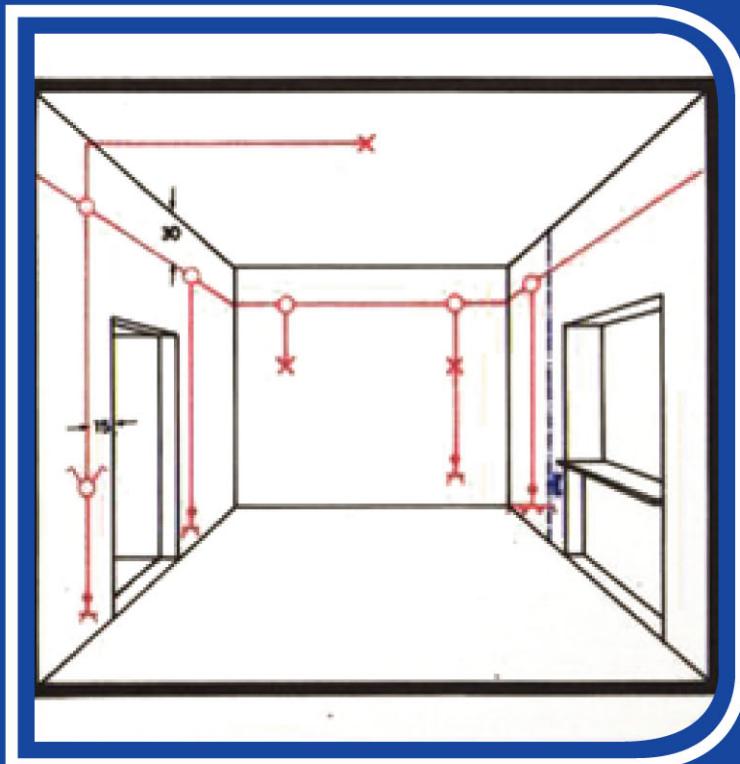




ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ Ι

Αντωνίου Κ. Φάκαρου

ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΥ Ε.Μ.Π.





1954

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ
ΧΡΥΣΟΥΝ ΜΕΤΑΛΛΙΟΝ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Ο Ευγένιος Ευγενίδης, ο ιδρυτής και χορηγός του «Ιδρύματος Ευγενίδου», πολύ νωρίς προέβλεψε και σχημάτισε την πεποίθηση ότι η δρtia κατάρτιση των τεχνικών μας, σε συνδυασμό με την εθνική αγωγή, θα ήταν αναγκαίος και αποφασιστικός παράγων για την πρόοδο του Έθνους μας.

Την πεποίθησή του αυτή ο Ευγενίδης εκδήλωσε με τη γενναιόφρονα πράξη ευεργεσίας, να κληροδοτήσει σεβαστό ποσό για τη σύσταση Ιδρύματος, που θα είχε ως σκοπό να συμβάλλει στην τεχνική εκπαίδευση των νέων της Ελλάδας.

Έτσι, το Φεβρουάριο του 1956 συστήθηκε το «Ίδρυμα Ευγενίδου», του οποίου τη διοίκηση ανέλαβε η αδελφή του Μαρ. Σίμου, σύμφωνα με την επιθυμία του διαθέτη. Το έργο του Ιδρύματος συνεχίζει από το 1981 ο κ. Νικόλαος Βερνίκος - Ευγενίδης.

Από το 1956 έως σήμερα η συμβολή του Ιδρύματος στην τεχνική εκπαίδευση πραγματοποιείται με διάφορες δραστηριότητες. Όμως απ' αυτές η σημαντικότερη, που κρίθηκε από την αρχή ως πρώτης ανάγκης, είναι η έκδοση βιβλίων για τους μαθητές των Τεχνικών και Επαγγελματικών Σχολών και Λυκείων.

Μέχρι σήμερα, με τη συνεργασία με τα Υπουργεία Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων και Εμπορικής Ναυτιλίας, εκδόθηκαν εκατοντάδες τόμοι βιβλίων, που έχουν διατεθεί σε πολλά εκατομμύρια αντίτυπα. Τα βιβλία αυτά κάλυπταν ή καλύπτουν ανάγκες των Κατωτέρων και Μέσων Τεχνικών Σχολών του Υπ. Παιδείας, των Σχολών του Οργανισμού Απασχολήσεως Εργατικού Δυναμικού (ΟΑΕΔ), των Τεχνικών και Επαγγελματικών Λυκείων, των Τεχνικών Επαγγελματικών Σχολών και των Δημοσίων Σχολών Εμπορικού Ναυτικού.

Μοναδική φροντίδα του Ιδρύματος σ' αυτή την εκδοτική του προσπάθεια ήταν και είναι η συγγραφή και έκδοση βιβλίων ποιότητας, από άποψη όχι μόνον επιστημονική, παιδαγωγική και γλωσσική, αλλά και ως προς την εμφάνιση, ώστε το βιβλίο να αγαπηθεί από τους μαθητές.

Για την επιστημονική και παιδαγωγική αρτιότητα των βιβλίων τα κείμενα υποβάλλονται σε πολλές επεξεργασίες και βελτιώνονται πριν από κάθε νέα έκδοση συμπληρουμένα καταλλήλως.

Ιδιαίτερη σημασία απέδωσε το Ίδρυμα από την αρχή στη γλωσσική διατύπωση των βιβλίων, γιατί πιστεύει ότι και τα τεχνικά βιβλία, όταν είναι γραμμένα σε γλώσσα σωστή και ομοιόμορφη αλλά και κατάλληλη για τη στάθμη των μαθητών, μπορούν να συμβάλλουν στη γλωσσική κατάρτιση των μαθητών.

Έτσι, με απόφαση που ίσχυσε ήδη από το 1956, όλα τα βιβλία της Βιβλιοθήκης του Τεχνίτη, δηλαδή τα βιβλία για τις τότε Κατώτερες Τεχνικές Σχολές, όπως αργότερα και για τις Σχολές του ΟΑΕΔ, ήταν γραμμένα σε γλώσσα δημοτική, με βάση τη γραμματική του Τριανταφυλλίδη, ενώ όλα τα άλλα βιβλία ήταν γραμμένα στην απλή καθαρεύουσα. Σήμερα ακολουθείται η γραμματική που διδάσκεται στα σχολεία της

δευτεροβάθμιας εκπαίδευσεως. Η γλωσσική επεξεργασία των βιβλίων ανατίθεται σε φιλολόγους του Ιδρύματος και έτσι εξασφαλίζεται η ενιαία σύνταξη και ορολογία κάθε κατηγορίας βιβλίων.

Η ποιότητα του χαρτιού, το είδος των τυπογραφικών στοιχείων, τα σωστά σχήματα, η καλαίσθητη σελιδοποίηση, το εξώφυλλο και το μέγεθος του βιβλίου, περιλαμβάνονται και αυτά στις φροντίδες του Ιδρύματος και συμβάλλουν στη σωστή «λειτουργικότητα» των βιβλίων.

Το Ίδρυμα θεώρησε ότι είναι υποχρέωσή του, σύμφωνα με το πνεύμα του ιδρυτή του, να θέση στη διάθεση του Κράτους όλη αυτή την πείρα του των 20 ετών, αναλαμβάνοντας το 1978 και την έκδοση των βιβλίων για τις νέες Τεχνικές Επαγγελματικές Σχολές και τα Τεχνικά και Επαγγελματικά Λύκεια, σύμφωνα πάντοτε με τα εγκεκριμένα Αναλυτικά Προγράμματα του Π.Ι. και του ΥΠΕΠΘ.

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Μιχαήλ Αγγελόπουλος, ομ. καθηγητής ΕΜΠ, Πρόεδρος.

Αλέξανδρος Σταυρόπουλος, ομ. καθηγητής Πανεπιστημίου Πειραιώς, Αντιπρόεδρος.

Ιωάννης Τεγόπουλος, καθηγητής ΕΜΠ.

Σταμάτης Παλαιοκρασάς, Ηλεκτρολόγος Μηχανικός, Σύμβουλος Παιδαγωγικού Ινστιτούτου.

Χρήστος Σιγάλας, Δι/ντής Σπ. Δευτ. Εκπαίδευσεως ΥΠΕΠΘ.

Σύμβουλος εκδόσεων του Ιδρύματος Κ. Α. Μανάφης, καθηγ. Φιλ. Σχολής Παν/μίου Αθηνών.

Γραμματέας της Επιτροπής, Γεώργιος 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 Χατζηιωάννου (1977-1982) Μηχ. Ηλ. ΕΜΠ, Αλέξανδρος Ι. Παππάς (1955-1983) Καθηγητής ΕΜΠ, Χριστόδοτος Καβουνίδης (1955-1984) Μηχ. Ηλ. ΕΜΠ, Γεώργιος Ρούσσος (1970-1987) Χημ.-Μηχ. ΕΜΠ, Δρ. Θεοδόσιος Παπαθεοδοσίου (1982-1984) Δι/ντής Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσεως ΥΠΕΠΘ, Ιγνάτιος Χατζηευστρατίου (1985-1988) Μηχανολόγος, Δι/ντής Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσεως ΥΠΕΠΘ, Γεώργιος Σταματίου (1988-1990) Ηλεκτρολόγος ΕΜΠ, Δι/ντής Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσεως ΥΠΕΠΘ, Σωτ. Γκλαβάς (1989-1993) Φιλόλογος, Δι/ντής Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσεως ΥΠΕΠΘ.



ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

ΤΟΜΟΣ ΠΡΩΤΟΣ

ΑΝΤΩΝΙΟΥ Κ. ΦΑΚΑΡΟΥ
ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΥ - ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΥ Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ
1998



Β' ΕΚΔΟΣΗ 1994

ISBN: 960-337-001-0



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Πιστεύω, πως εκείνο που έχει μεγαλύτερη σημασία για το μαθητή, και γενικότερα για όποιον χρησιμοποιεί εκπαιδευτικό βιβλίο, δεν είναι το να μάθει αλλά το να καταλάβει.

Μια από τις αδυναμίες της εκπαιδεύσεως όλων των βαθμίδων είναι ότι δεν αναπτύσσει πολλές φορές στους μαθητές, και στο βαθμό που θα έπρεπε, το πνεύμα του να αναζητούν να κατανοήσουν σε βάθος διάφορα θέματα και τους αφήνει να αρκούνται στην εκμάθηση της ύλης, χωρίς ιδιαίτερη εμβάθυνση. Έτσι, στον τομέα της τεχνικής εκπαιδεύσεως, μπορεί να μαθαίνουν οι μαθητές πώς γίνονται οι διάφορες εργασίες, αλλά δεν μαθαίνουν πάντοτε το γιατί γίνονται με τον ένα ή τον άλλο τρόπο. Αποτέλεσμα, πολλοί τεχνικοί, όταν τους παρουσιάζονται στην πράξη περιπτώσεις διαφορετικές απ' αυτές που έχουν μάθει, δεν είναι σε θέση να τις αντιμετωπίσουν πάντοτε μ' επιτυχία.

Μ' αυτές τις σκέψεις, γράφοντας αυτό το βιβλίο, σύμφωνα με το ισχύον αναλυτικό πρόγραμμα για μαθητές που έρχονται για πρώτη φορά σ' επαφή με το ευρύτατο θέμα των εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων, προσπάθησα να δώσω όσες εξηγήσεις θεώρησα ότι θα ήταν χρήσιμες, ώστε να γίνει για κάθε θέμα αντιληπτό όχι μόνο το τι ισχύει αλλά και το γιατί.

Το βιβλίο έχει γραφεί σε εποχή που οι ισχύοντες Κανονισμοί των εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων στη χώρα μας από πολλά χρόνια προσαρμόζονται από τους αντίστοιχους ευρωπαϊκούς. Γι' αυτό, παράλληλα με όσα καθορίζονται από τους Κανονισμούς, που ισχύουν ακόμα στη χώρα μας, θεώρησα απαραίτητο να αναπτύξω όλη την ύλη του βιβλίου μέσα στο πλαίσιο των ευρωπαϊκών Κανονισμών. Έτσι οι μελλοντικοί τεχνικοί θα είναι εξοικειωμένοι και με τις βασικές έννοιες και το πνεύμα αυτών των Κανονισμών.

Το περιεχόμενο του βιβλίου, σύμφωνο πάντοτε με το αντίστοιχο αναλυτικό πρόγραμμα του μαθήματος, έχει διαμορφωθεί έτσι, ώστε ο πρώτος τόμος να απευθύνεται στους μαθητές της Β' τάξεως των ΤΕΛ, Α' τάξεως των ΤΕΣ και Γ' τάξεως των ΕΠΛ, ενώ ο δεύτερος τόμος στους μαθητές της Γ' τάξεως του ΤΕΛ και Β' τάξεως των ΤΕΣ.

Θέλω να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στο Ίδρυμα Ευγενίδου, που μου έδωσε την ευκαιρία να παραδώσω στους μαθητές, αλλά ενδεχομένως και σ' άσους ασχολούνται ήδη με τις εσωτερικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις, ένα βιβλίο που ελπίζω ότι θα τους είναι χρήσιμο.

Ιδιαίτερα ευχαριστώ το Τμήμα Εκδόσεων για τη θαυμάσια συνεργασία και την άρτια έκδοση αυτού του βιβλίου.

Ο συγγραφέας



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

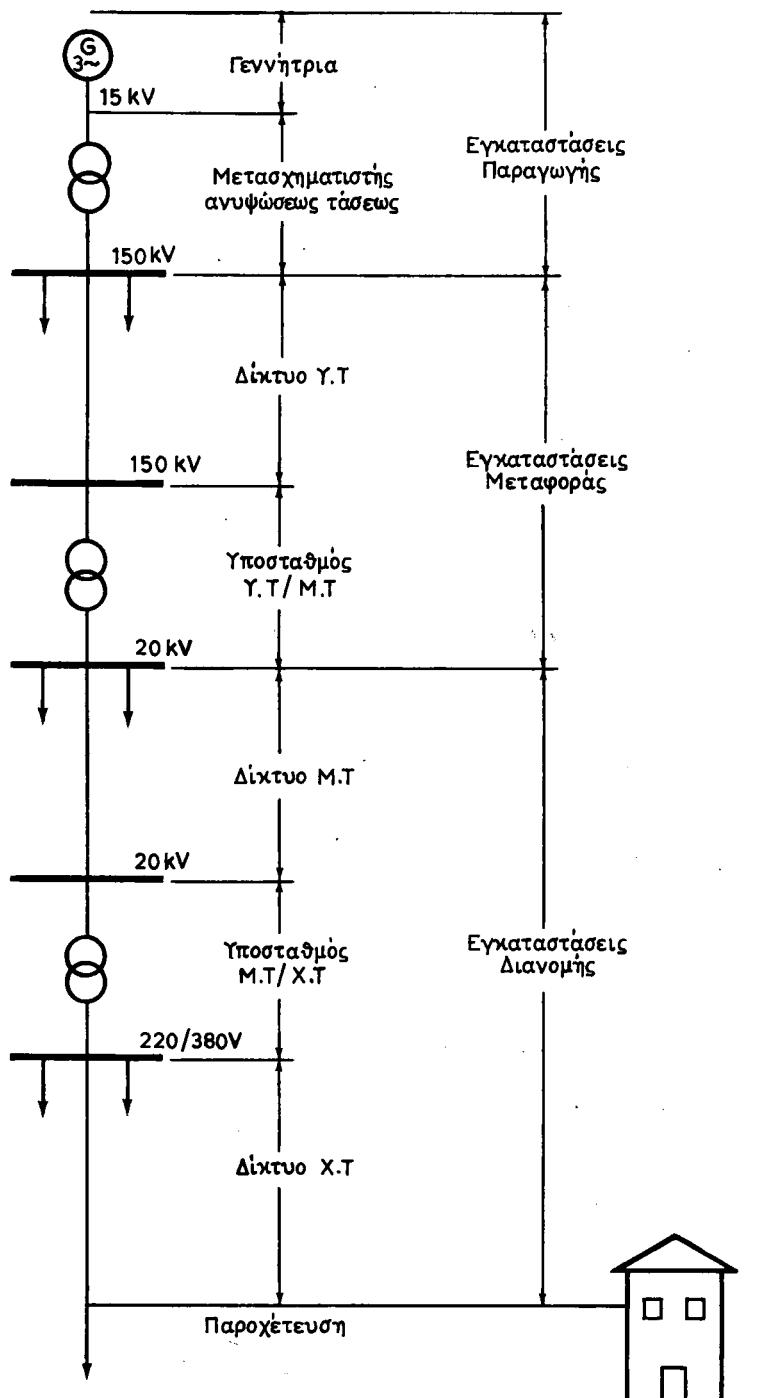
ΓΕΝΙΚΑ

1.1 Εσωτερικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις – Ορισμοί.

Στη διαδρομή της από την παραγωγή ως την κατανάλωση, η ηλεκτρική ενέργεια περνά διαδοχικά από μια σειρά εγκαταστάσεων. Αν παρομοιάσουμε αυτή τη σειρά με μια αλυσίδα, η εσωτερική ηλεκτρική εγκατάσταση αποτελεί τον τελευταίο κρίκο της. Συγκεκριμένα η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται στις εγκαταστάσεις (σταθμούς) παραγωγής, διοχετεύεται στις εγκαταστάσεις (δίκτυα) μεταφοράς και στις εγκαταστάσεις (δίκτυα) διανομής και μέσω των παροχετεύσεων (παροχών), φτάνει στις εσωτερικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις των καταναλωτών, από τις οποίες τροφοδοτούνται οι συσκευές καταναλώσεως (σχ. 1.1). Δεν θα ασχοληθούμε εδώ με την περιγραφή της καθεμιάς από τις προηγούμενες κατηγορίες εγκαταστάσεων, αφού αντικείμενό μας είναι οι εσωτερικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις· θα σημειώσουμε μόνο ότι η "αλυσίδα" των προηγουμένων εγκαταστάσεων μπορεί να μην είναι πάντα πλήρης, δηλαδή μπορεί, σε ορισμένες περιπτώσεις, να λείπουν ορισμένες απ' αυτές.

"Ηλεκτρική εγκατάσταση" λέμε ένα σύνολο αγωγών, μηχανημάτων και εξαρτημάτων, που συνδέονται μεταξύ τους κατάλληλα και χρησιμεύουν για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας, για τη μεταφορά της από το σημείο παραγωγής της ως τις θέσεις καταναλώσεώς της και για τη χρησιμοποίησή της. Ο όρος είναι γενικός και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ένα μικρότερο ή μεγαλύτερο τμήμα του συνόλου των αγωγών, των μηχανημάτων και των εξαρτημάτων που σχετίζονται με την ηλεκτρική ενέργεια.

"Εσωτερική Ηλεκτρική Εγκατάσταση" (ΕΗΕ) είναι μια ηλεκτρική εγκατάσταση που λειτουργεί με την αποκλειστική ευθύνη ενός καταναλωτή, τροφοδοτείται σ'ένα σημείο της με ηλεκτρική ενέργεια και χρησιμεύει για να διοχετεύει αυτήν την ενέργεια σε συσκευές καταναλώσεως.



Σχ. 1.1.

Παράδειγμα εγκαταστάσεων παραγωγής, μεταφοράς και διανομής.

"Καταναλωτής" είναι ένας ιδιώτης ή μια εταιρεία ή μια δημόσια υπηρεσία, ή ένας οργανισμός ή ένας σύλλογος κλπ., που χρησιμοποιεί το χώρο, στον οποίο βρίσκεται η ΕΗΕ και καταναλώνει την ηλεκτρική ενέργεια με ευθύνη του. Μερικές φορές χρησιμοποιούμε τον όρο "καταναλωτής" αντί του ορθότερου "ΕΗΕ του καταναλωτή". Έτσι λέμε π.χ. ότι "ο καταναλωτής τροφοδοτείται" αντί του ορθότερου "η ΕΗΕ του καταναλωτή τροφοδοτείται".

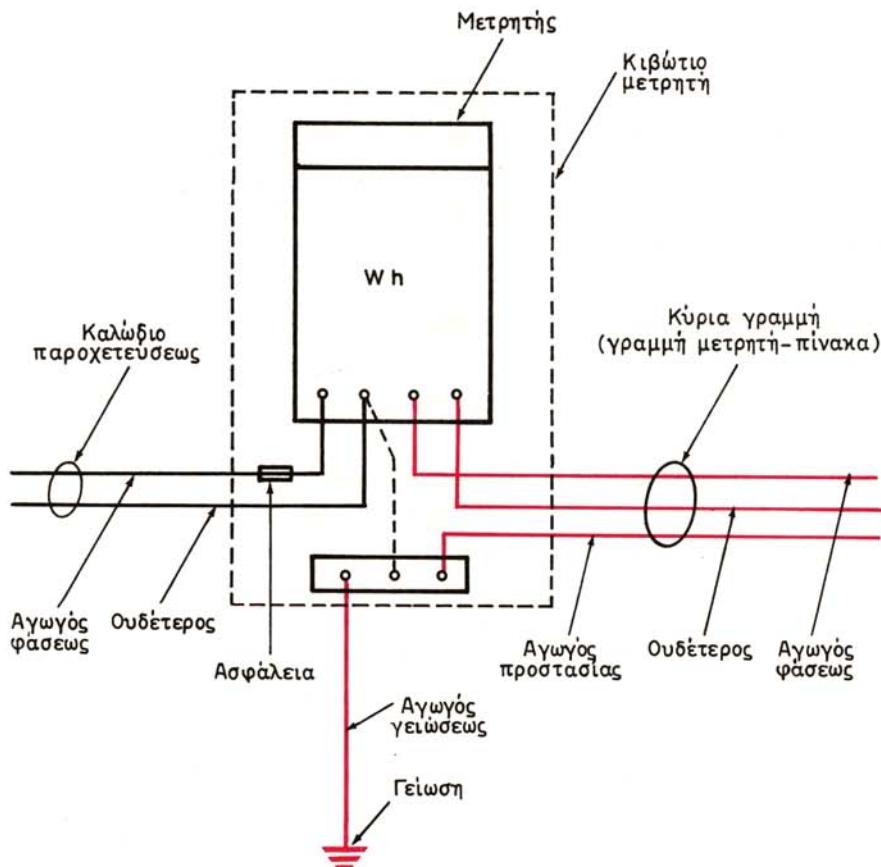
"Συσκευές καταναλώσεως" είναι όλες οι συσκευές που καταναλώνουν ηλεκτρική ενέργεια μετατρέποντάς την σε κάποια άλλη μορφή ενέργειας: φωτιστική, θερμική, κινητική, ηχητική (αντίστοιχες συσκευές: λάμπες, ηλεκτρικές θερμάστρες, ηλεκτρικοί κινητήρες, ραδιόφωνα).

Μια ΕΗΕ συνήθως τροφοδοτείται με ηλεκτρική ενέργεια από ένα δίκτυο που τροφοδοτεί και τις ΕΗΕ άλλων καταναλωτών. Στη χώρα μας την αρμοδιότητα για την παραγωγή, μεταφορά και διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας προς διάθεσή της στους καταναλωτές έχει η Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ). Γι' αυτό λέμε ότι μια ΕΗΕ τροφοδοτείται από τα δίκτυα της ΔΕΗ. Τους καταναλωτές που τροφοδοτούνται από τα δίκτυα της ΔΕΗ τους λέμε και πελάτες της. Υπάρχουν όμως και σπάνιες περιπτώσεις, όπου η τροφοδότηση γίνεται από μια εγκατάσταση παραγωγής που διαθέτει ο ίδιος ο καταναλωτής, χωρίς να αποκλείεται βεβαίως η δυνατότητα διπλής τροφοδοτήσεως και από τις δύο αυτές πηγές.

1.2 Όρια διαχωρισμού των ΕΗΕ από τις άλλες εγκαταστάσεις.

Στο σημείο της τροφοδοτήσεως της ΕΗΕ από το δίκτυο της ΔΕΗ τοποθετείται και ο μετρητής για να μετρά την ηλεκτρική ενέργεια που παρέχει η ΔΕΗ στον καταναλωτή. Ο μετρητής ανήκει στη ΔΕΗ. Γι' αυτό λέμε ότι η ΕΗΕ του κάθε καταναλωτή αρχίζει από τους ακροδέκτες του μετρητή προς την πλευρά της καταναλώσεως (σχ. 1.2). Στις περιπτώσεις που η μέτρηση της ενέργειας δεν γίνεται από έναν απλό μετρητή, αλλά από ένα πιο σύνθετο σύστημα που περιλαμβάνει μετασχηματιπτές εντάσεως, η αρχή της ΕΗΕ βρίσκεται στους ακροδέκτες αυτών των μετασχηματιστών προς την πλευρά της καταναλώσεως.

Η αρχή της ΕΗΕ αποτελεί το οριακό σημείο που διαχωρίζει την ΕΗΕ από τις εγκαταστάσεις της ΔΕΗ. Σε αυτό το σημείο διαχωρίζονται και οι ευθύνες για την κατασκευή και τη λειτουργία των εγκαταστάσεων: για τις εγκαταστάσεις που βρίσκονται από αυτό το σημείο και προς την



Σχ. 1.2.

'Όρια ΕΗΕ (με κόκκινο οι αγωγοί της ΕΗΕ).

πλευρά της παραγωγής είναι υπεύθυνη η ΔΕΗ, ενώ για τις εγκαταστάσεις που βρίσκονται από αυτό το σημείο και προς την πλευρά της καταναλώσεως υπεύθυνος είναι ο καταναλωτής.

Για τους καταναλωτές που έχουν δική τους εγκατάσταση παραγωγής πάλι υπάρχει ένα διαχωριστικό σημείο. Αν δεν υπάρχει μετρητής, ορίζεται ανάλογα με τη διαμόρφωση της όλης εγκαταστάσεως, κάποιο άλλο σημείο (συνήθως οι ακροδέκτες κάποιου διακόπτη). Στα μεγάλα έργοστάσια που έχουν δική τους παραγωγή, αυτό το σημείο διαχωρίζει τις αρμοδιότητες και τις ευθύνες που έχουν τα αντίστοιχα τμήματα ή συνεργεία για χειρισμούς, συντηρήσεις και επισκευές.

Μια ανάλογη περίπτωση αποτελούν οι ΕΗΕ στις οποίες καταναλωτής είναι η ίδια η ΔΕΗ. Τέτοιες ΕΗΕ υπάρχουν όχι μόνο στα γραφεία της,

αλλά και στους σταθμούς παραγωγής και τους υποσταθμούς για το φωτισμό και την τροφοδότηση βοηθητικών μηχανημάτων. Συνήθως υπάρχει μετρητής, διαφορετικά ορίζεται κάποιο άλλο συγκεκριμένο σημείο διαχωρισμού. Σ' αυτό το σημείο διαχωρίζονται οι αρμοδιότητες και οι ευθύνες των αντιστοίχων υπηρεσιακών μονάδων της ΔΕΗ.

Η κύρια όμως σημασία που έχει ο καθορισμός του διαχωριστικού σημείου μεταξύ της ΕΗΕ και της εγκαταστάσεως που την τροφοδοτεί είναι ότι για τις ΕΗΕ ισχύουν διαφορετικοί κανονισμοί, από αυτούς που αφορούν τις άλλες εγκαταστάσεις. Στους κανονισμούς θα αναφερθούμε σε επόμενη παράγραφο· εδώ σημειώνομε ότι οι κανονισμοί είναι ένα σύνολο κανόνων, σύμφωνα με τους οποίους πρέπει να είναι κατασκευασμένες οι εγκαταστάσεις κάθε κατηγορίας.

1.3 Τάσεις λειτουργίας των ΕΗΕ.

Η τάση, με την οποία η ΔΕΗ τροφοδοτεί τις ΕΗΕ των καταναλωτών είναι μια από τις τυποποιημένες τάσεις των δικτύων της και εξαρτάται από την ισχύ που έχει συμφωνηθεί να παρέχει κατά μέγιστο η ΔΕΗ προς τον καταναλωτή. Για σχετικά μικρές ισχύες η τροφοδότηση γίνεται από τα δίκτυα χαμηλής τάσεως (Χ.Τ.), που είναι τριφασικά και λειτουργούν με ονομαστική τάση 220/380 V συχνότητας 50 Hz. Τάση 220 V υπάρχει μεταξύ ενός αγωγού φάσεως και του ουδέτερου (φασική τάση), 380 V μεταξύ δύο αγωγών φάσεων (πολική τάση). Ο ουδέτερος είναι στο δυναμικό της γης. Οι τιμές των εναλλασσομένων μεγεθών που αναφέρομε είναι πάντα οι ενδεικνυόμενες τιμές.

Με την ευκαιρία σημειώνομε ότι "ονομαστική τάση" ονομάζομε μια τιμή της τάσεως που τη χρησιμοποιούμε για να χαρακτηρίσουμε ένα δίκτυο ή μια συσκευή. Στην πραγματικότητα, η τάση που μας δίνει ένα δίκτυο δεν είναι εντελώς σταθερή. Οι τιμές, τις οποίες παίρνει διαφέρουν, προς τα επάνω ή προς τα κάτω, από την "ονομαστική", αλλά η μέγιστη τιμή αυτής της διαφοράς, που τη λέμε και "διακύμανση", δεν επιτρέπεται να υπερβαίνει ορισμένα όρια. Η ονομαστική τάση μιας συσκευής είναι εκείνη, η οποία δίδεται από τον κατασκευαστή της μαζί με τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά της, όπως π.χ. την ισχύ της. Η συσκευή όμως μπορεί να λειτουργήσει, χωρίς να παρουσιάσει ανωμαλία, και με διαφορετικές τάσεις μέσα στα όρια της επιτρεπόμενης διακυμάνσεως.

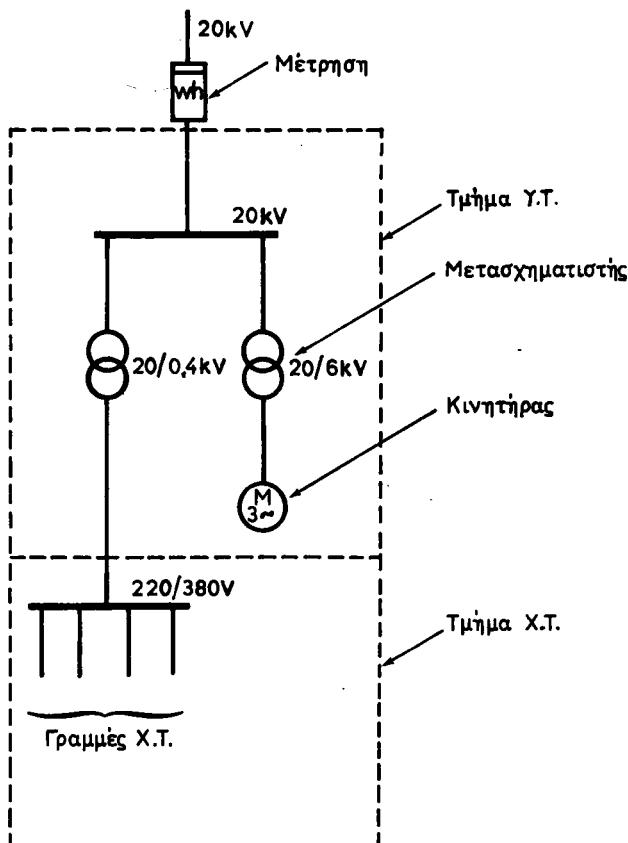
Η τροφοδότηση των καταναλωτών από τα δίκτυα Χ.Τ. της ΔΕΗ μπορεί να γίνει είτε με μια φάση (δηλαδή συνδέεται μια φάση και ο ουδέτερος), είτε και με τις τρεις φάσεις (συνδέονται και οι τρεις φάσεις και

ο ουδέτερος, ακόμα κι αν ο καταναλωτής δεν πρόκειται να τον χρησιμοποιήσει). Η μονοφασική τροφοδότηση, που είναι η συνηθέστερη, γίνεται σε καταναλωτές μικρής σχετικά ισχύος (συνήθως κατοικίες και καταστήματα). Η τριφασική τροφοδότηση γίνεται όταν ο καταναλωτής χρειάζεται μεγαλύτερη ισχύ ή όταν έχει συσκευές που χρειάζονται τριφασική τροφοδότηση (π.χ. τριφασικοί κινητήρες).

Για ακόμα μεγαλύτερες ισχύες ο καταναλωτής τροφοδοτείται από τα δίκτυα μέσης τάσεως (Μ.Τ.), ενώ σε πολύ μεγάλες ισχύες η τροφοδότηση μπορεί να γίνει από τα δίκτυα υψηλής τάσεως (Υ.Τ.). Οι τροφοδοτήσεις αυτές είναι πάντα τριφασικές, χωρίς ουδέτερο. Μέση τάση λέμε κάθε τάση μεταξύ 1.000 V και 35 kV (τάσεις πολικές), ενώ υψηλή τάση λέμε κάθε τάση μεγαλύτερη από 35 kV. Η ονομαστική τιμή της μέσης τάσεως που παρέχεται στους καταναλωτές εξαρτάται από τα δίκτυα της ΔΕΗ που υπάρχουν στην περιοχή και είναι 15 kV ή 20 kV (παλαιότερα 6,6 kV). Η ονομαστική τιμή της υψηλής τάσεως είναι 150 kV.

Τα όρια, πέρα από τα οποία γίνεται τριφασική τροφοδότηση X.T. ή τροφοδότηση Μ.Τ. ή ακόμα και Υ.Τ., ορίζονται από τις ρυθμίσεις που έχει θεσπίσει η ΔΕΗ, σύμφωνα με τα τεχνικά δεδομένα των εγκαταστάσεών της. Εντελώς ενδεικτικά αναφέρομε ότι τριφασική τροφοδότηση X.T. γίνεται για ισχύες που υπερβαίνουν τα 10 kW περίπου, ενώ σύνδεση με τα δίκτυα Μ.Τ. γίνεται όταν η ισχύς του καταναλωτή υπερβαίνει τα 100 kW περίπου, ενώ σε μερικές περιπτώσεις, τα 200 kW.

'Όπως είναι φυσικό, όταν η τροφότηση της ΕΗΕ από τη ΔΕΗ γίνεται με μέση ή υψηλή τάση, υπάρχουν ένας ή περισσότεροι μετασχηματιστές που υποβιβάζουν την τάση και τροφοδοτούν την υπόλοιπη εγκατάσταση (στο σύνολό της ή σ' ένα μέρος της) με X.T. Οι μετασχηματιστές αυτοί, καθώς και ό,τι υπάρχει μεταξύ του σημείου που γίνεται η μέτρηση και αυτών των μετασχηματιστών, αποτελούν το τμήμα Υ.Τ. της ΕΗΕ. Για τις ΕΗΕ δε χρησιμοποιούμε τον όρο "μέση τάση": υπάρχουν η Υ.Τ. και η X.T., με όριο τα 1.000 V. Σημειώνομε ότι δεν αποκλείεται από το τμήμα Υ.Τ. να τροφοδοτούνται και ορισμένες συσκευές καταναλώσεως: υπάρχουν κινητήρες που λειτουργούν π.χ. με 6 kV (σχ. 1.3). Η X.T. που παρέχουν οι μετασχηματιστές μπορεί να είναι 220/380 V, πράγμα που συμβαίνει στις περισσότερες περιπτώσεις. Δεν αποκλείεται όμως μια εγκατάσταση να τροφοδοτείται στο σύνολό της ή σ' ένα τμήμα της, με κάποια άλλη τάση, αν οι συσκευές καταναλώσεως είναι κατασκευασμένες για να λειτουργούν με αυτήν την τάση. Επίσης δεν αποκλείεται η συχνότητα να είναι διαφορετική από 50 Hz (π.χ. 60 Hz), ούτε ακόμα αποκλείεται το συνεχές ρεύμα. Φυσικά σ' αυτές τις περιπτώσεις υπάρ-



Σχ. 1.3.

Παράδειγμα ΕΗΕ που έχει τμήμα Y.T.

χουν τα κατάλληλα μηχανήματα μετατροπής (μετατροπείς συχνότητας, ανορθωτές).

Ορισμένες εφαρμογές του ηλεκτρισμού, όπως π.χ. οι φωτεινές επιγραφές, απαιτούν τη χρησιμοποίηση τάσεων μεγαλυτέρων από 1.000 V. Γι' αυτό το σκοπό χρησιμοποιούνται μετασχηματιστές που τροφοδοτούνται από την εγκατάσταση X.T. και ανυψώνουν την τάση στην τιμή που απαιτείται. Αυτοί οι μετασχηματιστές και δ.τι τροφοδοτείται απ' αυτούς θεωρούνται μέρος της εγκαταστάσεως X.T., αλλά βέβαια χρησιμοποιούνται ειδικά υλικά και λαμβάνονται ειδικά μέτρα ασφαλείας.

'Όταν ο καταναλωτής διαθέτει δική του εγκατάσταση παραγωγής μπορεί αυτή να παρέχει υψηλή ή χαμηλή τάση, οπότε η ΕΗΕ αντίστοιχα, έχει ή δεν έχει τμήμα Y.T.

1.4 Απαιτήσεις λειτουργίας των ΕΗΕ.

Μια ΕΗΕ, όπως άλλωστε και κάθε άλλη εγκατάσταση, πρέπει:

- Να εκπληρώνει ικανοποιητικά το σκοπό για τον οποίο έχει κατασκευασθεί, δηλαδή να επιτρέπει την τροφοδότηση των συσκευών καταναλώσεως χωρίς ανωμαλίες (χωρίς να προκαλούνται διακοπές ή υπερβολική πτώση τάσεως), με την προϋπόθεση βέβαια τη χωρίς ανωμαλίες τροφοδότησή της.
- Να είναι ακίνδυνη για τα άτομα που τη χρησιμοποιούν ή βρίσκονται στην περιοχή της, καθώς και για το κτήριο στο οποίο βρίσκεται και για τα υλικά που υπάρχουν σε αυτό. Υπενθυμίζονται εδώ οι κίνδυνοι τους οποίους είναι ενδεχόμενο να συνεπάγεται η χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας, αν δεν ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα:
- Για τα άτομα: ηλεκτροπληξία, εγκαύματα.
- Για τα κτήρια και τα υλικά: πυρκαϊά, έκρηξη (αν υπάρχουν οι ανάλογες συνθήκες).

Οι παραπάνω απαιτήσεις μπορούν να εξασφαλισθούν, αν τηρηθούν τα ακόλουθα, που αφορούν την κατασκευή της ΕΗΕ.

- Σωστή μελέτη, δηλαδή κατάλληλη διάταξη και ορθή επιλογή των χαρακτηριστικών των στοιχείων που απαρτίζουν την εγκατάσταση (αγωγοί και όλα τα εξαρτήματα), σε συνάρτηση με το πλήθος, την ισχύ των συσκευών καταναλώσεως και τις συνθήκες λειτουργίας τους (αν λειτουργούν όλες ταυτόχρονα ή όχι).
- Τήρηση μιας σειράς κανόνων που αποσκοπούν στην αποφυγή δημιουργίας επικινδύνων καταστάσεων. Το σύνολο αυτών των κανόνων αποτελεί τους κανονισμούς, με τους οποίους πρόκειται να ασχοληθούμε παρακάτω.
- Χρησιμοποίηση υλικών κατάλληλης ποιότητας.
- Κατασκευή της ΕΗΕ από έμπειρους και ευσυνείδητους τεχνίτες με τους κατάλληλους βοηθούς.

Εκτός όμως από όσα αναφέρθηκαν εδώ και αφορούν την κατασκευή, είναι απαραίτητο να τηρούνται και τα ακόλουθα που αφορούν τη λειτουργία της εγκαταστάσεως, ώστε να εξασφαλισθούν οι δύο απαιτήσεις που θέσαμε εξαρχής:

- Σωστή χρησιμοποίηση της εγκαταστάσεως. (Π.χ. δεν αποτελεί σωστή χρησιμοποίηση, και είναι πολύ επικίνδυνη, η εισαγωγή ενός καρφιού στην τρύπα μιας πρίζας).

- Διατήρηση των συνθηκών που είχαν ληφθεί υπόψη κατά την κατασκευή της ΕΗΕ, οι οποίες χαρακτηρίζουν τη φύση των χώρων. (Π.χ. ένας χώρος που προοριζόταν για κατοικία και επομένως είχε θεωρηθεί ότι δεν έχει υγρασία, δεν πρέπει μεταγενέστερα να χρησιμοποιηθεί ως εργαστήριο, όπου οι εργασίες που γίνονται συνεπάγονται ότι ο χώρος θα είναι γεμάτος με υδρατμούς. Σ' αυτήν την περίπτωση θα πρέπει να γίνει κατάλληλη προσαρμόγη της ΕΗΕ).
- Άμεση επισκευή κάθε εμφανιζόμενης βλάβης. (Π.χ. φθορά της μονώσεως του εύκαμπτου καλωδίου τροφοδοτήσεως μιας φορητής συσκευής καταναλώσεως).
- Διατήρηση των συνθηκών που είχαν ληφθεί υπόψη κατά τη μελέτη της ΕΗΕ, και αφορούν την ισχύ των συσκευών καταναλώσεως. (Δηλαδή αν αυξηθεί σημαντικά η ισχύς των συσκευών σε σύγκριση με την ισχύ που είχε προβλεφθεί αρχικά ή αν αλλάξουν οι συνθήκες λειτουργίας τους, είναι δυνατόν να δημιουργηθούν ανωμαλίες, όπως διακοπές της τροφοδοτήσεως του συνόλου ή μέρους της ΕΗΕ, ή επίσης, να εμφανισθούν υπερβολικές πτώσεις τάσεως).

1.5 Κανονισμοί.

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως "κανονισμός" είναι ένα σύνολο κανόνων, με βάση τους οποίους πρέπει να κατασκευάζεται μια εγκατάσταση. Οι κανόνες αυτοί αποβλέπουν κατά κύριο λόγο στην αποφυγή δημιουργίας επικινδύνων καταστάσεων. Για κάθε κατηγορία εγκαταστάσεων υπάρχουν οι ανάλογοι κανονισμοί· φυσικά αυτό συμβαίνει και για τις ΕΗΕ. Στη χώρα μας ο Κανονισμός Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων (ΚΕΗΕ) αποτελεί υπουργική απόφαση, δηλ. είναι νομοθετικά επιβεβλημένη η τήρησή του. (Αλλά, ακόμα και αν δεν υπάρχει τέτοια νομοθετική κατοχύρωση, όπως συμβαίνει σε ορισμένες άλλες χώρες, οι κανονισμοί, που εκδίδονται από τον Οργανισμό Τυποποιήσεως κάθε χώρας, είναι ουσιαστικά υποχρεωτικοί, επειδή κάθε κατασκευαστής έχει συμφέρον να αποφύγει τη δημιουργία κινδύνων, αφού, αν τυχόν συμβεί κάποιο ατύχημα, θα του ζητηθούν ευθύνες αν δεν είχε τηρήσει τον κανονισμό).

Με την τήρηση του κανονισμού προκύπτει μια εγκατάσταση ασφαλής από κατασκευή. Η διατήρηση των συνθηκών ασφαλείας εξασφαλίζεται, στη συνέχεια, με την τήρηση των προϋποθέσεων που αναφέραμε στην προηγούμενη παράγραφο 1.4. και συγκεκριμένα:

- Σωστή χρήση.
- Διατήρηση των συνθηκών πού χαρακτηρίζουν τους χώρους.
- Άμεση επισκευή κάθε εμφανιζόμενης βλάβης.

Ο ΚΕΗΕ, όπως άλλωστε και όλοι οι κανονισμοί που αφορούν άλλες κατηγορίες εγκαταστάσεων, είναι διατυπωμένος με τη μορφή απαιτήσεων, αλλά συγχρόνως αναφέρει και τον τρόπο που μπορούν να τηρηθούν οι απαιτήσεις. Θα δώσουμε εδώ ένα παράδειγμα, έστω και αν χρειασθεί να αναφέρομε κάποια στοιχεία απ' αυτά που απαρτίζουν τις ΕΗΕ, και θα τα περιγράψουμε με λεπτομέρεια σε επόμενα κεφάλαια. Απαίτηση του κανονισμού είναι, όταν γίνει ένα βραχυκύκλωμα, να διακοπεί αυτομάτως η τροφοδότηση, πριν οι αγωγοί, από τους οποίους θα περάσει το μεγάλο ρεύμα του βραχυκυκλώματος, υπερθερμανθούν και δημιουργήσουν κινδύνους. Στη συνέχεια δύως αναφέρει ο κανονισμός πώς θα επιτύχομε αυτό (τοποθετώντας ασφάλειες ή μικροαυτόματους) και δίνει οδηγίες πώς θα επιλέξουμε τα μεγέθη τους.

Για ορισμένες κατηγορίες ΕΗΕ υπάρχουν και ειδικοί κανονισμοί, που ορίζουν μερικές πρόσθετες απαιτήσεις. Π.χ. για τους ανελκυστήρες ή για τους κινηματογράφους και τα θέατρα, πέρα από τον ΚΕΗΕ, που πρέπει απαραιτήτως να τηρείται, επιβάλλεται η τήρηση και ορισμένων κανόνων που περιλαμβάνονται στους αντίστοιχους ειδικούς κανονισμούς.

Κάθε κανονισμός είναι ένα κείμενο που εκδίδεται και ισχύει για μεγάλο χρονικό διάστημα. 'Όμως κατά καιρούς γίνονται τροποποιήσεις και συμπληρώσεις του, για να ληφθούν υπόψη η εξέλιξη της τεχνικής (π.χ. νέα υλικά) ή νεότερες αντιλήψεις. Ανάμεσα στους κανονισμούς που ισχύουν στις διαφορες χώρες υπάρχουν ορισμένες διαφορές, όχι βέβαια στα βασικά τους σημεία, αφού όλοι οι κανονισμοί αποβλέπουν στον ίδιο σκοπό, δηλ. την ασφάλεια των εγκαταστάσεων, αλλά σε κάποιες δευτερεύουσες διατάξεις. 'Ηδη βρίσκεται σε εξέλιξη η έκδοση ενός ενιαίου κανονισμού των ευρωπαϊκών κρατών, προς τον οποίο θα προσαρμοσθούν οι "εθνικοί" κανονισμοί, δηλ. οι κανονισμοί κάθε χώρας, και φυσικά και της χώρας μας.

1.6 Ποιες ΕΗΕ καλύπτει ο ΚΕΗΕ.

Κάθε κανονισμός ορίζει σαφώς το "πεδίο εφαρμογής" του, δηλ. ορίζει για ποιες ακριβώς εγκαταστάσεις ισχύει. 'Έτσι, ο ΚΕΗΕ ισχύει για τις εσωτερικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις κτηρίων ή συγκροτημάτων κτηρίων, και των γύρω ακαλύπτων χώρων (κήποι, προαύλια κλπ), αλλά δεν ισχύει για:

- Τα τμήματα Υ.Τ. των εγκαταστάσεων.
 - Τις εγκαταστάσεις τροφοδοτήσεως των ηλεκτροκινήτων μέσων μεταφοράς, δηλ. ηλεκτρικών σιδηροδρόμων, ηλεκτροκινήτων λεωφορείων (τρόλεϊ) και τροχιοδρόμων (τραμ).
 - Τις εγκαταστάσεις που τροφοδοτούν μηχανήματα τηλεπικοινωνίας (ενσύρματης ή ασύρματης) και εκπομπής ραδιοφωνίας και τηλεοράσεως.
- Διευκρινίζεται ότι δεν έχει εφαρμογή ο ΚΕΗΕ στα ακόλουθα τμήματα των εσωτερικών εγκαταστάσεων (πράγμα που προκύπτει και από τον ορισμό του πεδίου εφαρμογής, αφού δεν πρόκειται για εγκαταστάσεις κτηρίων).
- Στις εναέριες γραμμές (υπαίθριες ηλεκτρικές γραμμές που στηρίζονται επάνω σε στύλους). Τέτοιες γραμμές υπάρχουν μερικές φορές σε στρατόπεδα ή σε βιομηχανικούς χώρους.
 - Στις εκτός κτηρίων υπόγειες γραμμές. Τέτοιες γραμμές χρησιμοποιούνται π.χ. για να τροφοδοτηθεί από την ΕΗΕ ενός κτηρίου άλλο κτήριο του (ίδιου καταναλωτή, περίπτωση που συναντάται κυρίως σε βιομηχανικά συγκροτήματα. Επίσης σ' αυτήν την περίπτωση υπάγονται και οι υπόγειες εγκαταστάσεις που λειτουργούν με ευθύνη δήμων, κοινοτήτων, δημοσίων υπηρεσιών ή λιμενικών ταμείων και χρησιμεύουν για το φωτισμό δρόμων, πλατειών, συγκοινωνιακών κόμβων, προκυμαιών κλπ.
 - Στις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις των μέσων μεταφοράς, είτε ηλεκτροκινήτων (που τα αναφέραμε προηγουμένως) είτε όχι (πλοία, αυτοκίνητα, αεροσκάφη).

Αντίθετα υπάγονται στον ΚΕΗΕ :

- Οι εγκαταστάσεις για φωτισμό, θέρμανση ή τροφοδότηση βιοηθητικών μηχανημάτων σε χώρους όπου υπάρχουν οι εξαιρούμενες από την ισχύ του ΚΕΗΕ εγκαταστάσεις για την τροφοδότηση ηλεκτροκινήτων μέσων μεταφοράς και μηχανημάτων τηλεπικοινωνίας κλπ.
- Οι εγκαταστάσεις των χώρων κατασκηνώσεως (κάμπιγκ) καθώς και των οχημάτων που τροφοδοτούνται απ' αυτές (τροχόσπιτα).

Κατ' εξαίρεση ο ΚΕΗΕ που ισχύει στη χώρα μας, έχει εφαρμογή και σ' ένα τμήμα που δεν είναι εσωτερική ηλεκτρική εγκατάσταση, σύμφωνα με τον ορισμό που έχομε δώσει. Πρόκειται για τις παροχετεύσεις (παροχές) που συνδέουν μια ή περισσότερες ΕΗΕ προς ένα δίκτυο διανομής. Για τις παροχετεύσεις ο ΚΕΗΕ περιλαμβάνει ορισμένους ειδικούς κανόνες. (Μια παροχέτευση δεν είναι ΕΗΕ κατά τον ορισμό, αφού η ευθύνη για την κατασκευή και λειτουργία της δεν ανήκει στον καταναλωτή αλλά στη ΔΕΗ).

Όλες οι παραπάνω λεπτομερειακές ρυθμίσεις έχουν γίνει για να μη δημιουργούνται επικαλύψεις, δηλαδή να μην υπάρχουν τμήματα εγκαταστάσεων, για τα οποία ισχύουν συγχρόνως δύο κανονισμοί. Γι' αυτόν άλλωστε το λόγο είχαμε αναφέρει (στην παράγραφο 1.2), ότι πρέπει να είναι πάντοτε ορισμένα τα όρια μιας ΕΗΕ από την εγκατάσταση που την τροφοδοτεί.

Το αντικείμενο αυτού του βιβλίου περιορίζεται στις εγκαταστάσεις που υπάγονται στον ΚΕΗΕ. Αντίθετα, θα αφιερωθεί ένα κεφάλαιο στις εγκαταστάσεις ασθενών ρευμάτων, δηλαδή στις εγκαταστάσεις κτηρίων, οι οποίες εξυπηρετούν τη λειτουργία των τηλεφώνων, των κουδουνιών, των θυροτηλεφώνων, των τηλεοράσεων κλπ. Δεν πρόκειται για εσωτερικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις αφού δε διοχετεύουν ηλεκτρική ενέργεια προς συσκευές καταναλώσεως, κατασκευάζονται όμως συνήθως συγχρόνως με αυτές και από το ίδιο τεχνικό προσωπικό.

1.7 Ταξινόμηση των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων.

Για τις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις γενικά (όχι μόνο τις ΕΗΕ) ισχύει, σύμφωνα με τη νομοθεσία, μια ταξινόμηση σε ειδικότητες. Η ταξινόμηση αυτή έχει γίνει με το σκοπό να εφοδιάζονται με ανάλογες επαγγελματικές άδειες τα πρόσωπα που ασχολούνται ως τεχνίτες στις εργασίες κατασκευής των εγκαταστάσεων καθεμιάς ειδικότητας (άδειες τεχνιτών) ή αναλαμβάνουν υπεύθυνα την κατασκευή τους (άδειες εγκαταστατών).

Οι ειδικότητες των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων είναι οι ακόλουθες:

Α ειδικότητα: Εγκαταστάσεις φωτισμού, οικιακών συσκευών και κινητήρων μικρής ισχύος. Εγκαταστάσεις φωτεινών επιγραφών. Εγκαταστάσεις κινηματογραφικών μηχανημάτων.

Β ειδικότητα: Τηλεπικοινωνιακές και ραδιοηλεοπτικές εγκαταστάσεις.

Γ ειδικότητα: Εγκαταστάσεις κινητήρων σε βιομηχανίες, συνεργεία, αντλιοστάσια κλπ. (λέγονται και εγκαταστάσεις κινήσεως). Στην ίδια κατηγορία υπάγονται και οι εγκαταστάσεις φωτισμού αυτών των χώρων.

Δ ειδικότητα: Εγκαταστάσεις ανελκυστήρων και ανυψωτικών μηχανημάτων.

Ε ειδικότητα: Εγκαταστάσεις ηλεκτροκινήτων μέσων μεταφοράς.

ΣΤ ειδικότητα: Εγκαταστάσεις παραγωγής, μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.

Από τις ειδικότητες αυτές, σχετικές με τις ΕΗΕ είναι οι ειδικότητες Α, Γ και Δ.

Αναφορικά με τις εγκαταστάσεις που μπορούν να αναλαμβάνουν υπεύθυνα να κατασκευάζουν οι αδειούχοι εγκαταστάτες κάθε ειδικότητας, υπάρχει μια διαβάθμιση: Κάθε ειδικότητα υποδιαιρείται σε κατηγορίες με κριτήριο το είδος και την εγκατεστημένη ισχύ των συσκευών καταναλώσεως που τροφοδοτούνται από την εγκατάσταση. ("Εγκατεστημένη ισχύ" λέμε το άθροισμα των ονομαστικών ισχύων των συσκευών καταναλώσεως). Ως προς το είδος των συσκευών καταναλώσεως, αναφέρομε ενδεικτικά ότι στην Α ειδικότητα, οι κατηγορίες 1,2 και 3 αφορούν εγκαταστάσεις φωτισμού, οικιακών συσκευών ή μικρών κινητήρων, με κλιμάκωση ανάλογα με την εγκατεστημένη ισχύ, η κατηγορία 4 αφορά την εγκατάσταση φωτεινών επιγραφών και η κατηγορία 5 την εγκατάσταση κινηματογραφικών μηχανών.

Αλλά, ανεξάρτητα από τις απαιτούμενες επαγγελματικές άδειες, τις ΕΗΕ τις κατατάσσουμε στις ακόλουθες κατηγορίες, με κριτήριο το είδος των συσκευών που τροφοδοτούν. Όλες διέπονται από τον ίδιο κανονισμό και τους ίδιους τεχνικούς κανόνες αναφορικά με τη μελέτη και την κατασκευή τους. Όμως ο ιδιαίτερος χαρακτήρας κάθε κατηγορίας οδηγεί σε ορισμένες διαφοροποιήσεις σχετικά με τη γενική διαμόρφωσή τους.

Εγκαταστάσεις φωτισμού.

Πρόκειται για τις μονοφασικές ή τριφασικές εγκαταστάσεις κατοικιών, γραφείων, καταστημάτων, αποθηκών κλπ., στις οποίες οι συσκευές καταναλώσεως είναι φωτιστικές και θερμικές (θερμοσίφωνες, ηλεκτρικά μαγειρεία, σώματα θερμάνσεως χώρων κλπ.), αλλά και μικροί κινητήρες, συνήθως ενσωματωμένοι σε οικιακές συσκευές (ψυγεία, πλυντήρια ρούχων, κλιματιστικά μηχανήματα κλπ.).

Εγκαταστάσεις κινήσεως.

Πρόκειται για τριφασικές εγκαταστάσεις εργαστηρίων, συνεργείων, αντλιοστασίων, εργοστασίων κλπ., στις οποίες οι συσκευές καταναλώσεως είναι μηχανήματα που περιλαμβάνουν κινητήρες, συσκευές ηλεκτροσυγκολήσεως, μηχανήματα θερμικής ή χημικής επεξεργασίας κλπ. Σ' αυτές περιλαμβάνεται φυσικά και ο φωτισμός των αντιστοίχων χώρων. Ειδικότερα, τις εγκαταστάσεις κινήσεως των μεγάλων εργοστάσιων τις λέμε και βιομηχανικές εγκαταστάσεις.

Εγκαταστάσεις μεγάλων κτηρίων.

Πρόκειται για τις εγκαταστάσεις των μεγάλων νοσοκομείων, ξενοδοχείων, πολυκαταστημάτων και των μεγάλων γραφείων. Αυτές οι εγκαταστάσεις τροφοδοτούν συσκευές καταναλώσεως όμοιες με εκείνες των δύο προηγουμένων κατηγοριών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΟΡΙΣΜΟΙ – ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΡΗ ΤΩΝ ΕΗΕ

2.1 Ορολογία.

Για την κατανόηση όσων θα αναπτυχθούν στα επόμενα θα χρειασθεί να δώσουμε εδώ τους ορισμούς μερικών τεχνικών όρων.

Σε πολλά τεχνικά κείμενα, όπως σε κανονισμούς, πρότυπα, προδιαγραφές κλπ., υπάρχει ειδικό κεφάλαιο ορολογίας, όπου δίδονται οι ορισμοί των τεχνικών όρων που χρησιμοποιούνται σε αυτά τα κείμενα. Δίδεται δηλαδή η ακριβής εξήγηση της έννοιας των όρων, ώστε να αποφεύγονται αμφιβολίες ή παρερμηνείες. Δεν είναι βέβαια δυνατόν ούτε χρήσιμο να επαναλαμβάνονται σε κάθε τέτοιο κείμενο οι ορισμοί όλων των όρων και μάλιστα εκείνων που είναι γενικά καθιερωμένοι. Γι' αυτό κάθε κείμενο περιέχει τους ορισμούς των ειδικών όρων που σχετίζονται με το θέμα καθώς και εκείνων των γενικών όρων που χρησιμοποιούνται στο κείμενο με κάποια εξειδικευμένη έννοια.

Ήδη στα προηγούμενα έχομε δώσει μερικούς ορισμούς. Θα τους επαναλάβουμε όμως εδώ, για να έχομε σε μια παράγραφο όλη τη σειρά των ορισμών, πράγμα που θα διευκολύνει την αναζήτησή τους, όποτε χρειάζεται.

Οι ορισμοί που δίδομε στη συνέχεια χρησιμεύουν για τις ανάγκες αυτού του βιβλίου, αλλά, βέβαια, έχει γίνει κάθε προσπάθεια να είναι σύμφωνοι με εκείνους που περιλαμβάνονται στον ΚΕΗΕ και σ' άλλους διεθνείς κανονισμούς. Πάντως, όταν κάποιος χρησιμοποιεί ένα άλλο κείμενο, πρέπει να προσέξει μήπως τυχόν σ' εκείνο το κείμενο δίδονται, για ορισμένους όρους, ορισμοί διαφορετικοί από αυτούς που δίδονται εδώ.

I. Ορισμοί γενικοί.

1) *Κανονισμός* είναι ένα κείμενο, κατοχυρωμένο νομοθετικά ή κατ' ανάλογο τρόπο, που περιλαμβάνει τους κανόνες με βάση τους οποίους πρέπει να κατασκευάζονται οι εγκαταστάσεις μιας ορισμένης κατηγο-

ρίας. Περιλαμβάνει το σύνολο των ελαχίστων απαιτήσεων που πρέπει να πληρούν οι εγκαταστάσεις μιας ορισμένης κατηγορίας, ώστε να παρέχουν τον απαιτούμενο βαθμό ασφαλείας.

2) **Πρότυπο** είναι ένα κείμενο που εκδίδεται από έναν Οργανισμό Τυποποίησεως. Το κείμενο αυτό ορίζει τα χαρακτηριστικά που πρέπει να έχουν κατ' ελάχιστο τα υλικά ενός είδους, ώστε η ποιότητά τους να είναι ικανοποιητική. Επίσης ορίζει τον τρόπο (μετρήσεις, δοκιμές) με τον οποίο εξακριβώνεται αν ένα υλικό έχει τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά.

Σημείωση.

Στη χώρα μας αρμόδιος για την έκδοση προτύπων είναι ο **ΕΛ.Ο.Τ.** (Ελληνικός Οργανισμός Τυποποιήσεως).

Τα πρότυπα που εκδίδει συμφωνούν με τα αντίστοιχα διεθνή ή ευρωπαϊκά που εκδίδονται από τους ακόλουθους οργανισμούς αναφορικά με τα ηλεκτρολογικά θέματα:

I.E.C. (International Electrotechnical Commission - Διεθνής Ηλεκτροτεχνική Επιτροπή).

CENELEC (Comité Européen de Normalisation Electrotechnique - Ευρωπαϊκή Επιτροπή Ηλεκτροτεχνικής Τυποποιήσεως).

Παλαιότερα, που δεν είχαν εκδοθεί ούτε ελληνικά ούτε διεθνή πρότυπα, είχε επικρατήσει στη χώρα μας η εφαρμογή των γερμανικών προτύπων, τα οποία εξακολουθούν να εφαρμόζονται, κυρίως για όσα υλικά δεν καλύπτονται από τα διεθνή πρότυπα. Τα γερμανικά πρότυπα εκδίδονται από τον Οργανισμό VDE (Verband Deutscher Elektrotechniker - Σύνδεσμος Γερμανών Ηλεκτρολόγων).

3) **Προδιαγραφή** είναι ένα κείμενο που προσδιορίζει τα ακριβή χαρακτηριστικά ενός υλικού ή μιας σειράς υλικών ή, τέλος, ενός έργου ή μιας εγκαταστάσεως. Μια προδιαγραφή παραπέμπει συνήθως σ'ένα πρότυπο ή σ' έναν κανονισμό, εξειδικεύοντας τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Προδιαγραφές συντάσσονται κυρίως:

- Από κάποιον που προτίθεται να προμηθευτεί ένα υλικό ή να αναθέσει την εκτέλεση ενός έργου.
- Από έναν κατασκευαστή υλικών.

4) **Ονομαστικές τιμές** είναι οι τιμές που χρησιμοποιούνται, για να χαρακτηρίσουν ένα υλικό ή μια εγκατάσταση. Ειδικότερα:

4a) **Ονομαστική τάση** είναι η τιμή της τάσεως, που χαρακτηρίζει ένα δίκτυο ή μια συσκευή. Η τάση που επικρατεί σ' ένα δίκτυο δεν είναι σταθερή, αλλά διαφέρει, προς τα πάνω ή προς τα κάτω, από την ονο-

μαστική τιμή. Η μεγαλύτερη διαφορά που παρουσιάζεται ονομάζεται "διακύμανση" και δεν πρέπει να υπερβαίνει ορισμένα όρια. Π.χ. όταν λέμε ότι η ονομαστική τάση του δικτύου διανομής είναι $220\text{ V} \pm 5\%$, εννοούμε ότι η ονομαστική του τάση είναι 220 V και οι τάσεις που εμφανίζονται στις διάφορες χρονικές στιγμές κυμαίνονται μεταξύ των ακραίων τιμών 209 V και 231 V . Για μια συσκευή η ονομαστική τάση δίδεται από τον κατασκευαστή της και γι' αυτήν την τιμή της τάσεως δίδονται και τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά της. Η συσκευή μπορεί να λειτουργήσει χωρίς ανωμαλία και με τάσεις διαφορετικές από την ονομαστική αλλά μέσα στα επιτρεπόμενα όρια διακυμάνσεως.

4β) Ονομαστική ισχύς. Χαρακτηρίζει μια συσκευή και είναι η ισχύς, την οποία απορροφά η συσκευή, όταν τροφοδοτείται με την ονομαστική τάση. Σε συσκευές που μπορούν να λειτουργήσουν με διαφορετική ισχύ (π.χ. μια ηλεκτρική κουζίνα που έχει περισσότερα από ένα ηλεκτρικά "μάτια" ή και φούρνο) η ονομαστική ισχύς αντιστοιχεί στη μεγαλύτερη ισχύ (ή "πλήρη ισχύ").

4γ) Ονομαστικό ρεύμα ή ονομαστική ένταση. Για τις συσκευές καταναλώσεως είναι το ρεύμα που αντιστοιχεί στην ονομαστική τάση και στην ονομαστική ισχύ. Για τα εξαρτήματα των εγκαταστάσεων δίδεται από τον κατασκευαστή και είναι το μεγαλύτερο ρεύμα που μπορεί να περνά συνεχώς, χωρίς να προκληθεί καμιά ανωμαλία (βλέπε και σημείωση ορισμού 25).

5) Ηλεκτρική εγκατάσταση είναι ένα σύνολο αγωγών, μηχανημάτων και εξαρτημάτων, κατάλληλα συνδεδεμένων, που επιτελεί έναν ορισμένο σκοπό, μέσα στη διαδικασία παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας, μεταφοράς της από τα σημεία όπου παράγεται έως τις θέσεις όπου καταναλώνεται, και χρησιμοποιήσεώς της.

II. Ορισμοί σχετικοί με τις ΕΗΕ.

6) Εσωτερική Ηλεκτρική Εγκατάσταση (ΕΗΕ) είναι η ηλεκτρική εγκατάσταση που λειτουργεί με την αποκλειστική ευθύνη ενός καταναλωτή, τροφοδοτείται σ' ένα σημείο της με ηλεκτρική ενέργεια από μια άλλη ηλεκτρική εγκατάσταση και χρησιμεύει για να διοχετεύει αυτήν την ενέργεια σε συσκευές καταναλώσεως.

Σημείωση.

(α) Πολλές φορές, όταν είναι αυτονόητο, χρησιμοποιούμε απλά τον όρο "εγκατάσταση" αντί του πλήρους όρου "εσωτερική ηλεκτρική εγκατάσταση".

(β) Στον Κανονισμό Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων (ΚΕΗΕ) υπάγονται οι ΕΗΕ χαμηλής τάσεως (1000 V) κτηρίων, συγκροτημάτων

κτηρίων και των γύρω ακαλύπτων χώρων με εξαίρεση τις εγκαταστάσεις που προορίζονται για τη τροφοδότηση ηλεκτροκινήτων μέσων μεταφοράς και τηλεπικοινωνιακών μηχανημάτων (λεπτομέρειες βλέπε στην παράγραφο 1.6).

7) Καταναλωτής είναι ένας ιδιώτης ή εταιρεία ή δημόσια υπηρεσία ή οργανισμός ή σύλλογος κλπ., που χρησιμοποιεί το χώρο όπου βρίσκεται η ΕΗΕ και καταναλώνει την ηλεκτρική ενέργεια με ευθύνη του.

8) Συσκευές καταναλώσεως είναι οι συσκευές που καταναλώνουν ηλεκτρική ενέργεια, μετατρέποντάς την σε κάποια άλλη μορφή ενέργειας.

9) Σταθερή συσκευή καταναλώσεως είναι μια συσκευή καταναλώσεως που δεν μετακινείται (π.χ. θερμοσίφωνας).

10) Κινητή συσκευή καταναλώσεως είναι μια συσκευή καταναλώσεως, μόνιμα συνδεδεμένη προς την ΕΗΕ μέσω ενός εύκαμπτου καλωδίου. Μπορεί να μετακινηθεί όσο επιτρέπει το μήκος αυτού του καλωδίου (π.χ. ηλεκτρική κουζίνα, που συνδέεται μόνιμα σ'ένα "κουτί διακλαδώσεως").

11) Φορητή συσκευή καταναλώσεως είναι μια συσκευή καταναλώσεως που συνδέεται προς την ΕΗΕ μέσω ρευματοδότη (πρίζας) και ρευματολήπτη (φις) και επομένως είναι εύκολο να αποσυνδεθεί και μπορεί να μεταφερθεί οπουδήποτε (π.χ. ηλεκτρικό σίδερο).

12) Ρευματοδότης (πρίζα) είναι το σταθερό εξάρτημα της ΕΗΕ, από το οποίο τροφοδοτούνται φορητές συσκευές καταναλώσεως.

13) Ρευματολήπτης (φις) είναι το εξάρτημα που είναι τοποθετημένο στο άκρο του εύκαμπτου καλωδίου μιας φορητής συσκευής καταναλώσεως και που, όταν τοποθετηθεί στο ρευματοδότη, επιτρέπει την τροφοδότηση της συσκευής από την ΕΗΕ.

14) Λυχνιολαβή (ντουί) είναι ένα εξάρτημα από το οποίο τροφοδοτείται μια λυχνία (λάμπα).

15) Αγωγός είναι ένα σύρμα από αγώγιμο υλικό ή ένα σύνολο τέτοιων συρμάτων συνεστραμμένων μεταξύ τους. Ένας αγωγός μπορεί να έχει ή να μην έχει μόνωση. Ο όρος είναι γενικός και γι' αυτό, όταν χρειάζεται να διευκρινίσουμε αν ο αγωγός έχει ή δεν έχει μόνωση, μεταχειρίζομαστε τους αντίστοιχους όρους "μονωμένος αγωγός" ή "γυμνός αγωγός". "Μονωμένος αγωγός" είναι ένας αγωγός μαζί με τη μόνωσή του.

16) Καλώδιο είναι το σύνολο δύο έως πέντε μονωμένων αγωγών συγκροτημένων σ'ένα σώμα. Συνήθως περιβάλλονται από ένα κοινό μονωτικό περίβλημα που λέγεται "μανδύας". Καθένας από τους μονωμένους αγωγούς λέγεται "πόλος" του καλωδίου.

Σημείωση.

(α) Ανάλογα με τον αριθμό των πόλων τα καλώδια λέγονται: διπολικά, τριπολικά, τετραπολικά ή πενταπολικά.

(β) Διπολικά ή τριπολικά εύκαμπτα καλώδια που δεν έχουν μανδύα λέγονται και "σειρίδες" ή "κορδόνια".

(γ) Μερικές φορές χρησιμοποιείται και ο όρος "μονοπολικό καλώδιο". Ένας μονωμένος αγωγός ονομάζεται και "μονοπολικό καλώδιο" ή ορθότερα "μονοπολικό καλώδιο χωρίς μανδύα".

17) **Ενεργός αγωγός** είναι κάθε αγωγός της εγκαταστάσεως που προορίζεται να διαρρέεται από ρεύμα, όταν η εγκατάσταση λειτουργεί κανονικά. Ενεργοί αγωγοί είναι οι "αγωγοί φάσεων" και ο "ουδέτερος αγωγός" (ή απλά "ουδέτερος").

18) **Κύκλωμα** είναι ένα σύνολο αγωγών και εξαρτημάτων που έχει προορισμό τη διοχέτευση ηλεκτρικού ρεύματος. Ειδικότερα, σε θέματα προστασίας δύο όροι "κύκλωμα" χρησιμοποιείται με την έννοια του συνόλου των αγωγών και εξαρτημάτων που προστατεύονται από τα ίδια όργανα προστασίας (βλέπε ορισμό 39).

Σημείωση.

Στις ΕΗΕ όλοι οι αγωγοί ενός κυκλώματος έχουν κοινή διαδρομή: είναι αγωγοί του ίδιου καλωδίου ή είναι μονωμένοι αγωγοί τοποθετημένοι στον ίδιο σωλήνα.

19) **Γραμμή** είναι το σύνολο των αγωγών και εξαρτημάτων ενός κυκλώματος μαζί με τα εξαρτήματα που χρησιμεύουν για τη στερέωσή τους και για τη μηχανική προστασία τους.

20) **Κύρια γραμμή** μιας ΕΗΕ είναι η γραμμή που τροφοδοτεί το σύνολο της ΕΗΕ.

21) **Παροχέτευση** (ή **παροχή**) είναι η εγκατάσταση που χρησιμεύει για τη σύνδεση μιας ή περισσοτέρων ΕΗΕ προς ένα δίκτυο διανομής.

22) **Εγκατεστημένη ισχύς** μιας ΕΗΕ (ή ενός τμήματος μιας ΕΗΕ) είναι το άθροισμα των ονομαστικών ισχύων των συσκευών καταναλώσεως που τροφοδοτούνται από την ΕΗΕ (ή το τμήμα της ΕΗΕ).

23) **Φορτία** μιας ΕΗΕ είναι οι ισχείς που απορροφούν οι συσκευές καταναλώσεως.

24) **Μέγιστο φορτίο** μιας ΕΗΕ (ή ενός τμήματος μιας ΕΗΕ) είναι η μεγαλύτερη ισχύς που απορροφούν ή προβλέπεται να απορροφούν οι συσκευές καταναλώσεως που τροφοδοτούνται από την ΕΗΕ (ή το τμήμα της ΕΗΕ), σε κανονική κατάσταση λειτουργίας.

Σημείωση.

Το μέγιστο φορτίο ενός τμήματος μιας ΕΗΕ, που τροφοδοτεί περισσότερες από μια συσκευές καταναλώσεως, είναι συνήθως μικρότερο από την εγκατεστημένη ισχύ, επειδή, σε κανονική κατάσταση λειτουργίας, δεν συμβαίνει να λειτουργούν όλες οι συσκευές καταναλώσεως συγχρόνως και με την πλήρη ισχύ τους.

25) **Επιτρεπόμενη φόρτιση** ενός αγωγού είναι το μεγαλύτερο ρεύμα (σε Α) που μπορεί να διαρρέει συνεχώς τον αγωγό, με δεδομένες συνθήκες περιβάλλοντος, χωρίς η θερμοκρασία του να υπερβεί μια καθορισμένη τιμή, πέρα από την οποία θα μπορούσε να προκληθεί βλάβη στον αγωγό ή στη μόνωσή του.

Σημείωση.

Αναφέρθηκε ότι πρόκειται για ρεύμα που διαρρέει συνεχώς τον αγωγό, επειδή για σύντομο χρονικό διάστημα θα μπορούσε να περάσει ένα μεγαλύτερο ρεύμα, χωρίς να προκληθεί βλάβη, επειδή: α) Η θερμοκρασία του αγωγού δεν προφθαίνει να αποκτήσει την τελική τιμή της και β) οι μονώσεις αντέχουν, για σύντομο χρονικό διάστημα, υψηλότερες θερμοκρασίες. Για τα άλλα στοιχεία, είναι κάθε ρεύμα που διαρρέει έναν αγωγό και είναι μεγαλύτερο από την επιτρεπόμενη φόρτιση.

26) **Υπερένταση** είναι κάθε ρεύμα που διαρρέει έναν αγωγό και είναι μεγαλύτερο από την επιτρεπόμενη φόρτιση. Για τα άλλα στοιχεία είναι κάθε ρεύμα που είναι μεγαλύτερο από το ονομαστικό τους.

Σημείωση.

Μια υπερένταση μπορεί να οφείλεται είτε σε υπερφόρτιση (βλέπε ορισμό 27) είτε σε βραχυκύλωμα (βλέπε ορισμό 28).

27) **Υπερφόρτιση** ενός κυκλώματος είναι η κατάσταση, κατά την οποία υπάρχει σ' αυτό υπερένταση εξαιτίας της τροφοδοτήσεως φορτίων μεγαλύτερων απ' ό,τι είχε προβλεφθεί. Άλλος, ισοδύναμος, ορισμός είναι: υπερφόρτιση ενός κυκλώματος είναι η κατάσταση, κατά την οποία υπάρχει υπερένταση, χωρίς να υπάρχει σφάλμα των μονώσεών του (βλέπε ορισμό 29).

28) **Ρεύμα (ή ένταση) βραχυκυλώματος** είναι η υπερένταση που εμφανίζεται σ' ένα κύκλωμα, όταν υπάρχει σφάλμα των μονώσεών του (βλέπε ορισμό 29).

29) **Σφάλμα** είναι η βλάβη ή η γεφύρωση των μονώσεων, με αποτέλεσμα να έχουν ενωθεί με αμελητέα σύνθετη αντίσταση (εμπέδηση) δύο σημεία, ανάμεσα στα οποία, σε κανονική λειτουργία, υπάρχει τάση.

Σημείωση.

Ένα σφάλμα μπορεί να υπάρχει ακόμα και αν το κύκλωμα δεν τροφοδοτείται, οπότε δεν υπάρχει υπερένταση.

30) **Ενεργά μέρη** είναι οι ενεργοί αγωγοί (βλ. ορισμό 17) καθώς και όλα τα μέρη των εξαρτημάτων των ΕΗΕ και των συσκευών καταναλώσεως που είναι συνδεδεμένα μ' αυτούς. Άλλος, ισοδύναμος, ορισμός είναι: "ενεργά μέρη" είναι όλα τα αγώγιμα μέρη των ΕΗΕ και των συσκευών καταναλώσεως που έχουν ή μπορεί να έχουν τάση προς τη γη σε κανονική κατάσταση λειτουργίας (δηλαδή όταν δεν υπάρχει σφάλμα), καθώς και εκείνα που είναι συνδεδεμένα στον ουδέτερο αγωγό.

31) **Εκτεθειμένα αγώγιμα μέρη** είναι τα αγώγιμα μέρη των εξαρτημάτων των ΕΗΕ και των συσκευών καταναλώσεως, με τα οποία είναι δυνατόν να έλθει σε επαφή ένα άτομο, χωρίς να χρησιμοποιήσει εργαλεία. Τα αγώγιμα αυτά μέρη δεν έχουν τάση προς τη γη σε κανονική κατάσταση λειτουργίας, αλλά είναι δυνατόν να αποκτήσουν τάση σε περίπτωση σφάλματος. Ονομάζονται επίσης και "προσιτά μεταλλικά μέρη".

32) **Τάση επαφής** είναι η τάση που, σε περίπτωση σφάλματος, μπορεί να εμφανισθεί μεταξύ ενός εκτεθειμένου αγώγιμου μέρους και ενός άλλου αγώγιμου σώματος, με το οποίο ένα άτομο θα μπορούσε να βρίσκεται ταυτοχρόνως σε επαφή.

Σημείωση.

Το άλλο σώμα μπορεί να είναι και το δάπεδο, στο οποίο πατάει το άτομο.

33) **Ηλεκτρόδιο γειώσεως** είναι ένα μεταλλικό (ή γενικά αγώγιμο) σώμα το οποίο είναι τοποθετημένο μέσα στη γη κατά τρόπο που να εξασφαλίζει καλή επαφή μ' αυτήν. Το ηλεκτρόδιο γειώσεως χρησιμεύει για να συνδέονται με αυτό τα εκτεθειμένα αγώγιμα μέρη και έτσι να αποφεύγεται η εμφάνιση επικινδύνων τάσεων επαφής. Λέγεται και "γειωτής".

34) **Τεχνητό ηλεκτρόδιο γειώσεως** (ή **τεχνητός γειωτής**) είναι ένα ηλεκτρόδιο γειώσεως που έχει τοποθετηθεί ειδικά γι' αυτό το σκοπό.

35) **Φυσικό ηλεκτρόδιο γειώσεως** (ή **φυσικός γειωτής**) είναι ένα μεταλλικό σώμα που έχει τοποθετηθεί για άλλο σκοπό, μπορεί όμως να χρησιμοποιηθεί και ως ηλεκτρόδιο γειώσεως, επειδή έχει πολύ καλή επαφή με τη γη.

Σημείωση.

Ένας μεταλλικός σωλήνας υδρεύσεως είναι δυνατόν, με ορισμένες προϋποθέσεις, να χρησιμοποιηθεί ως φυσικό ηλεκτρόδιο γειώσεως.

36) Γείωση ενός εκτεθειμένου αγώγιμου μέρους είναι η σύνδεσή του προς ένα ηλεκτρόδιο γειώσεως, με σκοπό την αποφυγή εμφανίσεως επικινδύνων τάσεων επαφής.

Σημείωση.

Μερικές φορές ο όρος "γείωση" χρησιμοποιείται αντί του όρου "ηλεκτρόδιο γειώσεως" και κυρίως αντί του όρου "τεχνητό ηλεκτρόδιο γειώσεως".

37) Αγωγός γειώσεως ή αγωγός προστασίας είναι ο αγωγός που συνδέει τα εκτεθειμένα αγώγιμα προς ένα ηλεκτρόδιο γειώσεως.

Σημειώσεις.

(α) Είναι προτιμότερο να χρησιμοποιούμε τον όρο "αγωγός γειώσεως" για τον αγωγό που συνδέει το ηλεκτρόδιο γειώσεως με το κιβώτιο του μετρητή και τον όρο "αγωγός προστασίας" για τον αγωγό που αρχίζει από το κιβώτιο του μετρητή και φθάνει σ'όλα τα εκτεθειμένα αγώγιμα μέρη της ΕΗΕ.

(β) Συνήθως ο αγωγός προστασίας οδηγείται προς τις συσκευές καταναλώσεως μαζί με τους ενεργούς αγωγούς, για να συνδεθεί προς τα εκτεθειμένα αγώγιμα μέρη τους. Γι' αυτό συνήθως ο αγωγός προστασίας περιλαμβάνεται και αυτός, μαζί με τους ενεργούς αγωγούς, στις γραμμές της ΕΗΕ.

38) Όργανα ελέγχου ή χειρισμού είναι τα στοιχεία του κυκλώματος που επιτρέπουν, με επέμβασή μας, τη διακοπή και την αποκατάσταση της συνέχειας του κυκλώματος ή ενός τμήματός του.

Σημείωση.

Τα συνηθέστερα όργανα ελέγχου είναι οι διακόπτες.

39) Όργανα προστασίας είναι τα στοιχεία ενός κυκλώματος που προκαλούν αυτομάτως τη διακοπή της τροφοδοτήσεώς του, όταν εμφανισθεί υπερένταση ή μια επικίνδυνη τάση επαφής.

Σημείωση.

Τα συνηθέστερα όργανα προστασίας είναι οι ασφάλειες, οι αυτόματοι διακόπτες και οι μικροαυτόματοι.

(40) Πίνακας διανομής ή απλά πίνακας είναι ένα συγκρότημα που περιλαμβάνει όργανα ελέγχου και όργανα προστασίας. Ένας πίνακας τροφοδοτείται από μια γραμμή και μπορούν να τροφοδοτούνται από αυτόν περισσότερες γραμμές ("αναχωρήσεις").

Σημείωση.

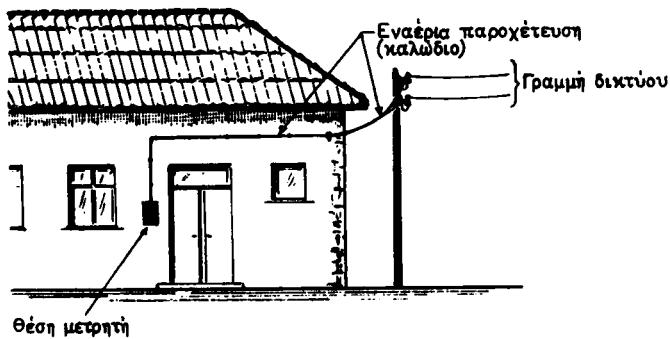
Σ' έναν πίνακα μπορούν να υπάρχουν και ορισμένα άλλα όργανα για μετρήσεις ή για ενδείξεις.

2.2 Παροχετεύσεις.

Μια ΕΗΕ τροφοδοτείται από το δίκτυο διανομής Χ.Τ. της ΔΕΗ μέσω της παροχετεύσεως (παροχής). Γι' αυτό, πριν αρχίσουμε την περιγραφή των ΕΗΕ, θα χρειασθεί να αναφέρομε μερικά στοιχεία για τις παροχετεύσεις. Μια παροχέτευση αποτελείται από:

- Το καλώδιο και τα εξαρτήματα για τη σύνδεση, τη στερέωση και τη μηχανική προστασία του (αν χρειάζεται).
- Το μετρητή (ή το σύστημα μετρήσεως), το κιβώτιο, μέσα στο οποίο τοποθετείται, και τα εξαρτήματα προστασίας του μετρητή (ασφάλεια ή μικροαυτόματος).

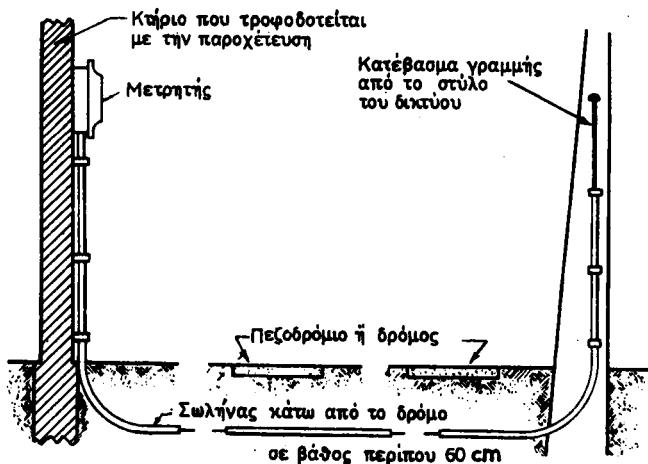
Η παροχέτευση μπορεί να είναι εναέρια (σχ. 2.2α), αν το δίκτυο διανομής είναι εναέριο· τότε το καλώδιο της στερεώνεται στο στύλο του δικτύου και στον τοίχο του κτηρίου. Μπορεί επίσης να είναι υπόγεια από



Σχ. 2.2α.
Εναέρια παροχέτευση.

το εναέριο δίκτυο (σχ. 2.2β, μάλλον σπάνια περίπτωση) ή από υπόγειο δίκτυο διανομής· τότε το καλώδιο είναι τοποθετημένο στη γη είτε απευθείας είτε σε προστατευτικούς σωλήνες.

Ο μετρητής τοποθετείται μέσα σ'ένα κιβώτιο (σχ. 2.2γ) που σφραγίζεται από τη ΔΕΗ, ώστε να μην είναι δυνατή η επέμβαση από τρίτους ή η λήψη ηλεκτρικής ενέργειας από σημείο πριν από το μετρητή. Από ένα καλώδιο παροχετεύσεως μπορούν να τροφοδοτούνται περισσότερες από μια ΕΗΕ· τότε οι αντίστοιχοι μετρητές τοποθετούνται ο ένας δίπλα



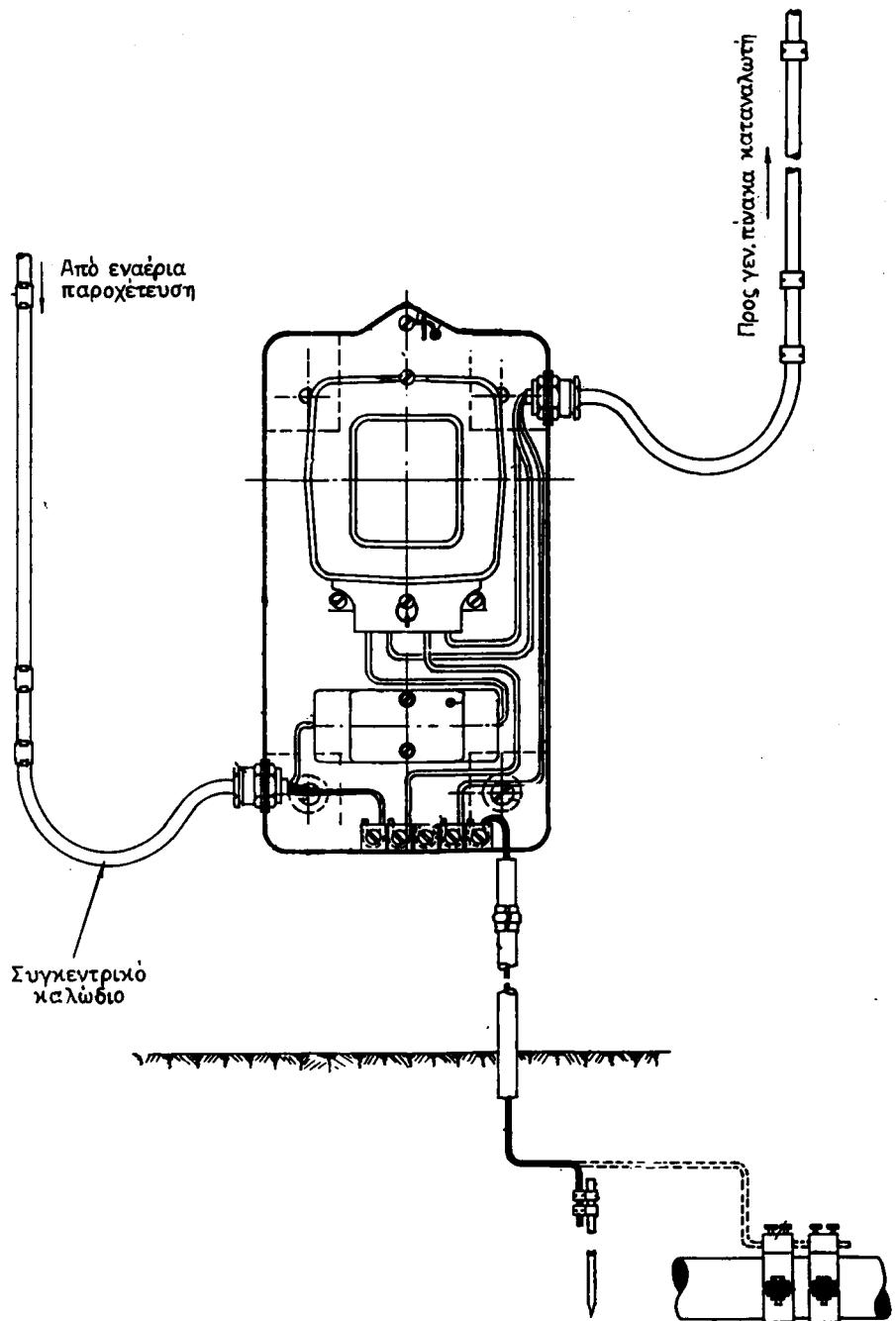
Σχ. 2.2β.
Υπόγεια παροχέτευση από εναέριο δίκτυο.

στον άλλο, καθένας μέσα στο κιβώτιό του, και αποτελούν μια "διάταξη μετρητών" (σχ. 2.2δ και 2.2ε). Διατάξεις μετρητών χρησιμοποιούνται στις πολυκατοικίες.

Το κιβώτιο του μετρητή στηρίζεται σ' ένα τοίχο του κτηρίου, σε θέση που ορίζεται από τη ΔΕΗ. Αυτή η θέση μπορεί να είναι είτε στο εξωτερικό του κτηρίου είτε στο εσωτερικό του, σε σημείο που να είναι εύκολη η λήψη των ενδείξεων από τον αρμόδιο υπάλληλο (καταμετρητή) της ΔΕΗ. Οι διατάξεις των μετρητών των πολυκατοικιών τοποθετούνται στο ισόγειο ή στο υπόγειο, σε χώρο διαμορφωμένο κατάλληλα, σύμφωνα με τις οδηγίες της ΔΕΗ. Όταν το κτήριο περιβάλλεται από κήπο που ενδέχεται να είναι κλειστός, μπορεί να χρειασθεί να κτισθεί ειδικό στήριγμα για την τοποθέτηση του κιβωτίου του μετρητή, σε θέση που να διευκολύνεται η λήψη των ενδείξεων.

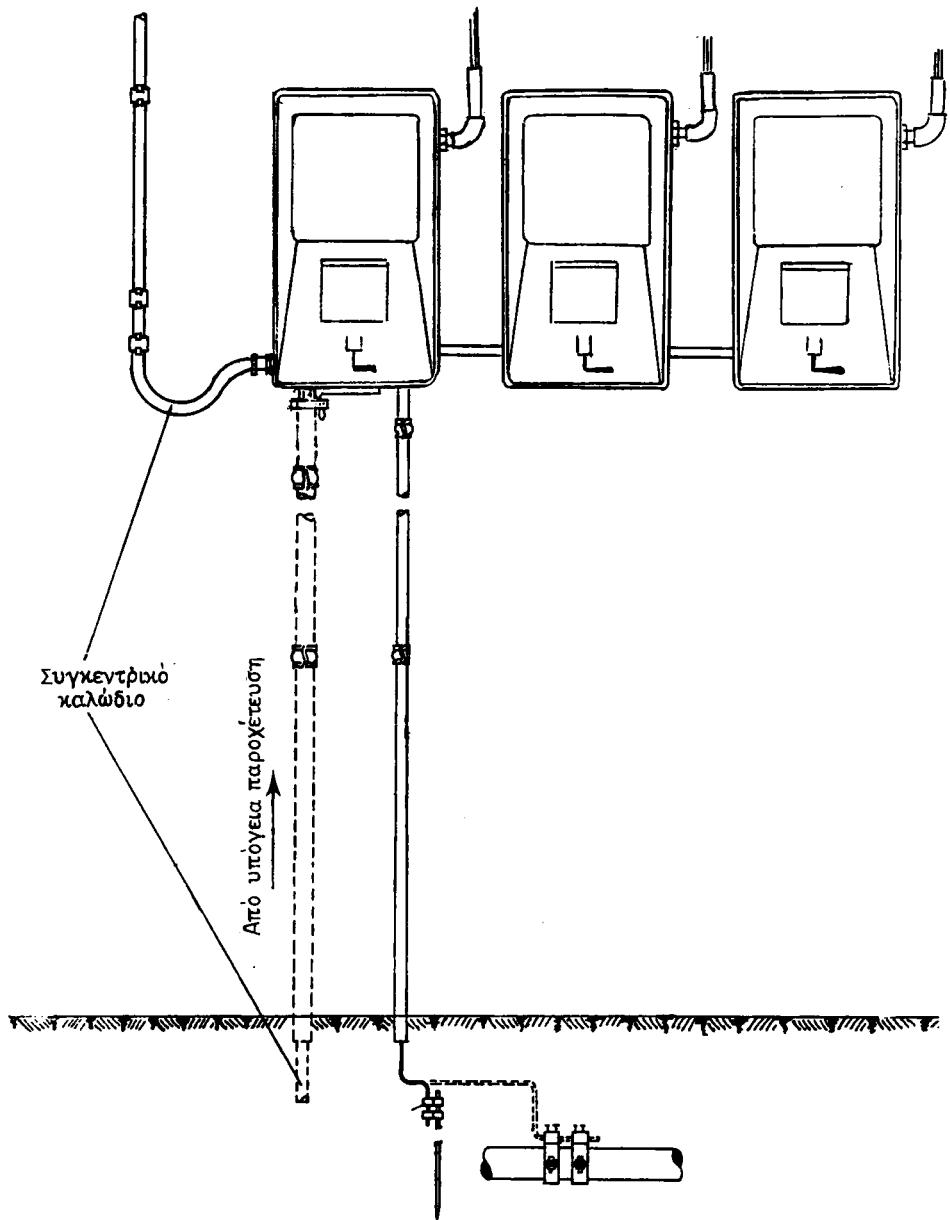
Μια παροχέτευση μπορεί να είναι μονοφασική ή τριφασική. Σε μια διάταξη μετρητών μπορεί να υπάρχουν και μονοφασικοί και τριφασικοί μετρητές.

Από το μετρητή αρχίζει, όπως έχομε αναφέρει, η ΕΗΕ. Γι' αυτό το λόγο ο κατασκευαστής της ΕΗΕ τοποθετεί τους αγωγούς που αρχίζουν από το εσωτερικό του κιβωτίου του μετρητή και τροφοδοτούν την εγκατάσταση ("κύρια γραμμή"). Τη σύνδεση αυτών των αγωγών προς το μετρητή την εκτελούν τα συνεργεία της ΔΕΗ. Επίσης ο κατασκευαστής της ΕΗΕ τοποθετεί τον αγωγό γειώσεως, που το ένα άκρο του συνδέε-



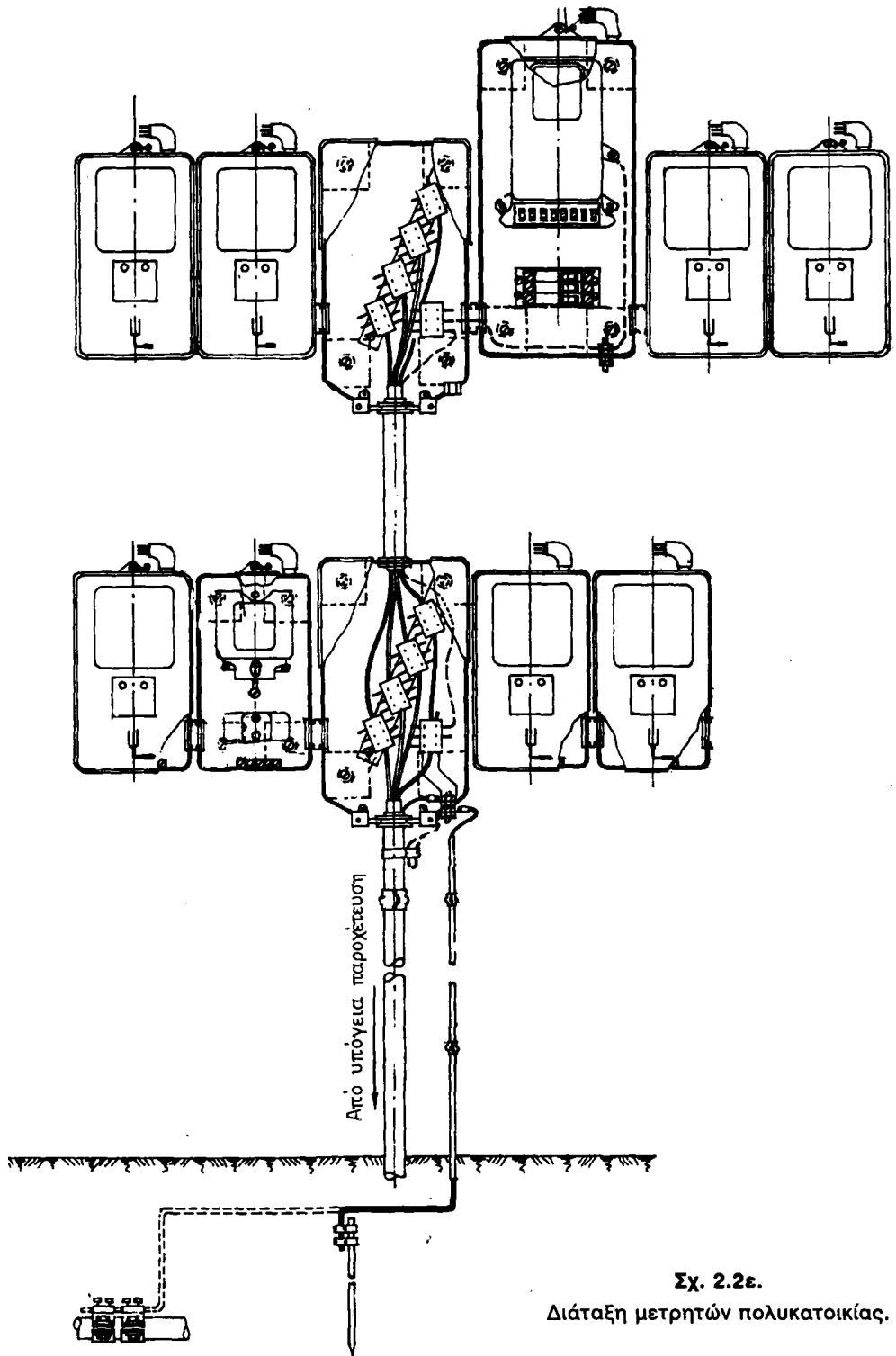
Σχ. 2.2γ.

Μονοφασικός μετρητής μέσα στο κιβώτιό του.



Σχ. 2.28.
Διάταξη 3 μονοφασικών μετρητών.

ται στο κιβώτιο του μετρητή και το άλλο στο ηλεκτρόδιο γειώσεως.
Όταν ο μετρητής (ή οι μετρητές, σε περίπτωση διατάξεως) είναι στο
εσωτερικό του κτηρίου, ο κατασκευαστής της ΕΗΕ κάνει την κατάλληλη



διευθέτηση (οπές, τοποθέτηση σωλήνων κλπ.) σύμφωνα με τις οδηγίες της ΔΕΗ, για να περάσει το καλώδιο της παροχετεύσεως. Στις περιπτώσεις των εναερίων παροχετεύσεων ο κατασκευαστής της ΕΗΕ τοποθετεί και το στήριγμα στο οποίο θα προσδεθεί το καλώδιο που έρχεται από το σύλο του δικτύου.

2.3 Βασικά μέρη μιας ΕΗΕ.

Θα περιγράψουμε τώρα σε γενικές γραμμές τα βασικά μέρη από τα οποία απαρτίζεται μια ΕΗΕ, ώστε να έχομε μια γενική εικόνα. Αργότερα θα περιγράψουμε ένα ένα όλα τα υλικά που χρησιμοποιούμε στις ΕΗΕ.

Όπως ήδη ξέρομε, το σημείο στο οποίο τροφοδοτείται μια ΕΗΕ από τις εγκαταστάσεις της ΔΕΗ, είναι ο μετρητής και γι' αυτό από το κιβώτιο του μετρητή αρχίζει η κύρια γραμμή που τροφοδοτεί το σύνολο της ΕΗΕ. Η γραμμή αυτή καταλήγει στον πίνακα διανομής και γι' αυτό λέγεται και "γραμμή μετρητή - πίνακα". Στις περιπτώσεις που η ΕΗΕ έχει και τμήμα Υ.Τ. ή που τροφοδοτείται από μια εγκατάσταση παραγωγής του καταναλωτή, μπορεί να υπάρχει ή να μην υπάρχει κύρια γραμμή, ανάλογα με τη διαμόρφωση της εγκαταστάσεως.

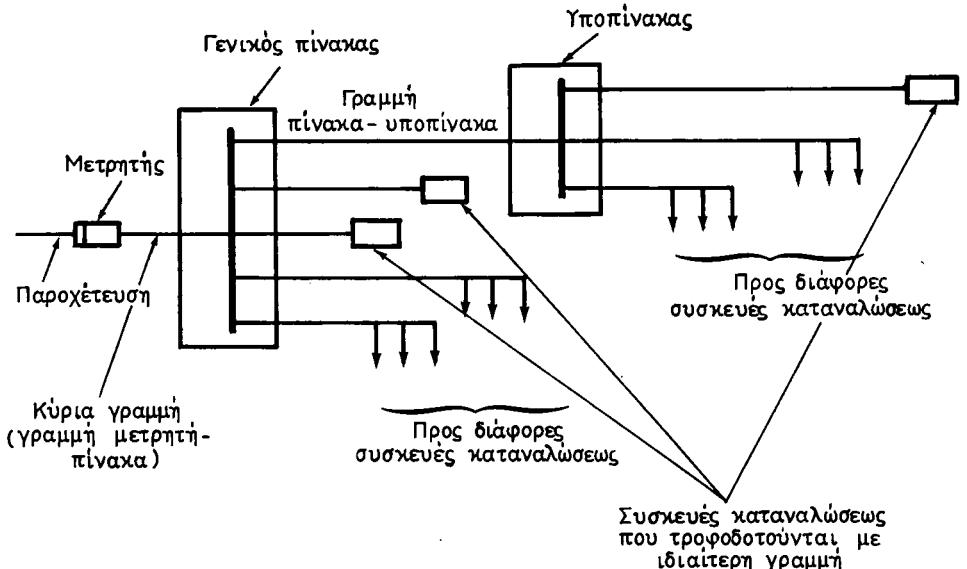
Από τον πίνακα ξεκινούν διάφορες γραμμές. Λέμε ότι ο πίνακας έχει τόσες "αναχωρήσεις" όσο είναι το πλήθος των γραμμών που ξεκινούν από αυτόν (ακριβώς επειδή ο πίνακας τροφοδοτείται από μια γραμμή και από αυτόν τροφοδοτούνται περισσότερες γραμμές λέγεται και "πίνακας διανομής").

Μια γραμμή που ξεκινάει από τον πίνακα είναι δυνατόν να τροφοδοτεί:

- Είτε διάφορες συσκευές καταναλώσεως.
- Είτε μια μόνο συσκευή καταναλώσεως.
- Είτε έναν άλλο πίνακα, που τον λέμε "δευτερεύοντα πίνακα ή "υποπίνακα" ή "μερικό πίνακα".

Στην πρώτη περίπτωση η γραμμή έχει διακλαδώσεις, ενώ στις άλλες δύο δεν έχει. Τις γραμμές που τροφοδοτούν μια μόνο συσκευή καταναλώσεως τις λέμε και "ευθείες γραμμές" ή "ανεξάρτητες γραμμές". Όταν στην ΕΗΕ υπάρχουν ένας ή και περισσότεροι δευτερεύοντες πίνακες, τον πίνακα στον οποίο φθάνει η κύρια γραμμή (από το μετρητή) τον λέμε "γενικό πίνακα". Από το δευτερεύοντα πίνακα (ή τους δευτερεύοντες πίνακες, αν είναι περισσότεροι) ξεκινούν και πάλι γραμμές, ακριβώς κατά τον ίδιο τρόπο, όπως και από το γενικό πίνακα.

Το διάγραμμα του σχήματος 2.3α δείχνει τη γενική διάταξη μιας ΕΗΕ. Το διάγραμμα αυτό είναι μονογραμμικό, δηλ. κάθε γραμμή του



Παράδειγμα γενικής διατάξεως μιας ΕΗΕ.

παριστάνει μια ηλεκτρική γραμμή της εγκαταστάσεως, ανεξάρτητα από το πλήθος των αγωγών που αυτή περιλαμβάνει. Τον τρόπο, με τον οποίο σχεδιάζομε μια ΕΗΕ καθώς και τα γραφικά σύμβολα που χρησιμοποιούμε θα τα αναφέρομε στο κεφάλαιο 8, αφού προηγουμένως θα έχομε γνωρίσει ένα ένα όλα τα υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή των ΕΗΕ.

Ανεξάρτητες (ή ευθείες) γραμμές είναι, όπως αναφέραμε, εκείνες που καθεμιά τους τροφοδοτεί μία μόνο συσκευή καταναλώσεως. Τέτοιες γραμμές στις κατοικίες είναι π.χ.:

- Η γραμμή μαγειρείου, που τροφοδοτεί την ηλεκτρική κουζίνα.
- Η γραμμή θερμοσίφωνα.
- Οι γραμμές που τροφοδοτούν σταθερές συσκευές καταναλώσεως μεγάλης σχετικά ισχύος, όπως π.χ. οι θερμοσυσσωρευτές.
- Οι γραμμές που τροφοδοτούν η καθεμιά τους ένα ρευματοδότη (πρίζα), που τότε λέγεται και "ενισχυμένη πρίζα". Ρευματοδότες με ανεξάρτητη γραμμή χρησιμοποιούμε για την τροφοδότηση φορητών συσκευών μεγάλης σχετικά ισχύος, π.χ. ηλεκτρικών καλοριφέρ.

Δευτερεύοντες πίνακες (ή υποπίνακες) χρησιμοποιούμε για την τροφοδότηση των συσκευών καταναλώσεως που βρίσκονται σε ένα χώρο, ο οποίος είναι σε κάποια απόσταση ή έχει κάποιο φυσικό διαχωρισμό από τη θέση που βρίσκεται ο γενικός πίνακας, κατά τρόπο που θα ήταν

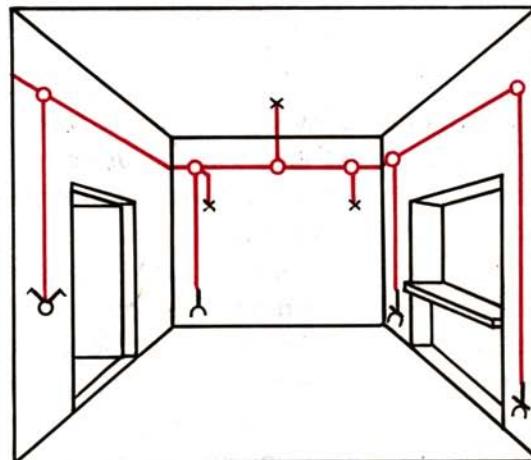
ασύμφορο να ξεκινούν από το γενικό πίνακα όλες οι γραμμές που χρειάζονται για να τροφοδοτήσουν αυτές τις συσκευές. Π.χ. σ' ένα τριώροφο κτήριο δεν συμφέρει συνήθως να τοποθετήσουμε μόνο έναν πίνακα στο ισόγειο και από αυτόν να ξεκινούν όλες οι γραμμές, για να τροφοδοτήσουν όλες τις συσκευές καταναλώσεως που βρίσκονται και στόχους τρεις ορόφους. Συμφέρει περισσότερο να τοποθετηθεί στο ισόγειο ένας γενικός πίνακας, από τον οποίο θα ξεκινούν μόνο οι γραμμές για την τροφοδότηση των συσκευών καταναλώσεως του ισογείου, καθώς και δύο γραμμές προς υποπίνακες, που θα τοποθετηθούν ανά ένας στους άλλους ορόφους. Από κάθε υποπίνακα θα ξεκινούν οι γραμμές για την τροφοδότηση των συσκευών καταναλώσεως του ίδιου ορόφου.

Ένας πίνακας, ανάλογα με τον αριθμό φάσεων, με τις οποίες τροφοδοτείται, είναι μονοφασικός ή τριφασικός. Από έναν τριφασικό πίνακα είναι φυσικά δυνατόν να ξεκινούν και τριφασικές και μονοφασικές γραμμές.

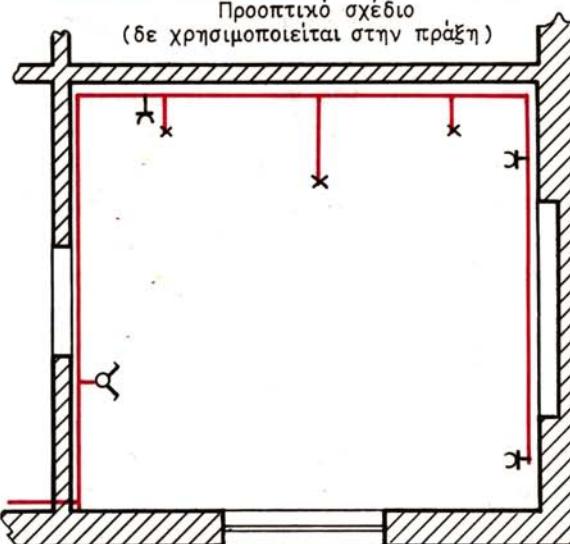
Οι γραμμές, τόσο η κύρια όσο και εκείνες που ξεκινούν από τον πίνακα (ή τους πίνακες), μπορούν να είναι μονοφασικές ή τριφασικές. Μια μονοφασική γραμμή έχει τρεις αγωγούς: τον αγωγό φάσεως, τον ουδέτερο και τον αγωγό προστασίας. Μπορεί να αποτελείται είτε από τρεις μονωμένους αγωγούς τοποθετημένους στον ίδιο σωλήνα, είτε από ένα τριπολικό καλώδιο. Μια τριφασική γραμμή έχει πέντε αγωγούς: τρεις αγωγούς φάσεων, τον ουδέτερο και τον αγωγό προστασίας. Μπορεί να αποτελείται είτε από πέντε μονωμένους αγωγούς τοποθετημένους στον ίδιο σωλήνα είτε από ένα πενταπολικό καλώδιο. Οι τριφασικές γραμμές που τροφοδοτούν συσκευές καταναλώσεως που δεν χρειάζονται ουδέτερο (π.χ. τριφασικούς κινητήρες) έχουν τέσσερις αγωγούς: τρεις αγωγούς φάσεων και τον αγωγό προστασίας.

Σε ΕΗΕ βιομηχανικών ή άλλων αναλόγων χώρων είναι δυνατόν οι μονωμένοι αγωγοί να μην είναι τοποθετημένοι σε σωλήνες, φθάνει να βρίσκονται σε θέσεις, όπου δεν μπορούν να υποστούν μηχανική βλάβη. Πάντως πρόκειται για κατασκευή που εφαρμόζεται σπάνια.

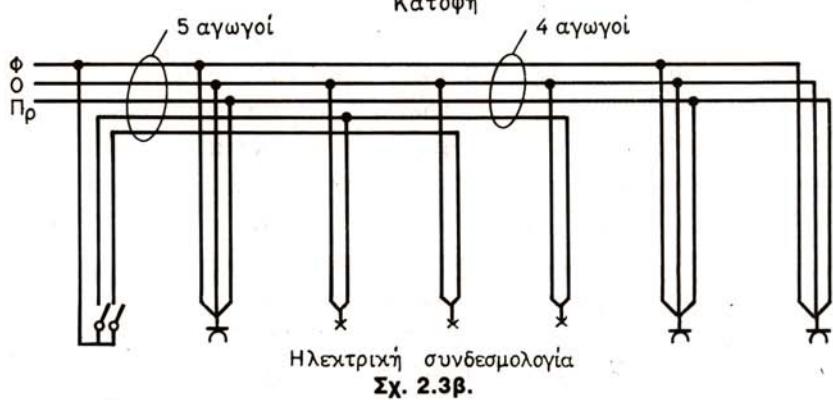
Το πλήθος των αγωγών που αναφέραμε αφορά τη γραμμή έτσι όπως ξεκινάει από τον πίνακα. Στη διαδρομή της μια γραμμή μπορεί να έχει και περισσότερους αγωγούς. Αυτό συμβαίνει επειδή στον αγωγό φάσεως παρεμβάλλομε διακόπτες, για να ανάβομε και να σβήνομε τα φώτα. Έτσι έχουμε πρόσθετους αγωγούς, που λέγονται "επιστροφές". που αρχίζουν από τους διακόπτες και φθάνουν ως τα φωτιστικά σώματα. Ένα παράδειγμα βλέπομε στο σχήμα 2.3β, όπου σε μια γραμμή έχουμε τμήματα με τέσσερις και με πέντε αγωγούς.



Προοπτικό σχέδιο
(δε χρησιμοποιείται στην πράξη)



Κάτοψη



Παράδειγμα πλήθους αγωγών.

Ο αγωγός προστασίας αρχίζει, όπως αναφέραμε, από το κιβώτιο του μετρητή, όπου συνδέεται προς τον αγωγό γειώσεως και μέσω αυτού προς το ηλεκτρόδιο γειώσεως. Σ' όλη του τη διαδρομή ο αγωγός προστασίας ακολουθεί τους ενεργούς αγωγούς (αγωγούς φάσεων και τον ουδέτερο), για να φθάσει μαζί με αυτούς στις συσκευές καταναλώσεως και να συνδεθεί προς τα εκτεθειμένα αγώγιμα μέρη τους. Μόνο τμήματα των γραμμών, τα οποία τροφοδοτούν συσκευές καταναλώσεως που δεν έχουν εκτεθειμένα αγώγιμα μέρη, δεν έχουν και αγωγό προστασίας.

Μια γραμμή καταλήγει σ 'ένα από τα ακόλουθα:

- Σε ένα δευτερεύοντα πίνακα.
- Σε μια σταθερή συσκευή καταναλώσεως (π.χ. θερμοσίφωνας ή κινητήρας).
- Σε ένα κουτί κατάλληλο για να συνδεθεί, μέσω εύκαμπτου καλωδίου, μια κινητή συσκευή καταναλώσεως (π.χ. ηλεκτρική κουζίνα).
- Σε έναν ή περισσότερους ρευματοδότες.
- Σε λυχνιολαβές (αν αυτές είναι τύπου που στερεώνεται στον τοίχο ή στο ταβάνι) ή σε εξαρτήματα που λέγονται "κλέμενς" και είναι κατάλληλα για να συνδεθούν φωτιστικά σώματα.

Οι γραμμές μιας ΕΗΕ είναι δυνατόν να είναι τοποθετημένες είτε στην επιφάνεια των τοίχων (ή και σε μικρή απόσταση από αυτούς) και τότε λέγονται "ορατές", είτε μέσα στους τοίχους, και συγκεκριμένα μέσα στο επίχρισμα (σοβά), και τότε λέγονται "χωνευτές". Φυσικά μπορεί στην ίδια εγκατάσταση να έχουμε και χωνευτές και ορατές γραμμές ή τμήματα γραμμών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΑΓΩΓΟΙ ΚΑΙ ΚΑΛΩΔΙΑ

3.1 Αγωγοί των ΕΗΕ.

Οι αγωγοί, που χρησιμοποιούμε στις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις γενικά, είναι κατασκευασμένοι είτε από χαλκό είτε από αλουμίνιο. Τα δύο αυτά μέταλλα είναι κατάλληλα γι' αυτό το σκοπό, επειδή έχουν καλή ηλεκτρική αγωγιμότητα, μπορούν να πάρουν τη μορφή σύρματος και δεν είναι πολύ ακριβά. Ο χαλκός έχει μεγαλύτερη ηλεκτρική αγωγιμότητα από το αλουμίνιο. Από την άλλη πλευρά, το αλουμίνιο είναι ελαφρύτερο και σημαντικά φθηνότερο από το χαλκό. Πολύ μεγάλη εφαρμογή έχει το αλουμίνιο στους αγωγούς που χρησιμοποιούνται στα δίκτυα μεταφοράς και διανομής. Αντίθετα, στις ΕΗΕ χρησιμοποιούμε αποκλειστικά το χαλκό, επειδή το αλουμίνιο έχει ορισμένες ιδιότητες που δημιουργούν προβλήματα στη χρήση του και ιδιαίτερα στις συνδέσεις με τα διάφορα εξαρτήματα των ΕΗΕ. Αυτό οφείλεται, κατά κύριο λόγο:

- Στο ότι παθαίνει διαβρώσεις όταν βρίσκεται σε επαφή με χαλκό ή με κράματα χαλκού· μάλιστα τα προϊόντα της διαβρώσεως αποτελούν κακούς αγωγούς στη διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος.
- Στο ότι είναι σχετικά μαλακό μέταλλο και, με το χρόνο, παθαίνει διαρροή (υποχωρεΐ), όταν δέχεται μεγάλη πίεση σε ένα σημείο του.

Και οι δύο αυτές δυσμενείς για το αλουμίνιο συνθήκες υπάρχουν στα σημεία συνδέσεως των αγωγών με τα συνήθη εξαρτήματα των ΕΗΕ. Κατά συνέπεια, υπάρχει κίνδυνος να προκληθεί διάβρωση του αλουμινίου και επίσης να χαλαρώσει η σύσφιγξη της επαφής. Βέβαια, θα ήταν δυνατόν να προβλεφθούν ειδικά εξαρτήματα, κατάλληλα για τις συνδέσεις των αγωγών αλουμινίου, αλλά αυτό θα συνεπάγοταν αύξηση του κόστους. Επειδή λοιπόν στις ΕΗΕ έχουμε πολλές συνδέσεις (διακλαδώσεις, συνδέσεις με διάφορα εξαρτήματα), χάνεται το οικονομικό κέρδος από τη χρησιμοποίηση φθηνότερου υλικού για τους αγωγούς. Αυτός

είναι ο λόγος που οι προσπάθειες που έχουν γίνει να χρησιμοποιηθεί αλουμίνιο στις ΕΗΕ εγκαταλείφθηκαν ως ασύμφορες.

Το κύριο χαρακτηριστικό ενός αγωγού είναι η διατομή του (εμβαδό της εγκάρσιας τομής του) που εκφράζεται σε τετραγωνικά χιλιοστά (mm^2). Η διατομή ενός αγωγού δεν είναι ένας τυχαίος αριθμός. Είναι πάντα ένας από τη σειρά τυποποιημένων διατομών που αναγράφονται στον πίνακα 3.1.1 που αφορά γυμνούς αγωγούς. Οι ίδιες διατομές είναι οι τυποποιημένες και για τους μονωμένους αγωγούς με προσθήκη των τιμών, που δεν αναγράφονται στον πίνακα: 0,5 και $0,75 \text{ mm}^2$.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1.1			
Γυμνοί αγωγοί χαλκού			
Διατομή (mm^2)	Βάρος (kg/km)	Αντίσταση (Ω/km)	
1,0 (1)	9	17,5	
1,5 (1)	13	11,9	
2,5 (1)	22	7,2	
4 (1)	36	4,4	
6 (1)	54	2,9	
10 (1)	89	1,75	
10 (2)	92	1,8	
16 (1)	142	1,12	
16 (2)	146	1,13	
25 (1)	219	0,73	
25 (2)	228	0,74	
35 (2)	319	0,52	
50 (2)	455	0,36	
70 (2)	637	0,27	
95 (2)	845	0,19	
120 (2)	1100	0,15	
150 (2)	1365	0,12	
185 (2)	1650	0,098	
240 (2)	2220	0,074	
300 (2)	2750	0,060	
(1) Μονόκλωνος αγωγός			
(2) Πολύκλωνος αγωγός			

Η αντίσταση αγωγού με μήκος l και διατομή S είναι:

$$R = \rho \frac{l}{S} \text{ όπου } \rho \text{ η ειδική αγωγιμότητα.}$$

Ο χαλκός έχει ειδική αγωγιμότητα $\rho = 0,018 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$.

Παράδειγμα.

Χάλκινος αγωγός μήκους $l = 100 \text{ m}$ και διατομής $S = 1,5 \text{ mm}^2$ έχει αντίσταση:

$$R = 0,018 \frac{100}{1,5} = 1,2 \Omega$$

Ένας αγωγός μπορεί να είναι είτε "μονόκλωνος", οπότε αποτελείται από ένα μόνο σύρμα, είτε "πολύκλωνος", οπότε αποτελείται από περισσότερα συρματίδια ("κλώνους") συνεστραμμένα μεταξύ τους (σχ. 3.1). Οι μονόκλωνοι αγωγοί είναι πιο δύσκαμπτοι από τους πολύκλωνους και αυτό περιορίζει τη χρησιμοποίησή τους μόνο στις μικρές διατομές. Στους πολύκλωνους αγωγούς ο αριθμός των συρματιδίων έχει εκλεγεί κατάλληλα, ώστε το σύνολο να έχει μια στρογγυλή μορφή και η διατομή του καθενός συρματιδίου είναι τέτοια, ώστε το σύνολο των συρματιδίων να έχει την απαιτούμενη διατομή του αγωγού.

Μερικές φορές οι χάλκινοι αγωγοί είναι επικασσιτερωμένοι για να προστατεύεται ο χαλκός από τις διαβρώσεις. Αυτό χρειάζεται κυρίως στους μονωμένους αγωγούς, όταν το υλικό της μονώσεως περιέχει ουσίες διαβρωτικές για το χαλκό (όπως το ελαστικό, που περιέχει θείο).



Πολύκλωνος αγωγός



Μονόκλωνος αγωγός

Σχ. 3.1.

Αγωγοί μονόκλωνοι και πολύκλωνοι.

3.2 Μονωμένοι αγωγοί και καλώδια.

Οι μονωμένοι αγωγοί αποτελούνται από έναν αγωγό, μονόκλωνο ή πολύκλωνο, με τη μόνωσή του. Τοποθετούνται στις ΕΗΕ μέσα σε σωλή-

νες, για λόγους προστασίας τους. Τους σωλήνες των ΕΗΕ θα περιγράψουμε στο επόμενο κεφάλαιο. Μονόκλωνοι μονωμένοι αγωγοί υπάρχουν μέχρι τη διατομή 10 mm² και πολύκλωνοι από τη διατομή 6 mm² και πάνω. Στην πράξη, στις γραμμές των ΕΗΕ τοποθετούνται μονόκλωνοι μονωμένοι αγωγοί μέχρι τη διατομή 4 mm², επειδή οι αγωγοί μεγαλύτερης διατομής είναι δύσκαμπτοι και επομένως είναι δύσκολο να περάσουν μέσα στους σωλήνες, που έχουν ήδη τοποθετηθεί στους τοίχους του κτηρίου. Οι μονόκλωνοι μονωμένοι αγωγοί διατομών 6 mm² και 10 mm² χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις που δεν χρειάζεται να περάσουν μέσα σε σωλήνες, π.χ. στις εσωτερικές συνδέσεις των πινάκων διανομής ή σε γραμμές, όπως αυτές που αναφέρομε αμέσως παρακάτω.

Μονωμένοι αγωγοί, μονόκλωνοι ή πολύκλωνοι, μπορούν να τοποθετηθούν και χωρίς σωλήνες, με στήριξη επάνω σε μονωτικά στηρίγματα, όταν εξασφαλίζεται κατ' άλλο τρόπο η μηχανική προστασία τους. Πρόκειται πάντως για ειδικές κατασκευές που μπορούν να εφαρμοστούν κυρίως σε βιομηχανικούς ή πάρομοιους χώρους.

Τα καλώδια αποτελούνται από 2 έως 5 μονωμένους αγωγούς ("πόλους"), οι οποίοι, γενικά, περιβάλλονται από ένα μονωτικό περίβλημα, που λέγεται "μανδύας". Ο μανδύας έχει σκοπό να συγκρατεί τους αγωγούς σ'ένα ενιαίο σύνολο και να τους προστατεύει από μηχανικές βλάβες, από την είσοδο υγρασίας, από χημικές επιδράσεις κλπ. Συγχρόνως ο μανδύας αποτελεί μια πρόσθετη ηλεκτρική μόνωση προς το περιβάλλον, πράγμα που παρέχει μεγαλύτερη ασφάλεια, επειδή έτσι αντιμετωπίζονται περιπτώσεις αστοχίας των μονώσεων των πόλων.

Τα καλώδια μπορούμε να τα κατατάξουμε σε δύο κατηγορίες:

- Τα δύσκαμπτα, που προορίζονται για τις σταθερές γραμμές των ΕΗΕ.
- Τα εύκαμπτα, που προορίζονται για την τροφοδότηση των κινητών και των φορητών συσκευών καταναλώσεως. (Στις κινητές συσκευές υπάγονται και τα φωτιστικά σώματα ή και οι σκέτες λυχνιόλαβές που κρέμονται απευθείας από το εύκαμπτο καλώδιο).

Η διαφορά των καλωδίων των δύο αυτών κατηγοριών έγκειται στο ότι τα εύκαμπτα καλώδια έχουν αγωγούς αποτελούμενους από πολύ περισσότερους και λεπτότερους κλώνους, σε σύγκριση με τους αγωγούς που χρησιμοποιούνται στα δύσκαμπτα καλώδια. Τα λεγόμενα πολύ εύκαμπτα καλώδια έχουν ακόμη περισσότερους και λεπτότερους αγωγούς.

Για ειδικές χρήσεις, π.χ. για την εσωτερική συνδεσμολογία συσκευών υπάρχουν μονοπολικοί εύκαμπτοι μονωμένοι αγωγοί. Αυτοί, ανεξαρτήτως διατομής, αποτελούνται από πολλά λεπτά συρματίδια.

Διάφορα υλικά χρησιμοποιούνται για τις μονώσεις και για τους μανδύες των καλωδίων. Ανάλογα με τις φυσικές ιδιότητες που έχει το καθένα απ' αυτά, αλλά και σε συνάρτηση με το κόστος τους, επιλέγονται τα μονωτικά υλικά για την κατασκευή των καλωδίων που προορίζονται για τις διάφορες εφαρμογές.

Το υλικό που χρησιμοποιείται περισσότερο για τις μονώσεις και τους μανδύες των καλωδίων των ΕΗΕ είναι το χλωριούχο πολυυβινύλιο, που είναι γνωστό με τα γράμματα PVC (Polyvinyl Chloride). Το PVC ανήκει στα θερμοπλαστικά υλικά. Γι' αυτό μερικές φορές και τα καλώδια, στα οποία χρησιμοποιείται ως υλικό των μονώσεων και των μανδυών το PVC, τα λέμε "θερμοπλαστικά καλώδια".

Επίσης, ως υλικό των μονώσεων και των μανδυών χρησιμοποιείται το ελαστικό. Υπάρχει το φυσικό ελαστικό και πολλοί τύποι τεχνητών ελαστικών.

Το PVC αντέχει στην υγρασία και σε διάφορα υλικά, όπως η βενζίνη, τα λάδια κλπ., σε χαμηλές ζέστης θερμοκρασίες (κάτω από τους 3° C) σκληραίνει πολύ και μπορεί να πάθει ρωγμές.

Το φυσικό και τα τεχνητά ελαστικά δεν έχουν το πρόβλημα των χαμηλών θερμοκρασιών, αλλά πολλά απ' αυτά δεν έχουν ικανοποιητική αντοχή στη βενζίνη, τα λάδια κλπ.

Υπάρχει πάντως ένα μεγάλο πλήθος υλικών, από τα οποία άλλα αντέχουν στις υψηλές θερμοκρασίες ή στη φλόγα και άλλα έχουν καλή αντοχή σε διάφορες χημικές ουσίες.

Στα εύκαμπτα καλώδια άλλοτε υπάρχει μανδύας και άλλοτε όχι. Τα εύκαμπτα καλώδια χωρίς μανδύα λέγονται και "σειρίδες" ή "κορδόνια" και είναι διπολικά ή τριπολικά. Για να αποτελέσουν ένα ενιαίο σύνολο, οι πόλοι τους:

- Είτε είναι συνεστραμμένοι μεταξύ τους.
- Είτε είναι παράλληλοι και οι μονώσεις τους αποτελούν ένα σώμα, με μια εγκοπή παράλληλη προς τους αγωγούς ώστε να είναι εύκολος ο διαχωρισμός ("πεπλατυσμένα" ή "πλακέ" καλώδια).
- Είτε περιβάλλονται από ένα υφασμάτινο πλέγμα (που δεν μπορεί να χαρακτηρισθεί μανδύας, επειδή δεν έχει αξιόλογη αντοχή ούτε αποτελεί σοβαρή μόνωση).

Οι δύο πρώτοι τρόποι εφαρμόζονται μόνο στα διπολικά εύκαμπτα καλώδια, ενώ ο τρίτος εφαρμόζεται κυρίως σε τριπολικά.

Αναφέρομε εδώ, με την ευκαιρία, ότι για την τροφοδότηση φορητών συσκευών καταναλώσεως, που έχουν πολύ θερμές εξωτερικές επιφά-

νειες με τις οποίες θα ήταν δυνατό να έλθει σε επαφή το εύκαμπτο καλώδιο, όπως π.χ. τα ηλεκτρικά σίδερα, δεν επιτρέπεται η χρησιμοποίηση καλωδίου με μανδύα από PVC ή από ελαστικό, επειδή θα πάθαινε αμέσως βλάβη με μια τυχαία τέτοια επαφή. Γι' αυτό χρησιμοποιούνται σειρίδες με περίβλημα από υφασμάτινο πλέγμα, το οποίο έχει κάποια αντοχή στην υψηλή θερμοκρασία.

Μεταξύ των μονώσεων των πόλων και του μανδύα του καλωδίου υπάρχουν πολλές φορές ορισμένα υλικά για να συμπληρώνουν τα κενά. Το ίδιο συμβαίνει στα εύκαμπτα καλώδια χωρίς μανδύα με περίβλημα σε μορφή πλέγματος. Αυτό το συμπλήρωμα ("παραγέμισμα") αποτελείται είτε από μια μαλακή πλαστική μάζα είτε από νήματά.

Τα καλώδια που χρησιμοποιούνται στις ΕΗΕ είναι στις περισσότερες περιπτώσεις όπως τα περιγράψαμε έως τώρα: 2 - 5 μονωμένοι αγωγοί που περιβάλλονται από ένα μονωτικό μανδύα. Σε ειδικές όμως περιπτώσεις, κυρίως σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις, όπου επικρατούν, ορισμένες φορές, συνθήκες πολύ αντίξοες, καθώς και σε άλλες ηλεκτρικές εγκαταστάσεις, που δεν εμπίπτουν στις ΕΗΕ, γίνεται χρήση και άλλων τύπων καλωδίων. Θα αναφέρομε μερικά από αυτά τα καλώδια, για ενημερωτικούς λόγους.

Στα καλώδια που χρησιμοποιούνται στις εναέριες παροχετεύσεις της ΔΕΗ ο ένας αγωγός, που προορίζεται για ουδέτερος, αποτελείται από λεπτά συρματίδια που περιβάλλουν τη μόνωση του άλλου αγωγού (ή των άλλων αγωγών). Τα καλώδια αυτά λέγονται συγκεντρωτικά, και δεν τα ονομάζομε διπολικά ή τετραπολικά (αφού ο ουδέτερος αγωγός δεν αποτελεί πόλο) αλλά μονοφασικά ή τριφασικά.

Ορισμένα καλώδια έχουν επάνω από τους πόλους και εσωτερικά από το μανδύα διάφορες ενισχύσεις από μονωτικά ή από μεταλλικά υλικά, με σκοπό την ενίσχυση της μονώσεως, την αύξηση της αντοχής σε μηχανικές καταπονήσεις, την επίτευξη καλύτερης στεγανότητας κλπ. Τα καλώδια αυτά χρησιμοποιούνται, όταν οι συνθήκες, υπό τις οποίες πρόκειται να λειτουργούν, απαιτούν αυτές τις αυξημένες ιδιότητες (π.χ. υπόγεια καλώδια κλπ.)

Ακόμη υπάρχει ένα πλήθος άλλων τύπων καλωδίων που δεν χρησιμεύουν για τη μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά για διάφορους άλλους σκοπούς (καλώδια για κεραίες τηλεοράσεως, τηλεφωνικά καλώδια, καλώδια για σημάνσεις κλπ.)

3.3 Χρωματισμοί μονωμένων αγωγών.

Για τη διευκόλυνση των συνδέσεων κατά την εγκατάσταση των αγωγών και των καλωδίων αλλά και κατά τις επεμβάσεις που ενδεχομένως

Θα χρειασθεί να γίνουν μεταγενέστερα, οι μονώσεις των αγωγών έχουν διάφορα χρώματα που διευκολύνουν την αναγνώριση των αγωγών. Οι κανόνες που ισχύουν είναι οι ακόλουθοι:

- Ο αγωγός προστασίας έχει μόνωση με λωρίδες πράσινες και κίτρινες κατά τη διεύθυνση του αγωγού. Δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιηθεί αγωγός άλλου χρώματος ως αγωγός προστασίας, και ο αγωγός με χρώμα πράσινο - κίτρινο δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιηθεί για κανέναν άλλο σκοπό. Επίσης δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιηθεί γι' άλλο σκοπό ούτε μονόχρωμος αγωγός που να έχει ένα από τα δύο αυτά χρώματα, ούτε δίχρωμος αγωγός που να έχει οποιοδήποτε συνδυασμό δύο άλλων χρωμάτων. Η αυστηρότητα αυτού του κανόνα οφείλεται στη μεγάλη σημασία που έχει η ορθή αναγνώριση του αγωγού προστασίας. Πρέπει να έχομε

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.3.1							
Χρωματισμοί μεμονωμένων αγωγών και πόλων καλωδίων							
Μονωμένοι αγωγοί	ΠΡ/ΚΙ, ΜΠΛΕ, άλλα χρώματα ^(α)						
	Με αγωγό προστασίας					Χωρίς αγωγό προστασίας	
	ΠΡ/ΚΙ	ΜΠΛΕ	ΚΑΦΕ	ΜΑΥΡΟ	ΜΠΛΕ	ΚΑΦΕ	ΜΑΥΡΟ
Καλώδια για μόνιμη εγκατάσταση							
2						1	
3	1	1		1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	2
5	1	1	1	2	1	1	3
Εύκαμπτα καλώδια							
2					1 (β)	1 (β)	
3	1	1	1		1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	2
5	1	1	1	2			
Σημειώσεις:							
(α) Όλα τα χρώματα, εκτός από το πράσινο, το κίτρινο και οποιοδήποτε συνδυασμό δύο χρωμάτων.							
(β) Δεν είναι απαραίτητο να έχουν χρωματισμό οι μονώσεις των διπολικών ευκάμπτων καλωδίων χωρίς μανδύα.							
ΠΡ/ΚΙ: Πράσινο, κίτρινο.							

πάντως υπόψη, ότι παλιότερα ο αγωγός προστασίας ήταν κίτρινος και στα εύκαμπτα καλώδια τροφοδοτήσεως συσκευών καταναλώσεως γερμανικής προελεύσεως ήταν κόκκινος.

- Ο ουδέτερος αγωγός έχει μόνωση με χρώμα μπλε ανοιχτό. Όμως είναι επιτρεπτό να χρησιμοποιηθεί ως αγωγός φάσεως ένας αγωγός που να έχει χρώμα μπλε ανοιχτό, αν στο κύκλωμα δεν υπάρχει ουδέτερος. Παλαιότερα ο ουδέτερος είχε χρώμα γκρι.
- Οι αγωγοί φάσεων μπορούν να έχουν οποιοδήποτε χρώμα, εκτός από το κίτρινο, το πράσινο και οποιονδήποτε συνδυασμό δύο χρωμάτων. Αν στο κύκλωμα υπάρχει ουδέτερος, οι αγωγοί φάσεων δεν πρέπει να έχουν χρώμα μπλε ανοιχτό. Συνήθως οι αγωγοί φάσεων έχουν μαύρο χρώμα, αλλά δεν αποκλείεται καὶ η χρήση άλλων χρωμάτων, πράγμα μάλιστα που διευκολύνει την αναγνώριση των αγωγών, κυρίως όταν η εγκατάσταση είναι κάπως περίπλοκη.

Με βάση τους κανόνες αυτούς οι μονώσεις των πόλων των καλωδίων της ΕΗΕ έχουν τα χρώματα που αναγράφονται στον πίνακα 3.3.1.

Σημειώνομε, ότι οι κανόνες που αναφέραμε δεν ισχύουν για τις συρματώσεις που υπάρχουν στο εσωτερικό των συσκευών καταναλώσεως.

3.4 Συμβολισμοί καλωδίων.

Κάθε μονωμένος αγωγός ή καλώδιο έχει ως ονομασία του ένα σύμβολο που αποτελείται από γράμματα και αριθμούς που δείχνουν τα χαρακτηριστικά του. Το σύμβολο ενός καλωδίου είναι συνήθως τυπωμένο ανά διαστήματα επάνω στο μανδύα του. Στη χώρα μας έχει τυποιηθεί το σύστημα συμβολισμού των καλωδίων σύμφωνα με το αντίστοιχο "ευρωπαϊκό". Το σύστημα αυτό ισχύει για όσα καλώδια είναι σύμφωνα με τους τύπους που ορίζουν τα πρότυπα. Τα ελληνικά πρότυπα καλωδίων, όπως άλλωστε και εκείνα των άλλων χωρών της Ευρώπης, είναι σύμφωνα με τα αντίστοιχα "ευρωπαϊκά", δηλαδή εκείνα που εκδίδονται από τον οργανισμό CENELEC (βλ. σημείωση ορισμού 2) Εντούτοις κάθε χώρα μπορεί να περιλάβει στα πρότυπά της και μερικούς τύπους καλωδίων που έχουν ορισμένες μικρές αποκλίσεις από τα "ευρωπαϊκά" πρότυπα. Φυσικά, πρόκειται για αποκλίσεις σε σημεία δευτερεύουσας σημασίας που σε καμιά περίπτωση δεν αφορούν θέματα ασφαλείας ή καλής λειτουργίας. Οι πρόσθετοι αυτοί τύποι αναγνωρίζονται από τη CENELEC και λέγονται αναγνωρισμένοι εθνικοί τύποι. Στο σύστημα συμβολισμού, τα καλώδια που είναι πλήρως σύμφωνα με τα "ευρωπαϊ-

κά" πρότυπα έχουν ως πρώτο γράμμα το H, ενώ εκείνα που αποτελούν αναγνωρισμένους εθνικούς τύπους έχουν το γράμμα A.

Το σύμβολο κάθε καλωδίου, όπως ορίζει το τυποιημένο σύστημα συμβολισμού, αποτελείται από τρία μέρη. Τα δύο πρώτα μέρη χαρακτηρίζουν τον τύπο του καλωδίου και το τρίτο χαρακτηρίζει το συγκεκριμένο καλώδιο.

To πρώτο μέρος περιλαμβάνει το γράμμα συσχετισμού με τα πρότυπα (H ή A, όπως αναφέραμε προηγουμένως) και έναν αριθμό που δείχνει την ονομαστική τάση:

- 03 για ονομαστική τάση $U_o/U = 300/300$ V
- 05 για ονομαστική τάση $U_o/U = 300/500$ V
- 07 για ονομαστική τάση $U_o/U = 450/750$ V
- 1 για ονομαστική τάση $U_o/U = 600/1000$ V

όπου U_o η ονομαστική τάση αγωγού φάσεως προς τον ουδέτερο και U η ονομαστική τάση μεταξύ αγωγών φάσεων.

To δεύτερο μέρος περιλαμβάνει τα σύμβολα των μονωτικών υλικών, από το κέντρο προς την περιφέρεια, δηλ. πρώτα το υλικό των μονώσεων των πόλων και μετά του μανδύα. Τα βασικότερα, που μας ενδιαφέρουν για τα καλώδια των ΕΗΕ, είναι:

- V : χλωριούχο πολυυθινύλιο (PVC).
- R : φυσικό ή τεχνητό ελαστικό.
- S : ελαστικό σιλικόνης (για υψηλές θερμοκρασίες).
- N : πολυχλωροπρένιο (νεοπρένιο), τεχνητό ελαστικό για μανδύες.
- T : πλέγμα υφασμάτινο.

Αν το καλώδιο έχει μια ειδική κατασκευή, ακολουθεί το σύμβολό της:

- H : πεπλατυσμένο καλώδιο, με πόλους που μπορούν να χωρισθούν.
- H2 : πεπλατυσμένο καλώδιο με πόλους που δεν μπορούν να χωρισθούν.
- H3 : πεπλατυσμένο καλώδιο με συνδετικό στέλεχος μεταξύ των πόλων.

Ακολουθεί, μετά από μια παύλα, η μορφή του αγωγού.

- U : μονόκλωνος αγωγός.
- R : δύσκαμπτος πολύκλωνος αγωγός.
- F : εύκαμπτος πολύκλωνος αγωγός.
- H : πολύ εύκαμπτος πολύκλωνος αγωγός.

To τρίτο μέρος περιλαμβάνει έναν αριθμό, που είναι το πλήθος των πόλων, ένα γράμμα που είναι:

- G : αν υπάρχει πόλος με χρώμα κίτρινο-πράσινο.
- X : αν δεν υπάρχει πόλος με χρώμα κίτρινο-πράσινο και έναν αριθμό που είναι η διατομή του αγωγού σε mm^2 .

Παραδείγματα:

H07V – U1 x 1,5 είναι ένα μονοπολικό καλώδιο χωρίς μανδύα (μονωμένος αγωγός) ονομαστικής τάσεως 450/750V, με μόνωση από PVC. Ο αγωγός είναι μονόκλωνος διατομής 1,5 mm^2 . Το χρώμα του δεν είναι κίτρινο - πράσινο. Είναι σύμφωνο με το ευρωπαϊκό πρότυπο. (Σημειώνεται εδώ, ότι ο καθορισμός της ονομαστικής τάσεως με τις τιμές της φασικής και της πολικής τάσεως, αναφέρεται σ' ένα τριφασικό κύκλωμα αποτελούμενο από μονοπολικά καλώδια αυτού του τύπου).

A05VV – R5G16 είναι ένα πενταπολικό καλώδιο ονομαστικής τάσεως 300/500V, με μόνωση και μανδύα από PVC. Οι αγωγοί είναι πολύκλωνοι και έχουν διατομή 16 mm^2 . Περιέχει αγωγό προστασίας. Αποτελεί αναγνωρισμένο εθνικό τύπο.

H03RT – F3G0,75 τριπολικό καλώδιο ονομαστικής τάσεως 300/300 V με μόνωση από ελαστικό και μανδύα (περίβλημα) από υφασμάτινο πλέγμα. Οι αγωγοί του είναι εύκαμπτοι, ένας από αυτούς είναι ο αγωγός προστασίας, και έχουν διατομή 0,75 mm^2 . Είναι σύμφωνο με το ευρωπαϊκό πρότυπο.

Πρέπει να σημειώσουμε ότι, επειδή χρειάζεται αρκετός χρόνος ώστε οι βιομηχανίες καλωδίων να μπορέσουν να προσαρμόσουν προς τα "ευρωπαϊκά" πρότυπα τους τύπους καλωδίων που παράγουν από παλιά και που είχαν βασισθεί στα πρότυπα των διαφόρων χωρών, πριν από την έκδοση των "ευρωπαϊκών" προτύπων, υπάρχουν ακόμα καλώδια που δεν είναι σύμφωνα με τα τελευταία και που ο συμβολισμός τους είναι διαφορετικός από τον οριζόμενο από το τυποποιημένο "ευρωπαϊκό" σύστημα. Αυτά τα καλώδια λέγονται "μη εναρμονισμένα", με την έννοια ότι δεν έχουν προσαρμοσθεί (εναρμονισθεί) προς τα "ευρωπαϊκά" πρότυπα.

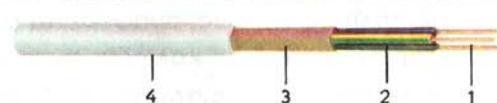
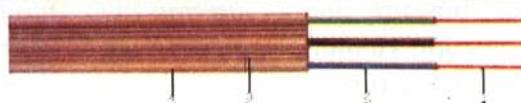
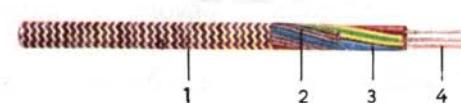
Αλλά και για τους "εναρμονισμένους" τύπους καλωδίων εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται πολλές φορές τα παλαιότερα σύμβολα, και κυρίως κατά τη γερμανική τυποποίηση. Αυτό συμβαίνει για "ιστορικούς" λόγους, δηλαδή επειδή οι ασχολούμενοι με την κατασκευή των EHE είχαν συνηθίσει να χρησιμοποιούν το συμβολισμό της γερμανικής τυποποιήσεως, που εφαρμόζόταν στη χώρα μας πριν από την έκδοση των "ευρωπαϊκών" προτύπων.

3.5 Συνήθεις τύποι καλωδίων.

Στις EHE χρησιμοποιούνται συνηθέστερα οι τύποι καλωδίων που αναγράφονται στον πίνακα 3.5.1, στον οποίο σημειώνονται και μερικές

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5.1

Συνήθεις τύποι καλωδίων

Τύπος	Γερμανική τυποποίηση	Μορφή
Μονωμένοι αγωγοί και δύσκαμπτα καλώδια για σταθερή εγκατάσταση		
H07V - u H07V - R	NYA	
A05VV - u A05VV - R	NYM	
	NYIFY	
	NYY	
Εύκαμπτα καλώδια		
H03VH - H	NUZ	
H05VV - F	NYMHY	
H03RT - F	NSA	
H05RR - F H05RN - F	NLH NMH	
H07RN - F	NSÖY	

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5.1 (συνέχεια)

Συνήθεις τύποι καλωδίων

Περιγραφή	Αριθμ. πόλων	Διατομές mm ²	Χρήση
1. Μονόκλωνος ή πολύκλωνος δύσκαμπτος χάλκινος αγωγός. 2. Μόνωση από PVC.	1	1,5 + 400	Σε σωλήνες ορατούς ή χωνευτούς (σε λουτρά μόνο σε πλαστικούς σωλήνες). Επιτρέπεται και εκτός σωλήνων μόνο σε ορατή εγκατάσταση επάνω σε μονωτικά στηρίγματα σε μη προσιτές θέσεις.
1. Μονόκλωνος ή πολύκλωνος δύσκαμπτος χάλκινος αγωγός. 2. Μόνωση από PVC. 3. "Παραγέμισμα". 4. Μανδύας από PVC.	2 + 5	1,5 + 35	Σταθερές καλωδιώσεις σε ξηρούς, υγρούς και βρεγμένους χώρους, ορατό ή χωνευτό (απευθείας στο επίχρισμα). Δεν επιτρέπεται στο ύπαιθρο και απευθείας μέσα στο σκυρόδεμα (μπετόν).
1. Μονόκλωνος ή πολύκλωνος δύσκαμπτος χάλκινος αγωγός. 2. Μόνωση από PVC. 3. Εγκόπη. 4. Μανδύας από PVC.	2 + 3 4 + 5	1,5 + 4 1,5 + 2,5	Κατάλληλο για χώρους κατοικιών (και σε λουτρά), πάντοτε χωνευτό, κάτω ή μέσα στο επίχρισμα. Λόγω μικρού πάχους μπορεί να τοποθετηθεί χωρίς άνοιγμα αυλακιών στους τοίχους.
1. Μόνωση από PVC. 2. Μανδύας από PVC 3. Χάλκινος αγωγός. 4. Τανία μονωτική.	2 + 4	1,5 + 4	Κατάλληλο για υπόγεια εγκατάσταση σε σωλήνες ή σε οχετούς καλωδίων.
1. Πολύκλωνος πολύ εύκαμπτος χάλκινος αγωγός. 2. Μόνωση από PVC.	2	0,5 + 0,75	Σε ξηρούς χώρους, για την τροφοδότηση μικρών συσκευών (λάμπες, ραδιόφωνα κλπ.).
1. Πολύκλωνος εύκαμπτος χάλκινος αγωγός. 2. Μόνωση από PVC. 3. Μανδύας από PVC.	2 + 5	0,75 + 2,5	Σε ξηρούς και υγρούς χώρους για τροφοδότηση συσκευών όπως πλυντήρια, ψυγεία, στεγνωτήρια. Όχι στο ύπαιθρο.
1. Νημάτινο πλέγμα. 2. "Παραγέμισμα" από νήματα. 3. Μόνωση από ελαστικό. 4. Χάλκινος επικαστικερωμένος πολύκλωνος εύκαμπτος αγωγός.	2 + 3	0,75 + 1,5	Σε ξηρούς χώρους για τροφοδότηση ελαφρών συσκευών με θερμές επιφάνειες, όπως ηλεκτρικά σίδερα.
1. Πολύκλωνος εύκαμπτος χάλκινος αγωγός. 2. Μόνωση από ελαστικό. 3. Μανδύας από φυσικό ελαστικό (για το HO5RR-F) ή από τεχνητό ελαστικό (για το HO5RN-F).	2 + 4 5	0,75 + 6 0,75 + 2,5	Σε ξηρούς χώρους για τροφοδότηση ελαφρών συσκευών π.χ. ηλεκτρικές σκούπες κλπ. και για εγκατάσταση σε έπιπλα.
1. Πολύκλωνος εύκαμπτος χάλκινος αγωγός με ή χωρίς επικαστικέρωση. 2. Μόνωση από ελαστικό. 3. Νημάτινο παραγέμισμα. 4. Μανδύας από τεχνητό ελαστικό.	3 + 4 5	1 + 300 1 + 25	Σε ξηρούς, υγρούς και βρεγμένους χώρους και στο ύπαιθρο. Κατάλληλο για σύνδεση ηλεκτρικών μαγειρεύων, εργαλειομηχανών κλπ.

οδηγίες σχετικά με τη χρησιμοποίησή τους. Πρέπει πάντως να σημειωθεί ότι υπάρχει ένα πολύ μεγάλο πλήθος τύπων καλωδίων, για τους οποίους περισσότερες πληροφορίες παρέχουν οι κατάλογοι που εκδίδουν οι βιομηχανίες κατασκευής καλωδίων. Στον ίδιο πίνακα έχουν αναγραφεί και τα σύμβολα κατά τη γερμανική τυποποίηση. Σ' όσες περιπτώσεις δεν αναφέρεται σύμβολο κατά την ευρωπαϊκή τυποποίηση, αυτό οφείλεται στο ότι δεν έχουν ακόμη κατασκευασθεί καλώδια αυτών των τύπων εναρμονισμένα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα.

Πρέπει να διευκρινίσουμε ότι ανάλογα με την ονομαστική τάση αυξάνει, όπως είναι φυσικό, το πάχος των μονώσεων και των μανδυών. Έτσι τα καλώδια μεγαλυτέρων ονομαστικών τάσεων αντέχουν και σε βαρύτερες μηχανικές καταπονήσεις. Αυτός είναι ο λόγος που, για την ίδια τάση λειτουργίας, υποδεικνύεται η χρησιμοποίηση καλωδίων διαφορετικών ονομαστικών τάσεων για τις διάφορες χρήσεις.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5.2		
Μονωμένοι αγωγοί τύπου H07V – U ΚΑΙ H07V – R		
Διατομή (mm²)	Μέγιστη εξωτερική διάμετρος (mm)	Βάρος (kg/km) (περίπου)
1,5	3,3	20
2,5	3,9	30
4 (1)	4,4	47
6 (1)	4,9	66
6 (2)	5,4	69
10 (2)	6,4	110
10 (1)	6,8	116
16	8,0	180
25	9,8	280
35	11,0	370
50	13,0	515
70	15,0	715
95	17,0	980
120	19,0	1215
150	21,0	1505
185	23,5	1870
240	26,5	2425
300	29,5	3060
400	33,5	3920
(1) Μονόκλωνος αγωγός		(2) Πολύκλωνος αγωγός
Σημείωση: Η μέγιστη εξωτερική διάμετρος σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛ.ΟΤ. 563.		
Τα βάρη σύμφωνα με τα στοιχεία του κατασκευαστή.		

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5.3

Καλώδια τύπου Α05VV – U και Α05VV – R

Αριθμός και διατομή αγωγών	Εξωτερική διάμετρος (mm)		Βάρος (kg/km) (περίπου)
	Ελάχιστη	Μέγιστη	
2 x 1,5	8,4	10,0	115
3 x 1,5	8,8	10,5	135
3 x 2,5	10,0	12,0	185
3 x 4	11,0	13,0	255
3 x 6 (1)	12,5	14,5	345
3 x 6 (2)	12,5	15,5	355
3 x 10 (1)	15,5	17,5	540
3 x 10 (2)	15,5	19,0	560
3 x 16	18,0	21,5	840
3 x 25	22,0	26,0	1250
3 x 35	24,5	29,0	1640
4 x 1,5	9,6	11,5	155
4 x 2,5	11,0	13,0	220
4 x 4	12,0	14,5	325
4 x 6 (1)	14,0	16,0	440
4 x 6 (2)	14,0	17,0	455
4 x 10 (1)	16,5	19,0	665
4 x 10 (2)	17,0	20,5	690
4 x 16	20,0	23,5	1045
4 x 25	24,5	28,5	1590
4 x 35	27,0	32,0	2060
5 x 1,5	10,0	12,0	185
5 x 2,5	11,5	14,0	265
5 x 4	13,5	16,0	405
5 x 6 (1)	15,0	17,5	530
5 x 6 (2)	15,5	18,5	550
5 x 10 (1)	18,0	21,0	810
5 x 10 (2)	18,5	22,0	845
5 x 16	22,0	26,0	1300
5 x 25	27,0	31,5	1950
5 x 35	30,0	35,0	2565

(1) Μονόκλωνος αγωγός

(2) Πολύκλωνος αγωγός

Σημείωση.: Η μέγιστη και η ελάχιστη εξωτερική διάμετρος είναι τα όρια που δίνονται από το πρότυπο ΕΛ.Ο.Τ. 563.

Τα βάρη σύμφωνα με τα στοιχεία του κατασκευαστή.

Εκτός από τους τύπους του πίνακα 3.5.1, αναφέρομε εδώ και έναν παλαιότερο τύπο μονωμένου αγωγού, που δεν χρησιμοποιείται πια. Ήταν πολύ συνηθισμένος στα παλαιότερα χρόνια και επομένως αγωγοί αυτού του τύπου υπάρχουν σε μεγάλη έκταση σε εγκαταστάσεις εκείνης της εποχής. Πρόκειται για τους μονωμένους αγωγούς με το σύμβολο γερμανικής τυποποίησεως NGA (προφ. εν-γκε-α). Είχαν χάλκινο επικασσιτερωμένο αγωγό και μόνωση από ελαστικό και νημάτινο πλέγμα, εμποτισμένο επίσης με ελαστικό. Σήμερα έχουν αντικατασταθεί από τους αγωγούς H07V-U (μονόκλωνοι) και H07V-R (πολύκλωνοι).

Στους πίνακες 3.5.2 και 3.5.3 δίδονται η εξωτερική διάμετρος και το βάρος (κατά προσέγγιση) των δύο πιο συνηθισμένων στις ΕΗΕ τύπων: του μονωμένου αγωγού H07V – U (και H07V – R) και του πολυπολικού καλωδίου A05VV – U (και A05VV – R).

3.6 Θέρμανση αγωγών - επιτρεπόμενη φόρτιση.

Όπως είναι γνωστό, όταν ηλεκτρικό ρεύμα περνάει από έναν αγωγό, τον θερμαίνει.

Αν I είναι το ρεύμα και R είναι η αντίσταση του αγωγού μια ισχύς:

$$W=I^2R$$

καταναλώνεται επάνω στον αγωγό και μετατρέπεται σε θερμότητα (φαινόμενο Joule). Η θερμότητα αυτή ανεβάζει τη θερμοκρασία του αγωγού.

Όταν ο αγωγός έχει μια θερμοκρασία θ_2 μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία θ_1 , του περιβάλλοντος, υπάρχει μια μετάδοση θερμότητας από τον αγωγό προς το περιβάλλον. Η ποσότητα της απαγόμενης θερμότητας (ανά μονάδα χρόνου) είναι ανάλογη προς τη διαφορά θερμοκρασίας

$$Q/t = a (\theta_2 - \theta_1)$$

Ο συντελεστής a εξαρτάται από τις συνθήκες μεταδόσεως της θερμότητας, δηλαδή από όλα τα στοιχεία που επηρεάζουν αυτήν τη μετάδοση, όπως είναι η εξωτερική επιφάνεια του αγωγού, το είδος και το πάχος των μονώσεων, μανδυών και σωλήνων, αν στο ίδιο καλώδιο ή στον ίδιο σωλήνα υπάρχουν και άλλοι αγωγοί κλπ.

Τελικά, ο αγωγός θα αποκτήσει εκείνη τη θερμοκρασία, στην οποία θα υπάρχει ισορροπία μεταξύ της θερμότητας που παράγεται και της θερμότητας που απάγεται.

Για να μην υπάρχει κίνδυνος να πάθουν βλάβη οι μονώσεις ή να αλλοιωθούν τα χαρακτηριστικά τους, πρέπει η θερμοκρασία θ_2 του α-

γωγού να μην ξεπεράσει ένα όριο. Ο ΚΕΗΕ ορίζει ότι η μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία για τις μονώσεις από θερμοπλαστικό υλικό ή ελαστικό είναι οι 60° C.

Στις ΕΗΕ θεωρούμε γενικά ότι η θερμοκρασία θ₁ του περιβάλλοντος δεν υπερβαίνει τους 30° C. Είναι μια τιμή που σπάνια ξεπερνιέται στους χώρους των κτηρίων. Έτσι, λαμβάνοντας υπόψη τις διάφορες συνθήκες εγκαταστάσεως των αγωγών, υπάρχει, για κάθε διατομή αγωγού, ένα ρεύμα που, αν τον διαρρέει συνεχώς, ανεβάζει τη θερμοκρασία του στο ανώτατο όριο που επιτρέπεται. Αυτό το ρεύμα το λέμε "επιτρεπόμενη φόρτιση του αγωγού".

Φυσικά, ο κάθε αγωγός έχει μια θερμοχωρητικότητα και γι' αυτό, μόλις αρχίσει να περνάει το ρεύμα, η θερμοκρασία ανυψώνεται προσδευτικά και φθάνει στην τελική τιμή της όταν έχει περάσει αρκετός χρόνος, ώστε να έχομε φθάσει στην ισορροπία μεταξύ της παραγόμενης και της απαγόρευντης θερμότητας. Γι' αυτό το λόγο αναφέραμε προηγουμένως ότι η οριακή θερμοκρασία, στην οποία επιτρέπεται να φθάσει ο αγωγός, αφορά το ρεύμα που τον διαρρέει συνεχώς.

'Ένα ρεύμα, που θα περνούσε από έναν αγωγό για ένα πολύ σύντομο χρονικό διάστημα, θα ήταν δυνατόν να μην ανεβάσει τη θερμοκρασία του μέχρι την τελική τιμή της. Εκτός όμως απ' αυτό, και τα υλικά των μονώσεων αντέχουν, χωρίς να πάθουν καμιά αλλοίωση, σε υψηλότερες θερμοκρασίες από αυτές που αναφέραμε προηγουμένως ως οριακές, με την προϋπόθεση όμως ότι η διάρκεια αυτής της υπερθερμάνσεως θα είναι πάρα πολύ μικρή. Γι' αυτούς τους δύο λόγους είναι επιτρεπτό να περνούν από έναν αγωγό, εντελώς στιγμιαία βέβαια, ρεύματα μεγαλύτερα από εκείνα που ορίζει η "επιτρεπόμενη φόρτιση".

Οι επιτρεπόμενες φορτίσεις των αγωγών αναγράφονται στον πίνακα 3.6.1, όπου οι αγωγοί έχουν καταταγεί σε τρεις ομάδες, που αφορούν τις συνθήκες εγκαταστάσεως:

Ομάδα I Τρεις το πολύ ενεργοί αγωγοί μέσα στον ίδιο σωλήνα ή στο ίδιο καλώδιο, σε ορατή ή σε χωνευτή εγκατάσταση.

Ομάδα II Μονωμένοι αγωγοί που είναι τοποθετημένοι, σε ορατή εγκατάσταση χωρίς σωλήνες, με απόσταση μεταξύ τους ίση ή μεγαλύτερη από τη διάμετρο τους.

Ομάδα III Εύκαμπτα καλώδια τροφοδοτήσεως κινητών ή φορητών συσκευών καταναλώσεως.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.6.1							
ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΕΣ ΦΟΡΤΙΣΕΙΣ ΑΓΩΓΩΝ (ΣΕ Α)							
Διατομή αγωγού (mm ²)	Ομάδα			Διατομή αγωγού (mm ²)	Ομάδα		
	I	II	III		I	II	III
0,75	—		7	50	127	197	100
1	—		9	60	137	218	—
1,5	14	22	10	75	156	248	—
2,5	20	31	15	95	181	287	—
4	25	41	20	120	208	336	—
6	33	54	26	150	238	383	—
10	43	70	35	185	266	435	—
16	60	96	48	240	310	515	—
25	83	128	65	300	355	596	—
35	100	153	78				

ΟΜΑΔΕΣ:

- I: Τρεις το πολύ ενεργοί αγωγοί μέσα στον ίδιο σωλήνα ή στο ίδιο καλώδιο, σε ορατή ή χωνευτή εγκατάσταση.
- II: Μονωμένοι αγωγοί που είναι τοποθετημένοι, σε ορατή εγκατάσταση χωρίς σωλήνες, με απόσταση μεταξύ τους ίση ή μεγαλύτερη από τη διάμετρο τους.
- III: Εύκαμπτα καλώδια τροφοδοτήσεως κινητών ή φορητών συσκευών καταναλώσεως.

Σημείωση: Ο πίνακας ισχύει για θερμοκρασία περιβάλλοντος 30° C.

Αν η θερμοκρασία του χώρου, στον οποίο είναι εγκατεστημένοι οι αγωγοί είναι υψηλότερη από τους 30° C, οι επιτρεπόμενες φορτίσεις είναι μικρότερες· γι' αυτό οι τιμές του πίνακα πρέπει να πολλαπλασιασθούν επί τους συντελεστές που δίδονται από τον πίνακα 3.6.2.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.6.2	
Συντελεστής μειώσεως της επιτρεπόμενης φορτίσεως των αγωγών για θερμοκρασίες περιβάλλοντος πάνω από 30° C.	
Θερμοκρασία περιβάλλοντος (°C)	Συντελεστής
30	100%
35	91%
40	82%
45	71%
50	58%
55	41%

3.7 Ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές αγωγών.

Οι διατομές των αγωγών κάθε γραμμής επιλέγονται, στο στάδιο της μελέτης της ΕΗΕ, με βάση τα φορτία που προβλέπεται ότι θα τροφοδοτεί η γραμμή. Το αναμενόμενο ρεύμα πρέπει να είναι μικρότερο από την επιτρεπόμενη φόρτιση των αγωγών. (Περισσότερες πληροφορίες στο Κεφ. 9). Υπάρχει όμως και ένα ελάχιστο όριο: όσο μικρό και αν είναι το αναμενόμενο ρεύμα, οι διατομές των αγωγών δεν επιτρέπεται να είναι μικρότερες από: 1,5 mm² για τις σταθερές γραμμές και 0,75 mm² για τα εύκαμπτα καλώδια.

Επίσης, για την κύρια γραμμή κάθε ΕΗΕ (γραμμή μετρητή - πίνακα) υπάρχει ένα κατώτατο όριο: δεν μπορεί η διατομή των αγωγών της να είναι μικρότερη από 6 mm².

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΣΩΛΗΝΕΣ ΚΑΙ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΕΗΕ

4.1 Υλικά - Ποιότητα υλικών.

Σ' αυτό το κεφάλαιο θα περιγράψουμε τα υλικά που χρησιμοποιούμε περισσότερο στις ΕΗΕ, εκτός βέβαια από τους αγωγούς και τα καλώδια, στα οποία αναφερθήκαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Επειδή, πάντως, το πλήθος των υλικών είναι πάρα πολύ μεγάλο, θα περιορισθούμε στα πιο συνηθισμένα. Τα όργανα ελέγχου (χειρισμού) και τα όργανα προστασίας θα τα εξετάσουμε στα επόμενα κεφάλαια 5, 6 και 7.

Βασική προϋπόθεση για την κατασκευή μιας καλής εγκαταστάσεως είναι η χρησιμοποίηση των καταλλήλων υλικών, τόσο ως προς το είδος (επιλογή των σωστών υλικών που απαιτούνται για κάθε περίπτωση) όσο και ως προς την ποιότητα. Για το πρώτο σημείο πρέπει να γνωρίζουμε το υλικό και για ποιες περιπτώσεις προορίζεται το κάθε είδος, σε συνδυασμό με τις σχετικές απαιτήσεις των κανονισμών. Για το δεύτερο σημείο, δηλαδή για την ποιότητα του υλικού, θα πρέπει να ελέγχουμε, κατά την προμήθειά του, αν είναι σύμφωνο με τα αντίστοιχα πρότυπα (για όσα υλικά υπάρχουν πρότυπα) και αν είναι εγκεκριμένου τύπου (είναι γραμμένα συνήθως επάνω στα υλικά ή σε χάρτινες ή άλλες πινακίδες είτε τα γράμματα E.Y.B. – που σημαίνει "Εγκριστη Υπουργείου Βιομηχανίας" – είτε το πρότυπο ή ο οργανισμός εκδόσεως του προτύπου). Φυσικά η εκλογή υλικών καλής ποιότητας βασίζεται στην πείρα εκείνου που τα προμηθεύεται καθώς και στη σοβαρότητα και τη φερεγγυότητα εκείνου που τα προμηθεύει.

4.2 Σωλήνες και εξαρτήματά τους.

Οι μονωμένοι αγωγοί, που δεν έχουν μανδύα, τοποθετούνται γενικά μέσα σε σωλήνες που εξασφαλίζουν μια πρόσθετη μόνωση και, όταν χρειάζεται, μηχανική προστασία καθώς και προστασία από την υγρασία.

Επίσης και τα καλώδια που έχουν μανδύα τοποθετούνται ορισμένες φορές σε σωλήνες, όταν χρειάζεται η μηχανική προστασία τους ή όταν είναι επιθυμητό να μην ενσωματωθούν στα δομικά υλικά του κτηρίου, δηλαδή στο επίχρισμα (σοβά) ή στο σκυρόδεμα (μπετόν). Οι σωλήνες είναι δυνατό να τοποθετηθούν είτε εξωτερικά στους τοίχους (ορατοί) είτε μέσα στο επίχρισμα (χωνευτοί).

Μπορούμε να χωρίσουμε τους σωλήνες σε δύο είδη: σ'εκείνους που εξασφαλίζουν μόνο μόνωση, χωρίς να προσφέρουν αξιόλογη μηχανική προστασία, και σ' εκείνους που, εκτός από τη μόνωση, προστατεύουν τους αγωγούς από μηχανικές βλάβες και επίσης εξασφαλίζουν στεγανότητα κατά της υγρασίας. Οι πρώτοι λέγονται μονωτικοί σωλήνες. Στους δεύτερους υπάγονται οι σωλήνες με χαλύβδινο οπλισμό.

α) Μονωτικοί σωλήνες.

Οι σωλήνες, που στα παλαιότερα χρόνια ήταν περισσότερο σε χρήση, ήταν οι λεγόμενοι σωλήνες Μπέργκμαν (σχ. 4.2α) Αποτελούνται από ένα μονωτικό σωλήνα από χαρτί εμποτισμένο με μονωτική ουσία. Το χαρτί αυτό περιβάλλεται από ένα πολύ λεπτό χαλύβδινο έλασμα, που είναι επιμολυβδωμένο για να μη σκουριάζει και να μην παθαίνει διάβρωση από το υλικό του επιχρίσματος. Λόγω του χαλύβδινου ελάσματος λέγονται μονωτικοί οπλισμένοι σωλήνες. Το έλασμα προστατεύει και συγκρατεί το χάρτινο μονωτικό σωλήνα, είναι όμως τόσο λεπτό (πάχος 0,15 mm περίπου) που δεν προσφέρει αξιόλογη μηχανική προστασία στους αγωγούς. Έτσι, αν ο σωλήνας είναι χωνευτός, μπορεί εύκολα να τρυπηθεί από ένα καρφί που καρφώνομε στον τοίχο. Εκτός από τους ευθύγραμμους, υπάρχουν και οι εύκαμπτοι τέτοιοι σωλήνες (σχ. 4.2β). Για τις συνδέσεις των σωλήνων Μπέργκμαν, ευθυγράμμων και ευκάμπτων, υπάρχουν σύνδεσμοι (μούφες) μεταλλικοί (σχ. 4.2γ). Η σύνδεση γίνεται αφού αφαιρεθεί ένα μικρό τμήμα από το μεταλλικό περίβλημα καθενός από τους συνδεόμενους σωλήνες.



Σχ. 4.2α.

Σωλήνας Μπέργκμαν.



Σχ. 4.2β.

Εύκαμπτος σωλήνας Μπέργκμαν.



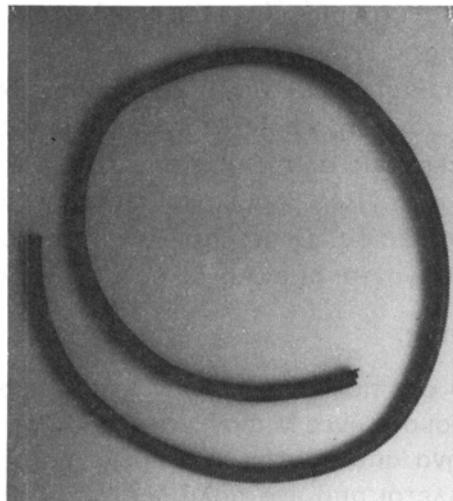
Σχ. 4.2γ.

Σύνδεσμος για σωλήνες Μπέργκμαν.



Σχ. 4.2δ.

Ευθύγραμμος πλαστικός σωλήνας.



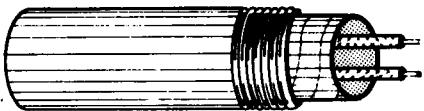
Σχ. 4.2ε.

Εύκαμπτος πλαστικός σωλήνας.

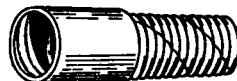
Στα τελευταία χρόνια, αντί των σωλήνων Μπέργκμαν, χρησιμοποιούνται οι πλαστικοί σωλήνες, που είναι κατασκευασμένοι από θερμοπλαστικό υλικό (PVC). Υπάρχουν οι ελαφρού τύπου και οι ενισχυμένοι. Και οι δύο τύποι διατίθενται είτε ως ευθύγραμμοι σκληροί σωλήνες (σχ. 4.2δ) σε τεμάχια των 3 m, είτε ως εύκαμπτοι (σπιράλ) (σχ. 4.2ε) σε κουλούρες των 50 m. Για τη σύνδεση των πλαστικών σωλήνων δεν χρησιμοποιούμε ειδικούς συνδεσμούς, επειδή στο ένα άκρο τους έχουν ένα τμήμα μεγαλύτερης διαμέτρου, για να εισχωρεί ο άλλος σωλήνας. Στα σημεία που έχομε κόψει το σωλήνα είναι εύκολη η διεύρυνσή του, με ελαφρό ζέσταμα.

β) Σωλήνες με χαλύβδινο οπλισμό.

Για τη μηχανική προστασία των αγωγών, αλλά και για τη στεγανότητα των γραμμών, χρησιμοποιούνται οι σωλήνες με χαλύβδινο οπλισμό ή χαλυβδοσωλήνες (σχ. 4.2στ.). Έχουν και αυτοί στο εσωτερικό τους μόνωση από χαρτί εμποτισμένο με μονωτική ουσία ή από άλλο μονωτικό υλικό όπως οι σωλήνες Μπέργκμαν, αλλά ο χαλύβδινος οπλισμός τους έχει πολύ μεγαλύτερο πάχος, περίπου 1 mm και έτσι εξασφαλίζει τη μηχανική προστασία των αγωγών. Εξωτερικά έχει μια προστατευτική επάλειψη κατά της οξειδώσεως. Εκτός από τους ευθύγραμμους, που



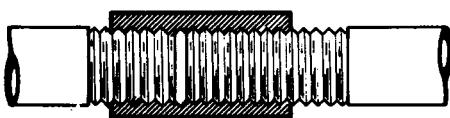
Σχ. 4.2στ.
Χαλυβδοσωλήνας.



Σχ. 4.2ζ.
Εύκαμπτος χαλυβδοσωλήνας.



Σχ. 4.2η.
Σύνδεσμος χαλυβδοσωλήνων.



Σχ. 4.2θ.
Σύνδεση χαλυβδοσωλήνων.



Σχ. 4.2ια.
Καμπύλη χαλυβδοσωλήνα.



Σχ. 4.2ιβ.
Διακλαδωτήρας Τ χαλυβδοσωλήνα.

διατίθενται σε τεμάχια των 3 μ, υπάρχουν και οι εύκαμπτοι (σπιράλ) (σχ. 4.2ζ), που διατίθενται σε κουλούρες των 25 μ ή των 50 μ. Οι χαλυβδοσωλήνες συνδέονται μεταξύ τους με κοχλιωτούς (βιδωτούς) συνδέσμους (μούφες) (σχ. 4.2η). Γι' αυτό οι χαλυβδοσωλήνες έχουν στα άκρα τους σπείρωμα. Όταν κόβεται ο σωλήνας, ανοίγεται σπείρωμα με βιδολόγιο (σχ. 4.2θ). Άλλα εξαρτήματα των χαλυβδοσωλήνων είναι οι γωνίες (σχ. 4.2ι), οι καμπύλες (σχ. 4.2ια) και οι διακλαδωτήρες Τ (σχ. 4.2ιβ). Σημειώνεται ότι σ' αυτούς τους διακλαδωτήρες δεν γίνεται διακλάδωση των αγωγών.

4.3 Επιλογή μεγέθους σωλήνων.

Το μέγεθος των σωλήνων των ΕΗΕ χαρακτηρίζεται από την εσωτερική διάμετρό τους. Η επιλογή της διαμέτρου του σωλήνα γίνεται ανάλογα με το πλήθος και τη διατομή των μονωμένων αγωγών που τοποθετούνται σ' αυτούς. Στον πίνακα 4.3.1 δίδονται τα μεγέθη των σωλήνων που απαιτούνται για τοποθέτηση μονωμένων αγωγών με μόνωση PVC (δηλ. αγωγών τύπου H07V-U ή H07V-R_x). Επειδή η τοποθέτηση (πέρασμα) των αγωγών μέσα στους σωλήνες έχει αποδειχθεί στην πράξη ότι είναι

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3.1						
Διάμετρος (mm) σωλήνων ανάλογα με το πλήθος και τη διατομή των αγωγών						
	Ορατή εγκατάσταση			Χωνευτή εγκατάσταση		
s \ n	2	3	4	2	3	4
1,5	11	13,5	13,5	13,5	16	16
2,5	13,5	13,5	16	16	16	16
4	13,5	16	16	16	23	23
6	16	16	23	16	23	23
10	23	23	29	23	23	29
16	23	29	29	23	29	29

$(5 \div 7) \times 1,5 : d = 16 \text{ mm}$

{ σε ορατή ή χωνευτή ηλεκτρική εγκατάσταση

$(8 \div 12) \times 1,5 : d = 23 \text{ mm}$

Όταν πρόκειται για χαλυβδοσωλήνες, αντί $d = 23 \text{ mm}$ επιτρέπεται $d = 21 \text{ mm}$

p: πλήθος αγωγών
s: διατομή αγωγών (mm^2)

ευκολότερη στους ορατούς σωλήνες απ' ό,τι στους χωνευτούς, ο πίνακας ορίζει μεγαλύτερης διαμέτρου σωλήνες, όταν αυτοί είναι χωνευτοί.

4.4 Κουτιά διακλαδώσεως σωλήνων και καλωδίων.

Οι συνδέσεις και διακλαδώσεις των αγωγών των ΕΗΕ γίνονται μόνο μέσα στα κουτιά διακλαδώσεως. Δεν επιτρέπεται δηλαδή η σύνδεση των αγωγών μέσα στους σωλήνες. Η μόνη σύνδεση που γίνεται έξω από τα κουτιά είναι εκείνη των αγωγών των σταθερών γραμμών της εγκαταστάσεως προς τα εύκαμπτα καλώδια που τροφοδοτούν λάμπες, πολύφωτα κλπ. Σε κουτιά διακλαδώσεως επίσης τοποθετούνται οι διακόπτες και οι ρευματοδότες (πρίζες) σε χωνευτές εγκαταστάσεις.

Σε κάθε είδος σωλήνα αντίστοιχεί και ένα είδος κουτιού, χωρίς όμως να είναι επιβεβλημένη σ' όλες τις περιπτώσεις η χρησιμοποίηση του κάθε κουτιού μόνο με τους αντίστοιχους σωλήνες.

Συγκεκριμένα, τα κουτιά Μπέργκμαν (σχ. 4.4α) αποτελούνται, όπως άλλωστε και οι σωλήνες, από λεπτό χαλύβδινο επιμολυβδωμένο έλασμα, με επένδυση στο εσωτερικό τους από χαρτί εμποτισμένο με μονωτική ουσία. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν με σωλήνες Μπέργκμαν, αλλά και με πλαστικούς και με καλώδια (π.χ. τύπου A05VV-U). Χρησιμοποιούνται και για την τοποθέτηση διακοπτών και ρευματοδοτών, σε



Σχ. 4.4α.

Κουτί διακλαδώσεως Μπέργκμαν (χάρτινο).



Σχ. 4.4β.

Απλά πλαστικά κουτιά (αριστερά κουτί διακλαδώσεως, δεξιά κουτί για διακόπτες).

χωνευτή εγκατάσταση (πλεονεκτούν, γιατί σ' αυτά ο διακόπτης ή ο ρευματολήπτης στηρίζεται καλύτερα απ' ό,τι στα πλαστικά κουτιά).

Τα απλά πλαστικά κουτιά (σχ. 4.4β) χρησιμοποιούνται με πλαστικούς σωλήνες καθώς και με καλώδια (όπως τύπου A05VV-U, NYIFY) σε χωνευτές εγκαταστάσεις.

Τα χαλύβδινα κουτιά (σχ. 4.4γ) χρησιμοποιούνται με χαλυβδοσωλήνες. Οι σωλήνες βιδώνονται σ' αυτά τα κουτιά.

Τα στεγανά πλαστικά κουτιά (σχ. 4.4δ) είναι κατάλληλα για καλώδια τύπου A05VV-U σε ορατή εγκατάσταση. Τα καλώδια στεγανοποιούνται, στην είσοδό τους στο κουτί, με στυπιοθλίπτες. (Στυπιοθλίπτης είναι ένα



Σχ. 4.4γ.

Χαλύβδινο κουτί διακλαδώσεως.



Σχ. 4.4δ.

Στεγανό κουτί διακλαδώσεως.

εξάρτημα που εξασφαλίζει τη στεγανότητα ενός οιουδήποτε κουτιού, στο σημείο εισόδου ενός καλωδίου. Ένας στυπιοθλίππης, μεταλλικός ή πλαστικός, μπορεί να είναι ιδιαίτερο εξάρτημα, όπως στο σχήμα 4.4ε, ή μπορεί να είναι ενσωματωμένος, όπως στα στεγανά πλαστικά κουτιά διακλαδώσεως).

Συνηθέστερα τα κουτιά είναι στρογγυλά, αλλά υπάρχουν και τετράγωνα ή ορθογώνια (σχ. 4.4στ) που εξυπηρετούν, όταν είναι πολλοί οι σωλήνες που καταλήγουν σ' αυτά.



Σχ. 4.4ε.
Στυπιοθλίπτες.



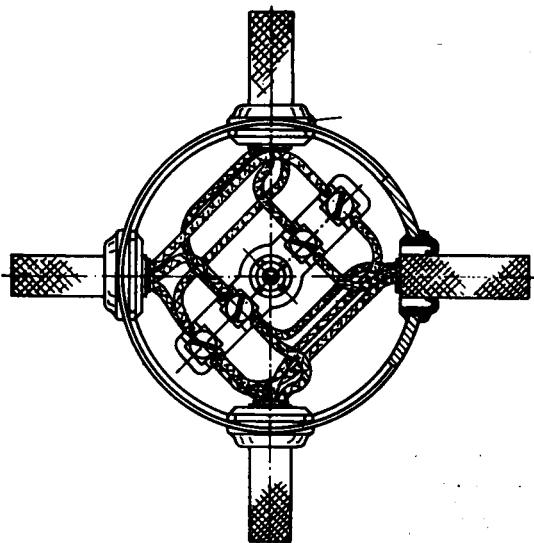
Σχ. 4.4στ.
Τετράγωνο κουτί διακλαδώσεως.

Τα κουτιά τύπου Μπέργκμαν και τα απλά πλαστικά δεν έχουν ανοιγμένες τις τρύπες για τους σωλήνες. Αυτές ανοίγονται κατά την τοποθέτησή τους. Αντίθετα τα χαλύβδινα και τα στεγανά πλαστικά έχουν τρεις ή τέσσερις τρύπες, και λέγονται αντίστοιχα "ταυ" ή "σταυρός".

Τα καπάκια των κουτιών, ανάλογα με τον τύπο τους, μπορεί να είναι πρεσαριστά (τοποθετούνται με απλή πίεση) ή να στερεώνονται με μια ή περισσότερες βίδες ή να βιδώνουν τα ίδια επάνω στο κουτί.

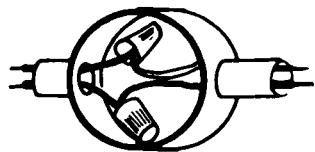
4.5 Εξαρτήματα συνδέσεως αγωγών και εξαρτήματα συνδέσεως γειώσεων.

Η σύνδεση αγωγών και η διακλαδωσή τους γίνεται μόνο μέσα στα κουτιά. Παλαιότερα γινόταν αποκλειστική χρήση των λεγομένων διακλα-



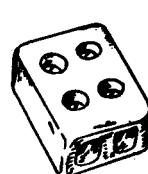
Σχ. 4.5α.

Διακλαδωτήρας μέσα σε κουτί διακλαδώσεως.



Σχ. 4.5β.

Καπς μέσα σε κουτί διακλαδώσεων.



Σχ. 4.5γ.

Κλέμενς.

δωτήρων (σχ. 4.5α), στους οποίους οι μεταλλικοί συνδετήρες (3 ή 4) ήταν στερεωμένοι σε ένα στήριγμα από πορσελάνη ή βακελίτη. Στα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούνται τα "καπς" (σχ. 4.5β) και τα κλέμενς (σχ. 4.5γ). Τα τελευταία χρησιμοποιούνται και για τη σύνδεση των ευκάμπτων καλωδίων που τροφοδοτούν λάμπες, πολύφωτα κλπ.

Πρέπει να έχομε υπόψη ότι οι συνδέσεις αποτελούν ένα από τα σημεία της εγκαταστάσεως που χρειάζονται ιδιαίτερη προσοχή, γιατί, αν η επαφή δεν είναι καλή, η σύνδεση παρουσιάζει τοπικά αυξημένη αντίσταση και τότε, με τη διέλευση του ρεύματος, υπερθερμαίνεται. Είναι φανερό ότι σε καμιά περίπτωση δεν πρέπει να αφαιρούνται μερικοί κλώνοι από τους πολύκλωνους αγωγούς, για να χωρέσουν οι αγωγοί πιο εύκολα στους συνδετήρες. Γι' αυτό πρέπει να διαλέγομε το κατάλληλο μέγεθος συνδετήρων, ανάλογα με τον αριθμό και τη διατομή των αγωγών που πρόκειται να συνδεθούν.

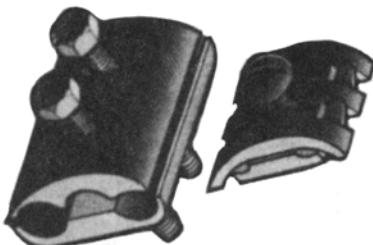
Για τη σύνδεση των αγωγών, κυρίως των πολυκλώνων, σε μια συσκευή καταναλώσεως (π.χ. σ' ένα κινητήρα) ή σ' ένα εξάρτημα (π.χ. σ' ένα διακόπτη) χρησιμοποιούμε πολλές φορές ακροδέκτες (κως, σχ. 4.5δ) που προσαρμόζονται στον αγωγό με πρεσάρισμα ή με σύσφιγξη με βίδες ή με κόλλημα.

Για τη σύνδεση γυμνών αγωγών, που κυρίως χρησιμοποιούνται στις συνδέσεις των γειώσεων, χρησιμοποιούνται και οι σφιγκτήρες (καβου-



Σχ. 4.5δ.

Ακροδέκτες (κος).



Σχ. 4.5ε.

Σφιγκτήρες.



Σχ. 4.5στ.

Κολάρο γειώσεως.

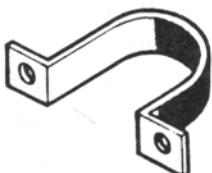
ράκια) του σχήματος 4.5ε. Τέλος για τη σύνδεση των αγωγών προς τους σωλήνες που χρησιμοποιούνται ως ηλεκτρόδια γειώσεως ή προς τους σωλήνες υδρεύσεως, χρησιμοποιούνται τα περιλαίμια (κολάρα) γειώσεως (σχ. 4.5στ.).

4.6 Εξαρτήματα στερεώσεως σωλήνων και καλωδίων.

Για τους ορατούς σωλήνες και τα ορατά καλώδια χρησιμοποιούμε τα περιλαίμια ή κολάρα (σχ. 4.6α). Για τους χαλυβδοσωλήνες χρησιμοποιούμε και τα στηρίγματα αποστάσεως (σχ. 4.6β).

Για τη στήριξη καλωδίων τύπου A05VV-U ή A05VV-R υπάρχουν διάφορα είδη στηριγμάτων. Τα συνηθέστερα είναι τα λεγόμενα "ρόκα" (σχ.4.6γ) και τα στηρίγματα αποστάσεως (σχ. 4.6δ).

Δεν αναφέρομε εδώ τα υλικά γενικής χρήσεως, δηλαδή εκείνα που χρησιμοποιούνται και σε άλλες εργασίες εκτός από την κατασκευή των ΕΗΕ, όπως ξυλόβιδες, βύσματα (ούπατ), ατσαλόκαρφα κλπ.



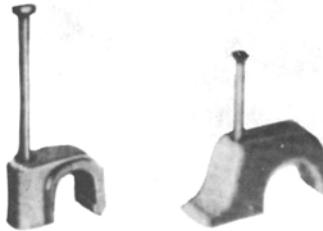
Σχ. 4.6α.

Κολάρο στηρίξεως για σωλήνα.

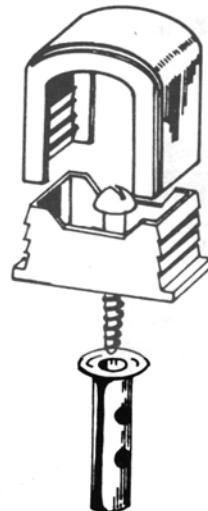


Σχ. 4.6β.

Στήριγμα αποστάσεως για σωλήνες.



Σχ. 4.6γ.
Στήριγμα πλαστικού καλωδίου.

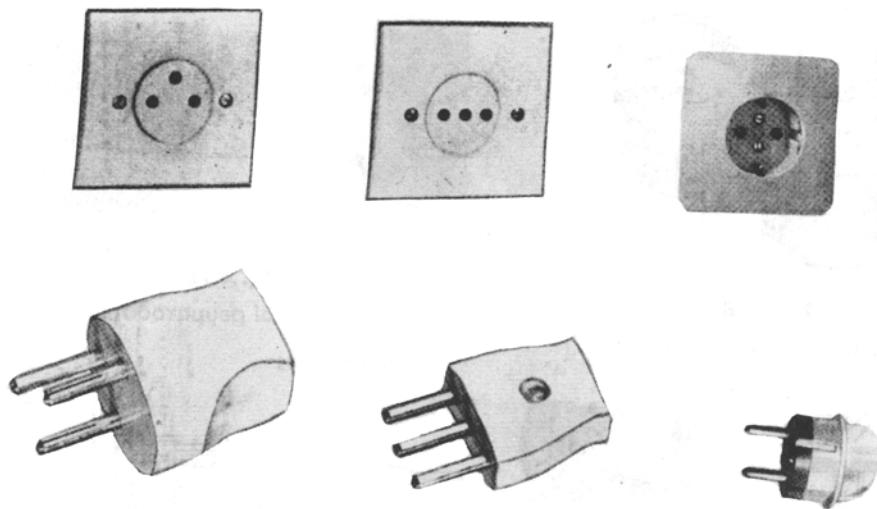


Σχ. 4.6δ.
Στήριγμα αποστάσεως για καλώδια.

4.7 Ρευματοδότες και ρευματολήπτες.

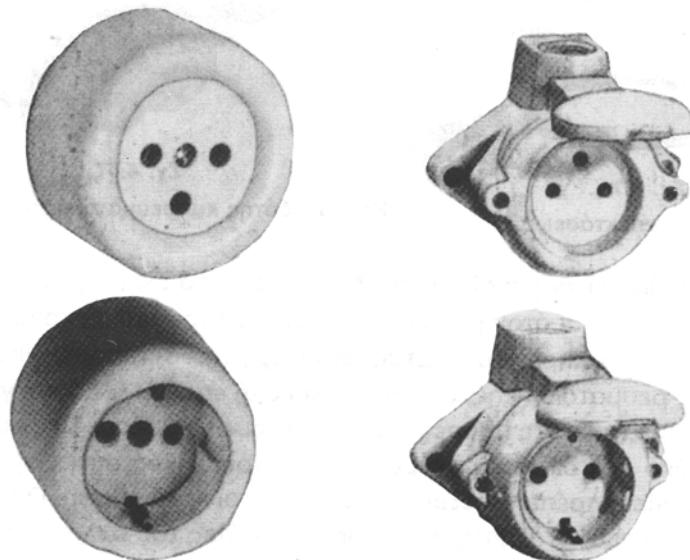
Οι ρευματοδότες (πρίζες) πρέπει να είναι πάντοτε τριπολικοί, δηλ. πρέπει να έχουν μια υποδοχή για τον αγωγό φάσεως, μια για τον ουδέτερο και μια για τον αγωγό προστασίας. Παλαιότερα, σε ορισμένες περιπτώσεις επιτρεπόταν η χρησιμοποίηση διπολικών ρευματοδοτών, δηλαδή χωρίς επαφή για τον αγωγό προστασίας, αλλά ο ΚΕΗΕ που ισχύει τώρα επιβάλλει οι ρευματοδότες να έχουν πάντοτε και επαφή του αγωγού προστασίας. Υπάρχουν ρευματοδότες χωνευτοί διαφόρων σχημάτων, προοριζόμενοι για χωνευτές εγκαταστάσεις, εξωτερικοί για ορατές εγκαταστάσεις και στεγανοί για υγρούς χώρους (σχ. 4.7α και 4.7β). Αντίστοιχο σχήμα προς εκείνο του ρευματοδότη πρέπει να έχει και ο ρευματολήπτης. Σε τριπολικό ρευματοδότη μπορούμε να βάλομε τριπολικό ρευματολήπτη (με τρεις περόνες) είτε διπολικό ρευματολήπτη (σχ. 4.7γ). Αυτό το κάνομε όταν η φορητή συσκευή που τροφοδοτείται δεν έχει εκτεθειμένα αγώγιμα μέρη που θα έπρεπε να γειωθούν.

Στους ρευματοδότες και ρευματολήπτες τύπου σούκο (Schuko, από τις γερμανικές λέξεις Schutz Kontakt, που σημαίνουν "επαφή προστασίας"), η σύνδεση του αγωγού προστασίας γίνεται μέσω ελασμάτων που υπάρχουν στις δύο πλευρές. Δεν πρέπει να βάζομε ένα ρευματολήπτη τύπου σούκο σε απλό τριπολικό ρευματοδότη, πρώτα επειδή δεν συνδέεται ο αγωγός προστασίας, και έπειτα επειδή οι περόνες του ρευμα-



Σχ. 4.7α.

Ρευματοδότες χωνευτοί και ρευματολήπτες.



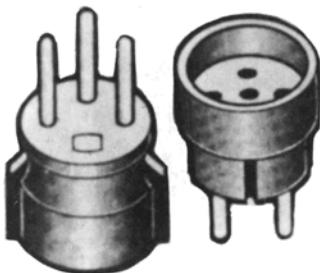
Σχ. 4.7β.

Ρευματοδότες εξωτερικοί και στεγανοί.



Σχ. 4.7γ.

Διπολικός ρευματολήπτης.



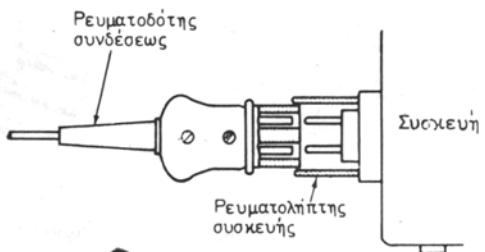
Σχ. 4.7δ.
Προσαρμοστήρες (Adaptors).



Σχ. 4.7ε.
Πολλαπλοί ρευματοδότες.



Σχ. 4.7στ.
Πολλαπλοί ρευματολήπτες.



Σχ. 4.7η.
Καλώδιο επεκτάσεως.



Σχ. 4.7ζ.
Ρευματοδότης και ρευματολήπτης συσκευής.

τολήπη σούκο είναι μεγαλύτερης διαμέτρου από εκείνες των τριπολικών ρευματοληπτών, και όταν μπουν στις υποδοχές του απλού τριπολικού ρευματοδότη, τις χαλαρώνουν. Έτσι, όταν αργότερα τοποθετηθεί ο απλός τριπολικός ρευματολήπτης, δεν θα κάνει καλή επαφή. Άλλα και για το αντίθετο πρέπει να είμαστε προσεκτικοί: αν θέλομε να βάλομε σε ρευματοδότη τύπου σούκο ένα διπολικό ρευματολήπτη (τριπολικός ούτως ή άλλως δεν μπορεί να μπει), πρέπει να εξετάσουμε αν γίνεται καλή επαφή. Για να βάλομε τον ένα τύπο ρευματολήπτη στους ρευματοδότες του άλλου τύπου, χρησιμοποιούμε τους προσαρμοστήρες (Adaptors) που είναι δύο τύπων: από τριπολικό σε σούκο και από σούκο σε τριπολικό (σχ. 4.7δ).

Για την περίπτωση που είναι επιθυμητό να χρησιμοποιούνται περισσότεροι ρευματολήπτες σε μια θέση, είναι δυνατόν να τοποθετηθεί πολλαπλός ρευματοδότης (πολλαπλή πρίζα), όπως αυτοί του σχήματος 4.7ε. Επίσης για τον ίδιο σκοπό, αν υπάρχει μόνο ένας απλός ρευματοδότης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί πολλαπλός ρευματολήπτης (πολλαπλό φις) όπως του σχήματος 4.7στ.

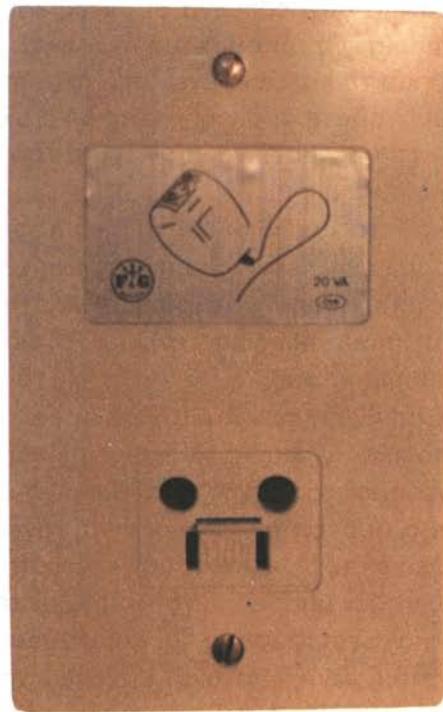
Στις συσκευές καταναλώσεως το εύκαμπτο καλώδιο τροφοδοτήσεώς τους άλλοτε είναι μόνιμα συνδεδεμένο σ' αυτές και άλλοτε είναι αφαιρετό. Στη δεύτερη περίπτωση η συσκευή έχει ενσωματωμένο ένα ρευματολήπτη (σχ. 4.7ζ) και το καλώδιο έχει, στο άκρο που συνδέεται προς τη συσκευή, ένα ρευματοδότη συσκευής (επειδή αυτός ο ρευματοδότης είναι φορητός, έχει επικρατήσει να μη λέγεται πρίζα, όπως θα ήταν σωστότερο, αλλά φις συσκευής).

Επίσης, αν το εύκαμπτο καλώδιο μιας συσκευής είναι κοντό, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ένα καλώδιο επεκτάσεως (σχ. 4.7η). Αυτό που στο ένα άκρο του έχει ένα κανονικό ρευματολήπτη και στο άλλο ένα φορητό ρευματοδότη (που, όπως και στην προηγούμενη περίπτωση δε λέγεται πρίζα, αλλά θηλυκό φις).

Όταν κάνομε τη σύνδεση των καλωδίων προς τους ρευματοδότες και προς τους τριπολικούς ρευματολήπτες πρέπει να προσέχουμε να συνδέομε τον αγωγό προστασίας στην αντίστοιχη επαφή. Αντίθετα, ο αγωγός φάσεως και ο ουδέτερος μπορούν να συνδεθούν σε οποιαδήποτε από τις δύο άλλες επαφές. Αυτό σημαίνει ότι στα εύκαμπτα καλώδια των φορητών συσκευών δεν μπορούμε να γνωρίζουμε από τα χρώματα των αγωγών ποιος είναι ο αγωγός φάσεως και ποιος ο ουδέτερος.

Για την τροφοδότηση των ξυριστικών μηχανών χρησιμοποιούνται ειδικοί ρευματοδότες (σχ. 4.7θ). Αυτοί που έχουν ενσωματωμένο και ένα μετασχηματιστή, που προσφέρει μεγαλύτερη προστασία σ' αυτόν που χρησιμοποιεί την ξυριστική μηχανή. Περισσότερα, σχετικά με το θέμα της προστασίας, θα αναφέρουμε στο Κεφ. 7, όπου θα εξηγήσουμε τους τρόπους προστασίας από επικίνδυνες τάσεις επαφής. Από ένα ρευματοδότη ξυριστικής μηχανής δεν μπορούμε να τροφοδοτήσουμε μια συσκευή καταναλώσεως μεγαλύτερης ισχύος, γιατί θα καεί ο μετασχηματιστής, που είναι μικρής ισχύος, συνήθως 20 ΥΑ.

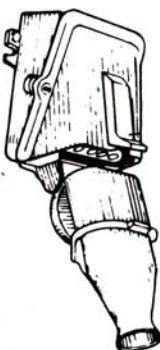
Το ονομαστικό ρεύμα των απλών τριπολικών ρευματοληπτών είναι 6 Α ή 10 Α, ενώ των τύπου σούκο είναι 16 Α. Αυτό είναι το ρεύμα που μπορεί να περνά συνεχώς από το ρευματοδότη προς το ρευματολήπτη, χωρίς η θερμοκρασία κανενός μέρους να φθάσει σε σημείο που να προκαλέσει κάποια βλάβη. Πρέπει όμως να έχουμε υπόψη ότι ο συνδυασμός ρευματοδότη - ρευματολήπτη δεν προορίζεται για να διακόπτει αξιόλογα ρεύματα. Δηλαδή, αν πρόκειται για πολύ μικρό ρεύμα, μπορούμε να το διακόψουμε βγάζοντας τον ρευματολήπτη από τον ρευματοδότη. Όταν όμως πρόκειται για μια συσκευή που απορροφά σημαντικό ρεύμα (π.χ. μεγαλύτερο από μερικά Α), πρέπει να αποφεύγουμε να διακόπτουμε τη λειτουργία της κατ'αυτό τον τρόπο, επειδή τη



Σχ. 4.7θ.
Ρευματοδότης ξυριστικής μηχανής.

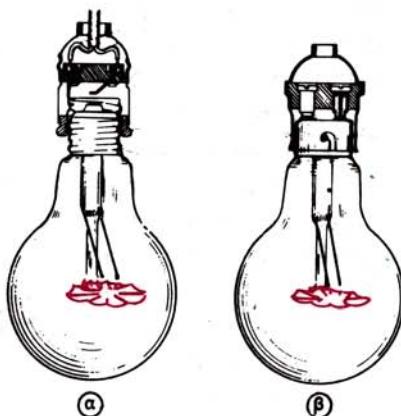
στιγμή που γίνεται η διακοπή του ρεύματος δημιουργείται ένα ηλεκτρικό τόξο ανάμεσα στις δύο αποχωριζόμενες επαφές, δηλαδή ανάμεσα στις περόνες του ρευματολήπτη και τις υποδοχές του ρευματοδότη. Αυτό προκαλεί τοπικά, ακριβώς στο σημείο του τόξου, μεγάλη θέρμανση και τότε το μέταλλο μπορεί να φθάσει στο σημείο τήξεώς του και να δημιουργηθούν μικρά "εγκαύματα", κυρίως στην υποδοχή του ρευματοδότη, που είναι κατασκευασμένη από μαλακότερο μέταλλο. Όταν δημιουργηθούν τέτοια εγκαύματα, η επιφάνεια γίνεται τραχιά και δεν κάνει πια καλή επαφή με την περόνη του ρευματολήπτη· τότε προκαλούνται υπερθερμάνσεις, ακόμα και όταν περνάει ρεύμα μικρότερο από το ονομαστικό. Αυτή είναι μια συνηθισμένη αιτία που παθαίνουν βλάβες ("καίγονται") οι ρευματοδότες.

Στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις χρησιμοποιούνται ρευματοδότες ισχυρότερης κατασκευής (σχ. 4.7ι), που είναι τριφασικοί. Συνήθως έχουν μια διάταξη μανδαλώσεως, ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος να τρα-



Σχ. 4.7ι.

Βιομηχανικός ρευματοδότης και ρευματολήπτης.



Σχ. 4.8α.

Λάμπες με κάλυκα βιδωτό και μπαγιονέτ.

Βηχθεί κατά λάθος ο ρευματολήπτης, όταν η τροφοδοτούμενη συσκευή βρίσκεται σε λειτουργία, πράγμα που θα μπορούσε να προκαλέσει βλάβη, λόγω της διακοπής σημαντικού ρεύματος. Συχνά οι βιομηχανικοί ρευματοδότες συνδυάζονται με διακόπτες, ώστε να είναι εύκολο να διακόπτεται η τροφοδότηση πριν από την αφαίρεση του ρευματολήπτη.

4.8 Λυχνιολαβές.

Λυχνιολαβές (ή ντουί) είναι τα εξαρτήματα που επιτρέπουν τη σύνδεση μιας λάμπας. Οι συνηθισμένες λάμπες (που λέγονται και λαμπτήρες πυρακτώσεως, επειδή έχουν ένα νήμα από μέταλλο βολφράμιο, το οποίο θερμαίνεται από το ηλεκτρικό ρεύμα και πυρακτώνεται τόσο που ακτινοβολεί), έχουν μεταλλική βάση (κάλυκα) μπαγιονέτ ή βιδωτή (σχ. 4.8α). Οι λάμπες μπαγιονέτ γράφονται B22 (B από τη γαλλική λέξη



Σχ. 4.8β.

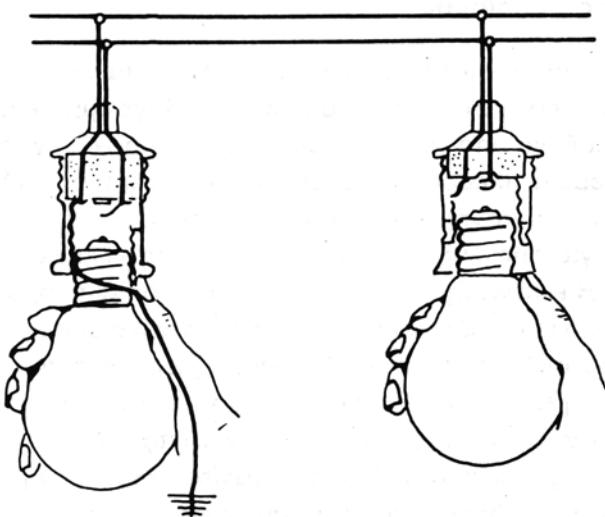
Λυχνιολαβή μπαγιονέτ.

Σχ. 4.8γ.

Λυχνιολαβή βιδωτή.

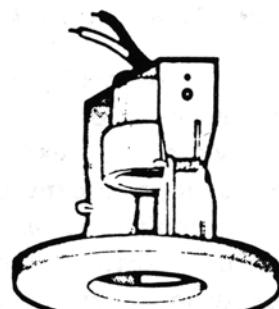
baionnette που σημαίνει ξιφολόγχη, επειδή ο τρόπος στερεώσεώς τους είναι ο ίδιος με τον τρόπο που η ξιφολόγχη στερεώνεται στο όπλο, και 22 επειδή η διάμετρος του κάλυκα είναι 22 mm). Οι βιδωτές γράφονται και E27 (Ε από το αρχικό γράμμα του επωνύμου του Thomas Edison 1847 - 1931, που ήταν ο εφευρέτης της ηλεκτρικής λάμπας, και η λάμπα την οποία είχε κατασκευάσει είχε βιδωτό κάλυκα, και 27 επειδή η διάμετρος του κάλυκα είναι 27 mm). Υπάρχουν και μικρότερες βιδωτές (μινιόν), οι E14. Αντίστοιχες είναι οι λυχνιολαβές: μπαγιονέτ (σχ. 4.8β) και οι βιδωτές (σχ. 4.8γ), που μπορεί να είναι είτε από βακελίτη είτε ορειχάλκινες. Οι τελευταίες αντέχουν καλύτερα στις υψηλές θερμοκρασίες. Οι λάμπες μπαγιονέτ έχουν το πλεονέκτημα ότι ο κάλυκας δεν έχει ποτέ τάση. Στις βιδωτές λυχνιολαβές πρέπει, όταν είναι δυνατόν, ο αγωγός φάσεως να συνδέεται στο έλασμα που είναι στο βάθος και ο ουδέτερος στο περιφερειακό, ώστε ο κάλυκας να μην αποκτά τάση. Αυτό μπορεί να γίνει στις λυχνιολαβές που είναι μόνιμα συνδεδεμένες στην εγκατάσταση. Δεν είναι όμως δυνατόν να εξασφαλισθεί στις λυχνιολαβές των φορητών φωτιστικών σωμάτων, επειδή παρεμβάλεται η σύνδεση μέσω ρευματοδότη (πρίζας) και ρευματολήπτη (φις). Έτσι δεν είναι γνωστό, ποιος αγωγός του εύκαμπτου καλωδίου συνδέεται στον αγωγό φάσεως της εγκαταστάσεως και ποιος στον ουδέτερο. Ένα μονωτικό δακτυλίδι καλύπτει τον κάλυκα, και πρέπει να είναι αρκετά μεγάλο, ώστε να αποφεύγεται ο κίνδυνος επαφής προς τον κάλυκα όχι μόνο όταν η λάμπα είναι τελείως βιδωμένη αλλά και στη διάρκεια του βιδώματος (σχ. 4.8δ).

Οι λυχνιολαβές μπορεί να είναι ενσωματωμένες σε σποτ χωνευτά (σχ. 4.8ε), που τοποθετούνται στο ταβάνι ή σε ψευδοροφή, ή σε χελώνες (σχ. 4.8στ) για υγρούς χώρους, σε αρματούρες λουτρού (σχ. 4.8ζ), σε φωτιστικά σώματα (σχ. 4.8η), σε φορητά επιτραπέζια φωτιστικά σώματα-πορτατίφ (σχ. 4.8θ), σε φορητά φωτιστικά εργαστηρίων (μπαλαντέζες) (σχ. 4.8ι) κλπ. Υπάρχουν ακόμα λυχνιολαβές που έχουν ενσωματωμένο ένα διακόπτη και χρησιμοποιούνται συνηθέστερα στους λυχνιοστάτες (λαμπαντέρ).

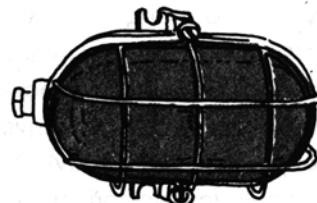


Σχ. 4.8δ.

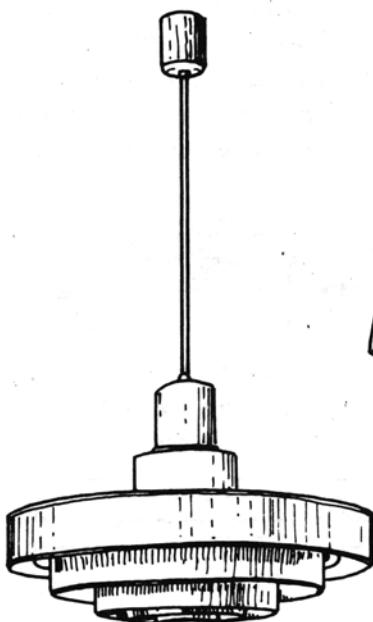
Κίνδυνος κατά την τοποθέτηση βιδωτής λάμπας.



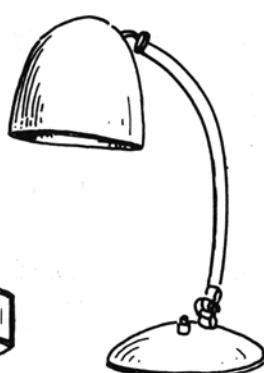
Σχ. 4.8ε.
Σπότ χωνευτό.



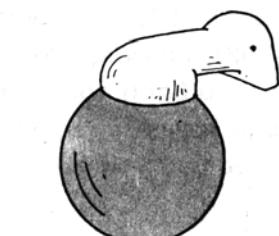
Σχ. 4.8στ.
Χελώνα.



Σχ. 4.8η.
Φωτιστικό σώμα.



Σχ. 4.8θ.
Επιτραπέζιο φωτιστικό
(πορτατίφ).



Σχ. 4.8ζ.
Αρματούρα λουτρού.



Σχ. 4.8ι.
Φορητό φωτιστικό
εργαστηρίων
(μπαλαντέζα).

4.9 Υλικά για τις λυχνίες φθορισμού.

Οι λυχνίες φθορισμού υπάγονται στη γενικότερη κατηγορία των λυχνών εκκενώσεως. Έχουν σωληνωτό σχήμα, συνήθως ευθύγραμμο και σπανιότερα κυκλικό. Σε καθένα από τα áκρα του σωλήνα υπάρχει ένας κάλυκας, που στην εξωτερική πλευρά του έχει δύο ακροδέκτες, από τους οποίους τροφοδοτείται ένα νήμα που βρίσκεται στην εσωτερική πλευρά. Κατά τη λειτουργία της λυχνίας γίνεται ηλεκτρική εκκένωση ανάμεσα στα δύο νήματα. Η εκκένωση αυτή προκαλεί υπεριώδη ακτινοβολία, που δεν είναι ορατή, αλλά μετατρέπεται σε ορατή από το επίχρισμα που υπάρχει στο εσωτερικό του σωλήνα. Έτσι, υπάρχουν λυχνίες φθορισμού που παράγουν περισσότερο ή λιγότερο λευκό φως, ή έγχρωμο φως, ανάλογα με το είδος του υλικού φθορισμού, με το οποίο είναι επιχρισμένο το εσωτερικό του σωλήνα. Δεν πρέπει να συγχέομε τις λυχνίες φθορισμού με τους σωλήνες εκκενώσεως που χρησιμοποιούνται συνήθως στις διαφημίσεις και λέγονται σωλήνες φωτεινών επιγραφών ή σωλήνες "Νέον" (από το αέριο που περιέχουν). Αυτές χρειάζονται, σ' όλη τη διάρκεια της λειτουργίας τους, τροφοδότηση με υψηλή τάση.

Τα υλικά που απαιτεί η λειτουργία ενός σωλήνα φθορισμού είναι δύο λυχνιολαβές, κατάλληλες για σωλήνα φθορισμού (σχ. 4.9α), ένα πηνίο (μπάλαστ), που λανθασμένα μερικοί το ονομάζουν μετασχηματιστή (σχ. 4.9β), και ένας εκκινητής (στάρτερ) (σχ. 4.9γ). Ο εκκινητής τοποθετείται σε μια βάση που είναι είτε χωριστή είτε ενσωματωμένη στη μια από τις δύο λυχνιολαβές. Οι λυχνιολαβές και ο εκκινητής μπορούν να τοποθετηθούν σε ειδική βάση (σχ. 4.9δ). Η συνδεσμολογία γίνεται όπως στο



Σχ. 4.9α.
Λυχνιολαβή σωλήνα φθορισμού.



Σχ. 4.9β.

Πηνίο (μπάλαστ) για λυχνία φθορισμού.

Βάση στηρίξεως ντουϊ

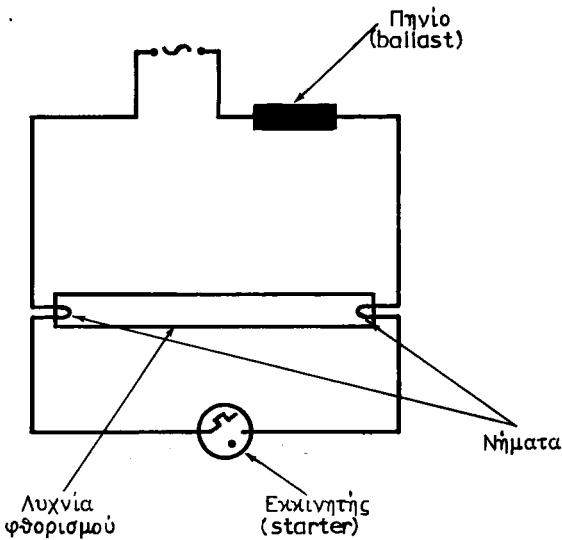


Σχ. 4.9δ.

Βάση για λυχνία φθορισμού.



Σχ. 4.9γ.
Εκκινητής (στάρτερ) για λυχνία φθορισμού.



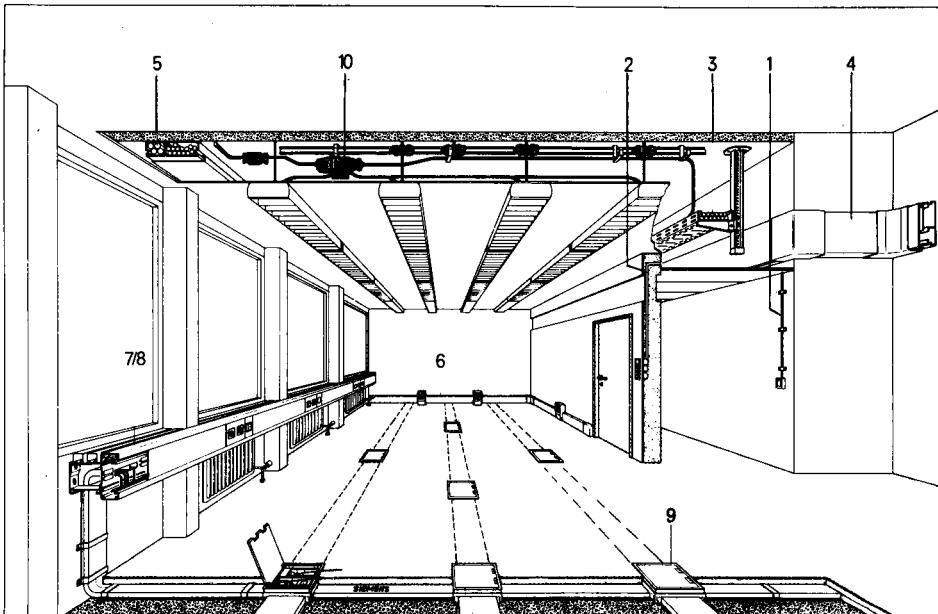
Σχ. 4.9ε.

Συνδεσμολογία λυχνίας φθορισμού.

σχήμα 4.9ε. Μόλις τροφοδοτήσομε τη λυχνία φθορισμού, ο εκκινητής επιτρέπει να περάσει ρεύμα και γι' αυτό θερμαίνονται τα δύο νήματα της λυχνίας. Στη συνέχεια όμως ο εκκινητής διακόπτει το ρεύμα και αυτό έχει ως συνέπεια να δημιουργηθεί από το πηγό μια υπέρταση (στιγμιαία αύξηση της τάσεως), που προκαλεί την έναρξη της εκκενώσεως μεταξύ των δύο νημάτων της λυχνίας. Η εκκένωση, έτσι και αρχίσει, διατηρείται όσο τροφοδοτείται η λυχνία. Σ' όλη τη διάρκεια της λειτουργίας δεν περνάει ρεύμα από τον εκκινητή. Όταν έχει χαλάσει η λάμπα, ο εκκινητής κάνει επανειλημμένες "απόπειρες" να την ανάψει. Αντίθετα, όταν έχει χαλάσει ο εκκινητής, δεν δημιουργεί διακοπή του ρεύματος. Τότε η λάμπα δεν ανάβει, αλλά τα νήματά της διαρρέονται από ρεύμα και υπερθερμαίνονται.

4.10 Υλικά εγκαταστάσεως καλωδίων.

Εκτός από την κλασική μέθοδο της τοποθετήσεως των καλωδίων σε σωλήνες, έχουν αναπτυχθεί, ιδίως στα τελευταία χρόνια, και διάφοροι άλλοι τρόποι. Αυτό οφείλεται από τη μια πλευρά στην εξέλιξη της κατασκευής των αντιστοίχων υλικών και από την άλλη στην επιδίωξη να είναι πιο εύκολες, άρα και πιο οικονομικές, τόσο η αρχική εγκατάσταση, όσο και οι μεταγενέστερες τροποποιήσεις και συμπληρώσεις.



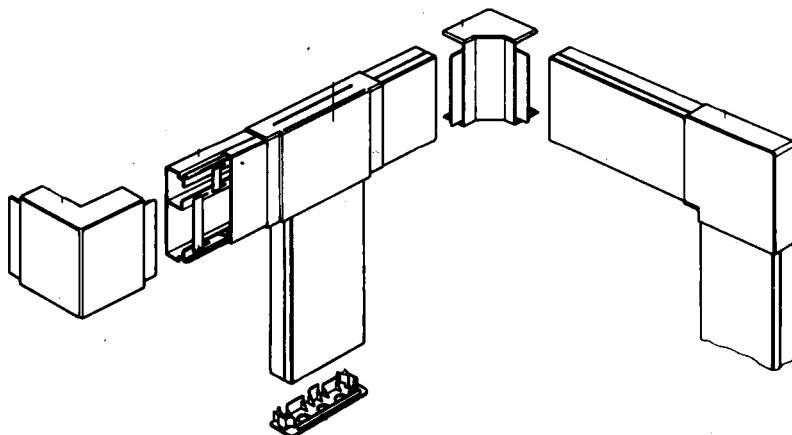
Σχ. 4.10α.

Τρόποι εγκαταστάσεως καλωδίων.

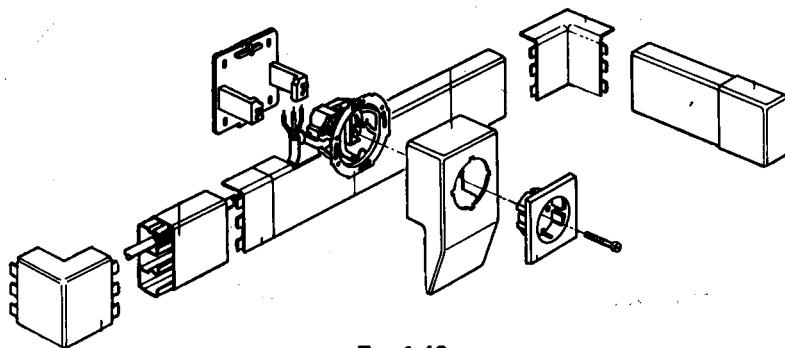
- | | |
|-------------------------|---|
| 1. Ορατή εγκατάσταση. | 6. Κανάλι - "σουβατεπί". |
| 2. Χωνευτή εγκατάσταση. | 7. Κανάλι - κατώφλι παραθύρου (περβάζι). |
| 3. Δίσκος καλωδίων. | 8. Κανάλι - διάζωμα. |
| 4. Επιτοίχιο κανάλι. | 9. Υποδαπέδιο κανάλι. |
| 5. Κανάλι οροφής. | 10. Καλώδια και εξαρτήματα μέσα στην ψευδοροφή. |

Ήδη από πολλά χρόνια ήταν συνηθισμένη σε βιομηχανικούς χώρους η τοποθέτηση καλωδίων σε επιμήκεις μεταλλικούς "δίσκους". Αυτοί είναι μεταλλικά ελάσματα, διαμορφωμένα σε σχήμα ανάποδου Π και διάτρητα, για να διευκολύνεται ο αερισμός των καλωδίων (απαγωγή θερμότητας). Επάνω στους δίσκους τοποθετούνται τα καλώδια χωρίς στερέωση, εκτός βέβαια αν πρόκειται για τα κατακόρυφα τμήματα.

Με την εξέλιξη της κατασκευής των μεγάλων κτηρίων που χρησιμοποιούνται για γραφεία, νοσοκομεία, ξενοδοχεία κλπ., η ίδια μέθοδος εφαρμόσθηκε για να τοποθετούνται τα καλώδια στις ψευδοροφές. Επίσης έχουν παραχθεί και διάφορα είδη "οχετών" (κανάλια), για την τοποθέτηση στους τοίχους, στα ταβάνια ή και μέσα στα δάπεδα. Στο σχήμα 4.10α φαίνονται οι διάφοροι τρόποι εγκαταστάσεως καλωδίων, από τις απλές ορατές ή χωνευτές γραμμές ως την τοποθέτηση σε δίσκους ή σε κανάλια. Τα επίτοιχα κανάλια (σχ. 4.10β) είναι κατασκευασμένα από

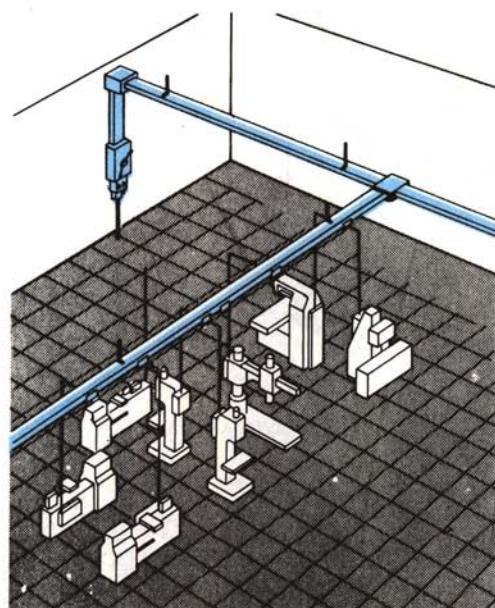


Σχ. 4.10β.
Επιτοίχια κανάλια.



Σχ. 4.10γ.
Επιτοίχια κανάλια με ρευματοδότες.

σκληρό πλαστικό ή, αν πρέπει να έχουν μεγαλύτερη μηχανική αντοχή, μπορεί να είναι μεταλλικά. Τοποθετούνται είτε σε υπάρχοντα κτήρια για την προσθήκη νέων γραμμών είτε σε νέα, για να υπάρχει ευελιξία για μελλοντικές τροποιήσεις και συμπληρώσεις. Υπάρχει η δυνατότητα να ενσωματώνονται σ' αυτά διακόπτες και ρευματοδότες (σχ. 4.10γ). Από τα επιτοίχια και τα ενδοδαπέδια κανάλια μπορούν να περνούν και άλλα καλώδια, όπως τηλεφωνικά ή συνδέσεως ηλεκτρονικών υπολογιστών κλπ. Για την περίπτωση αυτή τα κανάλια έχουν κατάλληλα χωρίσματα κατά μήκος, ώστε τα καλώδια κάθε κατηγορίας να είναι σε χωριστό διαμέρισμα. Είναι ευνόητο ότι, με τις σημερινές ανάγκες συχνών τροποποιήσεων και συμπληρώσεων για τη χρήση όλο και περισσοτέρων μηχανημάτων και την εφαρμογή συνεχώς νεοτέρων τεχνολογιών, η πρόβλεψη για μελλοντικές συμπληρώσεις έχει πρωταρχική σημασία.



Σχ. 4.10δ.
Οχετοί συνεχούς ρευματοληψίας.

Μια άλλη παρεμφερής τεχνική τροφοδοτήσεως συσκευών καταναλώσεως, που έχει εφαρμογή περισσότερο σε εργαστήρια και εργοστάσια, είναι οι οχετοί συνεχούς ρευματοληψίας (σχ. 4.10δ). Αποτελούνται από έναν οχετό που έχει ένα άνοιγμα μικρού πλάτους κατά μήκος της κάτω πλευράς του. Οι αγωγοί είναι άκαμπτες γυμνές ράβδοι (μπάρες), στερεωμένες σε μονωτικά στηρίγματα. Οι οχετοί τοποθετούνται στην οροφή ή στερεώνονται οριζόντιοι σε κάποιο ύψος. Με κατάλληλα εξαρτήματα που εισάγονται από το άνοιγμα του οχετού σε οιοδήποτε σημείο του, είναι δυνατή η τροφοδότηση ενός μηχανήματος ή ενός φωτιστικού σώματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

ΟΡΓΑΝΑ ΕΛΕΓΧΟΥ – ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ – ΠΙΝΑΚΕΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ

5.1 Ὀργανα ελέγχου.

Οι διακόπτες είναι τα όργανα που μας δίνουν τη δυνατότητα να τροφοδοτούμε ή να διακόπτουμε την τροφοδότηση μιας εγκαταστάσεως ή ενός τμήματός της, μεγάλου ή μικρού. Η επέμβαση που κάνομε γι' αυτό το σκοπό λέγεται χειρισμός του διακόπτη. Γι' αυτό λέμε ότι οι διακόπτες είναι όργανα χειρισμού. Επίσης τους λέμε, και μάλιστα συνηθέστερα, όργανα ελέγχου, επειδή η λέξη έλεγχος ενέχει και την έννοια "διεύθυνση", "εξουσία" (όπως στις εκφράσεις "έχω υπό τον έλεγχό μου", "χάνω τον έλεγχο"). Αφού λοιπόν οι διακόπτες μάς επιτρέπουν να τροφοδοτούμε ή να διακόπτουμε την τροφοδότηση ενός κυκλώματος σύμφωνα με την επιθυμία μας, δηλαδή να έχομε τον έλεγχό του, τους ονομάζομε όργανα ελέγχου.

Επαφές ενός διακόπτη είναι τα δύο μεταλλικά τμήματά του που, όταν είναι ενωμένα μεταξύ τους, επιτρέπουν τη διέλευση του ρεύματος, ενώ, όταν είναι χωρισμένα, την καθιστούν αδύνατη.

Κλειστός λέμε ότι είναι ένας διακόπτης όταν οι επαφές του είναι ενωμένες, γιατί έτσι το κύκλωμα το οποίο ελέγχει είναι κλειστό (μπορεί να περάσει ρεύμα). **Ανοικτός** είναι ο διακόπτης όταν οι επαφές του έχουν χωρισθεί και έχει ανοίξει το κύκλωμα (δεν μπορεί να περάσει ρεύμα). Χρησιμοποιούνται επίσης οι όροι ΕΝΤΟΣ και ΕΚΤΟΣ. Λέμε ότι ένας διακόπτης είναι ΕΝΤΟΣ, όταν είναι κλειστός, και λέμε ότι είναι ΕΚΤΟΣ, όταν είναι ανοικτός. Επίσης, για τους διακόπτες που έχουν μοχλό χειρισμού, χρησιμοποιούνται οι όροι "επάνω" και "κάτω", και για τις αντίστοιχες ενέργειες χρησιμοποιούνται τα ρήματα "ανεβάζω" (που σημαίνει κλείνω) και "κατεβάζω" (που σημαίνει ανοίγω)·το διακόπτη.

Πόλος ενός διακόπτη είναι ένα ζευγάρι επαφών που μπορούν να κλείνουν ή να ανοίγουν. Υπάρχουν διακόπτες μονοπολικοί, διπολικοί, τριπολικοί ή και τετραπολικοί. Στους διακόπτες που έχουν περισσότερους από έναν πόλο, οι επαφές όλων των πόλων ανοίγουν ή κλείνουν

Ανοικτός			
Κλειστός			
	Πόλος με δύο επαφές	Παλινδρομικός (με ευθύγραμμη κίνηση)	Περιστροφικός (με μύλο)
		Πόλος με τέσσερις επαφές	

Σχ. 5.1α.

Διευκρίνηση σχετικά με τις επαφές ενός διακόπτη.

συγχρόνως. Οι μονοπολικοί διακόπτες προορίζονται για μονοφασικά κυκλώματα και παρεμβάλλονται **πάντα στον αγωγό φάσεως.** Οι διπολικοί επίσης προορίζονται για μονοφασικά κυκλώματα και χρησιμοποιούνται σ' όσες περιπτώσεις επιβάλλεται από τον ΚΕΗΕ να διακόπτονται συγχρόνως και ο αγωγός φάσεως και ο ουδέτερος.

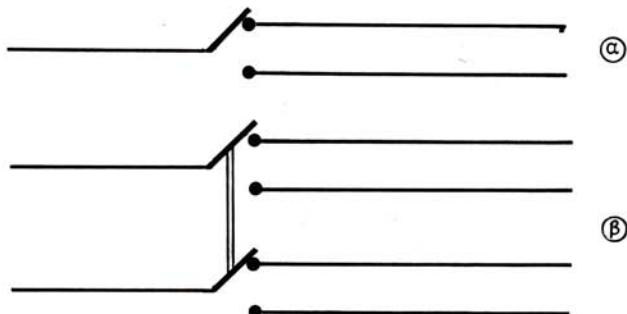
Τριπολικοί και τετραπολικοί διακόπτες χρησιμοποιούνται σε τριφασικά κυκλώματα, παρεμβαλλόμενοι στους τρεις αγωγούς φάσεως ή και στον ουδέτερο.

Εδώ χρειάζεται μια διευκρίνιση: για λόγους κατασκευαστικούς μπορεί ένας πόλος να αποτελείται από περισσότερες επαφές (σχ. 5.1α). Εκείνο που έχει σημασία είναι ότι από έναν πόλο διακόπτεται ένας μόνο αγωγός.

Διακόπτες διπλής ενέργειας λέμε εκείνους τους διακόπτες που έχουν σε κάθε πόλο τους τρεις επαφές: η μια, που λέγεται και μεσαία επαφή, μπορεί να κλείνει κύκλωμα είτε προς τη μια είτε προς την άλλη από τις υπόλοιπες δύο (σχ. 5.1β). Λέγονται και **μεταγωγικοί διακόπτες** ή **μεταγωγείς**. Χρησιμοποιούνται κυρίως όταν είναι επιθυμητό να μπορεί μια εγκατάσταση ή ένα τμήμα της να τροφοδοτείται είτε από μία πηγή είτε από μια άλλη (π.χ. μια εγκατάσταση που έχει τη δυνατότητα να τροφοδοτηθεί είτε από το δίκτυο της ΔΕΗ είτε από μια εφεδρική εγκατάσταση παραγωγής).

Ένα άλλο όργανο ελέγχου είναι οι **τηλεχειριζόμενοι διακόπτες**. Για το χειρισμό ενός τέτοιου διακόπτη χρησιμοποιούμε ένα βοηθητικό κύκλωμα, από το οποίο τροφοδοτούμε μια διάταξη του διακόπτη που προκαλεί το άνοιγμα και το κλείσιμό του. Έιτα, ο χειρισμός του διακό-

πτη μπορεί να γίνει από μακριά. Υπάρχουν διάφοροι τύποι τηλεχειριζόμενου διακόπτη. Ο πιο συνηθισμένος (σχ. 5.1γ) έχει έναν ηλεκτρομαγνήτη που, όταν τροφοδοτείται, κρατάει το διακόπτη κλειστό υπερνικώντας τη δύναμη ενός ελατηρίου. Όταν διακόπτομε την τροφοδότηση του ηλεκτρομαγνήτη ανοίγει ο διακόπτης. Έτσι, με ένα βοηθητικό διακόπτη που μπορεί να βρίσκεται μακριά, προκαλούμε το κλείσιμο ή το άνοιγμα του τηλεχειριζόμενου διακόπτη. Η αρχή λειτουργίας φαίνεται στο σχήμα 5.1δ. Ανάλογα με τη λειτουργία που επιτελούν, οι τηλεχειριζόμενοι διακόπτες έχουν διάφορα ονόματα: ηλεκτρονόμοι (ρελέ, relais), επαφείς (contactors) κλπ. Οι τηλεχειριζόμενοι διακόπτες χρησιμοποιούνται κυρίως σε εγκαταστάσεις αυτοματισμού.



Σχ. 5.1β.

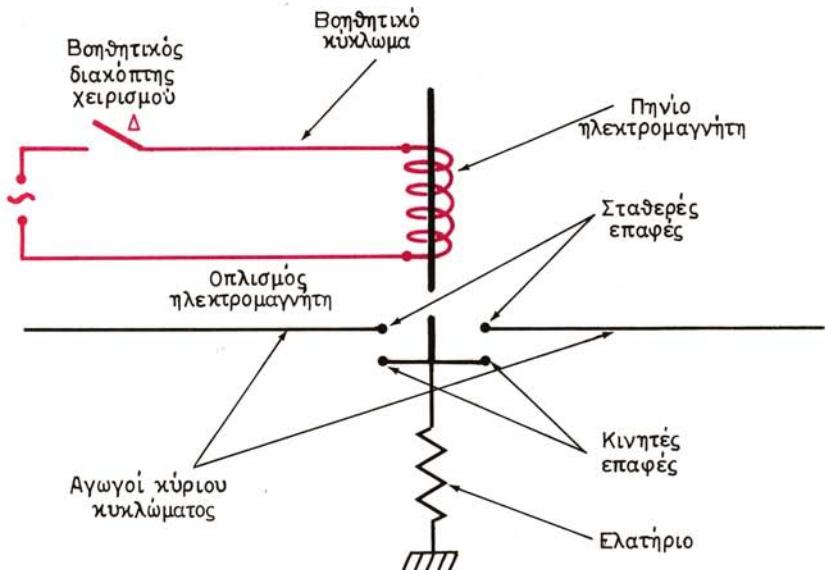
Διακόπτης διπλής ενέργειας.

α) Μονοπολικός. β) Διπολικός.



Σχ. 5.1γ.

Τηλεχειριζόμενος διακόπτης (επαφέας).



Σχ. 5.1δ.

Αρχή λειτουργίας τηλεχειριζόμενου διακόπτη: όταν κλείνομε το βοηθητικό διακόπτη Δ , κλείνει και ο κύριος διακόπτης.

5.2 Διακόπτες – Γενικά χαρακτηριστικά.

Χαρακτηριστικό μέγεθος ενός διακόπτη, εκτός από την ονομαστική του τάση, είναι το ονομαστικό του ρεύμα. Ονομαστικό ρεύμα είναι το μεγαλύτερο ρεύμα που μπορεί να περνά συνεχώς από τις επαφές του, όταν φυσικά αυτές είναι σε κλειστή θέση, χωρίς να προκαλεί καμιά υπερθέρμανση, αλλά το οποίο, επίσης, μπορεί να διακόπτεται, όταν οι επαφές ανοίγουν, χωρίς να δημιουργείται καμιά βλάβη σ' αυτές. Τη στιγμή του ανοίγματος ενός διακόπτη που διαρρέεται από ρεύμα δημιουργείται ένα ηλεκτρικό τόξο μεταξύ των επαφών του διακόπτη που αποχωρίζονται. Το ηλεκτρικό τόξο είναι ένας αγώγιμος δρόμος που δημιουργείται στον αέρα που παρεμβάλλεται μεταξύ των επαφών, μόλις αυτές αρχίσουν να ανοίγουν, και διατηρείται στο μικρό βέβαια χρονικό διάστημα που οι επαφές είναι ακόμα πολύ κοντά. Μόλις απομακρυνθούν οι επαφές, δηλαδή μόλις μεγαλώσει το διάκενο μεταξύ τους, το τόξο "σβήνει". Το φαινόμενο είναι τόσο πιο έντονο όσο το ρεύμα που διακόπτεται είναι μεγαλύτερο. Η διάρκεια του τόξου εξαρτάται από την τάση με την οποία λειτουργεί το κύκλωμα, από τα χαρακτηριστικά του κυκλώματος (αν είναι ωμικό, επαγωγικό ή χωρητικό – τα τόξα των επαγωγικών και των χωρητικών κυκλωμάτων σβήνουν πιο δύσκολα απ' ό,τι των ωμι-

κών) και από την ταχύτητα με την οποία αποχωρίζονται οι επαφές. Το τόξο προκαλεί την έκλυση θερμότητας που ανεβάζει πολύ τη θερμοκρασία και καταπονεί τα υλικά που βρίσκονται στην περιοχή και περισσότερο βέβαια τις επαφές. Για να περιοριστεί όσο είναι δυνατόν η καταπόνηση, οι διακόπτες είναι εφοδιασμένοι μ' ένα ελατήριο που εξασφαλίζει ότι το άνοιγμα των επαφών θα γίνεται με μια πολύ απότομη κίνηση, ανεξάρτητα από την ταχύτητα με την οποία χειριζόμαστε το διακόπτη· έτσι το τόξο διακόπτεται πολύ γρήγορα.

Σε πολλούς διακόπτες οι επαφές είναι τοποθετημένες στο εσωτερικό ενός ειδικά διαμορφωμένου "θαλάμου διακοπής τόξου". Ο θάλαμος αυτός έχει σκοπό να δημιουργεί συνθήκες που διευκολύνουν τη σβέση του τόξου, ενώ παράλληλα προστατεύει τα υπόλοιπα τμήματα του διακόπτη από το τόξο. Οι μικροί διακόπτες (μικρού ονομαστικού ρεύματος) μπορεί να μην έχουν θάλαμο διακοπής τόξου. Αντίθετα, στους μεγάλους διακόπτες ο θάλαμος αυτός αποτελεί σημαντικό τμήμα τους. Στο συνέχεις ρεύμα το τόξο είναι πολύ πιο έντονο και η σβέση του πιο δύσκολη.

5.3 Διακόπτες φωτισμού.

Με αυτούς μπορούμε να ελέγχουμε το φωτισμό διαφόρων χώρων, δηλαδή να ανάβομε ή να σβήνομε τα φώτα που βρίσκονται σ' αυτούς. Παρεμβάλλονται στον αγωγό φάσεως της γραμμής που τροφοδοτεί ένα ή περισσότερα φώτα. Ο αγωγός φάσεως μετά το διακόπτη λέγεται και "επιστροφή". Μπορούμε να παρεμβάλομε ένα διακόπτη και στη γραμμή που τροφοδοτεί ένα ρευματοδότη (πρίζα), αν θέλομε να τροφοδοτηθεί από αυτόν το ρευματοδότη ένα φορητό φωτιστικό σώμα. Αυτό το κάνομε όταν δεν επιθυμούμε να ελέγχεται η λειτουργία του φωτιστικού σώματος από τον ενσωματωμένο σ' αυτό διακόπτη, αλλά από μια άλλη θέση που είναι, π.χ., κοντά στην είσοδο του δωματίου.

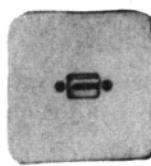
Το ονομαστικό ρεύμα των διακοπτών φωτισμού είναι 6 Α ή 10 Α. Ως προς τον τρόπο λειτουργίας, ένας διακόπτης μπορεί να είναι είτε περιστροφικός, δηλαδή το άνοιγμα και το κλείσιμο της επαφής να γίνονται διαδοχικά με την περιστροφή του κουμπιού του διακόπτη, ή να έχει ευθύγραμμη κίνηση [με μοχλίσκο – διακόπτης τάμπλερ (tumbler) – ή με πλήκτρο]. Στα παλαιότερα χρόνια όλοι οι διακόπτες ήταν περιστροφικοί· στα τελευταία, αντίθετα, οι διακόπτες με πλήκτρο είναι οι συνηθέστεροι. Υπάρχουν διακόπτες χωνευτοί για χωνευτές εγκαταστάσεις και εξωτερικοί για ορατές εγκαταστάσεις. Για τους υγρούς χώρους υπάρχουν οι στεγανοί διακόπτες. Στο σχήμα 5.3α βλέπομε τυπικές μορφές

Χωνευτοί

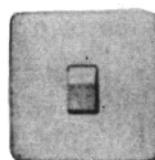
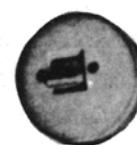


Εξωτερικοί

Περιστροφικός



Τάμπλερ



Πλήκτρου



@



Περιστροφικός



@

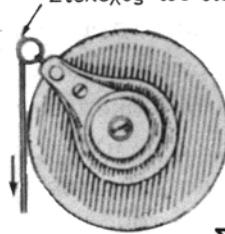


Πλήκτρου

Σχ. 5.3α.

α) Κοινοί διακόπτες τοίχου. β) Στεγανοί διακόπτες τοίχου.

Στέλεχος του διακόπτη

**Σχ. 5.3β.**

Διακόπτες τραβηγχτοί.

όλων αυτών των διακοπτών. Οι χωνευτοί διακόπτες μπαίνουν μέσα σε κουτιά, τύπου Μπέργκμαν ή πλαστικά. Οι τραβηγχοί διακόπτες (σχ. 5.3β) τοποθετούνται σε θέση που δεν είναι προσιτή όταν πατούμε στο δάπεδο και ο χειρισμός τους, τόσο για το άνοιγμα όσο και για το κλείσιμο, γίνεται με το τράβηγμα ενός κορδονιού.

Ως προς τη λειτουργία που επιτελούν, οι διακόπτες φωτισμού μπορεί να είναι:

a) Απλοί.

Ένας απλός διακόπτης ελέγχει ένα φως: μια λάμπα ή μια ομάδα από λάμπες που ανάβουν και σβήνουν ταυτοχρόνως.

β) Κομιτατέρ.

Ένας τέτοιος διακόπτης μπορεί να ελέγχει δύο φώτα, κατά τρόπο που να ανάβει είτε το ένα, είτε το άλλο, είτε και τα δύο. Μπορεί τα φώτα να είναι χωριστά, συνηθέστερα όμως βρίσκονται σ' ένα πολύφωτο. Η ονομασία προέρχεται από τη γαλλική λέξη *commutateur* που σημαίνει ένα όργανο που μετατρέπει από μια κατάσταση σε μιαν άλλη. Τέτοιες μετατροπές συνέβαιναν με τους περιστροφικούς διακόπτες, που κατά την περιστροφή τους άναβαν διαδοχικά: το πρώτο φως μόνο, και τα δύο φώτα, το δεύτερο φως μόνο, και στην τέταρτη θέση ήταν όλα σβηστά. Σήμερα χρησιμοποιούνται διακόπτες με πλήκτρο, που ουσιαστικά είναι δυο απλοί διακόπτες ενσωματωμένοι σ' ένα σύνολο και κάθε διακόπτης ελέγχει από ένα φως. Υπάρχουν και τριπλοί διακόπτες που ελέγχουν τρία φώτα.

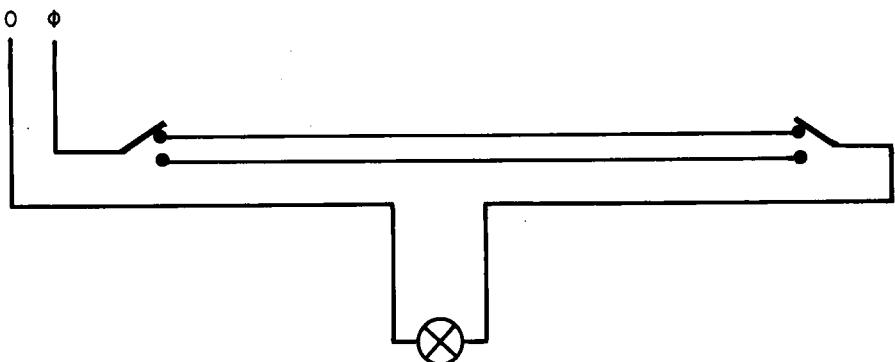
γ) Αλέ-ρετούρ (από τις γαλλικές λέξεις *aller-retour* που σημαίνει μετάβαση και επιστροφή).

Χρησιμοποιούνται για να ελέγχεται ένα φως από δύο θέσεις. Κάθε διακόπτης έχει τρεις επαφές: η μεσαία μπορεί να κλείνει το κύκλωμα είτε με μια από τις άλλες δύο είτε με την άλλη (σηλαδή ο διακόπτης αλέ-ρετούρ είναι ένας μεταγωγικός διακόπτης). Η συνδεσμολογία γίνεται όπως στο σχήμα 5.3γ. Όταν είναι επιθυμητός ό όλεγχος από τρεις ή περισσότερες θέσεις, χρησιμοποιούνται δύο διακόπτες όπως αυτοί που αναφέραμε, που τότε λέγονται **ακραίοι αλέ-ρετούρ** και ένας ή περισσότεροι **μεσαίοι αλέ-ρετούρ**. Ένας τέτοιος διακόπτης έχει τέσσερις επαφές που διασταυρώνει το κλείσιμό τους:

1η θέση : 1 με 3 και 2 με 4

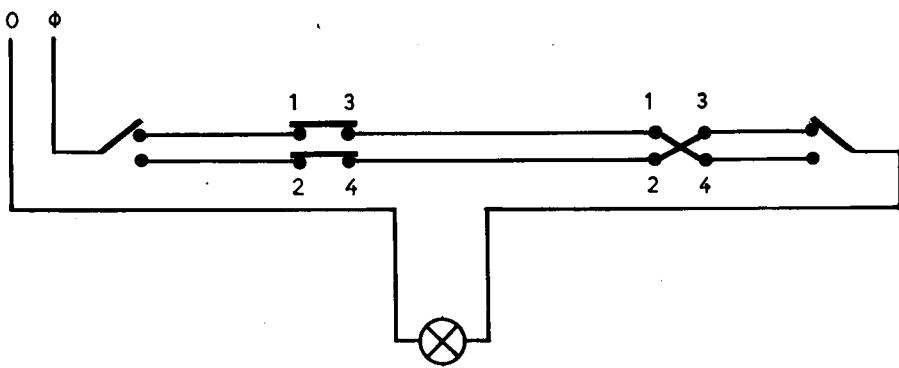
2η θέση : 1 με 4 και 2 με 3

Το σχήμα 5.3δ δείχνει τη συνδεσμολογία που γίνεται για να ελέγχεται ένα φως από τέσσερις θέσεις, δηλαδή με δύο ακραίους αλέ-ρετούρ και δύο μεσαίους.



Σχ. 5.3γ.

Συνδεσμολογία δύο διακοπών αλέ - ρετούρ.

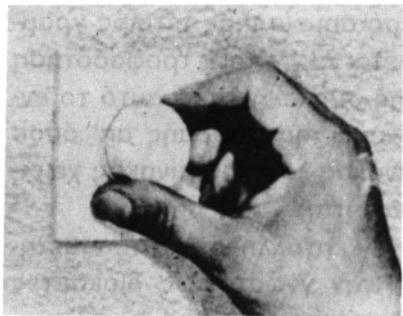


Σχ. 5.3δ.

Συνδεσμολογία δύο ακραίων και δύο μεσαίων διακοπών αλέ - ρετούρ.

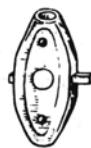
Ένας διακόπτης που ελέγχει ένα φως όχι μόνο ως προς το αν θα είναι αναμμένο ή σβηστό, αλλά και ως προς την ένταση φωτισμού, λέγεται **διακόπτης-ρυθμιστής φωτισμού** (dimmer) και έχει ένα κουμπί, που γυρνώντας το μπορούμε να έχομε περισσότερο ή λιγότερο φως (σχ. 5.3ε). Οι διακόπτες αυτοί περιλαμβάνουν ηλεκτρονικά στοιχεία που ρυθμίζουν την τάση, με την οποία τροφοδοτείται το φως. Για τη λειτουργία τους χρειάζονται τροφοδότηση και με ουδέτερο. Οι συνήθεις τέτοιοι διακόπτες είναι κατάλληλοι μόνο για λυχνίες πυρακτώσεως και η ισχύς τους φθάνει στα 600 W.

Ένας διακόπτης φωτισμού που δεν τοποθετείται στον τοίχο ή σε σταθερό σημείο, όπως οι προηγούμενοι, είναι ο διακόπτης καλωδίου (σχ. 5.3στ), που παρεμβάλλεται στο εύκαμπτο καλώδιο ενός φωτιστικού σώματος. Σημειώνομε ότι ο διακόπτης αυτός δεν είναι βέβαιο ότι παρεμβάλλεται στον αγωγό φάσεως, αφού το εύκαμπτο καλώδιο τροφοδοτείται από σύνδεση ρευματοδότη - ρευματολήπτη και επομένως

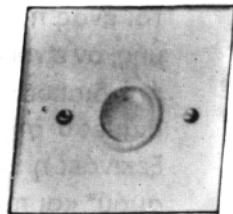


Σχ. 5.3ε.

Διακόπτης - ρυθμιστής φωτισμού
(Dimmer).



Σχ. 5.3στ.
Διακόπτης καλωδίου.



Σχ. 5.3ζ.
Κουμπί (μπουτόν).

δεν είναι γνωστό ποιος αγωγός του καλωδίου τροφοδοτείται από τον αγωγό φάσεως της εγκαταστάσεως και ποιος από τον ουδέτερο.

Εδώ θα αναφέρομε και τους διακόπτες που παραμένουν κλειστοί μόνο σε όσο χρονικό διάστημα επενεργούμε εμείς σ' αυτούς. Πρόκειται για τα κουμπιά (μπουτόν) που είναι διακόπτες, στους οποίους οι επαφές κλείνουν, όταν τους πιέζομε, και ανοίγουν μόλις σταματήσουμε αυτήν την ενέργειά μας (σχ. 5.2ζ). Χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό μ' άλλα εξαρτήματα (βλ. Κεφ. 11), για να ανάβομε τα φώτα των κλιμακοστασίων των πολυκατοικιών. Επίσης χρησιμοποιούνται στα κουδούνια (βλ. Κεφ. 12). Σε διάφορες μορφές χρησιμοποιούνται και σε βοηθητικά κυκλώματα, όπως π.χ. στα κυκλώματα ελέγχου των ανελκυστήρων και σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις.

5.4 Διακόπτες πινάκων.

Αναφερόμαστε στους διακόπτες που τοποθετούνται στους πίνακες διανομής των ΕΗΕ φωτισμού και κινήσεως μικρής ισχύος. Δηλ. εξαιρούμε τους διακόπτες που χρησιμοποιούνται σε βιομηχανικές ή ανάλογες εγκαταστάσεις.

Ένας διακόπτης τοποθετημένος σ' ένα πίνακα διανομής μπορεί να ελέγχει:

- Είτε ολόκληρη την εγκατάσταση, οπότε λέγεται γενικός διακόπτης της εγκαταστάσεως.
- Είτε ένα μέρος της εγκαταστάσεως. Τέτοια είναι η περίπτωση π.χ. του γενικού διακόπτη ενός υποπίνακα.
- Είτε μια γραμμή που ξεκινάει από τον πίνακα, όπως π.χ. η γραμμή θερμοσίφωνα ή μαγειρείου. (Μερικές φορές μπορεί να τοποθετεί-

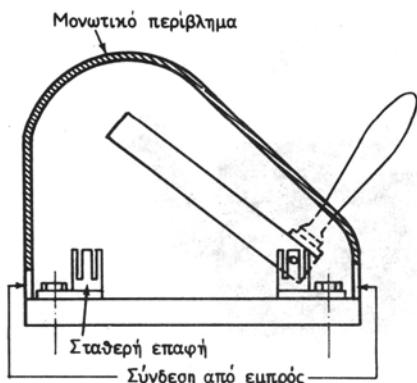
ται ένας πίνακας σε κάποιο ενδιάμεσο σημείο μιας τέτοιας γραμμής, αν είναι εξυπηρετικό ή αν επιβάλλεται να γίνεται η τροφοδότηση ή η διακοπή της τροφοδοτήσεως της συσκευής από αυτό το ενδιάμεσο σημείο και όχι από τον πίνακα της διανομής απ' όπου ξεκινάει η γραμμή. Ένας τέτοιος πίνακας λέγεται "πίνακας χειρισμού" και περιλαμβάνει μόνο ένα διακόπτη.

Στα παλαιότερα χρόνια οι διακόπτες ήταν κατάλληλοι για τοποθέτηση επάνω στην επιφάνεια του πίνακα. Ήταν γνωστοί ως διακόπτες "τύπου Βάλτερ", που ήταν "μαχαιρωτοί διακόπτες", μ' ένα περίβλημα από βακελίτη. (Ο τύπος του μαχαιρωτού διακόπτη είναι γενικότερος και χρησιμοποιείται και σήμερα. Η μορφή του είναι όπως στο σχήμα 5.4α : η κινητή επαφή έχει το σχήμα λεπίδας και, όταν κλείνει ο διακόπτης, εισχωρεί στη σχισμή που δημιουργείται από τα δύο ελατηριωτά ελάσματα).

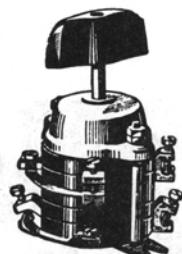
Οι διακόπτες που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι κατάλληλοι για τοποθέτηση στο εσωτερικό του πίνακα. Από την εμπρόσθια επιφάνεια του πίνακα εξέχει ένα πολύ μικρό μέρος τους. Συγκεκριμένα, στους **περιστροφικούς διακόπτες τύπου Racco** (σχ. 5.4β) εξέχει από την εμπρόσθια επιφάνεια του πίνακα μόνο ο άξονας χειρισμού τους και το κουμπί με το οποίο τον περιστρέφομε. Κάθε πόλος του διακόπτη έχει τη μορφή ενός δίσκου. Στους πολυπολικούς διακόπτες υπάρχουν τόσοι δίσκοι όσοι είναι οι πόλοι, και παίρνουν όλοι κίνηση από τον ίδιο άξονα.

Στους **διακόπτες πίνακα με μοχλίσκο χειρισμού** (σχ. 5.4γ), εξέχει από την εμπρόσθια επιφάνεια του πίνακα μόνο ένα πολύ μικρό μέρος του διακόπτη, που περιλαμβάνει και το μοχλίσκο (χειριστήριο). Οι πολυπολικοί διακόπτες αποτελούνται από μονοπολικούς, στους οποίους έχουν ενωθεί τα χειριστήρια. Οι διακόπτες αυτοί λέγονται και "ραγοδιακόπτες", επειδή στο πίσω μέρος τους είναι διαμορφωμένοι έτσι, ώστε να μπορούν να στερεωθούν σε ελάσματα που χρησιμοποιούνται στους πίνακες ακριβώς γι' αυτό το σκοπό. Τα ελάσματα αυτά λέγονται "ράγες" ή "ράγιες" (επειδή το σχήμα τους θυμίζει σιδηροτροχιές, που επίσης λέγονται έτσι). Ακριβώς την ίδια μορφή με αυτούς τους διακόπτες έχουν και οι "μικροαυτόματοι", όμως εκείνοι είναι όργανα προστασίας, και θα τους αναφέρομε αργότερα. Για να μη γίνεται λάθος και για να τους αντιδιαστείλομε από τους μικροαυτόματους, τους απλούς διακόπτες πίνακα τους λέμε **διακόπτες χειρισμού**.

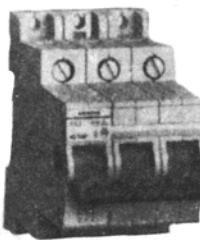
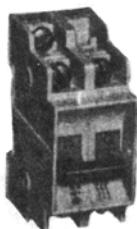
Οι διακόπτες πίνακα, τόσο οι περιστροφικοί όσο και οι τύπου με μοχλίσκο χειρισμού, έχουν τυποποιημένα ονομαστικά ρεύματα 25 A, 40 A, 63 A, 100 A. Οι μονοφασικοί που χρησιμοποιούνται συνηθέστερα είναι οι 40 A. Τριφασικοί χρησιμοποιούνται συνήθως 40 A, 63 A και 100 A.



Σχ. 5.4α.
Μαχαιρωτός διακόπτης.



Σχ. 5.4β.
Περιστροφικός διακόπτης τύπου Pacco.



Σχ. 5.4γ.
Διακόπτες πίνακα με μοχλίσκο χειρισμού.

5.5 Διακόπτες βιομηχανικού τύπου.

Διακόπτες αυτού του τύπου χρησιμοποιούνται, όπως το λέει και το όνομά τους, κυρίως στις βιομηχανικές και ανάλογες εγκαταστάσεις. Χρησιμοποιούνται επίσης και σε εγκαταστάσεις κατοικιών κλπ., όταν οι συνθήκες του περιβάλλοντος το επιβάλλουν, όπως π.χ. στα λεβητοστάσια της κεντρικής θερμάνσεως ή σ' ανάλογους χώρους.

Θα τους χωρίσουμε σε δύο γενικές κατηγορίες, τους στεγανούς και τους ανοικτού τύπου.

Οι **στεγανοί διακόπτες** είναι τοποθετημένοι σ' ένα κιβώτιο είτε μεταλλικό (συνήθως από χυτοσίδηρο) είτε πλαστικό, που εξασφαλίζει, σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό, τη στεγανότητά τους, ώστε να μην εισχωρεί η υγρασία ή η σκόνη (σχ. 5.5α). Συχνά στο ίδιο κιβώτιο υπάρχουν και ασφάλειες, οπότε λέγονται στεγανοί ασφαλειοδιακόπτες (σχ. 5.5β). Οι ασφάλειες μπορεί να είναι τοποθετημένες σε χωριστό κιβώτιο (σχ.5.5γ). Μεγάλοι στεγανοί διακόπτες με περίβλημα από χυτοσίδηρο αποτελούν, μαζί με άλλα εξαρτήματα, που επίσης έχουν παρόμοιο πε-



Σχ. 5.5α.

Στεγανός διακόπτης.

Αριστερά: με το κάλυμμα του (πλήρης). Δεξιά: Χωρίς κάλυμμα.



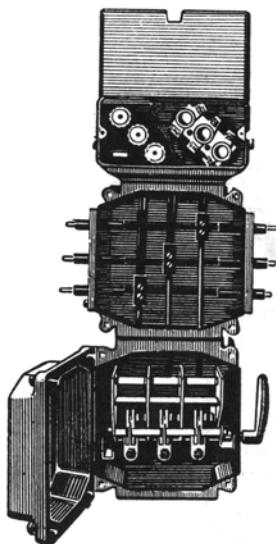
Σχ. 5.5β.

Στεγανός ασφαλειοδιακόπτης.

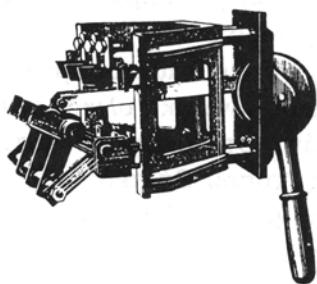
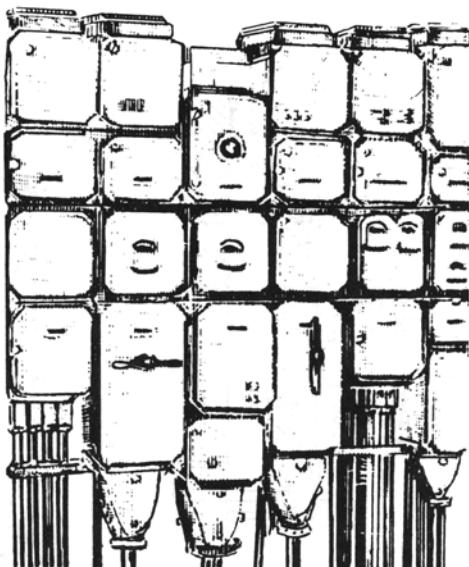
Αριστερά: με το κάλυμμα του. Δεξιά: με ανοικτό κάλυμμα των ασφαλειών.

ρίβλημα, τις λεγόμενες χυτοσιδηρές διανομές, που αποτελούν τους πίνακες διανομής σε μεγάλες βιομηχανικές εγκαταστάσεις (σχ. 5.5δ)

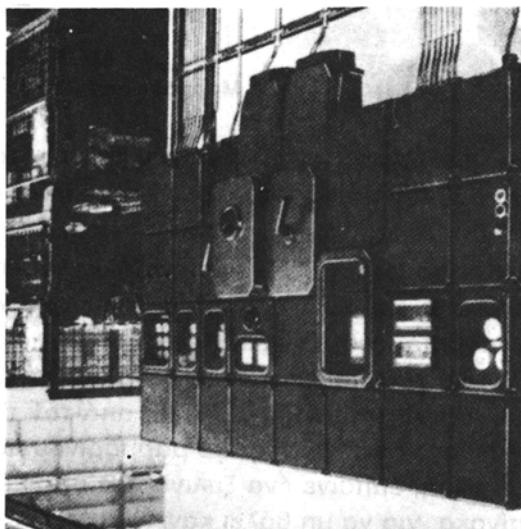
· Στο άλλο άκρο, από πλευράς στεγανότητας, βρίσκονται οι διακόπτες ανοικτού τύπου. Αυτοί προορίζονται για τοποθέτηση σε πίνακες που η εμπρόσθια επιφάνειά τους αποτελείται από ένα χαλύβδινο έλασμα. Σ' αυτούς τους διακόπτες (σχ. 5.5ε) το κύριο τμήμα τους βρίσκεται πίσω από το χαλυβδέλασμα (γι' αυτό και λέγονται "διακόπτες όπισθεν πίνακος") και μόνο το χειριστήριό τους εξέχει από την εμπρόσθια επιφάνεια του πίνακα.



Σχ. 5.5γ.
Συγκρότημα στεγανού διακόπτη
και στεγανού κιβωτίου ασφαλείας.



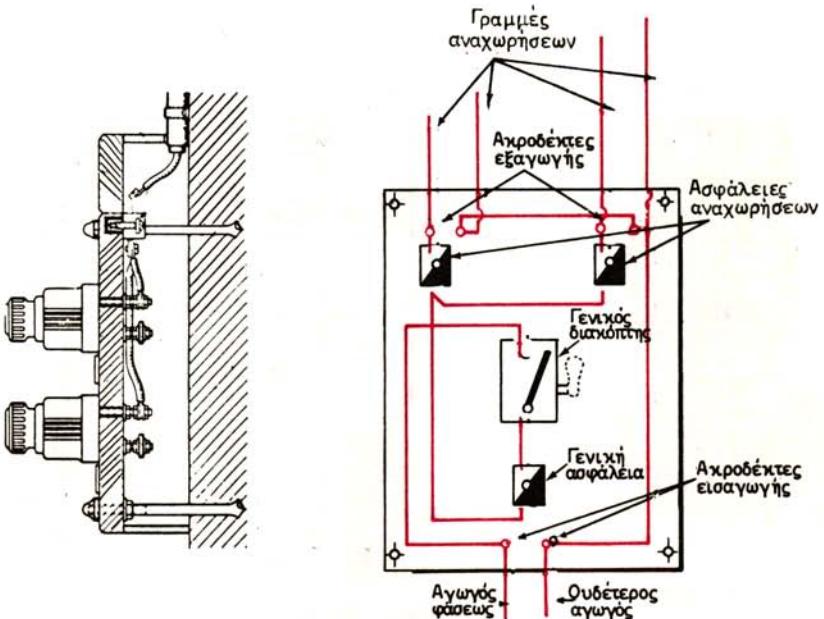
Σχ. 5.5ε.
Διακόπτης "όπισθεν πίνακα".



Σχ. 5.5δ.
Διακόπτες χυτοσιδηρών διανομών.

5.6 Πίνακες διανομής.

Ένας πίνακας διανομής τροφοδοτείται από μια γραμμή και αυτός τροφοδοτεί περισσότερες γραμμές που λέγονται και "αναχωρήσεις". Επάνω στον πίνακα υπάρχουν τα όργανα ελέγχου και προστασίας των γραμμών. Μπορεί επίσης ένας πίνακας να περιλαμβάνει και άλλα βοηθητικά όργανα, όπως όργανα σημάνσεως (ενδεικτικές λυχνίες) ή όργα-



Σχ. 5.6α.

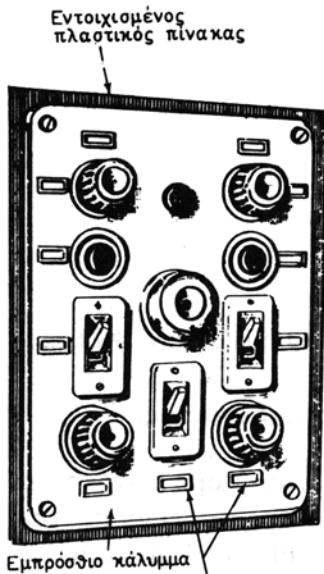
Μαρμάρινος πίνακας διανομής.

να μετρήσεως (αμπερόμετρα, βολτόμετρα). Για τα όργανα προστασίας θα δοθούν περισσότερες λεπτομέρειες στα Κεφάλαιο 6 και 7.

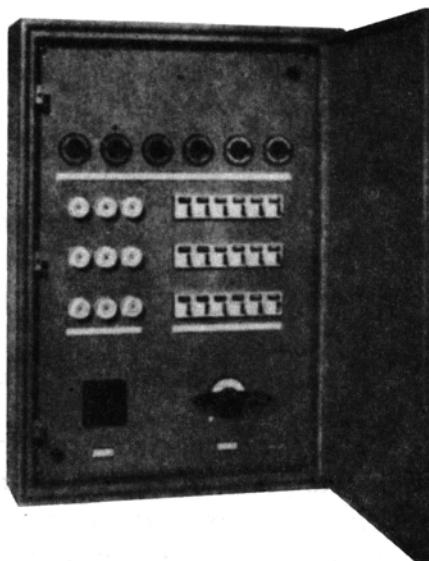
Στα παλαιότερα χρόνια οι πίνακες (σχ. 5.6α) ήταν κατασκευασμένοι από μάρμαρο (είχε κριθεί κατάλληλο, επειδή είναι μονωτικό υλικό, δεν καίγεται και έχει αρκετά μεγάλη αντοχή). Επάνω στο μάρμαρο ήταν τοποθετημένοι ένας ή περισσότεροι διακόπτες "τύπου Βάλτερ" και οι βάσεις των ασφαλειών. Ο πίνακας στερεωνόταν με ειδικά στηρίγματα σε απόσταση περίπου 10 cm από τον τοίχο. Επειδή οι συνδέσεις γίνονταν στο πίσω μέρος του μαρμάρινου πίνακα και υπήρχαν εκεί στοιχεία με τάση, έμπαινε ένα ξύλινο πλαίσιο, που προφύλασσε γύρω τον πίνακα, για να μη βάλει κανείς τα χέρια του. Οι συνδέσεις των γραμμών γίνονταν σε ειδικούς ακροδέκτες (μπόρνες).

Αργότερα χρησιμοποιήθηκαν πίνακες από άκαυστο πλαστικό υλικό (σχ. 5.6β), που τοποθετούνταν χωνευτοί στον τοίχο έτσι, ώστε η εμπρόσθια επιφάνειά τους να αποτελεί συνέχεια της επιφάνειας του τοίχου.

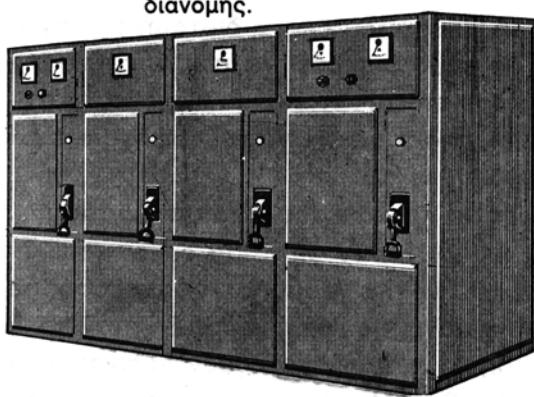
Στα τελευταία χρόνια έχει επικρατήσει η χρήση μεταλλικών πινάκων, που είναι κατασκευασμένοι από χαλύβδινα ελάσματα (σχ. 5.6γ). Από το εμπρόσθιο χαλύβδινο έλασμα εξέχουν τα χειριστήρια των διακοπών και τα πώματα των ασφαλειών. Έχουν προστατευτικό κάλυμμα που μπορεί να είναι μεταλλικό, όπως ένα φύλλο ντουλαπιού, ή από διαφανές



Σχ. 5.6β.
Εντοιχισμένος πλαστικός πίνακας
διανομής.



Σχ. 5.6γ.
Μεταλλικός πίνακας διανομής.



Σχ. 5.6δ.
Μεταλλικός πίνακας τύπου "πεδίων"
για βιομηχανικές εγκαταστάσεις.

πλαστικό (plexiglass). Μπορούν να τοποθετούνται είτε εξωτερικά, στην επιφάνεια ενός τοίχου, είτε χωνευτοί στον τοίχο, με το κάλυμμα μόλις να εξέχει από την επιφάνεια του τοίχου.

Στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις οι πίνακες μπορεί να είναι είτε στεγανοί, όπως αναφέραμε ήδη (σχ. 5.5γ), είτε "τύπου πεδίων" (σχ. 5.6δ). Λέγονται έτσι, γιατί είναι χωρισμένοι σε τμήματα (πεδία), που καθένα έχει κάποιο ιδιαίτερο ρόλο, π.χ. πεδίο αφίξεως κύριας γραμμής, πεδίο αναχωρήσεως γραμμής προς κάποιο συγκεκριμένο τμήμα του εργοστασίου, πεδίο αφίξεως γραμμής από εφεδρική εγκατάσταση παραγωγής κλπ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

ΟΡΓΑΝΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ – ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΟ ΥΠΕΡΕΝΤΑΣΕΙΣ

6.1 Προστασία από υπερεντάσεις – ‘Οργανα προστασίας.

‘Οπως αναφέραμε και στην παράγραφο 3.7, ονομάζομε επιτρεπόμενη φόρτιση ενός αγωγού το μεγαλύτερο ρεύμα που μπορεί να περνάει συνεχώς από αυτόν, χωρίς να ανέβει η θερμοκρασία του πάνω από ένα δριο, πέρα από το οποίο θα ήταν δυνατό να πάθει βλάβη αυτός ή η μόνωσή του.

Όταν γίνεται η μελέτη μιας εγκαταστάσεως και με βάση τα φορτία (δηλαδή τις ισχύες των συσκευών καταναλώσεως) που προβλέπεται να τροφοδοτηθούν από κάθε γραμμή, καθορίζεται και η διατομή των αγωγών έτσι, ώστε το ρεύμα που θα τους διαρρέει να μην υπερβεί την επιτρεπόμενη φόρτισή τους. Όμως κατά τη λειτουργία της εγκαταστάσεως μπορεί να συμβεί να περάσει από τους αγωγούς ένα μεγαλύτερο ρεύμα και τότε λέμε ότι υπάρχει μια υπερένταση.

Δύο είναι τα αίτια που μπορούν να προκαλέσουν μια υπερένταση:

α) Η τροφοδότηση φορτίων μεγαλυτέρων από όσα είχαν προβλεφθεί. Τότε λέμε ότι έχομε υπερφόρτιση της γραμμής. Η υπέρβαση, σε σύγκριση με το επιτρεπόμενο, είναι συνήθως μικρή (αφού θα ήταν πολύ απίθανο τα φορτία που θα επιχειρήθει να τροφοδοτηθούν να είναι πολύ μεγαλύτερα από όσα είχαν προβλεφθεί). Μπορεί, επί παραδείγματι, το ρεύμα της υπερφορτίσεως να είναι 1,5 ή 2 φορές το επιτρεπόμενο.

β) Η γεφύρωση των μονώσεων των αγωγών της γραμμής ή μιας συσκευής καταναλώσεως που τροφοδοτείται από αυτήν: δύο σημεία, μεταξύ των οποίων, σε ομαλή κατάσταση λειτουργίας, υπήρχε τάση, ενώνονται μέσω μιας πολύ μικρής (αμελητέας) αντιστάσεως. Αυτή η κατάσταση, που ονομάζεται "σφάλμα μονώσεως" ή απλά "σφάλμα", μπορεί να οφείλεται π.χ. σε φθορά μιας μονώσεως ή και σε ανθρώπινη αβλεψία. Σε κατάσταση σφάλματος η μόνη αντίσταση που υπάρχει στο κύκλωμα είναι εκείνη των αγωγών και επομένως το ρεύμα, που το λέμε

"ρεύμα βραχυκυκλώματος", είναι πολλαπλάσιο του επιτρεπόμενου ρεύματος φορτίσεως. Μπορεί να είναι κατ' ελάχιστο 20 φορές μεγαλύτερο, αλλά πολλές φορές είναι και μερικές χιλιάδες φορές μεγαλύτερο. Για να ακριβολογούμε, αφού αναφερόμαστε βασικά σε εγκαταστάσεις που λειτουργούν με εναλλασσόμενο ρεύμα, διευκρινίζομε ότι, όταν λέμε αντίσταση, εννοούμε εδώ τη σύνθετη αντίσταση (εμπέδηση).

Για να μην πάθουν βλάβη οι αγωγοί ή οι μονώσεις τους, σε περίπτωση υπερεντάσεως πρέπει να διακόπτεται η τροφοδότηση αυτομάτως (δηλαδή χωρίς να χρειάζεται ανθρώπινη επέμβαση), πριν ανέβει η θερμοκρασία τόσο, που να τους θέσει ··σε κίνδυνο. Μπορούμε λοιπόν να πούμε ότι προστασία έναντι υπερεντάσεων είναι το σύνολο των μέτρων που λαμβάνομε, ώστε να εξασφαλίσουμε ότι δεν θα καταστραφούν οι αγωγοί·· μιας γραμμής, αν αυτή υπερφορτισθεί ή αν συμβεί σφάλμα σε ένα σημείο της.

Ο χρόνος, μέσα στον οποίο πρέπει να γίνει η διακοπή τροφοδοτήσεως, εξαρτάται από το μέγεθος της υπερεντάσεως. Στην περίπτωση υπερφορτίσεως, η διακοπή πρέπει να γίνει σε χρόνο μερικών δευτερολέπτων ή και λεπτών (δεν χρειάζεται να γίνει συντομότερα, αφού και η αύξηση της θερμοκρασίας των αγωγών δεν είναι άμεση). Αντίθετα, αν εμφανισθεί ρεύμα βραχυκυκλώματος, πρέπει η διακοπή να γίνει σε χρόνο πολύ μικρότερο·· και μάλιστα, αν το ρεύμα αυτό είναι πολύ μεγάλο, η διακοπή πρέπει να γίνει σε χρόνο της τάξεως μερικών εκατοστών του δευτερολέπτου. Όργανα προστασίας έναντι υπερεντάσεων είναι οι ασφάλειες και οι αυτόματοι διακόπτες.

6.2 Ασφάλειες.

Οι ασφάλειες έχουν στο εσωτερικό τους ένα λεπτό σύρμα που, σε περίπτωση υπερεντάσεως, θερμαίνεται τόσο, ώστε να τήκεται (λιώνει) και έτσι να διακόπτεται το ρεύμα. Το σύρμα αυτό λέγεται "τηκτό". Για να διευκολυνθεί η διακοπή του τόξου που ακολουθεί αμέσως μετά την τήξη του τηκτού, αυτό βρίσκεται στο εσωτερικό ενός κυλίνδρου από πορσελάνη, ο οποίος είναι γεμάτος με ειδική ψιλή άμμο. Όταν το ρεύμα που διακόπτεται είναι μεγάλο, δημιουργείται έντονο τόξο. Τότε η άμμος λιώνει από τη θερμότητα του τόξου, παρεμβάλλεται στο διάκενο που δημιουργήθηκε από την τήξη και σβήνει το τόξο. Έτσι οι ασφάλειες έχουν την ικανότητα να διακόπτουν πολύ μεγάλα ρεύματα βραχυκυκλώματος.

Οι ασφάλειες που χρησιμοποιούμε στις ΕΗΕ είναι οι βιδωτές και οι μαχαιρωτές. Οι βιδωτές διακρίνονται στις "τύπου D" ή "DIAZED", που είναι οι πιο συνηθισμένες και στις "τύπου Do" ή "NEOZED", που έχουν μικρότερες διαστάσεις. Οι μαχαιρωτές ασφάλειες χρησιμοποιούνται κυρίως σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις.

Μια ασφάλεια αποτελείται από τη βάση και από το φυσίγγιο. Στις βιδωτές ασφάλειες υπάρχει επίσης το πώμα. Η βάση είναι το σταθερό μέρος, προς το οποίο συνδέονται οι αγωγοί του κυκλώματος. Το φυσίγγιο τοποθετείται στη βάση (στις βιδωτές ασφάλειες με τη βοήθεια του πώματος) και περιλαμβάνει τον κύλινδρο από πορσελάνη, το τηκτό, την άμμο και τα μεταλλικά μέρη που είναι αναγκαία για την επαφή προς τη βάση. Όταν λειτουργήσει η ασφάλεια, δηλαδή όταν προκληθεί η τήξη του τηκτού, το φυσίγγιο αχρηστεύεται και, όταν θέλομε να ξανατροφοδοτήσουμε το κύκλωμα, τοποθετούμε στη βάση νέο φυσίγγιο. Την τήξη του τηκτού τη λέμε και "κάψιμο" του φυσιγγίου. Καταλαβαίνομε ότι ένα φυσίγγιο έχει καεί, όταν έχει πέσει το "ενδεικτικό" του, δηλαδή όταν έχει απελευθερωθεί ένας μικρός ενδεικτικός έγχρωμος δίσκος που υπάρχει ακριβώς γι' αυτό το σκοπό και που συγκρατείται στη θέση του από το τηκτό. Ένα μικρό ελατήριο ωθεί το ενδεικτικό προς τα έξω και έτσι αυτό πέφτει μόλις δεν υπάρχει πια το τηκτό.

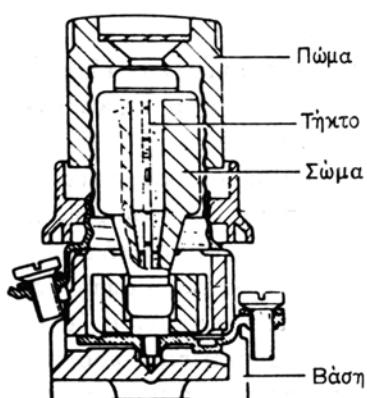
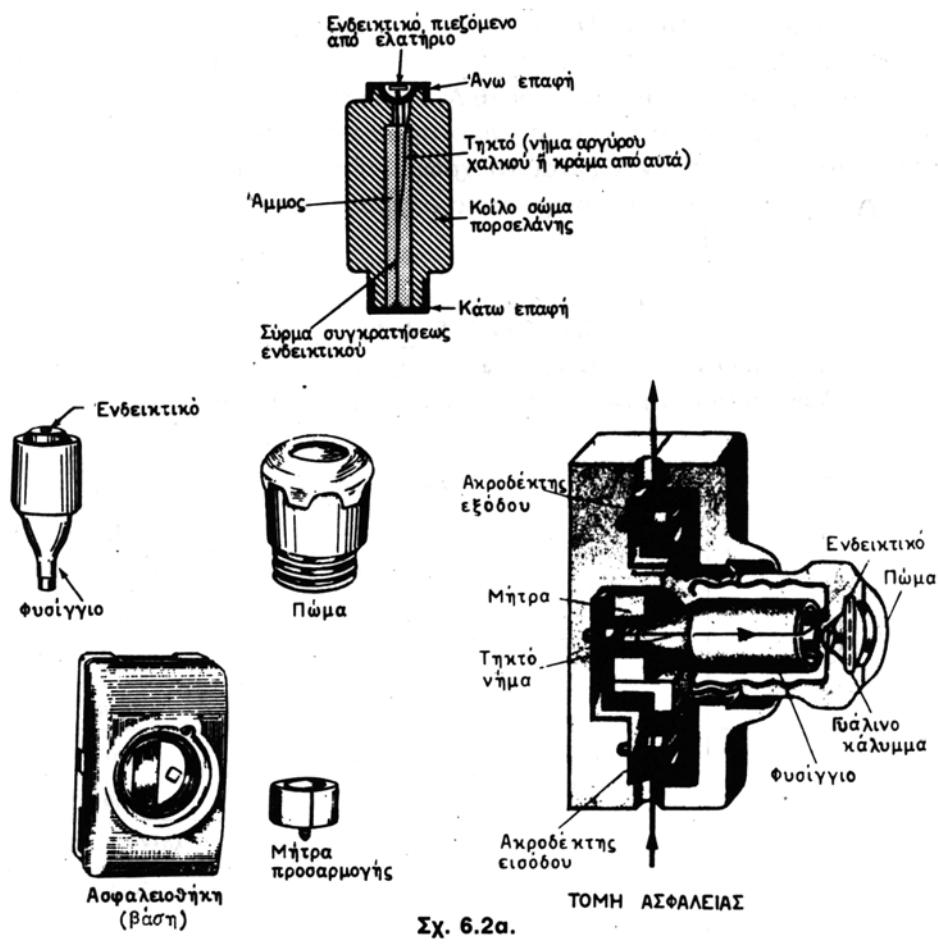
Κάθε φυσίγγιο χαρακτηρίζεται από το ονομαστικό ρεύμα του. Αν ένα φυσίγγιο διαρρέεται συνεχώς από ρεύμα μικρότερο ή ίσο από το ονομαστικό του, δεν τήκεται το τηκτό του. Ρεύματα μεγαλύτερα από το ονομαστικό προκαλούν την τήξη σε χρόνο που είναι τόσο συντομότερος όσο μεγαλύτερο είναι το ρεύμα.

Τα ονομαστικά ρεύματα των φυσιγγίων έχουν τις ακόλουθες τυποποιημένες τιμές, σε A: 6, 10, 16, 20, 25, (31,5), (40), 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000.

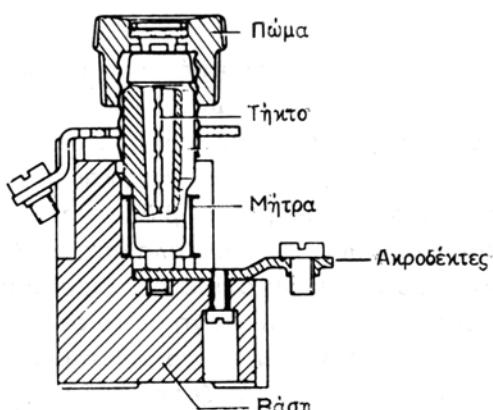
(Αντί των μεγεθών 31,5 A και 40 A χρησιμοποιείται συχνά το μέγεθος 35 A).

Πολλές φορές αντί του όρου "φυσίγγιο" μεταχειρίζομαστε τον όρο "ασφάλεια" και έτσι λέμε ότι "κάηκε η ασφάλεια" ή ότι "η γραμμή προστατεύεται με ασφάλεια 10 A", ενώ 10 A είναι το ονομαστικό ρεύμα του φυσιγγίου.

Στις βιδωτές ασφάλειες (σχ. 6.2a) η τροφοδότηση γίνεται στον ακροδέκτη της βάσεως που συνδέεται με την επαφή, η οποία βρίσκεται στο βάθος. Η σύνδεση της προστατευόμενης γραμμής γίνεται στον ακροδέκτη που είναι συνδεδεμένος με το περιφερειακό μέρος, όπου βιδώνει το πώμα.



Τομή ασφάλειας τύπου "D" (DIAZED).



Τομή ασφάλειας τύπου "DO" (NEOZED).

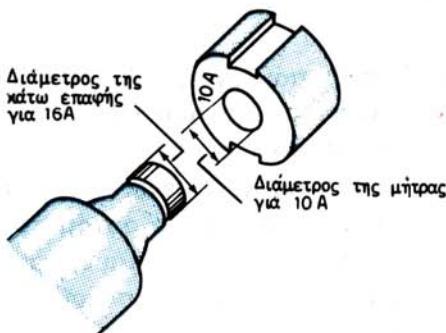
Στις ασφάλειες τύπου D (DIAZED) (σχ. 6.2β) οι βάσεις έχουν τρία μεγέθη: 25 A, 63 A και 100 A. Στις ασφάλειες τύπου Do (NEOZED) (σχ. 6.2γ) τα μεγέθη των βάσεων είναι 16 A, 63 A και 100 A. Στον πίνακα 6.2.1 φαίνεται η αντιστοιχία των φυσιγγίων προς τις βάσεις των ασφαλειών. Στον ίδιο πίνακα αναγράφεται το χρώμα που έχει το ενδεικτικό του φυσιγγίου ανάλογα με το ονομαστικό ρεύμα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.2.1.

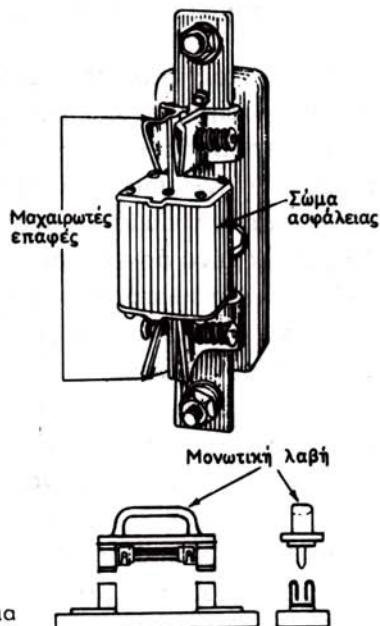
**Ασφάλειες τύπου D και Do – Ονομαστικά ρεύματα βάσεων, φυσιγγίων και μήτρων.
Χαρακτηριστικά χρώματα ενδεικτικού του φυσιγγίου και μήτρας.**

Βάση		Φυσίγγια και μήτρες	
D	Do	Ονομαστικό ρεύμα (A)	Χρώμα
D II 25 A	Do 1	6	Πράσινο
		10	Κόκκινο
		16	Γκρι
	Do 2 63 A	20	Μπλε
		25	Κίτρινο
		35	Μαύρο
D III 63 A	Do 3 100 A	50	Άσπρο
		63	Χαλκόχρωμο
D IV 100 A	Do 3 100 A	80	Ασημί
		100	Κόκκινο

Το φυσίγγιο, που πρέπει να τοποθετείται σε κάθε ασφάλεια, εξαρτάται από τη διατομή των αγωγών της προστατευόμενης γραμμής και έχει καθορισθεί στο στάδιο της μελέτης της εγκαταστάσεως. Για να μην είναι δυνατόν να γίνει λάθος και να τοποθετηθεί φυσίγγιο μεγαλύτερου ονομαστικού ρεύματος, βιδώνεται, στην επαφή της βάσεως που βρίσκεται στο βάθος, η κατάλληλη μήτρα. Η μήτρα για κάθε ονομαστικό ρεύμα έχει μια ορισμένη διάμετρο. Επίσης η διάμετρος της κάτω επαφής του φυσιγγίου είναι ανάλογη με το ονομαστικό ρεύμα του φυσιγγίου. Έτσι, δεν είναι δυνατόν να τοποθετηθεί κατά λάθος μεγαλύτερο φυσίγγιο (που δεν θα εξασφάλιζε την προστασία της γραμμής), απ' όσο επιτρέπει η μήτρα (σχ. 6.2δ). Η μήτρα έχει το ίδιο χρώμα με το ενδεικτικό του φυσιγγίου του ίδιου ονομαστικού ρεύματος.



Σχ. 6.2δ.
Μήτρα και φυσίγγιο.



Σχ. 6.2ε.
Μαχαιρωτή ασφάλεια

Οι **μαχαιρωτές ασφάλειες** (σχ. 6.2ε), που επίσης λέγονται ασφάλειες τύπου NH, έχουν στα δύο άκρα του φυσιγγίου τους ελάσματα (λεπίδες, μαχαίρια) που, όταν τις τοποθετούμε στη βάση της ασφάλειας, έρχονται σε επαφή με τη σχισμή που δημιουργείται ανάμεσα σε δύο ελατηριωτά ελάσματα. Η τοποθέτηση και η αφαίρεση του φυσιγγίου γίνεται με κατάλληλες λαβές.

Τα ονομαστικά ρεύματα των βάσεων και των φυσιγγίων που αντιστοιχούν σ' αυτές δίδονται στον πίνακα 6.6.2.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.2.2.

Μεγέθη και ονομαστικά ρεύματα βάσεων και φυσιγγίων μαχαιρωτών ασφαλειών (NH)

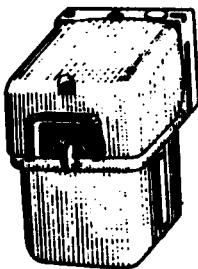
Μέγεθος	Ονομαστικό ρεύμα (Α)	
	Βάση	Φυσίγγια
00	100	6 ÷ 100
0	160	35 ÷ 160
1	250	63 ÷ 250
2	400	225 ÷ 400
3	630	500 και 630
4	1000	800 και 1000

6.3 Αυτόματοι διακόπτες.

Αυτόματος διακόπτης είναι ένας διακόπτης που ανοίγει αυτομάτως (δηλαδή χωρίς ανθρώπινη ενέργεια), όταν το ρεύμα που περνά από αυτόν ξεπεράσει ένα προκαθορισμένο όριο. Φυσικά, ανοίγει και με χειρισμό. Όταν ανοίξει αυτομάτως ένας διακόπτης παραμένει ανοικτός και μπορεί να κλείσει μόνο με χειρισμό. Είναι επομένως ο αυτόματος διακόπτης, ένα όργανο προστασίας, χωρίς να παύει να είναι και όργανο ελέγχου. Αυτόματοι διακόπτες χρησιμοποιούνται για την προστασία όχι μόνο των γραμμών των ΕΗΕ, αλλά και διαφόρων μηχανημάτων (κινητήρων, μετασχηματιστές κλπ.). Εκτός από την υπερένταση, το άνοιγμα ενός αυτόματου διακόπτη μπορεί να προκαλείται και από άλλα αίτια (π.χ. για να προστατευθεί ένας κινητήρας, μπορεί να χρειάζεται ο αυτόματος διακόπτης του να ανοίγει και όταν η τάση, με την οποία τροφοδοτείται ο κινητήρας, γίνει πολύ χαμηλή, κατώτερη από ένα προκαθορισμένο όριο). Εδώ θα ασχοληθούμε μόνο με τους αυτόματους διακόπτες που προστατεύουν από υπερεντάσεις.

Το αυτόματο άνοιγμα ενός διακόπτη λέγεται και **πτώση του**. Η **διάταξη πτώσεως** ενός αυτόματου διακόπτη είναι το στοιχείο του που προκαλεί το άνοιγμά του, όταν το ρεύμα υπερβεί το προκαθορισμένο όριο. Όπως θα δούμε, το χρονικό διάστημα, που παρεμβάλλεται ανάμεσα στη στιγμή που εμφανίσθηκε η υπερένταση και στη στιγμή που ανοίγει ο διακόπτης μπορεί να μην είναι σταθερό, αλλά αντίθετα να είναι τόσο συντομότερο όσο είναι μεγαλύτερη η υπερένταση.

Αλλά η ύπαρξη της διατάξεως πτώσεως δεν είναι η μόνη διαφορά των αυτομάτων από τους απλούς διακόπτες. Το άλλο σημαντικό στοιχείο είναι ότι οι αυτόματοι διακόπτες έχουν την ικανότητα να διακόπτουν όχι μόνο το ρεύμα του φορτίου αλλά και το ρεύμα βραχυκυκλώματος. Εκτός λοιπόν από το ονομαστικό ρεύμα, ένας αυτόματος διακόπτης χαρακτηρίζεται και από την **ικανότητα διακοπής** που εκφράζεται συνήθως σε kA (χιλιάδες A). Έτσι, μπορεί π.χ. ένας αυτόματος διακόπτης να έχει ονομαστικό ρεύμα 100 A και ικανότητα διακοπής 10 kA. Σχετικά με το ονομαστικό ρεύμα θα πρέπει να κάνουμε μια διευκρίνιση: υπάρχουν αυτόματοι διακόπτες, στους οποίους μπορούμε να ρυθμίσουμε να ρυθμίσουμε την τιμή του ρεύματος, πάνω από την οποία η διάταξη πτώσεως προκαλεί το άνοιγμα του διακόπτη. Στους διακόπτες αυτούς διακρίνομε το ονομαστικό ρεύμα και το ρεύμα ρυθμίσεως. Το ονομαστικό ρεύμα αφορά τον κυρίως διακόπτη, και είναι το μεγαλύτερο ρεύμα που μπορεί να περνά από αυτόν, όταν είναι κλειστός, χωρίς να προκαλεί υπερθέρμανση στις επα-



Σχ. 6.3α.

Αυτόματος διακόπτης λαδιού (ελαιοδιακόπτης).

φές και στα στοιχεία του. Το ρεύμα ρυθμίσεως είναι το ρεύμα, πάνω από το οποίο προκαλείται η πτώση του διακόπτη. Η ρύθμιση γίνεται με το γύρισμα ενός κουμπιού ή κατ' άλλο ανάλογο τρόπο. Δίπλα στο στοιχείο που ρυθμίζομε υπάρχει και μια βαθμονόμηση, που γράφει το ρεύμα ρυθμίσεως σε Α ή σε ποσοστά του ονομαστικού ρεύματος. Σ' άλλους όμως διακόπτες – και τέτοιοι είναι οι μικροαυτόματοι που χρησιμοποιούμε συνήθως για την προστασία των γραμμών των ΕΗΕ – το ρεύμα που προκαλεί την πτώση δεν είναι ρυθμίσιμο. Σ' αυτούς ονομάζομε ονομαστικό ρεύμα το μεγαλύτερο ρεύμα που μπορεί να περνά συνεχώς, χωρίς να προκαλέσει την πτώση τους.

Για να έχουν οι αυτόματοι διακόπτες την ικανότητα να διακόπτουν τα μεγάλα ρεύματα βραχυκυκλώματος, έχουν ανθεκτικές επαφές (μερικές φορές από ειδικά μέταλλα), ισχυρά ελατήρια για να γίνεται η κίνηση του ανοίγματος με μεγάλη ταχύτητα και κατάλληλα διαμορφωμένους θαλάμους διακοπής. Σε ορισμένους αυτόματους διακόπτες οι επαφές βρίσκονται μέσα σ' ένα δοχείο που περιέχει μονωτικό λάδι, έτσι ώστε η διακοπή του ρεύματος να γίνεται μέσα σ' αυτό, ώστε να σβήνει αμέσως το τόξο. Αυτοί οι αυτόματοι διακόπτες λέγονται και **διακόπτες λαδιού** ή **ελαιοδιακόπτες** (σχ. 6.3α).

Σ' όλους τους τύπους αυτομάτων διακοπτών, με το χειρισμό κλεισίματος και συγχρόνως με την κίνηση κλεισίματος των επαφών, συσπειρώνεται και το ελατήριο ανοίγματος, το οποίο παραμένει σε εντατική κατάσταση σ' όλη τη διάρκεια που ο διακόπτης είναι κλειστός. Έτσι, η ενέργεια που χρειάζεται για το άνοιγμα του διακόπτη δεν προέρχεται από τη διάταξη πτώσεως αλλά από αυτό το ελατήριο. Η διάταξη πτώσεως προσφέρει μόνο την ελάχιστη ενέργεια που χρειάζεται για να ελευθερωθεί το ελατήριο και να προκαλέσει το άνοιγμα των επαφών.

Για το χειρισμό τους άλλοι διακόπτες έχουν ένα μοχλό, που είναι μηχανικά συνδεδεμένος με τις επαφές, και άλλοι έχουν κουμπιά που

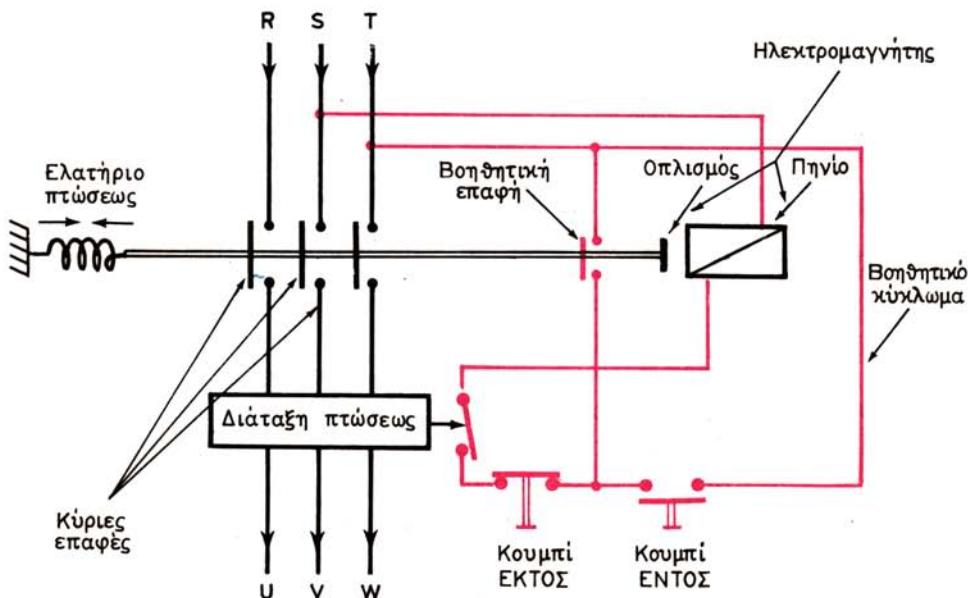
κλείνουν ή ανοίγουν επαφές. Αυτές οι επαφές ελέγχουν ένα βοηθητικό κύκλωμα, από το οποίο τροφοδοτείται ένας ηλεκτρομαγνήτης, που ο οπλισμός του προκαλεί το κλείσιμο των κυρίως επαφών του διακόπτη.

Στην πρώτη περίπτωση λέμε ότι έχομε μηχανικό χειρισμό. Κατά το χειρισμό κλεισίματος ο μοχλός χειρισμού ωθεί τις επαφές στην κλειστή θέση, συσπειρώνοντας και το ελατήριο ανοίγματος. Στο τέλος της διαδρομής το σύστημα συγκρατείται από μια καστάνια. Κατά το χειρισμό ανοίγματος ο μοχλός ελευθερώνει την καστάνια και τότε το ελατήριο ανοίγει τις επαφές. Την καστάνια ωθεί και ελευθερώνει επίσης η διάταξη πτώσεως, αν περάσει ένα ρεύμα μεγαλύτερο από το προκαθορισμένο όριο.

Στη δεύτερη περίπτωση λέμε ότι έχομε ηλεκτρικό χειρισμό (σχ. 6.3β). Το κουμπί κλεισίματος κλείνει μια επαφή του βοηθητικού κυκλώματος, μέσω της οποίας τροφοδοτείται ένας ηλεκτρομαγνήτης. Αυτός έλκει τον οπλισμό του, οπότε κλείνουν οι κύριες επαφές του διακόπτη καθώς και μια βοηθητική. Αυτή η τελευταία επιτρέπει τώρα να εξακολουθεί η τροφοδότηση του ηλεκτρομαγνήτη, έστω και αν σταματήσουμε να πατάμε το κουμπί του κλεισίματος. Ο διακόπτης θα ανοίξει, αν διακοπεί το βοηθητικό κύκλωμα, πράγμα που μπορεί να γίνει ή αν πατηθεί το κουμπί ανοίγματος ή αν η διάταξη πτώσεως το διακόψει.

Συνήθως ηλεκτρικό χειρισμό έχουν οι ελαιοδιακόπτες.

Για την προστασία των γραμμών των ΕΗΕ συνήθως χρησιμοποιούνται οι μικροαυτόματοι. Ο τύπος που χρησιμοποιείται πιο συχνά είναι



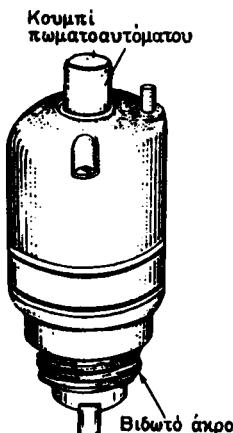
Σχ. 6.3β.
Κύκλωμα χειρισμού αυτόματου διακόπτη.

κατάλληλος για τοποθέτηση στο εσωτερικό των πινάκων απ' όπου εξέχει μόνο το εμπρόσθιο τμήμα που φέρει και το μοχλίσκο χειρισμού. Στο πίσω μέρος του είναι διαμορφωμένος έτσι ώστε να στερεώνεται σε "ράγα", όπως και οι απλοί διακόπτες (διακόπτες χειρισμού).

Οι μικροαυτόματοι δεν έχουν δυνατότητα ρυθμίσεως του ρεύματος πτώσεώς τους. Το ονομαστικό ρεύμα είναι επομένως το μεγαλύτερο που, αν διαρρέει το μικροαυτόματο συνεχώς, δεν πρόκειται να προκαλέσει την πτώση του. Τα ονομαστικά ρεύματα των μικροαυτομάτων είναι 6, 10, 16, 20, 25, 32 και 40 A (υπάρχουν και μικροαυτόματοι με μεγαλύτερα ονομαστικά ρεύματα, αλλά χρησιμοποιούνται σπανίως). Η ικανότητα διακοπής είναι: 3, 6 ή 10 kA.

Σημειώνομε εδώ ότι, παρ' όλο που ο μικροαυτόματος μας δίνει τη δυνατότητα να τροφοδοτούμε ή να διακόπτομε την τροφοδότηση της προστατευόμενης γραμμής, είναι προτιμότερο, όταν προβλέπεται ότι χρειάζεται να γίνονται συχνοί χειρισμοί, να συνδέεται σε σειρά και ένας διακόπτης χειρισμού. Τέτοια είναι, π.χ., η περίπτωση της γραμμής θερμοσίφωνα. Επειδή συνηθίζεται, για λόγους οικονομίας, να διακόπτεται κατά διαστήματα η τροφοδότηση του θερμοσίφωνα, προκύπτει η ανάγκη σχετικά συχνών χειρισμών. Είναι, λοιπόν προτιμότερο αυτοί να γίνονται από ένα διακόπτη χειρισμού, ο οποίος, παρ' όλο που έχει πολύ μικρότερη ικανότητα διακοπής από ένα μικροαυτόματο, έχει μεγαλύτερη αντοχή στους πολλούς χειρισμούς.

Μια παραλλαγή μικροαυτομάτου είναι ο **πωματοαυτόματος ή αυτόματη ασφάλεια** (σχ. 6.3γ). Πρόκειται για έναν αυτόματο διακόπτη, όπως είναι και ο μικροαυτόματος, που έχει κατάλληλη μορφή για να βιδωθεί στη βάση μιας ασφάλειας τύπου D. Χρησιμοποιείται σε παλιούς πίνα-



Σχ. 6.3γ.

Αυτόματη ασφάλεια (πωματοαυτόματος).

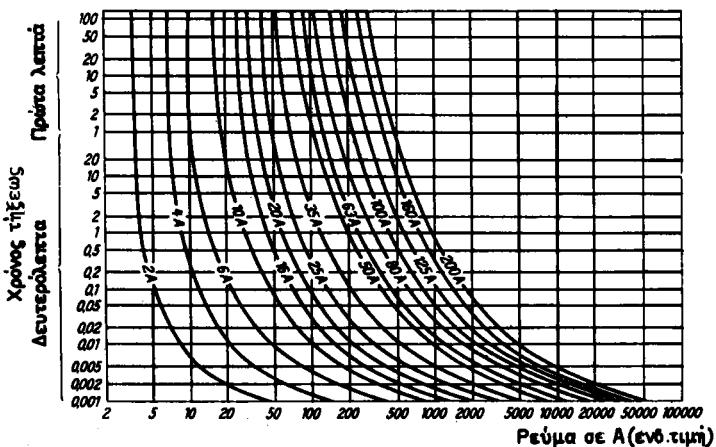
κες, που είχαν ασφάλειες, για να αντικαταστήσει το φυσίγγιο. Στην κορυφή του έχει δύο κουμπιά, με τα οποία γίνεται μηχανικά το άνοιγμα και το κλείσιμο. Σε περίπτωση πτώσεως πετιέται προς τα έξω το κουμπί κλεισίματος, όπως ακριβώς στο μικροαυτόματο ο μοχλίσκος χειρισμού πέφτει στη θέση ΕΚΤΟΣ.

6.4 Χαρακτηριστικά λειτουργίας των οργάνων προστασίας.

Αφού η λειτουργία μιας ασφάλειας, δηλαδή η διακοπή τροφοδοτήσεως όταν υπάρχει υπερένταση, προκαλείται από την τήξη του τηκτού της, είναι φυσικό ότι το χρονικό διάστημα, από τη στιγμή που εμφανίστηκε η υπερένταση ως τη στιγμή που γίνεται η διακοπή (χρόνος λειτουργίας), είναι τόσο συντομότερο, όσο μεγαλύτερη είναι η υπερένταση: όσο μεγαλύτερο είναι το ρεύμα, τόσο πιο γρήγορα θερμαίνεται το τηκτό και φθάνει στο σημείο τήξεώς του.

Για τα φυσίγγια που έχουν ένα ορισμένο ονομαστικό ρεύμα, μπορούμε να παραστήσουμε σ' ένα διάγραμμα το χρόνο λειτουργίας τους σε συνάρτηση με το ρεύμα που προκάλεσε την τήξη του τηκτού. Αυτήν την καμπύλη τη λέμε **χαρακτηριστική λειτουργίας** των φυσιγγίων. Στο σχήμα 6.4α βλέπομε τις χαρακτηριστικές λειτουργίας των φυσιγγίων. Καθεμιά καμπύλη αντιστοιχεί στα φυσίγγια ενός ορισμένου ονομαστικού ρεύματος.

Στον οριζόντιο άξονα του διαγράμματος παριστάνονται τα ρεύματα, ενώ στον κατακόρυφο παριστάνονται οι χρόνοι λειτουργίας. Οι κλίμακες, με τις οποίες παριστάνονται τα δύο μεγέθη, δεν είναι αναλογικές,



Σχ. 6.4α.

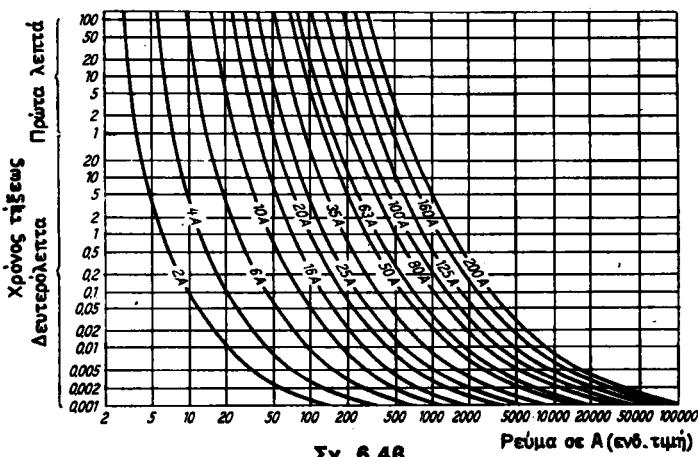
Χαρακτηριστικές λειτουργίες ασφαλειών ταχείας τήξεως.

για λόγους πρακτικούς: θέλομε να φαίνεται πιο καθαρά η περιοχή που αντιστοιχεί στα μικρότερα ρεύματα και, αντίστοιχα, στους μικρούς χρόνους. Γι' αυτό το λόγο χρησιμοποιούνται λογαριθμικές κλίμακες.

Από τη χαρακτηριστική λειτουργία μιας ασφάλειας μπορούμε να συμπεράνουμε αν μια ασφάλεια θα καεί ή όχι, όταν περάσει για μικρό χρονικό διάστημα ένα ρεύμα μεγαλύτερο από το ονομαστικό της. Για παράδειγμα, στο σχήμα 5.8α, βλέπομε ότι το φυσίγγιο 35 A, αν το ρεύμα είναι 200 A, καίγεται σε χρόνο 0,1 sec. Αν λοιπόν από ένα τέτοιο φυσίγγιο περάσει ρεύμα 200 A επί χρονικό διάστημα 0,02 sec, το φυσίγγιο δε θα καεί. Αντίθετα αν το ρεύμα διαρκεί, τότε το φυσίγγιο θα τό διακόψει σε χρόνο 0,1 sec.

Η μορφή που έχουν οι χαρακτηριστικές λειτουργίας των ασφαλειών είναι εξυπηρετική, για τους δυο ακόλουθους λόγους:

α) Πολλές συσκευές καταναλώσεως, μόλις τροφοδοτηθούν, απορροφούν, για ένα πολύ μικρό χρονικό διάστημα, ένα ρεύμα μεγαλύτερο από εκείνο, το οποίο αντιστοιχεί στην κατάσταση κανονικής λειτουργίας τους. Το φαινόμενο αυτό είναι πολύ έντονο στους κινητήρες, που στην πρώτη στιγμή τροφοδοτήσεώς τους απορροφούν το λεγόμενο "ρεύμα εκκινήσεως". Άλλα και άλλες συσκευές, ακόμη και οι θερμικές, τραβούν, εντελώς στιγμιαία, ένα μεγαλύτερο ρεύμα. Η μορφή της χαρακτηριστικής λειτουργίας των ασφαλειών επιτρέπει τη διέλευση του στιγμιαίου αυτού ρεύματος, χωρίς να προκληθεί η τήξη του τηκτού. Αν πάντως υπάρχει τέτοιο πρόβλημα – και αυτό κυρίως συμβαίνει στις γραμμές που τροφοδοτούν κινητήρες – υπάρχει η δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν ασφάλειες "βραδείας τήξεως", που οι χαρακτηριστικές λειτουργίας τους δίνονται στο σχήμα 6.4β. Οι χρόνοι λειτουργίας αυτών των

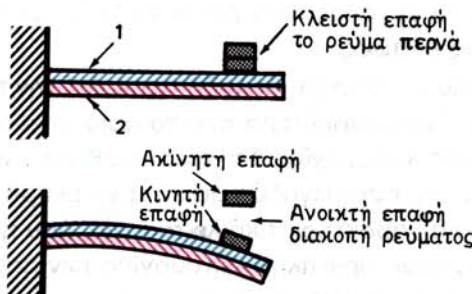


Χαρακτηριστικές λειτουργίες ασφαλειών βραδείας τήξεως.

ασφαλειών είναι σημαντικά μεγαλύτεροι από τους χρόνους των ασφαλειών ταχείας τήξεως.

β) Σε μια εγκατάσταση υπάρχουν ασφάλειες σε σειρά, με την έννοια ότι το ίδιο ρεύμα περνάει διαδοχικά από δύο ή περισσότερες ασφάλειες. Π.χ. στον πίνακα διανομής μιας εγκαταστάσεως υπάρχει η γενική ασφάλεια, που προστατεύει όλη την εγκατάσταση, και υπάρχουν και οι ασφάλειες των γραμμών, που ξεκινούν από τον πίνακα. Αν συμβεί ένα σφάλμα σε μια γραμμή, το ρεύμα βραχυκυκλώματος περνάει και από τη γενική ασφάλεια και από την ασφάλεια προστασίας της γραμμής. Αυτό το ρεύμα είναι πολύ μεγαλύτερο από τα ονομαστικά ρεύματα και των δύο αυτών ασφαλειών, δηλαδή είναι ικανό να κάψει και τις δύο. Εν τούτοις είναι επιθυμητό να καεί μόνο η ασφάλεια της γραμμής και όχι η γενική. Αυτό γίνεται δυνατόν χάρη στη μορφή που έχουν οι χαρακτηριστικές λειτουργίας των ασφαλειών. Από το διάγραμμα του σχήματος 5.8a βλέπομε ότι η χαρακτηριστική λειτουργίας καθενός φυσιγγίου είναι κάτω από τη χαρακτηριστική λειτουργία όλων των άλλων φυσιγγίων που έχουν μεγαλύτερο ονομαστικό ρεύμα. Αν λοιπόν το φυσίγγιο της γενικής ασφάλειας είναι μεγαλύτερο από το φυσίγγιο της ασφάλειας της γραμμής, το τελευταίο θα καεί και θα διακόψει το ρεύμα, πριν προφθάσει να καεί το φυσίγγιο της γενικής ασφάλειας. Λέμε ότι έχουμε συνεργασία των οργάνων προστασίας που είναι συνδεδεμένα σε σειρά, όταν πετυχαίνομε την εξής λειτουργία: ένα σφάλμα μετά από το δεύτερο όργανο προστασίας προκαλεί τη λειτουργία του χωρίς να προκαλέσει και τη λειτουργία του πρώτου οργάνου προστασίας. Έτσι πετυχαίνομε να διακόπτεται η τροφοδότηση στο μικρότερο δυνατό τμήμα της εγκαταστάσεως.

Απ' όσα εξηγήσαμε ως εδώ σχετικά με τις ασφάλειες γίνεται φανερό πόσο λανθασμένη είναι η συνήθεια που έχουν μερικοί να τοποθετούν ένα ψιλό σύρμα στο εξωτερικό ενός φυσιγγίου για να το "επισκευάσουν" όταν αυτό έχει καεί. Ακόμα και αν έχουν βρει από πείρα ποιο σύρμα (συνήθως ένας ή περισσότεροι κλώνοι ενός εύκαμπτου καλωδίου) καίγεται στα τόσα Αμπέρ όσο είναι το ονομαστικό ρεύμα του φυσιγγίου, είναι αδύνατον να πετύχουν να έχει τη χαρακτηριστική λειτουργίας του, ούτε βέβαια την ικανότητα διακοπής. Μπορεί ορισμένες φορές, να λειτουργεί σχεδόν καλά. Σκοπός όμως των οργάνων προστασίας δεν είναι να λειτουργούν καλά ορισμένες φορές αλλά πάντοτε, δηλαδή με όλες τις πιθανές τιμές του ρεύματος βραχυκυκλώματος. Και αυτό δεν μπορεί να εξασφαλισθεί, παρά μόνο όταν χρησιμοποιούμε τα κανονικά φυσίγγια.



Σχ. 6.4γ.
Διμεταλλικό έλασμα.

Ο χρόνος λειτουργίας των αυτομάτων διακοπών καθορίζεται από τη διάταξη πτώσεώς τους. Αφού, όπως είπαμε, η χαρακτηριστική λειτουργίας των ασφαλειών είναι εξυπηρετική, είναι συνήθως επιθυμητό να έχουν και οι αυτόματοι διακόπτες μια χαρακτηριστική λειτουργίας με μορφή ανάλογη εκείνης των ασφαλειών. Γι' αυτό το σκοπό συνήθως η διάταξη πτώσεως των αυτομάτων διακοπών αποτελείται από δύο στοιχεία: το θερμικό και το ηλεκτρομαγνητικό. Το θερμικό στοιχείο αποτελείται από ένα διμεταλλικό έλασμα (σχ. 6.4γ), δηλ. από ένα συνδυασμό ελασμάτων από δύο διαφορετικά μέταλλα που έχουν διαφορετικούς συντελεστές διαστολής. Μια αντίσταση που διαρρέεται από το ρεύμα που περνάει από τον αυτόματο διακόπτη (ή από ένα σταθερό υποπολλαπλάσιο αυτού του ρεύματος) θερμαίνει το διμεταλλικό έλασμα. Λόγω των διαφορετικών συντελεστών διαστολής των δύο μετάλλων, το διμεταλλικό έλασμα κάμπτεται λιγότερο ή περισσότερο, ανάλογα με το διερχόμενο ρεύμα. Με το άκρο του το διμεταλλικό έλασμα ωθεί μια καστάνια που συγκρατεί το διακόπτη στην κλειστή θέση (περίπτωση διακοπών με μηχανικό χειρισμό) ή ανοίγει μια επαφή του βοηθητικού κυκλώματος που τροφοδοτεί τον ηλεκτρομαγνήτη (περίπτωση διακοπών με ηλεκτρικό χειρισμό).

Το ηλεκτρομαγνητικό στοιχείο αποτελείται από ένα μικρό ηλεκτρομαγνήτη, που το πηνίο του διαρρέεται και άυτό από το ίδιο ρεύμα, όπως και η αντίσταση του θερμικού στοιχείου. Όταν περάσει ένα μεγάλο ρεύμα, μεγαλύτερο από ένα όριο, ο ηλεκτρομαγνήτης έλκει, χωρίς καμιά χρονική καθυστέρηση, τον οπλισμό του, ο οποίος, δρώντας όπως και το θερμικό στοιχείο, προκαλεί την πτώση του διακόπτη. Επειδή η λειτουργία του ηλεκτρομαγνητικού στοιχείου γίνεται χωρίς ηθελημένη καθυστέρηση, λέγεται και **στιγμιαίο στοιχείο ή στοιχείο ακαριαίας λειτουργίας**. Όταν η πτώση προκληθεί από το ηλεκτρομαγνητικό στοιχείο, το άνοιγμα του αυτόματου διακόπτη γίνεται σε τόσο χρόνο, όσος είναι

αναπόφευκτος από το γεγονός ότι πρέπει να τεθεί σε κίνηση ο μηχανισμός που ανοίγει τις επαφές.

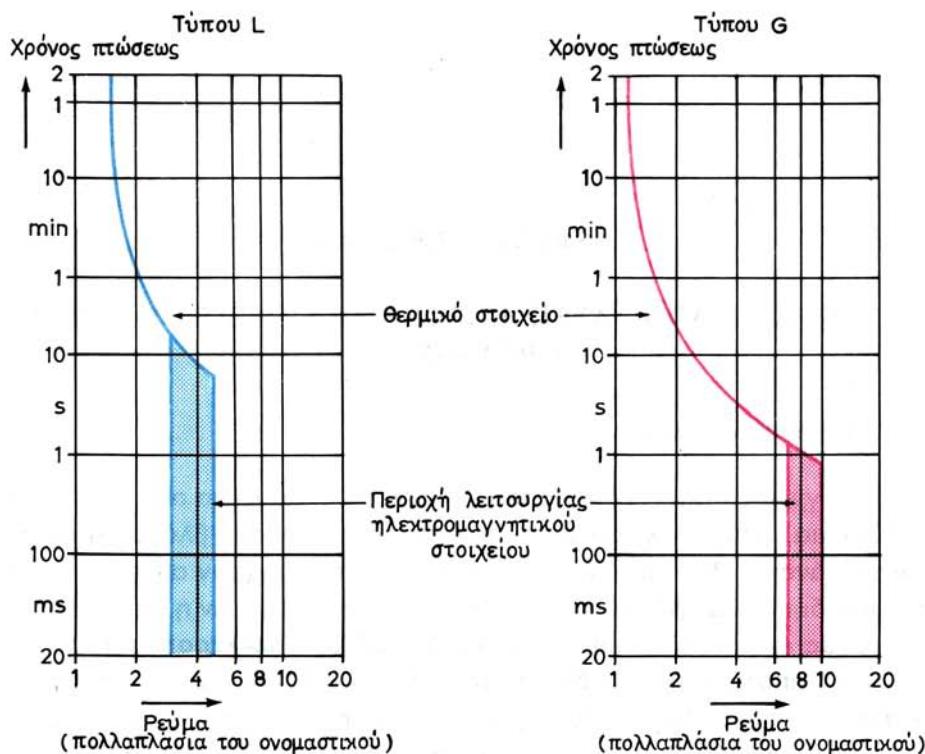
Το θερμικό στοιχείο λειτουργεί (δηλαδή προκαλεί την πτώση του διακόπη), όταν το ρεύμα είναι μεγαλύτερο από το όριο, στο οποίο είναι ρυθμισμένο. Όμως ο χρόνος λειτουργίας δεν είναι σταθερός, αφού η θέρμανσή του είναι τόσο ταχύτερη, όσο μεγαλύτερο είναι το ρεύμα. Γι' αυτό τα θερμικά στοιχεία έχουν μια χαρακτηριστική λειτουργία, που η μορφή της μοιάζει με τη μορφή της χαρακτηριστικής λειτουργίας των ασφαλειών.

Το ηλεκτρομαγνητικό στοιχείο ρυθμίζεται έτσι, που να προκαλεί την πτώση του διακόπη (και, όπως αναφέραμε ήδη, αυτή είναι άμεση, χωρίς καμιά καθυστέρηση) όταν το ρεύμα υπερβαίνει κάποιο όριο, που είναι σημαντικά μεγαλύτερο από το όριο λειτουργίας του θερμικού στοιχείου.

Στους αυτόματους διακόπτες, που έχουν δυνατότητα ρυθμίσεως των ορίων διεγέρσεως της διατάξεως πτώσεως, μπορούμε να ρυθμίζομε χωριστά τα οριακά ρεύματα λειτουργίας του θερμικού και του ηλεκτρομαγνητικού στοιχείου.

Στους αυτόματους διακόπτες, όπου η διάταξη πτώσεως δεν είναι ρυθμίσιμη (και έτσι είναι και οι μικροαυτόματοι), το οριακό ρεύμα λειτουργίας του ηλεκτρομαγνητικού στοιχείου είναι κάποιο ορισμένο πολλαπλάσιο του οριακού ρεύματος λειτουργίας του θερμικού στοιχείου. Η χαρακτηριστική λειτουργίας των μικροαυτομάτων έχει τη μορφή των καμπυλών που δίνονται στο σχήμα 6.4δ. Στους μικροαυτόματους τύπου L που προορίζονται για την προστασία των γραμμών, το ηλεκτρομαγνητικό στοιχείο δρα, όταν το ρεύμα είναι περίπου τριπλάσιο από το ονομαστικό ρεύμα του μικροαυτομάτου. Οι μικροαυτόματοι τύπου G χρησιμοποιούνται συνήθως για την προστασία κινητήρων. Σ' αυτούς το ηλεκτρομαγνητικό στοιχείο προκαλεί την άμεση πτώση του διακόπη, όταν το ρεύμα υπερβεί το οκταπλάσιο περίπου του ονομαστικού ρεύματος. Οι διαγραμμισμένες περιοχές στα διαγράμματα του σχήματος 6.4δ παριστούν αυτό το "περίπου" που αναφέραμε: επειδή οι μικροαυτόματοι, ως βιομηχανικό προϊόν που είναι, δεν μπορεί να έχουν απόλυτη ακρίβεια στη λειτουργία τους, οι κατασκευαστές δίνουν μια περιοχή, μέσα στην οποία εγγυημένα λειτουργεί το στιγμιαίο στοιχείο – ούτε παραπάνω, ούτε παρακάτω. Στον οριζόντιο άξονα, σ' αυτά τα διαγράμματα η κλίμακα δίνεται σε πολλαπλάσια του ονομαστικού ρεύματος του μικροαυτομάτου.

'Όπως αναφέραμε και προηγουμένως, οι μικροαυτόματοι έχουν την ικανότητα διακοπής, που μπορεί να είναι 3 kA ή 6 kA ή 10 kA. Όμως το ρεύμα βραχυκυλώσεως είναι δυνατό να είναι ακόμα μεγαλύτερο από αυτά τα όρια. Για να μην υπάρχει, λοιπόν, ο κίνδυνος να καταστραφεί



Σχ. 6.48.
Χαρακτηριστικές λειτουργίες μικροαυτομάτων.

ένας μικροαυτόματος επειδή δεν θα μπορεί να διακόψει το ρεύμα βραχυκυκλώματος, πρέπει να είναι τοποθετημένη πριν από αυτόν μια ασφάλεια, με ονομαστικό ρεύμα πολύ μεγαλύτερο από το ρεύμα του μικροαυτομάτου. Αυτή η ασφάλεια λέγεται "προτασσόμενη ασφάλεια". Σε ρεύματα βραχυκυκλώματος μικρότερα από την ικανότητα διακοπής του μικροαυτομάτου, η ασφάλεια αυτή δεν καίγεται. Έτσι, λειτουργεί ο μικροαυτόματος κανονικά. Αν όμως εμφανισθεί ένα πολύ μεγάλο ρεύμα βραχυκυκλώματος, τότε θα καεί η ασφάλεια, επειδή, όπως έχομε πει, στα πολύ μεγάλα ρεύματα οι ασφάλειες λειτουργούν σε πάρα πολύ μικρό χρόνο. Η ασφάλεια είναι, σ' αυτά τα μεγάλα ρεύματα, ταχύτερη και από το στιγμιαίο (ηλεκτρομαγνητικό) στοιχείο του μικροαυτομάτου. Ο μικροαυτόματος μπορεί να ανοίξει ή να μην ανοίξει, αλλά η τήξη της ασφάλειας θα τον έχει προστατεύσει. Μια ασφάλεια, με φυσιγγια ονομαστικού ρεύματος μικρότερου ή ίσου προς 100 A, προστατεύει τους μικροαυτόματους που έχουν ονομαστικό ρεύμα από 6 μέχρι 40 A.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΟ ΤΑΣΕΙΣ ΕΠΑΦΗΣ – ΓΕΙΩΣΕΙΣ – ΟΡΓΑΝΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

7.1 Τάσεις επαφής.

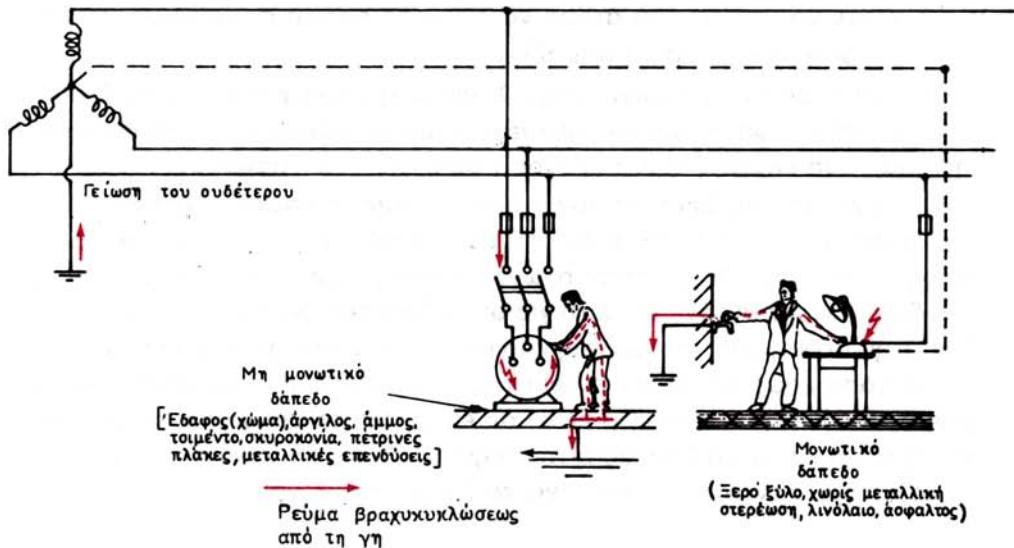
Είναι γνωστό πως, αν περάσει ηλεκτρικό ρεύμα μέσα από το ανθρώπινο σώμα, υπάρχει κίνδυνος να προκαλέσει σοβαρές βλάβες ή ακόμα και το θάνατο. Βέβαια, αυτό δεν σημαίνει ότι υπάρχουν αυτοί οι κίνδυνοι, οσοδήποτε μικρό και αν είναι το ρεύμα, ή επίσης, αν η διέλευση του ρεύματος έχει πολύ μικρή διάρκεια. Ονομάζουμε **ηλεκτροπληξία** το παθολογικό αποτέλεσμα της διόδου του ηλεκτρικού ρεύματος μέσα από το ανθρώπινο σώμα. Αν η διέλευση του ρεύματος γίνει αισθητή, χωρίς όμως να προκαλέσει παθολογικά αποτελέσματα, δεν έχουμε ηλεκτροπληξία.

Το αίτιο που μπορεί να προκαλέσει τη ροή του ηλεκτρικού ρεύματος δεν μπορεί βέβαια να είναι τίποτε άλλο από την ύπαρξη μιας τάσεως ανάμεσα σε δύο σώματα, προς τα οποία θα ερχόταν συγχρόνως σ' επαφή ένα άτομο. Από αυτό προκύπτει η έννοια της **τάσεως επαφής**: είναι μια τάση που υπάρχει ανάμεσα σε δύο σημεία **ταυτοχρόνως προσιτά**. Βέβαια σε κανονική κατάσταση λειτουργίας δεν υπάρχουν τέτοιες τάσεις. Μόνο αν έχει συμβεί ένα σφάλμα των μονώσεων, μπορεί να αποκτήσουν μια τάση προς τη γη τα λεγόμενα "εκτεθειμένα αγώγιμα μέρη".

Εκτεθειμένο αγώγιμο μέρος είναι κάθε αγώγιμο αντικείμενο:

- Που ένα άτομο μπορεί να έλθει σε επαφή με αυτό, χωρίς φυσικά να μεταχειρισθεί κάποιο εργαλείο.
- Που ενώ σε κανονική κατάσταση λειτουργίας δεν έχει καμιά τάση προς τη γη, μπορεί να αποκτήσει τάση, σε περίπτωση σφάλματος των μονώσεων.

Εκτεθειμένο αγώγιμο μέρος μπορεί να είναι τμήμα μιας συσκευής καταναλώσεων ή ενός εξαρτήματος της ΕΗΕ. Μπορεί όμως να είναι και ένα άλλο αγώγιμο αντικείμενο, ξένο προς αυτά, αλλά που είναι συνδε-



Σχ. 7.1.

Ταυτόχρονη επαφή με δύο μέρη, μεταξύ των οποίων υπάρχει μια τάση.

δεμένο με αυτά. Εκτεθειμένο αγώγιμο μέρος είναι π.χ. το μεταλλικό περιβλήμα ενός ηλεκτρικού μαγειρείου, ή το μεταλλικό σώμα ενός πίνακα διανομής. Μπορεί όμως να είναι και ένας άξονας που παίρνει κίνηση από έναν ηλεκτρικό κινητήρα, οπότε, αν ο κινητήρας δεν είναι προσιτός, ενώ ο άξονας είναι προσιτός, θα χαρακτηρίσομε εκτεθειμένο αγώγιμο μέρος τον άξονα.

Ας επανέλθομε όμως στα "συγχρόνως προσιτά" μέρη. Αν κάποιος, που πατάει σε δάπεδο που δεν είναι μονωτικό ή ακουμπάει σε τοίχο που δεν είναι μονωτικός, έλθει σε επαφή με ένα αγώγιμο μέρος που έχει μια τάση προς τη γη, γεφυρώνει μια τάση επαφής και επομένως θα περάσει ρεύμα μέσα από το σώμα του. Το ίδιο θα συμβεί, αν το δάπεδο και οι τοίχοι είναι από μονωτικό υλικό, αλλά το άτομο έλθει σε επαφή συγχρόνως με το αγώγιμο μέρος που έχει τάση και με ένα άλλο αγώγιμο αντικείμενο που έχει το δυναμικό της γης (σχ. 7.1). Συγχρόνως προσιτά, στα παραδείγματα που αναφέραμε, είναι ένα εκτεθειμένο αγώγιμο μέρος από τη μια πλευρά, ενώ από την άλλη είναι:

- Το δάπεδο ή ο τοίχος που δεν είναι μονωτικά, στο πρώτο παράδειγμα.
- Ένα αγώγιμο μέρος, που έχει το δυναμικό της γης και που βρίσκεται σε τέτοια απόσταση από το εκτεθειμένο αγώγιμο μέρος,

ώστε να μπορεί ένα άτομο να έλθει σε επαφή συγχρόνως και με τα δυο, στο δεύτερο παράδειγμα.

Η περίπτωση που περιγράψαμε λέγεται **έμμεση επαφή**. Ένα άτομο έρχεται σε επαφή με ένα εκτεθειμένο αγώγιμο μέρος που έχει αποκτήσει μια τάση επαφής εξαιτίας ενός σφάλματος των μονώσεων.

Υπάρχει και μια δεύτερη περίπτωση: η **άμεση επαφή**. Αυτή συμβαίνει, όταν ένα άτομο έλθει σε επαφή με ένα ενεργό μέρος που έχει τάση προς τη γη (δηλαδή με έναν αγωγό φάσεως ή με ένα αγώγιμο μέρος συνδεδεμένο με αυτόν), αν αυτό για οποιοδήποτε λόγο έχει γίνει προσιτό. Και στην περίπτωση της άμεσης επαφής χρησιμοποιείται κατ'επέκταση ο όρος "τάση επαφής" με την έννοια της τάσεως που θα γεφυρώσει με το σώμα του ένα άτομο που θα έλθει σε επαφή με το μέρος που έχει τάση προς τη γη και με το δάπεδο ή τον τοίχο (αν δεν είναι μονωτικά) ή με ένα άλλο αγώγιμο αντικείμενο που έχει το δυναμικό της γης.

7.2 Πότε μια τάση επαφής είναι επικίνδυνη.

Εκείνο που μας ενδιαφέρει, όταν πρόκειται να λάβομε μέτρα προστασίας ατόμων από τάσεις επαφής, είναι να ξέρουμε πότε μια τάση επαφής είναι επικίνδυνη και πότε όχι. Αυτό μας χρειάζεται για να κάνουμε ό,τι πρέπει, ώστε οι τάσεις επαφής που είναι ενδεχόμενο να εμφανισθούν να μην είναι επικίνδυνες.

Έχουν γίνει πολλές μελέτες, για να προσδιορισθεί ποια είναι η τιμή του ρεύματος, **ανάλογα με τη διάρκειά του**, που, όταν περνάει μέσα από το ανθρώπινο σώμα, μπορεί να είναι επικίνδυνο για πρόκληση ηλεκτροπληξίας. Επίσης έχει μελετηθεί ποια είναι η αντίσταση που παρουσιάζει το ανθρώπινο σώμα στη διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος. Αυτά τα δύο στοιχεία είναι απαραίτητα, για να βρούμε, τελικά, την τιμή της τάσεως επαφής, που, ανάλογα με τη χρονική διάρκεια διατηρήσεώς της, μπορεί να είναι επικίνδυνη.

Πρέπει να αναφερθεί ότι η επίδραση του ηλεκτρικού ρεύματος δεν είναι η ίδια σ'όλα τα άτομα, αλλά και στο ίδιο άτομο δεν είναι χρονικά σταθερή. Επίσης τα αποτελέσματα που έχει το ηλεκτρικό ρεύμα εξαρτώνται και από τη διαδρομή που θα ακολουθήσει μέσα στο σώμα (από χέρι σε πόδια, από χέρι σε χέρι κλπ.). Άλλα και η αντίσταση του ανθρώπινου σώματος δεν είναι ένα σταθερό μέγεθος. Διαφέρει από άτομο σε άτομο, μεταβάλλεται χρονικά στο ίδιο άτομο και κυρίως εξαρτάται από τις συνθήκες της επαφής (π.χ. αν είναι υγρό το δέρμα).

Είναι ευνόητο πόσο δύσκολος είναι ο προσδιορισμός όλων αυτών των παραγόντων. Γι' αυτό ακριβώς το λόγο υπήρχαν ανέκαθεν ορισμέ-

νες διαφοροποιήσεις μεταξύ των κανονισμών των διαφόρων χωρών, ως προς τα δρια που πρέπει να ληφθούν υπόψη στον καθορισμό των μέτρων για την αποφυγή κινδύνων από τάσεις επαφής. Ο ΚΕΗΕ που ισχύει στη χώρα μας ορίζει ότι: **κάθε τάση επαφής μεγαλύτερη από 50 V πρέπει να διακόπτεται σε χρόνο μικρότερο από 5 sec από τη στιγμή εμφανίσεως της.**

7.3 Μέθοδοι προστασίας από έμμεση επαφή.

Επειδή στην πράξη οι πιθανότητες να έλθει ένα άτομο σε επαφή με ένα εκτεθειμένο αγώγιμο μέρος, που έχει αποκτήσει μια τάση επαφής εξαιτίας ενός σφάλματος, είναι περισσότερες από τις πιθανότητες άμεσης επαφής, αρχίζομε με την εξέταση των μέτρων που επιβάλλονται για την προστασία από τους κινδύνους των εμμέσων επαφών.

Όπως θα αναφέρομε και στη συνέχεια, η μέθοδος προστασίας που έχει την ευρύτερη εφαρμογή είναι η γείωση των εκτεθειμένων αγωγίμων μερών. Όμως θα περιγράψουμε πρώτα ορισμένες άλλες μεθόδους που χρησιμοποιούνται σπανιότερα, για να καταλήξουμε στη μέθοδο της γείωσεως, την οποία θα χρειασθεί να αναπτύξουμε διεξοδικότερα.

Δύο τρόποι θα ήταν λογικά κατάλληλοι για την αποφυγή κινδύνων που θα μπορούσαν να προκύψουν από την επαφή ατόμων προς τα εκτεθειμένα αγώγιμα μέρη:

- Ή να αποκλεισθεί με ικανοποιητική βεβαιότητα, ότι ένα σφάλμα μονώσεως θα μπορούσε να έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση μιας τάσεως επαφής στα εκτεθειμένα αγώγιμα μέρη,
- ή να φροντίσουμε, ώστε, αν τα εκτεθειμένα αγώγιμα μέρη αποκτήσουν μια τάση επαφής, αυτή να μην είναι επικίνδυνη.

Από τις πέντε μεθόδους προστασίας που θα αναφέρομε στη συνέχεια, οι τρεις πρώτες εμπίπτουν στην πρώτη περίπτωση και οι άλλες δυο στη δεύτερη.

a) Διπλή μόνωση.

Εφαρμόζεται κυρίως σε ορισμένα εργαλεία χειρός (όπως π.χ. ηλεκτροδράπανα) και σε άλλες φορητές συσκευές καταναλώσεως. Επάνω από την κανονική μόνωση των ενεργών μερών τοποθετείται και μια δεύτερη. Έτσι, αν συμβεί ένα σφάλμα, δηλαδή αν η κανονική μόνωση πάθει βλάβη, τα εκτεθειμένα αγώγιμα μέρη δεν θα αποκτήσουν καμιά τάση, αφού θα υπάρχει η δεύτερη μόνωση. Οι συσκευές με διπλή μόνωση έχουν, στην πινακίδα όπου είναι γραμμένα τα στοιχεία τους, το σήμα της διπλής μονώσεως (σχ. 7.3a).



Σχ. 7.3α.

Σήμα διπλής μονώσεως.

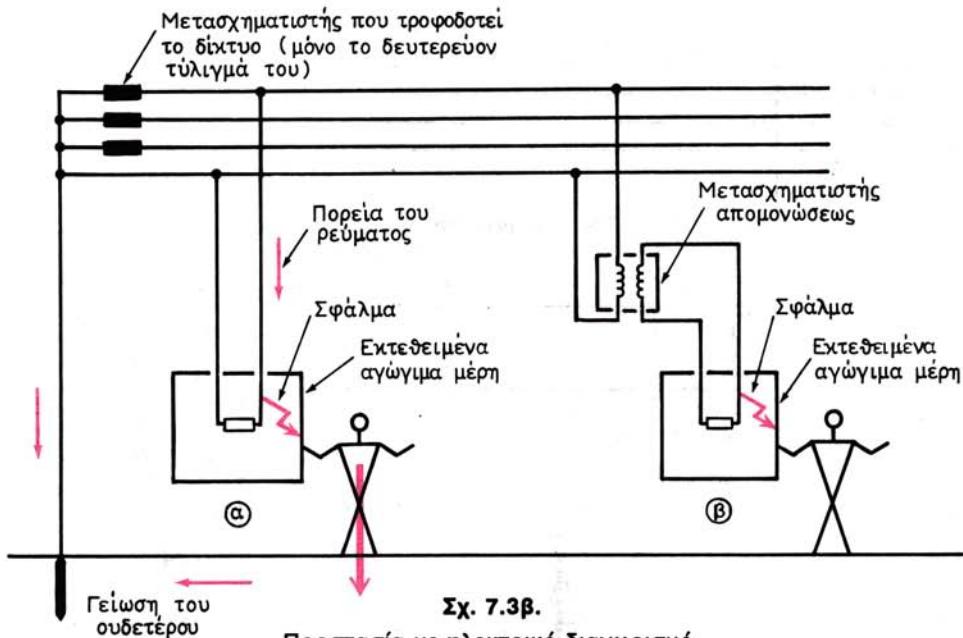
Στην ίδια περίπτωση εμπίπτουν και οι συσκευές με "ενισχυμένη μόνωση", στις οποίες η μόνωση είναι μία, αλλά έχει διπλή μηχανική και ηλεκτρική αντοχή από μια κανονική μόνωση. Έτσι θεωρείται ότι παρέχει τον ίδιο βαθμό προστασίας, όπως η διπλή μόνωση.

Η μέθοδος της διπλής μονώσεως θεωρείται πλεονεκτική σ' όσες περιπτώσεις υπάρχει αμφιβολία αν, εκεί όπου θα χρησιμοποιηθεί η συσκευή, θα υπάρχει κατάλληλη γείωση και αν θα συνδεθεί σωστά.

Διπλή μόνωση παρουσιάζουν και οι γραμμές των ΕΗΕ, στις οποίες οι μονωμένοι αγωγοί είναι τοποθετημένοι μέσα σε σωλήνες με χαλύβδινο οπλισμό (χαλυβδοσωλήνες) ή σε οπλισμένους μονωτικούς σωλήνες (σωλήνες Μπέργκκραν), αφού η μόνωση που υπάρχει στο εσωτερικό αυτών των σωλήνων είναι μια δεύτερη μόνωση πάνω από τη μόνωση των αγωγών.

β) Ηλεκτρικός διαχωρισμός (χρήση μετασχηματιστή απομονώσεως).

Ο ουδέτερος του δικτύου που τροφοδοτεί την ΕΗΕ είναι γειωμένος. Γι' αυτό οι αγωγοί φάσεων έχουν τάση προς τη γη. Αν ένα σφάλμα γεφυρώσει τη μόνωση που υπάρχει μεταξύ των ενεργών μερών που έχουν τάση και των εκτεθειμένων αγωγίμων μερών, θα αποκτήσουν και τα τελευταία μια τάση προς τη γη. Μπορούμε ένα τμήμα της ΕΗΕ να μην το τροφοδοτήσουμε απευθείας, αλλά μέσω ενός μετασχηματιστή που ούτε ανυψώνει ούτε υποβιβάζει την τάση (δηλαδή έχει την ίδια τάση πρωτεύοντος και δευτερεύοντος) και που δεν έχει καμιά σύνδεση προς τη γη στο δευτερεύον του (σχ. 7.3β). Έτσι, σε περίπτωση σφάλματος, τα εκτεθειμένα αγώγιμα μέρη αυτού του τμήματος της ΕΗΕ δεν είναι δυνατόν να αποκτήσουν τάση προς τη γη. Ο μετασχηματιστής (που λέγεται μετασχηματιστής απομονώσεως ή μετασχηματιστής 1:1, αφού έχει ίσο αριθμό σπειρών και στα δύο τυλίγματά του) πρέπει να έχει πολύ καλές μονώσεις. Έτσι, θα είναι βέβαιος ο διαχωρισμός μεταξύ του πρωτεύοντος και του δευτερεύοντος. Επίσης πρέπει να είναι βέβαιο ότι κανένα σημείο του δευτερεύοντος τυλίγματος ή του κυκλώματος που τροφοδοτείται από αυτό δεν θα αποκτήσει αγώγιμη σύνδεση προς τη γη εξαιτίας ενός σφάλματος. Ένα τέτοιο σφάλμα δεν θα γινόταν αντιληπτό, αφού δεν συνεπάγεται καμιά υπερένταση και θα μπορού-



Σχ. 7.3β.

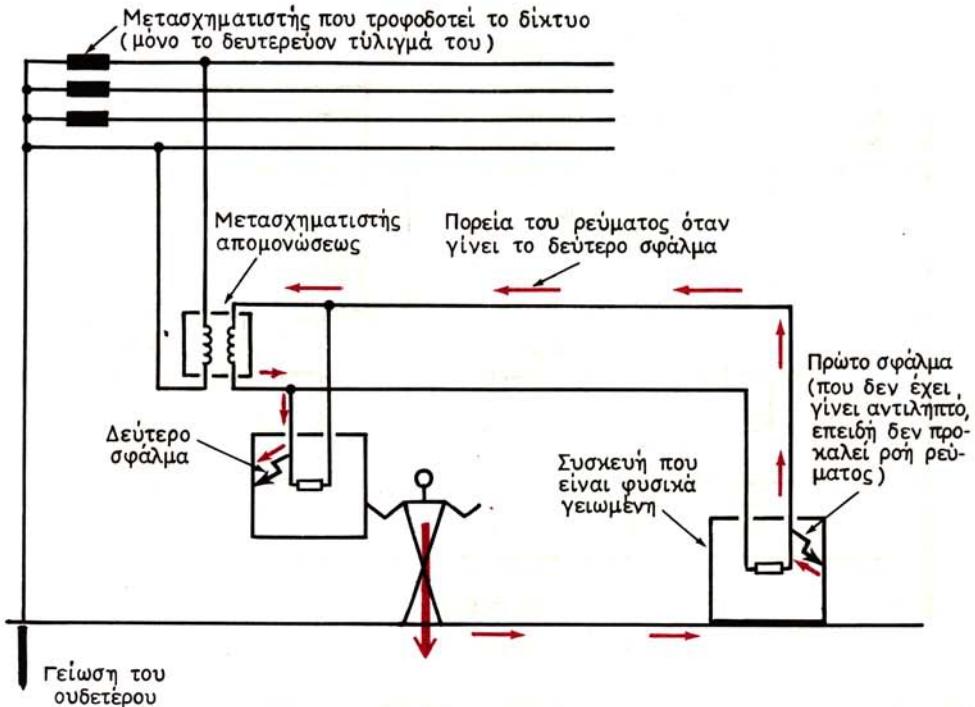
Προστασία με ηλεκτρικό διαχωρισμό.

- α) Συσκευή που τροφοδοτείται απ' ευθείας (δεν υπάρχει ηλεκτρικός διαχωρισμός).
- β) Συσκευή που τροφοδοτείται μέσω μετασχηματιστή απομονώσεως (επειδή υπάρχει ηλεκτρικός διαχωρισμός, ακόμα κι αν συμβεί σφάλμα δεν κυκλοφορεί ρεύμα).

σε να διατηρηθεί επί μακρό χρονικό διάστημα. Θα είχε όμως ως συνέπεια να μην υπάρχει πια προστασία με διαχωρισμό για όλο το τμήμα της ΕΗΕ που τροφοδοτείται από το μετασχηματιστή (σχ. 7.3γ). Γι' αυτό το λόγο αυτή η μέθοδος προστασίας δεν εφαρμόζεται σε εκτεταμένα τμήματα των ΕΗΕ επειδή η πιθανότητα ενός σφάλματος που θα γείωνε ένα σημείο του κυκλώματος θα ήταν αυξημένη. Συνηθέστερη εφαρμογή της μεθόδου είναι στους ρευματοδότες τροφοδοτήσεως ξυριστικών μηχανών.

γ) Προστασία με ισοδυναμικές συνδέσεις.

'Όταν όλα τα "tautóχρονα προσιτά" μέρη είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους, δεν είναι δυνατόν να υπάρχουν τάσεις μεταξύ τους, δηλαδή έτσι εξασφαλίζεται ότι δεν είναι δυνατόν να εμφανισθούν τάσεις επαφής. Είναι μια μέθοδος που μπορεί να εφαρμοσθεί π.χ. σ' ένα εργοστάσιο ή σ' ένα εργαστήριο: στο δάπεδο ενσωματώνεται (στο στάδιο κατασκευής του) ένα πλέγμα από αγωγούς. (Πόσο πυκνό θα είναι αυτό το πλέγμα είναι θέμα μελέτης, με βάση τα συγκεκριμένα στοιχεία. Για να έχομε μια



Σχ. 7.3γ.
Αστοχία προστασίας με ηλεκτρικό διαχωρισμό.

ιδέα, αναφέρομε ότι μπορεί οι αποστάσεις μεταξύ των αγωγών να χρειάζεται να είναι της τάξεως του ενός ή μερικών μέτρων). Σ' αυτό το πλέγμα συνδέονται όλα τα εκτεθειμένα αγώγιμα μέρη, αλλά και όλα τα μεταλλικά στοιχεία του κτηρίου, οι σωληνώσεις και οτιδήποτε μεταλλικό αντικείμενο υπάρχει στην περιοχή. Χρειάζεται ειδική μέριμνα και ενδεχομένως λήψη μέτρων προστασίας στις παρυφές του ισοδυναμικού πλέγματος, δηλαδή εκεί που αυτό τελειώνει, αφού σ' αυτήν την περιοχή μπορούν να εμφανισθούν τάσεις μεταξύ αγωγίμων μερών που είναι συνδεδεμένα στο πλέγμα και άλλων αγωγίμων μερών ασυνδέτων προς αυτό.

δ) Χρήση πολύ χαμηλής τάσεως ασφαλείας.

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται, όταν θεωρείται ότι είναι αυξημένες οι πιθανότητες να συμβούν σφάλματα των μονώσεων. Π.χ. εφαρμόζεται στα φορητά φωτιστικά σώματα (μπαλαντέζες) που χρησιμοποιούνται στα συνεργεία. Επίσης εφαρμόζεται στις εγκαταστάσεις φωτισμού με ειδικά φωτιστικά σε κήπους, πισίνες, σιντριβάνια κλπ. Ένας μετασχημα-

τιστής υποβιβάζει την τάση σε μια τιμή κάτω από 50 V. Και εδώ ο μετασχηματιστής πρέπει να έχει ισχυρές μονώσεις μεταξύ πρωτεύοντος και δευτερεύοντος. Φυσικά αποκλείονται οι αυτομετασχηματιστές.

ε) Γείωση των εκτεθειμένων αγωγίμων μερών.

Είναι, όπως ήδη αναφέραμε, η μέθοδος προστασίας που χρησιμοποιείται γενικά και περισσότερο από όλες τις άλλες. Αναφέρεται και ως "προστασία με αυτόματη διακοπή". Συνίσταται στη σύνδεση των εκτεθειμένων αγωγίμων μερών με ένα ή περισσότερα ηλεκτρόδια, που είναι τοποθετημένα μέσα στη γη και έχουν καλή επαφή μ' αυτήν. 'Όταν, εξαιτίας ενός σφάλματος, γεφυρωθεί η μόνωση μεταξύ των ενεργών μερών που έχουν τάση προς τη γη και των εκτεθειμένων αγωγίμων μερών, θα προκληθεί η ροή ενός ρεύματος, που θα είναι ικανό να προκαλέσει τη λειτουργία των οργάνων προστασίας. Αυτά θα διακόψουν την τροφοδότηση σε τόσο σύντομο χρόνο, που η τάση επαφής να μην είναι επικίνδυνη. Παράλληλα βέβαια η σύνδεση προς τη γη μειώνει το μέγεθος της τάσεως επαφής σε σύγκριση με την τιμή που θα είχε αν τα εκτεθειμένα αγώγιμα μέρη ήταν αγείωτα. Δεν μπορούμε όμως να ελπίζομε ότι η τάση επαφής θα μπορούσε να περιορισθεί σε επίπεδο κάτω από τα 50 V. Γι' αυτό η διακοπή της τροφοδοτήσεως είναι απαραίτητη.

Τη μέθοδο αυτή θα περιγράψουμε διεξοδικότερα στις παραγράφους 7.4, 7.5, 7.6 και 7.7.

7.4 Ηλεκτρόδια γειώσεως.

Ηλεκτρόδιο γειώσεως (ή γειωτής) είναι ένα μεταλλικό σώμα, που είναι τοποθετημένο μέσα στη γη, ώστε να έχει καλή επαφή με το έδαφος. Χρησιμεύει για να συνδέομε προς αυτό τα εκτεθειμένα αγώγιμα μέρη, και να εξασφαλίσουμε προστασία από τάσεις επαφής. Επίσης, χρησιμοποιούνται ηλεκτρόδια γειώσεως για τη σύνδεση προς αυτά του ουδέτερου των δικτύων διανομής. Ακόμη, χρησιμοποιούνται και για τη σύνδεση αλεξικεραύνων ή γενικά συστημάτων αντικεραυνικής προστασίας, για τη διοχέτευση προς τη γη ρευμάτων των κεραυνών.

Αν πρόκειται για μεταλλικό σώμα που έχει τοποθετηθεί για κάποιον άλλο σκοπό αλλά χρησιμοποιείται και ως ηλεκτρόδιο γειώσεως, το ονομάζομε "φυσικό ηλεκτρόδιο γειώσεως" (ή "φυσικό γειωτή"). Αντιθέτως, αν το έχομε τοποθετήσει μόνο για να έχομε αγώγιμη σύνδεση προς τη

γη, το ονομάζομε "τεχνητό ηλεκτρόδιο γειώσεως" (ή "τεχνητό γειωτή"). Ως τεχνητά ηλεκτρόδια γειώσεως μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε: α) Ράβδους ή σωλήνες που εμπηγνύομε κατακόρυφα στη γη, β) μεταλλικές πλάκες τοποθετημένες κατακόρυφα (μερικές φορές βάζομε στον ίδιο λάκκο και καρβουνόσκονη για καλύτερη αγωγιμότητα προς το έδαφος) και γ) ταινίες ή σύρματα που απλώνονται σε χαντάκια μέσα στο έδαφος ή τοποθετούνται κάτω από τα θεμέλια των κτηρίων (θεμελιακή γείωση). Υλικό των ηλεκτροδίων είναι ή σίδερο γαλβανισμένο (για να μην σκουριάζει) ή σπανιότερα χαλκός επικαστιερωμένος. Χαλκός γυμνός καλό είναι να αποφεύγεται, επειδή μπορεί να προκαλέσει διάβρωση (εξαιτίας ηλεκτροχημικών αντιδράσεων) σε σιδερένια αντικείμενα που είναι μέσα στο έδαφος και κυρίως στους σωλήνες. Το συνηθέστερο και απλούστερο ηλεκτρόδιο που χρησιμοποιούμε στις ΕΗΕ είναι ένας γαλβανισμένος σιδηροσωλήνας, διαμέτρου μιας ίντσας και μήκους 2,5 m.

Ένα ηλεκτρόδιο γειώσεως αποτελεί μια σύνδεση προς τη γη· αυτή η σύνδεση έχει αναπόφευκτα μια αντίσταση. Όσο μικρότερη είναι η "αντίσταση γειώσεως" τόσο καλύτερο είναι το ηλεκτρόδιο. Η αντίσταση γειώσεως εξαρτάται από τη μορφή και τις διαστάσεις του ηλεκτροδίου, αλλά επίσης εξαρτάται σοβαρότατα και από το είδος του εδάφους (το υγρό έδαφος είναι καλύτερο από το ξηρό, το αργιλώδες καλύτερο από το αμμώδες). Για να έχομε μια ιδέα σχετικά με την τάξη μεγέθους των αντιστάσεων γειώσεως, αναφέρομε ότι ένα ηλεκτρόδιο γειώσεως από σωλήνα διαμέτρου μιας ίντσας και μήκους 2,5 m, τοποθετημένο σ' ένα έδαφος μάλλον καλής αγωγιμότητας, παρουσιάζει αντίσταση γειώσεως περίπου 20Ω . Περισσότερα ηλεκτρόδια, αν τα τοποθετήσουμε το ένα σε μικρή απόσταση από το άλλο, δεν πετυχαίνουν αξιόλογη μείωση της αντιστάσεως γειώσεως. Αντίθετα, αν είναι σε αρκετά μεγάλες αποστάσεις μεταξύ τους, λέμε ότι είναι "χωριστά ηλεκτρόδια" και συμπεριφέρονται σαν αντιστάσεις σε παράλληλη σύνδεση: όσο περισσότερα είναι, τόσο μικρότερη είναι η ισοδύναμη αντίστασή τους. Αν ένας αγωγός είναι συνδεδεμένος με πολλά "χωριστά" ηλεκτρόδια γειώσεως, μπορεί να θεωρηθεί ως συνδεδεμένος με ένα μόνο ηλεκτρόδιο. Αυτό το ηλεκτρόδιο έχει αντίσταση γειώσεως ίση με την ισοδύναμη αντίσταση που προκύπτει από την παράλληλη σύνδεση των αντιστάσεων γειώσεως των ηλεκτροδίων. (Επειδή οι αντιστάσεις γειώσεως είναι συνήθως αρκετά μεγαλύτερες από τις αντιστάσεις των αγωγών που χρησιμοποιούμε για τη σύνδεση των ηλεκτροδίων, μπορούμε να αμελούμε τις τελευταίες, εκτός αν οι αποστάσεις είναι πολύ μεγάλες). Η απόσταση μεταξύ δύο ηλεκτροδίων που χρειάζεται για να μπορούν να θεωρηθούν ότι είναι

"χωριστά" δεν είναι ένα ορισμένο μέγεθος· εξαρτάται από τη μορφή και τις διαστάσεις των ηλεκτροδίων. Συνήθως στην πράξη, αν πρόκειται για ράβδους ή σωλήνες διαμέτρου μιας ίντσας και μήκους 2,5 m τοποθετημένους κατακόρυφα στο έδαφος, μια απόσταση 3 - 5 m μπορεί να θεωρηθεί αρκετή. Αν κάθε ηλεκτρόδιο έχει μεγαλύτερες διαστάσεις (π.χ. αν αποτελείται από σύρματα τοποθετημένα μέσα στο έδαφος σε διάταξη που να αποτελούν ένα πλέγμα), οι αποστάσεις που χρειάζονται για να θεωρηθούν "χωριστά" είναι μεγαλύτερες.

Συνηθίζεται στην πράξη η τοποθέτηση τριών ηλεκτροδίων, ράβδων ή σωλήνων, σε τριγωνική διάταξη (στις κορυφές ενός ισόπλευρου τριγώνου). Αν οι αποστάσεις μεταξύ των ηλεκτροδίων είναι μεγάλες, η διάταξη αυτή δεν προσφέρει τίποτα περισσότερο από οποιαδήποτε άλλη διάταξη τριών ηλεκτροδίων. Η συνολική αντίσταση είναι και στις δύο περιπτώσεις ίση με την ισοδύναμη αντίσταση των τριών αντιστάσεων σε παράλληλη σύνδεση. Αυτή είναι η ελάχιστη τιμή της συνολικής αντιστάσεως γειώσεως που μπορούμε να πετύχομε. Αν όμως οι αποστάσεις μεταξύ των ηλεκτροδίων είναι περιορισμένες, η τριγωνική διάταξη έχει το πλεονέκτημα ότι, με το μικρότερο δυνατό χώρο που θα μπορεί να διατεθεί για να τοποθετηθούν τα τρία ηλεκτρόδια, πετυχαίνει να έχουν συνολική αντίσταση γειώσεως όσο είναι δυνατόν πλησιέστερη σ' αυτήν την ελάχιστη τιμή.

7.5 Λειτουργία των οργάνων προστασίας – Συστήματα συνδέσεως των γειώσεων.

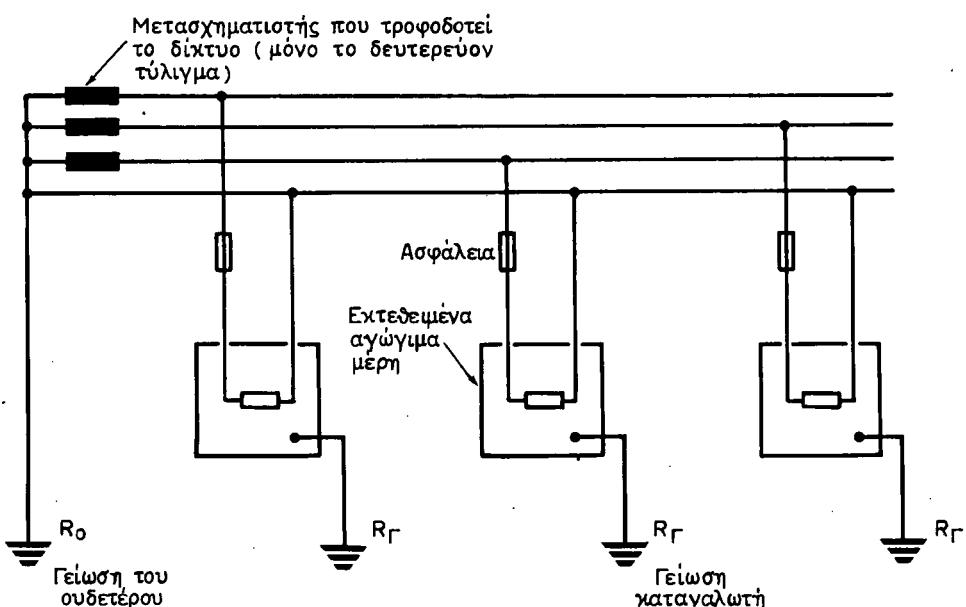
Για να εξασφαλισθεί η προστασία που προσφέρει η γείωση των εκτεθειμένων αγωγίμων μερών, πρέπει τα όργανα προστασίας να διακόψουν την τροφοδότηση σε χρόνο μικρότερο των 5 sec από τη στιγμή εμφανίσεως μιας τάσεως επαφής μεγαλύτερης από 50 V. Βασικά θεωρούμε ότι το όργανο προστασίας που μπορεί να λειτουργήσει είναι η ασφάλεια που προστατεύει τους αγωγούς και τα άλλα εξαρτήματα από υπερεντάσεις. Όπως έχομε αναφέρει, και οι μικροαυτόματοι έχουν περίπου δυοια χαρακτηριστική λειτουργίας με εκείνη των ασφαλειών.

Για να μη χρειάζεται κάθε φορά να ανατρέχουμε στις χαρακτηριστικές λειτουργίας, θεωρούμε ότι, για να έχομε χρόνο λειτουργίας μικρότερο από 5 sec, χρειάζεται το ρεύμα να είναι μεγαλύτερο από το τριπλάσιο του ονομαστικού ρεύματος του φυσιγγίου. Αυτή λοιπόν είναι η προϋπόθεση, για να είναι αποτελεσματική η προστασία: το ρεύμα που θα περάσει σε περίπτωση σφάλματος, να είναι μεγαλύτερο από το τριπλάσιο

του ονομαστικού ρεύματος της ασφάλειας (εννοούμε εδώ του φυσιγγίου) που βρίσκεται πριν από τη θέση του σφάλματος.

Για να αντιληφθούμε όμως πώς κυκλοφορούν τα ρεύματα σε περίπτωση σφάλματος, πρέπει να περιγράψουμε τα συστήματα συνδέσεων των γειώσεων που εφαρμόζονται στις ΕΗΕ, αλλά και στα δίκτυα διανομής που τις τροφοδοτούν. Δύο είναι αυτά τα συστήματα: η **άμεση γείωση** και η **ουδετέρωση**. Υπάρχει και ένα τρίτο σύστημα συνδέσεων των γειώσεων, που λέγεται με **αγείωτο ουδέτερο**. Αυτό όμως δεν εφαρμόζεται συνήθως στα δίκτυα διανομής, αλλά σε ΕΗΕ που τροφοδοτούνται από μια εγκατάσταση παραγωγής που διαθέτει ο καταναλωτής.

α) Στην **άμεση γείωση**, σε κάθε καταναλωτή υπάρχει ένα ηλεκτρόδιο γειώσεως, προς το οποίο συνδέονται όλα τα εκτεθειμένα αγώγιμα μέρη της εγκαταστάσεως. Στο σχήμα 7.5a, με R_f παριστάνονται οι αντιστάσεις των ηλεκτροδίων γειώσεως των καταναλωτών και με R_o η αντίσταση γειώσεως του ουδετέρου. (Αν υπάρχουν περισσότερα ηλεκτρόδια, οι R_f και R_o είναι οι ισοδύναμες αντιστάσεις γειώσεως). Η γείωση του ουδετέρου R_o λέγεται και **γείωση λειτουργίας**, ενώ οι γειώσεις των καταναλωτών R_f λέγονται **γειώσεις προστασίας**. Αν συμβεί ένα σφάλμα και τα εκτεθειμένα αγώγιμα μέρη αποκτήσουν μια τάση επαφής U_e , το ρεύμα που θα περάσει απ' αυτά προς τη γη θα είναι $I = \frac{U_e}{R_f}$.



Σχ. 7.5a.

Σχηματική παράσταση συνδέσεων των γειώσεων στην άμεση γείωση.

Πρέπει, όταν $U_e \geq 50$ V, το ρεύμα που θα περάσει να είναι $I \geq 3I_{ov}$ (όπου I_{ov} το ονομαστικό ρεύμα της ασφάλειας). Δηλαδή πρέπει

$$\frac{50V}{R_f} \geq 3 I_{ov}$$

$$\text{ή } R_f \leq \frac{17}{I_{ov}}$$

Αν το σφάλμα συμβεί σε μια γραμμή που προστατεύεται με ασφάλεια 10 A, η προστασία εξασφαλίζεται, αν:

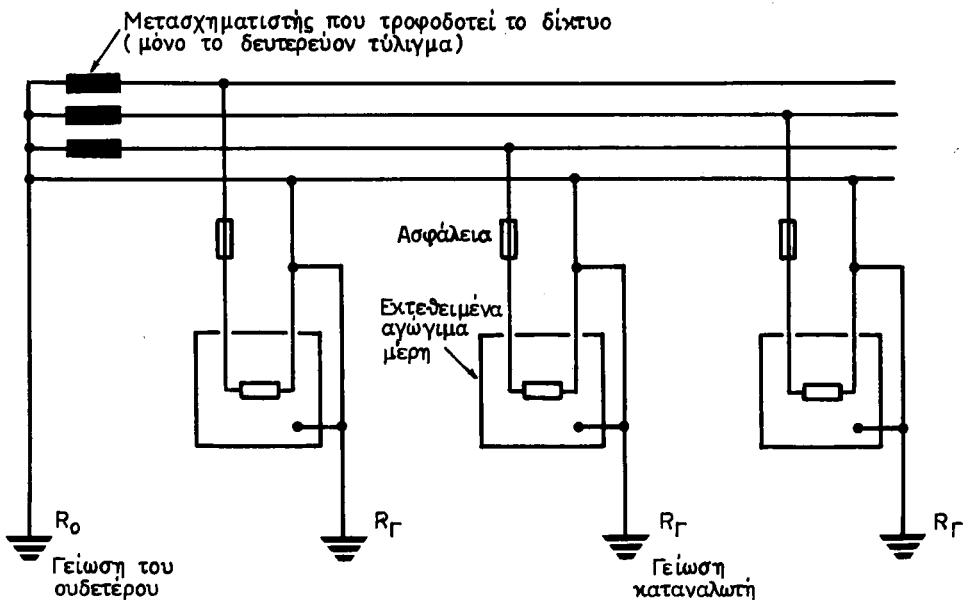
$$R_f \leq 1,7 \Omega$$

Για μεγαλύτερες ασφάλειες χρειάζεται αντίστοιχα μικρότερη αντίσταση γειώσεως. Π.χ. για ασφάλεια 35 A, που είναι το συνηθέστερο μέγεθος για τη γενική ασφάλεια του πίνακα διανομής των κατοικιών, πρέπει:

$$R_f \leq 0,5 \Omega$$

Γειώσεις με τόσο μικρή αντίσταση είναι δύσκολο να πετύχουμε με τα ηλεκτρόδια που συνήθως χρησιμοποιούμε. Μόνο όταν υπάρχει ένα δίκτυο υδρεύσεως με μεταλλικούς σωλήνες, που έχουν μεγάλο μήκος μέσα στη γη, μπορούμε να το χρησιμοποιήσουμε σαν φυσικό ηλεκτρόδιο γειώσεως. Δηλαδή τότε μπορούμε να συνδέομε προς αυτό τα εκτεθειμένα αγώγιμα μέρη της ΕΗΕ και να πετυχαίνουμε αποτελεσματική προστασία από τις τάσεις επαφής. Φυσικά πρέπει σε αυτό το δίκτυο υδρεύσεως να μη διακόπτεται η ηλεκτρική αγωγιμότητα των σωλήνων του με την παρεμβολή σωλήνων από μη μεταλλικό υλικό (όπως π.χ. αμιαντοσωλήνες) ή με την παρεμβολή συνδέσμων των μεταλλικών σωλήνων που δεν εξασφαλίζουν την ηλεκτρική αγωγιμότητα μεταξύ τους.

β) Και στην **ουδετέρωση** υπάρχει σε κάθε καταναλωτή ένα ηλεκτρόδιο γειώσεως, προς το οποίο συνδέονται όλα τα εκτεθειμένα αγώγιμα μέρη. Η διαφορά σε σύγκριση με την άμεση γείωση είναι ότι συνδέεται προς αυτά και ο ουδέτερος. Η σύνδεση γίνεται στο σημείο ακριβώς που αρχίζει η ΕΗΕ, δηλαδή στο κιβώτιο του μετρητή. Στο σχήμα 7.5β βλέπουμε ότι: 1) Όλες οι αντιστάσεις γειώσεως των ηλεκτροδίων των καταναλωτών R_f , καθώς και η αντίσταση γειώσεως του ουδέτερου R_o , είναι σε παράλληλη σύνδεση και επομένως η ισοδύναμη αντίσταση είναι πολύ μικρή. 2) Ένα σφάλμα μεταξύ των ενεργών μερών που έχουν τάση προς τη γη και των εκτεθειμένων αγωγίμων μερών ισοδυναμεί με βραχυκύκλωμα μεταξύ αγωγού φάσεως και ουδετέρου. Το κύκλωμα, μέσα από το οποίο θα κυκλοφορήσει το ρεύμα του σφάλματος, δεν περιλαμβάνει και αντιστάσεις γειώσεως, όπως συμβαίνει στην άμεση γείωση. Περιλαμβάνει μόνο τις αντιστάσεις των μεταλλικών αγωγών. Κατά συνέπεια το ρεύμα έχει τέτοια τιμή, που οπωσδήποτε θα προκαλέσει τη λειτουρ-

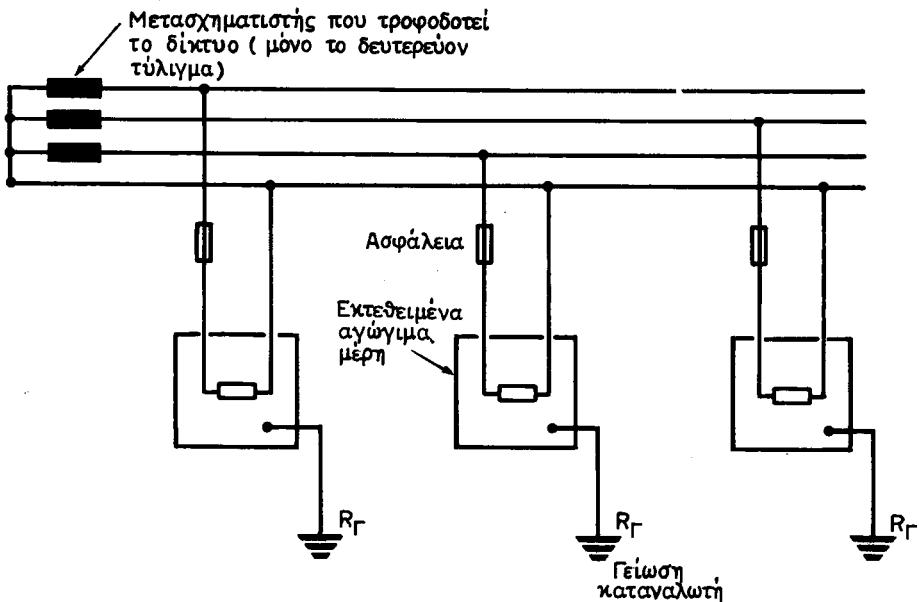


Σχ. 7.5β.

Σχηματική παράσταση συνδέσεων των γειώσεων στην ουδετέρωση.

γία της ασφάλειας και μάλιστα σε χρόνο μικρότερο από 5 sec. Μέσω των γειώσεων των καταναλωτών και του δικτύου, ο ουδετέρος είναι ένας αγωγός παράλληλος προς τη γη. Γι' αυτό το λόγο το ρεύμα (όχι μόνο του σφάλματος αλλά και εκείνο που κυκλοφορεί σε κανονική κατάσταση λειτουργίας) μοιράζεται: ένα μέρος του (βέβαια το μεγαλύτερο) περνάει από τον ουδετέρο αγωγό και ένα μέρος του από τη γη.

Για να μπορεί να εφαρμοσθεί η ουδετέρωση, πρέπει να τηρούνται ορισμένες προϋποθέσεις που αφορούν το δίκτυο διανομής. Αυτό αποτελεί αρμοδιότητα της ΔΕΗ, η οποία καθορίζει ποια δίκτυα της είναι κατάλληλα. Επειδή σ' ένα δίκτυο διανομής που τροφοδοτείται από ένα μετασχηματιστή δεν επιτρέπεται άλλοι καταναλωτές να εφαρμόζουν την άμεση γείωση και άλλοι την ουδετέρωση, η ΔΕΗ ορίζει στους καταναλωτές ποιο σύστημα πρέπει να εφαρμόσουν. Πάντως, επειδή στα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούνται στα δίκτυα υδρεύσεως σωλήνες μη μεταλλικοί ή σύνδεσμοι των σωλήνων που δεν εξασφαλίζουν την ηλεκτρική αγωγιμότητα, δημιουργούνται προβλήματα στην εφαρμογή της άμεσης γείωσεως και γι' αυτό το λόγο προτιμάται, όπου αυτό είναι δυνατόν, η εφαρμογή της ουδετερώσεως.



Σχ. 7.5γ.
Σύστημα αγείωτου ουδετέρου.

γ) Το τρίτο σύστημα συνδέσεως των γειώσεων είναι το **σύστημα αγείωτου ουδετέρου**. Σ' αυτό τα εκτεθειμένα αγώγιμα μέρη συνδέονται προς ένα ηλεκτρόδιο γειώσεως ενώ ο ουδέτερος του δικτύου δεν είναι γειωμένος. Επομένως, όταν συμβεί ένα σφάλμα μεταξύ των ενεργών αγωγών και των εκτεθειμένων αγωγίμων μερών, τα τελευταία δεν αποκτούν τάση προς τη γη και δεν κυκλοφορεί κανένα ρεύμα (σχ. 7.5γ). Από πλευράς προστασίας από τάσεις επαφής, το σύστημα αυτό μοιάζει με τη μέθοδο του "ηλεκτρικού διαχωρισμού" που ήδη αναφέραμε (παράγρ. 7.3 - β). Ακριβώς για τον ίδιο λόγο που ισχύει και για εκείνη τη μέθοδο, δηλαδή ότι ένα σφάλμα προς τη γη δεν γίνεται αντιληπτό, μετατρέπει όμως το δίκτυο σε γειωμένο, το σύστημα αγείωτου ουδετέρου δεν εφαρμόζεται συνήθως σε δίκτυα διανομής, γιατί σε αυτά, λόγω της εκτάσεως τους, υπάρχει αυξημένη πιθανότητα να συμβεί ένα σφάλμα προς τη γη. Το σύστημα εφαρμόζεται μερικές φορές σε ΕΗΕ τροφοδοτούμενες από μια εγκατάσταση παραγωγής του καταναλωτή.

Στη διεθνή τυποποίηση ακολουθείται ο εξής συμβολισμός για τα τρία συστήματα συνδέσεων των γειώσεων που αναφέραμε: κάθε σύστημα συμβολίζεται με δύο γράμματα, από τα οποία το πρώτο δείχνει την κατάσταση του ουδετέρου και το δεύτερο την κατάσταση των εκτεθειμένων αγωγίμων μερών. Τα γράμματα είναι:

T (από τη γαλλική λέξη *terre* που σημαίνει "γη") και δείχνει σύνδεση προς τη γη.

N (από τη γαλλική λέξη *neutre* ή την αγγλική *neutral* που σημαίνει "ουδέτερος") και δείχνει σύνδεση με τον ουδέτερο.

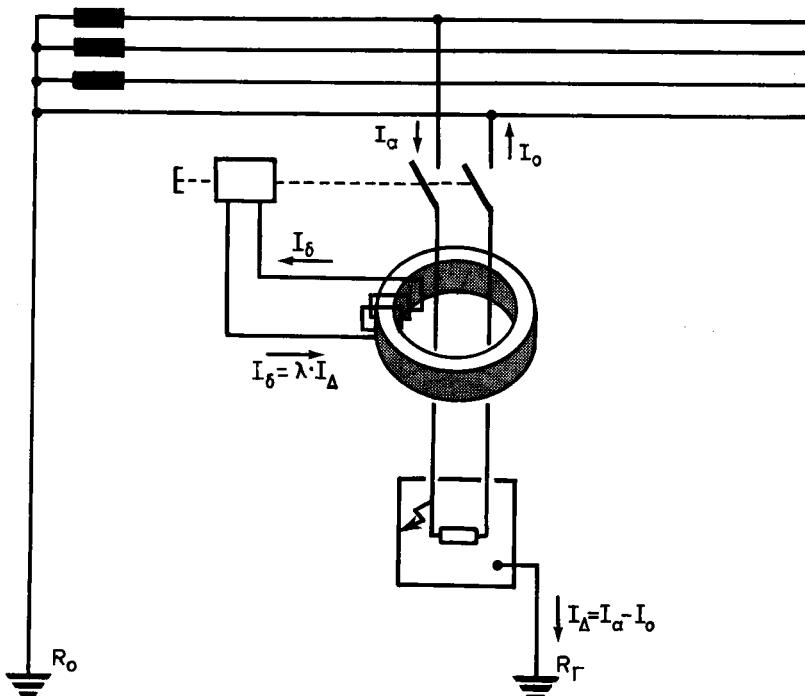
I (από τη γαλλική λέξη *isolé* ή την αγγλική *isolated* που σημαίνει "απομονωμένος") και δείχνει την έλλειψη συνδέσεως.

Έτσι:

- TT είναι η άμεση γείωση.
- TN είναι η ουδετέρωση.
- IT είναι το σύστημα του αγείωτου ουδετέρου.

7.6 Διακόπτες διαφυγής.

Από όσα αναφέρθηκαν προηγουμένως έχει γίνει αντιληπτό ότι το βασικό στοιχείο για την αποτελεσματικότητα της γειώσεως ως μεθόδου προστασίας είναι η εξασφάλιση αρκετά μεγάλου ρεύματος, όταν συμβεί ένα σφάλμα που προκαλεί την εμφάνιση επικινδύνων τάσεων επαφής, ώστε να προκαλεί τη λειτουργία των οργάνων προστασίας σε σύντομο χρόνο. Από αυτήν την άποψη θα ήταν εξυπηρετικό οι ασφάλειες και οι μικροαυτόματοι να είχαν κατά το δυνατόν μικρό ονομαστικό ρεύμα, ώστε το ρεύμα του σφάλματος να προκαλεί τη λειτουργία τους σε σύντομο χρόνο. Όμως, από την άλλη πλευρά, το ονομαστικό ρεύμα αυτών των οργάνων προστασίας πρέπει να είναι αρκετά μεγάλο, ώστε να μην υπάρχει περίπτωση τα δργανα αυτά να λειτουργήσουν από το ρεύμα κανονικής λειτουργίας. Μια λύση στο πρόβλημα αυτό είναι η χρησιμοποίηση του **διαφορικού διακόπτη διαφυγής**. Αυτός είναι ένα δργανο προστασίας που δεν επηρεάζεται από την τιμή του ρεύματος, αλλά από τη διαφορά δύο ρευμάτων: του ρεύματος που περνά από τον αγωγό φάσεως και του ρεύματος που περνά από τον ουδέτερο. Αυτά τα δύο ρεύματα είναι ίσα σε κανονική κατάσταση λειτουργίας. Όταν όμως συμβεί ένα σφάλμα που διοχετεύει ένα ρεύμα προς τα εκτεθειμένα αγώγιμα μέρη και μέσω αυτών προς τη γη, υπάρχει μια διαφορά μεταξύ του ρεύματος φάσεως και του ρεύματος ουδετέρου, ίση ακριβώς με το ρεύμα που περνά μέσω του σφάλματος και που "διαφεύγει" προς τη γη. Η αρχή λειτουργίας του διαφορικού διακόπτη διαφυγής φαίνεται στο σχήμα 7.6a : Από το εσωτερικό ενός δακτυλίου από μαγνητικό υλικό περνούν ο αγωγός φάσεως και ο ουδέτερος. Όταν είναι ίσα τα ρεύματα, από τα οποία διαρρέονται αυτοί οι δύο αγωγοί, ο δακτύλιος δεν μαγνητίζεται (αφού οι διευθύνσεις των δύο ρευμάτων

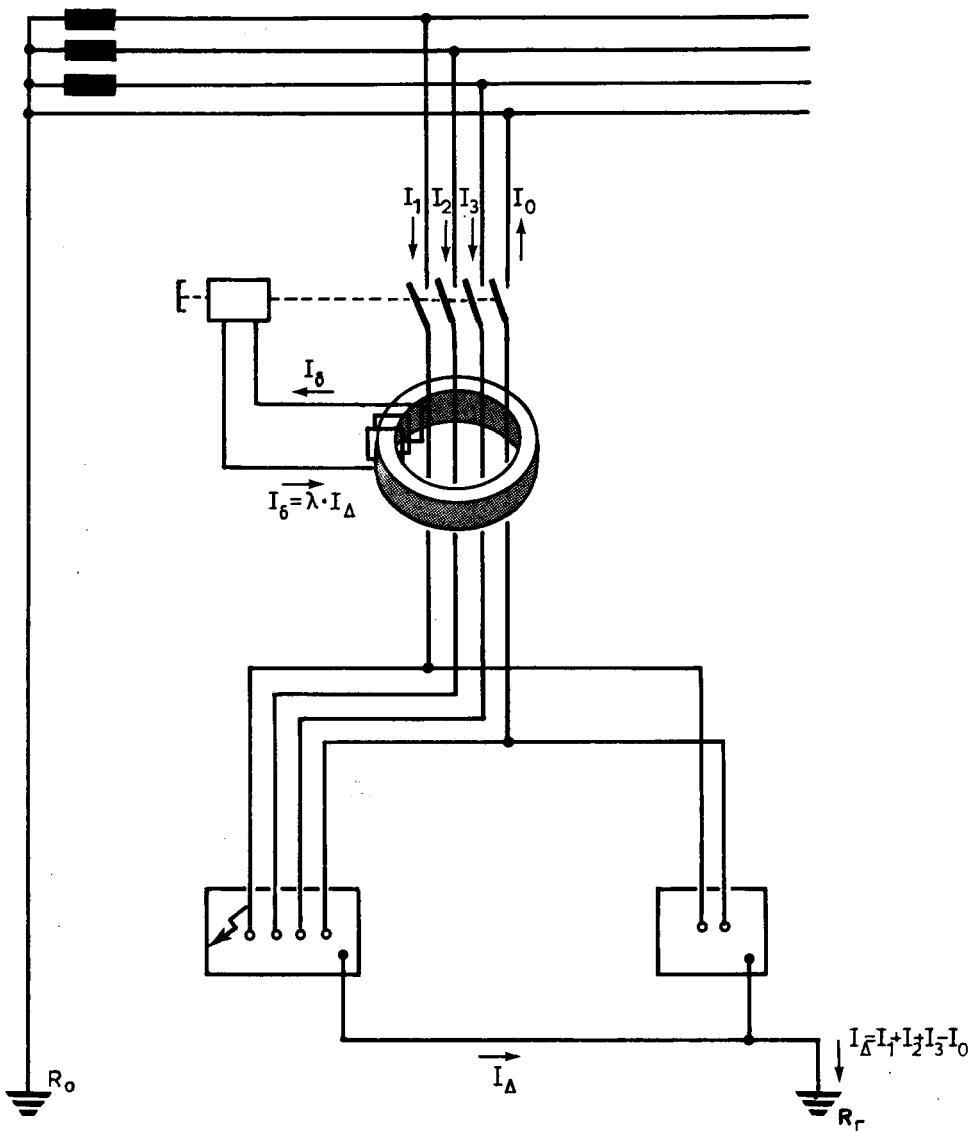


Σχ. 7.6α.

Αρχή λειτουργίας μονοφασικού διαφορικού διακόπτη διαφυγής.

είναι αντίθετες, δηλαδή το αλγεβρικό άθροισμά τους είναι μηδέν). Όταν όμως υπάρχει μια διαφορά μεταξύ των δύο ρευμάτων, ο δακτύλιος μαγνητίζεται και τότε δημιουργείται μια τάση από επαγωγή σε ένα βοηθητικό τύλιγμα. Αυτή η τάση τροφοδοτεί με ρεύμα το πηνίο ενός μικρού ηλεκτρομαγνήτη που προκαλεί την πτώση του διακόπτη. Ακριβώς κατά τον ίδιο τρόπο λειτουργούν και οι τριφασικοί διαφορικοί διακόπτες (σχ. 7.6β). Σε κανονική λειτουργία το διανυσματικό άθροισμα των ρευμάτων των τριών φάσεων και του ουδετέρου είναι μηδέν. Όταν υπάρχει ένα σφάλμα (συνήθως μιας φάσεως προς τα εκτεθειμένα αγώγιμα μέρη), το άθροισμα παύει να είναι μηδέν και τότε μαγνητίζεται ο δακτύλιος και η τάση, που επάγεται στο βοηθητικό τύλιγμα, προκαλεί την πτώση του διακόπτη.

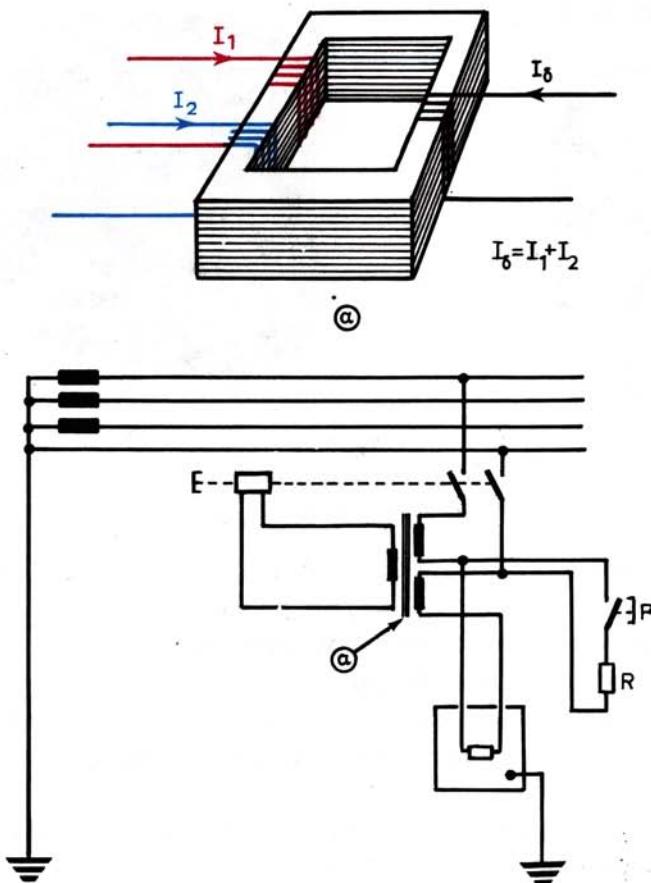
Στην πραγματικότητα οι διαφορικοί διακόπτες διαφυγής έχουν έναν "άθροιστικό μετασχηματιστή εντάσεως". Αυτός αποτελείται από έναν πυρήνα που έχει δύο ή τέσσερα πρωτεύοντα τυλίγματα, αναλόγως του αν είναι μονοφασικός ή τριφασικός (ανά ένα τύλιγμα για τον έναν ή τους τρεις αγωγούς φάσεως και ένα για τον ουδέτερο), και ένα δευτε-



Σχ. 7.6β.

Αρχή λειτουργίας τριφασικού διαφορικού διακόπτη διαφυγής.

ρεύον τύλιγμα. Το τελευταίο είναι συνδεδεμένο με τον ηλεκτρομαγνήτη πτώσεως του διακόπτη (σχ. 6.7γ). Συνήθως οι διαφορικοί διακόπτες διαφυγής έχουν και μια δυνατότητα ελέγχου της λειτουργίας τους: στο σχήμα 7.6γ, το κουμπί P επιτρέπει να διοχετευθεί ένα ρεύμα μέσω της αντιστάσεως R . Αυτό αποτελεί ένα "ψευδές σφάλμα" που προκαλεί την πτώση του διακόπτη, αν αυτός είναι σε καλή κατάσταση. Μια τέτοια

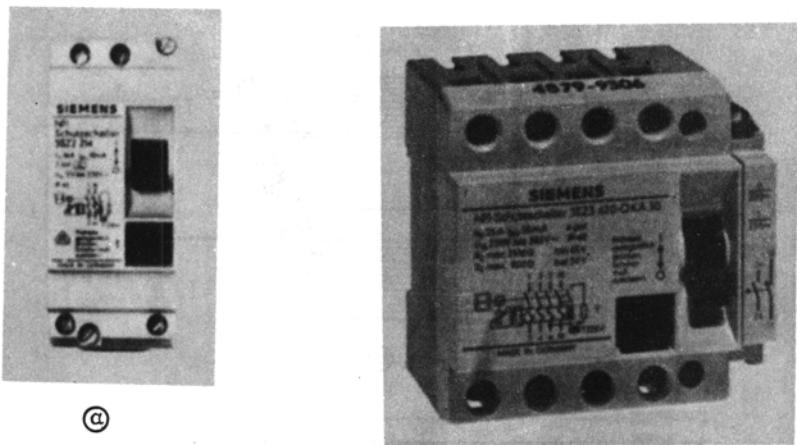


Σχ. 7.6γ.

Μονοφασικός διαφορικός διακόπτης διαφυγής.

α: Αθροιστικός μετασχηματιστής εντάσεως. P : κουμπί δοκιμής.

δοκιμή πρέπει να γίνεται κατά διαστήματα, για να εξακριβώνεται ότι ο διακόπτης λειτουργεί καλά. Ονομάζομε **διαφορικό ρεύμα** τη διαφορά ρευμάτων μεταξύ φάσεως και ουδετέρου (που να είναι το ίδιο σαν να λέμε το αλγεβρικό ρεύμα των δύο ρευμάτων). Αυτό είναι ίσο με το ρεύμα που διοχετεύεται, μέσω του σφάλματος, προς τη γη ("ρεύμα διαφυγής"). **Ευαισθησία** ενός διαφορικού διακόπτη διαφυγής είναι το ελάχιστο διαφορικό ρεύμα που μπορεί να προκαλέσει την πτώση του. Συνήθως η ευαισθησία των διαφορικών διακοπών διαφυγής είναι 30 mA, αλλά υπάρχουν και διακόπτες με μικρότερη ευαισθησία, μέχρι 500 mA. Ο χρόνος λειτουργίας είναι πολύ μικρός, της τάξεως του 0,02 sec.



Σχ. 7.6δ.

Διαφορικό διακόπτες διαφυγής:

α) Μονοφασικός. β) Τριφασικός.

Ονομαστικό ρεύμα ενός διαφορικού διακόπτη διαφυγής είναι το ρεύμα που μπορεί να τον διαρρέει συνεχώς, χωρίς να προκαλεί υπερθερμάνσεις, και είναι άσχετο προς την ευαισθησία του.

Οι διαφορικοί διακόπτες διαφυγής (σχ. 7.6δ) έχουν συνήθως μορφή παρόμοια με εκείνη των μικροαυτομάτων και είναι κατάλληλοι για τοποθέτηση σε πίνακα είτε επιφανειακά, είτε στο εσωτερικό του, με στήριξη σε "ράγες".

Οι διαφορικοί διακόπτες διαφυγής λέγονται, **λανθασμένα**, και ηλεκτρονόμοι διαφυγής ή ρελέ διαφυγής.

Προστασία με διαφορικό διακόπτη διαφυγής κάνομε σε όσες περιπτώσεις το δίκτυο διανομής, από το οποίο τροφοδοτείται η ΕΗΕ, δεν είναι κατάλληλο για την εφαρμογή της ουδετερώσεως και συγχρόνως είναι πολύ δύσκολο (και επομένως πολύ δαπανηρό) να πετύχομε χαμηλή αντίσταση γειώσεως, όσο απαιτείται για να είναι αποτελεσματική η άμεση γείωση. Σε αυτήν την περίπτωση ο διακόπτης διαφυγής είναι το μόνο όργανο προστασίας, που μπορεί να διασφαλίσει από επικίνδυνες τάσεις επαφής.

Φυσικά, μπορεί ο διακόπτης διαφυγής να χρησιμοποιηθεί ως **πρόσθετο** μέσo προστασίας, συγχρόνως με την εφαρμογή της άμεσης γειώσεως ή της ουδετερώσεως. Αυτή είναι η πιο συνηθισμένη περίπτωση εφαρμογής του στην πράξη. Έχει το πλεονέκτημα της πιο μεγάλης ευαισθησίας και του πολύ συντομότερου χρόνου διακοπής της τροφοδοτήσεως.

Θα ήταν δυνατόν να τοποθετηθεί ένας διαφορικός διακόπτης διαφυγής σε καθεμιά γραμμή - αναχώρηση από τον πίνακα διανομής. Έτσι,

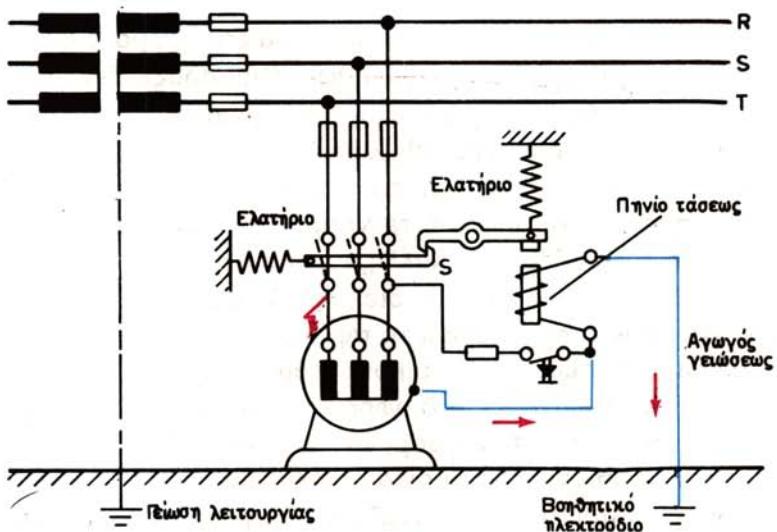
σε περίπτωση σφάλματος σε μια γραμμή, θα έπεφτε μόνο ο διαφορικός διακόπτης αυτής της γραμμής. Συνήθως στην πράξη δεν εφαρμόζεται αυτή η λύση· τοποθετείται ένας μόνο διαφορικός διακόπτης διαφυγής, για όλη την ΕΗΕ. Αυτό γίνεται κυρίως για οικονομικούς λόγους, γιατί ο διαφορικός διακόπτης είναι αρκετά ακριβό δργανό. Η λύση αυτή έχει το μειονέκτημα ότι, σε οιαδήποτε γραμμή και αν συμβεί το σφάλμα, διακόπτεται η τροφοδότηση ολόκληρης της ΕΗΕ.

‘Όταν σ’ έναν πίνακα πέσει ο διαφορικός διακόπτης, εντοπίζομε τη γραμμή, στην οποία έχει συμβεί το σφάλμα, με διαδοχικές δοκιμές. Αν οι γραμμές προστατεύονται με μικροαυτόματους, τους ανοίγομε όλους και στη συνέχεια κλείνομε το διαφορικό διακόπτη και μετά έναν-έναν τους μικροαυτόματους των γραμμών, έως ότου βρεθεί ποια γραμμή προκαλεί την πτώση του διαφορικού διακόπτη.

Με τη χρησιμοποίηση ενός μοναδικού διαφορικού διακόπτη εξασφαλίζεται και η προστασία του ίδιου του πίνακα διανομής, επειδή αυτός συνδέεται στην κύρια γραμμή μόλις αυτή φθάνει στον πίνακα. Αντίθετα, αν χρησιμοποιηθούν διαφορικοί διακόπτες σε καθεμιά αναχώρηση (πράγμα που, όπως αναφέραμε, εφαρμόζεται πολύ σπάνια), ο ίδιος ο πίνακας δεν καλύπτεται από την προστασία τους. Στην περίπτωση αυτή, και εφόσον οι διαφορικοί διακόπτες αποτελούν το μοναδικό (και όχι πρόσθετο) μέσο προστασίας, ο πίνακας θα έπρεπε να κατασκευασθεί με διπλή μόνωση (πράγμα αρκετά δύσκολο).

Αναφορικά με τη λειτουργία του διαφορικού διακόπτη, θα πρέπει να έχουμε υπόψη ότι, όταν εφαρμόζεται άμεση γείωση, αυτός μπορεί να πέσει, ακόμα και αν υπάρχει σφάλμα του ουδετέρου προς τα εκτεθειμένα αγώγιμα μέρη. Αυτό συμβαίνει, επειδή, όταν εφαρμόζεται αυτό το σύστημα, ο ουδέτερος μπορεί να έχει κάποια μικρή τάση προς τη γείωση. Σε περίπτωση ενός τέτοιου σφάλματος θα κυκλοφορήσει ένα ρεύμα που είναι δυνατόν να "διεγείρει" το διαφορικό διακόπτη.

Οι διαφορικοί διακόπτες διαφυγής λέγονται και διακόπτες διαφυγής εντάσεως, προς αντίδιαστολή με τους διακόπτες διαφυγής τάσεως, οι οποίοι όμως στα τελευταία χρόνια δε χρησιμοποιούνται παρά σπάνια. Η αρχή λειτουργίας τους είναι η ακόλουθη: ‘Όλα τα εκτεθειμένα αγώγιμα μέρη συνδέονται με έναν αγωγό. Ο διακόπτης διαφυγής τάσεως έχει ένα πηνίο, που συνδέεται μεταξύ του παραπάνω αγωγού και ενός ηλεκτροδίου γειώσεως. Όταν η τάση μεταξύ τους υπερβεί τα 50 V, προκαλείται η πτώση του διακόπτη. Η αρχή λειτουργίας του φαίνεται στο σχήμα 7.6e. Το ηλεκτρόδιο γειώσεως δεν διοχετεύει προς τη γη κανένα αξιόλογο ρεύμα. Χρησιμεύει μόνο, για να μπορεί ο διακόπτης διαφυγής



Σχ. 7.6ε.

Αρχή λειτουργίας διακόπτη διαφυγής τάσεως.

να μετρήσει την τάση μεταξύ των εκτεθειμένων αγωγίμων μερών και της γης. Γι' αυτό το λέμε βοηθητικό ηλεκτρόδιο. Ο διακόπτης διαφυγής μπορεί να λειτουργήσει, ακόμα και αν το βοηθητικό ηλεκτρόδιο έχει μεγάλη αντίσταση γειώσεως.

7.7 Εφαρμογή της γειώσεως των εκτεθειμένων αγωγίμων μερών.

Εδώ θα περιγραφεί σε γενικές γραμμές ο τρόπος εφαρμογής της μεθόδου. Στο Κεφάλαιο 9 θα δοθούν περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με τη διαμόρφωση της εγκαταστάσεως και την επιλογή των στοιχείων που την αποτελούν.

Πρέπει προηγουμένως να σημειωθεί ότι, ανεξάρτητα από το σύστημα συνδέσεως των γειώσεων και ακόμη και αν αυτό προσφέρει αποτελεσματική προστασία, όπως το απαιτούν οι κανονισμοί, δεν παύομε να επιδιώκουμε τον περιορισμό των πιθανοτήτων εμφανίσεως τάσεων επαφής μεταξύ ταυτοχρόνως προσιτών αντικειμένων. Ενώ δηλαδή η μέθοδος της γειώσεως των εκτεθειμένων αγωγίμων μερών αποτελεί την κύρια προστασία από τάσεις επαφής, εφαρμόζομε παράλληλα και επικουρικά ορισμένα μέτρα που εμπίπτουν στη μέθοδο προστασίας με ισοδυναμικές συνδέσεις. Γι' αυτό το σκοπό συνδέονται στη γείωση της ΕΗΕ οι διάφορες σωληνώσεις του κτηρίου: υδρεύσεως, κεντρικής θερμάνσεως, φωταερίου κλπ. Επίσης, για τον ίδιο λόγο επιβάλλεται να πραγματοποιούνται ισοδυναμικές συνδέσεις μεταξύ μεταλλικών αντικε-

μένων, με τα οποία είναι πιθανό να έλθει συγχρόνως σε επαφή ένα άτομο. Κυρίως αυτό επιβάλλεται αν, εξαιτίας της φύσεως του χώρου, είναι πιθανό το άτομο αυτό να έχει βρεγμένα τα χέρια, γιατί τότε η αντίσταση είναι μικρότερη και επομένως μια ενδεχόμενη τάση επαφής θα είχε ως συνέπεια να περάσει μεγαλύτερο ρεύμα από το σώμα του.

Η κατασκευή των ΕΗΕ είναι βασικά ίδια, ανεξάρτητα από το σύστημα συνδέσεως των γειώσεων που εφαρμόζεται. Άλλωστε, και στις περιοχές, όπου τα δίκτυα διανομής δεν είναι κατάλληλα για την εφαρμογή της ουδετερώσεως, πρέπει να γίνεται η πρόβλεψη για τη μελλοντική εφαρμογής της. Η σύμδεση του ουδετέρου προς τη γείωση της ΕΗΕ όταν εφαρμόζεται ουδετέρωση, γίνεται (από συνεργεία της ΔΕΗ) μέσα στο κιβώτιο του μετρητή ή του συστήματος μετρήσεως. (Μια εξαίρεση που αφορά βιομηχανικές ΕΗΕ θα αναφερθεί στο Κεφάλαιο 9). Εκείνο που διαφοροποιεί τις εγκαταστάσεις, ανάλογα με το εφαρμοζόμενο σύστημα συνδέσεως των γειώσεων, είναι ότι στην περίπτωση της άμεσης γειώσεως χρειάζεται ιδιαίτερη μέριμνα για την επίτευξη χαμηλής αντιστάσεως γειώσεως.

Χαμηλή τιμή της αντιστάσεως γειώσεως πρέπει βέβαια να επιδιώκομε πάντοτε, ανεξάρτητα από το εφαρμοζόμενο σύστημα συνδέσεως των γειώσεων. Ιδιαίτερα πλεονεκτική είναι η **θεμελιακή γείωση**. Αυτή αποτελείται από μια γαλβανισμένη χαλύβδινη ταινία που ενσωματώνεται στη βάση των θεμελίων του κτηρίου σ' όλη την περίμετρό του. Χάρη στο μεγάλο βάθος αλλά και επειδή διατηρείται πάντοτε υγρασία στην περιοχή των θεμελίων, η θεμελιακή γείωση έχει και διατηρεί σ' όλες τις εποχές του έτους πολύ χαμηλή αντίσταση γειώσεως. Παράλληλα όμως πετυχαίνει και κάτι άλλο πολύ σοβαρό: Μαζί με τις σωληνώσεις υδρεύσεως κλπ., που συνδέονται και αυτές στη θεμελιακή γείωση, αποτελεί, σε ικανοποιητικό βαθμό, ένα ισοδυναμικό πλέγμα για όλο το κτήριο, με αποτέλεσμα να περιορίζονται σε χαμηλές τιμές οι τάσεις επαφής.

Σε θέση κατά το δυνατόν κοντά στο μετρητή τοποθετείται το ηλεκτρόδιο γειώσεως. (Στην περίπτωση θεμελιακής γειώσεως, κοντά στο μετρητή γίνεται η σύνδεση προς την ταινία που έχει τοποθετηθεί στα θεμέλια της οικοδομής). Προς αυτό το ηλεκτρόδιο συνδέεται ο αγωγός γειώσεως (συνήθως γυμνός αγωγός), που φθάνει ως το κιβώτιο του μετρητή. Μέσα στο κιβώτιο του μετρητή συνδέεται προς τον αγωγό γειώσεως ο αγωγός προστασίας, καθώς και ο ουδέτερος, όταν εφαρμόζεται ουδετέρωση. Ο ουδέτερος, εκτός από αυτό το σημείο, δεν πρέπει να ενώνεται με το αγωγό προστασίας ή να γειώνεται σε κανένα άλλο σημείο μέσα στην ΕΗΕ. Ο αγωγός προστασίας είναι μονωμένος

όπως και οι ενεργοί αγωγοί και το χρώμα της μονώσεώς του είναι κίτρινο - πράσινο. Έχει διατομή ίδια με τη διατομή των ενεργών αγωγών, όταν αυτή είναι μέχρι 16 mm². Σε μεγαλύτερα μεγέθη επιτρέπεται ο αγωγός προστασίας να είναι μικρότερης διατομής, ίσης με το μισό περίπου της διατομής των αγωγών φάσεων. Ο αγωγός προστασίας τοποθετείται στους ίδιους σωλήνες με τους ενεργούς αγωγούς ή αποτελεί ένα πόλο του ίδιου καλωδίου με αυτούς. Κατ' αυτό τον τρόπο φθάνει ως τις συσκευές καταναλώσεως, όπου συνδέεται με τα εκτεθειμένα αγώγιμα μέρη τους. Καταλήγει δηλαδή σε κάθε σταθερή ή κινητή συσκευή καταναλώσεως που έχει εκτεθειμένα αγώγιμα μέρη καθώς και σε κάθε ρευματοδότη (πρίζα). Τα εύκαμπτα καλώδια των φορητών συσκευών καταναλώσεως, εφόσον αυτές έχουν εκτεθειμένα αγώγιμα μέρη, περιλαμβάνουν αγωγό προστασίας, που συνδέεται με τον αντίστοιχο αγωγό των σταθερών γραμμών, μέσω των επαφών γειώσεως του ρευματοδότη (πρίζα) και του ρευματολήπτη (φις).

Στον αγωγό προστασίας δεν επιτρέπεται να παρεμβάλλεται ούτε διακόπτης ούτε, βέβαια, ασφάλεια.

Η διαμόρφωση των εγκαταστάσεων που περιγράψαμε είναι σύμφωνη με τον ΚΕΗΕ όπως ισχύει σήμερα. Παλαιότερα όμως ίσχυαν διαφορετικές ρυθμίσεις και γι' αυτό στις εγκαταστάσεις που είχαν κατασκευασθεί εκείνη την εποχή θα βρούμε ορισμένες διαφορές από τα παραπάνω. Συγκεκριμένα αναφέρομε τρεις περιπτώσεις:

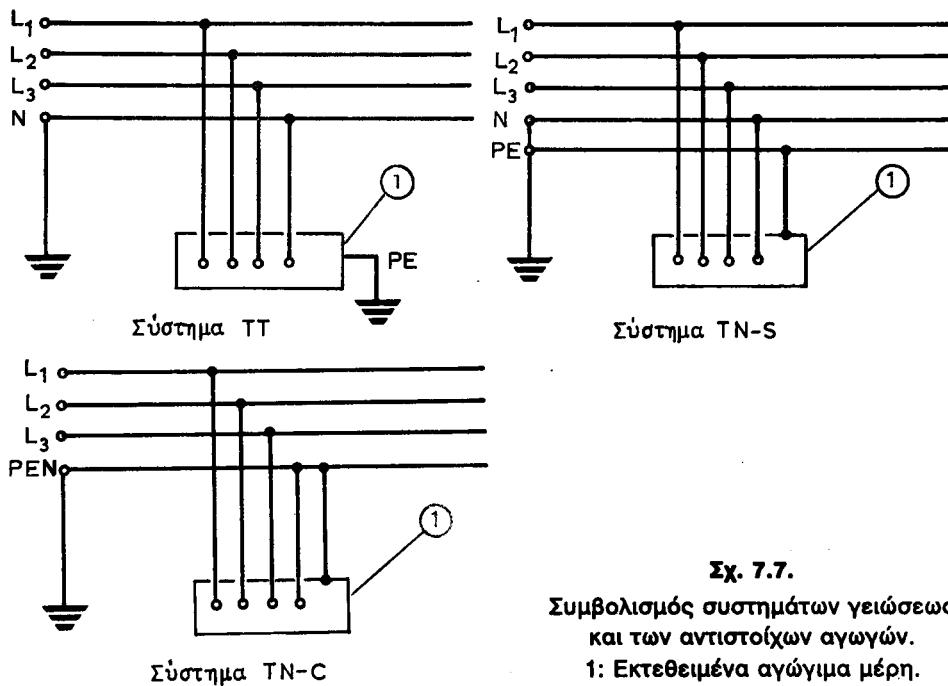
- Σε εγκαταστάσεις, όπου εφαρμοζόταν άμεση γείωση, ο αγωγός προστασίας δεν άρχιζε από το κιβώτιο του μετρητή. Η σωλήνωση υδρεύσεως χρησίμευε ως ηλεκτρόδιο γειώσεως. Σ' ένα σημείο της, συνήθως στο μαγειρείο, συνδεόταν ο αγωγός προστασίας, ο οποίος κατέληγε είτε στον πίνακα διανομής είτε, συνηθέστερα, στο κουτί συνδέσεως του ηλεκτρικού μαγειρείου. Από εκεί, μέσω της γραμμής του ηλεκτρικού μαγειρείου, που είχε αγωγό προστασίας, έφθανε στον πίνακα διανομής. Οι άλλες γραμμές είχαν κανονικά αγωγό προστασίας.
- Σε χώρους, όπου δεν υπήρχε υγρασία και το δάπεδο ήταν μονωτικό, οι ρευματοδότες ήταν διπολικοί, δηλαδή δεν είχαν επαφή γειώσεως και φυσικά οι αντίστοιχες γραμμές δεν είχαν αγωγό προστασίας.
- Σε εγκαταστάσεις, όπου εφαρμοζόταν η ουδετέρωση, δεν υπήρχε καθόλου αγωγός προστασίας. Ο ουδέτερος χρησίμευε συγχρόνως και ως αγωγός προστασίας (ένας τέτοιος αγωγός δεν θεωρείται "ενεργός αγωγός"). Αυτός ο αγωγός συνδεόταν, στις σταθερές

και στις κινητές συσκευές καταναλώσεως, προς τα εκτεθειμένα αγώγιμα μέρη. Οι ρευματοδότες ήταν τριπολικοί και η επαφή γειώσεως τους γεφυρωνόταν μ' έναν αγωγό προς τον ουδέτερο. Τα εύκαμπτα καλώδια των φορητών συσκευών καταναλώσεως είχαν κανονικά αγωγό προστασίας. Σημειώνομε ότι στις εγκαταστάσεις που είναι κατασκευασμένες κατ' αυτόν τον τρόπο δεν είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί, ως πρόσθετο όργανο προστασίας, ένας διαφορικός διακόπτης διαφυγής.

Στη διεθνή τυποποίηση συμβολίζεται με:

- PE ο αγωγός προστασίας (από τις αγγλικές λέξεις Protection - "προστασία" και Earth - "γη").
 - PEN ο ουδέτερος αγωγός που χρησιμοποιείται και ως αγωγός προστασίας (N από τη λέξη Neutral - "ουδέτερος").
- Αντίστοιχα, το σύστημα της ουδετερώσεως συμβολίζεται με:
- TN-S όταν υπάρχει χωριστός αγωγός προστασίας (S από την αγγλική λέξη separate - "χωριστός").
 - TN-C όταν ένας αγωγός είναι συγχρόνως ουδέτερος και αγωγός προστασίας (C από την αγγλική λέξη combined - "συνδυασμένος").

Το σχήμα 7.7 δείχνει τους συμβολισμούς των συστημάτων γειώσεως και αντιστοίχων αγωγών. Διευκρινίζομε ότι, σύμφωνα με τον ΚΕΗΕ, στη



χώρα μας, όταν εφαρμόζεται η ουδετέρωση, χρησιμοποιούμε το σύστημα TN-S.

7.8 Προστασία από άμεση επαφή.

Όπως έχομε αναφέρει, άμεση επαφή έχουμε, όταν ένα άτομο έρχεται συγχρόνως σ' επαφή με έναν ενεργό αγωγό που έχει τάση προς τη γη και μ' ένα σώμα που έχει το δυναμικό της γης (όπως το δάπεδο ή ένας τοίχος που δεν είναι από μονωτικό υλικό ή ένα αγώγιμο αντικείμενο που είναι γειωμένο ή είναι σε επαφή με τη γη).

Προστασία από άμεση επαφή προσφέρουν οι μονώσεις ή ορισμένα εμπόδια που κάνουν αδύνατη την επαφή προς τα γυμνά στοιχεία που έχουν τάση προς τη γη, εκτός βέβαια αν κάποιος χρησιμοποιήσει εργαλεία ή ειδικά μέσα. Για να εξασφαλισθεί η προστασία από άμεσες επαφές οι κανονισμοί ορίζουν σε πόση απόσταση πίσω από ένα εμπόδιο επιτρέπεται να βρίσκονται γυμνοί αγωγοί. Επίσης ορίζουν πόσο μικρά πρέπει να είναι τα ανοίγματα που έχουν τα περιβλήματα, είτε για αερισμό, είτε για να γίνεται μια επαφή που χρειάζεται για την κανονική λειτουργία. Τέτοια είναι π.χ. η περίπτωση στους ρευματοδότες, όπου υπάρχουν ανοίγματα για να μπορούν να περνούν οι περόνες του ρευματολήπτη. Όμως τα ανοίγματα αυτά πρέπει να είναι τόσο μικρών διαστάσεων, ώστε να μη χωράει π.χ. το δάχτυλο ενός χεριού. Αν βέβαια κάποιος χρησιμοποιήσει ειδικά μέσα, είναι δυνατόν να έρθει σε επαφή με τα στοιχεία που έχουν τάση προς τη γη.

Η προστασία που προσφέρουν οι μονώσεις ή τα εμπόδια θεωρείται από τους κανονισμούς επαρκής. Πρόσθετη προστασία από άμεση επαφή μπορεί να προσφέρουν οι διαφορικοί διακόπτες διαφυγής, εφόσον έχουν αρκετά μεγάλη ευαισθησία. Συγκεκριμένα, ένας διαφορικός διακόπτης διαφυγής, όταν έχει ευαισθησία 30 mA, θεωρείται ότι προστατεύει και από άμεση επαφή. Όπως έχομε πει προηγουμένως στην περίπτωση της έμμεσης επαφής, το ρεύμα διαφυγής διοχετεύεται στη γη μέσω των συνδέσεων των εκτεθειμένων αγωγίμων μερών προς το ηλεκτρόδιο γειώσεως. Έτσι, αν ένα άτομο έλθει σε επαφή με τα εκτεθειμένα αγώγιμα μέρη και συγχρόνως με ένα αγώγιμο αντικείμενο που έχει το δυναμικό της γης, θα περάσει από το σώμα του ένα μέρος μόνο απ' αυτό το ρεύμα. Αντίθετα, στην περίπτωση της άμεσης επαφής, το μόνο ρεύμα διαφυγής που υπάρχει είναι αυτό που περνάει από το ανθρώπινο σώμα. Αν είναι μικρότερο από 30 mA θεωρείται ότι είναι ακίνδυνο. Αν είναι μεγαλύτερο από αυτό το όριο, προκαλεί την πτώση

του διακόπτη σε χρόνο μικρότερο ή ίσο από 0,02 sec. Σύμφωνα με τις μελέτες που έχουν γίνει, όταν ο χρόνος, κατά τον οποίο περνάει ρεύμα από το ανθρώπινο σώμα, είναι τόσο σύντομος, δεν υπάρχει κίνδυνος να προκληθεί ηλεκτροπληξία. Πάντως, πρέπει να τονισθεί ότι η εγκατάσταση ενός διαφορικού διακόπτη διαφυγής δεν αποτελεί λόγο να αμελούμε τη φροντίδα ώστε οι μονώσεις να βρίσκονται σε καλή κατάσταση και γενικά να μη λαμβάνομε όλα τα μέτρα για την αποφυγή αμέσων επαφών.

Προστασία από άμεσες επαφές προσφέρει επίσης και η χρησιμοποίηση πολύ χαμηλής τάσεως, που την αναφέραμε ως μέθοδο προστασίας και από έμμεσες επαφές. Όπως είχαμε σημειώσει, η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται σε τμήματα των ΕΗΕ, στα οποία οι συνθήκες λειτουργίας συνεπάγονται αυξημένες πιθανότητες βλάβης των μονώσεων, είτε από μηχανικές καταπονήσεις είτε επειδή υπάρχει αυξημένη υγρασία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΓΔΟΟ

ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΩΝ ΕΗΕ – ΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΜΒΟΛΑ

8.1 Ηλεκτρολογικά σχέδια.

Το σχέδιο που απεικονίζει μια ηλεκτρική εγκατάσταση ή μια ηλεκτρική συνδεσμολογία πρέπει:

- Να δίνει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες.
- Να είναι αρκετά ευκρινές, ώστε να διευκολύνεται η "ανάγνωσή" του και έτσι να αποφεύγονται ενδεχόμενα λάθη.

Για να "συμβιβασθούν" αυτές οι δύο απαιτήσεις, μεταχειριζόμαστε διάφορους τρόπους σχεδιάσεως, ανάλογα με την προβλεπόμενη χρήση του σχεδίου.

Σ' ένα σχέδιο που απεικονίζει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα, παριστάνομε κάθε αγωγό με μια συνεχή γραμμή και τα διάφορα στοιχεία του κυκλώματος με ορισμένα σύμβολα, που λέγονται **γραφικά σύμβολα**. Αν όμως επιχειρήσουμε επάνω στο σχέδιο της κατόψεως ενός κτηρίου να σχεδιάσουμε με αυτό τον τρόπο την ΕΗΕ, θα προκύψει ένα πολύπλοκο σχέδιο. Καθώς οι αγωγοί κάθε γραμμής μιας ΕΗΕ τοποθετούνται όλοι μαζί (αποτελούν ένα καλώδιο ή είναι μέσα στον (ίδιο σωλήνα), αλλά και οι γραμμές της εγκαταστάσεως τοποθετούνται κατά προτίμηση η μια δίπλα στην άλλη, αν παραστήσουμε στο σχέδιό μας κάθε αγωγό με μια γραμμή θα φθάσουμε να έχομε ένα μεγάλο πλήθος παραλλήλων γραμμών που θα είναι πολύ δύσκολο να το παρακολουθήσει κανείς και, τελικά, θα είναι πιθανό να κάνει λάθη. Για να αποφύγομε αυτή τη δυσκολία παριστάνομε κάθε ηλεκτρική γραμμή της εγκαταστάσεως με μια γραμμή του σχεδίου. Την πληροφορία για τη σύνθεση της γραμμής τη δίνουμε με λοξές γραμμές μικρού μήκους, τόσες όσο είναι το πλήθος των αγωγών, ή με μια μόνο λοξή γραμμή, δίπλα στην οποία σημειώνομε αριθμητικά το πλήθος των αγωγών (πίνακας 8.1.1).

ΠΙΝΑΚΑΣ 8.1.1			
ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΑΓΩΓΩΝ ΚΑΙ ΓΡΑΜΜΩΝ ΤΩΝ ΕΗΕ			
Σχεδίαση		Έννοια	
Πολυγραμμική	Μονογραμμική		
—			Αγωγός
	—		Γραμμή
====	///		Παράδειγμα γραμμής με τρεις αγωγούς
=====	— 5 —		Παράδειγμα γραμμής με πέντε αγωγούς
Συνδέσεις			
+	—	—	Υπάρχει σύνδεση
+ +			Δεν υπάρχει σύνδεση
Πρόσθετες πληροφορίες (αν χρειάζονται)			
Πάνω από τη γραμμή	Κάτω από τη γραμμή	Σύμβολα	
Είδος ρεύματος Σύστημα διανομής Συχνότητα Τάση	Πλήθος αγωγών Διατομή	— ~ N	Συνεχές ρεύμα Εναλλασσόμενο ρεύμα Ουδέτερος
— 110 V _____ 2 x 120 mm ²	— 110 V _____ 2 x 120 mm ²		Παράδειγμα γραμμής συνεχούς ρεύματος τάσεως 110 V με δύο αγωγούς διατομής 120 mm ² .
3 N ~ 50 Hz 400 V _____ 3 x 120 + 1 x 70 mm ²	3 N ~ 50 Hz 400 V _____ 3 x 120 + 1 x 70 mm ²		Παράδειγμα γραμμής εναλλασσόμενου ρεύματος σε τριφασικό σύστημα με ουδέτερο συχνότητας 50 Hz και (πολική) τάσεως 400 V, με τρεις αγωγούς διατομής 70 mm ²
— — {			Μεταπήδηση από μονογραμμική σχεδίαση σε πολυγραμμική

Έτσι έχομε δύο τρόπους σχεδιάσεως:

— Στο πολυγραμμικό σχέδιο μια γραμμή παριστάνει έναν αγωγό, και

- στο **μονογραμμικό σχέδιο** μια γραμμή παριστάνει μια ηλεκτρική γραμμή.

Είναι επιτρεπτό στο ίδιο σχέδιο να χρησιμοποιηθούν οι δύο τρόποι σχεδιάσεως, αν δεν υπάρχει κίνδυνος παρανοήσεως. Στον πίνακα 8.1.1 φαίνεται ο τρόπος μεταπήδησεως από τον έναν τρόπο στον άλλο.

Σ' ένα σχέδιο ηλεκτρικής συνδεσμολογίας μπορούμε να μην ακολουθούμε πιστά την τοπογραφική θέση των διαφόρων εξαρτημάτων, αλλά να τα τοποθετούμε κατά τέτοιον τρόπο που να γίνεται πιο εύκολα αντιληπτή η συνδεσμολογία. Προσπαθούμε δηλαδή να μην υπάρχουν πολλές διασταυρώσεις των γραμμών του σχεδίου ούτε πολλές παράλληλοι, επειδή αυτό θα έκανε δύσκολη την παρακολούθηση της συνδεσμολογίας. Αντίθετα, για την κατασκευή είναι συνήθως πιο εξυπηρετικό ένα σχέδιο που δείχνει κάθε εξάρτημα στην ακριβή θέση του.

Έτσι έχομε:

- **Τα συνδεσμολογικά ή λειτουργικά σχέδια**, όπου φαίνεται η συνδεσμολογία, χωρίς να τηρείται πιστά η "τοπογραφία" των εξαρτημάτων.
- **Τα κατασκευαστικά σχέδια**, στα οποία κάθε εξάρτημα δείχνεται στη σωστή θέση του.

8.2 Γραφικά σύμβολα.

Τα γραφικά σύμβολα που χρησιμοποιούνται στα ηλεκτρολογικά σχέδια έχουν τυποποιηθεί από τη Διεθνή Ηλεκτροτεχνική Ένωση (IEC). Στον πίνακα 8.2.1 περιλαμβάνονται από τα τυποποιημένα σύμβολα εκείνα που χρησιμοποιούνται πιο συχνά στα σχέδια των ΕΗΕ ή μερικών συνήθων συνδεσμολογιών.

Πριν από την έκδοση της διεθνούς τυποποιήσεως, σε κάθε χώρα υπήρχε μια τυποποίηση συμβόλων και υπήρχαν αρκετές διαφορές από τη μια χώρα στην άλλη. Με την έκδοση της διεθνούς τυποποιήσεως έγινε η ενοποίηση των συμβόλων, με παράλληλη προσπάθεια να γίνουν οι μικρότερες δυνατές αλλαγές. Γι' αυτό το λόγο, σε ορισμένες περιπτώσεις, έχουν τυποποιηθεί δύο μορφές συμβόλων για το ίδιο αντικείμενο.

Πάντως, πρέπει να έχομε υπόψη ότι υπάρχουν ακόμη και βρίσκονται σε χρήση παλαιότερα σχέδια, δηλαδή που είχαν σχεδιασθεί πριν από την έκδοση της διεθνούς τυποποιήσεως. Σ' αυτά τα σχέδια, όπως είναι φυσικό, θα βρούμε σύμβολα διαφορετικά από τα τυποποιημένα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 8.2.1

Τυποκοιημένα γραφικά σύμβολα (Σύμφωνα με το πρότυπο IEC - 617)

A/A	Αριθ. IEC	Σύμβολο	Έννοια	
Σύμβολα βασικών στοιχείων των ηλεκτρικών κυκλωμάτων				
1	06-15-01		Ηλεκτρικό στοιχείο ή συσσωρευτής (η μακρύτερη γραμμή παριστάνει το θετικό πόλο)	
2	06-15-02		Συστοιχία ηλεκτ. στοιχείων ή συσσωρευτών. (Χρησιμοποιείται και το σύμβολο 06-15-01, αν δεν υπάρχει κάποιος παρανομοίων)	
3	04-01-01		Προτιμητέα μορφή	Αντίσταση
4	04-01-02		Άλλη μορφή	
5	04-02-01		Πυκνωτής	
6	04-03-01		Προτιμητέα μορφή	Αυτεπαγωγή, πηνίο, τύλιγμα
7	04-03-02		Άλλη μορφή	
Σύμβολα για τη σχεδίαση των ΕΗΕ				
8	11-12-01		Γραμμή που πηγαίνει προς τα επάνω	
9	11-12-01		Γραμμή που πηγαίνει προς τα κάτω	
10	11-12-03		Γραμμή που διασχίζει κατακόρυφα	
11	11-12-04		Κουτί, γενικό σύμβολο	
12	11-12-05		Κουτί διακλαδώσεως	
13	03-03-01		Ρευματοδότης, γενικό σύμβολο	
14	11-13-04		Ρευματοδότης με επαφή προστασίας	
15	11-13-02	 ³	Προτιμητέα μορφή	Πολλαπλός ρευματοδότης (δείχνεται με τρεις εξόδους)
16	11-13-03	 ³	Άλλη μορφή	

(συνεχίζεται)

(συνέχεια πίνακα 8.2.1)

A/A	Αριθ. IEC	Σύμβολα	Έννοια
17	11-13-06		Ρευματοδότης με διακόπτη
18	11-13-08		Ρευματοδότης με ενσωματωμένο μετασχηματιστή απομονώσεως (π.χ. για ξυριστικές μηχανές)
19	11-13-09		Ρευματοδότης για τηλεπικοινωνία ή για κεραία τηλεοράσεως (κεραιοδότης). Σημειώνεται TP για τηλέφωνο, TV για τηλεόραση
20	11-14-01		Διακόπτης, γενικό σύμβολο
21	11-14-04		Διπολικός διακόπτης
22	11-14-05		Διακόπτης κομιτατέρ
23	11-14-06		Διακόπτης αλέρ ρετούρ
24	11-14-07		Διακόπτης αλέρ ρετούρ μεσαίος
25	11-14-08		Ρυθμιστής εντάσεως φωτισμού (Dimmer)
26	11-14-09		Διακόπτης τραβηγχτός
27	11-14-10		Κουμπί (μπουτόν)
28	11-14-14		Χρονοδιακόπτης
29	11-15-01		Φωτιστικό σημείο
30	11-15-02		Επιτοίχιο φωτιστικό σημείο
31	08-10-01		Λάμπα, γενικό σύμβολο
32	11-15-04		Λάμπα φθορισμού
33	11-15-07		Προβολέας

(συνεχίζεται)

(συνέχεια πίνακα 8.2.1)

A/A	Αριθ. IEC	Σύμβολο	Έννοια
34	11-15-11	X	Φωτιστικό σώμα ασφαλείας
35	11-15-12	☒	Κλειστό φωτιστικό σώμα ασφαλείας
36	11-16-01		Θερμοσήφωνας
37	11-16-02		Ανεμιστήρας
38	11-16-04		Ηλεκτρική κλειδαριά
39	08-10-06		Κουδούνι
40	08-10-05		Ηχητικός αναγγελτήρας (κόρνα)
41	09-05-01		Τηλεφωνική συσκευή
42	11-16-05		Συσκευή ενδοεπικοινωνίας, θυροτηλέφωνο
43	10-04-01		Κεραία
44	08-04-03		Μετρητής ηλεκτρικής ενέργειας
45	02-15-01		Γείωση, γενικό σύμβολο
46	02-15-03		Γείωση προστασίας
47	02-17-01		Σφάλμα (ένδειξη πιθανής θέσεως σφάλματος)
48	11-03-01		Υπόγεια γραμμή
49	11-03-03		Εναέρια γραμμή
Σύμβολα για τη σχεδίαση ηλεκτρικών συνδεσμολογιών			
50	07-02-01		Μορφή 1 Επαφή εργασίας. Το ίδιο το σύμβολο χρησιμοποιείται ως γενικό σύμβολο διακόπτη
51	07-01-02		Μορφή 2

(συνεχίζεται)

(συνέχεια πίνακα 8.2.1)

A/A	Αριθ. IEC	Σύμβολο	Έννοια
52	07-02-03		Επαφή πρεμίας
53	07-02-05		Μεταγωγική επαφή με μεσαία θέση "Εκτός"
54	07-07-01		Επαφή με χειροκίνητο χειρισμό, γενικό σύμβολο
55	07-07-02		Επαφή κουμπιού (μπουτόν) επανερχόμενη
56	07-07-04		Επαφή περιστροφικού διακόπτη
57	07-09-03		Επαφή πρεμίας που ανοίγει με τη θερμοκρασία (θερμοστάτης χώρου για κεντρικές θερμάνσεις)
58	07-09-04		Εκκινητής (Starter) για λυχνίες φθορισμού
59	07-21-01		Ασφάλεια, γενικό σύμβολο
60	07-21-03		Ασφάλεια με στέλεχος για την πτώση του διακόπτη (Striker)
61	07-13-05		Διακόπτης με ικανότητα διακοπής ρεύματος βραχυκυκλώματος
62	02-06-01	>	Λειτουργεί, όταν το χαρακτηριστικό μέγεθος έχει τιμή μεγαλύτερη από ένα προκαθορισμένο όριο (π.χ. I> λειτουργία υπερεντάσεως)
63	02-06-01	<	Λειτουργεί, όταν το χαρακτηριστικό μέγεθος έχει τιμή μικρότερη από ένα προκαθορισμένο όριο (π.χ. U < λειτουργία χαμηλής τάσεως)
64	02-12-01	-----	Μηχανική σύνδεση (μηχανικός έλεγχος)
65	02-13-23		Έλεγχος από ηλεκτρομαγνητική διάταξη
66	02-13-24		Έλεγχος από διάταξη προστασίας υπερεντάσεως

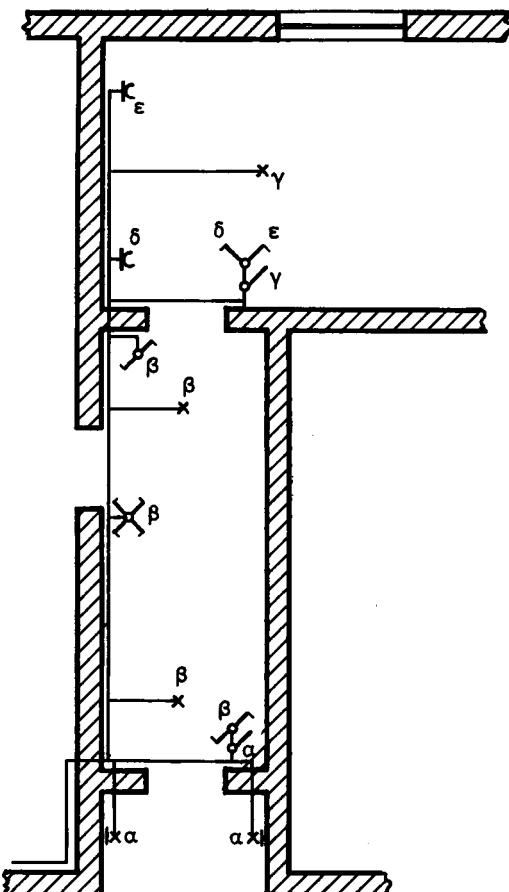
(συνεχίζεται)

(συνέχεια πίνακα 8.2.1)

A/A	Αριθ. IEC	Σύμβολο	Έννοια
67	02-13-25		Έλεγχος από θερμική διάταξη προστασίας
68	07-15-07		Πηνίο ηλεκτρονόμου με καθυστέρηση στο άνοιγμα
69	07-15-08		Πηνίο ηλεκτρονόμου με καθυστέρηση στο κλείσιμο
70	07-15-09		Πηνίο ηλεκτρονόμου με καθυστέρηση στο κλείσιμο και στο άνοιγμα
Σύμβολα ηλεκτρικών μηχανών			
71	06-02-05		Τριφασικό τύλιγμα σε σύνδεση τριγώνου
72	06-02-07		Τριφασικό τύλιγμα σε σύνδεση αστέρα
73	07-14-06		Εκκινητής αστέρα - τριγώνου για κινητήρα
74	06-08-01		Τριφασικός κινητήρας βραχυκυκλωμένου δρομέα
75	06-08-01		Δακτυλιοφόρος τριφασικός κινητήρας
76	06-09-01		Μορφή 1 Μετασχηματιστής
77	06-09-02		Μορφή 2
78	06-09-06		Μορφή 1 Αυτομετασχηματιστής
79	06-09-07		Μορφή 2
80	06-10-05		Τριφασικός μετασχηματιστής με σύνδεση τριγώνου - αστέρα

8.3 Σχέδια των ΕΗΕ.

Γενικά, τα σχέδια των ΕΗΕ είναι μονογραμμικά κατασκευαστικά σχέδια. Δείχνουν τη θέση των εξαρτημάτων όπως ο μετρητής, ο πίνακας διανομής (ή και οι υποπίνακες), οι διακόπτες, οι ρευματοδότες και τα φωτιστικά σημεία. (Φωτιστικό σημείο ονομάζομε το άκρο μιας γραμμής, που προορίζεται για τη σύνδεση ενός φωτιστικού σώματος). Επίσης τα ίδια σχέδια δείχνουν την όδευση και τα χαρακτηριστικά των γραμμών. Τις θέσεις των διαφόρων εξαρτημάτων τις δείχνουμε σημειώνοντας στο σχέδιο της κατόψεως του κτηρίου τα γραφικά σύμβολά τους. Αν μπορεί να δημιουργηθεί αμφιβολία, μπορούμε να δείξουμε με γράμματα την αντιστοιχία μεταξύ των διακοπτών και των φωτιστικών σημείων ή των ρευματοδοτών που ελέγχονται από αυτούς, όπως στο σχήμα 8.3.



Σχ. 8.3.

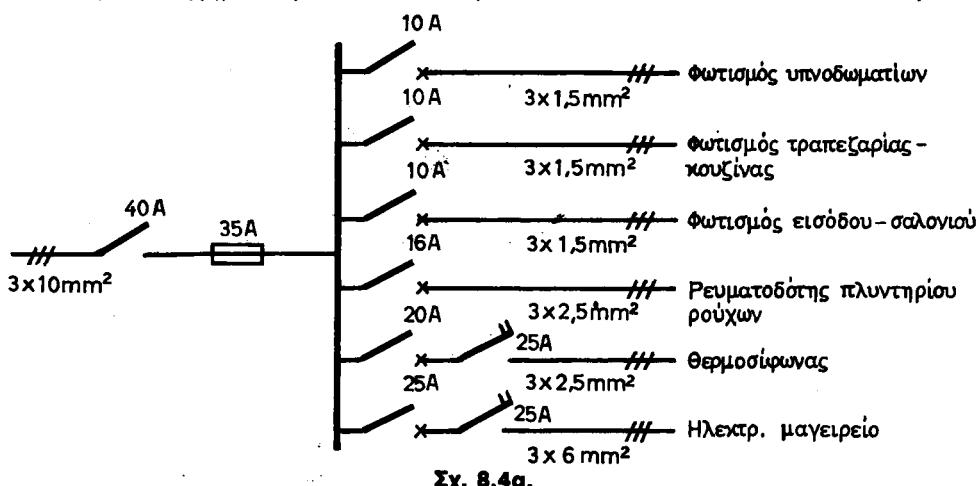
Καθορισμός με γράμματα της αντιστοιχίας των φωτιστικών σημείων προς τους διακόπτες.

Για να μη γίνεται πολύπλοκο το σχέδιο, μπορούμε να παραλείπομε την αναγραφή της διατομής των αγωγών, την οποία σημειώνομε σε ένα χωριστό σχέδιο που δείχνει τον πίνακα διανομής, όπως αναφέρομε στην επόμενη παράγραφο 8.4. Επίσης δεν είναι υποχρεωτικό να σημειώνομε σε κάθε θέση τον αριθμό των αγωγών.

Στην περίπτωση μεγάλων εγκαταστάσεων που έχουν πολλές γραμμές, είναι δυνατόν το σχέδιο να γίνει πολύπλοκο και επομένως δυσαναγνωστο. Σε μια τέτοια περίπτωση μπορούμε, κατ' εξαίρεση, να κάνομε ένα σχέδιο, στο οποίο δεν δείχνομε τις γραμμές. Σχεδιάζομε μόνο τα γραφικά σύμβολα των διαφόρων εξαρτημάτων, σημειώνοντας δίπλα σε καθένα από αυτά έναν αριθμό που δείχνει τη γραμμή - αναχώρηση από τον πίνακα διανομής, από την οποία τροφοδοτείται. Ένα τέτοιο σχέδιο είναι βέβαια ατελές, αφού δεν δείχνει την όδευση των γραμμών, και χρησιμοποιείται είτε ως προσχέδιο, στο στάδιο της μελέτης της ΕΗΕ, είτε και ως κατασκευαστικό σχέδιο, με την προϋπόθεση ότι το προσωπικό που θα εκτελέσει την εγκατάσταση έχει επαρκή πείρα, ώστε να μπορεί να επιλέξει επί τόπου την όδευση των γραμμών.

8.4 Σχεδίαση πινάκων.

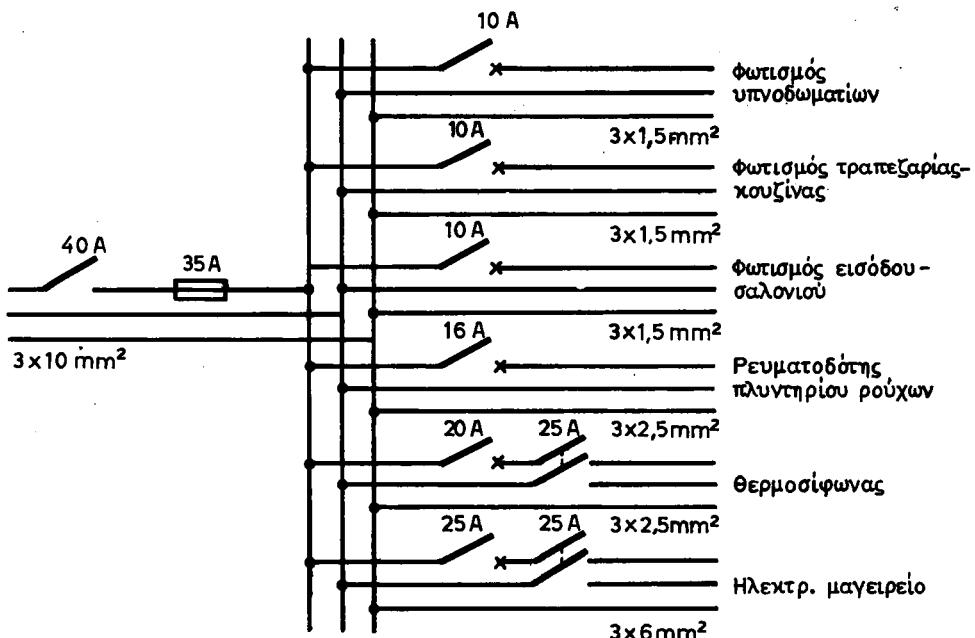
Στο σχέδιο μιας ΕΗΕ ο πίνακας διανομής φαίνεται μόνο σαν το σημείο απ' όπου αναχωρούν οι διάφορες γραμμές της εγκαταστάσεως. Δεν είναι δυνατόν να δοθούν στο ίδιο σχέδιο περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τη σύνθεση του πίνακα και με τα τεχνικά στοιχεία των εξαρτημάτων που τον αποτελούν. Γι' αυτό χρειάζεται ένα χωριστό σχέδιο του πίνακα. Συνήθως ένα μονογραμμικό συνδεσμολογικό σχέδιο, όπως του σχήματος 8.4a, είναι αρκετό. Φυσικά, είναι δυνατόν να γίνει



Μονογραμμικό σχέδιο μονοφασικού πινάκα διανομής κατοικίας.

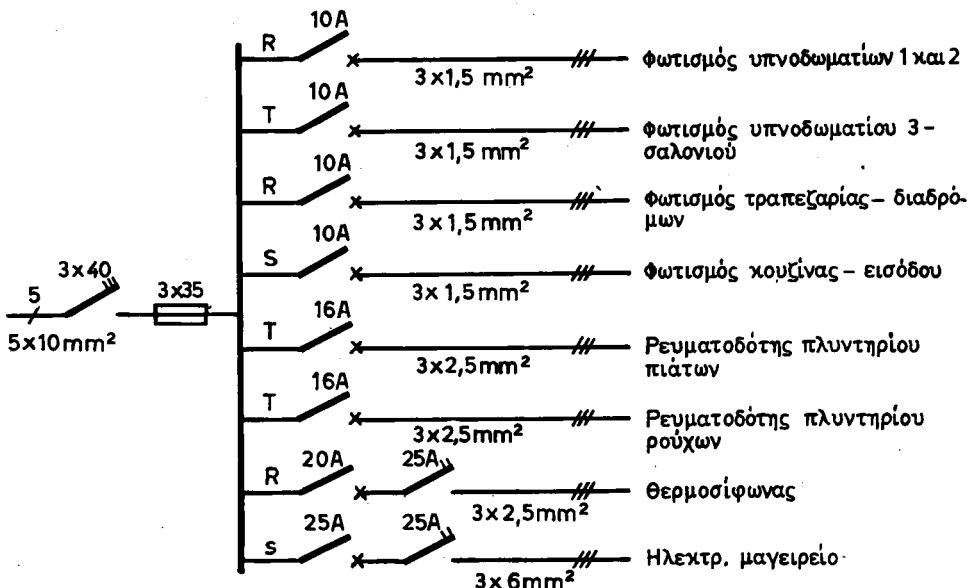
πολυγραμμική σχεδίαση όπως στο σχήμα 8.4β. Στο ίδιο σχέδιο σημειώνονται συνήθως και τα στοιχεία των γραμμών: τμήμα της ΕΗΕ που τροφοδοτείται, πλήθος και διατομή των αγωγών. Αυτό διευκολύνει και τη σύνδεση του πίνακα, στο στάδιο της κατασκευής της ΕΗΕ.

Στην περίπτωση τριφασικού πίνακα διανομής που τροφοδοτεί μονοφασικές γραμμές, πρέπει να σημειώνεται σε ποια φάση συνδέεται κάθε αναχώρηση. Η μονογραμμική σχεδίαση μπορεί να γίνει είτε όπως στο σχήμα 8.4γ είτε όπως στο σχήμα 8.4δ. Αν προτιμηθεί η πολυγραμμική σχεδίαση, αυτή γίνεται όπως στο σχήμα 8.4ε.



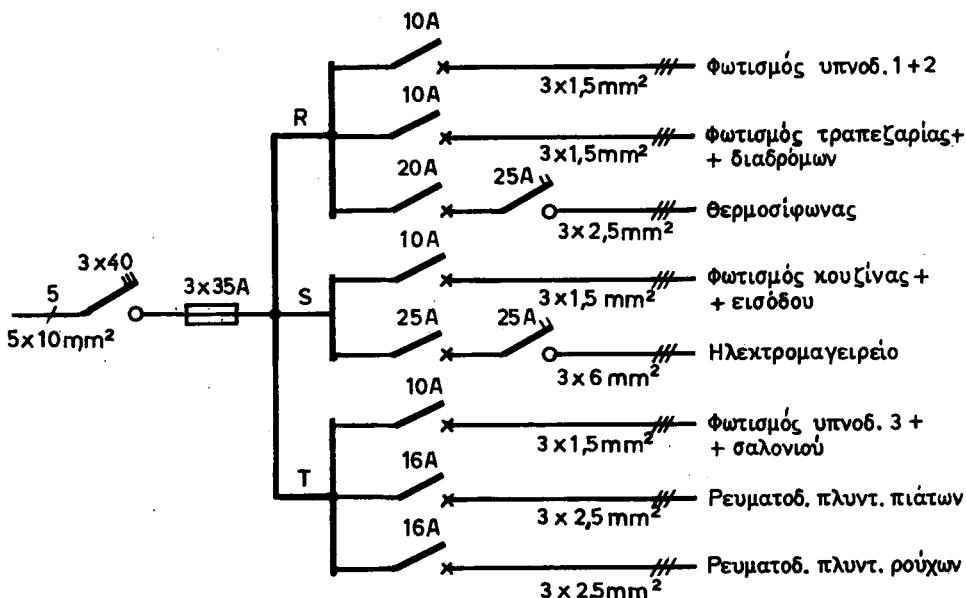
Σχ. 8.4β.

Πολυγραμμικό σχέδιο μονοφασικού πίνακα διανομής κατοικίας.



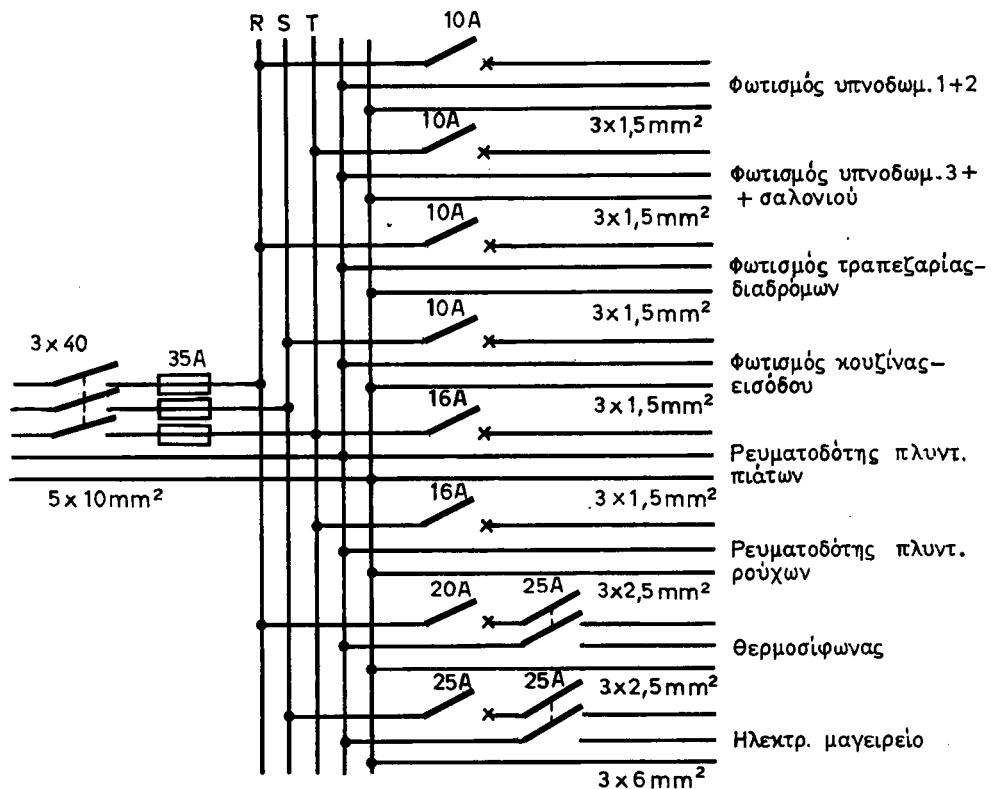
Σχ. 8.4γ.

Μονογραμμικό σχέδιο τριφασικού πίνακα διανομής κατοικίας (1ος τρόπος σχεδιάσεως).



Σχ. 8.4δ.

Μονογραμμικό σχέδιο τριφασικού πίνακα διανομής κατοικίας (2ος τρόπος σχεδιάσεως).



Σχ. 8.4ε.

Πολυγραμμικό σχέδιο τριφασικού πίνακα διανομής μονοκατοικίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΑΤΟ

ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΕΗΕ

9.1 Γενικά.

Αντικείμενο της μελέτης μιας ΕΗΕ είναι ο καθορισμός με λεπτομέρεια όλων των στοιχείων, με βάση τα οποία θα γίνει η κατασκευή της. Επίσης μια μελέτη γίνεται στις περιπτώσεις προσθηκών ή τροποποιήσεων σε υπάρχουσες εγκαταστάσεις.

Έχομε ήδη αναφέρει, στην παράγραφο 1.4, ποιες είναι οι απαιτήσεις που έχομε από τη λειτουργία μιας ΕΗΕ. Αυτές είναι:

- Να εκπληρώνει ικανοποιητικά το σκοπό για τον οποίο έχει κατασκευαστεί, δηλαδή να επιτρέπει την τροφοδότηση των συσκευών καταναλώσεως χωρίς ανωμαλίες.
- Να μην προκαλεί κινδύνους για τα άτομα και για τα κτήρια.

Είναι φανερό ότι βασικό στοιχείο για να εξασφαλισθεί ότι μια ΕΗΕ θα ικανοποιεί κατά τη λειτουργία της αυτές τις απαιτήσεις, είναι να έχει μελετηθεί κατάλληλα. Το άλλο, επίσης βασικό στοιχείο, είναι η επιμελημένη κατασκευή της.

Πρέπει να έχομε υπόψη ότι η μελέτη μιας ΕΗΕ δεν είναι ένα πρόβλημα που έχει μια μόνο τεχνική λύση. Αντίθετα, είναι δυνατόν με τα ίδια δεδομένα να γίνουν περισσότερες από μια μελέτες, διαφορετικές μεταξύ τους, που να είναι, βέβαια, όλες σύμφωνες με τους κανονισμούς. Μεταξύ των διαφόρων λύσεων, επιτυχέστερη είναι εκείνη που δίνει την οικονομικότερη κατασκευή της ΕΗΕ, με την προϋπόθεση βέβαια, ότι όλες εξασφαλίζουν στον ίδιο βαθμό την εξυπηρέτηση των αναγκών του μελλοντικού χρήστη της ΕΗΕ. Πέρα όμως απ' αυτό, οι διάφορες τεχνικές λύσεις είναι δυνατόν να εξασφαλίζουν σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό την εξυπηρετική λειτουργία της ΕΗΕ. Η επιτυχία της μελέτης έγκειται στον καλύτερο δυνατό συνδυασμό της εξυπηρετήσεως των αναγκών του χρήστη και της οικονομίας στην κατασκευή.

Ως ένα πολύ απλό παράδειγμα θα αναφέρομε το ακόλουθο. 'Ενα φωτιστικό σώμα αρκεί να μπορούμε να το ανάβομε και να το σβήνομε από ένα σημείο, όπου θα είναι ο διακόπτης του. Μπορεί όμως να είναι εξυπηρετικό για τη λειτουργία να έχομε αυτήν τη δυνατότητα και από ένα άλλο σημείο. Η προσθήκη ενός δεύτερου διακόπτη (αλέ-ρετούρ) αυξάνει το βαθμό εξυπηρετήσεως των αναγκών του χρήστη, αλλά ανεβάζει και το κόστος. Σωστή μελέτη είναι εκείνη που θα προβλέπει διακόπτες αλέ-ρετούρ μόνο σ' εκείνες τις περιπτώσεις που πραγματικά "αξίζει τον κόπο" να τοποθετηθούν.

Γενικότερα, μια μελέτη μπορεί να είναι περισσότερο ή λιγότερο "πλούσια". 'Οπως η κατασκευή ενός κτηρίου είναι δυνατόν να είναι περισσότερο ή λιγότερο πολυτελής, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι το κτήριο, στη δεύτερη περίπτωση, δεν έχει την αντοχή που πρέπει, έτσι είναι δυνατόν και μια ΕΗΕ να είναι περισσότερο ή λιγότερο εξυπηρετική στη λειτουργία της. Για παράδειγμα, είναι δυνατόν σε μια ΕΗΕ να προβλέψουμε περισσότερες γραμμές φωτισμού από όσες είναι απαραίτητες. Το όφελος θα είναι ότι, αν πέσει ο μικροαυτόματος μιας γραμμής εξαιτίας βραχυκυκλώματος μιας λάμπας, θα διακοπεί η τροφοδότηση μικρότερου τμήματος του φωτισμού. 'Άλλο παράδειγμα: 'Οπως θα αναφέρομε και στη συνέχεια, επειδή οι συσκευές καταναλώσεως που είναι εγκατεστημένες σ' ένα κτήριο δεν λειτουργούν όλες ταυτόχρονα, το είδος της παροχής (τριπολική ή μονοφασική) και το μέγεθός της (ονομαστικό ρεύμα του οργάνου - ή των οργάνων - προστασίας του μετρητή) που επιλέγομε δεν χρειάζεται να ανταποκρίνεται στο άθροισμα των ισχύων όλων των συσκευών. Είναι φανερό ότι ο μελετητής της ΕΗΕ έχει τη δυνατότητα να επιλέξει μεγαλύτερη ή μικρότερη παροχή, γνωρίζοντας βέβαια ότι αν επιλέξει τη μικρότερη, θα έχει μια οικονομία, αλλά ίσως θα υπάρχει κάποιος περιορισμός, π.χ. ο μελλοντικός χρήστης θα πρέπει να προσέχει να μη βάζει σε λειτουργία κάποιες συσκευές συγχρόνως.

Από όσα αναφέραμε γίνεται κατανοητό, ότι οι μελέτες των ΕΗΕ πρέπει να γίνονται με προσοχή, ώστε να έχομε το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα με το χαμηλότερο δυνατό κόστος. Προϋπόθεση βέβαια αποτελεί να έχει ο μελετητής τις απαιτούμενες γνώσεις και αρκετή πείρα.

9.2 Γραμμές των ΕΗΕ – Εκλογή της διατομής των αγωγών.

Πριν περιγράψουμε τον τρόπο, κατά τον οποίο γίνεται μια μελέτη, πρέπει να γνωρίζουμε ορισμένους κανόνες που αφορούν τις γραμμές και την εκλογή της διατομής των αγωγών τους.

Για κάθε γραμμή που αναχωρεί από έναν πίνακα διανομής υπάρχουν στον πίνακα αυτόν τα δργανα προστασίας της από υπερεντάσεις. Μια μονοφασική γραμμή προστατεύεται από ένα μονοφασικό δργανο προστασίας (ασφάλεια ή μικροαυτόματο). Μια τριφασική γραμμή μπορεί να προστατεύεται είτε από ένα τριφασικό δργανο προστασίας που, όταν πέφτει, διακόπτει την τροφοδότηση και των τριών φάσεων συγχρόνως (τριφασικός μικροαυτόματος ή αυτόματος διακόπτης) ή από μια ομάδα από τρία μονοφασικά δργανα προστασίας.

Δεν επιτρέπεται στο ίδιο καλώδιο ή στον ίδιο σωλήνα να υπάρχουν παρά μόνο αγωγοί που προστατεύονται από ένα δργανο προστασίας ή μια ομάδα οργάνων προστασίας. (Εξαίρεση μπορούν να αποτελέσουν μόνο οι αγωγοί κυκλωμάτων σημάνσεως ή αυτοματισμού, που μπορούν να είναι στο ίδιο καλώδιο ή στον ίδιο σωλήνα με τους αγωγούς του κύριου κυκλώματος που εξυπηρετούν).

Για να εκλέξουμε τη διατομή των αγωγών μιας γραμμής πρέπει να έχουμε προσδιορίσει το ρεύμα που προβλέπεται ότι θα απορροφούν οι συσκευές καταναλώσεως που θα τροφοδοτηθούν απ' αυτήν (όπως θα αναφέρομε στη συνέχεια). Με βάση λοιπόν το αναμενόμενο ρεύμα φορτίου καθορίζουμε το ονομαστικό ρεύμα του οργάνου προστασίας, δηλαδή της ασφάλειας ή του μικροαυτομάτου ή του αυτομάτου διακόπτη, που προστατεύει τη γραμμή από υπερφορτίσεις. Αυτό το ονομαστικό ρεύμα θα είναι ένα από τα τυποποιημένα μεγέθη και πρέπει να είναι ίσο ή μεγαλύτερο από το αναμενόμενο ρεύμα, ώστε να μην υπάρχει περίπτωση να προκληθεί η λειτουργία του οργάνου προστασίας, όταν η γραμμή θα διαρρέεται από το αναμενόμενο ρεύμα.

Στη συνέχεια μπορούμε να επιλέξουμε τη διατομή των αγωγών με βάση τον πίνακα 3.6.1 του Κεφαλαίου 3, που δίνει τις επιτρεπόμενες φορτίσεις των αγωγών, ανάλογα με τον τρόπο εγκαταστάσεώς τους (ομάδες I, II, ή III του πίνακα). Η επιτρεπόμενη φόρτιση πρέπει να είναι ίση ή μεγαλύτερη από το ονομαστικό ρεύμα του οργάνου προστασίας ώστε το τελευταίο να προστατεύει τον αγωγό από υπερφόρτιση. Για διευκόλυνση μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τον πίνακα 9.2.1 που μας δίνει τη διατομή που πρέπει να έχουν κατ' ελάχιστο οι αγωγοί, ανάλογα με το ονομαστικό ρεύμα του οργάνου που τους προστατεύει. Ο πίνακας αυτός ισχύει με τις ίδιες προϋποθέσεις όπως και ο πίνακας 3.6.1, δηλαδή για θερμοκρασία περιβάλλοντος 30° C . Αν η θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη και χρησιμοποιηθεί ένας συντελεστής μειώσεως σύμφωνα με τον πίνακα 3.6.2, η επιλογή της διατομής πρέπει να γίνει από τον πίνακα 3.6.1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 9.2.1

Εκλογή διατομής αγωγών ανάλογα με το ονομαστικό ρεύμα της ασφάλειας ή του μικροαυτομάτου που τους προστατεύει από υπερφόρτιση.

Ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας ή μικροαυτομάτου (A)	Διατομή αγωγών (mm ²)		
	Ομάδα		
	I	II	III
10	1,5	1,5	1,5
16	2,5	1,5	4
20	2,5	1,5	4
25	4	2,5	6
35	10	4	10
50	16	6	25
63	25	10	25
80	25	16	50
100	35	25	50

Ομάδες:

I: Τρεις το πολύ ενεργοί αγωγοί μέσα στον ίδιο σωλήνα ή στο ίδιο καλώδιο, σε ορατή ή χωνευτή εγκατάσταση.

II: Μονωμένοι αγωγοί που είναι τοποθετημένοι, σε ορατή εγκατάσταση χωρίς σωλήνες, με απόσταση μεταξύ τους ίση ή μεγαλύτερη από τη διάμετρό τους.

III: Εύκαμπτα καλώδια τροφοδοτήσεως κινητών ή φορητών συσκευών καταναλώσεως.

Σημείωση: Ο πίνακας ισχύει για θερμοκρασία περιβάλλοντος 30° C.

Παράδειγμα:

Αν το αναμενόμενο ρεύμα μιας γραμμής είναι 18 A, ο μικροαυτόματος που θα την προστατεύει πρέπει να έχει ονομαστικό ρεύμα 20 A. Αν πρόκειται για τριπολικό καλώδιο π.χ. τύπου A05VV (ομάδα I), η διατομή των αγωγών πρέπει, σύμφωνα με τον πίνακα 9.2.1 να είναι 2,5 mm². Αν όμως η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι 40° C δεν ισχύει ο πίνακας 9.2.1. Τότε χρησιμοποιούμε τους συντελεστές του πίνακα 3.7.2. Για τους 40° C ο συντελεστής είναι 82%. Για τη διατομή 2,5 mm² η επιτρεπόμενη φόρτιση στους 30° C, όπως μας τη δίνει ο πίνακας 3.6.1, είναι 20 A και για τους 40° C, θα είναι $20 \times 0,82 = 16,4$ A. Δηλαδή η διατομή αυτή δεν είναι κατάλληλη. Θα πρέπει να πάμε στην επόμενη διατομή, που είναι 4 mm² και έχει για τους 30° C επιτρεπόμενη φόρτιση 25 A. Για τους 40° C η επιτρεπόμενη φόρτιση είναι $25 \times 0,82 = 20,5$ A. Άρα η διατομή 4 mm² είναι κατάλληλη για να προστατεύεται από μικροαυτόματο 20 A.

Όπως αναφέραμε και στην παράγραφο 3.7, η μικρότερη διατομή που επιτρέπεται να χρησιμοποιηθεί στις σταθερές γραμμές των ΕΗΕ

είναι $1,5 \text{ mm}^2$. Γι' αυτή τη διατομή το ονομαστικό ρεύμα της ασφάλειας ή του μικροαυτομάτου είναι 10 A. Επομένως, ακόμα και αν το αναμενόμενο ρεύμα είναι πολύ μικρότερο δεν χρησιμοποιούμε μικρότερη διατομή. Επίσης δε χρησιμοποιούμε και μικρότερη ασφάλεια ή μικροαυτόματο, εκτός αν υπάρχει κάποιος ίδιατερος λόγος, εκτός από την προστασία της γραμμής από υπερφόρτιση.

Παράδειγμα:

Αν μια γραμμή τροφοδοτεί ένα μετασχηματιστή 220/48 V, ισχύος 1000 VA (ονομαστικό ρεύμα 4,5 A), η διατομή των αγωγών θα είναι $1,5 \text{ mm}^2$, αλλά θα χρησιμοποιήσουμε ασφάλεια ή μικροαυτόματο 6 A, ώστε, εκτός από τη γραμμή να προστατευθεί και ο μετασχηματιστής.

Για την κύρια γραμμή μιας ΕΗΕ (γραμμή μετρητή - πίνακα) η ελάχιστη διατομή που επιτρέπεται είναι 6 mm^2 .

Ο αγωγός φάσεων και ο ουδέτερος μιας μονοφασικής γραμμής έχουν πάντα την ίδια διατομή. Επίσης στις τριφασικές γραμμές μέχρι τη διατομή των 16 mm^2 . Όταν η διατομή των αγωγών φάσεων είναι 25 mm^2 ή μεγαλύτερη, επιτρέπεται να έχει ο ουδέτερος μικρότερη διατομή σύμφωνα με τὸν πίνακα 9.2.2, με την προϋπόθεση όμως ότι η γραμμή τροφοδοτεί, κατά το μέγιστο μέρος τουλάχιστον, τριφασικά φορτία (όπως π.χ. τριφασικούς κινητήρες). Δηλαδή πρέπει να είναι εξασφαλισμένο ότι από τον ουδέτερο δεθα περνάει ρεύμα ή, αν περνάει, θα είναι πολύ μικρό. Αυτό θα ισχύει όχι μόνο για την κανονική λειτουργία, αλλά και για την περίπτωση που έχει διακοπεί η τροφοδότηση ορισμένων φορτίων εξαιτίας της λειτουργίας των οργάνων προστασίας.

Παράδειγμα:

Μια τριφασική γραμμή με αγωγούς φάσεων 25 mm^2 και ασφάλειες 80 A, τροφοδοτεί, σε μια βιομηχανική εγκατάσταση, τρεις ίσες αντιστάσεις, ισχύος 16 kW η καθεμιά, που συνδέονται μεταξύ φάσεων και ουδετέρου. Το ρεύμα κάθε φάσεως είναι

$$I = \frac{16000}{220} = 72,7 \text{ A}$$

Δηλαδή μικρότερο από την επιτρεπόμενη φόρτιση που είναι 83 A. Από τον ουδέτερο δεν περνάει ρεύμα. Αν καούν οι δύο ασφάλειες, οι δύο αγωγοί φάσεων δεν θα τροφοδοτούνται, ο τρίτος όμως θα εξακολουθήσει να διαρρέεται από ρεύμα 72,7 A, που τώρα θα επιστρέψει από τον ουδέτερο. Αν ο ουδέτερος έχει διατομή 16 mm^2 , όπως μας επιτρέπει ο πίνακας 9.2.2, θα υπερφορτισθεί, αφού η επιτρεπόμενη φόρτιση γι' αυτή τη διατομή είναι 60 A. Επομένως, σ' αυτή την περίπτωση ο

ουδέτερος δεν πρέπει να είναι 16 mm^2 , αλλά πρέπει να έχει κι αυτός διατομή 25 mm^2 . Αντίθετα, αν η γραμμή προστατεύεται από έναν τριφασικό αυτόματο διακόπτη που όταν ανοίγει, διακόπτει την τροφοδότηση και των τριών φάσεων συγχρόνως, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε καλώδιο $3 \times 25 + 16$ (τρεις αγωγοί φάσεων 25 mm^2 και ουδέτερος 16 mm^2), εφόσον δεν υπάρχει κανένα άλλο όργανο που θα μπορούσε να διακόψει χωριστά την κάθε φάση.

ΠΙΝΑΚΑΣ 9.2.2		
Ελάχιστη διατομή ουδετέρου σε τριφασικές γραμμές ⁽¹⁾		
Ελάχιστη διατομή αγωγού προστασίας		
Διατομή αγωγών φάσεων (mm^2)	Ελάχιστη διατομή ουδετέρου ή μονωμένου αγωγού προστασίας (mm^2)	Ελάχιστη διατομή γυμνού αγωγού προστασίας ⁽²⁾ (mm^2)
25	16	
35	16	
50	25	
70	35	50
95	50	50
120	70	70
150	70	70
185	95	95

Σημειώσεις:

(1) Με την προϋπόθεση ότι τροφοδοτούνται, κατά μέγιστο μέρος, τριφασικά φορτία.

(2) Γυμνός αγωγός προστασίας επιτρέπεται, κατ' εξαίρεση, σε βιομηχανικές ή ανάλογες εγκαταστάσεις.

Οι αγωγοί των γραμμών των ΕΗΕ προστατεύονται από υπερφόρτιση από τις ασφάλειες ή τους μικροαυτόματους των πινάκων διανομής, από τους οποίους αναχωρούν. Τα ίδια όργανα τους προστατεύουν και από τα ρεύματα βραχυκυκλώματος. Δηλαδή η προστασία των αγωγών γίνεται από τα όργανα προστασίας που βρίσκονται πριν από αυτούς. Εξαίρεση αποτελούν οι κύριες γραμμές (γραμμές μετρητή - πίνακα). Σ' αυτές οι αγωγοί προστατεύονται από υπερφόρτιση από τις γενικές ασφάλειες του πίνακα στον οποίο καταλήγουν και μόνο η προστασία τους από τα ρεύματα βραχυκυκλώματος εξασφαλίζεται από τις ασφάλειες ή τους μικροαυτόματους του μετρητή.

Αν σε μια γραμμή ελαττώνεται από ένα σημείο και μετά η διατομή της (συνήθως αυτό συμβαίνει σε μια διακλάδωση), πρέπει να τοποθετηθεί ένα όργανο προστασίας, κατάλληλο για να προστατεύει τη μικρότερη αυτή διατομή, εκτός αν το όργανο προστασίας που βρίσκεται στην

αρχή της γραμμής προστατεύει και τη μικρότερη διατομή. Εξαίρεση επιτρέπεται για την προστασία των ευκάμπτων καλωδίων (σειρίδων) που τροφοδοτούν φωτιστικές συσκευές ή φορητές συσκευές μικρής ισχύος. Σ' αυτή την περίπτωση μπορεί να έχουμε όργανο προστασίας με ονομαστικό ρεύμα 10 A στην αρχή μιας γραμμής, στην οποία συνδέονται εύκαμπτα καλώδια διατομής 0,75 mm², με την προϋπόθεση βέβαια ότι η τροφοδοτούμενη συσκευή απορροφά ρεύμα μικρότερο από την επιτρεπόμενη φόρτιση αυτών των ευκάμπτων καλωδίων, που είναι 7 A.

9.3 Η πτώση τάσεως στις γραμμές των ΕΗΕ.

Εκτός από την επιτρεπόμενη φόρτιση των αγωγών, που αφορά τη θέρμανσή τους, πρέπει να έχουμε υπόψη, όταν επιλέγομε τη διατομή τους, ότι η πτώση τάσεως δεν πρέπει να υπερβαίνει ορισμένα όρια. Ο ΚΕΗΕ ορίζει ότι για φορτία φωτισμού η πτώση τάσεως δεν πρέπει να υπερβαίνει το 1% και για φορτία κινήσεως το 3% (δεν ορίζεται όριο για τα φορτία θερμάνσεως). Επειδή τα μήκη των γραμμών των ΕΗΕ είναι συνήθως μικρά και τα φορτία φωτισμού δεν είναι συνήθως συγκεντρωμένα στα άκρα των γραμμών, είναι σπάνιο να χρειασθεί να χρησιμοποιήσουμε αγωγούς μεγαλύτερης διατομής για να ικανοποιηθεί αυτή η απαίτηση, παρ' όλο που τα δρια που ορίζει ο Κανονισμός είναι μάλλον αυστηρά. Γι' αυτό συνήθως στην πράξη η διατομή των αγωγών καθορίζεται μόνο από την επιτρεπόμενη φόρτιση. Μόνο στις μεγάλες εγκαταστάσεις, όπου και τα μήκη των γραμμών είναι σημαντικά, είναι απαραίτητο να γίνεται ο υπολογισμός της πτώσεως τάσεως, ώστε, αν χρειάζεται, να τοποθετηθούν αγωγοί μεγαλύτερης διατομής.

Για τον υπολογισμό της πτώσεως τάσεως μεταχειρίζομαστε τους τύπους που αναγράφονται στον πίνακα 9.3.1.

Αν μια γραμμή τροφοδοτεί διάφορα φορτία, την πτώση τάσεως την υπολογίζομε χωρίζοντας τη γραμμή σε τμήματα, σε καθένα από τα οποία έχουμε σταθερό φορτίο.

Παράδειγμα:

Αναφερόμαστε στο σχήμα 9.3. Τρεις τριφασικοί κινητήρες (πολικής) τάσεως 380 V, που απορροφούν ισχύες 5 kW, 10 kW και 8 kW, πρέπει να τροφοδοτηθούν από μια γραμμή. Οι αποστάσεις δίδονται στο σχήμα. Θέλομε να καθορίσουμε τη διατομή των αγωγών και να ελέγξουμε την πτώση τάσεως.

Οι υπολογισμοί γίνονται όπως αναγράφεται στο ίδιο σχήμα:

Η συνολική ισχύς είναι $P_{\text{ολ}} = 23 \text{ kW}$.

ΠΙΝΑΚΑΣ 9.3.1

Τύποι για τον υπολογισμό της πτώσεως τάσεως
(λαμβάνεται υπόψη μόνο η ωμική αντίσταση των αγωγών)

	Μονοφασικό κύκλωμα	Τριφασικό κύκλωμα	
		Έκφραση σε συνάρτηση με την: Φασική τάση (U_ϕ)	Πολική τάση (U_π)
Ισχύς	$P = \frac{U \cdot I \cdot συνφ}{1000}$	$P = \frac{3 \cdot U_\phi \cdot I \cdot συνφ}{1000}$	$P = \frac{\sqrt{3} \cdot U_\pi \cdot I \cdot συνφ}{1000}$
Αντίσταση	$R = 2p \frac{l}{s}$		$R = p \frac{l}{s}$
Πτώση τάσεως	$\Delta u = 2 \cdot I \frac{p \cdot l}{s} συνφ$ $\Delta u = 2 \cdot \frac{1000 P \cdot p \cdot l}{v \cdot s}$	$\Delta u_\phi = I \cdot \frac{p \cdot l}{s} συνφ$ $\Delta u_\phi = \frac{1000 P \cdot p \cdot l}{3 v_\phi \cdot s}$	$\Delta u_\pi = \sqrt{3} I \cdot \frac{p \cdot l}{s} συνφ$ $\Delta u_\pi = \frac{1000 P \cdot p \cdot l}{v_\pi \cdot s}$
Εκατοστιαία πτώση τάσεως	$e = \frac{\Delta u}{v} \cdot 100$ $e = 200 \cdot I \cdot \frac{p \cdot l}{v \cdot s} συνφ$ $e = 2 \cdot 10^5 \frac{P \cdot p \cdot l}{v^2 \cdot s}$	$e = \frac{\Delta u_\phi}{v_\phi} \cdot 100$ $e = 100 \cdot I \cdot \frac{p \cdot l}{v_\phi \cdot s} συνφ$ $e = 10^5 \frac{P \cdot p \cdot l}{3 v_\phi^2 \cdot s}$	$e = \frac{\Delta u_\pi}{v_\pi} \cdot 100$ $e = 100\sqrt{3} \cdot I \cdot \frac{p \cdot l}{v_\pi \cdot s} συνφ$ $e = 10^5 \frac{P \cdot p \cdot l}{v_\pi^2 \cdot s}$
Εκατοστιαία πτώση τάσεως για τάση 220 V ή 220/380 V και για αγωγούς χαλκού		$e = 0,075 \frac{p \cdot l}{s}$	$e = 0,0125 \frac{p \cdot l}{s}$

P: ισχύς σε kW

R: αντίσταση ενός αγωγού σε Ω

I: ρεύμα σε A

U: τάση σε V (u_ϕ : φασική, u_π : πολική)

συνφ: συντελεστής ισχύος του φορτίου

(για ωμικά φορτία - φωτισμού και θερμάνσεως είναι συνφ = 1)

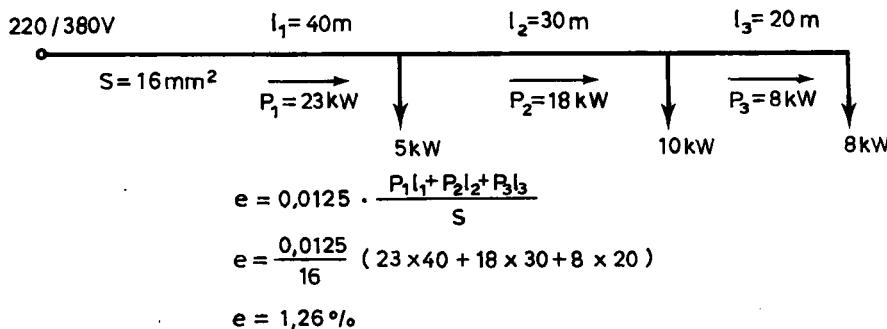
Δu: πτώση τάσεως σε V (Δu_φ: φασική, Δu_π: πολική)

e: εκατοστιαία πτώση τάσεως %

l: μήκος της γραμμής σε m

s: διατομή σε mm²

p: ειδική αντίσταση σε Ω mm²/m (για το χαλκό είναι $p = 0,018 \Omega$ mm²/m)



Σχ. 9.3.

Παράδειγμα υπολογισμού πτώσεως τάσεως.

Απ' αυτήν βρίσκομε το ρεύμα $I = 43,7 \text{ A}$. Το όργανο προστασίας, που θα τοποθετηθεί στην αρχή της γραμμής, πρέπει να έχει ονομαστικό ρεύμα 50 A . Από τον πίνακα 9.2.1 εκλέγομε τη διατομή $S = 16 \text{ mm}^2$.

Για κάθε τμήμα της γραμμής βρίσκομε πόση ισχύς περνάει και υπολογίζομε την πτώση τάσεως. Βρίσκομε $e = 1,26\%$, που είναι επιτρεπτή για εγκατάσταση κινήσεως.

9.4 Τα φορτία.

'Όταν μια γραμμή τροφοδοτεί μόνο μια συσκευή καταναλώσεως που απορροφά πάντα μια σταθερή ισχύ, το φορτίο της είναι γνωστό. Αυτό συμβαίνει π.χ. στη γραμμή που τροφοδοτεί ένα θερμοσίφωνα: το φορτίο της είναι ίσο με την ονομαστική ισχύ του. Ανάλογη κατάσταση υπάρχει σε μια γραμμή που τροφοδοτεί μια αντλία, αν η παροχή νερού και το ύψος της αντλήσεως είναι σταθερά μεγέθη: το φορτίο της γραμμής είναι σταθερό και μπορούμε να το υπολογίσουμε με βάση τα στοιχεία της αντλήσεως (παροχή, ύψος). Στις περισσότερες όμως περιπτώσεις τα πράγματα είναι διαφορετικά. Ακόμα και αν μια γραμμή τροφοδοτεί μόνο μια συσκευή, μπορεί το φορτίο να μην είναι σταθερό. Π.χ. η γραμμή που τροφοδοτεί ένα ηλεκτρικό μαγειρείο έχει φορτίο που μεταβάλλεται, αναλόγως του αν είναι σε λειτουργία μια μόνο εστία ή αν λειτουργούν περισσότερες εστίες και ο φούρνος. Πάντως το μέγιστο φορτίο της γραμμής δε φθάνει την ονομαστική ισχύ του μαγειρείου, του λάχιστον στα μαγειρεία που έχουν τρεις ή τέσσερις εστίες και φούρνο, αφού ποτέ δε συμβαίνει στην πράξη να λειτουργούν συγχρόνως όλες οι εστίες στη μεγαλύτερη ισχύ τους καθώς και ο φούρνος. Το ίδιο φαίνομενο παρουσιάζεται, φυσικά, στην περίπτωση γραμμών που τροφοδοτούν περισσότερες συσκευές καταναλώσεως, που τις βάζομε σε λειτουργία κατά τυχαίο τρόπο. Το μέγιστο φορτίο της γραμμής είναι, κατά κανόνα,

μικρότερο από το άθροισμα των ισχύων των συσκευών, επειδή, όπως λέμε, υπάρχει "ετεροχρονισμός" της λειτουργίας τους.

Το θέμα της εκτιμήσεως του μέγιστου φορτίου που απορροφά ένα σύνολο συσκευών καταναλώσεως προκύπτει κάθε φορά που χρειάζεται να καθορίσουμε τις διατομές των αγωγών και τα ονομαστικά ρεύματα των οργάνων προστασίας. Αυτό το πρόβλημα υπάρχει για κάθε γραμμή που τροφοδοτεί έναν ορισμένο αριθμό συσκευών. Περισσότερο όμως μας ενδιαφέρει, σε μια ΕΗΕ, για να καθορίσουμε τα στοιχεία της κύριας γραμμής (γραμμή μετρητή - πίνακα) και την παροχή που θα ζητήσουμε από τη ΔΕΗ να κατασκευάσει για να την ηλεκτροδοτήσει. Είναι γεγονός ότι, εκτός από εξαιρέσεις, μια ΕΗΕ δεν απορροφά ποτέ ισχύ ίση με το άθροισμα των ονομαστικών ισχύων όλων των συσκευών (που το ονομάζομε εγκατεστημένη ισχύ της ΕΗΕ) ούτε ίση με το άθροισμα των μεγίστων φορτίων που απορροφούν μία μία, αλλά όχι συγχρόνως, όλες οι συσκευές.

Το ερώτημα που προκύπτει είναι: ποια είναι η σχέση μεταξύ των μεγεθών που προαναφέραμε; Ατυχώς δεν υπάρχει και δεν είναι δυνατόν να δοθεί μια σαφής απάντηση. Ο καθορισμός του μέγιστου φορτίου που θα προβλεφθεί μπορεί να βασισθεί μόνο στη λογική και στην πείρα του μελετητή. Θα πρέπει να βασισθεί δηλαδή ο μελετητής σε άλλες ανάλογες περιπτώσεις εγκαταστάσεων που έχουν κατασκευασθεί και έχουν λειτουργήσει. Έτσι π.χ. για τις εγκαταστάσεις των κατοικιών είναι γνωστό πόσο είναι το φορτίο στις συνήθεις περιπτώσεις, όπως θα αναφέρομε αργότερα. Επίσης μπορεί κανείς να βρει στοιχεία για διάφορες άλλες περιπτώσεις εγκαταστάσεων (π.χ. για νοσοκομεία, για ξενοδοχεία, για ελαιουργεία κλπ.). Πάντως χρειάζεται αρκετή προσοχή, όταν πρόκειται να χρησιμοποιηθούν τέτοια στοιχεία, για να είναι βέβαιο ότι πράγματι πρόκειται για εγκαταστάσεις που λειτουργούν κατά περίπου όμοιο τρόπο.

Αν πρόκειται για έναν αριθμό ομοειδών συσκευών, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας "συντελεστής ταυτοχρονισμού", που έχει βρεθεί ως στατιστικό στοιχείο από άλλες παρεμφερείς εγκαταστάσεις. **Συντελεστής ταυτοχρονισμού** είναι ο λόγος του μέγιστου φορτίου που απορροφά ένα σύνολο συσκευών προς το άθροισμα των μεγίστων φορτίων τους. Αναφέρομε εδώ, ενημερωτικά, ότι συντελεστές ταυτοχρονισμού χρησιμοποιούνται και στην περίπτωση, που απασχολεί τη ΔΕΗ, ενός αριθμού ομοειδών καταναλωτών, όπως π.χ. οι μονοφασικοί οικιακοί καταναλωτές, που τροφοδοτούνται από ένα δίκτυο Χ.Τ., ή από ένα καλώδιο παροχής. Μερικές φορές αναφέρεται και το αντίστροφο του συντελεστή ταυτοχρονισμού, που λέγεται συντελεστής ετεροχρονισμού.

Γενικά, πάντως, ο μελετητής μιας ΕΗΕ πρέπει να λάβει υπόψη τον τρόπο, κατά τον οποίο προβλέπεται ότι θα λειτουργήσει η εγκατάσταση, και να προσθέσει τις ισχύες που θα απορροφούν οι συσκευές που θα λειτουργούν συγχρόνως. Γι' αυτό το λόγο αναφέραμε ότι η πρόβλεψη του μέγιστου φορτίου βασίζεται στη λογική και στην πείρα του μελετητή.

9.5 Στοιχεία που χρειάζονται για την εκπόνηση μιας μελέτης.

Τα βασικά στοιχεία που χρειάζονται για την εκπόνηση της μελέτης μιας ΕΗΕ είναι:

- Τα σχέδια των κατόψεων του κτηρίου και η περιγραφή του είδους των χώρων.
- Οι θέσεις και οι ισχύες των συσκευών καταναλώσεως που πρόκειται να τροφοδοτηθούν.
- Για να γίνει σωστή η μελέτη μιας ΕΗΕ είναι απαραίτητη η συνεργασία με τον αρχιτέκτονα ή το μηχανικό ή τον ιδιοκτήτη του κτηρίου, γιατί, εκτός από τα στοιχεία που αναφέραμε, πρέπει να διευκρινισθούν και τα ακόλουθα θέματα:

- Ποιες προβλέψεις χρειάζεται να γίνουν για συσκευές που δεν υπάρχουν από την αρχή, αλλά είναι ενδεχόμενο να αποκτηθούν μελλοντικά. Το θέμα αυτό είναι σοβαρό, επειδή οι εκ των υστέρων προσθήκες κοστίζουν πολύ περισσότερο. Από την άλλη, πλευρά όμως, δεν είναι σκόπιμο να επιβαρύνεται η εγκατάσταση με πρόσθετες δαπάνες, αν είναι αμφίβολη η απόκτηση αυτών των συσκευών σ' ένα λογικό μελλοντικό χρονικό διάστημα. Στις σχετικές αποφάσεις, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη πόσο εύκολη ή δύσκολη θα είναι η μελλοντική προσθήκη.
- Πού είναι επιθυμητό να τοποθετηθούν ρευματοδότες, σε ποιες θέσεις είναι επιθυμητό να είγαι οι διακόπτες για τα διάφορα φώτα και αν τα τελευταία θα είναι απλά, κομιτατέρη αλέ-ρετούρ, από ποια θέση είναι επιθυμητό να γίνεται ο χειρισμός αφισμένων συσκευών (π.χ. πού θα είναι ο διακόπτης χειρισμού του θερμοσίφωνα) κλπ.
- Ποιες, θα είναι οι συνθήκες λειτουργίας των συσκευών (θα λειτουργούν όλες ταυτόχρονα καθ μετρητή πλήρη ισχύ τους ή όχι;) Συνήθως αυτήν την πληροφορία δεν είναι σε θέση να τη δώσει ούτε ο μελετητής ή ο κατασκευαστής του κτηρίου ούτε ο ιδιοκτήτης, όσα όμως στοιχεία διοθούν θα βοηθήσουν το μελετητή της ΕΗΕ να κάνει τις σχετικές εκτιμήσεις του. Ακριβέστερες πληροφο-

ρίες είναι πιθανό να μπορούν να δοθούν στην περίπτωση των βιομηχανικών εγκαταστάσεων, επειδή μερικές φορές υπάρχει γι' αυτές μια μελέτη της προβλεπόμενης λειτουργίας.

- Αν υπάρχουν ορισμένες συγκεκριμένες απαιτήσεις που προκύπτουν από το δομικό μέρος, π.χ. αν, για κάποιο λόγο που αφορά το κτήριο, δεν πρέπει να περάσουν γραμμές της ΕΗΕ από ορισμένα σημεία.
- Αν μπορούν να γίνουν ορισμένες προβλέψεις στο στάδιο της κατασκευής του κτηρίου, που θα διευκολύνουν και την κατασκευή της ΕΗΕ.

Η θέση του μετρητή καθορίζεται συνήθως από τη ΔΕΗ, ή, στην περίπτωση των πολυκατοικιών, από το μελετητή του κτηρίου, σύμφωνα με τις οδηγίες της ΔΕΗ. Στις πολυκατοικίες, όπου τροφοδοτούνται μόνο οικιακοί καταναλωτές, οι μετρητές τοποθετούνται όλοι σ' ένα χώρο στο ισόγειο ή στο πρώτο υπόγειο. Σε κτήρια γραφείων είναι δυνατόν να τοποθετηθούν σε κάθε όροφο οι μετρητές των γραφείων αυτού του ορόφου.

9.6 Εκπόνηση της μελέτης μιας ΕΗΕ.

Δεν υπάρχει κάποιος καθιερωμένος τρόπος αναφορικά με τη σειρά, με την οποία θα καθορισθούν τα διάφορα στοιχεία μιας ΕΗΕ. Λογικό δύμας είναι η μελέτη να ακολουθήσει, με τη σειρά που αναφέρονται, τα ακόλουθα στάδια. Πάντως, ανάλογα με το είδος ή τις ιδιαιτερότητες κάθε εγκαταστάσεως, μπορεί να είναι σκόπιμη μια διαφορετική σειρά.

(1) Καταγραφή και εντοπισμός, επάνω σ' ένα σχέδιο, των συσκευών καταναλώσεως σημαντικής ισχύος. (Πρέπει να περιληφθούν και όσες προβλέψεις μελλοντικών συσκευών κρίνονται σκόπιμες.) Επίσης σημειώνονται στο σχέδιο οι θέσεις των φωτιστικών σημείων και των διακοπών τους, οι θέσεις των ρευματοδοτών και τυχόν σταθερές συσκευές μικρής ισχύος.

(Φωτιστικά σημεία ονομάζομε τα σημεία, όπου καταλήγουν οι σταθερές γραμμές για τη μόνιμη σύνδεση των φωτιστικών σωμάτων).

(2) Καθορισμός των γραμμών που χρειάζονται για την τροφοδότηση των συσκευών καταναλώσεως. Πρόκειται τόσο για τις γραμμές που καθεμιά τους τροφοδοτεί μια μόνο συσκευή, όσο και για εκείνες που τροφοδοτούν, μέσω διακλαδώσεών τους, περισσότερες συσκευές, δημοσίες συμβαίνει με τις γραμμές φωτισμού χώρων.

(3) Καθορισμός των οργάνων προστασίας και της διατομής των αγωγών καθεμιάς από τις προηγούμενες γραμμές.

(4) Καθορισμός του είδους της παροχής που θα ζητηθεί (μονοφασική ή τριφασική) και του μεγέθους της. Καθορισμός των γενικών ασφαλειών του πίνακα διανομής και της διατομής των αγωγών της κύριας γραμμής (γραμμής μετρητή - πίνακα).

(5) Καθορισμός της θέσεως του πίνακα διανομής. Επιλογή αν όλες οι γραμμές θα αναχωρούν από αυτόν ή αν θα προβλεφθεί η τοποθέτηση ενός ή περισσοτέρων υποπινάκων. Σ' αυτήν την περίπτωση καθορισμός των γραμμών που θα αναχωρούν από το γενικό πίνακα και εκείνων που θα αναχωρούν από τον υποπίνακα ή από καθέναν από τους υποπίνακες.

(6) Αν πρόκειται να χρησιμοποιηθούν υποπίνακες: καθορισμός για καθέναν από αυτούς αν θα είναι τριφασικός ή μονοφασικός (η επιλογή αυτή έχει, βέβαια, νόημα μόνο αν η παροχή είναι τριφασική) και καθορισμός των οργάνων προστασίας και της διατομής των αγωγών της καθεμιάς γραμμής γενικού πίνακα - υποπίνακα.

(7) Καθορισμός της συνθέσεως του πίνακα διανομής και καθενός από τους υποπίνακες, αν υπάρχουν. Δηλαδή τι όργανα ελέγχου και προστασίας θα περιλαμβάνει, ποια θα είναι τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους, τι υλικό θα χρησιμοποιηθεί. (Σχεδίαση ή περιγραφή.) Για τους τριφασικούς πίνακες: καθορισμός των μονοφασικών γραμμών που θα τροφοδοτηθούν από καθεμιά φάση.

(8) Σχεδίαση της όδευσης όλων των γραμμών μέσα στο κτήριο.

(9) Καθορισμός του είδους των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν, ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν στους διάφορους χώρους (π.χ. υλικό που εξασφαλίζει τη στεγανότητα σε χώρους όπου υπάρχει υγρασία).

(10) Καθορισμός του τρόπου κατασκευής και της συνδέσεως της γειώσεως και των αγωγών προστασίας.

Η μελέτη μιας ΕΗΕ, είτε πρόκειται για μια απλή εγκατάσταση φωτισμού, είτε για μια βιομηχανική εγκατάσταση, είτε, τέλος, για την εγκατάσταση ενός μεγάλου κτηρίου, περιλαμβάνει τα στάδια που αναφέραμε, με την ίδια ή με τροποιημένη σειρά. Τα στάδια (1) ως (8) θα τα εξετάσουμε χωριστά, πρώτα για τις εγκαταστάσεις φωτισμού (παράγρ. 9.7) και ύστερα για τις εγκαταστάσεις κινήσεως (παράγρ. 9.8), επειδή τόσο οι συσκευές καταναλώσεως όσο και οι συνθήκες λειτουργίας τους είναι διαφορετικές. Στη συνέχεια (παράγρ. 9.9 και 9.10) θα εξετάσουμε τα στάδια (9) και (10). Για τη μελέτη των εγκαταστάσεων μεγάλων κτηρίων (όπως νοσοκομεία, ξενοδοχεία, μεγάλα γραφεία κλπ.) μπορούμε να πούμε ότι αυτή αποτελεί ένα συνδυασμό όσων ισχύουν για τις δύο παραπάνω κατηγορίες εγκαταστάσεων.

9.7 Μελέτη εγκαταστάσεων φωτισμού.

Για τη μελέτη των εγκαταστάσεων αυτής της κατηγορίας θα πρέπει να έχουμε υπόψη όσα αναφέρονται στη συνέχεια, ακολουθώντας τα στάδια που περιγράψαμε στην προηγούμενη παράγραφο 9.6.

(1) Καταγράφομε και σημειώνομε επάνω σ' ένα σχέδιο τις συσκευές που έχουν κάποια σημαντική ισχύ (π.χ. από από 1,5 kW περίπου και πάνω). Οι πιο συνηθισμένες οικιακές συσκευές που έχουν σημαντική ισχύ είναι, ενδεικτικά, αυτές που αναγράφονται στον πίνακα 9.7.1. Για κάθε συσκευή πρέπει να μας έχει δοθεί η ισχύς της. Αν, πάντως, αυτή δεν είναι γνωστή, μπορούμε να λάβθομε υπόψη τις ισχύες που σημειώνονται σ' αυτό τον πίνακα. Για τις συσκευές που πρόκειται να τροφοδοτηθούν από ένα ρευματοδότη (όπως π.χ. τα πλυντήρια) σημειώνομε τη θέση του ρευματοδότη. Για την τροφοδότηση αυτών των συσκευών θα προβλέψουμε, όπως θα αναφέρομε και παρακάτω, ιδιαίτερη γραμμή από τον πίνακα διανομής.

Επίσης σημειώνομε στο σχέδιο τις ισχύες και τις θέσεις των συσκευών μικρότερης ισχύος που για λειτουργικούς λόγους (όπως θα εξηγήσουμε και στη συνέχεια) θα τροφοδοτηθούν με ιδιαίτερη γραμμή.

Οι μικρές συσκευές και τα φωτιστικά σώματα θα τροφοδοτηθούν ομαδικά από γραμμές που θα είναι κοινές γι' αυτές. Πρέπει να σημειώνομε στο σχέδιο τις θέσεις των φωτιστικών σημείων και των ρευματοδότων. Για κάθε φωτιστικό σημείο θα σημειώνομε τη θέση του διακόπτη του (ή τις θέσεις των διακοπών, αν είναι αλέ-ρετούρ). Επίσης θα σημειώσουμε αν τυχόν πρέπει να παρεμβληθούν διακόπτες και στην τροφοδότηση ορισμένων ρευματοδοτών. Τέλος θα σημειώσουμε, αν υπάρχουν, και τις σταθερές συσκευές μικρής ισχύος (π.χ. εξαεριστήρες, απορροφητήρες επάνω από μαγειρεία κλπ.).

Για τους διακόπτες και τους ρευματοδότες πρέπει να έχουμε υπόψη ότι καλό είναι να αποφεύγονται μέσα στα λουτρά. Αν όμως τοποθετηθούν, πρέπει να είναι σε θέση που δεν είναι προσιτή από το λουτήρα (μπανιέρα). Θερμαντικά σώματα σταθερά επιτρέπονται μέσα στα λουτρά, αλλά και πάλι σε θέση μη προσιτή από το λουτήρα.

(2) Ιδιαίτερη γραμμή πρέπει να διαθέσουμε, όπως ήδη αναφέραμε, για την τροφοδότηση καθεμιάς από τις συσκευές που έχουν μεγάλη ισχύ, συνήθως πάνω από 1,5 kW περίπου. Στην ίδια κατηγορία μπορούμε να υπαγάγομε και τις γραμμές που τροφοδοτούν δύο ομοειδείς συσκευές μικρότερης ισχύος, όπως π.χ. μια γραμμή που τροφοδοτεί τα κλιματιστικά δύο δωματίων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 9.7.1

Συνήθεις οικιακές συσκευές καταναλώσεως

Συσκευή	Ισχύς (kW)	Παρατηρήσεις
Ηλεκτρικό μαγειρείο 4 εστιών με φούρνο	8 ÷ 10	Η ονομαστική ισχύς αντιστοιχεί σε σύγχρονη λειτουργία όλων των εστιών στην πλήρη ισχύ τους και του φούρνου. Στην πράξη ποτέ δεν λειτουργεί το μαγειρείο με αυτές τις συνθήκες.
Ηλεκτρικό μαγειρείο χωρίς φούρνο	1,5 ÷ 2 ανά εστία	
Ηλεκτρικός φούρνος χωριστός	4	
Θερμοσίφωνας 60, 80 ή 120 lt	3 ÷ 5	Θερμοσίφωνες άμεσης θερμάνσεως μπορεί να έχουν πολύ μεγαλύτερη ισχύ.
Πλυντήριο ρούχων	2 ÷ 3	
Πλυντήριο πιάτων	2 ÷ 2,5	
Στεγνωτήριο ρούχων	2 ÷ 3	
Κλιματιστικό μηχάνημα (air conditioning) κεντρικό	—	Η ισχύς ορίζεται από τη μελέτη κλιματισμού. Συνήθως χρειάζεται τριφασική τροφοδότηση.
Κλιματιστής δωματίου (air conditioning)	1 ÷ 1,5	Στις διαιρούμενες μονάδες (split type units) η ισχύς αυτή χρειάζεται στην εξωτερική μονάδα που περιλαμβάνει και το συμπιεστή. Η εσωτερική μονάδα χρειάζεται μικρή ισχύ. Τα φορητά μηχανήματα που δροσίζουν τον αέρα με εξάτμιση νερού είναι μικρότερης ισχύος.
Θερμοσυσσωρευτής	—	Η ισχύς ορίζεται από τη μελέτη θερμάνσεως του χώρου. Απορροφά ισχύ μόνο στις χρονικές περιόδους μειωμένου τιμολογίου ηλεκτρικής ενέργειας.
Φορητό θερμαντικό σώμα (αερόθερμο ή ηλεκτρικό καλοριφέρ)	2 ÷ 3	Πρέπει να προβλέπεται τροφοδότηση από ενισχυμένο ρευματοδότη, δηλαδή με ιδιαίτερη γραμμή.

Ιδιαίτερη γραμμή μπορεί να χρειάζεται για λειτουργικούς λόγους. Τέτοιοι λόγοι υπάρχουν, αν θέλομε να έχομε την ευχέρεια χωριστού χειρισμού ή χωριστή προστασία. Στην τελευταία περίπτωση αυτό μπορεί να είναι χρήσιμο, είτε για να εξασφαλίζεται συγχρόνως και η προστασία κάποιου εξαρτήματος, είτε για να ανεξαρτητοποιηθεί η λειτουργία μιας συσκευής από ανωμαλίες που μπορούν να προκληθούν σε άλλες συσκευές. Παραδείγματα:

Σε μια μονοκατοικία ή στην εγκατάσταση κοινοχρήστων μιας πολυκατοικίας, προβλέπομε ιδιαίτερη γραμμή για την τροφοδότηση των μηχανημάτων του λεβητοστασίου κεντρικής θερμάνσεως, παρ' όλο που οι ισχύες του καυστήρα και του κυκλοφορητή είναι μικρές. Αυτό επιβάλλεται, για να μπορούμε να διακόπτουμε την τροφοδότηση αυτών των μηχανημάτων χωριστά από τα άλλα τμήματα της εγκαταστάσεως.

Για την τροφοδότηση του φωτισμού ενός κήπου μέσω ενός μετασχηματιστή υποβιβασμού της τάσεως διαθέτομε ιδιαίτερη γραμμή. Αυτό εξυπηρετεί, επειδή με το όργανο προστασίας της γραμμής μπορούμε συγχρόνως να εξασφαλίσουμε και την προστασία του μετασχηματιστή.

Σ' ένα παντοπωλείο η τροφοδότηση ενάς επαγγελματικού ψυγείου γίνεται με ιδιαίτερη γραμμή, επειδή θέλομε να αποφύγομε τη διακοπή της λειτουργίας του ψυγείου εξαιτίας ανωμαλίας που θα εκδηλωνόταν σε κάποια άλλη συσκευή (όπως π.χ. το βραχυκύλωμα που προκαλείται μερικές φορές όταν "καίγεται" μια λάμπα).

Για τις "κοινές" γραμμές τα φορτία που υπολογίζομε είναι αυτά που αναγράφονται στον πίνακα 9.7.2. (Τα φορτία αυτά λέγονται και "συμβα-

ΠΙΝΑΚΑΣ 9.7.2

Φορτία φωτιστικών σημείων και ρευματοδοτών

Περιγραφή	Ισχύς (W)
Φωτιστικό σημείο απλό	100
Φωτιστικό σημείο πολλαπλό (ελεγχόμενο από διακόπτη κομιτατέρ)	200
Προβολέας ή φωτιστικό με λάμπα μεγαλύτερη από 500 W	Ισχύς λάμπας
Ρευματοδότης (για τους επόμενους πέρα των τριών κάθε κυκλώματος 10 A)	200
Μόνιμες συσκευές (όπως εξαεριστήρες, απορροφητήρες κλπ.)	100
	Ισχύς συσκευής

τικά φορτία" επειδή λαμβάνονται υπόψη μαζί με τις ισχύες των συσκευών που αναφέραμε προγουμένως στον υπολογισμό της εγκατεστημένης ισχύος της ΕΗΕ, από την οποία εξαρτάται, όπως είχαμε αναφέρει και στην παράγραφο 1.7, η κατηγορία της επαγγελματικής άδειας του εγκαταστάτη που έχει το δικαίωμα να αναλαμβάνει υπεύθυνα τη μελέτη και την κατασκευή της ΕΗΕ). Πρέπει να προβλεφθεί μια γραμμή ανά ομάδα φωτιστικών σημείων, ρευματοδοτών ή και μικρών σταθερών συσκευών, που απορροφούν συνολικά ρεύμα το πολύ 10 Α (ή ισχύ 2,2 kW). Συνήθως τα φωτιστικά σώματα και οι "κοινοί" ρευματοδότες (δηλ. όχι οι "ενισχυμένοι") ενός δωματίου τροφοδοτούνται από την ίδια γραμμή. Καλό είναι μια γραμμή να τροφοδοτεί δύο ή τρία δωμάτια ή το πολύ τέσσερα. Υπάρχει και μια άλλη δυνατότητα που εφαρμόζεται σπανιότερα: τα φωτιστικά σημεία να τροφοδοτούνται από μια γραμμή και οι ρευματοδότες από μια άλλη. Αυτό έχει το πλεονέκτημα ότι, όταν διακοπεί η τροφοδότηση της μιας γραμμής εξαιτίας της λειτουργίας του οργάνου προστασίας της, εξακολουθεί να υπάρχει σε κάθε δωμάτιο η τροφοδότηση από την άλλη γραμμή.

(3) Με βάση τα φορτία των συσκευών, που πρόκειται να τροφοδοτήσει κάθε γραμμή, καθορίζεται η διατομή των αγωγών καθώς και το ονομαστικό ρεύμα του οργάνου προστασίας της, κατά τον τρόπο που αναφέραμε στην παράγραφο 9.2.

Συνήθως σε μια εγκατάσταση κατοικίας προβλέπονται οι ακόλουθες γραμμές, για καθεμιά από τις οποίες αναφέρομε τη διατομή και το ονομαστικό ρεύμα της ασφαλείας ή του μικροαυτομάτου:

– Γραμμή μαγειρείου	6 mm ²	25 A
– Γραμμή θερμοσίφωνα	2,5 - 4 mm ²	16 - 20 A
– Γραμμές πλυντηρίων ρούχων και πιάτων, στεγνωτηρίων ρούχων και "ενισχυμένων" ρευματοδοτών για θερμαντικά σώματα	1,5 - 2,5 mm ²	10 - 16 A
– Γραμμές φωτισμού - "κοινών" ρευματοδοτών	1,5 mm ²	10 A

Οι μεγαλύτερες διατομές σε σύγκριση με εκείνες που αντιστοιχούν στο ονομαστικό ρεύμα του οργάνου προστασίας, που αναγράφονται σε ορισμένες από τις παραπάνω γραμμές, έχουν και τη σκοπιμότητα να προβλεφθεί μια μελλοντική χρησιμοποίηση συσκευής μεγαλύτερης ισχύος, αφού η αλλαγή των αγωγών θα ήταν δύσκολη, ενώ η αντικατά-

σταση του οργάνου προστασίας γίνεται πολύ εύκολα. Παράλληλα επιτυχάνεται και χαμηλότερη πτώση τάσεως.

Οι "ενισχυμένοι" ρευματοδότες καλό είναι να μπορούν εύκολα να διακρίνονται από εκείνους που τροφοδοτούνται από τα "κοινά" κυκλώματα. Ένας τρόπος είναι να έχομε τους "ενισχυμένους" ρευματοδότες τύπου σούκο, ενώ για τους "κοινούς" να χρησιμοί οιούνται απλοί τριπολικοί ρευματοδότες. Ρευματοδότες σούκο απαραίτητως θα χρησιμοποιηθούν, αν ο μικροαυτόματος είναι 16 A. Επίοχης ρευματοδότες σούκο συνηθίζεται να χρησιμοποιούνται για την τροφοδότηση των οικιακών ψυγείων, παρ' όλο που αυτά τροφοδοτούνται από τις "κοινές" γραμμές.

(4) Το είδος και το μέγεθος της παροχής που θα ζητήσομε από τη ΔΕΗ να κατασκευάσει, πρέπει να προσδιορισθεί με βάση τις συσκευές που πρόκειται να τροφοδοτηθούν. Εκτός από την περίπτωση που υπάρχουν τριφασικές συσκευές (όπως π.χ. ένα επαγγελματικό ψυγείο με τριφασικό κινητήρα ή ένα ηλεκτρικό μαγειρείο μεγάλης ισχύος), τριφασική παροχή μπορεί να χρειασθεί και για λόγους της συνολικής ισχύος που προβλέπεται ότι θα απορροφούν οι μονοφασικές συσκευές. Τα μεγέθη των παροχών που παρέχει η ΔΕΗ πρέπει να τα πληροφορούμαστε από τις υπηρεσίες της. Πάντως η συνηθέστερη παροχή είναι η μονοφασική με μικροαυτόματο προστασίας του μετρητή 40 A.

Για το θέμα της εκτιμήσεως του μέγιστου φορτίου που προβλέπεται ότι θα απορροφά η ΕΗΕ ισχύουν όσα αναφέραμε στην παράγραφο 9.4. Για την περίπτωση των κατοικιών αναφέρομε ενδεικτικά ότι συνήθως για μια κατοικία σε αστική περιοχή, 4 έως 5 ατόμων, η οποία διαθέτει ηλεκτρικό μαγειρείο, ένα θερμοσίφωνα, ένα πλυντήριο ρούχων και τις συνηθισμένες μικροσυσκευές καθώς και φωτισμό, μπορεί να επαρκέσει μια μονοφασική παροχή 40 A. Αν υπάρχουν περισσότερες συσκευές ή αν προστεθούν εκ των υστέρων (οπότε δεν είναι εύκολο να αλλάξουμε την παροχή) είναι και πάλι δυνατόν να επαρκεί η παροχή που αναφέραμε, αλλά θα χρειασθεί να προσέχει ο καταναλωτής να μη θέτει σε λειτουργία όλες τις συσκευές συγχρόνως. Κατοικίες που έχουν εξαρχής περισσότερες συσκευές, ή στις οποίες δεν είναι επιθυμητό να υπάρχουν περιορισμοί, όπως αυτοί που αναφέρθηκαν, θα χρειασθούν μεγαλύτερη παροχή.

Γενικά, για τον καθορισμό του μεγέθους της παροχής πρέπει να ληφθεί υπόψη ο προβλεπόμενος τρόπος λειτουργίας των συσκευών. Είναι φανερό ότι δεν θα αθροίσομε την ισχύ των μηχανημάτων ψύξεως των χώρων με την ισχύ των θερμαντικών σωμάτων. Αν υπάρχουν θερ-

μοσυσσωρευτές, αυτοί θα απορροφούν ισχύ μόνο κατά τις ώρες που παρέχεται μειωμένο τιμολόγιο από τη ΔΕΗ. Η ισχύς τους πρέπει να αθροίζεται μόνο με την ισχύ άλλων συσκευών που προβλέπεται ότι θα λειτουργούν στην ίδια χρονική περίοδο.

Στον πίνακα διανομής των μονοφασικών εγκαταστάσεων υπάρχει μια γενική ασφάλεια και στις τριφασικές εγκαταστάσεις υπάρχουν τρεις γενικές ασφάλειες, έστω και αν για τις γραμμές που αναχωρούν από τον πίνακα χρησιμοποιούμε μικροαυτόματους. Ο λόγος είναι ότι η γενική ασφάλεια, είναι η "προτασσόμενη ασφάλεια" που προστατεύει τους μικροαυτόματους από μεγάλα ρεύματα βραχυκυλώματος που θα υπερέβαιναν την ικανότητα διακοπής τους, όπως έχουμε εξηγήσει στην παράγραφο 6.4.

Στις εγκαταστάσεις που τροφοδοτούνται από μονοφασική παροχή 40 Α ή από τριφασική παροχή 40 Α, αν τα φορτία τους είναι σχετικά μικρά, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε γενικές ασφάλειες 25 Α. Διαφορετικά, τοποθετούμε ασφάλειες 35 Α. Αντίστοιχα, η διατομή των αγωγών της γραμμής μετρητή - πίνακα είναι 6 mm^2 ή 10 mm^2 . Στις εγκαταστάσεις που τροφοδοτούνται από μεγαλύτερες παροχές, η γενική ασφάλεια του πίνακα είναι πάντα κατά ένα μέγεθος μικρότερη από το όργανο προστασίας του μετρητή και η διατομή των αγωγών της γραμμής μετρητή - πίνακα ορίζεται με βάση το μέγεθος της γενικής ασφάλειας.

Στη γραμμή μετρητή - πίνακα, εκτός από τους ενεργούς αγωγούς και των αγωγό προστασίας, τοποθετούμε και ένα πρόσθετο αγωγό, διατομής $1,5 \text{ mm}^2$. Αυτός έχει ως προορισμό να μεταφέρει στον πίνακα ένα "σήμα" που επιτρέπει την αυτόματη θέση σε λειτουργία ορισμένων συσκευών κατά τις ώρες που παρέχεται από τη ΔΕΗ μειωμένο τιμολόγιο ενέργειας. Λεπτομέρειες σχετικά με το θέμα θα δώσουμε στο Κεφάλαιο 11.

(5) Ο πίνακας διανομής πρέπει να τοποθετείται σε τέτοια θέση, ώστε να είναι εύκολα προσιτός. Δεν πρέπει δηλαδή, να τοποθετείται σε χώρους που μπορεί να είναι κλειδωμένοι ή, γενικά, να είναι δύσκολη η προσπέλασή τους. Ο πίνακας πρέπει να βρίσκεται κατά το δυνατό σε θέση όχι μακριά από την είσοδο, ώστε να διευκολύνεται η διακοπή της τροφοδοτήσεως ολόκληρης της εγκαταστάσεως, π.χ. σε περίπτωση πυρκαϊάς. Πρέπει να αποφεύγονται χώροι, όπου υπάρχει υγρασία ή πολλή σκόνη, καθώς και χώροι, όπου υπάρχουν κίνδυνοι αναφλέξεων ή εκρήξεων. Μεταξύ των χώρων που ικανοποιούν αυτές τις απαιτήσεις, θα εκλέξουμε εκείνη τη θέση που θα διευκολύνει να περάσουν οι γραμμές και να είναι όσο το δυνατόν μικρότερο το συνολικό μήκος τους.

Αν υπάρχει ένα τμήμα του κτηρίου που είναι, κατά κάποιο τρόπο, χωριστό από το υπόλοιπο κτήριο, όπως π.χ. άλλος όροφος, και εφόσον

σ' αυτό το τμήμα υπάρχουν αρκετές συσκευές, τοποθετούμε σ' αυτό έναν υποπίνακα, πράγμα που διευκολύνει τη γρήγορη διακοπή της τροφοδοτήσεως, σε περίπτωση ανάγκης.

Επίσης υποπίνακας είναι συμφέρον να τοποθετείται, είτε πρόκειται για χωριστό τμήμα του κτηρίου είτε όχι. Έτσι αποφεύγομε την παράλληλη όδευση πολλών γραμμών σε μεγάλο μήκος (είναι οικονομικότερη μια γραμμή μεγαλύτερης διατομής).

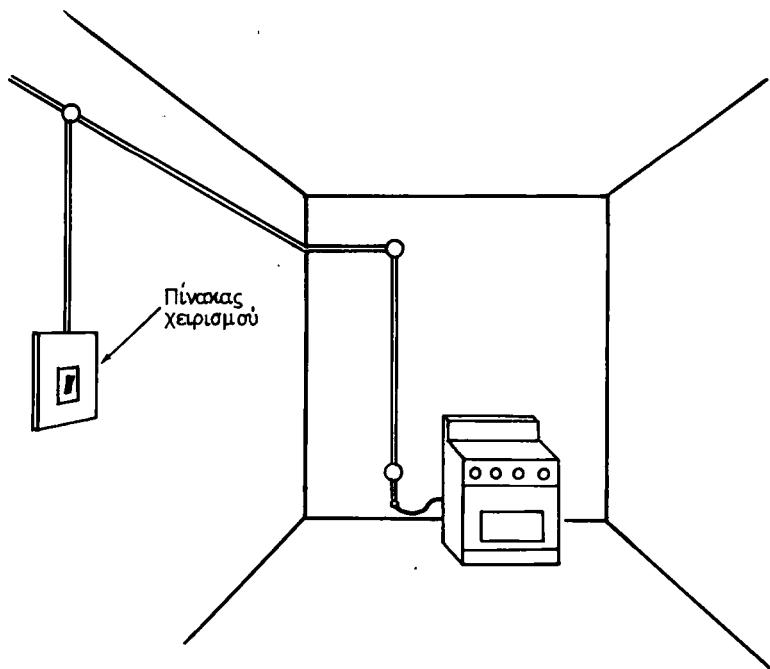
Αν τοποθετηθούν ένας ή περισσότεροι υποπίνακες, πρέπει να ορίσομε ποιες γραμμές θα τροφοδοτηθούν από το γενικό πίνακα απευθείας και ποιες από τον υποπίνακα ή από τους υποπίνακες.

Σε περίπτωση που η απόσταση μεταξύ του μετρητή και του πίνακα διανομής είναι πολύ μεγάλη (πράγμα που συμβαίνει, αν π.χ. το κτήριο περιβάλλεται από κήπο και ο μετρητής τοποθετείται σε ένα μανδρότοιχο ή σε ένα στήριγμα που κατασκευάζεται ειδικά γι' αυτό το σκοπό), προτιμούμε να τοποθετήσουμε κοντά στο μετρητή έναν πίνακα που περιλαμβάνει το γενικό διακόπτη και τη γενική ασφάλεια (ή τις γενικές ασφάλειες). Σ' αυτήν την περίπτωση στο κτήριο τοποθετείται ένας υποπίνακας, από τον οποίο τροφοδοτούνται όλες οι γραμμές του κτηρίου. Έτσι οι αρκετά μεγάλου μήκους γραμμή τροφοδοτήσεως του κτηρίου, η οποία μάλιστα είναι εναέρια ή υπόγεια, δεν είναι γραμμή μετρητή - πίνακα, αλλά γραμμή πίνακα - υποπίνακα. Αυτό είναι καλύτερο, επειδή, όπως γνωρίζουμε, η γραμμή μετρητή - πίνακα α) Προστατεύεται από βραχυκυκλώματα από το όργανο προστασίας του μετρητή και β) δεν έχει τη δυνατότητα διακοπής της τροφοδοτήσεώς της από κάποιο όργανο ελέγχου της εγκαταστάσεως.

(6) Για κάθε υποπίνακα, από τον οποίο αναχωρούν περισσότερες από μια γραμμές, πρέπει να εκτιμήσουμε το μέγιστο φορτίο του. Αυτό θα γίνει ακριβώς κατά τον ίδιο τρόπο όπως και για το γενικό πίνακα, όπως περιγράψαμε στο στάδιο (4).

Στους υποπίνακες δεν χρειάζεται να βάλομε γενικές ασφάλειες. Η προστασία της γραμμής γενικού πίνακα - υποπίνακα εξασφαλίζεται από το όργανο προστασίας που βρίσκεται στην αρχή αυτής της γραμμής, δηλαδή στο γενικό πίνακα, και η διατομή των αγωγών της πρέπει να αντιστοιχεί σ' αυτό το όργανο προστασίας.

Αν η τοποθέτηση του υποπίνακα έχει γίνει αναγκαία μόνο για το σκοπό να είναι δυνατή η διακοπή της τροφοδοτήσεως σ' ένα τμήμα του κτηρίου που είναι κατά κάποιο τρόπο χωριστό από το υπόλοιπο και ο υποπίνακας τροφοδοτεί μόνο μια γραμμή, δεν χρειάζεται να περιλαμβάνει παρά μόνο ένα διακόπτη. Ένας τέτοιος υποπίνακας λέγεται "υποπί-



Σχ. 9.7α.

Παρεμβολή διακόπτη χειρισμού στη γραμμή μαγειρεύου (χρειάζεται μόνο αν το μαγειρείο βρίσκεται σε σημαντική απόσταση από τον πίνακα διανομής και παρεμβάλλονται περισσότερες από τρεις πόρτες).

νακας χειρισμού". Τη μοναδική αυτή γραμμή προστατεύει το όργανο προστασίας που βρίσκεται στην αναχώρηση της γραμμής γενικού πίνακα - υποπίνακα. Παρόμοιους πίνακες χειρισμού παρεμβάλλομε στη γραμμή ηλεκτρικού μαγειρεύου (σχ. 9.7α) και στη γραμμή θερμοσίφωνα. Αυτό το κάνομε, όταν η απόσταση από τον πίνακα είναι μεγάλη και θέλομε η διακοπή τροφοδοτήσεως ή γενικά ο χειρισμός να μπορεί να γίνεται από ένα σημείο πιο κοντά στη συσκευή.

Δεν μπορεί να αποκλεισθεί η περίπτωση να υπάρχει και δεύτερος υποπίνακας τροφοδοτούμενος από έναν πρώτο υποπίνακα. Αν αποφασισθεί μια τέτοια διαμόρφωση, θα πρέπει να προσεχθεί ιδιαίτερα η συνεργασία μεταξύ των οργάνων προστασίας.

(7) Ο γενικός πίνακας περιλαμβάνει το γενικό διακόπτη, τη γενική ασφάλεια (ή τις γενικές ασφάλειες, αν είναι τριφασικός) καθώς και τα όργανα προστασίας (ασφάλειες ή μικροαυτόματους) των αναχωρήσεων. Μπορεί επίσης να περιλαμβάνει και ένα διακόπτη διαφυγής και επίσης όργανα ενδείξεως (ενδεικτικές λυχνίες). Αν χρησιμοποιηθούν

μικροαυτόματοι για τις αναχωρήσεις, πράγμα που έχει μάλλον γενικευθεί τα τελευταία χρόνια, αυτοί αποτελούν συγχρόνως και όργανα ελέγχου των αναχωρήσεων, δηλαδή μπορούμε, με χειρισμό, να διακόπτομε την τροφοδότησή τους. Εν τούτοις, για τις γραμμές που προβλέπεται ότι θα χρειάζονται συχνούς χειρισμούς (και τέτοιες είναι οι γραμμές θερμοσιφώνων), πρέπει να προβλέπεται και πρόσθετος διακόπτης χειρισμού. Η αναγκαιότητά του προκύπτει, όπως είχαμε αναφέρει και στην παράγραφο 5.3, από το γεγονός ότι ο διακόπτης χειρισμού έχει μεγαλύτερη αντοχή σε μεγάλο αριθμό χειρισμών απ' ό,τι έχει ένας μικροαυτόματος. Αν βέβαια προβλεφθεί ιδιαίτερος πίνακας χειρισμού σ' ένα ενδιάμεσο σημείο της γραμμής θερμοσίφωνα, μπορούμε να παραλείψουμε την τοποθέτηση διακόπτη χειρισμού στην αρχή της.

Αν χρησιμοποιούνται ασφάλειες για την προστασία των αναχωρήσεων, θα πρέπει να υπάρχουν διακόπτες χειρισμού σε κάθε γραμμή που τροφοδοτεί συσκευή καταναλώσεως που έχει ισχύ μεγαλύτερη από 1500 W.

Σήμερα υπάρχουν πίνακες προκατασκευασμένοι, δηλαδή που έχουν όλο τον εξοπλισμό τους, και δεν διαμορφώνονται ειδικά για μια συγκεκριμένη εγκατάσταση. Για την προστασία των αναχωρήσεων έχουν μικροαυτόματους.

Έχει επικρατήσει στους προκατασκευασμένους πίνακες να υπάρχουν διπολικοί διακόπτες χειρισμού για τη γραμμή μαγειρείου και για τη γραμμή θερμοσίφωνα. Σχετικά με τη δυνατότητα να διακόπτεται συγχρόνως και ο ουδέτερος και ο αγωγός φάσεως, οι κανονισμοί ορίζουν ότι αυτή επιβάλλεται, μόνο όταν εφαρμόζεται η άμεση γείωση. Όμως δεν θα έπρεπε να υπάρχει η δυνατότητα αυτή, όταν εφαρμόζεται η ουδετέρωση (εκτός αν πρόκειται για χώρους, όπου υπάρχουν κίνδυνοι εκρήξεων) και απαγορεύεται κατηγορηματικά στις εγκαταστάσεις με ουδετέρωση χωρίς ιδιαίτερο αγωγό προστασίας (η μέθοδος αυτή εφαρμοζόταν παλαιότερα στη χώρα μας, όπως αναφέραμε και στην παράγραφο 7.7, και επομένως υπάρχουν ακόμα τέτοιες εγκαταστάσεις). Στους συμβολισμούς της διεθνούς τυποποιήσεως για τα συστήματα γειώσεως, τα παραπάνω εκφράζονται ως εξής: Ο διπολικός διακόπτης για τις συσκευές μεγάλης ισχύος επιβάλλεται στο σύστημα TT, δεν απαιτείται στο σύστημα TN-S (εκτός αν πρόκειται για χώρους με κινδύνους εκρήξεων) και απαγορεύεται στο σύστημα TN-C.

Η συνδεσμολογία του πίνακα αρχίζει από το σημείο αφίξεως της κύριας γραμμής και ακολουθεί την εξής σειρά: γενικός διακόπτης - γενική ασφάλεια (ή γενικές ασφάλειες) - μικροαυτόματοι αναχωρήσεων - διακόπτες χειρισμού αναχωρήσεων.

Αν χρησιμοποιηθεί διακόπτης διαφυγής, αυτός πρέπει να συνδεθεί αμέσως μετά το γενικό διακόπτη, ώστε να καλύπτει, με την προστασία που προσφέρει, το μεγαλύτερο δυνατό τμήμα του πίνακα.

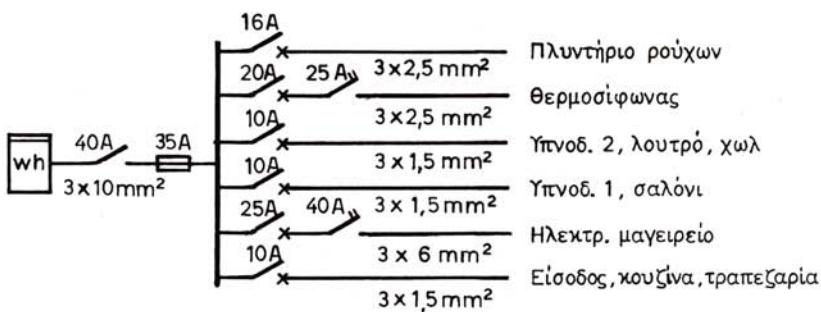
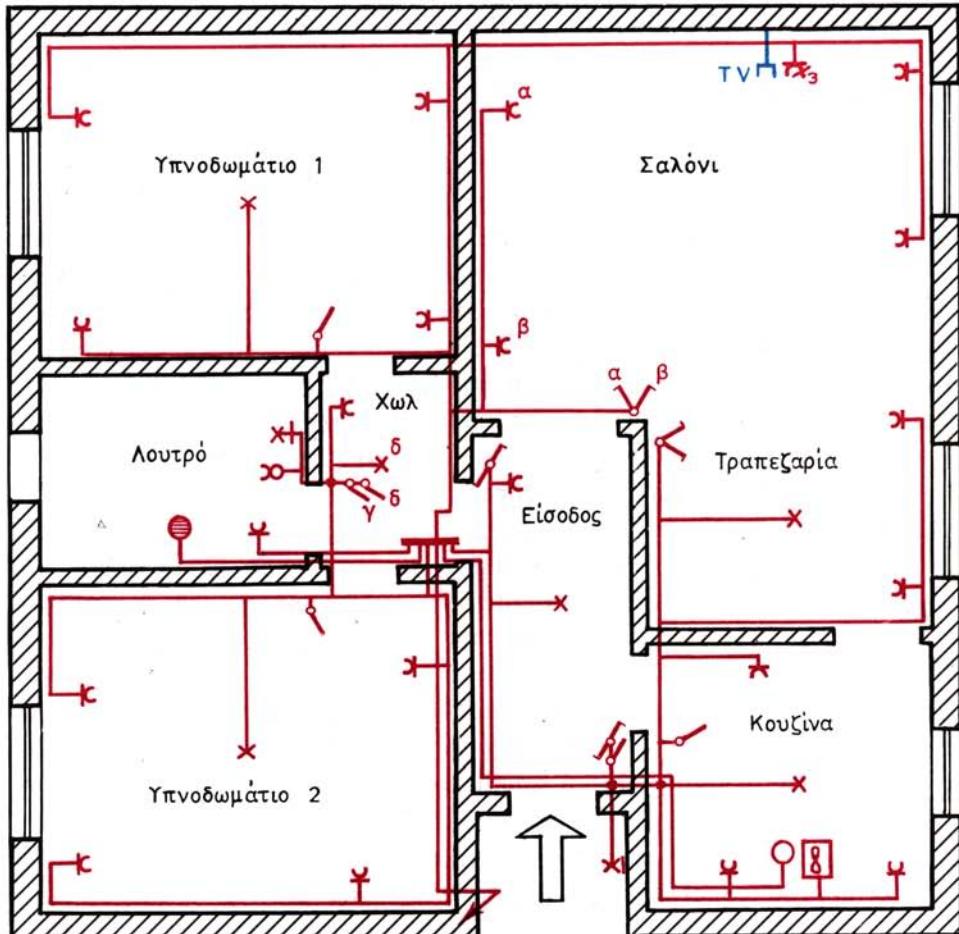
Ενδεικτικές λυχνίες χρησιμοποιούνται για να δείχνουν αν υπάρχει τάση σε διάφορα σημεία. Έτσι, μερικές φορές συνδέονται πριν ή μετά τις γενικές ασφάλειες, για να δείχνουν ότι υπάρχει τροφοδότηση από το δίκτυο και, στη δεύτερη περίπτωση, ότι οι ασφάλειες είναι εντάξει (δεν έχουν καεί). Μερικές φορές συνδέονται μετά το διακόπτη χειρισμού του μαγειρείου, για να δείχνουν αν αυτός είναι κλειστός (δεν έχει αξιόλογη χρησιμότητα) και μετά το διακόπτη χειρισμού του θερμοσίφωνα, για να δείχνουν, ευκρινέστερα απ' ό,τι το χειριστήριο του διακόπτη, ότι ο θερμοσίφωνας έχει τεθεί σε λειτουργία. Μια καλύτερη συνδεσμολογία, που όμως γίνεται μάλλον σπάνια επειδή χρειάζεται έναν πρόσθετο αγωγό στη γραμμή θερμοσίφωνα, είναι εκείνη που συνδέει την ενδεικτική λάμπα μετά το θερμοστάτη του θερμοσίφωνα και επομένως δείχνει πότε τροφοδοτείται το θερμαντικό στοιχείο (αντίσταση) του θερμοσίφωνα (στην περίπτωση αυτή, η ενδεικτική λυχνία του πίνακα είναι σε πάραλληλη σύνδεση με την ενδεικτική λυχνία που υπάρχει επάνω στο θερμοσίφωνα).

Τη σύνθεση ενός πίνακα μπορούμε να τη δείξουμε είτε με ένα σχέδιο είτε και με μια απλή περιγραφή: π.χ. πίνακας μονοφασικός, με διαφορικό διακόπτη διαφυγής, γενική ασφάλεια 35 Α και:

- 1 γραμμή μαγειρείου με μικροαυτόματο 25 Α.
- 1 γραμμή θερμοσίφωνα με μικροαυτόματο 16 Α.
- 3 γραμμές φωτισμού με μικροαυτόματους 10 Α.

Στους τριφασικούς πίνακες πρέπει να ορίζομε και ποιες μονοφασικές γραμμές θα τροφοδοτηθούν από κάθε φάση. Πρέπει να φροντίζομε να κατανέμομε τα φορτία όσο το δυνατόν ομοιόμορφα στις τρεις φάσεις, και αυτό να ισχύει, όσο μπορεί, σε όλες τις πιθανές καταστάσεις λειτουργίας. Αν, π.χ., έχουμε ζητήσει τριφασική παροχή, επειδή αυτό χρειάσθηκε εξαιτίας της μεγάλης ισχύος των θερμοσυσσωρευτών, δεν θα συνδέσομε τους θερμοσυσσωρευτές στις δύο φάσεις και όλα τα άλλα φορτία στην τρίτη. Θα προσπαθήσομε να κατανείμομε όλα τα φορτία και στις τρεις φάσεις.

Όσα αναφέραμε για τους γενικούς πίνακες ισχύουν φυσικά και για τους υποπίνακες, εκτός από το ότι αυτοί δεν χρειάζεται να έχουν γενικές ασφάλειες. Στη διαμόρφωση της εγκαταστάσεως και στον καθορισμό των ονομαστικών ρευμάτων των οργάνων προστασίας θα πρέπει να προσέξουμε, ώστε να υπάρχει η συνεργασία μεταξύ των τελευταίων.



Σχ. 9.7β.

Σχέδιο ΕΗΕ κατοικίας.

Πρέπει δηλαδή κάθε μέσο προστασίας να έχει ονομαστικό ρεύμα κατά μια τουλάχιστον βαθμίδα μικρότερο από το ονομαστικό ρεύμα του προηγουμένου του. Έτσι εξασφαλίζομε ότι, αν συμβεί ένα σφάλμα μετά το δεύτερο όργανο προστασίας, θα λειτουργήσει αυτό και δε θα λειτουργήσει το πρώτο.

(8) Κατά τη σχεδίαση της οδεύσεως των γραμμών μέσα στο κτήριο, πρέπει να έχομε υπόψη ότι κανονικά αυτές "τρέχουν" γενικά κατά μήκος των τοίχων. Στα ταβάνια περνούν μόνο οι γραμμές για την τροφοδότηση των φωτιστικών σωμάτων. Καλό είναι να εκλέγεται εκείνος ο δρόμος που έχει το μικρότερο μήκος στο ταβάνι. Επιτρέπεται να περνούν γραμμές και από τα ταβάνια και κάτω από τα πατώματα, αλλά αυτό μόνο αν δεν μπορεί να γίνει διαφορετικά, και στο μικρότερο δυνατό μήκος.

Κατά τον καθορισμό της οδεύσεως πρέπει να προσπαθήσουμε να αποφύγουμε τις διακλαδώσεις μέσα σε χώρους, όπου υπάρχει υγρασία ή κίνδυνος πυρκαϊάς ή, ακόμη περισσότερο, κίνδυνος εκρήξεως.

Κατά τη σχεδίαση της οδεύσεως των γραμμών είναι δυνατόν να γίνουν ορισμένες τροποποιήσεις της γενικής διατάξεως, όπως αυτή είχε καθορισθεί αρχικά. Ενώ δηλαδή στο στάδιο (2) έχει καθορισθεί από ποια γραμμή θα τροφοδοτηθούν τα φωτιστικά σημεία και οι ρευματοδότες κάθε χώρου, ίσως κατά τη σχεδίαση των γραμμών να φανεί χρήσιμο να γίνουν ορισμένες αναθεωρήσεις.

Στο σχήμα 9.7β βλέπομε το σχέδιο της ΕΗΕ μιας κατοικίας.

9.8 Μελέτη εγκαταστάσεων κινήσεως.

Όσα αναφέραμε προηγουμένως για τις εγκαταστάσεις φωτισμού ισχύουν κατ'αναλογία και για τις εγκαταστάσεις κινήσεως. Ειδικότερα σημειώνομε τα ακόλουθα, ακολουθώντας τα στάδια της μελέτης. Για το θέμα του αναμενόμενου μέγιστου φορτίου των γραμμών και του συνόλου της εγκαταστάσεως ισχύουν φυσικά όσα εκτέθηκαν στην παράγραφο 9.4.

(1) Για κάθε συσκευή καταναλώσεως θα καταγράφομε και εδώ το είδος της, τη θέση της καὶ την ισχύ της. Επίσης πρέπει να σημειώσουμε αν υπάρχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις, όπως π.χ. αν χρειάζεται να προβλεφθεί μια διάταξη για την εκκίνησή της.

(2) Η διαμόρφωση των γραμμών είναι εδώ πολύ πιο ελεύθερη, σε σύγκριση με τις εγκαταστάσεις φωτισμού. Αυτό οφείλεται κυρίως στο ότι, πολύ συχνά, ο χειρισμός και η προστασία κάθε μηχανήματος γίνεται

από θέση πολύ κοντά σ' αυτό. Αντί λοιπόν να τροφοδοτήσουμε κάθε αξιόλογο, από πλευράς ισχύος ή από πλευράς λειτουργικής σημασίας μηχάνημα με ιδιαίτερη γραμμή, μπορούμε να έχουμε μια κεντρική γραμμή, μεγάλης διατομής αν χρειάζεται, από την οποία θα ξεκινούν διακλαδώσεις. Καθεμία από τις διακλαδώσεις θα καταλήγει στο όργανο ελέγχου και προστασίας (συνήθως αυτόματο διακόπτη) του αντίστοιχου μηχανήματος.

Σε εγκαταστάσεις που έχουν κάπως σημαντικό αριθμό μηχανημάτων, μπορεί να υπάρχουν περισσότερες δυνατές διαμορφώσεις των γραμμών. Η επιλογή μιας από αυτές αποτελεί θέμα μελέτης και συγκρίσεως. Εδώ θα υπάρχει, κατ' ανάγκη, μια επικάλυψη με το επόμενο στάδιο, αφού ο σχεδιασμός της διαμορφώσεως των γραμμών θα γίνει παράλληλα με τον καθορισμό των διατομών των αγωγών τους.

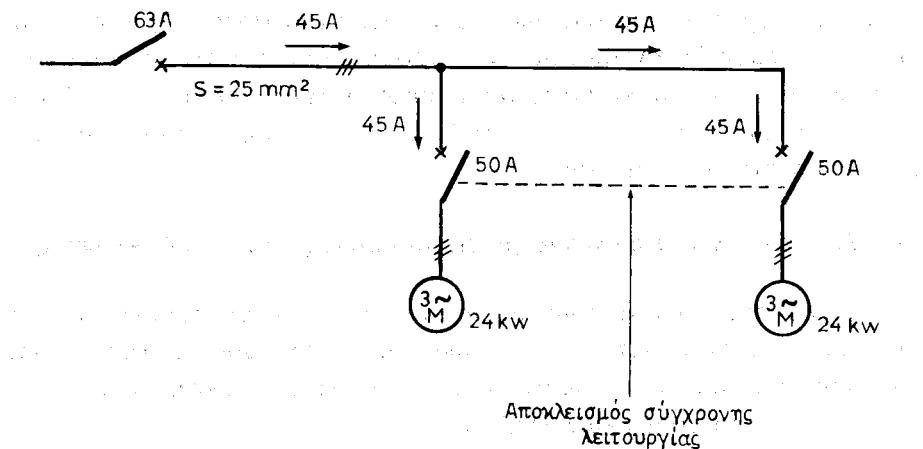
(3) Για κάθε γραμμή - αναχώρηση από τον πίνακα διανομής πρέπει να ορισθούν η διατομή των αγωγών και τα χαρακτηριστικά των οργάνων προστασίας της με βάση το μέγιστο φορτίο της. Αν όμως η γραμμή τροφοδοτεί διάφορα μηχανήματα, που το καθένα έχει το δικό του όργανο προστασίας, πρέπει να προσέξουμε να υπάρχει συνεργασία των οργάνων προστασίας. Δεν αποκλείεται γι' αυτό το λόγο να αναγκασθούμε να ορίσουμε μεγαλύτερο ονομαστικό ρεύμα του οργάνου προστασίας της γραμμής και επομένως και μεγαλύτερη διατομή των αγωγών της, από εκείνην που θα χρειαζόταν με βάση το φορτίο της.

Παράδειγμα:

Αναφερόμαστε στο σχήμα 9.8. Αν δύο τριφασικοί κινητήρες 380 V, 24 kW αποκλείεται, από τον τρόπο λειτουργίας τους, να λειτουργήσουν συγχρόνως, μπορούμε να τους τροφοδοτήσουμε με μια γραμμή και καθένας να έχει τον αυτόματο διακόπτη του. Με $\sigma_{\text{unf}} = 0,8$ το ρεύμα καθενός, αλλά και της κοινής γραμμής που τους τροφοδοτεί, είναι 45 A. Ο αυτόματος διακόπτης του κάθε κινητήρα θα είναι ρυθμισμένος στα 50 A. Αυτό μας υποχρεώνει, για να υπάρχει συνεργασία, να ορίσουμε ότι ο αυτόματος διακόπτης στην αρχή της γραμμής θα ρυθμισθεί στα 63 A, και γι' αυτό οδηγούμαστε σε διατομή 25 mm², ενώ με βάση το ρεύμα του φορτίου της γραμμής (45 A) θα ορίζαμε τη ρύθμιση του αυτόματου διακόπτη της προστασίας στα 50 A και τη διατομή των αγωγών της σε 16 mm².

(4), (5), (6) και (7). Καθορίζομε, με βάση όσα ήδη γνωρίζομε:

- Το μέγεθος της παροχής.
- Το ονομαστικό ρεύμα των γενικών ασφαλειών.
- Τη διατομή των αγωγών της κύριας γραμμής.



Σχ. 9.8.

Παράδειγμα καθορισμού της διατομής της γραμμής τροφοδοτήσεως των δύο κινητήρων. Το ονομαστικό ρεύμα του αυτόματου διακόπτη της γραμμής καθορίζεται έτσι ώστε να υπάρχει συνεργασία με τους αυτόματους διακόπτες προστασίας των κινητήρων. Από το ονομαστικό ρεύμα του αυτόματου διακόπτη της γραμμής καθορίζεται η διατομή των αγωγών της γραμμής.

- Τη θέση του πίνακα.
- Τις θέσεις των υποπινάκων (αν υπάρχουν), τις γραμμές που αναχωρούν από καθέναν από αυτούς, τις διατομές και τα όργανα προστασίας των γραμμών που θα τους τροφοδοτούν.
- Τη σύνθεση του πίνακα (ή και των υποπινάκων).

Το υλικό των πινάκων θα εκλεγεί ανάλογα με τα μεγέθη των οργάνων που θα απαιτηθούν και με τις συνθήκες του χώρου. Δηλαδή εν γένει χρησιμοποιούμε υλικό "βιομηχανικού" τύπου, χωρίς όμως να αποκλείεται, σε ορισμένες περιπτώσεις, η χρησιμοποίηση πινάκων "οικιακού" τύπου, αν πρόκειται, για μικρές ισχύες και για χώρους χωρίς υγρασία, σκόνη κλπ. (βλ. και παράγρ. 5.5).

Φυσικά, σε εγκαταστάσεις που περιλαμβάνουν και ένα τμήμα Υ.Τ., δύσα αναφέραμε προηγουμένως για τον καθορισμό του μεγέθους της παροχής ισχύουν για τα στοιχεία της τροφοδοτήσεως από αυτό το τμήμα.

(8) Η επιλογή της οδεύσεως των γραμμών στα κτήρια όπου κατασκευάζονται οι εγκαταστάσεις κινήσεως είναι συνήθως πολύ πιο ελεύθερη, αφού μπορούν να έπιλεγούν διάφοροι τρόποι εγκαταστάσεως των καλωδίων, στους τοίχους, σε καλυμμένα χαντάκια στο δάπεδο, σε ειδικά στηρίγματα κλπ.

Και εδώ ισχύουν όσα αναφέραμε για τις εγκαταστάσεις φωτισμού, για την αποφυγή διακλαδώσεων σε χώρους υγρούς ή στους οποίους υπάρχουν κίνδυνοι πυρκαϊάς ή, ακόμη περισσότερο, κίνδυνοι εκρήξεων.

Στην παράγραφο 9.11 θα αναπτύξουμε μερικά ακόμη θέματα σχετικά με τις εγκαταστάσεις κινήσεως.

9.9 Επιλογή υλικού ανάλογα με τις συνθήκες του περιβάλλοντος.

Το υλικό που χρησιμοποιείται σε μια εγκατάσταση πρέπει να είναι κατάλληλο για τις συνθήκες που επικρατούν στο χώρο. Οι κυριότερες συνθήκες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη είναι οι ακόλουθες:

- Πιθανότητα μηχανικών βλαβών.
- Υψηλή (ή πολύ χαμηλή) θερμοκρασία.
- Υγρασία.
- Διαβρωτικό περιβάλλον.
- Σκόνη.
- Κίνδυνοι πυρκαϊάς.
- Κίνδυνοι εκρήξεων.

Ειδικότερα σημειώνομε τα ακόλουθα:

Μηχανικές βλάβες.

Για τις ορατές γραμμές πρέπει να ληφθεί υπόψη αυτός ο κίνδυνος σε χώρους, όπου χρησιμοποιούνται ή διακινούνται μεγάλα και βαριά αντικείμενα, όπως σε εργοστάσια, αποθήκες κλπ. Συνήθως χρησιμοποιούμε χαλυβδοσωλήνες με μονωμένους αγωγούς τύπου H07V. Αν πρόκειται για τοπική προστασία σε κάποια σημεία, όπου υπάρχουν τέτοιοι κίνδυνοι, η εγκατάσταση μπορεί να γίνει με καλώδια (π.χ. A05VV), που θα τοποθετηθούν μέσα σε χαλυβδοσωλήνες μόνο σ' αυτά τα σημεία. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την τοπική προστασία καλωδίων, σιδερένιοι σωλήνες (νερού) ή άλλα προστατευτικά καλύμματα.

Οι χωνευτές γραμμές κινδυνεύουν κυρίως από καρφώματα ή τρυπήματα με τρυπάνι στον τοίχο στον οποίο βρίσκονται. Για να προληφθούν αυτοί οι κίνδυνοι φροντίζομε να μπορεί να γίνεται αντιληπτό από πού περνούν οι γραμμές, με βάση τον κανόνα ότι πρέπει να θεωρούμε ότι μπορεί να υπάρχουν γραμμές σε κάθε οριζόντια ή κατακόρυφη ευθεία από ένα κουτί διακλαδώσεως και σε κάθε κατακόρυφη ευθεία από ένα διακόπτη ή ένα ρευματοδότη. Γι' αυτό το σκοπό τοποθετούνται, στο στάδιο της εγκαταστάσεως, κουτιά διακλαδώσεως ακόμη και σε θέσεις, όπου δεν χρειάζονται για την εκτέλεση διακλαδώσεως ή για τη διευκό-

λυνση του περάσματος των αγωγών. Πρέπει να μην υπάρχουν "τυφλά σημεία", σημεία δηλαδή όπου περνούν χωνευτές γραμμές που δεν βρίσκονται στις ευθείες που αναφέραμε. Όταν χρειάζεται να περάσουν χωνευτές γραμμές, που η θέση τους δεν υποδεικνύεται από ένα κουτί διακλαδώσεως ή από ένα διακόπτη ή ρευματοδότη, πρέπει να χρησιμοποιούνται χαλυβδοσωλήνες. Επίσης χαλυβδοσωλήνες χρησιμοποιούνται, όταν μια γραμμή περνάει από χώρο ξένης ιδιοκτησίας. Τέτοια περίπτωση εμφανίζεται συνήθως στις πολυκατοικίες, όπου οι μετρητές τοποθετούνται όλοι μαζί στο ισόγειο ή στο υπόγειο και οι γραμμές μετρητή - πίνακα, για να φθάσουν στα διάφορα διαμερίσματα, περνούν από το κλιμακοστάσιο και, ενδεχομένως, από άλλα διαμερίσματα. Επίσης χαλυβδοσωλήνες χρησιμοποιούνται, τοπικά, στο πέρασμα δαπέδων, όταν μια γραμμή περνάει από έναν όροφο σ' έναν άλλο.

Θερμοκρασία.

Πέραν από το θέμα της επιτρεπόμενης φορτίσεως των αγωγών, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι συνθήκες θερμοκρασίας, ώστε να χρησιμοποιούνται αγωγοί με κατάλληλη μόνωση. Στους χώρους με πολύ χαμηλές θερμοκρασίες (π.χ. ψυκτικοί θάλαμοι) δεν θα πρέπει να τοποθετούνται αγωγοί με μόνωση από PVC, ενώ σε χώρους με πολύ υψηλή θερμοκρασία μπορεί να απαιτείται η χρησιμοποίηση αγωγών με μόνωση από ειδικό υλικό (π.χ. σιλικονούχο ελαστικό).

Υγρασία.

Στους χώρους, όπου υπάρχει υγρασία, πρέπει να τοποθετούμε υλικό που εξασφαλίζει τη στεγανότητα, όπως θα αναφέρομε στη συνέχεια. Δεν θεωρούνται υγροί χώροι, και επομένως μπορεί να χρησιμοποιείται σ' αυτούς συνηθισμένο υλικό, οι χώροι που χαρακτηρίζονται "προσκαίρως υγροί". Σε αυτούς τους χώρους υπάρχει υγρασία για μικρά χρονικά διαστήματα και στη συνέχεια αυτή στεγνώνει, χάρη στον καλό αερισμό. Παράδειγμα "προσκαίρως υγρών" χώρων είναι: σκεπασμένοι εξώστες και βεράντες, υπόγεια που αερίζονται καλά, μαγειρεία κατοικιών. Υγροί ή βρεγμένοι χαρακτηρίζονται οι χώροι που μόνιμα ή κατά περιόδους έχουν υγρασία που συμπυκνώνεται στα τοιχώματα δημιουργώντας ένα συνεχές υγρό στρώμα ή μεγάλες σταγόνες καθώς και οι χώροι, όπου ψεκάζεται ή εκτοξεύεται νερό (π.χ. δωμάτια λουτρού κατοικιών και ξενοδοχείων, διάφορα εργαστήρια, πλυντήρια, ύπαιθρο). Στους χώρους αυτούς πρέπει, όπως έχουμε ήδη αναφέρει, να αποφεύγονται, όσο το

δυνατόν, οι διακλαδώσεις των αγωγών και η τοποθέτηση διακοπτών, ρευματοδοτών ή ασφαλειών. Αν πάντως γίνουν διακλαδώσεις, πρέπει να χρησιμοποιούνται στεγανά κουτιά και αν τοποθετηθούν διακόπτες ή ρευματοδότες, πρέπει να είναι στεγανού τύπου, και οι ασφάλειες πρέπει να τοποθετηθούν σε στεγανά κιβώτια. Οι λυχνιολαβές, αν δεν χρησιμοποιούνται κλειστά φωτιστικά σώματα (αρματούρες ή χελώνες), πράγμα που επιβάλλεται αν υπάρχει εκτόξευση νερού, πρέπει να είναι από μονωτικό υλικό. (Στο ύπαιθρο δεν είναι απαραίτητη η χρησιμοποίηση κλειστών φωτιστικών σωμάτων, αλλά οι λυχνιολαβές πρέπει να είναι κατάλληλου τύπου). Οι κινητήρες πρέπει να είναι στεγανοί. Σε αυτούς τους χώρους δεν επιτρέπονται τα εύκαμπτα καλώδια χωρίς μανδύα (σειρίδες).

Διαβρωτικό περιβάλλον.

Η ύπαρξη διαβρωτικών ουσιών, είτε με μορφή ατμών είτε σε άλλη κατάσταση, επιβάλλει την επιλογή του κατάλληλου υλικού. Ανάλογα με το είδος της διαβρωτικής ουσίας πρέπει να εκλέγονται υλικά που δεν προσβάλλονται από αυτήν. Για τα καλώδια, οι κατασκευαστές τους δίνουν σχετικά στοιχεία. Γενικά χρησιμοποιείται στεγανό υλικό.

Υπαρξη σκόνης.

Αν η σκόνη αποτελείται από εύφλεκτο υλικό (όπως π.χ. πριονίδια), έχουν εφαρμογή όσα αναφέρονται παρακάτω για τους χώρους με κινδύνους πυρκαϊάς. Τα εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται στην εγκατάσταση πρέπει να είναι κατάλληλου τύπου, ώστε να παρεμποδίζεται η συσσώρευση υλικού από επικαθίσεις. Οι κινητήρες πρέπει να είναι κατάλληλοι για χώρους με σκόνη (συνήθως χρησιμοποιούνται στεγανοί κινητήρες).

Κίνδυνοι πυρκαϊάς.

Θεωρείται ότι έχουν ιδιαίτερο κίνδυνο πυρκαϊάς οι χώροι, στους οποίους γίνεται επεξεργασία ή αποθήκευση σημαντικών ποσοτήτων ευφλέκτων υλικών (ξύλου, χαρτιού, χρωμάτων κλπ.). Επίσης θεωρούνται ότι υπάγονται στην ίδια περίπτωση οι σκηνές των θεάτρων και οι παρακείμενοι χώροι. Στους χώρους αυτούς οι εγκαταστάσεις πρέπει να είναι ορατές. Τα κουτιά διακλαδώσεως πρέπει να κλείνουν ερμηνητικά. Οι διακόπτες και οι ασφάλειες πρέπει να έχουν ισχυρά μεταλλικά περιβλήματα. Τα φωτιστικά σώματα πρέπει να είναι κλειστού τύπου (αρματούρες ή χελώνες). Οι κινητήρες πρέπει να είναι τύπου που να εμποδίζει τη μετάδοση φωτιάς.

Κίνδυνοι εκρήξεων.

Τέτοιοι κίνδυνοι υπάρχουν σε χώρους επεξεργασίας ή αποθηκεύσεως εκρηκτικών υλών καθώς και σε χώρους, όπου υπάρχουν ατμοί ή αέρια που μπορούν να προκαλέσουν έκρηξη (εργοστάσια φωταερίου, ασετυλίνης, υδρογόνου, χρωστικών υλών, βαφεία κλπ.). Στους χώρους αυτούς οι εγκαταστάσεις πρέπει να είναι ορατές και όλα τα υλικά που χρησιμοποιούνται σε αυτές πρέπει να είναι ειδικού τύπου (λέγονται αντιεκρηκτικά υλικά). Οι διακόπτες, οι ασφάλειες καθώς και όλα τα εξαρτήματα που, είτε στην κανονική λειτουργία είτε εξαιτίας βλάβης, μπορούν να προκαλέσουν σπινθήρα, πρέπει να εγκαθίστανται σε κιβώτια πολύ ισχυρής κατασκευής. Ρευματοδότες δεν επιτρέπονται, παρά μόνο αν είναι ειδικού τύπου, ώστε η αφαίρεση του ρευματολήπτη να είναι δυνατή μόνο, αφού έχει διακοπεί η τροφοδότηση. Στις γραμμές που τροφοδοτούν τέτοιους χώρους, όλοι οι ενεργοί αγωγοί (αγωγοί φάσεως και ουδέτερος) πρέπει να μπορούν να διακόπτονται και στη θέση διακοπής πρέπει να γειώνονται.

9.10 Οι γειώσεις και οι συνδέσεις τους.

Συνήθως χρησιμοποιούμε τεχνητά ηλεκτρόδια γειώσεως, δηλαδή η-λεκτρόδια που τα τοποθετούμε στο έδαφος, ειδικά για να αποκτήσουμε μια αγώγιμη σύνδεση με τη γη. Το σύνηθέστερο ηλεκτρόδιο, τόσο στις εγκαταστάσεις φωτισμού όσο και στις σχετικά μικρές εγκαταστάσεις κινήσεως, είναι ένας γαλβανισμένος σιδηροσωλήνας, διαμέτρου 25 mm (1 ίντσα) και μήκους 2,5 m, που εμπηγνύεται κατακόρυφα στο έδαφος. Σε μεγαλύτερες εγκαταστάσεις μπορούμε να τοποθετήσουμε περισσότερα ηλεκτρόδια, σε αρκετές αποστάσεις μεταξύ τους, ώστε να μπορούν να θεωρηθούν "χωροτόπι", όπως αναφέραμε στο Κεφάλαιο 7. Όσο μεγαλύτερες είναι οι αποστάσεις, τόσο το καλύτερο. Πάντως μπορούμε να πούμε ότι αν αυτές είναι 3 - 5 m, είναι αρκετές. Συνηθίζεται η τόποθετηση τριών ηλεκτρόδιών σε τριγωνική διάταξη. Μπορεί να κατασκευασθεί μια γείωση οιασδήποτε άλλης μορφής, με πλάκες, σύρματα, ταινίες κλπ.

Η σωλήνωση υδρεύσεως μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως φυσικό ηλεκτρόδιο γειώσεως (οπότε δεν τοποθετούμε τεχνητό), μόνο αν μετά τον υδρομετρητή έχει αρκετό μήκος μέσα στη γη (περισσότερο από 5 m) και σε αρκετό βάθος (πάνω από 80 cm), και, ακόμη, εφόσον περιβάλλεται από καλό χώμα (όχι μπάζα), ώστε να μπορεί να θεωρηθεί ισοδύναμη προς ένα τεχνητό ηλεκτρόδιο σαν αυτό που αναφέραμε προηγουμένως. Δεν μπορούμε να βασισθούμε στη σωλήνωση του δικτύου υδρεύσεως

πριν από τον υδρομετρητή, επειδή, ακόμα και αν είναι από σιδηροσωλήνα, δεν μπορούμε να είμαστε βέβαιοι ότι στο μέλλον δεν θα παρεμβληθούν μη αγώγιμα στοιχεία, που θα διακόπτουν τη μεταλλική συνέχεια των σωλήνων. Ανεξάρτητα όμως από αυτό, ο υδρομετρητής πρέπει να γεφυρώνεται με ένα χάλκινο αγωγό που συνδέεται με περιλαίμια (κολάρα) προς τις δύο πλευρές του. Αυτό επιβάλλεται, για να υπάρχει ισοδυναμική σύνδεση, ώστε, αν χρειασθεί να αφαιρεθεί ο υδρομετρητής, να μην μπορούν να δημιουργηθούν κίνδυνοι γι' αυτόν που θα τον αφαιρέσει.

'Όπως αναφέραμε και στο Κεφάλαιο 7, πολύ πλεονεκτικό ηλεκτρόδιο γειώσεως αποτελεί η "θεμελιακή γείωση", δηλαδή μια γείωση που τοποθετείται στα θεμέλια του κτηρίου, στο στάδιο της κατασκευής του. Η κατασκευή της δεν παρουσιάζει δυσκολίες, αφού δεν χρειάζεται πρόσθετες εκσκαφές. Αποτελείται από μια γαλβανισμένη χαλύβδινη ταινία, διαστάσεων περίπου $3,5 \times 30$ mm ή 4×25 mm, που τοποθετείται κατά μήκος όλης της περιμέτρου του κτηρίου. Σε μεγάλα κτήρια καλό είναι να τοποθετούνται και ενδιάμεσες συνδέσεις, κατά τρόπο που κανένα σημείο στην κάτοψη του κτηρίου να μην απέχει περισσότερο από 10 m από τη θεμελιακή γείωση. Η κατασκευή φαίνεται στο σχήμα 9.10a. Η ταινία στηρίζεται όρθια με κατάλληλα στηρίγματα και στη συνέχεια χύνεται σκυρόδεμα, που δημιουργεί ένα στρώμα με ύψος τουλάχιστον 10 cm. Επάνω από αυτό κατασκευάζεται το κανονικό θεμέλιο της οικοδομής. Οι συνδέσεις της ταινίας είναι κολλητές ή βιδωτές. Σε κατάλληλο σημείο, κοντά στη θέση του μετρητή, συνδέεται προς την ταινία της θεμελιακής γειώσεως μια άλλη όμοια ταινία που καταλήγει σ' ένα έλασμα (ζυγός γειώσεως) όπου γίνονται όλες οι συνδέσεις. Εκεί συνδέονται οι αγωγοί για τη σύνδεση των σωληνώσεων υδρεύσεως, κεντρικής θερμάνσεως κλπ., καθώς και ο αγωγός γειώσεως, που καταλήγει στο κιβώτιο του μετρητή.

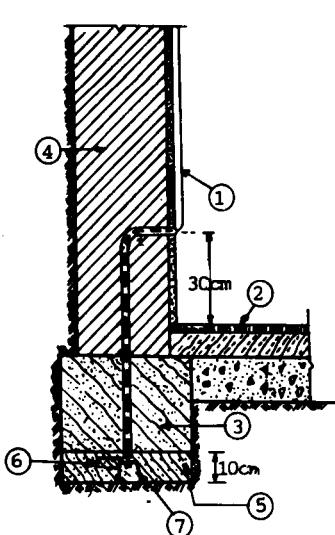
Ο αγωγός γειώσεως, που συνδέει το ηλεκτρόδιο γειώσεως με το κιβώτιο του μετρητή (ή του συστήματος μετρήσεως), μπορεί να είναι γυμνός. Η ελάχιστη διατομή του είναι 16 mm^2 .

Ανάλογα με το μέγεθος των ασφαλειών του μετρητή, η διατομή του αγωγού γειώσεως είναι:

Ονομαστικό ρεύμα
ασφαλειών μετρητή (A)

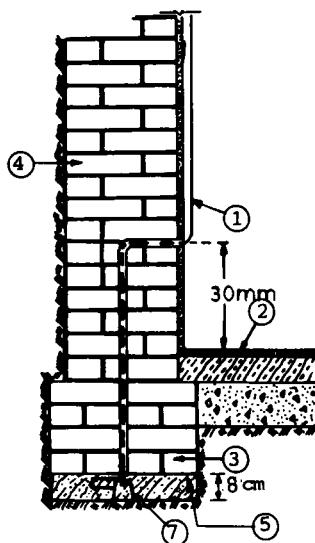
Ελάχιστη διατομή αγωγού
γειώσεως (mm^2)

μέχρι 50 A	16
63 A ή 80 A	25
100 A και πάνω 35	35



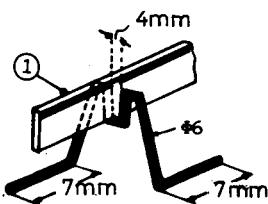
**Θεμέλιο από κοπανιστό
ή οπλισμένο σκυρόδεμα**

- (1): Αγωγός συνδέσεως 30x3,5mm.
- (2): Δάπεδο υπογείου.
- (3): Θεμέλιο από κοπανιστό ή οπλισμένο σκυρόδεμα.
- (4): Εξωτερικός τοίχος.

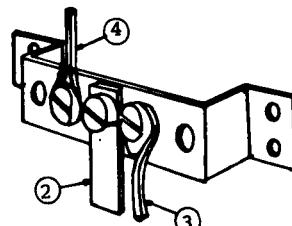


Θεμέλιο από οπτόπλινθους.

- (5): Στρώση σκυροδέματος.
- (6): Ταινία 30x3,5mm.
- (7): Συγκρατητής.
- (8): Θεμέλιο από οπτόπλινθους.



Λεπτομέρεια συγκρατητή



Ζυγός γειώσεως

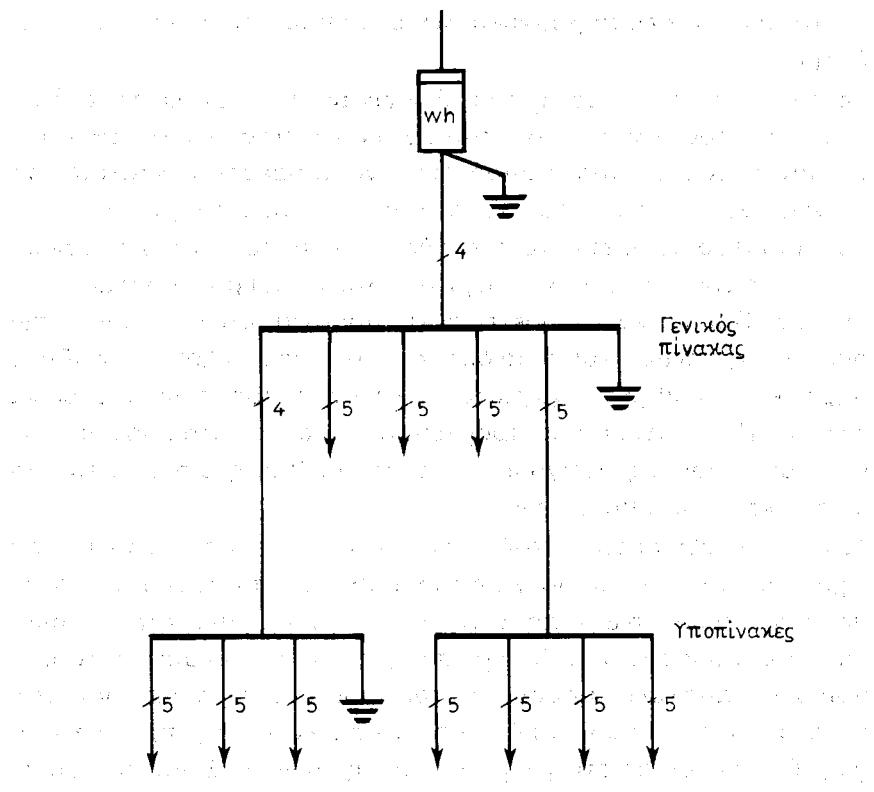
- (1): Ταινία συγκρατητή,
- (2): Αγωγός συνδέσεως θεμελιωτικής γειώσεως,
- (3): Σύνδεση με δίκτυο ύδρευσης
- (4): Προς γείωση εσωτερικής ηλεκτρικής εγκαταστάσεως

**Σχ. 9.10α.
Θεμελιακή γείωση.**

Ο αγωγός προστασίας αρχίζει από το κιβώτιο του μετρητή (ή του συστήματος μετρήσεως) και οδεύει, μαζί με τους ενεργούς αγωγούς, μέσα στους ίδιους σωλήνες ή στα ίδια καλώδια. Είναι μονωμένος και το χρώμα της μονώσεως του είναι πράσινο - κίτρινο. Πρέπει να έχει την ίδια διατομή με τους ενεργούς αγωγούς, μέχρι τα 16 mm². Για τις μεγαλύτερες διατομές, ο αγωγός προστασίας μπορεί να έχει τη διατομή που δίνεται στον πίνακα 9.2.2. Ο αγωγός προστασίας καταλήγει, χωρίς να διακόπτεται από διακόπτες, σε όλες τις σταθερές και τις κινητές συσκευές που έχουν εκτεθειμένα αγώγιμα μέρη καθώς και σε όλους τους ρευματοδότες. Όταν υπάρχει θερμοσίφωνας, ο αγωγός προστασίας συνδέεται προς το σώμα του (αφού είναι εκτεθειμένο αγώγιμο μέρος) και προς τη σωλήνωση του νερού. Εκτός από αυτήν τη σύνδεση, ο αγωγός προστασίας πρέπει να έχει μια ακόμη σύνδεση προς τη σωλήνωση τού νερού. Στις κατοικίες συνιστάται η σύνδεση αυτή να γίνεται στο μαγειρείο, όπου είναι, συνήθως, και πιο εύκολη η πραγματοποίησή της. Προς τον αγωγό προστασίας πρέπει να συνδέονται και όλα τα μεταλλικά τμήματα της οικοδομής που έχουν καλή φυσική γείωση, όπως διάφορες σωληνώσεις, μεταλλικές κατασκευές υποστέγων κλπ. (Τα μεταλλικά αυτά αντικείμενα δεν αποτελούν το ηλεκτρόδιο γειώσεως της εγκαταστάσεως, αλλά συνδέονται προς αυτό μέσω του αγωγού προστασίας). Μπορούν να μη συνδεθούν τα φυσικώς γειωμένα μεταλλικά μέρη των τηλεπικοινωνιακών εγκαταστάσεων, αν η σύνδεση αυτή θα προκαλούσε παράσιτα.

Εδώ αναφέρομε μερικές εξαιρέσεις απ' όσα αναφέραμε προηγουμένως.

- Σε βιομηχανικές ή ανάλογες εγκαταστάσεις επιτρέπεται ο αγωγός προστασίας να μην αρχίζει από το κιβώτιο του μετρητή (ή του συστήματος μετρήσεως), αλλά από το γενικό πίνακα ή, ακόμα, και από έναν υποπίνακα. Σε κάθε τέτοιο σημείο συνδέεται και ένα ηλεκτρόδιο γειώσεως. Το κιβώτιο του μετρητή συνδέεται επίσης με ένα ηλεκτρόδιο γειώσεως. Σ' αυτές τις περίπτωσεις η γραμμή μετρητή - πίνακα ή και πίνακα - υποπίνακα, είναι τετραπολική, πράγμα που διευκολύνει, επειδή για τις μεγάλες διατομές δεν υπάρχουν πενταπολικά καλώδια (παράδειγμα στο σχήμα 9.10β). Όταν εφαρμόζεται ουδετέρωση, σε κάθε σημείο απ' όπου αρχίζει ένας αγωγός προστασίας, γίνεται και η σύνδεσή του προς τον ουδέτερο.
- Σε βιομηχανικές ή ανάλογες εγκαταστάσεις επιτρέπεται ο αγωγός προστασίας να τοποθετείται χωριστά από τους ενεργούς αγωγούς και τότε μπορεί να μην είναι μονωμένος αλλά γυμνός. Αυτό ισχύει κυρίως (αλλά όχι αποκλειστικά), αν ο αγωγός προστασίας



Σχ. 9.10β.

Παράδειγμα διαμορφώσεως της διατάξεως των γειώσεων σε βιομηχανική εγκατάσταση.

έχει τη μορφή ισοδυναμικού πλέγματος. Η διατομή του γυμνού αγωγού προστασίας, πρέπει να είναι ίδια με τη διατομή των αγωγών φάσεως μέχρι τα 50 mm^2 , αλλά δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 6 mm^2 για τα προσιτά τμήματα και από 25 mm^2 για τα απρόσιτα (π.χ. σε υπόγεια τοποθέτηση). Για μεγαλύτερες διατομές ισχύουν οι τιμές που αναγράφονται στον πίνακα 9.2.2. Ο χωριστός αγωγός προστασίας (μονωμένος ή γυμνός) πρέπει να τοποθετείται σε προστατευτικό σωλήνα στις διελεύσεις τοίχων και δαπέδων ή όπου αυτό είναι απαραίτητο. Ο γυμνός αγωγός προστασίας πρέπει να τοποθετείται σε χαλυβδοσωλήνα, όταν περνάει από εύφλεκτα τμήματα του κτηρίου. (Αυτό απαιτείται, επειδή σε περίπτωση σφάλματος, ο αγωγός προστασίας διαρ-

ρέεται από το ρεύμα βραχυκυκλώματος που μπορεί να τον υπερθερμάνει).

- Σε παλιές εγκαταστάσεις, που δεν είχαν, στο σύνολό τους ή σε τμήματά τους, αγωγό προστασίας, επιτρέπεται να τοποθετηθεί χωριστός αγωγός προστασίας, ώστε να μπορέσει η εγκατάσταση να γίνει σύμφωνη με τους κανονισμούς. Ο χωριστός αυτός αγωγός προστασίας πρέπει να έχει οδευση κατά το δυνατό παράλληλη μ' εκείνην των ενεργών αγωγών και σε μικρή απόσταση απ' αυτούς. Πρέπει να τοποθετείται σε προστατευτικό σωλήνα στις διελεύσεις τοίχων και δαπέδων ή όπου έχει αυξημένο κίνδυνο μηχανικής βλάβης. Ο χωριστός αγωγός προστασίας πρέπει να έχει την ίδια διατομή που προβλέπεται γι' αυτόν όταν οδεύει μαζί με τους ενεργούς αγωγούς, αλλά δεν πρέπει η διατομή του να είναι μικρότερη από $2,5 \text{ mm}^2$.
- Τέλος, μια εξαίρεση επιτρέπεται για παλιές εγκαταστάσεις που είχαν κατασκευασθεί για να εφαρμοσθεί άμεση γείωση και οι οποίες δεν έχουν αγωγό προστασίας στη γραμμή μετρητή - πίνακα. Για να εφαρμοσθεί η ουδετέρωση, χρειάζονται ορισμένες τροποποιήσεις. Δυσκολία παρουσιάζεται κυρίως στην περίπτωση των εγκαταστάσεων διαμερισμάτων πολυκατοικιών, στην προσθήκη αγωγού προστασίας στη γραμμή μετρητή - πίνακα. Είναι επιτρεπτό, σ' αυτήν την περίπτωση, να χρησιμοποιήσουμε ως αγωγό προστασίας την υπάρχουσα σωλήνωση νερού, συνδέοντάς την στο κιβώτιο του μετρητή και στον πίνακα. Για να είμαστε όμως βέβαιοι για την αγωγιμότητά της, πρέπει να μετρήσουμε την αντίσταση που παρουσιάζει στο σύνολό της αυτή η σύνδεση από το κιβώτιο του μετρητή ως τον πίνακα. Αυτή η αντίσταση δεν πρέπει να υπερβαίνει το 1Ω .

9.11 Ειδικά θέματα εγκαταστάσεων.

Σ' αυτήν την παράγραφο θα αναπτύξουμε με συντομία μερικά ακόμη θέματα, που αφορούν ορισμένες περιπτώσεις εγκαταστάσεων.

a) Διατάξεις εκκινήσεως κινητήρων.

Οι κινητήρες, κατά την πρώτη στιγμή που τους τροφοδοτούμε, απορροφούν ένα ρεύμα πολύ μεγαλύτερο από εκείνο που χρειάζονται όταν έχουν αποκτήσει τις κανονικές στροφές τους. Αυτό οφείλεται στο ότι ένας ακίνητος ακόμα κινητήρας δεν έχει αναπτύξει την αντιηλεκτρεγερ-

τική δύναμή του και επομένως το ρεύμα που απορροφά περιορίζεται μόνο από τη σύνθετη αντίσταση (εμπέδηση) του τυλίγματός του. Το ρεύμα εκκινήσεως ενός τριφασικού κινητήρα με βραχυκυκλωμένο δρομέα μπορεί να είναι εξαπλάσιο ή και μεγαλύτερο από το ρεύμα που απορροφά ο κινητήρας, όταν λειτουργεί με το πλήρες (ονομαστικό) φορτίο του. Σε ένα μονοφασικό κινητήρα το ρεύμα εκκινήσεως μπορεί να είναι δεκαπλάσιο από το ονομαστικό του ρεύμα. Αυτό το μεγάλο ρεύμα διαρκεί ελάχιστα, αφού ο κινητήρας ξεκινάει και αρχίζει και αναπτύσσει αντιηλεκτρεγερτική δύναμη που περιορίζει το ρεύμα. Όμως, έστω και στιγμιαίο αυτό το ρεύμα, δημιουργεί ορισμένες ανωμαλίες. Πρώτα - πρώτα δημιουργεί μια στιγμιαία πτώση τάσεως, που λέγεται "βύθιση τάσεως", στο δίκτυο που τροφοδοτεί την εγκατάσταση, με αποτέλεσμα να παρατηρείται στις λάμπες που τροφοδοτούνται από το ίδιο δίκτυο μια ενοχλητική διακύμανση της φωτεινής αποδόσεώς τους. Ακόμη, αν η βύθιση τάσεως είναι πολύ μεγάλη, μπορεί να προκληθεί ανωμαλία στη λειτουργία άλλων κινητήρων που τροφοδοτούνται από το ίδιο δίκτυο. Γι' αυτό η ΔΕΗ βάζει ορισμένους περιορισμούς σχετικά με το ρεύμα εκκινήσεως που επιτρέπεται να έχουν οι κινητήρες ενός καταναλωτή. Το όριο δεν είναι πάντα το ίδιο, αφού εξαρτάται από το δίκτυο. Μια δεύτερη ανωμαλία που δημιουργείται από το ρεύμα εκκινήσεως είναι ότι, για να μην καίγονται οι ασφάλειες ή να μην πέφτει ο αυτόματος διακόπτης του κινητήρα, είμαστε υποχρεωμένοι να βάλομε μεγάλες ασφάλειες ή να ρυθμίσουμε το ρεύμα πτώσεως του αυτόματου διακόπτη σε υψηλή τιμή. Μ' αυτό τον τρόπο το όργανο προστασίας έχει μικρότερη "ευαισθησία". Αυτό όμως έχει ως συνέπεια ότι ο κινητήρας δεν θα προστατεύεται ικανοποιητικά στην περίπτωση ανωμαλίας του.

Γι' αυτούς τους λόγους χρειάζεται να λάβομε μέτρα, για τους κινητήρες που έχουν κάπως μεγάλη ισχύ, ώστε να περιορίζεται το ρεύμα εκκινήσεως.

Για τους μονοφασικούς κινητήρες δεν είναι εύκολο να ληφθούν μέτρα περιορισμού. Στην περίπτωση αυτή περιορίζομε την ισχύ που κατά μέγιστο μπορούν να έχουν οι μονοφασικοί κινητήρες. Το όριο, όπως ήδη αναφέραμε, εξαρτάται από το δίκτυο. Συνήθως, πάντως, επιτρέπονται μονοφασικοί κινητήρες μέχρι 0,5 kW ή 0,75 kW και σπάνια μέχρι 1 kW. Αν χρειάζεται μεγαλύτερη ισχύς, πρέπει να χρησιμοποιηθεί τριφασικός κινητήρας.

Οι κινητήρες βραχυκυκλωμένου δρομέα, αν είναι μικρής σχετικά ισχύος (συνήθως μέχρι 2 ή 3 kW), μπορεί να έχουν απευθείας εκκίνηση. Σε μεγαλύτερες ισχύες χρειάζεται να παρεμβάλλομε ένα διακόπτη α-

στέρα - τριγώνου (συμβολίζεται και ως Υ - Δ). Κατά τη στιγμή της τροφοδοτήσεως τα τυλίγματα του κινητήρα συνδέονται "κατ' αστέρα" και, όταν ο κινητήρας αποκτήσει στροφές, φέρνομε το διακόπτη στη θέση που συνδέει τα τυλίγματα του κινητήρα "κατά τρίγωνο". Μ' αυτό τον τρόπο περιορίζομε το ρεύμα εκκινήσεως στο 1/3 από την τιμή που θα είχε με απευθείας εκκίνηση. Η λειτουργία του διακόπτη αστέρα - τριγώνου εξηγείται στο σχήμα 9.11α. Οι διακόπτες αστέρα - τριγώνου έχουν συνήθως τρεις θέσεις:

- Στη θέση Ο δεν τροφοδοτείται ο κινητήρας.
- Στη θέση Υ τα τυλίγματα συνδέονται "κατ' αστέρα".
- Στη θέση Δ τα τυλίγματα συνδέονται "κατά τρίγωνο".

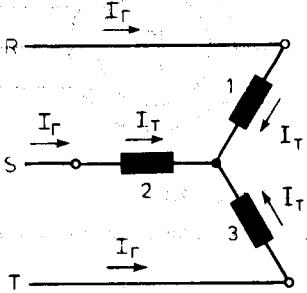
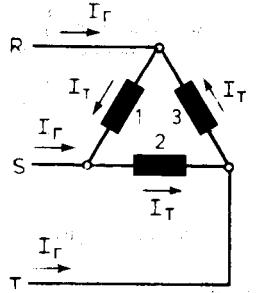
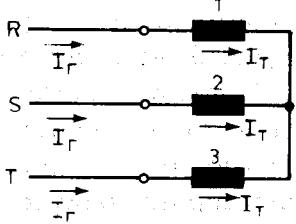
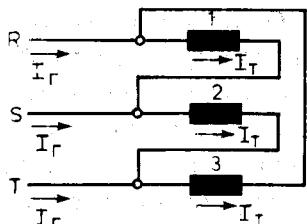
Η σύνδεση από το διακόπτη Υ - Δ μέχρι τον κινητήρα γίνεται με δύο τριπολικά καλώδια.

Υπάρχουν και αυτόματοι διακόπτες αστέρα - τριγώνου. Σε αυτούς η εκκίνηση γίνεται στην πρώτη "σκάλα" με σύνδεση "κατ' αστέρα" και μετά από ορισμένο χρόνο ο διακόπτης μόνος του προχωρεί στη δεύτερη "σκάλα" και συνδέει τα τυλίγματα "κατά τρίγωνο". Επίσης υπάρχουν και διακόπτες αστέρα - τριγώνου ενσωματωμένοι σε ένα σύνολο με τον αυτόματο διακόπτη που προστατεύει τον κινητήρα από υπερεντάσεις.

Για μεγαλύτερους κινητήρες είναι δυνατόν, παρ' όλη τη χρησιμοποίηση διατάξεως με διακόπτη αστέρα - τριγώνου, το ρεύμα εκκινήσεως να υπερβαίνει το επιτρεπτό όριο. Τότε χρειάζεται να χρησιμοποιήσουμε δακτυλιοφόρο κινητήρα. Σε έναν τέτοιο κινητήρα ο δρομέας (ρότορας) έχει κανονικό τύλιγμα που καταλήγει σε τρεις "δακτύλιους" ή "δακτυλίδια". Τρεις "ψήκτρες" ("καρβουνάκια") είναι σ' επαφή με τους "δακτύλιους" και τροφοδοτούν ένα κύκλωμα που αποτελείται από τρεις ίσες μεταξύ τους μεταβλητές αντιστάσεις που είναι συνδεδεμένες "κατ' αστέρα". Κατά τη στιγμή της τροφοδοτήσεως οι αντιστάσεις είναι ολόκληρες στο κύκλωμα και, όσο ο κινητήρας παίρνει στροφές, μειώνομε προοδεύτικά τις αντιστάσεις. Στο τέρμα της διαδρομής οι αντιστάσεις είναι τελείως βραχυκυκλωμένες (σχ. 9.11β). Σ' ένα δακτυλιοφόρο κινητήρα το ρεύμα εκκινήσεως του μπορεί να είναι ίσο με 1,2 I_{ov} (όπου I_{ov} το ονομαστικό ρεύμα του κινητήρα).

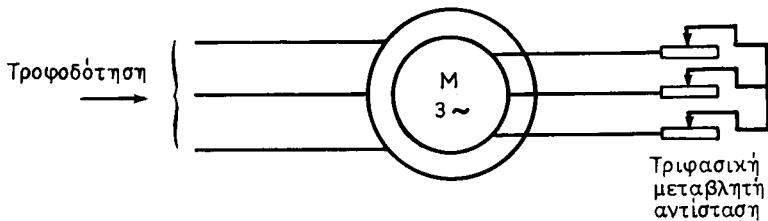
Η σύνδεση από τον κινητήρα προς τη μεταβλητή αντίσταση γίνεται με ένα τριπολικό καλώδιο.

Εκτός από τις δύο "κλασικές" διατάξεις εκκινήσεως που αναφέραμε, υπάρχουν και ορισμένες ακόμα, που χρησιμοποιούν ηλεκτρονικά στοιχεία.

	Εκκίνηση με σύνδεση αστέρα	Εκκίνηση με σύνδεση τριγώνου
Συνδεσμολογία		
Άλλη σχεδίαση της διας συνδεσμολογίας		
Τάση κάθε τυλίγματος	$U_{TY} = \frac{U_x}{\sqrt{3}}$	$U_{TA} = U_x$
Ρεύμα κάθε τυλίγματος	$I_{TY} = \frac{U_{TY}}{Z}$	$I_{TA} = \frac{U_{TA}}{Z} = \frac{U_x}{Z}$
Ρεύμα γραμμής	$I_{RY} = I_{TY} = \frac{U_x}{Z \cdot \sqrt{3}}$	$I_{RY} = I_{TY} \cdot \sqrt{3} = \frac{U_x \cdot \sqrt{3}}{Z}$
Σύγκριση		$\frac{I_{RY}}{I_{TA}} = \frac{1}{3}$
Συμπέρασμα	Η εκκίνηση με σύνδεση αστέρα μειώνει στο 1/3 το ρεύμα γραμμής, σε σύγκριση με την τιμή που θα είχε αν η εκκίνηση γινόταν απευθείας με σύνδεση τριγώνου	
Σύμβολα	<p>Οποική τάση Ι_{RY} : ρεύμα γραμμής σε σύνδεση αστέρα Ι_Δ : ρεύμα γραμμής με σύνδεση τριγώνου Ι_{TY} : ρεύμα τυλίγματος με σύνδεση αστέρα Ι_{TY} : σύνδεση τυλίγματος με σύνδεση τριγώνου</p>	

Σχ. 9.11α.

Αρχή λειτουργίας διακόπτη - αστέρα τριγώνου.



Σχ. 9.11β.

Συνδεσμολογία αντιστάσεως εκκινήσεως για δακτυλιοφόρο κινητήρα.

β) Ρύθμιση αυτομάτων διακοπών κινητήρων.

Οι αυτόματοι διακόπτες προστασίας των κινητήρων έχουν "θερμικά" και "ηλεκτρομαγνητικά" στοιχεία, όπως αναπτύξαμε στο Κεφάλαιο 6, που συνήθως μπορούν να ρυθμισθούν χωριστά. Έχομε συμφέρον να ρυθμίζουμε τα στοιχεία πτώσεως του αυτόματου διακόπτη σε όσο το δυνατόν χαμηλότερες τιμές, επειδή ο διακόπτης γίνεται έτσι πιο ευαίσθητος και προστατεύει αποτελεσματικότερα τον κινητήρα. Πρέπει όμως, από την άλλη πλευρά, να εξασφαλίσουμε ότι ο διακόπτης δεν θα πέφτει, παρά μόνο όταν υπάρχει ανωμαλία. Δηλαδή δεν θα πέφτει από τα ρεύματα κανονικής λειτουργίας. Συνήθως το θερμικό στοιχείο του αυτόματου διακόπτη το ρυθμίζουμε σε τιμή $I_b = I_{ov}$ (όπου I_{ov} το ονομαστικό ρεύμα του κινητήρα). Το ηλεκτρομαγνητικό στοιχείο το ρυθμίζουμε ανάλογα με το ρεύμα εκκινήσεως του κινητήρα. Στους κινητήρες με βραχυκυκλωμένο δρομέα, αν έχουμε απευθείας εκκίνηση, πρέπει να το ρυθμίσουμε περίπου σε τιμή $8 I_{ov}$, ώστε να μην προκαλείται η πτώση του αυτόματου διακόπτη από το ρεύμα εκκινήσεως. Αν η εκκίνηση γίνεται με διακόπτη αστέρα - τριγώνου, η ρύθμιση μπορεί να είναι περίπου στα $2,5 I_{ov}$. Τέλος, στους δακτυλιοφόρους κινητήρες μπορούμε να ρυθμίσουμε στο $1,5 I_{ov}$ αν η ρύθμιση του ηλεκτρομαγνητικού στοιχείου δεν είναι χωριστή, αυτό διεγείρεται στο οκταπλάσιο περίπου του ρεύματος διεγέρσεως του θερμικού στοιχείου.

Είναι βέβαια δυνατόν να χρησιμοποιηθούν για την προστασία των κινητήρων μικροαυτόματοι. Χρησιμοποιούμε μικροαυτόματους τύπου G, που τη χαρακτηριστική λειτουργίας τους έχουμε δώσει στο σχήμα 6.4δ. Το ονομαστικό ρεύμα του μικροαυτομάτου πρέπει να είναι το πλησιέστερο τυποποιημένο μέγεθος, που είναι μεγαλύτερο από το ονομαστικό ρεύμα του κινητήρα. Η χρησιμοποίηση των μικροαυτόματων τύπου G επιβάλλεται όχι μόνο από το ότι έχουν το ηλεκτρομαγνητικό τους στοιχείο ρυθμισμένο σε υψηλότερη τιμή σε σύγκριση με τους μικροαυτόματους τύπου L, αλλά και επειδή το θερμικό τους στοιχείο

Το μεγάλο περιθώριο που δίνουν οι τελευταίοι ταιριάζει για την προστασία των γραμμών, αλλά δεν προστατεύει ικανοποιητικά τους κινητήρες.

Πολλές φορές οι αυτόματοι διακόπτες προστασίας έχουν και πρόσθετα στοιχεία προστασίας, όπως π.χ. στοιχείο που προκαλεί την πτώση τους, όταν η τάση είναι χαμηλή. (Αυτό ούτως ή άλλως συμβαίνει στους ελαιοδιακόπτες, στους οποίους ο χειρισμός είναι ηλεκτρικός και συγκρατούνται στην κλειστή θέση από ένα ηλεκτρομαγνήτη. Όταν η τάση είναι χαμηλή, ο ηλεκτρομαγνήτης αποδιεγείρεται και ο διακόπτης πέφτει).

Είναι επίσης δυνατή η προστασία των κινητήρων με ασφάλειες. Όμως αυτός ο τρόπος προστασίας έχει το μειονέκτημα ότι, αν καεί η μια ασφάλεια, ο κινητήρας εξακολουθεί να λειτουργεί τροφοδοτούμενος με δύο φάσεις. Αυτή η λειτουργία είναι επικίνδυνη για τον κινητήρα. Γι' αυτό συνήθως προστασία με ασφάλειες γίνεται μόνο στους κινητήρες μικρής ισχύος. Χρησιμοποιούνται ασφάλειες βραδείας τήξεως, ώστε να μην προκαλείται η λειτουργία τους από τα ρεύματα εκκινήσεως. Το ονομαστικό ρεύμα πρέπει να είναι το αμέσως μεγαλύτερο ή, μερικές φορές, το επόμενο από το ονομαστικό ρεύμα του κινητήρα. Αυτό εξαρτάται από το μέγεθος του ρεύματος εκκινήσεως. Οι κατασκευαστές κινητήρων δίνουν στοιχεία για τις ασφάλειες που πρέπει να τοποθετούνται για την προστασία των κινητήρων.

Επίσης ασφάλειες μπορεί να χρησιμοποιηθούν σε συνδυασμό με αυτόματο διακόπτη, για να καλύψουν την περίπτωση των πολύ ισχυρών βραχυκυκλώματων ("προτασόμενες ασφάλειες"). Σε αυτήν την περίπτωση το μέγεθός τους εκλέγεται έτσι, ώστε να συνεργάζονται με τον αυτόματο διακόπτη (δεν πρέπει να λειτουργούν παρά μόνο όταν το ρεύμα βραχυκυκλώματος είναι τόσο μεγάλο που υπερβαίνει την ικανότητα διακοπής του αυτόματου διακόπτη).

Μερικές μαχαιρωτές ασφάλειες έχουν, αντί ενδεικτικού λειτουργίας τους, ένα στέλεχος που μετακινείται όταν καεί το τηκτό (striker) και προκαλεί την πτώση του αυτόματου διακόπτη, ώστε να προκληθεί τριπολική διακοπή της τροφοδοτήσεως μόλις λειτουργήσει η μια ασφάλεια.

γ) Πυκνωτές διορθώσεως του συντελεστή ισχύος.

Η ισχύς την οποία απορροφά μια εγκατάσταση, είναι:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \text{ συνφ}$$

όπου U η πολική τάση σε V , I το ρεύμα σε A και συνφ ο συντελεστής ισχύος, που είναι ίσος με το συνημίτονο της γωνίας φ που σχηματίζουν τα διανύσματα τάσεως και ρεύματος.

Όταν μια εγκατάσταση τροφοδοτεί μόνο συσκευές που έχουν αντιστάσεις (λάμπες πυρακτώσεως και θερμικές συσκευές) είναι συνφ = 1, και τότε η ισχύς είναι $P = \sqrt{3} U I$. Όταν όμως τροφοδοτεί και άλλου είδους συσκευές, όπως π.χ. κινητήρες, είναι συνφ < 1. Ένας κινητήρας, όταν λειτουργεί με το ονομαστικό φορτίο του έχει, ανάλογα με την κατασκευή του, συνφ = 0,85 – 0,95. Όταν όμως λειτουργεί χωρίς φορτίο ή με μικρό φορτίο, έχει συνφ = 0,2 – 0,3. Πολλοί κινητήρες λειτουργούν με φορτίο σημαντικά μικρότερο από το ονομαστικό τους. Ο ένας λόγος που συμβαίνει αυτό είναι ότι συχνά, για το φόβο της υπερφορτίσεως, εγκαθίστανται - λανθασμένα - κινητήρες μεγαλύτεροι απ' ότι χρειάζεται. Ο άλλος λόγος αφορά τους κινητήρες που λειτουργούν με πολύ μεταβαλλόμενο φορτίο. Π.χ. μια πριονοκορδέλα μπορεί να χρειάζεται την πλήρη ισχύ του κινητήρα της, όταν κόβει ένα χοντρό και σκληρό ξύλο, ενώ χρησιμοποιεί ένα μικρό μέρος της ισχύος του, όταν κόβει λεπτά και μαλακά ξύλα ή στους νεκρούς χρόνους που δεν κόβει τίποτε.

Σε μια εγκατάσταση με πολλές συσκευές καταναλώσεως ο συντελεστής ισχύος είναι ένας μέσος όρος των συντελεστών ισχύος των διαφόρων συσκευών.

Όσο μικρότερο είναι το συνφ, τόσο είναι μεγαλύτερο το ρεύμα που απορροφά η εγκατάσταση για ορισμένη ισχύ και ενέργεια που καταναλώνει. Το μεγαλύτερο όμως ρεύμα προκαλεί και μεγαλύτερες απώλειες στα δίκτυα της ΔΕΗ. (Οι απώλειες είναι η ποσότητα ενέργειας που μετατρέπεται σε θερμότητα, καθώς το ρεύμα περνά από τους αγωγούς και τους μετασχηματιστές των δικτύων. Η ισχύς των απωλειών είναι $I^2 \cdot R$, όπου R η ωμική αντίσταση των στοιχείων του δικτύου). Γι' αυτό η ΔΕΗ, στους καταναλωτές μεγάλης ισχύος, εκτός από την ενέργεια μετρά και το μέσο συντελεστή ισχύος κατά τη διάρκεια κάθε μήνα και τους επιβαρύνει με ένα πρόσθετο χρηματικό ποσό που είναι τόσο μεγαλύτερο, όσο μικρότερος είναι ο συντελεστής ισχύος. Δεν υπάρχει επιβάρυνση, αν είναι συνφ $\geq 0,85$.

Για να μην υπάρχει αυτή η επιβάρυνση, αρκεί να βελτιωθεί ο συντελεστής ισχύος, με τον οποίο λειτουργεί η εγκατάσταση. Αυτό είναι δυνατόν να γίνει με την προσθήκη καταλλήλων πυκνωτών. Αφού δηλαδή οι κινητήρες αποτελούν ένα φορτίο με επαγωγικό χαρακτήρα, το αποτέλεσμα αυτής της ιδιότητάς τους μπορεί να αντισταθμισθεί με τη χρησιμοποίηση πυκνωτών, που είναι χωρητικά φορτία. Στο σχήμα 9.11γ βλέπομε το διανυσματικό διάγραμμα τάσεως και ρεύματος που δείχνει

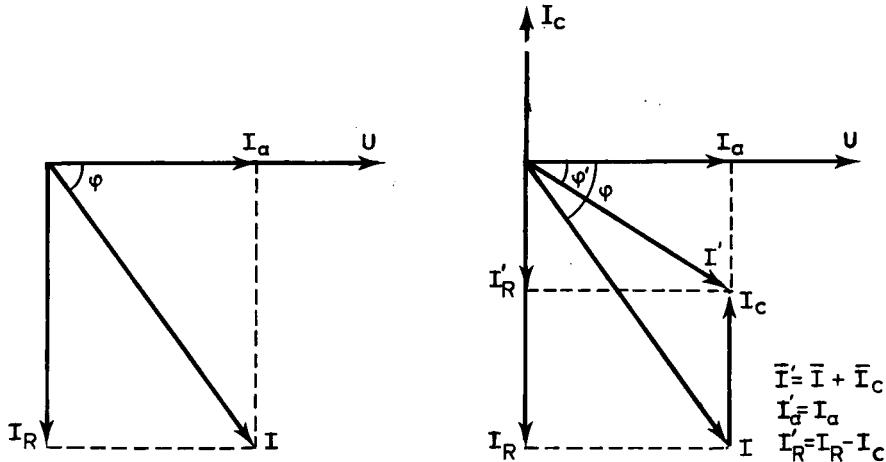
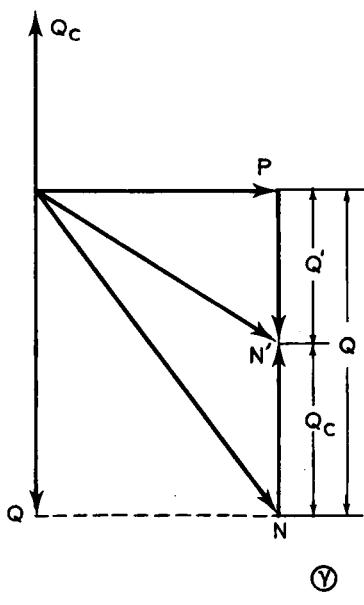


Diagram showing three vectors originating from the same point: I'_a (horizontal), I'_R (vertical downwards), and I'_c (diagonal upwards). The angle between I'_a and I'_c is φ' . The angle between I'_a and I is φ .

$I'_a = I_a$
 $I'_R = I_R - I'_a$
 $I'_c = I_a(\cos \varphi - \cos \varphi')$



P : Ενεργός ισχύς
 Q : Άεργος ισχύς χωρίς πυκνωτές
 Q' : Άεργος ισχύς με πυκνωτές
 Q_c : Άεργος ισχύς πυκνωτών
 N : Φαινομένη ισχύς χωρίς πυκνωτές
 N : Φαινομένη ισχύς με πυκνωτές
 Q_c : $P(\cos \varphi - \cos \varphi')$

Σχ. 9.11γ.

Διόρθωση συνφ με πυκνωτές. Διανυσματικά διαγράμματα:

- α: τάσεως - εντάσεως χωρίς πυκνωτές. β: τάσεως - εντάσεως με πυκνωτές.
γ: Ενεργούς, άεργης και φαινόμενης ισχύος με πυκνωτές.

πώς η τροφοδότηση πυκνωτών έχει ως αποτέλεσμα να γίνεται μικρότερη η γωνία φ και να μειώνεται το ρεύμα. (Το ρεύμα μετά την τροφοδότηση των πυκνωτών είναι ίσο με το διανυσματικό άθροισμα του ρεύματος χωρίς πυκνωτές και του ρεύματος των πυκνωτών). Οι πυκνωτές που χρησιμοποιούμε είναι βέβαια τριφασικές συστοιχίες πυκνωτών που είναι συνδεδεμένοι είτε "κατ' αστέρα" είτε "κατά τρίγωνο". Τα μεγέθη των πυκνωτών που χρησιμοποιούμε για τη διόρθωση του συντελεστή ισχύος δεν τα εκφράζουμε με τη χωρητικότητά τους (σε F ή μF), αλλά με την ισχύ τους, και επειδή αυτή είναι άεργη ισχύς, εκφράζεται σε kVAR. Στο διανυσματικό διάγραμμα είναι εξυπηρετικότερο αντί της τάσεως και του ρεύματος να χρησιμοποιούμε τις ισχύες, την πραγματική (σε kW), τη φαίνομένη (σε kVA) και την άεργη (σε kVAR). Η ισχύς των πυκνωτών, που χρειάζεται για τη διόρθωση του συντελεστή ισχύος, είναι:

$$Q_c = P \text{ (εφφ} - \text{εφφ}_1\text{)}$$

όπου Q_c : η απαιτούμενη ισχύς πυκνωτών (kVAR)

P: η πραγματική ισχύς (kW)

φ: η γωνία χωρίς πυκνωτές

φ₁: η επιθυμητή γωνία μετά τη διόρθωση

Συνήθως επιδιώκουμε να έχομε, μετά τη διόρθωση, συνφ = 0,85 ή συνφ = 0,9.

Όταν τα φορτία, με τα οποία λειτουργούν οι κινητήρες, είναι περιπου σταθερά, είναι πιο εξυπηρετικό να συνδέεται μαζί με κάθε κινητήρα και ο κατάλληλος πυκνωτής, ώστε να τροφοδοτείται όταν λειτουργεί ο κινητήρας και να διακόπτεται όταν σταματάει. Όταν τα φορτία των κινητήρων μεταβάλλονται πολύ, προτιμούμε να έχομε κεντρική εγκατάσταση πυκνωτών που είναι χωρισμένοι σε βαθμίδες, και μια διάταξη αυτοματισμού που τροφοδοτεί τόσες βαθμίδες όσες απαιτούνται για να έχομε τον επιθυμητό συντελεστή ισχύος.

Σημειώνομε, σχετικά με τους διακόπτες που χρησιμοποιούνται με τους πυκνωτές, ότι πρέπει να είναι ειδικής κατασκευής ή πρέπει να έχουν ονομαστικό ρεύμα αρκετά μεγαλύτερο από το ονομαστικό ρεύμα των πυκνωτών, επειδή η διακοπή του χωρητικού ρεύματος συνεπάγεται τη δημιουργία έντονου τόξου.

δ) Τροφοδότηση από εγκατάσταση παραγωγής που διαθέτει ο καταναλωτής.

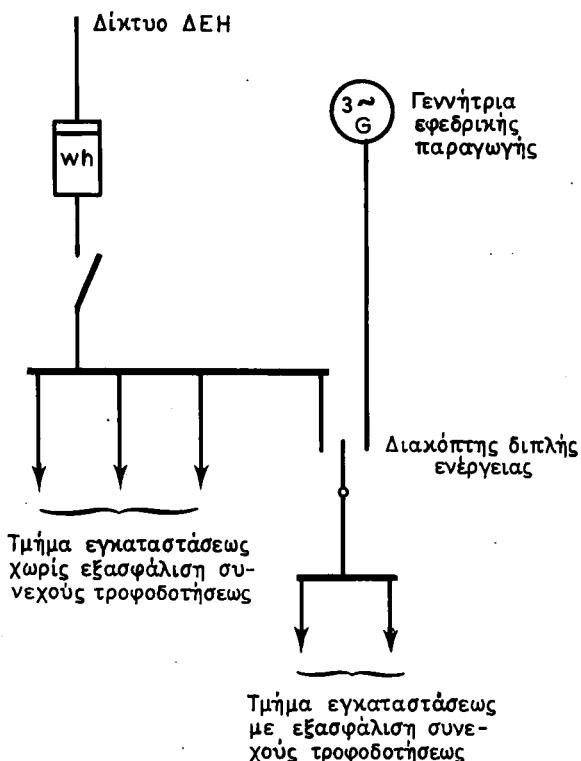
Ορισμένοι καταναλωτές, εκτός από την τροφοδότηση από το δίκτυο της ΔΕΗ, διαθέτουν και μια δική τους εγκατάσταση παραγωγής. Αυτό

συνήθως συμβαίνει, αν χρειάζεται να εξασφαλισθεί η συνεχής τροφοδότηση του συνόλου της ΕΗΕ ή ενός τμήματός της, ακόμα και όταν διακόπτεται η τροφοδότηση από το δίκτυο της ΔΕΗ. Για παράδειγμα, στα νοσοκομεία είναι απαραίτητο να εξασφαλίζεται η συνεχής τροφοδότηση, αν όχι του συνόλου της ΕΗΕ, τουλάχιστον ενός τμήματος, στο οποίο περιλαμβάνονται τα χειρουργεία και ορισμένες άλλες βασικές εγκαταστάσεις τους, καθώς και ο φωτισμός ασφαλείας. Γι' αυτό επιβάλλεται να υπάρχει εφεδρική γεννήτρια που κινείται από μια μηχανή Diesel ή από μια βενζινομηχανή.

Βασική απαίτηση, αναφορικά με τη σύνδεση της εγκαταστάσεως παραγωγής του καταναλωτή, αποτελεί η εξασφάλιση ότι, σε περίπτωση διακοπής της τροφοδοτήσεως του δικτύου της ΔΕΗ, δεν θα είναι δυνατόν να τροφοδοτηθεί αυτό από την εγκατάσταση παραγωγής του καταναλωτή. Κάτι τέτοιο θα συνεπαγόταν κινδύνους για το προσωπικό της ΔΕΗ που επεμβαίνει στα δίκτυα, μετά από μια βλάβη, για την επισκευή τους.

Η συνηθέστερη συνδεσμολογία γίνεται με τη βοήθεια ενός διακόπτη διπλής ενέργειας, όπως φαίνεται στο σχήμα 9.11δ. Κατά προτίμηση ο διακόπτης αυτός πρέπει να είναι τριπολικός, αν εφαρμόζεται ουδετέρωση και τετραπολικός αν εφαρμόζεται άμεση γείωση. (Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι όταν έχουμε άμεση γείωση, δεν αποκλείεται, κάτω από ορισμένες συνθήκες, ο ουδέτερος να έχει μια τάση προς τη γη. Αν χρησιμοποιούσαμε τριπολικό διακόπτη, ο ουδέτερος της ΕΗΕ θα ήταν μόνιμα συνδεδεμένος με τον ουδέτερο του δικτύου της ΔΕΗ). Σε ορισμένες περιπτώσεις υπάρχει διάταξη αυτοματισμού, που εξασφαλίζει ότι, αν διακοπεί η τροφοδότηση από το δίκτυο της ΔΕΗ, θα αρχίσει να λειτουργεί η εφεδρική γεννήτρια και ο διακόπτης διπλής ενέργειας θα "γυρίσει" προς την πλευρά της, ώστε να τροφοδοτηθεί από αυτήν το τμήμα της εγκαταστάσεως που πρέπει να εξακολουθήσει να τροφοδοτείται.

Σε ορισμένους χώρους πρέπει να εξασφαλίζεται ένας φωτισμός ασφαλείας. Για παράδειγμα, στις αίθουσες των κινηματογράφων επιβάλλεται, όταν διακοπεί η τροφοδότηση από το δίκτυο της ΔΕΗ, να παραμένουν αναμμένες οι ενδείξεις των εξόδων κινδύνου και συγχρόνως να ανάβουν ορισμένα φώτα στην αίθουσα και στους διαδρόμους, ώστε να μπορεί να βγει το κοινό, χωρίς να προκληθεί πανικός. Συνήθως η τροφοδότηση των ενδείξεων των εξόδων γίνεται από ένα κύκλωμα χαμηλής τάσεως (π.χ. 24 V), μέσω ενός μετασχηματιστή 220/24 V. Όταν υπάρχει διακοπή παροχής ρεύματος από το δίκτυο, το ίδιο κύκλωμα τροφοδοτείται από ένα συσσωρευτή (συστοιχία συσσωρευτών που δίνει



Σχ. 9.118.

Συνδεσμολογία ΕΗΕ καταναλωτή με εφεδρική εγκατάσταση παραγωγής.

την ίδια τάση με το δευτεύρον του μετασχηματιστή). Επίσης από τον ίδιο συσσωρευτή γίνεται και η τροφοδότηση του φωτισμού ασφαλείας της αίθουσας και των διαδρόμων. Η τροφοδότηση από το συσσωρευτή συνήθως γίνεται αυτομάτως. Στο Κεφάλαιο 11 θα δώσουμε ένα παράδειγμα τέτοιας διατάξεως. Ο συσσωρευτής διατηρείται φορτισμένος με τη βοήθεια κατάλληλου συστήματος φορτίσεως και πρέπει να έχει αρκετή χωρητικότητα (που εκφράζεται σε Ah - Αμπερώρια), ώστε να υπάρχει η δυνατότητα να διατηρηθεί σε λειτουργία ο φωτισμός ασφαλείας επί αρκετό χρονικό διάστημα.

Άλλη περίπτωση που ο καταναλωτής μπορεί να διαθέτει δική του εγκατάσταση παραγωγής είναι, αν έχει μια πηγή ενέργειας που θέλει να την αξιοποιήσει. Για παράδειγμα, στα διυλιστήρια πετρελαίου παράγονται ορισμένα υποπροϊόντα που μπορούν να καούν επιτόπου σε έναν ατμολέβητα και ο ατμός που παράγεται μπορεί να κινεί μια ή περισσότερες γεννήτριες. Στην περίπτωση αυτή, στην κανονική κατάσταση λει-

τουργίας η τροφοδότηση της ΕΗΕ γίνεται από την εγκατάσταση παραγωγής του καταναλωτή και το δίκτυο ΔΕΗ αποτελεί την εφεδρική τροφοδότηση. Πρόκειται για εγκαταστάσεις μεγάλης ισχύος και οι συνδέσεις γίνονται στη μέση τάση. Γι' αυτό δεν θα ασχοληθούμε περισσότερο με αυτές.

Μια ανάλογη περίπτωση αποτελούν οι καταναλωτές που εγκαθιστούν μια ανεμογεννήτρια για λόγους εξοικονομήσεως ενέργειας. Παρ' όλο ότι πρόκειται για εγκαταστάσεις πολύ μικρότερης ισχύος, σε σύγκριση με τις προηγούμενες, χαρακτηρίσαμε ανάλογη την περίπτωση με την έννοια ότι και αυτοί οι καταναλωτές έχουν μια πηγή ενέργειας που θέλουν να την αξιοποιήσουν. Η ανεμογεννήτρια παράγει ηλεκτρική ενέργεια όταν υπάρχει άνεμος και καλύπτει, στο σύνολο ή κατά ένα μέρος, τις ανάγκες του καταναλωτή, ενώ το υπόλοιπο των αναγκών συμπληρώνεται από το δίκτυο. Το ίδιοτυπο των ανεμογεννητριών έγκειται στο ότι αυτές μπορούν να λειτουργήσουν μόνο σε παράληλη σύνδεση με το δίκτυο. Αυτό εξασφαλίζει και την τήρηση της βασικής απαιτήσεως ότι το δίκτυο, όταν διακοπεί η κανονική τροφοδότησή του, δεν πρέπει να μπορεί να τροφοδοτηθεί από τη γεννήτρια του καταναλωτή. Τέτοιος κίνδυνος δεν υπάρχει με τις ανεμογεννήτριες, αφού, μόλις παύσει η τροφοδότηση από το δίκτυο, αυτές αποδιεγείρονται και παύουν να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια. Γι' αυτούς τους λόγους η σύνδεση μιας ανεμογεννήτριας γίνεται με μια απλή γραμμή, σαν να επρόκειτο για μια συσκευή καταναλώσεως. Τα όργανα προστασίας ορίζονται από τον κατασκευαστή της ανεμογεννήτριας.

Παρεμφερής με την περίπτωση των καταναλωτών με δική τους εγκατάσταση παραγωγής είναι εκείνη των καταναλωτών που τροφοδοτούνται από τα δίκτυα της ΔΕΗ με Μ.Τ. και έχουν δικό τους υποσταθμό (δηλαδή η ΕΗΕ περιλαμβάνει και τμήμα Υ.Τ.), αλλά έχουν και μια εφεδρική τροφοδότηση Χ.Τ. Η τροφοδότηση αυτή γίνεται από ένα δίκτυο ανεξάρτητο από την κανονική τροφοδότηση Μ.Τ., δηλαδή ένα δίκτυο Χ.Τ. που τροφοδοτείται από άλλη γραμμή Μ.Τ., ώστε να υπάρχει μικρή πιθανότητα σύγχρονης διακοπής των δύο παροχών. Η εφεδρική τροφοδότηση καλύπτει την περίπτωση βλάβης στο τμήμα Υ.Τ. της εγκαταστάσεως του καταναλωτή και, σε αρκετό βαθμό, την περίπτωση διακοπής της τροφοδοτήσεως Μ.Τ. από το δίκτυο της ΔΕΗ. Στις περιπτώσεις αυτές οι συνδέσεις είναι γενικά όμοιες με εκείνη του σχήματος 9.11δ, μόνο που τη θέση της κύριας τροφοδοτήσεως παίρνει ο υποσταθμός του καταναλωτή και τη θέση της εφεδρικής τροφοδοτήσεως παίρνει η τροφοδότηση από το δίκτυο Χ.Τ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ – ΕΛΕΓΧΟΙ – ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

10.1 Κατασκευή των ΕΗΕ.

Έχομε τονίσει πόσο σημαντική για την ικανοποιητική λειτουργία μιας ΕΗΕ είναι η επιμελημένη κατασκευή της. Πολλές ανωμαλίες που παρουσιάζονται κατά τη λειτουργία των ΕΗΕ οφείλονται, δυστυχώς, σε κακοτεχνίες. Προϋπόθεση για την καλή κατασκευή είναι η ευσυνειδησία και η σωστή κατάρτιση δύσων ασχολούνται με αυτό το έργο. Τα συνεργεία κατασκευής των ΕΗΕ πρέπει να αποτελούνται από αδειούχους τεχνίτες και βοηθούς τεχνίτες, καθώς και από μαθητευόμενους, οι οποίοι, μετά από ορισμένο χρονικό διάστημα, θα μπορέσουν να αποκτήσουν επαγγελματική άδεια. Η όλη εργασία πρέπει να εκτελείται υπό την άμεση εποπτεία του προσώπου που έχει αναλάβει υπεύθυνα την κατασκευή της ΕΗΕ.

Τις πρακτικές γνώσεις και την επιδεξιότητα που χρειάζεται κανείς, για να μπορεί να εκτελεί σωστά το έργο της κατασκευής των εγκαταστάσεων, αποκτά σε εκπαιδευτικά εργαστήρια και στην πράξη, με την καθοδήγηση ατόμων που έχουν γνώσεις και πείρα. Εδώ θα περιορισθούμε σε μια πολύ γενική περιγραφή των εργασιών κατασκευής των εγκαταστάσεων, με σκοπό να σημειώσουμε ορισμένα σημεία που θα πρέπει να προσεχθούν περισσότερο. Προηγουμένως θα αναφέρομε τα εργαλεία που συνήθως χρησιμοποιούνται.

10.2 Εργαλεία.

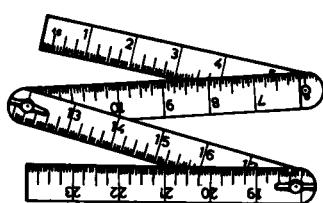
Στην κατασκευή των ΕΗΕ χρησιμοποιούνται συνήθως τα εργαλεία που απαριθμούνται στον πίνακα 10.2.1 και εικονίζονται στα αντίστοιχα σχέδια. Πάντως, σημειώνομε ότι αυτή η απαρίθμηση δεν σημαίνει ούτε ότι χρειάζονται απαραιτήτως όλα τα αναφερόμενα εργαλεία, ούτε ότι δεν μπορεί να χρειασθεί κανείς και μερικά άλλα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.2.1

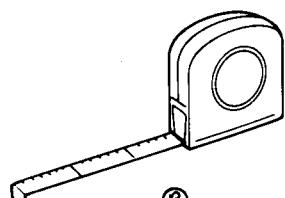
Εργαλεία που χρησιμοποιούνται στις εργασίες ΕΗΕ

a/a	Εργαλεία	Σχ.	Παρατηρήσεις
Γενικά			
1	Σκάλες		
2	Μέτρο	10.2α	Ξύλινο ή μεταλλικό
3	Νήμα στάθμης	10.2β	
4	Αλφάδι	10.2γ	
5	Πινέλα		Για αντιδιαβρωτικές επαλείψεις
Για εργασίες σε τοίχους			
6	Σφυρί	10.2δ	
7	Βαριοπούλα	10.2ε	
8	Καλέμι	10.2στ	
9	Βελόνι	10.2ζ	
10	Μυστρί	10.2η	
11	Σπάτουλα		
12	Δοχείο για παρασκευή γύψου		
Για εργασίες σε σωλήνες			
13	Σιδηροπρίσονο	10.2θ	Για χαλυβδοσωλήνες
14	Λίμες		
15	Βιδολόγοι	10.2ι	Για χαλυβδοσωλήνες
16	Σωληνομέγκενη	10.2ια	Για χαλυβδοσωλήνες
17	Σωληνοκάβουρας	10.2ιβ	
18	Κλειδί υδραυλικού (παπαγάλος)	10.2ιγ	
19	Πένσα υδραυλικού (γκαζοτανάλια)	10.2ιδ	
20	Κουρμπαδόρος	10.2ιε	

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.2.1 (συνέχεια)			
a/a	Εργαλεία	Σχ.	Παραπορήσεις
21	Κουρμποτανάλια	10.2ιστ	Για σωλήνες Μπέργκμαν
Για εργασίες σε αγωγούς και σε εξαρτήματα			
22	Κατσαβίδια - σταυροκατσάβιδα		
23	Δοκιμαστικό		
24	Πένσα	10.2ιζ	
25	Κόφτης	10.2ιη	
26	Μυτοτσίμπιδο	10.2ιθ	
27	Πλατυτσίμπιδο	10.2κ	
28	Απογυμνωτής καλωδίων (γδάρτης)	10.2κα	
29	Σουγιαδάκι		
30	Κλειδιά γερμανικά	10.2κβ	
31	Γαλλικό κλειδί	10.2κγ	
32	Ατσαλίνα	10.2κδ	
Μηχανήματα - εργαλεία και εξαρτήματά τους			
33	Ηλεκτροδρέπανο	10.2.κε	
34	Τρυπάνια - Διαμαντοτρύπανα		
35	"Πιστόλι" για ατσαλόκαρφα	10.2κστ	



(α)

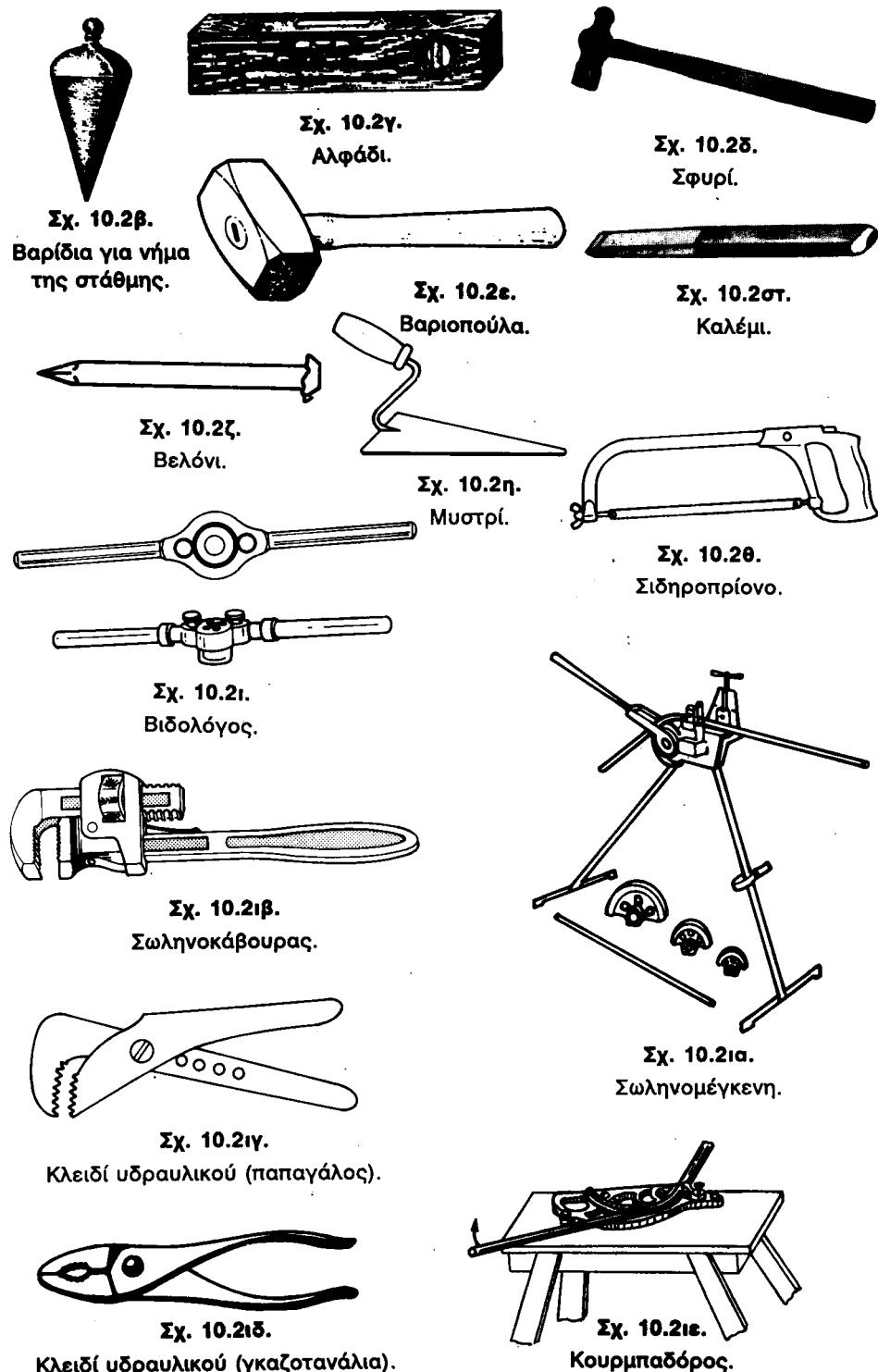


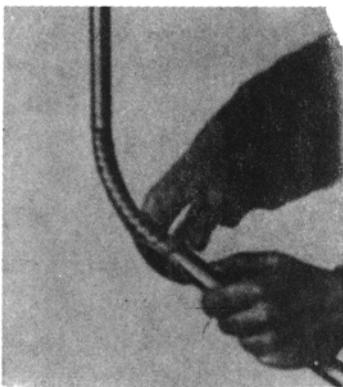
(β)

Σχ. 10.2α.

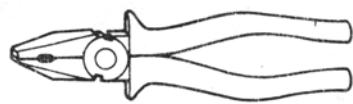
Μέτρο.

α) Ξύλινο. β) Μεταλλικό.

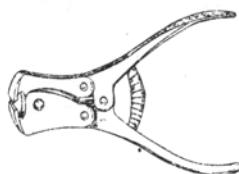




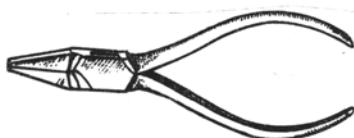
Σχ. 10.2ιστ.
Κουρμποτανάλια.



Σχ. 10.2ιζ.
Πένσα.



Σχ. 10.2ιη.
Κόφτης.



Σχ. 10.2κ.
Πλατυτσίμπιδο.



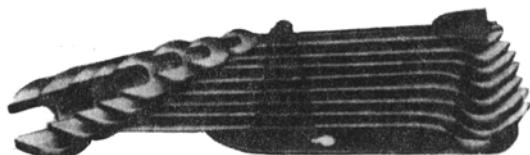
Σχ. 10.2ιθ.
Μιτοτσίμπιδο.



Σχ. 10.2κα.
Απογεύμνωτής καλωδίων (γδάρτης).



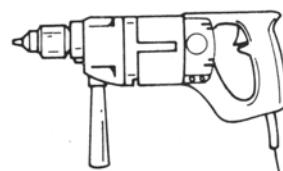
Σχ. 10.2κγ.
Γαλλικό κλειδί.



Σχ. 10.2κβ.
Κλειδιά γερμανικά (σειρά).



Σχ. 10.2κδ.
Ατσαλίνα.



Σχ. 10.2κε.
Ηλεκτροδράπανο.

**Σχ. 10.2κστ.****"Πιστόλι" για ατσαλόκαρφα.**

10.3 Κατασκευή των γραμμών. Τοποθέτηση των εξαρτημάτων.

Οι εργασίες κατασκευής της ΕΗΕ πρέπει να συντονισθούν με τις εργασίες κατασκευής του κτηρίου, εφόσον βέβαια πρόκειται για καινούριο κτήριο. Αλλά ακόμα και στην περίπτωση κατασκευής, τροποποιήσεως ή επεκτάσεως της ΕΗΕ σε προϋπάρχον κτήριο, αν πρόκειται να γίνουν δομικές εργασίες, όπως επισκευές επιχρισμάτων, βαψίματα κλπ., θα πρέπει να υπάρχει ένας συντονισμός.

Υπάρχουν μερικές εργασίες που πρέπει να γίνουν πριν από την εκτέλεση του κύριου μέρους της εγκαταστάσεως.

- Πρώτα πρώτα, βέβαια, αν πρόκειται να κατασκευασθεί θεμελιακή γείωση, αυτή γίνεται αμέσως μετά τις εκσκαφές, πριν από την έναρξη των κυρίων οικοδομικών εργασιών.
- Μερικές φορές χρειάζεται να περάσουν γραμμές μέσα από κατασκευές από τσιμέντο (δοκάρια, πλάκες, ολόσωμοι τοίχοι). Γι' αυτό πρέπει να προβλεφθούν κατάλληλοι χαλυβδοσωλήνες, που θα τοποθετηθούν, συγχρόνως ή αμέσως μετά τον οπλισμό, πριν χυθεί το σκυρόδεμα.
- Τέλος, αν χρειάζεται να γίνουν εσοχές, για να τοποθετηθεί ο πίνακας διανομής ή ο μετρητής (περίπτωση που ο μετρητής τοποθετείται στο εξωτερικό του κτηρίου, σε ειδικό "ντουλαπάκι"), καλό είναι να δημιουργηθούν αυτές οι εσοχές στο στάδιο που κτίζονται τα τούβλα, ώστε να μη χρειασθεί αργότερα το σπάσιμο των ετοίμων τοίχων.

Σχετικά με τις κύριες εργασίες κατασκευής της εγκαταστάσεως πρέπει να έχομε υπόψη τα ακόλουθα, αναφορικά με το συσχετισμό τους προς τις οικοδομικές εργασίες.

- Αν πρόκειται οι γραμμές να γίνουν με πεπλατυσμένα καλώδια (τύπου NYIFY), αυτά στερεώνονται στους τοίχους κατευθείαν επά-

νω στα τούβλα, πριν από την κατασκευή των επιχρισμάτων. Το ίδιο μπορεί να γίνει και με τα στρογγυλά καλώδια (όπως τα τύπου A05VV), για τα οποία όμως χρειάζεται να δημιουργηθεί ένα μικρό "λούκι" στα τούβλα, επειδή το πάχος του επιχρίσματος δεν είναι αρκετό για να καλύψει τα καλώδια.

- Για την τοποθέτηση, σε χωνευτή εγκατάσταση, των κουτιών διακλαδώσεως και των κουτιών, στα οποία θα τοποθετηθούν οι διακόπτες και οι ρευματοδότες, χρειάζεται να έχουν τοποθετηθεί οι "κάσες" για τις εσωτερικές πόρτες και να έχει γίνει το "χονδρό" επίχρισμα ή να έχουν γίνει οι οδηγοί του επιχρίσματος, ώστε τα κουτιά να τοποθετηθούν στο κατάλληλο βάθος και το εμπρόσθιο μέρος τους να "έλθει πρόσωπο" με το "ψιλό" επίχρισμα.
- Η τοποθέτηση των χωνευτών σωλήνων γίνεται όταν έχει γίνει το "χονδρό" επίχρισμα, στο οποίο ανοίγονται "λούκια". Το ίδιο μπορεί να γίνει και για τα στρογγυλά καλώδια (όπως τύπου A05VV), όταν τοποθετούνται χωνευτά. Μετά την τοποθέτηση των σωλήνων ή των καλωδίων και των κουτιών γίνεται το "ψιλό" επίχρισμα.
- Οι ορατές γραμμές τοποθετούνται μετά τα επιχρίσματα. Στην περίπτωση όμως ορατής εγκαταστάσεως χαλυβδοσωλήνων με στηρίγματα αποστάσεως, αν γίνεται επίχρισμα σε δύο "χέρια", είναι προτιμότερο να τοποθετηθούν τα στηρίγματα μετά το "χονδρό" επίχρισμα, ώστε με το "ψιλό" να λειανθεί η περιοχή γύρω από κάθε στήριγμα.

Πριν από την έναρξη τοποθετήσεως των γραμμών και των εξαρτημάτων, χρειάζεται να γίνει το "σημάδεμα" στους τοίχους, με βάση το σχέδιο της εγκαταστάσεως. Στο σάδιο αυτό πρέπει να έχομε υπόψη τα ακόλουθα:

- Όλες οι γραμμές πρέπει να είναι ή οριζόντιες ή κατακόρυφες. Λοξές γραμμές είναι δυνατόν να τοποθετηθούν μόνο κατ' εξαίρεση, π.χ. κάτω από σκάλες.
- Στις χωνευτές εγκαταστάσεις δεν πρέπει να υπάρχουν "τυφλά σημεία", δηλαδή η διαδρομή των γραμμών πρέπει να γίνεται αντιληπτή από τη θέση των κουτιών διακλαδώσεως, των διακοπών και των ρευματοδοτών, όπως έχουμε αναφέρει και στην παράγραφο 9.9, για την αποφυγή κινδύνων μηχανικών βλαβών. Γι' αυτό το λόγο ενδεχομένως να χρειασθεί να τοποθετηθούν ορισμένα πρόσθετα κουτιά διακλαδώσεως, ακόμη και αν δεν πρόκειται να γίνει μέσα σ' αυτά καμιά διακλάδωση. Στο θέμα της αποφυγής κινδύνων μηχανικής βλάβης θα επανέλθομε στη συνέχεια.

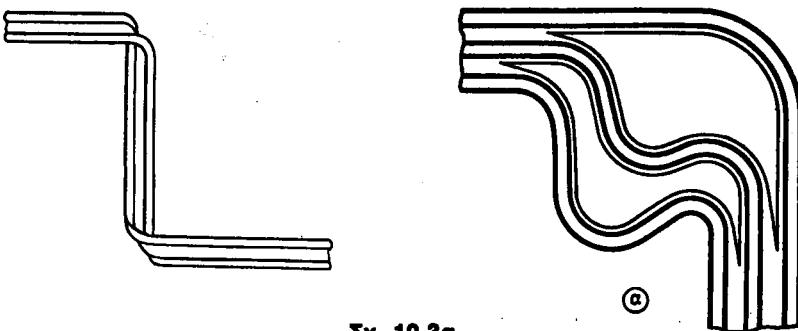
- Στις εγκαταστάσεις με σωλήνες πρέπει να τοποθετηθούν κουτιά διακλαδώσεως και σε όσα σημεία αυτό θα χρειασθεί για να διευκολυνθεί το πέρασμα των αγωγών. Γι' αυτό σε μεγάλες ευθυγραμμίες, πάνω από 6 ή 7 m, πρέπει να τοποθετούνται ενδιάμεσα κουτιά. Επίσης, όπου μια γραμμή περνάει από ένα δωμάτιο σ' ένα άλλο, πρέπει να τοποθετείται ένα κουτί σε απόσταση 20-30 cm από το διαχωριστικό τοίχο.
- Οι οριζόντιες γραμμές συνήθως τοποθετούνται 40-50 cm κάτω από το ταβάνι. Αν δεν υπάρχει διαφορετική ένδειξη στο σχέδιο, οι ρευματοδότες τοποθετούνται σε ύψος 30-50 cm και οι διακόπτες σε ύψος 1,00-1,20 m από το δάπεδο. Τα ύψη αυτά αναφέρονται ενδεικτικά· πάντως καλό είναι να διατηρηθούν τα ίδια ύψη σ' όλη την εγκατάσταση, εκτός βέβαια από εκείνες τις θέσεις, όπου υπάρχει ιδιαίτερος λόγος να τοποθετηθεί ένας διακόπτης ή ένας ρευματοδότης σε διαφορετικό ύψος. Οι πίνακες διανομής πρέπει να τοποθετηθούν σε τέτοιο ύψος, ώστε ο γενικός διακόπτης να είναι εύκολα προσιτός, δηλαδή σ' ένα ύψος περίπου 1,50-1,60 m από το δάπεδο. Δεν πειράζει να τοποθετηθεί και χαμηλότερα, προκειμένου να είναι προσιτά και τα άλλα όργανα του πίνακα, όπως οι μικροσαύτόματοι, που δεν θα έπρεπε να είναι ψηλότερα από 1,70 m ή το πολύ 1,80 m από το δάπεδο. Επειδή η ΕΗΕ κατασκευάζεται συνήθως όταν ακόμη δεν έχουν αποπερατωθεί τα δάπεδα, πρέπει να προσέχουμε να λάβομε υπόψη την τελική στάθμη του δαπέδου.
- Το σημάδεμα των γραμμών γίνεται συνήθως με ένα τεντωμένο νήμα εμποτισμένο με χρώμα υγρό ή βυθισμένο σε σκόνη, που το στερεώνομε στα δύο άκρα του. Όταν το τραβήξουμε, περίπου από τη μέση του, και στη συνέχεια το αφήσουμε, αυτό χτυπά στον τοίχο και αφήνει το αποτύπωμά του. Πρέπει να προσέξουμε, για τις οριζόντιες γραμμές, τα δύο άκρα να είναι ακριβώς στο ίδιο ύψος. Αυτό το πετυχαίνομε μετρώντας την απόσταση από το ταβάνι· αλλιώς χρησιμοποιούμε αλφάδι. Για τα κατακόρυφα τμήματα χρησιμοποιούμε νήμα της στάθμης. Τα φωτιστικά σημεία, αν δεν υπάρχει διαφορετική ένδειξη, τα τοποθετούμε στο κέντρο του δωματίου, που το βρίσκομε ως τομή των διαγωνίων του.

Σχετικά με την κατασκευή των γραμμών και την τοποθέτηση των εξαρτημάτων αναφέρομε τα ακόλουθα:

- Στις χωνευτές γραμμές πρέπει, όπως έχουμε ήδη αναφέρει, να δώσουμε ιδιαίτερη προσοχή στην αποφυγή κινδύνου από μηχανι-

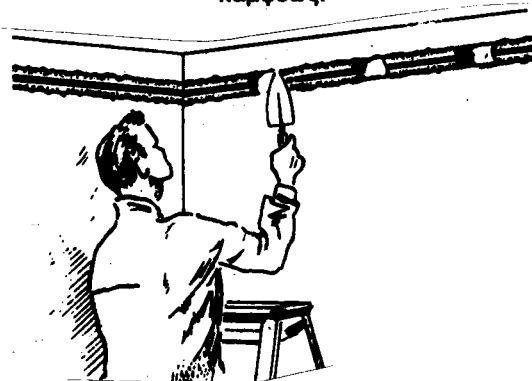
κές βλάβες. Επειδή υπάρχει η συνήθεια σε ορισμένους χώρους να καλύπτονται τα κουτιά διακλαδώσεως κατά το "ψιλό" επίχρισμα ή το "σπατουλάρισμα" των τοίχων ή με την τοποθέτηση ξύλινης επενδύσεως ή ταπετσαρίας, πρέπει, αν πρόκειται να γίνει κάτι τέτοιο, δσες κατακόρυφες γραμμές δεν καταλήγουν σε διακόπτη ή σε ρευματοδότη, να τοποθετούνται σε χαλυβδοσωλήνα. Θέσεις με αυξημένο κίνδυνο πρέπει να θεωρήσομε ότι είναι τα σημεία κοντά στα παράθυρα, εκεί όπου είναι πιθανό να ανοιχθούν τρύπες για να στερεωθούν τα κουρτινόδυλα. Στις θέσεις αυτές, αν πρέπει να περάσουν γραμμές και η ύπαρξή τους δεν θα γίνεται εύκολα αντιληπτή εξαιτίας της καλύψεως των κουτιών διακλαδώσεως, καλό είναι να τοποθετηθούν χαλυβδοσωλήνες. Επίσης χαλυβδοσωλήνες πρέπει να τοποθετούνται, τοπικά, στο κατακόρυφο πέρασμα δαπέδων, τουλάχιστον 20 cm επάνω και κάτω από το δάπεδο.

- Τα πεπλατυσμένα καλώδια (τύπου NYIFY) πρέπει να στερεώνονται στους τοίχους, κατά τρόπο που να μην υπάρχει κίνδυνος να προκληθεί βλάβη στη μόνωσή τους. Γι' αυτό το σκοπό μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ειδικά πλαστικά στηρίγματα που στερεώνουν το καλώδιο συγκρατώντας το στο σημείο της εγκοπής που υπάρχει κατά μήκος του μεταξύ των πόλων. Η ίδια εγκοπή διευκολύνει και το διαχωρισμό των πόλων. Το κάρφωμα των καλωδίων απ' ευθείας με ατσαλόκαρφα καλό θα ήταν να αποφεύγεται, έστω και αν τα τελευταία είναι εφοδιασμένα με ροδέλες, επειδή θα ήταν δυνατό να προκληθεί βλάβη στις μονώσεις. Αν πάντως χρησιμοποιηθεί αυτός ο τρόπος στερεώσεως, θα πρέπει η εργασία να γίνει πολύ προσεκτικά, ακριβώς για να μην πάθουν βλάβη οι μονώσεις. Η κάμψη των καλωδίων γίνεται όπως στο σχήμα 10.3a.
- Η στερέωση σωλήνων και καλωδίων μέσα στα "λούκια" γίνεται με γύψο (σχ. 10.3β) ανά διαστήματα. Οι χαλυβδοσωλήνες δε πρέπει να στερεώνονται με γύψο, επειδή αυτός προκαλεί τη διάβρωσή τους.
- Στα στρογγυλά καλώδια (π.χ. τύπου A05VV), είτε χωνευτά είτε ορατά, δεν πρέπει να γίνονται πολύ απότομες γωνίες, επειδή αυτό καταπονεί τη μόνωσή τους. Η ακτίνα καμπυλότητας δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 6 φορές τη διάμετρό τους.
- Οι σωλήνες δεν πρέπει να έχουν απότομες καμπύλες, πράγμα που θα δυσκόλευε το πέρασμα των αγωγών. (Γι' αυτό το λόγο οι γωνίες και τα T των χαλυβδοσωλήνων έχουν πλευρικό άνοιγμα). Αν χρειασθεί, για κάποιο λόγο, απότομη αλλαγή διευθύνσεως σε άλλους είδους σωλήνες, μπορούμε να τοποθετήσουμε ένα κουτί διακλαδώσεως.



Σχ. 10.3α.

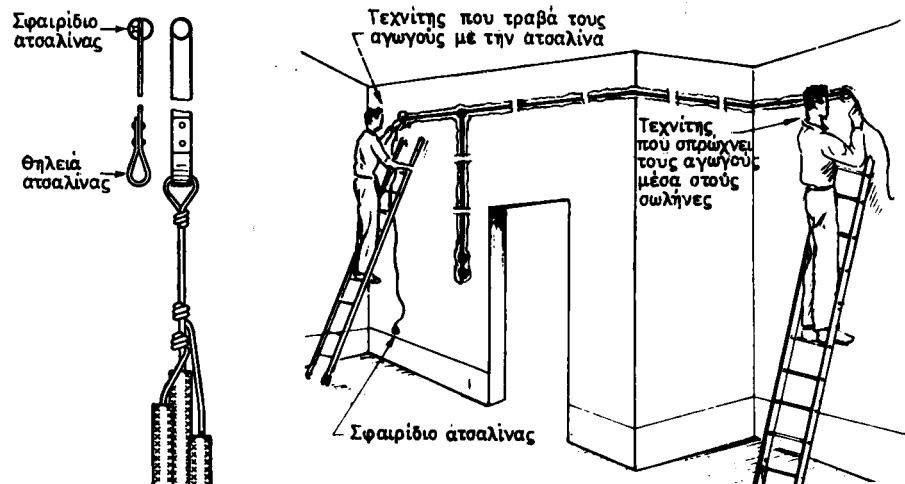
Κάμψη πεπλατυσμένων καλωδίων τύπου NYIFY. α) Τρόπος κάμψεως επιπέδων καλωδίων για την αποφυγή δημιουργίας υπερβολικού εξογκώματος στο σημείο της κάμψεως.



Σχ. 10.3β.

Στερέωση σωλήνα ή καλωδίου με γύψο.

- Σε ορατές γραμμές με χαλυβδοσωλήνες, επειδή συνήθωσ οι τρύπες των κουτιών είναι πιο έξω από όσο απέχουν οι σωλήνες από τον τοίχο, πρέπει να γίνονται δύο ελαφρές κάμψεις του σωλήνα (ένα πολύ ανοικτό S), ώστε ο σωλήνας να αποκτήσει την απόσταση που χρειάζεται από τον τοίχο.
- Τα σημεία, όπου έχει ανοιχθεί σπείρωμα στο χαλυβδοσωλήνα (άρα έχει αφαιρεθεί η εξωτερική προστατευτική επάλειψη), πρέπει να βάφονται με μίνιο ή άλλο αντιδιαβρωτικό, για να μη σκουριάσουν.
- Οι χαλυβδοσωλήνες δεν πρέπει να εξέχουν στο εσωτερικό των κουτιών και δεν πρέπει να έχουν κοφτερές άκρες, που θα μπορούσαν να προκαλέσουν βλάβη στις μονώσεις των αγωγών. Τέτοιες ανώμαλες άκρες μπορεί να έχουν δημιουργηθεί κατά το κόψιμο του χαλυβδοσωλήνα με το σιδηροπρίονο. Γι' αυτό πρέπει να λιμάρονται.



Σχ. 10.3γ.

Τράβηγμα αγωγών μέσα στους σωλήνες.

- Το πέρασμα των αγωγών μέσα στους σωλήνες πρέπει να γίνεται κατά τρόπο που να μην προκληθεί βλάβη στις μονώσεις τους. Στο τράβηγμα των αγωγών, που γίνεται αφού αυτοί έχουν δεθεί στην ατσαλίνα, πρέπει ένα άτομο να τραβά, ενώ ένα δεύτερο να βοηθάει, οδηγώντας και προωθώντας τους αγωγούς, στο σημείο εισόδου τους στο σωλήνα (σχ. 10.3γ).
- Στις θέσεις, όπου πρόκειται να τοποθετηθούν κρεμαστά φωτιστικά σώματα, πρέπει δίπλα στο σημείο εξόδου του καλωδίου από το ταβάνι, να τοποθετείται ένας γάντζος για να προσδεθεί σ' αυτόν το φωτιστικό σώμα ή το εύκαμπτο καλώδιο, ώστε να μην κρεμασθεί από το συνδετήρα (κλέμενς).
- Στις χωνευτές εγκαταστάσεις τα κουτιά των διακοπών και των ρευματοδοτών πρέπει να κλεισθούν (συνήθως με χαρτιά) για να μη μπει μέσα τους το υλικό του επιχρίσματος. Τα εξαρτήματα πρέπει να τοποθετηθούν μετά και από τα βαφίματα, ώστε να μείνουν καθαρά, αλλά και για να βαφεί ο τοίχος γύρω από το κουτί.

10.4 Κατασκευή των συνδέσεων των γειώσεων. Ισοδυναμικές συνδέσεις.

Η σύνδεση του αγωγού γειώσεως προς το σωλήνα ή τη ράβδο που αποτελεί το τεχνητό ηλεκτρόδιο γειώσεως, ή προς το σωλήνα υδρεύσεως, αν η γειώση γίνεται με σύνδεση προς αυτόν, πρέπει να ξεσφαλίζει μια πολύ καλή επαφή και να αποκλείει τη διάβρωση. Το περιλαίμιο (κολάρο) αποτελείται από ορειχάλκινο ή χαλύβδινο επιψευδαργυρωμέ-

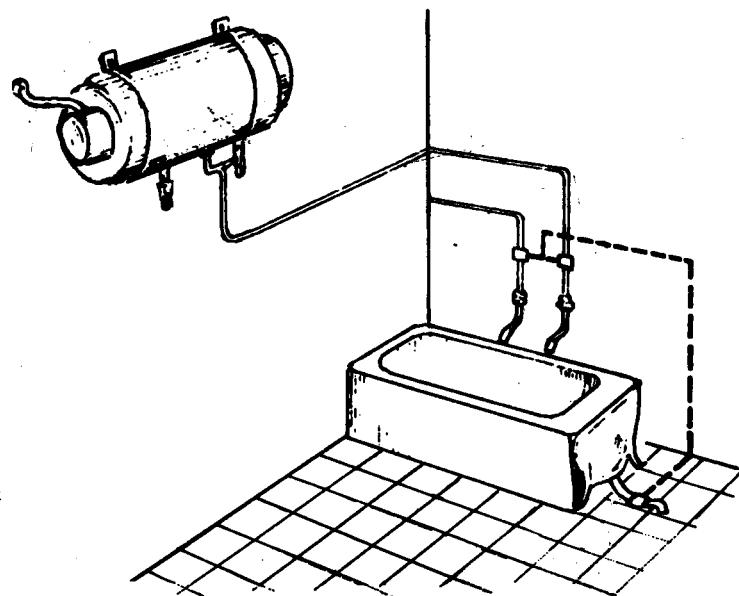
νο έλασμα. Αν δεν υπάρχει κίνδυνος διαβρώσεως, πρέπει να έχει πλάτος 25 mm και πάχος 1 mm. Αν υπάρχει κίνδυνος διαβρώσεως, πρέπει να έχει πλάτος 50 mm και πάχος 2 mm. Η σύσφιγξη στα περιλαίμια πλάτους 25 mm πρέπει να γίνεται με 2 βίδες και στα περιλαίμια πλάτους 50 mm με 4 βίδες. Ο σωλήνας πρέπει να έχει καθαρισθεί καλά πριν από την τοποθέτηση του περιλαίμιου. Αν χρησιμοποιηθεί γι' αυτό το σκοπό γυαλόχαρτο, πρέπει να τριφθεί πάρα πολύ ελαφρά, ώστε να μην αφαιρεθεί το γαλβάνισμά του.

Κάθε σύνδεση που είναι μέσα στο έδαφος πρέπει, μόλις την κατασκευάσουμε, να την περάσουμε με μίνιο ή άλλο αντιδιαβρωτικό υλικό και να την καλύψουμε με πίσσα (με πισσωμένο καννάβι).

Τον υδρομετρητή πρέπει να τον γεφυρώσουμε με ένα γυμνό χάλκινό αγωγό, διατομής τουλάχιστον 16 mm², που θα τον συνδέσουμε στους σωλήνες προς τις δύο πλευρές του μετρητή. Η γεφύρωση αυτή έχει σκοπό να εξασφαλίσει ότι, αν χρειασθεί να αφαιρεθεί ο υδρομετρητής, θα είναι αδύνατον να εμφανισθεί μια τάση μεταξύ των σωλήνων, από τις δύο πλευρές του υδρομετρητή. Μια τέτοια τάση θα ήταν δυνατόν να εμφανισθεί, αφού ο σωλήνας υδρεύσεως του κτηρίου είναι συνδεδεμένος με τα εκτεθειμένα αγώγιμα μέρη, εξαιτίας κάποιας διαρροής στην εγκατάσταση, που είτε προϋπήρχε είτε μπορεί να συμβεί, κατά σύμπτωση, εκείνη τη στιγμή. Ακόμη και αν η τάση αυτή είναι μικρότερη από 50 V (οπότε είναι δυνατόν να μην έχει προκληθεί η διακοπή της από τα όργανα προστασίας), μπορεί να είναι επικίνδυνη, εξαιτίας των συνθηκών επαφής (βρεγμένα χέρια ή γενικά ένας χώρος όπου όλα μπορεί να είναι υγρά).

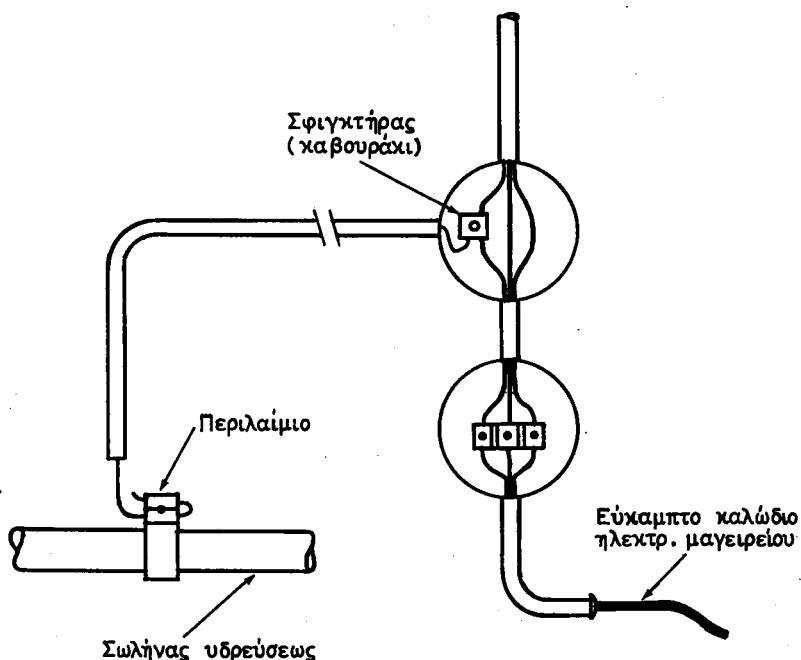
Στις κατοικίες ή γενικά όταν υπάρχει θερμοσίφωνας πρέπει να εκτελούμε μια ισοδυναμική σύνδεση. Το σώμα του θερμοσίφωνα, που είναι συνδεδεμένο με τον αγωγό προστασίας, το συνδέομε με τους σωλήνες κρύου και ζεστού νερού και με το σωλήνα της αποχετεύσεως, αν είναι μεταλλικός (σχ. 10.4a). Η σύνδεση γίνεται με ένα χάλκινο αγωγό διατομής τουλάχιστον 6 mm². Αν οι σωλήνες είναι χάλκινοι χρησιμοποιούμε ορειχάλκινα περιλαίμια. Αυτή η σύνδεση γίνεται, παρ' όλο που οι σωλήνες κρύου και ζεστού νερού είναι βιδωμένοι με το σώμα του θερμοσίφωνα, επειδή το υλικό που έχει χρησιμοποιηθεί για να εξασφαλισθεί η στεγανότητα (καννάβι ή ταινία teflon) είναι δυνατόν να διακόπτει την ηλεκτρική σύνδεση. Με αυτήν τη σύνδεση αποφεύγομε την εμφάνιση οποιασδήποτε τάσεως, π.χ. ανάμεσα στις δύο βρύσες ή μεταξύ αυτών και του σώματος του λουτήρα (μπανιέρας).

Μια δεύτερη ισοδυναμική σύνδεση πρέπει επίσης να εκτελούμε στις κατοικίες, κατά προτίμηση στο μαγειρείο. Η σύνδεση γίνεται μεταξύ του



Σχ. 10.4α.

Ισοδυναμική σύνδεση στο λουτρό κατοικίας.



Σχ. 10.4β.

Παράδειγμα τρόπου κατασκευής ισοδυναμικής συνδέσεως στο μαγειρείο κατοικίας.

αγωγού προστασίας και ενός σωλήνα υδρεύσεως. Μπορεί να γίνει όπως στο σχήμα 10.4β. Χρησιμοποιείται και εδώ ένας αγωγός διατομής τουλάχιστον 6 mm².

Εκτός από τις δύο αυτές υποχρεωτικές συνδέσεις συνιστάται να γίνονται και άλλες ισοδυναμικές συνδέσεις, μεταξύ των σωλήνων κρύου και ζεστού νερού και αποχετεύσεως (αν είναι μεταλλικοί), σε θέσεις π.χ. κάτω από νιπτήρες.

Σε εγκαταστάσεις, όπου η σύνδεση των γειώσεων γίνεται επάνω σε ένα έλασμα (ζυγό γειώσεων), όπως στην περίπτωση της θεμελιακής γειώσεως που αναφέραμε στην παράγραφο 9.10, την ισοδυναμική σύνδεση προς το σωλήνα της υδρεύσεως την πραγματοποιούμε με έναν αγωγό διατομής 16 mm² τουλάχιστον, που αρχίζει από αυτό το έλασμα. Στο ίδιο έλασμα συνδέονται και οι αγωγοί των ισοδυναμικών συνδέσεων των σωληνώσεων ζεστού νερού, κεντρικής θερμάνσεως, φωταερίου, πετρελαίου κλπ. Επίσης στην περίπτωση βιομηχανικών εγκαταστάσεων, συνδέονται στο ζυγό γειώσεως οι αγωγοί των διαφόρων μεταλλικών κατασκευών που ενδεχομένως υπάρχουν, όπως υπόστεγα, γερανογέφυρες κλπ.

Γενικά, πρέπει να επιδιώκεται η γεφύρωση, με ισοδυναμικές συνδέσεις, των εκτεθειμένων αγωγίμων μερών διαφόρων συσκευών ή μιας συσκευής και ενός γειωμένου μεταλλικού μέρους, εφόσον είναι συγχρόνως προσιτά. Στην πρώτη περίπτωση η διατομή του αγωγού της ισοδυναμικής συνδέσεως πρέπει να είναι ίση με τη μικρότερη από τις διατομές των αγωγών προστασίας των δύο συσκευών. Στη δεύτερη περίπτωση πρέπει να είναι τουλάχιστον ίση με το μισό της διατομής του αγωγού προστασίας της συσκευής.

10.5 Έλεγχοι - Μετρήσεις.

Έλεγχοι της ΕΗΕ, μετά την κατασκευή της γίνονται:

α) Από τον ίδιο τον κατασκευαστή της, για να βεβαιωθεί ότι έχει εκτελεσθεί σωστά η εγκατάσταση. Ο έλεγχος αυτός είναι δυνατόν να γίνεται και κατά τμήματα της εγκαταστάσεως, όταν αποπερατώνεται η κατασκευή τους.

β) Κατά την παράδοση - παραλαβή της εγκαταστάσεως από τον κατασκευαστή της προς εκείνον που του είχε αναθέσει την εκτέλεση της εγκαταστάσεως. Συνήθως τέτοιοι έλεγχοι γίνονται σε μεγάλες εγκαταστάσεις.

γ) Από τη ΔΕΗ, πριν από την ηλεκτροδότηση. Αυτός ο έλεγχος περιλαμβάνει λίγα μόνο σημεία της εγκαταστάσεως και σκοπό έχει να εξα-

κριβωθεί ότι η σύνδεση της εγκαταστάσεως στο δίκτυο δεν θα προκαλέσει κάποια ανωμαλία σ' αυτό.

Ο έλεγχος της εγκαταστάσεως, στις δύο πρώτες από τις παραπάνω περιπτώσεις, περιλαμβάνει την **οπτική επιθεώρηση** και τις **μετρήσεις**.

Η **οπτική επιθεώρηση** πραγματοποιείται για να εξακριβωθεί ότι:

- Τα υλικά που έχουν χρησιμοποιηθεί είναι σύμφωνα με τα αντίστοιχα πρότυπα (για όσα υλικά υπάρχουν πρότυπα).
- Η επιλογή των υλικών είναι η κατάλληλη για τις συνθήκες χρησιμοποίησεως και για τις συνθήκες του περιβάλλοντος.
- Η τοποθέτηση των υλικών έχει γίνει κατά τον προβλεπόμενο τρόπο.
- Δεν υπάρχουν ορατές βλάβες του υλικού.

Κατά την οπτική επιθεώρηση πρέπει να ελεγχθούν τα ακόλουθα σημεία:

- ‘Ότι έχουν τηρηθεί τα μέτρα προστασίας από άμεση επαφή, δηλαδή ότι δεν υπάρχουν προσιτά αγώγιμα μέρη που έχουν τάση προς τη γη.
- ‘Ότι έχουν τοποθετηθεί οι αγωγοί των απαιτουμένων διατομών.
- ‘Ότι έχουν επιλεγεί και ρυθμισθεί σωστά τα όργανα προστασίας.
- ‘Ότι έχουν τοποθετηθεί και συνδεθεί σωστά οι γειώσεις και έχουν πραγματοποιηθεί οι ισοδυναμικές συνδέσεις.
- ‘Ότι έχουν επιλεγεί και τοποθετηθεί στις θέσεις που πρέπει τα όργανα ελέγχου.
- ‘Ότι έχουν ληφθεί τα μέτρα προστασίας από εξωτερικές επιδράσεις και ιδιαίτερα τα μέτρα μηχανικής προστασίας.
- ‘Ότι οι συνδέσεις είναι ικανοποιητικές.
- ‘Ότι οι αγωγοί προστασίας και ο ουδέτερος έχουν τα σωστά χρώματα.
- ‘Ότι υπάρχουν κατάλληλες πινακίδες, όπου χρειάζεται να επισημανθούν διακόπτες κλπ.

Οι **μετρήσεις** είναι οι ακόλουθες:

- Έλεγχος της συνέχειας των αγωγών προστασίας και των ισοδυναμικών συνδέσεων. Συνιστάται να γίνει με ένα όργανο που παρέχει συνεχές ή εναλλασσόμενο ρεύμα, τάσεως μεταξύ 4 V και 24 V. (Συνήθως χρησιμοποιείται ένα ωμόμετρο, που είναι εφοδιασμένο με ένα ξηρό στοιχείο 4,5 V).
- Μέτρηση της αντιστάσεως μονώσεως. Πρέπει να μετρηθεί η αντίσταση μονώσεως:

Μεταξύ ενεργών αγωγών, διαδοχικά σε όλους τους συνδυασμούς ανά δύο. (Η μέτρηση αυτή προϋποθέτει ότι δεν έχουν συνδεθεί συσκευές καταναλώσεως).

Μεταξύ ενεργών αγωγών και της γης. (Κατά τη μέτρηση αυτή όλοι οι ενεργοί αγωγοί μπορούν να έχουν συνδεθεί μαζί και να μετρηθεί η αντίσταση της μονώσεως τους προς τη γη).

Η τάση, με την οποία πρέπει να γίνουν οι μετρήσεις και οι αντιστάσεις μονώσεως που πρέπει να βρεθούν κατ' ελάχιστον, δίδονται στον πίνακα 10.5.1 (Στον πίνακα η τάση της μετρήσεως αναφέρεται ως τάση δοκιμής, επειδή, εφαρμόζοντας αυτήν την τάση, δοκιμάζομε την αντοχή των μονώσεων. Οι αντιστάσεις μονώσεως εκφράζονται με ΜΩ - μεγκώμ - δηλαδή $10^6 \Omega$).

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.5.1		
Τάσεις δοκιμής και αντιστάσεις μονώσεως των ΕΗΕ (σύμφωνα με το πρότυπο IEC 364-6-61)		
Όνομαστική τάση κυκλώματος	Τάση δοκιμής συνεχούς ρεύματος (V)	Αντίσταση μονώσεως (ΜΩ)
Πολύ χαμηλή τάση ασφαλείας ⁽¹⁾	250	$\geq 0,25$
Μέχρι και 500 V (με εξαίρεση την προηγούμενη περίπτωση)	500	$\geq 0,5$
Μεγαλύτερη από 500 V	1000	$\geq 1,0$

(¹) Αφορά μόνο τα κυκλώματα, στα οποία αυτή η τάση χρησιμοποιείται ως μέθοδος προστασίας από τάσεις επαφής.

Η αντίσταση μονώσεως θεωρείται ικανοποιητική αν για κάθε κύκλωμα, και με τις συσκευές καταναλώσεως συνδεδεμένες, έχει τιμή τουλάχιστον ίση με αυτήν που δίδει ο πίνακας.

Οι μετρήσεις γίνονται με συνεχές ρεύμα. Χρησιμοποιείται είτε όργανο που περιλαμβάνει χειροκίνητη γεννήτρια (το όργανο αυτό λέγεται *megger*) είτε ηλεκτρονικό όργανο ελέγχου μονώσεων.

Στην περίπτωση που σε ένα κύκλωμα εφαρμόζεται προστασία με ηλεκτρικό διαχωρισμό (με μετασχηματιστή απομονώσεως), μετριέται η αντίσταση μονώσεως των ενεργών αγωγών αυτού του κυκλώματος προς τους ενεργούς αγωγούς των άλλων κυκλωμάτων καθώς και προς τη γη. Η μέτρηση γίνεται με συνδεδεμένες τις συσκευές καταναλώσεως στο κύκλωμα, στο οποίο εφαρμόζεται ο ηλεκτρικός διαχωρισμός.

Επίσης, έλεγχοι των ΕΗΕ πρέπει να εκτελούνται ανά διαστήματα, για να εντοπισθούν ενδεχόμενες βλάβες που έχουν προκληθεί με τον καιρό. Ο ΚΕΗΕ ορίζει ότι για τις κατοικίες θα πρέπει να γίνεται επανέλεγχός κάθε 14 χρόνια. Σε άλλους χώρους προβλέπει επανελέγχους σε συντομότερα χρονικά διαστήματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΔΕΚΑΤΟ

ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ

11.1 Γενικά.

Αυτόματη λέμε μια ενέργεια, όταν δεν απαιτείται ανθρώπινη επέμβαση για την εκτέλεσή της. Μια διάταξη που μπορεί να εκτελεί αυτόματες ενέργειες τη λέμε διάταξη αυτοματισμού ή απλά αυτοματισμό. Βέβαια, πάντα έχει προϋπάρχει μια σειρά από ανθρώπινες ενέργειες, αφού κάπιοις πρέπει να έχει κατασκευάσει, να έχει ρυθμίσει και να έχει βάλει σε λειτουργία τη διάταξη αυτοματισμού. Όμως από ένα σημείο και μετά η διάταξη αυτή μπορεί να εκτελεί κάτι, μικρό ή μεγάλο, μόνη της. Αυτοματισμοί δεν υπάρχουν μόνο ηλεκτρικοί. Παραδείγματα, πολύ απλά βέβαια, υπάρχουν πολλά. Ακόμα και το ελατήριο που κλείνει μια πόρτα, όταν την ανοίξομε και μετά την αφήσομε ελεύθερη, είναι ένας αυτοματισμός. Ο πλωτήρας (φλοτέρ) που σταματάει τη ροή του νερού σε μια δεξαμενή, όταν η στάθμη του νερού μέσα σ' αυτήν έχει φθάσει σ' ένα ορισμένο ύψος, είναι ένας αυτοματισμός. Το κουρδιστό ξυπνητήρι που το ρυθμίζομε σε μια συγκεκριμένη ώρα κι αυτό αρχίζει να χτυπά ένα κουδούνι, όταν φθάσει αυτή η ώρα, είναι επίσης ένα παράδειγμα αυτοματισμού. Φυσικά οι ηλεκτρικοί αυτοματισμοί έχουν πολύ περισσότερες δυνατότητες. Με τη χρήση ηλεκτρονικών στοιχείων οι δυνατότητες αυτές είναι πολλαπλάσιες, με την έννοια ότι τα ηλεκτρονικά στοιχεία επιτρέπουν τη διαμόρφωση διατάξεων αυτοματισμού που μπορούν να επιτελούν πολύπλοκες εργασίες. Με τα απλά ηλεκτρικά (όχι ηλεκτρονικά) στοιχεία, αν θέλαμε να κατασκευάσουμε διατάξεις που θα είχαν τη δυνατότητα να επιτελούν τις ίδιες πολύπλοκες εργασίες, θα χρειαζόταν να κατασκευάσουμε διατάξεις πολλαπλάσιες σε βάρος, όγκο και κόστος, σε σύγκριση με τις ηλεκτρονικές. Σήμερα ολόκληρα εργοστάσια, στα οποία εκτελούνται πολλές και πολύπλοκες εργασίες λειτουργούν με αυτοματισμούς με ηλεκτρονική ή και ψηφιακή τεχνολογία. Με τους αυτοματισμούς όλες οι εργασίες που έχουν επαναληπτικό

χαρακτήρα μπορούν και εκτελούνται φθηνότερα, ταχύτερα και πολλές φορές ακριβέστεραι. Έτσι η ανθρώπινη επί τόπου επέμβαση περιορίζεται στην επιτήρηση και στη ρύθμιση.

Η μελέτη της αναπτύξεως των συστημάτων αυτοματισμού αποτελεί ιδιαίτερο επιστημονικό κλάδο, ο οποίος στα τελευταία χρόνια έχει σημειώσει μια ραγδαία εξέλιξη. Αυτή η εξέλιξη έχει γίνει δυνατή χάρη στην πρόοδο της τεχνολογίας, που μπόρεσε να δημιουργήσει τα υλικά στοιχεία που αποτελούν τη βάση αυτών των συστημάτων, αλλά χάρη στις πολύ μεγάλες θεωρητικές έρευνες που έχουν παράλληλα γίνει.

Στις ΕΗΕ μας ενδιαφέρουν ορισμένοι πολύ απλοί αυτοματισμοί. Τους πιο συνηθισμένους απ' αυτούς θα περιγράψουμε στη συνέχεια. Μπορούν να λειτουργούν με 220 V ή με χαμηλότερη τάση, π.χ. 12 V ή 24 V. Η διαμόρφωση της διατάξεως του αυτοματισμού δεν είναι ουσιαστικά διαφορετική, ανάλογα με την τάση λειτουργίας.

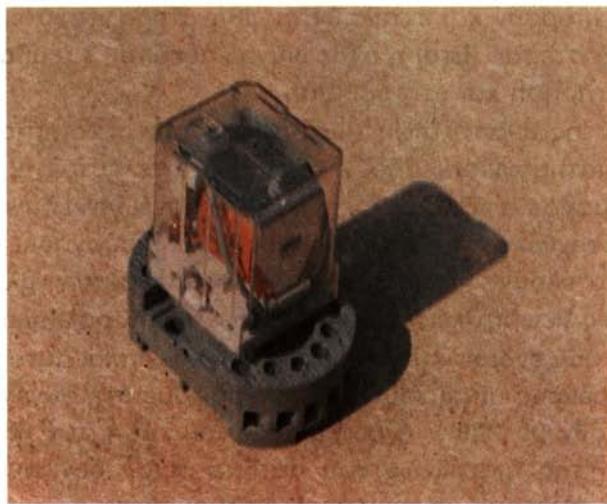
Πρώτα θα περιγράψουμε τα βασικά εξαρτήματα που χρησιμοποιούμε στις διατάξεις αυτοματισμού.

11.2 Ηλεκτρονόμοι.

'Ένας ηλεκτρονόμος (σχ. 11.2a, κοινή ονομασία relay, αγγλικά relay, γαλλικά relais, συντομογραφία H/N) αποτελείται από ένα μικρό ηλεκτρομαγνήτη, που, όταν το πηνίο του διαρρέεται από ρεύμα, έλκει τον οπλισμό του, ο οποίος κινεί μια ή περισσότερες επαφές. Όταν διακοπεί η τροφοδότηση του πηνίου του ηλεκτρομαγνήτη, ο οπλισμός και οι επαφές επανέρχονται στην αρχική τους θέση, με την επίδραση ενός ελατηρίου.

Λέμε ότι ο ηλεκτρονόμος έχει διεγερθεί, όταν ο ηλεκτρομαγνήτης έχει έλξει τον οπλισμό του. Όταν διακόψουμε το ρεύμα που τροφοδοτούσε το πηνίο, λέμε ότι ο ηλεκτρονόμος αποδιεγείρεται. Την κατάσταση, στην οποία βρίσκεται ο ηλεκτρονόμος όταν δεν τροφοδοτείται το πηνίο του, τη λέμε κατάσταση ηρεμίας. Όταν έχει διεγερθεί ο ηλεκτρονόμος, την κατάσταση στην οποία βρίσκεται τη λέμε κατάσταση διεγέρσεως ή, σπανιότερα, κατάσταση έργασίας.

Μια επαφή που είναι ανοικτή πριν από τη διέγερση του ηλεκτρονόμου και κλείνει όταν αυτός διεγερθεί, την ονομάζομε επαφή εργασίας. Επίσης την επαφή εργασίας τη λέμε και επαφή κανονικώς ανοικτή (normally open - N.O.). Μια επαφή που, αντίθετα από την προηγούμενη, είναι κλειστή όταν δεν διεγείρεται ο ηλεκτρονόμος και ανοίγει με τη διέγερσή του, την ονομάζομε επαφή ηρεμίας. Η ίδια επαφή λέγεται και



Σχ. 11.2α.
Ηλεκτρονόμος.

	Επαφή εργασίας	Επαφή ηρεμίας
Σύμβολα IEC		
Παλαιότερη σχεδίαση		

Σχ. 11.2β.
Γραφικά σύμβολα επαφών ηλεκτρονόμων.

επαφή κανονικώς κλειστή (normally closed - N.C.). Στο σχήμα 11.2β βλέπουμε τα σχετικά γραφικά σύμβολα. Συνδυασμός των δύο είναι η μεταγωγική επαφή, που αποτελείται από μια επαφή ηρεμίας και μια επαφή εργασίας με κοινό το ένα σημείο τους.

Στα σχέδια αυτοματισμών απεικονίζεται πάντοτε η κατάσταση ηρεμίας. Σε ένα σχέδιο, όπου υπάρχουν περισσότεροι ηλεκτρονόμοι, σημειώνομε τον καθέναν από αυτούς με ένα γράμμα. Συνηθίζεται να



Σχ. 11.2γ.
Επαφέας.

δίδεται κεφαλαίο γράμμα για το πηνίο και μικρά γράμματα για τις επαφές. Αν ένας ηλεκτρονόμος έχει πολλές επαφές, προστίθεται ένας αριθμητικός δείκτης για κάθε μια από αυτές. Π.χ. σε έναν ηλεκτρονόμο, Α είναι το πηνίο του και a_1, a_2, a_3, \dots οι επαφές του.

Οι επαφές ενός ηλεκτρονόμου έχουν μικρό σχετικά ονομαστικό ρεύμα. Για τον έλεγχο μεγαλυτέρων ρευμάτων χρησιμοποιούμε τους επαφείς (σχ. 11.2γ, αγγλικά contactors, γαλλικά contacteurs), που λέγονται και τηλεχειριζόμενοι διακόπτες. (Τους έχομε ήδη αναφέρει στο Κεφάλαιο 5. Σχετικά και τα σχήματα 5.1γ και 5.1δ). Με έναν επαφέα που έχει τρεις επαφές μπορούμε να ελέγχουμε τριφασικά φορτία. Το όριο μεταξύ των ηλεκτρονόμων και των επαφέων δεν είναι ορισμένο. Γι' αυτό τους επαφείς μερικοί τους ονομάζουν και αυτούς "ρελέ" ή "ρελέ ισχύος". Ενδεικτικά, και χωρίς αυτό να αποτελεί ορισμό, μπορούμε να θεωρήσουμε ότι οι ηλεκτρονόμοι έχουν επαφές με ονομαστικά ρεύματα μέχρι 10 Α το πολύ, ενώ για υψηλότερες τιμές του ονομαστικού ρεύματος πρέπει να μιλούμε για επαφείς. Πιο σωστός θα ήταν ο διαχωρισμός ανάλογα με τη λειτουργία που επιτελεί το όργανο. Ο ηλεκτρονόμος ελέγχει τα ρεύματα που τροφοδοτούν τα πηνία άλλων ηλεκτρονόμων ή επαφέων, ενώ ο επαφέας ελέγχει ρεύματα τροφοδοτήσεως συσκευών καταναλώ-

σεως. Το ίδιο θα μπορούσαμε να εκφράσουμε και ως εξής: Οι επαφές ενός ηλεκτρονόμου αποτελούν στοιχεία ενός κυκλώματος αυτοματισμού, ενώ οι επαφές ενός επαφέα είναι στοιχεία ενός κυκλώματος καταναλώσεως. 'Ενας επαφέας έχει συνήθως, εκτός από τις κύριες επαφές του, και μερικές βοηθητικές, μικρότερου ονομαστικού ρεύματος, που χρησιμοποιούνται στο κύκλωμα αυτοματισμού.

Αναφέρομε εδώ, για λόγους ενημερωτικούς, ότι οι ηλεκτρονόμοι διακρίνονται σε ηλεκτρονόμους μετρήσεως και σε βοηθητικούς ηλεκτρονόμους. 'Ένας ηλεκτρονόμος μετρήσεως, όταν από το πηνίο του περνάει ένα ρεύμα που είναι χαμηλότερο από ένα όριο, παραμένει στην κατάσταση ηρεμίας, ενώ όταν το ρεύμα ξεπεράσει αυτό το όριο, διεγείρεται. Βέβαια αυτό συμβαίνει και σε ένα βοηθητικό ηλεκτρονόμο, μόνο που αυτός δεν έχει μεγάλη ακρίβεια στο όριο διεγέρσεως του. Ο ηλεκτρονόμος μετρήσεως, αντίθετα, επειδή η κατασκευή του είναι πολύ πιο ακριβής, έχει ένα πολύ καθορισμένο όριο διεγέρσεως, το οποίο μάλιστα είναι ρυθμίσιμο. Οι διαφορές λοιπόν ενός ηλεκτρονόμου μετρήσεως από ένα βοηθητικό ηλεκτρονόμο είναι δύο: 'Ότι ο ηλεκτρονόμος είναι κατασκευασμένος με ακρίβεια, όπως τα όργανα μετρήσεως και ότι έχει δυνατότητα ρυθμίσεως του ορίου διεγέρσεως του. 'Ένας ηλεκτρονόμος μετρήσεως όπως αυτός που αναφέραμε παραπάνω, λέγεται ηλεκτρονόμος υπερεντάσεως, αφού διεγείρεται όταν το ρεύμα ξεπεράσει ένα όριο. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί π.χ. για να προκαλεί την πτώση ενός αυτόματου διακόπτη (ή, όπως λέμε, να δίνει την εντολή πτώσεώς του). Υπάρχουν ηλεκτρονόμοι μετρήσεως και για άλλα ηλεκτρικά μεγέθη, όπως υπάρχουν και τα αντίστοιχα όργανα μετρήσεως. 'Έτσι έχομε ηλεκτρονόμους τάσεως, συχνότητας κλπ.

Στη συνέχεια δεν θα ασχοληθούμε άλλο με τους ηλεκτρονόμους μετρήσεως. Θα μας απασχολήσουν μόνο οι βοηθητικοί ηλεκτρονόμοι, στους οποίους ή εφαρμόζομε μια τάση στο πηνίο τους και τότε διεγείρονται, ή διακόπτομε αυτήν την τάση και έτσι προκαλούμε την αποδιέγερσή τους.

11.3 Χρονικοί ηλεκτρονόμοι – Χρονοδιακόπτες.

Σε ορισμένους ηλεκτρονόμους το κλείσιμο των επαφών εργασίας ή το άνοιγμα των επαφών ηρεμίας δεν γίνεται μόλις τροφοδοτήσομε το πηνίο τους, αλλά με κάποια χρονική καθυστέρηση. Ο χρόνος από τη στιγμή εφαρμογής της τάσεως στο πηνίο μέχρι τη στιγμή αλλαγής της καταστάσεως των επαφών είναι ρυθμίσιμος. Σε όλη τη διάρκεια αυτού του χρόνου πρέπει να εξακολουθεί η τροφοδότηση του πηνίου. Αν

δηλαδή εφαρμόσουμε μια τάση στο πινίο, αλλά τη διακόψιμε σε χρόνο συντομότερο από τη χρονική καθυστέρηση που έχουμε ρυθμίσει, οι επαφές δεν θα κινηθούν καθόλου. Ένας τέτοιος ηλεκτρονόμος λέγεται χρονικός ηλεκτρονόμος. Υπάρχουν χρονικοί ηλεκτρονόμοι που μπορούν να ρυθμισθούν από μερικά δευτερόλεπτα μέχρι μερικές ώρες.

Εντελώς διαφορετικός είναι ο χρονοδιακόπτης. Το μόνο κοινό που έχει με το χρονικό ηλεκτρονόμο είναι ότι και οι δύο μετρούν χρόνο. Όμως η λειτουργία τους διαφέρει. Ο χρονοδιακόπτης είναι ένα ρολόι που το βάζουμε στην ώρα του και έχει μια ρύθμιση για την ώρα που θέλομε να κλείσει την επαφή του και μια άλλη για την ώρα που θέλομε να την ανοίξει. (Φυσικά αυτά ισχύουν για τις επαφές εργασίας. Αν ο χρονοδιακόπτης έχει και επαφές ηρεμίας, αυτές θα κάνουν το αντίστροφο). Το ρολόι του χρονοδιακόπτη είναι ηλεκτρικό. Γι' αυτό πρέπει να τροφοδοτείται συνεχώς. Σε ορισμένους χρονοδιακόπτες, μόλις διακοπεί η τροφοδότηση, σταματάει και το ρολόι. Όταν επαναληφθεί η τροφοδότηση πρέπει να ξαναβάλομε το ρολόι στην ώρα του. Σε άλλους χρονοδιακόπτες υπάρχει η λεγόμενη "εφεδρεία πορείας", ώστε το ρολόι να μην σταματήσει. Αυτό γίνεται είτε με ένα ελατήριο (παλαιότερα) είτε με ένα επαναφορτιζόμενο ξηρό ηλεκτρικό στοιχείο (στα τελευταία χρόνια). Επίσης αναφέρομε ότι σε ορισμένους χρονοδιακόπτες η πορεία του ρολογιού εξαρτάται από τη συχνότητα του ρεύματος με το οποίο τροφοδοτούνται. Αν η συχνότητα δεν είναι ακριβώς 50 Hz, το ρολόι δε θα πηγαίνει σωστά. Σε άλλους χρονοδιακόπτες το ρολόι έχει πορεία ανεξάρτητη από τη συχνότητα. Συνήθως σε αυτούς το ρολόι λειτουργεί με βάση ένα κρύσταλλο χαλαζία (quartz) που δίνει το "ρυθμό" πορείας του. Αυτά άλλωστε ισχύουν και για τα συνηθισμένα ηλεκτρικά ρολόγια.

Μερικοί χρονοδιακόπτες έχουν και "εβδομαδιαίο πρόγραμμα". Με έναν τέτοιο χρονοδιακόπτη μπορούμε να έχουμε και μια επιλογή των ημερών της εβδομάδας. Έτσι μια λειτουργία που θα ελέγχεται από την επαφή του χρονοδιακόπτη θα μπορεί να γίνεται όχι καθημερινά αλλά σε ορισμένες μέρες της εβδομάδας.

11.4 Άλλα στοιχεία των κυκλωμάτων αυτοματισμού.

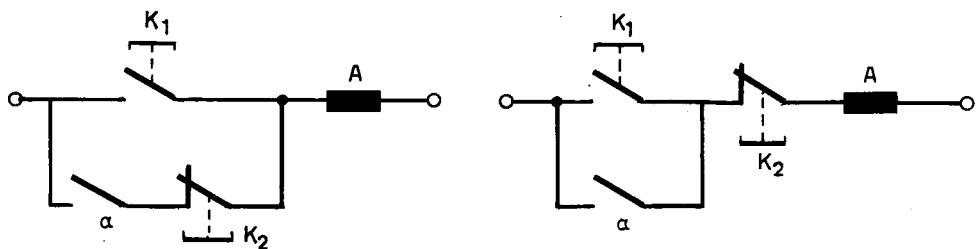
Ο συνηθισμένος τρόπος επεμβάσεώς μας σ' ένα κύκλωμα αυτοματισμού είναι το πάτημα ενός κουμπιού (μπουτόν). Χρησιμοποιούνται:

- "Κουμπιά με επαφή εργασίας" που κλείνουν την επαφή τους μόνο στο χρονικό διάστημα που τα πιέζομε (λέγονται και "κουμπιά ON").

	Επαφή εργασίας	Επαφή ηρεμίας
Σύμβολα IEC		
Παλαιότερη σχεδίαση		

Σχ. 11.4α.

Γραφικά σύμβολα επαφών κουμπιών.



Συνδεσμολογία 1

Σχ. 11.4β.

Συνδεσμολογία 2

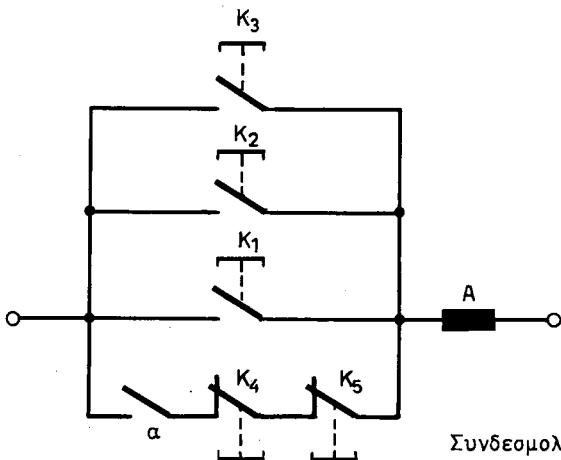
Συνδέσεις ηλεκτρονόμου για αυτοδιέγερση.

- "Κουμπιά με επαφή ηρεμίας" που έχουν την επαφή τους κλειστή και την ανοίγουν στο χρονικό διάστημα που τα πιέζομε (λέγονται και "κουμπιά OFF").

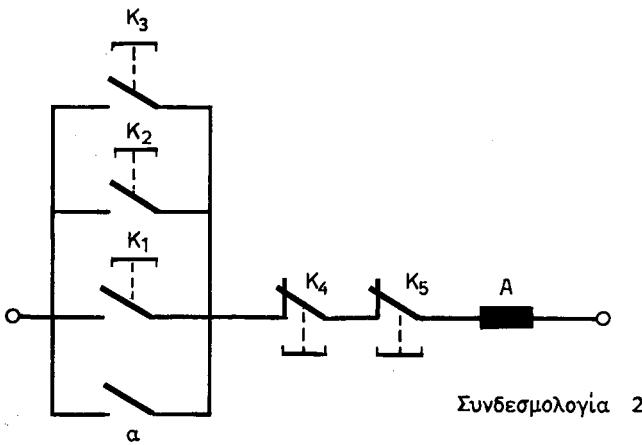
Συνήθως τα κουμπιά έχουν επαφές και των δύο ειδών κι εμείς επιλέγομε, κατά τη συνδεσμολογία, ποια θα χρησιμοποιήσουμε.

Τα γραφικά σύμβολα για τις επαφές των κουμπιών τα βλέπομε στο σχήμα 11.4α.

Το κλείσιμο ή το άνοιγμα αυτών των επαφών είναι, όπως είδαμε, παροδικό: διαρκεί όσο πιέζομε το κουμπί. Για να προκαλέσουμε, χρησιμοποιώντας δύο κουμπιά, τη διέγερση και την αποδιέγερση ενός ηλεκτρονόμου, μεταχειρίζόμαστε μια από τις δύο συνδεσμολογίες του σχήματος 11.4β. Με το κλείσιμο της επαφής εργασίας του κουμπιού K₁ διεγείρεται ο ηλεκτρονόμος Α. Έτσι κλείνει η επαφή α. Αυτή η επαφή διατηρεί τον ηλεκτρονόμο διεγερμένο, ακόμη κι αν σταματήσουμε να



Συνδεσμολογία 1



Σχ. 11.4γ.

Συνδέσεις ηλεκτρονόμου με τρία κουμπιά για τη διέγερσή του και δύο κουμπιά για την αποδιέγερσή του.

πιέζομε το κουμπί K_1 . Αυτή η κατάσταση του ηλεκτρονόμου λέγεται "αυτοδιέγερση" επειδή ο ηλεκτρονόμος διατηρείται διεγερμένος μέσω της δικής του επαφής. Για να αποδιεγείρομε τον ηλεκτρονόμο, αρκεί να πατήσουμε το κουμπί K_2 , οπότε θα ανοίξει η επαφή του. Τότε το σύστημα θα επανέλθει στην κατάσταση ηρεμίας του.

Αν θέλομε να έχομε τη δυνατότητα να διεγείρομε τον ηλεκτρονόμο από περισσότερες από μια θέσεις, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε περισσότερα κουμπιά με επαφή εργασίας σε παράλληλη σύνδεση. Επίσης, αν θέλομε να μπορούμε να αποδιεγείρομε τον ηλεκτρονόμο από πολλές θέσεις, θα χρησιμοποιήσουμε περισσότερα κουμπιά με επαφή ηρεμίας, που θα τα συνδέσουμε σε σειρά. Τις συνδέσεις βλέπομε στο σχήμα 11.4γ.

Την ίδια λογική θα ακολουθήσουμε, αν, αντί των επαφών κουμπιών έχομε επαφές άλλων ηλεκτρονόμων ή άλλων οργάνων, όπως αυτά που

θα αναφέρομε στη συνέχεια: για τη διέγερση θα έχομε παράλληλη σύνδεση των επαφών και για την αποδιέγερση σύνδεση σειράς.

Στοιχεία των κυκλωμάτων αυτοματισμού είναι επίσης και τα διάφορα όργανα που έχουν μια επαφή που την ανοίγουν ή την κλείνουν ανάλογα με την τιμή που έχει ένα μέγεθος ή με τη θέση στην οποία βρίσκεται ένα αντικείμενο. Αυτά τα όργανα λέγονται "αισθητήρια" ή "αισθητήρες" (sensors). Θα αναφέρομε μερικά από αυτά.

(1) Πλωτήρας (φλοτέρ).

Η επαφή του ανοίγει ή κλείνει ανάλογα με τη στάθμη, στην οποία βρίσκεται η ελεύθερη επιφάνεια ενός υγρού.

(2) Οριοδιακόπτης.

Ουσιαστικά δεν διαφέρει από ένα κουμπί όπως αυτά που αναφέραμε προηγουμένως, μόνο που δεν τον πιέζομε με το χέρι για να ανοίξουμε ή να κλείσουμε την επαφή του, αλλά τον πιέζει ένα αντικείμενο όταν φθάσει σε μια ορισμένη θέση [π.χ. μια πόρτα, όταν ανοίξει και φθάσει στο τέρμα (όριο) της διαδρομής της]. Και ο πλωτήρας που αναφέραμε είναι ουσιαστικά ένας οριοδιακόπτης.

(3) Πρεσοστάτης.

Είναι όργανο που ανοίγει ή κλείνει την επαφή του, ανάλογα της πίεσεως που υπάρχει σε ένα δοχείο.

(4) Θερμοστάτης.

Είναι ένα όργανο που επηρεάζεται από τη θερμοκρασία ενός αντικειμένου με το οποίο βρίσκεται σε επαφή (θερμοστάτης επαφής) ή από τη θερμοκρασία του αέρα που τον περιβάλλει (θερμοστάτης χώρου). Το βασικό του στοιχείο είναι ένα διμεταλλικό έλασμα, όπως αυτό που είχαμε αναφέρει και για τα θερμικά στοιχεία προστασίας των αυτομάτων διακοπτών (παράγρ. 6.4). Επειδή τα δύο μέταλλα από τα οποία αποτελείται έχουν διαφορετικό συντελεστή διαστολής, το έλασμα κάμπτεται περισσότερο ή λιγότερο, ανάλογα με τη θερμοκρασία, και προκαλεί το άνοιγμα ή το κλείσιμο της επαφής. Τους θερμοστάτες επαφής, που προορίζονται να προσαρμόζονται στην πλευρά ενός σωλήνα για να επηρεάζονται από τη θερμοκρασία του νερού που περνάει από μέσα του, τους λένε και υδροστάτες. Θερμοστάτες μεγίστου λέγονται εκείνοι που ανοίγουν την επαφή τους όταν η θερμοκρασία υπερβεί ένα όριο και θερμοστάτες ελαχίστου λέγονται εκείνοι που ανοίγουν την επαφή τους, όταν η θερμοκρασία γίνει μικρότερη από ένα όριο. Πολλές φορές ένας θερμοστάτης έχει και τις δύο επαφές και επομένως, ανάλογα με τη συνδεσμολογία που θα κάνομε, τον χρησιμοποιούμε ως θερμοστάτη

μεγίστου ή θερμοστάτη ελαχίστου. Όλοι οι θερμοστάτες έχουν μια ρύθμιση, με την οποία ορίζομε τη θερμοκρασία, στην οποία αλλάζουν την κατάσταση της επαφής τους. Στους θερμοσίφωνες υπάρχει πάντα ενσωματωμένος ένας θερμοστάτης μεγίστου, για να διακόπτει την τροφοδότηση του θερμαντικού στοιχείου, δηλαδή της αντιστάσεως που θερμαίνει το νερό, όταν η θερμοκρασία φθάσει ένα δριο, και να το συνδέει πάλι, όταν η θερμοκρασία του νερού χαμηλώσει. Για λόγους ασφαλείας και συγκεκριμένα για να μην υπερθερμανθεί το νερό και ατμοποιηθεί, οι θερμοστάτες των θερμοσιφώνων έχουν και ένα πρόσθετο στοιχείο, που λέγεται θερμική ασφάλεια. Αν για κάποιο λόγο δεν λειτουργήσει κανονικά ο θερμοστάτης και η θερμοκρασία του νερού ανέβει πιο ψηλά, λειτουργεί η θερμική ασφάλεια. Στο θερμοστάτη υπάρχει ένα μικρό κουμπί, που κανονικά είναι στη μέσα θέση. Όταν λειτουργήσει η θερμική ασφάλεια αυτό το κουμπί πετιέται προς τα έξω. Τώρα, έστω και αν χαμηλώσει η θερμοκρασία του νερού, ο θερμοστάτης δε θα τροφοδοτήσει το θερμαντικό στοιχείο. Η τροφοδότηση θα επαναληφθεί μόνο αν πατήσουμε ξανά αυτό το κουμπί, αλλά αυτό είναι μια ειδοποίηση ότι ο θερμοστάτης δε λειτουργεί κανονικά και επομένως πρέπει να τον αντικαταστήσουμε αμέσως.

(5) Φωτοκύππαρο.

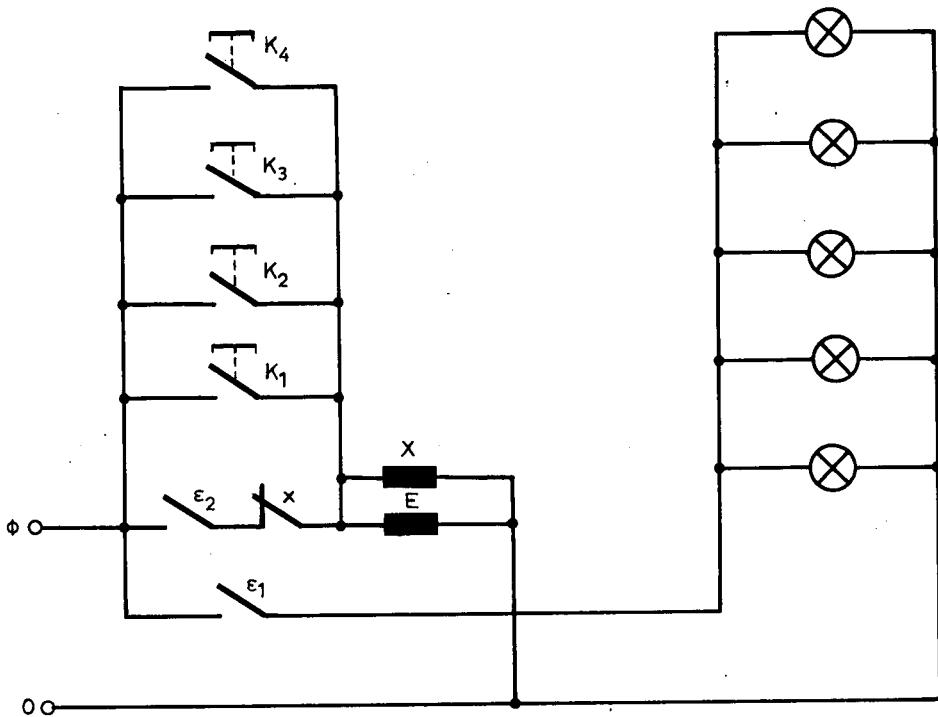
Είναι ευαίσθητο στο φως. Η επαφή του ανοίγει ή κλείνει, ανάλογα με το αν δέχεται ή δεν δέχεται φως. Πολλές φορές χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με μια πηγή φωτεινής δέσμης. Τότε μπορεί να "αντιληφθεί" την ύπαρξη ενός αντικειμένου που παρεμβάλλεται μεταξύ της πηγής και του φωτοκυπτάρου. Χρησιμοποιείται π.χ. στις αυτόματες πόρτες.

Στη συνέχεια θα περιγράψουμε μερικές περιπτώσεις κυκλωμάτων αυτοματισμού ή γενικότερα κυκλωμάτων στα οποία χρησιμοποιούμε ηλεκτρονόμους ή επαφές. Αυτές οι περιπτώσεις αναφέρονται ως παραδείγματα. Πρέπει να έχομε υπόψη ότι στα κυκλώματα αυτοματισμού μπορούν να υπάρχουν διάφορες λύσεις. Υπάρχουν δηλαδή περισσότερες από μια συνδεσμολογίες με τις οποίες μπορούμε να επιτύχομε το ίδιο αποτέλεσμα. Κατά συνέπεια, όσα θα αναφέρομε παρακάτω αποτελούν μια λύση που σε καμιά περίπτωση δεν θα πρέπει να εκληφθεί ως η μοναδική.

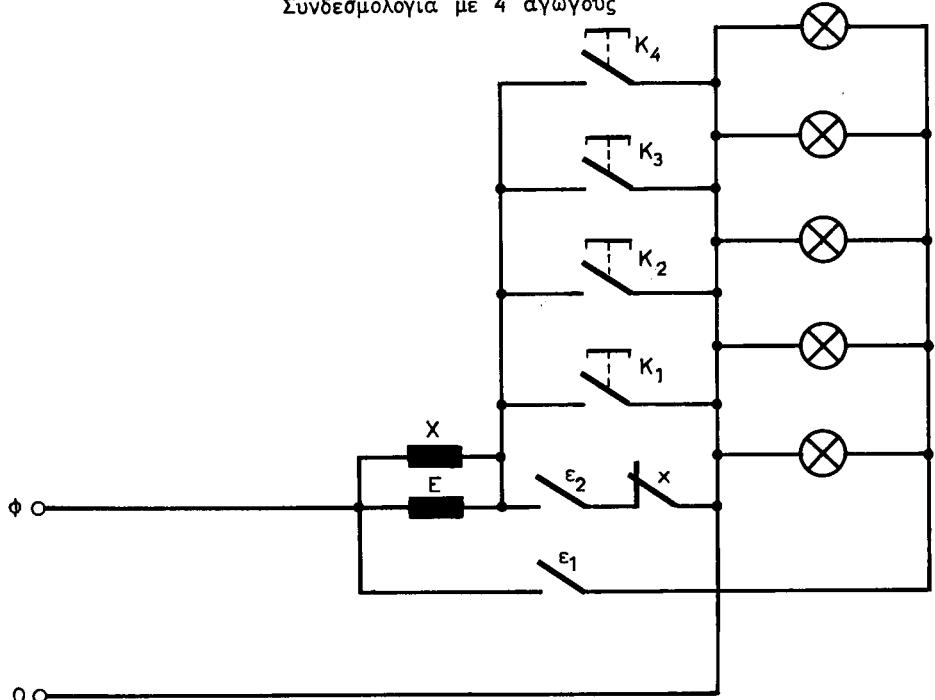
Σημειώνομε ότι τα σχέδια των κυκλωμάτων αυτοματισμού είναι πάντοτε πολυγραμμικά συνδεσμολογικά σχέδια.

11.5 Φωτισμός κλιμακοστασίων πολυκατοικιών.

Στις πολυκατοικίες συνήθως είναι επιθυμητό να μπορούμε να ανάβομε τα φώτα του κλιμακοστασίου από διάφορες θέσεις και αυτά να



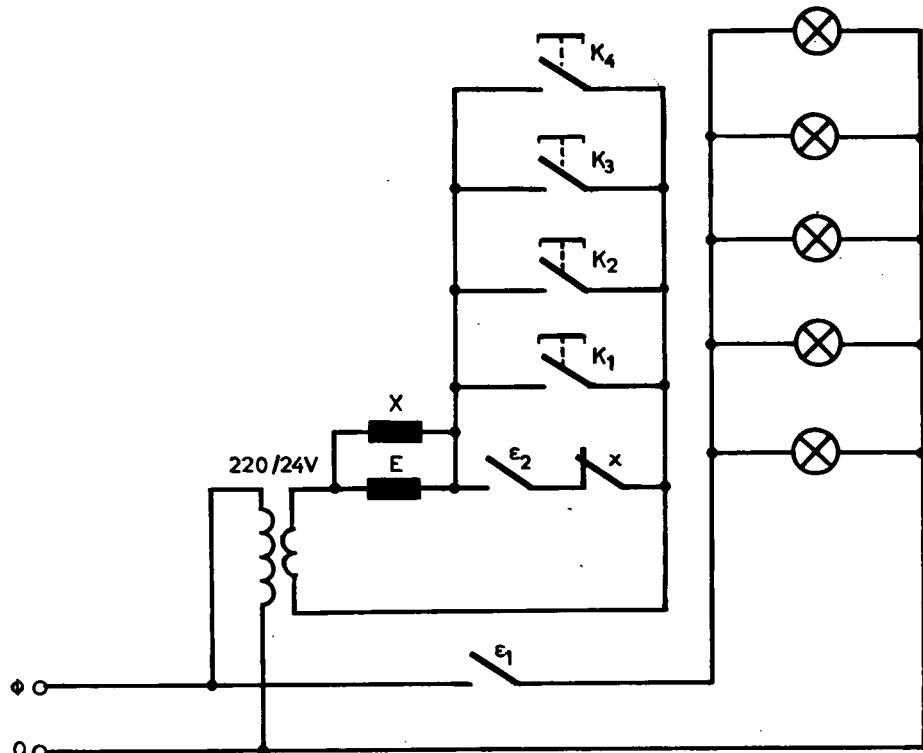
Συνδεσμολογία με 4 αγωγούς



Συνδεσμολογία με 3 αγωγούς

Σχ. 11.5α.

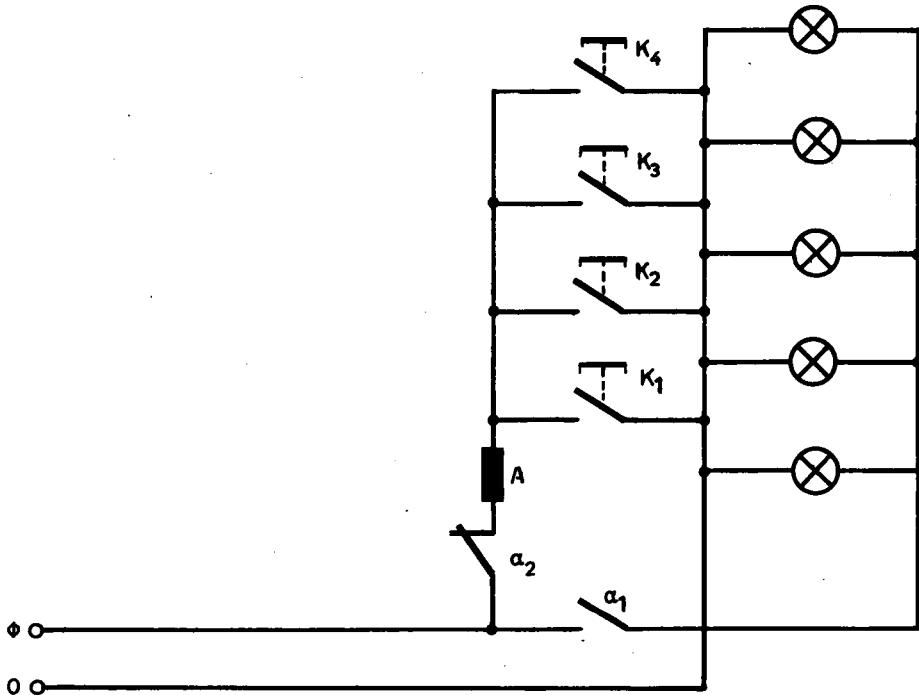
Συνδεσμολογίες αυτοματισμού φωτισμού κλιμακοστασίου πολυκατοικίας.



Σχ. 11.5β.

Συνδεσμολογία αυτοματισμού φωτισμού κλιμακοστασίου με χρησιμοποίηση χαμηλής τάσεως σε όλο το κύκλωμα αυτοματισμού.

παραμένουν αναμμένα για κάποιο χρονικό διάστημα και μετά να σβήνουν αυτομάτως. Γι' αυτό μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ένα εξάρτημα που λέγεται "αυτόματος φωτισμού κλιμακοστασίου". Το ίδιο αποτέλεσμα μπορούμε να έχομε χρησιμοποιώντας έναν επαφέα και ένα χρονικό ηλεκτρονόμο, σύμφωνα με μια από τις δύο συνδεσμολογίες του σχήματος 11.5α. Μόλις πατήσουμε ένα από τα κουμπιά K_1 , K_2 , ..., που βρίσκονται στους διάφορους ορόφους, διεγείρεται ο επαφέας E . Αυτός μέσω της επαφής του ϵ , τροφοδοτεί όλες τις λάμπες του κλιμακοστασίου. Συγχρόνως με τη βιοθητική επαφή ϵ_2 διατηρεί την αυτοδιέγερσή του. Ο χρονικός ηλεκτρονόμος X διεγείρεται μαζί με τον επαφέα E . Ο X είναι ρυθμισμένος να ανοίξει την επαφή ηρεμίας χ μετά από ορισμένο χρονικό διάστημα. Μόλις ανοίξει αυτή η επαφή, η αυτοδιέγερση διακόπτεται και το σύστημα επανέρχεται στην κατάσταση ηρεμίας. Το ίδιο σύστημα μπορεί να λειτουργήσει και με χαμηλότερη τάση, π.χ. 24 V, στο κύκλωμα αυτοματισμού, ώστε να μην έχομε 220 V στα κουμπιά. Η συνδεσμολογία γίνεται όπως στο σχήμα 11.5β. Φυσικά τώρα ο επαφέας και ο χρονικός



Σχ. 11.5γ.

Συνδεσμολογία "αυτόματου φωτισμού κλιμακοστασίου".

ηλεκτρονόμος έχουν πηνία που είναι κατάλληλα για λειτουργία στα 24 V.

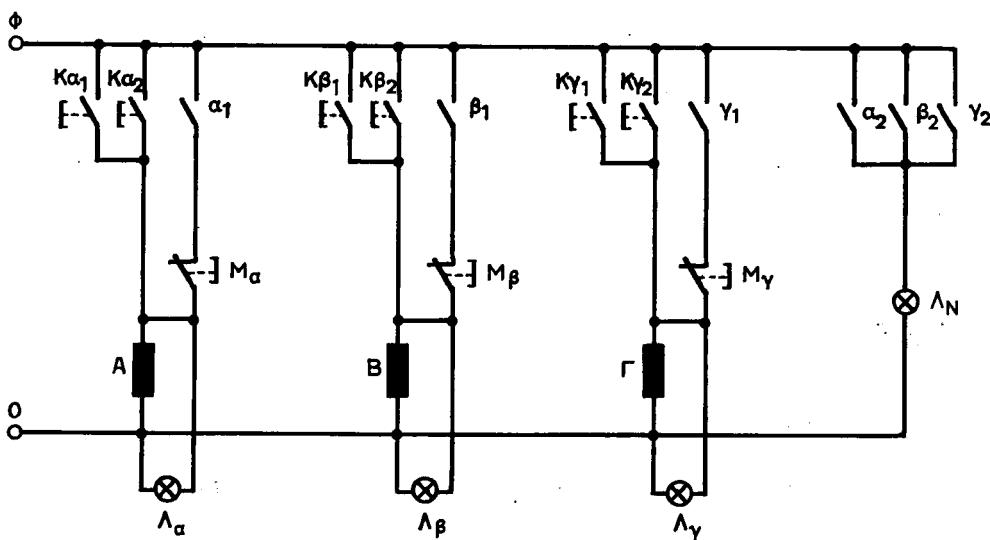
Ο αυτόματος φωτισμού κλιμακοστασίου (σχ. 11.5γ) είναι ένα ειδικό εξάρτημα και λειτουργεί όπως θα περιγράψουμε αμέσως. Αποτελείται από ένα πηνίο A , μια επαφή εργασίας α_1 , μια επαφή ηρεμίας α_2 και ένα μηχανισμό χρονικής καθυστερήσεως. Μόλις πατήσουμε ένα από τα κουμπιά K_1, K_2, \dots , διεγίρεται το πηνίο A , που κλείνει την επαφή εργασίας α_1 , και ανοίγει την επαφή ηρεμίας α_2 . Το άνοιγμα της α_2 , που όπως βλέπουμε στο σχέδιο της συνδεσμολογίας είναι συνδεδεμένη σε σειρά με το πηνίο A , γίνεται με μια μικρή καθυστέρηση. Αυτό έχει ως σκοπό να μπορέσει να ολοκληρωθεί η κίνηση του οπλισμού του πηνίου πριν ανοίξει η επαφή. Στο τέλος αυτής της κινήσεως το πηνίο παύει και πάλι να τροφοδοτείται. Η επαφή α_1 όμως δεν ανοίγει αμέσως, επειδή τη συγκρατεί κλειστή ο μηχανισμός χρονικής καθυστερήσεως. Ο μηχανισμός αυτός έχει ένα ελατήριο που συσπειρώνεται (κουρδίζεται) από το πηνίο, τη στιγμή που αυτό διεγίρεται. Από τη στιγμή αυτή τίθεται σε κίνηση ο μηχανισμός (γρανάζια κλπ.) και στο τέλος της διαδρομής του ανοίγει την επαφή α_1 . Έτσι οι λάμπες παραμένουν αναμμένες από τη

στιγμή της διεγέρσεως του πηνίου Α και επί χρονικό διάστημα δύο διαρκεί η κίνηση του μηχανισμού χρονικής καθυστερήσεως.

11.6 Σύστημα φωτεινής κλήσεως νοσοκομείων.

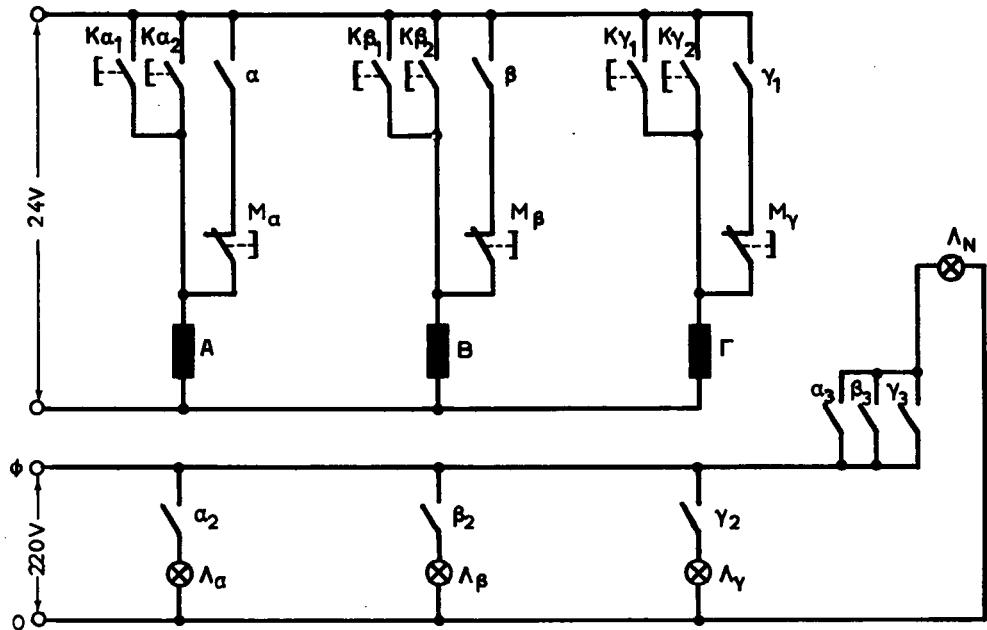
Το απλό σύστημα που θα περιγράψουμε αποτελεί ένα παράδειγμα κυκλώματος, στο οποίο χρησιμοποιούνται ηλεκτρονόμοι, χωρίς να είναι κύκλωμα αυτοματισμού.

Θέλομε από κάθε δωμάτιο ασθενών να υπάρχει η δυνατότητα να κληθεί η νοσοκόμος, που, όταν δεν έχει άλλη εργασία, βρίσκεται στο γραφείο νοσοκόμων. Δίπλα σε κάθε κρεβάτι υπάρχει από ένα κουμπί. Αν πατηθεί ένα από αυτά, θέλομε να ανάψει μια λάμπα έξω από το δωμάτιο και άλλη μια στο γραφείο νοσοκόμων (ή ίδια για όλα τα δωμάτια). Η νοσοκόμος, όταν δει ότι υπάρχει κλήση, βγαίνει στο διάδρομο και βλέπει ποια από τις λάμπες των δωματίων είναι αναμμένη. Πηγαίνοντας στο δωμάτιο απ' όπου έγινε η κλήση, πατάει ένα κουμπί που βρίσκεται κοντά στην είσοδό του και ακυρώνει την κλήση. Το κύκλωμα μπορεί να διαμορφωθεί όπως στο σχήμα 11.6a. Σε κάθε δωμάτιο υπάρχει ένας ηλεκτρονόμος καθώς και τα κουμπιά που προαναφέραμε. Εξετάζομε π.χ το δωμάτιο Β. Όταν πατηθεί ένα από τα κουμπιά κλήσεως K_{β_1} και K_{β_2} , διεγείρεται ο ηλεκτρονόμος Β, που μένει αυτοδιεγερμένος μέσω της επαφής β_1 . Συγχρόνως ανάβει η λάμπα Λ_β που βρίσκεται έξω από το δωμάτιο Β. Από μια δεύτερη επαφή του ηλεκτρονόμου, τη β_2 ,



Σχ. 11.6a.

Σύστημα φωτεινής κλήσεως νοσοκομείου.



Σχ. 11.6β.

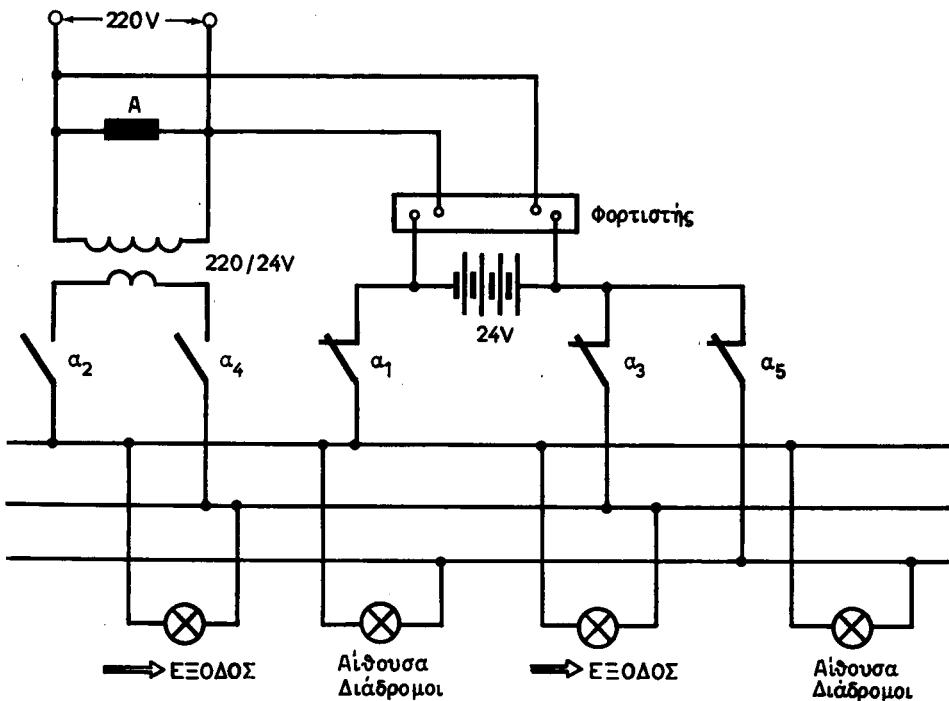
Σύστημα φωτεινής κλήσεως νοσοκομείου, με χρησιμοποίηση χαμηλής τάσεως στο βοηθητικό κύκλωμα.

τροφοδοτείται η λάμπα Λ_N στο γραφείο νοσοκόμων. Αυτή η λάμπα ανάβει από οποιοδήποτε δωμάτιο και αν έχει γίνει η κλήση, αφού οι επαφές των ηλεκτρονόμων όλων των δωματίων είναι συνδεδεμένες παράλληλα. Όταν πατηθεί το κουμπί M_β , στο δωμάτιο B, η αυτοδιέγερση του ηλεκτρονόμου B διακόπτεται και επομένως ακυρώνεται η κλήση και το σύστημα επανέρχεται στην κατάσταση πρεμίας.

Το σύστημα μπορεί να λειτουργεί είτε με 220 V είτε με μια χαμηλότερη τάση. Μπορεί επίσης το κύκλωμα, εκτός από τις λάμπες να λειτουργεί με χαμηλή τάση και οι λάμπες, να τροφοδοτούνται με 220 V. Τότε η συνδεσμολογία θα γίνει όπως στο σχήμα 11.6β.

11.7 Φωτισμός ασφαλείας αιθουσών κινηματογράφου κλπ.

Στους κλειστούς χώρους όπου συναθροίζονται πολλά άτομα, είναι επιβεβλημένο να έχουν ληφθεί τα απαιτούμενα μέτρα για την αποχώρηση του κοινού σε έκτακτη περίπτωση, χωρίς να δημιουργηθεί πανικός. Γι' αυτό, στις αιθουσες κινηματογράφων, θεάτρων και σε ανάλογους χώρους πρέπει να υπάρχουν φωτεινές ενδείξεις των εξόδων, οι οποίες θα λειτουργούν και στην κανονική κατάσταση, αλλά η λειτουργία τους



Σχ. 11.7.

Αυτοματισμός φωτισμού ασφαλείας αίθουσας κινηματογράφου.

αυτή θα είναι εξασφαλισμένη και στην περίπτωση που δεν παρέχεται ρεύμα από το δίκτυο διανομής. Συγχρόνως, όταν συμβεί η διακοπή τροφοδοτήσεως από το δίκτυο, πρέπει να ανάψουν και μερικά φώτα μέσα στην αίθουσα και στους διαδρόμους. Τα παραπάνω πρέπει φυσικά να γίνονται αυτομάτως, ώστε να μην εξαρτάται η λειτουργία του συστήματος από την έγκαιρη ενέργεια κάποιου ατόμου, το οποίο ίσως δεν θα έχει την ετοιμότητα ή δεν θα είναι σε θέση να εκτελέσει τους απαιτούμενους χειρισμούς. Στο θέμα αυτό είχαμε αναφερθεί και στην παράγραφο 9.11 - δ.

Το σύστημα, με το οποίο θα γίνει ο αυτοματισμός, μπορεί να διαμορφωθεί όπως στο σχήμα 11.7. Η τροφοδότηση των ενδείξεων εξόδων γίνεται, σε κανονική κατάσταση, από το δίκτυο, μέσω ενός μετασχηματιστή 220/24 V.

Στην περίπτωση διακοπής, την τροφοδότηση αυτών των ενδείξεων καθώς και του φωτισμού ασφαλείας της αίθουσας και των διαδρόμων πρέπει να την αναλάβει μια συστοιχία συσσωρευτών τάσεως 24 V. Η αυτόματη μεταγωγή από μια κατάσταση στην άλλη γίνεται με τη βοή-

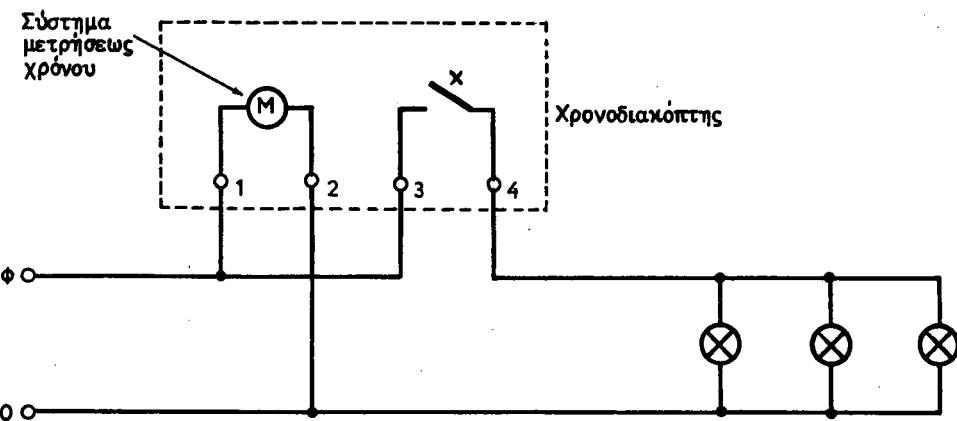
θεια ενός επαφέα A. Όταν υπάρχει τάση 220 V, το πηνίο του επαφέα τροφοδοτείται και οι επαφές εργασίας a_2 και a_4 είναι κλειστές ενώ οι επαφές ηρεμίας a_1 , a_3 και a_5 είναι ανοικτές. (Οι επαφές a_1 και a_2 όπως και οι a_3 και a_4 μπορούν να είναι μεταγωγικές). Σ' αυτή την κατάσταση ο μετασχηματιστής τροφοδοτεί τις ενδείξεις εξόδου και ο συσσωρευτής είναι αποσυνδεδεμένος. Όταν διακοπεί η κανονική τροφοδότηση, οι επαφές εργασίας ανοίγουν και οι επαφές ηρεμίας κλείνουν. Τώρα οι ενδείξεις εξόδων τροφοδοτούνται από το σωσσωρευτή και συγχρόνως ανάβει ο φωτισμός ασφαλείας της αίθουσας και των διαδρόμων.

Φυσικά υπάρχουν και άλλες διατάξεις, με τις οποίες μπορούν να εξασφαλισθούν οι ίδιες απαιτήσεις ασφαλείας.

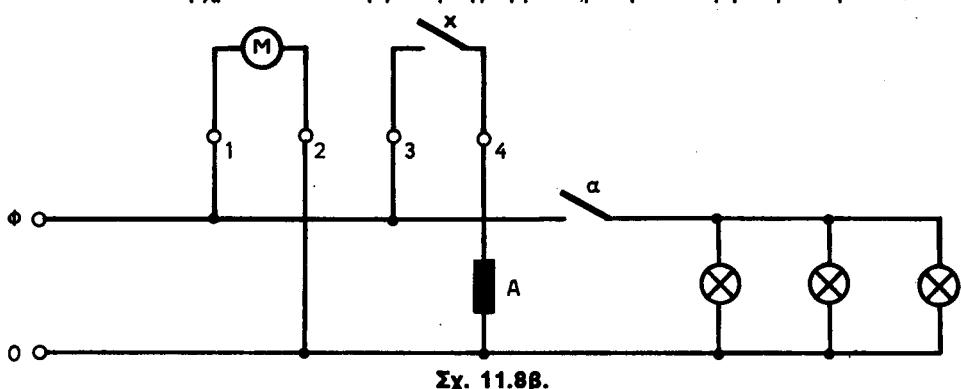
11.8 Προγραμματισμός λειτουργίας φωτισμού προθηκών κλπ.

Σε μερικά καταστήματα είναι επιθυμητό να λειτουργεί ο φωτισμός στις προθήκες (βιτρίνες) ή σε άλλα σημεία, κατά τρόπο προγραμματισμένο, δηλαδή να ανάβει ορισμένη ώρα και να σβήνει πάλι ορισμένη ώρα, χωρίς την επέμβαση ανθρώπου. Αυτό γίνεται πολύ εύκολα με έναν χρονοδιακόπτη, όπως στο σχήμα 11.8a. Ένας χρονοδιακόπτης έχει δύο ακροδέκτες για το σύστημα μετρήσεως του χρόνου (το ρολόι) και άλλους δύο ακροδέκτες για τις επαφές του. Αν το ρεύμα του φορτίου που θέλομε να ελέγχουμε είναι μεγαλύτερο από το ονομαστικό ρεύμα των επαφών του χρονοδιακόπτη, προσθέτουμε και έναν επαφέα, οπότε οι επαφές του χρονοδιακόπτη τροφοδοτούν μόνο το πηνίο του επαφέα (σχ. 11.8β).

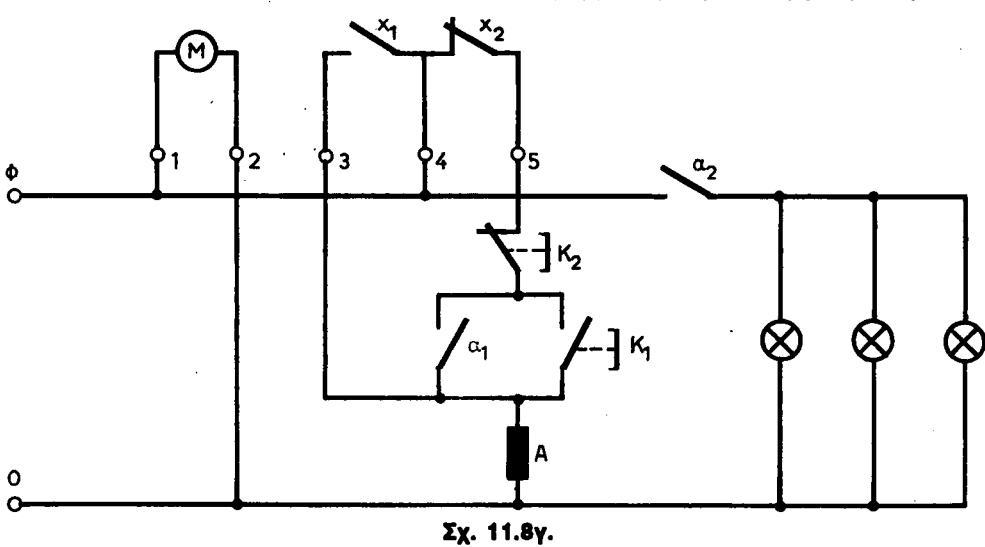
Στο χρονοδιακόπτη ρυθμίζομε τι ώρα θέλομε να κλείνει την επαφή του και τι ώρα να την ανοίγει. Ετσι σε αυτές τις ώρες θα ανάβει και θα σβήνει ο φωτισμός. Αν είναι επιθυμητό, εκτός από την προγραμματισμένη λειτουργία, να έχομε τη δυνατότητα να ανάβομε και χειροκίνητα το φωτισμό (π.χ. μια πολύ συννεφιασμένη μέρα), μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τη συνδεσμολογία του σχήματος 11.8γ. Ο χρονοδιακόπτης πρέπει να διαθέτει και μια επαφή ηρεμίας. Η προγραμματισμένη λειτουργία του φωτισμού θα γίνεται με τη βοήθεια της επαφής εργασίας χ , του χρονοδιακόπτη, όπως και προηγουμένως. Αν πατήσουμε το κουμπί K, σε μια ώρα μη προγραμματισμένης λειτουργίας του φωτισμού, θα προκαλέσουμε το κλείσιμο του επαφέα A, που θα μείνει αυτοδιεγερμένος και επομένως θα ανάψουν τα φώτα. Η αυτοδιέγερση μπορεί να διακοπεί με έναν από τους δύο ακόλουθους τρόπους: α) Αν θέλομε να σβήσουμε τα φώτα πριν από την προγραμματισμένη ώρα ανάμματος, αρκεί να πατήσουμε το κουμπί K₂, β) αν αφήσουμε τα φώτα αναμένα μέχρι την



Σύνδεση χρονοδιακόπτη για προγραμματισμένη λειτουργία φωτισμού.



Σύνδεση χρονοδιακόπτη και επαφέα για προγραμματισμένη λειτουργία φωτισμού.



Σύνδεση χρονοδιακόπτη και επαφέα για προγραμματισμένη λειτουργία φωτισμού με δυνατότητα χειροκίνητης αφής ή σβέσεως.

ώρα που θα άναβαν σύμφωνα με το πρόγραμμα, η επαφή ηρεμίας X_2 διακόπτει την αυτοδιέγερση. Τώρα ο επαφέας A θα διατηρηθεί διεγερμένος από τη επαφή X_1 , αλλά από αυτήν την ώρα και μετά ακολουθείται κανονικά το πρόγραμμα. Τότε η αυτοδιέγερση θα διακοπεί, αλλά ο επαφέας A θα παραμείνει διεγερμένος μέσω της επαφής εργασίας x, του χρονοδιακόπτη. Αν πιέσουμε το κουμπί K₁ σε ώρα προγραμματισμένης λειτουργίας του φωτισμού, αυτό δεν θα έχει κανένα αποτέλεσμα.

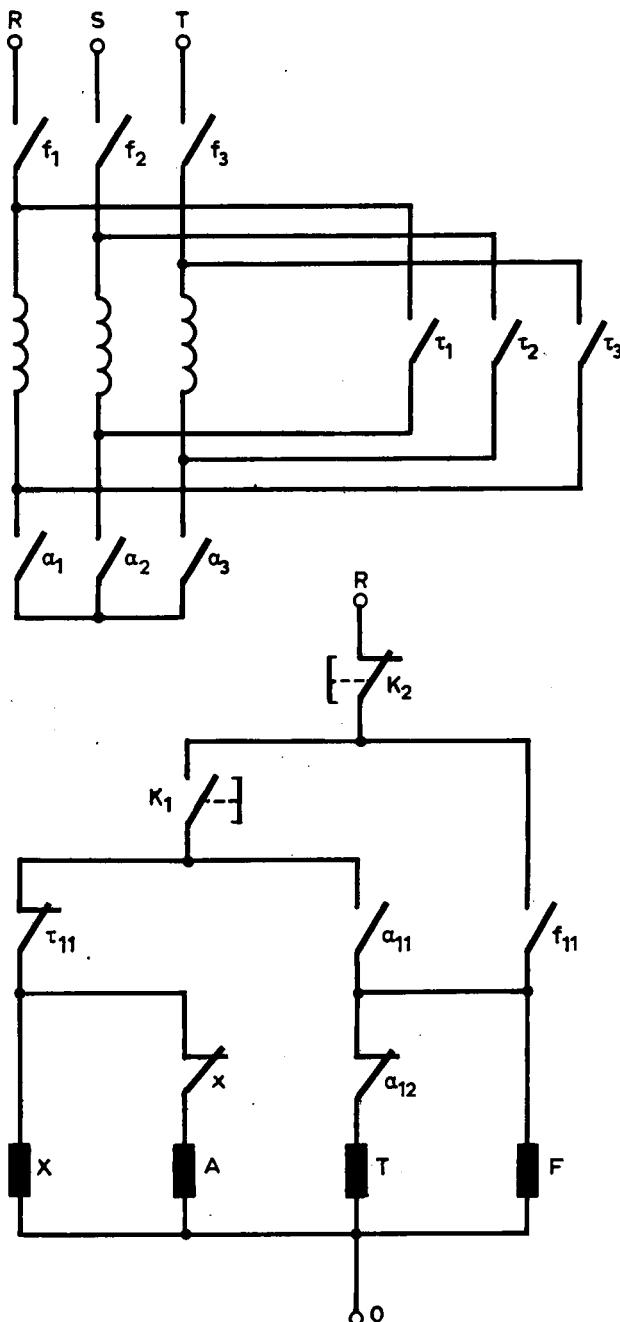
Αν θέλομε να υπάρχει μια διαφοροποίηση σ'ορισμένες ημέρες της εβδομάδας, π.χ. να μην ανάβει ο φωτισμός τις Κυριακές, θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε ένα χρονοδιακόπτη με εβδομαδιαίο πρόγραμμα. Ανάλογα με τις δυνατότητες που έχει ο χρονοδιακόπτης, μπορεί κανείς να πετύχει διάφορες λειτουργίες. Π.χ. ένα μέρος φωτισμού να εξαρτάται από το εβδομαδιαίο πρόγραμμα και ένα μέρος όχι. Ή σε ορισμένες ημέρες να τηρείται διαφορετικό πρόγραμμα (για το οποίο όμως ενδεχομένως η ρύθμιση δε θα είναι δυνατό να είναι τόσο λεπτομερής, όσο για την καθημερινή λειτουργία).

Φυσικά, εκτός από τη λειτουργία του φωτισμού των προθηκών, την οποία αναφέραμε ως ένα παράδειγμα, οι χρονοδιακόπτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε οποιαδήποτε άλλη περίπτωση που χρειάζεται ένας χρονικός προγραμματισμός λειτουργίας.

11.9 Εκκίνηση κινητήρα με αυτόματο διακόπτη αστέρα - τριγώνου.

Όπως αναφέραμε και στην παράγραφο 9.11a, οι τριφασικοί κινητήρες βραχυκυκλωμένου δρομέα, όταν η απευθείας εκκίνησή τους δημιουργεί προβλήματα εξαιτίας του μεγάλου ρεύματος εκκινήσεως, επιβάλλεται να είναι εφοδιασμένοι με μια ειδική διάταξη, που θα επιτρέπει την εκκίνησή τους με σύνδεση αστέρα και τη λειτουργία τους στη συνέχεια με σύνδεση τριγώνου. Αυτή η διάταξη μπορεί να είναι ένας χειροκίνητος διακόπτης αστέρα - τριγώνου. Μπορεί όμως να χρησιμοποιηθεί και μια αυτόματη διάταξη, όπως αυτή που θα περιγράψουμε στη συνέχεια.

Η διάταξη αποτελείται από τρεις επαφέις και ένα χρονικό ηλεκτρονόμο (σχ. 11.9). Ο επαφέας F είναι κλειστός σ' όλη τη διάρκεια της λειτουργίας. Ο επαφέας A είναι κλειστός στη σύντομη χρονική περίοδο που τα τυλίγματα του κινητήρα πρέπει να είναι συνδεδεμένα σε αστέρα. Στη συνέχεια ο επαφέας A ανοίγει και κλείνει ο επαφέας T που συνδέει τα τυλίγματα σε τρίγωνο. Σε αυτήν την κατάσταση παραμένει μέχρι να σταματήσει ο κινητήρας. Τη χρονική διάρκεια της συνδέσεως σε αστέρα την ορίζει ο χρονικός ηλεκτρονόμος X. Τη σύνδεση των κυρίων επαφών των επαφέων τη βλέπομε στο επάνω μέρος του σχήματος 11.9a. Στο κάτω μέρος βλέ-



Σχ. 11.9.

Διάταξη φωτισμού για την εκκίνηση τριφασικού κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρόμεα με σύνδεση αστέρα - τριγώνου.

πομε το κύκλωμα αυτοματισμού, το οποίο τροφοδοτείται μεταξύ μιας φάσεως, π.χ. της R και του ουδετέρου. Θα ήταν δυνατόν να τροφοδοτηθεί και μεταξύ δύο φάσεων, οπότε τα πηνία των επαφέων και του χρονικού ηλεκτρονόμου θα έπρεπε να είναι κατάλληλα για λειτουργία με τάση 380 V.

Στο σχήμα τις κύριες επαφές τις παριστάνομε με μονοψήφιους δείκτες, ενώ τις βοηθητικές με διψήφιους.

Ο αυτοματισμός λειτουργεί ως εξής:

Όταν πιέσομε το κουμπί K₁, τροφοδοτούνται τα πηνία του επαφέα A και του χρονικού ηλεκτρονόμου X. Ο A συνδέει το τύλιγμα σε αστέρα. Ο X από αυτήν τη στιγμή αρχίζει να μετρά το χρόνο. Ο A ανοίγει την επαφή ηρεμίας a₁₂ και κλείνει την επαφή εργασίας a₁₁ (έχει σημασία το άνοιγμα της a₁₂ να γίνεται πριν από το κλείσιμο της a₁₁). Από την a₁₁ τροφοδοτείται το πηνίο του επαφέα F. Έτσι τροφοδοτείται το τύλιγμα και ο κινητήρας αρχίζει να γυρίζει. Ο F μένει αυτοδιεγερμένος μέσω της επαφής f₁₁. Κατ' αυτόν τον τρόπο το σύστημα θα εξακολουθήσει να λειτουργεί και ακόμη και όταν παύσομε να πιέζομε το κουμπί K₁. Όλη αυτή η διαδοχή που αναφέραμε γίνεται σ' ένα ελάχιστο χρόνο, όσος χρειάζεται για να διεγερθούν οι επαφέις.

Όταν περάσει ο ορισμένος χρόνος, ο ηλεκτρονόμος X ανοίγει την επαφή ηρεμίας χ και έτσι αποδιεγείρεται ο επαφέας A. Η επαφή a₁₁ ανοίγει και η a₁₂ κλείνει. Τώρα διεγείρεται ο επαφέας T που συνδέει τα τυλίγματα σε τρίγωνο. Ο T ανοίγει την επαφή τ₁₁, ώστε, αν τυχόν κατά τη διάρκεια της λειτουργίας πιεσθεί το κουμπί K₁, αυτό να μην έχει κανένα αποτέλεσμα. Ο X παραμένει από εδώ και πέρα σε κατάσταση ηρεμίας.

Για να σταματήσει η λειτουργία, αρκεί να πιέσομε το κουμπί K₂. Τότε οι επαφείς T και F αποδιεγείρονται και το σύστημα επανέρχεται στην κατάσταση ηρεμίας του.

Τη θέση του επαφέα F μπορεί να έχει ο αυτόματος διακόπτης που προστατεύει τον κινητήρα. Η διαφορά έγκειται στο ότι ο αυτόματος διακόπτης έχει επαφές με την απαιτούμενη ικανότητα διακοπής και είναι εφοδιασμένος με τα κατάλληλα στοιχεία υπερεντάσεως ή άλλων προστασιών. Κατά τα άλλα λειτουργεί όπως ο επαφέας.

11.10 Αυτόματη θέση σε λειτουργία συσκευών καταναλώσεως, στις ώρες που παρέχεται από τη ΔΕΗ μειωμένο τιμολόγιο.

Η ΔΕΗ, σε ορισμένα χρονικά διαστήματα κάθε μέρα, παρέχει την ηλεκτρική ενέργεια με μειωμένο τιμολόγιο. Επιδιώκει με αυτόν τον τρό-

πο να δώσει στους καταναλωτές ένα κίνητρο, ώστε να αυξήσουν την κατανάλωσή τους σ' αυτά τα χρονικά διαστήματα, μειώνοντας ενδεχομένως την κατανάλωση που θα πραγματοποιούσαν σε κάποιες άλλες ώρες. Αυτό έχει σκοπό, όπως λέγεται, "να ομαλοποιηθεί η ημερήσια καμπύλη φορτίου". Να εξηγήσουμε με δύο λόγια τι σημαίνει αυτό.

Σ' ένα ηλεκτρικό σύστημα (παραγωγή, μεταφορά, διανομή), τα φορτία, δηλαδή οι ισχύες που απορροφούν οι καταναλωτές, μεταβάλλονται στις διάφορες ώρες του εικοσιτετράωρου. Μπορούμε να παραστήσουμε αυτήν τη μεταβολή σε ένα διάγραμμα που δείχνει την απορροφούμενη ισχύ στις διάφορες ώρες. Έτσι έχουμε την "ημερήσια καμπύλη φορτίου". Μέσα σε όλο το εικοσιτετράωρο παράγεται και παρέχεται στους καταναλωτές μια συνολική ποσότητα ενέργειας. (Στο διάγραμμα παριστάνεται από το εμβαδό της επιφάνειας κάτω από την καμπύλη φορτίου). Από την άλλη πλευρά υπάρχει ένα κόστος, που προκύπτει από τις δαπάνες αρχικής κατασκευής του συστήματος, συντηρήσεώς του και λειτουργίας του. Αποτελεί, βεβαίως, επιδίωξη να έχουμε την όσο το δυνατόν πιο οικονομική λειτουργία του συστήματος, δηλαδή εκείνη τη λειτουργία στην οποία προκύπτει το χαμηλότερο κόστος ανά κιλοβατώρα της συνολικής ενέργειας ($\Delta\text{ρχ}/\text{kWh}$). Η λειτουργία του συστήματος είναι τόσο πιο οικονομική, όσο πιο σταθερή είναι η ισχύς με την οποία λειτουργεί, δηλαδή όσο η ημερήσια καμπύλη φορτίου είναι πλησιέστερη προς μια οριζόντια ευθεία. Αν λοιπόν ορισμένοι καταναλωτές χρησιμοποιούν τις συσκευές τους περισσότερο στις ώρες που το συνολικό φορτίο του συστήματος είναι χαμηλό και αποφεύγουν τη χρησιμοποίησή τους στις ώρες υψηλού φορτίου του συστήματος, αυτό συντελεί στο να γίνει πιο ομαλή, δηλαδή πλησιέστερη προς μια οριζόντια ευθεία, η ημερήσια καμπύλη φορτίου και έτσι να βελτιωθούν οι οικονομικές συνθήκες λειτουργίας του συστήματος.

Τις ώρες που παρέχεται μειωμένο τιμολόγιο τις έχει καθορίσει η ΔΕΗ, με βάση τα στοιχεία της ημερήσιας καμπύλης φορτίου του συστήματός της. Αυτές οι ώρες πρέπει βέβαια να είναι γνωστές στους καταναλωτές, ώστε καθένας τους να μπορεί να προσαρμόσει τη λειτουργία των συσκευών του κατά τον τρόπο που τον συμφέρει και τον εξυπηρετεί καλύτερα. Οι ώρες αυτές διατηρούνται στάθερές και μπορεί να υπάρχει μόνο μια διαφοροποίηση ανάμεσα στη χειμερινή και θερινή περίοδο, με προκαθορισμένες τις ημερομηνίες που ορίζουν αυτές τις περιόδους. Επίσης, μπορεί το χρονικό διάστημα παροχής του μειωμένου τιμολογίου να είναι ένα μέσα στο εικοσιτετράωρο ή να χωρίζεται σε δύο τμήματα.

Το χρονικό διάστημα, στο οποίο παρέχεται το μειωμένο τιμολόγιο, βρίσκεται, στο σύνολό του ή σ' ένα μεγάλο μέρος του, στη διάρκεια της νύχτας. Γι' αυτό έχει επικρατήσει το τιμολόγιο να λέγεται "νυκτερινό τιμολόγιο".

Νυκτερινό τιμολόγιο παρέχει η ΔΕΗ μόνο σε ορισμένες κατηγορίες καταναλωτών, όπως στις κατοικίες, στα γραφεία και στα καταστήματα.

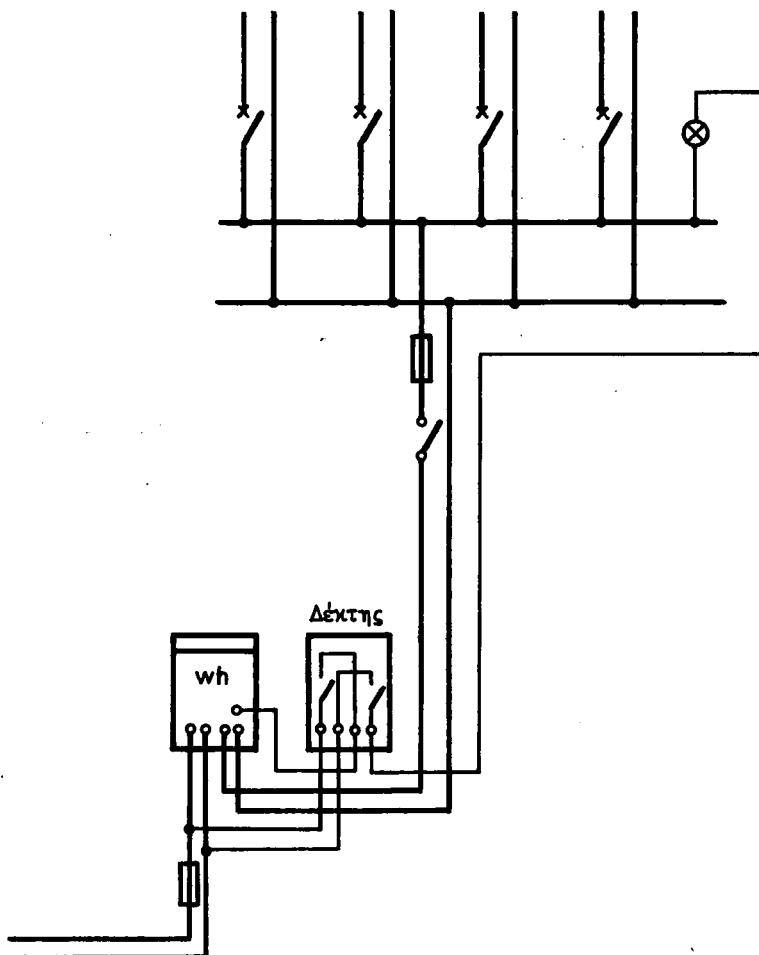
Η ΔΕΗ τοποθετεί, στους καταναλωτές που έχουν ζητήσει να κάνουν χρήση νυκτερινού τιμολογίου, μετρητές που έχουν δύο αριθμητήρες, ώστε να καταγράφουν χωριστά την κατανάλωση που πραγματοποιείται στις ώρες κανονικού τιμολογίου και εκείνη που γίνεται στις ώρες μειωμένου τιμολογίου. Για να λειτουργεί ο ένας ή ο άλλος αριθμητήρας, ο μετρητής έχει έναν πρόσθετο ακροδέκτη. 'Όταν σ' αυτό τον ακροδέκτη εφαρμόζεται τάση, ο μετρητής καταγράφει την ενέργεια στον ένα αριθμητήρα, ενώ, όταν δεν εφαρμόζεται τάση την καταγράφει στον άλλο. Αυτήν την τάση, που αποτελεί την εντολή προς το μετρητή να λειτουργεί με τον έναν ή τον άλλο αριθμητήρα, τη δίνει είτε ένα όργανο που λέγεται "δέκτης" είτε ένας χρονοδιακόπτης.

Δέκτης μπορεί να χρησιμοποιηθεί, εφόσον στο δίκτυο της ΔΕΗ υπάρχει ένα σύστημα, που επιτρέπει τη μεταβίβαση ορισμένων σημάτων που εκπέμπονται από κάποιο κεντρικό σημείο. Το σύστημα αυτό, που υπάρχει κυρίως στις μεγάλες πόλεις και στις γύρω απ' αυτές περιοχές, ονομάζεται "σύστημα τηλεχειρισμών με ακουστική συχνότητα (ΤΑΣ)" και διαβιβάζει τα σήματα μέσω του δικτύου. Οι δέκτες που είναι συνδεδεμένοι στο δίκτυο λαμβάνουν τα σήματα και ανάλογα προκαλούν στους μετρητές την καταγραφή της ενέργειας που καταναλώνει ο πελάτης στον κατάλληλο αριθμητήρα. Ένας δέκτης μπορεί να ελέγχει περισσότερους μετρητές, αν αυτοί είναι τοποθετημένοι σε μια διάταξη. Στις περιοχές, όπου το δίκτυο δεν έχει σύστημα ΤΑΣ, η ΔΕΗ εγκαθιστά δίπλα στους μετρητές ένα χρονοδιακόπτη.

Οι δέκτες και οι χρονοδιακόπτες, εκτός από την επαφή, μέσω της οποίας δίνουν ή διακόπτουν την τάση - εντολή προς το μετρητή για να καταγράφει στον έναν ή στον άλλο αριθμητήρα του, διαθέτουν και μια δεύτερη επαφή που χρησιμεύει για την εξυπηρέτηση του καταναλωτή. Σ' αυτήν την επαφή συνδέεται ένας "πρόσθετος αγωγός" που τοποθετείται στη γραμμή μετρητή - πίνακα μαζί με τους ενεργούς αγωγούς, όπως είχαμε αναφέρει και στην παράγραφο 9.7 - στάδιο (4). Αυτός είναι ένας αγωγός διατομής $1,5 \text{ mm}^2$ και χρώματος μπλε ανοιχτό, επειδή, όπως θα δούμε, είναι ουδέτερος. Με τη βοήθεια αυτού του αγωγού έχομε στο γενικό πίνακα διαθέσιμη την πληροφορία αν είναι ώρα κανο-

νικού ή μειωμένου τιμολογίου. Την πληροφορία αυτή την αξιοποιούμε για να έχομε μια ένδειξη (δηλαδή για να ανάβει μια ενδεικτική λυχνία) αλλά και για να μπαίνουν αυτομάτως σε λειτουργία ορισμένες συσκευές καταναλώσεως στις ώρες μειωμένου τιμολογίου.

Αν θέλομε να έχομε μόνο την ένδειξη, η συνδεσμολογία του γενικού πίνακα θα γίνει όπως στο σχήμα 11.10α (δεν έχει σχεδιασθεί ο αγωγός προστασίας). Παρατηρούμε ότι η ενδεικτική λυχνία συνδέεται στον αγωγό φάσεως της εγκαταστάσεως, ενώ η σύνδεσή της προς τον ουδέτερο γίνεται μέσω του πρόσθετου αγωγού και της επαφής του δέκτη. Η επαφή αυτή είναι κλειστή κατά τις ώρες μειωμένου τιμολογίου. Ο λόγος



Σχ. 11.10α.

Σύνδεση γενικού πίνακα για τη λειτουργία ενδεικτικής λυχνίας κατά τις ώρες μειωμένου τιμολογίου.

που γίνεται έτσι η συνδεσμολογία είναι ο ακόλουθος: για λόγους ασφαλείας πρέπει, όταν ανοίγομε το γενικό διακόπτη της ΕΗΕ, να μην υπάρχει τάση σε κανένα άλλο σημείο, παρά μόνο στον ακροδέκτη του (ή στους ακροδέκτες, αν είναι τριφασικός), εκεί που συνδέεται η γραμμή μετρητή - πίνακα. Αν ο πρόσθετος αγωγός ήταν αγωγός φάσεως θα είχε τάση όταν η επαφή του δέκτη θα ήταν κλειστή και θα εξακολουθούσε να έχει αυτή την τάση ακόμα και όταν ο γενικός διακόπτης θα ήταν ανοικτός, πράγμα που θα μπορούσε να προκαλέσει κίνδυνο π.χ. σε κάποιον που θα έκανε κάποια εργασία στον πίνακα. Αντίθετα, με τη σύνδεση που αναφέραμε, δεν υπάρχει αυτός ο κίνδυνος.

Αν, τώρα, θέλομε να χρησιμοποιήσουμε τον πρόσθετο αγωγό και για να τίθεται αυτομάτως σε λειτουργία μια συσκευή, π.χ. ο θερμοσίφωνας, κατά τις ώρες μειωμένου τιμολογίου, θα χρειασθεί να χρησιμοποιήσουμε έναν επαφέα, που θα συνδεθεί όπως στο σχήμα 11.10β (και πάλι έχει παραλειφθεί η σχεδίαση του αγωγού προστασίας). Το πηνίο του επαφέα συνδέεται προς τον πρόσθετο αγωγό μέσω ενός μεταγωγικού διακόπτη με μεσαία θέση "Εκτός". Με τη βοήθεια αυτού του διακόπτη μπορούμε να επιλέγομε μια από τις τρεις ακόλουθες καταστάσεις:

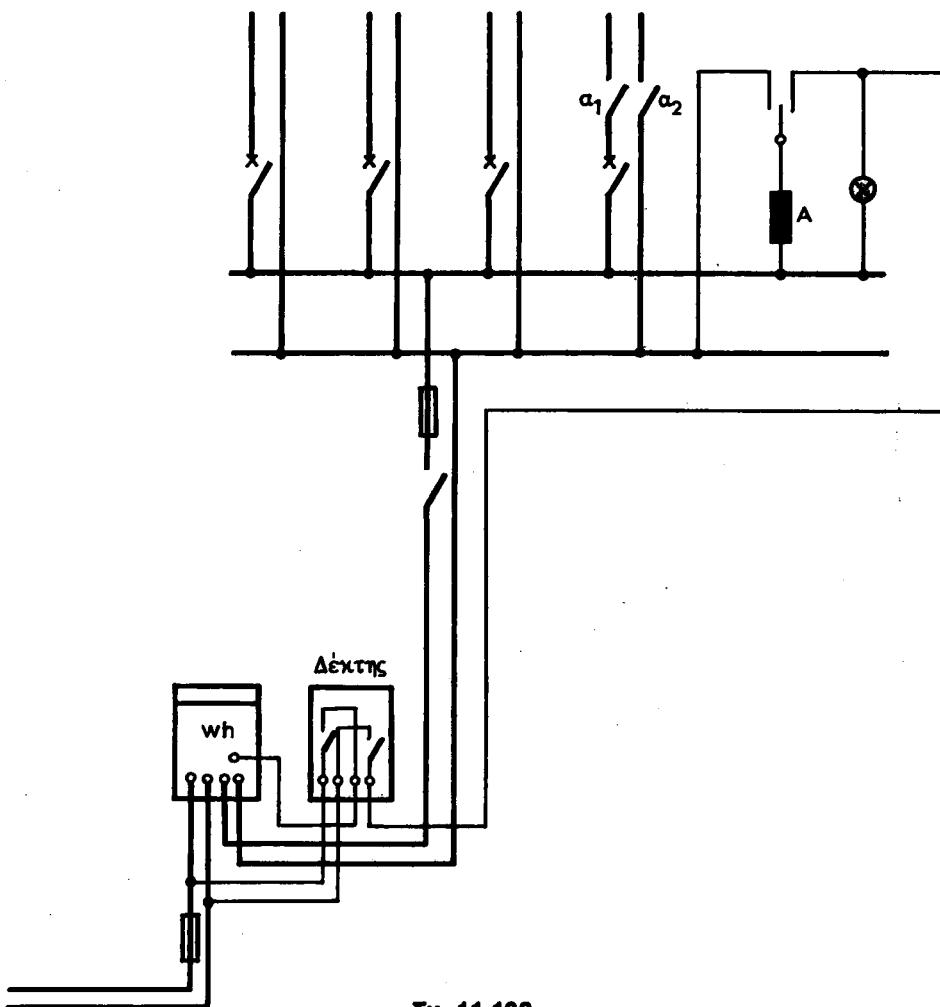
α) Στην αριστερή θέση του μεταγωγικού διακόπτη (όπως είναι σχεδιασμένος) το πηνίο του επαφέα συνδέεται με τον ουδέτερο της εγκαταστάσεως και επομένως ο θερμοσίφωνας τροφοδοτείται συνεχώς, δηλαδή ανεξάρτητα από τις αλλαγές του τιμολογίου.

β) Στη μεσαία θέση ο θερμοσίφωνας δεν τροφοδοτείται.

γ) Στη δεξιά θέση το πηνίο του επαφέα συνδέεται προς τον πρόσθετο αγωγό και έτσι ο θερμοσίφωνας τροφοδοτείται μόνο κατά τις ώρες μειωμένου τιμολογίου.

Φυσικά, αν υπάρχουν περισσότερες συσκευές που θέλομε να ελέγχεται η λειτουργία τους κατ' αυτό τον τρόπο, π.χ. πλυντήρια, θερμοσυσσωρευτές κλπ., θα χρειασθεί ένας επαφέας για τη γραμμή καθεμιάς συσκευής. Αν όμως δεν θέλομε να αρχίζουν να λειτουργούν όλες οι συσκευές μαζί, ή αν, για οποιοδήποτε λόγο, θέλομε να μην αρχίζει η λειτουργία τους κατά την ώρα που αρχίζει και το μειωμένο τιμολόγιο, θα χρειασθεί να χρησιμοποιήσουμε χρονοδιακόπτες.

Η σύνδεση της ενδεικτικής λυχνίας ή του πηνίου του επαφέα (ή ακόμα των πηνίων των επαφέων, αν είναι περισσότερες από μια οι ελεγχόμενες συσκευές) γίνεται, όπως αναφέραμε προηγουμένως, προς τον αγωγό φάσεως της εγκαταστάσεως και προς τον ουδέτερο της παροχής, μέσω του πρόσθετου αγωγού και της επαφής του δέκτη. Αυτό συνεπάγεται ότι τα ρεύματα φάσεως και ουδέτερου της εγκαταστά-



Σχ. 11.10β.

Συνδεσμολογία γενικού πίνακα για τη λειτουργία ενδεικτικής λυχνίας και την αυτόματη θέση σε λειτουργία συσκευών καταναλώσεως κατά τις ώρες μειωμένου τιμολογίου.

σεως δεν είναι ακριβώς ίσα. Γι' αυτό αν έχομε ένα διαφορικό διακόπτη διαφυγής, θα μπορούσε αυτός να πέσει, αν το ρεύμα που απορροφούν τα πιο κάτω όργανα είναι μεγαλύτερο από το οριακό διαφορικό ρεύμα διεγέρσεως του (συνήθως 30 mA). Αν πρόκειται για μια ενδεικτική λυχνία μόνο, το ρεύμα είναι πολύ μικρό. Αν όμως έχομε ένα ή περισσότερους επαφέις, το ρεύμα που απορροφούν τα πηνία τους μπορεί να υπερβαίνει το οριακό διαφορικό ρεύμα διεγέρσεως του διαφυγής. Σ' αυτή την περίπτωση θα πρέπει να τροφοδοτήσουμε το πηνίο του επαφέα (ή τα πηνία των επαφέων) από τον αγωγό φάσεως μετά

βέβαια από το γενικό διακόπτη και τις γενικές ασφάλειες αλλά πριν από το διαφορικό διακόπτη διαφυγής.

Εδώ θα εξηγήσουμε με συντομία τη λειτουργία των θερμοσυσσωρευτών, μια και αυτοί έχουν άμεση σχέση με το νυκτερινό τιμολόγιο. Ένας θερμοσυσσωρευτής είναι ένα σώμα για τη θέρμανση χώρων. Απορροφά ηλεκτρική ενέργεια (φορτίζεται) σε κάποιο χρονικό διάστημα (φυσικά συμφέρει η φόρτιση να γίνεται κατά τις ώρες μειωμένου τιμολογίου) και αυτή η ενέργεια θερμαίνει πυρότουβλα, που έχουν μεγάλη θερμοχωρητικότητα. Η θερμική ενέργεια που έχει εναποθηκευθεί στα πυρότουβλα αποδίδεται και θερμαίνει το χώρο και στις ώρες που ο θερμοσυσσωρευτής δεν απορροφά ηλεκτρική ενέργεια. Η φόρτιση διαρκεί όσο χρειάζεται για να φθάσει η θερμοκρασία των πυροτούβλων σε κάποιο ορισμένο δριο. Γι' αυτό υπάρχει στο εσωτερικό του θερμοσυσσωρευτή ένας θερμοστάτης κατάλληλος για τις υψηλές θερμοκρασίες (μέχρι και 600°C περίπου) στις οποίες φθάνουν τα πυρότουβλα.

Υπάρχουν δύο γενικοί τύποι θερμοσυσσωρευτών: οι στατικοί και οι δυναμικοί. Στους πρώτους η απόδοση της θερμότητας προς το χώρο γίνεται με φυσική κυκλοφορία του αέρα. Καθώς δηλαδή τα πυρότουβλα είναι θερμά, ο αέρας που τα περιβάλλει θερμαίνεται και αυτός και κινείται προς τα επάνω δημιουργώντας έτσι ένα ανοδικό ρεύμα. Αντίθετα στους δυναμικούς θερμοσυσσωρευτές υπάρχει ένας ανεμιστήρας που δημιουργεί το ρεύμα του αέρα. Όταν λειτουργεί ο ανεμιστήρας, βγαίνει από το θερμοσυσσωρευτή ζεστός αέρας και επομένως μεταφέρεται θερμότητα από τα πυρότουβλα προς το περιβάλλον. Όταν ο ανεμιστήρας δεν λειτουργεί, η απόδοση θερμότητας προς το περιβάλλον είναι ελάχιστη. Έτσι η εκφόρτιση του θερμοσυσσωρευτή είναι ελεγχόμενη. Η λειτουργία του ανεμιστήρα, που συνδέεται βέβαια σε διαφορετικό κύκλωμα, για να έχει τροφοδότηση σ' όλο το εικοσιτετράωρο, εξαρτάται από ένα θερμοστάτη χώρου ώστε να θερμαίνεται το δωμάτιο όσο πρέπει. Φυσικά μπορούμε να τον βάζομε σε λειτουργία ορισμένες μόνο ώρες. Όμως αν είναι επιθυμητό, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και εδώ ένα χρονοδιακόπτη, ώστε ο θερμοσυσσωρευτής να θερμαίνει το χώρο ορισμένες ώρες, π.χ. από το μεσημέρι και μετά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΩΔΕΚΑΤΟ

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΣΘΕΝΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ

12.1 Γενικά.

Πολλές φορές συγχρόνως με τις ΕΗΕ κατασκευάζονται και οι λεγόμενες εγκαταστάσεις ασθενών ρευμάτων, χωρίς βέβαια να αποκλείεται και η χωριστή κατασκευή τους. Πρόκειται για βοηθητικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις των κτηρίων, που εξυπηρετούν διάφορες ανάγκες ή παρέχουν διάφορες ευκολίες. Σε αυτές το κύριο χαρακτηριστικό είναι ότι οι τάσεις και τα ρεύματα έχουν πολύ χαμηλές τιμές. Γι' αυτό το λόγο δεν προκύπτουν, γι' αυτές τις εγκαταστάσεις, θέματα ασφαλείας. Οι τιμές των τάσεων διαφέρουν στις διάφορες εφαρμογές. Στις περισσότερες περιπτώσεις είναι μικρότερες από 12 V. Άλλα και σε εκείνες τις περιπτώσεις που χρησιμοποιούνται μεγαλύτερες τάσεις, όπως π.χ. στην τηλεφωνία, η πηγή που τροφοδοτεί την αντίστοιχη εγκατάσταση είναι μικρής ισχύος (δηλαδή έχει πολύ μεγάλη εσωτερική αντίσταση) και κατά συνέπεια, ακόμα και αν υπάρξει επαφή ενός ατόμου με τους αγωγούς της εγκαταστάσεως, το ρεύμα δεν μπορεί να έχει επικίνδυνη τιμή.

Οι πιο συνηθισμένες εγκαταστάσεις ασθενών ρευμάτων είναι οι ακόλουθες:

- Τηλεφωνική εγκατάσταση.
- Εγκατάσταση κουδουνιών, ηλεκτρικής κλειδαριάς, θυροτηλεφώνων ή θυροτηλεοράσεως.
- Ηχητικές εγκαταστάσεις.
- Εγκατάσταση κεραίας τηλεοράσεως.
- Εγκαταστάσεις συναγερμού και πυρκαϊάς.

Οι αγωγοί καθεμιάς από αυτές τις εγκαταστάσεις τοποθετούνται, γενικά, σε χωριστές σωληνώσεις, δεν αποκλείεται όμως να τοποθετηθούν και μαζί, με την προϋπόθεση ότι δεν θα προκαλούνται παρενοχλήσεις από τη μια εγκατάσταση στη λειτουργία της άλλης. Δεν επιτρέπεται,

φυσικά, σε καμιά περίπτωση η τοποθέτηση στον ίδιο σωλήνα, αγωγών των εγκαταστάσεων ασθενών ρευμάτων μαζί με τους αγωγούς της ΕΗΕ.

Οι αγωγοί που χρησιμοποιούνται στις εγκαταστάσεις ασθενών ρευμάτων έχουν μικρές μονώσεις (συνήθως από PVC) και οι διατομές τους είναι μικρές. Μόνο σε ορισμένες περιπτώσεις απαιτούνται καλώδια ειδικής μορφής, όπως π.χ. στις κεραίες τηλεοράσεως. Μερικές φορές δεν χαρακτηρίζομε τους αγωγούς με τη διατομή τους, αλλά με τη διάμετρο τους. Οι αγωγοί που χρησιμοποιούμε συνήθως έχουν διαμέτρους:

0,6 mm (διατομή 0,28 mm²) και 0,8 mm (διατομή 0,50 mm²).

Η εκλογή του μεγέθους του σωλήνα γίνεται με βάση τη διάμετρο και το πλήθος των αγωγών, σύμφωνα με τον πίνακα 12.1.1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 12.1.1		
Σωλήνες για τοποθέτηση αγωγών και εγκαταστάσεων ασθενών ρευμάτων		
Διάμετρος σωλήνα (mm)	Πλήθος αγωγών	
	d = 0,6 mm	d = 0,8 mm
11	7	5
13,5	10	8
16	14	11
23	25	20
29	40	35
36	60	48

Οι συσκευές που χρησιμοποιούνται σε ορισμένες εφαρμογές διαφέρουν από τον έναν κατασκευαστή στον άλλο. Οι συσκευές αυτές συνοδεύονται από οδηγίες ή σχέδια που υποδεικνύουν πώς πρέπει να γίνει η εγκατάστασή τους και πώς πρέπει να συνδεθούν.

Στη συνέχεια θα περιγράψουμε τις πιο συνηθισμένες εγκαταστάσεις ασθενών ρευμάτων, χωρίς όμως να μπούμε σε λεπτομέρειες που καλύπτονται από τις οδηγίες των κατασκευαστών των συσκευών.

12.2 Τηλεφωνικές εγκαταστάσεις.

Διακρίνομε τις εγκαταστάσεις για τη σύνδεση τηλεφώνων προς το δίκτυο του ΟΤΕ και τις εγκαταστάσεις ενδοσυνεννοήσεως (χωρίς ή με σύνδεση προς το δίκτυο του ΟΤΕ).

α) **Σύνδεση τηλεφώνων ΟΤΕ.** Το δίκτυο φθάνει ως ένα σημείο, που είναι είτε ένα κουτί διακλαδώσεως, όταν πρόκειται για 1 - 2 τηλεφωνικές συνδέσεις στο ίδιο κτήριο, είτε σε ένα κατανεμητή, που χρησιμοποιείται

όταν υπάρχουν στο ίδιο κτήριο πολλές τηλεφωνικές συνδέσεις, όπως, π.χ., σε μια πολυκατοικία. Το κουτί ή ο κατανεμητής τοποθετούνται σύμφωνα με τις οδηγίες του ΟΤΕ. Αυτές ορίζουν επίσης τις διαρρυθμίσεις που χρειάζεται να προβλεφθούν για τη διέλευση των καλωδίων, με τα οποία θα γίνει η σύνδεση προς το δίκτυο.

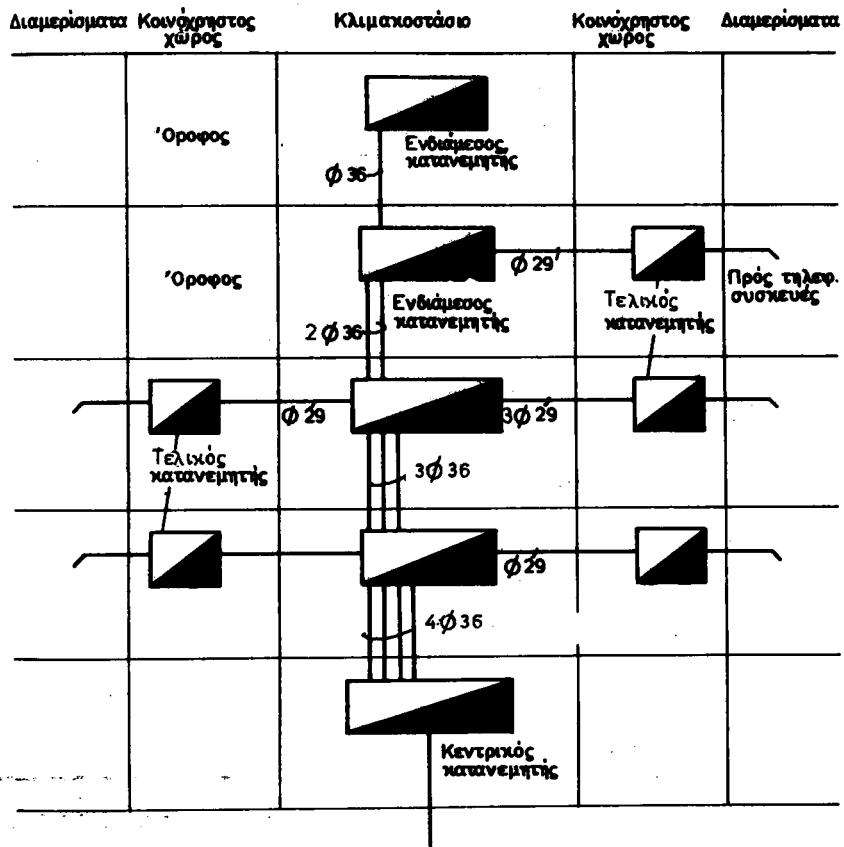
Στις τηλεφωνικές εγκαταστάσεις χρησιμοποιούμε μονωμένους αγωγούς διαμέτρου 0,8 mm ή 0,6 mm που τοποθετούνται μέσα σε σωλήνα (πλαστικό ή χαλυβδοσωλήνα) όταν πρόκειται για χωνευτή εγκατάσταση, ώστε να είναι εύκολη η αντικατάσταση ή η προσθήκη των αγωγών, αν χρειασθεί. Σε εξωτερική (ορατή) εγκατάσταση χρησιμοποιούνται τηλεφωνικά καλώδια, που χαρακτηρίζονται από το πλήθος των ζευγών: π.χ. τηλεφωνικό καλώδιο 3 ζευγών έχει 6 αγωγούς.

Στην περίπτωση των πολυκατοικιών διακρίνομε το εσωτερικό τηλεφωνικό δίκτυο και τις τηλεφωνικές εγκαταστάσεις των διαμερισμάτων.

Το πρώτο περνάει, γενικά, από κοινόχρηστους χώρους. Αρχίζει από τον κατανεμητή, στον οποίο φθάνει το καλώδιο του ΟΤΕ και καταλήγει στους τελικούς κατανεμητές, όπου συνδέονται οι τηλεφωνικές εγκαταστάσεις των διαμερισμάτων. Αν είναι πολλές οι τηλεφωνικές συνδέσεις, τοποθετούνται και ενδιάμεσοι κατανεμητές ανά όροφο και το δίκτυο διαμορφώνεται όπως στο σχήμα 12.2a. Για κάθε τηλεφωνική σύνδεση ξεκινάει από τον κεντρικό κατανεμητή ένα ζεύγος αγωγών. Η χωρητικότητα των κατανεμητών (πλήθος αγωγών που μπορούν να συνδεθούν) καθώς και οι σωληνώσεις πρέπει να προβλεφθούν για αριθμό τηλεφωνικών συνδέσεων τουλάχιστον διπλάσιο από τις αρχικά απαιτούμενες, έτσι ώστε να μπορούν να καλυφθούν μελλοντικές ανάγκες. Γι' αυτό το σκοπό πολλές φορές αφήνονται στα κλιμακοστάσια κενές σωληνώσεις που θα επιτρέψουν το πέρασμα αγωγών, όταν χρειασθεί, χωρίς να γίνουν "μερεμέτια".

Η κατασκευή τόσο του εσωτερικού τηλεφωνικού δικτύου όσο και των τηλεφωνικών εγκαταστάσεων των διαμερισμάτων πρέπει να εξασφαλίζει το απόρρητο των τηλεφωνικών συνδιαλέξεων. Πρέπει δηλαδή να αποκλείεται το ενδεχόμενο να γίνει στη γραμμή ενός συνδρομητή οποιαδήποτε σύνδεση που θα επέτρεπε σε κάποιο άλλο πρόσωπο να παρακολουθήσει τις τηλεφωνικές συνδιαλέξεις του. Γι' αυτό, αν η τηλεφωνική γραμμή ενός διαμερίσματος περνάει από ένα διαμερίσματα, πρέπει να κατασκευάζεται με χαλυβδοσωλήνα και να μην έχει κουτιά.

Η τηλεφωνική εγκατάσταση αρχίζει από τον τελικό κατανεμητή, σε περίπτωση διαμερίσματος πολυκατοικίας, ή από το κουτί όπου καταλήγει το καλώδιο του ΟΤΕ, στις άλλες περιπτώσεις. Η σύνδεση των τηλε-



Σχ. 12.2a.

Εσωτερικό τηλεφωνικό δίκτυο πολυκατοικίας.

φωνικών συσκευών γίνεται είτε σταθερή, σε μια "ροζέτα τηλεφώνου", είτε αφαιρετή, οπότε η τηλεφωνική γραμμή καταλήγει σε ένα ρευματοδότη (πρίζα) και το εύκαμπτο καλώδιο της συσκευής είναι εφοδιασμένο με ένα ρευματολήπτη (φις). Οι ρευματοδότες και ρευματολήπτες τηλεφώνων έχουν διαφορετικό σχήμα από εκείνο των αντιστοίχων εξαρτημάτων των ΕΗΕ, ώστε να αποκλείεται η κατά λάθος σύνδεση μιας τηλεφωνικής συσκευής σε ένα ρευματοδότη 220 V. Όταν υπάρχουν περισσότερες από μια συσκευές σε μια τηλεφωνική σύνδεση ΟΤΕ, είτε είναι σταθερά συνδεδεμένες είτε μέσω ρευματοδοτών - ρευματοληπτών, όταν καλείται η γραμμή κτυπούν όλες συγχρόνως και επίσης υπάρχει η δυνατότητα συνακροάσεως. Είναι δυνατόν να τοποθετηθεί ένας μεταγωγέας που, σε κάθε θέση του, συνδέει μόνο μια συσκευή και απομονώνει την άλλη - ή τις άλλες. Επίσης, μπορεί να τοποθετηθεί

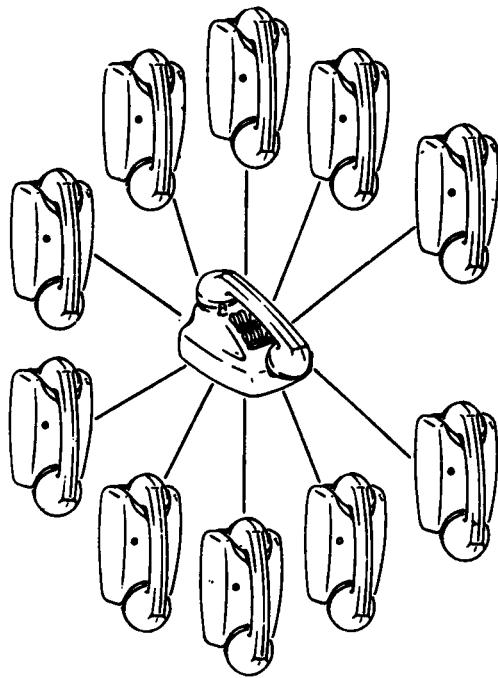
αυτόματος μεταγωγέας που επιτρέπει να κτυπούν όλες οι συσκευές συγχρόνως, αλλά, μόλις σηκώσομε το χειροτηλέφωνο μιας συσκευής, απομονώνονται οι άλλες. (Χειροτηλέφωνο είναι το κινητό τμήμα μιας τηλεφωνικής συσκευής και περιλαμβάνει το ακουστικό και το μικρόφωνο).

β) Εγκαταστάσεις ενδοσυνεννοήσεως. Επιτρέπουν την επικοινωνία μεταξύ συσκευών που βρίσκονται στο ίδιο κτήριο, χωρίς μεσολάβηση του δικτύου του ΟΤΕ. Υπάρχει μεγάλο πλήθος συστημάτων, που προορίζονται για να καλύψουν τις διάφορες ανάγκες και που διαφέρουν ανάλογα με το πλήθος των συσκευών που εξυπηρετούν και ανάλογα με το μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό αυτοματισμού τους. Διαφέρουν επίσης, ανάλογα και με το αν έχουν ή δεν έχουν σύνδεση προς το δίκτυο του ΟΤΕ. Οι συσκευές του κάθε συστήματος συνοδεύονται από οδηγίες για τον τρόπο εγκαταστάσεως.

Για τη λειτουργία ενός συστήματος ενδοσυνεννοήσεως χρειάζεται μια πηγή συνεχούς ρεύματος. Χρησιμοποιείται ένα "τροφοδοτικό", δηλαδή μια διάταξη ενός μετασχηματιστή και ενός ανορθωτή, που τροφοδοτείται από την ΕΗΕ. Συνήθως υπάρχει και ένας συσσωρευτής (επαναφορτιζόμενη μπαταρία), για να εξασφαλίζεται η λειτουργία σε περίπτωση διακοπής του ηλεκτρικού ρεύματος.

Το απλούστερο σύστημα ενδοσυνεννοήσεως είναι αυτό που διαθέτει μόνο δύο συσκευές. Οι συσκευές αυτές μπορεί να μοιάζουν με τις κοινές τηλεφωνικές συσκευές, αλλά χωρίς δίσκο επιλογής, ή μπορεί να μην έχουν χειροτηλέφωνο (κινητό τμήμα της συσκευής με το ακουστικό και το μικρόφωνο), αλλά ένα μικρό μεγάφωνο και ένα μικρόφωνο ενσωματωμένα στη συσκευή. Ένα τέτοιο απλό σύστημα μπορεί να χρησιμοποιείται, π.χ., σε ένα γραφείο για την επικοινωνία του προϊσταμένου με τη γραμματεία.

Ένα σύστημα με περισσότερες συσκευές είναι αυτό, στο οποίο μια συσκευή μπορεί να επικοινωνεί με όλες τις άλλες, αλλά όχι και αυτές μεταξύ τους. Π.χ. σε μια πολυκατοικία μπορεί να υπάρχει σύστημα ενδοσυνεννοήσεως μεταξύ καθενός διαμερίσματος και του θυρωρείου (σχ. 12.2β). Από οποιοδήποτε διαμέρισμα μπορεί να γίνει η κλήση προς το θυρωρείο, οπότε με ένα χειρισμό από τη συσκευή του θυρωρείου πραγματοποιείται η σύνδεση της γραμμής αυτού του διαμερίσματος ώστε να γίνει η συνδιάλεξη. Επίσης, από το θυρωρείο μπορεί να γίνει η κλήση προς οποιοδήποτε διαμέρισμα. Δεν υπάρχει η δυνατότητα επικοινωνίας μεταξύ διαμερισμάτων. Οι συσκευές μπορεί είτε να έχουν κινητό χειροτηλέφωνο (ακουστικό και μικρόφωνο), όπως στο σχήμα



Σχ. 12.2β.

Σύστημα ενδοσυνεννοήσεως μεταξύ διαμερισμάτων και θυρωρείου πολυκατοικίας.

12.2β, είτε μπορεί να είναι σταθερού τύπου με ενσωματωμένο ένα μικρό μεγάφωνο και ένα μικρόφωνο. Όμοιο σύστημα μπορεί να χρησιμοποιείται σε γραφεία: από ένα κεντρικό γραφείο (π.χ. του προϊσταμένου) είναι δυνατή η επικοινωνία με διάφορα άλλα γραφεία.

Σε ξενοδοχεία υπάρχει μερικές φορές ένα σύστημα ενδοσυνεννοήσεως με χειροκίνητες συνδέσεις. Οι συσκευές του δωματίου δεν έχουν δίσκο επιλογής, μπορούν όμως να επικοινωνήσουν είτε με το θυρωρείο (γραφείο υποδοχής) είτε με τη συσκευή ενός άλλου δωματίου, είτε, τέλος, με το δίκτυο του ΟΤΕ. Στο θυρωρείο (υποδοχή) υπάρχει ένας πίνακας ζεύξεων, στον οποίο καταλήγουν όλες οι γραμμές των δωματίων. Οι συνδέσεις γίνονται χειροκίνητα από τον τηλεφωνητή, μέσω αυτού του πίνακα. Για τη σύνδεση με εξωτερική γραμμή, ο τηλεφωνητής κάνει την επιλογή του αριθμού τηλεφώνου και, όταν ο καλούμενος απαντήσει, τον συνδέει με το δωμάτιο που τον είχε ζητήσει.

Τέλος, το πιο εξελιγμένο σύστημα έχει ένα αυτόματο κέντρο. Χρησιμοποιείται σε μεγάλα γραφεία, σε ξενοδοχεία, νοσοκομεία κλπ. Οι συσκευές έχουν δίσκο επιλογής και μπορούν να επικοινωνήσουν με

οποιαδήποτε άλλη συσκευή του συστήματος ή να συνδεθούν με εξωτερική γραμμή (του δικτύου ΟΤΕ) και να καλέσουν οιοδήποτε αριθμό. Πολλές φορές το τηλεφωνικό κέντρο είναι εφοδιασμένο και με μετρητές, για να γίνονται οι χρεώσεις στις εξωτερικές κλήσεις. Όταν μια συσκευή του συστήματος καλείται απ' έξω, η σύνδεση γίνεται με χειρισμό από τον τηλεφωνητή.

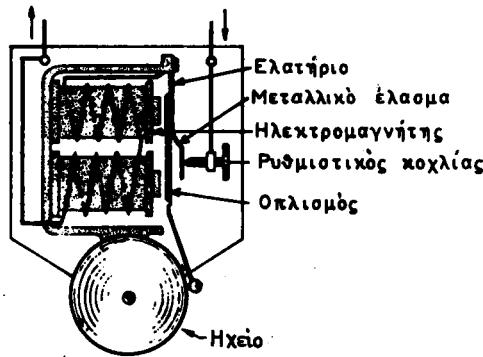
Τα συστήματα ενδοσυνεννοήσεως που περιγράψαμε αποτελούν τις κυριότερες βαθμίδες, από πλευράς παρεχόμενης εξυπηρετήσεως. Υπάρχουν φυσικά και διάφορα ενδιάμεσα συστήματα, με περισσότερες ή λιγότερες ευκολίες. Η επιλογή του συστήματος που θα εγκατασταθεί σε κάθε συγκεκριμένο κτήριο πρέπει να γίνεται με κριτήριο την προσαρμογή του στις υπάρχουσες ανάγκες.

12.3 Εγκατάσταση κουδουνιών, ηλεκτρικής κλειδαριάς, θυροτηλεφώνου και θυροτηλεοράσεως.

α) Κουδούνια. Η πιο συνηθισμένη χρησιμοποίηση των κουδουνιών είναι στα σπίτια, για την κλήση από την εξώπορτα ή από άλλα σημεία. Επίσης τα κουδούνια χρησιμοποιούνται και σε πολλούς άλλους χώρους, όπως εργοστάσια, σχολεία κλπ.

Η εγκατάσταση κουδουνιών τροφοδοτείται από την ΕΗΕ του κτηρίου μέσω ενός μετασχηματιστή, που υποβιβάζει την τάση στα 6 V ή 8 V ή 12 V. Πολύ ισχυρά κουδούνια μπορεί να λειτουργούν με υψηλότερες τάσεις. Μπορεί η τροφοδότηση να γίνεται με συνεχές ρεύμα είτε από ξηρά στοιχεία είτε από συσσωρευτές που φορτίζονται με τη βοήθεια κατάλληλης διατάξεως από την ΕΗΕ. Με αυτό τον τρόπο εξασφαλίζεται η λειτουργία και σε περίπτωση διακοπής τροφοδοτήσεως της ΕΗΕ.

Το συνηθισμένο κουδούνι (σχ. 12.3a) αποτελείται από ένα μικρό ηλεκτρομαγνήτη και μια βιοηθητική επαφή που είναι συνδεδεμένη σε σειρά με το πηνίο του. Όταν δεν υπάρχει τροφοδότηση, η επαφή είναι κλειστή, επειδή τη συγκρατεί σε αυτήν τη θέση ένα ελατήριο (ή ελαστικό έλασμα). Την ανοίγει ο ηλεκτρομαγνήτης, υπερνικώντας τη δύναμη του ελατηρίου, όταν περάσει ρεύμα από το πηνίο του. Με το άνοιγμα δύως της επαφής διακόπτεται η τροφοδότηση του πηνίου και τότε αυτή ξανακλείνει, με την επίδραση του ελατηρίου. Μόλις κλείσει η επαφή, αρχίζει και πάλι να περνά ρεύμα από το πηνίο του ηλεκτρομαγνήτη και επαναλαμβάνονται τα ίδια, όπως προηγουμένως. Δημιουργείται έτσι μια παλινδρομική κίνηση του οπλισμού του ηλεκτρομαγνήτη, με μια συχνότητα που εξαρτάται από τη μάζα του κινητού μέρους, από τη δύναμη

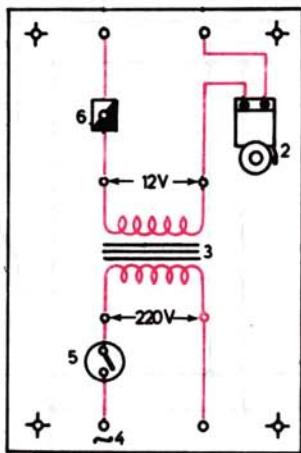


Σχ. 12.3a.
Ηλεκτρικό κουδούνι.

του ελατηρίου και από το διάκενο της επαφής, που ρυθμίζεται με τη βοήθεια μιας βίδας. Ο οπλισμός του ηλεκτρομαγνήτη έχει και μια μικρή σφύρα που κτυπάει επανειλημένα ένα μικρό ηχείο, σε σχήμα καμπάνας. Μπορεί να είναι δύο τα ηχεία, προς τις δυο πλευρές της σφύρας, οπότε παράγεται ένας διπλός ήχος. Εκτός από τον τύπο κουδουνιού που περιγράψαμε, υπάρχουν και άλλοι, στους οποίους δεν υπάρχει βοηθητική επαφή. Σε αυτά τα κουδούνια έχομε ένα κτύπημα με έναν ήχο, όταν τροφοδοτείται το πηνίο, οπότε έλκεται ο οπλισμός του ηλεκτρομαγνήτη, και ένα δεύτερο κτύπημα, με διαφορετικό ήχο, όταν διακοπεί η τροφοδότηση, οπότε ο οπλισμός επανέρχεται στη θέση ηρεμίας του. Τα ηχεία επάνω στα οποία κτυπάει η σφύρα, μπορεί να έχουν σχήμα καμπάνας ή ελάσματος. Διάφορα (λεγόμενα μελωδικά) κουδούνια, μερικά από τα οποία έχουν και ηλεκτρονικά στοιχεία, παράγουν διάφορους ήχους.

Εκτός από τα κουδούνια χρησιμοποιούνται επίσης οι βομβητές, στους οποίους ο ήχος δεν προκαλείται από την κρούση ενός μεταλλικού ηχείου, αλλά από την ταλάντωση ενός μεταλλικού ελάσματος (ή μιας μεμβράνης) που αποτελεί τον οπλισμό του ηλεκτρομαγνήτη. Με την ίδια αρχή λειτουργούν και οι "κόρνες" που παράγουν πολύ ισχυρότερο ήχο. Τέλος υπάρχουν οι σειρήνες, που έχουν ένα μικρό κινητήρα που παράγει ένα ρεύμα αέρα που περνά από κατάλληλες οπές και δημιουργεί ένα ισχυρό σφύριγμα.

Τα κουδούνια που χρησιμοποιούμε στα σπίτια τοποθετούνται συνή-



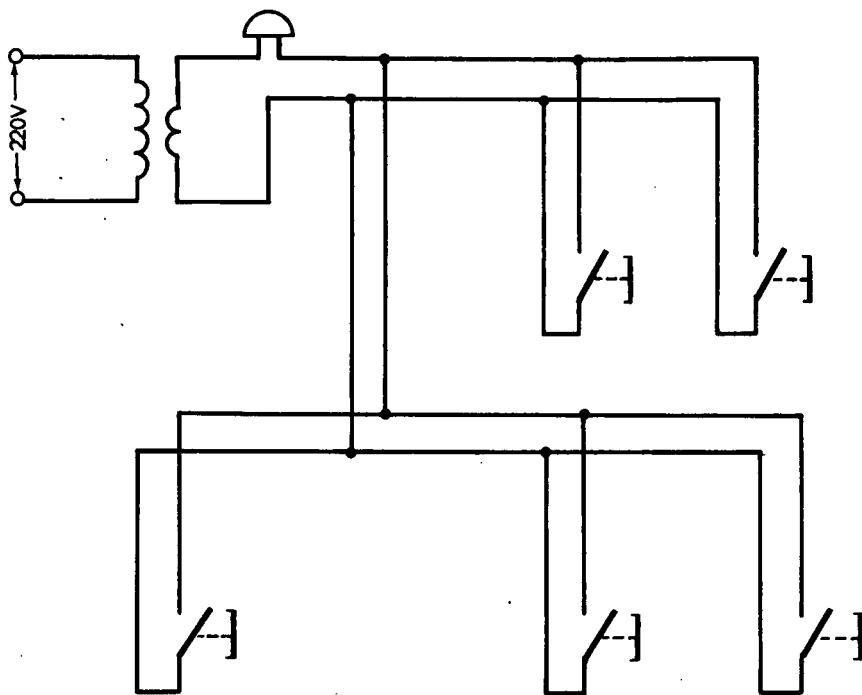
Σχ. 12.3β.
Πίνακας ηλεκτρικού κουδουνιού.

Θως σε έναν πίνακα (σχ. 12.3β) μαζί με το μετασχηματιστή που τα τροφοδοτεί. Αν τοποθετηθεί ασφάλεια (δεν είναι υποχρεωτικό), συνδέεται στην πλευρά χαμηλής τάσεως για να προστατεύει το μετασχηματιστή σε περίπτωση βραχυκυκλώματος του κουδουνιού. (Αν ήταν τοποθετημένη στη πλευρά 220 V δε θα μπορούσε να λειτουργήσει, επειδή το ρεύμα που απορροφά ο μετασχηματιστής, ακόμα και με βραχυκλωμένο το δευτερεύον του, είναι πολύ μικρό, εξαιτίας της πολύ μικρής ισχύος του).

Για να κτυπάμε το κουδούνι, μεταχειριζόμαστε τα κουμπιά (μπουτόν) που είναι διακόπτες, των οποίων οι επαφές τους διατηρούνται κλειστές μόνο στο χρονικό διάστημα που τα πιέζομε. Για να κτυπάμε το κουδούνι από πολλά σημεία, π.χ. από τα διάφορα δωμάτια ενός σπιτιού, χρησιμοποιούμε περισσότερα κουμπιά σε παράλληλη σύνδεση (σχ. 12.3γ).

Αν θέλομε να έχουμε δύο ή τρεις ήχους, για να γνωρίζομε την προέλευση της κλήσεως (π.χ. από την εξώπορτα της πολυκατοικίας, από την εξωτερική πόρτα του διαμερίσματος, ή από ένα δωμάτιο), χρησιμοποιούμε περισσότερα κουδούνια ή βομβητές με διάφορους ήχους.

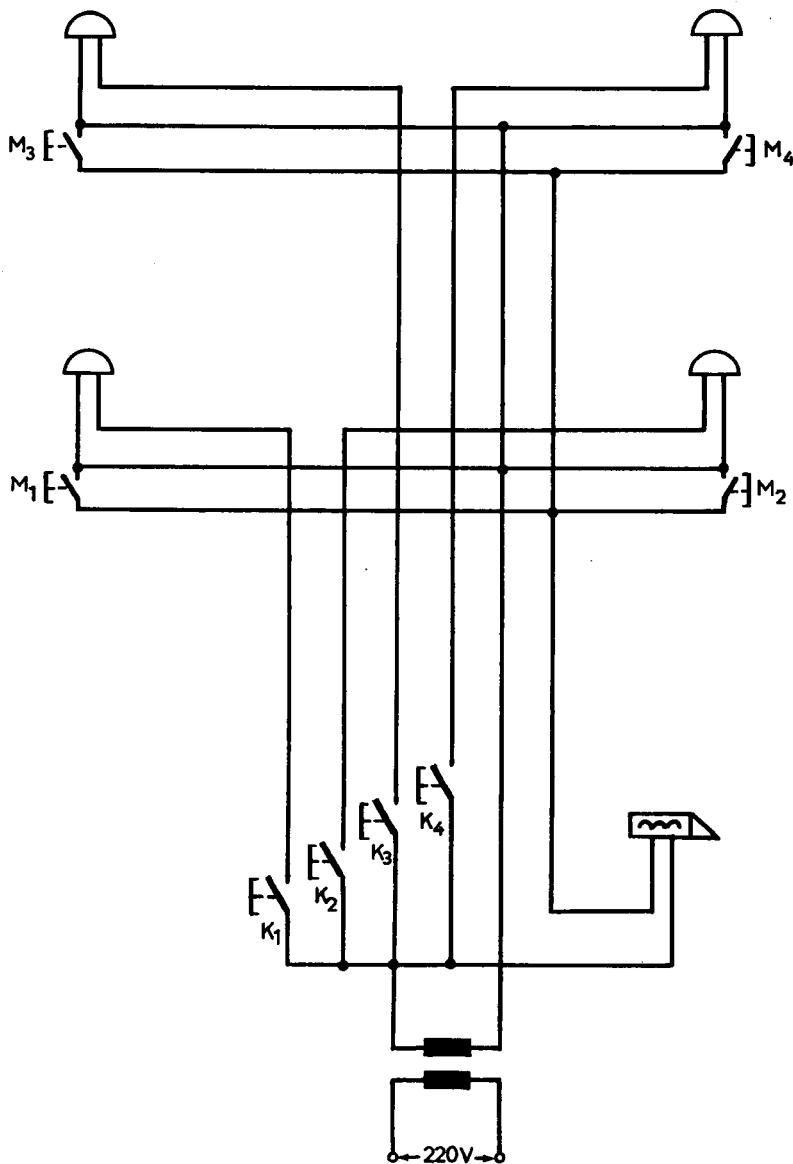
Στις εξώπορτες των πολυκατοικιών τα κουμπιά των κουδουνιών των διαφόρων διαμερισμάτων, είναι συγκεντρωμένα σε έναν "πίνακα κουδουνιών εξώθυρας" (κοινώς μπουτονιέρα) και όλα τα κουδούνια τροφοδοτούνται μέσω ενός μετασχηματιστή από την ΕΗΕ των κοινοχρήστων.



Σχ. 12.3γ.
Σύνδεση μπουτόν κουδουνιών.

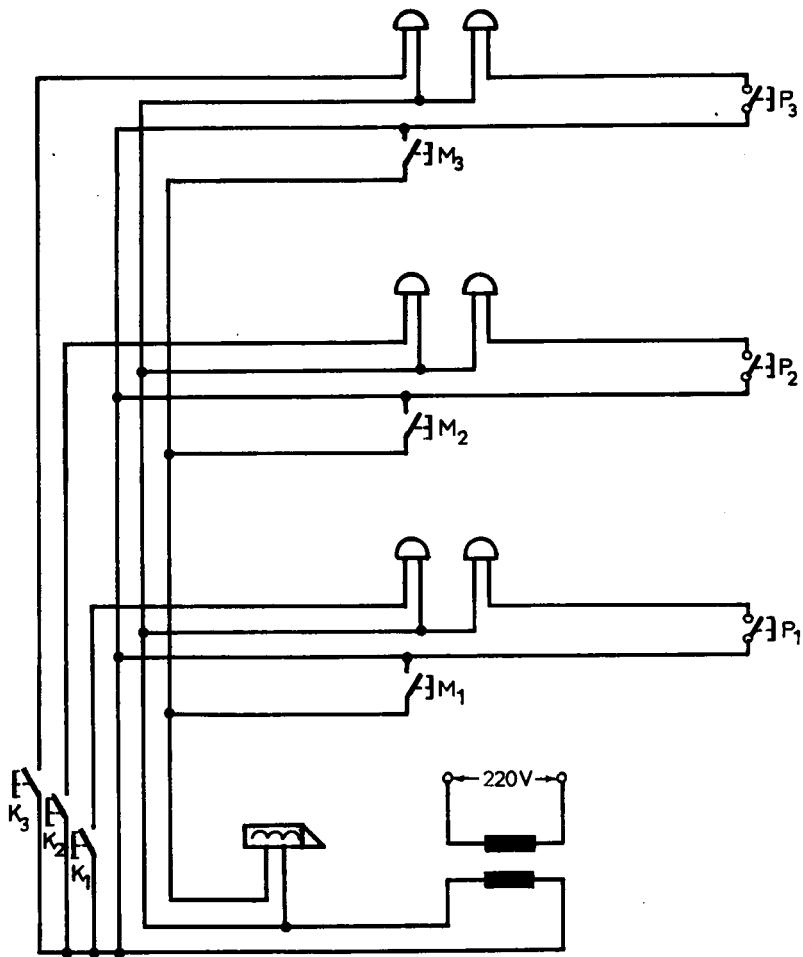
Τη συνδεσμολογία θα την περιγράψουμε στη συνέχεια μαζί με εκείνη της ηλεκτρικής κλειδαριάς.

β) Εγκατάσταση ηλεκτρικής κλειδαριάς. Ο μηχανισμός της ηλεκτρικής κλειδαριάς αποτελείται από έναν ηλεκτρομαγνήτη που, όταν τροφοδοτείται, ελευθερώνει το "γλωσσίδι" της κλειδαριάς της εξώπορτας. Με αυτό τον τρόπο μπορούμε να ανοίγομε την εξώπορτα από το εσωτερικό του σπιτιού, πιέζοντας ένα κουμπί (μπουτόν). Στις πολυκατοικίες υπάρχει σε κάθε διαμέρισμα ένα κουμπί. Όλα τα κουμπιά είναι συνδεδεμένα παράλληλα. Στο σχήμα 12.3δ φαίνεται, ενδεικτικά για 4 διαμερίσματα, η συνδεσμολογία της εγκαταστάσεως κουδουνιών και ηλεκτρικής κλειδαριάς. Η τροφοδότηση του μετασχηματιστή γίνεται από την ΕΗΕ των κοινοχρήστων της πολυκατοικίας. Τα κουδούνια στις εξωτερικές πόρτες των διαμερισμάτων μπορούν να τροφοδοτούνται από τον ίδιο μετασχηματιστή, όπως στο σχήμα 12.3ε, ή από χωριστό μετασχηματιστή σε κάθε διαμέρισμα. Αυτό γίνεται απαραίτητο, όταν



Σχ. 12.3δ.

Σύνδεση κουδουνιών εξώπορτας πολυκατοικίας και ηλεκτρικής κλειδαριάς.

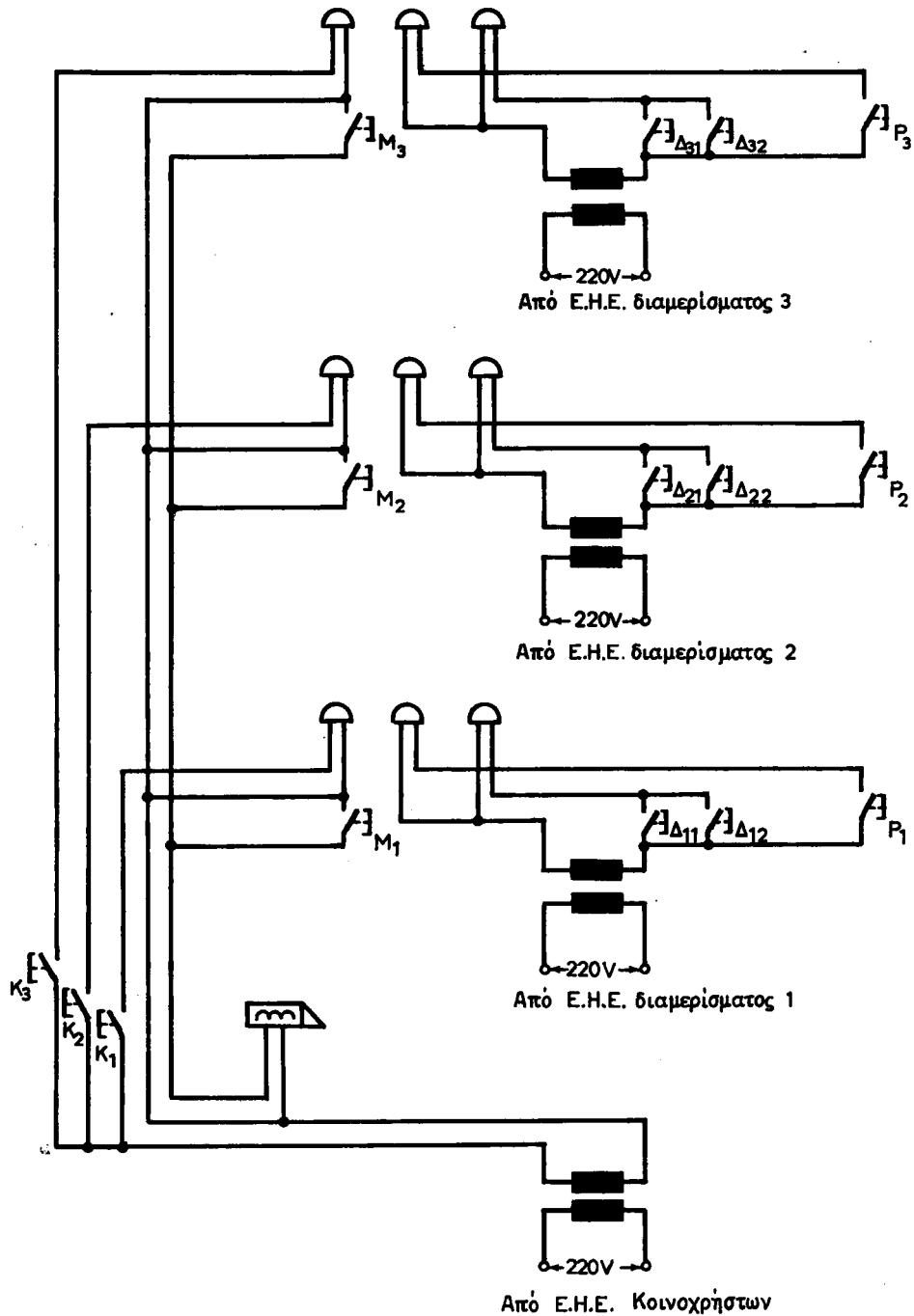


Σχ. 12.3ε.

Σύνδεση κουδουνιών εξώπορτας πολυκατοικίας, κουδουνιών εξωτερικής πόρτας διαμερισμάτων και ηλεκτρικής κλειδαριάς.

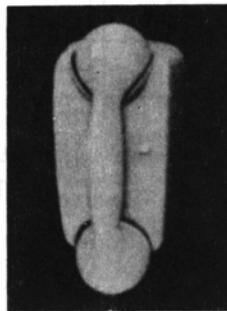
υπάρχουν και εσωτερικά κουδούνια του διαμερίσματος, με κουμπιά στα διάφορα δωμάτια (σχ. 12.3στ).

γ) Εγκατάσταση θυροτηλεφώνου και θυροτηλεοράσεως. Συνήθως η εγκατάσταση κουδουνιών και ηλεκτρικής κλειδαριάς είναι συνδυασμένη με εγκατάσταση θυροτηλεφώνου ή θυροτηλεοράσεως. Οι σχετικές συσκευές συνοδεύονται από οδηγίες του κατασκευαστή τους για τον τρόπο εγκαταστάσεως και συνδεσμολογίας τους.



Σχ. 12.3στ.

Σύνδεση κουδουνιών εξώπορτας, κουδουνιών εξωτερικής πόρτας διαμερισμάτων, κουδουνιών δωματίων και ηλεκτρικής κλειδαριάς.

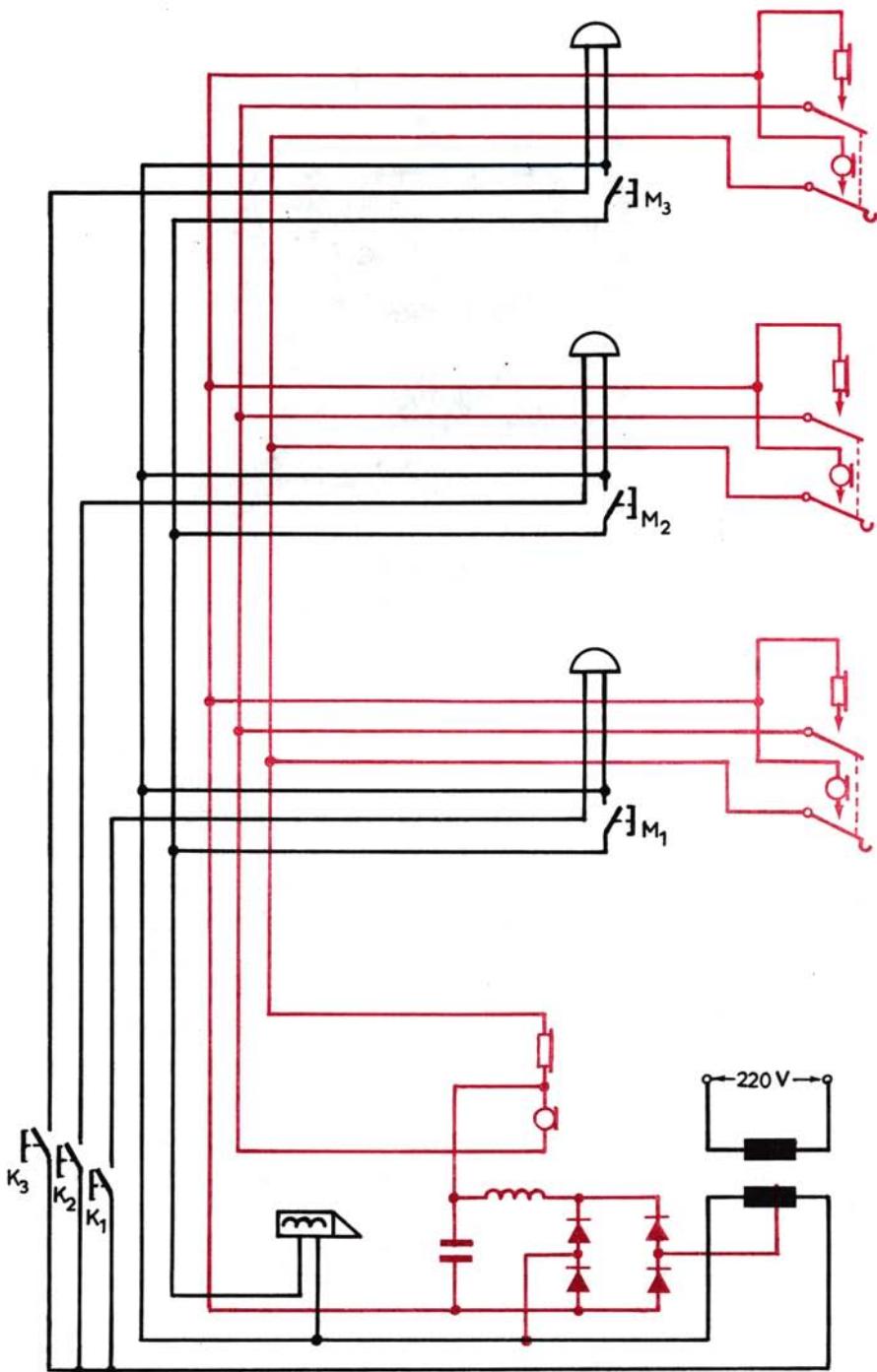


Σχ. 12.3ζ.

Τηλεφωνική συσκευή διαμερίσματος για το θυροτηλέφωνο.

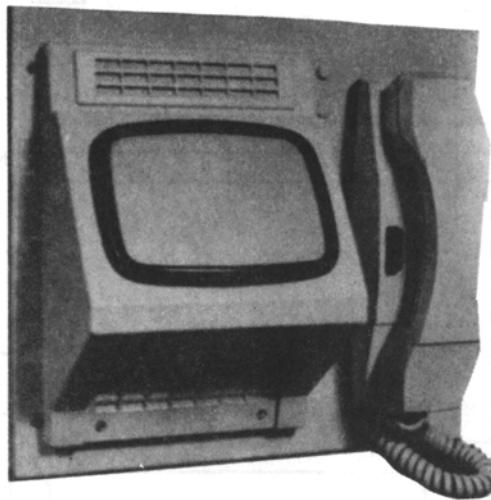
Ο πίνακας κουδουνιών εξώθυρας είναι εφοδιασμένος με ένα μικρόφωνο και με ένα μεγάφωνο. Περιλαμβάνει επίσης και έναν ενισχυτή για τη λειτουργία του μεγαφώνου. Σε κάθε διαμέρισμα υπάρχει είτε μια τηλεφωνική συσκευή (συνήθως κρεμαστή, όπως στο σχήμα 12.3ζ) είτε μια συσκευή τοίχου που περιλαμβάνει μικρόφωνο και μεγάφωνο. Στην τηλεφωνική συσκευή του σχήματος 12.3ζ υπάρχει και ένα κουμπί, που προορίζεται για τη λειτουργία της ηλεκτρικής κλειδαριάς. Όταν σηκώνομε το χειροτηλέφωνο (ακουστικό και μικρόφωνο), κλείνουν ορισμένες επαφές που υπάρχουν στο σταθερό μέρος, ώστε να τεθεί σε λειτουργία το σύστημα και να επικοινωνήσει αυτή η τηλεφωνική συσκευή με τη συσκευή της εξώπορτας. Στο σχήμα 12.3η βλέπομε ενδεικτικά τη συνδεσμολογία συστήματος με τηλεφωνικές συσκευές για τρία διαμερίσματα. (Επειδή το θυροτηλέφωνο χρειάζεται μικρότερη τάση από εκείνη των κουδουνιών και της ηλεκτρικής κλειδαριάς, το σύστημα ανορθώσεως τροφοδοτείται από μια μεσαία λήψη του μετασχηματιστή). Στις συσκευές τοίχου, που, όπως αναφέραμε, δεν έχουν χειροτηλέφωνο, υπάρχει ένα κουμπί, με το οποίο κλείνομε τις επαφές για τη λειτουργία του θυροτηλεφώνου, και ένα δεύτερο κουμπί για την ηλεκτρική κλειδαριά της εξώπορτας.

Η θυροτηλεόραση αποτελεί μια πρόσθετη διάταξη, με τη βοήθεια της οποίας από κάθε διαμέρισμα μπορούμε να βλέπομε εκείνον που βρίσκεται εμπρός από την εξώπορτα. Σε κατάλληλη θέση τοποθετείται η συσκευή λήψεως της εικόνας (κάμερα) και σε κάθε διαμέρισμα έχουμε μια μικρή οθόνη (σχ. 12.3θ). Οι συνδέσεις της συσκευής λήψεως με τις οθόνες των διαμερισμάτων γίνονται με ομοαξονικά καλώδια, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. υπάρχουν όμως και συστήματα στα οποία χρησιμοποιούνται κοινά καλώδια.



Σχ. 12.3η.

Σύνδεση κουδουνιών ηλεκτρικής κλειδαριάς και θυροτηλεφώνων εξώπορτας πολυκατοικίας.



Σχ. 12.3θ.

Συσκευή διαμερίσματος για τη θυροτηλεόραση.

12.4 Ηχητικές εγκαταστάσεις.

Συχνά στις κατοικίες γίνεται μια σταθερή εγκατάσταση για τη σύνδεση των μεγαφώνων προς τα υπόλοιπα ηλεκτροακουστικά μηχανήματα (ενισχυτές κλπ.), ώστε να αποφεύγονται τα κινητά καλώδια. Επίσης σταθερές εγκαταστάσεις υπάρχουν για τον ίδιο σκοπό και σε άλλους χώρους όπως κινηματογράφοι, κέντρα διασκεδάσεως κλπ., ή επίσης σε σχολεία, εργοστάσια, στρατόπεδα κλπ. Θα αναφερθούμε εδώ στην περίπτωση των κατοικιών, επειδή οι άλλες περιπτώσεις παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία, ανάλογα με τις ανάγκες και οι αντίστοιχες εγκαταστάσεις προσαρμόζονται προς τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται.

Η γενική περίπτωση των κατοικιών αφορά τα λεγόμενα "στερεοφωνικά συστήματα", στα οποία τα μεγάφωνα είναι χωριστά από τον ενισχυτή που τα τροφοδοτεί. Πηγή του ήχου αποτελούν τα ηχεία, καθένα από τα οποία περιλαμβάνει ένα ή περισσότερα μεγάφωνα, τοποθετημένα σε κατάλληλο, ξύλινο συνήθως, κιβώτιο. Ο αριθμός και τα χαρακτηριστικά των μεγαφώνων καθώς και οι διαστάσεις και γενικά η διαρρύθμιση κάθε ηχείου (ανοίγματα, εσωτερικά διαφράγματα κλπ.) καθορίζουν την ποιότητα του ηχείου. Ένα ηχείο είναι τόσο καλύτερης ποιότητας, όσο έχει σε μεγαλύτερο βαθμό την ικανότητα να παράγει ηχητική κύμανση όμοια με την ηλεκτρική κύμανση της τροφοδοτήσεώς του. Η ικανότητά του αυτή παριστάνεται με μια καμπύλη, που λέγεται καμπύλη αποκρίσεως και δείχνει την ένταση του ήχου που αποδίδει το ηχείο, όταν τροφοδο-

τηθεί μια τάση σταθερής τιμής αλλά μεταβαλλόμενης συχνότητας (οριζόντιος άξονας η συχνότητα, κατακόρυφος η ένταση του ήχου). Το ηχείο είναι καλής ποιότητας όσο πλησιέστερη προς την οριζόντια ευθεία είναι η καμπύλη αποκρίσεώς του, σε όλη την περιοχή των ακουστικών συχνοτήτων (16 Hz - 20 kHz). Το ηχείο χαρακτηρίζεται ακόμα από την ονομαστική ισχύ του σε W, που είναι η ισχύς, με την οποία μπορεί να λειτουργεί συνεχώς, χωρίς να πάθει καμιά βλάβη, και μέχρι την οποία διατηρεί την καμπύλη αποκρίσεώς του.

Για να αποδίδεται ο ήχος κατά τρόπο φυσικό, δηλαδή όπως τον ακούει ένας ακροατής στην πραγματικότητα, χρησιμοποιούνται τα **στερεοφωνικά συστήματα**. Αυτά περιλαμβάνουν δύο ηχεία, που τοποθετούνται σε κατάλληλες θέσεις και που τροφοδοτούνται κατάλληλα, ώστε οι ήχοι που παράγουν να είναι ελαφρά διάφοροι μεταξύ τους, όπως διάφοροι είναι στην πραγματικότητα οι ήχοι που ένας ακροατής αντιλαμβάνεται να φθάνουν ως αυτόν από τις διάφορες διευθύνσεις. Έτσι ο ακροατής του ηχητικού συγκροτήματος έχει την αίσθηση της προελεύσεως των ήχων όπως στην πραγματικότητα. Η καλύτερη θέση των ηχείων για να παραχθεί στον ακροατή αυτό το αποτέλεσμα, είναι εμπρός από αυτόν και σε τέτοια μεταξύ τους απόσταση, ώστε τα δύο ηχεία και ο ακροατής να βρίσκονται στις κορυφές ενός ισόπλευρου τριγώνου. Βέβαια στην πράξη, σε μια κατοικία, γίνονται ορισμένες παρεκκλίσεις από αυτόν τον κανόνα, επειδή οι θέσεις των ηχείων πρέπει να προσαρμοσθούν ανάλογα με τη διαρρύθμιση του δωματίου.

Πιο πολύπλοκα ηχητικά συγκροτήματα, που, όπως είναι φυσικό, χρησιμοποιούνται σπάνια σε κατοικίες, έχουν περισσότερα ζευγάρια ηχείων, σε διάφορες θέσεις, για να παράγουν την αίσθηση του βάθους, όπως την έχει ένας ακροατής, π.χ., σε μια αίθουσα μουσικής.

Για την τροφοδότηση κάθε ηχείου χρειάζεται μια γραμμή με δύο αγωγούς. Αυτή αρχίζει από τη θέση του ενισχυτή και καταλήγει είτε σε ένα ρευματοδότη, αν τα ηχεία είναι φορητά, είτε απ' ευθείας στα ηχεία, αν είναι μόνιμα εγκατεστημένα (π.χ. σε μια βιβλιοθήκη τοίχου). Καλό είναι να χρησιμοποιηθούν αγωγοί αρκετά μεγάλης διατομής, 1 mm² ή 1,5 mm², παρ' όλο που τα ρεύματα είναι πολύ μικρά, για να μην έχει η γραμμή αξιόλογη αντίσταση και περιορίζει την απόδοση των ηχείων. Δεν χρειάζεται, όπως νομίζουν μερικοί, να χρησιμοποιηθούν καλώδια ειδικής μορφής, με θωράκιση κλπ. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν μονωμένοι αγωγοί H07V-U ή οιουδήποτε άλλου τύπου. Προτιμότερο είναι να χρησιμοποιηθούν αγωγοί διαφορετικών χρωμάτων, για να γίνει εύκολα η συνδεσμολογία των ηχείων με τη σωστή πολικότητα. (Αν δεν είναι

διαφορετικά τα χρώματα, θα χρειασθεί να βρεθούν οι πολικότητες με ένα όργανο ή με δοκιμές). Πολλές φορές κατασκευάζονται γραμμές για περισσότερα ζευγάρια ηχείων, με το σκοπό να μπορεί ο ίδιος ενισχυτής να τροφοδοτήσει ηχεία σε διαφορετικά δωμάτια της κατοικίας. Αν χρησιμοποιηθούν ρευματοδότες πρέπει βέβαια να είναι διαφορετικής μορφής από τους ρευματοδότες της ΕΗΕ, ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος να τροφοδοτηθεί από λάθος ένα ηχείο με 220 V.

Καλώδια ειδικής μορφής, που έχουν θωράκιση, δηλαδή έναν αγωγό με μορφή πλέγματος από λεπτά συρματίδια που περιβάλλει τον άλλο αγωγό, χρειάζονται μόνο στις συνδέσεις μεταξύ μηχανημάτων πριν από τον ενισχυτή. Τέτοια καλώδια συνδέουν προς την είσοδο του ενισχυτή π.χ. ένα μικρόφωνο ή ένα πικ-απ ή ένα μαγνητόφωνο ή ένα κασετόφωνο.

12.5 Εγκατάσταση κεραίας τηλεοράσεως.

Η εγκατάσταση και η σύνδεση κεραίας τηλεοράσεως αποτελεί αντικείμενο των ειδικών τεχνικών. Ορισμένες όμως εργασίες γίνονται από τους ασχολουμένους με την κατασκευή των ΕΗΕ για πρακτικούς λόγους. Συγκεκριμένα, η τοποθέτηση των ρευματοδοτών κεραίας τηλεοράσεως ("κεραιοδοτών") καθώς και των αντιστοίχων καλωδίων γίνεται στο ίδιο χρονικό διάστημα που κατασκευάζεται και η ΕΗΕ. Γι' αυτό, και επειδή η εργασία είναι συναφής, συνήθως τα ίδια πρόσωπα που εκτελούν την ΕΗΕ ασχολούνται και με την εγκατάσταση των καλωδίων κεραίας και των κεραιοδοτών. Επίσης και άλλες εργασίες, όπως η γείωση του ιστού της κεραίας, αποτελούν αντικείμενο των κατασκευαστών της ΕΗΕ. Πριν από την εκτέλεση αυτών των εργασιών, και κυρίως όταν πρόκειται για μια κάπως πολύπλοκη εγκατάσταση, όπως π.χ. στην περίπτωση συλλογικής κεραίας που τοποθετείται σε πολυκατοικίες για την εξυπηρέτηση όλων των διαμερισμάτων, πρέπει να γίνεται μια συνεργασία με τους ειδικούς τεχνικούς τηλεοράσεων. Όσα αναφέρομε στη συνέχεια αποτελούν ορισμένες βασικές γνώσεις, που είναι χρήσιμες ώστε να διευκολύνεται αυτή η συνεργασία.

α) Λήψη εκπομπών.

Κάθε ραδιοφωνικός ή τηλεοπτικός σταθμός εκπέμπει ενέργεια με τη μορφή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων μιας ορισμένης συχνότητας και επομένως δημιουργεί γύρω του ένα ηλεκτρομαγνητικό πεδίο. Η ένταση του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου σε ένα σημείο εξαρτάται από την ισχύ του σταθμού, την απόσταση του σημείου από αυτόν και την ύπαρξη τυχόν εμποδίων μεταξύ αυτών. Σε κάθε μεταλλικό αντικείμενο που βρί-

σκεται μέσα σε ένα ηλεκτρομαγνητικό πεδίο αναπτύσσεται μια εναλλασ- σόμενη τάση της ίδιας συχνότητας. Η τάση αυτή είναι γενικά πάρα πολύ μικρή και εξαρτάται από την ένταση του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου και από το σχήμα και τις διαστάσεις του αντικειμένου. Για να έχομε τάσεις μεγαλύτερες, προκειμένου να τις αξιοποιήσουμε με τη βοήθεια ραδιοφωνικών ή τηλεοπτικών δεκτών (ραδιοφώνων και τηλεοράσεων), χρησιμο- ποιούμε τις κεραίες δηλαδή μεταλλικά αντικείμενα που η μορφή τους είναι κατάλληλη, ώστε η τάση που αναπτύσσεται, για δεδομένη ένταση του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου, να είναι όσο μπορεί μεγαλύτερη. (Η τάση που αναπτύσσεται σε μια κεραία είναι της τάξεως του mV.)

Όταν υπάρχουν πολλοί σταθμοί εκπομπής, που ο καθένας εκπέμπει με τη δική του συχνότητα, αναπτύσσονται στην κεραία πολλές τάσεις, των αντιστοίχων συχνοτήτων. Επειδή όμως το σχήμα που πρέπει να έχει μια κεραία, για να έχει το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα (δηλαδή τη μεγαλύτερη δυνατή τάση για δεδομένη ένταση του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου) εξαρτάται από τη συχνότητα, έχομε διάφορα σχήματα κεραιών, που το καθένα είναι κατάλληλο για μια περιοχή συχνοτήτων.

Η κεραία συνδέεται με τη βοήθεια ενός κατάλληλου καλωδίου προς το ραδιόφωνο ή την τηλεόραση. Το καλώδιο αυτό ονομάζεται κάθιδος της κεραίας. Η κάθιδος μεταφέρει προς αυτές τις συσκευές τις τάσεις που έχουν αναπτυχθεί στην κεραία.

Οι συχνότητες που χρησιμοποιούνται στις ραδιοφωνικές και στις τηλεοπτικές εκπομπές περιλαμβάνονται στις ακόλουθες περιοχές (ζώνες):

– **Ραδιοφωνικές εκπομπές**

Μεσαία κύματα	0,51 – 1,60 MHz
Βραχέα κύματα	6 – 27 MHz
Υπερβραχέα κύματα	87,5 – 108 MHz

– **Τηλεοπτικές εκπομπές**

Πολύ μεγάλης συχνότητας (VHF - very high frequency) (τηλεοπτ. κανάλια 5 - 12)	174 – 230 MHz
Εξαιρετικά μεγάλης συχνότητας (UHF - ultra high frequency) (τηλεοπτ. κανάλια 21 - 69)	470 – 862 MHz

Οι ραδιοφωνικές εκπομπές μεσαίων και βραχέων κυμάτων μπορούν να χαρακτηρίζονται είτε με βάση τη συχνότητα, όπως παραπάνω, είτε με βάση το μήκος κύματος. Η σχέση μεταξύ αυτών των δύο μεγεθών είναι:

$$f \times L = 300$$

όπου: f η συχνότητα σε MHz και L το μήκος κύματος σε m.

Κάθε σταθμός χαρακτηρίζεται από τη συχνότητα του. Για να έχομε, στο ραδιόφωνο ή στην τηλεόραση, λήψη της εκπομπής ενός σταθμού, συντονίζομε τη συσκευή μας, ώστε αυτή να δέχεται και να ενισχύει μόνο τις τάσεις αυτής της συχνότητας. Δηλαδή η συχνότητα ενός σταθμού αποτελεί το στοιχείο, με βάση το οποίο ξεχωρίζομε την εκπομπή του από τις εκπομπές των άλλων σταθμών. Αυτή είναι η "φέρουσα συχνότητα", επάνω στην οποία είναι διαμορφωμένες διάφορες άλλες συχνότητες, πολύ μικροτέρων τιμών, που αποτελούν τον ήχο, για τις ραδιοφωνικές εκπομπές, ή τον ήχο και την εικόνα, για τις τηλεοπτικές εκπομπές.

Στις ραδιοφωνικές εκπομπές η μέθοδος που χρησιμοποιείται, για να συμπεριληφθεί ο ήχος στη φέρουσα συχνότητα, είναι διαφορετικός, ανάλογα με τη ζώνη των συχνοτήτων:

- Στις ζώνες των μεσαίων και των βραχέων κυμάτων η μέθοδος λέγεται "διαμόρφωση κατά πλάτος" και είναι γνωστή ως AM (Amplitude Modulation).
- Στις ζώνες των υπερβραχέων κυμάτων γίνεται "διαμόρφωση κατά συχνότητα" γνωστή ως FM (Frequency Modulation). Έτσι έχει επικρατήσει τη ζώνη των υπερβραχέων κυμάτων να τη λέμε ζώνη FM.

Στις τηλεοπτικές εκπομπές έχομε πάντοτε διαμόρφωση κατά συχνότητα.

β) Κεραία.

Για τη λήψη των ραδιοφωνικών εκπομπών, ιδίως των AM, δεν είναι απαραίτητη η εγκατάσταση κεραίας, επειδή τα ραδιόφωνα έχουν εσωτερική κεραία που, στις περισσότερες περιπτώσεις, δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα. Φυσικά ή λήψη είναι καλύτερη όταν χρησιμοποιηθεί εξωτερική κεραία.

Στην περίπτωση των τηλεοπτικών εκπομπών χρειάζεται πάντοτε να συνδεθεί προς τη συσκευή τηλεοράσεως μια κεραία. Όταν οι συνθήκες λήψεως είναι καλές (π.χ. σε θέσεις που βρίσκονται σε μικρή σχετικά απόσταση από ισχυρούς σταθμούς εκπομπής), είναι δυνατόν να επαρκέσει μια κεραία δωματίου. Αυτή είναι κεραία μικρών διαστάσεων, που μπορούμε να την έχουμε ακουμπήσει επάνω στην τηλεόραση. Όμως στις περισσότερες περιπτώσεις χρειάζεται η εγκατάσταση κεραίας στο εξωτερικό του κτηρίου.

Επειδή, όπως αναφέραμε, ανάλογα με τη ζώνη συχνοτήτων, χρειάζεται η κεραία να έχει κατάλληλο σχήμα, μια εγκατάσταση περιλαμβάνει τουλάχιστον μια κεραία VHF και μια UHF, στερεωμένες στον ίδιο ιστό. Όμως πρέπει να έχομε υπόψη ότι η διάδοση των κυμάτων των μεγάλων συχνοτήτων, όπως είναι της τηλεοράσεως, είναι περίπου ευθύγραμμη. Αυτό σημαίνει ότι η κεραία πρέπει να βρίσκεται σε κατάλληλη θέση, ώστε, όσο είναι δυνατόν, να μην παρεμβάλλονται εμπόδια μεταξύ του σταθμού εκπομπής και αυτής (δηλαδή να υπάρχει, αν είναι δυνατόν, οπτική επαφή μεταξύ σταθμού και κεραίας). Επίσης σημαίνει ότι η κεραία πρέπει να είναι προσανατολισμένη προς τη διεύθυνση του σταθμού. Γι' αυτό μπορεί να χρειάζεται να τοποθετηθούν επάνω στον ίδιο ιστό περισσότερες κεραίες, με διάφορους προσανατολισμούς. Πάντως μερικές φορές, αν υπάρχουν εμπόδια, π.χ. ψηλά κτήρια, προς τη διεύθυνση του σταθμού, είναι δυνατόν να γίνει η λήψη μέσω ανακλάσεων και τότε η κεραία προσανατολίζεται προς κάποια άλλη κατάλληλη κατεύθυνση.

Όταν σε ένα κτήριο υπάρχουν πολλές συσκευές τηλεοράσεως, όπως π.χ. σε μια πολυκατοικία, μπορούν βέβαια να τοποθετηθούν ισάριθμες κεραίες. Αυτό όμως έχει πολλά μειονεκτήματα: είναι αντιοικονομικό, είναι αντιαισθητικό και μπορεί η μια κεραία να παρεμποδίζει την καλή λήψη της άλλης. Γι' αυτό ενδείκνυται να εγκαθίσταται μια συλλογική κεραία για την τροφοδότηση όλων των συσκευών του κτηρίου.

Η επιλογή του είδους των κεραιών, η εγκατάσταση, ο προσανατολισμός τους και η εκτέλεση των απαιτουμένων δοκιμών και μετρήσεων αποτελεί αντικείμενο των ειδικευμένων τεχνικών τηλεοράσεως. Επίσης, στην περίπτωση συλλογικής κεραίας, τα ίδια πρόσωπα καθορίζουν τα χαρακτηριστικά που πρέπει να έχουν τα διάφορα εξαρτήματα που ενσωματώνονται στην εγκατάσταση μεταφοράς των σημάτων της κεραίας προς τους δέκτες τηλεοράσεως, με τους οποίους θα συνδεθούν στα διάφορα διαμερίσματα.

γ) Τοποθέτηση του ιστού κεραίας.

Η θέση και το ύψος του ιστού πρέπει να εκλεγούν, αφού ληφθούν υπόψη τα διάφορα αντικείμενα (άλλα κτήρια κλπ.) που μπορεί να παρεμποδίζουν την οπτική επαφή της κεραίας προς τους σταθμούς εκπομπής. Ως προς την κατακόρυφη απόσταση μεταξύ κεραιών που στηρίζονται στον ίδιο ιστό, μπορούμε να θεωρούμε γενικά ότι αυτή πρέπει να είναι τουλάχιστον 80 cm. Η απόσταση αυτή καλό είναι να αυξάνεται, αν πρόκειται για κεραίες με πολλά στοιχεία και, επίσης, αν έχουν τον ίδιο προσανατολισμό. Αν τοποθετηθεί κεραία ραδιοφωνικής

λήψεως, αυτή τοποθετείται στην κορυφή του ιστού. Η σειρά που θα τοποθετηθούν οι άλλες κεραίες δεν έχει επίδραση στη λήψη, εκτός αν χρειάζεται η κεραία που έχει έναν ορισμένο προσανατολισμό να τοποθετηθεί υψηλότερα, για να αποφεύγει ένα συγκεκριμένο εμπόδιο. Αν δεν υπάρχει τέτοιος λόγος, πρέπει να προτιμούμε να τοποθετούμε χαμηλότερα τις κεραίες που παρουσιάζουν μεγαλύτερη αντίσταση στον άνεμο, ώστε να περιορίζεται όσο γίνεται η καταπόνηση του ιστού. Η χαμηλότερη κεραία πρέπει να τοποθετηθεί τουλάχιστον 1 m πάνω από τη στέγη.

Στην εκλογή της θέσεως της κεραίας πρέπει να λάβομε επίσης υπόψη ότι δεν θα πρέπει αυτή να εξέχει από την οικοδομική γραμμή, αν το ύψος της είναι χαμηλότερο από 15 m από τη στάθμη του πεζοδρομίου.

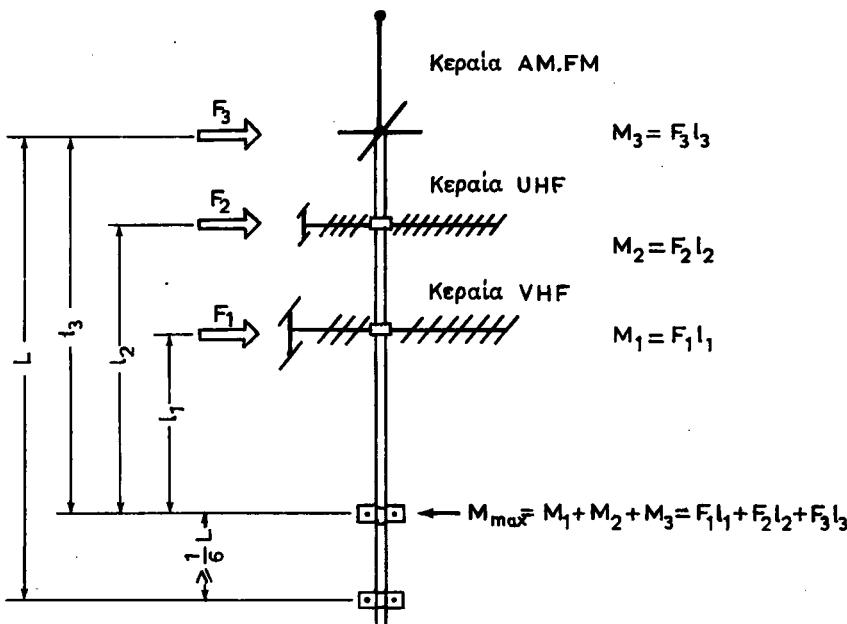
Οι κεραίες στηρίζονται επάνω στον ιστό, που αποτελείται από ένα σωλήνα που πρέπει να έχει κατάλληλη προστασία για να μη σκουριάζει. Επίσης, ο ιστός πρέπει να έχει αρκετή αντοχή, ώστε να μην κινδυνεύει από τις καταπονήσεις που δέχεται εξαιτίας των δυνάμεων που οφείλονται στην πίεση του ανέμου, όπως θα αναφέρουμε παρακάτω. Ο ιστός προσδένεται μερικές φορές με συρματόσχοινα (επίτονοι).

Ο ιστός, οι κεραίες, τα συρματόσχοινα των επιτόνων (αν υπάρχουν) και το καλώδιο καθόδου πρέπει να έχουν αρκετή απόσταση από τους εναέριους αγωγούς των δικτύων ηλεκτρικής ενέργειας, ώστε να μη δημιουργούνται κίνδυνοι. Αν πρόκειται για τα εναέρια δίκτυα διανομής, πρέπει, ανάλογα με την τάση του δικτύου, να τηρούνται κατ'ελάχιστο οι ακόλουθες αποστάσεις.

	Οριζόντια απόσταση (m)	Κατακόρυφη απόσταση (m)
Δίκτυο Χαμηλής Τάσεως (220/380 V)	1,25	2,50
Συγκεντρικά καλώδια πάροχετεύσεων	0,90	0,90
Δίκτυο Μέσης Τάσεως (μέχρι 20 kV)	2,50	2,50

Σε περίπτωση διασταυρώσεως με αγωγούς ή καλώδια ενέργειας, τα καλώδια καθόδου κεραίας και τα συρματόσχοινα επιτόνων (αν υπάρχουν), πρέπει να περνούν κάτω από αυτούς.

Για τα δίκτυα μεταφοράς η ΔΕΗ έχει ορίσει, πριν από την κατασκευή κάθε γραμμής και σε μια ζώνη ορισμένου πλάτους αριστερά και δεξιά της γραμμής, ποιο είναι το μέγιστο ύψος που μπορούν να έχουν οι οικοδομές. Αυτό το ύψος ισχύει και για τις κεραίες.



Σχ. 12.5α.

Στήριξη ιστού κεραίας, δυνάμεις πίεσεως ανέμου και ροπές κάμψεως.

Ο ιστός στερεώνεται συνήθως με δύο ειδικά στηρίγματα (δαγκάνες) σε ένα γερό τοίχο ή άλλο κατάλληλο στοιχείο του κτηρίου. Η κατακόρυφη απόσταση των στηριγμάτων πρέπει να είναι τουλάχιστον ίση με το 1/6 του συνολικού ύψους του ιστού (σχ. 12.5α).

Ο υπολογισμός της αντοχής του ιστού γίνεται με βάση τη μέγιστη ροπή κάμψεώς του, που δημιουργείται από τις δυνάμεις πίεσεως του ανέμου. Η μέγιστη ροπή εμφανίζεται στο σημείο του επάνω στηρίγματος.

Σύμφωνα με τον σχετικό Γερμανικό Κανονισμό (VDE 0855), πρέπει να λαμβάνεται υπόψη πίεση του ανέμου 800 N/m^2 (αντιστοιχεί σε ταχύτητα ανέμου 130 km/h), εφόσον το κτήριο έχει ύψος 20 m . Αν είναι ψηλότερο, πρέπει να ληφθεί υπόψη πίεση ανέμου 1100 N/m^2 (αντιστοιχεί σε ταχύτητα ανέμου 150 km/h). Οι κατασκευαστές κεραιών πρέπει να δίνουν τη δύναμη σε N , για πίεση 800 N/m^2 . Αν θέλομε να υπολογίσουμε τις δυνάμεις για πίεση 1100 N/m^2 , πρέπει να πολλαπλασιάσουμε επί το συντελεστή $1,37 (=1100:800)$.

Η ροπή κάμψεως υπολογίζεται με τον τύπο:

$$M = F_1 l_1 + F_2 l_2 + \dots$$

όπου M η μέγιστη ροπή σε N.m , $F_1, F_2 \dots$ οι δυνάμεις ανέμου στις κεραίες σε N , $l_1, l_2 \dots$ τα ύψη των κεραιών σε m , μετρούμενα από το επάνω στήριγμα.

- Αυτή η μέγιστη ροπή κάμψεως πρέπει να είναι μικρότερη από τη μέγιστη επιτρεπόμενη ροπή στην οποία αντέχει ο ιστός και την οποία πρέπει να τη δίνει ο κατασκευαστής του.

Ακόμα ορίζει ο ίδιος Κανονισμός, ότι:

- Την αντοχή αυτή πρέπει να έχει ο ιστός, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι επίτονοι, με τους οποίους ενδεχομένως έχει προσδεθεί.
- Το υλικό, από το οποίο είναι κατασκευασμένος ο ιστός πρέπει να είναι τέτοιο, ώστε, αν υπάρξουν μεγαλύτερες δυνάμεις, ο ιστός να παραμορφωθεί (να λυγίσει) χωρίς να σπάσει. Όπως αναφέρει ο Κανονισμός, οι σωλήνες νερού δεν ικανοποιούν αυτήν την απαίτηση.

Τα παραπάνω ισχύουν για μέγιστες ροπές κάμψεως μέχρι 1650 N.m και για ύψη ιστών μέχρι 6 m. Πάνω από αυτά τα όρια πρέπει να γίνεται ένας αναλυτικός υπολογισμός.

Σημειώνομε ότι συνηθισμένες τιμές της δυνάμεως που οφείλεται στην πίεση του ανέμου είναι 60 N περίπου για τις κεραίες UHF και περίπου 80 N για τις κεραίες VHF. Οι τιμές αυτές δίδονται ως τάξη μεγέθους και δεν πρέπει να χρησιμοποιηθούν σε υπολογισμούς για την εκλογή ιστών, επειδή ορισμένες κεραίες έχουν σημαντικά υψηλότερες δυνάμεις ανέμου.

Ως προς τις επιτρεπόμενες ροπές κάμψεως των ιστών, δίνομε εντελώς ενδεικτικά (επειδή αυτές εξαρτώνται από την αντοχή του χρησιμοποιούμενου υλικού) τις ακόλουθες τιμές:

Διάμετρος (mm)	Πάχος τοιχώματος (mm)	Επιτρ. ροπή κάμψεως (N.m)
40	2	350
50	2,5	650
60	3	1100

Στον αναλυτικό υπολογισμό, όταν επιβάλλεται να γίνει αυτός, σύμφωνα με όσα αναφέραμε προηγουμένως, πρέπει να ληφθούν υπόψη και οι δυνάμεις από την πίεση του ανέμου που αναπτύσσονται επάνω στον ίδιο τον ιστό.

δ) Γείωση της κεραίας.

Το συγκρότημα της κεραίας (ιστός και κεραίες) αποτελεί ένα μεταλλικό σώμα που εξέχει επάνω από την οικοδομή· είναι επομένως πιθανό να αποτελέσει ένα σημείο πτώσεως κεραυνών. Ακόμα είναι δυνατόν να αναπτυχθούν σε αυτό τάσεις από επαγωγή, σε περίπτωση πτώσεως κεραυνού σε μικρή απόσταση. Η τάση που δημιουργείται στο συγκρό-

τημα της κεραίας εξαιτίας αυτών των ατμοσφαιρικών φαινομένων μπορεί, μέσω των καλωδίων καθόδου, να φθάσει ως τις συσκευές τηλεοράσεως και να τις καταστρέψει. Μπορεί επίσης να προκαλέσει και άλλες ζημιές, γιατί η τιμή της είναι πολύ μεγαλύτερη από την αντοχή της μονώσεως των καλωδίων. Επομένως το ρεύμα που περνά από τα καλώδια μπορεί να διοχετευθεί σε διάφορα στοιχεία του κτηρίου. Για να αποφύγομε αυτούς τους κινδύνους, πρέπει να γειώσουμε τον ιστό της κεραίας, ώστε να διοχετευθεί προς τη γη το ηλεκτρικό φορτίο και να μην αποκτήσει αξιόλογη τάση ο ιστός προς τη γη. Επίσης πρέπει να συνδέσουμε τα πλέγματα των καλωδίων καθόδου. (Τα καλώδια καθόδου, όπως θα αναφέρομε στη συνέχεια, είναι ομοαξονικά, δηλαδή αποτελούνται από έναν κεντρικό αγωγό, που η μόνωσή του περιβάλλεται από ένα δεύτερο αγωγό που αποτελείται από πολλά λεπτά συρματίδια και έχει μορφή πλέγματος, ή αποτελείται από ένα πολύ λεπτό μεταλλικό φύλλο που περιβάλλει τη μόνωση του κεντρικού αγωγού.)

Η γείωση γίνεται με σύνδεση προς τη σωλήνωση υδρεύσεως του κτηρίου σε ένα σημείο κοντά στην κεραία ή προς ένα καλό ηλεκτρόδιο γειώσεως. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί το ηλεκτρόδιο γειώσεως της ΕΗΕ, αλλά δεν πρέπει να χρησιμοποιηθεί κανένας αγωγός προστασίας της εγκαταστάσεως. Πρέπει δηλαδή να τοποθετηθεί χωριστός αγωγός για τη γείωση της κεραίας. Για να διατηρηθεί σε όσο το δυνατόν χαμηλότερο δυναμικό το συγκρότημα της κεραίας, πρέπει ο αγωγός γειώσεως του να παρουσιάζει όσο το δυνατόν μικρότερη αντίσταση, ώστε να μη δημιουργηθεί κατά μήκος του αξιόλογη πτώση τάσεως κατά τη διοχέτευση του ρεύματος του κεραυνού. Γι' αυτό ο αγωγός γειώσεως της κεραίας πρέπει να ακολουθήσει τη συντομότερη δυνατή διαδρομή, ώστε να έχει όσο γίνεται μικρότερο μήκος. Είναι επίσης πολύ ουσιαστικό ο αγωγός αυτός να είναι κατά το δυνατόν ευθύγραμμος και πάντως να μην έχει απότομες γωνίες. Αυτό επιβάλλεται, επειδή τα ρεύματα ατμοσφαιρικής προελεύσεως είναι εντελώς στιγμιαία, δηλαδή από τη μηδενική τιμή φθάνουν σε ελάχιστο χρόνο, της τάξεως του μS (εκατομμυριοστό του δευτερολέπτου), με μια μέγιστη τιμή και αμέσως μετά πάλι μηδενίζονται. Στη ροή ενός τέτοιου ρεύματος που έχει ταχύτατη μεταβολή, σημαντική πτώση τάσεως θα δημιουργηθεί, αν ο αγωγός έχει αυξημένο συντελεστή αυτεπαγωγής (L). Στις γωνίες, ιδίως αν αυτές είναι απότομες, έχουμε μια συγκέντρωση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται γύρω από τον αγωγό εξαιτίας της ροής του ρεύματος και επομένως παρουσιάζεται αυξημένη αυτεπαγωγή. Έχουμε δηλαδή σε αυτά τα σημεία μια τοπικά αυξημένη αντίσταση στη διέλευση του ρεύματος.

Συνιστάται να χρησιμοποιηθεί για τη γείωση του ιστού γυμνός αγωγός χαλκού, διατομής 16 mm^2 , που θα τοποθετηθεί, αν αυτό είναι δυνατόν, στο εξωτερικό της οικοδομής. Είναι επίσης προτιμότερο να είναι ορατός, αλλά, αν χρειασθεί, μπορεί να τοποθετηθεί σε πλαστικό σωλήνα. (Δεν πρέπει να περάσει σε χαλυβδοσωλήνα, επειδή τότε θα είχε αυξημένη επαγωγική αντίσταση, αφού θα περιβαλλόταν από σιδηρομαγνητικό υλικό.) Πρέπει να δίνομε ίδιαίτερη προσοχή στις συνδέσεις: δεν πρέπει οι συνδετήρες να κινδυνεύουν να χαλαρώσουν ή να διαβρωθούν. Συγκολλήσεις είναι δεκτές μόνο αν γίνουν με μπρουντζοκόλληση.

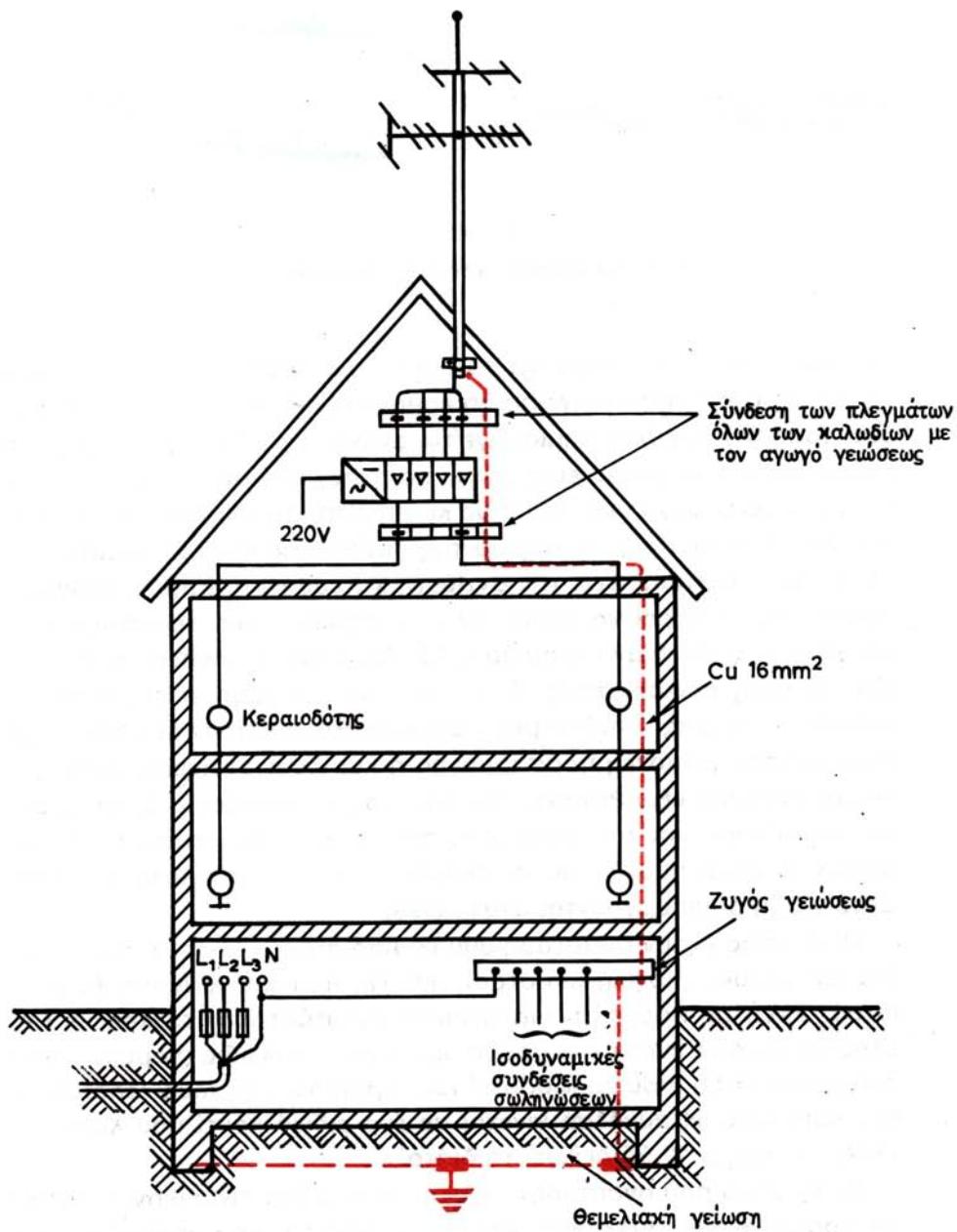
Το σχήμα 12.5β δείχνει τη διάταξη γειώσεως κεραίας σε περίπτωση οικοδομής με θεμελιακή γείωση και με εφαρμογή ουδετερώσεως.

ε) Κάθοδοι. Καλώδια και εξαρτήματα.

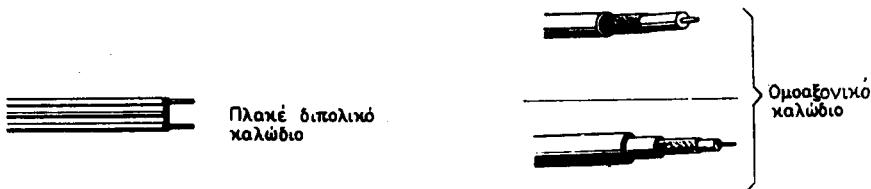
Η ενέργεια που "συλλαμβάνεται" από τις κεραίες διοχετεύεται στις συσκευές τηλεοράσεως με ειδικά καλώδια. Η σταθερή εγκατάσταση καταλήγει σε **κεραιοδότες** (**ρευματοδότες κεραίας τηλεοράσεως**), προς τους οποίους συνδέονται τα καλώδια κεραίας των συσκευών. Αν η τάση (ή, όπως λέμε, το **σήμα**) που αναπτύχθηκε επάνω στην κεραία δεν έχει ικανοποιητική τιμή, ή αν πρόκειται για συλλογική κεραία, από την οποία τροφοδοτούνται περισσότερες συσκευές τηλεοράσεως, χρειάζεται να τοποθετηθεί και ένας ενισχυτής.

Τα καλώδια που χρησιμοποιούνται είναι δύο ειδών: τα πεπλατυσμένα (πλακέ) και τα ομοαξονικά (σχ. 12.5γ). Ένα καλώδιο προσδιορίζεται από τη **χαρακτηριστική αντίστασή του**. Αυτή εξαρτάται από τη σχέση του συντελεστή αυτεπαγωγής και της χωρητικότητας μεταξύ των δύο αγωγών του. Επειδή η χωρητικότητα είναι συνάρτηση της αποστάσεως μεταξύ των δύο αγωγών, τα πλακέ καλώδια έχουν ειδική μορφή, ώστε οι αγωγοί να έχουν την κατάλληλη απόσταση. Στα ομοαξονικά καλώδια το πάχος της μονώσεως του κεντρικού αγωγού είναι αρκετά μεγάλο (μεγαλύτερο απ' όσο θα επιβαλλόταν για λόγους μονώσεως), για να υπάρχει η απόσταση που χρειάζεται μεταξύ του κεντρικού και του περιφερειακού αγωγού (πλέγματος). Τα πλακέ καλώδια έχουν συνήθως χαρακτηριστική αντίσταση 300Ω και τα ομοαξονικά 75Ω .

Με τη χαρακτηριστική αντίσταση Z ισχύει ο νόμος του Ohm: $U/I = Z$. Αν ενώσομε απευθείας δύο καλώδια διαφορετικής χαρακτηριστικής αντιστάσεως, δεν θα μπορεί να περάσει από το σημείο της συνδέσεως ολόκληρη η ενέργεια. Αυτό μπορούμε να το καταλάβομε, αν σκεφθούμε ότι, αφού έχουν ενωθεί τα δύο καλώδια, πρέπει να έχουν την ίδια τάση, αλλά και το ίδιο ρεύμα. Τότε όμως δεν είναι δυνατόν να ισχύει και από τις δύο πλευρές της συνδέσεως ο νόμος του Ohm. Χωρίς να μπούμε σε



Σχ. 12.5β.
Γείωση ιστού κεραίας.

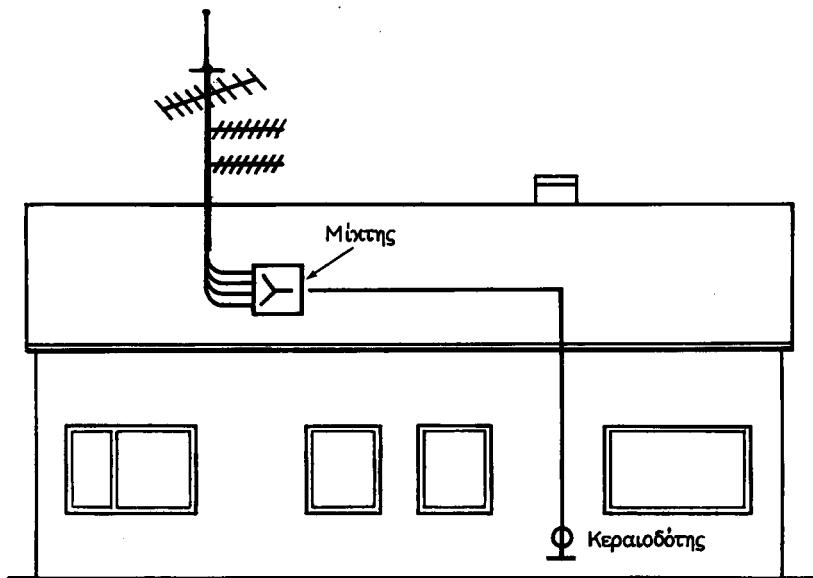


Σχ. 12.5γ.
Καλώδια καθόδου κεραίας τηλεοράσεως.

λεπτομέρειες, αναφέρομε ότι σε μια τέτοια σύνδεση, προς τη μια κατεύθυνση ροής της ενέργειας δημιουργείται εξασθένιση του σήματος, ενώ προς την αντίθετη δημιουργείται ανάκλαση. Δηλαδή ένα τμήμα της ενέργειας του σήματος επιστρέφει και τότε, υπό ορισμένες συνθήκες, μπορούν να εμφανισθούν στάσιμα κύματα από τη συμβολή του κύματος που διευθύνεται προς το σημείο της συνδέσεως και του κύματος που, μετά την ανάκλαση, έχει την αντίθετη κατεύθυνση. Επίσης φαινόμενα ανακλάσεως μπορεί να έχουμε σε ένα σημείο, όπου τερματίζεται ένα καλώδιο, π.χ. σε έναν κεραιοδότη, αν δεν είναι συνδεδεμένη σε αυτόν μια συσκευή τηλεοράσεως. Γι' αυτούς τους λόγους οι συνδέσεις των καλωδίων κεραίας γίνονται μέσω ειδικών εξαρτημάτων που περιλαμβάνουν μετασχηματιστές προσαρμογής ή και άλλα στοιχεία, ώστε να μη δημιουργούνται εξασθενίσεις του σήματος ή ανακλάσεις. Επίσης, όπως θα αναφέρομε και στη συνέχεια, στα σημεία τερματισμού χρησιμοποιούνται εξαρτήματα που περιλαμβάνουν μια κατάλληλη αντίσταση, ώστε να μη δημιουργούνται ανακλάσεις.

Οι κεραίες έχουν αντίσταση 300Ω . Από αυτές ξεκινούν πλακέ καλώδια (με χαρακτηριστική αντίσταση 300Ω), που φθάνουν στη βάση του ιστού. Εκεί, αν πρόκειται για ατομική εγκατάσταση, τα καλώδια από όλες τις κεραίες ενώνονται με ένα ομοαξονικό καλώδιο (χαρακτηριστική αντίσταση 75Ω), που τροφοδοτεί τον κεραιοδότη (ή τους κεραιοδότες) της κατοικίας. Η σύνδεση γίνεται σε ένα ειδικό κουτί που λέγεται **μίκτης**. Το σχήμα 12.5δ δείχνει τη διάταξη.

Αν το σήμα που αναπτύσσεται στην κεραία δεν είναι ικανοποιητικό ή αν πρόκειται για συλλογική κεραία, χρειάζεται να τοποθετηθεί ένας ενισχυτής. Στην περίπτωση ατομικής κεραίας χρησιμοποιείται ένας ενισχυτής που αποτελείται από δύο τεμάχια. Το ένα τοποθετείται κοντά στη συσκευή της τηλεοράσεως και τροφοδοτείται με ρεύμα από ένα ρευματοδότη της ΕΗΕ και το άλλο τοποθετείται στη βάση του ιστού. Το πρώτο τεμάχιο περιλαμβάνει ένα τροφοδοτικό στοιχείο που διοχε-

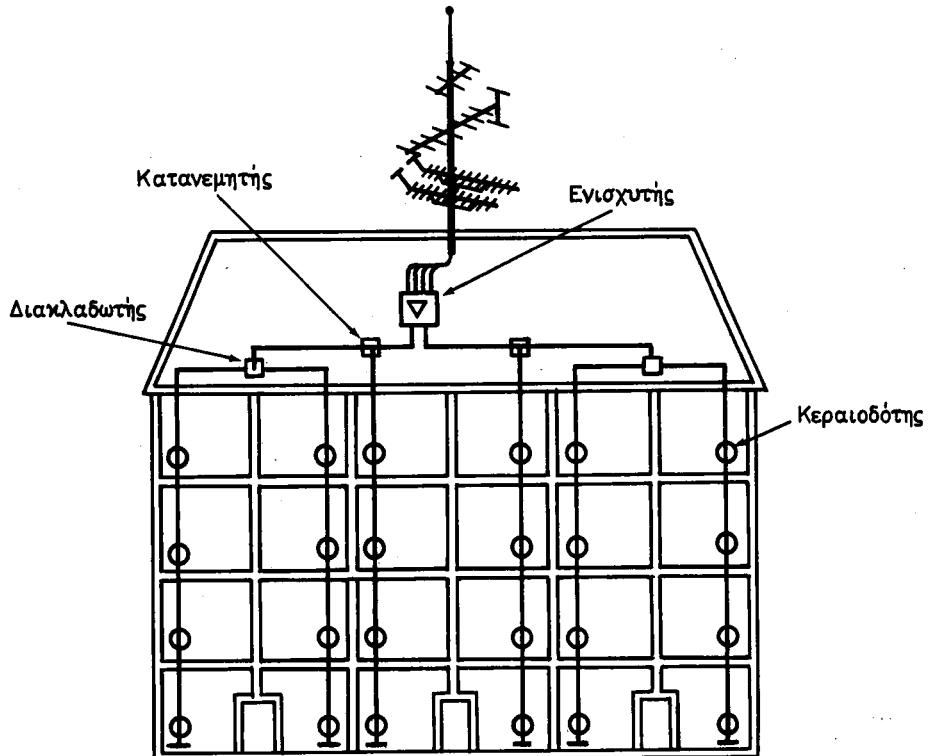


Σχ. 12.58.

Σύνδεση μίκτη στην κάθοδο κεραίας.

τεύει, μέσω του καλωδίου της κεραίας, μια πολύ χαμηλή τάση για να τροφοδοτήσει το δεύτερο τεμάχιο που περιλαμβάνει το κύριο μέρος του ενισχυτή. Στην περίπτωση συλλογικής κεραίας ο ενισχυτής αποτελείται από ένα τεμάχιο. Αυτός εγκαθίσταται σε στεγασμένο μέρος, όσο το δυνατόν πλησίον στη βάση του ιστού, και τροφοδοτείται με ρεύμα 220 V από την ΕΗΕ των κοινοχρήστων. Η τοποθέτηση του ενισχυτή σε θέση κοντά στη βάση του ιστού έχει σκοπό την αποφυγή της εξασθενίσεως (ή, όπως λέμε, **αποσβέσεως**) του σήματος κατά μήκος των καλωδίων, ώστε το σήμα που φθάνει σε αυτόν να είναι ικανοποιητικό.

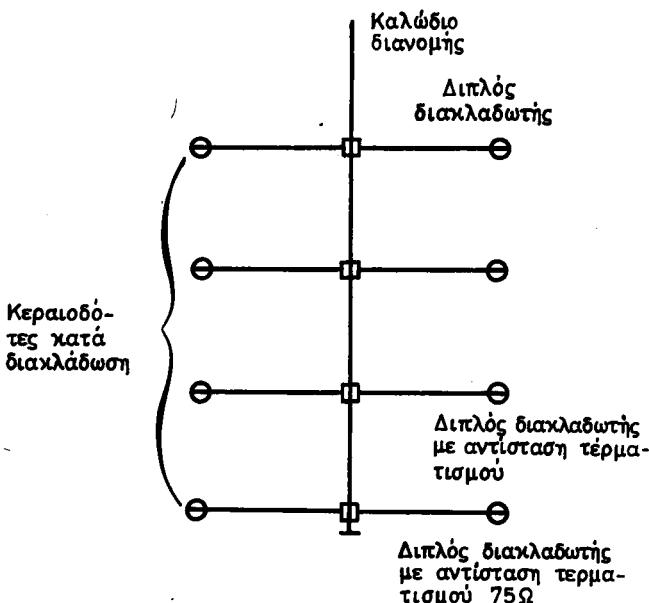
Στην περίπτωση συλλογικής κεραίας, από τον ενισχυτή τροφοδοτείται το εσωτερικό δίκτυο της πολυκατοικίας, προς το οποίο συνδέονται οι κεραιοδότες των διαφόρων διαμερισμάτων. Ένα τέτοιο δίκτυο φαίνεται στο σχήμα 12.5ε. Η σύνδεση των κεραιοδοτών μπορεί να γίνεται είτε με διέλευση του καλωδίου, όπως στο σχήμα 12.5στ, είτε με διακλαδώσεις, όπως στο σχήμα 12.5ζ. Οι διακλαδώσεις από το κεντρικό καλώδιο για την τροφοδότηση των κατερχομένων κλάδων καθώς και οι διακλαδώσεις από τους κλάδους για την τροφοδότηση των κεραιοδοτών (αν εφαρμοσθεί η τροφοδότηση κατά διακλάδωση) γίνονται με τη βοήθεια ειδικών εξαρτημάτων που λέγονται κατανεμητές και διακλαδωτές (σχ. 12.5η). Αυτοί περιέχουν κατάλληλα στοιχεία, για να ρυθμίζεται το ποσοστό του σήματος που διοχετεύεται προς κάθε κατεύθυνση. Στον



Σχ. 12.5ε.
Δίκτυο καθόδου συλλογικής κεραίας.

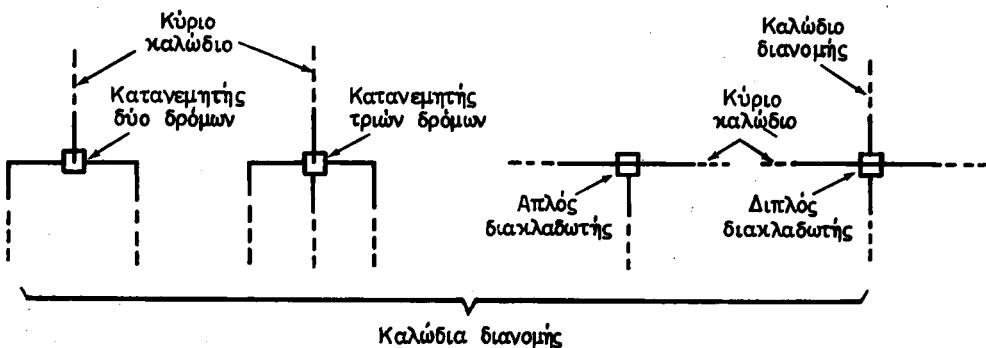


Σχ. 12.5στ.
Σύνδεση κεραιοδοτών με διέλευση του καλωδίου.



Σχ. 12.5ζ.

Σύνδεση κεραιοδοτών με διακλάδωση του καλωδίου.



Σχ. 12.5η.

Κατανεμητές και διακλαδωτές για καλώδια καθόδου κεραίας.

τελευταίο κεραιοδότη, αν εφαρμόζεται η τροφοδότηση με διέλευση, ή στο τελευταίο σημείο διακλαδώσεως, αν εφαρμόζεται η τροφοδότηση κατά διακλάδωση, υπάρχει μια αντίσταση 75Ω , που χρειάζεται, όπως αναφέραμε και προηγουμένως, για να αποφεύγονται οι ανακλάσεις στο τέρμα της γραμμής.

12.6 Συστήματα ασφαλείας.

Τα κυριότερα συστήματα ασφαλείας είναι τα συστήματα κατά της κλοπής και τα συστήματα πυρασφαλείας. Τα μηχανήματα που χρησιμο-

ποιούνται σε αυτά τα συστήματα είναι εντελώς ειδικά, με την έννοια ότι υπάρχουν πολύ μεγάλες διαφορές στα μηχανήματα των διαφόρων κατασκευαστών. Γι' αυτό εδώ θα περιορισθούμε σε ορισμένα μόνο βασικά σημεία. Η εγκατάσταση πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τις υποδείξεις του κατασκευαστή των μηχανημάτων.

Και στις δύο περιπτώσεις συστημάτων που προαναφέραμε υπάρχει ένας κεντρικός πίνακας που ελέγχει συνεχώς το σύστημα, και ένας ορισμένος αριθμός αισθητηρίων, τα οποία, όταν υπάρχει λόγος, δίνουν κατάλληλο σήμα στον κεντρικό πίνακα για να τεθεί σε λειτουργία το σύστημα. Τα μηχανήματα είναι, κατά το πλείστον, ηλεκτρονικά.

Σημαντικό στοιχείο γι' αυτά τα συστήματα αποτελεί η ασφάλεια της λειτουργίας τους. Γενικά, θεωρείται προτιμότερο να τεθεί κάποτε σε λειτουργία το σύστημα χωρίς να υπάρχει η αιτία που θα έπρεπε κανονικά να την προκαλέσει, παρά το αντίθετο, δηλαδή να μη λειτουργήσει το σύστημα όταν πρέπει. Βέβαια πρέπει πάντα να γίνεται η μεγαλύτερη δυνατή προσπάθεια, ώστε να μην προκαλείται η διέγερση του συστήματος χωρίς λόγο. Όμως, μεταξύ των δύο προτιμάται το λιγότερο κακό, δηλαδή η αναίτια λειτουργία.

Ένα στοιχείο για να εξασφαλισθεί η λειτουργία είναι η ανεξαρτησία από την ηλεκτρική τροφοδότηση. Γι' αυτό το σκοπό τα συστήματα ασφαλείας περιλαμβάνουν έναν ή περισσότερους συσσωρευτές (επαναφορτιζόμενες μπαταρίες). Η ηλεκτρική τροφοδότηση κρατά τους συσσωρευτές πάντα φορτισμένους, αλλά, αν αυτή λείψει, το σύστημα μπορεί να λειτουργήσει κανονικά. Το μέγεθος (δηλαδή η χωρητικότητα, σε Ah) των συσσωρευτών εκλέγεται κατάλληλα, ώστε να μπορεί να αντιμετωπισθεί η μεγαλύτερη πιθανή διακοπή τροφοδοτήσεως. Ο κατασκευαστής ορίζει κάθε πότε πρέπει να αντικαθίσταται ο συσσωρευτής, επειδή με τον καιρό οι συσσωρευτές χάνουν τη χωρητικότητά τους, δηλαδή μπορούν να διατηρούν λιγότερη συσσωρευμένη ενέργεια. Σε μερικά συστήματα υπάρχουν δύο συσσωρευτές: ο ένας τροφοδοτεί συνεχώς όλα τα κυκλώματα του συστήματος που το κρατούν σε κατάσταση ετοιμότητας, ενώ ο δεύτερος δεν έχει καμιά κατανάλωση, όταν το σύστημα δεν έχει τεθεί σε λειτουργία. Σε περίπτωση που η τάση του πρώτου συσσωρευτή πέσει κάτω από ένα όριο, ο δεύτερος συσσωρευτής δίνει ένα σήμα (οπτικό ή ηχητικό· π.χ. θέτει σε λειτουργία μια σειρήνα).

Το δεύτερο στοιχείο εξασφαλίσεως της λειτουργίας είναι ότι αυτή πρέπει να μην επηρεάζεται στην περίπτωση διακοπής των καλωδίων που συνδέουν μεταξύ τους τα διάφορα μηχανήματα του συστήματος

(τα αισθητήρια προς τον κεντρικό πίνακα). Γι' αυτό, τα συστήματα ασφαλείας λειτουργούν με "επαφές κανονικά κλειστές". Αυτό σημαίνει ότι, όταν τα αισθητήρια δεν ανιχνεύουν τίποτε αντικανονικό, έχουν τις επαφές τους κλειστές και μόνο έτσι ο κεντρικός πίνακας διατηρείται σε κατάσταση ηρεμίας. Αν υπάρξει διέγερση του αισθητηρίου, ανοίγει η επαφή του και αυτό αποτελεί σήμα για τον κεντρικό πίνακα να θέσει το σύστημα σε λειτουργία. Έτσι, η περίπτωση διακοπής ενός καλωδίου ισοδυναμεί με διέγερση του αντίστοιχου αισθητηρίου και θέτει το σύστημα σε λειτουργία.

'Οταν τεθεί σε λειτουργία ένα σύστημα ασφαλείας, μπορεί:

- Είτε να δίνει τοπικό συναγερμό, με σειρήνες και άναμμα - σβήσιμο των φώτων.
- Είτε να θέτει σε λειτουργία ένα σύστημα τηλεφωνικής ειδοποιήσεως, μέσω του οποίου δίδεται η σχετική πληροφορία στην Αστυνομική ή στην Πυροσβεστική Υπηρεσία ή σε ένα ή περισσότερα ιδιωτικά τηλέφωνα που έχουν προκαθορισθεί.
- Είτε, βέβαια, να κάνει και τις δύο παραπάνω ενέργειες συγχρόνως.

α) Συστήματα κατά της κλοπής.

Διακρίνονται σε συστήματα κατά της διαρρήξεως και σε συστήματα κατά της ληστείας.

Στα συστήματα κατά της διαρρήξεως τα πιο συνηθισμένα αισθητήρια είναι: επαφές στις πόρτες και στα παράθυρα, αισθητήρια κραδασμών στα κρύσταλλα των παραθύρων και προθηκών, ανιχνευτές παρουσίας προσώπων. Οι τελευταίοι λειτουργούν με μικροκύματα ή με υπέρυθρες ακτίνες και αντιλαμβάνονται οποιαδήποτε κίνηση στην περιοχή που επιτηρούν. Το σύστημα βάζει σε κατάσταση επαγρυπνήσεως ο ένοικος, όταν αποχωρεί από το οίκημα, μέσω κατάλληλης διατάξεως και το απενεργοποιεί, όταν επιστρέφει. Φυσικά υπάρχουν κατάλληλες χρονικές καθυστερήσεις που επιτρέπουν τη μη θέση σε λειτουργία του συστήματος κατά την έξοδο και κατά την είσοδο του ενοίκου.

Στα συστήματα κατά της ληστείας, που εγκαθίστανται κυρίως σε τράπεζες και ανάλογα καταστήματα, η θέση σε λειτουργία γίνεται από κάποια ενέργεια ενός υπαλλήλου, που μπορεί να γίνει απαρατήρητα και συνήθως ενεργοποιεί μόνο το σύστημα τηλεφωνικής ειδοποιήσεως.

β) Συστήματα κατά της πυρκαϊάς.

Διακρίνονται σε συστήματα πυρανιχνεύσεως και σε συστήματα αυτόματης πυροσβέσεως. Και στα δύο υπάρχουν αισθητήρια που αντιλαμ-

βάνονται την ύπαρξη φωτιάς. Τα πιο συνηθισμένα είναι τα αισθητήρια ιονισμού που διεγείρονται από την ύπαρξη καπνού και εκείνα που επηρεάζονται από την αυξημένη θερμοκρασία. Όταν τεθεί σε λειτουργία το σύστημα, μπορεί να δίδονται ηχητικά σήματα με σειρήνες ή ισχυρά κουδούνια, κυρίως αν πρόκειται για χώρο που, σε περίπτωση πυρκαϊάς, επιβάλλεται να εκκενωθεί από άτομα που τυχόν υπάρχουν σε αυτόν (π.χ. σε ξενοδοχεία). συγχρόνως δίδεται τηλεφωνική ειδοποίηση στην Πυροσβεστική Υπηρεσία.

Τα συστήματα αυτόματης πυροσβέσεως, όταν τεθούν σε λειτουργία, προκαλούν την εκτόξευση νερού με κατάλληλα ακροφύσια ή, τα πιο πολύπλοκα, διαθέτουν σύστημα που διοχετεύει στο χώρο διοξείδιο του άνθρακος, αφού βέβαια προηγουμένως έχει εκκενωθεί από άτομα ο χώρος. Συνήθως στα συστήματα αυτόματης πυροσβέσεως λαμβάνονται μέτρα για να αποφεύγονται οι αναίτιες λειτουργίες. Π.χ. χρειάζεται να διεγερθούν συγχρόνως δύο αισθητήρια, διαφορετικής φύσεως μεταξύ τους, για να τεθεί το σύστημα σε λειτουργία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΤΡΙΤΟ

ΦΩΤΟΤΕΧΝΙΑ

13.1 Γενικά. Αντικείμενο της Φωτοτεχνίας.

Η πιο διαδεδομένη εφαρμογή του ηλεκτρισμού είναι χωρίς αμφιβολία ο φωτισμός. Είναι η εφαρμογή που χρησιμοποιούμε πιο συχνά στην καθημερινή ζωή μας. Η ηλεκτρική ενέργεια που χρησιμοποιείται για φωτισμό δεν αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται συνολικά. Όμως είναι πολύ πιθανό, ότι από την αξία κατασκευής του συνόλου των ΕΗΕ, το μεγαλύτερο ποσοστό είναι εκείνο που αντιστοιχεί στα τμήματα των εγκαταστάσεων που χρησιμεύουν για την εξυπηρέτηση των φωτιστικών αναγκών.

Είναι φανερή η σημασία που έχει ο σωστός φωτισμός των χώρων στους οποίους διαμένουμε, εργαζόμαστε, κινούμαστε, αναπαυόμαστε κλπ. Απ' αυτόν εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό η ασφάλειά μας, η απόδοση της εργασίας μας και η ψυχική διάθεσή μας. Ο κακός φωτισμός μπορεί να κουράζει τα μάτια μας και τελικά να βλάψει την δρασή μας.

Ο καθορισμός του είδους, των θέσεων και της ισχύος των φωτιστικών σωμάτων που απαιτούνται για το σωστό φωτισμό ενός χώρου, εσωτερικού ή υπαίθριου, αποτελεί αντικείμενο της Φωτοτεχνίας.

Βέβαια αυτό δεν σημαίνει ότι χρειάζεται να γίνεται φωτοτεχνική μελέτη για κάθε χώρο που πρόκειται να φωτισθεί. Τέτοιες μελέτες απαιτούνται μόνο σε περιπτώσεις μεγάλων χώρων ή χώρων στους οποίους είναι σημαντικό να εξασφαλισθούν πολύ καλές συνθήκες φωτισμού. Όμως τις βασικές έννοιες της Φωτοτεχνίας χρειάζεται να τις γνωρίζει όποιος ασχολείται με τη μελέτη ή την κατασκευή των ΕΗΕ, ακόμα και αν αντικείμενό του αποτελούν αποκλειστικά οι απλές εγκαταστάσεις, για τις οποίες ποτέ δεν θα χρειασθεί η εκπόνηση φωτοτεχνικής μελέτης. Η γνώση αυτών των έννοιών θα τον διευκολύνει να εννοήσει ποιο είναι το είδος φωτισμού που πρέπει να προτιμηθεί για κάθε συγκεκριμένο χώρο, ποιες είναι οι ενδεδειγμένες θέσεις τοποθετήσεως των φω-

τιστικών σωμάτων, πώς μπορεί να γίνει οικονομία στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας κλπ.

Απ' όσα αναφέραμε σχετικά με το αντικείμενο της Φωτοτεχνίας προκύπτει ότι αυτή ασχολείται με τον τεχνητό φωτισμό, δηλαδή με το φωτισμό στον οποίο πηγή του φωτός είναι τα φωτιστικά σώματα που τοποθετούμε γι' αυτόν το σκοπό. Εντούτοις μερικές βασικές γνώσεις της Φωτοτεχνίας, χρησιμοποιούνται και για τη μελέτη του φυσικού φωτισμού των εσωτερικών χώρων, δηλαδή του φωτισμού από το ηλιακό φως, η μελέτη όμως αυτή εμπίπτει στον τομέα της Αρχιτεκτονικής.

Σ' αυτό το κεφάλαιο θα αναπτύξουμε τα βασικά σημεία της Φωτοτεχνίας. Επειδή όμως προϋπόθεση για να γίνουν κατανοητές οι φωτοτεχνικές έννοιες αποτελεί η γνώση ορισμένων στοιχείων της Φυσικής, θα συνοψίσουμε εδώ και μερικά από αυτά τα στοιχεία. Επίσης θα δώσουμε μερικές οδηγίες ηλεκτρολογικού περιεχομένου, σχετικά με την τροφοδότηση ορισμένων φωτεινών πηγών.

Πάντως πρέπει να γίνει σαφές, ότι η εκπόνηση πλήρων φωτοτεχνικών μελετών προϋποθέτει πολύ ευρύτερες ειδικές γνώσεις απ' όσες είναι δυνατόν να περιληφθούν εδώ.

13.2 Φύση και ιδιότητες του φωτός.

Το φως είναι μια **μορφή ενέργειας** που γίνεται αισθητή σ' εμάς με την όραση. Παράγεται από τις φωτεινές πηγές και μεταδίδεται με ακτινοβολία. Η μετάδοση αυτή γίνεται είτε μέσα από το κενό (και γι' αυτό μπορεί και φθάνει ως εμάς το φως του Ήλιου, περνώντας από τον κενό χώρο μεταξύ του Ήλιου και της Γης), είτε μέσα από ορισμένα υλικά (στερεά, υγρά ή αέρια) που τα λέμε **διαφανή**.

Στο κενό το φως μεταδίδεται με τη μεγαλύτερη ταχύτητα που υπάρχει στη φύση και είναι περίπου 300.000 km/s . Στα διαφανή υλικά η ταχύτητα μεταδόσεως είναι λίγο μικρότερη. Επίσης στο κενό το φως δεν υφίσταται καμιά απορρόφηση, γι' αυτό φθάνει ως τη Γη μας το φως από τους πάρα πολύ μακρινούς αστέρες. Φυσικά, όσο πιο μακρινό είναι το σώμα που εκπέμπει το φως, τόσο μικρότερη ποσότητα φωτεινής ενέργειας δεχόμαστε απ' αυτό, όχι επειδή υπάρχει κάποια ενδιάμεση απορρόφηση, αλλά επειδή από τη συνολική ενέργεια που εκπέμπεται σφαιρικά (δηλαδή προς όλες τις κατευθύνσεις) δεχόμαστε τόσο μικρότερο μέρος της, όσο μακρύτερα βρισκόμαστε.

Αντίθετα με το κενό, τα διαφανή υλικά απορροφούν ένα μέρος, μικρότερο ή μεγαλύτερο, από τη φωτεινή ενέργεια που περνάει μέσα απ' αυτά. Δηλαδή τα διάφορα υλικά είναι περισσότερο ή λιγότερο διαφανή,

αλλά κανένα δεν είναι τελείως διαφανές. Η απορρόφηση, φυσικά, εξαρτάται από το πάχος του στρώματος του διαφανούς υλικού, δηλαδή από το μήκος που έχει να διατρέξει το φως μέσα σ' αυτό.

Η μετάδοση του φωτός έχει, ως προς τα περισσότερα χαρακτηριστικά της, τις ιδιότητες των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Μ' αυτό εννοούμε ότι οι περισσότερες ιδιότητες του φωτός (όπως κυρίως τα φαινόμενα της συμβολής και της πολώσεως, με τα οποία δεν πρόκειται να ασχοληθούμε εδώ) εξηγούνται μόνο αν δεχθούμε ότι το φως είναι μια ηλεκτρομαγνητική κύμανση. Υπάρχουν όμως και ορισμένες άλλες ιδιότητες, κατά τις οποίες το φως προσομοιάζει προς μια εκπομπή σωματιδίων. Συγκεκριμένα το φως δέχεται δυνάμεις βαρύτητας (έλκεται δηλαδή από την ύλη) και η ιδιότητα αυτή εξηγείται μόνο αν δεχθούμε ότι το φως έχει υλική υπόσταση. Χωρίς να είναι δυνατό να επεκταθούμε σε περισσότερες λεπτομέρειες ως προς αυτό το θέμα, που είναι ένα από τα πιο βασικά και ίσως από τα πιο περίπλοκα της νεότερης Φυσικής, λέμε ότι το φως έχει διπλή φύση: κυματική και υλική. Οι φυσικοί χαρακτηρίζουν το φως ως σωμάτιο - κύμα, ακριβώς για να υποδηλώσουν τη διπλή φύση του. Για τα θέματα πάντως των πρακτικών εφαρμογών είναι απόλυτα επαρκές να περιορισθούμε στην ηλεκτρομαγνητική φύση του φωτός. Γι' αυτό όσα θα αναφέρομε στη συνέχεια βασίζονται αποκλειστικά στο ότι το φως αποτελεί μια ηλεκτρομαγνητική κύμανση.

Η διαφορά των φωτεινών ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων από εκείνα της ραδιοφωνίας και της τηλεοράσεως έγκειται στη συχνότητα, που είναι πολύ μεγαλύτερη, ή, πράγμα που είναι το ίδιο, στο μήκος κύματος, που είναι πολύ μικρότερο στα ηλεκτρομαγνητικά κύματα του φωτός. Για τη σύγκριση αναφέρομε τα εξής στρογγυλευμένα μεγέθη:

	Συχνότητα (MHz)	Μήκος κύματος (m)
Ραδιοφωνία	0,5-100	600-3
Τηλεόραση	175-850	1,7-0,35
Φως	$(375-750) \times 10^6$	$(0,8-0,4) \times 10^{-6}$

Συνήθως το μήκος κύματος του φωτός το εκφράζομε με τη μονάδα nm (νανόμετρο, $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$). Επομένως η περιοχή τιμών που αναφέραμε παραπάνω εκφράζεται ως 400 - 800 nm. Για την ακρίβεια το μήκος κύματος του φωτός έχει τιμές στην περιοχή 380 - 780 nm.

Στο φως η συχνότητα (ή το μήκος κύματος) διαφέρει ανάλογα με το χρώμα του. Το κόκκινο αντιστοιχεί στη μικρότερη από τις συχνότητες που αναφέραμε παραπάνω και το ιώδες (βιολέ) χρώμα στη μεγαλύτερη.

Το λευκό φως, δύναμη αυτό που προέρχεται από τον Ήλιο, περιέχει όλα τα χρώματα. Τα χρώματα αυτά λέγονται και "χρώματα της ίριδος" (επειδή ίρις είναι το ουράνιο τόξο, που, κατά τη μυθολογία, ήταν η ζώνη της Ίριδας, αγγελειαφόρου των θεών του Ολύμπου). Είναι, κατά σειρά με αυξανόμενη συχνότητα, τα ακόλουθα: κόκκινο, πορτοκαλί, κίτρινο, πράσινο, μπλε, μπλε σκούρο, ιώδες. Μερικοί αναφέρουν τα χρώματα μπλε και μπλε σκούρο ως ένα. Η σειρά είναι συνεχής, δηλαδή υπάρχουν όλες οι ενδιάμεσες αποχρώσεις και έγκειται στην ικανότητα του ανθρώπινου ματιού να διακρίνει τα διάφορα χρώματα.

Ακτινοβολία με συχνότητα μικρότερη από εκείνην του κόκκινου χρώματος λέγεται **υπέρυθρη** και δεν είναι ορατή από το ανθρώπινο μάτι. Υπέρυθρες ακτίνες μεταφέρουν θερμότητα (τέτοια είναι η θερμική ακτινοβολία του Ήλιου, αλλά και κάθε ακτινοβολούμενη θερμική ενέργεια).

Επίσης δεν είναι ορατή από το ανθρώπινο μάτι η ακτινοβολία που έχει συχνότητα μεγαλύτερη από εκείνην του ιώδους φωτός και που λέγεται **υπεριώδης** ακτινοβολία. Η ακτινοβολία αυτή, αν είναι έντονη, μπορεί να προκαλέσει βλάβη στα μάτια, δηλαδή πρόσκαιρη ή και μόνιμη τύφλωση. (Γι' αυτό το λόγο οι ηλεκτροσυγκολλητές πρέπει να προφύλασσουν τα μάτια τους, επειδή από το ηλεκτρικό τόξο της ηλεκτροσυγκολλήσεως παράγεται αρκετή υπεριώδης ακτινοβολία). Επίσης αυτή η ακτινοβολία έχει και άλλες επιδράσεις στο ανθρώπινο σώμα, π.χ. προκαλεί το μαύρισμα αλλά και τα εγκαύματα του δέρματος όταν αυτό εκτίθεται στην ηλιακή ακτινοβολία, και σε περίπτωση μακρόχρονης εκθέσεως, μπορεί να προκαλέσει καρκίνο του δέρματος.

Η σειρά των χρωμάτων, από τα οποία αποτελείται ένα φως, λέγεται φάσμα. Το ηλιακό φως αποτελείται από όλα τα χρώματα. Γι' αυτό λέμε ότι το φάσμα του ηλιακού φωτός είναι πλήρες. Δεν συμβαίνει το ίδιο με όλες τις φωτεινές πηγές.

'Όταν θέλομε λοιπόν να προσδιορίσουμε τη χρωματική σύνθεση του φωτός μιας πηγής, αντί να πούμε ότι το φως της αποτελείται από τις ακτινοβολίες, π.χ. κόκκινου και κίτρινου χρώματος, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την έκφραση ότι το φάσμα της περιέχει τα χρώματα κόκκινο και κίτρινο. Η χρωματική σύνθεση του φωτός μιας πηγής λέγεται και **φασματική σύνθεσή** της. Γενικότερα, επειδή το φάσμα έχει την έννοια του συνόλου των ακτινοβολιών, χρησιμοποιούμε τον δρό **ορατό φάσμα**, για να προσδιορίσουμε την περιοχή συχνοτήτων που είναι ορατές από το ανθρώπινο μάτι.

Η μετάδοση του φωτός μέσα σ' ένα ομοιογενές διαφανές υλικό είναι ευθύγραμμη. 'Όταν το φως προσπέσει σ' ένα αδιαφανές αντικείμενο,

ένα μέρος απορροφάται από αυτό και ένα μέρος ανακλάται, δηλαδή γυρίζει πίσω στο διαφανές υλικό. Αν η επιφάνεια του αντικειμένου είναι εντελώς λεία (στιλπνή) έχουμε **κανονική ανάκλαση**. Αυτό σημαίνει ότι αν μια ακτίνα (πολύ λεπτή δέσμη) φωτός πέσει σ' αυτήν την επιφάνεια, το φως θα ακολουθήσει μια δεύτερη ακτίνα που θα έχει τέτοια διεύθυνση, ώστε η **προσπίπτουσσα** και η **ανακλώμενη** ακτίνα να είναι συμμετρικές ως προς την κάθετο στην επιφάνεια στο σημείο προσπτώσεως.

Αντίθετα, αν το αντικείμενο δεν έχει λεία επιφάνεια, ένα μέρος από το φως που πέφτει επάνω σ' αυτήν απορροφάται και το υπόλοιπο παθαίνει **διάχυτη ανάκλαση**. Δηλαδή τώρα το ανακλώμενο φως δεν ακολουθεί μια μόνο ακτίνα, αλλά, αντίθετα, διαχέεται (σκορπίζει) προς διάφορες κατεύθυνσεις. Αυτό μας επιτρέπει να βλέπουμε τα διάφορα αντικείμενα, όταν βέβαια φωτίζονται, απ' όποια διεύθυνση και αν τα κοιτάξομε. Άλλα και τα διαφανή αντικείμενα μπορούμε και τα βλέπουμε. Αυτό συμβαίνει επειδή και σ' αυτά ένα μέρος του φωτός που πέφτει στην επιφάνειά τους δεν εισχωρεί στο εσωτερικό τους αλλά ανακλάται. Εδώ πρέπει να διευκρινίσουμε ότι και τα αντικείμενα που προκαλούν διάχυτη ανάκλαση μπορούν να προκαλούν σε μικρό βαθμό και κανονική ανάκλαση. Π.χ. ένα κομμάτι χαρτί κάπως γυαλιστερό, ενώ γενικά προκαλεί διάχυτη ανάκλαση, ένα μέρος του φωτός που δέχεται το ανακλά με κανονική ανάκλαση. Έτσι προκαλούνται τα λεγόμενα "γυαλίσματα" ή "γυαλάδες" (το φαινόμενο λέγεται **κατοπτρισμός**). Βλέπουμε λοιπόν ότι υπάρχουν και ενδιάμεσες καταστάσεις μεταξύ της κανονικής και της διάχυτης ανακλάσεως.

Από τις διάχυτες ανακλάσεις, που γίνονται στα διάφορα αντικείμενα ενός χώρου έχουμε, ένα "διάχυτο φως", δηλαδή ένα φως που δεν έχει μια ορισμένη διεύθυνση. Διάχυση του φωτός προκαλείται και από τον (διο τον αέρα, αφού κι αυτός, όπως αναφέραμε, δεν είναι απολύτως διαφανές υλικό (μόνο το κενό είναι).

Διάχυση του φωτός επίσης προκαλούν ορισμένα υλικά που λέγονται **ημιδιαφανή ή διαφώτιστα** (όπως τα θαμπά τζάμια), που αφήνουν να περνάει το φως αλλά δεν μας επιτρέπουν να δούμε τι υπάρχει πίσω απ' αυτά, επειδή ακριβώς "σκορπίζουν" τις ακτίνες του φωτός. Περιβλήματα από ημιδιαφανές υλικό χρησιμοποιούμε μερικές φορές γύρω από μια φωτεινή πηγή, π.χ. μια λάμπα, για να διαχέουν το φως, επειδή το συγκεντρωμένο φως μιας φωτεινής πηγής μπορεί να είναι ενοχλητικό (προκαλεί **θάμβωση**).

Ας μείνομε ακόμα για λίγο στο φαινόμενο της διάχυτης ανακλάσεως. Ας θεωρήσουμε ότι ένα αντικείμενο φωτίζεται με λευκό φως (που περιλαμβάνει όπως αναφέραμε και προηγουμένως, ακτινοβολίες όλων των

χρωμάτων). Αν το αντικείμενο προκαλέσει την ανάκλαση όλων των χρωμάτων, το φως που θα προκύψει από την ανάκλαση θα είναι και αυτό λευκό. Έτσι θα αντιληφθούμε ότι το αντικείμενο είναι λευκό. Αντίθετα, αν το αντικείμενο απορροφήσει τις ακτινοβολίες όλων των άλλων χρωμάτων και προκαλέσει την ανάκλαση της ακτινολίας μόνο του πράσινου χρώματος, είναι φανερό ότι μόνο την ακτινοβολία αυτή θα δεχθούμε στο μάτι μας, όταν βλέπομε αυτό το αντικείμενο. Έτσι αντιλαμβανόμαστε ότι το αντικείμενο είναι πράσινο. Το ίδιο βέβαια συμβαίνει και με όλα τα άλλα χρώματα: π.χ. ένα κόκκινο αντικείμενο απορροφά όλες τις άλλες ακτινοβολίες και ανακλά μόνο την ακτινοβολία κόκκινου χρώματος. Αν ένα αντικείμενο απορροφά τις ακτινοβολίες όλων των χρωμάτων, δεν θα ανακλά τίποτα. Αυτό είναι ένα μαύρο αντικείμενο.

Τι θα συμβεί όμως αν φωτίσομε ένα αντικείμενο μ' ένα μονοχρωματικό φως; Π.χ. ας υποθέσουμε ότι χρησιμοποιούμε κόκκινο φως. Αν το αντικείμενο είναι και αυτό κόκκινο το φως θα ανακλασθεί επάνω στην επιφάνειά του και θα το δούμε κανονικά. Αν όμως το αντικείμενο είναι πράσινο, αυτό θα απορροφήσει το κόκκινο φως που πέφτει επάνω του και, φυσικά, δεν πρόκειται να ανακλασθεί τίποτα. Τότε, λοιπόν, αυτό το αντικείμενο θα φαίνεται μαύρο. Συμπεραίνομε ότι, όταν έχομε μονοχρωματικό φως, όλα τα αντικείμενα που έχουν το ίδιο χρώμα με το φως αυτό φαίνονται κανονικά, ενώ εκείνα που έχουν διαφορετικό χρώμα φαίνονται μαύρα. Αν έχομε ένα αντικείμενο που ο χρωματισμός του είναι μίγμα διαφόρων χρωμάτων, όταν το φωτίσομε μ' ένα φως που έχει χρώμα ένα από αυτά τα χρώματα θα φαίνεται να έχει και αυτό το ίδιο χρώμα με το φως. Π.χ. αν ένα αντικείμενο περιλαμβάνει στο χρωματισμό του κίτρινο και πράσινο χρώμα, όταν το φωτίσομε με φως κίτρινου χρώματος θα φαίνεται και αυτό κίτρινο, όταν το φωτίσομε με πράσινο φως θα φαίνεται πράσινο και όταν το φωτίσομε με φως οποιουδήποτε άλλου χρώματος θα φαίνεται μαύρο.

Τέλος αν χρησιμοποιούμε ένα φως που περιλαμβάνει ακτινοβολίες περισσοτέρων χρωμάτων αλλά όχι όλων, ενώ γενικά μπορεί να μας δίνει την εντύπωση λευκού φωτός, όταν πέφτει στα διάφορα αντικείμενα θα προκαλεί περισσότερες ή λιγότερες "χρωματικές αλλοιώσεις". Δηλαδή τα αντικείμενα θα φαίνεται να έχουν περισσότερο ή λιγότερο παραλλαγμένα χρώματα σε σύγκριση με το χρώμα που έχουν όταν φωτισθούν με πλήρες λευκό φως.

Εντύπωση λευκού φωτός μας προκαλεί ο συνδυασμός ακτινοβολιών δύο χρωμάτων που τότε λέγονται "συμπληρωματικά χρώματα". Τέτοια είναι το κόκκινο και το πράσινο καθώς και το κίτρινο και το μπλε. Όμως ένα τέτοιο (μη πλήρες) λευκό φως προκαλεί, όπως είναι φυσικό εντονότατες χρωματικές αλλοιώσεις. Αυτό το φαινόμενο της χρωματικής αλ-

λοιώσεως θα υπάρχει, σε μικρότερο βέβαια βαθμό, ακόμα κι αν το φως που χρησιμοποιούμε έχει ακτινοβολίες όλων των χρωμάτων, αλλά οι εντάσεις των διαφόρων ακτινοβολιών έχουν αναλογία διαφορετική από εκείνην του ηλιακού φωτός.

Το φαινόμενο της χρωματικής αλλοιώσεως εξηγεί γιατί καμιά φορά, όταν θέλομε να προσέξουμε καλά το χρώμα ενός αντικειμένου, προτιμούμε να το δούμε στο ύπαιθρο και όχι σ' ένα κλειστό χώρο που έχει τεχνητό φωτισμό, επειδή πάντα το τεχνητό φως έχει κάποιες διαφορές στη χρωματική σύνθεσή του από το ηλιακό φως.

Εδώ θα σημειώσουμε ότι στην πραγματικότητα κανένα αντικείμενο δεν είναι εντελώς μαύρο, πράγμα που θα σήμαινε ότι δεν ανακλά απολύτως τίποτε. Η έννοια είναι θεωρητική (όπως άλλωστε θεωρητική είναι και η έννοια του απολύτου) και χρησιμοποιείται στη Φυσική με τον όρο **μέλαν σώμα**.

13.3 Η παραγωγή της φωτεινής ενέργειας.

Οι φωτεινές πηγές παράγουν φως καταναλίσκοντας μια άλλη μορφή ενέργειας. Δηλαδή στις φωτεινές πηγές έχουμε μετατροπή ενέργειας από κάποια άλλη μορφή σε φωτεινή ενέργεια. Δεν θα μπορούσε άλλωστε να είναι διαφορετικά αφού, σύμφωνα με την αρχή της διατηρήσεως της ενέργειας, δεν είναι δυνατή η παραγωγή ενέργειας "εκ του μηδενός". Η καταναλισκόμενη ενέργεια χρειάζεται για να διεγείρει το υλικό που περιέχεται στη φωτεινή πηγή, το οποίο τότε αρχίζει να φωτοβολεί. Αυτό δεν σημαίνει ότι όλη η ενέργεια που καταναλίσκεται από τις φωτεινές πηγές μετατρέπεται σε φως. Το αντίθετο συμβαίνει: από την καταναλισκόμενη ενέργεια το μεγαλύτερο μέρος διοχετεύεται στο περιβάλλον με τη μορφή θερμικής ενέργειας και μόνο ένα πολύ μικρό ποσοστό μετατρέπεται σε φωτεινή ενέργεια.

Υπάρχουν τρεις τρόποι με τους οποίους μπορεί να διεγερθεί ένα υλικό, ώστε να εκπέμψει φωτεινή ενέργεια: η θέρμανση, η ηλεκτρική εκκένωση και η πρόσπτωση πάνω σ' αυτό μιας άλλης ακτινοβολίας, διαφορετικού μήκους κύματος. Θα εξετάσουμε καθένα από αυτούς τους τρόπους χωριστά.

13.3.1 Παραγωγή φωτός με θέρμανση.

a) Ο συνηθέστερος, αλλά και αρχαιότερος τρόπος παραγωγής φωτός είναι αλληλένδετος με τη θερμότητα. Επί χιλιάδες χρόνια η ανθρωπότητα χρησιμοποιούσε τεχνητό φως που προερχόταν από τη φλόγα

πυρσών, λυχναριών, κεριών κλπ. Τι είναι η φλόγα; Είναι η περιοχή γύρω από ένα σώμα που καίγεται και περιλαμβάνει αέρια και αιωρούμενα μόρια άνθρακα, που βρίσκονται σε πολύ υψηλή θερμοκρασία και γι' αυτό φωτοβολούν.

Η θερμότητα δημιουργείται από τη μετατροπή της χημικής ενέργειας του σώματος σε θερμική. Η μετατροπή αυτή γίνεται κατά τη διάρκεια της χημικής αντιδράσεως της ενώσεως του σώματος με το οξυγόνο. Πάνω από τη φλόγα υπάρχουν επίσης θερμά αέρια, των οποίων όμως η θερμοκρασία είναι κάπως χαμηλότερη και γι' αυτό δεν εκπέμπουν φως. Βλέπομε λοιπόν ότι, για να μετατραπεί ένα μέρος της θερμικής ενέργειας σε φωτεινή, χρειάζεται η θερμοκρασία να είναι μεγαλύτερη από κάποιο δριο. Μάλιστα όσο η θερμοκρασία είναι υψηλότερη, τόσο πιο έντονη γίνεται η φωτεινή ακτινοβολία αλλά και το χρώμα της γίνεται πιο λευκό.

Το ίδιο φαινόμενο θα παρατηρήσουμε και κατά τη θέρμανση ενός μετάλλου. Εδώ η θερμότητα δεν δημιουργείται επί τόπου, αλλά μεταφέρεται στο μέταλλο από κάποιο θερμότερο σώμα. Αν θερμάνομε προοδευτικά π.χ. ένα κομμάτι σίδερο, στην αρχή αυτό θα αποδίδει ένα ασθενικό φως κόκκινου χρώματος και στη συνέχεια, όσο η θερμοκρασία θα γίνεται υψηλότερη, θα ακτινοβολεί πιο έντονα και το χρώμα του θα γίνεται πιο λευκό. Αυτό σημαίνει ότι στις χαμηλές θερμοκρασίες παράγεται ακτινοβολία μόνο κόκκινου χρώματος, ενώ στις υψηλότερες έχουμε ακτινοβολία και των άλλων χρωμάτων.

Ακριβώς τα ίδια παρατηρούμε στις φωτεινές πηγές που λειτουργούν με καύση. Όσες έχουν ελεύθερη φλόγα, συνήθως με καύση ενός στερεού ή υγρού καύσιμου υλικού (όπως λάδι, λίπος, κερί, οινόπνευμα, πετρέλαιο κλπ.) αποδίδουν φως πλούσιο σε ακτινοβολίες χαμηλοτέρων συχνοτήτων, δηλαδή κυρίως των χρωμάτων: κόκκινο, πορτοκαλί και κίτρινο.

Αντίθετα, σε όσες η καύση γίνεται συγκεντρωμένη, η θερμοκρασία είναι πολύ υψηλότερη και γι' αυτό το φως που αποδίδουν εμπλουτίζεται και με ακτινοβολίες των υψηλοτέρων συχνοτήτων κι έτσι είναι πιο λευκό. Τέτοιες πηγές λειτουργούν συνήθως με κάποιο αέριο και η καύση συγκεντρώνεται σ' ένα πλέγμα από άκαυστο υλικό (συνήθως αμίαντος), το οποίο στην υψηλή θερμοκρασία που αναπτύσσεται ακτινοβολεί φως.

Αέρια που χρησιμοποιούνται είναι το υγραέριο (παλιότερα το φωταέριο πόλεως) ή ατμοί πετρελαίου ή βενζίνης (λάμπες Lux, στις οποίες η εξαερίωση αυτών των υγρών καυσίμων γίνεται με κατάλληλη προθέρμανσή τους). Σε ορισμένες πάντως λάμπες αερίου δεν υπάρχει πλέγμα,

όπως π.χ. στις λάμπες ασετυλίνης, στις οποίες η συγκέντρωση της καύσεως γίνεται με κατάλληλη διοχέτευση του αερίου.

Φυσικά όλες οι φωτεινές πηγές με καύση που προαναφέραμε και που στα παλιότερα χρόνια αποτελούσαν το μοναδικό τρόπο φωτισμού έχουν εκτοπισθεί σχεδόν εντελώς από τις ηλεκτρικές λυχνίες και χρησιμοποιούνται πια μόνο όπου δεν υπάρχει διαθέσιμη κάποια ηλεκτρική τροφοδότηση.

Στις κοινές ηλεκτρικές λυχνίες το φως παράγεται από μια αντίσταση που θερμαίνεται από τη ροή ηλεκτρικού ρεύματος και φθάνει σε πολύ υψηλή θερμοκρασία (πυρακτώνεται). Γι' αυτό οι λυχνίες αυτές λέγονται λαμπτήρες (ή λυχνίες) πυρακτώσεως. Η αντίσταση έχει τη μορφή ενός λεπτού σύρματος, που λέγεται νήμα. Για να μην καίγεται το υλικό του νήματος αυτό πρέπει να βρίσκεται σ' ένα περιβάλλον που δεν έχει καθόλου οξυγόνο. Έτσι το νήμα είναι τοποθετημένο στο εσωτερικό ενός γυάλινου περιβλήματος, στο οποίο υπάρχει κενό ή ένα αδρανές αέριο, όπως άζωτο ή αργόν.

Ο πρώτος ηλεκτρικός λαμπτήρας, που επινοήθηκε το 1878 από τον Thomas Edison είχε νήμα από ίνα άνθρακα που είχε προέλθει από απανθρακωθείσες ίνες μπαμπού (σχ. 13.3α). Σήμερα οι λαμπτήρες έχουν νήμα από το μέταλλο βιολφράμιο, (λέγεται επίσης τουγκστένιο), που θερμαίνεται σε μια θερμοκρασία περίπου 2.500°C . Το μέταλλο αυτό είναι κατάλληλο γι' αυτό το σκοπό επειδή έχει πολύ υψηλή θερμοκρασία τήξεως (περίπου 3.400°C). Έτσι μπορεί να φθάνει, χωρίς κίνδυνο να λιώσει, στη θερμοκρασία των 2500°C , επιτυγχάνοντας έτσι καλύτερη απόδοση (με την έννοια τόσο της ποσότητας φωτεινής ακτινοβολίας, όσο και της χρωματικής συνθέσεως) σε σύγκριση με άλλα μέταλλα που δεν θα μπορούσαν να φθάσουν ως αυτή τη θερμοκρασία αφού θα έλιωναν.

Πρέπει πάντως να αναφέρομε ότι, και στην περίπτωση των ηλεκτρικών λαμπτήρων, ένα μικρό μόνο μέρος της ενέργειας που καταναλίσκουν μετατρέπεται πραγματικά σε φωτεινή ενέργεια, ενώ το μεγαλύτερο μέρος μεταδίδεται στο περιβάλλον ως θερμότητα. Ως τάξη μεγέθους μπορούμε να αναφέρομε ότι η ενέργεια την οποία ακτινοβολεί ένας λαμπτήρας πυρακτώσεως μέσα στην περιοχή του ορατού φάσματος αποτελεί ποσοστό μικρότερο από το 10% της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλίσκει. Από το υπόλοιπο, το μεγαλύτερο μέρος είναι υπέρυθρη ακτινοβολία. Όπως θα αναφέρομε και αργότερα το ανθρώπινο μάτι δεν έχει την ίδια ευαισθησία στις ακτινοβολίες των διαφόρων συχνοτήτων. Συγκεκριμένα στις ακραίες περιοχές του ορατού φάσματος έχει ελαττωμένη ευαισθησία. Γι' αυτό, τελικά, το οπτικό

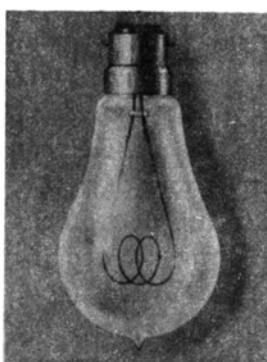
αποτέλεσμα από τη λειτουργία του λαμπτήρα πυρακτώσεως είναι ακόμα μικρότερο: περίπου 2 έως 3%.

Σ' όλες τις περιπτώσεις που αναφέραμε, η θέρμανση, προκαλούμενη είτε από καύση είτε από τη μετατροπή ηλεκτρικής ενέργειας σε θερμότητα, προκαλεί τη φωτεινή ακτινοβολία. Αυτό εξηγείται από το ότι, όταν ένα υλικό θερμανθεί σε υψηλή θερμοκρασία, προκαλούνται παλμικές κινήσεις των ατόμων του καθώς και των σωματιδίων που αποτελούν τα άτομα (δηλαδή των ηλεκτρονίων και του πυρήνα). Σ' αυτή την κατάσταση διεγέρσεως τα άτομα εκπέμπουν φως, δηλαδή ένα μέρος της θερμικής ενέργειας που δέχθηκαν το αποδίδουν ως φωτεινή ενέργεια.

13.3.2 Παραγωγή φωτός με ηλεκτρική εκκένωση.

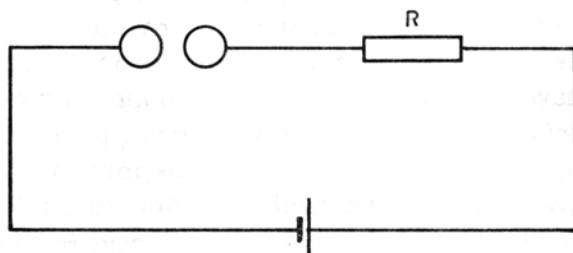
β) Δεύτερος τρόπος με τον οποίο είναι δυνατόν να διεγερθεί ένα υλικό, και στην προκείμενη περίπτωση ένα αέριο ώστε να παράγει φως, είναι η ηλεκτρική εκκένωση. Ηλεκτρική εκκένωση ή τόξο έχουμε όταν ηλεκτρικό ρεύμα περνά από ένα μονωτικό υλικό. Ξέρομε ότι το ηλεκτρικό ρεύμα είναι η ροή ηλεκτρονίων κατά μήκος ενός αγωγού. Ένα μονωτικό υλικό κανονικά δεν επιτρέπει τη ροή ηλεκτρονίων. Εντούτοις είναι δυνατόν να γίνει η διάσπαση του μονωτικού υλικού, δηλαδή η υπερνίκηση αυτής ακριβώς της ικανότητάς του να εμποδίζει την κίνηση των ηλεκτρονίων.

Ας δούμε την περίπτωση ενός διακένου που παρεμβάλλεται στους αγωγούς ενός κυκλώματος (σχ. 13.3β). Τα άκρα των αγωγών μεταξύ των οποίων βρίσκεται το διάκενο τα ονομάζουμε ηλεκτρόδια. Στό διάκενο υπάρχει αέρας ή κάποιο άλλο αέριο (στην τελευταία περίπτωση πρέπει



Σχ. 13.3α.

Λυχνία με ίνα άνθρακα.



Σχ. 13.3β.

Παρεμβολή διακένου σε ένα κύκλωμα.

βέβαια να υπάρχει κάποιο περίβλημα μέσα στο οποίο θα βρίσκονται τα ηλεκτρόδια). Στο κύκλωμα φυσικά δεν κυκλοφορεί ρεύμα αφού η συνέχειά του διακόπτεται από το διάκενο. Πότε είναι δυνατόν να υπερικηθεί η μονωτική ικανότητα του αέρα ή του αερίου; Είναι φυσικό ότι αυτό μπορεί να συμβεί όταν η τάση μεταξύ των δύο ηλεκτροδίων είναι πολύ μεγάλη ή όταν η απόστασή τους είναι πολύ μικρή. Λέμε τότε ότι έχομε διάσπαση του διακένου ή ότι γίνεται εικένωση μέσω του αέρα ή του αερίου. Οι δύο παράγοντες που αναφέραμε είναι αλληλένδετοι: σε μικρό διάκενο αρκεί χαμηλότερη τάση, ενώ για μεγαλύτερο διάκενο θα χρειασθεί υψηλότερη τάση για να γίνει η διάσπασή του. Για κάθε απόσταση των ηλεκτροδίων υπάρχει και μια τιμή της τάσεως με την οποία μπορεί να γίνει η διάσπαση.

Ένας άλλος παράγοντας που επηρεάζει αυτό το φαινόμενο είναι η πίεση του αέρα ή του αερίου: όσο μικρότερη είναι η πίεση τόσο ευκολότερα μπορεί να διασπασθεί το διάκενο, αφού ουσιαστικά είναι μικρότερη η ποσότητα του αέρα ή του αερίου που παρεμβάλλεται μεταξύ των δύο ηλεκτροδίων.

Επίσης η εικένωση γίνεται ευκολότερα αν είναι υψηλή η θερμοκρασία των ηλεκτροδίων. Στην υψηλή θερμοκρασία τα άτομα και τα σωματίδια που τα αποτελούν έχουν μεγαλύτερη κινητικότητα. Μ' αυτές τις συνθήκες διευκολύνεται η απόσπαση ηλεκτρονίων ώστε να μεταφερθούν από τα μεταλλικά ηλεκτρόδια προς τον αέρα ή προς το αέριο του διακένου. Αν έχομε τάση συνεχούς ρεύματος, αυτό αφορά μόνο το αρνητικό ηλεκτρόδιο (που λέγεται και κάθοδος) αφού μόνο απ' αυτό θα ξεκινούν ηλεκτρόνια. Στην περίπτωση εναλλασσόμενου ρεύματος χρειάζεται να είναι και τα δύο ηλεκτρόδια θερμά.

Η μονωτική ικανότητα του αέρα ή του αερίου μικράνει αν μερικά άτομά του έχουν αποκτήσει ηλεκτρικά φορτία, οπότε ουσιαστικά γίνονται αγώγιμα. Αυτό το φαινόμενο λέγεται *ιονισμός*.

Ιονισμένο είναι ένα άτομο όταν έχει ένα ηλεκτρόνιο περισσότερο ή ένα ηλεκτρόνιο λιγότερο απ' όσα έχει στην κανονική κατάστασή του. Ο ιονισμός ενός ατόμου μπορεί να προκληθεί είτε από κάποια ακτινοβολία είτε από την πρόσκρουση ενός ηλεκτρονίου επάνω σ' αυτό. Ας δούμε λίγο λεπτομερέστερα αυτό το τελευταίο φαινόμενο.

Όταν έχει ήδη δημιουργηθεί μια διάσπαση του διακένου έχομε κίνηση ηλεκτρονίων από το ένα ηλεκτρόδιο προς το άλλο. Αυτά τα ηλεκτρόνια δεν "ανήκουν" σε κάποιο άτομο, γι' αυτό τα λέμε ελεύθερα ηλεκτρόνια. Τα ελεύθερα ηλεκτρόνια σ' αυτή την κίνησή τους προσκρούουν επάνω σε άτομα των αερίων του διακένου. Από την πρόσκρουση ενός ελεύθερου ηλεκτρονίου σ' ένα άτομο μπορεί είτε το

ηλεκτρόνιο να "προσκολληθεί" στο άτομο, είτε, αντίθετα, να του αποσάσει ένα από τα ηλεκτρόνιά του, που θα γίνει κι αυτό ελεύθερο ηλεκτρόνιο. Έτσι το άτομο γίνεται ίόν, αρνητικό στην πρώτη περίπτωση ή θετικό στη δεύτερη. (Η έννοια της "προσκολλήσεως" του ελεύθερου ηλεκτρονίου στο άτομο είναι ότι αυτό θα ενσωματωθεί στο άτομο και θα αρχίσει να κινείται σε τροχιά γύρω από τον πυρήνα του. Επίσης το ότι ένα ηλεκτρόνιο "ανήκει" σ' ένα άτομο έχει την ίδια έννοια: ότι κινείται σε τροχιά γύρω από τον πυρήνα του ατόμου).

Τα ιονισμένα άτομα είναι φορείς ηλεκτρικού φορτίου, όπως άλλωστε είναι και τα ηλεκτρόνια, και γι' αυτό η κίνηση των ιονισμένων ατόμων αποτελεί και αυτή ηλεκτρικό ρεύμα. Κατά συνέπεια ο ιονισμός του αέρα ή του αερίου που υπάρχει στο διάκενο διευκολύνει την εκκένωση αφού τώρα, εκτός από τα ηλεκτρόνια, υπάρχουν και ιονισμένα άτομα για να μεταφέρουν ηλεκτρικά φορτία. Αυτό εξηγεί γιατί αν προκληθεί εκκένωση εξαιτίας κάποιας στιγμιαίας υπερτάσεως, αυτή μπορεί να διατηρηθεί στη συνέχεια και με μικρότερη τάση: η εκκένωση προκαλεί ιονισμό των ατόμων και αυτός επιτρέπει τη συνέχισή της και με μικρότερη τάση.

Επίσης το ίδιο θα συμβεί αν τα ηλεκτρόδια πλησιάσουν πολύ και στη συνέχεια απομακρυνθούν: η εκκένωση αρχίζει όταν η απόσταση είναι μικρή και διατηρείται στη συνέχεια, ακόμα κι αν αυξηθεί η απόσταση. Βέβαια, όταν η απόσταση των δύο ηλεκτροδίων ξεπεράσει ένα δριο, θα σταματήσει η εκκένωση (ή, όπως λέμε, θα έχομε σβέση του τόξου). Αυτό το φαινόμενο το είχαμε αναφέρει και στο κεφάλαιο 5 για την περίπτωση του τόξου που εμφανίζεται και διατηρείται για ένα διάστημα μεταξύ των επαφών ενός διακόπτη κατά το άνοιγμά του.

Στο σχήμα 13.3β υπάρχει και μια αντίσταση σε σειρά με το διάκενο. Η αντίσταση αυτή είναι απαραίτητη για τον ακόλουθο λόγο: το διάκενο, από τη στιγμή που θα διασπασθεί, αποτελεί ένα αγώγιμο στοιχείο του κυκλώματος, δεν συμπεριφέρεται όμως όπως μια κανονική αντίσταση (δηλαδή ο λόγος $\frac{U}{I}$ δεν είναι σταθερός).

Όσο περισσότερο ρεύμα περάσει, τόσο μικραίνει η αντίστασή του και γίνεται πιο αγώγιμο (εξαιτίας του εντονότερου ιονισμού). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα μια ακόμη μεγαλύτερη αύξηση του ρεύματος. Έτσι η εκκένωση εξελίσσεται σε βραχυκύλωμα. Αν θέλομε να σταθεροποιηθεί η εκκένωση, χρειάζεται να συνδέσουμε σε σειρά μια αντίσταση ή, στην περίπτωση εναλλασσόμενου ρεύματος, ένα πηνίο με αρκετή επαγωγική αντίσταση, ώστε να διατηρήσουμε το ρεύμα στην επιθυμητή τιμή.

Ας δούμε τώρα τι συμβαίνει και παράγεται φως από μια ηλεκτρική εκκένωση. Όπως αναφέραμε, ελεύθερα ηλεκτρόνια προσκρούουν στα άτομα του αέρα ή του αερίου που βρίσκεται στο διάκενο. Είδαμε ότι αυτή η πρόσκρουση μπορεί να έχει ως συνέπεια να αυξηθεί ή να μειωθεί κατά ένα ο αριθμός των ηλεκτρονίων του ατόμου. Υπάρχει όμως και μια τρίτη περίπτωση: να μην μεταβληθεί ο αριθμός των ηλεκτρονίων του ατόμου, αλλά μόνο να του δοθεί μια πρόσθετη ενέργεια. Λέμε ότι έχομε διέγερση αυτή διαρκεί ελάχιστα. Σε πολύ μικρό διάστημα το άτομο επανέρχεται στην κανονική κατάστασή του και τότε απελευθερώνει την ενέργεια που είχε απορροφήσει κατά τη διέγερσή του. Η ενέργεια αυτή διαχέεται τώρα στο περιβάλλον με τη μορφή ακτινοβολίας που μπορεί να είναι υπέρυθρη, φωτεινή ή υπεριώδης.

Για να έχομε μια ιδέα του τι είναι αυτή η διέγερση αναφέρομε τα ακόλουθα. Στην κανονική κατάσταση του ατόμου τα ηλεκτρόνια κινούνται γύρω από τον πυρήνα ακολουθώντας κάποιες τροχιές. Λόγω αυτής της κινήσεως κάθε ηλεκτρόνιο έχει μια ορισμένη ενέργεια. Όλες οι τροχιές δεν είναι οι ίδιες: άλλες αντιστοιχούν σε μεγαλύτερη ενέργεια και άλλες σε μικρότερη. Αν λοιπόν προσδοθεί σ' ένα ηλεκτρόνιο μια πρόσθετη ενέργεια, αυτό μπορεί να μεταπηδήσει από την τροχιά στην οποία κανονικά κινείται σε κάποια άλλη τροχιά, υψηλότερης ενέργειας. Σε ελάχιστο χρόνο μετά, το ηλεκτρόνιο θα επανέλθει στην αρχική τροχιά του, απελευθερώνοντας την ενέργεια που είχε λάβει. (Σημειώνομε εδώ ότι ο τρόπος της αλλαγής της τροχιάς των ηλεκτρονίων, που περιγράψαμε, ανταποκρίνεται στο μοντέλο της δομής των ατόμων, όπως το περιέγραψε για πρώτη φορά ο Δανός φυσικός Nils Bohr (1885-1962) και σύμφωνα με το οποίο το άτομο αποτελείται από τον ακίνητο πυρήνα και ηλεκτρόνια που περιφέρονται γύρω απ' αυτόν σε ορισμένες κυκλικές ή ελλειπτικές τροχιές. Χωρίς να έχει καταρριφθεί αυτό το μοντέλο σήμερα οι φυσικοί δεν αναφέρουν τροχιές των ηλεκτρονίων και προτιμούν να μεταχειρίζονται την έννοια της ενεργειακής στάθμης των ηλεκτρονίων).

Ανάλογα με το είδος του αερίου παράγεται, γενικά, μια ορισμένη ακτινοβολία. Δηλαδή αν μέσα σ' ένα γυάλινο περίβλημα έχομε ένα μόνο αέριο σε ορισμένη πίεση και προκαλέσομε ηλεκτρική εκκένωση, θα εκπέμπεται μια ορισμένη ακτινοβολία (φως ενός χρώματος). Η εκκένωση μέσα σε άλλο αέριο θα προκαλέσει εκπομπή άλλου χρώματος. Εκκένωση μπορεί να έχομε και σε ατμούς ενός μετάλλου, αφού κι αυτοί είναι αέρια, ή σε μίγματα αερίων και μεταλλικών ατμών.

Το φαινόμενο παραγωγής φωτός από ηλεκτρική εκκένωση το εκμεταλλεύσμαστε στους φωτεινούς σωλήνες και στους λαμπτήρες εκκενώσεως.

Φωτεινούς σωλήνες χρησιμοποιούμε κυρίως στις φωτεινές επιγραφές. Ανάλογα με το αέριο που περιέχουν, παράγουν και διαφορετικό χρώμα. Π.χ. το αέριο Νέον παράγει φως κόκκινου χρώματος. Είναι το αέριο που χρησιμοποιήθηκε πρώτο και γι' αυτό έχει επικρατήσει να λέγονται "σωλήνες Νέον" όλοι οι φωτεινοί σωλήνες, ακόμα και αν περιέχουν άλλα αέρια, που, φυσικά, παράγουν φως άλλων χρωμάτων, όπως π.χ. το άζωτο παράγει κιτρινωπό χρώμα, το αέριο ήλιου παράγει χρώμα ροζ κλπ. Οι φωτεινοί σωλήνες δεν αποτελούν, γενικά, μέσο φωτισμού χώρων, αλλά, όπως αναφέραμε προηγουμένως, χρησιμοποιούνται στις φωτεινές επιγραφές, διαφημίσεις κλπ.

Τους λαμπτήρες εκκενώσεων χρησιμοποιούμε συχνά για το φωτισμό εξωτερικών χώρων (δρόμων, πλατειών). Πλεονεκτούν σε σύγκριση με τους λαμπτήρες πυρακτώσεως επειδή είναι οικονομικότεροι σε κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Όμως έχουν το μειονέκτημα ότι παράγουν φως καθαρά μονοχρωματικό ή ολίγων χρωμάτων, και γι' αυτό προκαλούν χρωματικές αλλοιώσεις. Γι' αυτό η χρήση τους περιορίζεται στους χώρους εκείνους όπου δεν έχουμε την απαίτηση να διακρίνονται σωστά όλα τα χρώματα των διαφόρων αντικειμένων που φωτίζονται. Συνήθως το αέριο, μέσα στο οποίο γίνεται η ηλεκτρική εκκένωση, είναι οι ατμοί ενός μετάλλου, και μάλιστα συνηθέστερα ατμοί υδραργύρου ή ατμοί νατρίου. Αντίστοιχα λέγονται **λαμπτήρες ατμών υδραργύρου και λαμπτήρες ατμών νατρίου**.

Για ιστορικούς λόγους θα αναφέρομε εδώ και μια φωτεινή πηγή που χρησιμοποιήθηκε αρκετά στο παρελθόν αλλά σήμερα έχει εγκαταλειφθεί. Πρόκειται για το βολταϊκό τόξο. Επειδή είναι πολύ ισχυρή φωτεινή πηγή χρησιμοποιήθηκε για το φωτισμό μεγάλων λεωφόρων και πλατειών καθώς και στις κινηματογραφικές μηχανές προβολής. Το φαινόμενο παρατηρήθηκε και μελετήθηκε από τον Άγγλο φυσικό sir Humphry Davy (1778 - 1829) ήδη από το 1813, δηλαδή πολύ πριν την επινόηση του λαμπτήρα πυρακτώσεως.

Το βολταϊκό τόξο είναι μια ηλεκτρική εκκένωση που δημιουργείται μεταξύ δύο ράβδων από άνθρακα που έρχονται προς στιγμή σε επαφή και μετά απομακρύνονται. Χρησιμοποιούνται ράβδοι από άνθρακα τύπου κωκ, που έχει συμπιεσθεί (περίπου όπως τα ηλεκτρόδια από άνθρακα των ξηρών ηλεκτρικών στοιχείων) για να μην αναφλέγεται. Το βολταϊκό τόξο λειτουργεί καλύτερα με συνεχές ρεύμα, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και με εναλλασσόμενο ρεύμα. Η ακτινοβολία του έχει μικτή προέλευση, δηλαδή οφείλεται και στη θέρμανση των άκρων των ηλεκτροδίων, που φθάνουν σε εξαιρετικά υψηλή θερμοκρασία, και στην ηλεκτρική εκκένωση.

Το κυριότερο μειονέκτημα των φωτιστικών σωμάτων με βολταϊκό τόξο είναι το πολύπλοκο του μηχανισμού τους. Ο μηχανισμός αυτός όχι μόνο πρέπει να φέρνει τα δύο ηλεκτρόδια σε επαφή για την έναρξη λειτουργίας και στη συνέχεια να τα απομακρύνει για να δημιουργηθεί το τόξο, αλλά επίσης πρέπει, κατά τη λειτουργία, να πλησιάζει σιγά-σιγά τα ηλεκτρόδια, επειδή αυτά φθείρονται με αποτέλεσμα να μεγαλώνει το διάκενο και, όταν η απόσταση ξεπεράσει ένα όριο, να σβήνει το τόξο.

13.3.3 Παραγωγή φωτός με πρόσπτωση ακτινοβολίας.

Ο τρίτος τρόπος διεγέρσεως ενός υλικού για να παράγει φως είναι να δεχθεί μια υπεριώδη ακτινοβολία. Αυτό δεν συμβαίνει με όλα τα υλικά, αλλά μόνο με τις λεγόμενες "φθορίζουσες ουσίες".

Φθορισμός είναι η ιδιότητα που έχουν ορισμένα υλικά, όταν δέχονται μια ακτινοβολία κάποιας συχνότητας, να ακτινοβολούν και τα ίδια, αλλά με μικρότερη συχνότητα. Έτσι, όταν δεχθούν υπεριώδη ακτινοβολία, παράγουν φωτεινή ακτινοβολία που, όπως έχομε αναφέρει, έχει μικρότερη συχνότητα.

Την ιδιότητα αυτή έχουν διάφορες χημικές ενώσεις (άλατα), από τις οποίες άλλες υπάρχουν στη φύση ως ορυκτά και άλλες παρασκευάζονται μόνο εργαστηριακά. Μεταξύ αυτών των ουσιών είναι το ορυκτό φθορίτης (φθοριούχο ασβέστιο) και απ' αυτό πήρε το όνομά της η ιδιότητα του φθορισμού. Δεν είναι όμως όλες οι φθορίζουσες ουσίες χημικές ενώσεις του φθορίου. Γι' αυτό είναι λάθος να λέμε **λάμπες φθορίου**, αντί του ορθού **λάμπες φθορισμού**, τις φωτεινές πηγές των οποίων, όπως θα δούμε, η λειτουργία βασίζεται στο φαινόμενο του φθορισμού.

Η εκπομπή της φωτεινής ακτινοβολίας γίνεται στο χρονικό διάστημα που η φθορίζουσα ουσία δέχεται την υπεριώδη ακτινοβολία.

Ένα φαινόμενο που έχει κάποια ομοιότητα με το φθορισμό είναι και ο **φωσφορισμός**. Και οι φωσφορίζουσες ουσίες ακτινοβολούν με συχνότητα μικρότερη από εκείνην που δέχθηκαν. Όμως την ενέργεια που δέχθηκαν δεν την αποδίδουν αμέσως αλλά τη διατηρούν και την εκπέμπουν και σε μεταγενέστερο χρόνο. Οι φωσφορίζουσες ουσίες δεν είναι ενώσεις φωσφόρου, π.χ. φωσφορίζουσα ουσία είναι το θειούχο ασβέστιο. Χρησιμοποιούνται στην πράξη όταν θέλομε ένα αντικείμενο να διατηρείται φωτεινό στο σκοτάδι (π.χ. σε ορισμένα ρολόγια, για να μπορούμε να βλέπομε την ώρα και κατά τη νύκτα, στα πλήκτρα διακοπών για να μπορούμε να τους διακρίνομε στο σκοτάδι κλπ). Φαινόμενα φωσφορισμού παρουσιάζουν και ορισμένοι ζώντες οργανισμοί (πυγολαμπίδες, ορισμένα ψάρια που ζουν σε μεγάλο βάθος κλπ).

Ας επανέλθομε όμως στο φαινόμενο του φθορισμού. Την ιδιότητα των φθοριζουσών ουσιών την εκμεταλλευόμαστε στους **σωλήνες φθορισμού**. Αυτοί είναι κλειστοί γυάλινοι σωλήνες που περιέχουν μίγμα ατμών υδραργύρου με κάποιο ευγενές αέριο, σε πολύ χαμηλή πίεση (περίπου το ένα εκατοστό της ατμοσφαιρικής). Στο εσωτερικό τους δημιουργείται ηλεκτρική εκκένωση μεταξύ των δύο μεταλλικών ηλε-

κτροδίων που υπάρχουν στα áκρα τους. Η εκκένωση αυτή παράγει έντονη υπεριώδη ακτινοβολία. Η εσωτερική επιφάνεια του γυάλινου σωλήνα έχει ένα επίχρισμα από φθορίζουσα ουσία, η οποία όταν δέχεται την υπεριώδη ακτινοβολία, εκπέμπει φως. Η υπεριώδης ακτινοβολία δεν βγαίνει έξω από το σωλήνα, επειδή το κοινό γυαλί είναι αδιαφανές για τις υπεριώδεις ακτίνες.

Οι σωλήνες φθορισμού έχουν υψηλότερη απόδοση από τους λαμπτήρες πυρακτώσεως. Δηλαδή για την (δια) κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, οι σωλήνες φθορισμού αποδίδουν περισσότερο φως σε σύγκριση με τους λαμπτήρες πυρακτώσεως. Γι' αυτό το λόγο οι σωλήνες φθορισμού χρησιμοποιούνται ευρύτατα, αφού η λειτουργία τους είναι οικονομικότερη. Το χρώμα του φωτός εξαρτάται από το είδος της φθορίζουσας ουσίας. Για να έχουμε φως που περιέχει ακτινοβολίες όλων των χρωμάτων μεταχειρίζομαστε μίγματα πολλών τέτοιων ουσιών.

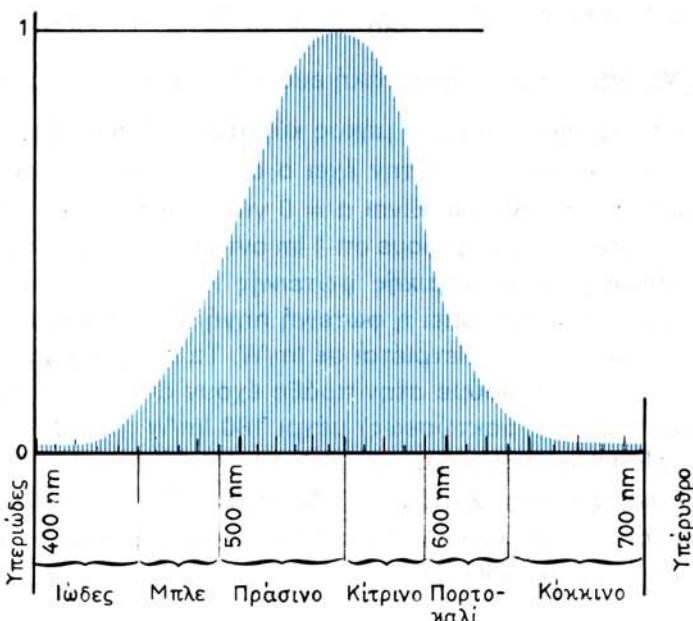
Ανάλογα με το είδος της ουσίας του επιχρίσματος, υπάρχουν σωλήνες φθορισμού που δίνουν περισσότερες ακτινοβολίες υψηλών συχνοτήτων και άλλοι που το φως περιλαμβάνει περισσότερες χαμηλές συχνότητες. Οι πρώτοι, με φως προς το μπλε, δημιουργούν την εντύπωση ότι έχουν ένα "ψυχρό" φως, ενώ οι δεύτεροι, με φως προς το κόκκινο δίνουν την εντύπωση ότι έχουν πιο "θερμό" φως. Αυτοί οι χαρακτηρισμοί δεν έχουν καμιά σχέση με κάποια θερμοκρασία και αφορούν αποκλειστικά το αίσθημα (ή την ψυχολογική εντύπωση) που προξενούν. Στο θέμα του χρώματος των σωλήνων φθορισμού θα επανέλθομε αργότερα.

Ακόμα, για λόγους πληρότητας, θα αναφέρομε το λεγόμενο **μαύρο φως**. Χρησιμοποιείται για την πρόκληση εντυπώσεων σε προθήκες, θέατρα κλπ. λυχνίες που παράγουν αποκλειστικά υπεριώδη ακτινοβολία (άρα μη ορατή) "φωτίζουν" διάφορα αντικείμενα (ή και ηθοποιούς) που έχουν επαλειφθεί με μια φθορίζουσα ουσία κι έτσι εκπέμπουν φως μέσα στο σκοτάδι. Δεν είναι βέβαιο ότι τόσο η υπεριώδης ακτινοβολία, έστω κι αν είναι χαμηλής εντάσεως, δύσκολη να αισθανθεί από την ουσία.

Οι λυχνίες υπεριωδών ακτίνων λειτουργούν με εκκένωση σε ατμούς υδραργύρου και το περίβλημά τους είναι από χαλαζία, αφού το κοινό γυαλί είναι αδιαπέραστο από τις υπεριώδεις ακτίνες. Συνήθως χρησιμοποιούνται για ιατρικούς σκοπούς.

13.4 Φωτομετρικά μεγέθη και αντίστοιχες μονάδες.

Προκειμένου να ορισθεί πώς πρέπει να φωτισθεί ένας χώρος, πρέπει να γίνει φωτοτεχνική μελέτη. Στους σχετικούς μπολογισμούς χρησιμο-



Σχ. 13.4a.

Ευαισθησία ανθρώπινου ματιού στις ακτινοβολίες των διαφόρων μηκών κύματος.

ποιούνται ορισμένα μεγέθη, που λέγονται φωτομετρικά μεγέθη. Θα αναφέρομε εδώ τα κυριότερα, εξηγώντας την έννοια του καθενός απ' αυτά και δίνοντας τις σχέσεις που τα συνδέουν. Επίσης θα αναφέρομε τις μονάδες μετρήσεως αυτών των μεγεθών, χωρίς όμως να αναφερθούμε με λεπτομέρειες στα όργανα μετρήσεως και στα πρότυπα που χρησιμοποιούνται για τον ορισμό των μονάδων.

1) **Φωτεινή ροή** (ή **φωτεινή ισχύς**). Σύμβολο Φ . Είναι η συνολική ισχύς ορατής ακτινοβολίας που εκπέμπεται από μια φωτεινή πηγή ή που περνάει από μια επιφάνεια.

Μονάδα μετρήσεως της φωτεινής ροής είναι το **lumen** (σύμβολο lm).

Το ανθρώπινο μάτι δεν έχει την ίδια ευαισθησία στις ακτινοβολίες όλων των χρωμάτων (σχ. 13.4a). Έχει τη μέγιστη ευαισθησία του στο μήκος κύματος 555 nm, που αντιστοιχεί σε ένα κιτρινοπράσινο χρώμα. Η φωτεινή ροή μετριέται κατά τρόπο, που να λαμβάνεται υπόψη η φωτεινή εντύπωση την οποία προκαλεί η ακτινοβολία κάθε συχνότητας. Η μονάδα lumen δεν μετρά την ισχύ της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας (η οποία μετριέται σε W) αλλά το οπτικό αποτέλεσμά της. Γι' αυτό δεν υπάρχει άμεση αντιστοιχία μεταξύ lumen και Watt. Για το μήκος

κύματος 555 nm είναι $I_m = \frac{1}{680}$ W. Για τα άλλα μήκη κύματος είναι 1 $I_m = \frac{\alpha}{680}$ W, όπου α είναι η σχετική ευαισθησία του ματιού σε σύγκριση με την ευαισθησία του στο μήκος κύματος 555 nm. Δηλαδή είναι $0 \leq \alpha \leq 1$ και την τιμή $\alpha = 1$ την έχει ο συντελεστής αυτός μόνο στο μήκος κύματος $\lambda = 555$ nm. Είναι $\alpha = 0$ για $\lambda > 780$ nm και για $\lambda < 380$ nm. Ως τάξη μεγέθους αναφέρομε ότι $1 I_m$ αντιστοιχεί σε 0,4 μέχρι 1,5 mW.

2) **Απόδοση μιας ηλεκτρικής φωτεινής πηγής.** Είναι ο λόγος της φωτεινής ροής που εκπέμπει η φωτεινή πηγή προς την ηλεκτρική ισχύ την οποία καταναλίσκει. Μετριέται σε I_m/W . Τα διάφορα είδη φωτεινών πηγών που χρησιμοποιούμε στην πράξη έχουν αποδόσεις από 8 I_m/W (μικροί λαμπτήρες πυρακτώσεως) μέχρι 180 I_m/W (μεγάλοι λαμπτήρες ατμών νατρίου χαμηλής πιέσεως).

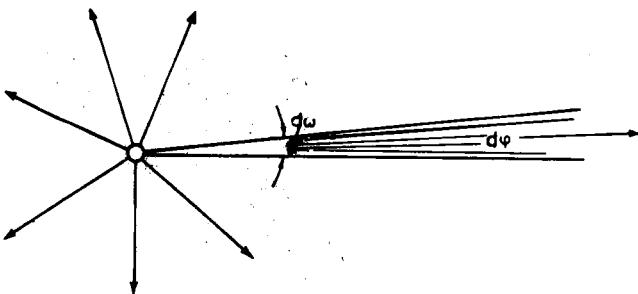
3) **Φωτεινή ένταση.** Σύμβολο I. Ας φαντασθούμε ότι μια φωτεινή πηγή βρίσκεται στην κορυφή ενός κώνου, του οποίου οι γενέτειρες σχηματίζουν στερεά γωνία ω .

(Θυμίζομε εδώ την έννοια της στερεάς γωνίας. Θεωρούμε μια σφαίρα με ακτίνα R και ένα κώνο που έχει την κορυφή του στο κέντρο της σφαίρας. Αν ο κώνος κόβει στην επιφάνεια της σφαίρας ένα μέρος της με εμβαδό S, η στερεά γωνία που αυτός ο κώνος ορίζει είναι $\omega = \frac{S}{R^2}$. Η στερεά γωνία μετριέται σε στερεακτίνια - σύμβολο sr. Σε μια σφαίρα με ακτίνα R = 1 m, το "περιεχόμενο" μιας κωνικής επιφάνειας που έχει την κορυφή της στο κέντρο της σφαίρας, είναι μια στερεά γωνία ίση με 1 sr αν η κωνική επιφάνεια κόβει στην επιφάνεια της σφαίρας ένα μέρος της που έχει εμβαδό S = 1 m². Η πλήρης στερεά γωνία γύρω από ένα σημείο είναι 4π sr, πράγμα που είναι φανερό, αφού το εμβαδό ολόκληρης της σφαιρικής επιφάνειας είναι $4\pi R^2$).

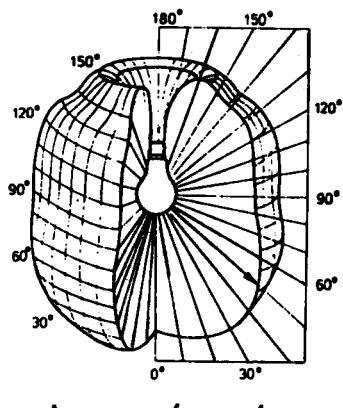
Η φωτεινή πηγή εκπέμπει στο εσωτερικό του κώνου, δηλαδή μέσα στη στερεά γωνία ω , μια φωτεινή ροή Φ . Υποθέτομε τώρα ότι η στερεά γωνία είναι πολύ μικρή: Δω. Η αντίστοιχη φωτεινή ροή είναι $\Delta\Phi$ (σχ. 13.4β). Ο λόγος $I = \frac{\Delta\Phi}{\Delta\Omega}$ είναι η φωτεινή ένταση που εκμπέμπει η φωτεινή πηγή κατά τη διεύθυνση του άξονα του κώνου.

Μονάδα μετρήσεως της φωτεινής εντάσεως είναι το **κηρίο** (candela) με σύμβολο cd. Είναι 1 cd = 1 I_m/sr . Αν η πηγή εκπέμπει τη φωτεινή ροή της ομοιόμορφα προς όλες τις διευθύνσεις, η φωτεινή ένταση θα είναι σταθερή και τότε θα ισχύει η σχέση $I = \frac{\Phi}{4\pi}$.

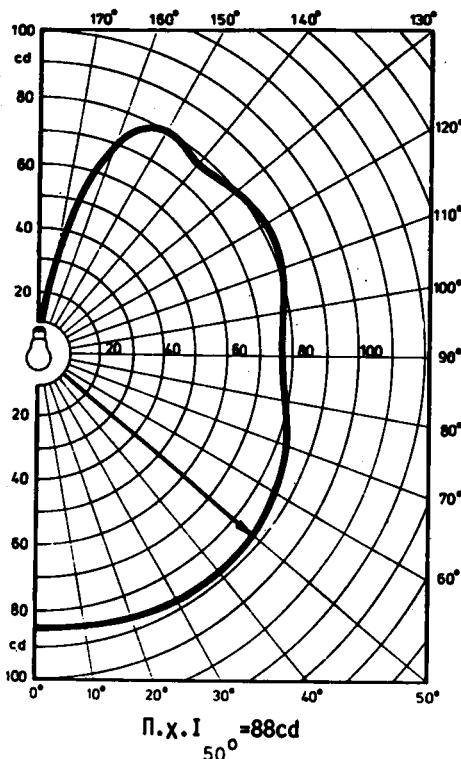
Συνήθως οι φωτεινές πηγές δεν εκπέμπουν ομοιόμορφα γύρω τους τη φωτεινή ροή τους. Την κατανομή της φωτεινής ροής στις διάφορες



Σχ. 13.4β.
Έννοια της φωτεινής εντάσεως.



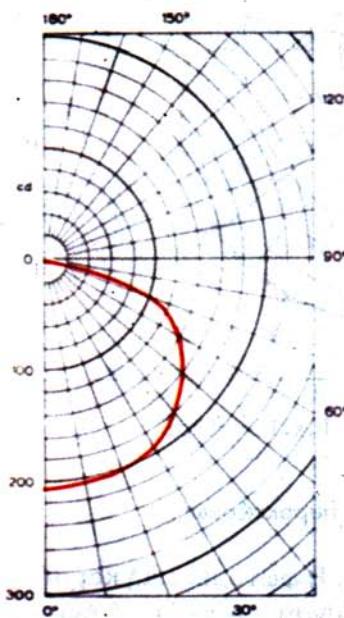
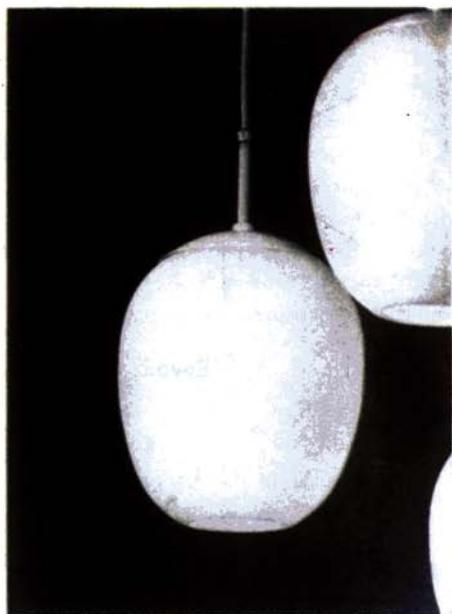
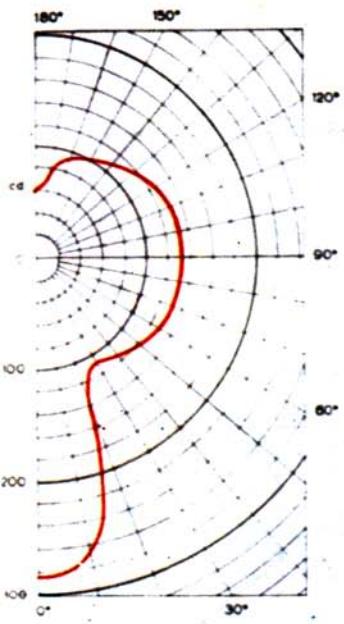
Φωτομετρικό στερεό



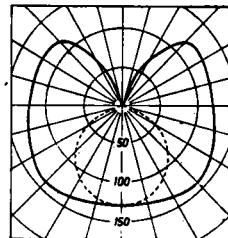
Σχ. 13.4γ.

Φωτομετρική καμπύλη ενδέ λαμπτήρα πυρακτώσεως.

Διευθύνσεις δίνουν οι φωτομετρικές καμπύλες. Η φωτομετρική καμπύλη δίνει, με το μήκος της ακτίνας σε κάθε διεύθυνση, τη φωτεινή ένταση σε cd. Κάθε φωτιστικό σώμα χαρακτηρίζεται από τη φωτομετρική καμπύλη του. Σε φωτεινές πηγές που έχουν άξονα συμμετρίας αρκεί να δοθεί η καμπύλη προς τη μια πλευρά του άξονα (σχ. 13.4γ και 13.4δ).



Σχ. 13.48.
Φωτομετρικές καμπύλες δύο φωτιστικών σωμάτων.



Σχ. 13.4ε.

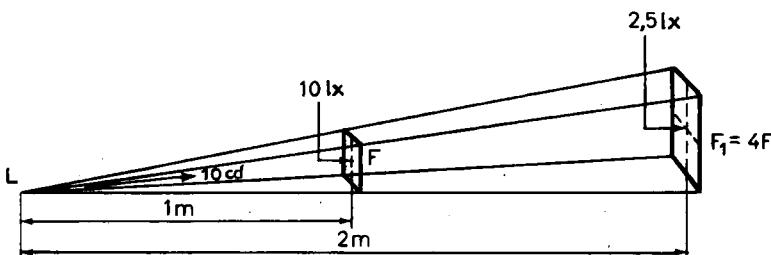
Φωτομετρική καμπύλη σωλήνα φθορισμού. Πλήρης γραμμή σε επίπεδο κάθετο προς τον άξονα του σωλήνα.

Σε πηγές με δύο επίπεδα συμμετρίας (όπως ένας σωλήνας φθορισμού) οι αντίστοιχες καμπύλες δύνονται στο (διο διάγραμμα και η μια απ' αυτές σχεδιάζεται με διακεκομμένη γραμμή (σχ.13.4ε).

4) **Φωτισμός** (ή *ένταση φωτισμού*). Σύμβολο E. Αν μια φωτεινή ροή Φ προσπίπτει σε επιφάνεια εμβαδού F, λέμε ότι αυτή η επιφάνεια έχει φωτισμό $E = \frac{\Phi}{F}$. Δηλαδή φωτισμός είναι η φωτεινή ροή ανά μονάδα επιφάνειας.

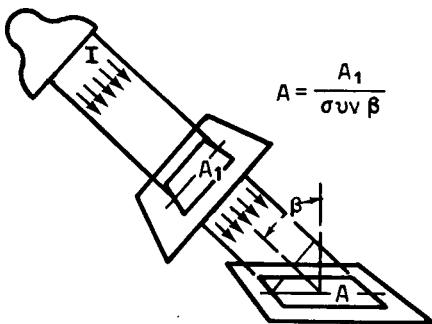
Μονάδα του φωτισμού είναι το *lux* (σύμβολο lx) και είναι $1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2$.

Θεωρούμε μια επίπεδη επιφάνεια σε απόσταση r από μια σημειακή πηγή. (Σημειακή σημαίνει ότι έχει μικρές διαστάσεις, ώστε να μπορούμε να τη θεωρήσουμε ως ένα σημείο). Υποθέτομε ότι η επιφάνεια είναι αρκετά μικρή σε σχέση με την απόστασή της από την πηγή. Αυτό μας επιτρέπει να θεωρήσουμε ότι οι φωτεινές ακτίνες είναι παράλληλες και επομένως ότι ο φωτισμός έχει την ίδια τιμή σε όλα τα σημεία της επιφάνειας. Η επιφάνεια είναι κάθετη προς τις ακτίνες. Από το σχήμα 13.4στ συνάγομε ότι ο φωτισμός είναι αντιστρόφως ανάλογος προς την απόσταση (αφού η ίδια φωτεινή ροή προσπίπτει στις διάφορες επιφά-



Σχ. 13.4στ.

Ο φωτισμός είναι αντιστρόφως ανάλογος προς την απόσταση της επιφάνειας από την πηγή.



Σχ. 13.4ζ.

Φωτισμός μιας επιφάνειας λοξής προς τη διεύθυνση των ακτινών.

νειες, που το εμβαδόν τους είναι ανάλογο με το τετράγωνο της αποστάσεως από την πηγή). Αν η φωτεινή ένταση της πηγής, προς τη διεύθυνση της επιφάνειας είναι $I = 1 \text{ cd}$ και η απόσταση είναι $r = 1 \text{ m}$, ο φωτισμός θα είναι 1 lx . Γενικά: $E = \frac{I}{r^2}$

Μια επίπεδη επιφάνεια που δεν είναι κάθετη στη διεύθυνση των φωτεινών ακτίνων αλλά έχει μια γωνία β (σχ. 13.4ζ) δέχεται φωτεινή ροή μικρότερη από εκείνην που θα δεχόταν αν ήταν κάθετη. Γι' αυτό και ο φωτισμός της θα είναι μικρότερος και μάλιστα ανάλογος προς το συνημίτονο της γωνίας ϕ , δηλαδή $E_\phi = E_0 \sin \beta$.

Συνδυάζοντας τα παραπάνω καταλήγομε στο συμπέρασμα ότι, αν μια πηγή ακτινοβολεί προς μια διεύθυνση με φωτεινή ένταση I , ο φωτισμός που δέχεται απ' αυτήν μια επιφάνεια, που βρίσκεται σε απόσταση r και έχει κλίση β , είναι:

$$E = \frac{I}{r^2} \sin \beta$$

Η μέτρηση του φωτισμού γίνεται μ' ένα όργανο που λέγεται **φωτισμόμετρο** ή **λουξόμετρο**.

Σημειώνομε ότι μερικές φορές αναφέρεται ο όρος "φωτισμός σ' ένα σημείο". Αυτό κανονικά δεν έχει νόημα, αν δεν έχει ορισθεί συγχρόνως και το επίπεδο στο οποίο αναφέρεται. Σ' ένα σημείο έχομε μια τιμή του φωτισμού που αφορά το οριζόντιο επίπεδο που περνά απ' αυτό το σημείο και διάφορες τιμές στα διάφορα κατακόρυφα επίπεδα που περνούν απ' αυτό. Όταν πάντως δεν ορίζομε το επίπεδο και αναφέρομε τον όρο "φωτισμός σ' ένα σημείο" εννοούμε ότι πρόκειται για το οριζόντιο επίπεδο. Στις φωτοτεχνικές μελέτες ενδιαφέρει κυρίως το λεγόμενο "επίπεδο εργασίας", που είναι το οριζόντιο επίπεδο σε ύψος 0,85 m από το δάπεδο.

Για να έχομε μια ιδέα των μεγεθών αναφέρομε ότι ο φωτισμός σε οριζόντιο επίπεδο έχει τις εξής τιμές περίπου:

Απ' ευθείας στον ήλιο το καλοκαίρι	100.000 lx
Στη σκιά στο ύπαιθρο	5.000 – 10.000 lx
Στο εσωτερικό ενός φωτεινού δωματίου με ηλιακό φως	2.000 lx
Με πανσέληνο στο ύπαιθρο	0,25 lx

5) **Συντελεστής ανακλάσεως.** Σύμβολο r. Έχομε ήδη αναφέρει ότι από το φως που προσπίπτει στην επιφάνεια ενός αδιαφανούς αντικειμένου ένα μέρος απορροφάται και ένα μέρος ανακλάται, δηλαδή επιστρέφει στον αέρα, συνήθως ως διάχυτο φως. Αν Φ είναι η φωτεινή ροή που προσπίπτει σε μια επιφάνεια και Φ , η φωτεινή ροή που ανακλάται, ο συντελεστής ανακλάσεως είναι:

$$r = \frac{\Phi_r}{\Phi}$$

Ως τάξη μεγέθους αναφέρομε ότι ένας τοίχος ή μία οροφή με λευκό χρώμα έχει συντελεστή ανακλάσεως περίπου $r = 0,7 - 0,8$, η επιφάνεια τσιμέντου έχει: $r = 0,1 - 0,5$, τα τούβλα, $r = 0,1 - 0,3$ και ένα μαύρο βελούδινο ύφασμα, $r = 0,005 - 0,01$.

Επιφάνειες με $r > 0,75$ τις λέμε λευκές.

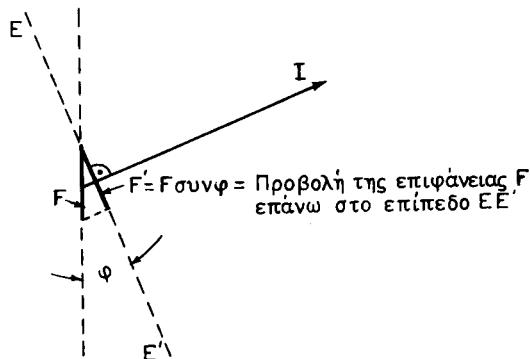
Επιφάνειες με $0,05 < r < 0,75$ τις λέμε γκρίζες.

Επιφάνειες με $r < 0,05$ τις λέμε μαύρες.

6) **Λαμπρότητα.** Σύμβολο B ή L. Είναι η πυκνότητα με την οποία εκπέμπεται προς μια διεύθυνση η φωτεινή ροή από την επιφάνεια μιας φωτεινής πηγής ή από μια επιφάνεια στην οποία ανακλάται το φως. Η λαμπρότητα είναι λοιπόν ένα μέγεθος που αφορά τις επιφάνειες που εκπέμπουν φως, είτε ανήκουν σε μια φωτεινή πηγή (αυτόφωτες επιφάνειες) είτε δέχονται φως από μια φωτεινή πηγή και ανακλούν (ετερόφωτες επιφάνειες).

'Όταν βλέπομε μια επιφάνεια που έχει εμβαδό F από μια διεύθυνση κάθετη σ' αυτήν, αν I είναι η φωτεινή ένταση στην οποία εκπέμπει η επιφάνεια προς αυτή τη διεύθυνση, θα ονομάσομε λαμπρότητα το λόγο $B = \frac{I}{F}$.

Αν όμως τοποθετηθούμε σε μια θέση ώστε να βλέπομε την ίδια επιφάνεια από λοξή διεύθυνση, που σχηματίζει γωνία φ προς την κάθε-



Σχ. 13.4η.

Ορισμός της λαμπρότητας: Προβολή της επιφάνειας σ' ένα επίπεδο κάθετο προς τη διεύθυνση από την οποία την παρατηρούμε.

το στην επιφάνεια (σχ. 13.4η), θα τη δούμε να έχει εμβαδό Φσυνφ (προβολή της επιφάνειας σ' ένα επίπεδο κάθετο στη διεύθυνση από την οποία την παρατηρούμε). Αν τώρα I είναι η φωτεινή ένταση, την οποία εκπέμπει η επιφάνεια προς αυτή τη διεύθυνση, θα ορίσουμε τη λαμπρότητα ως το λόγο: $B = \frac{I}{Φσυνφ}$.

Η λαμπρότητα B μιας ετερόφωτης επιφάνειας (δηλαδή που δεν είναι η ίδια φωτεινή πηγή) είναι ανάλογη προς το φωτισμό E που δέχεται και προς το συντελεστή ανακλάσεώς της. Συγκεκριμένα είναι: $B = \frac{E \cdot r}{\pi}$ ($\pi = 3,14$).

Η λαμπρότητα της επιφάνειας ενός αντικειμένου είναι το μέγεθος από το οποίο εξαρτάται η ευκρίνεια με την οποία το βλέπομε. Στην περίπτωση όμως των φωτεινών πηγών ή επιφανειών που προκαλούν κανονική ανάκλαση, από τη λαμπρότητα εξαρτάται κατά πόσο δημιουργείται "θάμβωση" (ή "θάμπωμα") στα μάτια μας.

Μονάδα της λαμπρότητας είναι: 1 cd/m^2 . Συχνά χρησιμοποιείται και η μονάδα st/lb (σύμβολο sb).

$$1 \text{ sb} = 1 \text{ cd/cm}^2 = 10^4 \text{ cd/m}^2.$$

Ως τάξη μεγέθους αναφέρομε την τιμή της λαμπρότητας ορισμένων επιφανειών (φωτεινών πηγών).

Έλιος - μεσημέρι	150.000 sb
Νήμα λαμπτήρα πυρακτώσεως	1.000 - 2.000 sb
Λαμπτήρας πυρακτώσεως με θαμπό (ματ) γυαλί	5 - 20 sb
Σωλήνας φθορισμού	0,4 - 0,8 sb

13.5 Απαιτήσεις για ένα σωστό φωτισμό. Είδη φωτισμού.

Στα επόμενα, όταν αναφερόμαστε στο μέγεθος φωτισμός, όπως ορίσθηκε στην παράγραφο 13.4 – εδάφιο 4, θα παραθέτομε την αντίστοιχη μονάδα (lx), ενώ θα χρησιμοποιούμε απλά τη λέξη φωτισμός, για να εκφράσουμε τη γενική έννοια της παροχής φωτός σ' ένα χώρο ή σ' ένα αντικείμενο.

Η φωτιστική εγκατάσταση ενός χώρου αποτελείται από το σύνολο των φωτιστικών σωμάτων που χρησιμοποιούνται για το φωτισμό του. Φωτιστικό σώμα είναι κάθε αυτοτελές σύνολο που αποτελείται από μια ή περισσότερες φωτεινές πηγές (λαμπτήρες ή σωλήνες), από τα εξαρτήματα που χρησιμεύουν για τη στερέωση και την ηλεκτρική σύνδεσή του και επίσης εκείνα που χρησιμεύουν για την κατάλληλη διοχέτευση της φωτεινής ροής προς τις διάφορες κατευθύνσεις, ή, όπως λέμε, για τη διαμόρφωση της φωτομετρικής καμπύλης του φωτιστικού σώματος. Επίσης ένα φωτιστικό σώμα μπορεί να περιλαμβάνει και εξαρτήματα που χρησιμεύουν για τη λειτουργία (όπως μετασχηματιστές, πηνία, εκκινητές) ή που διευκολύνουν την απαγωγή της παραγόμενης θερμότητας.

Η φωτιστική εγκατάσταση ενός χώρου, εσωτερικού ή υπαίθριου, πρέπει να εξασφαλίζει ότι θα μπορούμε να διακρίνομε εύκολα τα αντικείμενα και γενικά ό,τι υπάρχει στο χώρο, χωρίς να κουράζονται τα μάτια μας. Θα πρέπει ακόμα ο φωτισμός να δημιουργεί ευχάριστο αίσθημα, αφού είναι παρατηρημένο ότι το περιβάλλον γενικότερα και ο φωτισμός ειδικότερα επηρεάζουν την ψυχική μας διάθεση.

Βέβαια η απαίτηση να μπορούμε να διακρίνομε εύκολα τα αντικείμενα συνδέεται με το σκοπό για τον οποίο θέλομε να τα διακρίνομε. Είναι εντελώς διαφορετική η απαίτηση αν χρειάζεται απλώς να αντιληφθούμε την παρουσία των αντικειμένων ή αν, αντιθέτως, χρειάζεται να κάνουμε κάποια εργασία πάνω σ' αυτά και μάλιστα πάλι εξαρτάται από το είδος της εργασίας: όσο λεπτότερη είναι η εργασία τόσο καλύτερα θα πρέπει να μπορούμε να διακρίνομε τις λεπτομέρειες. Γι' αυτό λέμε ότι **οι απαιτήσεις φωτισμού ενός χώρου εξαρτώνται από τη χρήση του**.

Διαπιστώνομε ότι οι απαιτήσεις αυτές είναι ως ένα βαθμό υποκειμενικές, δηλαδή διαφέρουν από άτομο σε άτομο, αφού δεν έχουν όλα την ίδια όραση. Π.χ. έχει διαπιστωθεί ότι άτομα διαφορετικών ηλικιών χρειάζονται διαφορετική ένταση φωτισμού. Συγκεκριμένα, για να μπορέσουν να διακρίνουν το ίδιο καλά ένα αντικείμενο τρία άτομα, ένα ηλικίας 20 ετών, ένα 40 και ένα 60, τότε αν χαρακτηρίσουμε με 1 το

φωτισμό (lux) που θα χρειασθεί το πρώτο άτομο, το δεύτερο θα χρειασθεί 2 και το τρίτο 10. Άλλα και για την ίδια ηλικία ας μη νομισθεί ότι όλοι οι άνθρωποι βλέπουν το ίδιο. Ως προς την απαίτηση να μην κουράζονται τα μάτια, ή, ακόμα περισσότερο, να δημιουργεί ο φωτισμός ευχάριστο αίσθημα, είναι φανερό ότι το στοιχείο της υποκειμενικότητας είναι ακόμα πιο έντονο.

Με δεδομένες αυτές τις δυσκολίες έχουν τεθεί ορισμένοι κανόνες, που έχουν προκύψει από μακροχρόνιες παρατηρήσεις και έχουν βασισθεί στα αποτελέσματα που έχει ο φωτισμός σε μεγάλο αριθμό ατόμων. Απ' αυτό καταλαβαίνομε ότι οι κανόνες της Φωτοτεχνίας έχουν τη βεβαιότητα όλων των κανόνων που βασίζονται στη Στατιστική: έχουν μεγάλη ακρίβεια όταν πρόκειται για μεγάλο αριθμό ατόμων, αλλά σχετική μόνο ακρίβεια όταν αναφέρονται σ' ένα μόνο άτομο ή σε μικρό αριθμό ατόμων. Γι' αυτό ορισμένοι δεν τους ονομάζουν καν "κανόνες" αλλά "υποδείξεις".

Οι βασικές (και αυτονόητες άλλωστε) απαιτήσεις που αναφέραμε προηγουμένως για το σωστό φωτισμό των χώρων αναλύονται σε μια σειρά πιο συγκεκριμένων απαιτήσεων, από τις οποίες οι κυριότερες είναι οι ακόλουθες:

- Επαρκής φωτισμός των επιφανειών.
 - Αποφυγή δημιουργίας εντόνων σκιών.
 - Ομοιομορφία φωτισμού σ' ένα χώρο.
 - Αποφυγή "θαμβώσεως" των ματιών από επιφάνειες με μεγάλη λαμπρότητα.
 - Ικανοποιητική απόδοση των χρωμάτων.
- Σχετικά μ' αυτές τις απαιτήσεις σημειεύνομε τα ακόλουθα.

a) Επαρκής φωτισμός.

Για να είναι ευδιάκριτο ένα αντικείμενο πρέπει να έχει επαρκή λαμπρότητα, αφού απ' αυτήν εξαρτάται πόσο φως προερχόμενο από το αντικείμενο έρχεται στα μάτια μας. Εν τούτοις οι φωτοτεχνικές μελέτες συνήθως δεν βασίζονται στην απαιτούμενη λαμπρότητα των επιφανειών, αλλά στο φωτισμό (lux), που πρέπει να δέχονται.

Υπάρχουν αναλυτικοί πίνακες της Φωτοτεχνίας που ορίζουν πόσος φωτισμός (lux) χρειάζεται για κάθε είδος χώρου. Στον πίνακα 13.5.1 περιλαμβάνονται ενδεικτικά οι πιο συνηθισμένες περιπτώσεις. Μελέτες με βάση την απαιτούμενη λαμπρότητα γίνονται μόνο σε ειδικές περιπτώσεις και κυρίως όταν πρόκειται για θέσεις εργασίας σε συγκεκριμέ-

ΠΙΝΑΚΑΣ 13.5.1			
Συνιστώμενες τιμές φωτισμού			
Χώρος		Γενικός φωτισμός (lux)	Τοπικός φωτισμός (lux)
Κατοικίες - Ξενοδοχεία	Χώροι υποδοχής	60 - 120	250 - 500
	Χώροι εργασίας - Μαγειρεία	120 - 250	250 - 500
Εκπαιδευτικά ιδρύματα	Αίθουσες διαλέξεων	120 - 250	
	Αίθουσες διδασκαλίας	250 - 500	
	Σχεδιαστήρια	120 - 250	500 - 1.000
Επιχειρήσεις - Γραφεία	Λογιστήρια - γρ. δακτυλογράφων	500 - 1.000	
	Αίθουσες αναμονής	120 - 250	
	Σχεδιαστήρια	Βλ. εκπαιδευτικά ιδρύματα	
Νοσοκομεία	Δωμ. ασθενών - λουτρά	60 - 120	
	Χειρουργεία	500 - 1.000	5.000 - 10.000
Καταστήματα	Χώροι πωλήσεων	120 - 500	
	Χώροι αποθηκεύσεως	60 - 120	
Εργοστάσια - Εργαστήρια	Λειτουργικές εργασίες	500 - 1.000	1.500 - 2.000
	Μηχανουργεία - Ξυλουργεία κλπ.	120 - 250	
Κλειστά γήπεδα	Χώροι αγωνισμάτων	250 - 500	
	Χώροι εξασκήσεως	120 - 250	
Χώροι μετακινήσεων	Διάδρομοι	30 - 60	
	Κλιμακοστάσια	60 - 120	

να αντικείμενα, οπότε είναι γνωστός και ο συντελεστής ανακλάσεως των επιφανειών.

β) Αποφυγή εντόνων σκιών.

Η διεύθυνση του φωτισμού είναι επίσης ένα στοιχείο που επηρεάζει την ευκολία με την οποία μπορούμε να διακρίνομε ένα αντικείμενο. Το

φως φθάνει στα αντικείμενα που βρίσκονται σ' ένα εσωτερικό χώρο είτε απευθείας από το φωτιστικό σώμα, είτε από ανακλάσεις σε άλλα σώματα που υπάρχουν στον ίδιο χώρο, όπως κυρίως οι τοίχοι και η οροφή.

Όταν ο φωτισμός έρχεται από μια μόνο κατεύθυνση σχηματίζει έντονες σκιές. Οι σκιές διευκολύνουν να αντιληφθούμε το ανάγλυφο των αντικειμένων (τις προεξοχές και τα βαθους λώματα), κυρίως αν ο φωτισμός έρχεται πλάγια από τη διεύθυνση που παρατηρούμε ένα αντικείμενο, αλλά όταν είναι πολύ έντονες κουράζουν το μάτι.

Το φως που έρχεται μέσω ανακλάσεων έχει διαφορετικές κατευθύνσεις από εκείνο που έρχεται απευθείας από τη φωτεινή πηγή και γι' αυτό έχει ως αποτέλεσμα να "μαλακώνουν" οι σκιές. Επίσης το ίδιο αποτέλεσμα έχουμε όταν υπάρχουν περισσότερες φωτεινές πηγές, σ' αυτήν όμως την περίπτωση μπορεί να έχουμε διπλές ή πολλαπλές σκιές, πράγμα που συνήθως είναι δυσάρεστο.

Αν συγκρίνουμε το φωτισμό (lux) σε δύο κάθετα επίπεδα για να βρούμε πόση είναι η ακτινοβολία που έρχεται απευθείας και πόση από το πλάι, η σχέση 4:1 ή 3:1 θεωρείται συνήθως ικανοποιητική. Αν η σχέση είναι μικρότερη από 2:1 μπορεί να δίνει "επίπεδη" ή "άτονη" εντύπωση. Αντίθετα αν η σχέση είναι υψηλότερη από 5:1 έχουμε μεγάλες αντιθέσεις που συνήθως γίνονται ενοχλητικές.

Σε ορισμένες περιπτώσεις είναι επιθυμητή η δημιουργία εντόνων σκιών είτε για να διακρίνονται πολύ καλά οι λεπτομέρειες ενός αντικειμένου, είτε για τη δημιουργία εντυπώσεων όπως στην περίπτωση φωταγωγημένης προσόψεως κτηρίου.

Η σχέση της απευθείας ακτινοβολίας προς την προερχόμενη από ανακλάσεις εξαρτάται από τη φωτομετρική καμπύλη του φωτιστικού σώματος, από τις αποστάσεις του από τους τοίχους και την οροφή και από το συντελεστή ανακλάσεως των τελευταίων.

Έτσι, το είδος φωτισμού ενός χώρου το χαρακτηρίζομε με κριτήριο την αναλογία του φωτισμού (lux) που έρχεται απευθείας από τη φωτεινή πηγή και εκείνου που έρχεται από ανακλάσεις. Αντίστοιχα, ένα φωτιστικό σώμα το χαρακτηρίζομε ανάλογα με το ποσοστό φωτεινής ροής που εκπέμπει με κατεύθυνση κάτω από το οριζόντιο επίπεδο που περνά από το κέντρο του και της ροής που εκπέμπει προς τα πάνω απ' αυτό.

Στον πίνακα 13.5.2 βλέπομε τους πέντε χαρακτηριστικούς τύπους φωτιστικών σωμάτων, τις φωτομετρικές καμπύλες τους και τα ποσοστά φωτεινής ροής σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο.

Ο **άμεσος φωτισμός** δημιουργεί έντονες σκιές αφού το σύνολο σχεδόν της φωτεινής ροής που πέφτει στα αντικείμενα προέρχεται απευ-

ΠΙΝΑΚΑΣ 13.5.2

Χαρακτηριστικοί τύποι φωτιστικών σωμάτων

Είδος φωτισμού	Τυπική φωτομετρική καμπύλη	Τυπικό σχήμα φωτιστικών	Φωτεινή ροή σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο	
			Πάνω	Κάτω
Άμεσος			0 - 10%	100 - 90%
Ημιάμεσος			10 - 40%	90 - 60%
Μικτός (διάχυτος)			40 - 60%	60 - 40%
Ημιέμμεσος			60 - 90%	40 - 10%
Έμμεσος			90 - 100%	10% - 0
Αδιαφανές Θαμπό γυαλί μικρής διαφάνειας Θαμπό γυαλί μεγάλης διαφάνειας Θέση λαμπτήρα				

θείας από το φωτιστικό σώμα. Προοδευτικά οι σκιές μαλακώνουν, όταν προχωρούμε στον **ημιάμεσο**, το **μικτό** (ή **διάχυτο**) και τον **ημιέμμεσο φωτισμό**.

Στον **έμμεσο φωτισμό** όλη η φωτεινή ροή φθάνει από ανακλάσεις. Αυτό δεν σημαίνει ότι δεν έχομε καθόλου σκιές, αφού το μεγαλύτερο μέρος της φωτεινής ροής προέρχεται από ανάκλαση στην οροφή, αλλά πάντως αυτές είναι πολύ μαλακές. Μια περίπτωση έμμεσου φωτισμού είναι ο λεγόμενος **κρυφός φωτισμός**. Εδώ οι φωτεινές πηγές είναι τοποθετημένες σε ειδικό κοίλωμα που δημιουργείται συνήθως σ' όλη την περίμετρο του δωματίου, λίγο κάτω από την οροφή, έτσι ώστε η τελευταία να είναι σχεδόν ομοιόμορφα φωτεινή.

Φυσικά η δυνατότητα να έχομε φωτισμό, του οποίου σημαντικό μέρος ή το σύνολό του προέρχεται από ανακλάσεις εξαρτάται από το συντελεστή ανακλάσεως των επιφανειών. Είναι φανερό ότι αν έχομε γκρίζες (σκουρόχρωμες) επιφάνειες (π.χ. οροφή από ορατό σκυρόδεμα ή άλλο υλικό σκούρου χρώματος) το μεγαλύτερο μέρος της φωτεινής ροής θα το απορροφούσαν αυτές οι επιφάνειες και μόνο ένα ελάχιστο μέρος αυτής θα μπορούσε να ανακλασθεί και να φθάσει να φωτίσει τα διάφορα αντικείμενα.

Γενικά ο άμεσος φωτισμός είναι οικονομικότερος αφού, όσο προχωρούμε προς τον έμμεσο, τόσο μεγαλύτερο μέρος προέρχεται από ανακλάσεις, που συνεπάγονται αναπόφευκτα απορροφήσεις, δηλαδή απώλειες φωτεινής ροής, που είναι τόσο πιο μεγάλες όσο μικρότερος είναι ο συντελεστής ανακλάσεως της οροφής και των τοίχων.

γ) Ομοιομορφία φωτισμού.

Ο φωτισμός ενός χώρου δεν είναι δυνατόν να έχει την ίδια τιμή σε όλα τα σημεία. Πάντα υπάρχουν περιοχές πιο φωτεινές και άλλες λιγότερο φωτισμένες. Όμως οι διαφορές δεν πρέπει να είναι μεγάλες, πράγμα που θα κούραζε τα μάτια μας. Εδώ θα πρέπει να αναφέρομε μερικά σχετικά με τη λειτουργία των ματιών μας και ιδιαίτερα σχετικά με την ικανότητα προσαρμογής τους.

Είδαμε ήδη στην παράγραφο 13.4 - εδάφιο 4 ότι ο φωτισμός (*Iux*) είναι ένα μέγεθος, του οποίου οι τιμές έχουν τεράστιες διαφορές. Θα διερωτηθεί κανείς πώς είναι δυνατόν τα μάτια μας να αντέχουν σε τόσο μεγάλες διακυμάνσεις ώστε να μπορούν να βλέπουν στο σεληνόφως και να μην παθαίνουν κάποια βλάβη, όταν υπάρχει ισχυρό ηλιακό φως. Η απάντηση είναι ότι το μάτι μας έχει την ικανότητα προσαρμογής. Διαθέτει δηλαδή ένα διάφραγμα του οποίου το άνοιγμα (που λέγεται κόρη)

ρυθμίζεται κάθε στιγμή έτσι, ώστε να επιτρέπει να εισχωρήσει περισσότερο ή λιγότερο από το εξωτερικό φως στο εσωτερικό του ματιού.

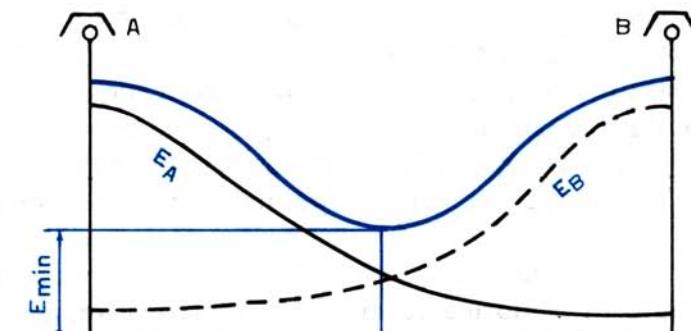
Αν λοιπόν σ' ένα χώρο υπάρχουν περιοχές με πολύ διαφορετικό φωτισμό (lux) από άλλες, καθώς κινούμαστε ή καθώς στρέφομε το βλέμμα μας προς διαφορετικές κατευθύνσεις, τα μάτια μας χρειάζεται να κάνουν συνεχείς προσαρμογές (ανοίγματα και κλεισίματα της κόρης) πράγμα που τελικά τα κουράζει. Πρέπει λοιπόν να υπάρχει φωτιστική ομοιομορφία. Για το γενικό φωτισμό ενός χώρου εργασίας ή διαμονής, συνιστάται να τηρείται η σχέση $E_{\min} \geq 0,7 E_{\mu}$, όπου E_{\min} ο φωτισμός στη λιγότερο φωτισμένη περιοχή και E_{μ} η μέση τιμή του φωτισμού όλου του χώρου (σχ. 13.5a). Σε χώρους με μικρότερες απαιτήσεις επιτρέπεται και μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ του E_{\min} και του E_{μ} .

Για να έχουμε ομοιομορφία φωτισμού σ' ένα χώρο με πολλά φωτιστικά σώματα, θα πρέπει οι αποστάσεις τους να είναι περίπου $a = h$, όπου h είναι το ύψος των φωτιστικών σωμάτων από το επίπεδο εργασίας, για τον άμεσο ή ημιάμεσο φωτισμό, ή το ύψος της οροφής από το επίπεδο εργασίας, για τον ημιέμμεσο ή έμμεσο φωτισμό. Στο μικτό ή διάχυτο φωτισμό h είναι ο μέσος όρος των δύο προηγουμένων τιμών.

Σε χώρους με μικρές απαιτήσεις ομοιομορφίας μπορεί να γίνει δεκτή και η απόσταση $a = 1,5 h$. Η απόσταση των ακραίων φωτιστικών σωμάτων από τον πλησιέστερο τοίχο θα πρέπει να είναι $\beta = 0,5 a$.

Για τον ίδιο λόγο, δηλαδή για να μην κουράζονται τα μάτια από μεγάλες διαφορές φωτισμού, συνιστάται να μη διαφέρει πάρα πολύ ο φωτισμός συνεχομένων δωματίων.

Υπάρχουν όμως ορισμένες περιπτώσεις, κατά τις οποίες χρειάζεται σ' ένα εσωτερικό χώρο να έχουμε αυξημένο φωτισμό (lux) σε μια θέση όπου εκτελείται κάποια εργασία. Τότε έχουμε το **γενικό φωτισμό** για όλο



Σχ. 13.5a.
Ομοιομορφία φωτισμού.

το χώρο και ένα **τοπικό φωτισμό** για τη συγκεκριμένη θέση εργασίας. Τώρα δηλαδή δημιουργούμε επίτηδες μια ανομοιομορφία, η οποία όμως δεν πρέπει να είναι υπερβολική.

Όσο μικρότερη είναι η διαφορά φωτισμού (Ιux) μεταξύ της περιοχής εργασίας και του υπόλοιπου χώρου, τόσο αισθανόμαστε πιο άνετα. Αντίθετα, μεγάλη διαφορά μας επιτρέπει μεγαλύτερη συγκέντρωση της προσοχής στη θέση εργασίας.

Για το φωτισμό δρόμων η απαίτηση ομοιομορφίας του φωτισμού (Ιux) του οδοστρώματος επιβάλλει ορισμένη σχέση μεταξύ ύψους τοποθετήσεως των φωτιστικών σωμάτων και της αποστάσεώς τους. Η σχέση αυτή ορίζεται ανάλογα με την κατηγορία του δρόμου (αραιής κυκλοφορίας, ταχείας κυκλοφορίας κλπ).

δ) Αποφυγή θαμβώσεως.

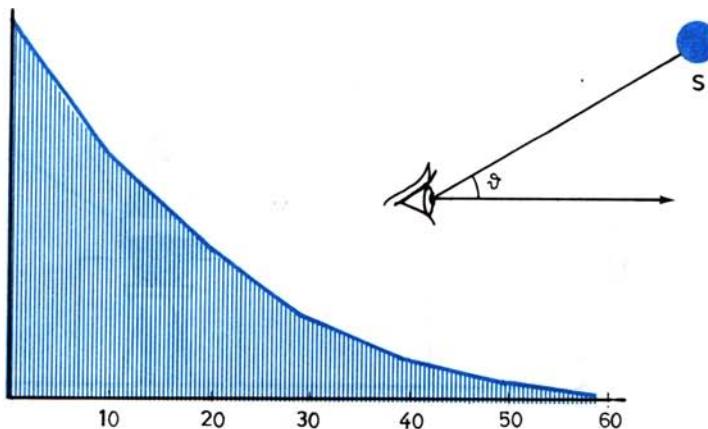
Οι επιφάνειες με μεγάλη λαμπρότητα μας προκαλούν "θάμβωση". Πότε συμβαίνει το φαινόμενο αυτό; Έχομες ήδη αναφέρει ότι το μάτι μας έχει την ικανότητα να προσαρμόζεται, ανάλογα με το φωτισμό, αυξομειώνοντας το άνοιγμα της κόρης. Η προσαρμογή αυτή βασίζεται στη μέση λαμπρότητα όλου του οπτικού πεδίου (δηλαδή όλης της περιοχής που βλέπομε). Αν όμως σε μια μικρή περιοχή έχομε μια υψηλή λαμπρότητα, το μάτι δεν μπορεί να προσαρμοσθεί με βάση αυτή την αυξημένη λαμπρότητα και τότε προκαλείται η "θάμβωση".

Η θάμβωση εξαρτάται από τη λαμπρότητα των επιφανειών, αλλά και από τη θέση τους στο οπτικό πεδίο μας. Αν η επιφάνεια που έχει μεγάλη λαμπρότητα βρίσκεται ακριβώς στη διεύθυνση προς την οποία κοιτάμε, θα μας προκαλέσει μεγαλύτερη θάμβωση παρά αν ήταν σε λοξή θέση.

Αυτό οφείλεται στο ότι το μάτι μας βλέπει καλύτερα προς τη διεύθυνση του άξονά του και λιγότερο καλά ή αμυδρά σε μια διεύθυνση που σχηματίζει γωνία προς τον άξονά του. (Γι' αυτό άλλωστε μόλις θέλομε να δούμε καλά κάτι, στρέφομε ασυναίσθητα τα μάτια μας προς τα εκεί).

Στο σχήμα 13.5β βλέπομε την επίδραση που έχει στο αίσθημα της θαμβώσεως η γωνία που σχηματίζει η διεύθυνση προς την οποία βλέπομε ένα αντικείμενο με μεγάλη λαμπρότητα, προς τον άξονα του ματιού μας.

Γενικά το πιο συνηθισμένο είναι να βλέπομε σε περίου οριζόντιο επίπεδο. Γι' αυτό τα φωτιστικά σώματα που βρίσκονται χαμηλά πρέπει να είναι κατάλληλα διαμορφωμένα, ώστε να έχουν επιφάνειες με χαμηλή λαμπρότητα. Τα φωτιστικά σώματα οροφής (που είναι στερεωμένα στην οροφή ή κρέμονται απ' αυτήν) μπορούν να έχουν μεγαλύτερη

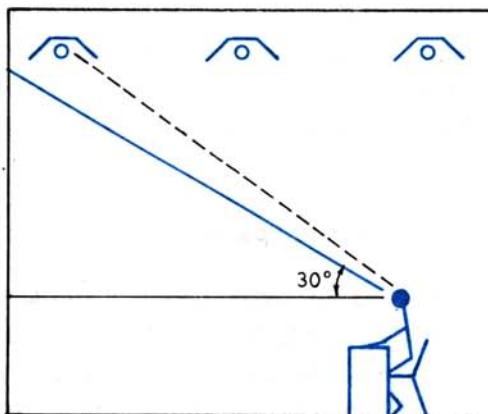


Σχ. 13.5β.

Θάμβωση από τη μεγάλη λαμπρότητα ενός αντικειμένου σε συνάρτηση με τη γωνία με την οποία βλέπομε.

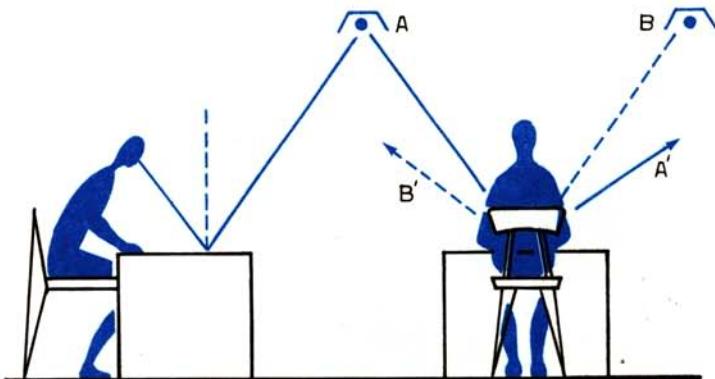
λαμπρότητα, αλλά συνιστάται να βρίσκονται σε τέτοιο ύψος, ώστε η διεύθυνση προς την οποία τα βλέπομε, από οποιοδήποτε σημείο του χώρου, να σχηματίζει γωνία μεγαλύτερη από 30° προς το οριζόντιο επίπεδο (σχ.13.5γ).

Για τον περιορισμό της λαμπρότητας χρησιμοποιούνται διάφορα ημιδιαφανή υλικά, ώστε να αυξάνεται η επιφάνεια από την οποία διαχέεται η φωτεινή ροή της φωτεινής πηγής. Γενικά πρέπει να αποφεύγεται



Σχ. 13.5γ.

Τοποθέτηση φωτιστικών σωμάτων σε ύψος που να τα βλέπομε με γωνία μεγαλύτερη από 30° .



Σχ. 13.5δ.

Τοποθέτηση φωτιστικών σωμάτων σε κατάλληλες θέσεις, ώστε να μην προκαλείται κατοπτρισμός. A' και B' : διεύθυνση ακτίνων από τα φωτιστικά σώματα A και B αντιστοίχως, μετά από την ανάκλασή τους.

η χρησιμοποίηση σε εσωτερικούς χώρους γυμνών λαμπτήρων πυρακτώσεως με διαφανές γυαλί. Οι λαμπτήρες αυτοί θα πρέπει να τοποθετούνται σε κατάλληλα φωτιστικά σώματα.

Αλλά και οι λαμπτήρες πυρακτώσεως με θαμπό (ματ) γυαλί, όταν είναι κάπως μεγάλης ισχύος, προκαλούν θάμβωση όπως επίσης και οι σωλήνες φθορισμού. Για τους τελευταίους ικανοποιητικά αποτελέσματα έχουν και τα συστήματα με περσίδες από ημιδιαφανές υλικό, που επιτρέπουν να δούμε απευθείας το σωλήνα φθορισμού μόνο κατακόρυφα από κάτω.

Θάμβωση επίσης είναι δυνατόν να μας προκαλούν αντικείμενα που προκαλούν μερική κανονική ανάκλαση. Αυτό παρατηρείται π.χ. με γυαλιστερά χαρτιά, πλαστικά αντικείμενα κλπ, που παρουσιάζουν "γυαλίσματα". Τη θάμβωση αυτή πρέπει να επιδιώκομε να την αποφεύγομε με την τοποθέτηση των φωτιστικών σωμάτων σε κατάλληλες θέσεις (σχ. 13.5δ).

ε) Ικανοποιητική απόδοση των χρωμάτων.

Για να φαίνονται τα διάφορα αντικείμενα με τα σωστά χρώματά τους, δηλαδή όπως με το ηλιακό φως, πρέπει και ο τεχνητός φωτισμός τους να περιλαμβάνει τις ακτινοβολίες των διαφόρων χρωμάτων που αποτελούν και το φως του Ήλιου. Την πλήρη απομίμηση του ηλιακού φωτός δεν μπορούμε να την επιτύχουμε, εν τούτοις στα τελευταία χρόνια έχουν κατασκευασθεί φωτεινές πηγές με τις οποίες έχομε πολύ ικανοποιητική απόδοση των χρωμάτων.

Οι διάφορες φωτεινές πηγές έχουν διαφορετική χρωματική σύνθεση. Προκειμένου λοιπόν να επιλέξουμε το είδος των φωτεινών πηγών που θα χρησιμοποιήσουμε σε κάθε συγκεκριμένο χώρο, πρέπει να σταθμίσουμε πόσο βαρύνουσα σημασία έχει η χρωματική απόδοσή τους σε συσχετισμό με το κόστος τους, τη διάρκεια ζωής τους και τη φωτεινή απόδοσή τους (lm/W).

Ο βαθμός στον οποίο θέλουμε να επιτύχουμε τη σωστή απόδοση των χρωμάτων εξαρτάται από το είδος του χώρου. Υπάρχουν χώροι στους οποίους η απαίτηση αυτή δεν έχει πρωταρχική σημασία, όπως π.χ. σε υπεραστικούς δρόμους, όπου δεν μας ενδιαφέρει πολύ να αποδίδονται σωστά όλα τα χρώματα. Σ' αυτή την περίπτωση μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε λαμπτήρες εκκενώσεως με κακή χρωματική σύνθεση που έχουν όμως πολύ υψηλή φωτεινή απόδοση.

Αντίθετα, σε χώρους όπου θέλουμε να φαίνονται με το σωστό χρώμα τους τα πρόσωπα και τα αντικείμενα, θα πρέπει να επιλέξουμε φωτεινές πηγές με πλουσιότερη φασματική σύνθεση, έστω και αν αυτές στοιχίζουν περισσότερο είτε λόγω της υψηλότερης τιμής τους, είτε λόγω της μεγαλύτερης καταναλώσεώς τους σε ηλεκτρική ενέργεια. Το θέμα θα το εξετάσουμε διεξοδικότερα στην επόμενη παράγραφο 13.6, όπου θα εξετάσουμε τα διάφορα είδη φωτεινών πηγών.

13.6 Φωτεινές πηγές.

Θα παραθέσουμε σ' αυτή την παράγραφο ορισμένα στοιχεία για κάθενα από τα είδη φωτεινών πηγών που χρησιμοποιούμε για το φωτισμό χώρων, συμπληρώνοντας όσα έχουμε ήδη αναφέρει στην παράγραφο 13.3 καθώς και στις παραγράφους 4.8 και 4.9 του κεφαλαίου 4.

Χρησιμοποιούμε αδιακρίτως τους όρους λάμπα, λαμπτήρας και λυχνία για όλες τις φωτεινές πηγές και πρόσθετα τον όρο σωλήνας για δύες έχουν αυτό το σχήμα.

Όπως είδαμε στην παράγραφο 13.3 κατατάσσουμε τις φωτεινές πηγές, με βάση την αρχή λειτουργίας τους, στις κατηγορίες: πυρακτώσεως, φθορισμού και εκκενώσεως. Στις πηγές που ανήκουν στις δύο τελευταίες κατηγορίες έχουμε ηλεκτρική εκκένωση, αλλά στις λάμπες φθορισμού το φως παράγεται από τη φθορίζουσα ουσία, που υπάρχει στο επίχρισμα της εσωτερικής επιφάνειας του γυάλινου περιβλήματος, ενώ στις λάμπες εκκενώσεως το φως παράγεται από την ίδια την εκκένωση.

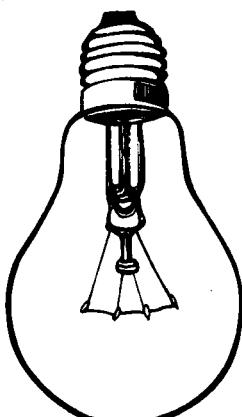
Το είδος λαμπτήρων που χρησιμοποιούμε σε κάθε συγκεκριμένη περίπτωση το επιλέγομε με βάση τις απαρτήσεις του χώρου και τα χαρακτηριστικά των διαφόρων ειδών λαμπτήρων. Πρέπει να σημειώσουμε ότι υπάρχουν κάποιες διαφορές στα χαρακτηριστικά των λαμπτήρων των διαφόρων κατασκευαστών και επίσης ότι ο κάθε κατασκευαστής παράγει κατά καιρούς και νέους τύπους λαμπτήρων επιδιώκοντας τη βελτίωση των χαρακτηριστικών ή τον περιορισμό της τιμής τους. Γι' αυτό, εδώ θα αναφέρομε τα κύρια χαρακτηριστικά που είναι περίπου τα ίδια στους λαμπτήρες όλων των κατασκευαστών. Οι τιμές των διαφόρων μεγεθών δίνονται με κάποια προσέγγιση.

α) Λαμπτήρες πυρακτώσεως.

Οι κοινοί λαμπτήρες πυρακτώσεως διατίθενται σε ισχείς από 15 W μέχρι 300 W. Έχουν κάλυκα B22 ή E27 (βλ. παράγραφο 4.8). Υπάρχουν και μεγαλύτερης ισχύος, μέχρι 1.000 W με κάλυκα E40 που χρησιμοποιούνται όμως σπανίως, συνήθως σε προβολείς. Έχουν γυάλινο περίβλημα διαφανές (σχ. 13.6α) ή θαμπό (ματ) (σχ. 13.6β).

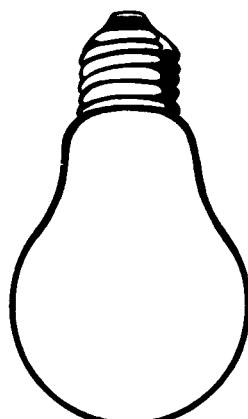
Οι λαμπτήρες με διαφανές γυαλί έχουν πολύ υψηλή λαμπρότητα, αφού φαίνεται απευθείας το πυρακτωμένο νήμα τους, και γι' αυτό πρέπει να χρησιμοποιούνται με κατάλληλο φωτιστικό σώμα, επειδή διαφορετικά προκαλούν πολύ ενοχλητική θάμβωση, κυρίως αν είναι κάπως μεγάλης ισχύος.

Οι λαμπτήρες με θαμπό γυαλί έχουν σημαντικά χαμηλότερη λαμπρότητα, αφού η ίδια φωτεινή ροή διαχέεται από ολόκληρη την επιφάνεια του γυάλινου περιβλήματος.



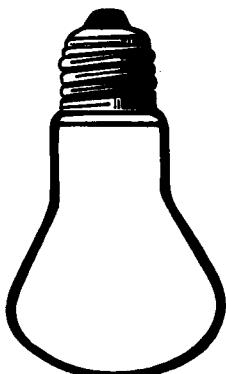
Σχ. 13.6α.

Λαμπτήρας πυρακτώσεως με διαφανές γυαλί.



Σχ. 13.6β.

Λαμπτήρας πυρακτώσεως με θαμπό (ματ) γυαλί.



Σχ. 13.6γ.

Λαμπτήρας πυρακτώσεως με γαλακτώδες γυαλί.

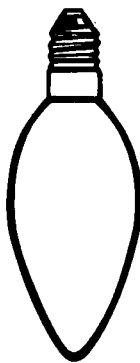
Καλύτερα αποτελέσματα ως προς την ομοιόμορφη διάχυση του φωτός παρέχουν οι λαμπτήρες με γαλακτώδες γυαλί, που διατίθενται με διάφορα εμπορικά ονόματα (όπως Argenta, Bellalux κλπ) (σχ. 13.6γ). Διατίθενται σε ισχείς από 40 W μέχρι 200 W.

Στον πίνακα 13.6.1 αναγράφονται τα στοιχεία των λαμπτήρων που αναφέραμε. Παρατηρούμε ότι οι λαμπτήρες με γαλακτώδες γυαλί έχουν

ΠΙΝΑΚΑΣ 13.6.1

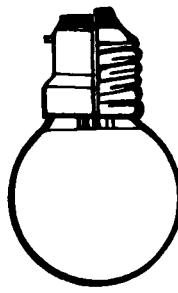
Χαρακτηριστικά λαμπτήρων πυρακτώσεως

Ισχύς	Λαμπτήρες με διαφανές ή θαμπό (ματ) γυαλί		Λαμπτήρες με γαλακτώδες γυαλί	
	Φωτεινή ροή	Φωτεινή απόδοση	Φωτεινή ροή	Φωτεινή απόδοση
W	lm	lm/W	lm	lm/W
15	120	8	-	-
25	230	9,2	-	-
40	430	10,75	400	10
60	730	12,2	670	11,2
75	960	12,8	890	11,8
100	1380	13,8	1280	12,8
150	2220	14,8	1940	12,9
200	3150	15,75	2750	13,75
300	4750	15,8	-	-



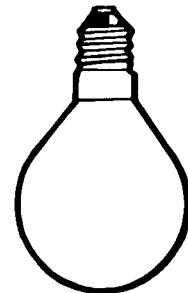
Σχ. 13.6δ.

Λαμπτήρας πυρακτώσεως με σχήμα κεριού.



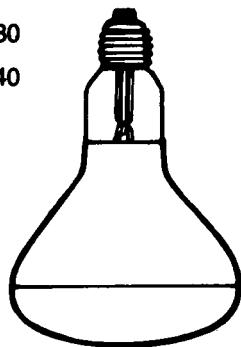
Σχ. 13.6ε.

Λαμπτήρες πυρακτώσεως σφαιρικός.



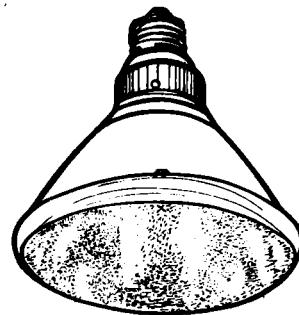
Σχ. 13.6στ.

Λαμπτήρες πυρακτώσεως σφαιρικός με κάλυκα μινιόν.



Σχ. 13.6ζ.

Λαμπτήρας πυρακτώσεως με καθρέπτη κοινό γυαλί.



Σχ. 13.6η.

Λαμπτήρας πυρακτώσεως με καθρέπτη σκληρό γυαλί.

κάπως μικρότερη φωτεινή απόδοση, πολύ συχνά όμως προτιμώνται επειδή έχουν πιο ομοιόμορφο και, γι' αυτό το λόγο, πιο ευχάριστο φως.

Αναφέρομε ακόμα ότι υπάρχουν διάφοροι άλλοι τύποι λαμπτήρων πυρακτώσεως, όπως:

- Ειδικού σχήματος (σε ισχείς από 15 W μέχρι 60 W):
 - Σε σχήμα κεριού (σχ. 13.6δ) με κάλυκα E14 ή B15.
 - Σφαιρικοί (σχ. 13.6ε και 13.6στ) με κάλυκα E27 ή B22 ή με κάλυκα E14.
- Με καθρέφτη (το γυαλί τους είναι επιμεταλλωμένο):
 - Με κοινό γυαλί (σχ. 13.6ζ) με ισχείς από 25 W μέχρι 300 W.
 - Με σκληρό γυαλί (σχ. 13.6η) με ισχείς από 75 W μέχρι 150 W.



Σχ. 13.6θ.

Λαμπτήρας πυρακτώσεως σωληνωτός.

Και οι δύο τύποι υπάρχουν είτε με συγκεντρωμένη δέσμη (spot) εκπομπής φωτός, είτε με ευρεία δέσμη (flood): διαφέρουν δε κατά το μέγεθος της στερεάς γωνίας μέσα στην οποία διοχετεύουν το φως τους.

Οι λαμπτήρες με σκληρό γυαλί δεν κινδυνεύουν να σπάσουν εύκολα και μπορούν να τοποθετηθούν και στο ύπαιθρο και να βρέχονται (αρκεί η λυχνιολαβή τους να είναι κατάλληλη).

— Ειδικοί λαμπτήρες:

- Με αντίστροφο καθρέφτη (διοχετεύουν το φως προς την πλευρά του κάλυκα).
- Σωληνωτοί (με δύο κάλυκες στα δύο άκρα του σωλήνα) χωρίς ή με καθρέφτη (σχ. 13.6θ).
- Ενδεικτικοί, υψηλών θερμοκρασιών για φούρνους, διακοσμητικοί κλπ.

Η μέση διάρκεια ζωής των λαμπτήρων πυρακτώσεως είναι περίπου 1.000 h, εφόσον τροφοδοτούνται με την ονομαστική τάση τους. Πρόκειται για ένα στατιστικό μέγεθος με αρκετά μεγάλη διασπορά.

Τόσο η φωτεινή ροή όσο και η διάρκεια ζωής των λαμπτήρων πυρακτώσεως επηρεάζονται πάρα πολύ από την τάση τροφοδοτήσεως, όπως φαίνεται και στον πίνακα 13.6.2.

Τα στοιχεία που περιέχονται στον πίνακα 13.6.1 αναφέρονται σε καινούργιους λαμπτήρες. Με το χρόνο η φωτεινή ροή τους περιορίζεται

ΠΙΝΑΚΑΣ 13.6.2

Επίδραση της τάσεως τροφοδοτήσεως στη διάρκεια ζωής και στη φωτεινή απόδοση των λαμπτήρων πυρακτώσεως

Τάση	Διάρκεια ζωής	Φωτεινή απόδοση
%	%	%
- 10	400	78
- 5	210	87
0	100	100
+ 5	50	110
+ 10	25	128

από το γεγονός ότι το νήμα τους παθαίνει προοδευτικά εξάχνωση. (Εξάχνωση είναι η μετάβαση από τη στερεά κατάσταση κατευθείαν στην αέρια, χωρίς να μεσολαβήσει υγρή κατάσταση). Μόρια του μετάλλου του νήματος αποσπώνται απ' αυτό και στη συνέχεια επικάθονται στην εσωτερική επιφάνεια του γυαλινου περιβλήματος και περιορίζουν τη διαφάνεια του. Γι' αυτό οι παλιοί λαμπτήρες είναι εσωτερικά μαυρισμένοι και αποδίδουν λιγότερο.. Ένας δευτερεύον λόγος του περιορισμού της αποδιδόμενης φωτεινής ροής είναι ότι με την εξάχνωση λεπταίνει το νήμα, άρα μεγαλώνει η αντίστασή του και, επομένως, περιορίζεται η ισχύς.

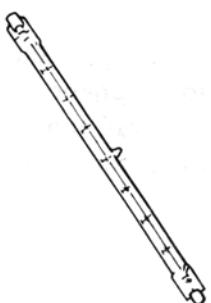
Η χρωματική σύνθεση του φωτός των λαμπτήρων πυρακτώσεως είναι πλήρης, δηλαδή το φως περιέχει τις ακτινοβολίες όλων των χρωμάτων, αλλά με τονισμένη την περιοχή των μεγάλων μήκων κύματος. Δηλαδή το φως των λαμπτήρων πυρακτώσεως είναι πιο κοκκινωπό από το ηλιακό φως. Στους λαμπτήρες με γαλακτώδες γυαλί το φως είναι κάπως λευκότερο. Αυτό σημαίνει ότι το γυαλί απορροφά ένα μικρό μέρος από τις ακτινοβολίες μεγάλου μήκους κύματος (και αυτό εξηγεί γιατί είναι κάπως μικρότερη η φωτεινή απόδοσή τους).

β) Λαμπτήρες ιωδίου (αλογόνου).

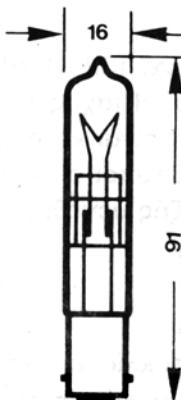
Πρόκειται για λαμπτήρες πυρακτώσεως με νήμα από βολφράμιο, στους οποίους όμως έχει προστεθεί μέσα στο γυαλινο περίβλημα, μια μικρή ποσότητα ιωδίου. Τα εξαχνωμένα μόρια του βολφραμίου ενώνονται με το ιώδιο και παράγουν ιωδιούχο βολφράμιο, που δεν επικάθεται στο γυαλινο περίβλημα, αλλά, ερχόμενο σε επαφή με το πυρακτωμένο νήμα διασπάται κι έτσι το βολφράμιο επανέρχεται στο νήμα. Έτσι αντιμετωπίζεται ικανοποιητικά το πρόβλημα της εξαχνώσεως του βολφραμίου και μπορεί να αυξηθεί ακόμα περισσότερο η θερμοκρασία.

Οι λαμπτήρες ιωδίου λειτουργούν με θερμοκρασία νήματος περίπου 3.000° C και έχουν φωτεινή απόδοση μεγαλύτερη και χρώμα πιο λευκό από τους κοινούς λαμπτήρες πυρακτώσεως. Οι διαστάσεις τους είναι πολύ περιορισμένες. Για να αντέχει στις πολύ υψηλές θερμοκρασίες το περίβλημα κατασκευάζεται από χαλαζία και όχι από απλό γυαλί. Κατασκευάζονται είτε σε σχήμα σωλήνα (σχ. 13.6i) με ακροδέκτες στα δύο άκρα, είτε με μορφή λαμπτήρων μικρών διαστάσεων (σχ. 13.6ia) σε κανονικό κάλυκα, που είναι κατάλληλος για λειτουργία σε χαμηλή τάση (6 V ή 12 V ή 24 V).

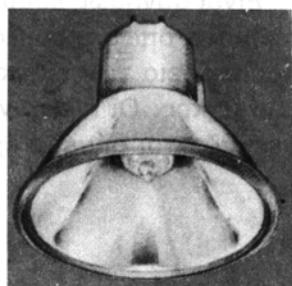
Οι λαμπτήρες ιωδίου χρησιμοποιούνται συνήθως σε προβολείς (και στα φανάρια των αυτοκινήτων). Μάλιστα υπάρχουν λαμπτήρες ιωδίου ενσωματωμένοι μ' ένα μικρό προβολέα (σχ. 13.6ib).



Σχ. 13.6ι.
Λαμπτήρας ιωδίου
σωληνωτός.



Σχ. 13.6ια.
Λαμπτήρας ιωδίου
μικρών διαστάσεων.



Σχ. 13.6ιβ.
Λαμπτήρας ιωδίου
με ενσωματωμένο
προβολέα.

Η φωτεινή απόδοσή τους είναι από 17 lm/W μέχρι 22 lm/W για τους λαμπτήρες σχήματος σωλήνα και από 14 lm/W μέχρι 20 lm/W για τους μικρούς λαμπτήρες χαμηλής τάσεως. Η διάρκεια ζωής τους είναι περίπου 2.000 h.

Πρέπει να λαμβάνομε μέτρα ώστε οι λαμπτήρες ιωδίου να μην είναι δυνατόν να έλθουν σε επαφή κατά τη λειτουργία τους με υλικά που μπορεί να αναφλεγούν, επειδή η θερμοκρασία του περιβλήματος από χαλαζία είναι πολύ υψηλή.

Τους λαμπτήρες ιωδίου δεν επιτρέπεται να τους πιάνομε με γυμνά χέρια από το περίβλημά τους, π.χ. για να τους τοποθετήσουμε στη λυχνιολαβή τους, επειδή τα αποτυπώματα των δακτύλων μας περιέχουν ίχνη λιπαρών ουσιών ή αλάτων που είναι ενδεχόμενο να προκαλέσουν βλάβη του λαμπτήρα, λόγω της πολύ υψηλής θερμοκρασίας και των ανομοιομόρφων διαστολών που θα μπορούσαν να προκληθούν στο χαλαζιακό περίβλημα. Λαμπτήρες που τους έχουμε πιάσει με γυμνό χέρι πρέπει να καθαρίζονται πριν από τη λειτουργία τους, μ' ένα καθαρό πανί που δεν αφήνει "χνούδια" και οινόπνευμα.

Για λαμπτήρες ιωδίου σε σχήμα σωλήνα οι κατασκευαστές ορίζουν ότι πρέπει να λειτουργούν σε οριζόντια θέση ή με μια κλίση που δεν πρέπει να υπερβαίνει ορισμένο όριο. Αυτή η απαίτηση έχει σχέση με την κυκλοφορία των θερμών αερίων (ατμών) στο εσωτερικό του σωλήνα, αλλά και με την κυκλοφορία του αέρα στο εξωτερικό του.

Οι λαμπτήρες ιωδίου ονομάζονται και λαμπτήρες ιωδίνης. Η ονομασία αυτή δεν είναι ορθή και έχει προέλθει από το γεγονός ότι στα αγγλικά το ιώδιο ονομάζεται iodine.

γ) Σωλήνες φθορισμού.

Είναι συνήθως ευθύγραμμοι (σχ. 13.6ιγ), αλλά υπάρχουν και σε άλλα σχήματα όπως, κυρίως, κυκλικό. Η ισχύς εξαρτάται από το μήκος. Η προσπάθεια των κατασκευαστών είναι να περιορίσουν την ισχύ για το ίδιο μήκος. Οι πιο συνηθισμένοι τύποι σωλήνων φθορισμού που κατασκευάζονται σήμερα έχουν τα εξής μεγέθη:

0,60 m	18 W
1,20 m	36 W
1,50 m	58 W

Πάντως, επειδή υπάρχουν αποκλίσεις μεταξύ των διαφόρων τύπων σωλήνων φθορισμού, θα πρέπει κανείς να συμβουλεύεται τους καταλόγους των κατασκευαστών.



Σχ. 13.6ιγ.

Σωλήνας φθορισμού.

Η χρωματική σύνθεση του φωτός των σωλήνων φθορισμού εξαρτάται από τη φθορίζουσα ουσία. Γενικά πρόκειται για μείγματα διαφόρων ουσιών (μεταλλικών αλάτων) που χρησιμοποιούνται για να δώσουν ένα φως με πλούσια φασματική σύνθεση, δηλαδή ένα φως που περιέχει ακτινοβολίες διαφόρων μήκων κύματος. Κάθε κατασκευαστής παράγει μια σειρά σωλήνων, με διάφορες χρωματικές συνθέσεις του παραγόμενου φωτός. Ο χαρακτηρισμός με ονομασίες ή αριθμούς διαφέρει από κατασκευαστή σε κατασκευαστή.

Η χρωματική σύνθεση μιας φωτεινής πηγής θα μπορούσε να περιγραφεί πλήρως μόνο από ένα διάγραμμα που θα μας έδινε πόσο έντονη είναι η ακτινοβολία σε κάθε μήκος κύματος. Αυτό όμως δεν είναι καθόλου πρακτικό και θα ήσαν πολύ δύσκολες οι συγκρίσεις μεταξύ των διαφόρων φωτεινών πηγών. Για το σκοπό αυτό συνήθως χρησιμοποιείται, η "χρωματική θερμοκρασία".

Για να την ορίσουμε θα πρέπει να θυμηθούμε το "μέλαν σώμα" που είχαμε αναφέρει στην παράγραφο 3.2. Είναι το σώμα που στη συνήθη θερμοκρασία έχει μηδενικό συντελεστή ανακλάσεως για όλα τα χρώματα. Παρόλο που αποτελεί μια θεωρητική έννοια της Φυσικής την οποία μόνο προσεγγιστικά μπορούμε να υλοποιήσουμε, δεν παύει να έχει πολύ συγκεκριμένες ιδιότητες.

Το μέλαν σώμα, λοιπόν, ενώ στις χαμηλές θερμοκρασίες απορροφά όλες τις ορατές ακτινοβολίες χωρίς να ανακλά τίποτε, στις υψηλές

θερμοκρασίες εκπέμπει φως, όπως άλλωστε και όλα τα σώματα. Στις σχετικά χαμηλότερες θερμοκρασίες η ακτινοβολία του είναι κοκκινωπή και στις υψηλότερες θερμοκρασίες εμπλουτίζεται και με ακτινοβολίες των άλλων χρωμάτων και επομένως έχει πιο λευκό χρώμα. Το φως λοιπόν μιας φωτεινής πηγής χαρακτηρίζεται από τη χρωματική θερμοκρασία του, δηλαδή από τη θερμοκρασία που θα έπρεπε να έχει το μέλλαν σώμα για να δώσει φως όμοιου χρώματος με αυτό της φωτεινής πηγής.

Η χρωματική θερμοκρασία εκφράζεται σε βαθμούς Kelvin που συμβολίζονται με °K. Η θερμοκρασία σε °K (απόλυτη θερμοκρασία) είναι ίση με τη θερμοκρασία σε °C συν 273 °C.

Η χρωματική θερμοκρασία είναι, όπως αναφέραμε, ένας πρακτικός τρόπος χαρακτηρισμού του χρώματος του φωτός μιας φωτεινής πηγής. Δεν είναι απόλυτα καθοριστικός (δηλαδή δύο φωτεινές πηγές με την ίδια χρωματική θερμοκρασία είναι δυνατόν να παρουσιάζουν διαφορές στη χρωματική σύνθεση του φωτός τους) αλλά πάντως αποτελεί ικανοποιητική ένδειξη του πόσο το φως είναι πλουσιότερο σε ακτινοβολίες μεγάλου μήκους κύματος, δηλαδή είναι κοκκινωπό (χαμηλές τιμές της χρωματικής θερμοκρασίας) ή πλουσιότερο σε ακτινοβολίες μικρού μήκους κύματος, δηλαδή είναι πιο άσπρο ή τείνει προς το μπλέ (υψηλότερες τιμές της χρωματικής θερμοκρασίας).

Πρέπει να διευκρινίσουμε εδώ ότι, όπως έχομε αναφέρει και στην παράγραφο 13.3 εδάφιο γ, έχει επικρατήσει να ονομάζομε "θερμά χρώματα" το κόκκινο, το πορτοκαλί και λιγότερο το κίτρινο, ενώ "ψυχρά χρώματα" λέγονται το πράσινο και περισσότερο το μπλε και το ιώδες. Αυτός ο χαρακτηρισμός αφορά καθαρά το ψυχολογικό αποτέλεσμα και δεν έχει καμιά σχέση, ή μάλλον είναι αντίθετος, με την έννοια της χρωματικής θερμοκρασίας.

Συνηθίζεται, το χρώμα του φωτός των σωλήνων φθορισμού να χαρακτηρίζεται με όρους όπως οι παρακάτω, για καθένα από τους οποίους δίνομε και την περιοχή των χρωματικών θερμοκρασιών που καλύπτει:

Θερμό λευκό (Warm white)	2.700° K - 3.000° K
Λευκό (White)	3.000° K - 4.000° K
Ψυχρό λευκό (Cool white)	4.000° K - 5.000° K
Φως ημέρας (Daylight)	6.500° K
Ειδικό λευκό (Special white)	7.500° K

Εκτός από τη χρωματική θερμοκρασία χρησιμοποιούνται, για να χαρακτηρίσουν τη χρωματική σύνθεση του φωτός, και άλλοι δείκτες, και κυρίως ο δείκτης χρωματικής αποδόσεως R, που εκφράζεται επί τοις % και όσο υψηλότερη τιμή έχει, τόσο επιτρέπει πιστότερη απόδοση των χρωμάτων.

Πρέπει να τονίσουμε ότι στην επιλογή της χρωματικής συνθέσεως των φωτεινών πηγών, που προορίζονται να φωτίσουν ένα χώρο, πρέπει να λάβομε υπόψη τη χρήση αυτού του χώρου.

Το φως που περιέχει όλες τις ακτινοβολίες των διαφόρων χρωμάτων σε αναλογίες περίπου όπως στο φυσικό φως της ημέρας, επιτρέπει, όπως έχουμε εξηγήσει, την καλύτερη διάκριση των χρωμάτων. Εν τούτοις θα ήταν μεγάλο λάθος να φωτίσουμε με τέτοιο φως ένα χώρο διαμονής, ο οποίος κατά παράδοση φωτίζεται τη νύχτα με λαμπτήρες πυρακτώσεως (και ακόμη παλιότερα με κεριά και με λυχνάρια!) που έχουν φασματική σύνθεση με τονισμένη την περιοχή των μεγάλων μηκών κύματος. Θέλομε δηλαδή να έχουμε κάπως "θερμά" χρώματα.

Λιγότερο "θερμά" χρώματα θα χρησιμοποιήσουμε σε χώρους εργασίας και βοηθητικούς χώρους, ενώ το "φως ημέρας" ή ειδικό λευκό απαιτείται σε χώρους, όπου έχει μεγάλη σημασία η ορθή παρατήρηση των χρωμάτων (όπως π.χ. σε νηματουργεία, εργαστήρια ελέγχου ποιότητας χρωμάτων, εργαστήρια γραφικών τεχνών κλπ.).

Το είδος της φθορίζουσας ουσίας που χρησιμοποιείται ως εσωτερικό επίχρισμα των σωλήνων φθορισμού, εκτός από το χρώμα του φωτός, επηρεάζει πολύ τη φωτεινή απόδοση η οποία στους διάφορους τύπους σωλήνων φθορισμού παρουσιάζει σημαντικές διαφορές, ακόμη και για σωλήνες της ίδιας ισχύος.

Γενικά αυτό το μέγεθος κυμαίνεται σε τιμές μεταξύ 45 lm/W και 95 lm/W περίπου. Στοιχεία δίνονται από τους κατασκευαστές για κάθε συγκεκριμένο τύπο. Η φωτεινή απόδοση που αναφέραμε αφορά τη συνολική ηλεκτρική ισχύ που απορροφά ο σωλήνας φθορισμού μαζί με το πηνίο (μπάλαστ), που είναι απαραίτητο για τη λειτουργία του.

Συγκρίνοντας τη φωτεινή απόδοση των σωλήνων φθορισμού μ' εκείνην των λαμπτήρων πυρακτώσεως παρατηρούμε ότι οι πρώτοι είναι πολύ οικονομικότεροι στη λειτουργία τους. Λαμβάνοντας υπόψη μέσες τιμές, μπορούμε να πούμε πολύ χονδρικά ότι για το ίδιο φωτεινό αποτέλεσμα, αν χρησιμοποιούμε σωλήνες φθορισμού θα έχουμε κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας περίπου ένα τρίτο ή και λιγότερο εκείνης που θα είχαμε αν χρησιμοποιούσαμε λαμπτήρες πυρακτώσεως.

Η μικρότερη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το ίδιο φωτιστικό αποτέλεσμα, μπορεί να επιτρέπει να γίνουν και ορισμένες οικονομίες στην κατασκευή της ΕΗΕ (μικρότερες διατομές αγωγών). Επίσης έχει ως αποτέλεσμα μικρότερη παραγωγή θερμότητας. Η θερμότητα αυτή μπορεί να δημιουργεί ορισμένα προβλήματα που, φυσικά, γίνονται μικρότερα με τη χρησιμοποίηση σωλήνων φθορισμού.

Ένα ακόμα πλεονέκτημα των σωλήνων φθορισμού είναι η μεγάλη διάρκεια ζωής τους, που φθάνει περίπου τις 8.000 h.

Μειονεκτήματα των σωλήνων φθορισμού σε σύγκριση με τους λαμπτήρες πυρακτώσεως είναι: το σχήμα τους, που σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να αποτελεί λόγο αποκλεισμού τους, τα θέματα χρωματικής αποδόσεως για τα οποία έχουμε ήδη μιλήσει, το μεγαλύτερο κόστος τους, η κάπως ενοχλητική έναρξη λειτουργίας τους (δηλαδή ότι δεν ανάβουν πάντοτε αμέσως) και η σβέση τους, όταν η τάση τροφοδοτήσεως γίνεται μικρότερη από ένα όριο (π.χ. σε περίπτωση ανωμαλίας του δικτύου τροφοδοτήσεως).

Επίσης ενδεχόμενο μειονέκτημα είναι το στροβοσκοπικό φαινόμενο.

Πρόκειται για το εξής: Η ηλεκτρική εκκένωση στο εσωτερικό του σωλήνα γίνεται εφόσον η τάση μεταξύ των δύο ηλεκτροδίων είναι μεγαλύτερη από ένα ορισμένο όριο. Αυτό σημαίνει ότι τροφοδοτώντας με εναλλασσόμενο ρεύμα συχνότητας 50 Hz, έχουμε σβέση 100 φορές το δευτερόλεπτο. Αυτές οι τόσο στιγμιαίες διακοπές του φωτός δεν γίνονται αντιληπτές από το ανθρώπινο μάτι, δημιουργούν όμως σε ορισμένα άτομα κάποια κόπωση του ματιού. Επίσης γίνονται αντιληπτές όταν ένα αντικείμενο κινείται με μεγάλη ταχύτητα: αντί να φαίνεται συνεχής η κίνηση, φαίνεται σαν να είναι διακοπόμενη, αφού το αντικείμενο φωτίζεται μόνο σε ορισμένες θέσεις της διαδρομής του. Αν ένα αντικείμενο περιστρέφεται είναι ενδεχόμενο να φαίνεται ακίνητο ή να νομίζομε ότι περιστρέφεται ανάποδα ή ότι έχει πολύ μικρότερη ταχύτητα από την πραγματική. Π.χ. ένας τροχός που δεν έχει τίποτε σημάδια στην περιφέρειά του και έχει 10 ακτίνες, αν περιστρέφεται με 600 στρ/min, δηλαδή 10 στρ/sec, θα φαίνεται ακίνητος. Πράγματι, σε 1/10 sec θα εκτελέσει 1/10 της στροφής. Δηλαδή κάθε φορά που θα φωτίζεται μια νέα ακτίνα θα βρίσκεται ακριβώς στην ίδια θέση που είχε η προηγούμενή της, κι έτσι θα νομίζομε ότι βλέπομε την ίδια ακτίνα ακίνητη. Αυτό είναι το στροβοσκοπικό φαινόμενο, που μερικές φορές το χρησιμοποιούμε για να ελέγχουμε την ταχύτητα περιστροφής ενός αντικειμένου.

Πρέπει ακόμη να αναφέρομε ότι ορισμένες φθορίζουσες ουσίες είναι βλαβερές: έχουν ενοχοποιηθεί ως καρκινογόνες. Γι' αυτό όταν σπάζει ένας σωλήνας φθορισμού δεν θα πρέπει να αφήνομε να έλθει σε επαφή με το δέρμα μας το περιεχόμενό του, ούτε να αναπνέομε τη σκόνη που αναδίδεται. Όταν θέλομε να σπάσουμε ένα σωλήνα φθορισμού πρέπει να του βάλομε κατάλληλο περιτύλιγμα ώστε να αποφεύγουμε τον κίνδυνο.

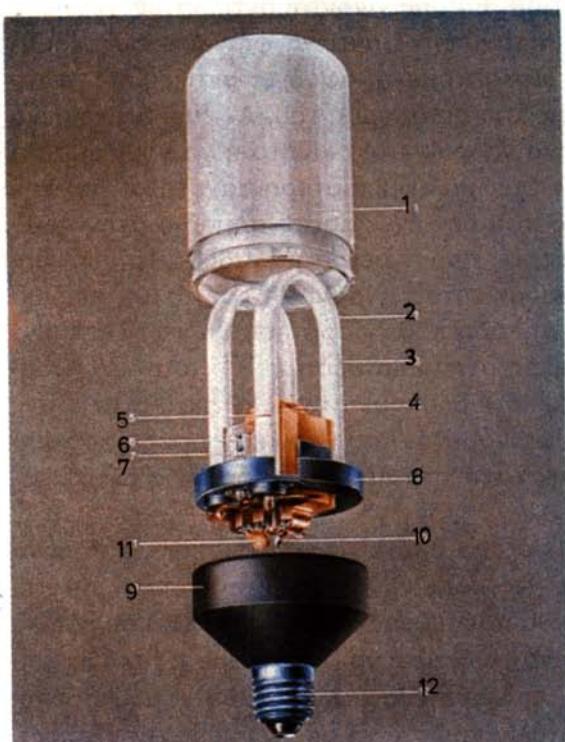
Το ηλεκτρικό μέρος της συνδέσεως και τα βοηθητικά εξαρτήματα

που απαιτούνται για τη λειτουργία των σωλήνων φθορισμού θα μας απασχολήσουν στην παράγραφο 13.7.

δ) Συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού.

Με βάση την αρχή λειτουργίας των σωλήνων φθορισμού έχουν κατασκευασθεί οι λεγόμενοι συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού, που είναι εφοδιασμένοι μ' ένα κοινό κάλυκα λαμπτήρα πυρακτώσεως (Ε27 ή σπανιότερα B22). Ένας τέτοιος λαμπτήρας περιλαμβάνει, εκτός από το κυρίως τμήμα παραγωγής του φωτός, όλα τα απαιτούμενα για τη λειτουργία εξαρτήματα. Έτσι οι λαμπτήρες αυτοί μπορούν να τοποθετηθούν ακριβώς όπως οι κοινοί λαμπτήρες πυρακτώσεως.

Αποτελούνται από δύο ή τρεις σωλήνες φθορισμού πολύ μικρού μεγέθους, σε σχήμα Π. Οι σωληνίσκοι αυτοί μπορεί είτε να είναι ελεύθεροι (ορατοί) είτε να περιβάλλονται από ένα γυάλινο περίβλημα (σχ. 13.6ιδ). Η φωτεινή απόδοσή τους είναι μεταξύ 50 lm/W και 65 lm/W. Η διάρκεια ζωής τους είναι 8.000 h. Κατασκευάζονται για σχετικά μικρές ισχείς (μέχρι 25 W περίπου).



1. Εξωτερικό γυάλινο περίβλημα.
2. Σωλήνας εκκενώσεως.
3. Εσωτερικό επίχρισμα από φθορίζουσα ουσία.
- 4 - 8 Εξαρτήματα λειτουργίας (ballast, starter, κλπ.).
9. Βάση.
- 10 - 11 Εξαρτήματα λειτουργίας (ballast, starter, κλπ.).
12. Κάλυκας.

Σχ. 13.6ιδ.

Συμπαγής λαμπτήρας φθορισμού.

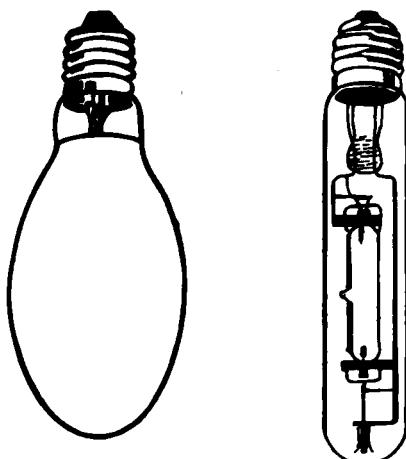
Σημειώνομε ότι οι λαμπτήρες αυτοί δεν αποδίδουν την πλήρη φωτεινή ροή τους αμέσως μόλις τους θέσουμε σε λειτουργία· χρειάζεται μικρό χρονικό διάστημα για τη θέρμανσή τους και μάλιστα αυτός ο χρόνος είναι κάπως μεγαλύτερος όταν αρχίσουν να λειτουργούν με πολύ χαμηλή θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Οι λαμπτήρες αυτού του τύπου δεν είναι κατάλληλοι για λειτουργία με διακόπτες - ρυθμιστές φωτισμού (dimmer), επειδή, όπως είχαμε αναφέρει στην παράγραφο 5.3, αυτοί μειώνουν την τάση λειτουργίας και, όπως ξέρομε, οι λαμπτήρες που λειτουργούν με ηλεκτρική εκκένωση σβήνουν όταν η τάση γίνει μικρότερη από κάποιο όριο.

ε) Λαμπτήρες ατμών υδραργύρου (υψηλής πιέσεως).

Το κύριο μέρος των λαμπτήρων ατμών υδραργύρου (ή απλώς λαμπτήρων υδραργύρου) είναι ένας σωληνίσκος από χαλαζία, μέσα στον οποίο γίνεται η εκκένωση που παράγει το φως. Ο σωληνίσκος αυτός περιέχει ευγενές αέριο, συνήθως νέον, με πίεση περίπου μισό ή ένα τρίτο της ατμοσφαιρικής, και μια μικρή ποσότητα υδραργύρου σε υγρή κατάσταση. Ο σωληνίσκος βρίσκεται μέσα σ' ένα μεγαλύτερο γυάλινο περίβλημα (σχ. 13.6ιε), που μπορεί να έχει σχήμα απιοειδές (άπιον = αχλάδι) ή σωληνωτό και που, επίσης, μπορεί να έχει ένα καθρέφτη για να κατευθύνει το φως προς ορισμένη κατεύθυνση.

Οι λαμπτήρες υδραργύρου απαιτούν για τη λειτουργία τους ένα στραγγαλιστικό πηνίο (ballast), εκτός από ορισμένους που είτε φέρουν



Σχ. 13.6ιε.
Λαμπτήρες ατμών υδραργύρου.

ενσωματωμένο ένα τέτοιο πηνίο, είτε έχουν μια αντίσταση, όπως αναφέρομε και παρακάτω.

Κατά την έναρξη της λειτουργίας η εκκένωση γίνεται στο ευγενές αέριο και, με τη θέρμανση που προκαλείται, εξατμίζεται ο υδράργυρος. Τότε η εκκένωση γίνεται μέσω αυτών των ατμών και είναι πολύ ισχυρότερη και φωτεινότερη. Επομένως στην αρχή της λειτουργίας παράγεται λίγο φως, κοκκινωπού χρώματος, και μετά από χρονικό διάστημα λίγων λεπτών αρχίζει η έντονη ακτινοβολία λευκού φωτός, το οποίο όμως δεν έχει πλήρη φασματική σύνθεση. Αποτελείται από ακτινοβολίες κίτρινου, πράσινου, μπλέ και ιώδους χρώματος. Αυτό το φως παρόλο το λευκό του χρώμα προκαλεί έντονες χρωματικές αλλοιώσεις, αφού του λείπουν οι ακτινοβολίες μεγάλου μήκους κύματος.

Οι λαμπτήρες ατμών υδραργύρου έχουν ικανοποιητική φωτεινή απόδοση: 30 μέχρι 60 lm/W. Υπάρχουν επίσης λαμπτήρες που περιέχουν και ορισμένες ενώσεις ιωδίου, στους οποίους η φωτεινή απόδοση είναι ακόμη υψηλότερη: φθάνει τα 90 lm/W. Λόγω της χρωματικής συνθέσεως που αναφέραμε, είναι κατάλληλοι για το φωτισμό δρόμων, πλατειών, σταδίων, αεροδρομίων και άλλων χώρων, στους οποίους έχει πρωταρχική σημασία η μεγάλη φωτεινή απόδοση χωρίς να υπάρχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις για τη σωστή απόδοση όλων των χρωμάτων.

Το "ψυχρό" φως τους κάνει ακατάλληλους για εσωτερικούς χώρους και μάλιστα χώρους διαμονής, όπου θέλομε να έχομε ένα πιο "θερμό" φως, δηλαδή πλούσιο σε ακτινοβολίες με χρώμα κόκκινο ή πορτοκαλί.

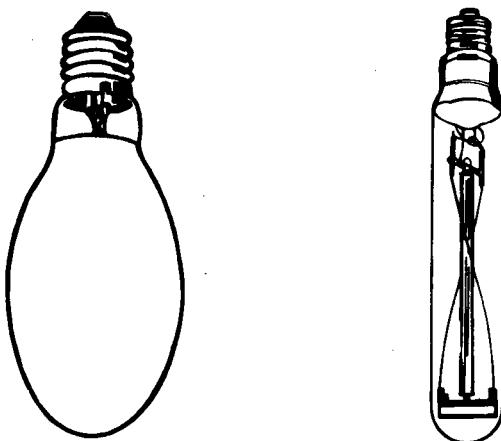
Η απουσία των ακτινοβολιών μεγάλου μήκους κύματος έχει αντιμετωπισθεί με δύο τρόπους: ο ένας είναι η προσθήκη στο εσωτερικό του περιβλήματος κάποιας φθορίζουσας ουσίας, που μετατρέπει άλλες ακτινοβολίες σε ακτινοβολία κόκκινου χρώματος (λαμπτήρες "θερμού φωτός") και ο άλλος είναι η προσθήκη ενός νήματος πυρακτώσεως από βολφράμιο (λαμπτήρες "μικτού φωτός"). Στη δεύτερη αυτή περίπτωση, η αντίσταση του νήματος χρησιμεύει και για τη σταθεροποίηση της εκκενώσεως και επομένως καταργείται το στραγγαλιστικό πηνίο.

Οι λαμπτήρες ατμών υδραργύρου κατασκευάζονται για ισχείς από 50 W μέχρι 3.000 W και η διάρκεια ζωής τους είναι 6.000 μέχρι 9.000 h.

'Όταν διακοπεί, έστω και για πολύ μικρό χρονικό διάστημα η τροφοδότηση, μόλις επανέλθει η τάση ο λαμπτήρας αρχίζει τη διαδικασία εκκινήσεώς του από την αρχή και έτσι δεν αποδίδει αμέσως την κανονική φωτεινή ροή του.

στ) Λαμπτήρες ατμών νατρίου υψηλής πιέσεως.

Η εκκένωση γίνεται στο εσωτερικό ενός σωλήνα από κεραμικό υλικό, που στη συνήθη θερμοκρασία είναι αδιαφανές, γίνεται όμως διαφανές στην υψηλή θερμοκρασία με την οποία λειτουργεί ο λαμπτήρας (περίπου 1.000° C). Ο σωλήνας αυτός βρίσκεται στο εσωτερικό ενός γυάλινου περιβλήματος (σχ. 13.6ιστ) με υψηλό κενό αέρα, ώστε να υπάρχει μεγάλη θερμική μόνωση του κεραμικού σωλήνα προς το περιβάλλον.



Σχ. 13.6ιστ.

Λαμπτήρες ατμών νατρίου υψηλής πιέσεως.

Ο κεραμικός σωλήνας περιέχει ατμούς νατρίου με υψηλή πίεση (περίπου τριπλάσια της ατμοσφαιρικής). Το φως έχει χρώμα λευκό - χρυσοκίτρινο. Η φασματική του σύνθεση είναι πλήρης, αλλά με μια πολύ έντονη έξαρση στο κίτρινο. Περιέχει δηλαδή σε μικρό ποσοστό τις ακτινοβολίες όλων των χρωμάτων και μια πολύ ισχυρή ακτινοβολία κίτρινου χρώματος. Έτσι στα αντικείμενα που φωτίζονται απ' αυτούς τους λαμπτήρες όλα τα χρώματα διακρίνονται, αλλά πολύ λίγο, και το κίτρινο είναι ιδιαίτερα έντονο.

Η φωτεινή απόδοση είναι υψηλή: από 65 lm/W μέχρι 130 lm/W. Η μεγάλη αυτή φωτεινή απόδοση οφείλεται και στο γεγονός ότι το κίτρινο χρώμα, που παράγεται από την εκκένωση στους ατμούς νατρίου, βρίσκεται πολύ κοντά στο σημείο της μεγαλύτερης ευαισθησίας του ανθρώπινου ματιού. Επομένως η ισχύς της ακτινοβολίας είναι περισσότερο ορατή, σε σύγκριση με ακτινοβολίες άλλων χρωμάτων, αντιστοιχεί δηλαδή σε περισσότερα lumen.

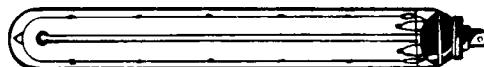
Η διάρκεια ζωής είναι 9.000 h περίπου.

Οι λαμπτήρες αυτοί είναι κατάλληλοι για φωτισμό μεγάλων λεωφόρων και άλλων υπαιθρίων χώρων στους οποίους δεν έχομε απαιτήσεις σωστής αποδόσεως των χρωμάτων. Το κίτρινο χρώμα επιτρέπει να βλέπουμε καλύτερα στην ομίχλη (γι' αυτό άλλωστε χρησιμοποιούνται και λαμπτήρες που παράγουν φως κίτρινου χρώματος και στα φανάρια ομίχλης των αυτοκινήτων).

Οι λαμπτήρες ατμών νατρίου υψηλής πιέσεως λειτουργούν με τη βοήθεια ειδικού εκκινητή, αλλά υπάρχει και ένας τύπος που δεν χρειάζεται εκκινητή.

ζ) Λαμπτήρες ατμών νατρίου χαμηλής πιέσεως.

Σ' αυτούς τους λαμπτήρες η εκκένωση γίνεται σ' ένα γυάλινο σωλήνα που συνήθως έχει σχήμα U και περιβάλλεται από ένα δεύτερο, επίσης γυάλινο περίβλημα (σχ. 13.6ιζ). Στο σωλήνα υπάρχει μίγμα ατμών νατρίου και αερίων νέον και αργόν. Κατά την έναρξη της λειτουργίας η εκκένωση γίνεται μέσω των αερίων και στη συνέχεια μεταπίπτει στους ατμούς νατρίου. Γι' αυτό στην αρχή έχομε ένα ασθενές κοκκινωπό φως και μετά, ένα χρονικό διάστημα 5 έως 10 λεπτών, έχομε την πλήρη φωτεινότητα, με ένα καθαρά μονοχρωματικό κίτρινο φως. Μ' αυτό το φως τα χρώματα δεν διακρίνονται, εκτός φυσικά από το κίτρινο.



Σχ. 13.6ιζ.

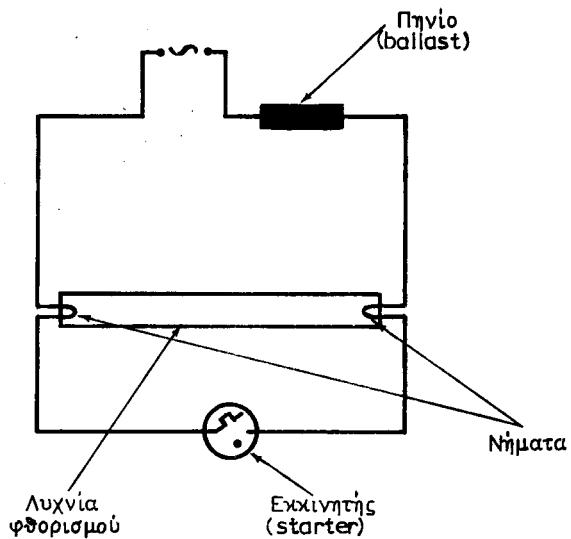
Λαμπτήρας ατμών νατρίου χαμηλής πιέσεως.

Οι λαμπτήρες ατμών νατρίου χαμηλής πιέσεως έχουν την υψηλότερη φωτεινή απόδοση: από 100 lm/W μέχρι 180 lm/W και έχουν διάρκεια ζωής 10.000 h. Είναι κατάλληλοι για φωτισμό τούνελ, προκυμαιών, στον περιφερειακό φωτισμό εργοστασίων κλπ. Χρησιμοποιούνται επίσης στο φωτισμό μεγάλων οδικών αρτηριών, κυρίως επειδή έχουν πολύ μικρότερη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από τους άλλους τύπους λαμπτήρων αλλά και επειδή έχουν καλά αποτελέσματα στην ομίχλη, δεν είναι δύμως καθόλου ευχάριστο το μονοχρωματικό φως τους, αφού π.χ. τα φύλλα των δένδρων δίπλα στους δρόμους φαίνονται σχεδόν μαύρα.

Για τη λειτουργία τους χρειάζεται αυτομετασχηματιστής για να ανυψώνει την τάση. Ο ίδιος αποτελεί συγχρόνως το στραγγαλιστικό πηνίο τους.

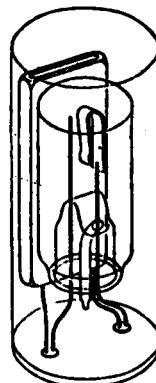
13.7 Ηλεκτρολογικές συνδέσεις και λειτουργία των σωλήνων φθορισμού.

Συμπληρώνομε εδώ όσα έχομε άναφέρει στο κεφάλαιο 4 (παράγραφο 4.9) για τη συνδεσμολογία και τη λειτουργία των σωλήνων φθορισμού. Επαναλαμβάνομε στο σχήμα 13.7α τη συνδεσμολογία του κυκλώματος. Αυτή, εκτός από το σωλήνα φθορισμού, περιλαμβάνει ένα πηνίο (ballast) και ένα εκκινητή (starter). Η εκκένωση μέσα στο σωλήνα φθορισμού γίνεται μεταξύ των δύο νημάτων βολφραμίου, που βρίσκονται στα άκρα του. Τα νήματα αυτά θερμαίνονται, για να είναι ευκολότερη η απόσπαση ηλεκτρονίων απ' αυτά, πράγμα που, όπως έχομε αναφέρει και προηγουμένως, διευκολύνει την εκκένωση. Η θέρμανση, μόλις τροφοδοτηθεί το κύκλωμα και πριν ακόμα αρχίσει η εκκένωση, γίνεται με την κυκλοφορία ρεύματος, όπως θα εξηγήσουμε στη συνέχεια, ενώ μετά την έναρξη της εκκενώσεως προκαλείται απ' αυτήν.



Σχ. 13.7α.

Συνδεσμολογία σωλήνα φθορισμού.



Σχ. 13.7β.

Εκκινητής.

Ο εκκινητής αποτελείται από δύο ηλεκτρόδια, που βρίσκονται σε χώρο με στεγανό περίβλημα, που περιλαμβάνει ένα ευγενές αέριο (σχ. 13.7β). Το ένα από τα δύο ηλεκτρόδια είναι ένα διμεταλλικό έλασμα, που, όταν θερμανθεί, έρχεται σε επαφή με το άλλο ηλεκτρόδιο.

Όταν το διμεταλλικό έλασμα είναι ψυχρό υπάρχει ένα διάκενο μεταξύ των δύο ηλεκτροδίων. Όταν όμως εφαρμοσθεί μια τάση 220 V μετα-

Ξύ των δύο ηλεκτροδίων, γίνεται μια εκκένωση στο διάκενο. Αυτή η εκκένωση είναι πολύ ασθενής και παράγει ασθενικό φως. Λέγεται εκκένωση αίγλης. Όταν η τάση είναι πιο μικρή από ένα όριο (περίπου 150 V) δεν προκαλείται αυτή η εκκένωση.

Η λειτουργία των σωλήνων φθορισμού γίνεται ως εξής: Μόλις τροφοδοτηθεί το κύκλωμα δεν είναι δυνατόν να αρχίσει η εκκένωση στο σωλήνα φθορισμού, επειδή η τάση των 220 V δεν είναι αρκετή γι' αυτό. Η ίδια τάση εμφανίζεται στους ακροδέκτες του εκκινητή. Μ' αυτή την τάση προκαλείται εκκένωση αίγλης στο εσωτερικό του εκκινητή. Αυτή έχει ως αποτέλεσμα να θερμανθεί το διμεταλλικό έλασμα και να έλθει σ' επαφή με το άλλο ηλεκτρόδιο, οπότε σταματάει η εκκένωση. Τώρα περνάει από το κύκλωμα ένα αρκετά ισχυρό ρεύμα, του οποίου η τιμή καθορίζεται από την αντίσταση του πηνίου και των δύο νημάτων. Το ρεύμα αυτό θερμαίνει τα νήματα.

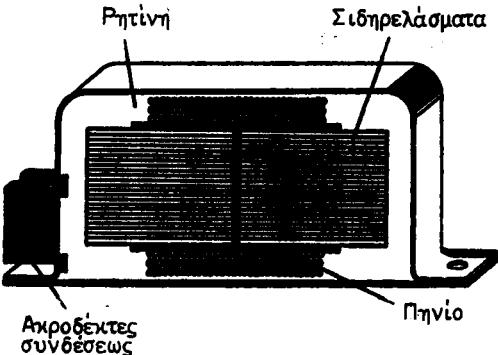
Στον εκκινητή, όπου έχει σταματήσει η εκκένωση, το διμεταλλικό έλασμα ψύχεται και έτσι σε μικρό χρονικό διάστημα επανέρχεται στην αρχική θέση του, ανοίγοντας το κύκλωμα. Η διακοπή του ρεύματος έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία υπερτάσεως από το πηνίο. Αυτή η υπέρταση είναι αρκετή για την έναρξη εκκενώσεως στο σωλήνα φθορισμού, η οποία διατηρείται στη συνέχεια, επειδή όπως γνωρίζομε, όταν δημιουργηθεί μια εκκένωση, αυτή μπορεί και διατηρείται και με μικρότερη τάση.

Το ρεύμα του κυκλώματος καθορίζεται τώρα από τις αντιστάσεις του πηνίου και της εκκενώσεως. Αυτό το ρεύμα δημιουργεί πτώση τάσεως στο πηνίο και έτσι ο σωλήνας φθορισμού λειτουργεί με τάση μικρότερη από την τάση τροφοδοτήσεως (περίπου 100 V ή και μικρότερη).

Ο εκκινητής συνδέεται παράλληλα με το σωλήνα φθορισμού και επομένως έχει στους ακροδέκτες του αυτή την ίδια τάση, με την οποία όμως δεν είναι δυνατή η εκκένωση αίγλης στο εσωτερικό του. Έτσι ο εκκινητής, σε όλη τη διάρκεια της λειτουργίας του σωλήνα φθορισμού δεν συμμετέχει πια.

Παράλληλα με τα ηλεκτρόδια του, ο εκκινητής έχει και ένα μικρό πυκνωτή, που χρησιμεύει για την αποφυγή των ραδιοφωνικών παραστών, που θα προκαλούσε κατά τη στιγμή που το διμεταλλικό έλασμα διακόπτει το κύκλωμα. Αν δεν μπορέσει να δημιουργηθεί εκκένωση στο σωλήνα φθορισμού, επανεμφανίζεται η τάση των 220 V στους ακροδέκτες του εκκινητή και επαναλαμβάνεται η ίδια λειτουργία, μέχρι που να συντελεσθεί η εκκένωση στο σωλήνα φθορισμού.

Το πηνίο έχει πυρήνα από ελάσματα σιδήρου και συνήθως έχει ένα μεταλλικό περίβλημα γεμισμένο με στερεά ρητίνη (σχ. 13.7γ). Τα ελά-



Σχ. 13.7γ.

Στραγγαλιστικό πηνίο (ballast) σε τομή.

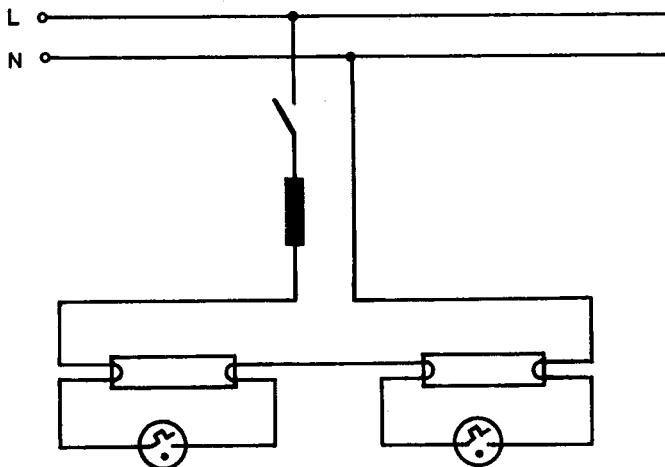
σματα πρέπει να είναι πάρα πολύ καλά σφιγμένα μεταξύ τους, διότι διαφορετικά μπορεί να ταλαντώνονται και να δημιουργούν βόμβο.

Το πηνίο, όπως είδαμε, επιτελεί διπλό σκοπό: προκαλεί την υπέρταση, που επιτρέπει την έναρξη της εκκενώσεως στο σωλήνα φθορισμού, και στη συνέχεια αποτελεί την αντίσταση που είναι απαραίτητο να συνδέεται σε σειρά προς τα ηλεκτρόδια, μεταξύ των οποίων γίνεται η εκκένωση.

Όπως έχομε εξηγήσει, η εκκένωση χωρίς αυτή την αντίσταση θα έτεινε να αποκτήσει ανεξέλεγκτα μεγάλη τιμή του ρεύματος, δηλαδή θα εξελισσόταν σε βραχυκύκλωμα. Το πηνίο, λοιπόν, αποτελεί το στοιχείο που σταθεροποιεί την εκκένωση και περιορίζει το ρεύμα της στην επιθυμητή τιμή. Λέγεται γι' αυτό **στραγγαλιστικό πηνίο**, αφού περιορίζει (στραγγαλίζει) το ρεύμα.

Το πηνίο πρέπει να είναι κατάλληλο για την ισχύ του λαμπτήρα φθορισμού. Για να είναι εύκολη η επιλογή, τα στραγγαλιστικά πηνία αναγράφουν στα ονομαστικά στοιχεία τους την ισχύ του σωλήνα φθορισμού για την οποία είναι κατάλληλα. Επίσης και οι εκκινητές έχουν ορισμένα όρια ισχύος σωλήνων φθορισμού με τους οποίους μπορούν να λειτουργήσουν. Γι' αυτό αναγράφουν στα στοιχεία τους μια περιοχή ισχύων.

Για λόγους οικονομίας μπορεί δύο σωλήνες φθορισμού ίσης ισχύος να συνδεθούν με κοινό στραγγαλιστικό πηνίο, που πρέπει να είναι κατάλληλο για ισχύ ίση με το άθροισμα των ισχύων των δύο σωλήνων φθορισμού (σχ. 13.7δ). Η οικονομία προκύπτει από το γεγονός ότι ένα στραγγαλιστικό πηνίο, π.χ. 36 W, έχει τιμή σημαντικά μικρότερη από το διπλάσιο της τιμής ενός πηνίου 18 W. Η σύνδεση αυτή έχει το μειονέκτημα όλων των συνδέσεων σε σειρά: σε περίπτωση βλάβης του ενός σωλήνα φθορισμού δεν λειτουργούν και οι δύο.



Σχ. 13.7δ.

Σύνδεση δύο σωλήνων φθορισμού με κοινό στραγγαλιστικό πηνίο.

Το στραγγαλιστικό πηνίο έχει μια ωμική και μια επαγωγική αντίσταση. Μάλιστα όσο καλύτερης ποιότητας είναι οι αντιστάσεις αυτές, τόσο μεγαλύτερος είναι ο λόγος της επαγωγικής αντιστάσεως προς την ωμική, αφού μικρότερη ωμική αντίσταση σημαίνει μικρότερη κατανάλωση. Η κατανάλωση του πηνίου αποτελεί απώλεια ισχύος για το σύστημα.

Λόγω της επαγωγικής αντιστάσεως του στραγγαλιστικού πηνίου, το σύνολο σωλήνας φθορισμού - πηνίο αποτελεί ένα επαγωγικό φορτίο και έχει ένα αρκετά χαμηλό συντελεστή ισχύος (συνφ), που συνήθως κυμαίνεται μεταξύ 0,4 με 0,6.

Αν πρόκειται για μικρό αριθμό σωλήνων φθορισμού σε μια εγκατάσταση δεν είναι απαραίτητο να λάβομε ειδικά μέτρα. Αντίθετα αν έχουμε πολλούς σωλήνες φθορισμού θα χρειασθεί να διορθώσουμε το συντελεστή ισχύος, χρησιμοποιώντας πυκνωτές.

Ένας τρόπος είναι να χρησιμοποιήσουμε πυκνωτές σε παράλληλη σύνδεση με τους σωλήνες φθορισμού. Ισχύουν και εδώ όσα έχουμε αναφέρει στην παράγραφο 9.11γ για την περίπτωση της διορθώσεως του συντελεστή ισχύος των κινητήρων. Μπορεί να τοποθετηθεί ένας πυκνωτής για κάθε σωλήνα φθορισμού.

Παραδείγματα:

- Για ένα σωλήνα φθορισμού 36 W με συνφ_τ = 0,4 (που αντιστοιχεί σε: εφφ_τ = 2,29), αν θέλουμε να έχουμε τελικό συνφ_τ = 0,9 (που αντιστοιχεί σε εφφ_τ = 0,46) θα πρέπει να συνδέσουμε παράλληλα μ' αυτόν ένα πυκνωτή με ισχύ:

$Q_c = P (\epsilon\phi_f - \epsilon\phi_r) = 36 \times (2,29 - 0,46) = 65,9 \text{ VAr}$
 ή χωρητικότητα:

$$c = \frac{Q_c}{\omega u^2} = \frac{65,9}{314 \times 220^2} = 4,3 \cdot 10^{-6} \text{ F} \quad \text{ή} \quad c = 4,3 \mu\text{F}$$

Εναλλακτικά μπορούμε να πραγματοποιήσουμε τη διόρθωση του συντελεστή ισχύος ομαδικά, λαμβάνοντας υπόψη το σύνολο της εγκατάστασεως.

2) Εγκατάσταση με σωλήνες φθορισμού συνολικής ισχύος $P_f = 5 \text{ kW}$ με $\epsilon\phi_f = 0,4$ ($\epsilon\phi_f = 2,29$) και με λαμπτήρες πυρακτώσεως $P_n = 4 \text{ kW}$. Επιθυμητό τελικό συνφ. $= 0,9$ ($\epsilon\phi_f = 0,46$)

Η πραγματική ισχύς είναι $P_{ol} = P_f + P_n = 5 + 4 = 9 \text{ kW}$.

Η άεργη ισχύς είναι:

$$Q_{ol} = Q_f = P_f \cdot \epsilon\phi_f = 5 \times 2,29 = 11,5 \text{ kVar}$$

$$\epsilon\phi_{ol} = \frac{Q_{ol}}{P_{ol}} = \frac{11,5}{9} = 1,28$$

απαιτούνται πυκνωτές με συνολική ισχύ:

$$Q_c = P (\epsilon\phi_{ol} - \epsilon\phi_r) = 9 \times (1,28 - 0,46) = 7,38 \text{ kVAr}$$

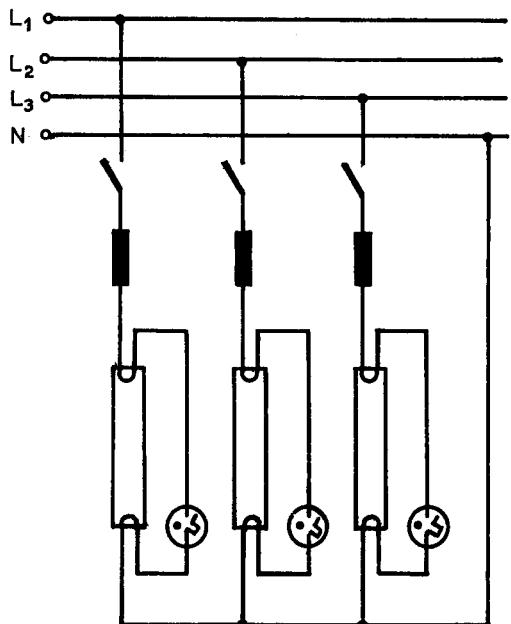
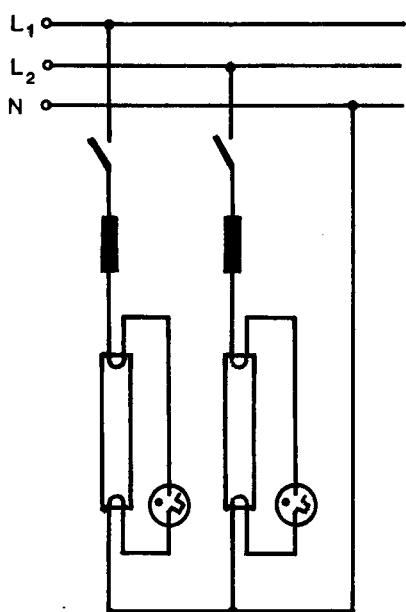
ή χωρητικότητα:

$$c = \frac{Q_c}{\omega u^2} = \frac{7,380}{314 \times 220^2} = 485 \cdot 10^{-6} \text{ F} \quad \text{ή} \quad c = 485 \mu\text{F}$$

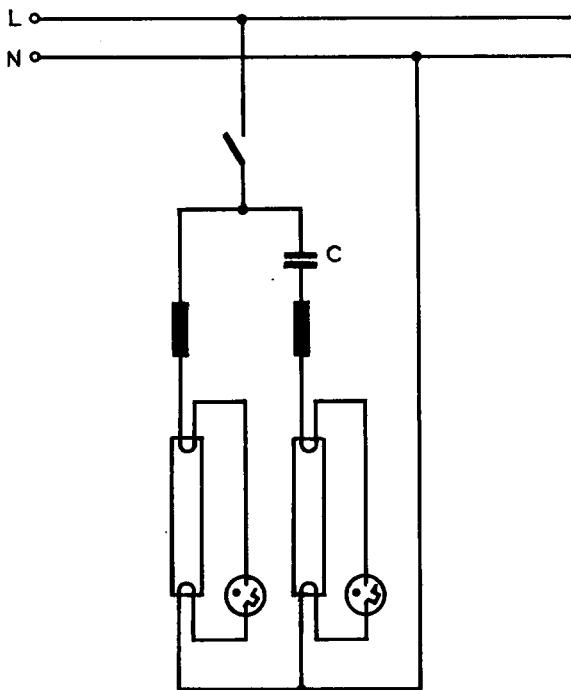
Ένας δεύτερος τρόπος με τον οποίο μπορεί να γίνει η διόρθωση του συντελεστή ισχύος είναι η σύνδεση πυκνωτών σε σειρά με τους μισούς από τους σωλήνες φθορισμού, όπως θα περιγράψουμε πιο κάτω.

Έχουμε αναφέρει ότι οι σωλήνες φθορισμού παρουσιάζουν το στροβισκοπικό φαινόμενο και ότι αυτό μπορεί να προκαλεί κάποια κούραση στα μάτια ή να δημιουργεί λανθασμένες εντυπώσεις, όταν υπάρχουν στο χώρο αντικείμενα που κινούνται με μεγάλη ταχύτητα. Όταν έχουμε πολλούς σωλήνες φθορισμού και όταν υπάρχει η δυνατότητα τροφοδοτήσεως από περισσότερες από μια φάσεις, μπορούμε να εξαλείψουμε αυτό το φαινόμενο. Στο σχήμα 13.7ε φαίνονται οι συνδέσεις με τροφοδότηση από δύο ή από τρεις φάσεις. Με μια τέτοια σύνδεση, ο μ.δενισμός της στιγμιαίας τιμής της τάσεως, και συνέπως και του παραγόμενου φωτός, δεν συμπίπτει χρονικά και το φαινόμενο εξαφανίζεται.

Το στροβισκοπικό φαινόμενο μπορεί να εξαφανισθεί επίσης και με μια μονοφασική τροφοδότηση δύο σωλήνων φθορισμού αν πραγματοποιήσουμε τη σύνδεση του σχήματος 13.7στ (που λέγεται σύνδεση Duo), με την οποία συγχρόνως έχουμε και διόρθωση του συντελεστή ισχύος.

**Σχ. 13.7ε.**

Τροφοδότηση σωλήνων φθορισμού από δύο ή από τρεις φάσεις.

**Σχ. 13.7στ.**

Σύνδεση Δυο δύο σωλήνων φθορισμού.

Σ' αυτή τη σύνδεση έχομε τον ένα σωλήνα φθορισμού συνδεδεμένο, όπως έχομε αναφέρει προηγουμένως. Ο συντελεστής ισχύος (συνφ) έχει επαγγελματικό χαρακτήρα (προπορεία της τάσεως). Ο δεύτερος σωλήνας φθορισμού συνδέεται σε σειρά με ένα πυκνωτή κατάλληλης τιμής, ώστε να έχει και αυτός συντελεστή ισχύος ίσο με το συντελεστή ισχύος του πρώτου σωλήνα φθορισμού, αλλά χωρητικού χαρακτήρα (προπορεία του ρεύματος). Έτσι οι δύο σωλήνες, σε παράλληλη σύνδεση, έχουν συντελεστή ισχύος ίσο με τη μονάδα. Συγχρόνως, αφού ο μηδενισμός της στιγμιαίας τιμής της τάσεως δεν είναι ταυτόχρονος στους δύο σωλήνες, εξαλείφεται το στροβοσκοπικό φαινόμενο. Τα στραγγαλιστικά πηνία αναγράφουν στην πινακίδα τους και το μέγεθος του πυκνωτή που απαιτείται για σύνδεση Duo. Ο πυκνωτής πρέπει να έχει ονομαστική τάση 420 V.

Για να μη μένουν φορτισμένοι οι πυκνωτές μετά το τέλος της λειτουργίας των σωλήνων φθορισμού, χρησιμοποιούμε αντιστάσεις μεγάλης τιμής σε παράλληλη σύνδεση μ' αυτούς. (Τις λέμε αντιστάσεις εκφορτίσεως). Μια αντίσταση 5 MΩ ανά μF πυκνωτών είναι αρκετή γι' αυτό το σκοπό.

Τις πιο συνηθισμένες βλάβες των σωλήνων φθορισμού τις αναφέραμε ήδη στην παράγραφο 4.9. Επειγόντας προσθέτομε ότι η βλάβη που συνήθως συμβαίνει στον εκκινητή, είναι να κολλήσει το διμεταλλικό έλασμα προς το άλλο ηλεκτρόδιο με αποτέλεσμα να μη μπορεί να ανοίξει το κύκλωμα και να διακόψει το ρεύμα. Σ' αυτή την κατάσταση δεν μπορεί φυσικά να αρχίσει η εκκένωση μέσα στο σωλήνα φθορισμού και το ρεύμα που κυκλοφορεί θερμαίνει τα νήματά του και το στραγγαλιστικό πηνίο.

Αν θέλουμε να λειτουργήσει ο σωλήνας φθορισμού χωρίς τον εκκινητή, μπορούμε να φέρομε σ' επαφή τους δύο αγωγούς και μετά από μερικά δευτερόλεπτα να τους απομακρύνουμε. Το ίδιο μπορεί να γίνει μ' ένα διακόπτη, είτε κοινό, είτε, καλύτερα, εφοδιασμένο με ελατήριο που τον ανοίγει (τύπου μπουτόν).

Εκτός από τα στραγγαλιστικά πηνία που αναφέραμε, υπάρχουν και τα λεγόμενα **ηλεκτρονικά ballast**. Αυτά αποτελούνται από ένα ανερθωτή που μετατρέπει το εναλλασσόμενο ρεύμα σε συνεχές και από ένα ταλαντωτή που μετατρέπει το συνεχές και πάλι σε εναλλασσόμενο, αλλά πολύ μεγαλύτερης συχνότητας. Μ' ένα ηλεκτρονικό ballast έχομε μεγαλύτερη απόδοση, κυρίως επειδή έχει μικρότερες απώλειες από ένα συμβατικό. Επίσης εξαλείφεται το στροβοσκοπικό φαινόμενο, αφού τα αναβοσβησίματα του σωλήνα φθορισμού γίνονται με πολύ μεγαλύτερη

συχνότητα και έτσι δεν μπορούν να γίνουν αντιληπτά. Τέλος δεν απαιτείται διόρθωση του συντελεστή ισχύος, διότι λειτουργούν με υψηλό συνφ. Βέβαια το κύριο μειονέκτημά τους είναι η τιμή τους που είναι σημαντικά υψηλότερη από εκείνη των συμβατικών. Τα ηλεκτρονικά ballast μπορούν να λειτουργήσουν και με συνεχές ρεύμα.

13.8 Μελέτη φωτισμού εσωτερικών χώρων. Μέθοδος υπολογισμού με βάση το συντελεστή χρησιμοποιήσεως.

Όπως έχομε αναφέρει (παράγρ.13.1), η μελέτη φωτισμού ενός χώρου αποσκοπεί στον καθορισμό του είδους, των θέσεως και της ισχύος των φωτιστικών σωμάτων που θα χρειασθούν για να φωτισθεί ικανοποιητικά αυτός ο χώρος. Μια τέτοια μελέτη αποτελεί ένα συνδυασμό επιλογών και υπολογισμών.

Το είδος του φωτισμού (άμεσος, ημιάμεσος, μικτός, ημιέμμεσος ή έμμεσος), οι θέσεις των φωτιστικών σωμάτων και το είδος των λαμπτήρων (πυρακτώσεως ή φθορισμού) επιλέγονται με βάση όσα έχομε αναφέρει έως τώρα. Η ισχύς των λαμπτήρων αποτελεί αντικείμενο υπολογισμού, όπως θα περιγράψουμε αμέσως παρακάτω.

Από τα αποτελέσματα αυτού του υπολογισμού είναι ενδεχόμενο να χρειασθεί και η επανεξέταση των επιλογών, καθώς και νέος υπολογισμός. Αυτό μπορεί να επαναληφθεί μερικές φορές, ώστε να βρεθεί ικανοποιητική λύση.

Αν δηλαδή με την αρχική επιλογή των θέσεων, άρα και του αριθμού των φωτιστικών σωμάτων, προκύψει ότι σε καθένα απ' αυτά θα πρέπει να τοποθετηθούν λαμπτήρες πολύ μεγάλης ή πολύ μικρής ισχύος, θα πρέπει να γίνει μια νέα δοκιμή με άλλα δεδομένα, δηλαδή με άλλο αριθμό φωτιστικών σωμάτων ή και με άλλο είδος φωτισμού.

Εκείνο που χρειάζεται να υπολογισθεί είναι ο γενικός φωτισμός του χώρου. Τυχόν απαιτήσεις αυξημένου φωτισμού σε ορισμένες περιοχές (θέσεις εργασίας) αντιμετωπίζονται χωριστά με τοπικό φωτισμό.

Σκοπός της μελέτης είναι να επιτύχουμε το φωτισμό (lux) που απαιτείται για το συγκεκριμένο χώρο, σύμφωνα με τον πίνακα 13.5.1. Ο φωτισμός (lux) συνήθως ορίζεται στο επίπεδο εργασίας, δηλαδή σ' ένα οριζόντιο επίπεδο σε ύψος 0,85 m από το δάπεδο. Πρόκειται, για την ακρίβεια, για τη μέση τιμή του φωτισμού. Από το φωτισμό E (lux) και το εμβαδόν της κατόψεως του χώρου S (m^2), βρίσκουμε τη συνολική φωτεινή ροή Φ_η (lm) που χρειάζεται να πέφτει στο επίπεδο εργασίας:

$$\Phi_\eta = E \cdot S$$

Η Φ_η είναι η ωφέλιμη φωτεινή ροή. Η συνολική φωτεινή ροή Φ_0 που παράγεται από τους λαμπτήρες δεν φθάνει όλη στο επίπεδο εργασίας. Έτσι έχομε ένα συντελεστή χρησιμοποιήσεως η , που εκφράζει πόσο μέρος της συνολικά παραγόμενης φωτεινής ροής αξιοποιείται, δηλαδή φθάνει στο επίπεδο εργασίας.

$$\eta = \frac{\Phi_\eta}{\Phi_0} \quad (\eta < 1)$$

Για χονδρικές εκτιμήσεις της φωτεινής ροής Φ_0 μπορούμε να δεχθούμε τις ακόλουθες τιμές του συντελεστή χρησιμοποιήσεως, ανάλογα με το είδος φωτισμού:

ΠΙΝΑΚΑΣ 13.5.1

<u>Είδος φωτισμού</u>	<u>Συντελεστής χρησιμοποιήσεως</u>
Άμεσος	0,45
Ημιάμεσος	0,40
Μικτός	0,35
Ημιέμμεσος	0,25
Έμμεσος	0,20

Για ακριβέστερη εκτίμηση, θα πρέπει να προσδιορίσουμε το συντελεστή χρησιμοποιήσεως για κάθε συγκεκριμένη περίπτωση λαμβάνοντας υπόψη τους επί μέρους παράγοντες που τον επηρεάζουν.

Από τις διάφορες μεθόδους προσδιορισμού του συντελεστή χρησιμοποιήσεως, θα περιγράψουμε, σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα, τη μέθοδο που υποδεικνύεται από τα συγγράμματα "Technique de l'éclairage" του J. Jansen και "Eclairage" των J. Favié, C. Damen, G. Hietbrink και N. Quaedflieg.

Ας δούμε λοιπόν ποιοι είναι οι παράγοντες που διαμορφώνουν το συντελεστή χρησιμοποιήσεως η .

- Πρώτα - πρώτα από κάθε φωτιστικό σώμα δεν εκπέμπεται το σύνολο της φωτεινής ροής που παράγεται από το λαμπτήρα ή τους λαμπτήρες που υπάρχουν μέσα σ' αυτό. Έτσι έχομε ένα βαθμό αποδόσεως ν του φωτιστικού σώματος, που εξαρτάται από το σχέδιο του και από τα υλικά από τα οποία είναι κατασκευασμένο. Είναι ένα μέγεθος που έχει τιμές μεταξύ 60% και 95% με πιο συνηθισμένη περιοχή μεταξύ 80% και 90%. Βαθμό αποδόσεως 100% έχουν μόνο οι γυμνοί λαμπτήρες.

- Από τη συνολική φωτεινή ροή που εκπέμπεται από τα φωτιστικά σώματα που υπάρχουν σ' ένα χώρο, ένα μέρος φθάνει απευθείας στο επίπεδο εργασίας (εκτός από την περίπτωση έμμεσου φωτισμού, στον οποίο δεν έχουμε ακτινοβολία προς τα κάτω). Το υπόλοιπο πέφτει στις επιφάνειες των τοίχων και της οροφής, και μετά από μια ή περισσότερες ανακλάσεις ένα μέρος της φθάνει στο επίπεδο εργασίας.

Γνωρίζουμε ότι σε κάθε ανάκλαση που γίνεται σε μια επιφάνεια, έχουμε και μια απορρόφηση. Δηλαδή η φωτεινή ροή που εκπέμπεται από μια επιφάνεια είναι μικρότερη από την προσπίπτουσα. Ο λόγος αυτών των δύο μεγεθών είναι ο συντελεστής ανακλάσεως τ της επιφάνειας που είναι πάντοτε μικρότερος από τη μονάδα.

Παράγοντες που επηρεάζουν είναι:

- Η φωτομετρική καμπύλη του φωτιστικού σώματος (ή των φωτιστικών σωμάτων).
- Οι αναλογίες του χώρου.
- Οι συντελεστές ανακλάσεως των επιφανειών τοίχων και οροφής.

Συγκεκριμένα οι δύο πρώτοι παράγοντες αναφέρονται στον τρόπο με τον οποίο το φως φθάνει στο επίπεδο εργασίας (δηλαδή κατά ποιο ποσοστό φθάνει απευθείας και κατά ποιο μέσω ανακλάσεων και μάλιστα μέσω πόσων ανακλάσεων). Ο τρίτος αναφέρεται στην απορρόφηση της φωτεινής ροής σε κάθε ανάκλασή της.

Ο συντελεστής χρησιμοποιήσεως δίνεται σε μια σειρά από πίνακες. Κάθε πίνακας αντιστοιχεί σ' ένα τύπο φωτιστικού σώματος, δηλαδή με μια συγκεκριμένη μορφή φωτομετρικής καμπύλης και έναν ορισμένο βαθμό αποδόσεως.

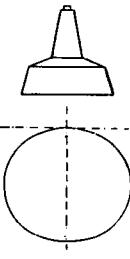
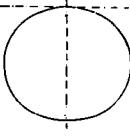
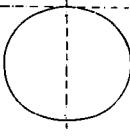
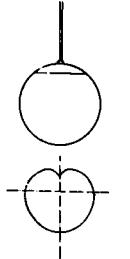
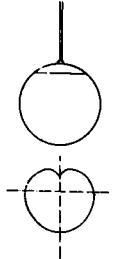
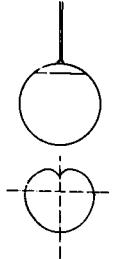
Στους πίνακες 13.8.1 και 13.8.2 δίνομε τις πιο αντιπροσωπευτικές περιπτώσεις για τρία φωτιστικά σώματα με λαμπτήρες πυρακτώσεως και τρία με σωλήνες φθορισμού.

Σ' αυτούς τους πίνακες είναι:

- r_{op} και r_t οι συντελεστές ανακλάσεως της οροφής και των τοίχων αντιστοίχως.
 - k ο συντελεστής αναλογιών.
 - v ο συντελεστής αποδόσεως των φωτιστικών σωμάτων (δίνεται ενδεικτικά, αφού ο συντελεστής χρησιμοποιήσεως περιλαμβάνει και το συντελεστή v . Επίσης στους πίνακες περιέχεται η κατανομή της φωτεινής ροής, πάνω και κάτω από το οριζόντιο επίπεδο).
- Οι συντελεστές r_{op} και r_t εξαρτώνται από τα χρώματα των επιφανειών: Θα πρέπει να πάρομε τις ακολουθες τιμές:

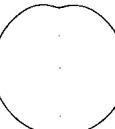
ΠΙΝΑΚΑΣ 13.8.1

Συντελεστής χρησιμοποιήσεως φωτεινής ροής

Λαμπτήρες πυρακτώσεως											Συντελεστής υποβαθμίσεως			
Σχέδιο φωτιστικού Φωτομετρική καμπύλη	γ %	k $\frac{\Gamma_{\text{ρ}}}{\Gamma_{\text{τ}}}$	0,7			0,5			0,3			Έτη καθαρισμού		
			0,5	0,3	0,1	0,5	0,3	0,1	0,5	0,3	0,1	1	2	3
 ΑΜΕΣΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ	 80	0	1	0,27	0,21	0,17	0,26	0,21	0,17	0,26	0,21	0,17		
		1,2	0,32	0,26	0,21	0,31	0,25	0,21	0,30	0,25	0,21			
		1,5	0,38	0,32	0,27	0,37	0,32	0,27	0,36	0,31	0,27			
		2,5	0,51	0,46	0,42	0,50	0,46	0,42	0,49	0,45	0,42			
		5	0,64	0,60	0,57	0,63	0,60	0,57	0,62	0,60	0,57			
	 80	10	0,72	0,70	0,68	0,71	0,69	0,67	0,71	0,69	0,67			
		Για ένα φωτιστικό στο κέντρο												
		1	0,29	0,23	0,19	0,28	0,23	0,19	0,28	0,23	0,19			
		1,2	0,35	0,29	0,25	0,34	0,29	0,25	0,33	0,28	0,25			
		1,5	0,42	0,37	0,33	0,41	0,36	0,33	0,41	0,36	0,33			
 ΔΙΑΧΥΤΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ	 79	35	1	0,20	0,15	0,12	0,18	0,13	0,10	0,15	0,11	0,09		
		1,2	0,24	0,18	0,15	0,21	0,16	0,13	0,17	0,14	0,11			
		1,5	0,28	0,23	0,19	0,24	0,20	0,16	0,21	0,17	0,14			
		2,5	0,39	0,33	0,29	0,33	0,29	0,25	0,28	0,25	0,22			
		5	0,50	0,45	0,42	0,43	0,40	0,37	0,37	0,34	0,32			
	 44	10	0,57	0,54	0,51	0,50	0,48	0,46	0,43	0,41	0,40			
		Για ένα φωτιστικό στο κέντρο												
		1	0,21	0,16	0,12	0,18	0,14	0,11	0,15	0,12	0,09			
		1,2	0,25	0,19	0,16	0,21	0,17	0,14	0,18	0,14	0,12			
		1,5	0,30	0,24	0,20	0,26	0,21	0,18	0,22	0,18	0,15			
		2	0,36	0,31	0,27	0,32	0,27	0,24	0,27	0,24	0,21			

(συνεχίζεται)

(συνέχεια πίνακα 13.8.1)

ΕΜΜΕΣΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ  	80	1	0,19	0,15	0,12	0,13	0,11	0,09	0,08	0,06	0,05	Μικρή ρύπανση
		1,2	0,23	0,19	0,16	0,16	0,13	0,11	0,09	0,08	0,07	
		1,5	0,27	0,23	0,20	0,19	0,16	0,14	0,11	0,09	0,08	
		2,5	0,35	0,32	0,29	0,25	0,22	0,21	0,15	0,13	0,12	
	80	5	0,45	0,42	0,40	0,31	0,30	0,28	0,19	0,18	0,17	1,35 1,55 X
		10	0,50	0,49	0,47	0,35	0,34	0,34	0,21	0,21	0,20	Μεσαία ρύπανση
		Για ένα φωτιστικό στο κέντρο										
		1	0,19	0,15	0,13	0,14	0,11	0,09	0,08	0,07	0,06	1,65 2,15 X
	0	1,2	0,23	0,19	0,16	0,16	0,14	0,12	0,10	0,08	0,07	Μεγάλη ρύπανση
		1,5	0,28	0,24	0,20	0,19	0,17	0,15	0,11	0,10	0,09	X X X
		2	0,33	0,29	0,26	0,23	0,21	0,19	0,14	0,13	0,11	

- Λευκό και πολύ ανοιχτόχρωμο 0,7
- Ανοιχτόχρωμο 0,5
- Μεσαία χρώματα 0,3
- Σκούρα χρώματα 0,1

Για τους τοίχους που έχουν ανοίγματα (που, φυσικά, δεν ανακλούν) ή κουρτίνες σε πιο σκούρο χρώμα θα έπρεπε να πάρομε μια μέση τιμή του συντελεστή ανακλάσεως. Συνήθως τον παίρνουμε κατά μια ή δύο βαθμίδες χαμηλότερο από εκείνον που θα αντιστοιχούσε στο χρώμα τους.

Ο συντελεστής αναλογιών του χώρου δίνεται από τη σχέση:

$$k = \frac{2l + 8w}{10h}$$

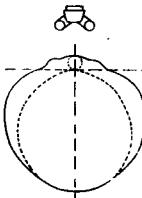
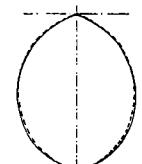
όπου l το μήκος του χώρου, w το πλάτος του χώρου και h το ύψος από το επίπεδο εργασίας.

Σε επιμήκεις χώρους το l το παίρνουμε το πολύ ίσο με το 5 w.

- Το h για άμεσο ή ημιάμεσο φωτισμό είναι το ύψος των φωτιστικών σωμάτων από το επίπεδο εργασίας (που είναι σε 0,85 m από το δάπεδο), για τον ημιέμμεσο και τον έμμεσο φωτισμό είναι το

ΠΙΝΑΚΑΣ 13.8.2

Συντελεστής χρησιμοποίησεως φωτεινής ροής

Σχέδιο φωτιστικού Φωτομετρική καμπύλη	γ %	k Γ _ρ Γ _π	Σωλήνες φθορισμού									Συντελεστής υποβαθμίσεως			
			0,7			0,5			0,3			Έπι Καθαρισμού			
			0,5	0,3	0,1	0,5	0,3	0,1	0,5	0,3	0,1	1	2	3	
ΑΜΕΣΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ 	16 ↑ 97	1	0,30	0,24	0,19	0,29	0,23	0,18	0,27	0,21	0,17				
		1,2	0,36	0,29	0,24	0,34	0,27	0,23	0,31	0,26	0,22				
		1,5	0,42	0,35	0,30	0,40	0,34	0,29	0,37	0,32	0,28	Μικρή ρύπανση	X	X	
		2,5	0,57	0,51	0,45	0,54	0,48	0,44	0,51	0,46	0,42				
		5	0,71	0,66	0,62	0,67	0,63	0,60	0,64	0,60	0,57				
	↓ 81	10	0,80	0,77	0,74	0,77	0,74	0,71	0,73	0,71	0,69	Μεσαία ρύπανση			
		Για ένα φωτιστικό στο κέντρο										1,35	1,55	1,75	
		1	0,32	0,26	0,21	0,30	0,25	0,20	0,29	0,23	0,20				
		1,2	0,38	0,32	0,27	0,36	0,30	0,26	0,34	0,29	0,25	Μεγάλη ρύπανση			
		1,5	0,46	0,40	0,35	0,44	0,38	0,34	0,42	0,37	0,33				
	ΑΜΕΣΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ Περιστερών 	0 ↑ 60	2	0,57	0,51	0,47	0,54	0,49	0,45	0,51	0,47	0,43			
			1	0,24	0,21	0,18	0,24	0,20	0,18	0,24	0,20	0,18			
			1,2	0,29	0,25	0,22	0,28	0,24	0,22	0,28	0,24	0,22	Μικρή ρύπανση		
			1,5	0,34	0,30	0,27	0,33	0,30	0,27	0,33	0,29	0,27			
			2,5	0,43	0,40	0,38	0,43	0,40	0,38	0,42	0,40	0,38	1,30	1,45	1,65
		↓ 60	5	0,51	0,49	0,48	0,51	0,49	0,47	0,50	0,49	0,47	Μεσαία ρύπανση		
			10	0,56	0,54	0,53	0,55	0,54	0,53	0,55	0,54	0,53	1,55	1,90	2,15
			Για ένα φωτιστικό στο κέντρο												
			1	0,27	0,23	0,21	0,26	0,23	0,21	0,26	0,23	0,21			
			1,2	0,32	0,29	0,26	0,32	0,28	0,26	0,31	0,28	0,26	Μεγάλη ρύπανση	X	X
		60	1,5	0,39	0,36	0,33	0,38	0,35	0,33	0,38	0,35	0,33			
			2	0,46	0,44	0,42	0,46	0,44	0,42	0,45	0,44	0,42			

(συνεχίζεται)

ΗΜΙΕΜΜΕΣΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ	51	1	0,24	0,19	0,15	0,20	0,16	0,13	0,16	0,13	0,11	Μικρή ρύπανση	
		1,2	0,28	0,23	0,19	0,23	0,19	0,16	0,19	0,16	0,13		
		1,5	0,33	0,28	0,24	0,28	0,23	0,20	0,22	0,19	0,17		
		2,5	0,44	0,39	0,35	0,37	0,33	0,30	0,30	0,27	0,25		
		5	0,55	0,51	0,48	0,46	0,44	0,41	0,38	0,36	0,34		
	85	10	0,62	0,59	0,57	0,52	0,51	0,49	0,43	0,42	0,41	Μεσαία ρύπανση	
		Για ένα φωτιστικό στο κέντρο											
		1	0,25	0,20	0,16	0,21	0,17	0,14	0,17	0,14	0,12		
		1,2	0,29	0,24	0,20	0,25	0,21	0,18	0,20	0,17	0,15		
		1,5	0,35	0,30	0,26	0,29	0,25	0,23	0,24	0,21	0,19		
	34	2	0,42	0,37	0,34	0,35	0,32	0,29	0,29	0,27	0,25	X X X	

ύψος της οροφής από το επίπεδο εργασίας και για το μικτό (διάχυτο) φωτισμό είναι ο μέσος όρος των δύο προηγουμένων τιμών.
Αν το k προκύπτει μεγαλύτερο από 10, το παίρνομε ίσο με 10.

- Τέλος πρέπει να λάβομε υπόψη ότι ο υπολογισμός της απαιτούμενης συνολικής ροής με βάση τους παράγοντες που προαναφέραμε έχει σχέση με την εγκατάσταση, όπως θα είναι αμέσως μετά από την κατασκευή της. Όμως, με την πάροδο του χρόνου, έχομε μια υπόβαθμιστή της, που οφείλεται στη ρύπανση των φωτιστικών σωμάτων από σκόνες ή άλλες ουσίες που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα του συγκεκριμένου χώρου. Έτσι έχομε ένα συντελεστή d , που μας δίνει μια προσαύξηση που πρέπει να γίνει στην τιμή της φωτεινής ροής, για να ληφθεί υπόψη η ρύπανση των φωτιστικών σωμάτων. Ο συντελεστής d εξαρτάται από το σχήμα του φωτιστικού σώματος και είναι συνάρτηση του βαθμού ρυπάνσεως του χώρου καθώς και του χρόνου (σε έτη) στον οποίο γίνεται ο καθαρισμός τους. Ο συντελεστής d δίνεται από τους ίδιους πίνακες.

Με βάση τα παραπάνω, η συνολική απαιτούμενη φωτεινή ροή είναι:

$$\Phi_o = \frac{E \cdot S \cdot d}{\eta}$$

Εφαρμογή 1.

Σ' ένα δωμάτιο διαστάσεων 3 m x 4 m και ύψους 3 m θέλομε να επιτύχουμε ένα γενικό φωτισμό 100 lx, χρησιμοποιώντας ένα φωτιστικό

σώμα διάχυτου φωτισμού, σαν αυτό του πίνακα 13.8.1 (μεσαίο τμήμα), το οποίο θα βρίσκεται στο κέντρο του δωματίου και 0,5 m κάτω από την οροφή. Υποθέτομε ότι ο καθαρισμός θα γίνεται κάθε έτος. Ζητούμε την ισχύ του λαμπτήρα πυρακτώσεως που θα τοποθετηθεί. Η οροφή και οι τοίχοι έχουν λευκό χρώμα.

Έτσι θα πάρομε $r_{op} = 0,7$ και $r_t = 0,5$ (επειδή θα υπάρχουν ανοίγματα στους τοίχους καθώς και κουρτίνες κάπως πιο σκούρου χρώματος).

Είναι $l = 4 \text{ m}$, $w = 3 \text{ m}$ και

$$h = \frac{1}{2} [(3,0 - 0,85) + (3,0 - 0,5 - 0,85)] = 1,90 \text{ m}$$

$$k = \frac{2 \times 4 + 8 \times 3}{10 \times 1,9} = 1,68$$

Από τον πίνακα 13.8.1 (για ένα φωτιστικό διάχυτου φωτισμού στο κέντρο του δωματίου) θα έχομε:

$$\text{για } k = 1,5 \quad \eta = 0,30$$

$$\text{για } k = 2 \quad \eta = 0,36$$

Προκύπτει: για $k = 1,68 \quad \eta = 0,32$

Από τον ίδιο πίνακα $d = 1,25$

Είναι:

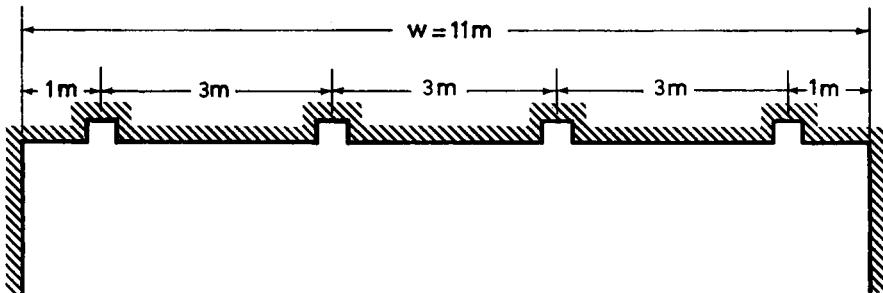
$$\Phi_o = \frac{E \cdot S \cdot d}{\eta} = \frac{100 \times 12 \times 1,25}{0,32} = 4.685 \text{ lm}$$

Από τον πίνακα 13.6.1 βρίσκομε ότι πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένας λαμπτήρας πυρακτώσεως 300 W, που δίνει φωτεινή ροή $\Phi = 4.750 \text{ lm}$.

Εφαρμογή 2.

Φωτισμός μιας αίθουσας γραφείων διαστάσεων 11 m x 15 m και ύψους 4m, για την οποία απαιτείται φωτισμός 500 lx. Αποφασίζεται ότι η αίθουσα θα φωτισθεί με τέσσερις σειρές λαμπτήρων φθορισμού, τοποθετημένες σ' όλο το μήκος της αίθουσας. Οι λαμπτήρες θα είναι τοποθετημένοι σε εσοχή της οροφής και από κάτω θα υπάρχουν περσίδες διαχύσεως του φωτός. Μ' αυτή τη διάταξη (σχ. 13.8a) θα έχομε ικανοποιητική ομοιομορφία φωτισμού.

Στο μήκος κάθε σειράς θα τοποθετηθούν 12 σωλήνες μήκους 1,20 m (το υπόλοιπο από τα 14,4 m μέχρι το συνολικό μήκος των 15m χρειάζεται για τις λυχνιολαβές). Υποτίθεται ότι οι συντελεστές ανακλάσεως είναι $r_{op}=0,7$ και $r_t=0,3$. Αυτό που ζητούμε από τον υπολογισμό είναι το πλήθος των σωλήνων φθορισμού που θα τοποθετηθούν, ο ένας δίπλα στον άλλον, σε κάθε εγκοπή της οροφής (δηλαδή σε κάθε σειρά).



Σχ. 13.8α.

Εφαρμογή 2. Διάταξη λαμπτήρων.

Για λόγους καταλληλότητας του φωτός έχομε επιλέξει σωλήνες φθορισμού λευκού φωτός που έχουν, σύμφωνα με τα στοιχεία ενός αριστερού κατασκευαστή, φωτεινή απόδοση 80 lm/W .

Έχομε:

$$l = 15 \text{ m}, \quad w = 11 \text{ m} \quad \text{και} \quad h = 4 - 0,85 = 3,15 \text{ m}$$

Στον πίνακα 13.8.2 για φωτιστικό με περσίδες έχομε:

$$\text{για } k = 3 \quad \eta = 0,40$$

$$\text{για } k = 4 \quad \eta = 0,49$$

Προκύπτει: $\text{για } k = 3,75 \quad \eta = 0,45$

Δεχόμαστε για το συγκεκριμένο χώρο συνθήκες ελαφρής ρυπάνσεως και καθαρισμό κάθε 2 έτη, οπότε $d=1,45$.

Για $E = 500 \text{ lx}$ και $S = 11 \times 15 = 165 \text{ m}_2$ έχομε:

$$\Phi_o = \frac{E \cdot S \cdot d}{\eta} = \frac{500 \times 165 \times 1,45}{0,45} = 266.000 \text{ lm}$$

$$P = \frac{266.000}{80} = 3.325 \text{ W}$$

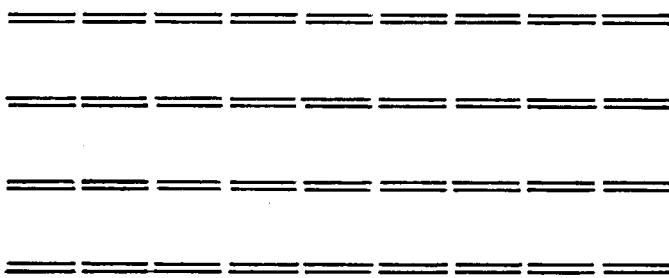
Η ισχύς κάθε σωλήνα φθορισμού μήκους $1,20 \text{ m}$ είναι 36 W , άρα θα χρειασθούν:

$$\frac{3.325}{36} = 92 \text{ λαμπτήρες ή 23 σε κάθε σειρά}$$

Θα χρειασθεί επομένως να τοποθετηθούν σε κάθε σειρά διπλοί λαμπτήρες (σχ. 13.8β) και θα έχομε 24 λάμπες σε κάθε σειρά ή 96 λάμπες στο σύνολο.

13.9 Εξωτερικός φωτισμός.

Ο φωτισμός των υπαιθρίων χώρων (όπως δρόμοι, πλατείες, στάδια, γήπεδα, προκυμαίες κλπ) είναι άμεσος φωτισμός (αφού δεν θα είχε



Σχ. 13.8β.

Εφαρμογή 2. Δύο σωλήνων φθορισμού σε κάθε σειρά.

νόημα να στέλνει κανείς φως προς τα πάνω, που θα πήγαινε χαμένο). Στις περισσότερες περιπτώσεις οι ανακλάσεις είναι πολύ περιορισμένες, ακόμα και όταν πρόκειται για στενούς δρόμους με σπίτια γύρω. Ο συντελεστής ανακλάσεως των προσόψεων των σπιτιών είναι συνήθως μικρός, αν ληφθεί υπόψη ότι οι εξωτερικοί τοίχοι, ακόμα κι αν στην αρχή είναι ανοικτόχρωμοι, αποκτούν με τα χρόνια πιο σκούρο χρώμα εξαιτίας της ρυπάνσεώς τους από τη σκόνη και τα καυσαέρια.

Καθώς υπάρχουν σε μια φωτιστική εγκατάσταση εξωτερικού χώρου περισσότερες από μια φωτεινές πηγές, κάθε σημείο της φωτιζόμενης περιοχής δέχεται φως από διάφορες πηγές. Αφού, όπως αναφέραμε, δεν υπάρχουν, αξιόλογες τουλάχιστον, ανακλάσεις, ο φωτισμός κάθε σημείου υπολογίζεται ως το άθροισμα του φωτισμού (*lux*) που δέχεται το σημείο αυτό από τις φωτεινές πηγές που βρίσκονται στην περιοχή του. (Απομακρυσμένες φωτεινές πηγές που συμβάλλουν πολύ λίγο δεν λαμβάνονται υπόψη).

Εδώ σημειώνομε ότι μας ενδιαφέρει ο φωτισμός στο ύψος του εδάφους (και όχι στο επίπεδο εργασίας, όπως στον εσωτερικό φωτισμό). Έχει σημασία κυρίως ο φωτισμός που δέχεται το οριζόντιο επίπεδο, που λέγεται και **οριζόντιος φωτισμός**. Επίσης ενδιαφέρει και ο φωτισμός που δέχεται ένα κατακόρυφο επίπεδο, που λέγεται **κατακόρυφος φωτισμός**. Αυτός είναι απαραίτητος για να μπορούμε να βλέπομε την επιφάνεια των αντικειμένων που βρίσκονται μπροστά μας και να διαβάζομε τις πινακίδες.

Το μικρότερο ενδιαφέρον που παρουσιάζει ο υπολογισμός του κατακόρυφου φωτισμού δεν οφείλεται στο ότι αυτός έχει μικρότερη σημασία, αλλά στο ότι, σε μια συνήθη φωτιστική εγκατάσταση εξωτερικού χώρου και χωρίς να λάβομε ειδικά μέτρα για την εξασφάλιση επαρκούς κατακόρυφου φωτισμού, αυτός έχει ικανοποιητική τιμή, εξαιτίας της διασποράς των φωτιστικών σωμάτων.

Ας δούμε ποιες είναι οι απαιτήσεις για τους εξωτερικούς φωτισμούς. Αυτές δεν είναι οι ίδιες, ούτε ποσοτικά ούτε ποιοτικά, για όλα τα είδη των υπαιθρίων χώρων. Εδώ θα αναφερθούμε περισσότερο στους φωτισμούς δρόμων και πλατειών.

- Η μέση τιμή του "οριζόντιου φωτισμού" στο επίπεδο του εδάφους δεν πρέπει να είναι μικρότερη από μια οριακή τιμή, που εξαρτάται βέβαια από το είδος του δρόμου κλπ. Ως τάξη μεγέθους αναφέρομε ότι η τιμή αυτή βρίσκεται μεταξύ 5 lx και 40 lx. Για τα στάδια και τα γήπεδα ο φωτισμός πρέπει να είναι πολύ ισχυρότερος: συνιστώνται τιμές μεταξύ 100 lx και 400 lx ή ακόμη και 500 lx.
- Ο φωτισμός πρέπει να παρουσιάζει ομοιομορφία, δηλαδή δεν πρέπει να υπάρχουν πάρα πολύ μεγάλες διαφορές στο φωτισμό (lux) μεταξύ των περισσότερο και των λιγότερο φωτισμένων σημείων. Η ομοιομορφία εκφράζεται από το λόγο $\frac{E_{\text{min}}}{E_{\mu}}$ (E_{min} ο φωτισμός στο λιγότερο φωτισμένο σημείο, E_{μ} η μέση τιμή του φωτισμού). Ανάλογα με το είδος του δρόμου ορίζεται η ελάχιστη επιτρεπόμενη ομοιομορφία. Σε δρόμους με υψηλές απαιτήσεις μπορεί να επιβάλλεται ομοιομορφία όχι μικρότερη από 1:2, ενώ όταν οι απαιτήσεις είναι μικρότερες, γίνονται δεκτές τιμές μέχρι 1:4 ή ακόμα και 1:5.

Η ομοιομορφία του φωτισμού ενός δρόμου ή ενός υπαίθριου χώρου γενικότερα, εξαρτάται από τη σχέση του ύψους τοποθετήσεως των φωτιστικών σωμάτων προς τις αποστάσεις μεταξύ τους και, βέβαια, και από τη φωτομετρική καμπύλη τους. Όσο ο λόγος ύψους προς αποστάσεις είναι μεγαλύτερος, τόσο μεγαλύτερη ομοιομορφία έχουμε.

Εκείνο που έχει πολύ μεγάλη σημασία στους δρόμους, είναι να μην έχουμε απότομες μεταπτώσεις στο φωτισμό. Αν κάπου τελειώνει το φωτιζόμενο τμήμα ενός δρόμου, θα πρέπει κοντά στο τέλος να ελαττώνεται προοδευτικά ο φωτισμός. Αυτός είναι επίσης ο λόγος για τον οποίο, σε μια σήραγγα, που φωτίζεται και στη διάρκεια της ημέρας, πρέπει να υπάρχει στα άκρα της, φωτισμός πολύ ισχυρότερος από το φωτισμό του υπόλοιπου μέρους της, ώστε να μην έχουμε απότομη μετάπτωση από το εξωτερικό, που έχει το ηλιακό φως, στο εσωτερικό που, όσο ισχυρά κι αν φωτίζεται, έχει πολύ χαμηλότερο φωτισμό. Αυτός ο φωτισμός των άκρων πρέπει να σβήνει κατά τη διάρκεια της νύκτας.

- Ο φωτισμός (I_{lx}) σε κατακόρυφο επίπεδο (κατακόρυφος φωτισμός) πρέπει επίσης να έχει την τιμή που να επιτρέπει την ευχερή ανάγνωση των πινακίδων και τη διάκριση των διαφόρων αντικειμένων που βρίσκονται στο ύψος μας. Η τιμή του επιτρέπεται να είναι λίγο μικρότερη από εκείνην του οριζόντιου φωτισμού. Δεν προδιαγράφονται απαιτήσεις για ομοιομορφία του κατακόρυφου φωτισμού.
- Βασικό στοιχείο για το φωτισμό των δρόμων κλπ. είναι η αποφυγή θαμβώσεως των οδηγών. Γι' αυτό το λόγο τα φωτιστικά σώματα τοποθετούνται σε αρκετό ύψος (πράγμα που εξυπηρετεί και στην ομοιομορφία του φωτισμού, όπως αναφέραμε), αλλά επίσης πρέπει να έχουν και κατάλληλη μορφή, ώστε να μην υπάρχουν σημεία τους με μεγάλη λαμπρότητα, που θα ήταν ορατά από τους οδηγούς.
- Τα θέματα της χρωματικής συνθέσεως τα έχομε ήδη αναπτύξει στην περιγραφή των διαφόρων φωτεινών πηγών (παράγρ. 13.6). Επειδή στους εξωτερικούς φωτισμούς μας ενδιαφέρει η υψηλή απόδοση των φωτεινών πηγών, συνήθως γίνεται χρήση λαμπτήρων εικκενώσεως, που όμως έχουν τα προβλήματα της χρωματικής συνθέσεως του φωτός που παράγουν. Μονοχρωματικοί λαμπτήρες χρησιμοποιούνται μόνο σε προκυμαίες, σε προαύλια βιομηχανικών χώρων και σήραγγες και πολύ σπάνια σε υπεραστικούς δρόμους.

Επομένως στους φωτισμούς εξωτερικών χώρων έχομε είτε λαμπτήρες πυρακτώσεως (κυρίως στους φωτισμούς δρόμων των μικρών πόλεων και χωριών, με τοποθέτηση των φωτιστικών σωμάτων στους στύλους του δικτύου διανομής), είτε λαμπτήρες ατμών υδραργύρου και λαμπτήρες ατμών νατρίου υψηλής πιεσεως.

Για τη μελέτη του φωτισμού ενός εξωτερικού χώρου χρειάζεται να υπολογισθεί ο οριζόντιος φωτισμός σ' ένα μεγάλο αριθμό σημείων της φωτιζόμενης περιοχής και να προσδιορισθεί στη συνέχεια η μέση τιμή και η ομοιομορφία του φωτισμού. Ο βασικός τύπος υπολογισμού είναι:

$$E_h = \frac{1}{h^2} \text{ συν}^3 \beta$$

όπου:

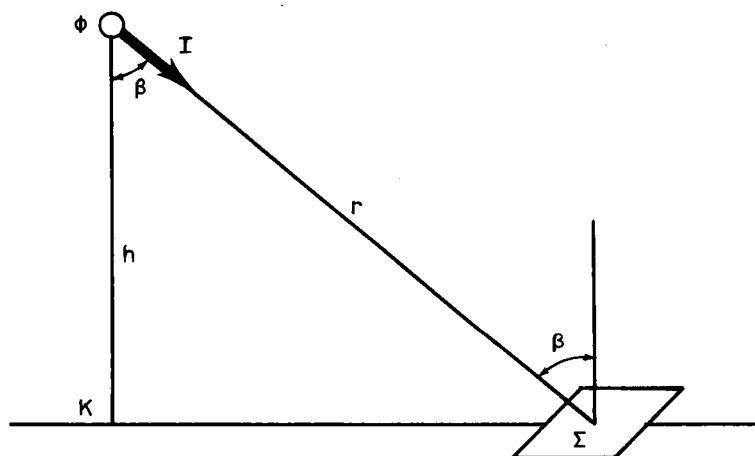
E_h : ο οριζόντιος φωτισμός ενός σημείου Σ του εδάφους, που προέρχεται από ένα φωτιστικό σώμα Φ ,

h : το ύψος του φωτιστικού σώματος,

β : η γωνία την οποία σχηματίζει προς την κατακόρυφο η ευθεία $\Phi-\Sigma$ που συνδέει το φωτιστικό σώμα προς το σημείο,

I: η φωτεινή ένταση του φωτιστικού σώματος προς την κατεύθυνση της παραπάνω ευθείας Φ-Σ, όπως προκύπτει από τη φωτομετρική καμπύλη του.

Για να καταλάβομε πώς προκύπτει αυτός ο τύπος αναφερόμαστε στο σχήμα 13.9. Ο φωτισμός της επιφάνειας F , σύμφωνα με το βασικό τύπο του φωτισμού, που αναφέραμε στην παράγραφο 13.4 – εδάφιο 4



Σχ. 13.9.
Οριζόντιος φωτισμός.

είναι $E_h = \frac{1}{r^2}$ συνβ. Από το ορθογώνιο τρίγωνο $\Phi K \Sigma$ έχομε $h = r \sin \beta$.

Από αυτές τις δύο σχέσεις προκύπτει ο βασικός τύπος του οριζόντιου φωτισμού που αναφέραμε πιο πάνω.

Ο συνολικός οριζόντιος φωτισμός που δέχεται ένα σημείο από όλα τα φωτιστικά σώματα που βρίσκονται στην περιοχή του προκύπτει από το άθροισμα των επί μέρους οριζοντίων φωτισμών που αυτό δέχεται από καθένα απ' αυτά τα φωτιστικά σώματα.

Παράλληλα υπολογίζεται ο κατακόρυφος φωτισμός των διαφόρων σημείων, με βάση τον τύπο $E_k = E_h \epsilon \varphi \beta$.

Είναι φανερό ότι προκύπτει ένας σημαντικός όγκος υπολογισμών. Γι' αυτό το λόγο συνήθως οι μελέτες φωτισμού εξωτερικών χώρων γίνονται με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Τα φωτιστικά σώματα τοποθετούνται ή με ανάρτησή τους από συρματόσχοινα ή, συνήθως, με στερέωσή τους σε φανοστάτες. Τα φωτιστικά

κά σώματα μπορούν να τοποθετηθούν στο κέντρο του δρόμου ή στη μια πλευρά του ή στις δύο πλευρές του και στην τελευταία αυτή περίπτωση είτε αντικριστά είτε σε διάταξη ζιγκ-ζαγκ.

Το ύψος ενδείκνυται να είναι κατά το δυνατόν μεγαλύτερο συνήθως είναι 8 - 12 m. (Σε στάδια ή γήπεδα τα φωτιστικά σώματα τοποθετούνται σε πολύ υψηλότερους στύλους). Οι αποστάσεις, αντίθετα, ενδείκνυται να είναι όσο το δυνατόν μικρότερες, αφού έτσι επιτυγχάνεται καλύτερη ομοιομορφία. Συνήθως, και ανάλογα με τις απαιτήσεις ομοιομορφίας και με τη μορφή της φωτομετρικής καμπύλης, οι αποστάσεις μπορεί να είναι από 2,5 μέχρι 5 φορές το ύψος τοποθετήσεως των φωτιστικών σωμάτων.

13.10 Φωτεινοί σωλήνες Νέον.

Εκτός από το φωτισμό των εσωτερικών και των υπαιθρίων χώρων, οι φωτεινές πηγές χρησιμοποιούνται και στις φωτεινές επιγραφές, με σκοπό τη διαφήμιση ή την παροχή πληροφοριών (όπως π.χ. είσοδος, ιατρείο κλπ) καθώς και στην επισήμανση ορισμένων θέσεων (π.χ. σε αεροδρόμια οι διάδρομοι προσγειώσεως κλπ). Χρησιμοποιούνται συνήθως σ' αυτές τις εφαρμογές οι φωτεινοί σωλήνες εκκενώσεων, που είναι περισσότερο γνωστοί ως σωλήνες "Νέον", παρόλο που, όπως έχουμε ήδη αναφέρει, περιέχουν διάφορα αέρια, ανάλογα με το χρώμα του φωτός που είναι επιθυμητό να παράγουν.

Οι σωλήνες είναι γυάλινοι με διάμετρο 10 - 35 mm και διαμορφώνονται κατάλληλα, ώστε να σχηματίζουν γράμματα, αριθμούς ή άλλα σχήματα. Στο κάθε άκρο του σωλήνα υπάρχει ένα μη θερμαινόμενο ηλεκτρόδιο. Οι φωτεινοί σωλήνες λειτουργούν με υψηλή τάση, γι' αυτό τροφοδοτούνται από ένα μετασχηματιστή ανυψώσεως της τάσεως, που το πρωτεύον του τροφοδοτείται με 220 V.

Συνήθως χρησιμοποιείται ειδικός μετασχηματιστής με κατάλληλα χαρακτηριστικά, ώστε να αποτελεί συγχρόνως και το στοιχείο σταθεροποιήσεως της εκκενώσεως, οπότε δεν χρειάζεται χωριστό ballast. Είναι όμως δυνατό να χρησιμοποιηθεί και κοινός μετασχηματιστής, με χωριστό στραγγαλιστικό πηνίο ή χωριστή αντίσταση. Για να σχηματισθούν τα γράμματα χρησιμοποιούμε περισσότερους σωλήνες, που συνδέονται σε σειρά.

Η τάση που απαιτείται για να λειτουργήσει ένας σωλήνας είναι το άθροισμα δύο μεγεθών. Το πρώτο είναι σταθερό και αντιστοιχεί στην πτώση τάσεως στα ηλεκτρόδια. Το δεύτερο αντιστοιχεί στην πτώση

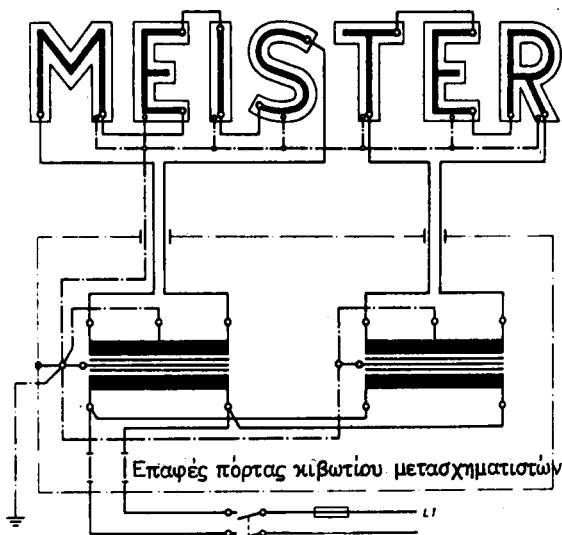
τάσεως στην εκκένωση μέσα στο αέριο και εξαρτάται από το μήκος του σωλήνα, από τη διάμετρό του και από το είδος του αερίου. Η τάση του δευτερεύοντος ενός μετασχηματιστή που τροφοδοτεί περισσότερους σωλήνες συνδεδεμένους σε σειρά, είναι το άθροισμα των τάσεων που χρειάζονται για τη λειτουργία του καθενός απ' αυτούς. Ο πίνακας 13.10.1 δίνει τα σχετικά στοιχεία.

ΠΙΝΑΚΑΣ 13.10.1							
Τάσεις δευτερεύοντος των μετασχηματιστών που τροφοδοτούν φωτεινούς σωλήνες							
		Τάση εκκενώσεως ανά τρέχον μέτρο σωλήνων (V/m)					
Διάμετρος (mm)		10	13	17	22	28	35
Ρεύμα (mA)		25 ÷ 35		50 ÷ 70		75 ÷ 100	
Σωλήνες Νέον (κόκκινοι)		1150	850	700	580	520	490
Σωλήνες δύο αερίων	Εξωτερική εγκατάσταση	760	580	460	370	330	310
	Εσωτερική εγκατάσταση	-	-	400	320	275	250
Σημείωση: Η τάση δευτερεύοντος του μετασχηματιστή είναι το άθροισμα της τάσεως εκκενώσεως και της τάσεως ηλεκτροδίων							

Συνήθως στο δευτερεύον των μετασχηματιστών ανυψώσεως της τάσεως γειώνεται μια μεσαία λήψη, ώστε η τάση του καθενός από τους δύο ακροδέκτες του προς τη γη να είναι η μισή από την τάση του δευτερεύοντος.

Ο μετασχηματιστής τοποθετείται στο εσωτερικό ενός μεταλλικού κιβωτίου, που γειώνεται και αυτό. Επίσης γειώνονται όλες οι μεταλλικές βάσεις, επάνω στις οποίες στηρίζονται οι σωλήνες. Το μεταλλικό κιβώτιο έχει μια, επίσης μεταλλική, θυρίδα. Σ' αυτήν υπάρχουν επαφές, που, όταν ανοίγει η θυρίδα, διακόπτουν την τροφοδότηση, από την πλευρά 220 V, του μετασχηματιστή. Έτσι εξασφαλίζεται ότι, στην περίπτωση επεμβάσεως στο εσωτερικό του μεταλλικού κιβωτίου, δεν θα υπάρχει τάση.

Η τάση του δευτερεύοντος του μετασχηματιστή δεν επιτρέπεται να υπερβαίνει τα 15 kV. Όταν ο μετασχηματιστής έχει γειωμένη μεσαία λήψη, η τάση αυτή σημειώνεται ως 2 x 7,5 kV, για να δείξει ότι η τάση προς τη γη είναι 7,5 kV. Συνήθως χρησιμοποιούνται μικρότερες τάσεις,



Σχ. 13.10.

Τροφοδότηση φωτεινών σωλήνων.

όπως π.χ. 6 kV (δηλαδή 2×3 kV). Αν δεν αρκεί η τάση για να τροφοδοτήσει όλους τους επιμέρους σωλήνες, χρησιμοποιούνται περισσότεροι μετασχηματιστές, όπως στο σχήμα 13.10a.

Η σύνδεση των σωλήνων προς το δευτερεύον του μετασχηματιστή γίνεται με καλώδια υψηλής τάσεως. Τα πιο συνηθισμένα έχουν, σύμφωνα με τη γερμανική τυποποίηση, τους συμβολισμούς NYL ή NYLRZY, και είναι ονομαστικής τάσεως 3,75 kV ή 7,5 kV. Τα καλώδια του πρώτου από τους τύπους που αναφέραμε πρέπει να τοποθετούνται σε γειωμένους μεταλλικούς σωλήνες, όταν είναι σε υπαίθριο χώρο. Τα καλώδια του δεύτερου τύπου έχουν γειωμένο πλέγμα και μπορούν να εγκατασταθούν και χωρίς μεταλλικό σωλήνα.

13.11 Φωτισμός προθηκών. Διαφήμιση.

Σε προθήκες τοποθετούνται αντικείμενα για να μπορούν να παρατηρηθούν, ενώ συγχρόνως προστατεύονται από ανεπιθύμητες επεμβάσεις ατόμων και από τη σκόνη. Έκθεση αντικειμένων μέσα σε προθήκες έχομε είτε σε μουσεία, εκπαιδευτικά ιδρύματα κλπ, είτε σε άλλους δημόσιους ή ιδιωτικούς χώρους με σκοπό τη διακόσμησή τους, είτε, τέλος, σε καταστήματα με σκοπό την προσέλκυση της προσοχής του κοινού και τη διαφήμιση των προϊόντων τους. Στις δύο πρώτες περι-

πτώσεις έχομε προθήκες σε εσωτερικούς χώρους, ενώ στην τρίτη οι προθήκες μπορεί να είναι είτε στο εσωτερικό είτε στην πρόσοψη.

Σ' όλες τις περιπτώσεις χρειάζεται να φωτίζονται τα εκθέματα, ώστε να εξυπηρετείται ικανοποιητικά ο σκοπός για τον οποίο έχουν τοποθετηθεί. Ο γενικός φωτισμός, στις περιπτώσεις εσωτερικών χώρων, μπορεί να είναι αρκετός για να ικανοποιήσει τις ανάγκες. Σε αντίθετη περίπτωση πρέπει να προστεθεί ένας τοπικός φωτισμός της προθήκης. Στις εξωτερικές προθήκες των καταστημάτων πάντοτε χρειάζεται πρόσθετος φωτισμός.

Η ένταση και τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά του φωτισμού (σκιές, ομοιομορφία, χρωματική σύνθεση) εξαρτώνται από το σκοπό της εκθέσεως των αντικειμένων, αν δηλαδή επιδιώκεται η ακριβής παρατήρηση των λεπτομερειών (όπως π.χ. σ' ένα μουσείο) ή η προσέλκυση της προσοχής και ο εντυπωσιασμός (όπως στην περίπτωση των καταστημάτων).

Τα γυάλινα ή κρυστάλλινα περιβλήματα πρέπει να έχουν τοποθετηθεί έτσι, ώστε ο εξωτερικός φωτισμός, κατά τη διάρκεια τόσο της ημέρας όσο και της νύκτας, να μη δημιουργεί ανακλάσεις που θα προκαλούσαν θάμβωση και θα εμπόδιζαν την παρατήρηση των εκθεμάτων. Επίσης τα φωτιστικά σώματα που θα τοποθετηθούν για τον εσωτερικό φωτισμό της προθήκης πρέπει να μην προκαλούν θάμβωση, είτε απευθείας, είτε μέσω ανακλάσεων. Η δημιουργία εντόνων σκιών σ' άλλες περιπτώσεις πρέπει να αποφεύγεται και σ' άλλες είναι επιθυμητή, ανάλογα με τον επιδιωκόμενο σκοπό. Ο φωτισμός στο εσωτερικό της προθήκης πρέπει, γενικά, να είναι ισχυρότερος από τον εξωτερικό.

Στο φωτισμό προθηκών χρησιμοποιούνται λαμπτήρες πυρακτώσεως απλοί ή με καθρέφτη, λαμπτήρες ιωδίου και σωλήνες φθορισμού. Στις δύο πρώτες περιπτώσεις πρέπει να δίνεται προσοχή στο θέμα της θερμάνσεως, που προκαλείται από τη λειτουργία των λαμπτήρων, για να αποφευχθούν υπερθερμάνσεις, βλάβη των εκθεμάτων ή των στοιχείων της ηλεκτρικής εγκαταστάσεως ή και πυρκαϊά.

Για λόγους διαφημίσεως ή και πληροφορήσεως, εκτός από την έκθεση προϊόντων σε προθήκες, που ήδη αναφέραμε, χρησιμοποιούνται οι επιγραφές, είτε με φωτεινούς σωλήνες ("Νέον"), που αποτέλεσαν το αντικείμενο της προηγούμενης παραγράφου 13.10, είτε μ' έναν από τους ακόλουθους τρόπους:

— Φωτισμός μιας επιγραφής γραμμένης σε μια αδιαφανή επιφάνεια.

Εδώ ισχύουν κατ' αναλογία όσα αναφέρθηκαν για το φωτισμό προθηκών, σχετικά με την αποφυγή θαμβώσεως και σχετικά με τις

- φωτεινές πηγές (συχνά χρησιμοποιούνται προβολείς με λαμπτήρες πυρακτώσεως ή ιωδίου).
- Φωτισμός μιας επιγραφής γραμμένης σε μια ημιδιαφανή επιφάνεια που φωτίζεται από το πίσω μέρος της. Η ημιδιαφανής αυτή επιφάνεια αποτελεί το μπροστινό τμήμα ενός κουτιού, μέσα στο οποίο υπάρχουν οι φωτεινές πηγές.

Το ημιδιαφανές υλικό καθώς και το είδος και η θέση των φωτεινών πηγών πρέπει να επιλεγούν κατάλληλα ώστε οι τελευταίες να μην διακρίνονται και η επιφάνεια του ημιδιαφανούς υλικού να είναι ομοιόμορφα φωτισμένη. Πρέπει να προβλεφθεί δυνατότητα αερισμού του εσωτερικού του κουτιού, για να αποφευχθούν υπερθερμάνσεις.

- Σχηματισμός γραμμάτων, αριθμών ή σχημάτων από λαμπτήρες πυρακτώσεως. Εδώ οι λαμπτήρες είναι άμεσα ορατοί, άρα θα πρέπει να έχουν θαμπό (ματ) ή γαλακτώδες γυαλί, ώστε να μην φαίνεται το νήμα τους.

Ειδική περίπτωση του τελευταίου τρόπου πραγματοποίησεως μιας φωτεινής επιγραφής αποτελούν τα λεγόμενα "κινούμενα γράμματα". Εδώ έχομε ένα σύνολο από λάμπες (220 V ή χαμηλής τάσεως) που είναι διατεταγμένες ορθογωνικά σε μια επιφάνεια και ανάβουν διαδοχικά και στη συνέχεια σβήνουν κατά τέτοιο τρόπο ώστε να δημιουργούν την εντύπωση ότι τα γράμματα που σχηματίζουν, τρέχουν κατά μήκος της επιφάνειας.

Ο αγωγός τροφοδοτήσεως καθεμιάς λάμπας καταλήγει σε μια επαφή που κλείνει και ανοίγει, επιτυγχάνοντας το άναμμα και το σβήσιμο της λάμπας στις κατάλληλες χρονικές στιγμές. Αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί π.χ. αν οι αγωγοί που τροφοδοτούν τις λάμπες καταλήγουν σε μεταλλικά ελάσματα, που έρχονται σε επαφή με μια μεταλλική επιφάνεια, και αν μια διάτρητη χάρτινη ταινία παρεμβληθεί μεταξύ αυτών, ώστε να επιτρέπει την πραγματοποίηση της επαφής μόνο στα σημεία όπου υπάρχουν τρύπες. Όταν κινείται η ταινία (μπορεί να είναι ατέρμων και να τροφοδοτείται από ένα μικρό κινητήρα) επιτυγχάνεται το επιθυμητό διαδοχικό άναμμα και σβήσιμο κάθε μιας από της λάμπες της φωτεινής επιγραφής.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Η ΠΡΟΛΗΨΗ ΚΑΙ Η ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ

Π.1 Τα ατυχήματα.

Με την κατασκευή των ΕΗΕ σύμφωνα με τους κανονισμούς εξασφαλίζομε ότι αυτές είναι πρακτικά απαλλαγμένες από τον κίνδυνο να προκαλέσουν ατυχήματα κατά τη λειτουργία τους, εφόσον βέβαια χρησιμοποιούνται σωστά. Σ' αυτό το Παράρτημα θα αναφερθούμε στους κινδύνους που παρουσιάζονται στο στάδιο των εργασιών κατασκευής, συμπληρώσεως, επεκτάσεως, τροποποιήσεως ή επισκευής των εγκαστάσεων. Πρόκειται δηλαδή για τους κινδύνους των λεγομένων "εργατικών ατυχημάτων". Θα μιλήσουμε για τους τρόπους, με τους οποίους μπορούμε να ελαχιστοποιήσουμε αυτούς τους κινδύνους και επίσης θα δώσουμε μερικές οδηγίες για τις ενέργειες που επιβάλλεται να γίνουν αμέσως, στην περίπτωση που έχει συμβεί ένα ηλεκτρικό ατύχημα.

Ο επίσημος ορισμός λέει: "Εργατικό ατύχημα είναι ένα βίαιο και απρόβλεπτο γεγονός που συμβαίνει σε έναν εργαζόμενο κατά τη διάρκεια της εργασίας του και έχει ως συνέπεια τον τραυματισμό του ή τη βλάβη της υγείας του". Ας δούμε όμως: είναι άραγε απρόβλεπτο, άρα τυχαίο, ένα ατύχημα; Είναι παρατηρημένο στις περισσότερες περιπτώσεις ότι, όταν συμβεί ένα ατύχημα, αυτό αποδίδεται στην "κακιά ώρα" ή στην "κακή τύχη". Άλλωστε το λέει και η λέξη: α-τύχημα. Είναι όμως αυτό σωστό; Ας προσπαθήσουμε να προσεγγίσουμε το θέμα με ένα τυπικό παράδειγμα, που θα το εξετάσουμε προσεκτικά με τη λογική μας. Ας ξεκαθαρίσουμε πρώτα - πρώτα πότε ένα γεγονός το ονομάζουμε "τυχαίο". Ο επιτυχέστερος ορισμός θα ήταν: "τυχαίο είναι ένα γεγονός, την εμφάνιση του οποίου δεν έχομε καμία δυνατότητα να επηρεάσουμε". Τυχαίος είναι π.χ. ο αριθμός που βγαίνει από μια κλήρωση. Να, τώρα, το παράδειγμά μας:

Σε μια οικοδομή υπάρχει μια τρύπα στο δάπεδο, περνάει κάποιος, δεν την προσέχει, πέφτει μέσα και σπάζει το πόδι του. Ας δούμε αναλυ-

τικά ποιοι ήταν οι παράγοντες που συντέλεσαν στο να συμβεί το ατύχημα και ας κρίνομε αν ήταν τυχαίοι ή όχι. Με τη σειρά, λοιπόν, έχομε τα εξής:

- Υπήρχε μια τρύπα (αυτή είναι, δπως λέμε, η "επικίνδυνη συνθήκη").
- Δεν υπήρχε κανένα περιφραγμα που να εμποδίζει τους διερχόμενους να πέσουν μέσα (αυτή είναι η "έλλειψη μέτρων προλήψεως του ατυχήματος").
- Περνούσε από εκεί ο άνθρωπός μας.
- Δεν πρόσεχε εκείνη τη στιγμή και γι' αυτό δεν είδε την τρύπα (απροσεξία του παθόντος).

Είναι φανερό ότι **ένας και μόνο** από αυτούς τους παράγοντες αν δεν υπήρχε, αρκούσε στο να μη συμβεί το ατύχημα. Ποιοι από αυτούς τους παράγοντες είναι τυχαίοι και ποιοι όχι;

- Τους δύο πρώτους παράγοντες δεν μπορούμε ασφαλώς να τους αποδώσουμε στην τύχη (ούτε η τρύπα βρέθηκε εκεί κατά τύχη, ούτε η ύπαρξη ή μη ύπαρξη του περιφράγματος είναι κάτι που δεν μπορούμε να το επηρεάσουμε).
- Το ότι ο παθών περνούσε από τη θέση όπου υπήρχε η τρύπα μπορούμε να το χαρακτηρίσουμε τυχαίο (αν περνούσε λίγο πιο δεξιά ή πιο αριστερά θα γλίτωνε!).
- Το ότι δεν πρόσεξε την ύπαρξη της τρύπας, σωστό είναι, για να είμαστε δίκαιοι και αντικειμενικοί, να το χαρακτηρίσουμε μερικώς τυχαίο (έτυχε εκείνη τη στιγμή να είναι απρόσεκτος). Το ποσοστό της τύχης εξαρτάται από το πόσο συχνά ή πόσο σπάνια συμβαίνει να είναι απρόσεκτος.

Συνοψίζοντας τώρα τους τέσσερις παράγοντες φθάνομε στο συμπέρασμα ότι ασφαλώς υπήρχε η δυνατότητα να επηρεάσουμε την έκβαση των πραγμάτων: αρκεί να μην υπήρχε η τρύπα ή να την είχαμε περιφράξει, ή ο παθών να ήταν, κατά τη συγκεκριμένη στιγμή, προσεκτικός και να την έβλεπε. Σύμφωνα λοιπόν με τον ορισμό που δώσαμε, το γεγονός αυτό δεν είναι δυνατόν να χαρακτηρισθεί τυχαίο. Εκείνο, αντιθέτως, που είναι τυχαίο, είναι το αποτέλεσμα. Δηλαδή ότι ο άνθρωπος πέφτοντας έσπασε το πόδι του. Θα μπορούσε να είχε πέσει και να μην είχε πάθει τίποτε. Θα μπορούσε επίσης και να είχε σκοτωθεί.

'Οποιο ατύχημα και αν εξετάσουμε προσεκτικά, θα διαπιστώσουμε ότι έχει κάποια ομοιότητα με το απλό παράδειγμά μας. Γι' αυτό μπορούμε να πούμε ότι: **ΤΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ΤΥΧΑΙΑ.**

Ο παράγοντας "τύχη" μπορεί να υπεισέρχεται, σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό, στις διάφορες περιπτώσεις. Ουσιαστικά, εξαρτάται από το πόσο φανερή εκ των προτέρων είναι η ύπαρξη μιας επικίνδυνης καταστάσεως. Είναι πάντως βέβαιο, και αυτό έχει προκύψει από την ανάλυση χιλιάδων εργατικών ατυχημάτων, ότι οι περιπτώσεις, στις οποίες ήταν ανθρωπίνως αδύνατος ο εντοπισμός της επικίνδυνης καταστάσεως, αποτελούν ένα πραγματικά ελάχιστο ποσοστό, και, κατά συνέπεια, η ύπαρξή τους με κανέναν τρόπο δεν κλονίζει την ισχύ της παραπάνω διαπιστώσεως.

Π.2 Η πρόληψη των ατυχημάτων.

Εύλογα προκύπτει το ερώτημα: Αφού τα ατυχήματα δεν είναι τυχαία, τι μπορούμε να κάνομε για να τα αποφύγομε; Κίνδυνοι ούτως ή άλλως υπάρχουν παντού γύρω μας. Δεν μπορούμε να κλεισθούμε σε ένα χώρο, όπου δεν υπάρχει κανένας κίνδυνος, ώστε να είμαστε ασφαλείς. Εκείνο όμως που έχομε να κάνομε είναι να γνωρίζομε ποιοι είναι οι κίνδυνοι και να γνωρίζομε πώς να τους αποφύγομε. Υπάρχουν διάφοροι κανόνες που μας λένε πώς να αποφεύγομε τον έναν ή τον άλλο κίνδυνο. Πρέπει να τους γνωρίζομε. Όμως αυτό δεν είναι αρκετό. Οι διάφοροι ειδικοί κανόνες δεν είναι δυνατόν να προβλέψουν όλες τις πιθανές και απίθανες περιπτώσεις που θα μας παρουσιασθούν στην πράξη. Ένας μόνο κανόνας καλύπτει τα πάντα: *Να κάνομε προσεκτικά την εργασία μας και να έχομε συνεχώς στο νου μας ότι ορθή εργασία είναι η ασφαλής εργασία*. Είναι υπερβολικά απλός ο κανόνας; Ασφαλώς! Και γι' αυτό είναι γενικός. Γι' αυτό λέμε: *Προσοχή και επιμέλεια. Φροντίδα για την ασφάλειά μας και για την ασφάλεια των άλλων*.

Πρέπει να ξέρομε:

- Ο τόπος εργασίας είναι εκεί, όπου περνούμε ένα μεγάλο μέρος του χρόνου μας. Ας φροντίζομε συνεχώς να είναι καθαρός και τακτικός. Αυτό θα διευκολύνει την εργασία μας, αλλά και θα δημιουργεί σε όλους το "κλίμα" για μια συστηματική και προσεκτική εργασία.
- Ο χώρος της εργασίας δεν είναι ο κατάλληλος τόπος για επίδειξη "παλικαριάς". Είναι τουλάχιστον ανόητο να νομίζομε ότι θα αποκτήσουμε την εκτίμηση και το θαυμασμό των άλλων, αν εκθέτομε αψήφιστα τον εαυτό μας στους κινδύνους. Ισχυρισμοί όπως: "εμένα με γνωρίζει το ρεύμα και δεν με πειράζει", ή: "εγώ καταφέρνω να μην παθαίνω τίποτε και χωρίς να πάιρνω μέτρα ασφαλείας",



Σχ. Π.2α.

δείχνουν άνθρωπο που κατά βάθος δεν έχει εμπιστοσύνη στον εαυτό του και προσπαθεί με τέτοιου είδους επιδεικτικές ενέργειες να αναπληρώσει αυτό το κενό.

- Ο τόπος εργασίας δεν είναι κατάλληλος για παιχνίδια. Τα "χοντρά" αστεία είναι αίτια ατυχημάτων (σχ. Π.2α). Δεν λέμε ότι δεν θα πούμε ένα αστείο στη διάρκεια της εργασίας. Αντίθετα: το ευχάριστο κλίμα είναι απαραίτητο. Η καλή διάθεση προδιαθέτει για σωστή εργασία και για καλή συνεργασία μεταξύ των μελών ενός συνεργείου και με τα άλλα συνεργεία που εργάζονται στον ίδιο χώρο.
- Η βιασύνη να τελειώσει πιο γρήγορα η εργασία, σε καμιά περίπτωση δεν πρέπει να μας οδηγήσει στο να παραλείψουμε κάποιο μέτρο ασφαλείας. Ας σκεφθούμε πόσο ελάχιστο χρόνο χρειάζεται η λήψη των μέτρων ασφαλείας και ας συγκρίνουμε με τα αποτελέσματα ενός ατυχήματος που είναι δυνατόν να συμβεί εξαιτίας της ελλείψεώς τους.
- Ακόμα και αν ένα συγκεκριμένο πρόσωπο είναι αρμόδιο και υπεύθυνο να λάβει κάποιο μέτρο προστασίας, αυτό δεν σημαίνει ότι όλοι οι άλλοι επιτρέπεται να αδιαφορούν, αν δεν έχει ληφθεί αυτό το μέτρο.
- Άτομα που δεν βρίσκονται σε φυσιολογική κατάσταση, π.χ. επειδή έχουν καταναλώσει οινοπνευματώδη ποτά, δεν έχουν καμιά θέση στον τόπο εργασίας. Είναι επικίνδυνα και για τον εαυτό τους και για τους άλλους.
- Τα ρούχα που φορούν οι εργαζόμενοι πρέπει να είναι κατάλληλα. Δεν πρέπει να παρεμποδίζουν τις κινήσεις τους και δεν πρέπει να

κρέμονται κατά τρόπο που θα μπορούσαν να εμπλακούν σε κάποιο μηχάνημα (σχ. Π.2β και Π.2γ).

Πρόληψη ατυχημάτων είναι βέβαια το σύνολο των ενεργειών που κάνομε για να αποτρέψουμε τα ατυχήματα. Μπορούμε αυτές τις ενέργειες να τις κατατάξουμε στις ακόλουθες τέσσερις κατηγορίες:

- Λήψη προληπτικών μέτρων.
- Ύπαρξη καταλλήλων εργαλείων και εφοδίων.
- Εκτέλεση της εργασίας σύμφωνα με τους κανόνες ασφαλείας.
- Χρησιμοποίηση των ατομικών μέσων προστασίας, σε όσες εργασίες χρειάζεται.

Θα προσπαθήσουμε να προσεγγίσουμε κάθε κατηγορία χωριστά, τονίζοντας πάντως ότι όσα αναφέρομε δίνουν ένα πλαίσιο των ενεργειών και δεν εξαντλούν το θέμα.



Σχ. Π.2β.

Μπορεί και συ να το πάθεις!



Σχ. Π.2γ.

Κίνδυνος σοβαρός από τα χαλαρά ενδύματα.

Τα μέτρα προλήψεως ατυχημάτων που θα αναφέρομε είναι γενικά και ισχύουν για τις εργασίες όλων των ειδών, αλλά δεν καλύπτουν το σύνολο των κινδύνων που είναι πιθανό να εμφανισθούν σε άλλες εργασίες. Θα περιορισθούμε δηλαδή στους κινδύνους που σχετίζονται με την εκτέλεση των εργασιών των ΕΗΕ. Στη συνέχεια θα αναφερθούμε και σε ορισμένα μέτρα ασφαλείας, που αφορούν ειδικά και αποκλειστικά τις ΕΗΕ.

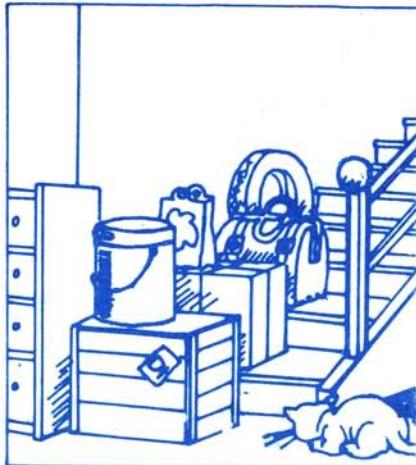
Π.3 Λήψη προληπτικών μέτρων.

Με αυτά επιδιώκουμε να αποτρέψουμε την πρόκληση ατυχημάτων, λαμβάνοντάς τα σε χρόνο άσχετο με την εργασία που εκτελούμε. Μόλις



Σχ. Π.3α.

Περίφραξη πριν πέσει κάποιος μέσα.



Σχ. Π.3β.

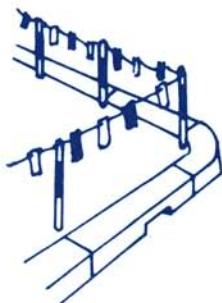
Από πού θα περάσουμε;

δηλαδή δημιουργηθεί μια επικίνδυνη κατάσταση ή μόλις γίνει αντιληπτή η ύπαρξη της, επιβάλλεται η λήψη του κατάλληλου μέτρου, είτε πριν από την έναρξη της εργασίας είτε κατά τη διάρκειά της.

Για τον εντοπισμό των επικινδύνων συνθηκών χρειάζονται **προσοχή, γνώση και πείρα**.

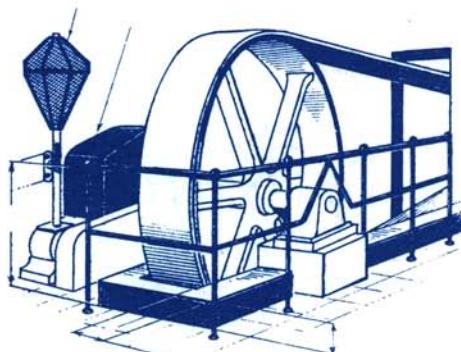
Ενδεικτικά αναφέρομε μερικά από τα προληπτικά μέτρα που πρέπει να λαμβάνονται:

- 'Όπου μπορεί κάποιος να πέσει, πρέπει να υπάρχει ένα περίφραγμα (σχ. Π.3α).
- Αν το δάπεδο είναι ολισθηρό, π.χ. επειδή έχουν χυθεί λάδια, πρέπει να ρίχνεται κάποιο κατάλληλο υλικό, όπως άμμος ή πριονίδια.
- Τα εμπόδια εκεί που περνούμε (σχ. Π.3β) μας δυσκολεύουν και μπορούν να προκαλέσουν ατυχήματα. Πρέπει να τα απομακρύνουμε.
- 'Όταν υπάρχουν αντικείμενα που μπορεί να πέσουν και να χτυπήσουν κάποιον, πρέπει ή να στερεώνονται καλά ή να αποκλείεται με περιφράγματα η περιοχή πιθανής πτώσεώς τους (σχ. Π.3γ).
- Αν υπάρχουν στοιχεία που έχουν τάση προς τη γη πρέπει ή να μονώνονται ή να τοποθετείται περίφραγμα με τις σχετικές προειδοποιητικές πινακίδες.
- Γύρω από κινούμενα μέρη που θα μπορούσαν να προκαλέσουν ατύχημα πρέπει να τοποθετούνται περιφράγματα ή προφυλακτήρες (σχ. Π.3δ).



Σχ. Π.3γ.

Εδώ υπάρχει κίνδυνος.



Σχ. Π.3δ.

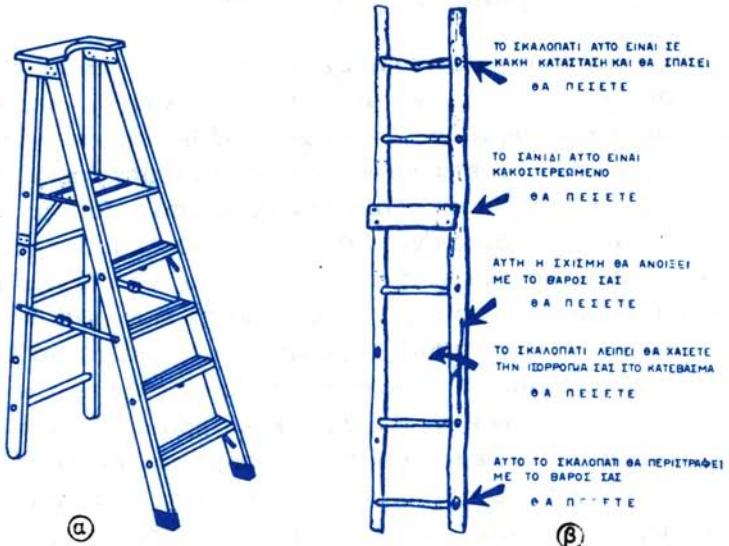
Προστατευτικό κιγκλίδωμα.

- Τζάμια που είναι αθέατα και δημιουργούν τον κίνδυνο να πέσει κάποιος επάνω τους, πρέπει να γίνονται φανερά με χάρτινες ταινίες ή με χρώμα.

Π.4 'Υπαρξη καταλλήλων εργαλείων και εφοδίων. Έλεγχος της καλής καταστάσεώς τους.

Εδώ θα αναφέρομε, και πάλι ενδεικτικά, τα ακόλουθα:

- Ανάλογα με το είδος της εκτελούμενης εργασίας πρέπει να υπάρχουν τα κατάλληλα εργαλεία, ώστε να μην αναγκάζονται οι εργάζομενοι να χρησιμοποιούν εργαλεία που προορίζονται γι' άλλη εργασία.
- Ο αριθμός των εργαλείων πρέπει να είναι ανάλογος με το αριθμό των εργαζομένων, ώστε να μην αναγκάζονται να ενοχλεί ο ένας τον άλλον ζητώντας το εργαλείο που αυτός μεταχειρίζεται.
- Τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται σε ηλεκτρικές εργασίες πρέπει να έχουν μονωτικές λαβές και να ελέγχεται συχνά η καλή κατάσταση των μονώσεων.
- Οι σκάλες πρέπει να ελέγχονται ότι είναι γερές (σχ. Π.4α).
- Πρέπει να υπάρχουν, ανάλογα με την εκτελούμενη εργασία, τα απαιτούμενα ατομικά εφόδια προστασίας, όπως: μονωτικά γάντια (σχ. Π.4β), γάντια εργασίας (σχ. Π.4γ), γυαλιά προστασίας ματιών (σχ. Π.4δ), κράνη (σχ. Π.4ε).

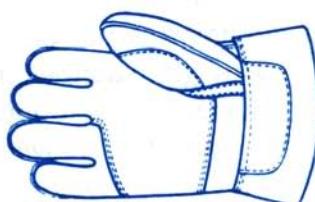


Σχ. Π.4α.

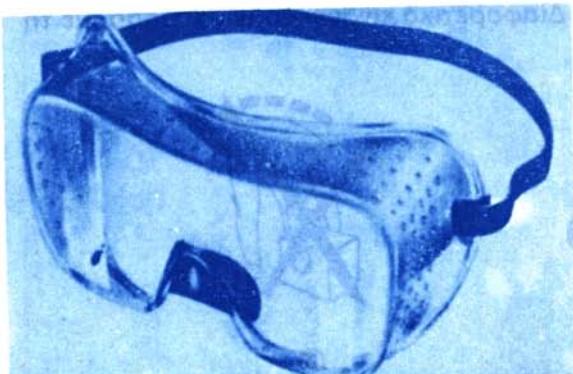
α) Αυτή είναι ασφαλής σκάλα. β) Αυτή δεν είναι ασφαλής σκάλα.



Σχ. Π.4β.
Μονωτικά γάντια.



Σχ. Π.4γ.
Γάντια εργασίας.



Σχ. Π.4δ.
Προστατευτικά γυαλιά.



Σχ. Π.4ε.
Κράνος.

Π.5 Εκτέλεση της εργασίας σύμφωνα με τους κανόνες ασφαλείας.

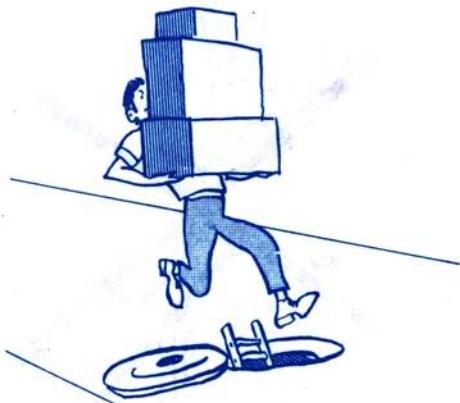
Ορισμένες ενέργειες, που έχουν σχέση με την ασφάλεια, πρέπει να μας γίνουν συνήθεια. Πρέπει να μάθομε να τις κάνομε, κατά κάποιο τρόπο, αυτόματα και μηχανικά. Όλοι έχομε μάθει, πριν περάσουμε ένα δρόμο, να ελέγχομε αν έρχεται κανένα αυτοκίνητο. Δεν χρειάζεται κάθε φορά να σκεφθούμε ότι: "πρόκειται να περάσω από το δρόμο, αλλά αν περνάει συγχρόνως ένα αυτοκίνητο θα με χτυπήσει και, για να το αποφύγω, πρέπει, πριν κατέβω από το πεζοδρόμιο, να ελέγξω αν είναι ελεύθερος ο δρόμος". Ακόμα και αν σκεπτόμαστε εκείνη τη στιγμή κάτι αλλο, μας έχει γίνει αυτοματισμός, την ώρα που πρόκειται να διασχίσουμε το δρόμο, να γυρνάμε το κεφάλι και να κοιτάμε αν έρχεται κάποιο αυτοκίνητο. Έτσι και στην εργασία. Στην καλύτερη περίπτωση σκεπτόμαστε το ηλεκτρολογικό θέμα που σχετίζεται με την ενέργεια που κάνουμε εκείνη τη στιγμή. Στη χειρότερη περίπτωση σκεπτόμαστε κάτι άσχετο. Όμως, παράλληλα και αυτόματα οι κινήσεις μας πρέπει να είναι τέτοιες, που να μη δημιουργούν κινδύνους για τον εαυτό μας και για τους άλλους. Αυτές οι "καλές συνήθειες" αποκτώνται με εκπαίδευση αλλά και με τη συνεχή επιτήρηση από τον επικεφαλής κάθε συνεργείου.

Στη συνέχεια θα αναφέρομε μερικούς κανόνες ασφαλείας, που θα πρέπει να τους εφαρμόζομε πάντοτε και που, οι περισσότεροι τουλάχιστον, θα πρέπει να μας γίνουν "καλές συνήθειες".

- 'Όταν χρησιμοποιούμε ένα κοπτικό εργαλείο, όπως μαχαιράκι ή σουγιά, για να κόψουμε κάτι ή για να αφαιρέσουμε τη μόνωση από ένα καλώδιο, η κίνηση πρέπει να γίνεται προς τα έξω, ώστε αν τυχόν το εργαλείο ξεφύγει, να μη μας κόψει.
- 'Όταν σηκώνομε βαριά αντικείμενα, πρέπει να ρίχνουμε το βάρος στα πόδια και να το ανυψώνουμε βάζοντας δύναμη στα γόνατα και όχι στη μέση (σχ. Π.5α). Διαφορετικά κινδυνεύουμε να "σπάσουμε τη μέση μας".

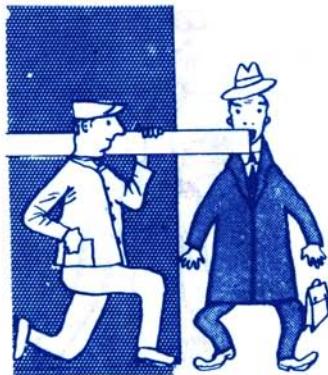


α) Σωστή στάση. β) Λάθος στάση.



Σχ. Π.5β.

Κινδυνεύεις όταν δεν βλέπεις.



Σχ. Π.5γ.

Σήκωσε το εμπρός άκρο για να μη χτυπήσεις κανένα.

- Τα αντικείμενα που μεταφέρομε δεν πρέπει να μας εμποδίζουν να βλέπουμε πού πατάμε (σχ. Π.5β) και πρέπει να τα κρατάμε κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να μην προκαλέσουμε ατυχήματα σε άλλους (σχ. Π.5γ).
- Όταν κατεβαίνουμε σκάλες και όταν το έδαφος είναι ολισθηρό, δεν πρέπει να έχομε τα χέρια στις τσέπες. Έτσι, αν πέσουμε, θα μπορέσουμε να προφυλαχθούμε καλύτερα.
- Αντίθετα με την προηγούμενη περίπτωση: Όταν βρισκόμαστε σε χώρο, όπου υπάρχουν προσιτά στοιχεία που έχουν τάση προς τη γη (φυσικά ή είσοδος σε τέτοιους χώρους επιτρέπεται μόνο σε αρμόδια πρόσωπα, που είναι εκπαιδευμένα και κατέχουν τις απαιτούμενες επαγγελματικές άδειες), πρέπει, όταν δεν κρατούμε κάτι ή δεν εκτελούμε κάποια συγκεκριμένη εργασία, να έχομε τα χέρια στις τσέπες. Έτσι θα αποφύγουμε να αγγίξουμε κάτι από αφηρημάδα.
- Για να εκτελέσουμε μια εργασία σε κάποιο ύψος, όπου δεν φθάνουμε από το δάπεδο, ανεβαίνουμε σε μια στερεή σκάλα ή σε ένα άλλο κατάλληλο στήριγμα. Δεν ανεβαίνουμε όπου τύχει (σχ. Π.5δ).
- Η σκάλα πρέπει να στηρίζεται καλά στο δάπεδο και ποτέ επάνω σε άλλα αντικείμενα που τοποθετούμε πρόχειρα, για να αποκτήσει περισσότερο ύψος (σχ. Π.5ε).
- Οι σκάλες πρέπει να έχουν σωστή κλίση, που είναι περίπου 1:4, δηλαδή, αν στηρίζουμε το επάνω μέρος σε έναν τοίχο, το κάτω μέρος πρέπει να έχει απόσταση από αυτόν το 1/4 του ύψους της σκάλας (σχ. Π.5στ).



Σχ. Π.5δ.

Αυτός δεν είναι ο καλύτερος τρόπος για να φθάσεις στο ύψος που θέλεις.



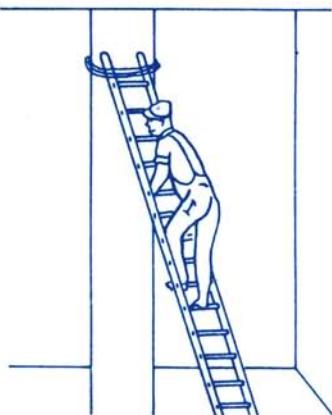
Σχ. Π.5στ.

Δώσε στη σκάλα τη σωστή κλίση.



Σχ. Π.5ε.

Στήριξε γερά τη σκάλα.



Σχ. Π.5ζ.

Δέσε τη σκάλα σε κολώνα με σχοινί.

- Πρέπει να ελέγχουμε τη στερεότητα της στηρίξεως της σκάλας. Αν μπορούμε, τη δένομε (σχ. Π.5ζ). Ένας βοηθός που κρατάει τη σκάλα θα εξασφαλίσει ότι δεν θα μετακινηθεί αυτή, όταν θα έχουμε ανέβει. Επίσης θα απομακρύνει έναν απρόσεκτο που θα περνούσε και θα έσπρωχνε τη σκάλα.
- Η σκάλα δεν πρέπει να τοποθετείται πίσω από μια ξεκλείδωτη πόρτα, που μπορεί να την ανοίξει κάποιος (σχ. Π.5η).
- Πρέπει να ανεβαίνομε και να κατεβαίνομε τις σκάλες έχοντας στερεώσει τα εργαλεία και τα υλικά που έχουμε μαζί μας (σχ. Π.5θ).



Σχ. Π.5η.

Μην τοποθετήσεις τη σκάλα πίσω από πόρτα που δεν έχεις ασφαλίσει.



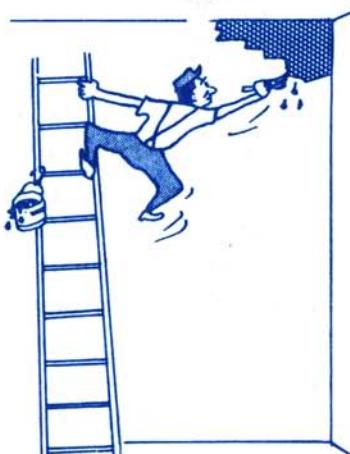
Σχ. Π.5θ.

Όταν ανεβαίνεις ή κατεβαίνεις στερέωσε καλά τα εργαλεία.



Σχ. Π.5ι.

Ξέχασε το σφυρί του στο σκαλί, θα το θυμηθεί όταν του πέσει στο κεφάλι.



Σχ. Π.5ια.

Μη γέρνεις από τη σκάλα.

- Πριν κατέβοιμε, φροντίζομε να μην έχομε ξεχάσει ορισμένα πράγματα επάνω στη σκάλα (σχ. Π.5ι).
- Δεν πρέπει να κάνομε εργασία που βγάζει το βάρος μας έξω από τη σκάλα (σχ. Π.5ια):
- Τη φορητή σκάλα την κατεβαίνομε με το πρόσωπο προς τα μέσα (σχ. Π.5ιβ).
- Πρέπει να αποφεύγομε να περνάμε ή να στεκόμαστε κάτω από σκάλες ή από ικριώματα, επάνω στα οποία άλλοι εργάζονται. Πάντα μπορεί να τους πέσει κάποιο εργαλείο ή κάποιο υλικό.
- Σε κάθε εργασία πρέπει να χρησιμοποιούμε τα κατάλληλα εργαλεία. Αν χρησιμοποιούμε εργαλεία που προορίζονται για άλλη



Σχ. Π.5ιβ.

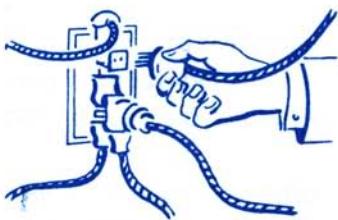
Ποτέ μην κατεβαίνετε έτσι,
είναι επικίνδυνο.

Σχ. Π.5ιγ.

Λανθασμένες ενέργειες.

εργασία (σχ. Π.5ιγ), είναι πιθανό να σπάσουν ή να ξεφύγουν και να μας τραυματίσουν.

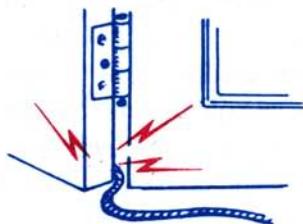
- Τα ηλεκτρικά εργαλεία που χρησιμοποιούμε πρέπει να είναι γειωμένα ή να έχουν διπλή μόνωση. (Αυτό το θέμα το έχομε αναπτύξει διεξοδικά στο Κεφάλαιο 7).
- Τα πολλαπλά φις είναι εξυπηρετικά, αλλά δεν πρέπει να το παρακάνομε! (σχ. Π.5ιδ).
- Τους ρευματολήπτες δεν τους βγάζομε από τους ρευματοδότες τραβώντας από το εύκαμπτο καλώδιο (σχ. Π.5ιε).
- Πρέπει να φροντίζομε να μην κινδυνεύουν τα εύκαμπτα καλώδια να πάθουν βλάβη από πόρτες που κλείνουν (σχ. Π.5ιστ) ή από βαριά αντικείμενα που μπορεί να πέσουν επάνω τους ή από καρότσια με μεταλλικούς τροχούς που θα περάσουν από πάνω τους.
- Για τον τοπικό φωτισμό της θέσεως εργασίας μας πρέπει να χρησιμοποιούμε μόνο κανονικές μπαλαντέζες (σχ. Π.5ιζ), με προφυλακτήρα της λάμπας. Οι πρόχειρες κατασκευές είναι επικίνδυνες.
- Όταν μεταφέρομε μεταλλικούς σωλήνες ή βέργες ή ιστούς κεραίας τηλεοράσεως στο εξωτερικό του κτηρίου, πρέπει να προσέχουμε αν υπάρχουν κοντά εναέριοι αγωγοί ηλεκτρικών δικτύων. Πάρα πολλά ατυχήματα γίνονται στις οικοδομές από επαφή μεταλλικών αντικειμένων (σιδερόβεργες οπλισμού, αναβατόρια κλπ.) προς τους αγωγούς των εναερίων δικτύων.



Σχ. Π.5ιδ.



Σχ. Π.5ιε.



Σχ. Π.5ιστ.



Σχ. Π.5ιζ.

Π.6 Χρησιμοποίηση των ατομικών εφοδίων προστασίας.

Ανάλογα με το είδος της εργασίας που εκτελούμε, πρέπει να προστατευόμαστε χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα μέσα. Αναφέρομε τα ακόλουθα:

- Όπως θα αναπτύξουμε και στην επόμενη παράγραφο, οι εργασίες στις ΕΗΕ γίνονται με τους αγωγούς "εκτός τάσεως". Υπάρχουν όμως και μερικές περιπτώσεις, στις οποίες, κατ' εξαίρεση, θα χρειασθεί να εργασθούμε σε αγωγούς ή κοντά σε αγωγούς που έχουν τάση. Σ' αυτές τις περιπτώσεις, εκτός του ότι χρησιμοποιούμε εργαλεία με μονωτικές λαβές, θα χρειασθούμε μονωτικά γάντια, ώστε να μην πιάσουμε με τα χέρια μας ή να μην ακουμπήσουμε αθέλητα τους αγωγούς ή, γενικά, τα αγώγιμα μέρη που έχουν τάση.
- Γάντια εργασίας θα χρειασθεί να φοράμε, όταν εκτελούμε μια βαριά εργασία ή μεταφέρομε βαριά αντικείμενα, ώστε να προστατεύσουμε τα χέρια μας. Προσοχή: τα γάντια εργασίας δεν είναι μονωτικά. Δεν πρέπει σε καμιά περίπτωση να τα χρησιμοποιούμε αντί των μονωτικών γαντιών. Μπορούμε, αν χρειασθεί, να τα φορέσουμε επάνω από τα μονωτικά, για να προστατέψουμε τα τελευταία, ώστε να μην κοπούν ή να μη σχισθούν. Ακόμα καλύτερα,

μπορούμε να χρησιμοποιούμε τα ειδικά προστατευτικά γάντια που υπάρχουν γι' αυτό το σκοπό, δηλαδή για να φοριούνται επάνω από τα μονωτικά γάντια (αυτά είναι πιο λεπτά από τα κοινά γάντια εργασίας).

- Για να προστατέψουμε τα μάτια μας, χρησιμοποιούμε τα ειδικά γυαλιά. Επιβάλλεται να τα φοράμε, όταν εκτελούμε εργασίες, κατά τις οποίες πετάγονται σωματίδια ή σκόνη. Τέτοια εργασία είναι η διάνοιξη "λουκιών" στους τοίχους με το ειδικό ηλεκτρικό εργαλείο, το τρόχισμα εργαλείων με τον τροχό κλπ. Άλλα και κατά το άνοιγμα "λουκιών" με καλέμι πετιούνται σωματίδια που μπορούν να μπουν στα μάτια μας. Γι' αυτό και σε αυτήν τη δουλειά καλά θα κάνομε να φοράμε προστατευτικά γυαλιά. Τα συνηθισμένα γυαλιά ηλίου δεν είναι κατάλληλα, επειδή δεν κλείνουν από όλες τις πλευρές.
- 'Όταν εργαζόμαστε σε θέσεις, όπου μπορούν να πέσουν στο κεφάλι μας αντικείμενα (εργαλεία ή άλλα υλικά) και να μας χτυπήσουν, πρέπει να φοράμε ένα κράνος. Τέτοιες περιπτώσεις έχομε όταν άλλοι εργάζονται επάνω σε σκάλες, ικριώματα ή σκαλωσιές. Όλο και κάποιο εργαλείο ή άλλο υλικό μπορεί να τους ξεφύγει. Γιατί να μην αποφύγομε να το δεχθούμε με γυμνό κεφάλι; (σχ. Π.6) 'Ένας κοινός σκούφος δεν είναι αρκετός. Επίσης κράνος πρέπει να φορούν όσοι εργάζονται σε στοές ή χαμηλά υπόγεια, ή όπου υπάρχουν διάφορα αντικείμενα (σωληνώσεις, δεξαμενές, σιδερένια δοκάρια - αλλά γιατί όχι και ξύλινα;) όπου θα μπορούσαν να χτυπήσουν το κεφάλι τους.



Σχ. Π.6.
Ασφαλής κάτω από το κράνος.

Π.7 Εργασίες στις ΕΗΕ.

Οι εργασίες στις ΕΗΕ γίνονται με τους αγωγούς εκτός τάσεως. Αυτό είναι αυτονόητο στην περίπτωση της κατασκευής νέας εγκαταστάσεως, αλλά εδώ αναφερόμαστε γενικά στις εργασίες των ΕΗΕ, και επομένως έχομε και τις περιπτώσεις τροποποιήσεων, συμπληρώσεων, επεκτάσεων ή επισκευών εγκαταστάσεων που έχουν ήδη ηλεκτροδοτηθεί. Οι μόνες εργασίες που γίνονται με τις εγκαταστάσεις "υπό τάση" είναι η εκτέλεση μετρήσεων και δοκιμών. Πριν από την εκτέλεση οποιασδήποτε άλλης εργασίας επιβάλλεται να διακόπτουμε την τροφοδότηση είτε ολόκληρης της εγκαταστάσεως είτε εκείνου του τμήματός της, στο οποίο πρόκειται να εργασθούμε. Εδώ πρέπει να προσέξουμε πολύ τα ακόλουθα σημεία.

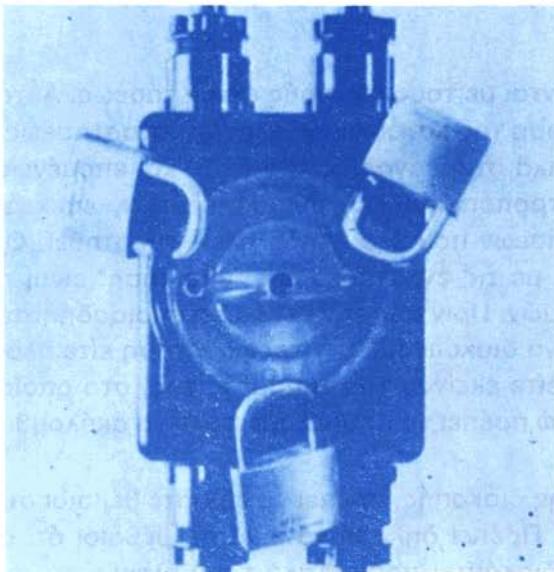
1) Σε περίπτωση τμηματικής διακοπής, πρέπει να είμαστε βέβαιοι ότι διακόπτουμε το σωστό τμήμα. Πρέπει δηλαδή να είμαστε βέβαιοι ότι ο διακόπτης που θα ανοίξουμε διακόπτει πραγματικά το κύκλωμα στο οποίο σκοπεύουμε να εργασθούμε.

2) Δεν πρέπει να διακόπτουμε την τροφοδότηση ανοίγοντας ένα όργανο που θα μπόρουσε να ξανακλείσει μόνο του. Π.χ. δεν θα αρκεσθούμε στο άνοιγμα ενός αυτόματου διακόπτη ή ενός επαφέα, που μπορεί να δεχθεί εντολή κλεισίματος και από ένα άλλο σημείο εκτός από εκείνο, όπου εμείς προκαλέσαμε το άνοιγμά του. Γενικά προτιμούμε τους χειροκίνητους διακόπτες.

3) Πρέπει να είμαστε βέβαιοι ότι κανένας άλλος δεν θα επανατροφοδοτήσει την εγκατάσταση ή το τμήμα της εγκαταστάσεως που διακόψαμε. Αν υπάρχουν ασφάλειες, θα αφαιρέσουμε τα φυσίγγια. Αν το όργανο διακοπής έχει τη δυνατότητα, θα το κλειδώσουμε (σχ. Π.7a). Άλλιώς πρέπει να τοποθετήσουμε μια πινακίδα (σχ. Π.7b).

4) Πρέπει να προσέχουμε μήπως το τμήμα, στο οποίο θα εργασθούμε, μπορεί να τροφοδοτηθεί και από ένα άλλο σημείο εκτός από εκείνο, στο οποίο εμείς διακόψαμε την τροφοδότηση. Προσοχή χρειάζεται στα τμήματα που ελέγχονται από διακόπτες αλέ-ρετούρ και σε εκείνα που έχουν τυχόν τη δυνατότητα διπλής τροφοδοτήσεως. Σε τέτοιες περιπτώσεις πρέπει να εξασφαλισθεί ότι δεν θα τροφοδοτηθεί το τμήμα που έχουμε διακόψει από κανένα από όλα τα δυνατά σημεία τροφοδοτήσεώς του.

5) Αφού πραγματοποιήσουμε τη διακοπή και πριν εκτελέσουμε οποιαδήποτε εργασία, πρέπει να εξακριβώσουμε με ένα δοκιμαστικό ότι δεν υπάρχει τάση. Για να είμαστε βέβαιοι ότι το δοκιμαστικό μας λειτουργεί,



Σχ. Π.7α.

Κλείδωμα διακόπτη στην αρχική θέση.



Σχ. Π.7β.

Προειδοποιητική πινακίδα.

Θα πρέπει να το έχομε ελέγξει προηγουμένως, τοποθετώντας το σε ένα σημείο όπου υπάρχει τάση.

6) Την εξασφάλιση από εμφάνιση τάσεως στο τμήμα της εγκαταστάσεως όπου θα εργασθούμε, εξαιτίας κάποιου λάθους ή εξαιτίας μιας βλάβης των μονώσεων των αγωγών αυτού του τμήματος προς άλλους αγωγούς που έχουν παραμείνει "υπό τάση", την πετυχαίνομε βραχυκλώνοντας τους ενεργούς αγωγούς και τον αγωγό προστασίας. Έτσι, αν τροφοδοτηθούν οι αγωγοί, θα προκληθεί διακοπή, αφού θα λειτουργήσουν τα όργανα προστασίας.

7) Προσοχή χρειάζεται αν, κατά την εξέλιξη της εργασίας, προκύψει η ανάγκη να επεκταθούμε σε ευρύτερη περιοχή από ό,τι είχαμε αρχικά σχεδιάσει. Θα υπήρχε κίνδυνος να προχωρήσουμε και σε τμήματα της εγκαταστάσεως που είχαν παραμείνει "υπό τάση". Γι' αυτό, σε πολύπλοκες εγκαταστάσεις πρέπει να τοποθετούμε πινακίδες στα σημεία στα οποία δεν έχομε διακόψει την τροφοδότηση και τα οποία είναι γειτονικά προς το τμήμα της εγκαταστάσεως που έχομε απομονώσει.

Ερχόμαστε, τώρα, στις νέες εγκαταστάσεις, που δεν έχουν ακόμα ηλεκτροδοτηθεί. Πολλές φορές, για να έχομε ρεύμα που χρειάζεται για τις εργασίες, για φωτισμό ή για τη λειτουργία διαφόρων ηλεκτρικών μηχανημάτων, κατασκευάζεται και τροφοδοτείται μια προσωρινή εγκα-

τάσταση. Πρώτα - πρώτα πρέπει να έχομε υπόψη ότι και στην προσωρινή εγκατάσταση πρέπει να τηρούνται, και μάλιστα σχολαστικά, οι Κανονισμοί Εσωτερικών Εγκαταστάσεων. Ακριβώς επειδή υπάρχουν πολλά φορητά καλώδια και διάφορα ηλεκτρικά μηχανήματα που μπορεί να λειτουργούν υπό δύσκολες συνθήκες, πρέπει να είμαστε ιδιαίτερα προσεκτικοί και κυρίως όσον αφορά τις γειώσεις.

Το δεύτερο σημείο που πρέπει να τονίσουμε είναι ότι δεν επιτρέπεται να συνδέσουμε στην προσωρινή εγκατάσταση ένα τμήμα της κατασκευαζόμενης ΕΗΕ, το οποίο έχει αποπερατωθεί, για να το χρησιμοποιήσουμε για τις ανάγκες των υπολοίπων εργασιών. Είναι πολύ πιθανό να γίνουν λάθη και έτσι να τροφοδοτηθούν και τμήματα, τα οποία δεν είναι εντελώς έτοιμα.

Π.8 Αντιμετώπιση ηλεκτρικών ατυχημάτων.

Όταν συμβεί ένα ατύχημα, πρέπει να βοηθήσουμε αμέσως το θύμα και να προσφέρουμε τις Πρώτες Βοήθειες. Θα περιορισθούμε εδώ στην περίπτωση των ηλεκτρικών ατυχημάτων. Ηλεκτρικό ατύχημα ονομάζομε εκείνο το ατύχημα που οφείλεται στη διέλευση ηλεκτρικού ρεύματος μέσα από το ανθρώπινο σώμα. Το ηλεκτρικό ρεύμα έχει διάφορες επιδράσεις στο σώμα του ανθρώπου. Συγκεκριμένα, και χωρίς να μπούμε σε λεπτομέρειες ιατρικής φύσεως, αναφέρομε ότι μπορεί να προκαλέσει σοβαρές βλάβες σε διάφορα όργανα και κυρίως στο νευρικό σύστημα, στην καρδιά και στα νεφρά ή μπορεί να έχει ως συνέπεια το έγκαυμα των ιστών απ' όπου έχει περάσει. Στο νευρικό σύστημα το ηλεκτρικό ρεύμα προκαλεί συσπάσεις ή παράλυση. Γι' αυτό το λόγο είναι δυνατόν το θύμα να "τιναχθεί" και έτσι να απαλλαγεί από την επαφή προς το αγώγιμο αντικείμενο (αγώγιμο μέρος) που έχει τάση και με το οποίο είχε έλθει σε επαφή. Αντίθετα, είναι δυνατόν το θύμα να μείνει προσκολλημένο στο αγώγιμο αντικείμενο (ιδίως αν συσπασθούν και σφίξουν τα χέρια του που το κρατούν), με αποτέλεσμα να εξακολουθεί να περνάει το ρεύμα από το σώμα του θύματος.

Οι συνέπειες του ηλεκτρικού ατυχήματος μπορεί να είναι:

- Πτώση του θύματος, ακριβώς επειδή "τινάχθηκε".
- Εγκαύματα.
- Σταμάτημα της λειτουργίας του αναπνευστικού συστήματος.
- Σταμάτημα της λειτουργίας της καρδιάς.
- Διάφορες βλάβες άλλων οργάνων (κυρίως των νεφρών), που ενδεχομένως τα αποτελέσματά τους να εκδηλωθούν αργότερα.

Εδώ θα αναπτύξουμε μόνο τις άμεσες ενέργειες που πρέπει να γίνουν μόλις συμβεί το ατύχημα, επειδή αυτές έχουν και τη μεγαλύτερη σημασία για τη διάσωση του θύματος.

Πρώτα - πρώτα, αν το θύμα εξακολουθεί να είναι σε επαφή με το αγώγιμο αντικείμενο που βρίσκεται υπό τάση, πρέπει αμέσως: είτε να διακόψουμε την τροφοδότηση, αν υπάρχει αυτή η δυνατότητα, είτε να το απαλλάξουμε από την επαφή προς αυτό το αντικείμενο. Η ταχύτητα με την οποία θα δράσουμε είναι φανερό ότι έχει πάρα τελύ μεγάλη σημασία. Πρέπει όμως να προσέξουμε ιδιαίτερα να μην πάθουμε εμείς οι ίδιοι ηλεκτροπληξία. Αν βέβαια φοράμε μονωτικά γάντια, μπορούμε να πιάσουμε είτε το θύμα, προσέχοντας να μην έλθει σε επαφή κανένα άλλο σημείο του σώματός μας, είτε το αγώγιμο αντικείμενο. Αν όμως δεν φοράμε γάντια, δεν θα πρέπει να χάσουμε πολύτιμο χρόνο για να τα αναζητήσουμε και να τα φορέσουμε. Θα χρησιμοποιήσουμε οποιοδήποτε μονωτικό αντικείμενο είναι πρόχειρο, όπως ένα ξύλινο κάθισμα, ένα μαδέρι, ένα κομμάτι από σκληρό πλαστικό κλπ. Φυσικά το αντικείμενο που θα χρησιμοποιήσουμε πρέπει να είναι στεγνό. Συγχρόνως θα φροντίσουμε να πατάμε σε κάτι μονωτικό, π.χ. ένα στεγνό σανίδι, ένα πλαστικό φύλλο κλπ.

Μόλις ελευθερώσουμε το θύμα, πρέπει να εξασφαλίσουμε ότι το αγώγιμο αντικείμενο που του προκάλεσε την ηλεκτροπληξία δεν θα μείνει εκτεθειμένο, με κίνδυνο να προκαλέσει νέα ηλεκτροπληξία, είτε σε μας είτε σε κάποιον άλλον που θα προστρέξει.

Τώρα, πρέπει να διαπιστώσουμε τι έχει πάθει το θύμα. Μας ενδιαφέρει άμεσα αν αναπνέει. Είναι πιθανό να έχει σταματήσει η αναπνοή, επειδή στις περισσότερες περιπτώσεις ηλεκτροπληξιών το ηλεκτρικό ρεύμα προκαλεί διακοπή της λειτουργίας του κέντρου της αναπνοής. Στην περίπτωση λοιπόν που διαπιστώσουμε άπνοια, πρέπει αμέσως να αρχίσουμε να εφαρμόζουμε τεχνητή αναπνοή, όπως θα περιγράψουμε στη συνέχεια, και να ειδοποιήσουμε γιατρό. Η τεχνητή αναπνοή πρέπει να αρχίσει πολύ γρήγορα. Γι' αυτό δεν πρέπει να χάσουμε καιρό ούτε για την ειδοποίηση του γιατρού: κάποιο άλλο πρόσωπο πρέπει να φροντίσει γι' αυτό. Επίσης άλλος θα φροντίσει να χαλαρώσει τα ρούχα του θύματος. Οι ειδικοί λένε ότι, αν η τεχνητή αναπνοή εφαρμοσθεί πριν περάσουν 3 λεπτά από τη στιγμή της ηλεκτροπληξίας, υπάρχει πιθανότητα περίου 75% να διασωθεί το θύμα. Αν περάσουν 4 λεπτά, η πιθανότητα επιτυχίας είναι μόνο 10% περίπου, και κάθε λεπτό που περνάει οι πιθανότητες περιορίζονται.

Η τεχνητή αναπνοή πρέπει να συνεχισθεί μέχρι να αρχίσει το θύμα να αναπνέει από μόνο του. Δεν πρέπει να διακόψουμε πρόωρα, αν δεν βλέπουμε αποτέλεσμα: έχει αναφερθεί περίπτωση που το θύμα διασώθη-

κε μετά από 8 ώρες τεχνητής αναπνοής. Δεν πρέπει να διακοπεί η τεχνητή αναπνοή, ούτε για να μεταφερθεί το θύμα στο νοσοσκομείο ή στο Σταθμό Πρώτων Βοηθειών.

Αν το θύμα δεν παρουσίασε εξαρχής άπνοια ή αν μπόρεσε να αναπνεύσει μετά από τεχνητή αναπνοή, δεν πρέπει να το αφήσουμε χωρίς ιατρική παρακολούθηση. Υπάρχει το ενδεχόμενο να έχει υποστεί άλλες βλάβες που οι συνέπειές τους εμφανίζονται αργότερα.

Η τεχνητή αναπνοή τώρα. Χρησιμοποιείται και σε άλλες περιπτώσεις εκτός από την ηλεκτροπληξία: σε πνιγμούς, σε δηλητηριάσεις από αέρια κλπ. Υπάρχουν δύο βασικές μέθοδοι: Η παροχή αέρα "στόμα προς στόμα", η λεγόμενη και "φιλί ζωής" και η εξάσκηση ρυθμικών πιέσεων στο θώρακα. Και στις δύο περιπτώσεις πρέπει να εξακριβώσουμε προηγουμένως ότι το θύμα δεν έχει στο στόμα του κάποιο αντικείμενο που προκαλεί απόφραξη της αναπνευστικής οδού. Ο ρυθμός πρέπει να είναι όσο είναι δυνατόν σταθερός και να είναι 12 φορές στο λεπτό. Επειδή η τεχνητή αναπνοή μπορεί να χρειασθεί να συνεχισθεί επί μακρό χρονικό διάστημα, είναι ανάγκη να γίνεται εναλλαγή των προσώπων που την εκτελούν, χωρίς όμως, κατά το δυνατόν, να χάνεται ο ρυθμός.

Η μέθοδος "στόμα προς στόμα" εκτελείται ως εξής:

- Τοποθετούμε το θύμα ανάσκελα.
- Γυρνάμε το κεφάλι του προς τα πίσω, σε υπερέκταση, με το σαγόνι ψηλά. Κάποιο μαξιλάρι κάτω από τους ώμους του θα βοηθήσει.
- Τραβούμε το κάτω σαγόνι του θύματος προς τα πίσω και επάνω, βάζοντας τον αντίχειρα στα δόντια του θύματος και κρατούμε το στόμα του σε θέση μισόκλειστη (σχ. Π.8α).
- Κλείνομε με το άλλο χέρι τα ρουθούνια του θύματος.
- Αφού πάρομε βαθιά εισπνοή, φέρνομε το στόμα μας στο δικό του, εφαρμόζοντας, όσο είναι δυνατόν αεροστεγανά, και φυσούμε ελαφρά, μέχρις ότου σηκωθεί το στήθος του (σχ. Π.8β). Αν το



Σχ. Π.8α.



Σχ. Π.8β.



Σχ. Π.8γ.

στήθος του δεν ανασηκώνεται, πρέπει να ελέγξουμε τη θέση του κεφαλιού και να ερευνήσουμε για τυχόν ξένα σώματα που κλείνουν την αναπνευστική οδό.

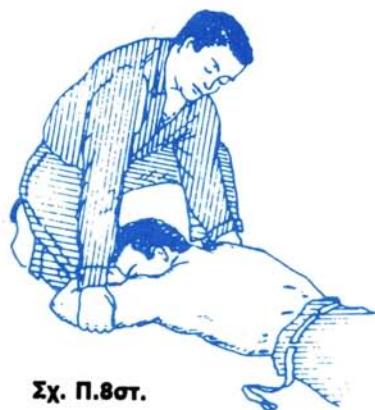
- Απομακρύνομε το στόμα μας για να εκπνεύσει το θύμα.
- Επαναλαμβάνομε, με το ρυθμό που αναφέραμε (περίπου 12 φορές στο λεπτό).

Η μέθοδος ρυθμικών πιέσεων του θώρακα που θα περιγράψουμε ονομάζεται μέθοδος Νίλσεν (από το όνομα του Δανού γιατρού Holger Nielsen που την πρωτοεφάρμοσε).

- Βάζομε το θύμα μπρούμυτα. Οι αγκώνες του πρέπει να είναι λυγισμένοι, το ένα χέρι επάνω στο άλλο. Το κεφάλι του το ακουμπούμε επάνω στα χέρια του, σε ελαφρά υπερέκταση και λίγο γυρισμένο στο πλάι. Γονατίζομε εμπρός στο κεφάλι του θύματος (σχ. Π.8γ). Εξετάζομε ότι δεν έχει ξένα σώματα στο στόμα του και, αν χρειάζεται, τραβούμε τη γλώσσα προς τα έξω.
- Βάζομε τα χέρια αμέσως κάτω από τη νοητή γραμμή που σχηματίζουν οι μασχάλες του θύματος, με τα δάκτυλα ανοικτά και τους αντίχειρες των δύο χεριών σχεδόν ενωμένους (σχ. Π.8δ).
- Πιέζομε το θύμα, σκύβοντας μπροστά, με τεντωμένους τους αγκώνες, έτσι ώστε τα χέρια μας να φθάσουν σε κατακόρυφη θέση, χωρίς πρόσθετη πίεση (σχ. Π.8ε).
- Σταματούμε την πίεση και σκύβομε προς τα πίσω αργά. Πιάνομε τους αγκώνες του θύματος (σχ. Π.8στ).
- Με τους αγκώνες μας τεντωμένους και συνεχίζοντας την προς τα πίσω κίνηση του σώματός μας, σηκώνομε τα χέρια του θύματος, μέχρις ότου αισθανθούμε αντίσταση (σχ. Π.8ζ). Μετά τα χαμηλώνομε.



Σχ. Π.8δ.



Σχ. Π.8ε.

Σχ. Π.8ε.1



Σχ. Π.8ζ.

— Συνεχίζομε κατά τον ίδιο τρόπο, με το ρυθμό των 12 πιέσεων στο λεπτό.

Για να μπορεί κάποιος να εφαρμόσει χωρίς δυσκολία την τεχνητή αναπνοή, πρέπει να έχει εξασκηθεί προηγουμένως. Γι' αυτό καλό θα ήταν, από καιρό σε καιρό, όλοι οι ηλεκτρολόγοι να κάνουν τέτοιες ασκήσεις.



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΓΕΝΙΚΑ

1.1	Εσωτερικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις - Ορισμοί	1
1.2	Όρια διαχωρισμού των ΕΗΕ από τις άλλες εγκαταστάσεις	3
1.3	Τάσεις λειτουργίας των ΕΗΕ	5
1.4	Απαιτήσεις λειτουργίας των ΕΗΕ	8
1.5	Κανονισμοί	9
1.6	Ποιες ΕΗΕ καλύπτει ο ΚΕΗΕ	10
1.7	Ταξινόμηση των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων	12

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΟΡΙΣΜΟΙ – ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΡΗ ΤΩΝ ΕΗΕ

2.1	Ορολογία	14
2.2	Παροχετεύσεις	22
2.3	Βασικά μέρη μιας ΕΗΕ	27

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΑΓΩΓΟΙ ΚΑΙ ΚΑΛΩΔΙΑ

3.1	Αγωγοί των ΕΗΕ	32
3.2	Μονωμένοι αγωγοί και καλώδια	35
3.3	Χρωματισμοί μονωμένων αγωγών	37
3.4	Συμβολισμοί καλωδίων	39
3.5	Συνήθεις τύποι καλωδίων	41
3.6	Θέρμανση αγωγών – επιτρεπόμενη φόρτιση	46
3.7	Ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές αγωγών	49

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΣΩΛΗΝΕΣ ΚΑΙ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΕΗΕ

4.1	Υλικά – Ποιότητα υλικών	50
4.2	Σωλήνες και εξαρτήματά τους	50
4.3	Επιλογή μεγέθους σωλήνων	53
4.4	Κουτιά διακλαδώσεως σωλήνων και καλωδίων	54
4.5	Εξαρτήματα συνδέσεως αγωγών και εξαρτήματα συνδέσεως γειώσεων	57
4.6	Εξαρτήματα στερεώσεως σωλήνων και καλωδίων	59
4.7	Ρευματοδότες και ρευματολήπτες	60
4.8	Λυχνιολαβές	65
4.9	Υλικά για λυχνίες φθορισμού	68
4.10	Υλικά εγκαταστάσεως καλωδίων	69

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

ΟΡΓΑΝΑ ΕΛΕΓΧΟΥ – ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ – ΠΙΝΑΚΕΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ

5.1	Όργανα ελέγχου	73
5.2	Διακόπτες - Γενικά χαρακτηριστικά	76
5.3	Διακόπτες φωτισμού	77
5.4	Διακόπτες πινάκων	81
5.5	Διακόπτες βιομηχανικού τύπου	83
5.6	Πίνακες διανομής	85

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

ΟΡΓΑΝΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ – ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΟ ΥΠΕΡΕΝΤΑΣΕΙΣ

6.1	Προστασία από υπερεντάσεις – Όργανα προστασίας	88
6.2	Ασφάλειες	89
6.3	Αυτόματοι διακόπτες	94
6.4	Χαρακτηριστικά λειτουργίας των οργάνων προστασίας	98

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΟ ΤΑΣΕΙΣ ΕΠΑΦΗΣ – ΓΕΙΩΣΕΙΣ – ΟΡΓΑΝΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

7.1	Τάσεις επαφής	104
-----	---------------------	-----



7.2	Πότε μια τάση επαφής είναι επικίνδυνη	106
7.3	Μέθοδοι προστασίας από έμμεση επαφή	107
7.4	Ηλεκτρόδια γειώσεως	111
7.5	Λειτουργία των οργάνων προστασίας	113
7.6	Διακόπτες διαφυγής	118
7.7	Εφαρμογή της γειώσεως των εκτεθειμένων αγωγίμων μερών	124
7.8	Προστασία από άμεση επαφή	128

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΓΔΟΟ

ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΩΝ ΕΗΕ – ΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΜΒΟΛΑ

8.1	Ηλεκτρολογικά σχέδια	130
8.2	Γραφικά σύμβολα	132
8.3	Σχέδια των ΕΗΕ	138
8.4	Σχεδίαση πινάκων	139

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΑΤΟ

ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΕΗΕ

9.1	Γενικά	143
9.2	Γραμμές των ΕΗΕ – Εκλογή της διατομής των αγωγών	144
9.3	Η πτώση τάσεως στις γραμμές των ΕΗΕ	149
9.4	Τα φορτία	151
9.5	Στοιχεία που χρειάζονται για την εκπόνηση μιας μελέτης	153
9.6	Εκπόνηση της μελέτης μιας ΕΗΕ	154
9.7	Μελέτη εγκαταστάσεων φωτισμού	156
9.8	Μελέτη εγκαταστάσεως κινήσεως	167
9.9	Επιλογή υλικού ανάλογα με τις συνθήκες του περιβάλλοντος	170
9.10	Οι γειώσεις και οι συνδέσεις τους	173
9.11	Ειδικά θέματα εγκαταστάσεων	178

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ – ΕΛΕΓΧΟΙ – ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

10.1	Κατασκευή των ΕΗΕ	190
10.2	Εργαλεία	190
10.3	Κατασκευή των γραμμών. Τοποθέτηση των εξαρτημάτων	195

10.4 Κατασκευή των συνδέσεων των γειώσεων. Ισοδυναμικές συνδέ-	
σεις	200
10.5 Έλεγχοι – Μετρήσεις	203

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΔΕΚΑΤΟ

ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ

11.1 Γενικά	206
11.2 Ηλεκτρονόμοι	207
11.3 Χρονικοί ηλεκτρονόμοι – Χρονοδιακόπτες	210
11.4 Άλλα στοιχεία των κυκλωμάτων αυτοματισμού	211
11.5 Φωτισμός κλιμακοστασίων πολυκατοικιών	215
11.6 Σύστημα φωτεινής κλήσεως νοσοκομείων	219
11.7 Φωτισμός ασφαλείας αιθουσών κινηματογράφου κλπ.	220
11.8 Προγραμματισμός λειτουργίας φωτισμού προθηκών κλπ.	222
11.9 Εκκίνηση κινητήρα με αυτόματο διακόπτη αστέρα - τριγώνου	224
11.10 Αυτόματη θέση σε λειτουργία συσκευών καταναλώσεως στις ώρες που παρέχεται από τη ΔΕΗ μειωμένο τιμολόγιο	226

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΩΔΕΚΑΤΟ

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΣΘΕΝΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ

12.1 Γενικά	233
12.2 Τηλεφωνικές εγκαταστάσεις	234
12.3 Εγκατάσταση κουδουνιών, ηλεκτρικής κλειδαριάς, θυροτη- λεφώνου και θυροτηλεοράσεως	239
12.4 Ηχητικές εγκαταστάσεις	248
12.5 Εγκατάσταση κεραίας τηλεοράσεως	250
12.6 Συστήματα ασφαλείας	263

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΤΡΙΤΟ

ΦΩΤΟΤΕΧΝΙΑ

13.1 Γενικά. Αντικείμενο της Φωτοτεχνίας	267
13.2 Φύση και ιδιότητες του φωτός	268
13.3 Η παραγωγή της φωτεινής ενέργειας	273

13.3.1 Παραγωγή φωτός με τη θερμότητα	273
13.3.2 Παραγωγή φωτός με ηλεκτρική εκκένωση	276
13.3.3 Παραγωγή φωτός με υπεριώδη ακτινοβολία	281
13.4 Φωτομετρικά μεγέθη και αντίστοιχες μονάδες	282
13.5 Απαιτήσεις για ένα σωστό φωτισμό. Είδη φωτισμού	291
13.6 Φωτεινές πηγές	301
13.7 Ηλεκτρολογικές συνδέσεις και λειτουργία των σωλήνων φθορισμού	317
13.8 Μελέτη φωτισμού εσωτερικών χώρων. Μέθοδος υπολογισμού με βάση το συντελεστή χρησιμοποιήσεως	324
13.9 Εξωτερικός φωτισμός	332
13.10 Φωτεινοί σωλήνες Νέον	337
13.11 Φωτισμός προθηκών. Διαφήμιση	339

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Η ΠΡΟΛΗΨΗ ΚΑΙ Η ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ

Π.1 Τα ατυχήματα	342
Π.2 Η πρόληψη των ατυχημάτων	344
Π.3 Λήψη προληπτικών μέτρων	346
Π.4 Ύπαρξη καταλλήλων εργαλείων και εφοδίων. Έλεγχος της καλής καταστάσεώς τους	348
Π.5 Εκτέλεση της εργασίας σύμφωνα με τους κανόνες ασφαλείας	350
Π.6 Χρησιμοποίηση των ατομικών εφοδίων προστασίας	355
Π.7 Εργασίες στις ΕΗΕ	357
Π.8 Αντιμετώπιση ηλεκτρικών ατυχημάτων	359

COPYRIGHT ΙΑΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

