυφορικές ζεύξεις εξασφαλίζεται μετάδοση πού μπορεί νά καλύπτει τή μισή σχεδόν έπιφάνεια τής γής μέ ένα άκίνητο σχετικά μ' αυτήν σταθμό άναμεταδόσεως, τόν τεχνητό, **τηλεπικοινωνιακό δορυφόρο**. Η ιδιαίτερη δυσκολία πού παρουσιάζεται έδώ όφείλεται στήν έξασθένηση του σήματος στή μακρινή διαδρομή από σταθμό έδάφους σέ σταθμό έδάφους μέσω του δορυφόρου. Η δυσκολία αυτή υπερνικάται μέ πολύ μεγάλες ισχείς έκπομπής καί δέκτες μέ μικρό θόρυβο.

Στήν άρχή (1960) χρησιμοποιήθηκαν **παθητικοί δορυφόροι**, πού άνακλούσαν μόνο τά ήλεκτρομαγνητικά κύματα. Οι δορυφόροι αυτοί λόγω τής μικρής άνακλώμενης ισχύος ήταν άποκλειστικά κατάλληλοι γιά μετάδοση στενής ζώνης συχνοτήτων. Γιά τό λόγο αυτό σύντομα (1962) άντικαταστάθηκαν μέ **ένεργητικούς δορυφόρους**, πού μεταφέρουν δέκτη καί πομπό γιά τή λήψη ένίσχυση καί άναμετάδοση του σήματος.

Οι ένεργητικοί δορυφόροι ήταν στήν άρχή **άσύγχρονοι**. Οι τροχιές τους ήταν έλλειπτικές κι ή απόστασή τους από τή γή κυμαινόταν μεταξύ 1000 καί 10.000 περίπου χιλιόμετρα. Οι δορυφόροι έκινούνταν συνεχώς σχετικά μέ τήν έπιφάνεια τής γής. Άπ' τό 1963 άρχισε ή έκτόξευση **συγχρόνων** δορυφόρων, πού ή τροχιά τους είναι κυκλική καί απέχει άπ' τή γή (ισημερινό) 36.000 km περίπου. Σ' αυτό τό ύψος οί δορυφόροι παραμένουν άκίνητοι σχετικά μέ τήν έπιφάνεια τής γής, γιατί ή διάρκεια μιās περιστροφής τους γύρω άπ' τή γή είναι 24 ώρες, ίση μέ τή διάρκεια μιās περιστροφής τής γής γύρω άπ' τόν άξονα της (σχ. 27.4).



Σχ. 27.4.

Τροχιές δορυφόρων.

Ο δορυφόρος περιλαμβάνει τίς κεραίες καί τίς συσκευές λήψεως καί έκπομπής καθώς καί μηχανισμούς γιά τή σταθεροποίηση τής θέσεώς του. (Σταθεροποίηση θέσεως σχετικά μέ τήν έπιφάνεια τής γής, ώστε ή άκτινοβολούμενη άπ' τήν κεραία του ένέργεια νά κατευθύνεται στή γή, καί σταθεροποίηση τής τροχιάς του, ώστε νά τηρείται ή προκαθορισμένη τροχιά καί ή διάρκεια περιστροφής γύρω άπ' τή γή).

Ἡ σταθεροποίηση ἐπιτυγχάνεται μέ μικροῦς πυραύλους ἀπ' τοὺς ὁποίους ἐκτοξεύεται ἀέριο, ἀπὸ δοχεῖα πού μεταφέρει ὁ δορυφόρος. Οἱ συσκευές τροφοδοτοῦνται ἀπὸ ἡλιακὰ στοιχεῖα τοποθετημένα στὴν ἐπιφάνεια τοῦ δορυφόρου καί, ὅταν αὐτός βρίσκεται στή σκιά τῆς γῆς, ἀπὸ συσσωρευτές πού ἔχουν φορτιστεῖ προηγουμένως ἀπ' τὰ στοιχεῖα, ὅταν ὁ δορυφόρος βρισκόταν στό φῶς.

Στίς ζεύξεις μέ δορυφόρους τό μεγαλύτερο μέρος τῶν ἐγκαταστάσεων βρίσκεται στοὺς σταθμούς ἐδάφους. Ὁ **δορυφορικός σταθμός ἐδάφους** ἐξασφαλίζει τὴ σύνδεση τοῦ τηλεπικοινωνιακοῦ δικτύου μιᾶς χώρας μέ τὰ δίκτυα ἀπομακρυσμένων χωρῶν. Περιλαμβάνει, βασικά, τὴν κεραία, τό σύστημα ἐκπομπῆς, τό σύστημα λήψεως καί τίς διατάξεις διασυνδέσεως μέ τό ἐθνικὸ δίκτυο.

Ἡ Ἑλλάδα ἔχει δύο ὁμοίους δορυφορικοὺς σταθμούς ἐδάφους ἐγκαταστημένους στίς Θερμοπύλες. Ἡ κεραία ἐνὸς σταθμοῦ ἔχει διάμετρο 30,5 m καί μπορεῖ νά περιστρέφεται κατὰ ἀξίμουθιο καί ὕψος, ὥστε νά σκοπεύει ἕνα δορυφόρο σέ ὅποιαδήποτε θέση τοῦ οὐρανοῦ μας. Χρησιμοποιεῖται καί γιὰ τὴν ἐκπομπή καί γιὰ τὴ λήψη τῶν σημάτων.

Τὰ ἀσθενή σήματα, πού λαμβάνονται στὴν περιοχή συχνοτήτων 4 GHz, ἐνισχύονται ἀπὸ παραμετρικοὺς ἐνισχυτές καί ἐνισχυτές διόδου σήραγγας (TDA). Κατόπιν ὁδηγοῦνται σέ ὑποβιβαστές συχνότητας, πού τὰ μεταθέτουν στὴν ἐνδιάμεση συχνότητα 70 MHz καί ἀκολουθῶς στοὺς ἀποδιαμορφωτές. Μετὰ τὴν ἀποδιαμόρφωση ὁδηγοῦνται στὰ φερέσυχνα λήψεως. Ἀπὸ ὁλόκληρη τὴ λαμβανόμενη ζώνη συχνοτήτων ἐπιλέγονται οἱ ὁμάδες, πού περιέχουν κανάλια ὁμιλίας μέ προορισμό τὴν Ἑλλάδα καί διασυνδέονται μέσω φίλτρων σέ ὁμάδες τῶν φερεσύχνων τοῦ δικτύου Ἀθηνῶν - Θερμοπυλῶν.

Οἱ ὁμάδες γιὰ ἐκπομπή, πού φθάνουν ἀπ' τὴν Ἀθήνα, συνδέονται στὰ φερέσυχνα ἐκπομπῆς μέσω φίλτρων ὁμάδας. Ἡ βασικὴ ζώνη πού δημιουργεῖται μεταθέτεται κατόπιν στοὺς διαμορφωτές στὴν ἐνδκάμεση συχνότητα 70 MHz, ἐνισχύεται καί ὁδηγεῖται στοὺς ἀνυψωτές συχνότητας πού τὴ φέρουν στὴ συχνότητα ἐκπομπῆς (περιοχή 5925 ὡς 6425 MHz).

Ἡ σύνδεση τῶν δορυφορικῶν σταθμῶν μέ τό ἐθνικὸ δίκτυο πραγματοποιεῖται μέσω εἰδικοῦ δικτύου μικροκυμάτων Ἀθηνῶν - Θερμοπυλῶν. Τό δίκτυο αὐτό περιλαμβάνει ἐκτός τῶν τερματικῶν σταθμῶν Ἀθηνῶν καί Θερμοπυλῶν τέσσερις σταθμούς ἀναμεταδόσεως. Ἡ χωρητικότητά του σήμερα εἶναι ἕνα κανάλι 1800 τηλεφωνικῶν κυκλωμάτων, ἕνα κανάλι γιὰ μεταβίβαση μονόχρωμης ἢ ἐγχρωμης τηλεοράσεως καί ἕνα ἐφεδρικό κανάλι. Ἐπὶ πλέον ὑπάρχει ἕνα βοηθητικὸ κανάλι γιὰ τὰ ὑπηρεσιακὰ κυκλώματα.

Ἐκτός ἀπ' τίς διατάξεις ἐκπομπῆς καί λήψεως οἱ σταθμοὶ περιλαμβάνουν καί πλῆθος ἀπὸ βοηθητικὰ ὄργανα γιὰ διάφορες ρυθμίσεις, παρακολούθηση τῆς λειτουργίας τοῦ σταθμοῦ, ἄρση ἀνωμαλιῶν κλπ.

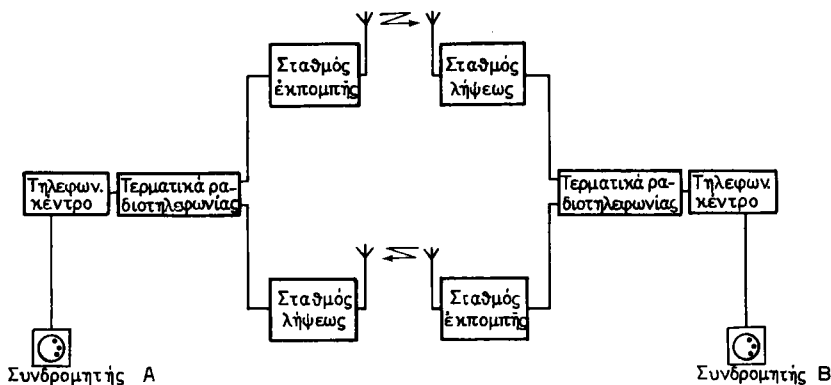
27.5 Ραδιοζεύξεις βραχέων κυμάτων.

Ἑρτζιανὰ κύματα τῆς περιοχῆς 3 ὡς 30 MHz δηλαδή βραχεὰ κύματα (B.K.) ἔχουν τὴ σπουδαία ιδιότητα νά μεταδίδονται σέ μεγάλες ἀποστάσεις (μερικές χιλιάδες χιλιόμετρα) μέ μικρές, σχετικὰ ἱσχεῖς ἐκπομπῆς. Γιὰ τό λόγο αὐτό, γιὰ μεγάλο διάστημα οἱ ζεύξεις βραχέων κυμάτων ἀποτελοῦσαν τὴ μοναδικὴ δυνατότητα ὑπε-

ρατλαντικής τηλεφωνικής επικοινωνίας και γενικά τηλεφωνικής επικοινωνίας σε μεγάλες αποστάσεις.

Η εξέλιξη των καλωδίων ευρείας ζώνης (υποβρυχίων και μή), των μικροκυματικών και δορυφορικών ζεύξεων έχουν έκτοπσει, βαθμιαία, σε μεγάλο βαθμό την επικοινωνία βραχέων κυμάτων λόγω της μεγάλης χωρητικότητάς τους και της ανώτερης ποιότητας μεταδόσεως. Παρ' όλα αυτά, υπάρχουν σήμερα ακόμα αρκετοί λόγοι, που επιβάλλουν τη λειτουργία σταθμών βραχέων κυμάτων. Οι σπουδαιότεροι απ' αυτούς είναι η επικοινωνία με ποντοπόρα πλοία, η οικονομικότητά τους, όταν χρειάζονται λίγα μόνο κανάλια για μετάδοση σε μακρινές αποστάσεις και η ικανότητά τους να συνδέουν εύκολα διάφορα απομακρυσμένα σημεία σε διαφορετικές κατευθύνσεις και διαφορετικές ώρες της ημέρας.

Τό σχήμα 27.5α δείχνει τις βασικές μονάδες, που απαιτούνται για την αποκατάσταση μιάς ραδιοσυνδέσεως βραχέων κυμάτων. Η δισύρματη γραμμή, που φθάνει απ' τό διεθνές τηλεφωνικό κέντρο, μετατρέπεται στο τέρμα της σε τετρασύρματη, με τη βοήθεια περόνης και καταλήγει και στον πομπό και στο δέκτη. Για να αποφεύγεται απ' τό δέκτη λήψη σημάτων που εκπέμπονται απ' τόν ίδιο τόν πομπό του, χρησιμοποιούνται διαφορετικές συχνότητες για τη μετάδοση στις δύο κατευθύνσεις. Επίσης οι σταθμοί έκπομπής και λήψεως είναι τοποθετημένοι σε απόσταση αρκετών χιλιομέτρων μεταξύ τους.



Σχ. 27.5α.

Βασικές μονάδες ραδιοζεύξεως βραχέων κυμάτων.

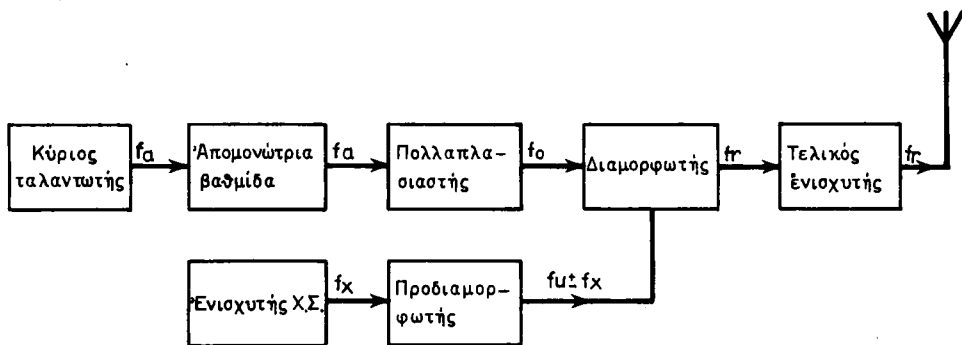
Στά διεθνή τηλεφωνικά κέντρα υπηρετούν γλωσσομαθείς τηλεφωνήτριες, που συνεννοούνται μεταξύ τους και συνδέουν στην προκαθορισμένη ώρα τούς συνδρομητές στο κύκλωμα. Οι τηλεφωνήτριες, όπως γενικά στή χειροκίνητη τηλεφωνία, φροντίζουν επίσης για την ομαλή διεξαγωγή της συνδιαλέξεως και καταγράφουν τα απαραίτητα στοιχεία για τη χρέωσή της (χρόνο πραγματοποιήσεως, διάρκεια, κλπ.).

Στόν **τερματικό σταθμό ραδιοτηλεφωνίας** μετατρέπεται η δισύρματη γραμμή, που έρχεται απ' τό διεθνές κέντρο σε τετρασύρματη με τη βοήθεια περόνης. Ειδικές συσκευές ρυθμίζουν σε ορισμένα επίπεδα τη στάθμη έκπομπής και λήψεως των σημάτων, ώστε να μην υπερφορτώνονται οι διατάξεις έκπομπής και λήψεως.

Άλλη συσκευή φροντίζει νά είναι πάντοτε ένας μόνο κλάδος έκπομπής ή λήψεως άνοικτός, ώστε νά αποφεύγεται ανάδραση στό κύκλωμα καί εμφάνιση σφυρίγματος. Έδω υπάρχει επίσης ή συσκευή μυστικότητας, πού μεταβάλλει κατά ένα όρισμένο τρόπο τό σήμα όμιλίας, ώστε νά μήν είναι καταληπτό από ένα παρεμβαλλόμενο τρίτο πρόσωπο.

Ο **σταθμός έκπομπής** περιλαμβάνει τίς διατάξεις καί τίς κεραίες έκπομπής. Τό σχήμα 27.5β δίνει τίς βασικές διατάξεις έκπομπής. Ο κύριος ταλαντωτής δημιουργεί τήν άρχική συχνότητα f_a . Η απομονώτρια βαθμίδα έμποδίζει τήν επίδραση στόν κύριο ταλαντωτή μεταβολών του φορτίου, πού θά είχε σά συνέπεια τή μεταβολή τής συχνότητάς του. Στόν πολλαπλασιαστή δημιουργείται ή συχνότητα f_o (3 ως 30 MHz), άκέραιο πολλαπλάσιο τής συχνότητας f_a , πού άποτελεί τό φορέα του σήματος χαμηλής συχνότητας τής όμιλίας.

Στόν ένισχυτή χαμηλής συχνότητας ένισχύεται τό σήμα όμιλίας f_x , πού πρόκειται νά μεταδοθεί. Τό σήμα αυτό διαμορφώνει στόν προδιαμορφωτή τό φορέα f_u καί κατόπιν όδηγείται στό διαμορφωτή καί διαμορφώνει τό φορέα f_r . Η ζώνη συχνοτήτων f_r πού προκύπτει άπ' τή διαμόρφωση αυτή [$f_r = f_o \pm (f_u \pm f_x)$] ένισχύεται στόν τελικό ένισχυτή καί κατόπιν όδηγείται στην κεραία, άπ' όπου άκτινοβολείται.



Σχ. 27.5β.

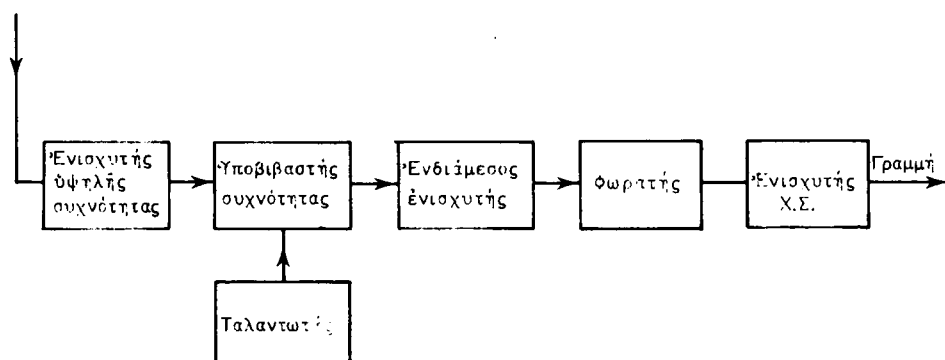
Βασικές μονάδες σταθμού έκπομπής βραχέων κυμάτων.

Οι κεραίες των Β.Κ. διακρίνονται σέ **συντονισμένες κεραίες** (κυρίως δίπολα άπλά ή δύο ή τριών συρμάτων), πού χρησιμοποιούνται σέ μιά συχνότητα γιά τήν όποία έχουν υπολογιστεί καί σέ **άσυντόνιστες κεραίες** (ρομβικές, λογαριθμικές κλπ.), πού χρησιμοποιούνται σέ εύρεία περιοχή συχνοτήτων. Σ' ένα σταθμό έκπομπής ή λήψεως Β.Κ. υπάρχει πλήθος κεραιών καί όταν άκόμα χρησιμοποιούνται άσυντόνιστες κεραίες, γιατί γιά τή μετάδοση δέν χρησιμοποιούνται πάντοτε οι ίδιες συχνότητες ούτε ή ίδια κατεύθυνση έκπομπής. Λόγω τής μεταβολής των ιδιοτήτων τής ιονόσφαιρας, μέσα άπ' τήν όποία περνούν τά βραχεία κύματα, κατά τή διάρκεια του 24ώρου, τίς διάφορες έποχές του έτους κλπ., είναι άπαραίτητο νά χρησιμοποιείται άλλη συχνότητα έκπομπής τήν ήμέρα καί άλλη τή νύκτα, άλλο ζεύγος συχνοτήτων τό καλοκαίρι καί άλλο τό χειμώνα, κ.ο.κ. Επίσης διαφορετικές συχνότητες πρέπει νά χρησιμοποιούνται ανάλογα μέ τό μήκος τής ζεύξεως. Μέσω έ-

νός συστήματος μεταγωγής, ένας πομπός μπορεί νά συνδεθῇ μέ τήν κατάλληλη κεραία. Ἡ ἐνέργεια ὑψηλῆς συχνότητος μεταφέρεται ἀπ' τόν τελικό ἐνισχυτή στήν κεραία μέ ἐναέριες ἢ ὁμοαξονικές γραμμές.

Σά μέθοδος διαμορφώσεως στήν τηλεφωνική μετάδοση Β.Κ. χρησιμοποιεῖται διαμόρφωση πλάτους διπλῆς πλευρικής ζώνης καί διαμόρφωση πλάτους ἀπλῆς πλευρικής ζώνης. Στήν πρώτη περίπτωση μεταδίδεται ἡ ἄνω καί κάτω πλευρική ζώνη καθώς καί ὁ φορέας, ἐνῶ στή δεύτερη περίπτωση μόνο μία πλευρική ζώνη χωρίς τό φορέα. Ἡ πρώτη μέθοδος ἀπαιτεῖ ἀπλές συσκευές στόν πομπό καί στό δέκτη, ἐπιτρέπει ὅμως τή μεταβίβαση ταυτόχρονα μιᾶς μόνο συνδιαλέξεως. Μέ τή δεύτερη μέθοδο εἶναι δυνατή ἡ ταυτόχρονη μετάδοση μέχρι τεσσάρων συνδιαλέξεων. Στήν τηλεγραφική μετάδοση Β.Κ. χρησιμοποιεῖται διαμόρφωση πλάτους καί διαμόρφωση συχνότητος.

Ὁ **σταθμός λήψεως** περιλαμβάνει τίς διατάξεις γιά τό διαχωρισμό τῆς ὑψηλῆς συχνότητος τοῦ φορέα ἀπ' τό σῆμα ὁμιλίας (ἀκουστική συχνότητα). Τό σχῆμα 27.5γ δείχνει τίς βασικές μονάδες τοῦ σταθμοῦ. Τό λαμβανόμενο σῆμα ὁδηγεῖται ἀπ' τήν κεραία στόν ἐνισχυτή ὑψηλῆς συχνότητος καί κατόπιν στόν ὑποβιβαστή συχνότητος. Ἐδῶ πραγματοποιεῖται ἡ μείξη τοῦ σήματος μέ τή συχνότητα τοῦ τα-



Σχ. 27.5γ.

Βασικές μονάδες σταθμοῦ λήψεως βραχέων κυμάτων.

λαντωτή - τό σῆμα διαμορφώνει κατά πλάτος τή συχνότητα τοῦ ταλαντωτή - μέ ἀποτέλεσμα νά προκύψουν δύο πλευρικές ζώνες: Ἡ ἄνω πλευρική ζώνη μέ τό ἄθροισμα τῶν συχνοτήτων τοῦ ταλαντωτή καί τοῦ σήματος καί ἡ κάτω πλευρική ζώνη μέ τή διαφορά τῶν συχνοτήτων. Ἡ συχνότητα τοῦ ταλαντωτή εἶναι μεγαλύτερη ἀπό τή συχνότητα τοῦ φορέα τοῦ σήματος κατά ὀρισμένη συχνότητα, τήν **ἐνδιάμεση συχνότητα**. Ἔτσι, ἡ κάτω πλευρική ζώνη, πού προκύπτει ἀπ' τή μείξη, περιλαμβάνει τίς ἀκουστικές συχνότητες τοῦ σήματος γύρω ἀπ' τήν ἐνδιάμεση συχνότητα, πού παρουσιάζεται σά νά εἶναι διαμορφωμένη μέ τή ζώνη χαμηλῶν συχνοτήτων τοῦ σήματος.

Έστω, π.χ. ότι σήμα χαμηλής συχνότητας 3 kHz έχει διαμορφώσει τό φορέα έκπομπής Β.Κ. 3182 kHz, με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί ή ζώνη έκπομπής 3179 ως 3185 kHz. Η ζώνη αυτή λαμβάνεται στην κεραία του δέκτη, ενισχύεται και οδηγείται στον υποβιβαστή συχνότητας. Αν ή ενδιάμεση συχνότητα είναι 85 kHz, ο ταλαντωτής δίνει συχνότητα $3182 + 85 = 3267$ kHz. Μετά τή μείξη (διαμόρφωση) τής συχνότητας 3267 με τό σήμα 3179 ως 3185 kHz λαμβάνονται οι πλευρικές ζώνες 6446 ως 6452 kHz, 82 ως 88 kHz και ή συχνότητα 3267 του ταλαντωτή. Από τίσ συχνότητες αυτές λαμβάνεται με φίλτρα μόνο ή κάτω πλευρική ζώνη 82 ως 88 kHz. Στη ζώνη αυτή περιέχονται οι άκουστικές συχνότητες 3 kHz, πού διαμόρφωσαν τό φορέα 3182 kHz. Κάθε άκουστική συχνότητα περιέχεται σέ δύο συχνότητες, μιά μεγαλύτερη και μιά μικρότερη από τήν ενδιάμεση συχνότητα 85 kHz, πού είναι συμμετρικά τοποθετημένες ως προς τή συχνότητα αυτή. Άκουστική συχνότητα 1 kHz, π.χ. περιέχεται στίς συχνότητες 84 και 86 kHz. Έτσι, ή ενδιάμεση συχνότητα παρουσιάζεται να είναι διαμορφωμένη με τή ζώνη των 3 kHz.

Ο ενδιάμεσος ενισχυτής είναι ύπολογισμένος γιά τήν ενδιάμεση συχνότητα και δέν χρειάζεται ιδιαίτερη ρύθμιση. Γιά να είναι σέ θέση ο δέκτης να λαμβάνει περισσότερες από μιά συχνότητες έκπομπής Β.Κ., ο ταλαντωτής κατασκευάζεται με μεταβλητή συχνότητα. Έτσι είναι δυνατόν να δίνει πάντοτε μιά συχνότητα μεγαλύτερη από τή λαμβανόμενη κατά τήν ενδιάμεση συχνότητα και να λαμβάνεται πάντοτε μετά τή μείξη ή ενδιάμεση συχνότητα.

Μετά τόν ενδιάμεσο ενισχυτή, τό σήμα οδηγείται στο φωρατή, όπου λαμβάνεται τό σήμα χαμηλής συχνότητας. Τό σήμα αυτό ενισχύεται και οδηγείται μέσω μιάς περόνης στην είσοδο τής δισύρματης γραμμής γιά να φθάσει στο συνδρομητή.

Παρατηρούμε, ότι ή διαμόρφωση στον πομπό χρησιμοποιείται γιά να μετατρέψει τό σήμα χαμηλής συχνότητας σέ μιά ζώνη ύψηλών συχνοτήτων, πού είναι ίκανή να δημιουργήσει άκτινοβολία ήλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Στο δέκτη ή διαμόρφωση χρησιμοποιείται αντίστροφα γιά τή λήψη σέ δύο φάσεις του σήματος χαμηλής συχνότητας. Γι' αυτό χαρακτηρίζομε τή μεταβολή συχνοτήτων στο δέκτη σαν άποδιαμόρφωση.

Σέ ύπερατλαντικές ζεύξεις βραχέων κυμάτων χρησιμοποιείται, όπως και στίς ζεύξεις πέραν όρίζοντος, διαφορική λήψη χώρου ή (και) διαφορική λήψη συχνότητας.

Στήν Ελλάδα οι σταθμοί έκπομπής τής ραδιοτηλεφωνίας με τό έξωτερικό βρίσκονται στην Παλλήνη και στα Σπάτα, ενώ τά κέντρα λήψεως στην Άνω και Κάτω Λούτσα. Τό τηλεφωνικό κέντρο, στο όποιο είναι εγκαταστημένες οι γλωσσομαθείς τηλεφωνήτριες όπως και τά τερματικά κέντρα, στα όποια μετατρέπεται ή δισύρματη γραμμή του συνδρομητή σέ τετρασύρματη, ρυθμίζεται ή στάθμη έκπομπής και λήψεως κλπ., βρίσκονται στο κέντρο Άρεως τής Άθήνας.

27.6 Κινητή ραδιοτηλεφωνία.

Με τήν κινητή ραδιοτηλεφωνία εξασφαλίζεται ή επικοινωνία μεταξύ κινουμένων και σταθερών σταθμών, όπως και μεταξύ κινουμένων σταθμών σέ μικρές και μεσαίες αποστάσεις. Τήν κινητή ραδιοτηλεφωνία χρησιμοποιούν διάφορες Υπηρεσίες μέσα σέ πόλεις (Άστυνομία, Πυροσβεστική, Πρώτες Βοήθειες, ταξί), πλοία και τραίνα σέ όχι μεγάλες αποστάσεις καθώς και ιδιώτες, πού επιθυμούν να επικοινωνή-

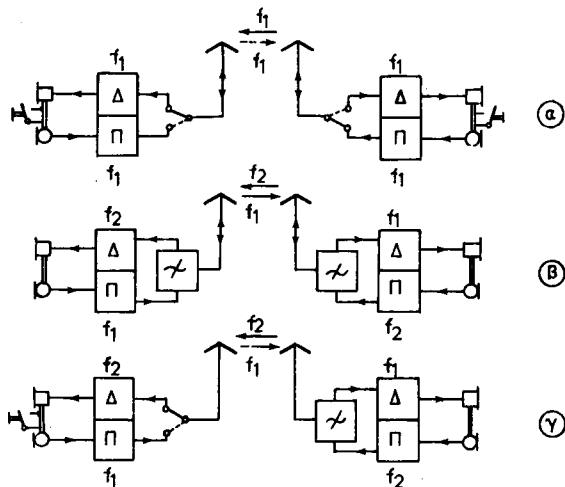
νοῦν ἀπ' τό αὐτοκίνητό τους μέ ὁποιοδήποτε συνδρομητή τοῦ τηλεφωνικοῦ δικτύου. Στήν κινητή ραδιοτηλεφωνία δέν περιλαμβάνεται ἡ ἐπικοινωνία μέ πλοῖα μέσω τῶν βραχέων κυμάτων, ὅπως καί ἡ ἐπικοινωνία μέ ἀεροσκάφη σέ σχετικά μεγάλες ἀποστάσεις.

Οἱ συχνότητες, πού χρησιμοποιοῦνται, ἐκλέγονται ἀπό κάθε κράτος μέσα ἀπ' τήν περιοχή 30 ὡς 470 MHz πού ἔχει ὀριστεῖ μέ διεθνή συμφωνία καί σέ τρόπο πού νά μήν ἐμποδίζονται ραδιοφωνικές ἐκπομπές καί ἄλλες Ὑπηρεσίες. Οἱ συχνότητες αὐτές ἀνήκουν στίς περιοχές VHF καί UHF, γι' αὐτό καί ἡ ἐμβέλειά τους περιορίζεται ἐξ αἰτίας τῆς ὀπτικής ἐπαφῆς, πού ἀπαιτεῖται μεταξύ πομποῦ καί δέκτη. Ἡ ὀπτική ἐπαφή ἐξαρτᾶται πολύ ἀπ' τό ὕψος τῶν κεραιῶν τῶν δύο σταθμῶν. Ἐπειδή τό ὕψος τῆς κεραίας τοῦ κινητοῦ σταθμοῦ εἶναι περιορισμένο, τοποθετεῖται ἡ κεραία τοῦ σταθεροῦ σταθμοῦ σέ ὑψηλό σημεῖο. Σά μέθοδος διαμορφώσεως χρησιμοποιεῖται συνήθως ἡ διαμόρφωση συχνότητας (FM).

Διακρίνομε τά ἐξῆς εἶδη λειτουργίας τῶν συστημάτων κινητῆς τηλεφωνίας:

α) Ἀμφίπλευρη ἀλλ' ὄχι ταυτόχρονη λειτουργία (λειτουργία σίμπλεξ).

Εἶναι δυνατή ἡ μετάδοση σέ δύο κατευθύνσεις κι ἡ διεξαγωγή συνδιαλέξεως. Γιά τίς δύο κατευθύνσεις διαθέτεται ἓνα μόνο κανάλι συχνότητων (φορέας f_1), πού τό χρησιμοποιοῦν ἐναλλακτικά οἱ δύο συνδρομητές. Ἕνας συνδρομητής μπορεῖ μόνο νά ὁμιλεῖ ἢ μόνο νά ἀκούει συνδέοντας τή συσκευή του πότε στόν πομπό καί πότε στό δέκτη [σχ. 27.6(α)].



Σχ. 27.6

Εἶδη λειτουργίας συστημάτων κινητῆς Ραδιοτηλεφωνίας: α) Ἀμφίπλευρη ἀλλ' ὄχι ταυτόχρονη λειτουργία (λειτουργία σίμπλεξ), β) Ἀμφίπλευρη καί ταυτόχρονη λειτουργία (λειτουργία ντοῦμπλεξ), γ) Ἀμφίπλευρη καί ἡμιταυτόχρονη λειτουργία (λειτουργία σεμινοῦμπλεξ).

β) Ἀμφίπλευρη καί ταυτόχρονη λειτουργία (λειτουργία ντοῦμπλεξ).

Κάθε συνδρομητής μπορεῖ νά ὁμιλεῖ καί νά ἀκούει ταυτόχρονα. Γιά τίς δύο κατευθύνσεις διαθέτονται δύο διαφορετικά κανάλια (φορεῖς f_1 , f_2). Ἡ λειτουργία αὐ-

τή χρησιμοποιείται για τή διεξαγωγή συνδιαλέξεων με συνδρομητές του δημόσιου τηλεφωνικού δικτύου [σχ. 27.6(β)].

γ) **Άμφιπλευρη και ήμιαυτόχρονη λειτουργία (λειτουργία σεμιντοϋμπλεξ).**

Ο κινητός συνδρομητής ρυθμίζει τή διεξαγωγή τής συνδιαλέξεως με τό διακόπτη του, έχει δηλαδή τή δυνατότητα νά διακόψει τό συνομιλητή του καί νά μιλήσει ό ίδιος. Τή δυνατότητα αυτή δέν έχει ό σταθερός σταθμός. Χρησιμοποιούνται δύο κανάλια συχνοτήτων (φορείς f_1 , f_2) για τίς δύο κατευθύνσεις όμιλίας [σχ. 27.6(γ)]

Στίς περιπτώσεις α καί γ, έπειδή ό πομπός καί ό δέκτης δέν χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα, μπορούν νά έχουν κοινές όρισμένες διατάξεις κι έτσι ή συσκευή στόν κινητό σταθμό γίνεται απλή καί μικρή σέ όγκο.

Οι κινητοί συνδρομητές μιās περιοχής έξυπηρετούνται συνήθως από **ένα** σταθερό σταθμό μέσω **ένός** ραδιοφωνικού καναλιού απλής ή διπλής κατευθύνσεως (φορείς f_1 ή f_1 καί f_2), πού τό χρησιμοποιούν από κοινού. Όταν ό αριθμός τών κινητών συνδρομητών είναι μεγάλος, για νά μήν παρουσιάζεται μεγάλη διάρκεια άναμονής στην πραγματοποίηση συνδιαλέξεως, χωρίζονται οι συνδρομητές σέ ομάδες καί σέ κάθε ομάδα δίνεται ένα ξεχωριστό κανάλι. Είναι επίσης δυνατό μιά ομάδα συνδρομητών νά χρησιμοποιεί δύο κανάλια. Οι συσκευές τών κινητών σταθμών γίνονται όμως στην περίπτωση αυτή πιό πολύπλοκες.

Τό πρόβλημα στην κινητή τηλεφωνία είναι νά εξασφαλιστεί άρκετός αριθμός καναλιών για τήν έξυπρέτηση του πλήθους τών διαφόρων συνδρομητών. Ένώ στίς άρχές ή άπόσταση μεταξύ τών καναλιών λαμβανόταν 100 kHz, μέ τήν πάροδο του χρόνου μειωνόταν συνεχώς για τήν εξοικονόμηση συχνοτήτων καί σήμερα άνέρχεται, σέ όρισμένες περιπτώσεις, σέ 12,5 kHz.

Η **κλήση** τών κινητών σταθμών μπορεί νά πραγματοποιηθεί κατά διάφορους τρόπους. Όρισμένες Ύπηρεσίες (π.χ. άστυνομία κλπ.) καλούν ένα σταθμό μέ προφορική κλήση, πού λαμβάνεται ταυτόχρονα από όλους τούς κινητούς σταθμούς. Στή δημόσια κινητή ραδιοτηλεφωνία είναι άπαραίτητο νά υπάρχει ή δυνατότητα νά καλείται ένα συγκεκριμένο όχημα καί νά παρεμποδίζονται άλλοι συνδρομητές νά άκούουν τή συνδιάλεξη. Αυτό πραγματοποιείται σ' ένα σύγχρονο σύστημα ως έξής:

Η κλήση έπιτυγχάνεται μέ τήν ταυτόχρονη έκπομπή άπ' τό σταθερό σταθμό 4 συχνοτήτων από ένα σύνολο 30 συχνοτήτων (κλητήριο σήμα). Κάθε κινούμενος συνδρομητής έχει τό δικό του συνδυασμό 4 συχνοτήτων, τόν όποιο λαμβάνει ή συσκευή του μέ τή βοήθεια φίλτρων, μέ άποτέλεσμα νά προκληθεί ένα άκουστικό ή όπτικό σήμα κλήσεως στό όχημα. Ό σταθερός σταθμός έκπέμπει συνεχώς μιά συχνότητα, π.χ. τό φορέα διαμορφωμένο μέ 2280 Hz, πού σημαίνει ότι τό κανάλι είναι έλεύθερο (σήμα έλεύθερου). Όταν καλείται ένα συγκεκριμένο όχημα, σταματά ή έκπομπή του σήματος έλεύθερου καί αυτό είδοποιεί τούς υπόλοιπους συνδρομητές, ότι τό κανάλι έχει καταληφθεί. Η κλήση πού άκολουθεί μέ τίς 4 συχνότητες άποδεσμεύει τή συσκευή (πομπό καί δέκτη) **μόνο** του καλούμενου συνδρομητή. Οι συσκευές τών υπολοίπων συνδρομητών παραμένουν «μπλοκαρισμένες», ώστε οι συνδρομητές αυτοί δέν μπορούν, ούτε νά άκούσουν τή διεξαγόμενη συνδιάλεξη, ούτε νά χρησιμοποιήσουν τόν πομπό τους.

Όταν ό κινητός συνδρομητής σηκώνει τό μικροτηλέφωνό του, έκπέμπεται άπ'

τό σταθμό του μιά συχνότητα, π.χ. ο φορέας διαμορφωμένος με 1750 Hz, πού επιβεβαιώνει τή λήψη τῆς κλήσεως (σῆμα επιβεβαιώσεως). Μέ τή λήψη τῆς συχνότητας αὐτῆς ἀπ' τό σταθερό σταθμό σταματᾷ ἡ ἐκπομπή τοῦ κλητήριου σήματος καί πραγματοποιεῖται ἡ σύνδεση. Μετά τό τέρμα τῆς συνδιαλέξεως ἀποστέλλεται ἀπ' τό σταθμό πάλι τό σῆμα ἐλεύθερου.

Ἡ κλήση ἀπ' τόν κινητό σταθμό εἶναι δυνατή μόνο, ὅταν ἐκπέμπεται τό σῆμα ἐλεύθερου, πού γίνεται ἀντιληπτό σέ μιά λυχνία τῆς συσκευῆς. Σηκώνοντας τό μικροτηλέφωνο ὁ κινούμενος συνδρομητής, ἐκπέμπεται τό σῆμα επιβεβαιώσεως (1750 Hz). Τό σῆμα αὐτό λαμβάνεται ἀπ' τό σταθερό σταθμό καί προκαλεῖ διακοπή τοῦ σήματος ἐλεύθερου καί μπλοκάρισμα τῶν συσκευῶν τῶν ὑπολοίπων συνδρομητῶν. Στή συνέχεια ὁ συνδρομητής ὁμιλεῖ μέ τό σταθερό σταθμό ἢ μέσω αὐτοῦ μέ ἓνα συνδρομητή τοῦ δημόσιου τηλεφωνικοῦ δικτύου.

ΠΕΜΠΤΟ ΜΕΡΟΣ

ΣΥΝΔΡΟΜΗΤΙΚΑ ΤΗΛΕΦΩΝΙΚΑ ΚΕΝΤΡΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ ΟΓΔΟΟ

Γενικά.

Μία συνδρομητική τηλεφωνική συσκευή συνδεδεμένη κατ' ευθείαν σέ ένα άστικό κέντρο μέσω μιās συνδρομητικής γραμμής, όπως είδαμε, ονομάζεται **κύρια τηλεφωνική συσκευή** καί ή γραμμή της **κύρια συνδρομητική γραμμή ή γραμμή κέντρου**.

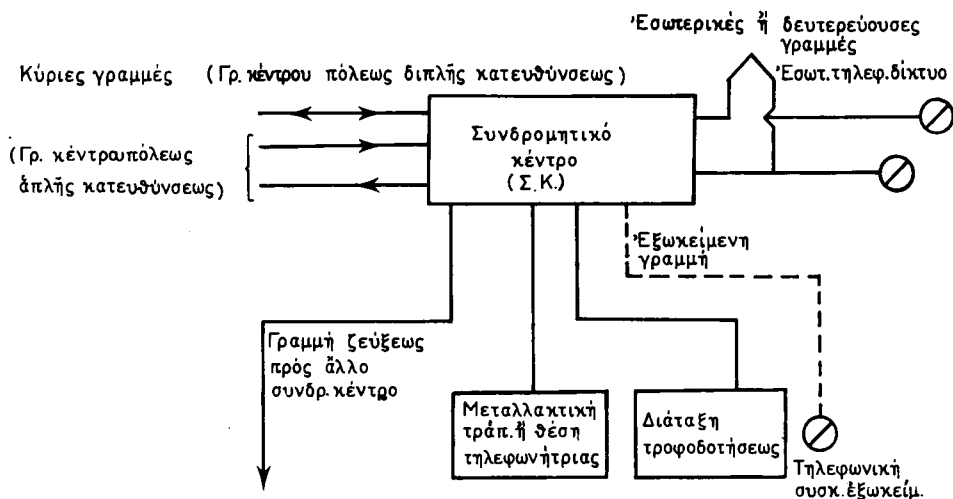
Τό κόστος μιās κύριας γραμμής είναι συγκριτικά ύψηλό, ενώ ή έκμετάλλευσή της πολύ χαμηλή έπειδή χρησιμοποιείται αποκλειστικά από ένα μόνο συνδρομητή. Μείωση του κόστους των κυρίων γραμμών επιτυγχάνεται μέ μείωση του μέσου μήκους τους σάν αποτέλεσμα τής δημιουργίας περισσοτέρων άστικών κέντρων σέ μία περιοχή, όπως αναφέραμε στό κεφάλαιο γιά τό άστικό τηλεφωνικό δίκτυο, στό Τρίτο Μέρος του βιβλίου. Παράλληλα όμως μέ τήν αύξηση των κέντρων αυξάνουν οί γραμμές ζεύξεως, πού συνδέουν τά κέντρα αυτά μεταξύ τους καθώς καί ό έξοπλισμός τους, ώστε ή αποκέντρωση των συνδρομητών δέν μπορεί νά ξεπεράσει όρισμένα όρια. Μιά δεύτερη δυνατότητα μειώσεως του κόστους των κυρίων συνδρομητικών γραμμών δίνει ή καλύτερη έκμετάλλευσή τους, πού επιτυγχάνεται μέ τή χρησιμοποίησή τους ταυτόχρονα από περισσότερους συνδρομητές. 'Η δυνατότητα αυτή αξιοποιείται μέ τους **συγκεντρωτές γραμμών (Σ.Γ.)**, πού γνωρίσαμε στό τέλος του Τρίτου Μέρους καί μέ τά **συνδρομητικά κέντρα (Σ.Κ.)**.

Τά Σ.Κ. τοποθετούνται σέ κτήρια επιχειρήσεων καί εργοστασίων, σέ ξενοδοχεία, νοσοκομεία, 'Οργανισμούς, κλπ., δηλαδή σέ περιπτώσεις πού είναι απαραίτητο νά επικοινωνούν συχνά μεταξύ τους αλλά καί μέ συνδρομητές του άστικού καί του υπεραστικού δικτύου άτομα συγκεντρωμένα σέ περιορισμένο σχετικά χώρο. Στίς περιπτώσεις αυτές είναι ιδιαίτερα άντιοικονομική ή τοποθέτηση ξεχωριστών κυρίων τηλεφωνικών συσκευών καί ή διεξαγωγή όλων των συνδιαλέξεων μέσω του άστικού κέντρου, χωρίς νά λύνει καί τά είδικά προβλήματα, πού παρουσιάζονται στήν τηλεφωνική έξυπνρήτηση αυτού του είδους.

Τό Σ.Κ. εξασφαλίζει, όπως φαίνεται στό σχήμα 28:

- α) 'Εσωτερική επικοινωνία μεταξύ των συνδρομητών του χωρίς τή μεσολάβηση όργάνων του άστικού κέντρου.
- β) 'Αστική καί υπεραστική επικοινωνία.
- γ) 'Επικοινωνία μέ άλλα Σ.Κ.

Οί τηλεφωνικές συσκευές του Σ.Κ. ονομάζονται **έσωτερικές συσκευές (Ε.Σ.)** καί



Σχ. 28.

Σύνδεση συνδρομητών και κέντρου πόλεως με τό συνδρομητικό κέντρο.

οι γραμμές που τις συνδέουν με τό Σ.Κ. **έσωτερικές ή δευτερεύουσες συνδρομητικές γραμμές**. Τό Σ.Κ. συνδέεται με τό αστικό κέντρο μέσω μιᾶς ή περισσοτέρων κυρίων γραμμών (γραμμών κέντρου πόλεως). Μέ τή βοήθεια τῶν γραμμῶν αὐτῶν διεξάγεται ἡ **εἰσερχόμενη** καί **ἐξερχόμενη κίνηση τοῦ Σ.Κ.**, δηλαδή ἡ κίνηση ἀπό τοὺς συνδρομητές τοῦ ἀστικοῦ καί ὑπεραστικοῦ δικτύου πρὸς τοὺς συνδρομητές τοῦ Σ.Κ. καί ἡ κίνηση τῶν συνδρομητῶν τοῦ Σ.Κ. πρὸς τοὺς συνδρομητές τοῦ ἀστικοῦ καί ὑπεραστικοῦ δικτύου.

Τό μέγεθος ἑνός Σ.Κ. ἐξαρτᾶται ἀπ' τῆς ἀνάγκης πού ἐξυπηρετεῖ. Τό μικρότερο κέντρο περιλαμβάνει μιᾶ κύρια συσκευή μέ μιᾶ κύρια γραμμή καί μιᾶ μόνο ἐσωτερική συσκευή, ἐνῶ μεγάλες ἐγκαταστάσεις ἔχουν στή διάθεσή τους ἑκατοντάδες κυρίων γραμμῶν καί περιλαμβάνουν χιλιάδες ἐσωτερικές συσκευές. Ἀντίθετα μέ τῆς κύριες τηλεφωνικές συσκευές καί τῆς κύριες συνδρομητικές γραμμές, οἱ ὁποῖες ἀνήκουν στόν Ὁργανισμό Τηλεπικοινωνιῶν, τά Σ.Κ. εἶναι δυνατόν νά ἀγοράζονται ἀπό ἰδιῶτες.

Οἱ ἀριθμοί κλήσεως τῶν ἐσωτερικῶν συσκευῶν ἑνός Σ.Κ. εἶναι **ἐσωτερικοί ἀριθμοί** τῆς ἐγκαταστάσεως, οἱ ὁποῖοι δέν ἀναγράφονται κατὰ κανόνα στόν τηλεφωνικό κατάλογο. Στόν κατάλογο καταχωρεῖται μόνο ἓνας ἢ περισσότεροι ἀριθμοί κλήσεως τοῦ Σ.Κ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΙΚΟΣΤΟ ΕΝΑΤΟ

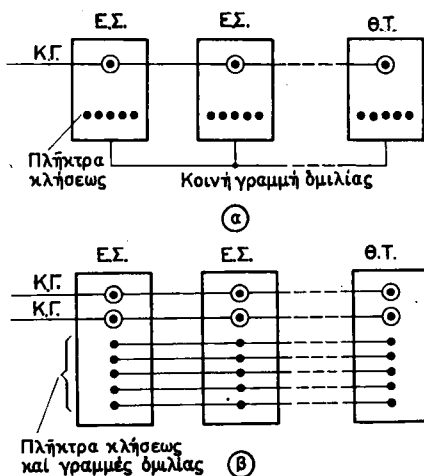
ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΥΝΔΡΟΜΗΤΙΚΩΝ ΚΕΝΤΡΩΝ

Διακρίνομε πέντε βασικές κατηγορίες Σ.Κ., ανάλογα με τόν τρόπο λειτουργίας τους:

- α) Έγκαταστάσεις σειράς.
- β) Χειροκίνητα Σ.Κ.
- γ) Ήμιαυτόματα Σ.Κ.
- δ) Αυτόματα Σ.Κ.
- ε) Πλήρως αυτόματα Σ.Κ. (Διεπιλογικά).

α) Έγκαταστάσεις σειράς.

Σέ μία έγκατάσταση σειράς, μία ή περισσότερες κύριες γραμμές Κ.Γ. περνούν από όλες τίς έσωτερικές τηλεφωνικές συσκευές Ε.Σ. καί καταλήγουν στή θέση τηλεφωνήτριας Θ.Τ. (σχ. 29), πού ή συσκευή της είναι όμοια μέ τίς άλλες. Οι είσερχόμενες κλήσεις φθάνουν στή Θ.Τ. καί ή τηλεφωνήτρια τίς διαβιβάζει στίς Ε.Σ., πού ζητούνται.



Σχ. 29.

Έγκατάσταση σειράς μέ κοινή έσωτερική γραμμή (α) καί μέ ξεχωριστές έσωτερικές γραμμές (β).

Έξερχόμενες συνδέσεις, όπως και έσωτερικές συνδέσεις πραγματοποιεί ξεχωριστά ο συνδρομητής κάθε Ε.Σ. με τη βοήθεια πλήκτρων, πού βρίσκονται στη συσκευή του. Σάν εξαίρεση, ή εγκατάσταση σειράς δέν διαθέτει κεντρική διάταξη στην όποία νά πραγματοποιοῦνται οί συνδέσεις τῶν γραμμῶν. Ἡ έσωτερική ἐπικοινωνία μεταξύ τῶν Ε.Σ. διεξάγεται είτε μέσω μιᾶς κοινῆς έσωτερικῆς γραμμῆς δ-μιλίας [σχ. 29(α)], είτε μέσω ξεχωριστῶν έσωτερικῶν γραμμῶν, πού ένώνουν δ-λες τίς Ε.Σ. [σχ. 29(β)]. Στήν εγκατάσταση τοῦ σχήματος 29(α) μπορεῖ νά διεξάγεται ταυτόχρονα μία μόνο έσωτερική συνδιάλεξη, ένῳ ή εγκατάσταση τοῦ σχήματος 29(β) ἐπιτρέπει τή διεξαγωγή περισσοτέρων, ταυτόχρονα, έσωτερικῶν συνδιαλέξεων.

Οί εγκαταστάσεις σειράς εἶναι ἀπλές στήν κατασκευή καί στή λειτουργία, ἀπαιτοῦν ὅμως μεγάλο ἀριθμό γραμμῶν μεταξύ τῶν Ε.Σ. Ἔτσι ή χρήση τους περιορίζεται στίς περιπτώσεις πού οί Ε.Σ. εἶναι συγκεντρωμένες σέ μικρό χῶρο καί ὁ ἀριθμός τους εἶναι μικρός. Συνήθως χρησιμοποιοῦνται εγκαταστάσεις σειράς γιά μέχρι 5 ὡς 6 Ε.Σ., οί όποίες ἐξυπηρετοῦνται ἀπό 1-2 κύριες γραμμές, ένῳ ή πιό μεγάλη χωρητικότητά τους εἶναι 10 Ε.Σ. μέ 4 κύριες γραμμές.

β) Χειροκίνητα Συνδρομητικά Κέντρα.

Στά κέντρα αὐτά, οί κύριες γραμμές ἀπό τό ἀστικό κέντρο καί οί δευτερεύουσες γραμμές ἀπό κάθε Ε.Σ. καταλήγουν σέ ἓνα **μεταλλάκτη**. Ὅλες οί έσωτερικές συνδέσεις μεταξύ τῶν Ε.Σ. ὅπως καί οί εἰσέρχόμενες καί ἐξέρχόμενες έξωτερικές συνδέσεις πραγματοποιοῦνται χειροκίνητα ἀπό μία ἢ περισσότερες τηλεφωνήτριες στό μεταλλάκτη.

Χειροκίνητα Σ.Κ. εἶναι ἀπλά στήν κατασκευή, ή λειτουργία τους ὅμως εἶναι σχετικά πολύπλοκη. Χρησιμοποιοῦνται κυρίως σέ περιπτώσεις, πού δέν εἶναι οικονομική ή τοποθέτηση μιᾶς εγκαταστάσεως ἢ ὅταν εἶναι ἀπαραίτητο νά ἐλέγχονται τά πραγματοποιούμενα τηλεφωνήματα, π.χ. σέ ξενοδοχεῖα γιά νά εἰσπράττονται τά ἀνάλογα τέλη, σέ νοσοκομεῖα κλπ.

Διακρίνομε δύο βασικές κατηγορίες χειροκινήτων Σ.Κ.:

- Χειροκίνητα Σ.Κ. μέ κορδόνια.
- Χειροκίνητα Σ.Κ. χωρίς κορδόνια.

Στά Σ.Κ. τῆς πρώτης κατηγορίας οί συνδέσεις πραγματοποιοῦνται μέ κορδόνια, πού καταλήγουν σέ βύσματα καί τοποθετοῦνται στίς κυψέλες τοῦ μεταλλάκτη. Στή δεύτερη κατηγορία, πού χρησιμοποιεῖται σέ Σ.Κ. μέ μικρό ἀριθμό συνδρομητῶν, οί συνδέσεις πραγματοποιοῦνται στό μεταλλάκτη μέ τή βοήθεια πλήκτρων.

γ) Ἡμιαυτόματα Συνδρομητικά Κέντρα.

Σέ ἡμιαυτόματα Σ.Κ. ὑπάρχει μία αὐτόματη κεντρική ζευκτική διάταξη μέ ἐπιλογεῖς ἢ ζευκτικά πεδία. Ὅλες οί **έσωτερικές συνδέσεις** πραγματοποιοῦνται αὐτόματα ἀπό τούς συνδρομητές τοῦ κέντρου μέ τή βοήθεια τοῦ δίσκου τῆς συσκευῆς τους καί μέσω τῆς αὐτόματης κεντρικῆς διατάξεως χωρίς τή μεσολάβηση τηλεφωνήτριας. Ἡ **εἰσέρχόμενη καί ἐξέρχόμενη κίνηση** τοῦ ἡμιαυτόματου Σ.Κ. διεκπεραιώνεται χειροκίνητα ἀπό τήν τηλεφωνήτρια τοῦ κέντρου.

δ) Αὐτόματα Συνδρομητικά Κέντρα.

Σέ αὐτόματα Σ.Κ. πραγματοποιοῦνται ὅλες οί έσωτερικές συνδέσεις αὐτόματα ἀπό τούς συνδρομητές μέσω μιᾶς αὐτόματης ζευκτικῆς διατάξεως, ὅπως στά ἡ-

μιαυτόματα κέντρα. Έκτός απ' αυτό όμως πραγματοποιούνται αυτόματα χωρίς τή μεσολάβηση τηλεφωνήτριας και οι **έξερχόμενες** άστικές και υπεραστικές συνδέσεις. 'Η είσερχόμενη κίνηση διεκπεραιώνεται χειροκίνητα από τήν τηλεφωνήτρια του κέντρου.

Τά αυτόματα Σ.Κ. διακρίνονται ανάλογα μέ τόν αριθμό τών Ε.Σ., πού περιλαμβάνουν, σέ μικρά, μεσαία και μεγάλα κέντρα. Μικρά κέντρα έχουν 1 κύρια γραμμή και 1 ως 9 Ε.Σ. Μεσαία κέντρα περιλαμβάνουν 2 ως 10 κύριες γραμμές και 10 ως 100 Ε.Σ. Μεγάλα κέντρα έχουν τουλάχιστον 5 κύριες γραμμές και 30 Ε.Σ. και μπορούν νά επέκταθούν ανάλογα μέ τόν τύπο τους, είτε μέχρις ένα μέγιστο αριθμό συσκευών, π.χ. μέχρι 400 Ε.Σ. και 40 κύριες γραμμές, είτε άπεριόριστα.

ε) Πλήρως αυτόματα Συνδρομητικά Κέντρα (Διεπιλογικά).

Στά κέντρα αυτά διεκπεραιώνεται αυτόματα όχι μόνο ή έσωτερική και ή έξερχόμενη κίνηση αλλά και ή **είσερχόμενη κίνηση**. 'Ο καλών έξωτερικός συνδρομητής έχει τή δυνατότητα νά φθάσει μέχρι τή ζητούμενη Ε.Σ. μέ έπιλογή, χωρίς τή μεσολάβηση τηλεφωνήτριας. 'Η έπιλογή στήν περίπτωση αυτή χαρακτηρίζεται **διεπιλογή**. Πλήρως αυτόματα Σ.Κ. κατασκευάζονται μόνο γιά μεγάλο αριθμό Ε.Σ.

Γιά τήν άποκατάσταση τών συνδέσεων, χρησιμοποιούνται στά αυτόματα και πλήρως αυτόματα Σ.Κ. συστήματα άμεσης και έμμεσης καθοδηγήσεως. 'Η έπιλογή του κατάλληλου συστήματος εξαρτάται από οίκονομικούς παράγοντες. Γενικά, μέ τά σημερινά δεδομένα τής τεχνικής γιά νά είναι οίκονομικό ένα Σ.Κ. πρέπει ή κεντρική του διάταξη νά περιλαμβάνει άρκετά **κοινά όργανα**, δηλαδή όργανα πού καταλαμβάνονται γιά μικρό χρονικό διάστημα και έξυπηρετούν διαδοχικά μεγάλο αριθμό συνδέσεων. 'Η έκταση όμως τών κοινών όργάνων εξαρτάται από τό μέγεθος του Σ.Κ.

'Η τεχνική τών αυτόμάτων Σ.Κ. εξαρτάται από τό έπιλογικό σύστημα, πού εφαρμόζεται, και από τό μέγεθός τους. Γενικά χρησιμοποιούνται τόσο έπιλογείς όσο και ζευκτικά πεδία από ρωστήρες ή ραβδεπαφικούς έπιλογείς. Μέ τήν πάροδο του χρόνου όμως μετατοπίζεται τό κέντρο βάρους πρός τά ζευκτικά πεδία, τά όποια εργάζονται ταχύτατα και έχουν τή δυνατότητα νά συνεργάζονται μέ ήλεκτρονικές διατάξεις καθοδηγήσεως.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΑΚΟΣΤΟ

ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΔΙΕΚΠΕΡΑΙΩΣΕΩΣ ΤΗΣ ΚΙΝΗΣΕΩΣ ΣΕ ΑΥΤΟΜΑΤΑ Σ.Κ.

Ἡ διεκπεραίωση τῆς ἐσωτερικῆς καί ἐξωτερικῆς κινήσεως ἐνός αὐτόματου Σ.Κ. μπορεῖ νά πραγματοποιηθεῖ περισσότερο ἢ λιγότερο ἀπλά γιά τούς συνδρομητές τοῦ Σ.Κ. καί τούς ἐξωτερικούς συνδρομητές, ἀνάλογα μέ τίς **δυνατότητες** τίς ὁποῖες παρουσιάζει τό κέντρο. Γιά οἰκονομικούς καί ἄλλους λόγους, π.χ. γιά νά ἐλέγχονται οἱ πραγματοποιούμενες συνδέσεις, δέν δίνεται συνήθως σέ ὅλες τίς Ε.Σ. τό δικαίωμα νά χρησιμοποιοῦν ὅλες τίς δυνατότητες τοῦ Σ.Κ.

Σύγχρονα αὐτόματα Σ.Κ. μποροῦν νά ἔχουν τίς ἐξῆς δυνατότητες:

α) Δυνατότητα διεπιλογῆς.

Ἐνας συνδρομητής τοῦ ἀστικοῦ δικτύου, ὁ ὁποῖος ἐπιθυμεῖ νά συνδεθεῖ μέ ἕνα συνδρομητή τοῦ Σ.Κ. ἐπιλέγει πρῶτα τόν ἀριθμό κλήσεως τοῦ Σ.Κ., π.χ. τόν ἀριθμό 635, καί ἀμέσως μετὰ τόν ἐσωτερικό ἀριθμό κλήσεως τῆς ζητούμενης Ε.Σ., π.χ. τόν ἀριθμό 8236. Ἐτσι φθάνει, κατ' εὐθείαν στόν καλούμενο συνδρομητή χωρίς τή μεσολάβηση τηλεφωνήτριας τοῦ Σ.Κ.

Ἰδιαίτερη σημασία ἔχει ἡ διεπιλογή γιά τίς εἰσέρχόμενες ὑπεραστικές κλήσεις, στίς ὁποῖες δέν εἶναι ὑποχρεωμένος ὁ καλῶν νά ἀναμένει μέχρι νά τόν συνδέσει ἡ τηλεφωνήτρια μέ τόν καλούμενο καί νά ἐπιβαρύνεται μέ ἐπί πλέον τέλος συνδιαλέξεως γιά τό χρόνο ἀναμονῆς. Ἄν ὁ καλῶν συνδρομητής δέν γνωρίζει τόν ἐσωτερικό ἀριθμό κλήσεως τοῦ καλούμενου, μπορεῖ νά καλέσει τήν τηλεφωνητριακή θέση τοῦ Σ.Κ. προσθέτοντας ἕνα ψηφίο π.χ. τό 1, στόν ἀριθμό κλήσεως τοῦ Σ.Κ., ἐπιλέγοντας δηλαδή τόν ἀριθμό 6351, καί νά ζητήσει ἀπό τήν τηλεφωνήτρια νά τόν συνδέσει.

β) Δυνατότητα ἐνδιάμεσης ἐρωτήσεως.

Ὁ συνδρομητής τοῦ Σ.Κ., ὁ ὁποῖος διεξάγει μιά **ἐξωτερική** συνδιάλεξη, εἴτε σάν καλῶν εἴτε σάν καλούμενος, ἔχει τή δυνατότητα, πιέζοντας π.χ. τό πλήκτρο γειώσεως τῆς συσκευῆς του, νά ἀποσυνδεθεῖ προσωρινά ἀπό τόν ἐξωτερικό συνδρομητή καί νά συνδεθεῖ μέ ἕναν ἄλλο συνδρομητή τοῦ Σ.Κ. ἐπιλέγοντας τόν ἐσωτερικό ἀριθμό του. Ὁ ἐξωτερικός συνδρομητής ἀναμένει στό ἀκουστικό του, χωρίς νά ἀκούει τήν ἐσωτερική συνδιάλεξη, μέχρι πού ὁ συνδρομητής τοῦ Σ.Κ. μέ πίεση πάλι τοῦ πλήκτρου γειώσεως, ξανασυνδεθεῖ στήν ἐξωτερική γραμμή.

Μέ τήν **ἐνδιάμεση ἐρώτηση** διευκολύνεται πολύ ὁ ἐξωτερικός συνδρομητής, ὁ ὁποῖος δέν εἶναι ὑποχρεωμένος νά καλέσει δεῦτερο, τρίτο κ.ο.κ. συνδρομητή τοῦ Σ.Κ. ἢ νά ξανακαλέσει τόν ἴδιο συνδρομητή, ὅταν αὐτός δέν εἶναι ἀμέσως σέ θέση

νά τόν έξυπηρετήσσει, αλλά χρειάζεται νά έρωτήσσει καί νά συλλέξει πληροφορίες, κλπ. 'Η δυνατότητα αὐτή δέν ὑπάρχει στίς έσωτερικές συνδέσεις, ἐφ' ὅσον ἕνας συνδρομητής τοῦ Σ.Κ. εὐκολά μπορεῖ νά διακόψει καί νά καλέσει ἄλλον ἢ πάλι τόν ἴδιο έσωτερικό συνδρομητή χωρίς οἰκονομική ἐπιβάρυνση.

γ) Δυνατότητα μεταβίβασης συνδιαλέξεως.

'Η ἴδια διάταξη, πού χρησιμεύει στήν πραγματοποίηση ἐνδιάμεσης ἐρωτήσεως μπορεῖ νά χρησιμοποιηθεῖ γιά τή μεταβίβαση μιᾶς ἐξωτερικῆς συνδιαλέξεως ἀπό μιᾶ Ε.Σ. σέ ἄλλη Ε.Σ. ἢ στή θέση τηλεφωνήτριας τοῦ Σ.Κ. 'Υπάρχουν διάφοροι τρόποι γιά τήν πραγματοποίηση τῆς μεταβίβασης. 'Όταν, π.χ., ὁ συνδρομητής τῆς Ε.Σ.1 ἔχει συνδεθεῖ ἐνδιάμεσα μέ τήν Ε.Σ.2, μπορεῖ νά παρακαλέσει τό συνδρομητή της νά συνεχίσει τήν ἐξωτερική συνδιάλεξη. 'Ο συνδρομητής τῆς Ε.Σ.2 συνδέεται μέ τήν ἐξωτερική γραμμή πιέζοντας τό πλήκτρο γειώσεώς του, ἐνῶ ὁ συνδρομητής τῆς Ε.Σ. 1 ἀποθέτει τό ἀκουστικό του. Μέ τόν τρόπο αὐτό ὁ ἐξωτερικός συνδρομητής μπορεῖ νά συνδεθεῖ διαδοχικά μέ ἀρκετούς έσωτερικούς συνδρομητές ἐξοικονομώντας χρόνο καί τά ἀνάλογα τέλη ξεχωριστῶν κλήσεων.

δ) Δυνατότητα ἀναμονῆς τοῦ καλοῦντος.

'Όταν μία Ε.Σ. εἶναι κατειλημμένη, μπορεῖ ἕνας ἐξωτερικός συνδρομητής, πού ἐπιθυμεῖ νά συνδεθεῖ μαζί της, νά ἀναμείνει μέχρι νά ἐλευθερωθεῖ ἡ γραμμή. 'Η δυνατότητα αὐτή ὑπάρχει τόσο ὅταν ἡ σύνδεση ἔχει πραγματοποιηθεῖ χειροκίνητα μέσω τῆς τηλεφωνήτριας τοῦ Σ.Κ., ὅσο καί ὅταν ἔχει πραγματοποιηθεῖ μέ διεπιλογή, ὁπότε μεταβιβάζεται αὐτόματα στή θέση τηλεφωνήτριας σέ περίπτωση πού ὁ καλούμενος εἶναι κατειλημμένος. 'Η τηλεφωνήτρια τοῦ κέντρου προετοιμάζει τή σύνδεση, ἡ ὁποία πραγματοποιεῖται μόλις τελειώσει ἡ προηγούμενη συνδιάλεξη.

ε) Δυνατότητα ἐπισυνδέσεως τῆς τηλεφωνήτριας.

Σέ περίπτωση πού ἡ ζητούμενη Ε.Σ. εἶναι κατειλημμένη καί ὁ καλῶν ἐξωτερικός συνδρομητής πραγματοποιεῖ ὑπεραστική κλήση, μπορεῖ ἡ τηλεφωνήτρια νά ἐπισυνδεθεῖ στή συνδιάλεξη τῆς Ε.Σ. καί νά ζητήσσει ἀπό τό συνδρομητή της νά τερματίσει τήν ἀστική συνδιάλεξη γιά νά πάρει τήν ὑπεραστική κλήση. 'Ετσι δέν ὑποχρεώνεται ὁ ὑπεραστικός συνδρομητής νά ἀναμείνει πολύ, πληρώνοντας τό χρόνο ἀναμονῆς.

Μέ τήν ἐπισύνδεση ἔχει τή δυνατότητα ἡ τηλεφωνήτρια νά παρεμβάλλεται στίς διεξαγόμενες συνδιαλέξεις τοῦ Σ.Κ. καί νά ἀκούει τό διάλογο. Γιά νά ἐξασφαλιστεῖ τό ἀπόρρητο τῶν συνδιαλέξεων, ἀποστέλλεται στή γραμμή μέ τήν ἐπισύνδεση ἕνα ἀκουστικό σῆμα, τό ὁποῖο εἰδοποιεῖ τούς συνδρομητές γιά τήν παρεμβολή.

στ) Δυνατότητα νυκτερινῶν συνδέσεων.

'Αν τό Σ.Κ. δέν ἔχει τή δυνατότητα διεπιλογῆς, εἶναι ἀπαραίτητο νά μποροῦν νά καλοῦνται τή νύκτα, ὅταν δέν ἐργάζεται, ἢ ὅταν ἀπουσιάζει ἡ τηλεφωνήτρια τοῦ κέντρου, μία ἢ περισσότερες Ε.Σ. π.χ. ὁ θυρωρός τοῦ κτηρίου τῆς ἐπιχειρήσεως, ὁ ὑπεύθυνος τῆς νυκτερινῆς βάρδιας ἐνός ἐργοστασίου κλπ. Μέ εἰδικές διατάξεις εἶναι δυνατόν νά μεταβιβάζονται οἱ κλήσεις **δλων** τῶν κυρίων γραμμῶν τοῦ Σ.Κ. σέ

μιά Ε.Σ., ή όποία έκτελεϊ χρέη θέσεως τηλεφωνήτριας τή νύκτα (γενική νυκτερινή σύνδεση). 'Επίσης είναι δυνατόν νά συνδέονται τή νύκτα ή όταν άπουσιάζει ή τηλεφωνήτρια όρισμένες ή όλες οι κύριες γραμμές του Σ.Κ. **χωριστά** σέ ίσάριθμες Ε.Σ. 'Απ' τίς Ε.Σ. αυτές μπορούν νά μεταβιβάζονται οι κλήσεις στίς υπόλοιπες Ε.Σ. τής έγκαταστάσεως κατά τά γνωστά (άπλή νυκτερινή σύνδεση). Τέλος είναι δυνατόν νά συνδέεται μέρος τών κυρίων γραμμών σέ μία Ε.Σ. καί ή κάθε μία άπ' τίς υπόλοιπες σέ ξεχωριστή Ε.Σ. (μικτή νυκτερινή σύνδεση).

ζ) Δυνατότητα αυτόματης μεταβιβάσεως κλήσεως.

Είναι δυνατόν μία κλήση, ή όποία μένει άναπάντητη άπό μία Ε.Σ. νά μεταβιβαστεί αυτόματα μετά τήν παρέλευση όρισμένου χρόνου, π.χ. 25 sec σέ μιάν άλλη Ε.Σ. ή νά έπιστρέψει στή θέση τηλεφωνήτριας.

'Ακόμα είναι δυνατό νά μεταβιβαστεί μία έξωτερική κλήση αυτόματα άπό τή θέση τηλεφωνήτριας σέ άλλη Ε.Σ. του κέντρου, έφ' όσον δέν άπαντηθεί άπ' τήν τηλεφωνήτρια μέσα σέ όρισμένο χρονικό διάστημα.

η) Δυνατότητα φραγής όρισμένων συνδέσεων.

Γιά οικονομικούς λόγους είναι άπαραίτητο νά έμποδίζεται ή πραγματοποίηση άπό ένα άριθμό Ε.Σ. όρισμένων κλήσεων, π.χ. υπεραστικών κλήσεων ή κλήσεων σέ 'Υπηρεσίες (πληροφορίες κλπ.), όταν οι έξερχόμενες συνδέσεις πραγματοποιούνται αυτόματα άπό τούς έσωτερικούς συνδρομητές. 'Η παρεμπόδιση επιτυγχάνεται μέ μία ειδική διάταξη φραγής, ή όποία παρακολουθεί τά ψηφία, πού επιλέγει ό συνδρομητής. 'Εφ' όσον επιλεγεί ένα άπαγορευμένο ψηφίο, ή διάταξη «μπλοκάρει» αυτόματα τή σύνδεση καί άποσυνδέει τό συνδρομητή.

θ) Δυνατότητα άλυσωτών συνδέσεων.

'Όταν ένας συνδρομητής του έξωτερικού άστικού ή υπεραστικού δικτύου έπιθυμεί νά συνδεθεί διαδοχικά μέ περισσότερους έσωτερικούς συνδρομητές, μπορεί νά τό δηλώσει στήν τηλεφωνήτρια, ή όποία μέ κατάλληλους χειρισμούς στή μεταλλακτική συσκευή κατορθώνει νά είδοποιείται μετά τό τέλος κάθε συνδιαλέξεως καί νά πραγματοποιεί τήν έπόμενη σύνδεση.

ι) Δυνατότητα μεταβιβάσεως στοιχείων (DATA).

Μέ πρόσθετη διάταξη γίνεται δυνατή ή μεταβίβαση στοιχείων μέσω συνδρομητικών κέντρων. Γιά τή μεταβίβαση αυτή χρησιμοποιείται τό κοινό τηλεφωνικό δίκτυο.

'Όπως άναφέραμε προηγουμένως, όλες οι Ε.Σ. ενός αυτόματου Σ.Κ. δέν έχουν τά ίδια δικαιώματα στήν πραγματοποίηση συνδέσεων. Στά έπόμενα περιγράφονται σύντομα οι δυνατότητες πού μπορεί νά έχει μία Ε.Σ.

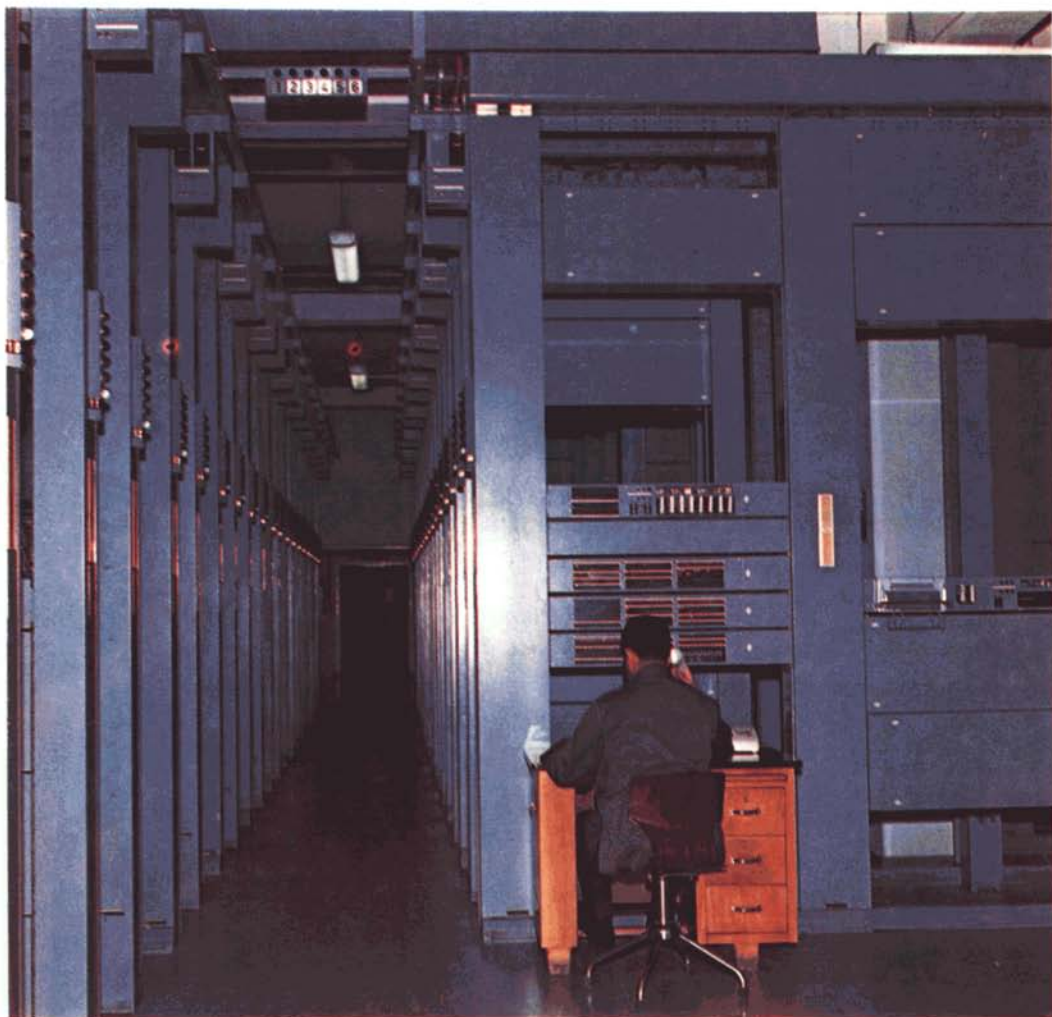
1) **Ε.Σ. μέ πλήρη δυνατότητα έπικοινωνίας μέ τό άστικό κέντρο (έξωδικαιοϋχες Ε.Σ.)** μπορούν νά πραγματοποιούν αυτόματα, μέ έπιλογή, έσωτερικές καί έξερχόμενες συνδέσεις. Είσερχόμενες κλήσεις διεκπεραιώνονται είτε χειροκίνητα άπό τηλεφωνήτρια, είτε έντελώς αυτόματα, έφ' όσον ύπάρχει διεπιλογή.

2) **Ε.Σ. μέ μερική δυνατότητα έπικοινωνίας μέ τό άστικό κέντρο (ήμιεξωδικαιοϋ-**

χες Ε.Σ.) μπορούν να πραγματοποιούν αυτόματες έσωτερικές συνδέσεις, αλλά έ-
ξερχόμενες συνδέσεις μόνο μέσω της τηλεφωνήτριας του Σ.Κ. Είσερχόμενες κλή-
σεις διεκπεραιώνονται όπως στην προηγούμενη περίπτωση, είτε χειροκίνητα είτε
αυτόματα.

3) **Ε.Σ. χωρίς δυνατότητα συνδέσεως με τό αστικό κέντρο (έσωδικοιούχες Ε.Σ.)**
δέν μπορούν να συνδεθούν με τό αστικό δίκτυο ούτε σέ έξερχόμενη ούτε σέ εί-
σερχόμενη κατεύθυνση, μπορούν όμως να πραγματοποιούν αυτόματα έσωτερικές
συνδέσεις με τίς υπόλοιπες συσκευές του Σ.Κ.

4) **Ε.Σ. με δυνατότητα πραγματοποίησεως υπεραστικῶν συνδέσεων (τηλεδι-
κοιούχες Ε.Σ.)** μπορούν να πραγματοποιούν αυτόματα με έπιλογή υπεραστικές
κλήσεις. Σέ Ε.Σ. χωρίς αυτή τή δυνατότητα μπορεί να δοθεῖ τό δικαίωμα να πραγ-
ματοποιούν υπεραστικές συνδέσεις μέσω τής τηλεφωνήτριας του Σ.Κ.



Άποψη από το έσωτερικό του διεθνούς υπεραστικού κέντρου του Ο.Τ.Ε.



Γενική άποψη του δορυφορικού σταθμού έδάφους «Θερμοπύλαι».



Γενικός πίνακας έλέγχου του δορυφορικού σταθμού έδάφους «Θερμοπύλαι».

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΑΚΟΣΤΟ ΠΡΩΤΟ

ΔΙΕΚΠΕΡΑΙΩΣΗ ΤΗΣ ΚΙΝΗΣΕΩΣ ΣΤΑ ΣΥΝΔΡΟΜΗΤΙΚΑ ΚΕΝΤΡΑ

Μέ τη βοήθεια άπλων έποπτικών διαγραμμάτων περιγράφεται στά έπόμενα ή διεκπεραίωση τής κινήσεως στίς πιό βασικές κατηγορίες Σ.Κ. καί ή πραγματοποίη-ση τών δυνατοτήτων, τίς όποιες άναφέραμε στό προηγούμενο κεφάλαιο.

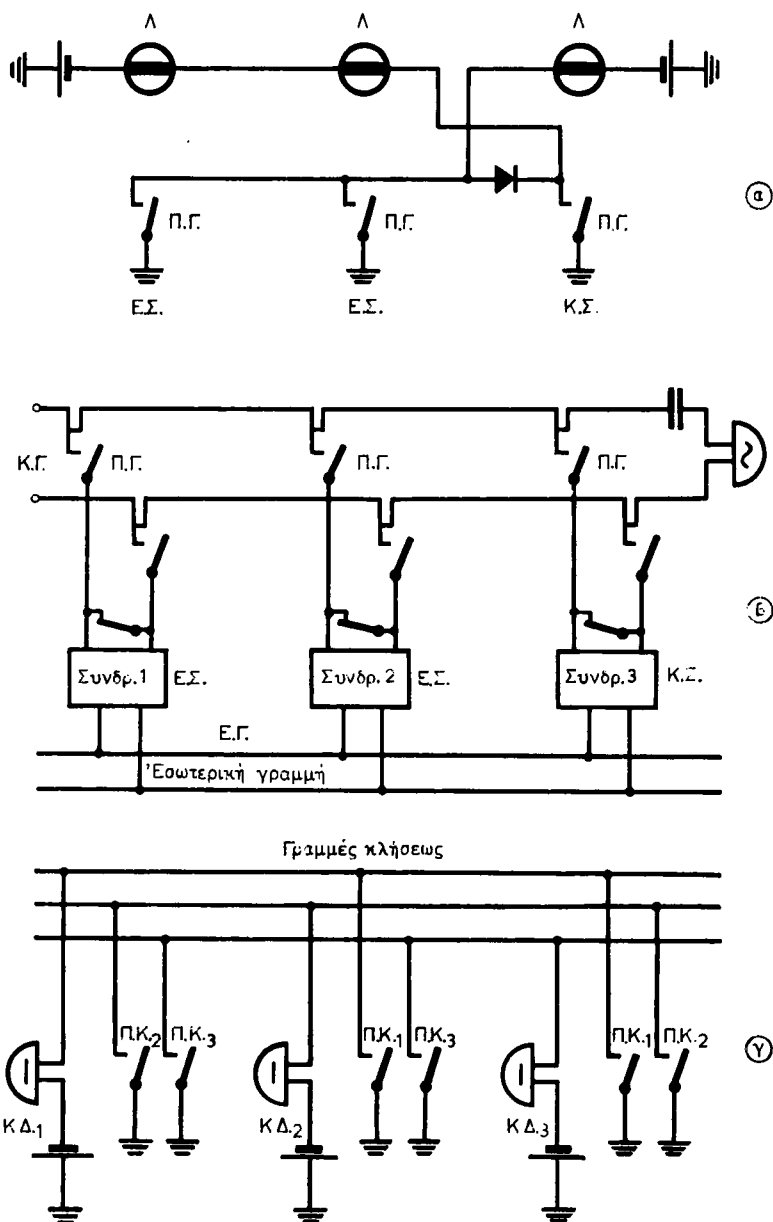
31.1 Έγκαταστάσεις σειράς.

Τό σχήμα 31.1α(β) δείχνει μία άπλή έγκατάσταση σειράς μέ μία κύρια γραμμή Κ.Γ., μία κύρια συσκευή Κ.Σ. καί δύο έσωτερικές συσκευές Ε.Σ. 'Η κύρια γραμμή περνά άπ' τίς Ε.Σ. καί καταλήγει στήν Κ.Σ. 'Ο συνδρομητής τής Κ.Σ. έκτελεί παράλληλα μέ τήν έργασία του καί χρέη τηλεφωνητή.

Κάθε συνδρομητής μπορεί νά συνδεθεϊ μέ τήν κύρια γραμμή πιέζοντας τό πλήκτρο γραμμής τής συσκευής του Π.Γ. καί νά πραγματοποιήσει μία **έξερχόμενη σύνδεση** χωρίς τή μεσολάβηση τοϋ τηλεφωνητή. Σέ κάθε συσκευή ύπάρχει μία λυχνία ή όποία λειτουργεί, όταν καταληφθεϊ ή γραμμή. Τό σχήμα 31.1α(α) δείχνει τή συνδεσμολογία τών λυχνιών αύτών. 'Όταν ή γραμμή είναι κατειλημμένη, πρέπει νά άναμείνει ό συνδρομητής μέχρι νά δείξει ή λυχνία του, ότι ή γραμμή έχει έλευ-θερωθεϊ.

'Η **έσωτερική έπικοινωνία** μεταξύ τών τριών συνδρομητών διεξάγεται μέσω μιās έσωτερικής γραμμής, στήν όποία είναι παράλληλα συνδεμένοι οί συνδρομη-τές. Για τήν κλήση τής έπιθυμητής συσκευής ύπάρχουν σέ κάθε συσκευή δύο πλήκτρα κλήσεως Π.Κ. καί ένα κουδούνι συνεχούς ρεύματος Κ.Δ. (γενικά ύπάρ-χουν σέ κάθε συσκευή μιās έγκαταστάσεως σειράς τόσα Π.Κ. όσες είναι οί καλού-μενες, υπόλοιπες Ε.Σ.). Τό σχήμα 31:1α(γ) δείχνει τή συνδεσμολογία τών κουδου-νιών καί τών πλήκτρων κλήσεως. Για τήν πραγματοποίηση μιās έσωτερικής συν-δέσεως, ό καλών πιέζει τό Π.Κ. τής συσκευής πού θέλει νά καλέσει καί ό καλούμε-νος σηκώνει τό άκουστικό του.

Μιά είσερχόμενη κλήση φθάνει στήν Κ.Σ. καί βάζει σέ λειτουργία τό κουδούνι έναλλασσόμενου ρεύματος, πού βρίσκεται στό τέρμα τής κύριας γραμμής. 'Ο συν-δρομητής τής Κ.Σ. παίρνει τήν κλήση πιέζοντας τό πλήκτρο του Π.Γ. 'Εφ' όσον ζη-τείται μία Ε.Σ., συνδέεται **ένδιάμεσα** μαζί της πιέζοντας τό πλήκτρο Π.Κ. καί άναγ-γέλλει τήν κλήση. 'Ο συνδρομητής τής Ε.Σ. πιέζει κατόπιν τό πλήκτρο του Π.Γ. καί συνδέεται μέ τήν κύρια γραμμή, ένών ή Κ.Σ. άποσυνδέεται καί ό τηλεφωνητής άπο-θέτει τό άκουστικό του. Μέ τόν ίδιο τρόπο μπορεί ένας όμιλών συνδρομητής νά συνδεθεϊ ένδιάμεσα μέ ένα άλλο συνδρομητή τής έγκαταστάσεως καί νά ζητήσει όρισμένες πληροφορίες ή νά μεταβιβάσει τή συνδιάλεξη.

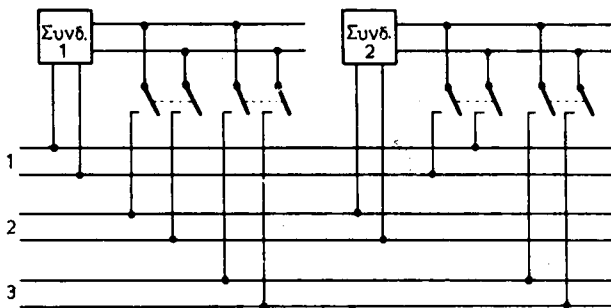


Σχ. 31.1α.

Ἀπλή ἐγκατάσταση σειρᾶς: α) Συνδεσμολογία λαμπυριῶν σηματοδοτήσεως. β) Σύνδεση ἐσωτερικῶν συσκευῶν (Ε.Σ.) καὶ κύριας συσκευῆς (Κ.Σ.) στὴν κύρια γραμμὴ (Κ.Γ.) μέσω πλῆκτρων γραμμῆς (Π.Γ.). γ) Συνδεσμολογία κουδουνιῶν καὶ πλῆκτρων κλήσεως.

“Όταν ή έσωτερική κίνηση είναι μεγάλη, δέν έπαρκεϊ μιά μόνο έσωτερική γραμμή γιά τή διεκπεραίωσή της. Στην περίπτωση αυτή τοποθετούνται περισσότερες έσωτερικές γραμμές, όπως φαίνεται στό σχήμα 31.1β. Γιά κάθε συσκευή προβλέπεται μιά έσωτερική γραμμή, ή όποία περνά άπ’ όλες τίς άλλες συσκευές. Ή σύνδεση μέ τήν κατάλληλη γραμμή πραγματοποιείται μέ πλήκτρα.

Σέ έγκαταστάσεις σειράς τηρείται τό άπόρρητο τών έξωτερικών συνδιαλέξεων, όχι όμως καί τών έσωτερικών, έφ’ όσον κάθε συνδρομητής τής έγκατάστασεως είναι παράλληλα συνδεμένος στην κοινή έσωτερική γραμμή ή μπορεί νά συνδεθεί μέ μιά έσωτερική γραμμή πιέζοντας τό σχετικό πλήκτρο τής συσκευής του.



Σχ. 31.1β.

Σύνδεση συνδρομητών σέ έγκατάσταση σειράς μέ περισσότερες από μιά έσωτερικές γραμμές.

31.2 Αυτόματα Συνδρομητικά κέντρα.

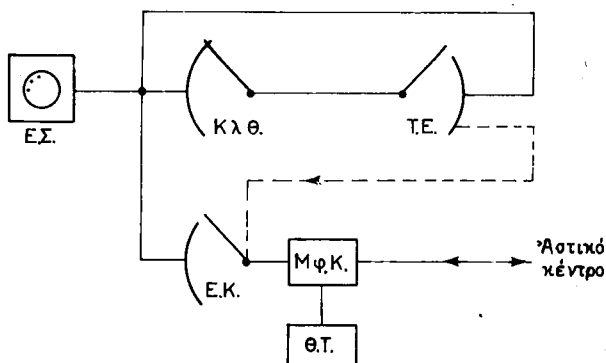
Τά αυτόματα Σ.Κ. διακρίνουμε, ανάλογα μέ τόν τρόπο πού καθοδηγούνται τά ζευκτικά τους όργανα, σέ κέντρα άμεσης καί έμμεσης καθοδηγήσεως.

α) Σ.Κ. άμεσης καθοδηγήσεως.

Τό σχ. 31.2α παριστάνει τή διάταξη τών έπιλογέων σέ ένα **Σ.Κ. μεσαίου μεγέθους** γιά 25 π.χ. συνδρομητές. Ή **έσωτερική κίνηση** διεκπεραιώνεται μέσω κλησιθρών ΚλΘ. καί έκατονταμερών τελικών έπιλογέων Τ.Ε. Σηκώνοντας ό συνδρομητής τής Ε.Σ. τό άκουστικό του, συνδέεται μέσω ενός έλεύθερου ΚλΘ. μέ ένα Τ.Ε., τόν όποιο καθοδηγεί **άμεσα** μέ τήν έπιλογή ενός διψήφιου άριθμού κλήσεως, στην έξοδο πού είναι συνδεμένος ό καλούμενος συνδρομητής τού Σ.Κ.

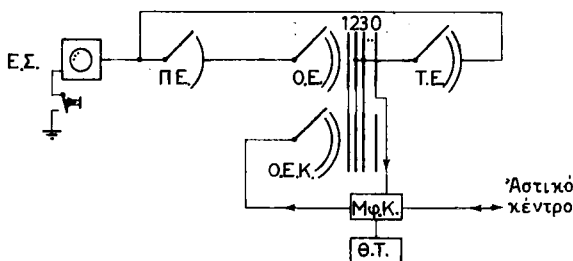
Ή **έξωτερική κίνηση** τού Σ.Κ. άπό καί πρός τό άστικό κέντρο διεκπεραιώνεται μέσω μιās ξεχωριστής ομάδας έπιλογέων, πού όνομάζονται **έπιλογείς κέντρου Ε.Κ.** Οί Ε.Κ. λειτουργούν σαν ΚλΘ. γιά τήν έξερχόμενη κίνηση τού Σ.Κ. καί σαν Τ.Ε. γιά τήν είσερχόμενη κίνηση, έκτελούν δηλαδή δύο διαφορετικές λειτουργίες, γι’ αυτό χαρακτηρίζονται **έπιλογείς όπλης λειτουργίας**.

Κάθε Ε.Κ. είναι συνδεμένος μέσω ενός μεταφορέα κέντρου Μφ.Κ. μέ μιά κύρια γραμμή. Οί κύριες γραμμές τών Σ.Κ. χρησιμοποιούνται συνήθως σά γραμμές διπλής κατευθύνσεως καί γιά τήν έξερχόμενη καί γιά τήν είσερχόμενη κίνηση, όπως



Σχ. 31.2α.

Έποπτικό διάγραμμα αὐτόματου συνδρομητικοῦ κέντρου μεσαίου μεγέθους, ἄμεσης καθοδηγήσεως.



Σχ. 31.2β.

Έποπτικό διάγραμμα μεγάλου αὐτόματου συνδρομητικοῦ κέντρου ἄμεσης καθοδηγήσεως.

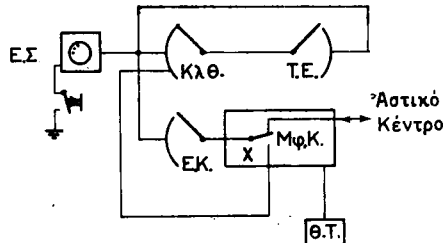
δείχνουν τα βέλη στο σχ. 31.2β. Ο Μ.Φ.Κ. ρυθμίζει τή λειτουργία τῆς γραμμῆς στῆς δύο κατευθύνσεις. Ἐπειδὴ ἡ εἰσερχόμενη κίνηση διεκπεριώνεται μέσω τηλεφωνήτριας, συνδέεται κάθε Μ.Φ.Κ. με τή θέση τηλεφωνήτριας Θ.Τ. τοῦ Σ.Κ.

Μία **εἰσερχόμενη κλήση** ἐνεργοποιεῖ ὁρισμένους ρωστήρες στό Μ.Φ.Κ., οἱ ὁποῖοι προκαλοῦν τό ἀνάμμα μιᾶς λυχνίας καί ἕνα ἀκουστικό σῆμα στή Θ.Τ. Ἡ τηλεφωνήτρια εἰδοποιεῖται μ' αὐτό τόν τρόπο, παίρνει τήν κλήση καί πληροφορεῖται ἀπ' τόν καλοῦντα, μέ ποιόν συνδρομητή ἐπιθυμεῖ νά συνδεθεῖ. Κατόπιν μέ τόν ἐπιλογικό της δίσκο ἢ μέ ἕνα πληκτρολόγιο κατευθύνει τόν Ε.Κ. τῆς εἰσερχόμενης κύριας γραμμῆς στήν ἐξοδο, πού εἶναι συνδεδεμένος ὁ καλούμενος συνδρομητής. Ὁ Ε.Κ. λειτουργεῖ στήν περίπτωση αὕτῃ σάν Τ.Ε.

Γιά τήν πραγματοποίηση μιᾶς **ἐξερχόμενης** συνδέσεως, σηκώνει ὁ συνδρομητής τοῦ Σ.Κ. τό ἀκουστικό του καί ἐπιλέγει ἕνα ὁρισμένο ψηφίο, π.χ. τό 0. Ἐτσι κατευθύνεται ὁ Τ.Ε. στή «δεκάδα» ἡ ὁποία ὁδηγεῖ στούς Ε.Κ., ὅπως δείχνει ἡ διακομμένη γραμμή τοῦ σχήματος 31.2α. Ἐνας ἐλεύθερος Ε.Κ., ὁ ὁποῖος λειτουργεῖ τώρα σάν Κλ.Θ. μπαίνει σέ κίνηση καί ἀναζητεῖ τόν καλοῦντα συνδρομητή. Μετά τή σύνδεσή του μέ τήν κύρια γραμμή, ὁ συνδρομητής ἔχει φθάσει μέσω ἑνός Π.Ε. ἢ Κλ.Θ. σέ ἕνα Ι.Ο.Ε., τοῦ ἄστικοῦ κέντρου καί μπορεῖ νά ἀρχίσει τήν ἐπιλογή τοῦ ἀριθμοῦ κλήσεως τοῦ καλούμενου.

Μεγάλα Σ.Κ. για μερικές εκατοντάδες συνδρομητές περιλαμβάνουν εκτός απ' τους επιλογείς, πού γνωρίσαμε προηγουμένως, μία βαθμίδα οδικών επιλογέων για τη διεκπεραίωση της έσωτερικής τους κινήσεως. Τό σχήμα 31.2β δείχνει ένα Σ.Κ. 200 συνδρομητών με προεπιλογείς ΠΕ., οδικούς επιλογείς Ο.Ε., τελικούς επιλογείς Τ.Ε. και οδικούς επιλογείς κέντρου Ο.Ε.Κ. Οι Ο.Ε.Κ. είναι πολλαπλά συνδεδεμένοι με τους Ο.Ε., εκτός απ' τη δεκάδα 0. 'Η **είσερχόμενη κίνηση** στο Σ.Κ. φθάνει μέσω των Μφ.Κ. στη Θ.Τ. και διεκπεραιώνεται από την τηλεφωνήτρια με τη βοήθεια των Ο.Ε.Κ. Για την πραγματοποίηση **έξερχομνης συνδέσεως** επιλέγεται απ' τόν καλούντα τό ψηφίο 0 και καταλαμβάνεται μέσω του Μφ.Κ. μία κύρια γραμμή σέ έξερχόμενη κατεύθυνση. 'Η δεκάδα 0 δέν χρησιμοποιείται από τους Ο.Ε.Κ., γι' αυτό δέν είναι συνδεδεμένη πολλαπλά με την αντίστοιχη δεκάδα των Ο.Ε.

Τό σχήμα 31.2γ δείχνει τόν τρόπο μέ τόν οποίο πραγματοποιείται μία **ένδιάμεση έρώτηση** σέ ένα **Σ.Κ. μεσαίου μεγέθους**. Στο Μφ.Κ. υπάρχει ένας διαφορικός ρωστήρας Χ, πού διαρρέεται απ' τό ρεύμα του αστικού κέντρου και βρίσκειται σέ κατάσταση ήρεμίας, πρίν πραγματοποιηθεί ή ένδιάμεση έρώτηση (ό έπαφείας χ είναι στή θέση πού δείχνει τό σχήμα, ένω ό Ε.Κ. συνδέει τό συνδρομητή της Ε.Σ. μέ την κύρια γραμμή). "Όταν ό συνδρομητής της Ε.Σ. πιέσει τό πλήκτρο γειώσεως του γιά νά πραγματοποιήσει ένδιάμεση έρώτηση, βραχυκυκλώνεται ένα τύλιγμα του ρωστήρα, ό όποιος διεγείρεται καί μέ τόν έπαφέα του χ αποσυνδέει τό συνδρομητή απ' την κύρια γραμμή καί τόν συνδέει σέ μία έσωτερική γραμμή πού καταλήγει στόν ΚλΘ. Στην κύρια γραμμή συνδέεται ταυτόχρονα ένας αντίστατης ίσος περίπου μέ την αντίσταση της Ε.Σ. πού αποσυνδέθηκε (600 Ω), γιά νά συγκρατηθεί ή

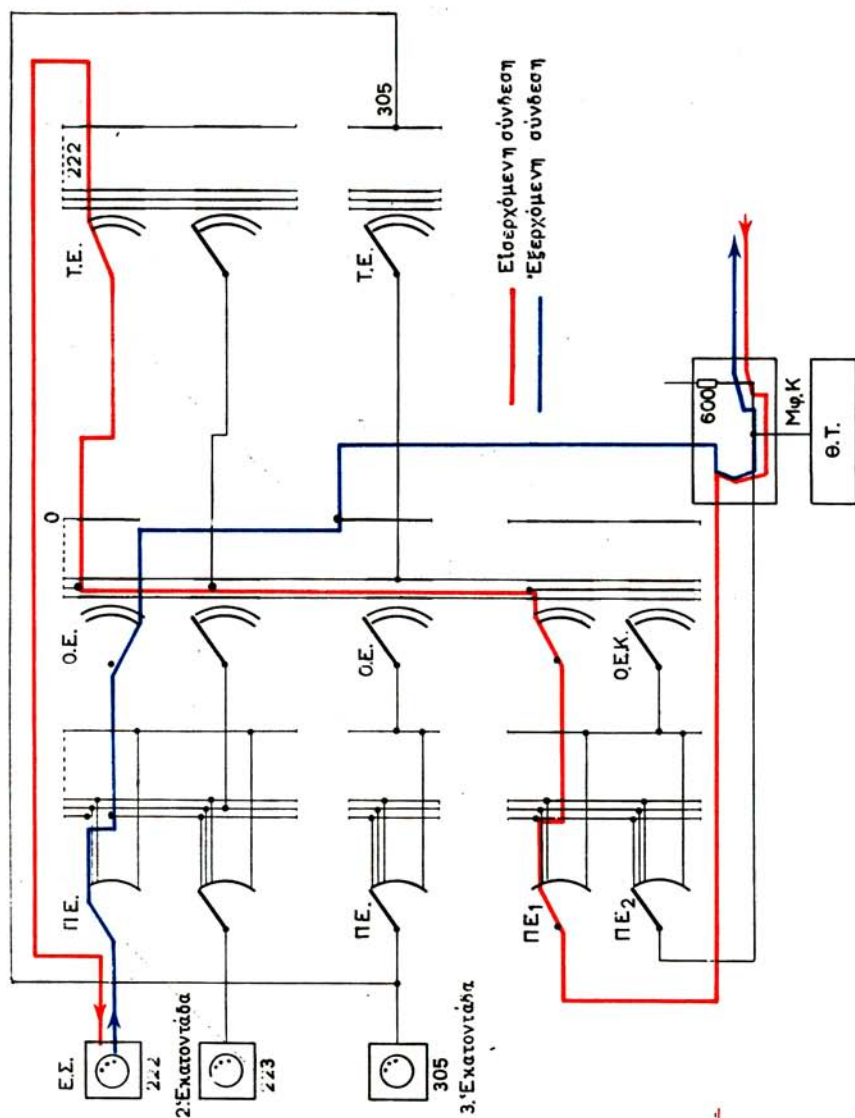


Σχ. 31.2γ.

Πραγματοποίηση ένδιάμεσης έρωτήσεως σέ αυτόματο συνδρομητικό κέντρο μεσαίου μεγέθους μέ άμεση καθοδήγηση.

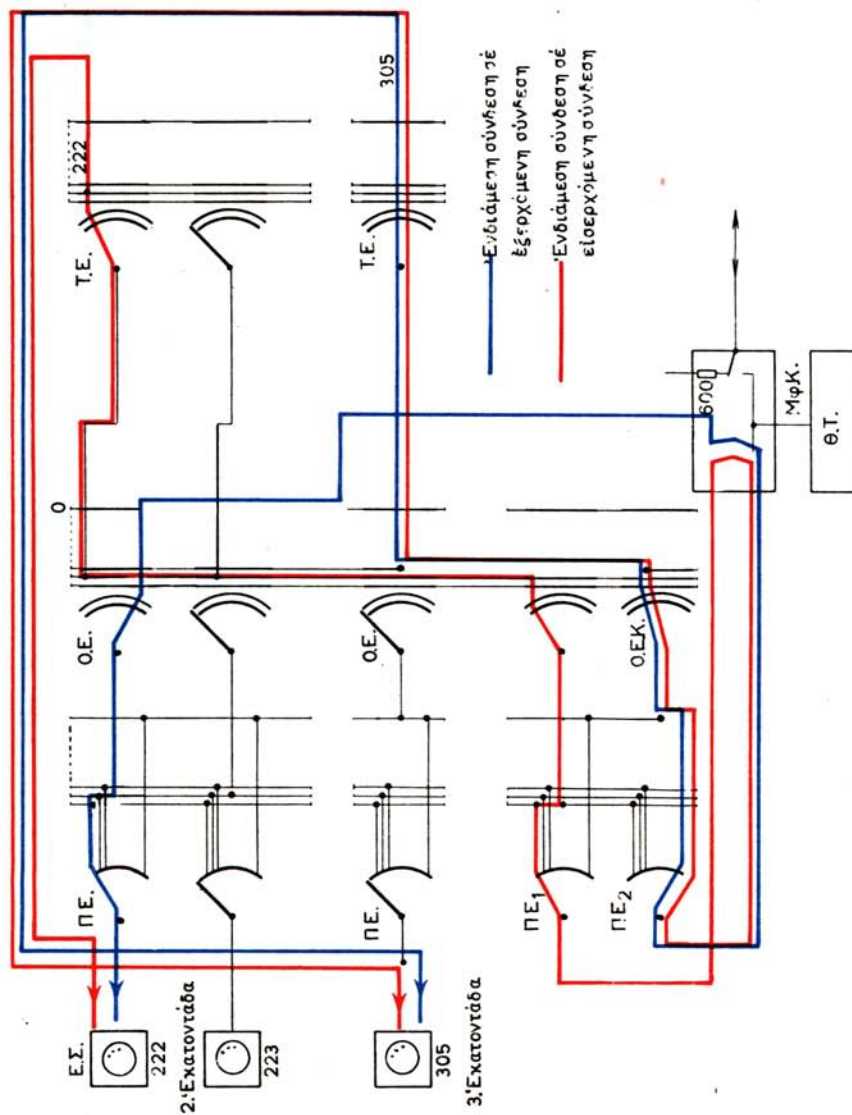
έξωτερική σύνδεση. Μέσω του Ε.Κ., του έπαφέα χ, του ΚλΘ. καί του Τ.Ε. ό συνδρομητής της Ε.Σ. συνδέεται μέ έναν άλλο συνδρομητή του Σ.Κ., επιλέγοντας τόν έσωτερικό αριθμό κλήσεως του. "Όταν τελειώσει ή έσωτερική συνδιάλεξη, ό συνδρομητής της Ε.Σ. πιέζει πάλι τό πλήκτρο γειώσεως, ή γείωση του ρωστήρα Χ διακόπτεται, μέ αποτέλεσμα νά αποδιεγερθεί, καί ό έπαφέας χ συνδέει πάλι την κύρια γραμμή μέ τόν έξωτερικό συνδρομητή.

Τό σχήμα 31.2δ δείχνει την πορεία μιās **έξερχομνης** καί μιās **είσερχομνης συνδέσεως** σέ ένα **μεγάλο Σ.Κ.** Στο κέντρο αυτό οι Ο.Ε.Κ. δέν καταλαμβάνονται κατ' ευθείαν από την τηλεφωνήτρια αλλά μέσω προεπιλογέων ΠΕ₁. Οι προεπιλογείς ΠΕ₂ χρησιμεύουν στην κατάληψη Ο.Ε.Κ., όταν πραγματοποιούνται ένδιάμεσες έρωτήσεις. Τό σχήμα 31.2ε δείχνει τό δρόμο πού ακολουθεί μία **ένδιάμεση έσωτερική σύνδεση**, όταν πραγματοποιείται ένδιάμεση έρώτηση κατά τη διάρκεια μιās συνδιαλέξεως σέ έξερχομνη ή είσερχομνη σύνδεση. Μετά την πραγματοποίηση μιās ένδιάμεσης έρωτήσεως μέ μία Ε.Σ., είναι δυνατή ή **μεταβίβαση της συνδιαλέξεως** στή συσκευή αυτή.



Σχ. 31.26.

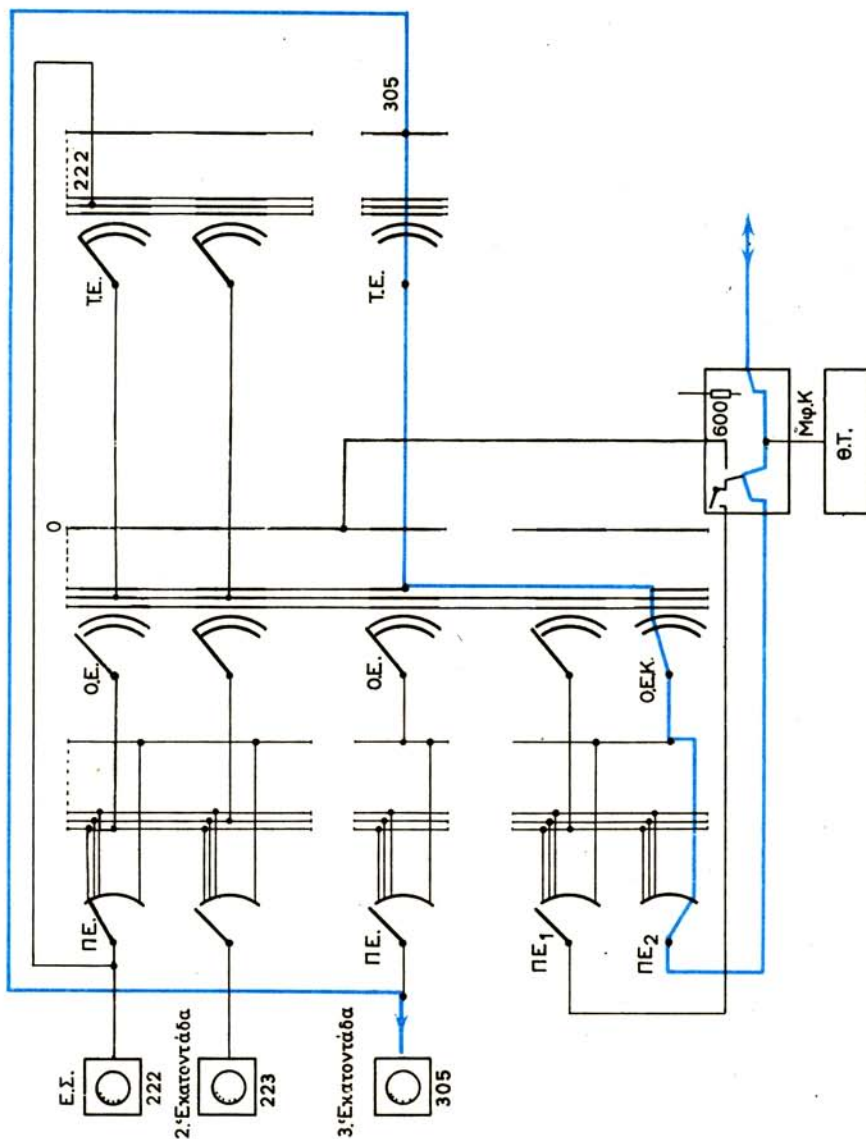
Πραγματοποίηση εξερχόμενης και εισερχόμενης συνδέσεως σέ μεγάλο αυτόματο συνδρομητικό κέντρο με άμεση καθοδήγηση.



Σχ. 31.2ε.

Πραγματοποίηση ενδιάμεσης έρωτήσεως σε μεγάλο αυτόματο συνδρομητικό κέντρο με άμεση και
θοδήγηση κατά τη διάρκεια συνδιαλέξεως σε εξερχόμενη και εισερχόμενη σύνδεση.

Τό σχ. 31.2στ δείχνει τή διαδρομή μιᾶς συνδέσεως, πού μεταβιβάσθηκε ἀπό τήν Ε.Σ. 222 στήν Ε.Σ. 305. Ἡ Ε.Σ. 222 εἶχε συνδεθεῖ ἐνδιάμεσα κατὰ τή διάρκεια μιᾶς συνδιαλέξεως σέ ἐξερχόμενη ἢ εἰσέρχόμενη σύνδεση μέ τήν Ε.Σ. 305 μέσω τοῦ ΠΕ₂, τοῦ Ο.Ε.Κ. καί τοῦ Τ.Ε. Πιέζοντας τό πλήκτρο γειώσεώς του ὁ συνδρομητής τῆς 305 συνδέθηκε μέ τήν κύρια γραμμή καί τόν ἐξωτερικό συνδρομητή. Ὁ ἐπαφῆας γιά τή συγκράτηση τῆς συνδέσεως στό Μφ.Κ. ξαναῆλθε στή θέση ἡρεμίας ἀποσυνδέοντας τόν ἀντιστάτη 600 Ω, ἐνῶ ὁ ἕνας ἀπό τοὺς δύο ἀκόμα ἐπαφεῖς, πού γιά λόγους ἐποπτικούς δέν εἶχαν σχεδιαστεῖ στά προηγούμενα διαγράμματα, συνέδεσε τήν κύρια γραμμή μέ τόν ΠΕ₂. Παρατηροῦμε ὅτι ὁ δρόμος πού εἶχε χρησιμοποιηθεῖ γιά τήν ἐνδιάμεση ἐρώτηση, χρησιμοποιεῖται τώρα γιά τήν ἐξωτερική σύνδεση μέ τό ἀστικό κέντρο. Ἡ Ε.Σ. 305 ἔχει τή δυνατότητα νά μεταβιβάσει τή συνδιάλεξη σέ μίαν ἄλλη Ε.Σ. κ.ο.κ.



Σχ. 31.2στ.

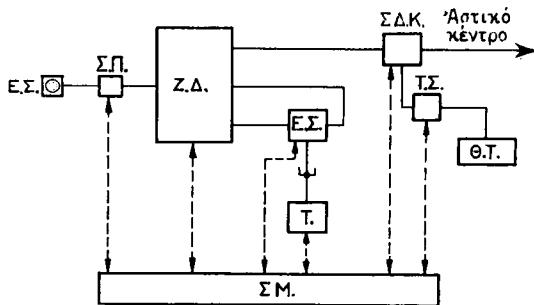
Διαδρομή συνδέσεως πού μεταβιβάσθηκε ἀπό τήν Ε.Σ. 222 στήν Ε.Σ. 305 μετά ἀπό ἐνδιάμεση ἐρώτηση.

β) Σ.Κ. Ξμμεσης καθοδηγήσεως.

Σ.Κ. Ξμμεσης καθοδηγήσεως περιλαμβάνουν, όπως οί ανάλογες Ξγκαταστάσεις του άστικού καί ΰπεραστικού δικτύου, ξεχωριστές διατάξεις γιά τή ζεύξη των γραμμών όμιλίας καί ξεχωριστές **κεντρικές διατάξεις καθοδηγήσεως**, οί όποίες κατευθύνουν τίς ζευκτικές διατάξεις καί γενικά τήν άποκατάσταση καί λύση των συνδέσεων.

Οί **ζευκτικές διατάξεις** είνai κατά κανόνα ζευκτικά πεδία από ήλεκτρομηχανικά ή ήλεκτρονικά στοιχεία (ραβδεπαφικοί έπιλογείς, ρωστήρες ταχείας λειτουργίας, τρανζίστορες κλπ.). Οί **διατάξεις καθοδηγήσεως** περιλαμβάνουν **ταμιευτές** (έγγραφεΐς) γιά τήν ένταμίευση των πληροφοριών πού καταφθάνουν στό κέντρο, καί **σημαδευτές**, πού έπεξεργάζονται τίς πληροφορίες καί προσδιορίζουν τίς γραμμές πού πρέπει νά συνδεοϋν.

Τήν ένεργοποίηση των ζευκτικών πεδίων γιά τή διασύνδεση των γραμμών όμιλίας πραγματοποιοϋν είτε οί σημαδευτές, έφ' όσον οί έπαφεΐς των ζευκτικών πεδίων λειτουργοϋν πολύ γρήγορα, είτε, σέ αντίθετη περίπτωση, ξεχωριστές διατάξεις διασυνδέσεως, είτε άκόμα τά ίδια τά ζευκτικά πεδία.



Σχ. 31.2ξ.

Βασικές μονάδες συνδρομητικού κέντρου Ξμμεσης καθοδηγήσεως.

Τό σχήμα 31.2ξ δείχνει τίς βασικές μονάδες ενός Σ.Κ. Ξμμεσης καθοδηγήσεως καί τήν άλληλεξάρτησή τους. Τό κέντρο περιλαμβάνει ένα σημαδευτή Σ.Μ. καί άρκετούς ταμιευτές Τ, οί όποιοί είνai δυνατό νά καταλαμβάνονται από ένα μεγαλύτερο αριθμό **έσωτερικών συνδέσεων Ε.Σ.** Κάθε έσωτερική γραμμή όμιλίας έχει στή διάθεσή της ένα Ε.Σ., όπως καί κάθε κύρια γραμμή έχει ένα **σύνδεσμο κέντρου Σ.Δ.Κ. Τηλεφωνητριακοί σύνδεσμοι Τ.Σ.** ύπάρχουν άκόμα στίς γραμμές, πού ένώνουν τή θέση τηλεφωνήτριας του Σ.Κ. μέ τούς Σ.Δ.Κ. Οί σύνδεσμοί είνai διατάξεις από ρωστήρες, πού έξυπηρετοϋν σέ συνεργασία μέ τίς κεντρικές διατάξεις (ταμιευτές, σημαδευτές), τή σύνδεση των γραμμών όμιλίας.

“Όταν ό συνδρομητής μιås Ε.Σ. σηκώνει τό άκουστικό του, ό συνδρομητικός παροχέας Σ.Π., πού βρίσκεται στή γραμμή του, είδοποιεί τό Σ.Μ. ό όποϊος συνδέει τή συνδρομητική γραμμή μέσω τής **ζευκτικής διατάξεως Ζ.Δ.** των γραμμών όμιλίας μέ ένα Ε.Σ. ‘Ο Ε.Σ. καταλαμβάνει άμέσως κατόπιν ένα έλεύθερο Τ. Έφ' όσον ό συνδρομητής θέλει νά πραγματοποιήσει μιá **έσωτερική σύνδεση**, επιλέγει, τόν έσωτερικό αριθμό κλήσεως τής ζητούμενης Ε.Σ., ό όποϊος ένταμιεύεται στόν Τ. Μόλις τελειώσει ή ένταμίευση όλόκληρου του αριθμού, συνδέεται ό Τ μέ τόν Σ.Μ. καί του μεταβιβάζει τόν αριθμό. ‘Ο Σ.Μ. προσδιορίζει στό ζευτικό πεδίο τή ζητούμενη Ε.Σ. καί τή συνδέει μέ τό άλλο άκρο του Ε.Σ. Κατόπιν άποσυνδέεται γιά νά έξυπηρετήσει άλλη σύνδεση.

Όταν ο συνδρομητής της Ε.Σ θέλει να πραγματοποιήσει μίαν **έξωτερική σύνδεση**, πιέζει μετά την ύψωση του ακουστικού τό πληκτρο γειώσεως της συσκευής του. Η ενέργεια αυτή μεταβιβάζεται από τον Σ.Π. στο ΣΜ., ο οποίος συνδέει τη συνδρομητική γραμμή μέσω του ζευκτικού πεδίου με μία ελεύθερη κύρια γραμμή.

Μιά εισερχόμενη κλήση φθάνει στο ΣΔ.Κ. ο οποίος ειδοποιεί το ΣΜ. Ο ΣΜ. συνδέει το ΣΔ.Κ. μέσω ενός Τ.Σ. με τη Θ.Τ. Η τηλεφωνήτρια παίρνει την κλήση, πληροφορείται τον ζητούμενο συνδρομητή και κατόπιν μεταβιβάζει τον αριθμό κλήσεώς του μέσω του Τ.Σ. στο ΣΜ. Ο ΣΜ. προσδιορίζει τη ζητούμενη Ε.Σ. και συνδέει το άκρο του ΣΔ.Κ μέσω του ζευκτικού πεδίου με τη συνδρομητική γραμμή της συσκευής αυτής.

Ο ΣΜ. καταλαμβάνεται κάθε φορά για ελάχιστο χρονικό διάστημα (μερικά κλάσματα του δευτερολέπτου) και αποσυνδέεται για να εξυπηρετήσει μίαν άλλη σύνδεση. Ένας Τ. καταλαμβάνεται αντίθετα για μερικά δευτερόλεπτα, ανάλογα με τον αριθμό των ένταμιευομένων ψηφίων και την ταχύτητα, με την οποία επιλέγει ο κλών συνδρομητής.

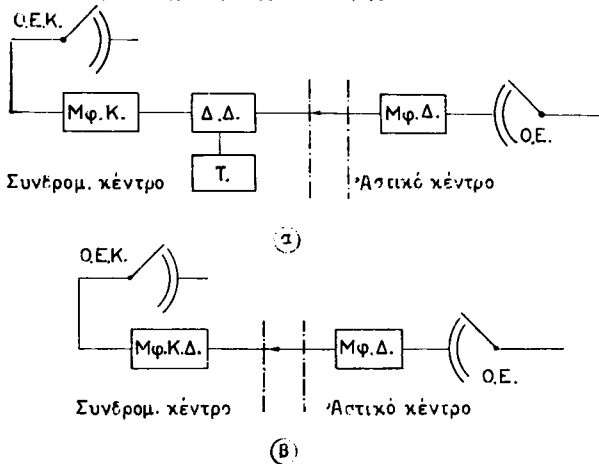
31.3 Πλήρως αυτόματα Σ.Κ.

Οι κύριες γραμμές των αυτόματων Σ.Κ. χωρίς διεπιλογή είναι συνδεδεμένες στις εξόδους τελικών επιλογών του άστικού κέντρου, όπως οι συνδρομητικές γραμμές των κοινών συνδρομητών. Στην περίπτωση όμως ενός **πλήρως αυτόματου Σ.Κ. με διεπιλογή Σ.Κ.Δ.** πρέπει οι επιλογείς της τελευταίας βαθμίδας του άστικού κέντρου πριν απ' το Σ.Κ.Δ., να είναι σε θέση να μεταβιβάζουν στα όργανά του τους επιλογικούς παλμούς, που αντιστοιχούν στον έσωτερικό αριθμό κλήσεως μιάς Ε.Σ., εφ' όσον με τους παλμούς αυτούς συνεχίζεται αυτόματα ή σύνδεση στο Σ.Κ.Δ. Οι Τ.Ε. σαν τελευταία όργανα σε μία σύνδεση, δεν έχουν τη δυνατότητα αυτή, γι' αυτό είναι απαραίτητο να συνδέονται οι κύριες γραμμές ενός Σ.Κ.Δ. στις εξόδους οδικών επιλογών Ο.Ε., που μπορούν να μεταβιβάζουν τους επιλογικούς παλμούς στην επόμενη βαθμίδα Ο.Ε. ή Τ.Ε.

Αν οι γραμμές του Σ.Κ.Δ. συνδεθούν στην τελευταία βαθμίδα Ο.Ε. του άστικού κέντρου, όπως γίνεται συνήθως, συντρίβεται ο αριθμός κλήσεως του Σ.Κ.Δ. κατά 2 ψηφία. Αυτό έχει σαν πλεονέκτημα, ότι ο αριθμός κλήσεως μιάς Ε.Σ. από το άστικό δίκτυο (αριθμός κλήσεως του Σ.Κ. + έσωτερικός αριθμός κλήσεως της Ε.Σ.) δεν γίνεται πολύ μεγάλος. Παράλληλα όμως, στο άστικό κέντρο δεν μπορούν πιά να συνδεθούν 100 συνδρομητές, που αντιστοιχούν στη δεκάδα των Ο.Ε. την οποία καταλαμβάνουν οι γραμμές του Σ.Κ.Δ. Για το λόγο αυτό η διεπιλογή είναι σκόπιμη μόνο, όταν το άστικό κέντρο μπορεί να «θυσιάσει» 100 συνδρομητικούς αριθμούς και το Σ.Κ.Δ. είναι αρκετά μεγάλο, ώστε να αξιοποιούνται οι γραμμές που του εξασφαλίζονται, χωρίς να ζημιώνεται ο Όργανισμός Τηλεπικοινωνιών.

Μετά τον Ο.Ε. του άστικού κέντρου τοποθετείται σε κάθε κύρια γραμμή ένας **Μεταφορέας Διεπιλογής Μφ.Δ.**, ο οποίος χρησιμεύει στην προσαρμογή των διατάξεων του άστικού κέντρου στις διατάξεις του Σ.Κ.Δ. (σχ. 31.3). Στο Μφ.Δ. ελέγχεται ακόμα η καλή λειτουργία του Σ.Κ.Δ. και των διατάξεων του άστικού κέντρου. Εφ' όσον, τώρα, μία εισερχόμενη σύνδεση δεν περνά απ' τον Τ.Ε. του άστικού κέντρου, πρέπει το Σ.Κ.Δ. να αναλάβει τις λειτουργίες του επιλογέα αυτού. Συγκεκριμένα το Σ.Κ.Δ. πρέπει να είναι σε θέση και να λαμβάνει απ' το άστικό κέντρο τα διάφορα σήματα κατά τη διάρκεια αποκαταστάσεως της συνδέσεως και να μετατρέπει πληροφορίες του Σ.Κ.Δ. σε σήματα και να τα αποστέλλει στο άστικό κέντρο. (Π.χ. πρέπει να λαμβάνει τις παλμοσειρές του έσωτερικού αριθμού κλήσεως μιάς

Ε.Σ., πού αποστέλλει ο καλῶν συνδρομητής. Ὄταν ἔχει πραγματοποιηθεῖ ἡ σύνδεση καὶ ὁ καλούμενος ὑψώνει τὸ ἀκουστικό του, πρέπει νά αποστέλλει τὸ σήμα ἐνάρξεως τῆς συνδιαλέξεως στὸ ἀστικό κέντρο. Στὴν ὑπεραστική ἐπικοινωνία πρέπει νά αποστέλλει τὸ σήμα λήξεως τῆς ἐπιλογῆς κ.ο.κ.).



Σχ. 31.3.

Σύνδεση πλήρως αὐτόματου συνδρομητικοῦ κέντρου στὸ ἀστικό κέντρο μέσω διατάξεως διεπιλογῆς (Δ.Δ.) σέ συνδυασμό μέ ταμιευτὴ (Τ.) (α) καὶ μέσω μεταφορέα κέντρου γιὰ διεπιλογή (Μφ. Κ.Δ.) (β).

Ἐπειδὴ ὁ κοινὸς μεταφορέας κέντρου Μφ.Κ. δέν μπορεῖ ν' ἀναλάβει τὶς πρόσθετες λειτουργίες τοῦ Τ.Ε., ἔχουν ἐφαρμοστεῖ δύο τεχνικὲς λύσεις, οἱ ὁποῖες παρουσιάζονται στὸ σχῆμα 31.3. Στὴν πρώτη λύση [σχ. 31.3(α)] τοποθετεῖται πρὶν ἀπ' τὸν Μφ.Κ. μιὰ πρόσθετη **διάταξη διεπιλογῆς Δ.Δ.** σέ συνδυασμό μέ ἓνα **ταμιευτὴ Τ.** Στὴ δεύτερη λύση [σχ. 31.3(β)] τοποθετεῖται ἓνας **μεταφορέας κέντρου γιὰ διεπιλογή Μφ.Κ.Δ.** Οἱ διατάξεις Δ.Δ. μέ Τ. καὶ Μφ.Κ.Δ. ἐκτελοῦν τὶς λειτουργίες πού ἀναφέραμε προηγουμένως. Ἡ πρώτη λύση εἶναι πιὸ οἰκονομικὴ σέ Σ.Κ.Δ. ἔμμεσης καθοδηγήσεως πού διαθέτουν ταμιευτές, ἐνῶ ἡ δεύτερη λύση σέ Σ.Κ. ἄμεσης καθοδηγήσεως.

Ἡ διεκπεραίωση τῆς **ἐσωτερικῆς** καὶ τῆς **ἐξερχόμενης κινήσεως** ἑνὸς Σ.Κ.Δ. εἶναι βασικά ἢ ἴδια, ὅπως στὰ αὐτόματα Σ.Κ. πού γνωρίσαμε. Ἀντίθετα, οἱ εἰσερχόμενες συνδέσεις μποροῦν νά φθάσουν μέ διεπιλογή μέχρι τῆς ζητούμενης Ε.Σ. Ἄν ἡ Ε.Σ. εἶναι κατειλημμένη ἢ δέν ἀπαντᾷ, μεταβιβάζεται αὐτόματα ἡ κλήση στὴν τηλεφωνήτρια τοῦ Σ.Κ.Δ., ἡ ὁποία ἐξυπηρετεῖ τὸν καλοῦντα, ἀναζητεῖ π.χ. τὸν καλούμενο συνδρομητὴ σέ μιάν ἄλλη Ε.Σ. Στὰ **Σ.Κ.Δ. ἔμμεσης καθοδηγήσεως** [σχ. 31.3(α)] ὁ ἐσωτερικὸς ἀριθμὸς κλήσεως τῆς Ε.Σ. λαμβάνεται καὶ ἐνταμιεύεται στὸν Τ. τῆς Δ.Δ., ὁ ὁποῖος τὸν μεταβιβάζει ἀμέσως κατόπιν στὸ σηματοδοτηθῆ στίς ζευκτικὲς διατάξεις, καὶ πραγματοποιεῖ τὴ σύνδεση μέχρι τὸν καλούμενο συνδρομητὴ. Στὰ **Σ.Κ. ἄμεσης καθοδηγήσεως** [σχ. 31.3(β)], οἱ παλμοσειρές τοῦ ἐσωτερικοῦ ἀριθμοῦ κλήσεως καθοδηγοῦν ἄμεσα τὸν Ο.Ε.Κ. καὶ τὸν Τ.Ε. μέχρι τὴν ἐξοδο, πού εἶναι συνδεδεμένος ὁ καλούμενος συνδρομητής.

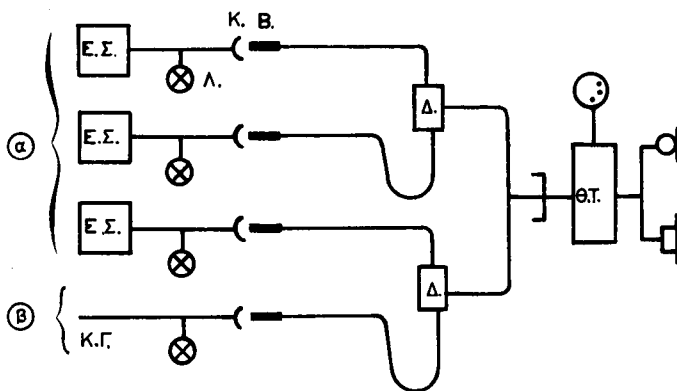
31.4 Χειροκίνητα Σ.Κ.

Τὸ σχῆμα 31.4 δείχνει τὴν ἀρχὴ λειτουργίας ἑνὸς χειροκίνητου Σ.Κ. μέ κορδό-

νια. Οι γραμμές τῶν συνδρομητῶν τοῦ Σ.Κ. καί οἱ κύριες γραμμές καταλήγουν στίς **κυψέλες Κ** τοῦ μεταλλάκτη. Σέ κάθε γραμμή ἀνήκει μιά **λυχνία Λ**, ἡ ὁποία λειτουργεῖ, ὅταν ἡ γραμμή εἶναι κατειλημμένη. Μόλις ὁ συνδρομητής μιᾶς Ε.Σ. ὑψώσει τό μικροτηλέφωνό του, ἀνάβει ἡ λυχνία τῆς γραμμῆς του στό μεταλλάκτη, ἐνῶ ἕνα ἀκουστικό σῆμα εἰδοποιεῖ τήν τηλεφωνήτρια.

Ἡ σύνδεση δύο συνδρομητῶν τοῦ Σ.Κ. πραγματοποιεῖται στό μεταλλάκτη μέ τή βοήθεια ἑνός ζεύγους κορδονιῶν, πού καταλήγουν σέ βύσματα Β [σχ. 31.4(α)]. Κάθε ζεῦγος διαθέτει χειροκίνητους διακόπτες Δ., μέ τούς ὁποίους ἡ τηλεφωνήτρια συνδέεται μέ τόν καλούντα γιά νά πληροφορηθεῖ τήν καλούμενη Ε.Σ., καλεῖ τόν καλούμενο καί τοῦ ἀναγγέλλει τήν κλήση καί τέλος συνδέει τίς γραμμές τῶν δύο συνδρομητῶν. Ἡ σύνδεση ἐπιτηρεῖται μέ δύο λυχνίες, πού βρίσκονται στό ζεῦγος τῶν κορδονιῶν.

Τό σχῆμα 31.4(β) δείχνει τή σύνδεση ἑνός συνδρομητῆ τοῦ Σ.Κ. μέ μιά κύρια γραμμή. **Εἰσερχόμενες κλήσεις** φθάνουν στό μεταλλάκτη καί διαβιβάζονται ἀπ' τήν τηλεφωνήτρια στή ζητούμενη Ε.Σ. **Ἐξερχόμενες συνδέσεις** πραγματοποιοῦνται εἴτε ἀπ' τήν τηλεφωνήτρια, εἴτε ἀπ' τούς ἴδιους τούς συνδρομητές μέ τή βοήθεια ἐπιλογικοῦ δίσκου στή συσκευή τους. Στήν περίπτωση αὕτῃ ἡ τηλεφωνήτρια συνδέει μόνο τό συνδρομητή στή γραμμή τοῦ κέντρου. Εἰδική διάταξη ἐμποδίζει τήν πραγματοποίηση διαδοχικῶν κλήσεων, ὅταν οἱ συνδιαλέξεις χρεώνονται, ὅπως π.χ. σέ ξενοδοχεῖα. Μετά τό τέλος τῆς συνδιαλέξεως ὁ συνδρομητής πρέπει νά ἀποθέσει τό ἀκουστικό του καί νά ἀναμείνει μέχρι νά λύσει ἡ τηλεφωνήτρια τή σύνδεση. Κατόπιν πρέπει νά καλέσει πάλι τήν τηλεφωνήτρια γιά νά τόν συνδέσει μέ μιά κύρια γραμμή. Ἡ διαδικασία αὕτῃ ἀποφεύγεται ὅταν τό Σ.Κ. διαθέτει αὐτόματη χρέωση τῶν συνδιαλέξεων μέ μετρητές γιά κάθε Ε.Σ.



Σχ. 31.4.

Ἀρχή λειτουργίας χειροκίνητου συνδρομητικοῦ κέντρου μέ κορδόνια.

ΕΚΤΟ ΜΕΡΟΣ

ΤΗΛΕΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΜΕΤΑΒΙΒΑΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΑΚΟΣΤΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

32.1 Γενικά.

Τηλεγραφία είναι ο κλάδος των τηλεπικοινωνιών, πού ασχολείται με τη μεταβίβαση σέ μεγάλες αποστάσεις γραπτών πληροφοριών, όπως έγγραφων, σχεδίων, φωτογραφιών κλπ. Ή μεταβίβαση πραγματοποιείται με τη βοήθεια ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, είτε μέσω ένσυρμάτων γραμμών, είτε μέσω του ελεύθερου χώρου. Οι λαμβανόμενες πληροφορίες στο δέκτη αποδίδονται επίσης σέ μόνιμη γραπτή μορφή. Αυτό ξεχωρίζει, μεταξύ άλλων, τήν τηλεγραφία απ' τήν τηλεόραση, στήν όποία οι λαμβανόμενες εικόνες δέν αποτυπώνονται μόνιμα.

Ή γραπτή μορφή, με τήν όποία παρουσιάζονται οι πληροφορίες στήν έξοδο του δέκτη, επιδιώκεται σέ ορισμένες περιπτώσεις νά είναι πιστή απεικόνιση των γραπτών πληροφοριών στήν είσοδο του πομπού. Αυτό συμβαίνει π.χ. στή μετάδοση σχεδίων (κλάδος facsimile) καί φωτογραφιών (κλάδος τηλεφωτογραφίας) καί γενικά στόν κλάδο των **τηλεαντιγράφων**. Τίς περισσότερες φορές όμως ο παραλήπτης ενδιαφέρεται νά πάρει ένα κείμενο, πού νά αποδίδει τό **νόημα** του πρωτότυπου κειμένου. Δέν έχει σημασία αν τά σύμβολα (γράμματα, αριθμοί, σημεία στίξεως) στο κείμενο του δέκτη είναι διαφορετικά απ' τά σύμβολα στο πρωτότυπο π.χ. μικρότερα ή μεγαλύτερα ή μόνο κεφαλαία. Στήν περίπτωση αυτή, ή τηλεγραφία μπορεί νά χαρακτηρισθεῖ σαν τηλεκαθοδήγηση κάποιας γραφομηχανής. Έτσι εργάζονται τά **τηλέτυπα**. Σέ άλλες περιπτώσεις τά σύμβολα πού λαμβάνονται καί εκτυπώνονται στο δέκτη έχουν **έντελως** διαφορετική μορφή απ' τά σύμβολα στόν πομπό. Τότε λέμε ότι τό κείμενο έχει **κωδικοποιηθεῖ**. Για νά τό διαβάσει κανείς πρέπει νά τό αποκωδικοποιήσει, δηλαδή νά μεταφράσει τά σύμβολά του στά συνήθη γράμματα του αλφάβητου, στους αριθμούς κλπ. Έτσι γινόταν ή μετάδοση των πληροφοριών στά πρώτα συστήματα των τηλεγράφων π.χ. με τό αλφάβητο Μόρς.

Ένα βασικό γνώρισμα όλων των τηλεγραφικών συστημάτων, με εξαίρεση τόν κλάδο των τηλεαντιγράφων, είναι ότι χρησιμοποιούν **κώδικες**, για τή μετάδοση των πληροφοριών. Ή μετάδοση αυτή ονομάζεται **ψηφιακή μετάδοση**. Για τή μετάδοση τής όμιλίας στά τηλεφωνικά συστήματα πού εξέτάσαμε δέν χρησιμοποιούνται κώδικες. Ο ήχος μετατρέπεται, όπως γνωρίσαμε, σ' ένα **ανάλογο** ηλεκτρικό

σήμα, δηλαδή σ' ένα σήμα πού ακολουθεί τις διακυμάνσεις της έντάσεως του ήχου. Το σήμα αυτό μεταβιβάζεται στο δέκτη και μετατρέπεται, αντίστροφα, στο ανάλογο ήχητικό κύμα. Η μετάδοση αυτή ονομάζεται **άναλογική μετάδοση**. Στα τηλεαντίγραφα χρησιμοποιείται επίσης αναλογική μετάδοση. Στα επόμενα θα ασχοληθούμε αποκλειστικά με την ψηφιακή μετάδοση*.

Η τηλεγραφία έχει τό πλεονέκτημα, συγκριτικά με την τηλεφωνία, ότι δίνει ένα γραπτό κείμενο στον παραλήπτη. Αυτό έχει σημασία σάν αποδεικτικό στοιχείο κι επίσης βοηθεί στην αποφυγή παρεξηγήσεων, ιδίως όταν η συνεννόηση γίνεται σε ξένη γλώσσα. Άκόμα, γιά τή λήψη της πληροφορίας στην τηλεγραφία, δέν είναι απαραίτητο νά βρίσκεται στο δέκτη ο καλούμενος συνδρομητής, όπως στην τηλεφωνία.

Γιά τή μετάδοση των πληροφοριών ή τηλεγραφία, έπειδή χρησιμοποιεί κώδικες, απαιτεί μία πολύ στενότερη ζώνη συχνοτήτων άπ' ό,τι ή τηλεφωνία. Όπως στην τηλεφωνία έτσι και στην τηλεγραφία είναι δυνατή ή μετάδοση μέσω μιας δισύρματης γραμμής των σημάτων είτε μιας μόνο τηλεγραφικής ανταποκρίσεως, είτε ταυτόχρονα των σημάτων περισσότερων ανταποκρίσεων. Στή δεύτερη περίπτωση τά σήματα των διαφόρων ανταποκρίσεων διαμορφώνουν διαφορετικούς φορείς και μεταθέτονται σε διαφορετικές θέσεις στο φάσμα έκπομπής (φερέσυχη τηλεγραφία).

32.2 Κώδικες.

Μέ τή βοήθεια ενός κώδικα μετατρέπεται μία πληροφορία γραμμένη σε όρισμένη μορφή σε μιάν άλλη μορφή. Τή μετατροπή αυτή ονομάζομε **κωδικοποίηση**. Ό κώδικας είναι ένας πίνακας, πού δίνει την αντιστοιχία της πληροφορίας στη νέα της μορφή με την πληροφορία στην αρχική της μορφή, ή είναι ένας κανόνας πού περιγράφει γενικά, πώς πρέπει νά μεταβληθεί ή αρχική πληροφορία. Γιά νά διαβάσει κανείς μία κωδικοποιημένη πληροφορία πρέπει νά τήν **άποκωδικοποιήσει**, δηλαδή νά τήν μετατρέψει με τή βοήθεια του κώδικα σε κανονικό κείμενο μιας γλώσσας.

Ένας λόγος πού κωδικοποιούνται οι πληροφορίες είναι γιά νά διατηρηθούν μυστικές. Στην περίπτωση αυτή, μόνο εκείνος πού γνωρίζει τον κώδικα είναι σε θέση νά άντιληφθεί τό νόημα της πληροφορίας. Στην τεχνική των τηλεπικοινωνιών όμως ο λόγος της κωδικοποιήσεως των πληροφοριών είναι άλλος. Η κωδικοποίηση έδω είναι απαραίτητη γιά νά μετατρέψει την πληροφορία σε μία μορφή, με την οποία μπορούν τά τηλεπικοινωνιακά μηχανήματα νά τήν έπεξεργασθούν. Ένα ψηφίο του συνδρομητικού αριθμού κλήσεως μετατρέπεται π.χ. σε ίσο αριθμό παλμών, οι όποιοι φθάνουν στους ήλεκτρομαγνήτες των έπιλογένων, τούς ένεργοποιούν και καθοδηγούν τούς βραχίονες στίς κατάλληλες θέσεις. Έκτός άπ' αυτό, με κατάλληλη κωδικοποίηση είναι δυνατό νά έπιτύχομε:

α) Ταχύτερη και ασφαλέστερη μετάδοση της πληροφορίας.

β) Οικονομικότερη μετάδοση, ένταμίευση και έπεξεργασία της πληροφορίας, συγκριτικά με μία άλλη κωδικοποίηση.

Γιά τή μετάδοση, π.χ. του συνδρομητικού αριθμού κλήσεως 7541 με παλμοσει-

* Πρέπει νά σημειωθεί ότι τελευταία έχει αρχίσει νά εισάγεται και στην τηλεφωνία ή ψηφιακή μετάδοση με τά συστήματα PCM (συστήματα παλμοκωδικής διαμορφώσεως).

ρές (έπτά παλμοί – διακοπή, πέντε παλμοί – διακοπή, κ.ο.κ.) απαιτείται χρόνος μεταδόσεως τεσσάρων περίπου δευτερολέπτων. "Αν όμως κωδικοποιήσουμε τον αριθμό δίνοντας π.χ. σέ κάθε ψηφίο 0 ως 9 ένα σήμα μέ διαφορετική συχνότητα f_0 ως f_9 καί στείλομε αντί 7 παλμούς γιά τό ψηφίο 7 ένα μόνο παλμό μέ τή συχνότητα f_7 , γιά τό ψηφίο 5 ένα παλμό μέ τή συχνότητα f_5 κ.ο.κ. μπορούμε νά μεταδώσουμε τον τετραψήφιο αριθμό σέ κλάσμα του δευτερολέπτου.

"Ένα δεύτερο παράδειγμα δείχνει, πώς μπορούμε μέ κατάλληλη κωδικοποίηση νά μειώσουμε τίς δαπάνες γιά τήν ένταμείωση αριθμών. "Έστω ότι θέλομε νά ένταμείωσουμε τό χαρακτηριστικό αριθμό 7221 ενός ύπεραστικού τηλεφωνικού κέντρου. Μπορούμε νά ένταμειώσουμε κάθε ψηφίο του αριθμού μέ τή βοήθεια μιās σειρās από 10 ρωστήρες. "Όταν ένταμειύεται π.χ. τό ψηφίο 7 διεγείρεται ό έβδομος ρωστήρας, τό ψηφίο 2 ό δεύτερος ρωστήρας κ.ο.κ. "Έτσι απαιτούνται $4 \times 10 = 40$ ρωστήρες γιά τήν ένταμείωση τών 4 ψηφίων του αριθμού. Μπορούμε όμως νά χρησιμοποιήσουμε γιά τήν ένταμείωση ενός ψηφίου 4 μόνο ρωστήρες, δίνοντας σέ κάθε ψηφίο 0 ως 9 ένα διαφορετικό **συνδυασμό λειτουργίας** τών τεσσάρων ρωστήρων. Γιά τήν ένταμείωση π.χ. του ψηφίου 7 διεγείρονται οι ρωστήρες 1, 2 καί 3, γιά τήν ένταμείωση του 2 μόνο ό ρωστήρας 2, κ.ο.κ. Γιά τήν ένταμείωση τών τεσσάρων ψηφίων χρειαζόμαστε, στήν περίπτωση αυτή, αντί 40 μόνο $4 \times 4 = 16$ ρωστήρες.

Στούς κώδικες, πού χρησιμοποιούνται στήν τεχνική, αντικατασταίνεται κάθε σύμβολο τής γλώσσας (γράμμα, ψηφίο, σημείο στίξεως κλπ.) μέ ένα κωδικό σύμβολο, τό όποιο περιλαμβάνει ένα ή περισσότερα **κωδικά στοιχεία**. Σέ κάθε κωδικό στοιχείο δίνεται συνήθως μιá από δύο τιμές, πού τίς συμβολίζομε μέ 0 καί 1 ή 0 καί L, γι'αυτό χαρακτηρίζεται **δυσadικό στοιχείο**. Στήν τεχνική οι δύο αυτές τιμές μπορούν εύκολα νά πραγματοποιηθούν μέ δύο διαφορετικές ήλεκτρικές καταστάσεις, π.χ. όταν ρέει ρεύμα στό κύκλωμα έχομε τήν κατάσταση 1, όταν δέν ρέει ρεύμα τήν κατάσταση 0, ή όταν μεταβιβάζεται ή συχνότητα f_1 , έχομε τήν κατάσταση 1, όταν μεταβιβάζεται ή συχνότητα f_2 , τήν κατάσταση 2 κ.ο.κ. "Επίσης μπορούν νά ένταμειωτούν εύκολα σέ κατασκευαστικά στοιχεία, πού παρουσιάζουν δύο σταθερές καταστάσεις λειτουργίας, π.χ. σέ ένα ρωστήρα (κατάσταση διεγέρσεως ή ήρεμίας), σέ μιá λυχνία (ροή ρεύματος μέσα άπ' τήν λυχνία ή όχι), σ' ένα τρανζίστορ κλπ.

Τά ήλεκτρικά σήματα, πού δημιουργούνται κατά τήν κωδικοποίηση μιās πληροφορίας, άντιστοιχούν στά κωδικά στοιχεία καί παρουσιάζουν μιάν άπ' τίς δύο καταστάσεις πού χρησιμοποιούνται στήν κωδικοποίηση. Τά σήματα αυτά χαρακτηρίζονται **βήματα** του **κώδικα**. Τό σχήμα 32.2 (α) δείχνει ένα κωδικό σύμβολο μέ τέσσερα δυαδικά στοιχεία 0, 1. Τό 1 πραγματοποιείται μέ ένα παλμό ρεύματος, τό 0 μέ διακοπή του ρεύματος. "Έτσι δημιουργούνται τέσσερα βήματα. Στό σχήμα 32.2 τό 1 πραγματοποιείται μέ ένα θετικό παλμό, τό 0 μέ ένα άρνητικό παλμό.

α) "Ο κώδικας Morse (Μόρς)*.

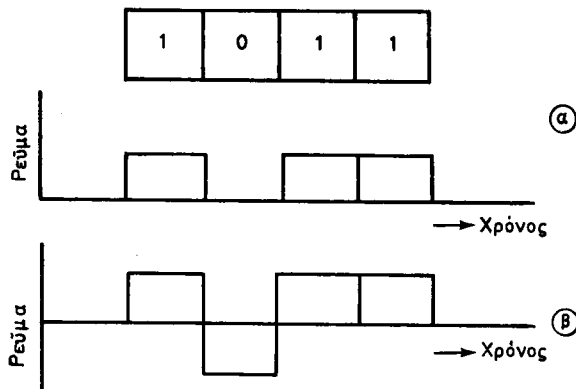
"Ο περισσότερο γνωστός τηλεγραφικός κώδικας είναι ό κώδικας Μόρς. Σέ κάθε

* Morse, Samuel (1791-1872): "Αμερικανός φυσικός, έφευρέτης του ήλεκτρικού τηλεγράφου καί του όμώνυμου κώδικα.

Πίνακας 32.2.1

ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΚΩΔΙΚΑΣ ΜΟΡΣ	ΔΙΕΘΝΗΣ ΚΩΔΙΚΑΣ ΜΟΡΣ	ΑΡΙΘΜΟΙ ΣΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΑΙ ΔΙΕΘΝΗ ΚΩΔΙΚΑ
Α . —	Α . —	1 . — — — —
Β — . . .	Β — . . .	2 . . — — —
Γ — — .	Γ — . — .	3 . . . — —
Δ — . .	Δ — . .	4 —
Ε .	Ε .	5
Ζ — — . .	Ζ . . — .	6 —
Η	Η — — . .	7 — — — . .
Θ — . — .	Θ	8 — — — — . .
Ι . .	Ι . .	9 — — — — .
Κ — . —	Κ . — — — —	0 — — — — —
Λ . — . .	Λ — . —	
Μ — —	Μ . — . .	
Ν — .	Ν — —	
Ξ — . . —	Ν — .	
Ο — — —	Ο — — — —	
Π . — — .	Ο — — — —	
Ρ . — .	Ρ . — — .	
Σ . . .	Ρ — — . — —	
Τ —	Ρ . — .	
Υ — . — —	Σ . . .	
Φ . . — .	Τ —	
Χ — — — —	Υ . . —	
Ψ — — . —	Υ . . . —	
Ω . — —	Ψ . — —	
	Χ — . . —	
	Υ — . — —	
	Ζ — — . .	

γράμμα του αλφάβητου και σε κάθε ψηφίο αντιστοιχεί ένας συνδυασμός από τελείες και παύλες (πίνακας 32.2.1). Οι συνδυασμοί έχουν διαφορετικό μήκος, δηλαδή διαφορετικό πλήθος από τελείες και παύλες. Σε γράμματα, που εμφανίζονται πιο συχνά σ' ένα κείμενο, έδωσε ο Μόρς συνδυασμούς με μικρότερο μήκος, ενώ σε λιγότερο συχνά γράμματα συνδυασμούς με μεγαλύτερο μήκος. Έτσι επιτυγχάνεται ταχύτερη μετάδοση ενός κειμένου.



Σχ. 32.2.

Κωδικό σύμβολο με 4 δυαδικά στοιχεία και τὰ αντίστοιχα βήματα τοῦ κώδικα, όταν 1 = παλμός ρεύματος, 0 = διακοπή ρεύματος (α) καὶ 1 = θετικός παλμός, 0 = ἀρνητικός παλμός (β).

Οἱ τελείες πραγματοποιοῦνται μέ ρευματοπαλμούς μικρῆς διάρκειας, οἱ παύλες μέ ρευματοπαλμούς μεγάλης διάρκειας (διάρκεια ἑνός παλμοῦ παύλας = $3 \times$ διάρκεια ἑνός παλμοῦ τελείας). Μεταξύ τῶν παλμῶν ἑνός γράμματος, τῶν παλμῶν δύο διαδοχικῶν γραμμάτων καὶ τῶν παλμῶν δυὸ διαδοχικῶν λέξεων μεσολαβοῦν ὀρισμένα χρονικά διαστήματα — παύσεις — γιὰ νά εἶναι δυνατή ἡ διακρισί τους. Ἡ συσκευή πού ἀπαιτεῖται γιὰ τή δημιουργία τῶν σημάτων Μόρς εἶναι ἐξαιρετικά ἀπλή. Περιλαμβάνει βασικά ἕνα διακόπτη, ὁ ὁποῖος συνδέει ἕνα συσσωρευτή στή γραμμὴ μεταφορᾶς γιὰ τή δημιουργία τῶν ρευματοπαλμῶν καὶ τὸν ἀποσυνδέει γιὰ τή δημιουργία τῶν παύσεων.

Λόγω τῆς διαφορετικῆς διάρκειας τῶν ρευματοπαλμῶν καὶ τῶν παύσεων πού μεσολαβοῦν, ὁ κώδικας Μόρς δέν εἶναι κατάλληλος γιὰ αὐτόματη, ἀλλὰ μόνο γιὰ χειροκίνητη λειτουργία καὶ ἐπομένως εἶναι ἀργός συγκριτικά μέ κώδικες αὐτόματης μεταδόσεως. Τὰ πλεονεκτήματά του εἶναι τὰ ἑξῆς:

α) Μπορεῖ νά χρησιμοποιηθεῖ σέ γραμμές μέ περιορισμένη ζώνη μεταδόσεως.

β) Τὰ σήματά του μποροῦν νά διακριθοῦν καὶ ὅταν ὁ θόρυβος εἶναι πολύ μεγάλος.

γ) Μπορεῖ νά χρησιμοποιηθεῖ σέ περιπτώσεις ἀνάγκης γιὰ τὴν ἀποστολὴ μηνυμάτων μέ τὸ χέρι.

β) Ὁ καλωδιακός κώδικας ἢ κώδικας Recorder (Ρικόντερ).

Μιά ἄλλη ἐφαρμογὴ τοῦ κώδικα Μόρς πού χρησιμοποιεῖται σχεδόν ἀποκλειστικά στήν τηλεγραφία μέσω ὑποβρυχίων καλωδίων εἶναι ὁ καλωδιακός κώδικας. Οἱ τελείες πραγματοποιοῦνται μέ θετικούς παλμούς, οἱ παύλες μέ ἀρνητικούς παλμούς. Ἡ διάρκεια ὧλων τῶν παλμῶν εἶναι ἴδια. Μεταξύ τῶν διαδοχικῶν παλμῶν ἕνός συμβόλου δέν χρειάζεται παύση.

Τὰ πλεονεκτήματα τοῦ καλωδιακοῦ κώδικα εἶναι:

α) Ἡ περισσότερο ἀπὸ διπλάσια ταχύτητα μεταδόσεως συγκριτικά μέ τὸν κώδικα Μόρς πού γνωρίσαμε πρὶό πᾶνω.

β) Ἡ δυνατότητα χρησιμοποίησής του ἔκτός ἀπ' τή χειροκίνητη, σέ αὐτόματη μετάδοση, μέ ἀποτέλεσμα ἀκόμα μεγαλύτερη αὐξηση τῆς ταχύτητας μεταδόσεως.

γ) Ὁ πενταδικός κώδικας.

Στά τηλετυπικά συστήματα χρησιμοποιεῖται ἕνας κώδικας, στόν ὁποῖο κάθε σύμβολο περιλαμβάνει **πέντε** στοιχεῖα.

Κάθε στοιχεῖο ἔχει διάρκεια κατὰ τή μετάδοση 20 ms καί παίρνει δύο τιμές, 0 ἢ 1. Ἀπ' τό συνδυασμό τῶν δύο αὐτῶν τιμῶν στά πέντε στοιχεῖα ἑνός συμβόλου προκύπτουν $2^5 = 32$ διαφορετικά σύμβολα. (Γενικά σέ ἕνα κώδικα μέ n στοιχεῖα δύο τιμῶν σέ κάθε σύμβολο προκύπτουν 2^n διαφορετικά σύμβολα). Ἐπειδή τά 32 αὐτά σύμβολα δέν εἶναι ἀρκετά γιά νά παρασταθοῦν ὅλα τά γράμματα τοῦ ἀλφαβήτου, τά ψηφία, τά σημεῖα στίξεως κλπ., ἔχουν δοθεῖ σέ ὁρισμένα σύμβολα τοῦ κώδικα δύο σημασίες, ὅπως φαίνεται στόν πίνακα 32.2.2. Γιά νά γίνει ἡ διάκριση, ποιά ἀπό τίς δύο σημασίες ἔχει τό σύμβολο πού θά μεταδοθεῖ, ἀποστέλλεται

Πίνακας 32.2.2.

NC.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Γράμματα	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	<	=	:	:	:	:
Σύμβολα	-	?	:	:	+	3	4	5	6	7	8	9	(	)	.	,	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5
Βῆμα ἐκκινήσεως	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Πενταδικός κώδικας	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32		
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32			
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32				
Βῆμα στάσεως	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32

- ☐ Βῆμα χωρίς ρεύμα
☒ Βῆμα ρεύματος

Λειτουργία
ἀπλού ρεύματος

- ☐ Ἐλεύθερος συνδυασμός γιά χρῆση
στό ἔσωτερικό μόνο μιᾶς χώρας

< Ἐπιστροφή πλαίσιου

1... "Ἀριθμοί"

= Προώθηση γραμμῆς

A... "Γράμματα"

+ Ἀναγνώριση καλουμένου

ZWR Διάστημα

⊗ Κουδούνι

προηγούμενως τό ἕνα ἀπό δύο σύμβολα τοῦ κώδικα πού χρησιμοποιοῦνται σάν **σύμβολα ἐναλλαγῆς**. Τό ἕνα σύμβολο χαρακτηρίζει τή μετάδοση γραμμάτων καί ὀνομάζεται **γράμματα**, τό ἄλλο τήν μετάδοση ψηφίων καί λοιπῶν συμβόλων καί ὀνομάζεται **ἀριθμοί**. Ὄταν λοιπόν στήν ἀρχή μιᾶς σειρᾶς κωδικῶν συμβόλων μεταδοθεῖ τό σύμβολο «γράμματα», τά σύμβολα πού ἀκολουθοῦν ἔχουν τή σημασία γραμμάτων, ἐνῶ ὅταν μεταδοθεῖ τό σύμβολο «ἀριθμοί» τά ἐπόμενα σύμβολα ἔχουν τή σημασία τῶν ψηφίων καί τῶν ἄλλων συμβόλων.

Ὁ κώδικας αὐτός ὀνομάζεται **διεθνές τηλεγραφικό ἀλφάβητο 2**. Ἐπειδή σέ ὅλα

τά σύμβολα χρησιμοποιείται ἴσος ἀριθμός στοιχείων, ἀπλουστεύεται σέ μεγάλο βαθμό ἡ κατασκευή πομποῦ καί δέκτη καί ἡ αὐτόματη μετάδοση.

δ) Ὁ κώδικας ἐπτά βημάτων.

Ἐνας κώδικας μέ ἐπτά δυαδικά στοιχεῖα 0,1 δίνει συνολικά $2^7 = 128$ συνδυασμούς. Ἄν ἀπ' τούτων συνδυασμούς αὐτούς διαλέξουμε ἐκείνους πού περιέχουν συνολικά τρία στοιχεῖα 1 καί τέσσερα στοιχεῖα 0, ἀνεξάρτητα ἀπ' τή θέση πού τό καθένα βρίσκεται στό συνδυασμό, προκύπτει ἕνας κώδικας μέ σύμβολα, πού μπορούμε νά ἐλέγξουμε τήν ὀρθότητά τους κατά τή λήψη. Ὁ κώδικας αὐτός χρησιμοποιεῖται σέ ἀσυρματικές ζεύξεις, στίς ὁποῖες εὐκόλα μπορούν νά ἀλλοιωθοῦν τά βήματα λόγω φαινομένων διαλείψεως ἢ παρασπικῶν παλμῶν.

Μέ τόν πενταδικό κώδικα π.χ., ἄν ἕνα βῆμα ρεύματος μεταβληθεῖ σέ βῆμα παύσεως, θά ἐκτυπωθεῖ ἕνα λανθασμένο σύμβολο στό δέκτη. Στόν κώδικα ἐπτά βημάτων ἐλέγχεται κάθε λαμβανόμενο σύμβολο ἄν ἔχει τή σχέση 3:4 μεταξύ τῶν στοιχείων 1,0. Ἄν δέν παρουσιαστεῖ ἡ σχέση αὐτή, ὁ δέκτης ἀπαιτεῖ ἀπ' τόν πομπό τήν ἐπανάληψη τοῦ συμβόλου. Ἡ ἐπανάληψη συνεχίζεται μέχρι νά ληφθεῖ ἡ σωστή σχέση 3:4. Ὁ δέκτης δέν θά διαπιστώσει βέβαια τό λάθος, ἄν ταυτόχρονα μεταβληθοῦν δύο στοιχεῖα τοῦ συμβόλου, δηλαδή ἄν ἕνα στοιχεῖο ἀπό 0 γίνεῖ 1 καί ἕνα ἄλλο ἀπό 1 γίνεῖ 0. Ἡ πιθανότητα ὅμως νά συμβεῖ αὐτό εἶναι πολύ μικρή.

32.3 Τηλεγραφική ταχύτητα, ταχύτητα γραφῆς καί εὖρος ζώνης συχνότητων.

Ἐνα χαρακτηριστικό μέγεθος κάθε τηλεγραφικοῦ συστήματος εἶναι ἡ ταχύτητα μεταδόσεως τῶν πληροφοριῶν, τήν ὁποία ἐπιτρέπει. Ἡ **τηλεγραφική** αὕτη **ταχύτητα** ὀρίζεται ἀπ' τόν ἀριθμό τῶν στοιχείων τοῦ κώδικα, τά ὁποῖα μπορούν νά μεταδοθοῦν σέ ἕνα δευτερόλεπτο. Στά τηλέτυπα π.χ. κάθε στοιχεῖο τοῦ πενταδικοῦ κώδικα ἔχει διάρκεια κατά τή μετάδοση $20 \text{ ms} = 0,02 \text{ s}$ καί ἡ τηλεγραφική ταχύτητα v_t εἶναι:

$$v_t = \frac{1}{0,02} = 50 \frac{\text{στοιχεῖα}}{\text{s}} = 50 \text{ Bd}$$

Ἡ μονάδα τῆς τηλεγραφικῆς ταχύτητας ὀνομάζεται Baud ἢ Bd (Μπόντ) πρὸς τιμή τοῦ Γάλλου μηχανικοῦ E. Baudot, πού συνέβαλε πολύ στήν ἀνάπτυξη τῆς τηλεγραφίας. Μέ χειροκίνητο τηλέγραφο Μόρς μπορεῖ νά φτάσει κανεῖς 10 Bd περίπου, σέ αὐτόματη ὅμως μετάδοση μέ προπαρασκευασμένη διάτρητη ταινία 200 Bd.

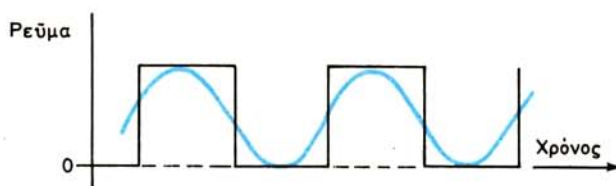
Ἡ μετάδοση ἑνός συμβόλου στά τηλέτυπα διαρκεῖ, ὅπως θά δοῦμε πιο κάτω, 150ms. Ἄρα μεταδίδονται ἀνά δευτερόλεπτο $1000:150 = 6\frac{2}{3}$ σύμβολα. Ὁ ἀριθμός τῶν συμβόλων πού μεταδίδονται στό δευτερόλεπτο ὀνομάζεται **ταχύτητα γραφῆς** τοῦ τηλέτυπου. Συχνά ἡ ταχύτητα γραφῆς δίνεται σέ λέξεις ἀνά λεπτό. Ἄν ὑποθέσουμε ὅτι μιά λέξη ἔχει 6 σύμβολα κατά μέσο ὄρο (5 γράμματα κατά μέσο ὄρο καί ἕνα διάστημα ἴσο μέ ἕνα γράμμα μεταξύ δύο λέξεων), προκύπτει ταχύτητα γραφῆς στά τηλέτυπα $66\frac{2}{3}$ λέξεις ἀνά λεπτό.

Γιά νά συνεργαστοῦν διαφορετικοί τύποι τηλέτυπων πρέπει νά ἔχουν τήν ἴδια τηλεγραφική ταχύτητα καί νά χρησιμοποιοῦν τόν ἴδιο τηλεγραφικό κώδικα. Στόν πίνακα 32.3.1 δίνονται οἱ ταχύτητες μερικῶν κοινῶν τηλεγραφικῶν συστημάτων.

Πίνακας 32.3.1

Τηλεγραφική ταχύτητα	Ταχύτητα γραφής	Διάρκεια ενός βήματος	Διάρκεια ενός συμβόλου (Βήμα στάσεως = $1\frac{1}{2} \times$ βήμα κώδικα)
Baud	Σύμβολα ανά sec.	ms	ms
45,45	6	22	165
50	$6\frac{2}{3}$	20	150
75	10	$13\frac{1}{2}$	100
100	$13\frac{1}{3}$	10	75

Τό **εύρος της ζώνης συχνοτήτων**, τό όποιο απαιτείται γιά τή μετάδοση ενός τηλεγραφικού σήματος, ύπολογίζεται άπ' τήν τηλεγραφική του ταχύτητα. Τό σχήμα 32.3 δείχνει ένα σήμα άπό διαδοχικά τετραγωνικά βήματα ρεύματος-παύσεως. Άν ή ταχύτητά του είναι η Bd, παρουσιάζει η μεταβολές ανά sec. Έπειδή ένας κύκλος μεταβολής συμπληρώνεται μέ δύο βήματα, στίς η μεταβολές άντιστοιχεί συχνότητα $f_0 = \frac{n}{2}$ Hz. Τήν ίδια συχνότητα f_0 έχει τό ήμιτονοειδές ρεύμα πού έχει σχεδιαστεί στό σχήμα 32.3 μέ μπλέ γραμμή. Ή συχνότητα αύτή όνομάζεται **βασική συχνότητα τοϋ τετραγωνικού τηλεγραφικού σήματος**.



Σχ. 32.3.

Τηλεγραφικό σήμα συνεχούς ρεύματος καί αντίστοιχο ήμιτονικό σήμα.

Έκτός άπ' τή βασική συχνότητα f_0 , τό τετραγωνικό σήμα περιλαμβάνει άπειρες συχνότητες $3f_0$, $5f_0$, $7f_0$ κ.ο.κ. (περιττά πολλαπλάσια τής βασικής συχνότητας) ήμιτονοειδών ρευμάτων, πού όνομάζονται **άρμονικές** τοϋ σήματος, καί έχουν πλάτος ίσο άντίστοιχα πρός τό $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{7}$ κ.ο.κ τοϋ πλάτους τής βασικής συχνότητας. Στήν τηλεγραφία δέν είναι άπαραίτητη, θεωρητικά ή μετάδοση τών άρμονικών. Άρκεί ή μετάδοση τής βασικής συχνότητας.

Έπειδή ότή γραμμή πρέπει νά μεταδίδονται καί οι σϋχνότητες κάτω άπ' τή βασική συχνότητα, οι όποιες άντιστοιχούν σέ σύμβολα μέ λιγότερες μεταβολές, μέ άκραία τή συχνότητα μηδέν (σύμβολο, π.χ. «γράμματα»), απαιτείται ζώνη συχνοτήτων γιά τή μετάδοση τηλεγραφικών σημάτων **συνεχούς ρεύματος** τουλάχιστον:

$$B = \frac{1}{2} \text{ n Hz}$$

Στήν τηλετυπική μετάδοση μέ ταχύτητα $n = 50$ Bd απαιτείται, επομένως, ζώνη $B = 25$ Hz τουλάχιστον. Στήν πράξη γιά νά εξασφαλιστεί καλύτερη καί ασφαλέστερη μετάδοση μεταβιβάζεται ζώνη 40 Hz.

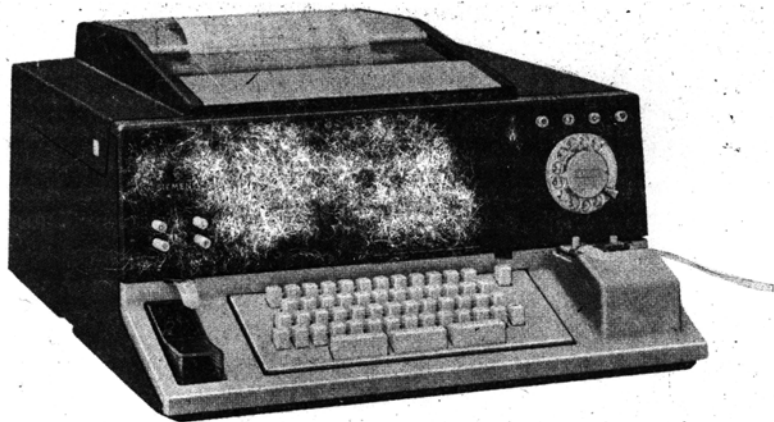
Στήν τηλεγραφία **έναλλασσόμενου ρεύματος** διαμορφώνεται, όπως θά δοῦμε πιό κάτω, μιά σειρά φορέων (ή φερουσών συχνοτήτων) μέ τηλεγραφικά σήματα εῦρους 40 Hz. Ἐπειδή στήν περίπτωση αὐτή μεταδίδονται καί οἱ δύο πλευρικές ζώνες, απαιτεῖται ζώνη τουλάχιστον 80 Hz σέ κάθε τηλεγραφικό κανάλι. Στήν πράξη γιά νά μήν παρενοχλεῖ τό ἓνα κανάλι τό ἄλλο λαμβάνεται ἀπόσταση μεταξύ τῶν φερουσών συχνοτήτων ἴση μέ 120 Hz. Σέ ἓνα τηλεφωνικό κανάλι 300 ὥς 3400 Hz μποροῦν νά τοποθετηθοῦν ἐπομένως 24 τηλεγραφικά κανάλια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΑΚΟΣΤΟ ΤΡΙΤΟ

ΤΟ ΤΗΛΕΤΥΠΟ

Τό τηλέτυπο είναι ή συσκευή, μέ τήν όποία πραγματοποιοιείται ή έκπομπή καί λήψη τών τηλεγραφικών σημάτων καθώς καί ή έκτύπωση τών λαμβανομένων συμβόλων. Άποτελεΐται βασικά από τόν **πομπό**, τό **δέκτη** καί τόν **έκτυπωτή** (σχ. 33α).

Ό πομπός περιλαμβάνει ένα πληκτρολόγιο, όμοιο μέ μιās κοινής γραφομηχανής. Όταν πιέσουμε τό πληκτρο ενός συμβόλου (γράμματος, ψηφίου κλπ), τό σύμβολο μετατρέπεται αυτόματα σέ ένα κωδικοποιημένο σήμα, δηλαδή σέ ένα συνδυασμό βημάτων ρεύματος καί παύσεως, πού άντιστοιχεί στόν κώδικα του συμβόλου. Τό σήμα αυτό μεταβιβάζεται στό δέκτη ενός άλλου τηλέτυπου καί μετατρέπεται στό άντίστοιχο σύμβολο, τό όποίο έκτυπώνεται στόν έκτυπωτή.

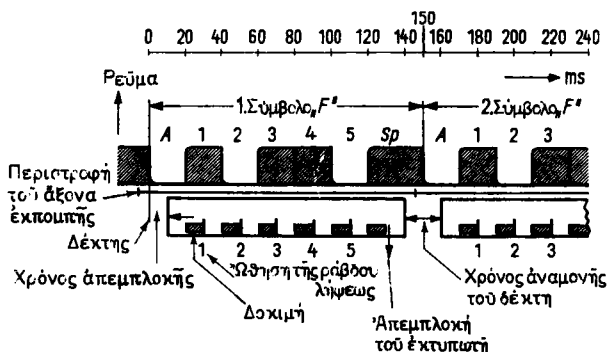


Σχ. 33α.
Τηλέτυπο.

Στήν άρχή κάθε συνδυασμού ενός συμβόλου άποστέλλεται ένα βήμα, τό **βήμα έκκινήσεως**, τό όποίο βάζει σέ λειτουργία τό δέκτη. Στο τέλος κάθε συνδυασμού άποστέλλεται επίσης ένα βήμα, τό **βήμα στάσεως**, τό όποίο προκαλεί τό σταμάτημα του δέκτη. Η λειτουργία αυτή στά τηλέτυπα χαρακτηρίζεται **λειτουργία έκκινήσεως-στάσεως**.

Η διάρκεια του βήματος έκκινήσεως είναι 20 ms, ή διάρκεια του βήματος στάσεως 30 ms. Ό χρησιμοποιούμενος στά τηλέτυπα κώδικας έχει πέντε βήματα ανά

σύμβολο, όπως γνωρίσαμε προηγουμένως, με διάρκεια 20 ms τό κάθε ένα. Έτσι γιά τή μετάδοση ενός συμβόλου απαιτούνται συνολικά 150 ms. Τό σχήμα 33β δείχνει τό κωδικοποιημένο σήμα του γράμματος F.



Σχ. 33β.

Κωδικοποιημένο σήμα του γράμματος F.

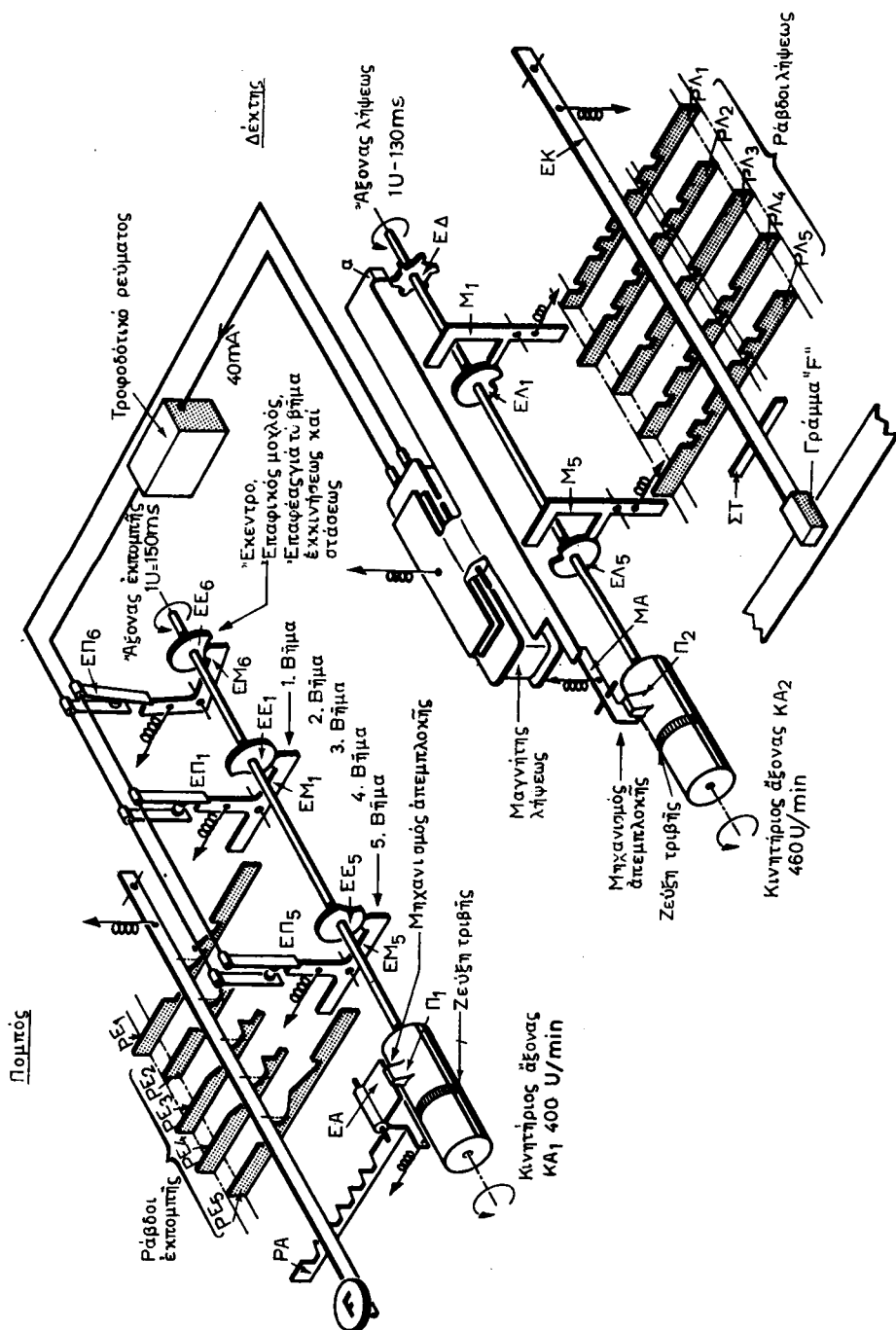
Η αρχή λειτουργίας του πομπού, του δέκτη καί του έκτυπωτή ενός ηλεκτρομηχανικού τηλέτυπου περιγράφεται στά επόμενα μέ βάση τά σχήματα 33γ. καί 33δ.

α) Πομπός.

Τό πληκτρολόγιο του πομπού περιλαμβάνει 5 ράβδους έκπομπής PE_1 - PE_5 , οι οποίες αντιστοιχούν στά 5 βήματα του κώδικα καί τή ράβδο άπεμπλοκής PA. Έγκάρσια στίς ράβδους έκπομπής είναι τοποθετημένες οι ράβδοι των πλήκτρων, άπ' τίς οποίες άπεικονίζεται στό σχήμα μόνο ή ράβδος του γράμματος F. Στο σημείο διασταυρώσεως μέ κάθε ράβδο πλήκτρου οι ράβδοι έκπομπής φέρουν λοξές έγκοπές έτσι τοποθετημένες, ώστε, όταν πιεστεί τό πλήκτρο πρός τά κάτω, νά μετατοπιστούν οι ράβδοι έκπομπής ανάλογα μέ τό συνδυασμό των βημάτων του γράμματος πρός τά άριστερά ή πρός τά δεξιά. Στο βήμα παύσεως αντιστοιχεί μετατόπιση πρός τά δεξιά, στό βήμα ρεύματος μετατόπιση πρός τά άριστερά. Έτσι, ή θέση των ράβδων έκπομπής αντιστοιχεί, μετά τήν πίεση ενός πλήκτρου, στον κώδικα του γράμματος του πλήκτρου.

Ο κινητήριος άξονας KA_1 περιστρέφεται μέ 400 στροφές τό λεπτό, όταν τό τηλέτυπο βρίσκεται σέ λειτουργία, αλλά ή κίνησή του δέν μεταβιβάζεται μόνιμα στον άξονα έκπομπής, άν καί συνδέεται μ' αυτόν μέσω μιάς ζεύξεως τριβής, γιατί τό έλασμα άπεμπλοκής EA άκουμπά στήν προεξοχή συγκρατήσεως του άξονα $Π_1$. Ο άξονας έκπομπής βρίσκεται στή **θέση ήρεμίας**. Στο ίδιο επίπεδο μέ κάθε ράβδο έκπομπής PE βρίσκεται ένα έκκεντρο έκπομπής EE, ένας έπαφικός μοχλός EM καί ένας έπαφίας ΕΠ. Τά έκκεντρα έκπομπής, οι έπαφικοί μοχλοί καί οι έπαφείς των βημάτων 2,3 καί 4 δέν έχουν σχεδιαστεί στό σχήμα 33γ. Στή θέση ήρεμίας του άξονα έκπομπής, οι έπαφείς $ΕΠ_1$ ως $ΕΠ_5$ είναι άνοικτοί, ένw ή έπαφίας $ΕΠ_6$, ή οποίας δημιουργεί τό βήμα έκκινήσεως καί τό βήμα στάσεως είναι κλειστός. Στή γραμμή που συνδέει τον πομπό μέ τό δέκτη ρέει ρεύμα ήρεμίας 40 mA.

Η δημιουργία των βημάτων ρεύματος καί παύσεως ενός κωδικού συνδυασμού, π.χ. του συνδυασμού του γράμματος F, γίνεται ως έξης: Πιέζοντας τό πλήκτρο F, μετατοπίζονται οι 5 ράβδοι έκπομπής πρός τά δεξιά ή άριστερά, όπως περιγράψαμε, δίνοντας μέ τή θέση τους τό συνδυασμό του γράμματος F. Η ράβδος άπεμπλοκής PA φέρει όμοιες έγκοπές κάτω άπ' τίς ράβδους των πλήκτρων καί μετατοπίζεται, όταν πιεστεί οποιοδήποτε πλήκτρο κατά τέτοιο τρόπο, ώστε τό έλασμα άπεμπλοκής EA άπομακρύνεται άπ' τήν προεξοχή συγκρατήσεως $Π_1$ καί ή άξονας έκπομπής αρχίζει νά περιστρέφεται. Μετά λίγα χιλιοστά του δευτερολέπτου τό έκκεντρο EE_6 άνοίγει μέσω του έπαφικού μοχλού EM_6 τον έπαφία $ΕΠ_6$, τό ρεύμα ήρεμίας διακόπτεται καί έτσι άποστέλλεται τό βήμα έκκινήσεως. Ο έπαφίας $ΕΠ_6$ παραμένει άνοικτός επί 120 ms, μέχρι τήν έκπομπή του βήματος στάσεως (σχ. 33β).



Σχ. 33γ.

Αρχή λειτουργίας ηλεκτρομηχανικού τηλετύπου. Πομπός και δέκτης.

Μετά 20 ms από τό άνοιγμα του έπαφέα ΕΠ₆, φθάνει τό ένα άκρο τής έγκοπής του έκκεντρου ΕΕ₁ στο άκρο του μοχλού ΕΜ₁, ό όποιος παύει νά συγκρατείται άπ' τό έκκεντρο καί κινείται προς τά άριστερά με τήν επίδραση του έλατηρίου του, χωρίς νά έμποδίζεται στήν κίνησή του αυτή, έπειδή ή ράβδος ΡΕ₁ είχε προηγουμένως μετατοπιστεί προς τά άριστερά. Με τήν κίνηση του ΕΜ₁ προς τά άριστερά κλείνει ό έπαφέας ΕΠ₁. 'Ο ΕΠ₁ παραμένει κλειστός επί 20 ms καί στο διάστημα αυτό έκπέμπεται τό βήμα ρεύματος 1. Τή χρονική στιγμή 40 ms φθάνει τό άλλο άκρο τής έγκοπής του έκκεντρου ΕΕ₁ στο άκρο του μοχλού ΕΜ₁ καί τόν ωθεί προς τά δεξιά με άποτέλεσμα νά άνοιξει ό έπαφέας ΕΠ₁.

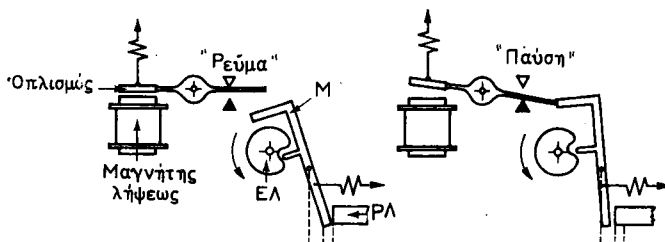
Στά έπόμενα 20 ms (μεταξύ τής χρονικής στιγμής 40 καί 60 ms) τό κύκλωμα παραμένει άνοιχτό, έπειδή ό έπαφέας ΕΠ₂ (δέν παριστάνεται στο σχήμα) δέν μπορεί νά κλείσει λόγω τής προηγούμενης μετατοπίσεως τής ράβδου ΡΕ₂ προς τά δεξιά. Πώς άκριβώς συμβαίνει αυτό, θά δούμε στήν άνάλογη περίπτωση του έπαφέα ΕΠ₅. Μεταξύ των χρονικών στιγμών 60 καί 100 ms οι έπαφές ΕΠ₃ καί ΕΠ₄ με μετατοπισμένες τίς ράβδους τους προς τά άριστερά, όπως στήν περίπτωση του έπαφέα ΕΠ₁, κρατούν τό κύκλωμα κλειστό (έκπομπή βημάτων ρεύματος 3 καί 4).

Τή χρονική στιγμή 100 ms ή έγκοπή του έκκεντρου ΕΕ₅ έχει φθάσει στήν άκρη του μοχλού ΕΜ₅, ό όποιος δέν συγκρατείται πιά άπ' τό έκκεντρο καί προσπαθεί νά κινηθεί προς τά άριστερά άπ' τήν επίδραση του έλατηρίου. Σ' αυτό έμποδίζεται όμως άπ' τή ράβδο έκπομπής ΡΕ₅, ή όποία είχε μετατοπιστεί προς τά δεξιά. 'Ο έπαφέας ΕΠ₅ μένει άνοιχτός καί αποστέλλεται ένα βήμα παύσεως, τό βήμα «5». Τή χρονική στιγμή 120 ms ή έγκοπή του έκκεντρου ΕΕ₆ έχει φθάσει σέ τέτοια θέση, ώστε νά μή συγκρατεί πιά τό μοχλό ΕΜ₆, ό όποιος κινείται προς τά άριστερά. 'Ο έπαφέας ΕΠ₆ κλείνει καί αποστέλλεται ένα βήμα ρεύματος, τό **βήμα στάσεως**. Λίγο πριν άπ' τή στιγμή 150 ms φθάνει ή προεσοχή Π₁ στο έλασμα άπεμπλοκής ΕΑ καί εδώ σταματά ή περιστροφή του άξονα έκπομπής.

β) Δέκτης.

"Όταν ό έπαφέας ΕΠ₆ του πομπού είναι κλειστός, ρεύμα ήρεμίας 40 mA ρέει μέσω του ήλεκτρομαγνήτη λήψεως του δέκτη. 'Ο όπλισμός του μαγνήτη είναι τραβηγμένος προς τά κάτω καί ό μοχλός άπεμπλοκής ΜΑ συγκρατεί τόν άξονα λήψεως στήν προεσοχή Π₂ (θέση ήρεμίας). Στα βήματα του κώδικα άντιστοιχούν 5 ράβδοι λήψεως ΡΛ₁-ΡΛ₅ καί κάθε ράβδος μετατοπίζεται άπό ένα μοχλό Μ, ό όποιος ένεργοποιείται μέσω ενός έκκεντρου λήψεως ΕΛ. 'Η ράβδος λήψεως, ό μοχλός καί τό έκκεντρο βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο. Στή θέση ήρεμίας του άξονα λήψεως ό μοχλό Μ άκουμπούν στο τμήμα περιφέρειας κύκλου των έκκεντρων καί τό άνω τους τμήμα άπέχει άπ' τό έλασμα του όπλισμού, ώστε νά μήν έμποδίζεται ή κίνησή του. Τό έκκεντρο δοκιμής ΕΔ είναι σέ τέτοια θέση, ώστε τό δόντι α του έλάσματος του όπλισμού μπορεί νά κινηθεί άνεμπόδιστα προς τά κάτω.

Μέ τό βήμα έκκινήσεως, πού φθάνει στο δέκτη, παύει ό ήλεκτρομαγνήτης νά διαρρέεται άπό ρεύμα. 'Ο όπλισμός κινείται προς τά έπάνω, με τήν επίδραση του έλατηρίου του, καί ό μοχλός άπεμπλοκής ΜΑ παύει νά συγκρατεί τόν άξονα λήψεως στήν προεσοχή Π₂, ό όποιος άρχίζει νά περιστρέφεται. Πρώτα ώθοούνται οι ράβδοι λήψεως ΡΛ₁ ως ΡΛ₅ προς τά άριστερά καί φθάνουν στή θέση ήρεμίας (οι μηχανισμοί πού προκαλούν τήν κίνηση αυτή δέν είναι σχεδιασμένοι). Κατόπιν τό έκκεντρο δοκιμής ΕΔ ύψώνει μέσω του δοντιού α τό έλασμα του όπλισμού γιά έλάχιστο χρονικό διάστημα. Αυτό πραγματοποιείται στο πρώτο μισό του πρώτου βήματος. 'Επειδή τή χρονική αυτή στιγμή ρέει ρεύμα στο τύλιγμα του ήλεκτρομαγνήτη, ό όπλισμός παραμένει τραβηγμένος. Περίπου τή στιγμή 30 ms φθάνει ή έγκοπή του έκκεντρου ΕΛ στο άκρο του μοχλού Μ₁, ό όποιος δέν συγκρατείται πιά άπ' τό έκκεντρο καί με τήν επίδραση του έλατηρίου του στρέφεται γύρω στον άξονά του με άποτέλεσμα τό έπάνω μέρος του νά κινηθεί προς τά άριστερά (σχ. 336). Τήν κίνηση αυτή πραγματοποιεί ό Μ₁ άνεμπόδιστα, έπειδή ό όπλισμός είναι τραβηγμένος, καί ωθεί τή ράβδο ΡΛ₁ προς τά δεξιά.



Σχ. 336.

Άρχή λειτουργίας ήλεκτρομηχανικού τηλέτυπου.

α) Λήψη του βήματος ρεύματος. β) Λήψη του βήματος παύσεως.

Οι διαδικασίες κατά τη διάρκεια του δεύτερου, τρίτου και τέταρτου βήματος δέν περιγράφονται έδω, έπειδή δέν έχουν σχεδιαστεί τά αντίστοιχα έκκεντρα καί οί μοχλοί. Στο πρώτο μισό του πέμπτου βήματος πού φθάνει στό δέκτη, ύψώνεται γιά πέμπτη φορά τό έλασμα του όπλισμού μέσω του έκκεντρου δοκιμής ΕΔ, έπιστρέφει όμως άμέσως στή θέση ήρεμίας, έπειδή τή χρονική αυτή στιγμή τό τύλιγμα του ήλεκτρομαγνήτη δέν διαρρέεται από ρεύμα. Τή στιγμή 110 ms φθάνει ή έγκοπή του έκκεντρου λήψεως ΕΛ₅ έμπρός από τον μοχλό Μ₅, ώστε ό Μ₅ νά μπορεί νά κινηθεί προς τά άριστερά. Ό όπλισμός όμως βρίσκεται τή στιγμή αυτή στή θέση ήρεμίας καί τό έλασμα του έμποδίζει τήν κίνηση αυτή του μοχλού Μ₅. Έτσι ή ράβδος λήψεως ΡΛ₅ παραμένει στή θέση ήρεμίας (σχ. 33δ).

Μεταξύ 120 καί 130 ms ό όπλισμός κλείνει γιά έκτη φορά μέσω του έκκεντρου δοκιμής ΕΔ. Τό τύλιγμα του ήλεκτρομαγνήτη διαρρέεται τή στιγμή αυτή από τό ρεύμα του βήματος στάσεως καί ό όπλισμός παραμένει τραβηγμένος. Ό μοχλός άπεμπλοκής ΜΑ έρχεται στή θέση πού φαίνεται στό σχήμα, ή προεξοχή Π₂ φθάνει στή θέση αυτή καί ό άξονας λήψεως σταματά. Παρατηρούμε ότι ή έναρξη τής περιστροφής του άξονα λήψεως προκαλείται από τό βήμα έκκινήσεως καί τό τέλος τής περιστροφής από τό βήμα στάσεως. Οί ράβδοι λήψεως παίρνουν μέ τον τρόπο πού περιγράψαμε μιά θέση αντίστοιχη προς αυτή των ράβδων έκπομπής. Μετατόπιση μις ράβδου προς τά δεξιά άντιστοιχεί σέ βήμα ρεύματος, παραμονή της στή θέση ήρεμίας άριστερά, σέ βήμα παύσεως.

γ) Έκτυπότης.

Η έκτύπωση των γραμμάτων, ψηφίων κλπ. πραγματοποιείται ως έξής:

Έγκάρσια προς τίς ράβδους λήψεως, έπάνω άπ' αυτές χωρίς όμως νά τίς άκουμπουν, βρίσκονται οί ράβδοι έκτυπώσεως ΕΚ. Στο σχήμα 33γ είναι σχεδιασμένη μόνο ή ράβδος του γράμματος F. Οί ράβδοι λήψεως ΡΛ έχουν έγκάρσιες έγκοπές τοποθετημένες κατά τέτοιο τρόπο, ώστε μετά τή λήψη ενός γράμματος, π.χ. του F καί τήν κατάλληλη μετατόπιση των ράβδων λήψεως νά σχηματίζεται ένα συνεχές αύλακι μόνο κάτω άπ' τή ράβδο έκτυπώσεως ΕΚ του γράμματος αυτού. Μόνο, δηλαδή κάτω άπ' τή ράβδο του γράμματος F πού έχει ληφθεί ύπάρχει έγκοπή καί στίς πέντε ράβδους λήψεως. Γιά τήν έκτύπωση του F άποδεσμεύονται **όλες** οί ράβδοι ΕΚ από τό στήριγμα ΣΤ καί κινούνται προς τά κάτω μέ τή βοήθεια του έλατηρίου τους. Στο παράδειγμά μας, όμως, μόνο ή ράβδος του F είσχωρεί στό αύλακι της καί τυπώνει τό γράμμα F, ενώ οί υπόλοιπες ράβδοι ΕΚ παραμένουν στό άνω άκρο των ράβδων λήψεως ΡΛ.

Σέ μιά τηλετυπική σύνδεση μπορεί νά γράφει ταυτόχρονα ένα μόνο τηλετύπο. Ό τρόπος αυτός λειτουργίας ονομάζεται **άμφίπλευρη, όχι ταυτόχρονη μετάδοση**.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΑΚΟΣΤΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΤΗΛΕΓΡΑΦΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΤΑΔΟΣΕΩΣ

Στήν τηλεγραφική τεχνική μεταδόσεως τό πρόβλημα ἔγκειται στή μετάδοση τῶν βημάτων, πού χαρακτηρίζουν τά στοιχεῖα τοῦ κώδικα, ἀπ' τόν πομπό στό δέκτη κατά τόν ἀσφαλέστερο καί οἰκονομικότερο τρόπο. Γιά τή δημιουργία τῶν βημάτων χρησιμοποιεῖται συνεχές ἢ ἐναλλασσόμενο ρεύμα. Ἐτσι διακρίνομε **τηλεγραφία συνεχοῦς ρεύματος** καί **τηλεγραφία ἐναλλασσόμενου ρεύματος**.

34.1 Τηλεγραφία συνεχοῦς ρεύματος.

Γιά τή μετάδοση σέ κοντινές ἀποστάσεις χρησιμοποιεῖται συνεχές ρεύμα καί οἱ ἑξῆς μέθοδοι:

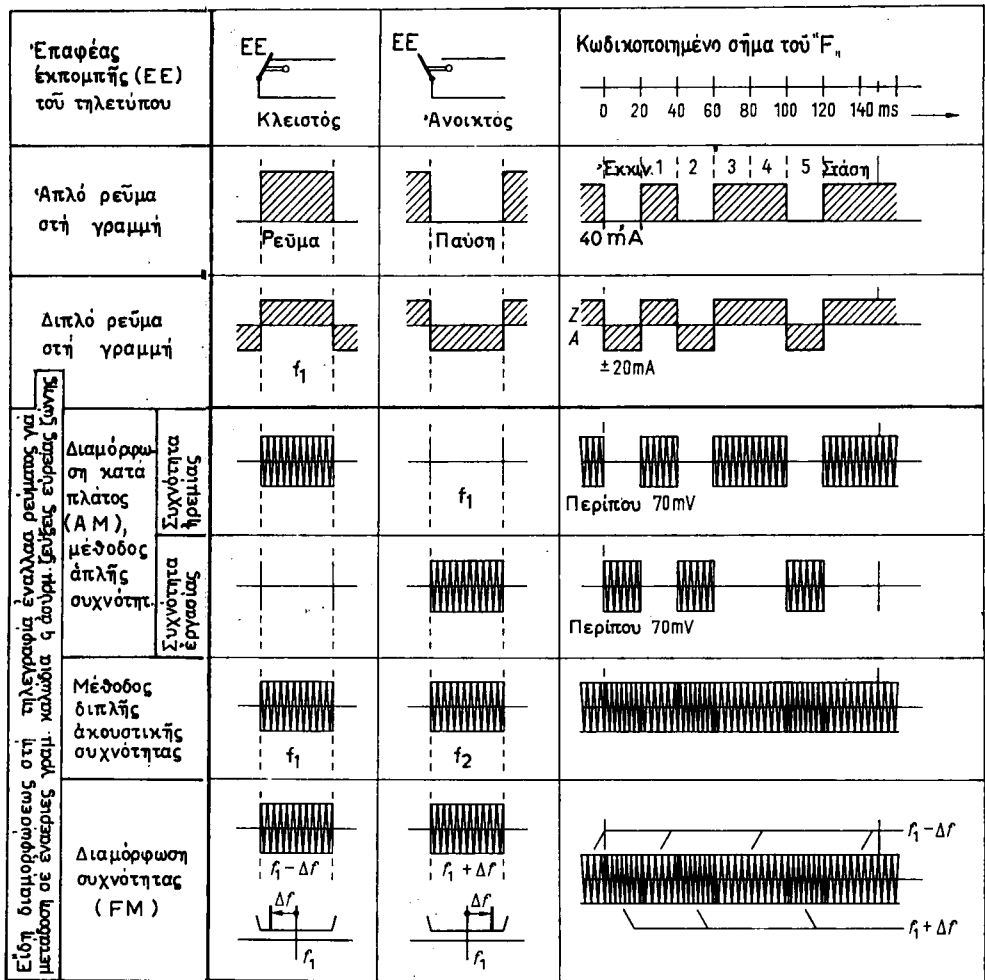
— Μέθοδος ἀπλοῦ ρεύματος.

Ὅταν στή γραμμή μεταδόσεως διακρίνομε τίς δύο καταστάσεις «ρεύμα» καί «διακοπή ρεύματος» ἔχομε λειτουργία **ἀπλοῦ ρεύματος**. Τά βήματα τοῦ κώδικα σχηματίζονται μέ τή σύνδεση καί ἀποσύνδεση στή γραμμή μιᾶς πηγῆς συνεχοῦς ρεύματος. Ὅταν διοχετεύεται ρεύμα στή γραμμή μόνο ὅταν θέλομε νά μεταδοθεῖ ἓνα βῆμα ρεύματος, τότε ἔχομε στή γραμμή παλμούς ρεύματος ἐργασίας καί τή λειτουργία ἀπλοῦ ρεύματος τή χαρακτηρίζομε ἰδιαίτερα **λειτουργία ρεύματος ἐργασίας**. Ὅταν στή γραμμή ρέει συνεχῶς ρεύμα, τό ὁποῖο διακόπτεται, ὅταν θέλομε νά μεταδοθεῖ ἓνα βῆμα παύσεως, τότε ἔχομε παλμούς ρεύματος ἡρεμίας στή γραμμή καί **λειτουργία ρεύματος ἡρεμίας** (σχ. 34.1). Στή λειτουργία μέ τό ρεύμα ἐργασίας ἡ πηγή χρησιμοποιεῖται μόνο κατά τήν ἀποστολή ἐνός τηλεγραφήματος, ἐνῶ στή λειτουργία μέ ρεύμα ἡρεμίας χρησιμοποιεῖται συνεχῶς. Στή περίπτωση αὕτη μπορούμε νά ἐλέγξομε τήν κατάσταση τῆς γραμμῆς, ἀν π.χ. παρουσιάζεται διαρροή ρεύματος, διακοπή κλπ., μετρώνοντας τήν ἔνταση τοῦ ρεύματος στίς παύσεις μεταδόσεως.

— Μέθοδος διπλοῦ ρεύματος.

Γιά νά ἀποφύγομε τήν κατάσταση «διακοπή ρεύματος» στή γραμμή, ἀλλάζομε τήν πολικότητα τοῦ ρεύματος στά βήματα παύσεως τῆς λειτουργίας μέ ρεύμα ἡρεμίας. Ἐτσι παίρνομε τή **λειτουργία διπλοῦ ρεύματος** (σχ. 34.1).

Στήν τηλεγραφία συνεχοῦς ρεύματος χρησιμοποιοῦνται γιά τή μετάδοση τῶν σημάτων τηλεφωνικές ἐναέριες γραμμές καί τηλεφωνικά καλώδια. Γιά νά εἶναι ду-



Σχ. 34.1.

Μέθοδοι λειτουργίας τηλεγραφικών συστημάτων συνεχούς καί έναλλασσόμενου ρεύματος:

νατή ή ταυτόχρονη μετάδοση τηλεφωνικών καί τηλεγραφικών σημάτων μέσω της ίδιας γραμμής χρησιμοποιούνται δύο μέθοδοι:

— Σχηματισμός φανταστικών κυκλωμάτων.

Όπως καί στην τηλεφωνία, από δύο ζεύγη τηλεφωνικών, καλωδιακών γραμμών σχηματίζεται ένα φανταστικό κύκλωμα, από τέσσερα ζεύγη, τρία φανταστικά κυκλώματα. Τά κυκλώματα αυτά χρησιμοποιούνται γιά τήν τηλεγραφική μετάδοση, χωρίς νά παρενοχλούν τά τηλεφωνικά κυκλώματα (βασικά κυκλώματα).

— Υποπρόσθετη τηλεγραφία.

Σέ Φ/Σ τής τηλεφωνίας μεταδίδεται, όπως είναι γνωστό, ή ζώνη συχνοτήτων ό-

μιλίας 300 ως 3400 Hz (ζώνη συχνοτήτων της CCITT). Σ' ένα τηλεφωνικό κανάλι 0 ως 4000 Hz χρησιμοποιούνται ορισμένες συχνότητες κάτω από τα 300 Hz και πάνω από 3400 Hz για τη μετάδοση έπιλογικών και άλλων σημάτων. Στην υποπρόσθετη τηλεγραφία χωρίζεται τό διάστημα 0 ως 300 Hz με τη βοήθεια κατωδιαβατών και άνωδιαβατών φίλτρων σέ δύο περιοχές, 0 ως 80 Hz και 80 ως 300 Hz. 'Η περιοχή κάτω από 80 Hz χρησιμοποιείται για τη μετάδοση των τηλεγραφικών σημάτων, ενώ ή περιοχή πάνω από 80 Hz για τη μετάδοση των τηλεφωνικών σημάτων.

34.2 Τηλεγραφία έναλλασσόμενου ρεύματος.

Γιά τη μετάδοση σέ μακρινές αποστάσεις και την ταυτόχρονη μετάδοση των τηλεγραφικών σημάτων πολλών συνδρομητών μέσω μιās γραμμής χρησιμοποιείται ή **τηλεγραφία έναλλασσόμενου ρεύματος**. Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιούνται για κάθε τηλεγραφικό κανάλι μία ή περισσότερες συχνότητες, πού βρίσκονται μέσα στή ζώνη των συχνοτήτων της CCITT. 'Η χαμηλότερη χρησιμοποιούμενη συχνότητα είναι 420 Hz, ή ύψηλότερη συχνότητα 3180 Hz, και ή απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών συχνοτήτων 120 Hz. Έτσι στή ζώνη 300 ως 3400 Hz ενός τηλεφωνικού καναλιού, πού χορηγείται για τηλεγραφική μετάδοση, τοποθετούνται οι 24 συχνότητες πού αναγράφονται στόν Πίνακα 34.2.1. Γιά ειδικούς σκοπούς χρησιμοποιούνται και οι συχνότητες $f_0 = 300$ Hz και $f_{25} = 3300$ Hz.

Πίνακας 34.2.1

$(f_0$ 300 Hz)				
f_1 420 Hz	f_7 1140 Hz	f_{13} 1860 Hz	f_{19} 2580 Hz	
f_2 540 Hz	f_8 1260 Hz	f_{14} 1980 Hz	f_{20} 2700 Hz	
f_3 660 Hz	f_9 1380 Hz	f_{15} 2100 Hz	f_{21} 2820 Hz	
f_4 780 Hz	f_{10} 1500 Hz	f_{16} 2220 Hz	f_{22} 2940 Hz	
f_5 900 Hz	f_{11} 1620 Hz	f_{17} 2340 Hz	f_{23} 3060 Hz	
f_6 1020 Hz	f_{12} 1740 Hz	f_{18} 2460 Hz	f_{24} 3180 Hz	
			$(f_{25}$ 3300 Hz)	

Τά βήματα συνεχούς ρεύματος μετατρέπονται μέ διαμορφωτές σέ βήματα άκουστικής συχνότητας. 'Ο πιδό άπλός και παλιός τρόπος **διαμορφώσεως** είναι ή διαμόρφωση κατά πλάτος AM. Μέ διαμόρφωση AM, για κάθε βήμα συνεχούς ρεύματος μεταβιβάζεται ή δέν μεταβιβάζεται στή γραμμή μιá **άκουστική** συχνότητα. Στή μέθοδο αυτή **άπλης άκουστικής συχνότητας** διακρίνομε **λειτουργία μέ συχνότητα έργασίας**, πού άντιστοιχεί στή λειτουργία συνεχούς ρεύματος έργασίας και **λειτουργία μέ συχνότητα ήρεμίας**, πού άντιστοιχεί στή λειτουργία συνεχούς ρεύματος ήρεμίας (σχ. 34.1).

Έκτός άπ' τη μέθοδο άπλης άκουστικής συχνότητας χρησιμοποιείται στά συστήματα έναλλασσόμενου ρεύματος και ή **μέθοδος διπλής άκουστικής συχνότητας**, πού άντιστοιχεί στή μέθοδο διπλού συνεχούς ρεύματος. Μέ τη μέθοδο αυτή

ἀποστέλλεται στά βήματα παύσεως τῆς συχνότητας ἡρεμίας f_1 μιά δεύτερη συχνότητα f_2 , γειτονική τῆς f_1 στό σχέδιο συχνότητων τοῦ Πίνακα 34.2.1.

Ἐνας ἄλλος τρόπος δημιουργίας τῶν σημάτων τοῦ κώδικα στήν τηλεγραφία ἐναλλασσόμενου ρεύματος εἶναι μέ τή **διαμόρφωση συχνότητας FM**.

Μέ τή μέθοδο αὐτή χρησιμοποιοῦνται ἐπίσης δύο συχνότητες, ὅπως καί στή μέθοδο διπλῆς ἀκουστικῆς συχνότητας. Οἱ δύο αὐτές συχνότητες ἀπέχουν τό ἴδιο διάστημα Δf ἀπό μία κεντρική συχνότητα f_1 (σχ. 34.1). Οἱ δύο τιμές τοῦ κώδικα 0 καί 1 πραγματοποιοῦνται μέ τίς συχνότητες $f_1 + \Delta f$ καί $f_1 - \Delta f$. Κατά τή μετάβαση ἀπ' τή μιά συχνότητα στήν ἄλλη ἀποστέλλονται στή γραμμή **ῥαγες** οἱ συχνότητες ἀπό $f_1 - \Delta f$ ὡς $f_1 + \Delta f$. Μέ τή διαμόρφωση συχνότητας αὐξάνεται ἡ ἀσφάλεια κατά τή μετάδοση τῶν βημάτων.

Γιά τή μετάδοση τῶν τηλεγραφικῶν σημάτων στήν τηλεγραφία ἐναλλασσόμενου ρεύματος χρησιμοποιοῦνται σχεδόν ὅλα τά γνωστά τηλεφωνικά κυκλώματα:

- Κυκλώματα χαμηλῆς συχνότητας σέ ἐναέριες γραμμές καί καλώδια μέ ζώνη μεταδόσεως μέχρι 3,4 kHz.

- Κυκλώματα Φ/Σ σέ ἐναέριες γραμμές μέ ζώνη μεταδόσεως μέχρι 150 kHz καί σέ καλώδια μέ ζώνη μέχρι 12 MHz.

- Ἀσυρματικές ζεύξεις εὐρείας ζώνης στήν περιοχή 30 MHz ὡς 30 GHz.

- Ἀσυρματικές ζεύξεις βραχέων κυμάτων στήν περιοχή 3 MHz ὡς 30 MHz.

Ὅταν χρησιμοποιεῖται ἕνα ζεῦγος γραμμῆς γιά κάθε μιά κατεύθυνση μεταδόσεως, δηλαδή τετρασύρματη ζεύξη, εἶναι δυνατή ἡ μετάδοση 24 τηλεγραφικῶν καναλιῶν σέ ἕνα τηλεφωνικό κανάλι 300 ὡς 3400 Hz. Στήν περίπτωση αὕτη χρησιμοποιοῦνται οἱ ἴδιες φέρουσες συχνότητες $f_1 \dots f_{24}$ τοῦ Πίνακα 34.2.1 καί στίς **δύο κατευθύνσεις**. Σέ κάθε κατεύθυνση μεταδίδεται ἡ ἴδια ζώνη συχνότητων. Ἐφόσον χρησιμοποιεῖται μιά δισύρματη γραμμή γιά τή μετάδοση καί στίς δύο κατευθύνσεις, εἶναι ἀπαραίτητο νά μεταδίδονται διαφορετικές φέρουσες συχνότητες σέ κάθε κατεύθυνση γιά νά διακρίνονται τά κυκλώματα. Στήν περίπτωση αὕτη χρησιμοποιεῖται ἀκόμα γιά λόγους ἀσφαλείας τηλεγραφία διπλῆς ἀκουστικῆς συχνότητας. Γιά ἕνα τηλεγραφικό κανάλι, δηλαδή χρησιμοποιοῦνται **δύο** συχνότητες ἀπ' τίς 24 τοῦ Πίνακα 34. 2. 1. Ἔτσι μέσω τῆς δισύρματης γραμμῆς μποροῦν νά μεταδοθοῦν 6 τηλεγραφικά κανάλια σέ ἕνα τηλεφωνικό κανάλι 300 ὡς 3400 Hz.

Στά φερέσυχνα συστήματα χορηγεῖται ὁρισμένος ἀριθμός τηλεφωνικῶν καναλιῶν γιά τήν τηλεγραφική μετάδοση. Σ' ἕνα σύστημα, π.χ. 120 καναλιῶν τετρασύρματης ἐπικοινωνίας, δίνονται τά κανάλια 1 ὡς 3 στήν τηλεγραφία καί τά κανάλια 4 ὡς 120 στήν τηλεφωνία. Στά κανάλια 1 ὡς 3 τοποθετοῦνται $3 \times 24 = 72$ τηλεγραφικά κανάλια.

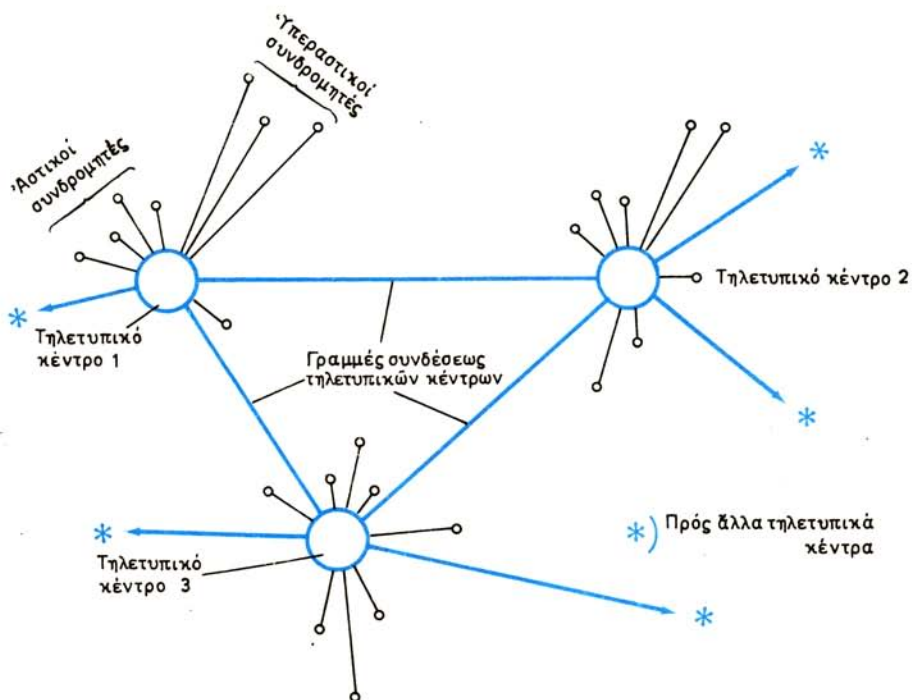
Γιά τήν ὑπερατλαντική τηλεγραφική μετάδοση χρησιμοποιοῦνται παράλληλα μέ τίς καλωδιακές ζεύξεις μέσω ὑποβρυχίων καλωδίων καί τίς ἀσυρματικές ζεύξεις εὐρείας ζώνης μέσω δορυφόρων, ἀσυρματικές ζεύξεις **βραχέων κυμάτων** (B.K. 3 - 30 MHz, 100 - 10 m). Σύγχρονοι πομποί B.K. μιᾶς πλευρικῆς ζώνης ἐπιτρέπουν τήν ταυτόχρονη μετάδοση 4 τηλεφωνικῶν καναλιῶν ὁμιλίας **300** ὡς **3000** Hz σέ δύο ἀνεξάρτητες πλευρικές ζώνες τῶν 6 kHz. Γιά τήν τηλεγραφική μετάδοση μποροῦν νά χρησιμοποιηθοῦν ἕνα ἢ περισσότερα τηλεφωνικά κανάλια ὁμιλίας ἢ ὁλόκληρες οἱ πλευρικές ζώνες. Σέ ἕνα κανάλι ὁμιλίας τοποθετοῦνται 16 τηλεγραφικά κανάλια μέ ἀπόσταση τῶν φερουσῶν συχνότητων $f_1 \dots f_{16}$, 170 Hz. Στίς τηλεγραφι-

κές ζεύξεις Β.Κ. χρησιμοποιείται σήμερα σχεδόν αποκλειστικά **διαμόρφωση συχρότητας**. Άρα οι συχνότητες $f_1 \dots f_{16}$ είναι **οι κεντρικές συχνότητες** κάθε τηλεγραφικού καναλιού. Για λόγους ασφαλείας (άντιμετώπιση τών διαλείψεων) χρησιμοποιούνται πολλές φορές δύο συχνότητες απομακρυσμένες μεταξύ τους, π.χ. οι συχνότητες f_1 καί f_{19} , για τή μετάδοση τής ίδιας είδήσεως. Έτσι μέ μεγάλη πιθανότητα λαμβάνεται στό δέκτη μιά τουλάχιστο συχνότητα, πού δέν έχει ύποστει διάλειψη (διαφορική λήψη συχνότητας). Μέ τή μέθοδο αυτή περιορίζεται ο αριθμός τών τηλεγραφικών καναλιών σέ 8.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΑΚΟΣΤΟ ΠΕΜΠΤΟ

ΤΗΛΕΤΥΠΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

Στήν πνό απλή περίπτωση τή τηλέτυπα δύο συνδρομητών συνδέονται με μιά σταθερή ζεύξη. Σέ μικρές αποστάσεις χρησιμοποιείται μιά δισύρματη γραμμή, σέ μεγάλες αποστάσεις τετρασύρματη υπεραστική γραμμή. Όταν υπάρχει μεγάλος αριθμός συνδρομητών καί κάθε συνδρομητής πρέπει νά έχει τή δυνατότητα νά επικοινωνεί με οποιοδήποτε άλλο συνδρομητή, τότε οι συνδρομητές χωρίζονται σέ ομάδες καί συνδέονται σέ **τηλετυπικά κέντρα**. Τά τηλετυπικά κέντρα συνδέονται μεταξύ τους με γραμμές πού σχηματίζουν τό τηλετυπικό δίκτυο (σχ. 35α).



Σχ. 35α.
Τηλετυπικό δίκτυο.



Αίθουσα τηλετυπικού κέντρου του Ο.Τ.Ε.

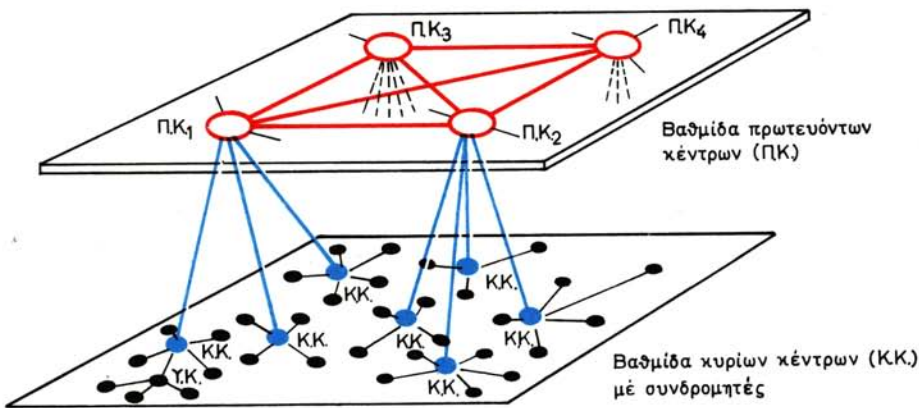


Αίθουσα λήψεως τηλεφωνουμένων τηλεγραφημάτων του Ο.Τ.Ε.



Αυτόματο τηλετυπικό κέντρο (TELEX).

Στά τηλετυπικά κέντρα ή σύνδεση των γραμμών πραγματοποιείται είτε *χειροκίνητα*, είτε *αυτόματα* με τη βοήθεια ζευκτικών οργάνων (έπιλογέων, ζευκτικών πεδίων), όπως στα αυτόματα τηλεφωνικά κέντρα. Τά αυτόματα τηλετυπικά κέντρα ονομάζονται κέντρα **TELEX** (άρχικα των λέξεων TELEPRINTER = τηλετύπο, EXCHANGE = κέντρο). Τά ζευκτικά όργανα καθοδηγούνται σ' αυτά με παλμοσειρές, πού αποστέλλει ο καλὼν συνδρομητής με τὸν ἐπιλογικὸ δίσκο τοῦ τηλετύπου του. Τό σχ. 35β δείχνει τή δομή ἑνὸς *αὐτόματου ὑπεραστικῶν τηλετυπικοῦ δικτύου* με δύο κατηγορίες κέντρων (Δίκτυο TELEX). Τά πρωτεύοντα κέντρα Π.Κ. συνδέονται μεταξύ τους πολυγωνικά καί ἀποτελοῦν τήν ἀνώτατη βαθμίδα κέντρων. Σέ κάθε πρωτεύον κέντρο συνδέονται ἀκτινωτά κύρια κέντρα Κ.Κ. Στά κύρια κέντρα συνδέονται οἱ συνδρομητές είτε ἄμεσα με συνδρομητικές γραμμές, είτε μέσω ἑνὸς ὑπόκεντρου. Στὴν Ἑλλάδα τὸ τηλετυπικὸ δίκτυο ἔχει πολὺ ἀπλούστερη δομή.



Σχ. 35β.

Αὐτόματο τηλετυπικὸ δίκτυο με δύο βαθμίδες κέντρων.

Τὸ δίκτυο TELEX χρησιμοποιεῖ ξεχωριστές γραμμές, οἱ ὁποῖες ὅμως ἀνήκουν στοῦ τηλεφωνικοῦ δικτύου. Γραμμές δηλαδή τοῦ τηλεφωνικοῦ δικτύου ἔχουν παραχωρηθεῖ στὴν Ὑπηρεσία TELEX. Οἱ ἐπιλογικές διατάξεις τῶν τηλετυπικῶν κέντρων ἀνήκουν ἀποκλειστικά στοὺς συνδρομητές TELEX.

Ἐκτός ἀπ' τὰ χειροκίνητα καί αὐτόματα τηλετυπικά δίκτυα ὑπάρχει μιὰ τρίτη κατηγορία δικτύου, ἡ ὁποία σχηματίζεται με *τηλετυπικά κέντρα ἐνταμιεύσεως*. Στὸ δίκτυο αὐτὸ δύο συνδρομητές δὲν συνδέονται ἀπευθείας μεταξύ τους. Τὸ τηλεγράφημα πού ἀποστέλλει ὁ καλὼν συνδρομητής καταγράφεται μαζί με τὸν ἀριθμὸ κλήσεως τοῦ καλούμενου συνδρομητῆ σέ διάτρητη ταινία στό κέντρο τοῦ καλούμενου κατευθεῖαν ἢ μέσω ἄλλων κέντρων, ὅπου ἐκτυπώνεται σέ διάτρητη ταινία, καί στή συνέχεια ἀπ' τή διάτρητη ταινία στὸν καλούμενο συνδρομητή. Ἡ μεταφορὰ τῆς ταινίας ἀπὸ τὸ διατρητὴ λήψεως στὸν πομπὸ διάτρητης ταινίας σέ κάθε κέντρο μπορεῖ νά πραγματοποιηθεῖ χειροκίνητα, ἡμιαυτόματα ἢ ἐντελῶς αὐτόματα.

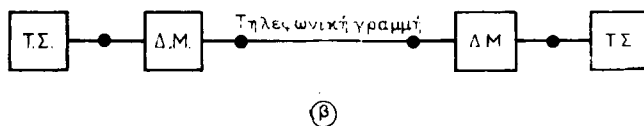
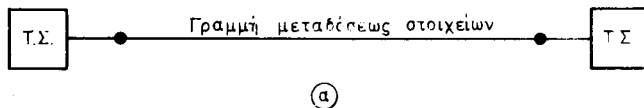
Κέντρα ένταμιεύσεως χρησιμοποιούνται κυρίως από οργανισμούς καί επιχειρήσεις πού ἔχουν γραφεῖα σ' ὁλόκληρο τόν κόσμο, π.χ. ἀπό ἀεροπορικές ἐταιρεῖες. Ἔχουν τό πλεονέκτημα, ὅτι ἡ ἐκμετάλλευση τῶν γραμμῶν τοῦ δικτύου εἶναι πάρα πολύ καλή. Ἐπίσης ἡ μετάδοση πραγματοποιεῖται χωρίς σφάλματα, γιατί ἀπό κέντρο σέ κέντρο καί μέχρι τόν καλούμενο συνδρομητή τό τηλεγράφημα καταγράφεται καί ἀποστέλλεται ἀπ' τήν ἀρχή μέ νέους παλμούς. Ἔτσι δέν προσθέτεται στούς ἀρχικούς παλμούς ἡ παραμόρφωση τῶν διαφόρων τμημάτων τῆς γραμμῆς, ὅπως σ' ἓνα αὐτόματο δίκτυο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΑΚΟΣΤΟ ΕΚΤΟ

ΜΕΤΑΒΙΒΑΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ (DATA)

Στό δίκτυο TELEX οί πληροφορίες μεταβιβάζονται, όπως γνωρίσαμε, μέ ταχύτητα 50 Bd. Ή ταχύτητα αυτή είναι πολύ μικρή γιά τή μετάδοση σέ σύντομο χρονικό διάστημα μεγάλου όγκου πληροφοριών. Γιά τό λόγο αυτό έχουν αναπτυχθεϊ συστήματα, πού επιτρέπουν ταχύτατη ανταλλαγή ψηφιακών πληροφοριών. Τά συστήματα αυτά ονομάζονται **συστήματα μεταδόσεως στοιχείων (Data)**. Σάν στοιχεία χαρακτηρίζονται γενικά ψηφιακές πληροφορίες, πού μεταδίδονται μέ ταχύτητα μεγαλύτερη από 50 Bd.

Ένα σύστημα μεταδόσεως στοιχείων αποτελείται από δύο τερματικούς σταθμούς Τ.Σ. καί άπ' τή γραμμή μεταδόσεως (σχ. 36.α). Οί τερματικοί σταθμοί αποστέλλουν καί λαμβάνουν τά στοιχεία. Έπειδή ή λήψη τών στοιχείων πρέπει νά είναι σωστή παρ' όλες τίς παρενοχλήσεις πού εμφανίζονται κατά τή μετάδοση, τοπο-



Σχ. 36α.

Σύστημα μεταδόσεως στοιχείων μέσω τηλετυπικής γραμμής (α) καί μέσω τηλεφωνικής γραμμής (β).

θετούνται στους τερματικούς σταθμούς διατάξεις άναγνώρισεως καί διορθώσεως έσφαλμένων στοιχείων. Σά γραμμές μεταδόσεως χρησιμοποιούνται ανάλογα μέ τήν ταχύτητα μεταδόσεως τών στοιχείων **τηλετυπικές γραμμές** (γιά μέγιστη ταχύτητα 200 Bd), **τηλεφωνικές γραμμές** (μέ φάσμα 4 kHz γιά μέγιστη ταχύτητα 1200 Bd) **καί γραμμές εύρείας ζώνης** (μέ φάσμα μεγαλύτερο από 4 kHz) γιά πολύ μεγάλες ταχύτητες.

Οί **τηλετυπικές γραμμές** είναι κατάλληλες, έξ αίτίας τής τεχνικής πού χρησιμοποιείται γιά τή μετάδοση ψηφιακών σημάτων, έκτός άπ' τή μετάδοση τηλεγραφη-

μάτων καί γιά τήν άμεση μετάδοση στοιχείων [σχ. 36.α(α)]. "Όταν χρησιμοποιούνται **τηλεφωνικές γραμμές**, παρεμβάλλονται μεταξύ των τερματικών σταθμών καί τής γραμμής **διατάξεις μεταδόσεως** Δ.Μ. [σχ. 36.α(β)]. Οί διατάξεις μεταδόσεως μετατρέπουν τά ψηφιακά σήματα συνεχούς ρεύματος, πού δημιουργοῦν οί τερματικοί σταθμοί, σέ σήματα έναλλασσόμενου ρεύματος κατά τήν έκπομπή καί αντίστροφα τά σήματα έναλλασσόμενου ρεύματος σέ σήματα συνεχούς ρεύματος κατά τή λήψη. Άποτελοῦνται άπό ένα **διαμορφωτή** καί ένα **άποδιαμορφωτή** καί όνομάζονται MODEM (Άρχικά των λέξεων Modulator = Διαμορφωτής, Demodulator = Άποδιαμορφωτής).

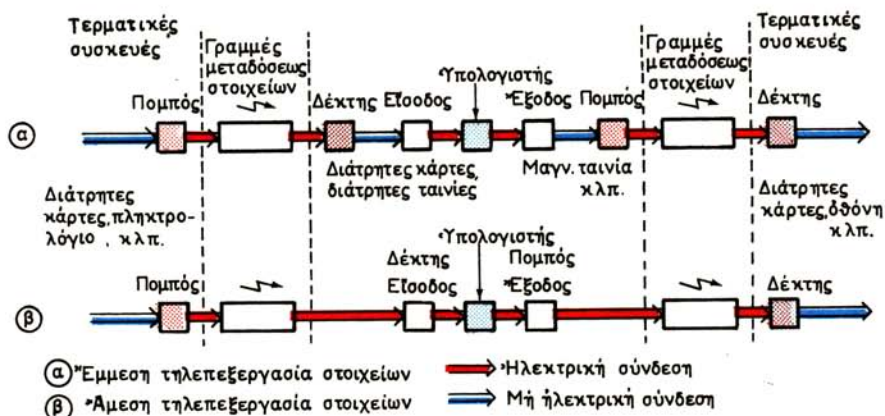
Ή μεταβίβαση των στοιχείων μεταξύ δύο τερματικών σταθμών Α καί Β πραγματοποιείται μέ τούς έξής τρόπους:

α) Μεταβίβαση στοιχείων μόνο άπ' τόν Α στό Β ή μόνο άπό τό Β στόν Α (Μονόπλευρη μετάδοση).

β) Μεταβίβαση στοιχείων διαδοχικά άπ' τόν Α στό Β καί άπ' τό Β στόν Α (Άμφίπλευρη, όχι ταυτόχρονη μετάδοση).

γ) Μεταβίβαση στοιχείων ταυτόχρονα άπ' τόν Α στό Β καί άπ' τό Β στόν Α (Άμφίπλευρη, ταυτόχρονη μετάδοση).

Ό τερματικός σταθμός περιλαμβάνει τίς **διατάξεις έκπομπής** καί τίς **διατάξεις λήψεως** των στοιχείων. Ή έκπομπή πραγματοποιείται είτε χειροκίνητα μέ τή βοήθεια πληκτρολόγιου, είτε αυτόματα άπό διάτρητες καρτέλλες ή διάτρητες ταινίες μέ τή βοήθεια καταλλήλων διατάξεων άναγνώσεως. Οί διατάξεις λήψεως έκτυπώνουν τό κείμενο σέ χαρτί σέ κανονική γλώσσα, ή τό ένταμιεύουν κωδικοποιημένο μέ τή βοήθεια διατρητικών μηχανών σέ καρτέλλες ή ταινίες.



Σχ. 36β.

Σύστημα τηλεπεξεργασίας στοιχείων.

Ή μετάδοση στοιχείων έχει ιδιαίτερη σημασία γιά τήν **έπικοινωνία μέ ηλεκτρονικούς ύπολογιστές**. Οί ηλεκτρονικοί ύπολογιστές έπεξεργάζονται, όπως είναι γνωστό, σ' έλάχιστο χρονικό διάστημα μεγάλο όγκο πληροφοριών, μέ τίς όποιες τροφοδοτοῦνται, βάσει όδηγιών πού αποτελοῦν τό χρησιμοποιούμενο **πρόγραμμα**, καί

δίνουν τά αποτελέσματα τής έπεξεργασίας αυτής. Πολλές φορές οι συσκευές τροφοδοτήσεως καί λήψεως τών αποτελεσμάτων βρίσκονται σέ μεγάλη απόσταση άπ' τόν ύπολογιστή, σέ ένα τερματικό σταθμό. Γιά τή γρήγορη καί σωστή άνταλλαγή πληροφοριών μεταξύ του τερματικού σταθμού καί του ύπολογιστή χρησιμοποιούνται στήν περίπτωση αυτή συστήματα μεταδόσεως στοιχείων. Ό συνδυασμός ενός συστήματος έπεξεργασίας στοιχείων (ύπολογιστής) μέ ένα σύστημα μεταδόσεως στοιχείων σχηματίζει ένα **σύστημα τηλεπεξεργασίας στοιχείων**. Τό σχήμα 36.β δείχνει τά δύο χρησιμοποιούμενα συστήματα τηλεπεξεργασίας στοιχείων. Στο **έμμεσο σύστημα** [σχ. 36.β(α)], οι ψηφιακές πληροφορίες φτάνουν στό κέντρο του ήλεκτρονικού ύπολογιστή καί ένταμιεύονται σέ κάρτες ή ταινίες. Άπ' τίς κάρτες ή ταινίες αυτές τροφοδοτείται κατόπιν ό ύπολογιστής. Στο **άμεσο σύστημα**, ό ύπολογιστής τροφοδοτείται κατευθείαν άπ' τόν τερματικό σταθμό [σχ. 36.β(β)].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΑΚΟΣΤΟ ΕΒΔΟΜΟ

ΜΕΤΑΒΙΒΑΣΗ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΩΝ

Ἡ μεταβίβαση φωτογραφιῶν καὶ εἰκόνων - κατὰ κανόνα ἀσπρόμαυρων - ἐπιτυγχάνεται μὲ εἰδικές τερματικές συσκευές ἐκπομπῆς καὶ λήψεως φωτογραφιῶν. Ἡ λαμβανόμενη φωτογραφία στὸ δέκτη ἀντιστοιχεῖ στὴ φωτογραφία ποὺ ἐκπέμπεται στὸν πομπό ὄχι μόνον στὴ γενικὴ τῆς μορφή, ἀλλὰ καὶ στὶς διαφορὲς φωτεινότητος μεταξύ τῶν σημείων τῆς.

Γιὰ τὴ μεταβίβαση σχεδίων καὶ ἄλλων ἐντύπων χρησιμοποιοῦνται τερματικές συσκευές Facsimile (Φαξιμίλ). Τὸ λαμβανόμενο στὸ δέκτη σχέδιο, κείμενο κλπ. ἀποδίδει ἱκανοποιητικὰ τὴ μορφή τοῦ πρωτότυπου, δὲν ἀποδίδει ὅμως ἄλλους βαθμούς φωτεινότητος ἐκτός ἀπ' τὸ μαῦρο καὶ τὸ ἄσπρο.

Ἡ πρὸς μεταβίβαση φωτογραφία, σχέδιο κλπ. τοποθετεῖται συνήθως γύρω ἀπὸ ἓνα κύλινδρο (κύλινδρος ἐκπομπῆς). Ὁ κύλινδρος περιστρέφεται γύρω ἀπὸ τὸν ἄξονά του μὲ σταθερὴ ταχύτητα, ἐνῶ μιά διάταξη σαρώσεως μὲ μιά δέσμη φωτός κινεῖται ἐπίσης μὲ σταθερὴ ταχύτητα κατὰ μῆκος τοῦ ἄξονα τοῦ κυλίνδρου. Ἔτσι σαρώνεται ἀπὸ τὴ δέσμη φωτός ἡ ἐπιφάνεια τῆς εἰκόνας, γραμμὴ πρὸς γραμμὴ, σὲ μιά ἐλικοειδῆ τροχιά. Τὸ φῶς ποὺ ἀνακλᾶται ἀπ' τὴν εἰκόνα ἔχει διαφορετικὴ ἔνταση, ἀνάλογα μὲ τὴ φωτεινότητα τοῦ κάθε σημείου τῆς εἰκόνας. Μὲ τὴ βοήθεια ἐνός φωτοκύτταρου οἱ μεταβολές τῆς ἐντάσεως τοῦ φωτός μετατρέπονται σὲ μεταβαλλόμενο ρεῦμα, ποὺ ἀντιστοιχεῖ στὶς τιμές τῆς φωτεινότητος τῶν διαφόρων σημείων. Τὸ ρεῦμα μεταδίδεται στὸ δέκτη μέσω ἐνσυρμάτων ἢ ἀσυρμάτων γραμμῶν καὶ προκαλεῖ τὴ σύνθεση τῆς εἰκόνας, γραμμὴ πρὸς γραμμὴ, σὲ χαρτί τοποθετημένο ἐπίσης ἐπάνω σὲ ἓνα κύλινδρο (κύλινδρος λήψεως). Ὁ κύλινδρος λήψεως περιστρέφεται γύρω ἀπὸ τὸν ἄξονά του μὲ τὴν ἴδια ταχύτητα ποὺ περιστρέφεται ὁ κύλινδρος ἐκπομπῆς.

ΕΒΔΟΜΟ ΜΕΡΟΣ

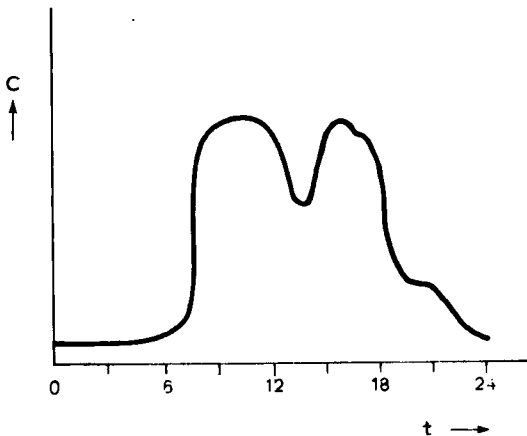
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΟ ΤΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΚΙΝΗΣΕΩΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΑΚΟΣΤΟ ΟΓΔΟΟ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

38.1 Γενικά.

Στό Τρίτο Μέρος του βιβλίου καί ειδικά στο κεφάλαιο για τα Αυτόματα Άστικά Τηλεφωνικά Κέντρα είδαμε, ότι σε μία ομάδα συνδρομητών χορηγούνται για την πραγματοποίηση των συνδέσεων, πολύ λιγότερα όργανα καί γραμμές απ' όσος είναι ο αριθμός των συνδρομητών της ομάδας, π.χ. σε 100 συνδρομητές χορηγούνται 10 Ι.Ο.Ε. Αυτό γίνεται για λόγους εξοικονομήσεως εξοπλισμού καί στηρίζεται στο γεγονός, ότι όλοι οι συνδρομητές μιάς ομάδας δέν πραγματοποιούν ταυτόχρονα συνδέσεις, αλλά μόνο ένα ποσοστό απ' αυτούς π.χ. 10% την ίδια χρονική στιγμή. Το ποσοστό αυτό αλλάζει από στιγμή σε στιγμή κατά τη διάρκεια του 24ωρου κι' επίσης είναι διαφορετικό στις διάφορες μέρες του χρόνου. Τη νύχτα π.χ. ελάχιστοι συνδρομητές τηλεφωνούν, ενώ στις εργάσιμες ώρες παρουσιάζεται μεγάλη κίνηση. "Αν καταγράψουμε τον αριθμό των ταυτοχρόνων συνδιαλέξεων c μιάς ομάδας συνδρομητών με κοινά χαρακτηριστικά κατά τη διάρκεια ενός 24ωρου, θα πάρουμε μία καμπύλη, που θα έχει περίπου τη μορφή που φαίνεται στο σχήμα 38.1. 'Η



Σχ. 38.1.

Μεταβολή του αριθμού των ταυτοχρόνων συνδιαλέξεων κατά τη διάρκεια του 24ωρου.

καμπύλη αυτή θά είναι βέβαια διαφορετική κάθε μέρα γιά τήν ίδια ομάδα συνδρομητών, αλλά θά είναι διαφορετική καί τήν ίδια μέρα σέ διαφορετικές ομάδες συνδρομητών.

Έφ' ὅσον, τώρα, ὁ ἀριθμός τῶν πραγματοποιουμένων ταυτόχρονα συνδιαλέξεων δέν εἶναι σταθερός, ἀλλά ἐξαρτᾶται ἀπό τοὺς συνδρομητές οἱ ὁποῖοι τηλεφωνοῦν κατὰ βούληση, εἶναι φανερό πῶς γιά νά ὑπολογιστεῖ σωστά ὁ ἀριθμός τῶν ὀργάνων καί γραμμῶν, πού χρειάζονται γιά νά ἐξυπηρετήσουν ὀρισμένους συνδρομητές, πρέπει νά μελετηθεῖ στατιστικά ἡ τηλεφωνική κίνηση πού δημιουργοῦν οἱ συνδρομητές. Ἀκόμα εἶναι ἀπαραίτητο νά μελετηθεῖ ὁ τρόπος πού διεκπεριώνεται ἡ κίνηση αὐτή ἀπό βαθμίδα σέ βαθμίδα σ' ἓνα τηλεφωνικό κέντρο. Μέ τή μελέτη τῆς τηλεφωνικῆς κινήσεως καί τοὺς ὑπολογισμούς τοῦ ἀπαραίτητου πλῆθους τῶν ὀργάνων καί γραμμῶν τῶν τηλεφωνικῶν κέντρων καί δικτύων ἀσχολεῖται ἡ **Θεωρία τῆς Τηλεπικοινωνιακῆς Κινήσεως** καί εἰδικότερα ἡ **Θεωρία τῆς Τηλεφωνικῆς Κινήσεως**.

Ἡ Θεωρία τῆς Τηλεφωνικῆς Κινήσεως εἶναι ἀπαραίτητη, γιατί στοὺς ὑπολογισμούς τηλεφωνικῶν ἐγκαταστάσεων πρέπει νά συμβιβάζονται δύο ἀντίθετες ἀπαιτήσεις: ἡ **σύντομη ἐξυπηρέτηση** τοῦ συνδρομητῆ, ἡ ὁποία ἀπαιτεῖ νά ὑπάρχει διαθέσιμος μεγάλος ἀριθμός ὀργάνων καί γραμμῶν, ὥστε ὁ συνδρομητής νά πραγματοποιεῖ τή σύνδεση σχεδόν πάντοτε μέ τήν πρώτη προσπάθεια, καί τό **χαμηλό κόστος** τῆς ἐγκατ/σεως, πού ἀπαιτεῖ νά ἐξυπηρετοῦνται οἱ συνδρομητές μέ ὅσο τό δυνατόν λιγότερα ὄργανα καί γραμμές. Ἐκτός ἀπ' αὐτό εἶναι ἀπαραίτητο νά ὑπάρχουν τρόποι ὑπολογισμοῦ τῆς **ἀποδόσεως** τηλεφωνικῶν ἐγκαταστάσεων, ὥστε νά εἶναι δυνατή ἡ ἀντικειμενική σύγκριση καί ἀξιολόγηση ἐγκαταστάσεων διαφορετικοῦ τύπου.

38.2 Συστήματα ἀπωλειῶν καί συστήματα ἀναμονῆς.

Ὅταν ἓνας συνδρομητής ἐπιχειρεῖ νά πραγματοποιήσῃ μιά σύνδεση καί δέν ὑπάρχει ἐλεύθερη γραμμή γιά τήν προώθησή της, δύο γεγονότα μπορεῖ νά συμβοῦν:

α) Ὁ συνδρομητής **παίρνει τό σῆμα τοῦ κατειλημμένου**, διακόπτει τή σύνδεση καί ἐπιχειρεῖ ὕστερα ἀπό λίγο νά πραγματοποιήσῃ ξανά τή σύνδεση. Ἡ σύνδεση, πού δέν πραγματοποιήθηκε, θεωρεῖται **ἀπώλεια** καί τό τηλεφωνικό σύστημα, πού ἐργάζεται μ' αὐτό τόν τρόπο, ὀνομάζεται **σύστημα ἀπωλειῶν**. Ἄν, π.χ., ἀπό 100 δοκιμές συνδέσεως οἱ δύο δέν φέρνουν ἀποτέλεσμα, λέμε ὅτι τό σύστημα παρουσιάζει 2% ἀπώλειες.

β) Ὁ συνδρομητής **περιμένει** μέχρι νά ἐλευθερωθεῖ μιά γραμμή καί νά συνεχιστεῖ ἡ ἀποκατάσταση τῆς συνδέσεώς του. Τό σύστημα, πού ὀνομάζεται **σύστημα ἀναμονῆς**, ἐνταμιεύει στήν περίπτωση αὐτή τήν ἐπιθυμία τοῦ συνδρομητῆ καί τόν ἐξυπηρετεῖ ἀμέσως μόλις ὑπάρξει ἡ δυνατότητα.

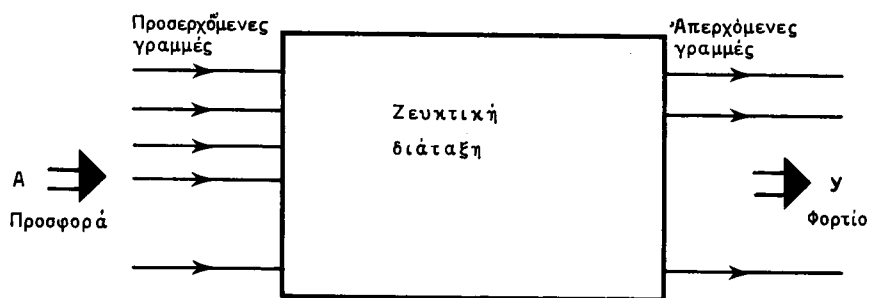
Σέ σύγχρονα τηλεφωνικά κέντρα ἐφαρμόζεται γενικά τό σύστημα ἀπωλειῶν. Ἐνδιάμεσες διατάξεις τῶν τηλεφωνικῶν συστημάτων ἔμμεσης ἐπιλογῆς καί σύγχρονα τηλετυπικά κέντρα ἐργάζονται κατὰ τό σύστημα ἀναμονῆς. Τό μέγεθος τῶν ἀπωλειῶν καί ἡ διάρκεια ἀναμονῆς ἀποτελοῦν τά βασικά μέτρα ἀξιολογήσεως τῆς ποιότητος διεκπεραιώσεως τῆς κινήσεως τῶν δύο συστημάτων. Ὁ ὑπολογισμός τῶν μεγεθῶν αὐτῶν σέ διάφορες ζευκτικές διατάξεις ἀποτελεῖ ἓνα βασικό ἀντικείμενο τῆς Θεωρίας Τηλεφωνικῆς Κινήσεως.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΑΚΟΣΤΟ ΕΝΑΤΟ

ΜΕΓΕΘΗ ΚΑΙ ΜΟΝΑΔΕΣ ΤΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΚΙΝΗΣΕΩΣ

39.1 Σύστημα άπωλειών.

Σέ κάθε ζευκτική διάταξη τηλεπικοινωνιακού κέντρου, π.χ. σέ κάθε βαθμίδα έπιλογέων, διακρίνομε προσερχόμενες καί άπερχόμενες γραμμές, όπως γνωρίσαμε στήν παράγραφο 3.2 στό Τρίτο Μέρος τοῦ βιβλίου (σχ. 39.1). Προορισμός τῆς ζευκτικῆς διατάξεως εἶναι νά συνδέσει μιά προσερχόμενη μέ μιά άπερχόμενη γραμμή. Γιά τό σκοπό αὐτό **καταλαμβάνεται** σέ κάθε σύνδεση, όπως ξέρομε, μιά έλεύθερη άπερχόμενη γραμμή, ἡ όποία παραμένει κατειλημμένη σ' όλο τό διάστημα



Σχ. 39.1.

Διεκπεραίωση τῆς κινήσεως σέ ζευκτική διάταξη τηλεπικοινωνιακού κέντρου.

πού διαρκεῖ ἡ σύνδεση. Ὁ συνολικός χρόνος, πού βρίσκεται κατειλημμένη μιά γραμμή ἢ ἕνα ὄργανο τοῦ κέντρου μέσα σέ ὁρισμένο χρονικό διάστημα T , τό διάστημα παρατηρήσεως, π.χ. σέ 24 ὥρες, χαρακτηρίζει τό **μέγεθος τῆς τηλεπικοινωνιακῆς κινήσεως** ἢ ἀπλά τήν **τηλεπικοινωνιακή κίνηση**, πού διεκπεραιώνει ἡ γραμμή ἢ τό ὄργανο στό διάστημα αὐτό. Ὁ συνολικός χρόνος, πού βρίσκονται κατειλημμένες ὅλες οἱ άπερχόμενες γραμμές τῆς ζευκτικῆς διατάξεως στό διάστημα παρατηρήσεως T , δίνει τήν τηλεπικοινωνιακή κίνηση Y , πού διεκπεραιώνει ἡ ζευκτική διάταξη στό διάστημα αὐτό. Ἡ κίνηση Y προκύπτει ἀπ' τήν ἄθροιση τῶν χρόνων καταλήψεως ὅλων τῶν άπερχομένων γραμμῶν στό διάστημα παρατηρήσεως T .

Ἡ Y προσδιορίζεται συνήθως ἀπό τό συνολικό ἀριθμό τῶν καταλήψεων τῶν άπερχομένων γραμμῶν c_A , πολλαπλασιασμένο μέ μιά μέση διάρκεια καταλήψεως κάθε γραμμῆς t_m :

$$Y = c_A t_m$$

Ἡ τηλεπικοινωνιακή κίνηση, πού διεκπεραιώνει κατά **μέσο ὁρο** ἡ διάταξη στή μονάδα τοῦ χρόνου, δηλαδή σέ διάστημα μιᾶς ὥρας, ὀνομάζεται **φορτίο γ** τῆς διάταξης:

$$\gamma = \frac{Y}{T} = \frac{c_A t_m}{T}$$

Τό γ εἶναι ἀδιάστατο μέγεθος, ὅπως φαίνεται ἀπ' τόν τύπο, τοῦ ἔχει δοθεῖ ὅμως ἡ μονάδα Ἐρλάνγκ (Erlang) [Erl] πρὸς τιμὴ τοῦ Δανοῦ μαθηματικοῦ **A.K. Erlang** (1878 - 1929), ὁ ὁποῖος συνέβαλε πολὺ στὴν ἀνάπτυξη τῆς Θεωρίας Τηλεπικοινωνιακῆς Κινήσεως. Ἐνα (1) Erl σημαίνει ὅτι σέ διάστημα μιᾶς ὥρας ἐμφανίζεται τηλεπικοινωνιακή κίνηση μιᾶς ὥρας, 5 Erl ὅτι σέ διάστημα μιᾶς ὥρας ἐμφανίζεται κίνηση 5 ὥρων.

Ἄν ὑποθέσουμε, ὅτι μιά γραμμὴ εἶναι συνεχῶς κατειλημμένη σέ διάστημα μιᾶς ὥρας, ἡ γραμμὴ αὕτὴ διεκπεραιώνει κίνηση 1 Erl. Ἡ κίνηση αὕτὴ εἶναι τό **μέγιστο** φορτίο γ πού μπορεῖ νά διεκπεραιώσῃ μιά γραμμὴ καί γιὰ νά συμβεῖ αὐτό θά πρέπει ἡ μιά κατάληψη τῆς γραμμῆς νά ἀκολουθεῖ ἀμέσως τὴν προηγούμενη, χωρὶς νά μεσολαβεῖ νεκρὸς χρόνος. (Στὴν πράξη μιά γραμμὴ διεκπεραιώνει βέβαια πολὺ λιγότερη κίνηση γ ἀπὸ 1 Erl). Ἐτσι ἡ ἀριθμητικὴ τιμὴ τοῦ γ δίνει ταυτόχρονα τὸν ἀριθμὸ τῶν γραμμῶν, πού εἶναι **συνεχῶς** κατειλημμένες κατὰ **μέσο ὁρο** σέ διάστημα μιᾶς ὥρας.

Ἄν ὑποθέσουμε ὅτι ὁ ἀριθμὸς τῶν ἀπερχομένων γραμμῶν στὴ διάταξη τοῦ σχήματος 39.1 εἶναι ἀρκετὰ μεγάλος, ὥστε κάθε προσερχόμενη γραμμὴ, πού καταλαμβάνεται σέ μιά χρονικὴ στιγμή, νά βρίσκει ἐλεύθερη καί νά συνδέεται μέ μιά ἀπερχόμενη γραμμὴ, τότε ὁ χρόνος πού παραμένουν κατειλημμένες οἱ προσερχόμενες γραμμές σέ ὀρισμένο διάστημα παρατηρήσεως π.χ. σέ μιά ὥρα, εἶναι ἴσος μέ τό χρόνο πού εἶναι κατειλημμένες οἱ ἀπερχόμενες γραμμές στό ἴδιο διάστημα. Μὲ ἄλλα λόγια ἡ τηλεπικοινωνιακή κίνηση, πού φθάνει στὶς **προσερχόμενες γραμμές** καί πού ὀνομάζεται **προσφορά A**, εἶναι ἴση μέ τό φορτίο γ:

$$A = \gamma$$

Στὴν περίπτωση αὕτὴ ὁ ἀριθμὸς τῶν καταλήψεων στὶς προσερχόμενες γραμμές c_{Π} εἶναι ἴσος μέ τὸν ἀριθμὸ καταλήψεων στὶς ἀπερχόμενες γραμμές c_A καί ἡ μέση διάρκεια καταλήψεως μιᾶς προσερχόμενης γραμμῆς εἶναι t_m , ὅσο δηλαδή καί μιᾶς ἀπερχόμενης γραμμῆς:

$$A = \gamma = c_{\Pi} t_m = c_A t_m$$

Στὴν πραγματικότητα οἱ ἀπερχόμενες γραμμές δέν μποροῦν νά διεκπεραιώσουν πάντοτε ὁλόκληρη τὴν προσφορά A, γιατί ὁ ἀριθμὸς τους περιορίζεται γιὰ λόγους οἰκονομικοὺς σέ τόσες μόνο γραμμές πού ἐξυπηρετοῦν τὴ βασικὴ κίνηση καί μικρὲς αἰχμές κινήσεως, ἐνῶ δέν μποροῦν νά ἐξυπηρετήσουν τίς πολὺ ὕψηλές αἰχμές κινήσεως, πού ἐμφανίζονται σέ μικρά χρονικὰ διαστήματα. Ἐτσι ὀρισμένους ἀ-

ριθμός c_B από τις συνολικές καταλήψεις c_{Π} των προσερχομένων γραμμών δεν βρίσκει ελεύθερη απερχόμενη γραμμή και παίρνει τό σήμα κατειλημμένου. Τό c_{Π} είναι μεγαλύτερο του c_A και ισχύει:

$$c_{\Pi} = c_A + c_B$$

Ο αριθμός των ανεπιτυχών καταλήψεων c_B προς τον αριθμό των προσφερομένων καταλήψεων c_{Π} σε όρισμένο διάστημα δίνει τό **συντελεστή ή πιθανότητα άπωλειών B** τής διατάξεως στο διάστημα αυτό:

$$B = \frac{c_B}{c_{\Pi}}$$

Μερικές φορές ανάγονται οί ανεπιτυχείς καταλήψεις c_B στον αριθμό των έπιτυχών καταλήψεων c_A , όποτε προκύπτει ένας δεύτερος συντελεστής ή πιθανότητα άπωλειών V :

$$V = \frac{c_B}{c_A}$$

Τά B και V δίνονται συνήθως σε %. Μεταξύ των δύο συντελεστών ισχύουν οί σχέσεις:

$$B = 100 \frac{V}{1+V} [\%], \quad V = 100 \frac{B}{1-B} [\%]$$

Η προσφερόμενη κίνηση A ύπολογίζεται άπ' τον τύπο:

$$A = \frac{c_{\Pi} t_m}{T} = \frac{(c_A + c_B) t_m}{T}$$

Μέ μέση διάρκεια καταλήψεως t_m ύπολογίζονται δηλαδή και οί ανεπιτυχείς καταλήψεις c_B , παρ' όλο ότι οί καταλήψεις αυτές έγκαταλείπουν τό σύστημα μόλις πάρουν τό σήμα κατειλημμένου και ή μέση διάρκειά τους είναι πολύ μικρότερη άπ' τήν t_m .

39.2 Σύστημα άναμονής.

Η ποιότητα διεκπεραιώσεως τής κινήσεως σε συστήματα άναμονής όρίζεται συνήθως μέ τά ακόλουθα τρία μεγέθη:

α) Πιθανότητα άναμονής.

Δίνεται άπ' τό πηλίκο των κλήσεων σε όρισμένο χρονικό διάστημα πού ύποχρεώνονται νά περιμένουν, έπειδή δεν ύπάρχουν ελεύθερες απερχόμενες γραμμές, προς τό συνολικό αριθμό των κλήσεων στο διάστημα αυτό.

β) Μέση διάρκεια άναμονής.

Είναι η διάρκεια άναμονής κατά μέσο όρο μιās κλήσεως, πού περιμένει νά συνδεθεῖ.

γ) Πιθανότητα υπερβάσεως όρισμένης διάρκειας άναμονής t .

Δίνεται άπ' τό πηλίκο τών κλήσεων σέ όρισμένο χρονικό διάστημα, οί όποῖες περιμένουν περισσότερο άπό t , πρós τό συνολικό άριθμό τών κλήσεων στό διάστημα αυτό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΣΣΑΡΑΚΟΣΤΟ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΣΤΗΝ ΠΡΑΞΗ

Γιά τόν υπολογισμό τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἀπερχομένων γραμμῶν N , πού ἀπαιτοῦνται γιά τήν διεκπεραίωση ὀρισμένης προσφορᾶς A σέ μιά ζευκτική διάταξη ἀπωλειῶν, εἶναι ἀπαραίτητη ἡ γνώση πρῶτα τῶν ἐπιτρεπομένων ἀπωλειῶν κινήσεως $B(V)$ καί κατόπιν τοῦ τρόπου, μέ τόν ὁποῖο συνδέονται οἱ προσερχόμενες γραμμές μέ τίς ἀπερχόμενες. Ἄν οἱ ἀπερχόμενες δέσμες εἶναι **τέλειες**, ἀρκοῦν γιά τόν υπολογισμό τοῦ N τά μεγέθη A καί B . Σέ **ἀτελεῖς δέσμες** λαμβάνεται ὑπόψη καί ἡ προσιτότητα k τῆς δέσμης.

Τά μεγέθη A, B καί N στίς τέλειες δέσμες καί A, B, N καί k στίς ἀτελεῖς δέσμες ἔχουν συνδυαστεῖ σέ μαθηματικούς τύπους, πού ἔχουν προκύψει τόσο ἀπό θεωρητικές μελέτες, ὅσο καί ἀπό ἐμπειρικές παρατηρήσεις σέ ἤδη λειτουργοῦσες τηλεπικοινωνιακές ἐγκαταστάσεις καί σέ πρότυπα (μοντέλα) τέτοιων ἐγκαταστάσεων. Τά ἀριθμητικά ἀποτελέσματα ἀπό τήν ἐφαρμογή τῶν τύπων αὐτῶν γιά διάφορες τιμές τῶν μεγεθῶν, ἔχουν συνοψιστεῖ σέ πίνακες ἡ ἔχουν παρασταθεῖ γραφικά μέ καμπύλες. Ἔτσι εἶναι εὐκόλο νά υπολογίσει κανεῖς ὁποιοδήποτε μέγεθος, ἐφόσον γνωρίζει τά ὑπόλοιπα δύο ἢ τρία μεγέθη.

Στούς πίνακες π.χ. 40.1 καί 40.2 διαβάζομε ὅτι σέ μιά βαθμίδα τηλεπικοινωνιακοῦ κέντρου χρειάζονται $N = 20$ γραμμές γιά τή διεκπεραίωση κινήσεως $A = 12,0$ Erl μέ ἀπώλεια $B = 1\%$, ἐφόσον ἡ δέσμη τῶν γραμμῶν εἶναι τέλεια καί $N = 23$ γιά τή διεκπεραίωση τῆς ἴδιας κινήσεως μέ τίς ἴδιες ἀπώλειες, ἐφόσον ἡ δέσμη εἶναι ἀτελής μέ προσιτότητα $k = 10$.

Ἰδιαίτερη σημασία γιά τό σωστό υπολογισμό τῶν ἀπαιτουμένων γραμμῶν ἔχει ἡ τιμή τῆς προσφορᾶς A , πού θά μπεῖ σά βάση κι ἐπίσης τό χρονικό διάστημα, στό ὁποῖο θά ἐμφανίζεται ἡ ἀπώλεια $B(V)$. Ὅπως ἀναφέραμε προηγουμένως ἡ A δέν εἶναι σταθερή, ἀλλά ἀλλάζει κατά τή διάρκεια τοῦ 24ωρου κλπ. (σχ. 38.1) Ἀποτέλεσμα εἶναι νά ἀλλάζει καί ἡ ἀπώλεια B τίς διάφορες ὥρες τοῦ 24ωρου, ἐφόσον ὁ ἀριθμός τῶν ἀπερχομένων γραμμῶν, πού ἐξυπηρετοῦν τήν κίνηση A , παραμένει σταθερός. Γιά νά εἶναι σέ θέση μιά ζευκτική διάταξη νά διεκπεραιώνει κανονικά τήν κίνηση ὁλόκληρο τό 24ωρο παίρνεται σά βάση υπολογισμοῦ τῶν ἀπαιτουμένων ἀπερχομένων γραμμῶν ἡ κίνηση A , πού ἐμφανίζεται τήν ὥρα τῆς **μέγιστης τηλεπικοινωνιακῆς κινήσεως** (Ω.Μ.Κ) (αἰχμῆς) στή διάταξη. Ἀκόμα, ἡ ἀπώλεια B ὀρίζεται γιά τήν ὥρα τῆς μέγιστης τηλεπικοινωνιακῆς κινήσεως. Ἔτσι ἐξασφαλίζεται, ὅτι ὅλες τίς ἄλλες ὥρες τοῦ 24ωρου ἡ ἀπώλεια B τῆς διατάξεως θά εἶναι μικρότερη ἀπ' τήν ἀπώλεια στήν ὥρα μέγιστης κινήσεως, πού ἔχει μπεῖ σά βάση στόν υπολογισμό τῶν γραμμῶν.

Α (ErI)

N	B												
	0.01%	0.02%	0.03%	0.05%	0.1%	0.2%	0.3%	0.4%	0.5%	0.6%	0.7%	0.8%	0.9%
1	.0001	.0002	.0003	.0005	.0010	.0020	.0030	.0040	.0050	.0060	.0070	.0081	.0091
2	.0142	.0202	.0248	.0321	.0458	.0653	.0806	.0937	.105	.116	.126	.135	.144
3	.0868	.110	.127	.152	.194	.249	.289	.321	.349	.374	.397	.418	.437
4	.235	.282	.315	.362	.439	.535	.602	.656	.701	.741	.777	.810	.841
5	.452	.527	.577	.649	.762	.900	.994	1.07	1.13	1.19	1.24	1.28	1.32
6	.728	.832	.900	.996	1.15	1.33	1.45	1.54	1.62	1.69	1.75	1.81	1.86
7	1.05	1.19	1.27	1.39	1.58	1.80	1.95	2.06	2.16	2.24	2.31	2.38	2.44
8	1.42	1.58	1.69	1.83	2.05	2.31	2.48	2.62	2.73	2.83	2.91	2.99	3.06
9	1.83	2.01	2.13	2.30	2.56	2.85	3.05	3.21	3.33	3.44	3.54	3.63	3.71
10	2.26	2.47	2.61	2.80	3.09	3.43	3.65	3.82	3.96	4.08	4.19	4.29	4.38
11	2.72	2.96	3.12	3.33	3.65	4.02	4.27	4.45	4.61	4.74	4.86	4.97	5.07
12	3.21	3.47	3.65	3.88	4.23	4.64	4.90	5.11	5.28	5.43	5.55	5.67	5.78
13	3.71	4.01	4.19	4.45	4.83	5.27	5.56	5.78	5.96	6.12	6.26	6.39	6.50
14	4.24	4.56	4.76	5.03	5.45	5.92	6.23	6.47	6.66	6.83	6.98	7.12	7.24
15	4.78	5.12	5.34	5.63	6.08	6.58	6.91	7.17	7.38	7.56	7.71	7.86	7.99
16	5.34	5.70	5.94	6.25	6.72	7.26	7.61	7.88	8.10	8.29	8.46	8.61	8.75
17	5.91	6.30	6.55	6.88	7.38	7.95	8.32	8.60	8.83	9.03	9.21	9.37	9.52
18	6.50	6.91	7.17	7.52	8.05	8.64	9.03	9.33	9.58	9.79	9.98	10.1	10.3
19	7.09	7.53	7.80	8.17	8.72	9.35	9.76	10.1	10.3	10.6	10.7	10.9	11.1
20	7.70	8.16	8.44	8.83	9.41	10.1	10.5	10.8	11.1	11.3	11.5	11.7	11.9
21	8.32	8.79	9.10	9.50	10.1	10.8	11.2	11.6	11.9	12.1	12.3	12.5	12.7
22	8.95	9.44	9.76	10.2	10.8	11.5	12.0	12.3	12.6	12.9	13.1	13.3	13.5
23	9.58	10.1	10.4	10.9	11.5	12.3	12.7	13.1	13.4	13.7	13.9	14.1	14.3
24	10.2	10.8	11.1	11.6	12.2	13.0	13.5	13.9	14.2	14.5	14.7	14.9	15.1
25	10.9	11.4	11.8	12.3	13.0	13.8	14.3	14.7	15.0	15.3	15.5	15.7	15.9
26	11.5	12.1	12.5	13.0	13.7	14.5	15.1	15.5	15.8	16.1	16.3	16.6	16.8
27	12.2	12.8	13.2	13.7	14.4	15.3	15.8	16.3	16.6	16.9	17.2	17.4	17.6
28	12.9	13.5	13.9	14.4	15.2	16.1	16.6	17.1	17.4	17.7	18.0	18.2	18.4
29	13.6	14.2	14.6	15.1	15.9	16.8	17.4	17.9	18.2	18.5	18.8	19.1	19.3
30	14.2	14.9	15.3	15.9	16.7	17.6	18.2	18.7	19.0	19.4	19.6	19.9	20.1
31	14.9	15.6	16.0	16.6	17.4	18.4	19.0	19.5	19.9	20.2	20.5	20.7	21.0
32	15.6	16.3	16.8	17.3	18.2	19.2	19.8	20.3	20.7	21.0	21.3	21.6	21.8
33	16.3	17.0	17.5	18.1	19.0	20.0	20.6	21.1	21.5	21.9	22.2	22.4	22.7
34	17.0	17.8	18.2	18.8	19.7	20.8	21.4	21.9	22.3	22.7	23.0	23.3	23.5
35	17.8	18.5	19.0	19.6	20.5	21.6	22.2	22.7	23.2	23.5	23.8	24.1	24.4
36	18.5	19.2	19.7	20.3	21.3	22.4	23.1	23.6	24.0	24.4	24.7	25.0	25.3
37	19.2	20.0	20.5	21.1	22.1	23.2	23.9	24.4	24.8	25.2	25.6	25.9	26.1
38	19.9	20.7	21.2	21.9	22.9	24.0	24.7	25.2	25.7	26.1	26.4	26.7	27.0
39	20.6	21.5	22.0	22.6	23.7	24.8	25.5	26.1	26.5	26.9	27.3	27.6	27.9
40	21.4	22.2	22.7	23.4	24.4	25.6	26.3	26.9	27.4	27.8	28.1	28.5	28.7
41	22.1	23.0	23.5	24.2	25.2	26.4	27.2	27.8	28.2	28.6	29.0	29.3	29.6
42	22.8	23.7	24.2	25.0	26.0	27.2	28.0	28.6	29.1	29.5	29.9	30.2	30.5
43	23.6	24.5	25.0	25.7	26.8	28.1	28.8	29.4	29.9	30.4	30.7	31.1	31.4
44	24.3	25.2	25.8	26.5	27.6	28.9	29.7	30.3	30.8	31.2	31.6	31.9	32.3
45	25.1	26.0	26.6	27.3	28.4	29.7	30.5	31.1	31.7	32.1	32.5	32.8	33.1
46	25.8	26.8	27.3	28.1	29.3	30.5	31.4	32.0	32.5	33.0	33.4	33.7	34.0
47	26.6	27.5	28.1	28.9	30.1	31.4	32.2	32.9	33.4	33.8	34.2	34.6	34.9
48	27.3	28.3	28.9	29.7	30.9	32.2	33.1	33.7	34.2	34.7	35.1	35.5	35.8
49	28.1	29.1	29.7	30.5	31.7	33.0	33.9	34.6	35.1	35.6	36.0	36.4	36.7
50	28.9	29.9	30.5	31.3	32.5	33.9	34.8	35.4	36.0	36.5	36.9	37.2	37.6
N	B												
	0.01%	0.02%	0.03%	0.05%	0.1%	0.2%	0.3%	0.4%	0.5%	0.6%	0.7%	0.8%	0.9%

A (ErI)

B													N
1.0%	1.2%	1.5%	2%	3%	5%	7%	10%	15%	20%	30%	40%	50%	
.0101	.0121	.0152	.0204	.0309	.0526	.0753	.111	.176	.250	.429	.667	1.00	1
.153	.168	.190	.223	.282	.381	.470	.595	.796	1.00	1.45	2.00	2.73	2
.455	.489	.535	.602	.715	.899	1.06	1.27	1.60	1.93	2.63	3.48	4.59	3
.869	.922	.992	1.09	1.26	1.52	1.75	2.05	2.50	2.95	3.89	5.02	6.50	4
1.36	1.43	1.52	1.66	1.88	2.22	2.50	2.88	3.45	4.01	5.19	6.60	8.44	5
1.91	2.00	2.11	2.28	2.54	2.96	3.30	3.76	4.44	5.11	6.51	8.19	10.4	6
2.50	2.60	2.74	2.94	3.25	3.74	4.14	4.67	5.46	6.23	7.86	9.80	12.4	7
3.13	3.25	3.40	3.63	3.99	4.54	5.00	5.60	6.50	7.37	9.21	11.4	14.3	8
3.78	3.92	4.09	4.34	4.75	5.37	5.88	6.55	7.55	8.52	10.6	13.0	16.3	9
4.46	4.61	4.81	5.08	5.53	6.22	6.78	7.51	8.62	9.68	12.0	14.7	18.3	10
5.16	5.32	5.54	5.84	6.33	7.08	7.69	8.49	9.69	10.9	13.3	16.3	20.3	11
5.88	6.05	6.29	6.61	7.14	7.95	8.61	9.47	10.8	12.0	14.7	18.0	22.2	12
6.61	6.80	7.05	7.40	7.97	8.83	9.54	10.5	11.9	13.2	16.1	19.6	24.2	13
7.35	7.56	7.82	8.20	8.80	9.73	10.5	11.5	13.0	14.4	17.5	21.2	26.2	14
8.11	8.33	8.61	9.01	9.65	10.6	11.4	12.5	14.1	15.6	18.9	22.9	28.2	15
8.88	9.11	9.41	9.83	10.5	11.5	12.4	13.5	15.2	16.8	20.3	24.5	30.2	16
9.65	9.89	10.2	10.7	11.4	12.5	13.4	14.5	16.3	18.0	21.7	26.2	32.2	17
10.4	10.7	11.0	11.5	12.2	13.4	14.3	15.5	17.4	19.2	23.1	27.8	34.2	18
11.2	11.5	11.8	12.3	13.1	14.3	15.3	16.6	18.5	20.4	24.5	29.5	36.2	19
12.0	12.3	12.7	13.2	14.0	15.2	16.3	17.6	19.6	21.6	25.9	31.2	38.2	20
12.8	13.1	13.5	14.0	14.9	16.2	17.3	18.7	20.8	22.8	27.3	32.8	40.2	21
13.7	14.0	14.3	14.9	15.8	17.1	18.2	19.7	21.9	24.1	28.7	34.5	42.1	22
14.5	14.8	15.2	15.8	16.7	18.1	19.2	20.7	23.0	25.3	30.1	36.1	44.1	23
15.3	15.6	16.0	16.6	17.6	19.0	20.2	21.8	24.2	26.5	31.6	37.8	46.1	24
16.1	16.5	16.9	17.5	18.5	20.0	21.2	22.8	25.3	27.7	33.0	39.4	48.1	25
17.0	17.3	17.8	18.4	19.4	20.9	22.2	23.9	26.4	28.9	34.4	41.1	50.1	26
17.8	18.2	18.6	19.3	20.3	21.9	23.2	24.9	27.6	30.2	35.8	42.8	52.1	27
18.6	19.0	19.5	20.2	21.2	22.9	24.2	26.0	28.7	31.4	37.2	44.4	54.1	28
19.5	19.9	20.4	21.0	22.1	23.8	25.2	27.1	29.9	32.6	38.6	46.1	56.1	29
20.3	20.7	21.2	21.9	23.1	24.8	26.2	28.1	31.0	33.8	40.0	47.7	58.1	30
21.2	21.6	22.1	22.8	24.0	25.8	27.2	29.2	32.1	35.1	41.5	49.4	60.1	31
22.0	22.5	23.0	23.7	24.9	26.7	28.2	30.2	33.3	36.3	42.9	51.1	62.1	32
22.9	23.3	23.9	24.6	25.8	27.7	29.3	31.3	34.4	37.5	44.3	52.7	64.1	33
23.8	24.2	24.8	25.5	26.8	28.7	30.3	32.4	35.6	38.8	45.7	54.4	66.1	34
24.6	25.1	25.6	26.4	27.7	29.7	31.3	33.4	36.7	40.0	47.1	56.0	68.1	35
25.5	26.0	26.5	27.3	28.5	30.7	32.3	34.5	37.9	41.2	48.6	57.7	70.1	36
26.4	26.8	27.4	28.3	29.6	31.6	33.3	35.6	39.0	42.4	50.0	59.4	72.1	37
27.3	27.7	28.3	29.2	30.5	32.6	34.4	36.6	40.2	43.7	51.4	61.0	74.1	38
28.1	28.6	29.2	30.1	31.5	33.6	35.4	37.7	41.3	44.9	52.8	62.7	76.1	39
29.0	29.5	30.1	31.0	32.4	34.6	36.4	38.8	42.5	46.1	54.2	64.4	78.1	40
29.9	30.4	31.0	31.9	33.4	35.6	37.4	39.9	43.6	47.4	55.7	66.0	80.1	41
30.8	31.3	31.9	32.8	34.3	36.6	38.4	40.9	44.8	48.6	57.1	67.7	82.1	42
31.7	32.2	32.8	33.8	35.3	37.6	39.5	42.0	45.9	49.9	58.5	69.3	84.1	43
32.5	33.1	33.7	34.7	36.2	38.6	40.5	43.1	47.1	51.1	59.9	71.0	86.1	44
33.4	34.0	34.6	35.6	37.2	39.6	41.5	44.2	48.2	52.3	61.3	72.7	88.1	45
34.3	34.9	35.6	36.5	38.1	40.5	42.6	45.2	49.4	53.6	62.8	74.3	90.1	46
35.2	35.8	36.5	37.5	39.1	41.5	43.6	46.3	50.6	54.8	64.2	76.0	92.1	47
36.1	36.7	37.4	38.4	40.0	42.5	44.6	47.4	51.7	56.0	65.6	77.7	94.1	48
37.0	37.6	38.3	39.3	41.0	43.5	45.7	48.5	52.9	57.3	67.0	79.3	96.1	49
37.9	38.5	39.2	40.3	41.9	44.5	46.7	49.6	54.0	58.5	68.5	81.0	98.1	50
1.0%	1.2%	1.5%	2%	3%	5%	7%	10%	15%	20%	30%	40%	50%	N

B



B=1,0%

A (Erl)

N	k																
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
1																	
2	.153																
3	.250	.455															
4	.351	.657	.869														
5	.438	.865	1.16	1.36													
6	.526	1.08	1.45	1.72	1.91												
7	.614	1.29	1.76	2.08	2.32	2.50											
8	.701	1.50	2.07	2.46	2.74	2.96	3.13										
9	.789	1.72	2.38	2.84	3.17	3.42	3.62	3.78									
10	.877	1.91	2.69	3.22	3.61	3.90	4.12	4.31	4.46								
11	.964	2.10	3.00	3.61	4.05	4.38	4.63	4.84	5.01	5.16							
12	1.05	2.29	3.31	4.00	4.49	4.86	5.15	5.38	5.57	5.74	5.88						
13	1.14	2.48	3.62	4.39	4.94	5.35	5.67	5.93	6.14	6.32	6.47	6.61					
14	1.23	2.67	3.93	4.78	5.39	5.85	6.20	6.48	6.71	6.91	7.07	7.22	7.35				
15	1.32	2.86	4.24	5.17	5.84	6.34	6.73	7.04	7.29	7.50	7.68	7.84	7.98	8.11			
16	1.40	3.05	4.55	5.56	6.29	6.84	7.26	7.60	7.87	8.10	8.30	8.47	8.62	8.75	8.88		
17	1.49	3.24	4.83	5.95	6.75	7.34	7.80	8.16	8.46	8.70	8.91	9.10	9.26	9.40	9.53	9.65	
18	1.58	3.43	5.12	6.34	7.20	7.85	8.34	8.73	9.05	9.31	9.54	9.73	9.90	10.1	10.2	10.3	
19	1.67	3.62	5.40	6.73	7.66	8.35	8.88	9.30	9.64	9.92	10.2	10.4	10.6	10.7	10.9	11.0	
20	1.75	3.81	5.69	7.12	8.11	8.85	9.42	9.87	10.2	10.5	10.8	11.0	11.2	11.4	11.5	11.7	
21	1.84	4.00	5.97	7.51	8.57	9.36	9.97	10.4	10.8	11.2	11.4	11.7	11.9	12.0	12.2	12.4	
22	1.93	4.20	6.25	7.90	9.02	9.87	10.5	11.0	11.4	11.8	12.1	12.3	12.5	12.7	12.9	13.0	
23	2.02	4.39	6.54	8.28	9.48	10.4	11.1	11.6	12.0	12.4	12.7	13.0	13.2	13.4	13.6	13.7	
24	2.10	4.58	6.82	8.67	9.93	10.9	11.6	12.2	12.6	13.0	13.3	13.6	13.9	14.1	14.3	14.4	
25	2.19	4.77	7.11	9.05	10.4	11.4	12.2	12.8	13.2	13.6	14.0	14.3	14.5	14.7	14.9	15.1	
26	2.28	4.96	7.39	9.42	10.8	11.9	12.7	13.3	13.9	14.3	14.6	14.9	15.2	15.4	15.6	15.8	
27	2.37	5.15	7.68	9.78	11.3	12.4	13.3	13.9	14.5	14.9	15.3	15.6	15.9	16.1	16.3	16.5	
28	2.45	5.34	7.96	10.1	11.7	12.9	13.8	14.5	15.1	15.5	15.9	16.3	16.5	16.8	17.0	17.2	
29	2.54	5.53	8.24	10.5	12.2	13.4	14.4	15.1	15.7	16.2	16.6	16.9	17.2	17.5	17.7	17.9	
30	2.63	5.72	8.53	10.9	12.6	13.9	14.9	15.7	16.3	16.8	17.2	17.6	17.9	18.2	18.4	18.6	
31	2.72	5.91	8.81	11.2	13.1	14.4	15.5	16.3	16.9	17.4	17.9	18.3	18.6	18.9	19.1	19.4	
32	2.81	6.10	9.10	11.6	13.5	14.9	16.0	16.8	17.5	18.1	18.5	18.9	19.3	19.6	19.8	20.1	
33	2.89	6.29	9.38	12.0	14.0	15.4	16.6	17.4	18.1	18.7	19.2	19.6	20.0	20.3	20.5	20.8	
34	2.98	6.48	9.67	12.3	14.4	15.9	17.1	18.0	18.8	19.4	19.9	20.3	20.6	21.0	21.2	21.5	
35	3.07	6.67	9.95	12.7	14.9	16.4	17.7	18.6	19.4	20.0	20.5	20.9	21.3	21.7	21.9	22.2	
36	3.16	6.87	10.2	13.0	15.3	17.0	18.2	19.2	20.0	20.6	21.2	21.6	22.0	22.4	22.7	22.9	
37	3.24	7.06	10.5	13.4	15.8	17.5	18.8	19.8	20.6	21.3	21.8	22.3	22.7	23.1	23.4	23.6	
38	3.33	7.25	10.8	13.8	16.2	18.0	19.3	20.4	21.2	21.9	22.5	23.0	23.4	23.8	24.1	24.4	
39	3.42	7.44	11.1	14.1	16.6	18.5	19.9	20.9	21.8	22.5	23.1	23.7	24.1	24.5	24.8	25.1	
40	3.51	7.63	11.4	14.5	17.0	19.0	20.4	21.5	22.4	23.2	23.8	24.3	24.8	25.2	25.5	25.8	
41	3.59	7.82	11.7	14.8	17.5	19.5	20.9	22.1	23.1	23.8	24.5	25.0	25.5	25.9	26.2	26.5	
42	3.68	8.01	11.9	15.2	17.9	20.0	21.5	22.7	23.7	24.5	25.1	25.7	26.2	26.6	26.9	27.3	
43	3.77	8.20	12.2	15.6	18.3	20.5	22.0	23.3	24.3	25.1	25.8	26.4	26.9	27.3	27.7	28.0	
44	3.86	8.39	12.5	15.9	18.7	21.0	22.6	23.9	24.9	25.8	26.5	27.1	27.6	28.0	28.4	28.7	
45	3.95	8.58	12.8	16.3	19.2	21.5	23.1	24.5	25.5	26.4	27.1	27.7	28.3	28.7	29.1	29.5	
46	4.03	8.77	13.1	16.7	19.6	22.0	23.7	25.0	26.1	27.0	27.8	28.4	29.0	29.4	29.8	30.2	
47	4.12	8.96	13.4	17.0	20.0	22.4	24.2	25.6	26.8	27.7	28.5	29.1	29.6	30.1	30.5	30.9	
48	4.21	9.15	13.6	17.4	20.4	22.9	24.8	26.2	27.4	28.3	29.1	29.8	30.3	30.8	31.3	31.6	
49	4.30	9.34	13.9	17.7	20.9	23.4	25.3	26.8	28.0	29.0	29.8	30.5	31.0	31.5	32.0	32.4	
50	4.38	9.54	14.2	18.1	21.3	23.9	25.9	27.4	28.6	29.6	30.4	31.1	31.7	32.3	32.7	33.1	
N	k																
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	

A (Erl)

B=1,0%

k															N	
18	19	20	21	22	25	30	35	40	45	50	60	70	90	110	k=N	N
															.0101	1
															.153	2
															.455	3
															.869	4
															1.36	5
															1.91	6
															2.50	7
															3.13	8
															3.78	9
															4.46	10
															5.16	11
															5.88	12
															6.61	13
															7.35	14
															8.11	15
															8.88	16
															9.65	17
10.4															10.4	18
11.1	11.2														11.2	19
11.8	11.9	12.0													12.0	20
12.5	12.6	12.7	12.8												12.8	21
13.2	13.3	13.4	13.5	13.7											13.7	22
13.9	14.0	14.1	14.3	14.4											14.5	23
14.6	14.7	14.9	15.0	15.1											15.3	24
15.3	15.4	15.6	15.7	15.8	16.1										16.1	25
16.0	16.1	16.3	16.4	16.5	16.9										17.0	26
16.7	16.9	17.0	17.1	17.3	17.6										17.8	27
17.4	17.6	17.7	17.9	18.0	18.3										18.6	28
18.1	18.3	18.5	18.6	18.7	19.1										19.5	29
18.8	19.0	19.2	19.3	19.5	19.8	20.3									20.3	30
19.6	19.7	19.9	20.1	20.2	20.6	21.1									21.2	31
20.3	20.5	20.6	20.8	21.0	21.3	21.9									22.0	32
21.0	21.2	21.4	21.5	21.7	22.1	22.6									22.9	33
21.7	21.9	22.1	22.3	22.4	22.9	23.4									23.8	34
22.4	22.7	22.8	23.0	23.2	23.6	24.2	24.6								24.6	35
23.2	23.4	23.6	23.8	23.9	24.4	25.0	25.4								25.5	36
23.9	24.1	24.3	24.5	24.7	25.1	25.7	26.2								26.4	37
24.6	24.9	25.1	25.3	25.4	25.9	26.5	27.0								27.3	38
25.4	25.6	25.8	26.0	26.2	26.7	27.3	27.8								28.1	39
26.1	26.3	26.6	26.8	27.0	27.4	28.1	28.6	29.0							29.0	40
26.8	27.1	27.3	27.5	27.7	28.2	28.9	29.4	29.8							29.9	41
27.6	27.8	28.1	28.3	28.5	29.0	29.7	30.2	30.6							30.8	42
28.3	28.6	28.8	29.0	29.2	29.8	30.4	31.0	31.4							31.7	43
29.0	29.3	29.6	29.8	30.0	30.5	31.2	31.8	32.2							32.5	44
29.8	30.0	30.3	30.5	30.8	31.3	32.0	32.6	33.0	33.4						33.4	45
30.5	30.8	31.1	31.3	31.5	32.1	32.8	33.4	33.9	34.3						34.3	46
31.2	31.5	31.8	32.1	32.3	32.9	33.6	34.2	34.7	35.1						35.2	47
32.0	32.3	32.6	32.8	33.0	33.6	34.4	35.0	35.5	35.9						36.1	48
32.7	33.0	33.3	33.6	33.8	34.4	35.2	35.8	36.3	36.7						37.0	49
33.5	33.8	34.1	34.3	34.6	35.2	36.0	36.6	37.1	37.5	37.9					37.9	50
18	19	20	21	22	25	30	35	40	45	50	60	70	90	110	k=N	N

Ἡ ὥρα π.χ. μέγιστης **τηλεφωνικῆς** κινήσεως βρίσκεται συνήθως τό πρωί μεταξύ 9.00 καί 11.00. Ἡ ἀκριβής της θέση στό 24ωρο καθώς καί ἡ κίνηση A , πού ἐμφανίζεται τήν ὥρα αὐτή προσδιορίζονται μέ μετρήσεις σέ λειτουργοῦσες τηλεφωνικές ἐγκαταστάσεις σύμφωνα μέ προδιαγραφές τῆς CCITT. Συγκεκριμένα, ἀπό μετρήσεις τῆς τηλεφωνικῆς κινήσεως πολλῶν ἡμερῶν προσδιορίζεται τό διάγραμμα τῆς μέσης τηλεφωνικῆς κινήσεως σ' ἓνα 24ωρο. Τό διάγραμμα αὐτό προκύπτει ἀπ' τό μέσο ὄρο τῆς τηλεφωνικῆς κινήσεως σέ κάθε τέταρτο μιᾶς ὥρας. Δηλαδή οἱ τηλεφωνικές κινήσεις τοῦ ἴδιου τέταρτου ὅλων τῶν ἡμερῶν παρατηρήσεως ἀθροίζονται καί τό σύνολο διαιρεῖται μέ τόν ἀριθμό τῶν ἡμερῶν. Γιά τόν προσδιορισμό τῆς ὥρας μέγιστης κινήσεως καί τῆς τιμῆς της A , βρίσκονται στό διάγραμμα τέσσερα διαδοχικά τέταρτα, πού ἡ μέση τηλεφωνική κίνησή τους εἶναι μεγαλύτερη ἀπ' τή μέση κίνηση ὅλων τῶν ἄλλων τεσσάρων διαδοχικῶν τετάρτων τοῦ διαγράμματος. Τά 4 αὐτά διαδοχικά τέταρτα δίνουν τή θέση τῆς ὥρας μέγιστης κινήσεως στό 24ωρο καί ἡ μέση τηλεφωνική τους κίνηση, τήν κίνηση γιά τήν ὁποία ὑπολογίζονται οἱ γραμμές καί τά ὄργανα ἑνός τηλεφωνικοῦ κέντρου.

Πολλές φορές, ἡ κίνηση τήν ὥρα μέγιστης κινήσεως ἀνάγεται στή συνολική κίνηση ἑνός 24ωρου καί ἐκφράζεται σάν ποσοστό τῆς κινήσεως αὐτῆς. Ἔτσι προκύπτει ὁ **συντελεστής συγκεντρώσεως K** , πού δίνει τό ποσοστό τῆς ὁλικῆς κινήσεως ἑνός 24ωρου πού διεκπεραιώνεται τήν ὥρα τῆς μέγιστης κινήσεως. Ὁ συντελεστής K στά ἀστικά τηλεφωνικά κέντρα εἶναι συνήθως γύρω στά 12,5%.

Ὁ ὑπολογισμός τῶν ἀπωλειῶν σέ σύνθετες τηλεπικοινωνιακές διατάξεις, γιά τίς ὁποῖες δέν ὑπάρχουν ἢ δέν εἶναι εὐκόλη ἡ χρησιμοποίηση καταλλήλων μαθηματικῶν τύπων, γίνεται πειραματικά μέ τή βοήθεια προτύπων (μοντέλων). Τά πρότυπα εἴτε εἶναι ἠλεκτρικές κλπ. διατάξεις ἀνάλογες τῶν πραγματικῶν τηλεπικοινωνιακῶν διατάξεων, εἴτε εἶναι μαθηματικά πρότυπα, πού ἡ ἐπίλυσή τους γίνεται μέ τή βοήθεια ἠλεκτρονικῶν ὑπολογιστῶν.

ΟΓΔΟΟ ΜΕΡΟΣ

ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ ΣΤΗΝ ΑΣΤΙΚΗ ΚΑΙ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΗ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΣΣΑΡΑΚΟΣΤΟ ΠΡΩΤΟ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

41.1. Γενικά.

Γιά την αποκατάσταση μιᾶς τηλεφωνικῆς συνδέσεως, τήν ἐπίβλεψή της ὅσο διαρκεῖ ἡ συνδιάλεξη, τή χρέωση τῆς συνδιαλέξεως καί τέλος τή λύση τῆς συνδέσεως εἶναι ἀπαραίτητη κατά περίπτωση ἡ δημιουργία καί μεταβίβαση **σημάτων** τόσο μεταξύ δύο συνδρομητῶν καί τοῦ κέντρου ἢ τῶν κέντρων στά ὁποῖα εἶναι συνδεμένοι, ὅσο καί μεταξύ τῶν ὀργάνων καί γραμμῶν, πού παίρνουν μέρος στή σύνδεση.

Τά σήματα πού χρησιμοποιοῦνται σέ ἓνα τηλεφωνικό σύστημα διακρίνομε σέ δύο μεγάλες κατηγορίες:

α) Σέ **σήματα ζεύξεως** ἢ **κριτήρια σηματοδοτήσεως**.

β) Σέ **ἀκουστικά σήματα** ἢ **ἡχοσήματα**.

Κάθε **σήμα ζεύξεως** προκαλεῖ μιᾶ ξεχωριστή λειτουργία καί ἡ ἐμφάνισή του ἀποτελεῖ **κριτήριο** γιά τήν ἐμφάνιση τῆς ἀντίστοιχης λειτουργίας. Γιά τό λόγο αὐτό τά σήματα ζεύξεως ὀνομάζονται πιά εἰδικά **κριτήρια σηματοδοτήσεως**. Ἡ ἐμφάνιση π.χ. παλμοσειρῶν στό συνδρομητικό βρόχο ἀποτελεῖ τό κριτήριο τῆς **ἐπιλογῆς** τοῦ ἀριθμοῦ κλήσεως ἀπό τόν καλοῦντα συνδρομητή· τάση 60 V στὸν ἀγωγό c ἐνὸς ἐπιλογέα εἶναι τό κριτήριο, ὅτι ὁ ἐπιλογέας βρίσκεται στό στάδιο τῆς **δοκιμῆς** τῶν ἀπερχομένων γραμμῶν· μειωμένη τάση στὸν ἀγωγό c εἶναι τό κριτήριο **φραγῆς** τοῦ ὀργάνου, στό ὁποῖο εἰσέρχεται ὁ ἀγωγός αὐτός, ἔναντι καταλήψεως ἀπὸ ἄλλο ἐπιλογέα πού δοκιμάζει κ.ο.κ.

Τά **ἀκουστικά σήματα** πληροφοροῦν τό συνδρομητή πού καλεῖ καί τόν καλούμενο συνδρομητή σχετικά μέ τήν κατάσταση τῆς συνδέσεως στίς διάφορες φάσεις λειτουργίας. Τό ἡχόσημα, π.χ. ἐνάρξεως τῆς ἐπιλογῆς πληροφορεῖ τόν καλοῦντα συνδρομητή, ὅτι μπορεῖ νά προχωρήσῃ στήν ἐπιλογή τοῦ ἀριθμοῦ κλήσεως τοῦ καλουμένου, τό ἡχόσημα κλήσεως εἰδοποιεῖ τόν καλούμενο συνδρομητή, ὅτι κάποιος ἐπιθυμεῖ νά μιλήσῃ μαζί του κ.ο.κ.

Ἡ ἐπιλογή τόσο τῶν ἀκουστικῶν σημάτων ὅσο καί τῶν κριτηρίων ἐνὸς συστήματος ἔχει ἰδιαίτερη σημασία γιατί καθορίζει σέ μεγάλο βαθμό τίς δυνατότητες συνεργασίας τοῦ συστήματος αὐτοῦ μέ ἄλλα συστήματα καθὼς καί τίς δυνατότητες εἰσαγωγῆς στό σύστημα τηλεφωνικῶν κέντρων νεώτερου τύπου. Ἐπειδὴ γιά

τά ήχοσήματα έχομε ήδη μιλήσει στην παράγραφο 19.1, θά εξετάσομε στό μέρος αυτό του βιβλίου τή σηματοδότηση μέ **κριτήρια σηματοδοτήσεως**.

41.2. Κατηγορίες κριτηρίων.

α) Ἀνάλογα μέ τό ρεῦμα πού χρησιμοποιεῖται γιά τή δημιουργία τῶν κριτηρίων, διακρίνομε **κριτήρια συνεχοῦς ρεύματος** ἢ **συνεχορευματικά κριτήρια** καί **κριτήρια ἐναλλασσόμενου ρεύματος** ἢ **ἐναλλακτορευματικά κριτήρια**.

β) Ἀνάλογα μέ τήν κατεύθυνση στήν ὁποία μεταδίδονται τά κριτήρια διακρίνομε **κριτήρια πρὸς τά ἔμπρὸς** πού κινοῦνται στήν κατεύθυνση καλῶν-καλούμενος καί **κριτήρια πρὸς τά πίσω**, πού κινοῦνται σέ ἀντίστροφη κατεύθυνση.

Κριτήρια πρὸς τά ἔμπρὸς εἶναι π.χ. τά κριτήρια:

- Καταλήψεως.
- Ἐπιλογῆς.
- Ἐπισυνδέσεως.
- Ἀπολύσεως.

Κριτήρια πρὸς τά πίσω, εἶναι τά κριτήρια:

- Ἐνάρξεως συνδιαλέξεως.
- Λήξεως συνδιαλέξεως.
- Ἐνταμιεύσεως παλμοσειρῶν.

γ) Ἀνάλογα μέ τό δίκτυο πού ἐξυπηρετοῦν, διακρίνομε **κριτήρια ἀστικῆς τηλεφωνίας** καί **κριτήρια ὑπεραστικῆς τηλεφωνίας**.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΣΣΑΡΑΚΟΣΤΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ ΣΤΗΝ ΑΣΤΙΚΗ ΚΑΙ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΗ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑ

42.1 Σηματοδότηση στην αστική τηλεφωνία.

Μέ εξαίρεση τά διάφορα ήχοσήματα πού χρησιμοποιούν αναγκαστικά έναλλασσόμενο ρεύμα ακουστικής συχνότητας, π.χ. 450 Hz (σήμα έναρξεως έπιλογής, σήμα ελεύθερου, σήμα κατειλημμένου κλπ.) ή 25 Hz (σήμα κλήσεως) γιά νά γίνονται άντιληπτά από τούς συνδρομητές, τά υπόλοιπα σήματα τής αστικής τηλεφωνίας, δηλαδή τά κριτήρια είναι άποκλειστικά σήματα **συνεχοῦς ρεύματος**. Αυτό όφείλεται βασικά σέ Ιστορικούς λόγους καί στην άπλόττητα πού παρουσιάζει ή σηματοδότηση μέ συνεχές ρεύμα.

Τό συνεχές ρεύμα έχει μηδενική συχνότητα καί γιαυτό δέν γίνεται άντιληπτό άπό τό ανθρώπινο ατί. Έτσι ταυτόχρονα μέ τήν όμιλία μπορούν νά μεταδίδονται σήματα συνεχούς ρεύματος, χωρίς νά προκαλοῦν παρενόχληση. Άκόμα, έπειδή είναι δυνατή ή άλλαγή τής **πολικότητας** τοῦ συνεχούς ρεύματος, διπλασιάζεται ό άριθμός τών άνεξαρτήτων σημάτων πού μπορούν νά χρησιμοποιηθοῦν γιά τή σηματοδότηση.

Σάν κριτήρια συνεχούς ρεύματος χρησιμοποιούνται συνήθως **σήματα διάρκειας**, πού δημιουργοῦνται θέτοντας **τάση** ή **γῆ** στοῦς άγωγούς α ή b ή c, όπότε τό κύκλωμα ενός σήματος περιλαμβάνει ένα μόνο άγωγό καί κλείνει μέσω τής γῆς, ή θέτοντας τάση-γῆ στό βρόχο a-b, όπότε τό κύκλωμα τοῦ σήματος περιλαμβάνει δύο άγωγούς καί κλείνει πάλι μέσω τής γῆς. Σέ καθένα από τούς 4 αὐτούς δρόμους σηματοδοτήσεως τό ρεύμα μπορεί νά ρέει σέ **δύο** κατευθύνσεις κι έτσι παίρνονται 8 διαφορετικοί συνδυασμοί γιά τή διάκριση τών κριτηρίων. Π.χ. τό κριτήριο ότι ό καλούμενος συνδρομητής άπάντησε στην κλήση δημιουργείται από τόν τελικό έπιλογέα τής συνδέσεως μέ έφαρμογή άρνητικοῦ δυναμικοῦ στόν άγωγό b, μόλις ό καλούμενος ὑψώσει τό άκουστικό του. Τό δυναμικό αὐτό παραμένει στόν άγωγό b μέχρι τή λύση τής συνδέσεως.

Τά σπουδαιότερα κριτήρια συνεχούς ρεύματος είναι τά κριτήρια:

- Καταλήψεως.
- Έπιλογής.
- Δοκιμής.
- Φραγῆς.
- Όπισθογραφῆς.
- Έναρξεως συνδιαλέξεως.
- Άπολύσεως.
- Τελοχρεώσεως.

Γιά τήν ανταλλαγή τῶν κριτηρίων συνεχοῦς ρεύματος μεταξύ τῶν κέντρων ἑνός ἀστικού συγκροτήματος χρησιμοποιοῦνται εἰδικές διατάξεις, οἱ **συνεχορευματικοί μεταφορεῖς** τῶν ζευκτικῶν γραμμῶν. Ἐπειδή γιά τή μείωση τοῦ κόστους τοῦ δικτύου μεταφέρονται ἀπό κέντρο σέ κέντρο μόνο οἱ δύο ἀγωγοί *a* καί *b* κάθε συνδέσεως, οἱ συνεχορευματικοί μεταφορεῖς, πού τοποθετοῦνται στήν ἀρχή καί στό τέλος κάθε γραμμῆς ζεύξεως, μετατρέπουν τήν τρίκλωνη σύνδεση σέ δίκλωνη σέ ἐξερχόμενη κατεύθυνση καί τή δίκλωνη σύνδεση σέ τρίκλωνη σέ εἰσερχόμενη κατεύθυνση. Ἔτσι μεταφέρονται τά κριτήρια τῶν τριῶν ἀγωγῶν *a,b,c* ἑνός κέντρου στούς δύο ἀγωγούς *a,b* τῆς γραμμῆς ζεύξεως μέ ἓνα μεταφορέα 3:2 καί τά κριτήρια τῆς γραμμῆς αὐτῆς μέ ἓνα μεταφορέα 2:3 στούς 3 ἀγωγούς *a,b,c* τοῦ ἄλλου κέντρου.

42.2 Σηματοδότηση στήν ὑπεραστική τηλεφωνία.

Στήν ὑπεραστική τηλεφωνία, λόγω τοῦ μεγάλου μήκους τῶν ζεύξεων, εἶναι ἀπαραίτητη ἡ χρησιμοποίηση ἐναλλασσόμενου ρεύματος πού μπορεῖ νά ἐνισχύεται καί ἐπίσης νά διαπερνᾷ τά μεταβιβαστικά πηνία (μεταφορεῖς), πού τοποθετοῦνται στά ἄκρα τῶν γραμμῶν, γιά νά ἐπιτυγχάνεται προσαρμογή τῶν χαρακτηριστικῶν ἀντιστάσεων γραμμῆς-ὀργάνων κέντρου, προστασία τῶν ὀργάνων καί τοῦ προσωπικοῦ τῶν κέντρων ἀπό ὑπερτάσεις πού ἐπάγονται στίς γραμμές κλπ. Οἱ ὑπεραστικές γραμμές, μέ ἐξαίρεση τίς ὁμοαξονικές, εἶναι, ὅπως ξέρομε, **συμμετρικές γραμμές** χωρίς γείωση γιά νά ἀποφεύγεται ἡ ἐμφάνιση διαφωνίας κλπ. Ἔτσι δέν εἶναι δυνατή ἡ μετάδοση σημάτων διαρκείας μέσω ἑνός μόνο ἀγωγοῦ καί τῆς γῆς, ὅπως στήν ἀστική τηλεφωνία. Ἀκόμα, ἐπειδή δέν εἶναι δυνατή ἀλλαγή τῆς πολικότητας τοῦ ρεύματος καί τά σήματα ἔχουν ἓνα μόνο δρόμο στή διάθεσή τους γιά τή μετάδοση — τό βρόχο τῆς συμμετρικῆς γραμμῆς — μειώνεται ὁ ἀριθμός τῶν συνδυασμῶν σημάτων ἀπό 8 σέ 1, συγκριτικά μέ τήν ἀστική τηλεφωνία.

Γιά νά διακρίνονται τά κριτήρια στήν ὑπεραστική τηλεφωνία χρησιμοποιοῦνται δύο δυνατότητες:

α) **Ἡ χρονική σειρά πού καταφθάνουν τά σήματα.**

Μιά κατάλληλη διάταξη παρακολουθεῖ τήν ἀφιξη τῶν σημάτων καί προκαλεῖ διαδοχικά τίς ἀντίστοιχες λειτουργίες.

β) **Ἡ διάρκεια τῶν σημάτων.**

Ἀνάλογα μέ τή διάρκεια κάθε σήματος, προσδιορίζεται ἡ σημασία του καί προκαλεῖται ἡ ἀντίστοιχη λειτουργία.

Οἱ συχνότητες τῶν σημάτων ἐπιλέγονται ἀνάλογα μέ τό εἶδος τῆς ζεύξεως.

Σέ ζεύξεις μικροῦ σχετικᾶ μήκους (15-75 km) χωρίς φερέσυχνα συστήματα (Φ/Σ) χρησιμοποιεῖται ρεῦμα χαμηλῆς συχνότητας 25 ἢ 50 ἢ 80 Hz. Σέ ζεύξεις μέ Φ/Σ οἱ συχνότητες τῶν σημάτων μπορεῖ νά βρίσκονται εἴτε μέσα στή ζώνη συχνοτήτων τῆς ὁμίλιας 300-3400 Hz, ὅποτε ἔχομε σηματοδότηση **ἀκουστικῶν συχνοτήτων**, εἴτε μέσα στή ζώνη 3400-4000 Hz, πού περισσεύει ἀπό τό κανάλι τῶν 4 kHz μιᾶς συνδιαλέξεως, ὅποτε ἔχομε **σηματοδότηση καναλιοῦ**.

Στή **σηματοδότηση καναλιοῦ** χρησιμοποιεῖται ἡ συχνότητα 3825 πού συνιστᾷ ἡ CCITT ἢ ἄλλη παραπλήσια συχνότητα, π.χ. ἡ 3850 Hz στή Δ. Γερμανία. Ἡ σηματο-

δότηση αυτή έχει τό πλεονέκτημα, ότι μπορεί νά γίνεται κατά τή διάρκεια τῆς συνδιαλέξεως χωρίς νά τήν παρενοχλεῖ καί χωρίς νά ὑπάρχει ὁ κίνδυνος μιά συχνότητα ὁμιλίας ἢ ἕνας συνδυασμός συχνοτήτων ὁμιλίας νά ἐκληφθεῖ ἀπό τό σύστημα σάν κριτήριο διακοπῆς τῆς συνδέσεως καί νά προκαλέσει τή διακοπή της. Μειονέκτημά της εἶναι ὅτι κατά τή σύνδεση καναλιῶν ὁμιλίας ἐκτός ἀπό τούς 4 ἀγωγούς ὁμιλίας τῶν δύο κατευθύνσεων, χρειάζεται ἕνα ἐπί πλέον ζευγος ἀγωγῶν γιά τό κανάλι σηματοδότησεως.

Στή **σηματοδότηση ἀκουστικῶν συχνοτήτων** χρησιμοποιοῦνται συνήθως μιά ἢ δύο συχνότητες μεγαλύτερες ἀπό 2000 Hz. Ὁ λόγος εἶναι ὅτι οἱ συχνότητες ὁμιλίας πάνω ἀπό 2000 Hz ἔχουν χαμηλότερη στάθμη καί εἶναι λιγότερο πιθανό νά προκαλέσουν διακοπή τῆς συνδέσεως. Πλεονέκτημα τῆς σηματοδότησεως αὐτῆς εἶναι ὅτι γιά τή σύνδεση καναλιῶν ὁμιλίας χρειάζεται ἡ σύνδεση μόνο τῶν 4 ἀγωγῶν ὁμιλίας. Μειονέκτημά της εἶναι ὅτι χρειάζονται εἰδικά κυκλώματα γιά νά ἐξασφαλιστεῖ, ὅτι δέν θά διακόπτεται ἡ σύνδεση ἀπό συχνότητες ὁμιλίας. Ἐπίσης μειονέκτημα εἶναι, ὅτι δέν μπορεί νά γίνεται σηματοδότηση κατά τή διάρκεια τῆς ὁμιλίας, ἀλλά μόνο στό διάστημα τῆς ἀποκαταστάσεως καί τῆς λύσεως τῆς συνδέσεως.

Τά κριτήρια ἐναλλασσόμενου ρεύματος διακρίνομε σέ κριτήρια πού ἀνταλλάσσονται μεταξύ τῶν ταμιευτῶν τοῦ ὑπεραστικοῦ συστήματος καί ὀνομάζονται **κριτήρια ταμιευτῶν**, ὅπως εἶναι π.χ. τά ψηφία τοῦ ἀριθμοῦ κλήσεως καί σέ κριτήρια πού χρησιμεύουν στήν κατάληψη καί ἀπόλυση γραμμῶν καί ὀνομάζονται **κριτήρια γραμμῶν**.

Ἡ συνεργασία ἀστικῶν καί ὑπεραστικῶν δικτύων ἀπαιτεῖ τή μετατροπή τῶν κριτηρίων συνεχοῦς ρεύματος τῆς ἀστικῆς τηλεφωνίας σέ κριτήρια ἐναλλασσόμενου ρεύματος καί ἀντίστροφα. Ἡ μετατροπή αὐτή πραγματοποιεῖται μέ κατάλληλες διατάξεις, τούς **ἐναλλακτορευματικούς μεταφορεῖς**, πού τοποθετοῦνται στά ἄκρα κάθε ὑπεραστικῆς γραμμῆς.

Ἡ μετάδοση τῶν σημάτων ἐναλλασσόμενου ρεύματος γίνεται εἴτε μέ ἀπλές **παλμοσειρές**, εἴτε μέ κατάλληλους **κώδικες** καί διακρίνεται σέ **ἐλεύθερη** καί **ἐξαγκασμένη μετάδοση**.

α) Σηματοδότηση μέ παλμοσειρές.

Στή σηματοδότηση μέ παλμοσειρές τά κριτήρια σχηματίζονται ἀπό παλμούς ἐναλλασσόμενου ρεύματος κατάλληλης συχνότητας καί διάρκειας. Οἱ ἐπιλογικοί παλμοί, π.χ. συνεχοῦς ρεύματος, μετατρέπονται σέ ἴσης διάρκειας παλμούς ὀρισμένης συχνότητας, π.χ. 50 Hz, ἐνῶ τά κριτήρια γραμμῶν ἀποτελοῦνται ἀπό ἕνα ἢ δύο συνήθως παλμούς πού διαφέρουν στή διάρκειά τους.

Ἀνάλογα μέ τή ζεύξη χρησιμοποιεῖται ρεῦμα χαμηλῆς συχνότητας (π.χ. 25, 50, 80 Hz), ἀκουστικῆς συχνότητας (π.χ. 2280, 3000 Hz), ἢ συχνότητας τοῦ καναλιοῦ σηματοδότησεως (π.χ. 3700, 3825, 3850 Hz).

β) Σηματοδότηση μέ κώδικες.

Στή σηματοδότηση μέ κώδικες χρησιμοποιοῦνται γιά τή μεταβίβαση σημάτων μεταξύ ταμιευτῶν (κριτήρια ταμιευτῶν) κατάλληλοι κώδικες μέ τούς ὁποίους ἐξασφαλίζεται γρήγορη σηματοδότηση καί ἀποκατάσταση τῆς συνδέσεως. Ἡ σηματοδότηση μέ κώδικες εἶναι ἀπαραίτητη σέ ζεύξεις μεγάλου μήκους, ὅπως εἶναι οἱ

διεθνείς ζεύξεις, στις οποίες παραμβάλλονται πολλοί ταμιευτές. Διακρίνουμε κώδικες μιās, δυό καί πολλών συχνότητων.

Στούς **κώδικες μιās καί δυό συχνότητων** ένα κωδικό σύμβολο, π.χ. ένα κωδικοποιημένο ψηφίο του αριθμού κλήσεως, αποτελείται από ορισμένο αριθμό κωδικών στοιχείων, όπως στα τηλεγραφικά σήματα. Τό σχήμα 42.2α δείχνει τή δομή ενός κώδικα μέ 4 στοιχεία. Κάθε στοιχείο μπορεί νά πάρη δύο τιμές 1 καί 0.

Στό σχήμα τά μαύρα τετράγωνα παριστάνουν τήν τιμή 1 τά άδεια τετράγωνα τήν τιμή 0. Άπ' τήν αντιμετάθεση τών τιμών 0,1 στά 4 στοιχεία του κώδικα προκύπτουν $2^4 = 16$ διαφορετικά σύμβολα. Τά σύμβολα 1,2,4 καί 8 περιλαμβάνουν ένα μόνο στοιχείο 1. Τά υπόλοιπα σύμβολα προκύπτουν προσθέτοντας 2 ή 3 άπ' τά σύμβολα αυτά (τό 3 π.χ. άπό τό 1 καί 2, ένw τό 7 άπό τό 4 τό 2 καί τό 1 κ.ο.κ.). Γιαυτό ο κώδικας όνομάζεται **προσθετικός κώδικας**.

Οί τιμές 1,0 πραγματοποιούνται μέ παλμούς είτε δύο διαφορετικών συχνότητων, είτε μιās συχνότητας καί διακοπής. Τό σύστημα π.χ. CCITT No 4 χρησιμοποιεί τίσ συχνότητες 2040 καί 2400 Hz. Κάθε σήμα ενός συμβόλου αποτελείται άπό 4 διαδοχικούς παλμούς αυτών τών συχνότητων. Άλλο σύστημα χρησιμοποιεί τή συχνότητα 2280 Hz γιά τήν τιμή 1 καί διακοπή γιά τήν τιμή 0.

Τά στοιχεία του κώδικα μεταβιβάζονται σέ σειρά, τό ένα ύστερα άπ' τό άλλο. Έτσι ένα σύμβολο χρειάζεται 300 ms περίπου γιά τήν έκπομπή (ή λήψη) του καί ή ταχύτητα έκπομπής (λήψεως) είναι 3 σύμβολα άνά δευτερόλεπτο. Έη ταχύτητα αυτή είναι μικρή καί δέν ίκανοποιεί, γενικά, τίσ άνάγκες. Γιαυτό σέ σύγχρονα συστήματα χρησιμοποιούνται κώδικες πού χρησιμοποιούν **συνδυασμούς συχνότητων**.

Τό σχήμα 42.2β δείχνει τή δομή ενός κώδικα πού σχηματίζεται μέ συνδυασμούς 2 στοιχείων άπό 5 στοιχεία (0,1,2,4,7). Χαρακτηριστικό του κώδικα αυτού είναι ότι κάθε σύμβολο περιλαμβάνει 2 στοιχεία «1» καί 3 στοιχεία «0». Ό κώδικας περιλαμβάνει 10 διαφορετικά σύμβολα, όσα είναι οί συνδυασμοί 2 άπό 5.

Γιά τήν επίταχυνση τής μεταδόσεως, δίνεται σέ κάθε ένα άπό τά 5 στοιχεία μιá διαφορετική συχνότητα. Έη μετάδοση ενός συμβόλου πραγματοποιείται μέ τή μετάδοση **ταυτόχρονα** τών δύο συχνότητων πού άντιστοιχοϋν στις τιμές 1 του συμβόλου. Τό σύστημα CCITT No 5 χρησιμοποιεί π.χ. τίσ συχνότητες 700, 900, 1100, 1300 καί 1500 Hz. Τό ψηφίο 1 ενός αριθμού κλήσεως μεταβιβάζεται μέ τίσ συχνότητες 700 + 900 Hz, τό ψηφίο 2 μέ τίσ συχνότητες 700 + 1100 Hz, τό 9 μέ τίσ συχνότητες 1100 + 1500 Hz κ.ο.κ.

Ό ευρωπαϊκός κώδικας R-2 τής CCITT πού χρησιμοποιείται στή διεθνή επικοινωνία χρησιμοποιεί 2 συχνότητες άπό 6 συχνότητες. Οί συνδυασμοί 2 άπό 6 δίνουν 15 διαφορετικά σύμβολα. Σέ κάθε κατεύθυνση μεταδόσεως χρησιμοποιούνται 6 διαφορετικές συχνότητες. Ό αριθμός τών συμβόλων διπλασιάζεται μέ τή βοήθεια **συμβόλων έναλλαγής**. Έη έκπομπή ενός συμβόλου έναλλαγής σημαίνει, ότι τά σύμβολα πού άκολουθοϋν έχουν τή δεύτερη σημασία τους.

Γενικά, κώδικες χρησιμοποιούνται γιά τήν άνταλλαγή πληροφοριών μεταξύ ταμιευτών (κριτήρια ταμιευτών), ένw τά κριτήρια γραμμών άποστέλλονται μέ παλμοσειρές στό κανάλι σηματοδοτήσεως, έξω άπό τό φάσμα όμιλίας.

Μέ τούς κώδικες πολλών συχνότητων μειώνεται σημαντικά ο χρόνος έκπομπής (λήψεως) τών σημάτων πού φθάνει σέ 7 ως 10 σύμβολα τό δευτερόλεπτο.

Στοιχείο συμβόλου	■ ■ ■ ■
	I II III IV
Τιμή στοιχείου	2 ⁰ 2 ¹ 2 ² 2 ³
	1 2 4 8
Αριθμός	Κωδικό σύμβολο
1	■ □ □ □
2	□ ■ □ □
3	■ ■ □ □
4	□ □ ■ □
5	■ □ ■ □
6	□ □ ■ □
7	■ ■ ■ □
8	□ □ ■ ■
9	■ □ ■ ■
10	□ ■ ■ ■
11	■ ■ ■ ■
12	□ □ ■ ■
13	■ □ ■ ■
14	□ ■ ■ ■
15	■ ■ ■ ■

Σχ. 42.2α.

Κώδικας τεσσάρων στοιχείων.

Στοιχείο συμβόλου	■ ■ ■ ■ ■
	I II III IV V
Τιμή στοιχείου	0 1 2 4 7
Αριθμός	Κωδικό σύμβολο
1	■ ■ □ □ □
2	■ □ ■ □ □
3	□ ■ ■ □ □
4	■ □ □ ■ □
5	□ ■ □ ■ □
6	□ □ ■ ■ □
7	■ □ □ □ ■
8	□ ■ □ □ ■
9	□ □ ■ □ ■
10	□ □ □ ■ ■

Σχ. 42.2β.

Κώδικας 2 από 5.

γ) Μέθοδοι σηματοδότησεως.

Ανάλογα με τον τρόπο που πραγματοποιείται ή αποστολή των σημάτων σε μία κατεύθυνση, διακρίνουμε δύο είδη σηματοδότησεως: την **ελεύθερη** και την **εξαναγκασμένη σηματοδότηση**.

Ελεύθερη σηματοδότηση έχουμε, όταν ή αποστολή σημάτων σε μία κατεύθυνση, είτε προς τα εμπρός είτε προς τα πίσω, είναι ανεξάρτητη από τη λήψη σημάτων που αποστέλλονται στην άλλη κατεύθυνση. Ελεύθερη σηματοδότηση έχουμε π.χ. στο σύστημα CCITT No 5.

Στην εξαναγκασμένη σηματοδότηση ή λήψη ενός σήματος προκαλεί την αποστολή **σήματος έπιβεβαιώσεως** σε αντίθετη κατεύθυνση. Τό αρχικό σήμα εξακολουθεί να εκπέμπεται μέχρις ότου ληφθεί τό σήμα έπιβεβαιώσεως, που προκαλεί τη διακοπή του. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται μεγαλύτερη ασφάλεια στη σηματοδότηση. Έξαναγκασμένη σηματοδότηση έχουμε π.χ. στο σύστημα CCITT No 6.

Η αποκατάσταση μιας υπεραστικής συνδέσεως μπορεί να γίνεται είτε **κατά τμήματα** είτε από **τέρμα σε τέρμα**. Στην πρώτη περίπτωση **δλς** οι πληροφορίες που έχει ένας ταμιευτής μεταβιβάζονται στον επόμενο διαβατικό ταμιευτή, μόλις πραγματοποιηθεί ή σύνδεση του επόμενου τμήματος, ενώ ο πρώτος ταμιευτής αποσυνδέεται. Στη δεύτερη περίπτωση ο αρχικός ταμιευτής, στο ένα τέρμα της συνδέσεως, παραμένει σε λειτουργία μέχρις ότου ή σύνδεση φθάσει στο άλλο τέρμα και αποστέλλει στους ενδιάμεσους, διαβατικούς ταμιευτές μόνο εκείνες τις

πληροφορίες πού χρειάζεται ο καθένας για να καθοδηγήσει τη σύνδεση μέχρι τον επόμενο ταμιευτή.

Η σύνδεση από τέρμα σε τέρμα είναι συντομότερη από τη σύνδεση κατά τμήματα γιατί μεταβιβάζονται μόνο οι έντελως απαραίτητες πληροφορίες, δηλαδή λιγότερες πληροφορίες, στους ενδιάμεσους ταμιευτές. Η σύνδεση κατά τμήματα δημιουργεί, αντίθετα, λιγότερα προβλήματα μεταδόσεως, γιατί οι απαιτήσεις σχετικά με τη στάθμη του σήματος, την ευστάθεια του κυκλώματος, κλπ. περιορίζονται σε κάθε ξεχωριστό τμήμα και δεν καλύπτουν ολόκληρη τη ζεύξη.

Μιά νέα δυνατότητα μεταβιβάσεως των σημάτων στην υπεραστική τηλεφωνία δίνει η χρησιμοποίηση ενός **κοινού καναλιού σηματοδοτήσεως** για μεγάλο αριθμό συνδιαλέξεων. Στην περίπτωση αυτή κάθε συνδιάλεξη δεν έχει το δικό της ξεχωριστό κανάλι σηματοδοτήσεως, αλλά τα σήματά της αποστέλλονται κωδικοποιημένα μαζί με τα σήματα των άλλων συνδιαλέξεων σε ένα κοινό κανάλι σηματοδοτήσεως. Τη δυνατότητα αυτή έχει το σύστημα CCITT No 6 πού μπορεί να εξυπηρετήσει 2048 συνδιαλέξεις σε ένα κοινό κανάλι σηματοδοτήσεως.

Συστήματα με κοινό κανάλι σηματοδοτήσεως παρουσιάζουν πλεονεκτήματα σε συνδυασμό με ηλεκτρονικά συστήματα ένταμιευμένου προγράμματος πού είναι σε θέση να επεξεργάζονται τις κωδικοποιημένες πληροφορίες. Μειονέκτημά τους είναι, ότι απαιτούν πολύ μεγάλη ασφάλεια μεταδόσεως, γιατί βλάβη στο κοινό κανάλι σηματοδοτήσεως σημαίνει διακοπή όλων των συνδιαλέξεων πού εξυπηρετούνται από αυτό.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΠΡΩΤΟ

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΩΝ ΚΕΝΤΡΩΝ

Γιά τόν ύπολογισμό, τήν κατασκευή, τήν εγκατάσταση καί τήν παρακολούθηση τής λειτουργίας τηλεπικοινωνιακῶν κέντρων χρησιμοποιοῦνται κατάλληλα διαγράμματα, στά ὁποῖα τά διάφορα ὄργανα, ἐξαρτήματα κλπ. παριστάνονται μέ εἰδικά σύμβολα. Τά σύμβολα διαφέρουν στά διάφορα κράτη ανάλογα μέ τήν τυποποίηση πού ἔχει καθιερωθεῖ στό καθένα. Στούς Πίνακες 1 ὡς 10 τοῦ Παραρτήματος, δίνονται τά βασικά τηλεπικοινωνιακά σύμβολα σύμφωνα μέ τή γερμανική τυποποίηση DIN.

Τά σπουδαιότερα διαγράμματα τηλεπικοινωνιακῶν κέντρων εἶναι τό ἐποπτικό διάγραμμα, τό κυκλωματικό διάγραμμα, τό διάγραμμα ρωστήρων καί τό τοπογραφικό διάγραμμα.

1.1 Ἐποπτικό διάγραμμα.

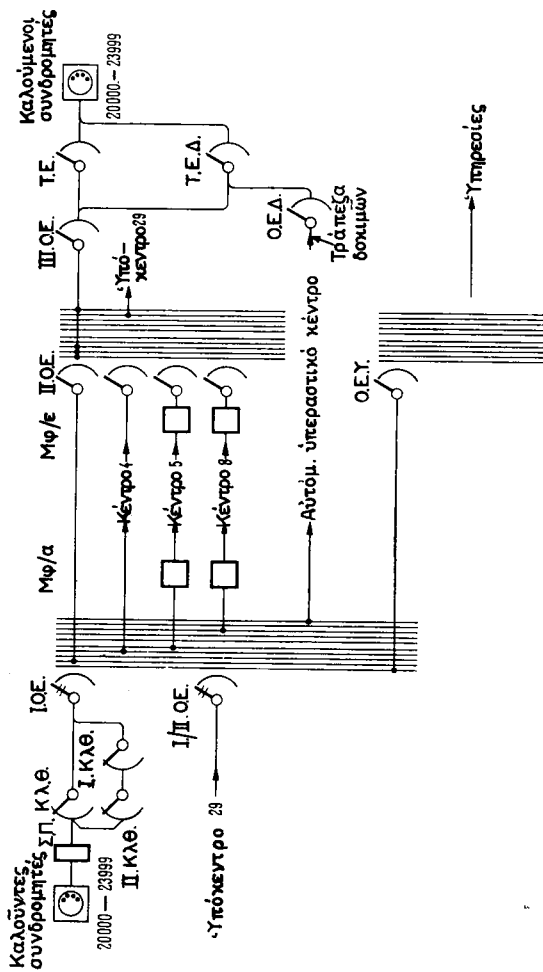
Τό ἐποπτικό διάγραμμα δείχνει γενικά τή διάταξη τῶν ἐπιλογικῶν βαθμίδων σ' ἓνα ἢ περισσότερα κέντρα καί τόν τρόπο πού συνδέονται μεταξύ τους, χωρίς νά παρουσιάζει τά κατασκευαστικά στοιχεῖα ἀπ' τά ὁποῖα ἀποτελοῦνται (π.χ. ρωστήρες, ἀντιστάτες, πηνία κλπ.).

Μέ τή βοήθεια τοῦ ἐποπτικοῦ διαγράμματος γίνεται δυνατή ἡ παρακολούθηση τής ἀποκατάστασews μιᾶς συνδέσεως ἀπό τόν καλοῦντα στόν καλούμενο συνδρομητή. Ἀκόμα γίνεται φανερό, πῶς διακλαδίζεται ἡ τηλεφωνική κίνηση στίς διάφορες βαθμίδες τοῦ κέντρου.

Τό σχῆμα 1.1 δείχνει γιά παράδειγμα τό ἐποπτικό διάγραμμα ἑνός ἠλεκτρομηχανικοῦ τηλεφωνικοῦ κέντρου μέ ἐπιλογεῖς. Τό διάγραμμα αὐτό εἶναι ὁμοιο μέ τά διαγράμματα πού γνωρίσαμε στό τρίτο κεφάλαιο τοῦ τρίτου μέρους τοῦ βιβλίου καί ἡ ἀνάγνωσή του γίνεται μέ τόν ἴδιο τρόπο πού περιγράψαμε στίς σχετικές παραγράφους.

1.2 Κυκλωματικό διάγραμμα.

Τό κυκλωματικό διάγραμμα παριστάνει λεπτομερειακά τά κυκλώματα πού χρησιμοποιοῦνται γιά τή λειτουργία τῶν διαφόρων ὁργάνων κατά τήν ἀποκατάσταση τής συνδέσεως, γιά τόν ἔλεγχο τής συνδέσεως σ' ὅλες τίς φάσεις της, γιά τήν ἀπόλυσή της μετά τό τέλος τής συνδιαλέξεως, γιά τή χρέωση τής συνδιαλέξεως, κ.ο.κ. Οἱ κατασκευαστικές μονάδες δέν παριστάνονται συνοπτικά μέ ἓνα σύμβολο, ἀλλά ἀναλύονται στά ξεχωριστά τους στοιχεῖα, ὥστε νά γίνεται φανερός ὁ ρόλος τους



Σχ. 1.1.

Έποπτικό διάγραμμα ηλεκτρομηχανικού τηλεφωνικού κέντρου με έπιλογείς.

στά διάφορα κυκλώματα. Μέ τη βοήθεια ενός πολύ απλού κυκλωματικού διαγράμματος, του διαγράμματος του προειπολογέα ΠΕ. ενός ύψοστροφικού συστήματος, θα περιγράψουμε στη συνέχεια πώς διαβάζονται τα κυκλωματικά διαγράμματα (σχ. 1.2).

Γιά τη σύντομη ανάγνωση ενός κυκλωματικού διαγράμματος είναι απαραίτητο να ξέρει κανείς τις λειτουργίες που πραγματοποιούνται στο κέντρο με τη διαδοχική τους σειρά. Ξεκινώντας απ' την πρώτη λειτουργία προσδιορίζει το κύκλωμα που ενεργοποιείται, κατόπιν προσδιορίζει την επίδραση του κυκλώματος αυτού στη δεύτερη λειτουργία και το κύκλωμα που την προκαλεί από τη λειτουργία του δεύτερου κυκλώματος προχωρεί στην τρίτη λειτουργία και στο κύκλωμά της, κ.ο.κ.

Οι διαδοχικές λειτουργίες στην περίπτωση ενός ΠΕ. είναι οι εξής:

Ο συνδρομητής ύψώνει το μικροτηλέφωνο. Μέ αυτή την ενέργειά του πρέπει να μπει σε κίνηση ο ΠΕ. του στο κέντρο και να αναζητήσει μια ελεύθερη γραμμή από τις 10 (ή 15 κλπ.), που είναι συνδεδεμένες στις εξόδους του, προς ένα Ι.Ο.Ε. Στην πρώτη ελεύθερη γραμμή που θα βρει πρέπει να σταματήσει γιά να πραγματοποιηθεί η σύνδεση του συνδρομητή με τον Ι.Ο.Ε. Παράλληλα πρέπει να εξασφαλισθεί, ότι ο Ι.Ο.Ε. που καταλήφθηκε δεν μπορεί να καταληφθεί σ' όλη τη διάρκεια της συνδέσεως από τον ΠΕ. άλλου συνδρομητή που αναζητεί ελεύθερη γραμμή. Μετά το τέλος της συνδιαλέξεως η σύνδεση πρέπει να λυθεί και να επιστρέψει ο ΠΕ. στη θέση έκκινήσεως.

Στο διάγραμμα του σχήματος 1.2 έχουν σχεδιαστεί τα κυκλώματα, που αντιστοιχούν στις βασικές λειτουργίες που περιγράψαμε, με διαφορετικά χρώματα. Οι επαφές είναι σχεδιασμένοι στη θέση ήρεμίας και ενεργοποιούνται κλείνοντας ή ανοίγοντας. Οι ρωστήρες χαρακτηρίζονται με κεφαλαίο γράμμα του λατινικού αλφάβητου, π.χ. τό R, ενώ οι επαφές τους με το αντίστοιχο μικρό γράμμα και με έκθετη ένα λατινικό αριθμό, π.χ. με rI, rII, κλπ.

Ξεκινώντας με την ενέργεια του συνδρομητή που ύψώνει το μικροτηλέφωνο του και ξέροντας ότι αποτέλεσμα της είναι να ένωθούν στην τηλεφωνική συσκευή οι άγωγοι όμιλίας a και b, βρίσκουμε το πρώτο κύκλωμα που κλείνει. Είναι το μώβ κύκλωμα που περιλαμβάνει το ρωστήρα R και προκαλεί την ενεργοποίησή του: Τάση 60 V, ασφάλεια 6 A, μετασχηματιστής LA, ασφάλεια 0,75 A, αντίστατης W1. 500 Ω, επαφές tI, άγωγός a, συσκευή του συνδρομητή, άγωγός b, επαφές tX, ρωστήρας R 500, γή.

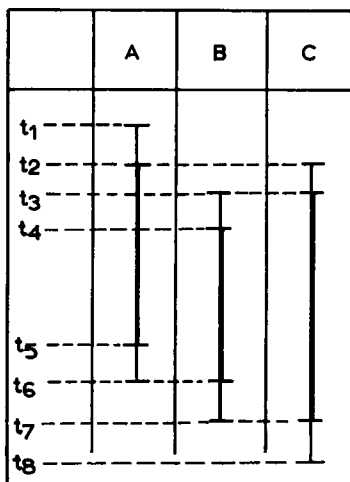
Η ενεργοποίηση του ρωστήρα R πρέπει να προκαλέσει τη λειτουργία του ηλεκτρομαγνήτη περιστροφής D60 του ΠΕ., ώστε να αρχίσει ο ΠΕ. να περιστρέφεται. Έξετάζοντας το κύκλωμα του D60 (κύκλωμα με κόκκινη συνεχή γραμμή), βλέπουμε ότι σ' αυτό υπάρχει ο επαφές rII, που το κλείσιμό του προκαλεί το κλείσιμο του κυκλώματος του D60: Τάση 60 V, ασφάλεια 6 A, ασφάλεια 0,75 A, βραχίονας d του ΠΕ. στη θέση έκκινήσεως (μηδενική θέση), επαφές rII, ηλεκτρομαγνήτης D60, ασφάλεια 1,5 A, ρωστηριακός διακόπτης RU, γή.

Ο ρωστηριακός διακόπτης RU ανοίγει και κλείνει ρυθμικά το κύκλωμα του D60, ώστε να μαγνητίζεται και να άπομαγνητίζεται, να έλκει τον όπλισμό του και να προχωρούν οι βραχίονες του ΠΕ. βήμα προς βήμα. Μέ το πρώτο βήμα που έκτελει ο έπιλογέας, ο βραχίονας d φεύγει από τη θέση έκκινήσεως και έρχεται στην τράπεζα 1 - 11 μέσω της όποιας κλείνει πλέον το κύκλωμα του D60 σ' όλα τα βήματα.

Σέ κάθε έξοδο τοῦ ΠΕ. ἀπό τήν ὁποία περνοῦν οἱ βραχίονες, εἶναι συνδεδεμένοι οἱ δύο ἀγωγοί ὁμιλίας a , b καί ὁ ἀγωγός δοκιμῆς c μιᾶς γραμμῆς, πού ὁδηγεῖ σέ ἓνα Ι.Ο.Ε. Ὁ ἀγωγός c καταλήγει μέσω ὀρισμένων ρωστήρων σέ γῆ, στόν Ι.Ο.Ε. Γιά νά σταματήσουν οἱ βραχίονες σέ ἓνα **ἐλεύθερο Ι.Ο.Ε.** πρέπει νά διακοπεῖ τό κύκλωμα τοῦ D60. Τό κύκλωμα αὐτό βλέπομε, ὅτι μόνο μέ τόν ἐπαφέα t^{III} τοῦ ρωστήρα T μπορεῖ νά διακοπεῖ. Ἄρα πρέπει νά διεγερθεῖ ὁ ρωστήρας T , μόλις βρεθεῖ ἐλεύθερος Ι.Ο.Ε. Ἐτσι προσδιορίζομε τό κύκλωμα τοῦ ρωστήρα T (κύκλωμα μπλέ μέ διακομμένη γραμμή): Τάση 60 V, ἀσφάλεια 6 A, ἀσφάλεια 0,75 A, βραχίονας d στή θέση 1 - 11, ἐπαφέας t^{II} , τύλιγμα T 800 τοῦ ρωστήρα T , τύλιγμα $T10$ παράλληλα μέ τό μετρητή συνδιαλέξεων $Z100$, βραχίονας c τοῦ ΠΕ. ἀγωγός c , γῆ στόν Ι.Ο.Ε. Μέσω τοῦ κυκλώματος αὐτοῦ διεγείρεται ὁ ρωστήρας T , σταματᾷ ὁ D60 καί ὁ ΠΕ. καταλαμβάνει τόν Ι.Ο.Ε. Ταυτόχρονα πρέπει νά ἐμποδιστεῖ ἓνας ἄλλος ΠΕ. νά καταλάβει τόν ἴδιο Ι.Ο.Ε., δηλαδή νά πραγματοποιηθεῖ **φραγή** τοῦ Ι.Ο.Ε. Ἄς θυμηθοῦμε, ὅτι οἱ τρεῖς ἀγωγοί a , b , c **μιᾶς ἐξόδου** τοῦ ΠΕ. εἶναι **παράλληλα** συνδεδεμένοι στήν ἴδια ἐξοδο ὄλων τῶν ΠΕ. μιᾶς ὁμάδας π.χ. 100 συνδρομητῶν, κι ἔτσι ἡ διαδικασία πού περιγράψαμε μπορεῖ νά γίνει σέ ὁποιοδήποτε ἄλλο ἀπό τούς ἐπιλογεῖς.

Ἡ φραγή τοῦ Ι.Ο.Ε. ἐπιτυγχάνεται ὡς ἑξῆς:

— Ὁ ἐπαφέας t^{III} , ἀνοίγοντας τό κύκλωμα τοῦ D60, βραχυκυκλώνει ταυτόχρονα τό τύλιγμα $T800$ τοῦ ρωστήρα T . Ὄταν ἓνας ἄλλος ΠΕ. δοκιμάσει τόν ἴδιο Ι.Ο.Ε., ὁ ρωστήρας του T μέ ὀλική ἀντίσταση 810 Ω βρίσκεται παράλληλα συνδεδεμένος στόν ἀρχικό ρωστήρα T μέ ἀντίσταση 10 Ω . Τά ρεύματα πού διαρρέουν τούς δύο ρωστήρες εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογα τῶν ἀντιστάσεών τους. Τό ρεῦμα δηλαδή στό δεύτερο ρωστήρα T εἶναι ἴσο μέ τό $10/810$ ἢ μέ τό $1/81$ τοῦ ρεύματος τοῦ πρώτου ρωστήρα. Τό ρεῦμα αὐτό εἶναι πολύ μικρό καί δέν ἐπαρκεῖ γιά τή διέγερση τοῦ δεύτερου ρωστήρα, ὁ ὁποῖος προχωρεῖ καί δοκιμάζει τήν ἐπόμενη ἐξοδο.



Σχ. 1.3.

Διάγραμμα ρωστήρων.

“Αν ο ΠΕ. δέν βρεῖ ἐλεύθερη γραμμή, φθάνει ὅπως ξέρομε στή θέση ἐκτρο-
φῆς (11η θέση τῆς τράπεζας ἐπαφῶν). Στή θέση αὐτή πρέπει ὁ ἐπιλογέας νά στα-
ματήσει καί ὁ συνδρομητής νά πάρει τό σῆμα κατειλημμένου. Αὐτό ἐπιτυγχάνεται
μέ τό κύκλωμα πού κλείνεται ἀπ’ τό βραχίονα c στή θέση 11 (κύκλωμα μέ κόκκινη
διακομμένη γραμμή): Τάση 60 V, ἀσφάλεια 6 A, ἀσφάλεια 0,75 A, βραχίονας d
στή θέση 1 - 11, ἐπαφῆς r^{II} , τύλιγμα T800, τύλιγμα T10 παράλληλα στό μετρητή
Z100, βραχίονας c στήν 11η θέση, ἀντιστάτης R500, ἐπαφῆς r^{IV} , ρωστήρας G,
γῆ.

Στό κύκλωμα αὐτό διεγείρονται ὁ ρωστήρας T πού διακόπτει μέ τόν ἐπαφέα του
 t^{III} τό κύκλωμα τοῦ D60 καί ὁ ρωστήρας G πού κλείνει τόν ἐπαφέα g στό μετα-
σχηματιστή LA. Τό σῆμα κατειλημμένου μεταβιβάζεται ἐπαγωγικά στό συνδρομη-
τή μέσω τοῦ κυκλώματος: Τάση 60 V, ἀσφάλεια 6 A, μετασχηματιστής LA, ἀσφά-
λεια 0,75 A, ἀντιστάτης W_1 500, 11η θέση, βραχίονας a , ἐπαφῆς t^{I} σέ θέση
ἐργασίας, συσκευή συνδρομητή, γραμμή b , ἐπαφῆς t^{V} σέ θέση ἐργασίας, 11η
θέση, βραχίονας b , ρωστήρας R500, γῆ. Ὁ ρωστήρας R500 παραμένει σέ διέγερ-
ση μέσω τοῦ κυκλώματος αὐτοῦ.

“Ὅταν ὁ συνδρομητής ἀκούσει τό σῆμα κατειλημμένου ἀποθέτει τό ἀκουστικό
του. Ἔτσι διακόπτεται τό κύκλωμα πού μόλις περιγράψαμε, ἀποδιεγείρεται ὁ ρω-
στήρας R500, ὁ ἐπαφέας του r^{IV} διακόπτει τό κύκλωμα τῶν ρωστήρων G καί T, ὁ
ἐπαφέας g διακόπτει τή μετάδοση τοῦ σήματος κατειλημμένου, ἐνῶ ὁ ἐπαφέας t^{III}
ἐπιστρέφει στή θέση ἡρεμίας καί κλείνει τό κύκλωμα τοῦ D60. Ἔτσι ὁ ἠλεκτρομα-
γνήτης ἀρχίζει νά λειτουργεῖ καί οἱ βραχίονές του προχωροῦν βῆμα πρὸς βῆμα μέ-
χρι νά φθάσουν στή μηδενική θέση, ὅπου διακόπτεται τό κύκλωμα καί σταματοῦν.

“Αν ὁ συνδρομητής δέν ἀποθέσει τό ἀκουστικό του ἀλλά ἀρχίσει τήν ἐπιλογή,
δέν ἀλλάζει τίποτε στά κυκλώματα καί συνεχίζεται ἡ ἀποστολή τοῦ σήματος κατει-
λημμένου, γιατί ὁ ρωστήρας R500 εἶναι βραδύπρωτος καί οἱ σύντομες διακοπές
τοῦ συνδρομητικοῦ βρόχου κατά τήν ἐπιλογή δέν τόν ἐπηρεάζουν.

1.3 Διάγραμμα ρωστήρων.

Τό διάγραμμα ρωστήρων παριστάνει τή λειτουργία τῶν ρωστήρων μιᾶς διατά-
ξεως ἀπ’ τή στιγμή πού διοχετεύεται ρεῦμα στόν καθένα μέχρι τή στιγμή πού ἀπο-
διεγείρεται, καθὼς καί τήν ἀλληλεξάρτηση τῆς λειτουργίας τῶν ρωστήρων. Μέ τό
διάγραμμα αὐτό διευκολύνεται σημαντικά ἡ ἀνάγνωση τοῦ κυκλωματικοῦ δια-
γράμματος.

Τό σχῆμα 1.3 δείχνει ἓνα ἀπλό διάγραμμα τριῶν ρωστήρων. Οἱ κάθετες γραμ-
μές παριστάνουν τή λειτουργία τῶν ρωστήρων σέ συνάρτηση τοῦ χρόνου, ἐνῶ οἱ
ὀριζόντιες γραμμές τήν ἀλληλεξάρτηση τῶν ρωστήρων. Τό διάγραμμα δίνει τίς ἐ-
ξῆς πληροφορίες:

Τή χρονική στιγμή t_1 κλείνει τό κύκλωμα τοῦ ρωστήρα A μέ ἀποτέλεσμα νά διε-
γερθεῖ ὕστερα ἀπό ὀρισμένο χρονικό διάστημα, τή χρονική στιγμή t_2 . Ἐνας ἐπα-
φέας τοῦ ρωστήρα A κλείνει τό κύκλωμα τοῦ ρωστήρα C, ὁ ὁποῖος διεγείρεται τή
χρονική στιγμή t_3 κλείνοντας τό κύκλωμα τοῦ ρωστήρα B, ὁ ὁποῖος διεγείρεται τή
χρονική στιγμή t_4 . Τή χρονική στιγμή t_5 διακόπτεται τό κύκλωμα τοῦ ρωστήρα A μέ
ἀποτέλεσμα νά ἀποδιεγερθεῖ τή χρονική στιγμή t_6 . Ἐνας ἐπαφέας τοῦ ρωστήρα A
ἐπιστρέφοντας στή θέση ἡρεμίας διακόπτει τό κύκλωμα τοῦ ρωστήρα B, ὁ ὁποῖος

ἀποδιεγείρεται τή χρονική στιγμή t_7 καί διακόπτει τό κύκλωμα τοῦ ρωστήρα C. Τέλος, ὁ ρωστήρας C ἀποδιεγείρεται τή χρονική στιγμή t_8 . Τό διάστημα πού ἕνας ρωστήρας βρίσκεται σέ λειτουργία παριστάνεται μέ ἔντονη γραμμή στὸν ἄξονα τοῦ χρόνου.

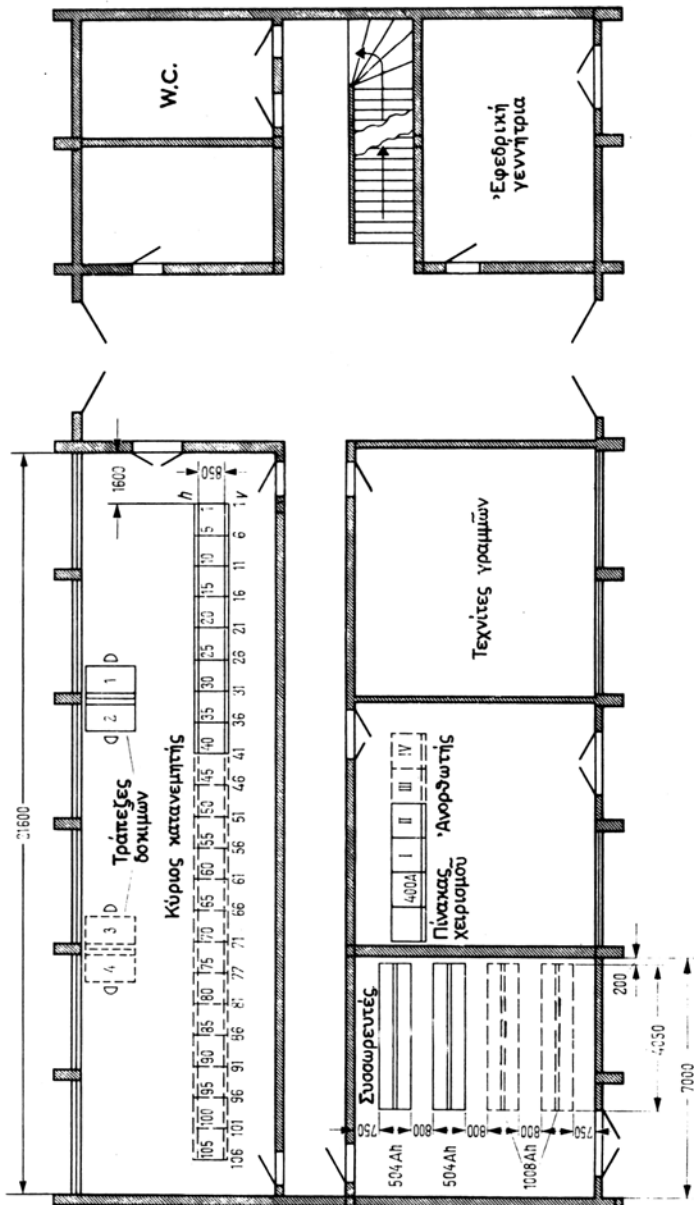
Ἐπειδὴ ἀπὸ τό διάγραμμα τῶν ρωστήρων διαπιστώνεται ἀμέσως πόσοι ρωστήρες ἐργάζονται ταυτόχρονα, εἶναι εὐκόλο νά ὑπολογιστεῖ τό μέγιστο ρεῖμα πού χρειάζεται γιὰ τή λειτουργία τῶν ρωστήρων τῆς διατάξεως.

1.4 Τοπογραφικό διάγραμμα.

Τό τοπογραφικό διάγραμμα δίνει τήν κάτοψη τῶν αἰθουσῶν τοῦ τηλεπικοινωνιακοῦ κέντρου μέ τή διάταξη τοῦ ἐξοπλισμοῦ σέ κάθε αἴθουσα. Τά σχήματα 1.4α καί 1.4β δείχνουν σάν παράδειγμα τό ἰσόγειο καί τόν Α΄ ὄροφο ἑνός τηλεφωνικοῦ κέντρου EMD ἄμεσης καθοδηγήσεως.

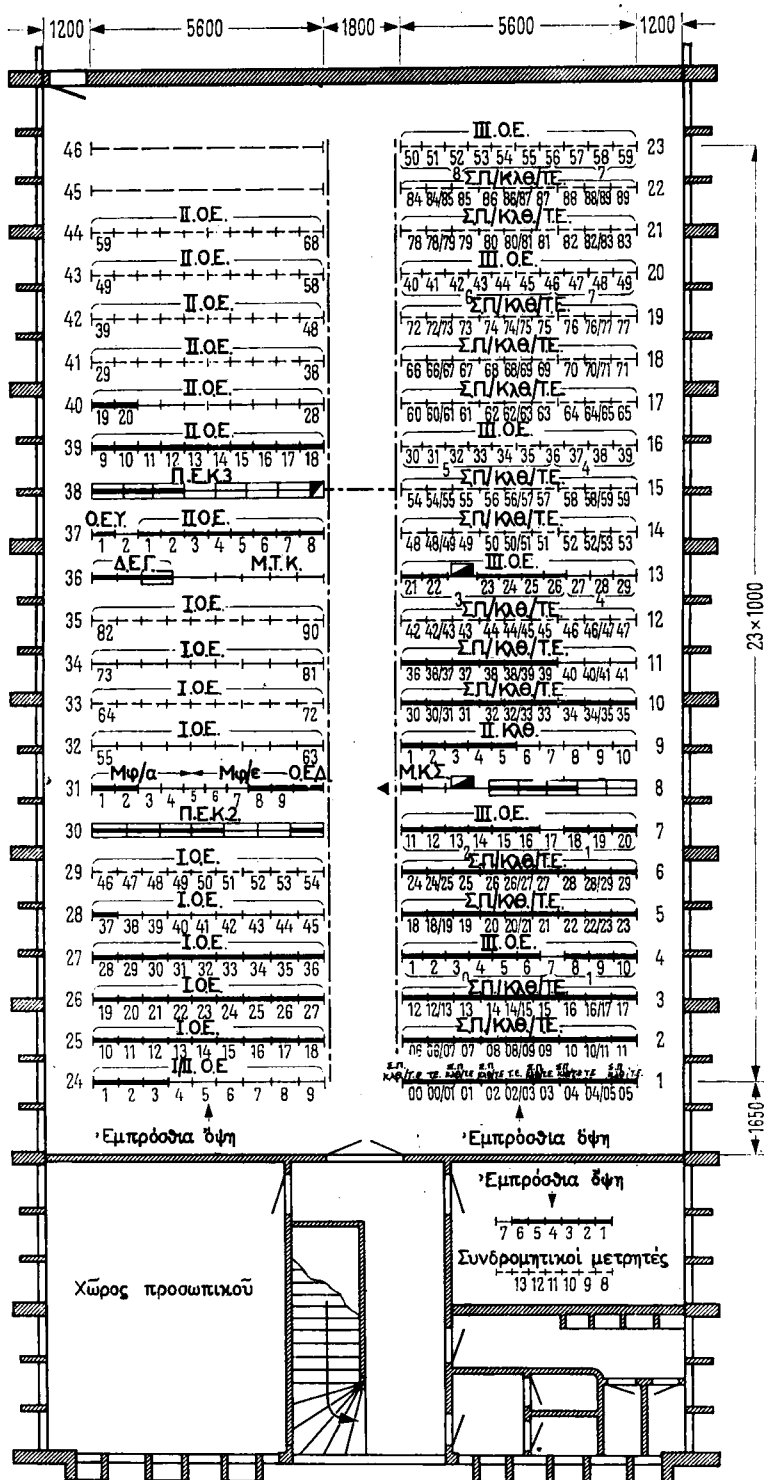
Στό ἰσόγειο διακρίνομε τήν ἐγκατάσταση ἡλεκτρικῆς τροφοδοτήσεως τοῦ κέντρου (ἀνορθωτές μέ πίνακα χειρισμοῦ, συσσωρευτές, ἐφεδρική γεννήτρια) καί τόν κύριο κατανεμητή μέ τίς θέσεις ἐλέγχου τῶν γραμμῶν. Στόν Α΄ ὄροφο εἶναι ταξινομημένα σέ σειρές ντουλάπια, πού περιέχουν τοὺς συνδρομητικούς παροχεῖς Σ.Π., τοὺς κλησιθῆρες ΚλΘ. τοὺς ὁδικούς ἐπιλογεῖς Ο.Ε., τοὺς τελικούς ἐπιλογεῖς Τ.Ε., τοὺς ὁδικούς ἐπιλογεῖς δοκιμῶν Ο.Ε.Δ., τή μηχανή κλήσεως καί σημάτων Μ.Κ.Σ., τίς διατάξεις ἐλέγχου τῶν γραμμῶν Δ.Ε.Γ., τοὺς ἀπερχόμενους μεταφορεῖς Μφ/α, τοὺς εἰσερχόμενους μεταφορεῖς Μφ/ε, καί τίς συσκευές μετρήσεως τῆς τηλεφωνικῆς κινήσεως Μ.Τ.Κ. Τά ντουλάπια πού ἀριθμοῦνται κατάλληλα γιὰ νά προσδιορίζονται εὐκόλα οἱ ὁμάδες συνδρομητῶν, γραμμῶν κλπ. πού ἐξυπηρετοῦν, εἶναι συναρμοσμένα σέ μεταλλικά πλαίσια. Ἐνα πλαίσιο περιλαμβάνει 9 ντουλάπια. Οἱ χοντρές γραμμές παριστάνουν πλαίσια ἐξοπλισμένα μέ ντουλάπια, ἐνῶ οἱ λεπτές, συνεχόμενες γραμμές πλαίσια χωρίς ἀκόμα τοποθετημένα ντουλάπια. Οἱ διακομμένες γραμμές δείχνουν τίς θέσεις προβλεπόμενων πλαισίων. Μεταξύ τῶν πλαισίων τῶν ἐπιλογέων κλπ. διακρίνονται καί τά πλαίσια τῶν ἐνδιάμεσων κατανεμητῶν Π.Ε.Κ., στά ὁποῖα φθάνουν οἱ γραμμές ἀπὸ τόν κεντρικό κατανεμητή.

Στόν Α΄ ὄροφο βρίσκεται ἐπίσης ὁ χώρος τῶν συνδρομητικῶν μετρητῶν καί ὁ χώρος τοῦ προσωπικοῦ τοῦ κέντρου.



Σχ. 1.4α.

Τοπογραφικό διάγραμμα του ίσογείου τηλεφωνικού κέντρου.

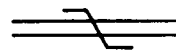
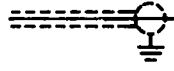
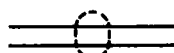
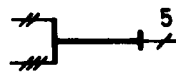
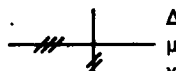
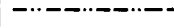
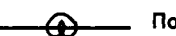


1. ΟΡΟΦΟΣ

Σχ. 1.4β.

Τοπογραφικό διάγραμμα του Α' όρόφου τηλεφωνικού κέντρου.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1**Γραμμές**

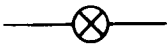
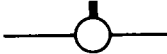
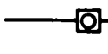
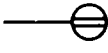
	Γραμμή, γενικά.		Όμοαξονική γραμμή
	Φορητή γραμμή		Όμοαξονική γραμμή με ηλεκτρική θωράκιση
	Γραμμή με δύο συστραμμένους (πλεγμένους) αγωγούς		Γραμμή με ηλεκτρική θωράκιση (αγείωτη)
	Γραμμή με συστραμμένους αγωγούς σε μονοπολική παράσταση		Γραμμή με ηλεκτρική θωράκιση (γειωμένη)
	Γραμμή με n συστραμμένους αγωγούς		Γραμμή με ηλεκτρική θωράκιση και ένδειξη του σημείου γειώσεως
	Γραμμή με ένδειξη του αριθμού των αγωγών, π.χ. 3 αγωγοί		Κοινή ηλεκτρική θωράκιση γραμμών που παριστάνονται ξεχωριστά στο διάγραμμα.
	Γραμμές σε μονοπολική παράσταση		
	Διασταύρωση γραμμών χωρίς σύνδεση		<u>Γραμμή με ένδειξη της χρήσεώς της</u>
	Διασταύρωση γραμμών σε μονοπολική παράσταση χωρίς σύνδεση		Γραμμή γειώσεως
	Γραμμή με γυμνούς αγωγούς		Γραμμή κουδουνιοδ
	Πουτινισμένη (φορτισμένη) γραμμή		Τηλεφωνική γραμμή
			Ραδιοφωνική γραμμή
			<u>Γραμμή με ένδειξη της τοποθετήσεως</u>
			Υπέργεια γραμμή
			Υπόγεια γραμμή
			Υποβρύχιο καλώδιο

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

Άσφάλειες

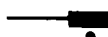
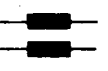
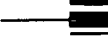
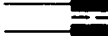
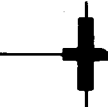
 Άσφάλεια, γενικά	 Άσφάλεια χαμηλής τάσεως
 Άσφάλεια υψηλής έντάσεως ($> 1\text{ A}$)	 Ηλεκτρομαγνητικός προστατευτικός διακόπτης με επιβραδυμένη ενεργοποίηση
 Άσφάλεια χαμηλής έντάσεως ($< 1\text{ A}$)	
 Διαδρομή σπινθήρα	 Ηλεκτροθερμικός προστατευτικός διακόπτης
 Διαδρομή σπινθήρα	 Διακόπτης υπερέντασης
	 Διακόπτης υποτέντασης
 Άπαγωγός υπερέντασης	 Διακόπτης υποτέντασης με επιβραδυμένη ενεργοποίηση
 Άσφάλεια τάσεως	
 Άσφάλεια υψηλής τάσεως	 Άσφαλειοδιακόπτης

ΠΙΝΑΚΑΣ 3
Συσκευές σηματοδοτήσεως

	Λυχνία πυρακτώσεως		Βομβητής
	Λυχνία αίγλης		Κόρνα συνεχούς ρεύματος
	Όπτικό σήμα		Κόρνα εναλλασσόμενου ρεύματος
	Πλήκτρο άφης γιά τυφλούς		Σειρήνα συνεχούς ρεύματος
	Κουδούνι συνεχούς ρεύματος		Σειρήνα εναλλασσόμενου ρεύματος
	Κουδούνι εναλλασσόμενου ρεύματος		Σειρήνα με ένδειξη της συχνότητας του τόνου σε Hz
	Κουδούνι ενός κτύπου (Γκόγκ)		Σειρήνα με εναλλασσόμενο τόνο
	Κουδούνι με κουδούνισμα όρισμένης διάρκειας		Μηχανισμός μετρήσεως
	Κουδούνι με συνεχές κουδούνισμα		Μετρητής συνδιαλέξεων
	Κουδούνι με όπτικό άγγελ- τήρα		Άγγελτήρας πτώσεως

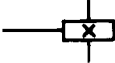
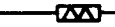
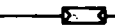
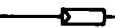
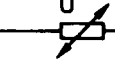
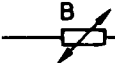
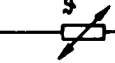
ΠΙΝΑΚΑΣ 4

Στοιχεία με αντίσταση

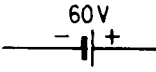
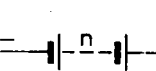
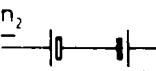
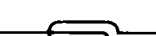
ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΜΕ ΩΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ (ΩΜΙΚΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΤΗΣ)  γενικά  με ένδιάμεσες λήψεις  0° Καθαρά ωμικός αντιστάτης	ΠΗΝΙΟ  γενικά  πηνίο με αέρα  πηνίο με σιδηρομαγνητικό πυρήνα  Πηνίο με σιδηρομαγνητικό πυρήνα και διάκενο αέρα  Πηνίο με πυρήνα μάζας  άλλος τρόπος παραστάσεως, γενικά
ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΜΕ ΧΩΡΗΤΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ  γενικά  90° με καθαρά χωρητική αντίσταση	ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗΣ  γενικά  χωρίς πυρήνα  με σιδηρομαγνητικό πυρήνα  με διάκενο αέρα  με πυρήνα μάζας  άλλος τρόπος παραστάσεως, γενικά
ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΜΕ ΕΠΑΓΩΓΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ  γενικά  με ένδιάμεσες λήψεις  90° με καθαρά επαγωγική αντίσταση	 Πυρήνας κόρου με ένα τύλιγμα ρυθμίσεως και ένα τύλιγμα εργασίας
ΠΥΚΝΩΤΗΣ  γενικά  με ένδειξη του εξωτερικού όπλισμού  Ηλεκτρολυτικός πυκνωτής, πολωμένος  Ηλεκτρολυτικός πυκνωτής χωρίς πόλωση	
ΣΥΜΒΟΛΑ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΤΗΤΑΣ  Δυνατότητα μεταβολής  Μεταβολή κατά βαθμίδες  Συνεχής μεταβολή  Αυτόματη μεταβολή κατά βαθμίδες  Αυτόματη συνεχής μεταβολή	

ΠΙΝΑΚΑΣ 5

Ήμιαγωγοί

	Ήλεκτρονικός διακόπτης γενικά		Γεννήτρια Hall
	Κρυσταλλοδίοδος		Φωτοηλεκτρικό στοιχείο, γενικά
	Δίοδος Ζίνερ		Φωτοαντιστάτης
	Ζεύγος διόδων με χαρακτηριστικά περιοριστή		Φωτοδίοδος
	TD Δίοδος σήραγγας (τουνελ)		Βαρίστορας
	Ανάστροφη δίοδος		Αντιστάτης μεταβαλλόμενος με την ένταση μαγνητικού πεδίου
	Δίοδος 4 ζωνών		Θερμίστορας (ψυχραγωγός, θερμαγωγός)
	Θυρίστορας		Τρανζίστορας τύπου PNP
	Δίοδος διπλής βάσεως		Τρανζίστορας τύπου NPN
	Φωτοστοιχείο		Φωτοτρανζίστορας

ΠΙΝΑΚΑΣ 6**Ήλεκτρικές πηγές**

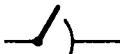
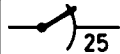
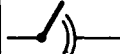
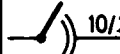
	Στοιχείο, συσσωρευτής γενικά		Γείωση
	Συσσωρευτής με ένδειξη της τάσεως και πολικότητας		Σώμα
	Συσσωρευτής με n στοιχεία		Μετατροπέας συνεχούς ρεύματος σε έναλλασσόμενο
	Συσσωρευτής με n_1 στοιχεία και n_2 ηλεκτρολυτικά αντίτασικά στοιχεία		Άνορθωτική συσκευή
	Μετασχηματιστής, π.χ. μετασχηματιστής κουδουνιού 220/5V		Πηγή έναλλασσόμενου ρεύματος
	Στροφαλοφόρος έπαγωγέας		Μηχανή κλήσεως και σημάτων Μ.Κ.Σ.

Όργανα έπιλογής και καθοδηγήσεως

	Έπιλογικός δίσκος		Άριθμοδότης
	Πληκτρολόγιο		Περιοδικός διακόπτης, γενικά
	Πληκτρα κλήσεως		Ρωσθηριακός διακόπτης
	Έπιλογικό πληκτρολόγιο		Κινητηριακός διακόπτης

ΠΙΝΑΚΑΣ 7

Έπιλογείς

	Έπιλογέας, γενικά		Έπαφική έδρα έπιλογέα με 2 διαφορετικές κινήσεις
	Έπιλογέας με θέση εκκέντρωσης (μηδενική θέση)		Κινητηριακός έπιλογέας με άτομική κινήσιόδοτηση και ένα είδος κινήσεως
	Έπιλογέας με παράσταση τής θέσεως εκκέντρωσης		Όπως προηγουμένως με 2 διαφορετικές κινήσεις
	Περιστροφικός έπιλογέας με ένδειξη του αριθμού των έξόδων		Έπιλογέας με κεντρική κινήσιόδοτηση
	Έπιλογέας με 2 διαφορετικές κινήσεις, π.χ. ύψοστροφικός έπιλογέας		Έπιλογέας με βραχίονες όμιλίας πού συνδέονται με τούς άγωγούς όμιλίας μετά τήν όδοθέτηση του έπιλογέα π.χ. έπιλογέας EMD
	Όπως προηγουμένως, με ένδειξη, του αριθμού βημάτων κάθε κινήσεως (π.χ. 10 βήματα άνυψώσεως, 20 περιστροφής)		
	Έπαφική έδρα, γενικά		Κωστηριακός έπιλογέας
	Έπαφική έδρα με παράσταση των έπαφικών θέσεων		Έπιλογείς με παράσταση του πολλαπλασιαστικού πεδίου
	Έπαφικές έδρες με διάκριση των κατευθύνσεων		
			Έπιλογέας πού όδοθετείται με σημάδευση

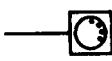
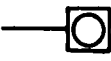
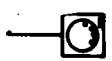
ΠΙΝΑΚΑΣ 8**Τηλεφωνικά κέντρα**

 Τηλεφωνικό κέντρο, γενικά	 Θέση τηλεφωνήτριας, γενικά
 Τηλεφωνικό κέντρο τοπικής συστοιχίας	 Θέση τηλεφωνήτριας με κορδόνια σε αυτόματη εγκατάσταση
 Χειροκίνητο τηλεφωνικό κέντρο με κορδόνια	 Θέση τηλεφωνήτριας με πληκτρολόγιο σε αυτόματη εγκατάσταση
 Τηλεφωνικό κέντρο κεντρικής συστοιχίας	 Θέση τηλεφωνήτριας με πληκτροαριθμοδότη σε αυτόματη εγκατάσταση
 Αυτόματο τηλεφωνικό κέντρο	 Συσκευή με αυτόματη καθοδήγηση γενικά

Ήλεκτροακουστικοί μετατροπείς

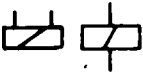
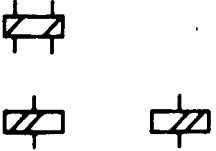
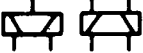
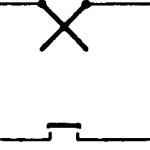
 Μικρόφωνο, γενικά	 Ήλεκτρομαγνητικό μικρόφωνο
 Άκουστικό, γενικά	 Κρυσταλλικό μικρόφωνο
 Μεγάφωνο, γενικά	 Μικρόφωνο πυκνωτή
 Ήλεκτρομαγνητικό άκουστικό	 Μικροτηλέφωνο
 Ήλεκτροδυναμικό άκουστικό	

ΠΙΝΑΚΑΣ 9
Τηλεφωνικές συσκευές

 Τηλεφωνική συσκευή, γενικά	 Τηλεφωνική συσκευή με επιλογικό δίσκο
 Ήμιεξωδικαιοῦχος	 Τηλεφωνική συσκευή με επιλογικό πληκτρολόγιο
 Έξωδικαιοῦχος	 Τηλεφωνική συσκευή με επιλογικό δίσκο (άλλη παράσταση)
 Τηλεδικαιοῦχος	 Τηλεφωνική συσκευή με αυτόματη επιλογή
 Τηλεφωνική συσκευή, γενικά (άλλη παράσταση)	 Τηλεφωνική συσκευή με επιλογικό δίσκο καί πληκτρα κλήσεως
 Τηλεφωνική συσκευή τοπικής συστοιχίας	 Τηλεφωνική συσκευή με μετρητή συνδιαλέξεων
 Τηλεφωνική συσκευή τοπικής συστοιχίας (άλλη παράσταση)	 Κερματοδέκτης
 Τηλεφωνική συσκευή κεντρικής συστοιχίας	 Κερματοδέκτης (άλλη παράσταση)
 Τηλεφωνική συσκευή κεντρικής συστοιχίας (άλλη παράσταση)	 Σύμβολο τηλεφωνικής επικοινωνίας

ΠΙΝΑΚΑΣ 10

Ρωστήρες

		μέ ένα ενεργό τύλιγμα
		διακρινόμενοι με κεφαλαία λατινικά γράμματα
		μέ περισσότερα ομόρροπα τυλίγματα
	μέ δύο αντίρροπα τυλίγματα	 Ρωστήρας εναλλασσόμενου ρεύματος
	Ρωστήρας με μαγνητική επιβράδυνση πτώσεως	 Ήλεκτρομαγνητικό ζευκτικό πεδίο π.χ. από ραβδεπαφικούς επιλογείς, ρωστήρες ESK, κλπ.
	Ρωστήρας με μαγνητική επιβράδυνση έλξεως	
	Ρωστήρας με μαγνητική επιβράδυνση έλξεως και πτώσεως	 100 Hz Ρωστήρας εναλλασσόμενου ρεύματος, με ένδειξη της συχνότητας
	Θερμορωστήρας	 Ρωστήρας συντατισμού για 20 Hz.
	Ήλεκτρομαγνήτης	 300 Ρωστήρας με ένδειξη της ωμικής αντίστασεως του τυλίγματος
	Πολωμένος ρωστήρας με μόνιμο μαγνήτη	 Τηλεγραφικός ρωστήρας με μεσαία θέση ήρεμίας
		 Τηλεγραφικός ρωστήρας με 2 θέσεις ήρεμίας

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΔΕΥΤΕΡΟ
ΠΙΝΑΚΕΣ ΑΠΟΛΥΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ

Ο Πίνακας 1 δίνει τη μετατροπή από νέπερ [Np] σε ντεσιμπέλ [db], σύμφωνα με τον τύπο:

$$1 \text{ Np} = 8,686 \text{ db}$$

Ο Πίνακας 2 δίνει τη μετατροπή από db σε Np σύμφωνα με τον τύπο:

$$1 \text{ db} = 0,115 \text{ Np}$$

Ο Πίνακας 3 δίνει την απόλυτη στάθμη τάσεως n_u σε Np, δηλαδή τη στάθμη που αναφέρεται στην τάση 0,775 V της πρότυπης γεννήτριας, σε συνάρτηση της τάσεως U, σύμφωνα με τον τύπο:

$$n_u = \ln \frac{U}{0,775 \text{ V}} \quad \text{Np}$$

Παράδειγμα: Αν η τάση σε ένα σημείο γραμμής είναι 70,33 mV, η απόλυτη στάθμη τάσεως στο σημείο αυτό είναι - 2,4 Np.

Ο Πίνακας 4 δίνει την απόλυτη στάθμη ισχύος n σε Npm, δηλαδή τη στάθμη που αναφέρεται στην ισχύ 1 mW της πρότυπης γεννήτριας, σε συνάρτηση της ισχύος P, σύμφωνα με τον τύπο:

$$n = \frac{1}{2} \ln \frac{P}{1 \text{ mW}} \quad \text{Npm}$$

Ο Πίνακας 5 δίνει την απόλυτη στάθμη τάσεως n_u σε db, σε συνάρτηση της τάσεως U, σύμφωνα με τον τύπο:

$$n_u = 20 \lg \frac{U}{0,775 \text{ V}} \quad \text{db}$$

Ο Πίνακας 6 δίνει την απόλυτη στάθμη ισχύος n σε dbm, σε συνάρτηση της ισχύος P, σύμφωνα με τον τύπο:

$$n = \lg \frac{P}{1 \text{ mW}} \quad \text{dbm}$$

ΠΙΝΑΚΑΣ 1
Μετατροπή Np σε db

<i>Np</i>	<i>db</i>	<i>Np</i>	<i>db</i>	<i>Np</i>	<i>db</i>	<i>Np</i>	<i>db</i>
0,1	0,8686	5,1	44,30	10,1	87,73	15,1	131,16
0,2	1,737	5,2	45,17	10,2	88,60	15,2	132,03
0,3	2,606	5,3	46,04	10,3	89,46	15,3	132,89
0,4	3,474	5,4	46,90	10,4	90,33	15,4	133,76
0,5	4,343	5,5	47,77	10,5	91,20	15,5	134,63
0,6	5,212	5,6	48,64	10,6	92,07	15,6	135,50
0,7	6,080	5,7	49,51	10,7	92,93	15,7	136,37
0,8	6,949	5,8	50,38	10,8	93,81	15,8	137,24
0,9	7,817	5,9	51,25	10,9	94,68	15,9	138,11
1,0	8,686	6,0	52,12	11,0	95,54	16,0	138,97
1,1	9,554	6,1	52,98	11,1	96,41	16,1	139,84
1,2	10,42	6,2	53,85	11,2	97,28	16,2	140,71
1,3	11,29	6,3	54,72	11,3	98,15	16,3	141,58
1,4	12,16	6,4	55,59	11,4	99,02	16,4	142,45
1,5	13,03	6,5	56,46	11,5	99,89	16,5	143,32
1,6	13,90	6,6	57,33	11,6	100,76	16,6	144,19
1,7	14,77	6,7	58,20	11,7	101,62	16,7	145,05
1,8	15,63	6,8	59,06	11,8	102,49	16,8	145,92
1,9	16,50	6,9	59,93	11,9	103,36	16,9	146,79
2,0	17,37	7,0	60,80	12,0	104,23	17,0	147,66
2,1	18,24	7,1	61,67	12,1	105,10	17,1	148,53
2,2	19,11	7,2	62,54	12,2	105,97	17,2	149,40
2,3	19,98	7,3	63,41	12,3	106,84	17,3	150,27
2,4	20,85	7,4	64,28	12,4	107,71	17,4	151,13
2,5	21,71	7,5	65,14	12,5	108,57	17,5	152,00
2,6	22,58	7,6	66,01	12,6	109,44	17,6	152,87
2,7	23,45	7,7	66,88	12,7	110,31	17,7	153,74
2,8	24,32	7,8	67,75	12,8	111,18	17,8	154,61
2,9	25,19	7,9	68,62	12,9	112,05	17,9	155,48
3,0	26,06	8,0	69,49	13,0	112,92	18,0	156,35
3,1	26,93	8,1	70,36	13,1	113,79	18,1	157,21
3,2	27,79	8,2	71,22	13,2	114,65	18,2	158,08
3,3	28,66	8,3	72,09	13,3	115,52	18,3	158,95
3,4	29,53	8,4	72,96	13,4	116,39	18,4	159,82
3,5	30,40	8,5	73,83	13,5	117,26	18,5	160,69
3,6	31,27	8,6	74,69	13,6	118,13	18,6	161,56
3,7	32,14	8,7	75,57	13,7	119,00	18,7	162,43
3,8	33,01	8,8	76,44	13,8	119,87	18,8	163,29
3,9	33,87	8,9	77,30	13,9	120,73	18,9	164,16
4,0	34,74	9,0	78,17	14,0	121,60	19,0	165,03
4,1	35,61	9,1	79,04	14,1	122,47	19,1	165,90
4,2	36,48	9,2	79,91	14,2	123,34	19,2	166,77
4,3	37,35	9,3	80,78	14,3	124,21	19,3	167,64
4,4	38,22	9,4	81,65	14,4	125,08	19,4	168,51
4,5	39,09	9,5	82,52	14,5	125,95	19,5	169,37
4,6	39,96	9,6	83,38	14,6	126,81	19,6	170,24
4,7	40,82	9,7	84,25	14,7	127,68	19,7	171,11
4,8	41,69	9,8	85,12	14,8	128,55	19,8	171,98
4,9	42,56	9,9	85,99	14,9	129,42	19,9	172,85
5,0	43,43	10,0	86,86	15,0	130,29	20,0	173,72

ΠΙΝΑΚΑΣ 2
Μετατροπή db σε Np

db	Np	db	Np	db	Np	db	Np
1	0,1151	51	5,872	101	11,63	151	17,38
2	0,2303	52	5,987	102	11,74	152	17,50
3	0,3454	53	6,102	103	11,86	153	17,61
4	0,4605	54	6,217	104	11,97	154	17,73
5	0,5756	55	6,332	105	12,09	155	17,84
6	0,6908	56	6,447	106	12,20	156	17,96
7	0,8059	57	6,562	107	12,32	157	18,08
8	0,9210	58	6,677	108	12,43	158	18,19
9	1,0362	59	6,793	109	12,55	159	18,30
10	1,1513	60	6,908	110	12,66	160	18,42
11	1,266	61	7,023	111	12,78	161	18,54
12	1,382	62	7,138	112	12,89	162	18,65
13	1,500	63	7,253	113	13,01	163	18,77
14	1,612	64	7,368	114	13,12	164	18,88
15	1,727	65	7,483	115	13,24	165	19,00
16	1,842	66	7,599	116	13,35	166	19,11
17	1,957	67	7,714	117	13,47	167	19,23
18	2,075	68	7,829	118	13,59	168	19,34
19	2,187	69	7,944	119	13,70	169	19,46
20	2,303	70	8,059	120	13,82	170	19,57
21	2,418	71	8,174	121	13,93	171	19,68
22	2,533	72	8,289	122	14,05	172	19,80
23	2,648	73	8,404	123	14,16	173	19,92
24	2,763	74	8,520	124	14,28	174	20,03
25	2,878	75	8,635	125	14,39	175	20,15
26	2,993	76	8,750	126	14,51	176	20,26
27	3,108	77	8,865	127	14,62	177	20,38
28	3,224	78	8,980	128	14,74	178	20,49
29	3,339	79	9,095	129	14,85	179	20,61
30	3,454	80	9,210	130	14,97	180	20,72
31	3,569	81	9,325	131	15,08	181	20,84
32	3,684	82	9,440	132	15,20	182	20,95
33	3,799	83	9,556	133	15,31	183	21,07
34	3,914	84	9,671	134	15,43	184	21,18
35	4,030	85	9,786	135	15,54	185	21,30
36	4,145	86	9,901	136	15,66	186	21,41
37	4,260	87	10,02	137	15,77	187	21,53
38	4,375	88	10,13	138	15,89	188	21,64
39	4,490	89	10,25	139	16,00	189	21,76
40	4,605	90	10,36	140	16,12	190	21,87
41	4,720	91	10,48	141	16,23	191	21,99
42	4,835	92	10,59	142	16,35	192	22,10
43	4,951	93	10,71	143	16,46	193	22,22
44	5,066	94	10,82	144	16,58	194	22,34
45	5,181	95	10,94	145	16,69	195	22,45
46	5,296	96	11,05	146	16,81	196	22,57
47	5,411	97	11,17	147	16,92	197	22,68
48	5,526	98	11,28	148	17,04	198	22,80
49	5,641	99	11,40	149	17,15	199	22,91
50	5,756	100	11,51	150	17,27	200	23,03

ΠΙΝΑΚΑΣ 3

Απόλυτη στάθμη τάσεως n_U σε N_p σε συνάρτηση της τάσεως U

$\frac{n_U}{N_p}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
- 17,	32,2	29,1	26,3	23,8	21,5	19,5	17,6	16,0	14,4	13,1
16,	87,1	78,9	71,4	64,6	58,4	52,9	47,7	43,2	39,1	35,4
15,	237	214	194	176	159	144	130	118	106	96,2
14,	644	583	527	477	432	391	354	320	289	262
13,	1,75	1,58	1,43	1,30	1,17	1,06	961	869	787	712
12,	4,76	4,31	3,90	3,53	3,19	2,89	2,61	2,36	2,14	1,94
11,	12,9	11,7	10,5	9,58	8,67	7,85	7,10	6,42	5,81	5,26
10,	35,18	31,84	28,81	26,07	23,59	21,34	19,31	17,47	15,81	14,31
9,	95,64	86,54	78,31	70,84	64,19	58,01	52,47	47,49	42,98	38,89
8,	260,0	235,3	212,9	192,6	174,3	157,7	142,7	129,1	116,8	105,7
7,	706,5	639,4	578,8	523,6	473,7	428,7	387,9	351,0	317,5	287,4
6,	1,921	1,738	1,573	1,423	1,288	1,165	1,054	954,0	863,2	781,1
5,	5,222	4,726	4,275	3,869	3,500	3,167	2,866	2,593	2,347	2,123
4,	14,19	12,84	11,62	10,52	9,515	8,609	7,791	7,045	6,379	5,771
3,	38,56	34,91	31,59	28,59	25,87	23,40	21,17	19,16	17,34	15,69
2,	104,9	94,91	85,87	77,70	70,33	63,63	57,58	52,01	47,14	42,65
1,	285,1	258,0	233,4	211,2	191,1	172,9	156,5	141,6	128,1	115,9
- 0,	775,0	701,4	634,7	574,1	519,4	470,0	425,4	384,8	348,2	315,0
+ 0,	775,0	856,4	946,3	1,046	1,156	1,278	1,412	1,560	1,725	1,906
1,	2,106	2,328	2,573	2,843	3,143	3,473	3,838	4,242	4,689	5,182
2,	5,726	6,329	6,994	7,730	8,540	9,439	10,43	11,55	12,74	14,08
3,	15,58	17,20	19,01	21,01	23,22	25,67	28,36	31,35	34,64	38,28
4,	42,31	46,76	51,68	57,12	63,12	69,76	77,10	85,25	94,16	104,1
+ 5,	115,0	127,1	140,5	155,2	171,6	189,6	209,6	231,5	256,0	282,9

ΠΙΝΑΚΑΣ 4

Απόλυτη στάθμη Ισχύος n σε N_{pm} σε συνάρτηση της Ισχύος P

$\frac{n}{N_{pm}}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
- 11,	279,0	228,4	187,0	153,1	125,4	102,6	84,03	68,79	56,32	45,63
10,	2,061	1,688	1,382	1,131	926,1	758,3	620,8	508,2	416,2	340,7
9,	15,23	12,47	10,21	8,358	6,843	5,603	4,587	3,756	3,075	2,518
8,	112,5	92,14	75,44	61,76	50,57	41,40	33,90	27,75	22,72	18,60
7,	831,5	680,8	557,4	456,4	373,6	305,9	250,5	205,1	167,9	137,5
6,	6,144	5,031	4,119	3,372	2,761	2,260	1,851	1,515	1,241	1,016
5,	45,40	37,17	30,43	24,92	20,50	16,70	13,67	11,20	9,166	7,505
4,	335,5	274,7	224,9	184,1	150,7	123,4	101,0	82,72	67,73	55,45
3,	2,479	2,029	1,662	1,360	1,114	911,9	746,6	611,3	500,5	409,7
2,	18,32	15,00	12,28	10,05	8,230	6,738	5,517	4,517	3,698	3,028
1,	135,3	110,8	90,72	74,27	60,81	49,79	40,76	33,37	27,32	22,37
- 0,	1000	818,7	670,3	548,8	449,3	367,9	301,2	246,6	201,9	165,3
+ 0,	1,000	1,221	1,492	1,822	2,206	2,718	3,320	4,055	4,953	6,050
1,	7,389	9,025	11,02	13,46	16,45	20,09	24,53	29,96	36,60	44,70
2,	54,60	66,69	81,45	99,48	121,5	148,4	181,3	221,4	270,4	330,3
3,	403,4	492,8	601,8	735,1	897,9	1,097	1,339	1,636	1,998	2,446
4,	2,981	3,641	4,447	5,432	6,614	8,103	9,897	12,09	14,77	18,03
5,	22,03	26,90	32,86	40,14	49,02	59,87	73,13	89,32	109,9	133,3
6,	162,8	198,8	242,8	296,5	362,2	442,4	540,4	660,0	806,1	984,6
+ 7,	1,203	1,469	1,794	2,191	2,676	3,269	3,993	4,877	5,956	7,275

ΠΙΝΑΚΑΣ 5

Άπόλυτη στάθμη τάσεως n_u σε db, σε συνάρτηση τής τάσεως U

$\frac{n_u}{dB}$	±0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-120	0,78	0,69	0,62	0,55	0,49	0,44	0,39	0,35	0,31	0,27
110	2,4	2,2	1,9	1,7	1,5	1,4	1,2	1,1	1,0	0,9
100	7,8	6,9	6,2	5,5	4,9	4,4	3,9	3,5	3,1	2,7
90	24,5	21,8	19,5	17,3	15,5	13,8	12,3	10,9	9,75	8,69
80	77,5	69,0	61,5	54,8	48,9	43,6	38,8	34,6	30,8	27,4
70	245	218	195	173	155	138	123	109	97,5	86,9
60	775	690	615	548	489	436	388	346	308	274
50	2,45	2,18	1,95	1,73	1,55	1,38	1,23	1,09	975	869
40	7,75	6,90	6,15	5,48	4,89	4,36	3,88	3,46	3,08	2,74
30	24,49	21,83	19,46	17,34	15,46	13,77	12,28	10,94	9,75	8,69
20	77,50	69,04	61,53	54,84	48,87	43,56	38,82	34,60	30,84	27,43
10	244,9	218,3	194,6	173,4	154,6	137,7	122,8	109,4	97,51	86,91
- 0	775,0	690,4	615,3	548,4	488,7	435,6	388,2	346,0	308,4	274,3
+ 0	775,0	869,1	975,1	1,094	1,228	1,377	1,546	1,734	1,946	2,183
10	2,449	2,743	3,084	3,460	3,882	4,356	4,887	5,484	6,153	6,904
20	7,750	8,691	9,751	10,94	12,28	13,77	15,46	17,34	19,46	21,81
30	24,49	27,43	30,84	34,60	38,82	43,56	48,87	54,84	61,53	69,04
40	77,50	86,91	97,51	109,4	122,8	137,7	154,6	173,4	194,6	218,3
50	244,9	274,3	308,4	346,0	388,2	435,6	488,7	548,4	615,3	690,4
+ 60	775,0	869,1	975,1	1094	1228	1377	1546	1734	1946	2183

ΠΙΝΑΚΑΣ 6

Απόλυτη στάθμη ισχύος n σε dbm, σε συνάρτηση της ισχύος P

$\frac{n}{\text{dbm}}$	∓ 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
- 100	100	79,4	63,1	50,1	39,8	31,6	25,1	20,0	15,9	12,6
90	1000	794	631	501	398	316	251	200	159	126
80	10	7,94	6,31	5,01	3,98	3,16	2,51	2,00	1,59	1,26
70	100	79,4	63,1	50,1	39,8	31,6	25,1	20,0	15,9	12,6
60	1000	794	631	501	398	316	251	200	159	126
50	10	7,94	6,31	5,01	3,98	3,16	2,51	2,00	1,59	1,26
40	100	79,4	63,1	50,1	39,8	31,6	25,1	20,0	15,9	12,6
30	1000	794	631	501	398	316	251	200	159	126
20	10	7,94	6,31	5,01	3,98	3,16	2,51	2,00	1,59	1,26
10	100	79,43	63,10	50,12	39,81	31,62	25,12	19,95	15,85	12,59
- 0	1000	794,3	631,0	501,2	398,1	316,2	251,2	199,5	158,5	125,9
+ 0	1	1,259	1,585	1,995	2,512	3,162	3,981	5,012	6,310	7,943
10	10	12,59	15,85	19,95	25,12	31,62	39,81	50,12	63,10	79,43
20	100	126	159	200	251	316	398	501	631	794
30	1	1,26	1,59	2,00	2,51	3,16	3,98	5,01	6,31	7,94
40	10	12,6	15,9	20,0	25,1	31,6	39,8	50,1	63,1	79,4
50	100	126	159	200	251	316	398	501	631	794
+ 60	1	1,26	1,59	2,00	2,51	3,16	3,98	5,01	6,31	7,94

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΤΡΙΤΟ
ΠΙΝΑΚΕΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΚΙΝΗΣΕΩΣ

Οί Πίνακες 1 καί 2 δίνουν τήν κίνηση Α σέ Erlang πού μπορεί νά περάσει από μία **τέλεια δέσμη Ν** άπερχόμενων γραμμών μέ άπώλεια Β% όταν ή προσφερόμενη κίνηση στή δέσμη δημιουργείται από πάρα πολύ μεγάλο (άπειρο θεωρητικά) άριθμό πηγών κινήσεως.

Οί Πίνακες 3 ως 8 δίνουν τήν κίνηση Α σέ Erlang, πού μπορεί νά περάσει από μία **άτελή δέσμη Ν** άπερχόμενων γραμμών πού έχει προσιτότητα k , μέ άπώλεια Β%, όταν ή προσφερόμενη κίνηση στή δέσμη δημιουργείται από πάρα πολύ μεγάλο (άπειρο θεωρητικά) άριθμό πηγών κινήσεως.

N	B												
	0.01%	0.02%	0.03%	0.05%	0.1%	0.2%	0.3%	0.4%	0.5%	0.6%	0.7%	0.8%	0.9%
1	.0001	.0002	.0003	.0005	.0010	.0020	.0030	.0040	.0050	.0060	.0070	.0081	.0091
2	.0142	.0202	.0248	.0321	.0458	.0653	.0806	.0937	.105	.116	.126	.135	.144
3	.0868	.110	.127	.152	.194	.249	.289	.321	.349	.374	.397	.418	.437
4	.235	.282	.315	.362	.439	.535	.602	.656	.701	.741	.777	.810	.841
5	.452	.527	.577	.649	.762	.900	.994	1.07	1.13	1.19	1.24	1.28	1.32
6	.728	.832	.900	.996	1.15	1.33	1.45	1.54	1.62	1.69	1.75	1.81	1.86
7	1.05	1.19	1.27	1.39	1.58	1.80	1.95	2.06	2.16	2.24	2.31	2.38	2.44
8	1.42	1.58	1.69	1.83	2.05	2.31	2.48	2.62	2.73	2.83	2.91	2.99	3.06
9	1.83	2.01	2.13	2.30	2.56	2.85	3.05	3.21	3.33	3.44	3.54	3.63	3.71
10	2.26	2.47	2.61	2.80	3.09	3.43	3.65	3.82	3.96	4.08	4.19	4.29	4.38
11	2.72	2.96	3.12	3.33	3.65	4.02	4.27	4.45	4.61	4.74	4.86	4.97	5.07
12	3.21	3.47	3.65	3.88	4.23	4.64	4.90	5.11	5.28	5.43	5.55	5.67	5.78
13	3.71	4.01	4.19	4.45	4.83	5.27	5.56	5.78	5.96	6.12	6.26	6.39	6.50
14	4.24	4.56	4.76	5.03	5.45	5.92	6.23	6.47	6.66	6.83	6.98	7.12	7.24
15	4.78	5.12	5.34	5.63	6.08	6.58	6.91	7.17	7.38	7.56	7.71	7.86	7.99
16	5.34	5.70	5.94	6.25	6.72	7.26	7.61	7.88	8.10	8.29	8.46	8.61	8.75
17	5.91	6.30	6.55	6.88	7.38	7.95	8.32	8.60	8.83	9.03	9.21	9.37	9.52
18	6.50	6.91	7.17	7.52	8.05	8.64	9.03	9.33	9.58	9.79	9.98	10.1	10.3
19	7.09	7.53	7.80	8.17	8.72	9.35	9.76	10.1	10.3	10.6	10.7	10.9	11.1
20	7.70	8.16	8.44	8.83	9.41	10.1	10.5	10.8	11.1	11.3	11.5	11.7	11.9
21	8.32	8.79	9.10	9.50	10.1	10.8	11.2	11.6	11.9	12.1	12.3	12.5	12.7
22	8.95	9.44	9.76	10.2	10.8	11.5	12.0	12.3	12.6	12.9	13.1	13.3	13.5
23	9.58	10.1	10.4	10.9	11.5	12.3	12.7	13.1	13.4	13.7	13.9	14.1	14.3
24	10.2	10.8	11.1	11.6	12.2	13.0	13.5	13.9	14.2	14.5	14.7	14.9	15.1
25	10.9	11.4	11.8	12.3	13.0	13.8	14.3	14.7	15.0	15.3	15.5	15.7	15.9
26	11.5	12.1	12.5	13.0	13.7	14.5	15.1	15.5	15.8	16.1	16.3	16.6	16.8
27	12.2	12.8	13.2	13.7	14.4	15.3	15.8	16.3	16.6	16.9	17.2	17.4	17.6
28	12.9	13.5	13.9	14.4	15.2	16.1	16.6	17.1	17.4	17.7	18.0	18.2	18.4
29	13.6	14.2	14.6	15.1	15.9	16.8	17.4	17.9	18.2	18.5	18.8	19.1	19.3
30	14.2	14.9	15.3	15.9	16.7	17.6	18.2	18.7	19.0	19.4	19.6	19.9	20.1
31	14.9	15.6	16.0	16.6	17.4	18.4	19.0	19.5	19.9	20.2	20.5	20.7	21.0
32	15.6	16.3	16.8	17.3	18.2	19.2	19.8	20.3	20.7	21.0	21.3	21.6	21.8
33	16.3	17.0	17.5	18.1	19.0	20.0	20.6	21.1	21.5	21.9	22.2	22.4	22.7
34	17.0	17.8	18.2	18.8	19.7	20.8	21.4	21.9	22.3	22.7	23.0	23.3	23.5
35	17.8	18.5	19.0	19.6	20.5	21.6	22.2	22.7	23.2	23.5	23.8	24.1	24.4
36	18.5	19.2	19.7	20.3	21.3	22.4	23.1	23.6	24.0	24.4	24.7	25.0	25.3
37	19.2	20.0	20.5	21.1	22.1	23.2	23.9	24.4	24.8	25.2	25.6	25.9	26.1
38	19.9	20.7	21.2	21.9	22.9	24.0	24.7	25.2	25.7	26.1	26.4	26.7	27.0
39	20.6	21.5	22.0	22.6	23.7	24.8	25.5	26.1	26.5	26.9	27.3	27.6	27.9
40	21.4	22.2	22.7	23.4	24.4	25.6	26.3	26.9	27.4	27.8	28.1	28.5	28.7
41	22.1	23.0	23.5	24.2	25.2	26.4	27.2	27.8	28.2	28.6	29.0	29.3	29.6
42	22.8	23.7	24.2	25.0	26.0	27.2	28.0	28.6	29.1	29.5	29.9	30.2	30.5
43	23.6	24.5	25.0	25.7	26.8	28.1	28.8	29.4	29.9	30.4	30.7	31.1	31.4
44	24.3	25.2	25.8	26.5	27.6	28.9	29.7	30.3	30.8	31.2	31.6	31.9	32.3
45	25.1	26.0	26.6	27.3	28.4	29.7	30.5	31.1	31.7	32.1	32.5	32.8	33.1
46	25.8	26.8	27.3	28.1	29.3	30.5	31.4	32.0	32.5	33.0	33.4	33.7	34.0
47	26.6	27.5	28.1	28.9	30.1	31.4	32.2	32.9	33.4	33.8	34.2	34.6	34.9
48	27.3	28.3	28.9	29.7	30.9	32.2	33.1	33.7	34.2	34.7	35.1	35.5	35.8
49	28.1	29.1	29.7	30.5	31.7	33.0	33.9	34.6	35.1	35.6	36.0	36.4	36.7
50	28.9	29.9	30.5	31.3	32.5	33.9	34.8	35.4	36.0	36.5	36.9	37.2	37.6
N	B												
	0.01%	0.02%	0.03%	0.05%	0.1%	0.2%	0.3%	0.4%	0.5%	0.6%	0.7%	0.8%	0.9%

B													N
1.0%	1.2%	1.5%	2%	3%	5%	7%	10%	15%	20%	30%	40%	50%	
.0101	.0121	.0152	.0204	.0309	.0526	.0753	.111	.176	.250	.429	.667	1.00	1
.153	.168	.190	.223	.282	.381	.470	.595	.796	1.00	1.45	2.00	2.73	2
.455	.489	.535	.602	.715	.899	1.06	1.27	1.60	1.93	2.63	3.48	4.59	3
.869	.922	.992	1.09	1.26	1.52	1.75	2.05	2.50	2.95	3.89	5.02	6.50	4
1.36	1.43	1.52	1.66	1.88	2.22	2.50	2.88	3.45	4.01	5.19	6.60	8.44	5
1.91	2.00	2.11	2.28	2.54	2.96	3.30	3.76	4.44	5.11	6.51	8.19	10.4	6
2.50	2.60	2.74	2.94	3.25	3.74	4.14	4.67	5.46	6.23	7.86	9.80	12.4	7
3.13	3.25	3.40	3.63	3.99	4.54	5.00	5.60	6.50	7.37	9.21	11.4	14.3	8
3.78	3.92	4.09	4.34	4.75	5.37	5.88	6.55	7.55	8.52	10.6	13.0	16.3	9
4.46	4.61	4.81	5.08	5.53	6.22	6.78	7.51	8.62	9.68	12.0	14.7	18.3	10
5.16	5.32	5.54	5.84	6.33	7.08	7.69	8.49	9.69	10.9	13.3	16.3	20.3	11
5.88	6.05	6.29	6.61	7.14	7.95	8.61	9.47	10.8	12.0	14.7	18.0	22.2	12
6.61	6.80	7.05	7.40	7.97	8.83	9.54	10.5	11.9	13.2	16.1	19.6	24.2	13
7.35	7.56	7.82	8.20	8.80	9.73	10.5	11.5	13.0	14.4	17.5	21.2	26.2	14
8.11	8.33	8.61	9.01	9.65	10.6	11.4	12.5	14.1	15.6	18.9	22.9	28.2	15
8.88	9.11	9.41	9.83	10.5	11.5	12.4	13.5	15.2	16.8	20.3	24.5	30.2	16
9.65	9.89	10.2	10.7	11.4	12.5	13.4	14.5	16.3	18.0	21.7	26.2	32.2	17
10.4	10.7	11.0	11.5	12.2	13.4	14.3	15.5	17.4	19.2	23.1	27.8	34.2	18
11.2	11.5	11.8	12.3	13.1	14.3	15.3	16.6	18.5	20.4	24.5	29.5	36.2	19
12.0	12.3	12.7	13.2	14.0	15.2	16.3	17.6	19.6	21.6	25.9	31.2	38.2	20
12.8	13.1	13.5	14.0	14.9	16.2	17.3	18.7	20.8	22.8	27.3	32.8	40.2	21
13.7	14.0	14.3	14.9	15.8	17.1	18.2	19.7	21.9	24.1	28.7	34.5	42.1	22
14.5	14.8	15.2	15.8	16.7	18.1	19.2	20.7	23.0	25.3	30.1	36.1	44.1	23
15.3	15.6	16.0	16.6	17.6	19.0	20.2	21.8	24.2	26.5	31.6	37.8	46.1	24
16.1	16.5	16.9	17.5	18.5	20.0	21.2	22.8	25.3	27.7	33.0	39.4	48.1	25
17.0	17.3	17.8	18.4	19.4	20.9	22.2	23.9	26.4	28.9	34.4	41.1	50.1	26
17.8	18.2	18.6	19.3	20.3	21.9	23.2	24.9	27.6	30.2	35.8	42.8	52.1	27
18.6	19.0	19.5	20.2	21.2	22.9	24.2	26.0	28.7	31.4	37.2	44.4	54.1	28
19.5	19.9	20.4	21.0	22.1	23.8	25.2	27.1	29.9	32.6	38.6	46.1	56.1	29
20.3	20.7	21.2	21.9	23.1	24.8	26.2	28.1	31.0	33.8	40.0	47.7	58.1	30
21.2	21.6	22.1	22.8	24.0	25.8	27.2	29.2	32.1	35.1	41.5	49.4	60.1	31
22.0	22.5	23.0	23.7	24.9	26.7	28.2	30.2	33.3	36.3	42.9	51.1	62.1	32
22.9	23.3	23.9	24.6	25.8	27.7	29.3	31.3	34.4	37.5	44.3	52.7	64.1	33
23.8	24.2	24.8	25.5	26.8	28.7	30.3	32.4	35.6	38.8	45.7	54.4	66.1	34
24.6	25.1	25.6	26.4	27.7	29.7	31.3	33.4	36.7	40.0	47.1	56.0	68.1	35
25.5	26.0	26.5	27.3	28.5	30.7	32.3	34.5	37.9	41.2	48.6	57.7	70.1	36
26.4	26.8	27.4	28.3	29.6	31.6	33.3	35.6	39.0	42.4	50.0	59.4	72.1	37
27.3	27.7	28.3	29.2	30.5	32.6	34.4	36.6	40.2	43.7	51.4	61.0	74.1	38
28.1	28.6	29.2	30.1	31.5	33.6	35.4	37.7	41.3	44.9	52.8	62.7	76.1	39
29.0	29.5	30.1	31.0	32.4	34.6	36.4	38.8	42.5	46.1	54.2	64.4	78.1	40
29.9	30.4	31.0	31.9	33.4	35.6	37.4	39.9	43.6	47.4	55.7	66.0	80.1	41
30.8	31.3	31.9	32.8	34.3	36.6	38.4	40.9	44.8	48.6	57.1	67.7	82.1	42
31.7	32.2	32.8	33.8	35.3	37.6	39.5	42.0	45.9	49.9	58.5	69.3	84.1	43
32.5	33.1	33.7	34.7	36.2	38.6	40.5	43.1	47.1	51.1	59.9	71.0	86.1	44
33.4	34.0	34.6	35.6	37.2	39.6	41.5	44.2	48.2	52.3	61.3	72.7	88.1	45
34.3	34.9	35.6	36.5	38.1	40.5	42.6	45.2	49.4	53.6	62.8	74.3	90.1	46
35.2	35.8	36.5	37.5	39.1	41.5	43.6	46.3	50.6	54.8	64.2	76.0	92.1	47
36.1	36.7	37.4	38.4	40.0	42.5	44.6	47.4	51.7	56.0	65.6	77.7	94.1	48
37.0	37.6	38.3	39.3	41.0	43.5	45.7	48.5	52.9	57.3	67.0	79.3	96.1	49
37.9	38.5	39.2	40.3	41.9	44.5	46.7	49.6	54.0	58.5	68.5	81.0	98.1	50
1.0%	1.2%	1.5%	2%	3%	5%	7%	10%	15%	20%	30%	40%	50%	N

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

Τέλεια δέσμη

A (Erl)

N	B												
	0.01%	0.02%	0.03%	0.05%	0.1%	0.2%	0.3%	0.4%	0.5%	0.6%	0.7%	0.8%	0.9%
50	28.9	29.9	30.5	31.3	32.5	33.9	34.8	35.4	36.0	36.5	36.9	37.2	37.6
51	29.6	30.6	31.3	32.1	33.3	34.7	35.6	36.3	36.9	37.3	37.8	38.1	38.5
52	30.4	31.4	32.0	32.9	34.2	35.6	36.5	37.2	37.7	38.2	38.6	39.0	39.4
53	31.2	32.2	32.8	33.7	35.0	36.4	37.3	38.0	38.6	39.1	39.5	39.9	40.3
54	31.9	33.0	33.6	34.5	35.8	37.2	38.2	38.9	39.5	40.0	40.4	40.8	41.2
55	32.7	33.8	34.4	35.3	36.6	38.1	39.0	39.8	40.4	40.9	41.3	41.7	42.1
56	33.5	34.6	35.2	36.1	37.5	38.9	39.9	40.6	41.2	41.7	42.2	42.6	43.0
57	34.3	35.4	36.0	36.9	38.3	39.8	40.8	41.5	42.1	42.6	43.1	43.5	43.9
58	35.1	36.2	36.8	37.8	39.1	40.6	41.6	42.4	43.0	43.5	44.0	44.4	44.8
59	35.8	37.0	37.6	38.6	40.0	41.5	42.5	43.3	43.9	44.4	44.9	45.3	45.7
60	36.6	37.8	38.5	39.4	40.8	42.4	43.4	44.1	44.8	45.3	45.8	46.2	46.6
61	37.4	38.6	39.3	40.2	41.6	43.2	44.2	45.0	45.6	46.2	46.7	47.1	47.5
62	38.2	39.4	40.1	41.0	42.5	44.1	45.1	45.9	46.5	47.1	47.6	48.0	48.4
63	39.0	40.2	40.9	41.9	43.3	44.9	46.0	46.8	47.4	48.0	48.5	48.9	49.3
64	39.8	41.0	41.7	42.7	44.2	45.8	46.8	47.6	48.3	48.9	49.4	49.8	50.2
65	40.6	41.8	42.5	43.5	45.0	46.6	47.7	48.5	49.2	49.8	50.3	50.7	51.1
66	41.4	42.6	43.3	44.4	45.8	47.5	48.6	49.4	50.1	50.7	51.2	51.6	52.0
67	42.2	43.4	44.2	45.2	46.7	48.4	49.5	50.3	51.0	51.6	52.1	52.5	53.0
68	43.0	44.2	45.0	46.0	47.5	49.2	50.3	51.2	51.9	52.5	53.0	53.4	53.9
69	43.8	45.0	45.8	46.8	48.4	50.1	51.2	52.1	52.8	53.4	53.9	54.4	54.8
70	44.6	45.8	46.6	47.7	49.2	51.0	52.1	53.0	53.7	54.3	54.8	55.3	55.7
71	45.4	46.7	47.5	48.5	50.1	51.8	53.0	53.8	54.6	55.2	55.7	56.2	56.6
72	46.2	47.5	48.3	49.4	50.9	52.7	53.9	54.7	55.5	56.1	56.6	57.1	57.5
73	47.0	48.3	49.1	50.2	51.8	53.6	54.7	55.6	56.4	57.0	57.5	58.0	58.5
74	47.8	49.1	49.9	51.0	52.7	54.5	55.6	56.5	57.3	57.9	58.4	58.9	59.4
75	48.6	49.9	50.8	51.9	53.5	55.3	56.5	57.4	58.2	58.8	59.3	59.8	60.3
76	49.4	50.8	51.6	52.7	54.4	56.2	57.4	58.3	59.1	59.7	60.3	60.8	61.2
77	50.2	51.6	52.4	53.6	55.2	57.1	58.3	59.2	60.0	60.6	61.2	61.7	62.1
78	51.1	52.4	53.3	54.4	56.1	58.0	59.2	60.1	60.9	61.5	62.1	62.6	63.1
79	51.9	53.2	54.1	55.3	56.9	58.8	60.1	61.0	61.8	62.4	63.0	63.5	64.0
80	52.7	54.1	54.9	56.1	57.8	59.7	61.0	61.9	62.7	63.3	63.9	64.4	64.9
81	53.5	54.9	55.8	56.9	58.7	60.6	61.8	62.8	63.6	64.2	64.8	65.4	65.8
82	54.3	55.7	56.6	57.8	59.5	61.5	62.7	63.7	64.5	65.2	65.7	66.3	66.8
83	55.1	56.6	57.5	58.6	60.4	62.4	63.6	64.6	65.4	66.1	66.7	67.2	67.7
84	56.0	57.4	58.3	59.5	61.3	63.2	64.5	65.5	66.3	67.0	67.6	68.1	68.6
85	56.8	58.2	59.1	60.4	62.1	64.1	65.4	66.4	67.2	67.9	68.5	69.1	69.6
86	57.6	59.1	60.0	61.2	63.0	65.0	66.3	67.3	68.1	68.8	69.4	70.0	70.5
87	58.4	59.9	60.8	62.1	63.9	65.9	67.2	68.2	69.0	69.7	70.3	70.9	71.4
88	59.3	60.8	61.7	62.9	64.7	66.8	68.1	69.1	69.9	70.6	71.3	71.8	72.3
89	60.1	61.6	62.5	63.8	65.6	67.7	69.0	70.0	70.8	71.6	72.2	72.8	73.3
90	60.9	62.4	63.4	64.6	66.5	68.6	69.9	70.9	71.8	72.5	73.1	73.7	74.2
91	61.8	63.3	64.2	65.5	67.4	69.4	70.8	71.8	72.7	73.4	74.0	74.6	75.1
92	62.6	64.1	65.1	66.3	68.2	70.3	71.7	72.7	73.6	74.3	75.0	75.5	76.1
93	63.4	65.0	65.9	67.2	69.1	71.2	72.6	73.6	74.5	75.2	75.9	76.5	77.0
94	64.2	65.8	66.8	68.1	70.0	72.1	73.5	74.5	75.4	76.2	76.8	77.4	77.9
95	65.1	66.6	67.6	68.9	70.9	73.0	74.4	75.5	76.3	77.1	77.7	78.3	78.9
96	65.9	67.5	68.5	69.8	71.7	73.9	75.3	76.4	77.2	78.0	78.7	79.3	79.8
97	66.8	68.3	69.3	70.7	72.6	74.8	76.2	77.3	78.2	78.9	79.6	80.2	80.7
98	67.6	69.2	70.2	71.5	73.5	75.7	77.1	78.2	79.1	79.8	80.5	81.1	81.7
99	68.4	70.0	71.0	72.4	74.4	76.6	78.0	79.1	80.0	80.8	81.4	82.0	82.6
100	69.3	70.9	71.9	73.2	75.2	77.5	78.9	80.0	80.9	81.7	82.4	83.0	83.5
N	0.01%	0.02%	0.03%	0.05%	0.1%	0.2%	0.3%	0.4%	0.5%	0.6%	0.7%	0.8%	0.9%
B													

A (ErI)

B

N

1.0%	1.2%	1.5%	2%	3%	5%	7%	10%	15%	20%	30%	40%	50%	
37.9	38.5	39.2	40.3	41.9	44.5	46.7	49.6	54.0	58.5	68.5	81.0	98.1	50
38.8	39.4	40.1	41.2	42.9	45.5	47.7	50.6	55.2	59.7	69.9	82.7	100.1	51
39.7	40.3	41.0	42.1	43.9	46.5	48.8	51.7	56.3	61.0	71.3	84.3	102.1	52
40.6	41.2	42.0	43.1	44.8	47.5	49.8	52.8	57.5	62.2	72.7	86.0	104.1	53
41.5	42.1	42.9	44.0	45.8	48.5	50.8	53.9	58.7	63.5	74.2	87.6	106.1	54
42.4	43.0	43.8	44.9	46.7	49.5	51.9	55.0	59.8	64.7	75.6	89.3	108.1	55
43.3	43.9	44.7	45.9	47.7	50.5	52.9	56.1	61.0	65.9	77.0	91.0	110.1	56
44.2	44.8	45.7	46.8	48.7	51.5	53.9	57.1	62.1	67.2	78.4	92.6	112.1	57
45.1	45.8	46.6	47.8	49.6	52.6	55.0	58.2	63.3	68.4	79.8	94.3	114.1	58
46.0	46.7	47.5	48.7	50.6	53.6	56.0	59.3	64.5	69.7	81.3	96.0	116.1	59
46.9	47.6	48.4	49.6	51.6	54.6	57.1	60.4	65.6	70.9	82.7	97.6	118.1	60
47.9	48.5	49.4	50.6	52.5	55.6	58.1	61.5	66.8	72.1	84.1	99.3	120.1	61
48.8	49.4	50.3	51.5	53.5	56.6	59.1	62.6	68.0	73.4	85.5	101.0	122.1	62
49.7	50.4	51.2	52.5	54.5	57.6	60.2	63.7	69.1	74.6	87.0	102.6	124.1	63
50.6	51.3	52.2	53.4	55.4	58.6	61.2	64.8	70.3	75.9	88.4	104.3	126.1	64
51.5	52.2	53.1	54.4	56.4	59.6	62.3	65.8	71.4	77.1	89.8	106.0	128.1	65
52.4	53.1	54.0	55.3	57.4	60.6	63.3	66.9	72.6	78.3	91.2	107.6	130.1	66
53.4	54.1	55.0	56.3	58.4	61.6	64.4	68.0	73.8	79.6	92.7	109.3	132.1	67
54.3	55.0	55.9	57.2	59.3	62.6	65.4	69.1	74.9	80.8	94.1	111.0	134.1	68
55.2	55.9	56.9	58.2	60.3	63.7	66.4	70.2	76.1	82.1	95.5	112.6	136.1	69
56.1	56.8	57.8	59.1	61.3	64.7	67.5	71.3	77.3	83.3	96.9	114.3	138.1	70
57.0	57.8	58.7	60.1	62.3	65.7	68.5	72.4	78.4	84.6	98.4	115.9	140.1	71
58.0	58.7	59.7	61.0	63.2	66.7	69.6	73.5	79.6	85.8	99.8	117.6	142.1	72
58.9	59.6	60.6	62.0	64.2	67.7	70.6	74.6	80.8	87.0	101.2	119.3	144.1	73
59.8	60.6	61.6	62.9	65.2	68.7	71.7	75.6	81.9	88.3	102.7	120.9	146.1	74
60.7	61.5	62.5	63.9	66.2	69.7	72.7	76.7	83.1	89.5	104.1	122.6	148.0	75
61.7	62.4	63.4	64.9	67.2	70.8	73.8	77.8	84.2	90.8	105.5	124.3	150.0	76
62.6	63.4	64.4	65.8	68.1	71.8	74.8	78.9	85.4	92.0	106.9	125.9	152.0	77
63.5	64.3	65.3	66.8	69.1	72.8	75.9	80.0	86.6	93.3	108.4	127.6	154.0	78
64.4	65.2	66.3	67.7	70.1	73.8	76.9	81.1	87.7	94.5	109.8	129.3	156.0	79
65.4	66.2	67.2	68.7	71.1	74.8	78.0	82.2	88.9	95.7	111.2	130.9	158.0	80
66.3	67.1	68.2	69.6	72.1	75.8	79.0	83.3	90.1	97.0	112.6	132.6	160.0	81
67.2	68.0	69.1	70.6	73.0	76.9	80.1	84.4	91.2	98.2	114.1	134.3	162.0	82
68.2	69.0	70.1	71.6	74.0	77.9	81.1	85.5	92.4	99.5	115.5	135.9	164.0	83
69.1	69.9	71.0	72.5	75.0	78.9	82.2	86.6	93.6	100.7	116.9	137.6	166.0	84
70.0	70.9	71.9	73.5	76.0	79.9	83.2	87.7	94.7	102.0	118.3	139.3	168.0	85
70.9	71.8	72.9	74.5	77.0	80.9	84.3	88.8	95.9	103.2	119.8	140.9	170.0	86
71.9	72.7	73.8	75.4	78.0	82.0	85.3	89.9	97.1	104.5	121.2	142.6	172.0	87
72.8	73.7	74.8	76.4	78.9	83.0	86.4	91.0	98.2	105.7	122.6	144.3	174.0	88
73.7	74.6	75.7	77.3	79.9	84.0	87.4	92.1	99.4	106.9	124.0	145.9	176.0	89
74.7	75.6	76.7	78.3	80.9	85.0	88.5	93.1	100.6	108.2	125.5	147.6	178.0	90
75.6	76.5	77.6	79.3	81.9	86.0	89.5	94.2	101.7	109.4	126.9	149.3	180.0	91
76.6	77.4	78.6	80.2	82.9	87.1	90.6	95.3	102.9	110.7	128.3	150.9	182.0	92
77.5	78.4	79.6	81.2	83.9	88.1	91.6	96.4	104.1	111.9	129.7	152.6	184.0	93
78.4	79.3	80.5	82.2	84.9	89.1	92.7	97.5	105.3	113.2	131.2	154.3	186.0	94
79.4	80.3	81.5	83.1	85.8	90.1	93.7	98.6	106.4	114.4	132.6	155.9	188.0	95
80.3	81.2	82.4	84.1	86.8	91.1	94.8	99.7	107.6	115.7	134.0	157.6	190.0	96
81.2	82.2	83.4	85.1	87.8	92.2	95.8	100.8	108.8	116.9	135.5	159.3	192.0	97
82.2	83.1	84.3	86.0	88.8	93.2	96.9	101.9	109.9	118.2	136.9	160.9	194.0	98
83.1	84.1	85.3	87.0	89.8	94.2	97.9	103.0	111.1	119.4	138.3	162.6	196.0	99
84.1	85.0	86.2	88.0	90.8	95.2	99.0	104.1	112.3	120.6	139.7	164.3	198.0	100

1.0% 1.2% 1.5% 2% 3% 5% 7% 10% 15% 20% 30% 40% 50%

B

N

$\beta=0,1\%$

Άτελής δέσμη

A (ErI)

N	k																
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
1																	
2	.0458																
3	.0776	.194															
4	.110	.292	.439														
5	.137	.391	.608	.762													
6	.164	.490	.782	.995	1.15												
7	.192	.588	.958	1.24	1.43	1.58											
8	.219	.684	1.13	1.48	1.73	1.91	2.05										
9	.247	.780	1.31	1.73	2.03	2.26	2.43	2.56									
10	.274	.867	1.48	1.97	2.34	2.61	2.81	2.97	3.09								
11	.302	.953	1.66	2.22	2.65	2.96	3.20	3.38	3.53	3.65							
12	.329	1.04	1.83	2.47	2.96	3.32	3.60	3.81	3.98	4.12	4.23						
13	.356	1.13	2.00	2.72	3.27	3.69	4.00	4.24	4.43	4.59	4.72	4.83					
14	.384	1.21	2.17	2.96	3.58	4.05	4.41	4.68	4.90	5.07	5.22	5.34	5.45				
15	.411	1.30	2.34	3.20	3.89	4.42	4.81	5.12	5.36	5.56	5.72	5.86	5.97	6.08			
16	.439	1.39	2.50	3.45	4.20	4.78	5.22	5.56	5.83	6.05	6.23	6.38	6.51	6.62	6.72		
17	.466	1.47	2.66	3.69	4.51	5.15	5.64	6.01	6.31	6.55	6.74	6.91	7.05	7.17	7.28	7.38	
18	.493	1.56	2.82	3.93	4.82	5.51	6.05	6.46	6.79	7.05	7.26	7.44	7.60	7.73	7.85	7.95	
19	.521	1.65	2.97	4.17	5.13	5.88	6.46	6.91	7.27	7.55	7.79	7.98	8.15	8.29	8.42	8.53	
20	.548	1.73	3.13	4.41	5.44	6.25	6.87	7.36	7.75	8.06	8.31	8.53	8.71	8.86	9.00	9.12	
21	.576	1.82	3.28	4.65	5.74	6.61	7.29	7.82	8.24	8.57	8.85	9.07	9.27	9.43	9.58	9.71	
22	.603	1.91	3.44	4.89	6.05	6.97	7.70	8.27	8.72	9.08	9.38	9.62	9.83	10.0	10.2	10.3	
23	.631	1.99	3.60	5.12	6.35	7.34	8.12	8.73	9.21	9.60	9.91	10.2	10.4	10.6	10.8	10.9	
24	.658	2.08	3.75	5.36	6.66	7.70	8.53	9.18	9.70	10.1	10.5	10.7	11.0	11.2	11.4	11.5	
25	.685	2.17	3.91	5.59	6.96	8.06	8.94	9.64	10.2	10.6	11.0	11.3	11.5	11.8	11.9	12.1	
26	.713	2.25	4.07	5.82	7.26	8.42	9.35	10.1	10.7	11.2	11.5	11.9	12.1	12.4	12.5	12.7	
27	.740	2.34	4.22	6.04	7.56	8.79	9.77	10.5	11.2	11.7	12.1	12.4	12.7	12.9	13.2	13.3	
28	.768	2.43	4.38	6.26	7.86	9.15	10.2	11.0	11.7	12.2	12.6	13.0	13.3	13.5	13.8	14.0	
29	.795	2.51	4.54	6.49	8.16	9.50	10.6	11.5	12.2	12.7	13.2	13.5	13.9	14.1	14.4	14.6	
30	.822	2.60	4.69	6.71	8.46	9.86	11.0	11.9	12.6	13.2	13.7	14.1	14.4	14.7	15.0	15.2	
31	.850	2.69	4.85	6.93	8.76	10.2	11.4	12.4	13.1	13.8	14.3	14.7	15.0	15.3	15.6	15.8	
32	.877	2.77	5.00	7.16	9.05	10.6	11.8	12.8	13.6	14.3	14.8	15.3	15.6	15.9	16.2	16.4	
33	.905	2.86	5.16	7.38	9.35	10.9	12.2	13.3	14.1	14.8	15.4	15.8	16.2	16.5	16.8	17.1	
34	.932	2.95	5.32	7.61	9.65	11.3	12.6	13.7	14.6	15.3	15.9	16.4	16.8	17.1	17.4	17.7	
35	.960	3.03	5.47	7.83	9.94	11.6	13.0	14.2	15.1	15.8	16.5	17.0	17.4	17.8	18.1	18.3	
36	.987	3.12	5.63	8.05	10.2	12.0	13.4	14.6	15.6	16.4	17.0	17.5	18.0	18.4	18.7	19.0	
37	1.01	3.21	5.79	8.28	10.5	12.4	13.9	15.1	16.1	16.9	17.6	18.1	18.6	19.0	19.3	19.6	
38	1.04	3.29	5.94	8.50	10.8	12.7	14.3	15.5	16.6	17.4	18.1	18.7	19.2	19.6	19.9	20.2	
39	1.07	3.38	6.10	8.72	11.1	13.1	14.7	16.0	17.1	17.9	18.7	19.3	19.8	20.2	20.6	20.9	
40	1.10	3.47	6.26	8.95	11.4	13.4	15.1	16.4	17.5	18.5	19.2	19.8	20.4	20.8	21.2	21.5	
41	1.12	3.55	6.41	9.17	11.7	13.8	15.5	16.9	18.0	19.0	19.8	20.4	21.0	21.4	21.8	22.2	
42	1.15	3.64	6.57	9.40	11.9	14.1	15.9	17.3	18.5	19.5	20.3	21.0	21.6	22.0	22.4	22.8	
43	1.18	3.73	6.73	9.62	12.2	14.5	16.3	17.8	19.0	20.0	20.9	21.6	22.1	22.6	23.1	23.4	
44	1.21	3.81	6.88	9.84	12.5	14.8	16.7	18.2	19.5	20.5	21.4	22.1	22.7	23.3	23.7	24.1	
45	1.23	3.90	7.04	10.1	12.8	15.2	17.1	18.7	20.0	21.1	22.0	22.7	23.3	23.9	24.3	24.7	
46	1.26	3.99	7.19	10.3	13.1	15.5	17.5	19.1	20.5	21.6	22.5	23.3	23.9	24.5	25.0	25.	
47	1.29	4.07	7.35	10.5	13.4	15.8	17.9	19.6	20.9	22.1	23.1	23.9	24.5	25.1	25.6	26.0	
48	1.32	4.16	7.51	10.7	13.6	16.2	18.3	20.0	21.4	22.6	23.6	24.4	25.1	25.7	26.2	26.7	
49	1.34	4.25	7.66	11.0	13.9	16.5	18.7	20.4	21.9	23.1	24.2	25.0	25.7	26.3	26.9	27.3	
50	1.37	4.33	7.82	11.2	14.2	16.9	19.1	20.9	22.4	23.7	24.7	25.6	26.3	27.0	27.5	27.9	
N	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
	k																

A (Erl)**B=0,1%**

k															N	
18	19	20	21	22	25	30	35	40	45	50	60	70	90	110	k=N	N
															.0010	1
															.0458	2
															.194	3
															.439	4
															.762	5
															1.15	6
															1.58	7
															2.05	8
															2.56	9
															3.09	10
															3.65	11
															4.23	12
															4.83	13
															5.45	14
															6.08	15
															6.72	16
															7.38	17
8.05															8.05	18
8.63	8.72														8.72	19
9.23	9.32	9.41													9.41	20
9.82	9.93	10.0	10.1												10.1	21
10.4	10.5	10.6	10.7	10.8											10.8	22
11.0	11.1	11.3	11.4	11.4											11.5	23
11.6	11.8	11.9	12.0	12.1											12.2	24
12.3	12.4	12.5	12.6	12.7	13.0										13.0	25
12.9	13.0	13.1	13.3	13.4	13.6										13.7	26
13.5	13.6	13.8	13.9	14.0	14.3										14.4	27
14.1	14.3	14.4	14.5	14.7	14.9										15.2	28
14.8	14.9	15.1	15.2	15.3	15.6										15.9	29
15.4	15.5	15.7	15.8	16.0	16.3	16.7									16.7	30
16.0	16.2	16.3	16.5	16.6	17.0	17.4									17.4	31
16.6	16.8	17.0	17.1	17.3	17.6	18.1									18.2	32
17.3	17.5	17.7	17.8	17.9	18.3	18.8									19.0	33
17.9	18.1	18.3	18.5	18.6	19.0	19.5									19.7	34
18.6	18.8	19.0	19.1	19.3	19.7	20.2	20.5								20.5	35
19.2	19.4	19.6	19.8	20.0	20.4	20.9	21.2								21.3	36
19.9	20.1	20.3	20.5	20.6	21.0	21.6	21.9								22.1	37
20.5	20.7	20.9	21.1	21.3	21.7	22.3	22.7								22.9	38
21.1	21.4	21.6	21.8	22.0	22.4	23.0	23.4								23.7	39
21.8	22.1	22.3	22.5	22.7	23.1	23.7	24.1	24.4							24.4	40
22.4	22.7	22.9	23.2	23.3	23.8	24.4	24.8	25.2							25.2	41
23.1	23.4	23.6	23.8	24.0	24.5	25.1	25.6	25.9							26.3	42
23.8	24.0	24.3	24.5	24.7	25.2	25.8	26.3	26.7							26.8	43
24.4	24.7	25.0	25.2	25.4	25.9	26.6	27.0	27.4							27.6	44
25.1	25.4	25.6	25.9	26.1	26.6	27.3	27.8	28.1	28.4						28.4	45
25.7	26.0	26.3	26.6	26.8	27.3	28.0	28.5	28.9	29.2						29.3	46
26.4	26.7	27.0	27.2	27.5	28.0	28.7	29.2	29.6	29.9						30.1	47
27.0	27.4	27.7	27.9	28.2	28.7	29.4	30.0	30.4	30.7						30.9	48
27.7	28.0	28.3	28.6	28.8	29.4	30.2	30.7	31.1	31.5						31.7	49
28.3	28.7	29.0	29.3	29.5	30.2	30.9	31.4	31.9	32.2	32.5					32.5	50
18	19	20	21	22	25	30	35	40	45	50	60	70	90	110	k=N	N

0,1%

A (ErI)

N	k																
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
50	1.37	4.33	7.82	11.2	14.2	16.9	19.1	20.9	22.4	23.7	24.7	25.6	26.3	27.0	27.5	27.9	
51	1.40	4.42	7.98	11.4	14.5	17.2	19.5	21.3	22.9	24.2	25.3	26.2	26.9	27.6	28.1	28.6	
52	1.43	4.51	8.13	11.6	14.8	17.5	19.9	21.8	23.4	24.7	25.8	26.7	27.5	28.2	28.8	29.2	
53	1.45	4.59	8.29	11.9	15.1	17.9	20.3	22.2	23.8	25.2	26.4	27.3	28.1	28.8	29.4	29.9	
54	1.48	4.68	8.45	12.1	15.4	18.2	20.6	22.7	24.3	25.7	26.9	27.9	28.7	29.4	30.0	30.5	
55	1.51	4.77	8.60	12.3	15.6	18.6	21.0	23.1	24.8	26.2	27.4	28.5	29.3	30.0	30.7	31.2	
56	1.54	4.85	8.76	12.5	15.9	18.9	21.4	23.5	25.3	26.8	28.0	29.0	29.9	30.7	31.3	31.8	
57	1.56	4.94	8.91	12.8	16.2	19.2	21.8	24.0	25.8	27.3	28.5	29.6	30.5	31.3	31.9	32.5	
58	1.59	5.03	9.07	13.0	16.5	19.6	22.2	24.4	26.2	27.8	29.1	30.2	31.1	31.9	32.6	33.1	
59	1.62	5.11	9.23	13.2	16.8	19.9	22.6	24.9	26.7	28.3	29.6	30.7	31.7	32.5	33.2	33.8	
60	1.64	5.20	9.38	13.4	17.1	20.2	23.0	25.3	27.2	28.8	30.2	31.3	32.3	33.1	33.8	34.4	
61	1.67	5.29	9.54	13.6	17.3	20.6	23.4	25.7	27.7	29.3	30.7	31.9	32.9	33.7	34.5	35.1	
62	1.70	5.37	9.70	13.9	17.6	20.9	23.8	26.2	28.2	29.8	31.3	32.5	33.5	34.4	35.1	35.7	
63	1.73	5.46	9.85	14.1	17.9	21.3	24.2	26.6	28.6	30.4	31.8	33.0	34.1	35.0	35.7	36.4	
64	1.75	5.55	10.0	14.3	18.2	21.6	24.6	27.0	29.1	30.9	32.4	33.6	34.7	35.6	36.4	37.0	
65	1.78	5.63	10.2	14.5	18.5	21.9	24.9	27.5	29.6	31.4	32.9	34.2	35.3	36.2	37.0	37.7	
66	1.81	5.72	10.3	14.8	18.8	22.3	25.3	27.9	30.1	31.9	33.4	34.8	35.9	36.8	37.6	38.3	
67	1.84	5.81	10.5	15.0	19.0	22.6	25.7	28.3	30.5	32.4	34.0	35.3	36.5	37.4	38.3	39.0	
68	1.86	5.89	10.6	15.2	19.3	22.9	26.1	28.8	31.0	32.9	34.5	35.9	37.1	38.1	38.9	39.6	
69	1.89	5.98	10.8	15.4	19.6	23.3	26.5	29.2	31.5	33.4	35.1	36.5	37.6	38.7	39.5	40.3	
70	1.92	6.07	10.9	15.7	19.9	23.6	26.9	29.6	32.0	33.9	35.6	37.0	38.2	39.3	40.2	40.9	
71	1.95	6.15	11.1	15.9	20.2	24.0	27.2	30.1	32.4	34.4	36.1	37.6	38.8	39.9	40.8	41.6	
72	1.97	6.24	11.3	16.1	20.5	24.3	27.6	30.5	32.9	35.0	36.7	38.2	39.4	40.5	41.4	42.2	
73	2.00	6.33	11.4	16.3	20.8	24.6	28.0	30.9	33.4	35.5	37.2	38.7	40.0	41.1	42.1	42.9	
74	2.03	6.41	11.6	16.6	21.0	25.0	28.4	31.4	33.9	36.0	37.8	39.3	40.6	41.7	42.7	43.6	
75	2.06	6.50	11.7	16.8	21.3	25.3	28.8	31.8	34.3	36.5	38.3	39.9	41.2	42.4	43.3	44.2	
76	2.08	6.59	11.9	17.0	21.6	25.6	29.2	32.2	34.8	37.0	38.8	40.4	41.8	43.0	44.0	44.9	
77	2.11	6.67	12.0	17.2	21.9	26.0	29.6	32.6	35.3	37.5	39.4	41.0	42.4	43.6	44.6	45.5	
78	2.14	6.76	12.2	17.4	22.2	26.3	29.9	33.1	35.7	38.0	39.9	41.6	43.0	44.2	45.2	46.2	
79	2.17	6.85	12.4	17.7	22.5	26.7	30.3	33.5	36.2	38.5	40.5	42.1	43.6	44.8	45.9	46.8	
80	2.19	6.93	12.5	17.9	22.7	27.0	30.7	33.9	36.7	39.0	41.0	42.7	44.2	45.4	46.5	47.5	
81	2.22	7.02	12.7	18.1	23.0	27.3	31.1	34.4	37.1	39.5	41.5	43.3	44.8	46.0	47.1	48.1	
82	2.25	7.11	12.8	18.3	23.3	27.7	31.5	34.8	37.6	40.0	42.1	43.8	45.3	46.7	47.8	48.8	
83	2.28	7.19	13.0	18.6	23.6	28.0	31.9	35.2	38.1	40.5	42.6	44.4	45.9	47.3	48.4	49.4	
84	2.30	7.28	13.1	18.8	23.9	28.3	32.2	35.6	38.5	41.0	43.1	45.0	46.5	47.9	49.0	50.1	
85	2.33	7.37	13.3	19.0	24.2	28.7	32.6	36.1	39.0	41.5	43.7	45.5	47.1	48.5	49.7	50.7	
86	2.36	7.45	13.5	19.2	24.4	29.0	33.0	36.5	39.5	42.0	44.2	46.1	47.7	49.1	50.3	51.4	
87	2.39	7.54	13.6	19.5	24.7	29.4	33.4	36.9	39.9	42.5	44.8	46.7	48.3	49.7	50.9	52.0	
88	2.41	7.63	13.8	19.7	25.0	29.7	33.8	37.3	40.4	43.0	45.3	47.2	48.9	50.3	51.6	52.7	
89	2.44	7.71	13.9	19.9	25.3	30.0	34.2	37.8	40.9	43.5	45.8	47.8	49.5	50.9	52.2	53.3	
90	2.47	7.80	14.1	20.1	25.6	30.4	34.5	38.2	41.3	44.0	46.4	48.3	50.1	51.5	52.8	54.0	
91	2.49	7.89	14.2	20.4	25.9	30.7	34.9	38.6	41.8	44.5	46.9	48.9	50.6	52.2	53.5	54.6	
92	2.52	7.97	14.4	20.6	26.2	31.0	35.3	39.0	42.3	45.0	47.4	49.5	51.2	52.8	54.1	55.2	
93	2.55	8.06	14.5	20.8	26.4	31.4	35.7	39.4	42.7	45.5	48.0	50.0	51.8	53.4	54.7	55.9	
94	2.58	8.15	14.7	21.0	26.7	31.7	36.1	39.9	43.2	46.0	48.5	50.6	52.4	54.0	55.4	56.5	
95	2.60	8.23	14.9	21.3	27.0	32.1	36.5	40.3	43.6	46.5	49.0	51.1	53.0	54.6	56.0	57.2	
96	2.63	8.32	15.0	21.5	27.3	32.4	36.8	40.7	44.1	47.0	49.5	51.7	53.6	55.2	56.6	57.8	
97	2.66	8.41	15.2	21.7	27.6	32.7	37.2	41.1	44.6	47.5	50.1	52.3	54.2	55.8	57.2	58.5	
98	2.69	8.49	15.3	21.9	27.9	33.1	37.6	41.6	45.0	48.0	50.6	52.8	54.8	56.4	57.9	59.1	
99	2.71	8.58	15.5	22.1	28.1	33.4	38.0	42.0	45.5	48.5	51.1	53.4	55.3	57.0	58.5	59.8	
100	2.74	8.67	15.6	22.4	28.4	33.7	38.4	42.4	45.9	49.0	51.7	53.9	55.9	57.6	59.1	60.4	
N	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
	k																

A (ErI)

k															k=N	N
18	19	20	21	22	25	30	35	40	45	50	60	70	90	110		
28.3	28.7	29.0	29.3	29.5	30.2	30.9	31.4	31.9	32.2	32.5					32.5	50
29.0	29.4	29.7	30.0	30.2	30.9	31.6	32.2	32.6	33.0	33.3					33.3	51
29.7	30.0	30.4	30.7	30.9	31.6	32.4	32.9	33.4	33.7	34.0					34.2	52
30.3	30.7	31.1	31.4	31.6	32.3	33.1	33.7	34.1	34.5	34.8					35.0	53
31.0	31.4	31.7	32.0	32.3	33.0	33.8	34.4	34.9	35.3	35.6					35.8	54
31.7	32.1	32.4	32.7	33.0	33.7	34.6	35.2	35.7	36.0	36.4					36.6	55
32.3	32.7	33.1	33.4	33.7	34.4	35.3	35.9	36.4	36.8	37.1					37.5	56
33.0	33.4	33.8	34.1	34.4	35.2	36.1	36.7	37.2	37.6	37.9					38.3	57
33.6	34.1	34.5	34.8	35.1	35.9	36.8	37.4	37.9	38.3	38.7					39.1	58
34.3	34.8	35.2	35.5	35.8	36.6	37.5	38.2	38.7	39.1	39.5					40.0	59
35.0	35.4	35.8	36.2	36.5	37.3	38.3	38.9	39.5	39.9	40.2	40.8				40.8	60
35.6	36.1	36.5	36.9	37.2	38.0	39.0	39.7	40.2	40.7	41.0	41.6				41.6	61
36.3	36.8	37.2	37.6	37.9	38.8	39.8	40.5	41.0	41.4	41.8	42.4				42.5	62
37.0	37.5	37.9	38.3	38.6	39.5	40.5	41.2	41.8	42.2	42.6	43.2				43.3	63
37.6	38.1	38.6	39.0	39.3	40.2	41.3	42.0	42.5	43.0	43.4	44.0				44.2	64
38.3	38.8	39.3	39.7	40.1	40.9	42.0	42.7	43.3	43.8	44.1	44.7				45.0	65
39.0	39.5	40.0	40.4	40.8	41.7	42.7	43.5	44.1	44.5	44.9	45.5				45.8	66
39.6	40.2	40.7	41.1	41.5	42.4	43.5	44.3	44.9	45.3	45.7	46.3				46.7	67
40.3	40.8	41.3	41.8	42.2	43.1	44.2	45.0	45.6	46.1	46.5	47.1				47.5	68
41.0	41.5	42.0	42.5	42.9	43.9	45.0	45.8	46.4	46.9	47.3	47.9				48.4	69
41.6	42.2	42.7	43.2	43.6	44.6	45.7	46.6	47.2	47.7	48.1	48.7	49.2			49.2	70
42.3	42.9	43.4	43.9	44.3	45.3	46.5	47.3	48.0	48.5	48.9	49.5	50.0			50.1	71
42.9	43.6	44.1	44.6	45.0	46.0	47.3	48.1	48.7	49.2	49.7	50.3	50.9			50.9	72
43.6	44.2	44.8	45.3	45.7	46.8	48.0	48.9	49.5	50.0	50.5	51.1	51.7			51.8	73
44.3	44.9	45.5	46.0	46.4	47.5	48.8	49.6	50.3	50.8	51.2	51.9	52.5			52.7	74
44.9	45.6	46.2	46.7	47.1	48.2	49.5	50.4	51.1	51.6	52.0	52.7	53.3			53.5	75
45.6	46.3	46.9	47.4	47.8	49.0	50.3	51.2	51.9	52.4	52.8	53.5	54.1			54.4	76
46.3	47.0	47.6	48.1	48.6	49.7	51.0	52.0	52.6	53.2	53.6	54.3	54.9			55.2	77
46.9	47.6	48.2	48.8	49.3	50.4	51.8	52.7	53.4	54.0	54.4	55.1	55.7			56.1	78
47.6	48.3	48.9	49.5	50.0	51.2	52.5	53.5	54.2	54.8	55.2	56.0	56.5			56.9	79
48.3	49.0	49.6	50.2	50.7	51.9	53.3	54.3	55.0	55.6	56.0	56.8	57.3			57.8	80
48.9	49.7	50.3	50.9	51.4	52.6	54.1	55.0	55.8	56.4	56.8	57.6	58.2			58.7	81
49.6	50.4	51.0	51.6	52.1	53.4	54.8	55.8	56.6	57.1	57.6	58.4	59.0			59.5	82
50.3	51.0	51.7	52.3	52.8	54.1	55.6	56.6	57.3	57.9	58.4	59.2	59.8			60.4	83
50.9	51.7	52.4	53.0	53.5	54.8	56.3	57.4	58.1	58.7	59.2	60.0	60.6			61.3	84
51.6	52.4	53.1	53.7	54.2	55.6	57.1	58.2	58.9	59.5	60.0	60.8	61.4			62.1	85
52.3	53.1	53.8	54.4	55.0	56.3	57.9	58.9	59.7	60.3	60.8	61.6	62.2			63.0	86
52.9	53.7	54.5	55.1	55.7	57.0	58.6	59.7	60.5	61.1	61.6	62.4	63.1			63.9	87
53.6	54.4	55.2	55.8	56.4	57.8	59.4	60.5	61.3	61.9	62.4	63.3	63.9			64.7	88
54.3	55.1	55.9	56.5	57.1	58.5	60.2	61.3	62.1	62.7	63.3	64.1	64.7			65.6	89
54.9	55.8	56.5	57.2	57.8	59.3	60.9	62.0	62.9	63.5	64.1	64.9	65.5	66.5		66.5	90
55.6	56.5	57.2	57.9	58.5	60.0	61.7	62.8	63.7	64.3	64.9	65.7	66.3	67.3		67.4	91
56.3	57.1	57.9	58.6	59.2	60.7	62.4	63.6	64.5	65.1	65.7	66.5	67.2	68.1		68.2	92
56.9	57.8	58.6	59.3	59.9	61.5	63.2	64.4	65.3	65.9	66.5	67.3	68.0	69.0		69.1	93
57.6	58.5	59.3	60.0	60.7	62.2	64.0	65.2	66.1	66.7	67.3	68.2	68.8	69.8		70.0	94
58.3	59.2	60.0	60.7	61.4	62.9	64.7	66.0	66.8	67.5	68.1	69.0	69.6	70.6		70.9	95
58.9	59.9	60.7	61.4	62.1	63.7	65.5	66.7	67.6	68.3	68.9	69.8	70.5	71.5		71.7	96
59.6	60.5	61.4	62.1	62.8	64.4	66.3	67.5	68.4	69.1	69.7	70.6	71.3	72.3		72.6	97
60.2	61.2	62.1	62.8	63.5	65.2	67.0	68.3	69.2	69.9	70.5	71.4	72.1	73.2		73.5	98
60.9	61.9	62.8	63.5	64.2	65.9	67.8	69.1	70.0	70.8	71.3	72.3	73.0	74.0		74.4	99
61.6	62.6	63.5	64.2	64.9	66.6	68.6	69.9	70.8	71.6	72.2	73.1	73.8	74.8		75.2	100
18	19	20	21	22	25	30	35	40	45	50	60	70	90	110	k=N	N

B=1,0%**A (Erl)**

N	k																
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
1																	
2	.153																
3	.250	.455															
4	.351	.657	.869														
5	.438	.865	1.16	1.36													
6	.526	1.08	1.45	1.72	1.91												
7	.614	1.29	1.76	2.08	2.32	2.50											
8	.701	1.50	2.07	2.46	2.74	2.96	3.13										
9	.789	1.72	2.38	2.84	3.17	3.42	3.62	3.78									
10	.877	1.91	2.69	3.22	3.61	3.90	4.12	4.31	4.46								
11	.964	2.10	3.00	3.61	4.05	4.38	4.63	4.84	5.01	5.16							
12	1.05	2.29	3.31	4.00	4.49	4.86	5.15	5.38	5.57	5.74	5.88						
13	1.14	2.48	3.62	4.39	4.94	5.35	5.67	5.93	6.14	6.32	6.47	6.61					
14	1.23	2.67	3.93	4.78	5.39	5.85	6.20	6.48	6.71	6.91	7.07	7.22	7.35				
15	1.32	2.86	4.24	5.17	5.84	6.34	6.73	7.04	7.29	7.50	7.68	7.84	7.98	8.11			
16	1.40	3.05	4.55	5.56	6.29	6.84	7.26	7.60	7.87	8.10	8.30	8.47	8.62	8.75	8.88		
17	1.49	3.24	4.83	5.95	6.75	7.34	7.80	8.16	8.46	8.70	8.91	9.10	9.26	9.40	9.53	9.65	
18	1.58	3.43	5.12	6.34	7.20	7.85	8.34	8.73	9.05	9.31	9.54	9.73	9.90	10.1	10.2	10.3	
19	1.67	3.62	5.40	6.73	7.66	8.35	8.88	9.30	9.64	9.92	10.2	10.4	10.6	10.7	10.9	11.0	
20	1.75	3.81	5.69	7.12	8.11	8.85	9.42	9.87	10.2	10.5	10.8	11.0	11.2	11.4	11.5	11.7	
21	1.84	4.00	5.97	7.51	8.57	9.36	9.97	10.4	10.8	11.2	11.4	11.7	11.9	12.0	12.2	12.4	
22	1.93	4.20	6.25	7.90	9.02	9.87	10.5	11.0	11.4	11.8	12.1	12.3	12.5	12.7	12.9	13.0	
23	2.02	4.39	6.54	8.28	9.48	10.4	11.1	11.6	12.0	12.4	12.7	13.0	13.2	13.4	13.6	13.7	
24	2.10	4.58	6.82	8.67	9.93	10.9	11.6	12.2	12.6	13.0	13.3	13.6	13.9	14.1	14.3	14.4	
25	2.19	4.77	7.11	9.05	10.4	11.4	12.2	12.8	13.2	13.6	14.0	14.3	14.5	14.7	14.9	15.1	
26	2.28	4.96	7.39	9.42	10.8	11.9	12.7	13.3	13.9	14.3	14.6	14.9	15.2	15.4	15.6	15.8	
27	2.37	5.15	7.68	9.78	11.3	12.4	13.3	13.9	14.5	14.9	15.3	15.6	15.9	16.1	16.3	16.5	
28	2.45	5.34	7.96	10.1	11.7	12.9	13.8	14.5	15.1	15.5	15.9	16.3	16.5	16.8	17.0	17.2	
29	2.54	5.53	8.24	10.5	12.2	13.4	14.4	15.1	15.7	16.2	16.6	16.9	17.2	17.5	17.7	17.9	
30	2.63	5.72	8.53	10.9	12.6	13.9	14.9	15.7	16.3	16.8	17.2	17.6	17.9	18.2	18.4	18.6	
31	2.72	5.91	8.81	11.2	13.1	14.4	15.5	16.3	16.9	17.4	17.9	18.3	18.6	18.9	19.1	19.4	
32	2.81	6.10	9.10	11.6	13.5	14.9	16.0	16.8	17.5	18.1	18.5	18.9	19.3	19.6	19.8	20.1	
33	2.89	6.29	9.38	12.0	14.0	15.4	16.6	17.4	18.1	18.7	19.2	19.6	20.0	20.3	20.5	20.8	
34	2.98	6.48	9.67	12.3	14.4	15.9	17.1	18.0	18.8	19.4	19.9	20.3	20.6	21.0	21.2	21.5	
35	3.07	6.67	9.95	12.7	14.9	16.4	17.7	18.6	19.4	20.0	20.5	20.9	21.3	21.7	21.9	22.2	
36	3.16	6.87	10.2	13.0	15.3	17.0	18.2	19.2	20.0	20.6	21.2	21.6	22.0	22.4	22.7	22.9	
37	3.24	7.06	10.5	13.4	15.8	17.5	18.8	19.8	20.6	21.3	21.8	22.3	22.7	23.1	23.4	23.6	
38	3.33	7.25	10.8	13.8	16.2	18.0	19.3	20.4	21.2	21.9	22.5	23.0	23.4	23.8	24.1	24.4	
39	3.42	7.44	11.1	14.1	16.6	18.5	19.9	20.9	21.8	22.5	23.1	23.7	24.1	24.5	24.8	25.1	
40	3.51	7.63	11.4	14.5	17.0	19.0	20.4	21.5	22.4	23.2	23.8	24.3	24.8	25.2	25.5	25.8	
41	3.59	7.82	11.7	14.8	17.5	19.5	20.9	22.1	23.1	23.8	24.5	25.0	25.5	25.9	26.2	26.5	
42	3.68	8.01	11.9	15.2	17.9	20.0	21.5	22.7	23.7	24.5	25.1	25.7	26.2	26.6	26.9	27.3	
43	3.77	8.20	12.2	15.6	18.3	20.5	22.0	23.3	24.3	25.1	25.8	26.4	26.9	27.3	27.7	28.0	
44	3.86	8.39	12.5	15.9	18.7	21.0	22.6	23.9	24.9	25.8	26.5	27.1	27.6	28.0	28.4	28.7	
45	3.95	8.58	12.8	16.3	19.2	21.5	23.1	24.5	25.5	26.4	27.1	27.7	28.3	28.7	29.1	29.5	
46	4.03	8.77	13.1	16.7	19.6	22.0	23.7	25.0	26.1	27.0	27.8	28.4	29.0	29.4	29.8	30.2	
47	4.12	8.96	13.4	17.0	20.0	22.4	24.2	25.6	26.8	27.7	28.5	29.1	29.6	30.1	30.5	30.9	
48	4.21	9.15	13.6	17.4	20.4	22.9	24.8	26.2	27.4	28.3	29.1	29.8	30.3	30.8	31.3	31.6	
49	4.30	9.34	13.9	17.7	20.9	23.4	25.3	26.8	28.0	29.0	29.8	30.5	31.0	31.5	32.0	32.4	
50	4.38	9.54	14.2	18.1	21.3	23.9	25.9	27.4	28.6	29.6	30.4	31.1	31.7	32.3	32.7	33.1	
N	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	

B=1,0%

Ατελής δέσμη

A (Erl)

N	k																
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
50	4.38	9.54	14.2	18.1	21.3	23.9	25.9	27.4	28.6	29.6	30.4	31.1	31.7	32.3	32.7	33.1	
51	4.47	9.73	14.5	18.5	21.7	24.4	26.4	28.0	29.2	30.3	31.1	31.8	32.4	33.0	33.4	33.8	
52	4.56	9.92	14.8	18.8	22.1	24.9	26.9	28.5	29.8	30.9	31.8	32.5	33.1	33.7	34.2	34.6	
53	4.65	10.1	15.1	19.2	22.6	25.4	27.5	29.1	30.5	31.5	32.4	33.2	33.8	34.4	34.9	35.3	
54	4.73	10.3	15.4	19.6	23.0	25.8	28.0	29.7	31.1	32.2	33.1	33.9	34.5	35.1	35.6	36.0	
55	4.82	10.5	15.6	19.9	23.4	26.3	28.6	30.3	31.7	32.8	33.8	34.6	35.2	35.8	36.3	36.8	
56	4.91	10.7	15.9	20.3	23.9	26.8	29.1	30.9	32.3	33.5	34.4	35.3	35.9	36.5	37.1	37.5	
57	5.00	10.9	16.2	20.6	24.3	27.3	29.6	31.4	32.9	34.1	35.1	35.9	36.6	37.3	37.8	38.3	
58	5.09	11.1	16.5	21.0	24.7	27.7	30.2	32.0	33.5	34.8	35.8	36.6	37.3	38.0	38.5	39.0	
59	5.17	11.3	16.8	21.4	25.1	28.2	30.7	32.6	34.1	35.4	36.4	37.3	38.0	38.7	39.2	39.7	
60	5.26	11.4	17.1	21.7	25.6	28.7	31.3	33.2	34.8	36.0	37.1	38.0	38.8	39.4	40.0	40.5	
61	5.35	11.6	17.3	22.1	26.0	29.2	31.8	33.8	35.4	36.7	37.8	38.7	39.5	40.1	40.7	41.2	
62	5.44	11.8	17.6	22.5	26.4	29.7	32.3	34.3	36.0	37.3	38.4	39.4	40.2	40.8	41.4	42.0	
63	5.52	12.0	17.9	22.8	26.8	30.1	32.9	34.9	36.6	38.0	39.1	40.0	40.9	41.6	42.2	42.7	
64	5.61	12.2	18.2	23.2	27.3	30.6	33.4	35.5	37.2	38.6	39.8	40.7	41.6	42.3	42.9	43.4	
65	5.70	12.4	18.5	23.5	27.7	31.1	33.9	36.1	37.8	39.2	40.4	41.4	42.3	43.0	43.6	44.2	
66	5.79	12.6	18.8	23.9	28.1	31.6	34.4	36.6	38.4	39.9	41.1	42.1	43.0	43.7	44.4	44.9	
67	5.87	12.8	19.0	24.3	28.5	32.0	35.0	37.2	39.0	40.5	41.8	42.8	43.7	44.4	45.1	45.7	
68	5.96	13.0	19.3	24.6	29.0	32.5	35.5	37.8	39.6	41.2	42.4	43.5	44.4	45.1	45.8	46.4	
69	6.05	13.2	19.6	25.0	29.4	33.0	36.0	38.4	40.3	41.8	43.1	44.2	45.1	45.9	46.5	47.1	
70	6.14	13.3	19.9	25.4	29.8	33.5	36.5	38.9	40.9	42.4	43.7	44.8	45.8	46.6	47.3	47.9	
71	6.22	13.5	20.2	25.7	30.2	34.0	37.0	39.5	41.5	43.1	44.4	45.5	46.5	47.3	48.0	48.6	
72	6.31	13.7	20.5	26.1	30.7	34.4	37.6	40.1	42.1	43.7	45.1	46.2	47.2	48.0	48.7	49.4	
73	6.40	13.9	20.8	26.4	31.1	34.9	38.1	40.7	42.7	44.3	45.7	46.9	47.9	48.7	49.5	50.1	
74	6.49	14.1	21.0	26.8	31.5	35.4	38.6	41.2	43.3	45.0	46.4	47.6	48.6	49.4	50.2	50.8	
75	6.58	14.3	21.3	27.2	31.9	35.9	39.1	41.8	43.9	45.6	47.1	48.3	49.3	50.2	50.9	51.6	
76	6.66	14.5	21.6	27.5	32.4	36.4	39.7	42.4	44.5	46.3	47.7	48.9	50.0	50.9	51.7	52.3	
77	6.75	14.7	21.9	27.9	32.8	36.8	40.2	42.9	45.1	46.9	48.4	49.6	50.7	51.6	52.4	53.1	
78	6.84	14.9	22.2	28.2	33.2	37.3	40.7	43.5	45.7	47.5	49.0	50.3	51.4	52.3	53.1	53.8	
79	6.93	15.1	22.5	28.6	33.6	37.8	41.2	44.1	46.3	48.2	49.7	51.0	52.1	53.0	53.9	54.6	
80	7.01	15.3	22.7	29.0	34.1	38.3	41.7	44.6	46.9	48.8	50.4	51.7	52.8	53.8	54.6	55.3	
81	7.10	15.4	23.0	29.3	34.5	38.7	42.3	45.2	47.5	49.4	51.0	52.4	53.5	54.5	55.3	56.1	
82	7.19	15.6	23.3	29.7	34.9	39.2	42.8	45.8	48.1	50.1	51.7	53.0	54.2	55.2	56.1	56.8	
83	7.28	15.8	23.6	30.1	35.4	39.7	43.3	46.3	48.7	50.7	52.3	53.7	54.9	55.9	56.8	57.5	
84	7.36	16.0	23.9	30.4	35.8	40.2	43.8	46.9	49.3	51.3	53.0	54.4	55.6	56.6	57.5	58.2	
85	7.45	16.2	24.2	30.8	36.2	40.7	44.4	47.4	49.9	52.0	53.7	55.1	56.3	57.3	58.2	59.0	
86	7.54	16.4	24.4	31.1	36.6	41.1	44.9	48.0	50.5	52.6	54.3	55.8	57.0	58.1	59.0	59.8	
87	7.63	16.6	24.7	31.5	37.1	41.6	45.4	48.6	51.1	53.2	55.0	56.5	57.7	58.8	59.7	60.5	
88	7.72	16.8	25.0	31.9	37.5	42.1	45.9	49.1	51.7	53.9	55.6	57.1	58.4	59.5	60.4	61.2	
89	7.80	17.0	25.3	32.2	37.9	42.6	46.4	49.7	52.3	54.5	56.3	57.8	59.1	60.2	61.2	62.0	
90	7.89	17.2	25.6	32.6	38.3	43.0	47.0	50.2	52.9	55.1	57.0	58.5	59.8	60.9	61.9	62.7	
91	7.98	17.4	25.9	33.0	38.8	43.5	47.5	50.8	53.5	55.8	57.6	59.2	60.5	61.7	62.6	63.4	
92	8.07	17.5	26.2	33.3	39.2	44.0	48.0	51.4	54.1	56.4	58.3	59.9	61.2	62.4	63.4	64.2	
93	8.15	17.7	26.4	33.7	39.6	44.5	48.5	51.9	54.7	57.0	58.9	60.5	61.9	63.1	64.1	65.0	
94	8.24	17.9	26.7	34.0	40.0	45.0	49.0	52.5	55.3	57.7	59.6	61.2	62.6	63.8	64.8	65.7	
95	8.33	18.1	27.0	34.4	40.5	45.4	49.6	53.0	55.9	58.3	60.2	61.9	63.3	64.5	65.6	66.5	
96	8.42	18.3	27.3	34.8	40.9	45.9	50.1	53.6	56.5	58.9	60.9	62.6	64.0	65.2	66.3	67.2	
97	8.50	18.5	27.6	35.1	41.3	46.4	50.6	54.1	57.1	59.5	61.6	63.3	64.7	66.0	67.0	68.0	
98	8.59	18.7	27.9	35.5	41.7	46.9	51.1	54.7	57.7	60.2	62.2	63.9	65.4	66.7	67.8	68.8	
99	8.68	18.9	28.1	35.9	42.2	47.4	51.7	55.3	58.3	60.8	62.9	64.6	66.1	67.4	68.5	69.5	
100	8.77	19.1	28.4	36.2	42.6	47.8	52.2	55.8	58.9	61.4	63.5	65.3	66.8	68.1	69.2	70.2	
N	k																
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	

A (Erl)**B=1,0%**

k															N	
18	19	20	21	22	25	30	35	40	45	50	60	70	90	110	k=N	N
33.5	33.8	34.1	34.3	34.6	35.2	36.0	36.6	37.1	37.5	37.9					37.9	50
34.2	34.5	34.8	35.1	35.3	36.0	36.8	37.4	37.9	38.4	38.7					38.8	51
35.0	35.3	35.6	35.9	36.1	36.8	37.6	38.2	38.8	39.2	39.6					39.7	52
35.7	36.0	36.3	36.6	36.9	37.5	38.4	39.0	39.6	40.0	40.4					40.6	53
36.4	36.8	37.1	37.4	37.7	38.3	39.2	39.9	40.4	40.8	41.2					41.5	54
37.2	37.5	37.9	38.2	38.4	39.1	40.0	40.7	41.2	41.7	42.1					42.4	55
37.9	38.3	38.6	38.9	39.2	39.9	40.8	41.5	42.0	42.5	42.9					43.3	56
38.7	39.0	39.4	39.7	40.0	40.7	41.6	42.3	42.9	43.3	43.7					44.2	57
39.4	39.8	40.1	40.5	40.7	41.5	42.4	43.1	43.7	44.2	44.6					45.1	58
40.2	40.6	40.9	41.2	41.5	42.3	43.2	43.9	44.5	45.0	45.4					46.0	59
40.9	41.3	41.7	42.0	42.3	43.1	44.0	44.8	45.3	45.8	46.2	46.9				46.9	60
41.7	42.1	42.4	42.8	43.1	43.8	44.8	45.6	46.2	46.7	47.1	47.8				47.9	61
42.4	42.8	43.2	43.5	43.9	44.6	45.6	46.4	47.0	47.5	47.9	48.6				48.8	62
43.2	43.6	44.0	44.3	44.6	45.4	46.4	47.2	47.8	48.3	48.8	49.5				49.7	63
43.9	44.3	44.7	45.1	45.4	46.2	47.3	48.0	48.7	49.2	49.6	50.4				50.6	64
44.7	45.1	45.5	45.9	46.2	47.0	48.1	48.9	49.5	50.0	50.5	51.2				51.5	65
45.4	45.9	46.3	46.6	47.0	47.8	48.9	49.7	50.3	50.8	51.3	52.1				52.4	66
46.2	46.6	47.0	47.4	47.7	48.6	49.7	50.5	51.1	51.7	52.1	52.9				53.4	67
46.9	47.4	47.8	48.2	48.5	49.4	50.5	51.3	52.0	52.5	53.0	53.8				54.3	68
47.7	48.1	48.6	49.0	49.3	50.2	51.3	52.1	52.8	53.4	53.8	54.6				55.2	69
48.4	48.9	49.3	49.7	50.1	51.0	52.1	53.0	53.6	54.2	54.7	55.5	56.1			56.1	70
49.2	49.7	50.1	50.5	50.9	51.8	52.9	53.8	54.5	55.1	55.5	56.3	57.0			57.0	71
49.9	50.4	50.9	51.3	51.6	52.6	53.8	54.6	55.3	55.9	56.4	57.2	57.8			58.0	72
50.7	51.2	51.6	52.1	52.4	53.4	54.6	55.5	56.2	56.7	57.2	58.0	58.7			58.9	73
51.4	51.9	52.4	52.8	53.2	54.2	55.4	56.3	57.0	57.6	58.1	58.9	59.6			59.8	74
52.2	52.7	53.2	53.6	54.0	55.0	56.2	57.1	57.8	58.4	58.9	59.8	60.4			60.7	75
52.9	53.5	54.0	54.4	54.8	55.8	57.0	57.9	58.7	59.3	59.8	60.6	61.3			61.7	76
53.7	54.2	54.7	55.2	55.6	56.6	57.8	58.8	59.5	60.1	60.6	61.5	62.2			62.6	77
54.4	55.0	55.5	55.9	56.3	57.4	58.6	59.6	60.3	61.0	61.5	62.3	63.0			63.5	78
55.2	55.8	56.3	56.7	57.1	58.2	59.5	60.4	61.2	61.8	62.3	63.2	63.9			64.4	79
56.0	56.5	57.0	57.5	57.9	59.0	60.3	61.3	62.0	62.7	63.2	64.1	64.8			65.4	80
56.7	57.3	57.8	58.3	58.7	59.8	61.1	62.1	62.9	63.5	64.0	64.9	65.6			66.3	81
57.5	58.1	58.6	59.1	59.5	60.6	61.9	62.9	63.7	64.4	64.9	65.8	66.5			67.2	82
58.2	58.8	59.4	59.8	60.3	61.4	62.7	63.8	64.6	65.2	65.8	66.7	67.4			68.2	83
59.0	59.6	60.1	60.6	61.1	62.2	63.6	64.6	65.4	66.1	66.6	67.5	68.3			69.1	84
59.7	60.3	60.9	61.4	61.8	63.0	64.4	65.4	66.2	66.9	67.5	68.4	69.1			70.0	85
60.5	61.1	61.7	62.2	62.6	63.8	65.2	66.3	67.1	67.8	68.3	69.3	70.0			70.9	86
61.2	61.9	62.4	63.0	63.4	64.6	66.0	67.1	67.9	68.6	69.2	70.1	70.9			71.9	87
62.0	62.6	63.2	63.7	64.2	65.4	66.9	67.9	68.8	69.5	70.0	71.0	71.7			72.8	88
62.7	63.4	64.0	64.5	65.0	66.2	67.7	68.8	69.6	70.3	70.9	71.9	72.6			73.7	89
63.5	64.2	64.8	65.3	65.8	67.0	68.5	69.6	70.5	71.2	71.8	72.7	73.5	74.7		74.7	90
64.3	64.9	65.5	66.1	66.6	67.8	69.3	70.4	71.3	72.0	72.6	73.6	74.4	75.6		75.6	91
65.0	65.7	66.3	66.9	67.4	68.6	70.1	71.3	72.2	72.9	73.5	74.5	75.2	76.5		76.6	92
65.8	66.5	67.1	67.6	68.1	69.4	71.0	72.1	73.0	73.7	74.3	75.3	76.1	77.3		77.5	93
66.5	67.2	67.9	68.4	68.9	70.2	71.8	73.0	73.8	74.6	75.2	76.2	77.0	78.2		78.4	94
67.3	68.0	68.6	69.2	69.7	71.0	72.6	73.8	74.7	75.4	76.1	77.1	77.9	79.1		79.4	95
68.0	68.8	69.4	70.0	70.5	71.8	73.4	74.6	75.5	76.3	76.9	77.9	78.7	80.0		80.3	96
68.8	69.5	70.2	70.8	71.3	72.6	74.3	75.5	76.4	77.1	77.8	78.8	79.6	80.9		81.2	97
69.5	70.3	71.0	71.6	72.1	73.4	75.1	76.3	77.2	78.0	78.6	79.7	80.5	81.8		82.2	98
70.3	71.1	71.7	72.3	72.9	74.3	75.9	77.1	78.1	78.9	79.5	80.6	81.4	82.7		83.1	99
71.1	71.8	72.5	73.1	73.7	75.1	76.8	78.0	78.9	79.7	80.4	81.4	82.3	83.5		84.1	100
18	19	20	21	22	25	30	35	40	45	50	60	70	90	110	k=N	N

B=5,0%

Άτελής δέσμη

A (Erl)

N	k															
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1																
2	.381															
3	.601	.899														
4	.828	1.25	1.52													
5	1.04	1.61	1.97	2.22												
6	1.24	1.97	2.42	2.73	2.96											
7	1.45	2.34	2.88	3.25	3.52	3.74										
8	1.66	2.72	3.34	3.77	4.09	4.34	4.54									
9	1.86	3.09	3.81	4.31	4.67	4.95	5.18	5.37								
10	2.07	3.44	4.29	4.84	5.25	5.57	5.82	6.04	6.22							
11	2.28	3.78	4.76	5.39	5.84	6.19	6.47	6.71	6.90	7.08						
12	2.48	4.13	5.24	5.93	6.43	6.82	7.13	7.38	7.60	7.79	7.95					
13	2.69	4.47	5.72	6.48	7.03	7.45	7.79	8.06	8.30	8.50	8.68	8.83				
14	2.90	4.81	6.20	7.03	7.63	8.09	8.45	8.75	9.00	9.22	9.41	9.58	9.73			
15	3.11	5.16	6.68	7.58	8.23	8.73	9.12	9.44	9.71	9.94	10.1	10.3	10.5	10.6		
16	3.31	5.50	7.16	8.14	8.84	9.37	9.79	10.1	10.4	10.7	10.9	11.1	11.2	11.4	11.5	
17	3.52	5.85	7.61	8.69	9.44	10.0	10.5	10.8	11.1	11.4	11.6	11.8	12.0	12.2	12.3	12.4
18	3.73	6.19	8.06	9.25	10.1	10.7	11.1	11.5	11.9	12.1	12.4	12.6	12.8	13.0	13.1	13.2
19	3.93	6.53	8.51	9.80	10.7	11.3	11.8	12.2	12.6	12.9	13.1	13.3	13.5	13.7	13.9	14.0
20	4.14	6.88	8.95	10.4	11.3	12.0	12.5	12.9	13.3	13.6	13.9	14.1	14.3	14.5	14.7	14.8
21	4.35	7.22	9.40	10.9	11.9	12.6	13.2	13.6	14.0	14.3	14.6	14.9	15.1	15.3	15.5	15.6
22	4.55	7.57	9.85	11.5	12.5	13.3	13.9	14.3	14.7	15.1	15.4	15.6	15.9	16.1	16.3	16.4
23	4.76	7.91	10.3	12.0	13.1	13.9	14.5	15.1	15.5	15.8	16.1	16.4	16.7	16.9	17.1	17.2
24	4.97	8.25	10.7	12.6	13.7	14.6	15.2	15.8	16.2	16.6	16.9	17.2	17.4	17.7	17.9	18.0
25	5.18	8.60	11.2	13.1	14.3	15.2	15.9	16.5	16.9	17.3	17.7	18.0	18.2	18.5	18.7	18.8
26	5.38	8.94	11.6	13.7	14.9	15.9	16.6	17.2	17.7	18.1	18.4	18.7	19.0	19.3	19.5	19.6
27	5.59	9.28	12.1	14.2	15.6	16.5	17.3	17.9	18.4	18.8	19.2	19.5	19.8	20.0	20.3	20.4
28	5.80	9.63	12.5	14.7	16.2	17.2	18.0	18.6	19.1	19.6	20.0	20.3	20.6	20.8	21.1	21.2
29	6.00	9.97	13.0	15.2	16.8	17.9	18.7	19.3	19.9	20.3	20.7	21.1	21.4	21.6	21.9	22.0
30	6.21	10.3	13.4	15.8	17.4	18.5	19.4	20.1	20.6	21.1	21.5	21.9	22.2	22.4	22.7	22.8
31	6.42	10.7	13.9	16.3	18.0	19.2	20.1	20.8	21.4	21.8	22.3	22.6	23.0	23.3	23.5	23.6
32	6.63	11.0	14.3	16.8	18.6	19.8	20.8	21.5	22.1	22.6	23.0	23.4	23.8	24.1	24.3	24.4
33	6.83	11.3	14.8	17.4	19.2	20.5	21.4	22.2	22.8	23.4	23.8	24.2	24.6	24.9	25.1	25.2
34	7.04	11.7	15.2	17.9	19.9	21.1	22.1	22.9	23.6	24.1	24.6	25.0	25.3	25.7	26.0	26.1
35	7.25	12.0	15.7	18.4	20.5	21.8	22.8	23.6	24.3	24.9	25.4	25.8	26.1	26.5	26.8	26.9
36	7.45	12.4	16.1	18.9	21.1	22.5	23.5	24.4	25.1	25.6	26.1	26.6	26.9	27.3	27.6	27.7
37	7.66	12.7	16.6	19.5	21.7	23.1	24.2	25.1	25.8	26.4	26.9	27.4	27.7	28.1	28.4	28.5
38	7.87	13.1	17.0	20.0	22.3	23.8	24.9	25.8	26.6	27.2	27.7	28.1	28.5	28.9	29.2	29.3
39	8.07	13.4	17.5	20.5	22.8	24.4	25.6	26.5	27.3	27.9	28.5	28.9	29.3	29.7	30.0	30.1
40	8.28	13.8	17.9	21.0	23.4	25.1	26.3	27.3	28.0	28.7	29.2	29.7	30.2	30.5	30.9	31.0
41	8.49	14.1	18.4	21.6	24.0	25.8	27.0	28.0	28.8	29.5	30.0	30.5	31.0	31.3	31.7	31.8
42	8.70	14.4	18.8	22.1	24.6	26.4	27.7	28.7	29.5	30.2	30.8	31.3	31.8	32.2	32.5	32.6
43	8.90	14.8	19.2	22.6	25.2	27.1	28.4	29.4	30.3	31.0	31.6	32.1	32.6	33.0	33.3	33.4
44	9.11	15.1	19.7	23.1	25.8	27.7	29.1	30.2	31.0	31.8	32.4	32.9	33.4	33.8	34.1	34.2
45	9.32	15.5	20.1	23.7	26.4	28.4	29.8	30.9	31.8	32.5	33.2	33.7	34.2	34.6	35.0	35.1
46	9.52	15.8	20.6	24.2	26.9	29.0	30.5	31.6	32.5	33.3	33.9	34.5	35.0	35.4	35.8	35.9
47	9.73	16.2	21.0	24.7	27.5	29.7	31.2	32.3	33.3	34.1	34.7	35.3	35.8	36.2	36.6	36.7
48	9.94	16.5	21.5	25.2	28.1	30.4	31.9	33.0	34.0	34.8	35.5	36.1	36.6	37.0	37.5	37.6
49	10.1	16.8	21.9	25.8	28.7	31.0	32.6	33.8	34.8	35.6	36.3	36.9	37.4	37.9	38.3	38.4
50	10.4	17.2	22.4	26.3	29.3	31.6	33.2	34.5	35.5	36.4	37.1	37.7	38.2	38.7	39.1	39.2
N	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

A (Erl)**B=5,0%**

k															k=N	N
18	19	20	21	22	25	30	35	40	45	50	60	70	90	110		
															0.526	1
															.381	2
															.899	3
															1.52	4
															2.22	5
															2.96	6
															3.74	7
															4.54	8
															5.37	9
															6.22	10
															7.08	11
															7.95	12
															8.83	13
															9.73	14
															10.6	15
															11.5	16
															12.5	17
13.4															13.4	18
14.2	14.3														14.3	19
15.0	15.1	15.2													15.2	20
15.8	15.9	16.1	16.2												16.2	21
16.6	16.7	16.9	17.0	17.1											17.1	22
17.4	17.6	17.7	17.8	18.0											18.1	23
18.2	18.4	18.5	18.7	18.8											19.0	24
19.0	19.2	19.4	19.5	19.6	20.0										20.0	25
19.9	20.0	20.2	20.3	20.5	20.8										20.9	26
20.7	20.9	21.0	21.2	21.3	21.7										21.9	27
21.5	21.7	21.8	22.0	22.1	22.5										22.9	28
22.3	22.5	22.7	22.8	23.0	23.4										23.8	29
23.1	23.3	23.5	23.7	23.8	24.2	24.8									24.8	30
24.0	24.2	24.3	24.5	24.7	25.1	25.7									25.8	31
24.8	25.0	25.2	25.4	25.5	26.0	26.5									26.7	32
25.6	25.8	26.0	26.2	26.4	26.8	27.4									27.7	33
26.4	26.7	26.9	27.0	27.2	27.7	28.3									28.7	34
27.3	27.5	27.7	27.9	28.1	28.5	29.2	29.7								29.7	35
28.1	28.3	28.5	28.7	28.9	29.4	30.0	30.6								30.7	36
28.9	29.2	29.4	29.6	29.8	30.3	30.9	31.5								31.6	37
29.8	30.0	30.2	30.4	30.6	31.1	31.8	32.3								32.6	38
30.6	30.8	31.1	31.3	31.5	32.0	32.7	33.2								33.6	39
31.4	31.7	31.9	32.1	32.3	32.9	33.6	34.1	34.6							34.6	40
32.3	32.5	32.8	33.0	33.2	33.7	34.5	35.0	35.5							35.6	41
33.1	33.4	33.6	33.8	34.1	34.6	35.3	35.9	36.4							36.6	42
33.9	34.2	34.5	34.7	34.9	35.5	36.2	36.8	37.3							37.6	43
34.8	35.1	35.3	35.5	35.8	36.3	37.1	37.7	38.2							38.6	44
35.6	35.9	36.2	36.4	36.6	37.2	38.0	38.6	39.1	39.6						39.6	45
36.5	36.7	37.0	37.3	37.5	38.1	38.9	39.5	40.0	40.5						40.5	46
37.3	37.6	37.9	38.1	38.3	39.0	39.8	40.4	40.9	41.4						41.5	47
38.1	38.4	38.7	39.0	39.2	39.8	40.7	41.3	41.8	42.3						42.5	48
39.0	39.3	39.6	39.8	40.1	40.7	41.5	42.2	42.8	43.2						43.5	49
39.8	40.1	40.4	40.7	40.9	41.6	42.4	43.1	43.7	44.1	44.5					44.5	50
18	19	20	21	22	25	30	35	40	45	50	60	70	90	110	k=N	N

B=5,0%

Άτελής δέσμη

A (Erl)

N	k															
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
50	10.4	17.2	22.4	26.3	29.3	31.6	33.2	34.5	35.5	36.4	37.1	37.7	38.2	38.7	39.1	39.
51	10.6	17.5	22.8	26.8	29.9	32.3	33.9	35.2	36.3	37.1	37.8	38.5	39.0	39.5	39.9	40.
52	10.8	17.9	23.3	27.3	30.5	32.9	34.6	35.9	37.0	37.9	38.6	39.3	39.8	40.3	40.8	41.
53	11.0	18.2	23.7	27.9	31.0	33.5	35.3	36.7	37.8	38.7	39.4	40.1	40.6	41.1	41.6	42.
54	11.2	18.6	24.2	28.4	31.6	34.2	36.0	37.4	38.5	39.4	40.2	40.9	41.5	42.0	42.4	42.
55	11.4	18.9	24.6	28.9	32.2	34.8	36.7	38.1	39.2	40.2	41.0	41.7	42.3	42.8	43.2	43.
56	11.6	19.3	25.1	29.4	32.8	35.4	37.4	38.8	40.0	41.0	41.8	42.5	43.1	43.6	44.1	44.
57	11.8	19.6	25.5	30.0	33.4	36.1	38.1	39.6	40.7	41.7	42.6	43.3	43.9	44.4	44.9	45.
58	12.0	19.9	26.0	30.5	34.0	36.7	38.8	40.3	41.5	42.5	43.3	44.1	44.7	45.2	45.7	46.
59	12.2	20.3	26.4	31.0	34.6	37.3	39.5	41.0	42.2	43.3	44.1	44.9	45.5	46.1	46.6	47.
60	12.4	20.6	26.9	31.5	35.1	38.0	40.2	41.7	43.0	44.0	44.9	45.7	46.3	46.9	47.4	47.
61	12.6	21.0	27.3	32.1	35.7	38.6	40.9	42.4	43.7	44.8	45.7	46.5	47.1	47.7	48.2	48.
62	12.8	21.3	27.8	32.6	36.3	39.2	41.5	43.2	44.5	45.6	46.5	47.3	47.9	48.5	49.1	49.
63	13.0	21.7	28.2	33.1	36.9	39.9	42.2	43.9	45.2	46.3	47.3	48.1	48.8	49.4	49.9	50.
64	13.3	22.0	28.6	33.7	37.5	40.5	42.9	44.6	46.0	47.1	48.1	48.9	49.6	50.2	50.7	51.
65	13.5	22.4	29.1	34.2	38.1	41.1	43.6	45.3	46.7	47.9	48.8	49.7	50.4	51.0	51.6	52.
66	13.7	22.7	29.5	34.7	38.7	41.8	44.3	46.1	47.5	48.6	49.6	50.5	51.2	51.8	52.4	52.
67	13.9	23.0	30.0	35.2	39.2	42.4	44.9	46.8	48.2	49.4	50.4	51.3	52.0	52.7	53.2	53.
68	14.1	23.4	30.4	35.8	39.8	43.0	45.6	47.5	49.0	50.2	51.2	52.1	52.8	53.5	54.1	54.
69	14.3	23.7	30.9	36.3	40.4	43.7	46.3	48.2	49.7	50.9	52.0	52.9	53.6	54.3	54.9	55.
70	14.5	24.1	31.3	36.8	41.0	44.3	47.0	48.9	50.5	51.7	52.8	53.7	54.5	55.1	55.7	56.
71	14.7	24.4	31.8	37.3	41.6	44.9	47.6	49.7	51.2	52.5	53.6	54.5	55.3	56.0	56.6	57.
72	14.9	24.8	32.2	37.9	42.2	45.6	48.3	50.4	52.0	53.3	54.3	55.3	56.1	56.8	57.4	58.
73	15.1	25.1	32.7	38.4	42.8	46.2	49.0	51.1	52.7	54.0	55.1	56.1	56.9	57.6	58.2	58.
74	15.3	25.4	33.1	38.9	43.3	46.8	49.6	51.8	53.4	54.8	55.9	56.9	57.7	58.4	59.1	59.
75	15.5	25.8	33.6	39.4	43.9	47.5	50.3	52.5	54.2	55.6	56.7	57.7	58.5	59.3	59.9	60.
76	15.7	26.1	34.0	40.0	44.5	48.1	51.0	53.3	54.9	56.3	57.5	58.5	59.3	60.1	60.8	61.
77	15.9	26.5	34.5	40.5	45.1	48.7	51.6	54.0	55.7	57.1	58.3	59.3	60.2	60.9	61.6	62.
78	16.1	26.8	34.9	41.0	45.7	49.4	52.3	54.7	56.4	57.9	59.1	60.1	61.0	61.7	62.4	63.
79	16.4	27.2	35.4	41.5	46.3	50.0	53.0	55.4	57.2	58.6	59.8	60.9	61.8	62.6	63.3	63.
80	16.6	27.5	35.8	42.1	46.9	50.6	53.7	56.1	57.9	59.4	60.6	61.7	62.6	63.4	64.1	64.
81	16.8	27.9	36.3	42.6	47.4	51.3	54.3	56.8	58.7	60.2	61.4	62.5	63.4	64.2	64.9	65.
82	17.0	28.2	36.7	43.1	48.0	51.9	55.0	57.5	59.4	60.9	62.2	63.3	64.2	65.0	65.8	66.
83	17.2	28.5	37.2	43.6	48.6	52.5	55.7	58.2	60.1	61.7	63.0	64.1	65.0	65.9	66.6	67.
84	17.4	28.9	37.6	44.2	49.2	53.2	56.3	58.9	60.9	62.5	63.8	64.9	65.9	66.7	67.4	68.
85	17.6	29.2	38.1	44.7	49.8	53.8	57.0	59.6	61.6	63.2	64.6	65.7	66.7	67.5	68.3	69.
86	17.8	29.6	38.5	45.2	50.4	54.4	57.7	60.3	62.4	64.0	65.3	66.5	67.5	68.4	69.1	69.
87	18.0	29.9	38.9	45.7	51.0	55.1	58.4	61.0	63.1	64.8	66.1	67.3	68.3	69.2	70.0	70.
88	18.2	30.3	39.4	46.3	51.6	55.7	59.0	61.7	63.9	65.5	66.9	68.1	69.1	70.0	70.8	71.
89	18.4	30.6	39.8	46.8	52.1	56.3	59.7	62.5	64.6	66.3	67.7	68.9	69.9	70.8	71.6	72.
90	18.6	30.9	40.3	47.3	52.7	57.0	60.4	63.2	65.3	67.1	68.5	69.7	70.8	71.7	72.5	73.
91	18.8	31.3	40.7	47.8	53.3	57.6	61.0	63.9	66.1	67.8	69.3	70.5	71.6	72.5	73.3	74.
92	19.0	31.6	41.2	48.4	53.9	58.2	61.7	64.6	66.8	68.6	70.1	71.3	72.4	73.3	74.1	74.
93	19.3	32.0	41.6	48.9	54.5	58.9	62.4	65.3	67.6	69.3	70.8	72.1	73.2	74.1	75.0	75.
94	19.5	32.3	42.1	49.4	55.1	59.5	63.1	66.0	68.3	70.1	71.6	72.9	74.0	75.0	75.8	76.
95	19.7	32.7	42.5	50.0	55.7	60.1	63.7	66.7	69.0	70.9	72.4	73.7	74.8	75.8	76.7	77.
96	19.9	33.0	43.0	50.5	56.2	60.8	64.4	67.4	69.8	71.6	73.2	74.5	75.6	76.6	77.5	78.
97	20.1	33.4	43.4	51.0	56.8	61.4	65.1	68.1	70.5	72.4	74.0	75.3	76.5	77.5	78.3	79.
98	20.3	33.7	43.9	51.5	57.4	62.0	65.7	68.8	71.3	73.2	74.8	76.1	77.3	78.3	79.2	80.
99	20.5	34.0	44.3	52.1	58.0	62.7	66.4	69.5	72.0	73.9	75.5	76.9	78.1	79.1	80.0	80.
100	20.7	34.4	44.8	52.6	58.6	63.3	67.1	70.2	72.7	74.7	76.3	77.7	78.9	79.9	80.8	81.
N	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

A (Erl)**B=5,0%**

k														k=N	N
18	19	20	21	22	25	30	35	40	45	50	60	70	90		
39.8	40.1	40.4	40.7	40.9	41.6	42.4	43.1	43.7	44.1	44.5				44.5	50
40.7	41.0	41.3	41.6	41.8	42.5	43.3	44.0	44.6	45.0	45.5				45.5	51
41.5	41.8	42.1	42.4	42.7	43.3	44.2	44.9	45.5	46.0	46.4				46.5	52
42.4	42.7	43.0	43.3	43.5	44.2	45.1	45.8	46.4	46.9	47.3				47.5	53
43.2	43.5	43.8	44.1	44.4	45.1	46.0	46.7	47.3	47.8	48.2				48.5	54
44.0	44.4	44.7	45.0	45.3	46.0	46.9	47.6	48.2	48.7	49.2				49.5	55
44.9	45.2	45.6	45.9	46.1	46.8	47.8	48.5	49.1	49.6	50.1				50.5	56
45.7	46.1	46.4	46.7	47.0	47.7	48.7	49.4	50.0	50.6	51.0				51.5	57
46.6	46.9	47.3	47.6	47.9	48.6	49.6	50.3	51.0	51.5	51.9				52.6	58
47.4	47.8	48.1	48.4	48.7	49.5	50.5	51.2	51.9	52.4	52.9				53.6	59
48.3	48.7	49.0	49.3	49.6	50.4	51.4	52.2	52.8	53.3	53.8	54.6			54.6	60
49.1	49.5	49.9	50.2	50.5	51.3	52.3	53.1	53.7	54.3	54.7	55.5			55.6	61
50.0	50.4	50.7	51.0	51.3	52.1	53.2	54.0	54.6	55.2	55.7	56.4			56.6	62
50.8	51.2	51.6	51.9	52.2	53.0	54.1	54.9	55.5	56.1	56.6	57.4			57.6	63
51.7	52.1	52.4	52.8	53.1	53.9	55.0	55.8	56.5	57.0	57.5	58.3			58.6	64
52.5	52.9	53.3	53.6	54.0	54.8	55.9	56.7	57.4	58.0	58.4	59.3			59.6	65
53.4	53.8	54.2	54.5	54.8	55.7	56.8	57.6	58.3	58.9	59.4	60.2			60.6	66
54.2	54.6	55.0	55.4	55.7	56.6	57.7	58.5	59.2	59.8	60.3	61.1			61.6	67
55.1	55.5	55.9	56.2	56.6	57.4	58.6	59.4	60.1	60.7	61.2	62.1			62.6	68
55.9	56.4	56.7	57.1	57.4	58.3	59.5	60.3	61.1	61.7	62.2	63.0			63.7	69
56.8	57.2	57.6	58.0	58.3	59.2	60.4	61.3	62.0	62.6	63.1	64.0	64.7		64.7	70
57.6	58.1	58.5	58.8	59.2	60.1	61.3	62.2	62.9	63.5	64.0	64.9	65.6		65.7	71
58.5	58.9	59.3	59.7	60.1	61.0	62.2	63.1	63.8	64.4	65.0	65.9	66.6		66.7	72
59.3	59.8	60.2	60.6	60.9	61.9	63.1	64.0	64.7	65.4	65.9	66.8	67.5		67.7	73
60.2	60.6	61.1	61.5	61.8	62.8	64.0	64.9	65.7	66.3	66.8	67.7	68.5		68.7	74
61.0	61.5	61.9	62.3	62.7	63.6	64.9	65.8	66.6	67.2	67.8	68.7	69.4		69.7	75
61.9	62.4	62.8	63.2	63.6	64.5	65.8	66.7	67.5	68.2	68.7	69.6	70.4		70.8	76
62.7	63.2	63.7	64.1	64.4	65.4	66.7	67.6	68.4	69.1	69.7	70.6	71.3		71.8	77
63.6	64.1	64.5	64.9	65.3	66.3	67.6	68.6	69.4	70.0	70.6	71.5	72.3		72.8	78
64.4	64.9	65.4	65.8	66.2	67.2	68.5	69.5	70.3	70.9	71.5	72.5	73.2		73.8	79
65.3	65.8	66.3	66.7	67.1	68.1	69.4	70.4	71.2	71.9	72.5	73.4	74.2		74.8	80
66.1	66.7	67.1	67.6	67.9	69.0	70.3	71.3	72.1	72.8	73.4	74.4	75.1		75.8	81
67.0	67.5	68.0	68.4	68.8	69.9	71.2	72.2	73.1	73.7	74.3	75.3	76.1		76.9	82
67.8	68.4	68.9	69.3	69.7	70.8	72.1	73.1	74.0	74.7	75.3	76.3	77.0		77.9	83
68.7	69.2	69.7	70.2	70.6	71.6	73.0	74.1	74.9	75.6	76.2	77.2	78.0		78.9	84
69.6	70.1	70.6	71.0	71.5	72.5	73.9	75.0	75.8	76.5	77.1	78.1	79.0		79.9	85
70.4	71.0	71.5	71.9	72.3	73.4	74.8	75.9	76.8	77.5	78.1	79.1	79.9		80.9	86
71.3	71.8	72.3	72.8	73.2	74.3	75.7	76.8	77.7	78.4	79.0	80.0	80.9		82.0	87
72.1	72.7	73.2	73.7	74.1	75.2	76.6	77.7	78.6	79.3	80.0	81.0	81.8		83.0	88
73.0	73.5	74.1	74.5	75.0	76.1	77.5	78.6	79.5	80.3	80.9	81.9	82.8		84.0	89
73.8	74.4	74.9	75.4	75.8	77.0	78.4	79.6	80.5	81.2	81.8	82.9	83.7	85.0	85.0	90
74.7	75.3	75.8	76.3	76.7	77.9	79.4	80.5	81.4	82.1	82.8	83.8	84.7	86.0	86.0	91
75.5	76.1	76.7	77.2	77.6	78.8	80.3	81.4	82.3	83.1	83.7	84.8	85.6	86.9	87.1	92
76.4	77.0	77.5	78.0	78.5	79.7	81.2	82.3	83.2	84.0	84.7	85.7	86.6	87.9	88.1	93
77.2	77.8	78.4	78.9	79.4	80.6	82.1	83.2	84.2	84.9	85.6	86.7	87.6	88.9	89.1	94
78.1	78.7	79.3	79.8	80.2	81.4	83.0	84.2	85.1	85.9	86.5	87.6	88.5	89.8	90.1	95
79.0	79.6	80.1	80.7	81.1	82.3	83.9	85.1	86.0	86.8	87.5	88.6	89.5	90.8	91.1	96
79.8	80.4	81.0	81.5	82.0	83.2	84.8	86.0	87.0	87.8	88.4	89.5	90.4	91.8	92.2	97
80.7	81.3	81.9	82.4	82.9	84.1	85.7	86.9	87.9	88.7	89.4	90.5	91.4	92.8	93.2	98
81.5	82.2	82.7	83.3	83.8	85.0	86.6	87.8	88.8	89.6	90.3	91.4	92.3	93.7	94.2	99
82.4	83.0	83.6	84.2	84.6	85.9	87.5	88.8	89.8	90.6	91.3	92.4	93.3	94.7	95.2	100
18	19	20	21	22	25	30	35	40	45	50	60	70	90	110	k=N
k															N

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ

Άγκιστρο 170

- άγωγός, γυμνός 124
- μονόκλωνος 126
- μονωμένος 124
- πολύκλωνος 126
- άεργο τύλιγμα 74
- άκουστικό, ηλεκτροδυναμικό 121
- ηλεκτρομαγνητικό 121
- άλυσωτές συνδέσεις 319
- άμπεροστροφές 79
- αναλογική μετάδοση 334
- άνοδος 45
- άνοιγμα έπαφέα 78
- άνορθωτής άτμών ύδραργύρου 48
- ξηρός 51
- πυριτίου 55, 237
- σεληνίου 54, 237
- ύποξειδίου του χαλκού 54, 237
- άντικολλητικό έλασμα 85
- άντίσταση 18
- άεργη 18
- έπαγωγική 28
- μονώσεως 125
- χωρητική 37
- άντιστάτης, έπιδερμικός 20
- μάζας 21
- μεταβλητός 22
- μή ώμικός 24
- σταθερός 22
- ώμικός 17
- άντοχη διάσπασεως 125
- άπλή πολλαπλασιαστική ζεύξη 218, 219
- άποκέντρωση κινήσεως 189
- άπόλυση 184
- άπόσβεση 249, 261
- διαφωνίας 272
- λειτουργίας 264
- άπόσταση παρενοχλήσεως 271
- άπόλυτη στάθμη 265, 266, 399
- άπώλεια τηλεφωνικής κινήσεως 188
- άπώλειες γραμμής 261
- δινορρευμάτων 30
- ύστερήσεως 30

άριθμηση άγωγών καλωδίου 130

- άριθμοδότηση, άνοικτή 254
- καλυμμένη 254
- συστηματική 252
- τυχαία 252
- ύπεραστικού δικτύου 252
- στροφών τυλίγματος 74
- άρτηρία Φ/Σ 296
- άστεροειδής σύνδεση 251
- άστικά κομβικά κέντρα 231
- άστική σύνδεση 181
- άστικό δίκτυο 5, 224
- κέντρο 5, 181
- άσυρματικά τηλεφωνικά δίκτυα 294
- άτελής δέσμη 192, 218
- άτομική πολλαπλή χρέωση 257
- αύτακουστική έξασθένηση 174
- αύτεπαγωγή 28
- αύτοθεραπεία πυκνωτή 39
- αυτόματα άστικά τηλεφωνικά κέντρα 181
- ύπεραστικά κέντρα 248
- αυτόματη ύπεραστική τηλεφωνία 249

Βαθμίδα έπιλογής τής όμάδας του συνδρομητή 205

- έπιλογής του συνδρομητή 205
- μέ κλεισιθήρες 188
- όδικής έπιλογής 201
- προεπιλογική 188
- τελικής έπιλογής 203
- βαρίστορας 24, 26
- βάση τρανζίστορα 60
- βασική δέσμη καλωδίου 128
- όμάδα Φ/Σ 282
- βασικό κύκλωμα 277
- ύπεραστικό δίκτυο 252
- βραχίονας έπιλογέα 7

Γείωση λειτουργίας 235

- γεννήτρια σημάτων 241
- τρανζιστορική 242
- γεφυρωτική ζεύξη 252
- γραμμή ασύμμετρη 131

- διακλαδώσεως 244
- έναέρια 287
- έσωτερική 312
- ζευκτική 225
- κέντρου **244**, 311
- συμμετρική 130
- γραμμικές παραμορφώσεις 267
- γωνία άπωλειών 38, 125

Δεκαδοπορεία 157

- δείκτης τελών 18
- δέκτης 3
- τηλετύπου 345
- δέσμη γραμμών 192
- δεσμίδα περυγίων 75
- διαβατικός ταμιευτής 257
- διάγραμμα έποπτικό 187, **380**
- κυκλωματικό 380
- ρωστήρων 384
- διαγράμματα κέντρων 380
- διαδοχικοί έπαφείς 76
- διαδρομή όπλισμού 78
- διάκενο άέρα 32
- μονωτικής γέφυρας 78
- διακλάδωση κινήσεως 193
- διακοπή ήλεκτρομαγνητική 137
- θερμική 137
- διακόπτης διπλοπαροχής 246
- προστατευτικός 137
- διάκριση κυκλωμάτων 6
- διαμόρφωση δικτύου 249
- πλάτους 279
- συχνότητας 350
- διαφορική λήψη συχνότητας 301
- χώρου 301
- διαφωνία 15, 127 **272**
- καταληπτή 272
- μή καταληπτή 272
- δίδυμοι έπαφείς 76
- διέγερση έλξεως 82
- λειτουργίας 82
- μή έλξεως 82
- πτώσεως 82
- ρωστήρα 81
- συγκρατήσεως 82
- διεθνές τηλεγραφικό άλφάβητο 2, 338
- διεθνής ένωση τηλεπικοινωνιών 15
- τηλεφωνία 258
- διεπιλογή 315, 317
- διεπιλογικό κέντρο 315, **330**
- διηλεκτρική σταθερά 125
- διηλεκτρικό 37, 41
- δίκτυο γραμμών όμιλίας 11, **182**
- δίμητη περιέλιξη 20, 74
- δίοδος 46

- έπιφανειακής έπαφής 56
- Ζίνερ 57
- Impatt (ίμπατ) 59
- σημειακής έπαφής 56
- σήραγγας 58
- Schottky (σότκυ) 58
- τουνελ 58
- διπολικός τρανζίστορας 61
- διπλοπαροχή 246
- δισύρματη έπικοινωνία 280, 281
- δοκιμή **183**, 189
- δορυφορική ζεύξη 301
- δορυφόρος τηλεπικοινωνιακός 302
- δότης 50
- δρομολόγηση συνδέσεως 255

Έγκατάσταση σειράς 314, 321

- έθνικός συνδρομητικός άριθμός 252
- είσοδος έπιλογέα 7
- έκμετάλλευση έξοπλισμού 13
- έκπομπός 60
- έκτυπωτής τηλετύπου 346
- έλασμα στηρίζεως ρωστήρα 77
- ώθήσεως ρωστήρα 77
- έμβέλεια ζεύξεως 14
- έναέρια γραμμή 287
- έναλλακτορευματικός μεταφορέας 375
- έναλλασσόμενο ρεύμα 235
- ένδιάμεση έρώτηση 317, 321
- συχνότητα 306
- ένίσχυση 14, 281
- έξασθένηση 15, **261**
- έξοδος έπιλογέα 7
- έξωδικαιούχες Ε.Σ. 319
- έπαγωγική άντίσταση 28
- έπαγωγικό πηνίο 35
- έπαφείας έργασίας 76
- έρμητόκλειστος 104
- ήρεμίας 76
- μεταγωγής 76
- έπαφείς έπιλογέα 147, 150, 158
- ρωστήρα 75, 76
- έπαφή P - N 50, 52
- έπαφικά πτερύγια ρωστήρα 75
- έπαφική έδρα 141, **43, 147, 151**
- έπαφικός θρόμβος 75
- έπιδερμικό φαινόμενο 18
- έπιδερμικός άντιστάτης 20
- έπιλογέας 7, 140
- βηματοπορικός 141, **142**
- κινητηριακός 141
- περιστροφικός μέ εύγενή μέταλλα (EMD) 151
- όδικός 150, 194
- περιστροφικός 142

- ραβδεπαφικός 141, **159**, 164
- τελικός 150, 188
- ύψοστροφικός 147
- έπιλογή 183
- ελεύθερη **150**, 173, 189
- εξαναγκασμένη **150**, 157, 189, **195**,
- έπιλογική βαθμίδα 188
- έπισύνδεση τηλεφωνήτριας 318
- έποπτικό διάγραμμα 187, **380**
- έξωδικαιοϋχες Ε. Σ. 320
- έσωτερική γραμμή 312
- συμφόρηση, 201, 205
- έσωτερικός αριθμός κλήσεως 312
- έφεδρική πηγή ενέργειας 237

Ζευκτική γραμμή 225

ζευκτικό μέλος 141, **144**

- πεδίο 159, 198
- — διβάθμιο 198
- — μονοβάθμιο 198
- σημείο 198

ζεύξη άπλή πολλαπλασιαστική 218, **219**

- βραχέων κυμάτων (Β.Κ.) 303, 350
- δισύρματη 274
- δορυφορική 301
- εύθεια κλιμακωτή 220
- τετρασύρματη 274
- τροποσφαιρική 300
- ζύγμα ρωστήρα 74
- ζώνη άνω ή όρθή 279
- βασική Φ/Σ 295
- έκπομπής 280, 286
- κάτω ή ανάστροφη 279
- πλευρική 279
- συχνοτήτων 15
- τηλεγραφικού σήματος 340
- φραγής 50
- χρεώσεως 258

Ήλεκτροακουστικό μέτρο μεταδόσεως 113

- ήλεκτροακουστικός μετατροπέας 113
- συντελεστής άποδόσεως 113
- ήλεκτρολύτης 41
- ήλεκτρολυτικός πυκνωτής 40
- ήλεκτρομηχανικό σύστημα 11, 184
- ήλεκτρονική λυχνία 45
- ήλεκτρονικό κέντρο 11, 209
- — ένσυρματωμένης λογικής 210
- — ένταμιευμένου προγράμματος 210
- — μέ πολλαπλά πεδία χρόνου 213
- — — — — χώρου 210
- ήλεκτρονικός διακόπτης 7
- ήμιαγωγός 24, **50**
- τύπου Ν 50

— τύπου Ρ 50

ήμιαυτόματη τηλεπilogή 249

ήμιεξωδικαιοϋχες Ε.Σ. 319

ήμιηλεκτρονικό σύστημα 11

ήχοσήματα 183, 184, 236, **370**

Θερμαγωγός 24, 25

- θερμίστορας 24
- θερμορωστήρας 98
- θέση έκστροφής έπιλογέα 144
- ήρεμίας έπιλογέα 144
- θεώρημα δειγματοληψίας 214
- θεωρία τηλεπικοινωνιακής κινήσεως 359
- θόρυβος 13, 260, **271**
- θερμικός 271
- λευκός 271
- θύρατρον 49

Κάθοδος 45

- καθοδήγηση έπιλογέα 146, 148, 157
- ζευκτικού πεδίου 205
- όργάνων 13
- καλυμμένος χαρακτηριστικός αριθμός 233
- καλώδια 124, 126
- έξωτερικά 130
- έσωτερικών έγκαταστάσεων 130
- μέ συμμετρικές γραμμές 287
- μικτά 131
- όμοαξονικά 131, 291
- περιοχικά 290
- συνδεσμολογιών 130
- συνδρομητικά 287
- καμπύλη άποκρίσεως συχνότητας μικρο-φώνου 113
- κατευθυντικότητας μικροφώνου 114
- κανάλι μεταδόσεως 3
- κανονική γραμμή 252
- κατευθείαν ζεύξη 252
- καταληπτότητα όμιλίας 4
- κατάληψη 184
- κατασκευαστικά στοιχεία 17
- κατασκευαστικές μονάδες 17
- κεντρική διάταξη 11, 13, 206, 239
- χρέωση 257
- κεντρικός ταμιευτής 206
- κέντρο άστικό 5, 181
- — κομβικό 231
- αυτόματο υπεραστικό 248
- TELEX 353
- κεραίες Β.Κ. 305
- κίνηση μεταξύ κυρίων κέντρων 229
- τηλεπικοινωνιακή 361, 407
- κινησιδότηση άτομική 142
- κεντρική 142
- κινητή ραδιοτηλεφωνία 307

κινητήριος μηχανισμός έπιλογέα 141 **146,**

149, 155

κλάδος έκπομπής 295

— λήψεως 297

κλησινόμος 191

κλητήριο ρεύμα 184

κλιμακωτή ζεύξη 218

— — — — — μέ έναλλαγές 221

— — — — — καί ίσονομή 221

κομβικό κέντρο 251

κόστος μεταδόσεως 4

κριτήρια γραμμών 375

— έναλλασσόμενου ρεύματος 374

— σηματοδοτήσεως 371, 372

— συνεχούς ρεύματος 373

ταμιευτών 375

κρυσταλλοδίοδος 56

κύκλωμα MOS 66

— παλμοδοτήσεως 178

— συχνοτήτων 170

κυκλωματικό διάγραμμα 380

κυματική αντίσταση 262

— απόσβεση 263

κυματοδηγός 15

κύρια δέσμη καλωδίου 128

— συσκευή 170

κύριο κέντρο άστικό 225

— — — — — υπεραστικό 252

κώδικας έπτά βημάτων 339

— καλωδιακός 337

— Μόρς 335

— πενταδικός 338

— χρωμάτων αντίστασεως 23

— — — — — πυκνωτών 43

κώδικες 334, 376

Λειτουργία έξισωτική 238

— έτοιμότητας 239

— μεταγωγής 239

— ντοϋμπλεξ 308

— παράλληλη 238

— σεμιντοϋμπλεξ 309

— σίμπλεξ 308

λευκός θόρυβος 271

λήπτης 50

λυχνία άερίου 48

— αϊγλης 48, 133

— αντίστασεως 133

— ήλεκτρονική 45

— δίοδος 46

— θερμής καθόδου 48

— θύρατρον 49

— πέντοδος 46

— πυρακτώσεως 123

— σηματοδοτήσεως 133

— τέτροδος 46

— τρίοδος 46

— ύψηλου κενού 45

— ψυχρής καθόδου 48

Μαγνητικό τύλιγμα 73

μαγνητικός άριθμομέτρης 105

— δακτυλιωτός πυρήνας 109

— ένισχυτής 36

— κόρος 32

μανδύας καλωδίου 127

μεγάφωνο 122

μέθοδοι σηματοδοτήσεως 377

μέθοδος άπλης άκουστικής συχνότητας 349

— άπλου ρεύματος 347

— διπλής άκουστικής συχνότητας 349

— διπλου ρεύματος 347

— έλευθέρων έπιφανειών 51

— συμπίεσμένων πλακών 51

μείξη γραμμών 218

μέση διάρκεια άναμονής 364

μεταβίβαση κλήσεως 319

— στοιχείων 355

— συνδιαλέξεως 318

— φωτογραφιών καί σχεδίων 358

μεταβλητός αντίστάτης 22

— πυκνωτής 42

μετασχηματιστής 33

μεταφορέας 33

— διεπιλογής 320

— διπλοπαροχής 246

μεταφραστής 256

μετρητής συνδιαλέξεων 166

μή γραμμικά στοιχεία 24

μήτρα πυρήνων 111

μηχανή κλήσεως 240

— — — — — καί σημάτων 240

μηχανικός έπαφείας 7

μηχανισμός παλμοδοτήσεως 170, 175

μικροεπεξεργαστής 65, 67

μικροκυματική ζεύξη 295

μικροπρογραμματιζόμενος μικροϋπολογιστής 70

μικροηλέφωνο 170

μικροϋπολογιστής 65, 67

μικροφωνική κάψα 170

μικρόφωνο 113

— διαμήκους ρεύματος 116

— έγκάρσιου ρεύματος 117

— ήλεκτροδυναμικό 117

— ήλεκτρομαγνητικό 117

— κρυσταλλικό 120

— πυκνωτή 119

μικτή ζεύξη 28

μνήμη δεδομένων μικροϋπολογιστή 70
 — κέντρου 11, 210
 — μικροϋπολογιστή 70
 — μόνο αναγνώσεως (ROM) μικροϋπολογιστή 70
 — προγραμματιζόμενη μόνο αναγνώσεως μικροϋπολογιστή 70
 — προγράμματος μικροϋπολογιστή 70
 Modem 376
 μονολιθικό κύκλωμα 65
 μόνωση άγωγού 126, 291
 μονωτική γέφυρα 77
 μονωτικός κυλινδρικός 77
 μπέλ 264

Νέπερ 263

ντεσιμπέλ 264
 νυκτερινή σύνδεση 318

Ξηροί άνορθωτές 51

Όδηγό πλέγμα 45
 όδοθέτηση άμηση 162
 — άμηση 162
 οικονομικότητα μεταδόσεως 14
 όλοκληρωμένο κύκλωμα 65
 — — MOS 66
 όλοκληρώση μεγάλης κλίμακας (LSI) 65
 — μεσαίας κλίμακας (MSI) 65
 — μικρής κλίμακας (SSI) 65
 όμοαξονική γραμμή 15, 131
 όμοαξονικό καλώδιο 131, 293
 όμοιογενής γραμμή 262
 όνομαστική ένταση ασφάλειας 134
 όνομαστικό φορτίο 19
 όπή 50
 όπλισμός ρωστήρα 74
 όπτικός άγωγός 15
 όρια συγκολλήσεως πηνίου 74

Παλμοεπαναλήπτης 256

παλμοσειρά 173
 παραδιαφωνία 272
 παράκεντρο 246
 παραμόρφωση 4, 13, 267
 — μή γραμμική 270
 — πλάτους 268
 — φάσεως 268
 πέντοδος λυχνία 46
 πηγές τροφοδοτήσεως 237
 πηνίο μέ άέρα 29
 — μέ σιδηρομαγνητικό πυρήνα 29
 — πουπίν 4
 — στραγγαλιστικό 33
 πίεση έπαφεία 78
 — ύποστηρίγματος 78

πιθανότητα άναμονής 363, 364
 — άπλειών 363
 πιστότητα μεταδόσεως 4
 πλέγμα άναστολής 46
 — όδηγό 45
 — προστατευτικό 46
 πλέξη άγωγών 127
 — άστεροτετραδική 127, 291
 — διπλοζευγική (DM) 127, 290
 — κατά δέσμες 128
 — — ζεύγη 127
 — — στρώσεις 127
 — — τριάδες 127
 πλευρικές ζώνες συχνοτήτων 279
 πληκτροεπιλογή 178
 ποιότητα μεταδόσεως 4, 12, 260
 πολλαπλασιαστικό πεδίο 143, 186
 πολλαπλή έκμετάλλευση μέσου μεταδόσεως 4, 15, 249, 278
 πολλαπλό πεδίο 143, 186
 — — συχνότητας 9
 — — χρόνου 7
 — — χώρου 7
 πολυγωνική σύνδεση 250, 251
 πομπός 3
 — 1 mW 265
 — τηλετύπου 343
 ποτενσιόμετρο 22
 πρόθεμα 252
 προομάδα Φ/Σ 283
 προσαρμογή 34
 προσιότητα 192
 πρότυπη γεννήτρια 265
 πρωτεύον κέντρο 252
 πυκνωτής 37
 — ήλεκτρολυτικός 40
 — κεραμικού ύλικού 39
 — μεταβλητός 42
 — μετάλλου - χαρτιού 39
 — μίκας 39
 — πλαστικού ύλικού 39
 — πολωμένος 41
 — χαρτιού 38
 πυράκτωση άμηση 45
 — άμηση 45
 πυρήνας έλασμάτων 30
 — μάζας 31
 — κόρου 36
 — ρωστήρα 74
 — φερίτη 32
 πυροσυσσωμάτωση 24

Ραδιοεπαφικό πλαίσιο 160, 162

ραδιοζεύξεις B.K. 303
 ρεύμα άκουστικής συχνότητας 236

- διακοπής 134
- διαρροής 53
- ύψηλης συχνότητας 237
- ροοστάτης 22
- ρωστήρας άπαριθμήσεως καί ένταμιεύ-
σεως 105
- άυτοσυγκρατούμενος 91
- διπλός 91
- κλιμακωτός 92
- κυλινδρικός 90
- μέ άνορθωτές 95
- — έρμητόκλειστους έπαφείς 104
- — ταχυεπαφείς εύγενών μετάλλων (ESK)
99
- πλατυσμένος 90
- πολωμένος 96
- τηλεγραφικός 96
- φάσεως 94
- ρωστήρες 72
- έναλλασσόμενου ρεύματος 93
- συνεχούς ρεύματος 90

Σημάδευση 162

- τελική 207
- σημαδευτής 207
- σήματα ζεύξεως 236, **370**
- σηματοδότηση άκουστικών συχνοτήτων
374
- έλεύθερη 377
- έξαναγκασμένη 377
- καναλιού 374
- κοινού καναλιού 378
- μέ κώδικες 375
- μέ παλμοσειρές 375
- στήν άστική τηλεφωνία 371, 373
- στήν ύπεραστική τηλεφωνία 371, 374
- σκέδαση ραδιοκυμάτων 300
- σπινθήρες 88
- στάθμη 264
- σταθμός άναμεταδόσεως 14, 297
- έκπομπής B.K. 305
- λήψεως B.K. 306
- σταθερά άποσβέσεως 263
- σταθερός άντιστάτης 22
- στοιχεία άνορθωτή 51
- μέ άυτεπαγωγή 28
- στραγγαλιστικό πηνίο 33
- συγκέντρωση κινήσεως 189
- συγκεντρωτής γραμμών **244**, 311
- συλλέκτης 60
- συμμετρική γραμμή 15, 130
- συμμετρικό τύλιγμα 74
- γραμμών ζευκτικού πεδίου 207
- μέ έπιλογείς 7, **184**
- μέ ζευκτικά πεδία 7, **198**

- συνδετικές γραμμές 198
- συνδετικός μεταφορέας 257
- συνδρομητικά κέντρα 5, 311
- — αυτόματα 315, **323**
- — ήμιαυτόματα 315
- — πλήρως αυτόματα 315, **330**
- — χειροκίνητα 313, **331**
- συνδρομητική γραμμή 5, 244
- τηλεπιλογή 249
- τηλεφωνική συσκευή 170
- συνδρομητικός παροχέας 191
- συνένωση δεσμών 221
- συνεχές ρεύμα 234
- συνεχορευματικός μεταφορέας 374
- σύνθετο τύλιγμα 74
- συνοδοιπορικός μηχανισμός 228
- συντελεστής άποδόσεως άκουστικού 121
- άπωλειών κινήσεως 363
- — μονωτικού 125
- κατευθυντικότητας μικροφώνου 115
- μείξεως 222
- μεταφοράς 267
- συγκεντρώσεως κινήσεως 370
- συντημημένος χαρακτηριστικός αριθμός
253
- συρμάτινος άντιστάτης 19
- συσσωρευτής μολύβδου 237
- νικελίου - καδμίου 237
- σύστημα άναμονής 360, **363**
- άπωλειών 360, **361**, **365**
- ένσυρματωμένης λογικής 70, 210
- ESS 210
- κεντρικού έλέγχου 11, 209
- κοινού έλέγχου 11, 209
- μεταβιβάσεως στοιχείων 355
- τηλεπεξεργασίας στοιχείων 357
- συστοιχία συσσωρευτών 237

Ταμιευτής 207

- τάση φραγής 53
- ταχύτητα γραφής 339
- τέλεια δέσμη 192, 199, 218, 219
- τελοπαλμοδότης 256
- τελοχρέωση 257
- τετράδα DM 127
- τετρασύρματη έπικοινωνία 281, 282
- τέτροδος λυχνία 46
- τεχνητή ψύξη άνορθωτή 53
- τεχνική διασυνδέσεως 5, 6
- μεταδόσεως 5, 6
- τηλεαντίγραφο 333
- τηλεγραφία 3, 333
- τηλεγραφία έναλλασσόμενου ρεύματος
341, **349**
- συνεχούς ρεύματος 340, **347**

τηλεδιαφωνία 272
 τηλεδικαιοῦχες Ε.Σ. 320
 τηλεπικοινωνιακή ζεύξη 3, 4
 — κίνηση 361, 407
 τηλετυπικό δίκτυο 352
 — κέντρο 5, **352**
 — — ένταμιεύσεως 353
 τηλετύπο 333, **342**
 τηλεφωνική κάψα 170
 — συσκευή γιά μετάδοση ἀκουστικῶν συ-
 χνοτήτων 180
 — — — — παλμοσειρῶν 178
 — — κύρια 311
 — — μέ ἐπιλογικό δίσκο 175
 — — μέ πληκτρολόγιο 175
 τηλεφωνικό κέντρο 5
 — — 10 συνδρομητῶν 184
 — — 10000 συνδρομητῶν 196
 — — 100 συνδρομητῶν 187
 — — 100000 συνδρομητῶν 196
 — — ἐνσυρματωμένου ἐλέγχου 206
 — — ἐνταμιευμένου προγράμματος 206
 — — ἡλεκτρονικό 209
 — — κεντρικοῦ ἐλέγχου 205
 — — κοινοῦ ἐλέγχου 205
 — — μέ κλησιθῆρες 190
 — — μέ προεπιλογεῖς 189
 — — 1000 συνδρομητῶν 193
 τηλεφωνικό σύστημα 181, 182
 — — ἡλεκτρομηχανικό 182
 — — ἡλεκτρονικό 182
 — — ἡμιηλεκτρονικό 182
 — — χαμηλῆς συχνότητας 276
 τηλεφωνητριακή τηλεπιλογή 249
 τιμολόγηση συνδιαλέξεων 258
 τομέας ἐπαφῶν 143
 τοπογραφικό διάγραμμα 386
 τρανζίστορες 59
 — διπολικοί 61
 — ἐπαφῆς μέ φαινόμενο πεδίου (JFET) 62
 — ἐπιφανειακῆς ἐπαφῆς 60
 — μέ φαινόμενο πεδίου 61, 62
 — μέταλλου, ὀξειδίου - πυριτίου (MOS) 62, 62
 — μέταλλου - ὀξειδίου - πυριτίου μέ φαινό-
 μενο πεδίου (MOS - FET) 62
 — σημειακῆς ἐπαφῆς 60
 τρίμερ 43
 τρίδος λυχνία 46
 τροποσφαιρική ζεύξη 300
 τροφοδότηση αὐτομάτων τηλεφωνικῶν
 κέντρων 234

— κεντρικῆς συστοιχίας 171
 — τηλεφωνικῆς συσκευῆς 170
 τροχός τόνων 243
 τύλιγμα ἀναγνώσεως 110
 — διεγέρσεως 73
 — διερευνήσεως 110
 — ἐγγραφῆς 110
 — ἐνεργό 73
 — ἐργασίας 73

Υβριδικό κύκλωμα 1
 ὑπεραστική σύνδεση 181
 — συνδιάλεξη 248
 ὑπεραστικό δίκτυο 5, 248, **249**
 — κέντρο 5, 248
 ὑπερροή 252
 ὑπερφανταστικό κύκλωμα 277
 ὑπόκεντρο 226
 ὑποπρόσθετη τηλεγραφία 348
 ὑποστροφικός ἐπιλογέας 147

Φανταστικό κύκλωμα 15, 277, 348
 φερέσυχνα συστήματα (Φ/Σ) 15, 249, **278**
 φερίτης 32
 φέρουσα συχνότητα 10, 15, **248**
 φορέας 10, 15, **248**
 φορτίο κινήσεως 362
 φραγή 184
 — συνδέσεων 319
 φυσική ψύξη ἀνορθωτῆ 53

Χαρακτηριστική ἀντίσταση 262
 — καμπύλη λυχνίας 47
 χαρακτηριστικός ἀριθμός κλήσεως κέντρου
 252
 χειροκίνητη σύνδεση 7
 χειροκίνητο ὑπεραστικό κέντρο 248
 χρόνος ἔλξεως ρωστήρα 83, 87
 — πτώσεως ρωστήρα 83, 85, 88
 χρέωση συνδιαλέξεως 184
 χωρητική ἀντίσταση 37
 χωρητικότητα 37

Ψηφιακή μετάδοση 333
 ψηφιακό κύκλωμα TTL 66
 ψοφομετρική τάση 271
 ψυχή καλωδίου 127
 ψυχραγωγός 24

Ωμικός ἀντιστάτης 17
 ὠρα αἰχμῆς 13, 365

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Στή συνέχεια δίνεται μια επιλογή βασικών βιβλίων που αφορούν στην τηλεφωνία και τηλεγραφία. Όρισμένα απ' τα βιβλία αυτά χρησιμοποιήθηκαν για τη σχεδίαση των σχημάτων του παρόντος βιβλίου.

- ATKINSON, J.: *Telephony, Vol. I, II, Pitman Publishing, London 1970*
- BENDA, H.: *Εισαγωγή στις θεμελιώδεις γνώσεις της τεχνικής των ήμιαγωγών, Siemens A.E., Βερολίνο — Μόναχο, 1973 Έκτύπωση: Έκδόσεις Άσπέρ, Άθήναι 1978*
- BLANCHARD, A.: *Éléments de Communication Générale, Éditions Eyrolles, Paris 1969*
- BLOMEYER — BARTENSTEIN, H.: *Mikroprozessoren und Mikrocomputer, Siemens AG., München, 1976*
- BOHLE, G. — HOFMEISTER, E.: *Electronic Semiconductor Components, Siemens AG., Munich, 1976*
- BRAUN, K. — WINDMANN, E.: *Stromversorgung von Fernsprechanlagen, Siemens AG., München 1964*
- CROZE, R. — SIMON, L.
— CAIRE, J.P.: *Transmission Téléphonique Éditions Eyrolles, Paris, 1968.*
- DANIELSON, G.L. — WALKER, R.S.: *Radio and Line Transmission Vol, 1, Iliffe Books Ltd., London, 1969*
- EUROPA — FACHBUCH — REIHE.: *Elektronik, 3. Teil: Nachrichtenelektronik, Verlag Europa — Lehrmittel, Wuppertal, 1971*
- ZEPBAKOY, A.: *Τεχνολογία Ήλεκτρονικών Έξαρτημάτων, Άθήναι 1971*
- FLEISCHER, H.: *Lehrbuch der Fernmeldetechnik, Fachverlag Schiele & Schön GmbH, Berlin, 1970*
- FREEMAN, R.: *Telecommunication Transmission Handbook, John Wiley & Sons, New York, 1975*
- FUERER, R.: *Wählvermittlungstechnik, Fachverlag Schiele & Schön GmbH, Berlin, 1965*
- GELDER, E. — REITER, K.: *Τό τρανζίστορ Siemens A.E Βερολίνο — Μόναχο 1973, Έκτύπωση: Έκδόσεις Παπαζήση, Άθήναι 1978*
- GERKE, P.: *Rechnergesteuerte Vermittlungs Systeme, Springer — Verlag, Berlin, 1972.*
- GOETSCH, H.: *Taschenbuch für Fernmelde-Techniker, Teil I, R. Oldenbourg, München 1961*
- HEBEL, M. — VOLLMAYER, W.: *Das Fernmelderelais, R. Oldenbourg, München, 1961*
- HEIDEN, H.: *Rund um den Fernsprecher, Georg Westermann Verlag, Braunschweig, 1963*
- HETTWIG, E.: *Selbstwählfernverkehr, Siemens AG, München 1966*
- KORTA, H. — HETTWIG, E.: *Fernschreib — Wählenanlagen R. Oldenbourg, München 1955.*
- KRAUSE, R.: *Einführung in die Fernsprech — Wählvermittlungstechnik, Ortsvermittlungstellen, Damm-Verlag KG., Goslar — Braunschweig, 1970*
- KRAUSE, R.: *Motor — Uniselectors with Noble — Metal Contacts in Telephone Switching Systems, R. Oldenbourg Verlag, Munich, 1970.*
- KRAUSHAAR, D. JAKOB, L. —
GOTH, D.: *Datenfernverarbeitung, Siemens AG, München, 1972*
- LACOUT, M. — JACQUET, M.: *Cours de Téléphonie Automatique, Tomes 1 — 3, Éditions Eyrolles, Paris 1970*

- LEHNERT, J.: *Einführung in die Fernschreibtechnik, Siemens AG, München 1968*
- ΜΑΡΓΚΑ, Γ.: *Εισαγωγή εις την Άστικήν Τηλεφωνίαν, Άθηναι 1975*
- MARTIN, J.: *Future Developments in Telecommunications, Prentice — Hall Inc, London, 1978*
- PRIBICH, K.: *Fernsprechtechnik, Bd I,II, Bohmann — Noltemeyer Verlag, Dossenheim/Heidelberg, 1975*
- PRIBICH, K. — HASLINGER, H.: *Bauelemente Nachrichtentechnik, Bohmann Verlag, Heidelberg, 1971.*
- RENTON, R.: *The International Telex Service, Pitman Publishing, London, 1974.*
- RODDY, D.: *Radio and Line Transmission, Vol. 1, Pergamon Press, London, 1967.*
- SCHIWECK, F. — SCHOMBURG, K.: *Einführung in die Fernschreibvermittlungstechnik, Verlag Erich Herzog, Goslar, 1962*
- SCHMITT, G.: *Einführung in die Vermittlungstechnik, R. Oldenbourg, München-Wien, 1965*
- SCHUBERT, W.: *Communications Cables and Transmission Systems, Siemens AG, München 1976*
- SEELMANN — EGGERBERT, G.: *Fernwahlsysteme in der Welt, R. Oldenbourg, München, 1964*
- SIEMENS AG.: *Telephone Traffic Theory Tables and Charts, Part 1, Siemens AG, München 1970*
- STOERMER, H. κ.ά.: *Verkehrstheorie, R. Oldenbourg Verlag, München 1966*
- STORCH, R.: *Εισαγωγή στην Τεχνική της Τηλεφωνίας, Siemens AG, München 1964, Μετάφραση και Έκτύπωση: Ίδρυμα Εύγενίδου, 1973*
- TAKA, Σ.: *Ύπεραστικά Τηλεπικοινωνία, Τόμοι I,II, Άθηναι 1972*
- TALLEY, D.: *Basic Carrier Telephony Hayden Book Co., New York 1966.*
- TRAUTMANN, K.: *Design of Automatic Telephone Exchanges, Vol. 1,2, Siemens AG., Munich, 1967*
- ΤΣΑΟΥΣΗ, Ε.: *Στοιχεία Αυτόματου Άστικής Τηλεφωνίας, Άθηναι 1964*
- WOLLER, H. — SOBOTTA, K.: *Neuzeitliche Fernsprechvermittlungstechnik, Telekosmos-Verlag, Stuttgart, 1968*