



ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ

Νίκ. Μ. Ξένου

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ





ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ
ΧΡΥΣΟΥΝ ΜΕΤΑΛΛΙΟΝ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Ο Ευγένιος Ευγενίδης, ο ιδρυτής και χορηγός του « Ιδρύματος Ευγενίδου», πολύ νωρίς πρόβλεψε και σχημάτισε την πεποίθηση ότι η άρτια κατάρτιση των τεχνικών μας, σε συνδυασμό με την εθνική αγωγή, θα ήταν αναγκαίος και αποφασιστικός παράγοντας της προόδου του Έθνους μας.

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

Έτσι το Φεβρουάριο του 1956 συστήθηκε το « Ίδρυμα Ευγενίδου », του οποίου την διοίκηση ανέλαβε η αδελφή του κυρία Μαριάνθη Σίμου, σύμφωνα με την επιθυμία του διαθέτη.

Από το 1956 μέχρι 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 σχολών.

Μέχρι σήμερα εκδόθηκαν 150 τόμοι βιβλίων, που έχουν διατεθεί σε πολλά εκατομμύρια τεύχη, και καλύπτουν ανάγκες των Κατώτερων και Μέσων Τεχνικών Σχολών του Υπ. Παιδείας, των Σχολών του Οργανισμού Απασχολήσεως Εργατικού Δυναμικού (ΟΑΕΔ) και των Δημοσίων Σχολών Εμπορικού Ναυτικού.

Μοναδική φροντίδα του Ιδρύματος σ' αυτή την εκδοτική του προσπάθεια ήταν και είναι η ποιότητα των βιβλίων, από άποψη όχι μόνον επιστημονική, παιδαγωγική και γλωσσική, αλλά και από άποψη εμφανίσεως, ώστε το βιβλίο να αγαπηθεί από τους νέους.

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

Ιδιαίτερη σημασία απέδωσε το Ίδρυμα από την αρχή στην ποιότητα των βιβλίων από γλωσσική άποψη, γιατί πιστεύει ότι και τα τεχνικά βιβλία, όταν είναι γραμμένα σε γλώσσα άρτια και ομοιόμορφη αλλά και κατάλληλη για τη στάθμη των μαθητών, μπορούν να συμβάλλουν στην γλωσσική διαπαιδαγώγηση των μαθητών.

Έτσι με απόφαση που πάρθηκε ήδη από το 1956 όλα τα βιβλία της Βιβλιοθήκης του Τεχνίτη, δηλαδή τα βιβλία για τις Κατώτερες Τεχνικές Σχολές, όπως αργότερα και για τις Σχολές του ΟΑΕΔ, είναι γραμμένα σε γλώσσα δημοτική με βάση την γραμματική του Τριανταφυλλίδη, ενώ όλα τα άλλα βιβλία είναι γραμμένα στην απλή καθαρεύουσα. Η γλωσσική επεξεργασία των βιβλίων γίνεται από 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 και η καλαίσθητη σελιδοποίηση, το εξώφυλλο και το μέγεθος του βιβλίου περιλαμβάνονται και αυτά στις φροντίδες του Ιδρύματος.

Το Ιδρυμα Θεώρησε ότι είναι υποχρέωσή του, σύμφωνα με το πνεύμα του ιδρυτή του, να θέσει στην διάθεση του Κράτους όλη αυτή την πείρα του των 20 ετών, αναλαμβάνοντας την έκδοση των βιβλίων και για τις νέες Τεχνικές και Επαγγελματικές Σχολές και τα νέα Τεχνικά και Επαγγελματικά Λύκεια, σύμφωνα με τα Αναλυτικά Προγράμματα του Κ.Ε.Μ.Ε.

Τα χρονικά περιθώρια γι' αυτή την νέα εκδοτική προσπάθεια ήταν πολύ περιορισμένα και ίσως γι' αυτό, ιδίως τα πρώτα βιβλία αυτής της σειράς, να παρουσιάσουν ατέλειες στη συγγραφή ή στην εκτύπωση, που θα διορθωθούν στη νέα τους έκδοση. Γι' αυτό το σκοπό επικαλούμαστε την βοήθεια όλων όσων θα χρησιμοποιήσουν τα βιβλία, ώστε να μας γνωστοποιήσουν κάθε παρατήρησή τους για να συμβάλλουν και αυτοί στη βελτίωση των βιβλίων.

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Μιχαήλ Αγγελόπουλος, ομ. καθηγητής ΕΜΠ, Πρόεδρος.

Αλέξανδρος Σταυρόπουλος, ομ. καθηγητής Πανεπιστημίου Πειραιώς, Αντιπρόεδρος.

Ιωάννης Τεγέπουλος, καθηγητής ΕΜΠ.

Σταμάτης Παλαιοκρασάς, Ηλεκτρολόγος Μηχανικός, Σύμβουλος Παιδαγωγικού Ινστιτούτου.

Χρήστος Σιγάλας, Δ/ντης Σπ. Δευτ. Εκπαιδεύσεως 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, Χρυσόστομος Καβουνίδης (1955-1984) Μηχ. Ηλ. ΕΜΠ, Γεώργιος Ρούσσος (1970-1987) Χημ.-Μηχ. ΕΜΠ, Δρ. Θεοδόσιος Παπαθεοδοσίου (1982-1984) Δ/ντης Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαιδεύσεως ΥΠΕΠΘ, Ιγνάτιος Χατζευστρατίου (1985-1988) Μηχανολόγος, Δ/ντης Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαιδεύσεως ΥΠΕΠΘ, Γεώργιος Σταματίου (1988-1990) Ηλεκτρολόγος ΕΜΠ, Δ/ντης Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαιδεύσεως ΥΠΕΠΘ, Σωτ. Γκλαβάς (1989-1993) Φιλόλογος, Δ/ντης Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαιδεύσεως ΥΠΕΠΘ.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ

ΝΙΚΟΛΑΟΥ ΜΙΧΑΗΛ ΞΕΝΟΥ
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ

ΑΘΗΝΑ
1998



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το βιβλίο αυτό πραγματεύεται τη σχεδίαση ηλεκτρονικών κυκλωμάτων και προορίζεται για τους σπουδαστές και δύσους ασχολούνται με τα ηλεκτρονικά. Η συγγραφή του ακολουθεί το αναλυτικό πρόγραμμα του ΚΕΜΕ και τα θέματα που περιέχει καλύπτουν ένα μεγάλο μέρος από τη θεωρία των Ηλεκτρονικών που διδάσκονται οι σπουδαστές των Τεχνικών Λυκείων.

Για εξάσκηση, στο τέλος κάθε κεφαλαίου, υπάρχουν ασκήσεις, οι οποίες αρχίζουν με απλά θέματα και προχωρούν με δυσκολότερα, ώστε ο σπουδαστής σιγά - σιγά να γίνει ικανός να διαβάζει ηλεκτρονικά διαγράμματα.

Προσπάθεια έγινε ώστε να συγκεντρωθούν, δύο γίνεται περισσότερα από τα ηλεκτρονικά σύμβολα, που είναι και η βάση του Ηλεκτρονικού Σχεδίου για να βοηθηθεί ο ηλεκτρονικός, στην πρακτική του εξάσκηση και ως σπουδαστής, αλλά και ως επαγγελματίας τεχνικός.

Ο συγγραφέας

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το βιβλίο αυτό προορίζεται για τους μαθητές των ηλεκτρονικών και πραγματεύεται τον τρόπο σχεδιάσεως των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων.

Σκοπός του είναι να καταστήσει το μαθητή ικανό να διαβάζει ηλεκτρονικά σχέδια τα οποία θα χρησιμοποιήσει για το χειρισμό, στη συντήρηση, στην επισκευή και τη συναρμολόγηση των ηλεκτρονικών συσκευών. Επίσης τον βοηθά σημαντικά στη σχεδίαση των απαραίτητων διαγραμμάτων για την κατασκευή μιας απλής ηλεκτρονικής συσκευής.

Για τη σωστή σπουδή του **ηλεκτρονικού σχεδίου**, εκτός από αυτά που περιγράφονται στο βιβλίο, ο μαθητής πρέπει να γνωρίζει και τα παρακάτω από το **Μηχανολογικό Σχέδιο**:

- Όργανα και μέσα σχεδιάσεως.
- Γραμμογραφία (είδη γραμμών και χάραξη τους).
- Γράμματα και αριθμοί.
- Κλίμακα σχεδιάσεως.
- Γεωμετρικές κατασκευές.
- Σχεδίαση αντικειμένων (σύστημα προβολών).
- Υπόμνημα, τίτλος σχεδίου.

Τα παραπάνω περιγράφονται διεξοδικά στο βιβλίο «ΤΕΧΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ» του κ. Αριστ. Δεϊμέζη και όσον αφορά το υπόμνημα στο βιβλίο «ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ» του κ. Χρυσ. Καβουνίδη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ

1.1 Γενικά.

Το ηλεκτρονικό σχέδιο χωρίζεται σε **θεωρητικό σχέδιο** και σε **πρακτικό σχέδιο**.

1.1.1 Θεωρητικό σχέδιο.

Είναι το αναλυτικό, με λεπτομέρειες διάγραμμα, της συνδεσμολογίας τμημάτων ή βαθμίδων ή εξαρτημάτων (στοιχείων) μιας ηλεκτρονικής συσκευής. Τα εξαρτήματα σχεδιάζονται με σύμβολα. Σκοπός του θεωρητικού σχεδίου είναι να μας βοηθήσει στη μελέτη του ηλεκτρονικού κυκλώματος (ενισχυτή, ανορθωτικό, δέκτη κλπ.), για την καλύτερη κατανόηση της λειτουργίας του. Κατά τη σχεδίαση του **αναλυτικού διαγράμματος** μιας συσκευής, δεν μας ενδιαφέρει ο τρόπος τοποθετήσεως των εξαρτημάτων στην πρακτική συναρμολόγησή τους, αλλά μόνο η σωστή θεωρητική συνδεσμολογία τους, δηλαδή η διάταξη των αγωγών που συνδέουν τα εξαρτήματα του κυκλώματος της συσκευής.

Για την πιο εύκολη κατανόηση της λειτουργίας του κυκλώματος μιας συσκευής, που τις περισσότερες φορές αποτελείται από πολλές βαθμίδες, μπορεί το κύκλωμα να χωριστεί σε τμήματα έτσι, ώστε το καθένα να περιλαμβάνει μια ή περισσότερες βαθμίδες.

Επομένως το θεωρητικό σχέδιο διακρίνεται:

- **σε αναλυτικό (ή κυκλωματικό) διάγραμμα** και
- **σε γενικό (ή κατά τμήματα) διάγραμμα.**

Αναλυτικό διάγραμμα είναι αυτό που παρουσιάζει με όλες τις λεπτομέρειες το κύκλωμα μιας βαθμίδας ή τμήματος ή ολόκληρης της συσκευής (σχ. 2.3α και 2.3β), ενώ γενικό διάγραμμα είναι το συγκεντρωτικό σχέδιο της συσκευής (σχ. 3.2ε, 3.2στ και 3.2ζ).

1.1.2 Πρακτικό σχέδιο.

Είναι το κατασκευαστικό σχέδιο. Σκοπός του πρακτικού σχεδίου είναι η απεικόνιση της σωστής τοποθετήσεως των εξαρτημάτων επάνω στο «σασσί», της συνδέσεως τους (συρματώσεως) και της συναρμολογήσεως ολόκληρης της συσκευής. Η σχεδίαση γίνεται με ακρίβεια, υπό κλίμακα ή σε φυσικό μέγεθος, και δείχνει την ύστερα από μελέτη ορισμένη θέση κάθε εξαρτήματος. Με την κατάλληλη τοποθέτηση των εξαρτημάτων, επιτυγχάνεται οικονομία στο χώρο και αποφεύγονται ανεπιθύμητες αλληλεπιδράσεις μεταξύ των βαθμίδων ενός κυκλώματος, όπως π.χ. συμβαίνει στις βαθμίδες υψηλών συχνοτήτων.

1.2 Συμβολισμοί.

Όπως αναφέρθηκε στο θεωρητικό σχέδιο, για την παράσταση των εξαρτημάτων χρησιμοποιούνται ειδικά σύμβολα. Η σχεδίαση των κυκλωμάτων με τη χρησιμοποίηση των συμβόλων γίνεται πιο γρήγορα και πιο εύκολα· οι διαστάσεις του σχεδίου γίνονται μικρές και διαβάζεται χωρίς δυσκολία. Για την παράσταση των εξαρτημάτων με σύμβολα υπάρχουν κανονισμοί που διαφέρουν από χώρα σε χώρα. Π.χ. οι γερμανικοί κανονισμοί κατά DIN σε πολλά σημεία δεν συμφωνούν με τους αμερικανικούς ASA και με τους κανονισμούς των άλλων χωρών. Επειδή στη χώρα μας οι συσκευές του εμπορίου είναι ευρωπαϊκές, αμερικανικές και ιαπωνικές, κρίνουμε σκόπιμο να συμπεριλάβουμε όλους τους κανονισμούς.

Ο Πίνακας 1.2.1 περιέχει όλα σχεδόν τα ηλεκτρονικά σύμβολα τα οποία έχουν χωριστεί σε ομάδες για να βρίσκονται εύκολα. Σε ορισμένα σύμβολα σημειώνεται δίπλα τους ένα γράμμα το οποίο είναι συνήθως το αρχικό γράμμα από την ονομασία ή την ιδιότητα του εξαρτήματος ή το γράμμα-δείγμα της δομής του. Π.χ μια κρυσταλλική δίοδος μπορεί να σημειώνεται με το γράμμα D (diode) ή CR (crystal).

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.2.1.
ΣΥΜΒΟΛΑ**

a/o	Περιγραφή	Σύμβολο	a/o	Περιγραφή	Σύμβολο	
α) Ηλεκτρικό Ρεύμα						
1	Συνεχές ρεύμα	Σ.Ρ. ή D.C.	—	6	Καλώδιο τετραπολικό θωρακισμένο	
2	Σε περίπτωση που το σύμβολο αυτό δεν είναι κατάλληλο για το σχέδιό μας είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί και το		—	7	Απλό ομοαξονικό καλώδιο	
3	Εναλλασσόμενο ρεύμα	E.P. ή A.C.	~	8	Διπλό ομοαξονικό καλώδιο	
4	Συνεχές και εναλ. ρεύμα		≈	9	Σύνδεση αγωγών (μόνιμη)	
5	Εναλλασσόμενο ρεύμα τ-φασικό με συχνότητα f		m~f	10	Σύνδεση αγωγών (λυόμενη) με κλέμα	
6	Παράδειγμα: Διφασικό εναλ. ρεύμα		2~25 Hz 2~25 %/s	11	Διασταύρωση αγωγών	
7	Τριφασικό εναλ. ρεύμα		3~50 Hz	12	Διπλή διακλάδωση (με μόνιμη σύνδεση) Σημείωση: Όταν είναι δυνατό ο πρώτος τρόπος δεν χρησιμοποιείται	
8	Ακουστικής συχνότητας	A.Σ ή A.F. ή B.F. ή L.F.	≈	13	Διπλή διακλάδωση (με λυόμενη σύνδεση)	
9	Μέσης συχνότητας	M.Σ. ή I.F.	≈≈	14	Ακροδέκτης τερματικός	
10	Υψηλής συχνότητας	Υ.Σ. ή H.F. ή R.F.	≈≈	γ) Συνδέσεις – Συνδετήρες		
11	Κυματοειδές ή ανορθωμένο ρεύμα		≈≈—			
12	Τετραγωνικοί παλμοί					
13	Πριονωτές κυμάνσεις		M			
14	Πριονωτές κυμάνσεις και συνεχές ρεύμα		M			
15	Θετική πολικότητα	+	+			
16	Αρνητική πολικότητα	—	—			
β) Αγωγοί – Καλώδια – Συνδέσεις – Διασταυρώσεις αγωγών						
1	Αγωγός για νικά		—	1	Βύσμα συνδέσεως αρσενικό	P
2	Αγωγός με θωράκιση		—	2	Βύσμα συνδέσεως θηλυκό	J
3	Διπολικό καλώδιο με θωράκιση		—	3	Ρευματοδότης (πριζα) απλός	P
4	Καλώδια με κοινή γείωση		—	4	Ρευματοδότης με επαφή προστασίας	P
5	Καλώδιο με έναν η περισσότερους αγωγούς (Τετραπολικό)		—	5	Ρευματοδότης διπλός	P
				6	Ρευματοδότης τριφασικός χωρίς ουδέτερο με γείωση	P
				7	Ρευματολήπτης (φις)	J
				8	Ρευματολήπτης με γείωση	J

(συνεχίζεται)

συνέχεια Πίνακα 1.2.1.

α/α	Περιγραφή	Σύμβολο	α/α	Περιγραφή	Σύμβολο
9	Δότης (πρίζα) κεραιάς		4	Διπολικός διπλής ενέργειας	S
10	Δότης (πρίζα) τηλεφώνου.		5	Διπολικός διπλής ενέργειας συρόμενος	
11	Συνδετήρας διπολικός (Αρσενικός-Θηλυκός)		6	Επαφής (μπουτόν) με ανοικτές επαφές	P
			7	Επαφής με κλειστές επαφές	N
			8	Επαφής διπολικός	S
12	Συνδετήρας αρσενικός-Θηλυκός με περισσότερα βύσματα (τετραπολικός)	P	9	Μονοπολικός μεταγωγέας	S
		J	10	Τριπολικός μεταγωγέας 3 κυκλωμάτων, με 2 ανοικτές και 1 κλειστή κινητές επαφές	
13	Συνδετήρας ομοαξονικός (αρσενικός)				μπουτόν επαναφοράς
14	Συνδετήρας ομοαξονικός (θηλυκός)		11	Διακόπτης ασφαλείας	
15	Σύνδεση ομοαξονικών καλωδίων		12	Χειριστήριο	S
16	Τζακ ανοικτού κυκλώματος		13	Ηλεκτρονόμος ρωστήρας ή ρελάι γενικά	
17	Τζακ κλειστού κυκλώματος		14	Ηλεκτρονόμος με ένδειξη της Ωμ αντιστάσεως και των ορίων στα οποία καταλήγει.	
18	Τζακ τριπολικό		15	Ηλεκτρονόμος με ένα ενεργό τύλιγμα.	K
δ) Διακόπτες – Ηλεκτρονόμοι					
1	Απλός απλής ενέργειας	S	16	Ηλεκτρονόμος με περισσότερα (π.χ. 2) τυλίγματα που συνεργάζονται (δημιουργούν ομόρροπο μεγνητικό πεδίο).	R
2	Απλός διπλής ενέργειας		17	Ηλεκτρονόμος με δύο τυλίγματα που δημιουργούν αντίθετα μαγνητικά πεδία.	L
3	Διπολικάς απλής ενέργειας	S	18	Ηλεκτρονόμος με επιβραδυνόμενη πτώση.	E

(συνεχίζεται)

συνέχεια Πίνακα 1.2.1.

α/α	Περιγραφή	Σύμβολο	α/α	Περιγραφή	Σύμβολο	
19	Ηλεκτρονόμος με επιβραδυνόμενη έλξη.		5	Μεταβλητή αντίσταση	R ή RV ή VR	
20	Ηλεκτρονόμος με επιβραδυνόμενη έλξη και πτώση.		6	Αυτορρυθμιζόμενη αντίσταση (Η τιμή της εξαρτάται από τη θερμοκρασία θερμίστορ).	TH ή T	
21	Θερμορωστήρας.	K ή RL ή RE	7	Αυτορρυθμιζόμενη αντίσταση (Η τιμή της εξαρτάται από την τάση)	VDR	
22	Ηλεκτρονόμος απλός		8	Φωτοαντίσταση	LDR ή FR	
23	Ηλεκτρονόμος διπλός		9	Ρείθρο (Shunt)	R	
ε) Αντιστάσεις						
1	Σταθερή αντίσταση	R ή Z	1	Γείωση	GND	
Σημείωση:			2			
α) Το γράμμα Z χρησιμοποιείται όταν πρόκειται για σύνθετη αντίσταση			2		Σασσί (σώμα)	
β) Το R _L χρησιμοποιείται όταν η αντίσταση εμφανίζεται ως φορτίο			3	Ασφάλειες υπερεντάσεως	F ή FUS	
σ) Γειώσεις - Ασφάλειες						
2	Ρυθμιζόμενη αντίσταση	R				
3	Αντίσταση με ενδιάμεσες λήψεις	R				
4	Ροοστάτης	R				

(συνεχίζεται)

α/α	Περιγραφή		Σύμβολο	α/α	Περιγραφή		Σύμβολο
4	Ασφάλεια υπερτάσεως	F FUS		4	Πηνίο με λήψεις	L	
Ω Όργανα και συσκευές ελέγχου							
1	Όργανο μετρήσεως γενικά	M		6	Βαριόμετρο		
2	Παράδειγμα: μιλλιαμπ-ρόμετρο			7	Μετασχηματιστής (M/T) γενικά		
3	Μετρητής ηλ. ενέργειας			8	M/T με πυρήνα Υ.Σ.		
4	Γεννήτρια εναλλασσομένων σημάτων γενικά	G G		9	M/T με αιδηροπυρήνα	T T TR TR Tr Tr	
5	Γεννήτρια πριονωτών κυμάνσεων			10	M/T μεταβλητής συζεύξεως		
6	Γεννήτρια τετραγωνικών παλμών	O		11	M/T μεταβλητού πυρήνα		
7	Γεννήτρια μεταβλητής συχνότητας			12	M/T M.Σ.	IF	
8	Γεννήτρια με κρύσταλλο χαλαζίου			13	Αυτομετασχηματιστής	T T TR TR	
η) Πηνία και Μετασχηματιστές							
1	Πηνίο γενικά	L					
	Σημείωση: Η αντίσταση (αντίδραση) που παρουσιάζεται το πηνίο (καθαρή αυτεπαγωγή) συμβολίζεται με X _L .	X _L					
2	Πηνίο με πυρήνα Υ.Σ.	RFC					
3	Πηνίο με αιδηροπυρήνα	CH					

(συνεχίζεται)

a/a	Περιγραφή	Σύμβολο	a/a	Περιγραφή	Σύμβολο
14	Ρυθμιζόμενος αυτομετασχηματιστής (variac)	T π TR	3	Ηλεκτρονική λυχνία γενικά	V
			4	Διπλή ηλεκτρονική λυχνία διαχωρισμένη	
			6	Νήμα θερμάνσεως	F
			7	Κάθοδος	K
1	Πυκνωτής γενικά Σημειώση:	C	8	Κάθοδος με άμεση θέρμανση ή με νήμα που τη θέρμανει.	
	Η αντίσταση (αντίδραση) που παρουσιάζει ο πυκνωτής (καθαρή χωρητικότητα) στο E.P. συμβολίζεται με το γράμμα	Xc	9	Κάθοδος με έμμεση θέρμανση με το νήμα που τη θέρμανει.	
2	Ηλεκτρολυτικός πυκνωτής	C	10	Φωτοηλεκτρική κάθοδος.	
3	Ηλεκτρολυτικός μη πολωμένος	C	11	Υγρή κάθοδος χωρίς μόνωση από το περίβλημα.	
4	Ρυθμιζόμενος πυκνωτής (T = τρίμερ, P = πάντερ)	C π CV	12	Ψυχρή κάθοδος ή κάθοδος που θέρμανεται από ιονισμό.	
5	Διπλός πυκνωτής	C π CV	13	Ψυχρή κάθοδος (A amorphage) με άμεση θέρμανση (ιονιζόμενες και βοηθητικές θερμάνσεις).	
6	Μεταβλητός πυκνωτής	C π CV	14	Ηλεκτρόδιο που χρησιμοποιείται είτε σαν άνοδος, είτε σαν ψυχρή κάθοδος με άμεση θέρμανση.	
7	Διπλός μεταβλητός ομοαξονικός	C π CV	15	Υγρή κάθοδος μονωμένη από το περίβλημα.	
			16	Πλέγμα	G
1	Λαμπτήρας γενικά	L π LP	17	Άνοδος	A π P
			18	Παραδείγματα: Τρίοδος	V
2	Λαμπτήρας αερίου (νέον)	N π LN π DS			

(συνεχίζεται)

α/α	Περιγραφή	Σύμβολο	α/α	Περιγραφή	Σύμβολο
19	Διπλή τρίοδος		4	Γέφυρα ανορθωτών	B ή RC ή RS ή G
20	Λυχνία αερίου γενικά	V			
21	Παραδείγματα: δίοδος		5	Διόδος Zener	A ή K
22	Θύρατρον	V			D ή DZ
23	Ignitron	V			
24	Φωτολυχνία	V	6	Συμμετρική δίοδος Zener	D ή DZ
25	Καθοδικός σωλήνας ηλεκτροστατικής αποκλίσεως	V ή CRT	7	Διόδος σήραγγας (Tunnel)	A ή K
26	Καθοδικός σωλήνας ηλεκτρομαγνητικής αποκλίσεως				D ή
ια) Ημιαγωγοί - Τρανζίστορ					
1	Κρύσταλλος (π.χ. χαλαζίου)	Y ή X ή XTAL			TY ή Q
2	Ανορθωτής μεταλλικός ή κρυσταλλικός (δίοδος) Σημείωση: α) Χωρίς το εσωτερικό μαύρισμα σχέδιάζονται και τα υπόλοιπα σύμβολα των δίοδων και των θυρίστορ β) Όταν η δίοδος είναι γερμανίου χαρακτηρίζεται ως DUG και η πυριτίου ως DUS	CR ή D ή X	9	Αμφίπλευρη δίοδος	DIAC ή DC
3	Κρυσταλλικός φωρατής	DET	10	Μονόπλευρος διακόπτης πυριτίου	SUS

(συνεχίζεται)

συνέχεια Πίνακα 1.2.1.

α/α	Περιγραφή	Σύμβολο	α/α	Περιγραφή	Σύμβολο
11	Ελεγχόμενος ανορθωτής πυριτίου (τριοδικό θυρίστορ)	SCR	19	Τρανζίστορ PNP με ψυκτήρα	
12	Ελεγχόμενος ανορθωτής πυριτίου (θυρίστορ GTO)	GTO	20	Τέτροδο τρανζίστορ PNP	
13	Αμφιπλευρο Θυρίστορ	TRIAC ή TRC ή Tri	21	Τρανζίστορ μιας ενώσεως PN (Unijunction)	
14	Ελεγχόμενος διακόπτης πύλης	GCS	22	Τρανζίστορ μιας ενώσεως NP	
15	Ελεγχόμενος διακόπτης πυριτίου (τετραοδικό θυρίστορ)	SCS	23	Τρανζίστορ επιδράσεως πεδίου (JFET) καναλιού N	
16	Τρανζίστορ τύπου PNP ή TUP Σημείωση: Οι ίδιες παραλλαγές υπάρχουν και στα τρανζίστορ τύπου NPN	Q ή TR ή TS ή T	24	Τρανζίστορ JFET καναλιού P	
17	Τρανζίστορ τύπου NPN ή TUN		25	Τρανζίστορ επιδράσεως πεδίου MOSFET καναλιού P	
18	Τρανζίστορ PNP με θωράκιση		26	Τρανζίστορ MOSFET καναλιού N	
			27	Τρανζίστορ MOSFET με δύο πύλες καναλιού N	
			28	Τρανζίστορ MOSFET τύπου Depletion	
			29	Τρανζίστορ MOSFET τύπου Enhancement Σημείωση: Στους τύπους με α/α 27, 28, 29 υπάρχουν και τα αντίστοιχα καναλιού P	
			30	Φωτοδίοδος	DL
			31	Δίοδος εκπομπής φωτός (LED)	LD

(συνεχίζεται)

συνέχεια Πίνακα 1.2.1.

α/α	Περιγραφή		Σύμβολο	α/α	Περιγραφή		Σύμβολο	
32	Φωτοθυρίστορ (τριοδικό)	LASCR		6	Αποκλειστικό 'Η' (EXCLUSIVE OR)	X-OR		
33	Φωτοθυρίστορ (τετραοδικό)	LASCs		7	Πύλη NAND με δράση Schmitt Trigger			
34	Φωτοτρανζίστορ	LTR		Σημείωση: α) Οι πύλες μπορούν να έχουν περισσότερες από δύο εισόδους εκτός από την πύλη NOT. β) Οι πύλες μπορούν να χαρακτηρίζονται με τα γράμματα και έναν αιχμών αριθμό N_1, N_2 κλπ. ή G_1, G_2 κλπ. όταν όμως ανήκουν στο ίδιο ολοκληρωμένο κύκλωμα.				
35	Φωτοξέγκτης (opto-isolator) ή οπτικός απομονωτής	IC		η) Μεγάφωνα – Μικρόφωνα – Πικ-απ – Μαγνητόφωνα				
36	Δίοδος μεταβλητής χωρητικότητας (VARICAP)	CR ή DV		1	Μεγάφωνο γενικά	LS ή SP		
37	Ολοκληρωμένο κύκλωμα	IC		2	Μεγάφωνο μόνιμου μαγνήτη	ή AP		
ι) Λογικές πύλες								
1	Πύλη AND (KAI) με δύο εισόδους			4	Ακουστικά διπλά			
2	Πύλη OR ('Η')			5	Ακουστικό μονό			
3	Πύλη NOT (OXI)	IC		6	Ακουστικό ηλεκτροδύναμικό	PHONO		
4	Πύλη NAND (OXI - KAI)			7	Ακουστικό πιεζοηλεκτρικό (κρυσταλλικό)			
5	Πύλη NOR (OXI - 'Η')			8	Μικρόφωνο γενικά			
				9	Μικρόφωνο δυναμικό			
				10	Μικρόφωνο κρυσταλλικό			
				11	Μικρόφωνο ταχύτητας (ταινίας)			

(συνεχίζεται)

συνεχεία πινάκα 1.2.1.

α/α	Περιγραφή		Σύμβολο	α/α	Περιγραφή		Σύμβολο
12	Μικρόφωνο πυκνωτή	MK ή MIC		2	Κεραία εκπομπής		
13	Μικρόφωνο όνθρακα			3	Κεραία λήψεως		
14	Μικρόφωνο ηλεκτροδυναμικό στερεοφωνικό			4	Κεραία εκπομπής και λήψεως		
15	Πικάπ γενικά	PU		5	Κεραία συμμετρική		
16	Πικάπ κρυσταλλικό	PU		6	Κεραία δίπολο		
17	Πικάπ κρυσταλλικό στερεοφωνικό	PU		7	Κεραία αναδιπλωμένου διπόλου		
18	Πικάπ μαγνητικό			8	Κεραία πλαισίου		
19	Μαγνητόφωνο	R/P		9	Κεραία παραβολικού κατόπτρου		
20	Κεφαλή μαγνητοφώνου γενικά			1	Ενισχυτής γενικά		
21	Κεφαλή εγγραφής			2	Ενισχυτής συνεχούς ρεύματος		
22	Κεφαλή αναπαραγωγής			3	Ενισχυτής με δύο βαθμίδες		
23	Κεφαλή εγγραφής και αναπαραγωγής			4	Ενισχυτής με αυτόματη ρύθμιση εξόδου		
24	Κεφαλή διαγραφής			5	Ενισχυτής διαφορικός		
25	Κεφαλή εγγραφής και αναπαραγωγής στερεοφωνική			6	Ενισχυτής τελεστικός		
ΙΩΣ Κεραιές							
1	Κεραία γενικά	E ή ANT		7	Ενισχυτής με περιορισμένο εύρος		
				8	Ενισχυτής διευκρινιτής φάσεως		
				9	Ενισχυτής διορθώσεως φάσεως		

(συνεχίζεται)

συνέχεια Πίνακα 1.2.1.

α/α	Περιγραφή		Σύμβολο	α/α	Περιγραφή	Σύμβολο
10	Ενισχυτής λογαριθμικός (Log) ή αντιλογαριθμικός (Antilog)	AR		10	Ζεύξη ντηζελομηχανής Εναλλακτήρα	
11	Μίκτης					ΙΩ Διάφορα
12	Εξεσθεντής ασύμμετρος	ATT		1	Μικροτηλέφωνο	
13	Εξεσθεντής συμμετρικός			2	Κουδούνι. Γενικό Σύμβολο	
14	Ισοδύναμο γραμμής			3	Κουδούνι: α) εναλλασσόμενου ρευματος. β) συνεχούς ρεύματος.	
15	Φίλτρο διελεύσεως γενικά	BPF		4	Βομβητής.	
16	Φίλτρο Χ.Σ.	LPF		5	Χειροκίνητη γεννήτρια	
17	Φίλτρο Υ.Σ.	HPF		6	Τηλεφωνική συσκευή γενικά	
18	Φίλτρο ευρείας ζώνης			7	Κεντρικης συστοιχίας	
19	Φίλτρο περιορισμένης ζώνης			8	Αυτόματη	
ιστι/Πηγές - Μηχανές						
1	Ηλεκτρικό στοιχείο	B & BT		9	Δονητής ασύγχρονος	
2	Ηλεκτρικό στοιχείο με ρυθμιζόμενη τάση			10	Σύγχρονος	
3	Συστοιχία			11	Αντηρίδα	
4	Φωτοστοιχίειο ηλιακό	PH		12	Επίτονος	
5	Περιστρεφόμενη μηχανή γενικά			13	Κυματοδηγός κυκλικός	
6	Γεννήτρια Σ.Ρ			14	Ορθογώνιος	
7	Κινητήρας			15	Αλεξικέραυνο	
8	Ι.ννήτρια Ε.Ρ.			16	Ρύθμιση συσκευών τηλεοράσεως Κοντράστ (αντιθέσεως)	
9	Ζεύξη τριφασικού κινητήρα - εναλλακτήρα			17	Φωτεινότητα	

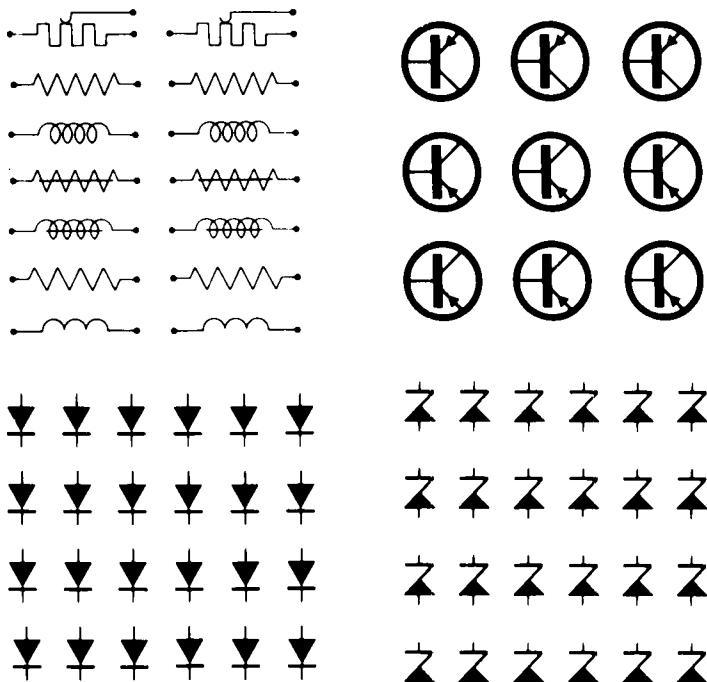
(συνεχίζεται)

συνέχεια Πίνακα 1.2.1.

α/α	Περιγραφή	Σύμβολο	α/α	Περιγραφή	Σύμβολο
18	Έλεγχος καθέτου		21	Tuner	
19	Ευθυγράμμιση καθέτου		22	Θωράκιση συστήματος	
20	Προσοχή: υψηλή τάση Παράδειγμα				Σημείωση: Περισσότερες πληροφορίες για τα σύμβολα των μηχανών τηλεφωνικών εγκαταστάσεων και συσκευών θα βρείτε στο βιβλίο σας ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ Β' τάξεως.

1.3 Σχεδίαση συμβόλων – Παραδείγματα.

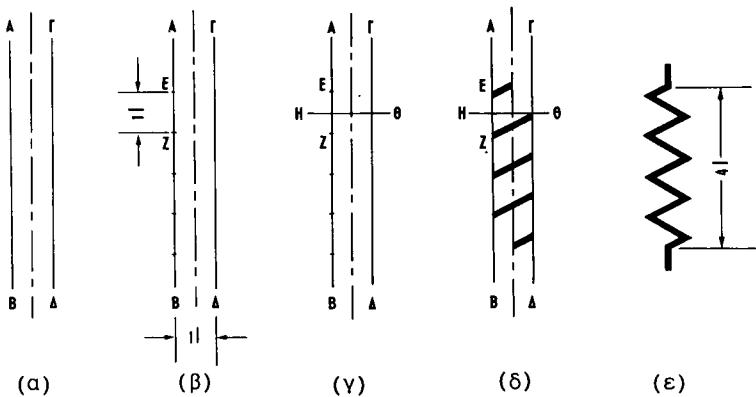
Η σχεδίαση των συμβόλων γίνεται με τη βοήθεια ειδικών τύπων (στένσιλ), που είναι φύλλα (πλακέτες) από πλαστικό με διάτρητα χαραγμένα επάνω τους σύμβολα ή γράμματα, αριθμούς κλπ. Επίσης υπάρχουν σε μεγάλη ποικιλία και σύμβολα αυ-οκόλλητα (letraset). Ένα μικρό δείγμα δίνομε στο σχήμα 1.3α.



$\Sigma x \approx 1.30$

Αν οι διαστάσεις στο χαρτί σχεδιάσεως δεν επιτρέπουν τη χρησιμοποίηση της ιλαστικής πλακέτας, η σχεδίαση των συμβόλων γίνεται σύμφωνα με τους κανόνες σχεδιάσεως (γεωμετρικές κατασκευές). Στο σχήμα 1.3β παριστάνεται σχεδίαση μιας αντιστάσεως σε διαδοχικές φάσεις:

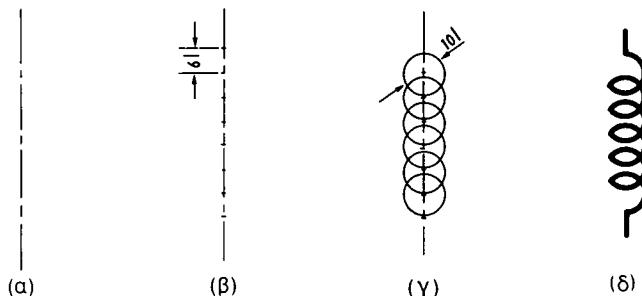
- Χαράζομε αξονική ευθεία· αριστερά και δεξιά της και σε ίσες αποστάσεις χαράζομε δυο βοηθητικές ευθείες, τις ΑΒ, ΓΔ.
 - Πάνω στην ευθεία ΑΒ και σε όλο το μήκος της, σημειώνομε με το διαστημόμετρο ή το υποδεκάμετρο αποστάσεις ίσες μεταξύ τους, όπως η EZ. Η σχέση του τρίγματος EZ με το πλάτος της αντιστάσεως είναι 1:1.
 - Φέρομε την κάθετη ΗΘ στο μέσον του EZ.
 - Χαράζομε γραμμή που ενώνει το σημείο Z με το σημείο τομής της ΗΘ στη ΓΔ. Φέρομε παράλληλες προς αυτή γραμμές [σχ. 1.3β (δ)].
Χαράζομε τις παράλληλες από αριστερά προς τα κάτω και αφαιρούμε (σβήνομε) τις βοηθητικές και την αξονική γραμμή. Η σχέση μεταξύ ύψους και πλάτους της αντιστάσεως είναι 4:1.



Σχ. 1.3β.

Στο σχήμα 1.3γ παριστάνεται, με παρόμοιο τρόπο, η σχεδίαση πηνίου:

- Χαράζομε αξονική γραμμή.
- Σημειώνομε με διαστημόμετρο ίσες αποστάσεις, AB, BG κλπ. σε όλο το μήκος της αξονικής. Η σχέση των τμημάτων AB, BG κλπ. με τη διάμετρο του πηνίου είναι 6:10.
- Με κέντρα τα σημεία A, B, Γ κλπ. χαράζομε κύκλους [σχ. 1.3γ (γ)].
- Αφαιρούμε (σβήνομε) τα άχρηστα τμήματα των κύκλων και την αξονική.



Σχ. 1.3γ.

Σημείωση:

Ασκήσεις σχεδιάσεως συμβόλων δίνονται στο τέλος του Δεύτερου Κεφαλαίου.

1.4 Κανόνες και υποδείξεις για την καλή σχεδίαση.

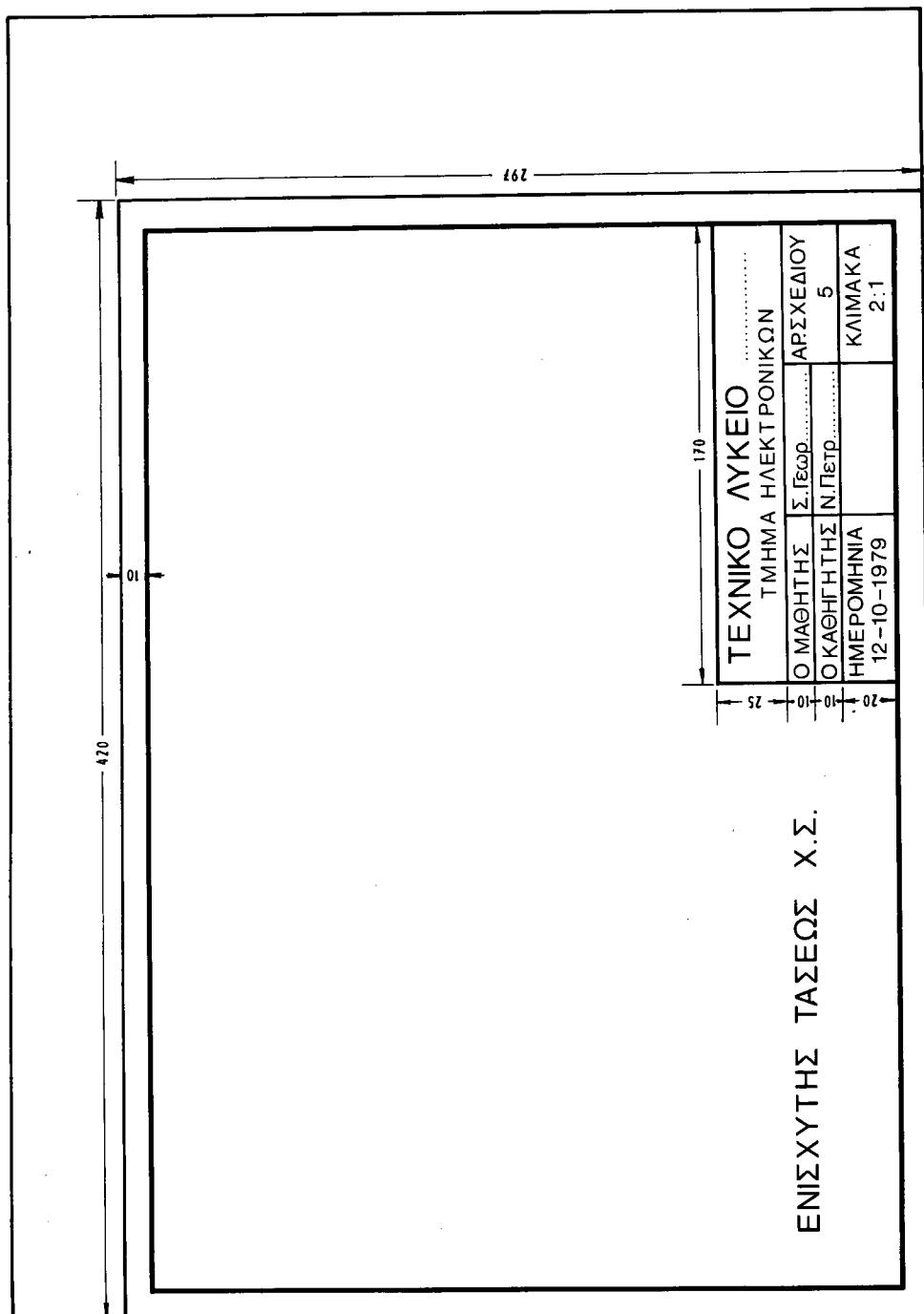
Οι κανόνες που ακολουθούμε για το **ηλεκτρονικό σχέδιο** είναι οι ίδιοι με τους κανόνες για το **τεχνικό σχέδιο** σε συνδυασμό με τους κανονισμούς των συμβολισμών και τις γενικές υποδείξεις που δίνονται παρακάτω για την όσο το δυνατό καλύτερη σχεδίαση.

Οι διαστάσεις του **θεωρητικού σχεδίου** μιας ηλεκτρονικής συσκευής εξαρτώνται από τον αριθμό των βαθμίδων και τον αριθμό των εξαρτημάτων κάθε βαθμίδας. Η σχεδίασή του δεν γίνεται υπό κλιμακα, δημιας γίνεται στο **πρακτικό σχέδιο**. Κατά συνέπεια και οι διαστάσεις του χαρτιού σχεδιάσεως εξαρτώνται από τις διαστάσεις του σχεδίου. Για τους μαθητές των ηλεκτρονικών εκλέγεται (από τα τυποποιημένα υποδείγματα) χαρτί A3 DIN 476 διαστάσεων 297×420 σε mm (σχ. 1.4). Στο σχήμα υπάρχει και υπόδειγμα υπομνήματος (όνομα σχολείου, τημία, όνομα μαθητή κλπ.). Οι διαστάσεις των γραμμάτων του υπομνήματος πρέπει να είναι σε όρθια σύμφωνα με το σύστημα DIN 16 ή σε λοξή γραφή σύμφωνα με το DIN 17. Τα γράμματα χαράζονται με το χέρι ή με όργανα σχεδίασης ή με τους πλαστικούς οδηγούς (στένσταλ). Οι διαστάσεις τους για το δόνομα του σχολείου θα είναι: ύψος 10 mm, πλάτος 6 mm (ή με μικρότερες διαστάσεις για να μπορούν να γίνουν με το χέρι). Για τα υπόλοιπα οι διαστάσεις θα είναι: ύψος 6 mm και πλάτος 4 mm. Όσον αφορά τα ονοματεπώνυμα, θα χρησιμοποιηθούν πεζά γράμματα με τις ανάλογες διαστάσεις.

Οι γραμμές συνδέσεως που παριστάνουν αγωγούς πρέπει να χαράζονται με το ίδιο πάχος, ενώ η σχεδίαση των εξαρτημάτων και ο γραμμές γειώσεως μπορούν να γίνουν και με γραμμές διαφορετικού πάχους.

Για το **πρακτικό σχέδιο** ακολουθούνται οι κανόνες που ισχύουν για το **μηχανολογικό σχέδιο**. Δηλαδή η σχεδίαση γίνεται υπό κλιμακα και χρησιμοποιούνται οι απαραίτητες όψεις με ορισμένες παραλλαγές οι οποίες αναφέρονται στο αντίστοιχο κεφάλαιο.

Γενικά το σχέδιο πρέπει να είναι ακριβές, καθαρό και συμμετρικά τοποθετημένο επίστρωση στο χαρτί. Σχετικά παραδείγματα δίνονται στα κεφάλαια που ακολουθούν.



Σχ. 1.4.

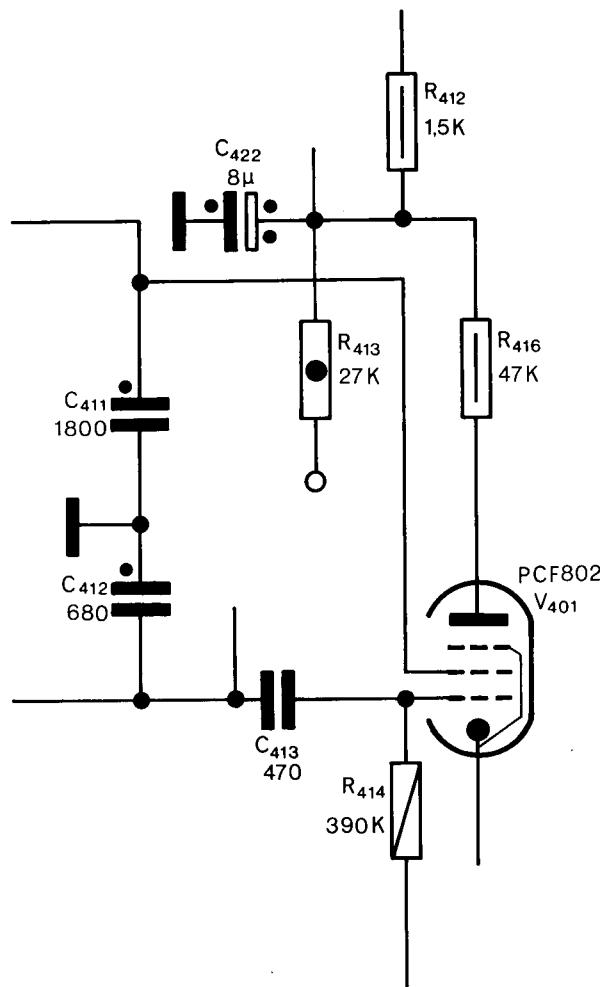
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΑΝΑΛΥΤΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ

2.1 Γενικά.

Αναλυτικό διάγραμμα ονομάζεται το **κυκλωματικό** λεπτομερές σχέδιο ενός ηλεκτρονικού κυκλώματος στο οποίο απεικονίζεται όλη η συνδεσμολογία και περιέχονται όλα τα εξαρτήματα του κυκλώματος σχεδιασμένα με σύμβολα. Με τη χρησιμοποίηση των συμβόλων, που είναι η βάση για την κατανόηση των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων, η σχεδίαση του αναλυτικού διαγράμματος γίνεται γρήγορα, εύκολα και σε μικρές διαστάσεις. Το αναλυτικό διάγραμμα είναι το αξιολογότερο, γιατί παρουσιάζει τη λειτουργία της συσκευής και των βαθμίδων της, με την παρακολούθηση του σήματος από την είσοδο, τη διαμόρφωσή του κατά την πορεία του και την τελική μορφή του στην έξοδο. Δίνει τις τιμές και τους τύπους των εξαρτημάτων που σημειώνονται δίπλα σε κάθε εξάρτημα απ' ευθείας με αριθμό ή με κώδικα ή σε σημείωση με τη μορφή πίνακα, συνήθως στο κάτω μέρος του σχεδίου. Το σχήμα 2.1α παρουσιάζει με κωδικό τρόπο την ισχύ των αντιστάσεων και την τάση λειτουργίας των πυκνωτών. Δηλαδή:

$R_{412} = 1,5 \text{ k}\Omega$ και $1/2 \text{ W}$, $R_{413} = 27 \text{ k}\Omega$ και $1/10 \text{ W}$, $R_{414} = 390 \text{ k}\Omega$ και $1/3 \text{ W}$,
 $C_{411} = 1800 \mu\text{F}/150 \text{ V}$, $C_{412} = 680 \mu\text{F}/150 \text{ V}$, $C_{413} = 270 \mu\text{F}/100 \text{ V}$ και τον ηλεκτρολυτικό $C_{422} = 8 \mu\text{F}/300 \text{ V}$.



$\frac{1}{10}$ W

$\frac{1}{3}$ W

$\frac{1}{2}$ W

100V

150V

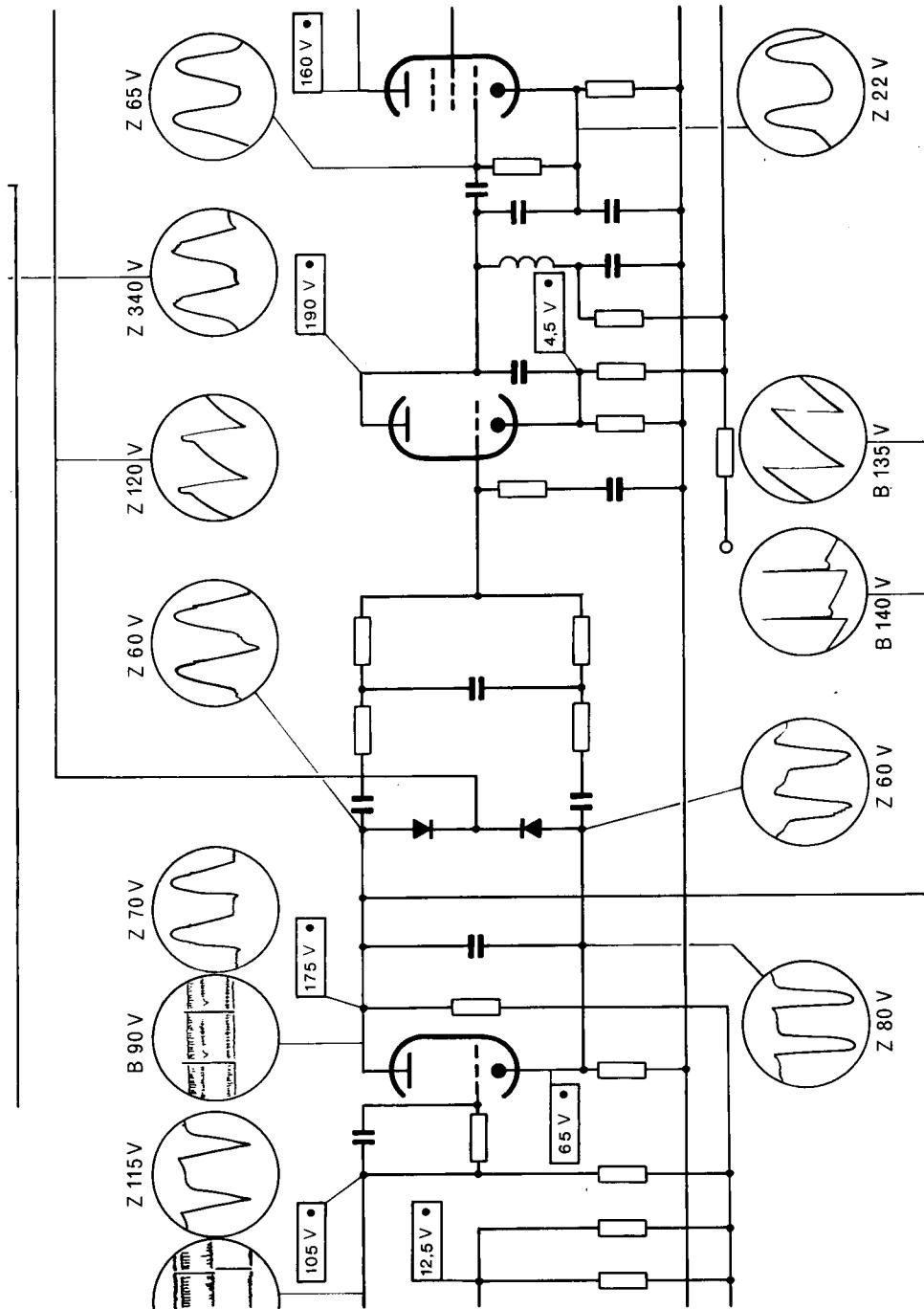
200V

300V

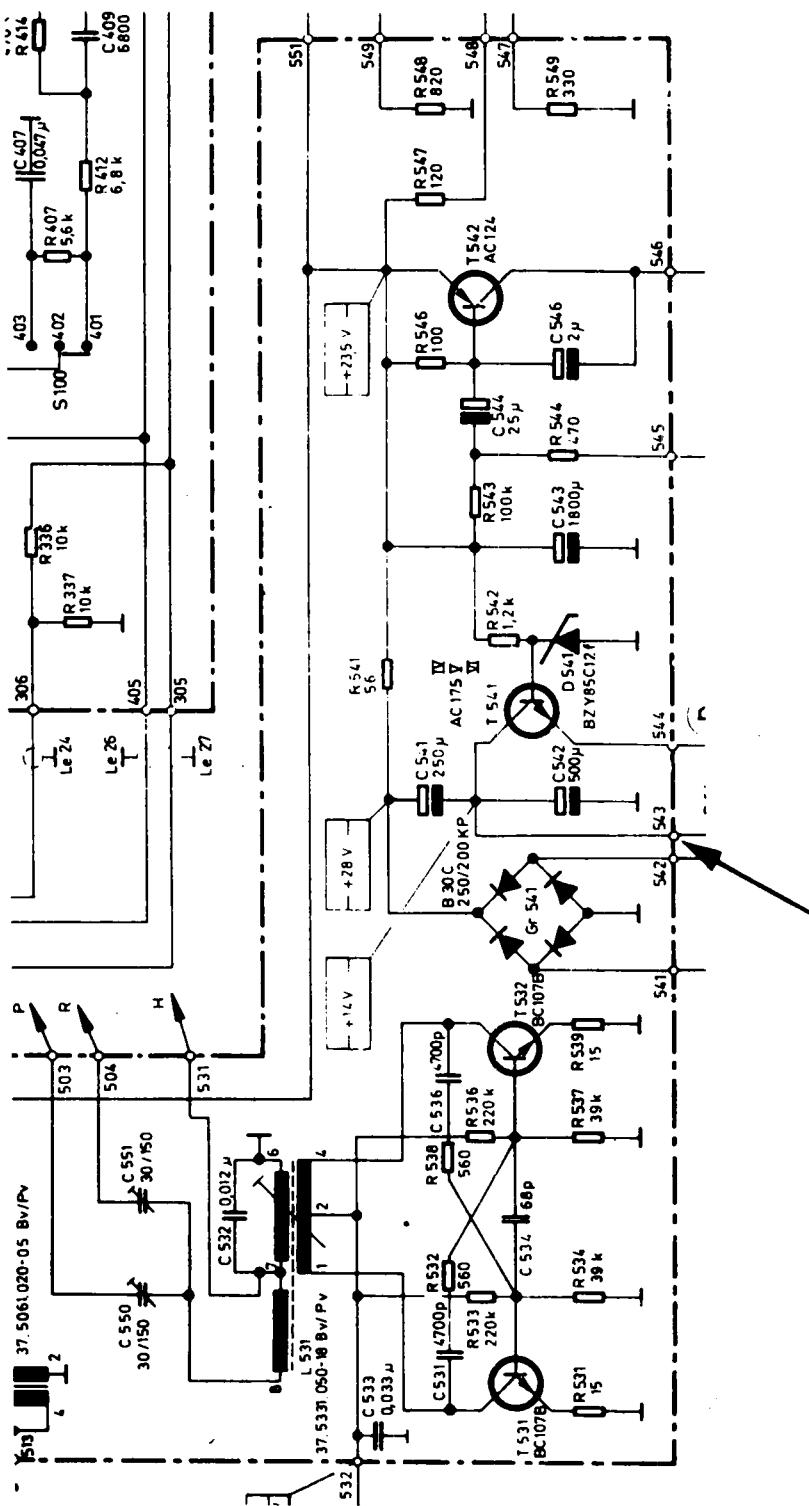
Οι τιμές των πυκνωτών
είναι σε μF , εκτός αν
σημειώνεται διαφορετικά

Σχ. 2.1α.

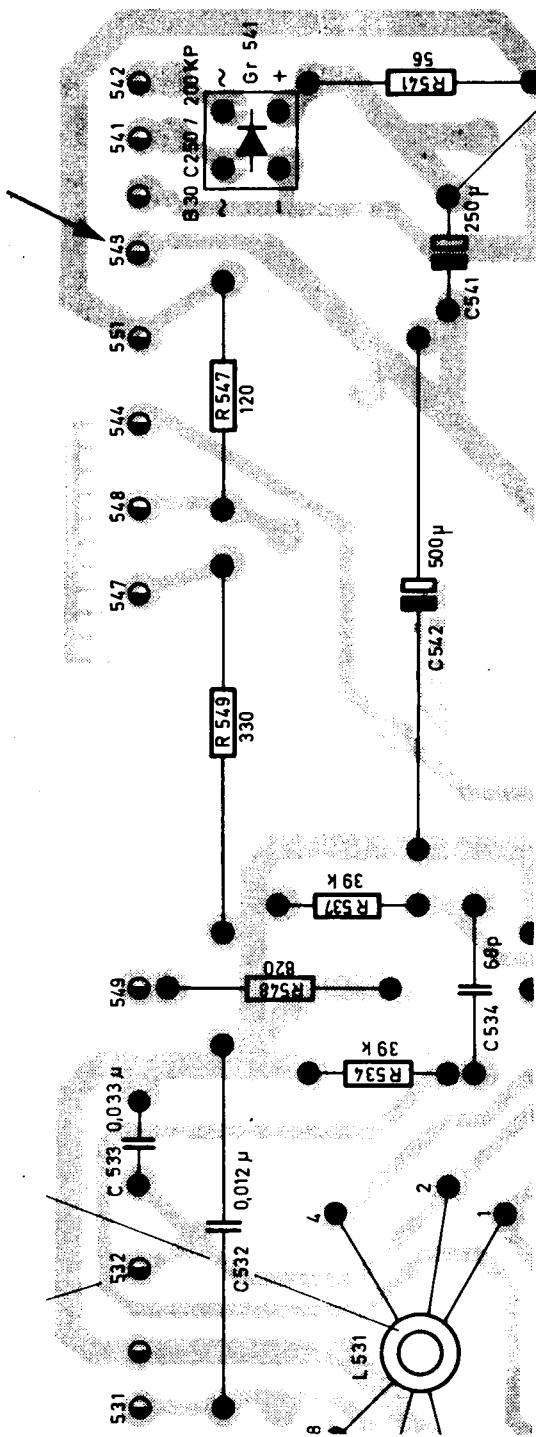
Επίσης δίνονται οι τιμές των ηλεκτρονικών μετρήσεων που επιτυγχάνονται σε ορισμένα σημεία ελέγχου καθώς και τα παλμογραφήματά τους (σχ. 2.1β).



Σχ. 2.1β.



ΣΧ. 2.1γ.



ΣΧ. 2.15.

Με κωδικούς αριθμούς στο πλαίσιο του αναλυτικού διαγράμματος, βρίσκομε το μεγαλύτερο σημείο στο **πολεκτικό στρέμμα** (τυπικά ένα κύκλωμα) (την 2^η ή 2^η)

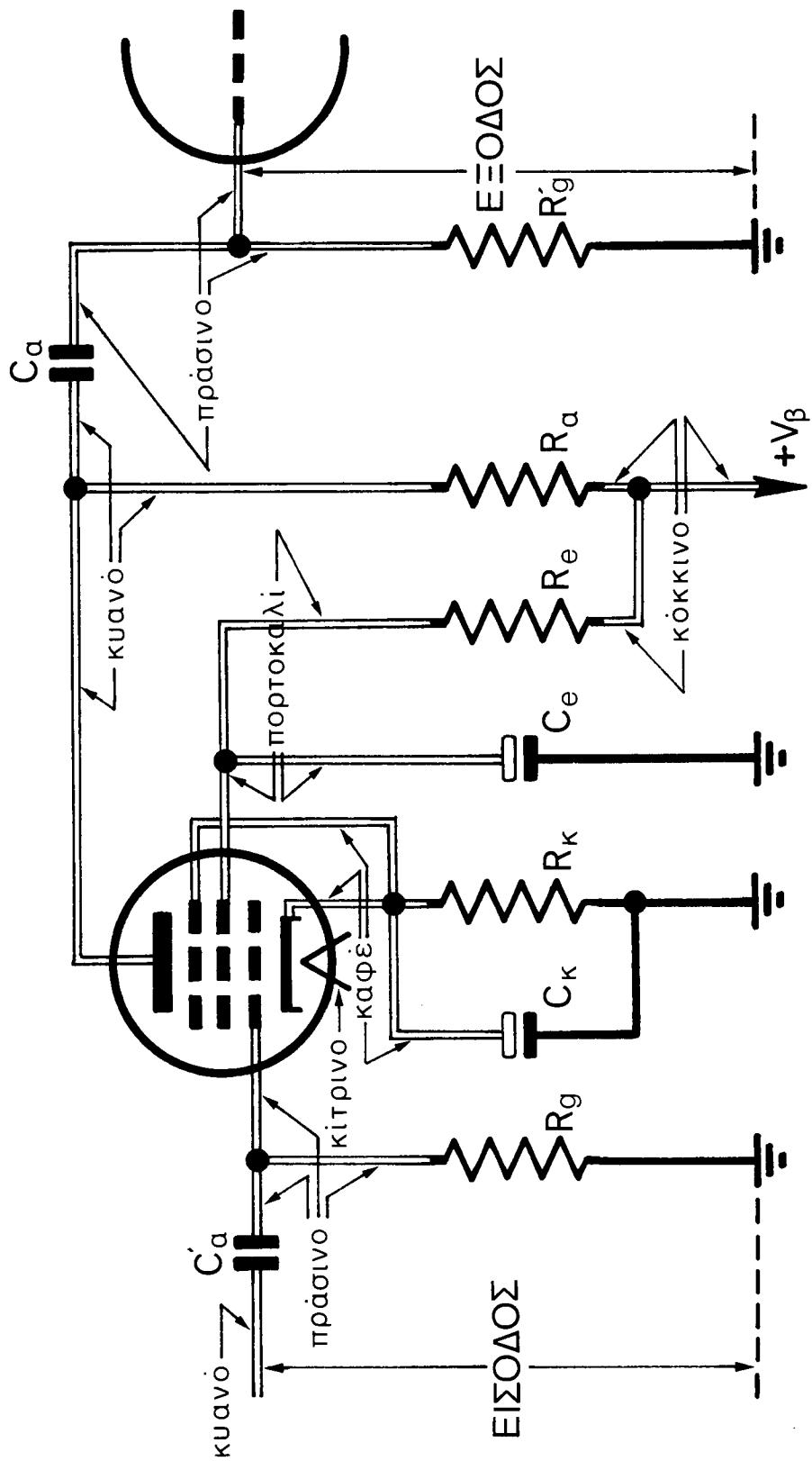
αντικού υπέρ του **πρωτότυπου ζεύγους** (πιστροφένο κυκλωματά) (ν.χ. 2. Η πλ. 2. 15). Αν παρατηρήσουμε προσεκτικά τα δύο αυτά σχέδια θα δούμε ότι έχαρηματα από το **θεωρητικό** απαντώνται στο **πρατηπικό σχέδιο** και αντιστροφά. Π.χ. αν προχωρήσουμε από το σημείο με κωδικό αριθμό 543 (σημειώνεται με βέλος), θά συναντήσουμε από σημείο ξεκινούν δύο πυκνιώτες, ο C₅₄₁ που το (+) του συνδέεται με το (+) της γέφυρας ανορθωτών και της αντιστοσεως R₅₄₁, και ο C₅₄₂ που το (-) του γειώνεται, όπως γειώνονται το δεξιό άκρο του C₅₃₃ και το επάνω άκρο της R₅₃₄.

Το αναλυτικό διάγραμμα, με τις απαράπτες πληροφορίες που προσφέρει χρησιμοποιείται για το γρήγορο έλεγχο, για την επισκευή, καθώς και για τη συναρμολόγηση των ηλεκτρονικών συσκευών.

2.2 Κανόνες, Γενικές υποδείξεις.

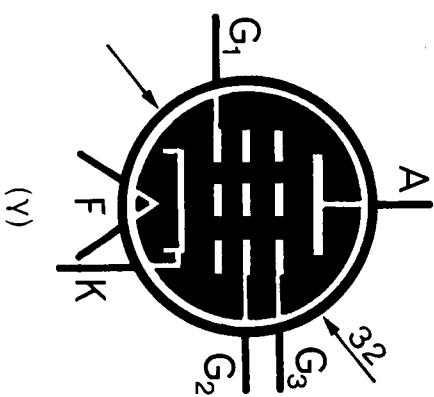
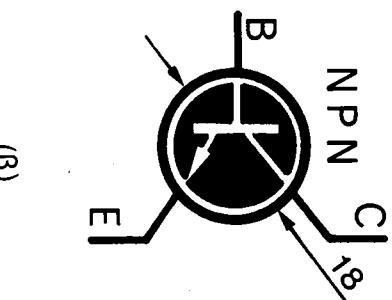
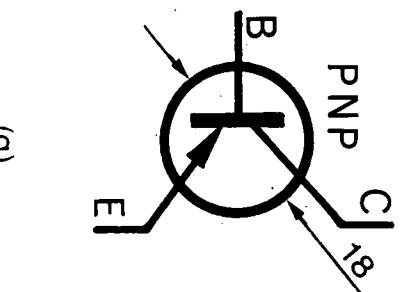
Εκτός από τους κανόνες των συμβολισμών που περιγράψαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο, για την καλή σχεδίαση του αναλυτικού διαγράμματος πρέπει να έχομε υπ' όψη μας και τα παρακάτω:

- Σημειώνομε πρώτα επάνω στο χαρτί σχεδίασης τους χώρους που θα σχεδιασθούν τα ενέργα στοιχεία, τα τρανζίστορ ή οι λυχνίες ή τα ολοκληρωμένα κυκλώματα και ύστερα τους χώρους για τα υπόλοιπα εξαρτήματα και τους αγωγούς συνδέσεως. **Προσοχή:** η εισόδος του κυκλώματος πρέπει να βρίσκεται στο αριστερό μέρος ενώ η έξοδος στο δεξιό.
 - Αφήνομε αρκετό χώρο ανάμεσα στα σύμβολα των εξαρτημάτων για να γράψουμε γράμματα, αριθμούς κλπ.
 - Σχεδιάζουμε πρώτα ελαφρά με μολύβι τύπου Η ή 2 Η το κύκλωμα και στη συνέχεια τονίζουμε τις γραμμές του σχεδίου με μολύβι τύπου ΗΒ ή με σινική μελάνη.
 - Χαράζουμε τους αγωγούς συνδέσεως με γραμμές που έχουν το ίδιο πάχος, εκτός από ορισμένα τμήματα της συνδεσμολογίας, όπως π.χ. η γραμμή γεώσεως, ή τυμόνια που πρέπει να τονίσουμε διαίτερα. Στην περίπτωση αυτή η γραμμή είναι παχύτερη.
 - Σχεδιάζουμε σωστά και με λογικές αναλογίες τούς αγωγούς συνδέσεως, τις διασταύρωσεις και τα σύμβολα των εξαρτημάτων.
- Οι γραμμές και τα υπόλοιπα στοιχεία στους αγωγούς συνδέσεως μπορεί να είναι και χρωματιστά, όπως στους αγωγούς ηλεκτρονικών συσκευών (σχ. 2.2α). Τα σύμβολα των εξαρτημάτων και οι γεώσεις έχουν χρώμα μαύρο. Για τα υπόλοιπα προτείνεται: στο κύκλωμα εισόδου του σήματος το **πράσινο**, στο κύκλωμα καθόδου το **καφέ**, στο κύκλωμα εξόδου το **μωβ**, για την τάση τροφοδοτήσεως το **κόκκινο**, για την τάση προστατευτικού πλέγματος το **πορτοκαλί** και για τα νήματα των λυχνιών το **κίτρινο**.



Σχ. 2.2α.

Στο σχήμα 2.2β δίνονται υποδείγματα για τη σχεδίαση τρανζιστορ και λυχνιών (διόμετροι κύκλων κλπ.). Το σχήμα 2.2β (α) παριστάνει τρανζιστορ τύπου PNP και το σχήμα 2.2β (β) τύπου NPN. Τέλος το σχήμα 2.3β (γ) παριστάνει λυχνία σχεδιασμένη με διαφορετικό τρόπο.



Σχ. 2.2β.

2.3 Αναλυτικά διαγράμματα ηλεκτρονικών κυκλωμάτων.

Στα παραδείγματα που ακολουθούν θα σχεδιάσομε **αναλυτικά διαγράμματα** προενισχυτών τάσεως, ενισχυτών ισχύος, απλών και με σταθεροποιημένη τάση κυκλωμάτων ανορθώσεως και ραδιοφωνικών δεκτών. Τα διαγράμματα θα σχεδιασθούν με λυχνίες, τρανζίστορ και ολοκληρωμένα κυκλώματα.

Ως τίτλο του σχεδίου θα χρησιμοποιήσομε τον τίτλο κάθε παραδείγματος που θα γράφεται με κεφαλαία γράμματα, ύψους 6 mm, στο επάνω ή κάτω αριστερά του υπομνήματος μέρος.

2.3.1 Παραδείγματα.

a) Ενισχυτής Χ.Σ. με λυχνίες και με τρανζίστορ.

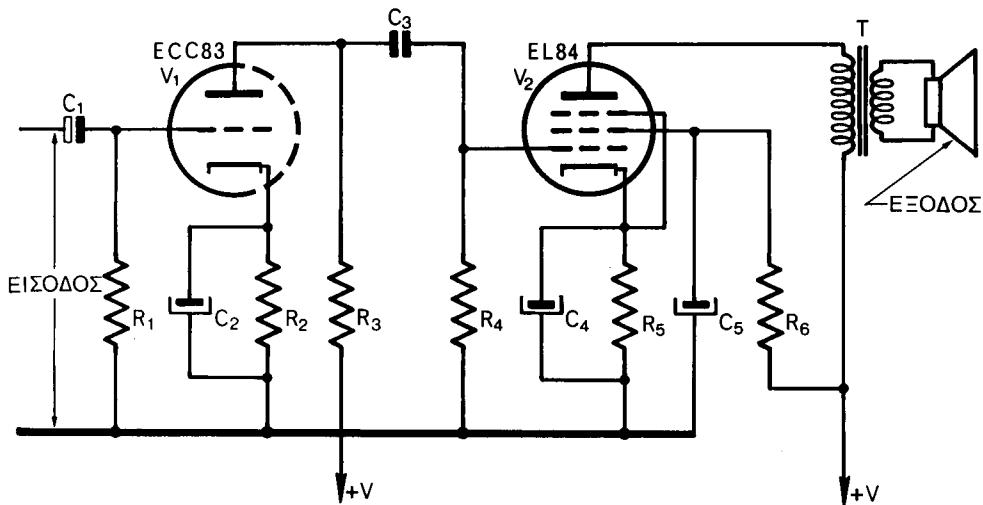
Το τελευταίο τμήμα σε ένα υπερετερόδινο ραδιοφωνικό δέκτη είναι των Χ.Σ. που αποτελείται από δύο βαθμίδες, τον προενισχυτή και τον ενισχυτή ισχύος. Ο προενισχυτής (λυχνία V_1) έχει τα εξής κυκλώματα (σχ. 2.3a):

- Το κύκλωμα εισόδου το οποίο αποτελείται από το πλέγμα της λυχνίας V_1 , τον πυκνωτή συζεύξεως (C_1 , και την αντίσταση πλέγματος R_1 ,
- Το κύκλωμα καθόδου που αποτελείται από την κάθοδο, τον πυκνωτή και την αντίσταση καθόδου C_2 , R_2 (σύστημα αυτοπολώσεως).
- Το κύκλωμα εξόδου που αποτελείται από την άνοδο, την αντίσταση φορτίου R_3 , τον πυκνωτή C_3 και την αντίσταση πλέγματος της επόμενης βαθμίδας R_4 .

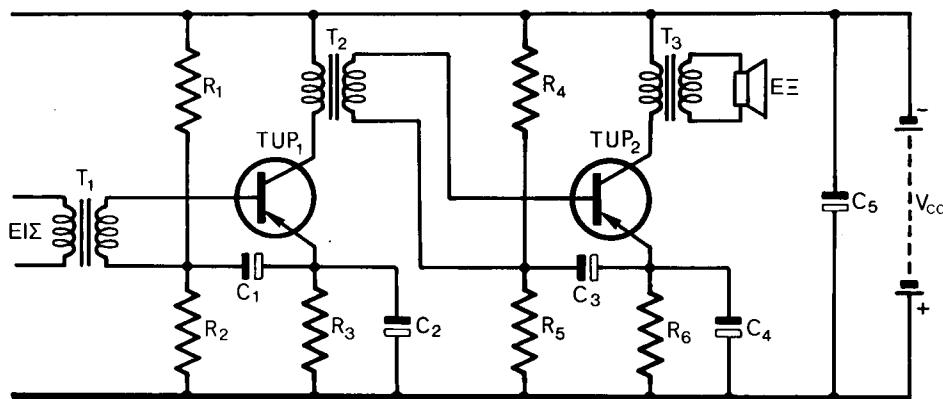
Οι διαφορές του ενισχυτή ισχύος (λυχνία V_2) από τον προενισχυτή, είναι ότι το φορτίο στην έξοδο δεν αποτελείται από ωμική αντίσταση, αλλά από μετασχηματιστή (εξόδου) και ότι το επί πλέον κύκλωμα προστατευτικού πλέγματος έχει αντίσταση R_5 και πυκνωτή C_5 .

Ο μισός κύκλος της λυχνίας V_1 είναι με διακεκομένη γραμμή, επειδή η ECC 83 είναι διπλοτρίοδος. Εδώ χρησιμοποιούμε τὸ ένα της τμήμα.

Στο ίδιο χαρτί θα σχεδιάσομε και τον ενισχυτή με δύο τρανζίστορ τύπου PNP (σχ. 2.3β) σε διάταξη C.E. (Common Emitter = κοινού εκπομπού). Η σύζευξη της πρώτης βαθμίδας (TUP_1) με τη δεύτερη, μπορεί να γίνει και με R-C, δηλαδή αντίσταση και πυκνωτή, αντί με μετασχηματιστή T_2 . Και οι δυο τύποι ενισχυτών που ανήκουν στο τελευταίο τμήμα ραδιοφωνικού δέκτη, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως ανεξάρτητοι, π.χ για πικάπ ή μικρόφωνο.



Σχ. 2.3α.

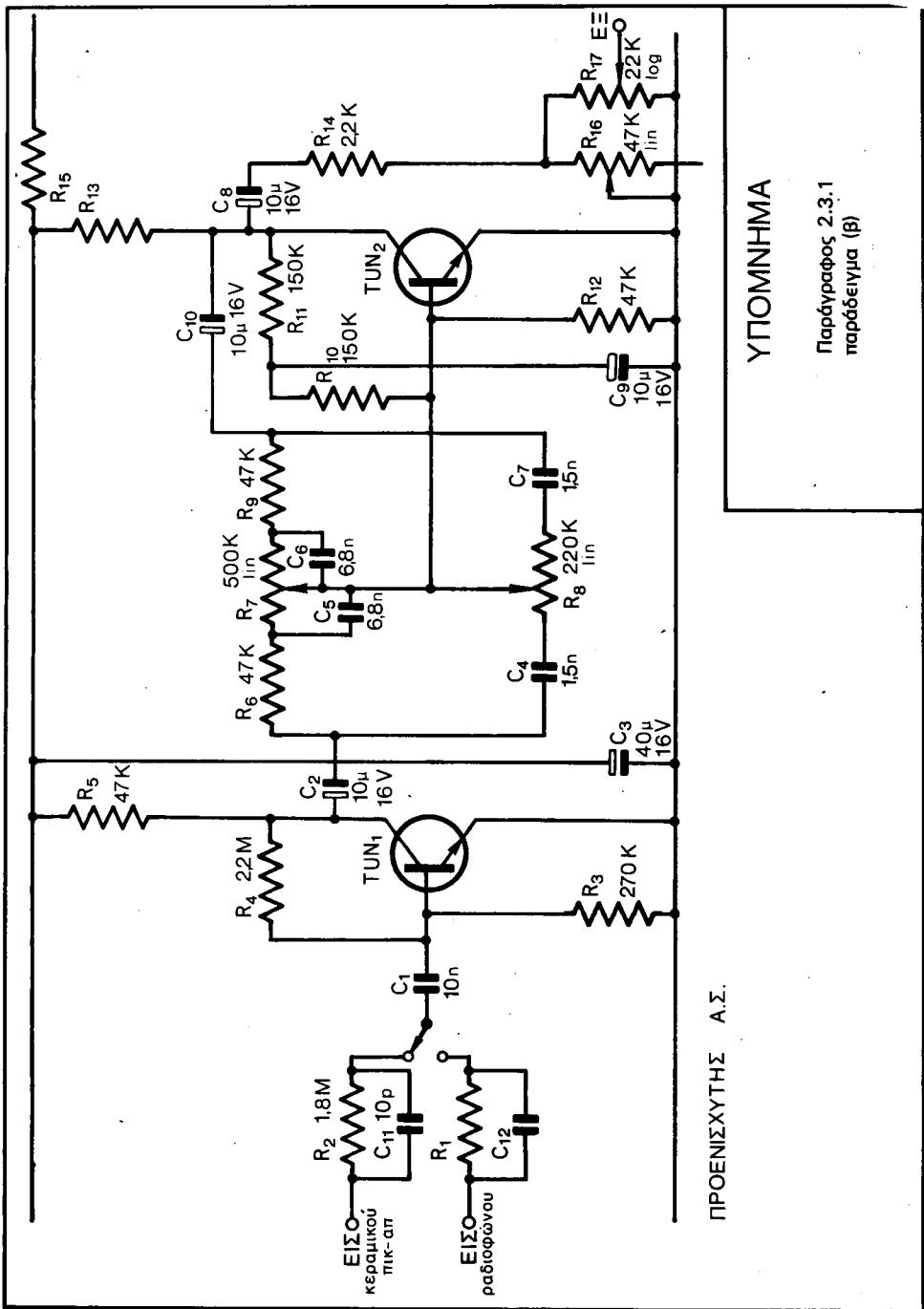


Σχ. 2.3β.

β) Προενισχυτής A.S.

Εκτός από τους απλούς ενισχυτές του προγούμενου παραδείγματος υπάρχουν και ενισχυτές υψηλής πιεστότητας (Hi – Fi) (High Fidelity), δόπου ο προενισχυτής, πολλές φορές, κατασκευάζεται χωριστά από τον τελικό ενισχυτή ισχύος. Ο προενισχυτής του οποίου το αναλυτικό διάγραμμα παριστάνεται στο σχήμα 2.3γ είναι κατάλληλος για να διεγέρει τους τελικούς ενισχυτές των 3 W και 10 W, που παριστάνονται αντίστοιχα στα σχήματα 2.3δ και 2.3ε.

Στην πρώτη, από τις δύο βαθμίδες που αποτελείται ο προενισχυτής, γίνεται η προσαρμογή με τις πηγές των σημάτων εισόδου και στη δεύτερη γίνεται η ρύθμιση της χροιάς του ήχου (tone control), με δύο γραμμικά ποτενσιόμετρα, το R_7 , για τις χαυηλές (bass) και το R_8 , για τις υψηλές συχνότητες (treble). Με το λογαριθμικό ποτενσιόμετρο R_{17} , στην έξοδο ρυθμίζεται η ένταση του ήχου (volume control). Η έξοδος τώρα της διατάξεως οδηγείται στην εισόδου ενισχυτή ισχύος. Στην περίπτωση που ο προενισχυτής τραφούδοτεί στερεοφωνικό ενισχυτή η σύνδεση με το δεύτερο κανάλι γίνεται με τον ελεύθερο ακροδέκτη του υφασμικού ποτενσιόμετρου R_{16} , που χρησιμεύει για την ισοστάθμιση (balance) των δύο καναλών. Οι πυκνωτές, εκτός από τους πλεκτρολυτικούς, είναι πολυεστέρα, όλες δε οι αντιστάσεις είναι ισχύος $0.3 \text{ W} \pm 5\%$. Οι τιμές της R_1 , και του C_{12} εκλέγονται έτσι ώστε η σταθερά χρόνου τους να είναι περίπου 18 m sec.



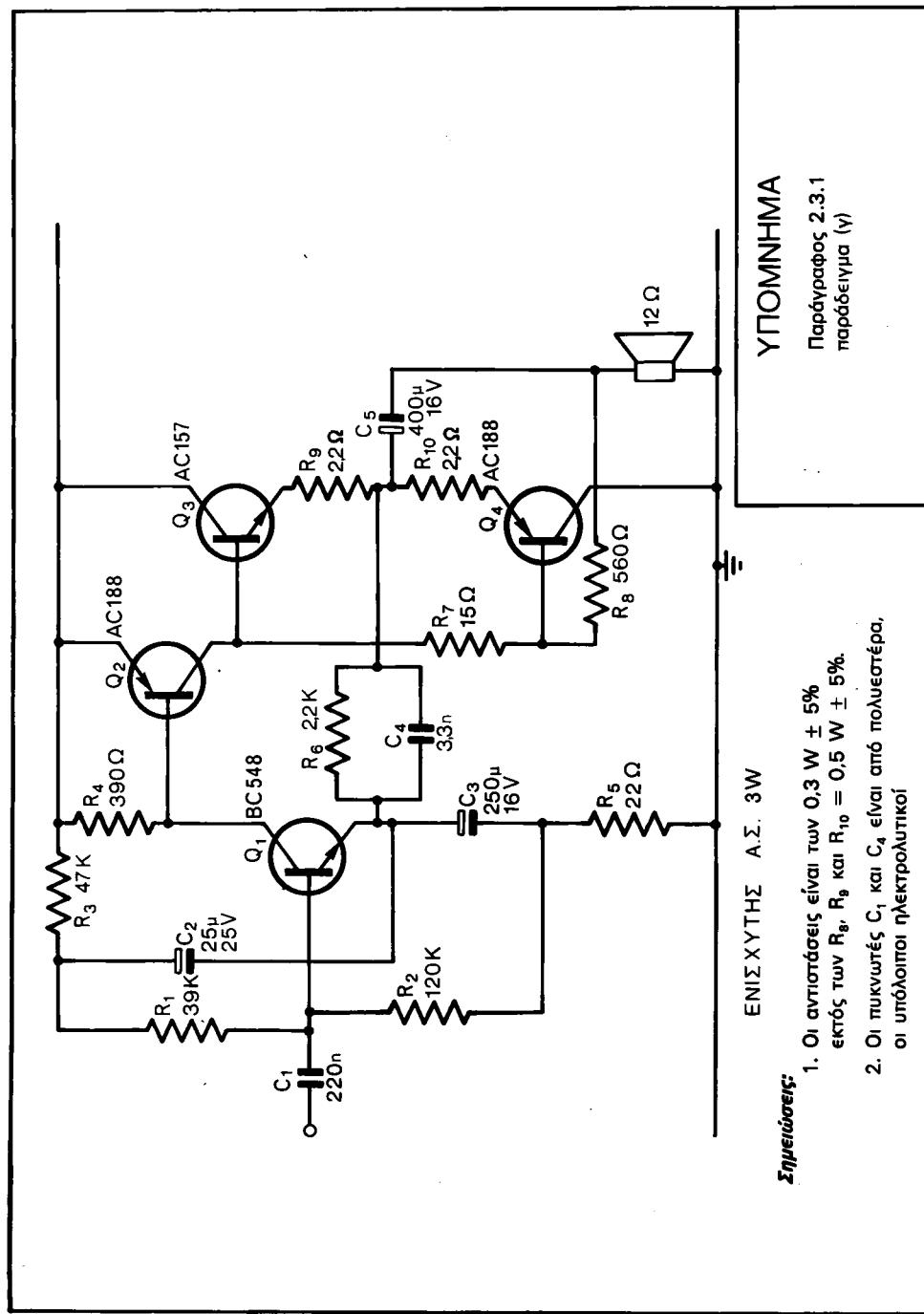
η) Ενισχυτής Α.Σ. 3 W.

Στο σχήμα 2.3δ φαίνεται το αναλυτικό διάγραμμα και τα σποιχέα ενισχυτή Ι-οχύος 3 W.

Το κύκλωμα του ενισχυτή αποτελείται από τη βαθύμια προενισχύσεως Q_1 , τη βαθύδια διεγέρσεως των τρανζίστορ εξόδου Q_2 και τη βαθύδια εξόδου που αποτελείται από τα τρανζίστορ Q_3 και Q_4 σε συμμετρική διάταξη. Παραπροϊμε ότι για την προσαρμογή του μεγαφώνου δεν χρησιμοποιείται μετασχηματιστής εξόδου και ότι η αντίφαση των ρευμάτων εξόδου εξασφαλίζεται με ζεύγος τρανζίστορ $NPN - PNP$ $Q_3 - Q_4$.

Για την τροφοδότηση του ενισχυτή απαιτείται συνεχής τάση 22 V η οποία παρέχεται από το τροφοδοτικό του σχήματος 2.3β.

Αν το κύκλωμα του ενισχυτή κατασκευασθεί δύο φορές, οι δύο ενισχυτές μαζί υπορούν να αποτελέσουν σύστημα στερεοφωνικής ακροάσσεως.



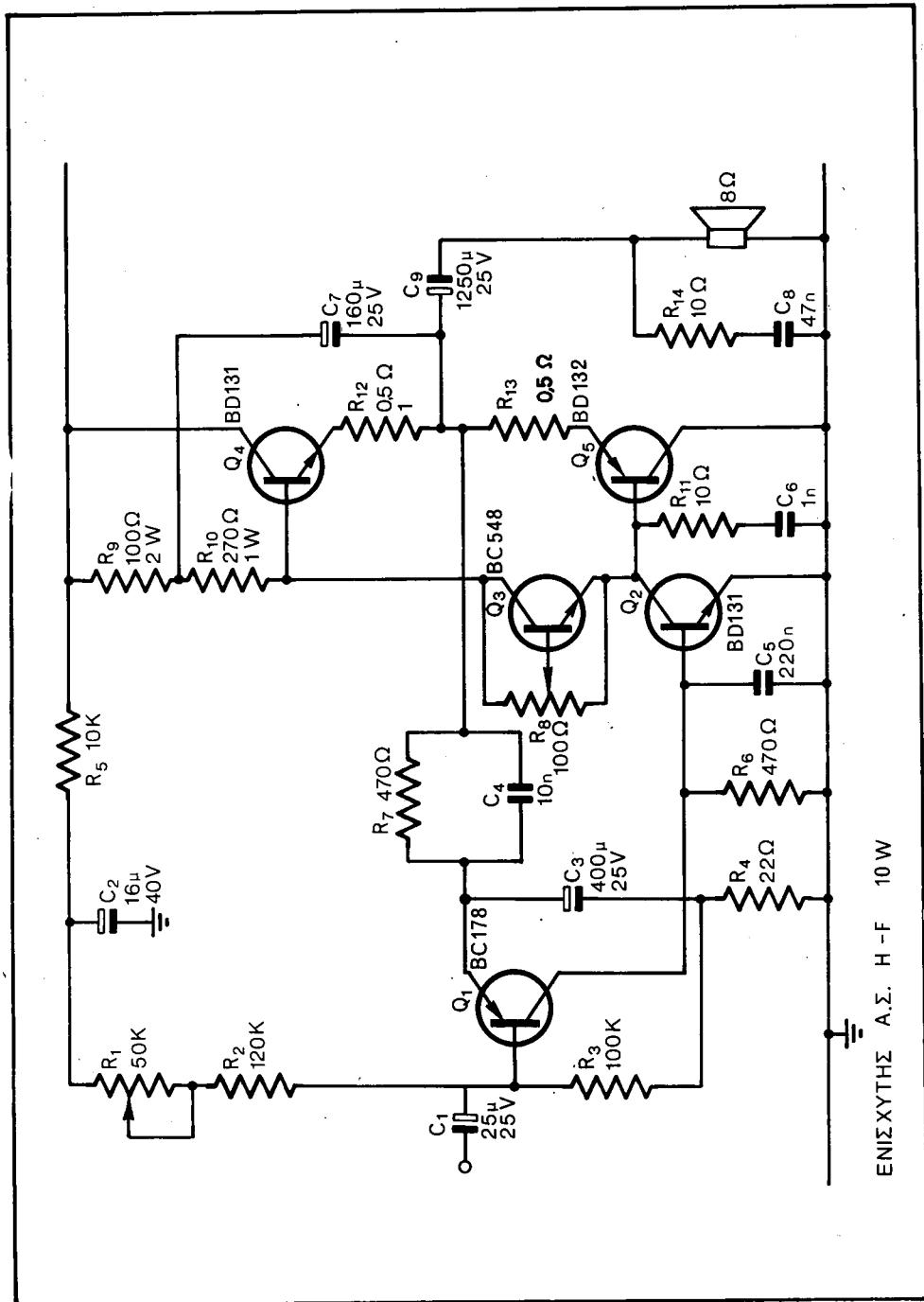
ΣΧ. 2.36.

δ) Ενισχυτής Α.Σ. Hi – Fi, ισχύος 10 W.

Το αναλυτικό διάγραμμα του σχήματος 2.3ε παριστάνει ενισχυτή A.Σ. υψηλής πιστότητας και ισχύος 10 W. Ο ενισχυτής μπορεί να κατασκευασθεί σε τυπωμένο κύκλωμα. Για να γίνει ο ενισχυτής στερεοφωνικός πρέπει να κατασκευασθούν δύο δμοία κυκλώματα που θα αντιστοιχούν στο αριστερό και στο δεξιό κανάλι. Τα στοιχεία κυκλώματος θα είναι ίσας σημειώνονται στο αναλυτικό διάγραμμα. Όλοι οι πυκνωτές που δεν είναι ηλεκτρολυτικοί, είναι από πολυεστέρα και οι αντιστάσεις είναι των 0,3 W, \pm 5%.

Τα πρανζιστόρ Q_4 και Q_5 είναι σε συμμετρική διάταξη και λειτουργούν σε τάξη B'. Τα πονενσιόμετρα R_1 και R_8 ρυθμίζονται πριν από τη λειτουργία της συσκευής. Ως προενισχυτής για τη δέγχερση του, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο προενισχυτής του σχήματος 2.3γ.

Για την τροφοδότηση της συσκευής χρειάζεται συνεχής τάση 30 ως 36 V. Την τάση αυτή μπορεί να δώσει οποιοδήποτε τροφοδοτικό του σχήματος 2.3β αφού πρώτα αλλάξουμε το μετασχηματιστή με 220 V/25 V/1,5 A, τη γέφυρα ανορθωτών με τη γέφυρα BY 164 και τον ηλεκτρολυτικό πυκνωτή με πυκνωτή 2.500 μ F/40 V.



ε) Ενισχυτής Α.Σ. 2 W.

Ένα άλλο είδος ενισχυτών οι οποίοι χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο είναι οι ενισχυτές με **ολοκληρωμένα κυκλώματα**. Αυτά είναι πλήρη ηλεκτρονικά κυκλώματα με ακροδέκτες εισόδου και εξόδου, με ακροδέκτες τροφοδοτήσεως και με συγκεκριμένες επιδόσεις και δυνατότητες. Έχουν πολύ μικρές διαστάσεις και μοιάζουν με μικρά εξαρτήματα.

Ο τρόπος κατασκευής και οι πολύ μικρές διαστάσεις των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων, επιδρούν ώστε να αποφεύγονται οι παρασιτικές χωρητικότητες. Η κατασκευή των τρανζίστορ που περιέχουν είναι καλύτερη και οι επιδράσεις από τις μεταβολές της θερμοκρασίας είναι πάρα πολύ μικρές. Έχουν επίσης πιο μεγάλη αξιοπιστία. Βασικό πλεονέκτημά τους είναι ότι έχουν πολλές εφαρμογές. Βασικό μειονέκτημά τους είναι ότι δεν επισκευάζονται.

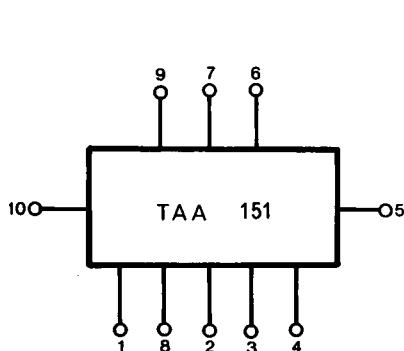
Στο σχήμα 2.3στ έχομε το προοπτικό σχέδιο ολοκληρωμένου κυκλώματος μαζί με τον ψυκτήρα του ο οποίος με τα πτερύγια του έχει πολύ μεγαλύτερο μέγεθος από το κύκλωμα. Πρόκειται για το κύκλωμα IC 12 το οποίο είναι ολοκληρωμένο κύκλωμα ενισχυτή Χ.Σ. υψηλής πιστότητας και ισχύος 6 W. Έχει 22 τρανζίστορ και οι διαστάσεις του είναι 22 x 45 x 28 mm.

Για το κύκλωμα αυτό ο κατασκευαστής, εκτός από τα τεχνικά χαρακτηριστικά, δίνει και μερικά παραδείγματα χρησιμοποίησεώς του, καθώς και το θεωρητικό του σχέδιο. Από τη μελέτη των παραπάνω προκύπτουν δυνατότητες για πολλές εφαρμογές.

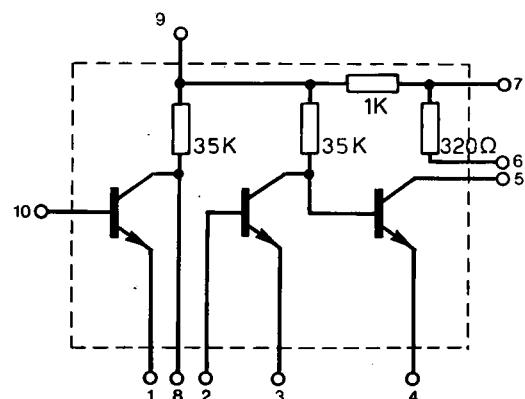
Ένα άλλο ολοκληρωμένο κύκλωμα φαίνεται στο σχήμα 2.3ζ. Είναι το TAA 151. Στο σχήμα 2.3η φαίνεται το θεωρητικό του σχέδιο και στο σχήμα 2.3θ έχομε μια εφαρμογή του ως ενισχυτή Χ.Σ. ευρείας περιοχής.



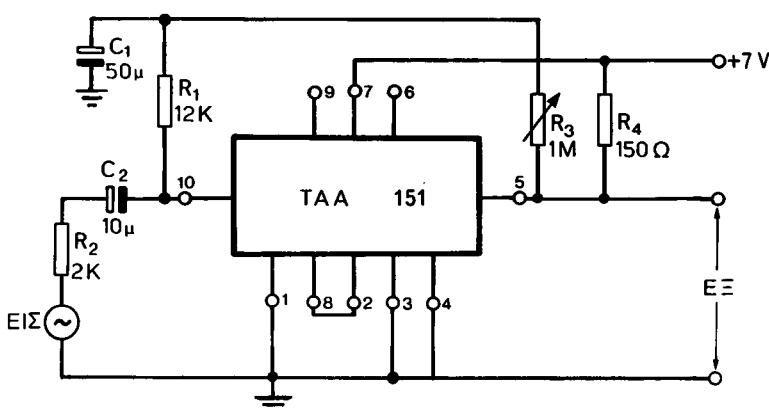
Σχ. 2.3στ.



Σχ. 2.3ζ.

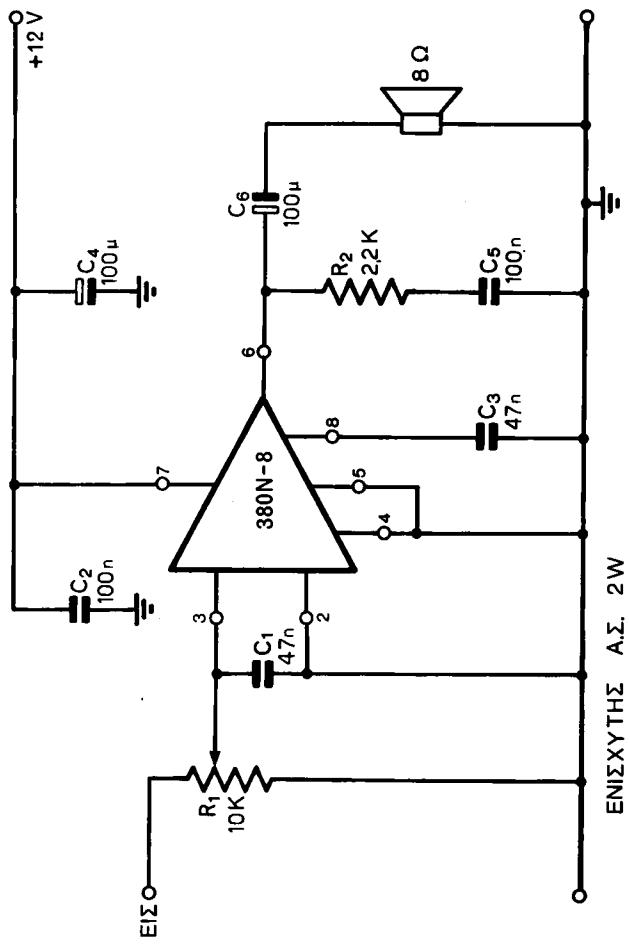


Σχ. 2.3η.



Σχ. 2.3θ.

Θα σχεδιάσετε το αναλυτικό διάγραμμα του ενισχυτή Α.Σ. ισχύος 2 W, υψηλής πιστότητας, που παριστάνεται στο σχήμα 2.31 και πραγματοποιείται με το ολοκληρωμένο κύκλωμα LM 380 N-8.



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

Παράγραφος 2.3:1
Παράδειγμα (e)

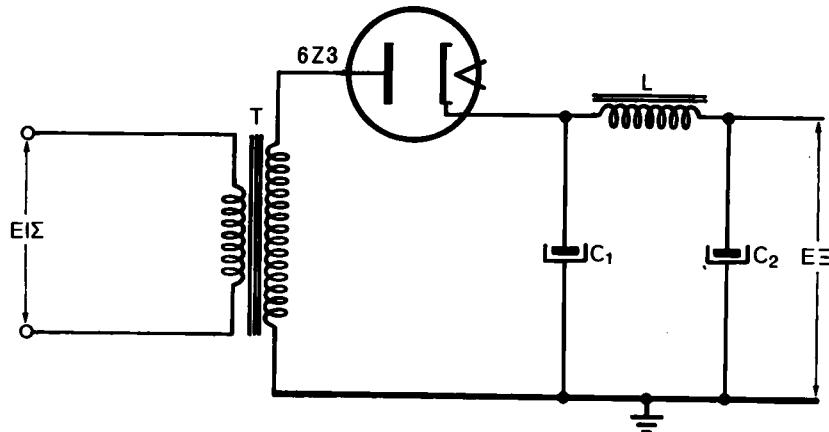
Οι αντιστάσεις είναι $\frac{1}{4}$ W ± 5%
Οι πυκνωτές είναι από πολυεστέρα
εκτός από τους C₄ και C₆ που είναι ηλεκτρολυτικοί

Σχ. 2.3.

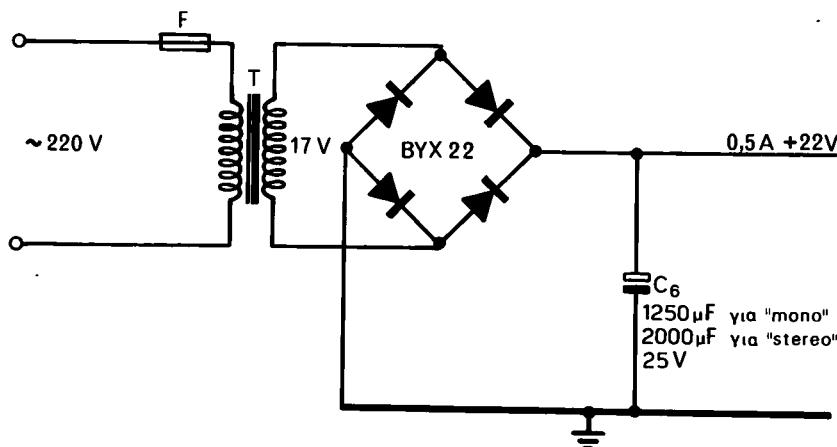
στή Ανόρθωση με δίοδο λυχνία και με γέφυρα.

Τα ραδιόφωνα, οι ενισχυτές και πολλές άλλες συσκευές με λυχνίες ή τρανζίστορ ή με ολοκληρωμένα κυκλώματα, για να λειτουργήσουν χρειάζονται πηγή με συνεχή τάση. Η εναλλασσόμενη τάση του δικτύου (220 V) μετατρέπεται εύκολα σε συνεχή με ένα κύκλωμα ανορθώσεως (σχ. 2.3ια). Πρόκειται για κύκλωμα απλής ανορθώσεως, όπου ο μετασχηματιστής T ελαττώνει ή αυξάνει την τάση του δικτύου που συνδέεται στο πρωτεύον ανάλογα με τις ανάγκες της συσκευής που θα τροφοδοτηθεί με συνεχή τάση. Η λυχνία αποκόβει τις αρνητικές ημιεναλλαγές της τάσεως του δευτερεύοντος, με αποτέλεσμα να φορτισθούν οι πυκνωτές C₁ και C₂. Στα άκρα του C₂ επικρατεί συνεχής πλέον τάση που τροφοδοτεί τη συσκευή. Οι πυκνωτές και το πηνίο L αποτελούν φίλτρο, το οποίο εξομαλύνει την ανορθωμένη τάση.

Στο σχήμα 2.3ιβ φαίνεται κύκλωμα διπλής ανορθώσεως με γέφυρα κρυσταλλικών ανορθωτών. Το κύκλωμα αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την τροφοδότηση του ενισχυτή των 3 W (σχ. 2.3δ).



Σχ. 2.3α.



Σχ. 2.3β.

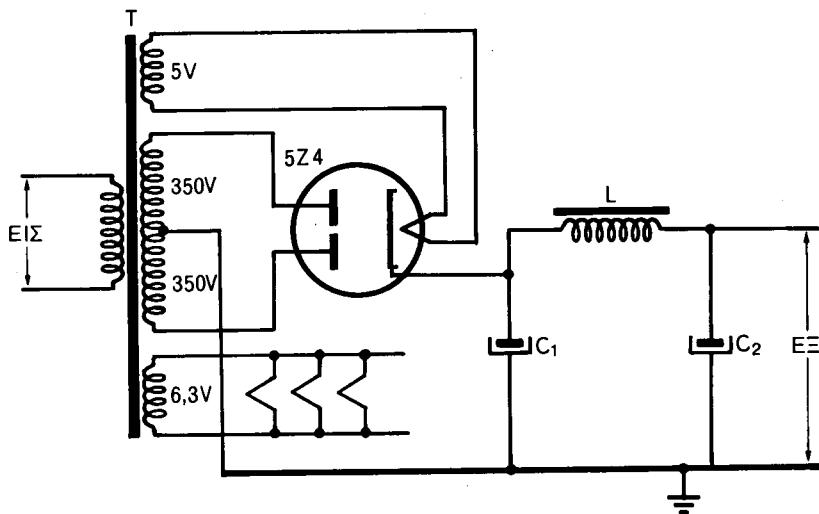
Ω Τροφοδοτικό ραδιοφώνου.

Στο σχήμα 2.3ιγ φαίνεται πλήρες κύκλωμα τροφοδοτήσεως ραδιοφώνου. Στην είσοδο του μετασχηματιστή συνδέεται η τάση του δικτύου που είναι 220 V. Τα δευτερεύοντα τυλίγματα του μετασχηματιστή παρέχουν τις εξής τάσεις:

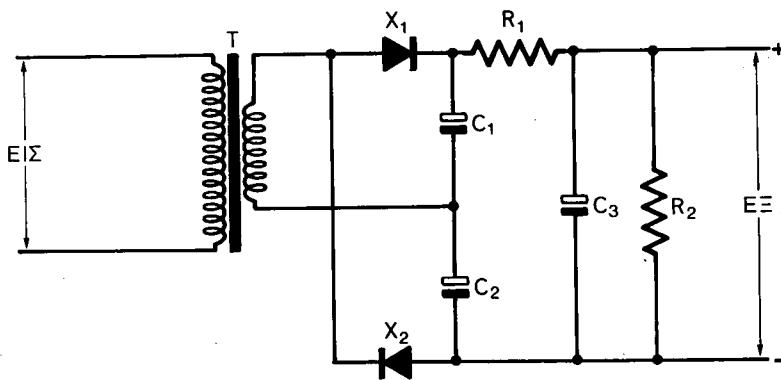
- Τάση 5 V για το νήμα θερμάνσεως της ανορθώτριας λυχνίας 5Z4.
- Τάση 350 V και 350 V, για τις ανόδους της διπλής ανορθώτριας.
- Τάση 6,3 V για τα νήματα των άλλων λυχνιών του ραδιοφώνου που συνδέονται παράλληλα.

Με το κύκλωμα αυτό γίνεται διπλή ανόρθωση και το φίλτρο C₁—L—C₂ εξομαλύνει τη συνεχή τάση που παρέχεται στην έξοδο.

Στο σχήμα 2.3ιδ παριστάνεται άλλο κύκλωμα ανορθώσεως με διπλασιασμό τάσεως. Οι πυκνωτές C₁ και C₂ φορτίζονται στη μέγιστη τιμή της τάσεως δευτερεύοντος του μετασχηματιστή έτσι ώστε στην έξοδο να παρέχεται συνεχής τάση ίση περίπου με το διπλάσιο της μέγιστης τιμής τάσεως του δευτερεύοντος του μετασχηματιστή.



Σχ. 2.3γ.



Σχ. 2.3δ.

η) Ανορθωτικό με σταθεροποιημένη τάση.

Στο σχήμα 2.3ιε φαίνεται τροφοδοτικό με σταθεροποιημένη την τάση εξόδου από λυχνία αερίου. Η τάση εξόδου έχει ορισμένη τιμή (π.χ. 75 V ή 105 V ή 150 V), σύμφωνα με τον τύπο της λυχνίας αερίου που χρησιμοποιείται. Η τιμή αυτή μένει αισθητά σταθερή όταν μεταβάλλεται το φορτίο ή η τάση του δικτύου.

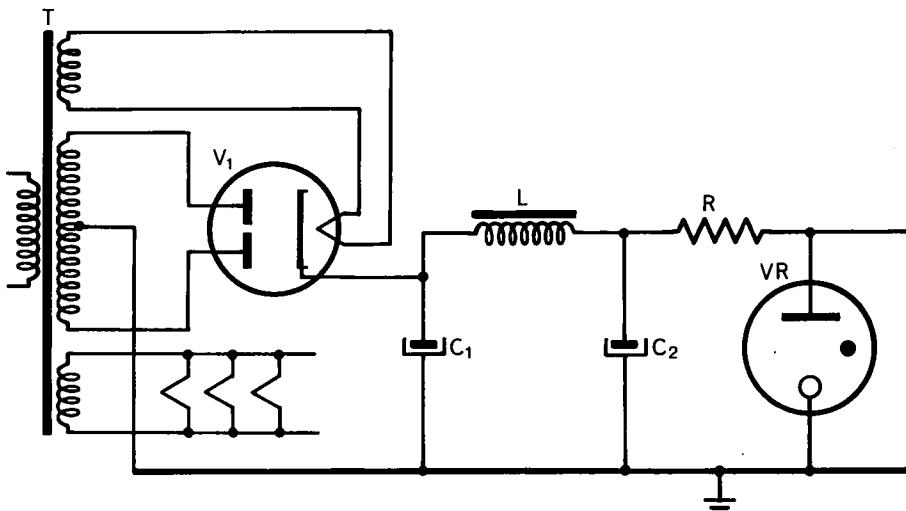
Η σταθεροποίηση της τάσεως γίνεται και με διόδους zener συνδεσμολογημένες όπως στο σχήμα 2.3ιστ στο οποίο η δίοδος zener κατέχει τη θέση της λυχνίας αερίου.

Με τις διόδους zener επιτυγχάνομε σταθεροποίηση τάσεως σε πολύ μεγάλη ποικιλία τιμών. Η σταθεροποίηση αρχίζει από τα 3 V περίπου.

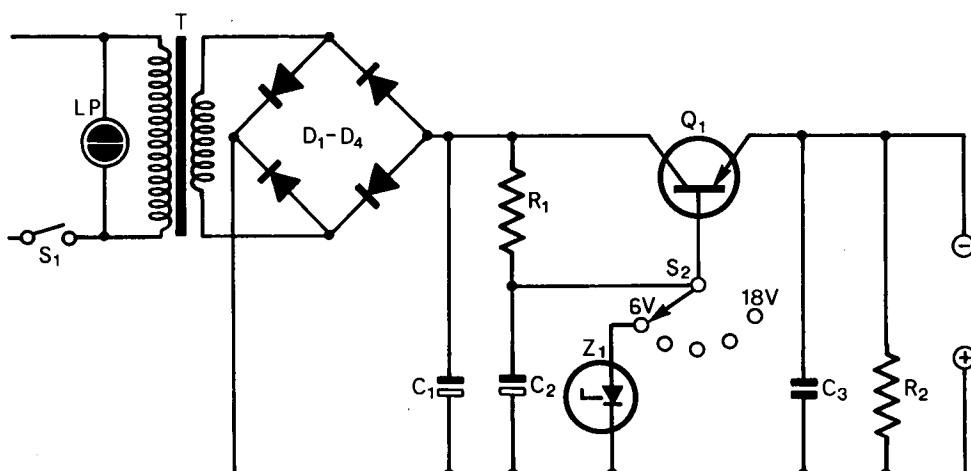
Μια εξαιρετικά χρήσιμη συσκευή είναι το ανορθωτικό, του οποίου το αναλυτικό διάγραμμα φαίνεται στο σχήμα 2.3ιστ. Η συνεχής τάση που παρέχει είναι ρυθμιζόμενη και σταθεροποιημένη.

Η ρύθμιση της τάσεως εξόδου γίνεται με την κατάλληλη εκλογή της διόδου zener και μπορεί να είναι από 6 V ως 18 V.

Το τρανζίστορ του τροφοδοτικού (σχ. 2.3ιστ), ισχύος Q₁, πρέπει να τοποθετηθεί επάνω σε ψυκτήρα.



Σχ. 2.3ιε.

 $R_1 = 680 \Omega / 2 W$ $R_2 = 1000 \Omega / 1 W$ $C_1 = 2000 \mu F / 50 V$ $C_2 = 2000 \mu F / 50 V$ $C_3 = 001 \mu F$ κεραμικός $D_1 \div D_2 = \text{BYX38 δίοδοι πυριτίου}$ $Z_1 = \text{Δίοδος Zener (ρυθμιστής)}$ $Q_1 = \text{BDX60}$ $T_1 = 220 V / 25,2 V / 2 A$ $\Lambda_1 = \text{Λαχνία "νέον"}$

Σχ. 2.3ιστ.

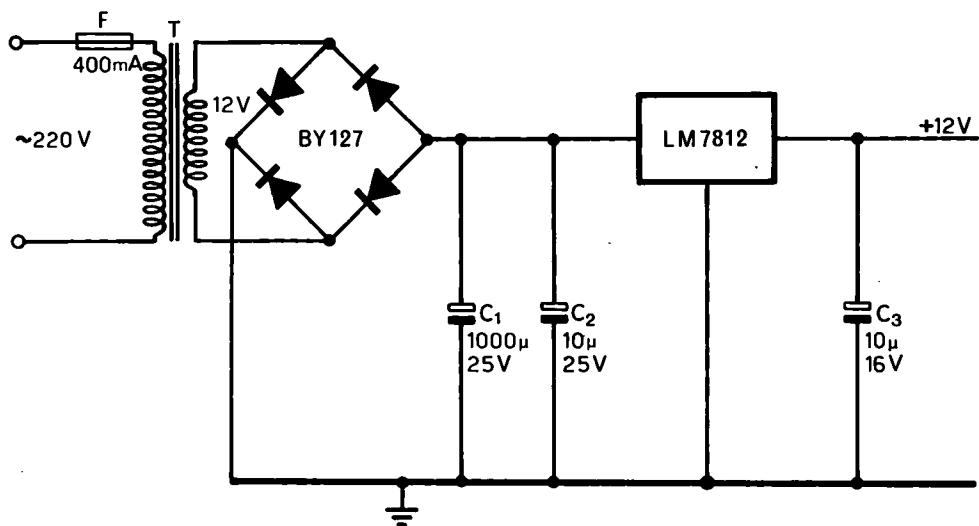
θ) Τροφοδοτικό σταθεροποιημένης τάσεως 12 V.

Η σταθεροποίηση τάσεως εξόδου (Σ.Ρ.) γίνεται και με ολοκληρωμένο κύκλωμα ή συνδυασμό ολοκληρωμένου κυκλώματος και τρανζίστορ. Στην περίπτωση αυτή, τόσο για μεγάλες όσο και για μικρές ισχείς, έχουμε σταθεροποίηση με καλύτερα αποτελέσματα και υψηλότερο βαθμό άποδόσεως.

Η συγκρότηση των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων είναι πολύπλοκη, γιατί τα κυκλώματα αυτά περιέχουν πολλά τρανζίστορ, διόδους και zener σε συνδυασμούς, όπως ενισχυτές, απομονωτές, κυκλώματα συγκρίσεως κλπ. Διαθέτουν επίσης εσωτερικά συστήματα προστασίας από υπερθέρμανση, από υπερτάσεις και υπερεντάσεις.

Υπάρχουν διαφόρων τύπων ολοκληρωμένα κυκλώματα σταθεροποιήσεως τάσεως (regulator) με τέσσερεις και πέντε ακροδέκτες όπου η τάση μπορεί να ρυθμίζεται από 3 V ως 30 V περίπου και η ένταση ρεύματος να είναι της τάξεως των αμπέρ. Επίσης υπάρχουν τύποι με τρεις ακροδέκτες, όπου η τάση δεν ρυθμίζεται και επομένως για διαφορετικές τάσεις χρειαζόμασθε διαφορετικά ολοκληρωμένα κυκλώματα.

Ένα τέτοιο τροφοδοτικό με το ολοκληρωμένο κύκλωμα LM 7812 που έχει τρεις ακροδέκτες, παριστάνεται στο σχήμα 2.3ιζ.



Σχ. 2.3Ιζ.

§ Ραδιοφωνικός δέκτης F.M.

Για τη λήψη ραδιοφωνικών σημάτων διαμορφωμένων κατά συχνότητα (F.M.), ο δέκτης πρέπει να έχει τα κατάλληλα ειδικά κυκλώματα. Στο σχήμα 2.3η παριστάνεται ολόκληρο το αναλυτικό διάγραμμα ενός δέκτη F.M., όπου εκτός από τις βαθμίδες, που συναντώνται στους δέκτες A.M., υπάρχουν και οι ειδικές βαθμίδες του περιοριστή και του διευκριντή (Φωράρσεως).

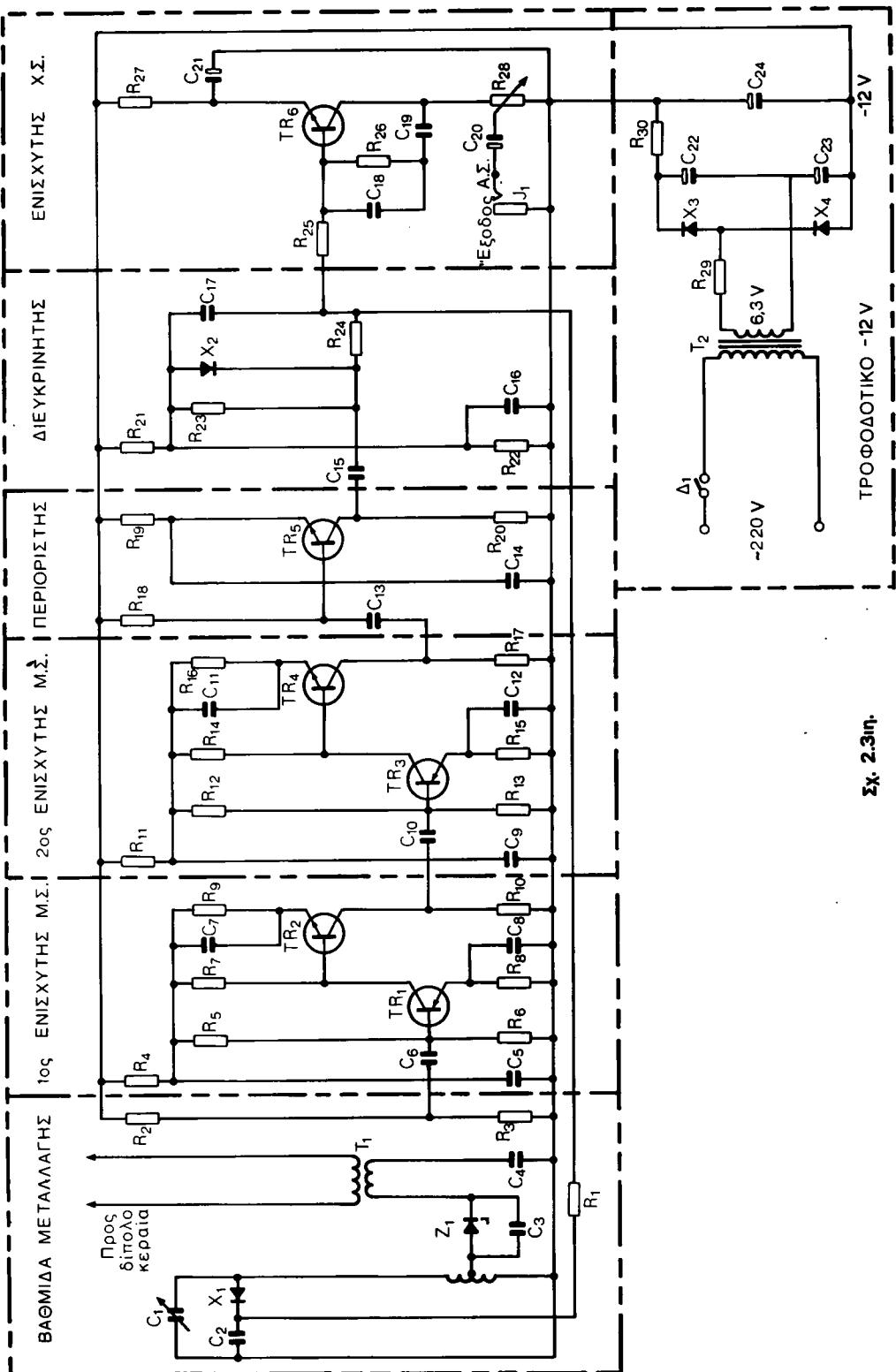
Θα σχεδιάσετε το αναλυτικό διάγραμμα του δέκτη F.M. δίχως τις διακεκομένες γραμμές που περιβάλλουν τις βαθμίδες και θα γράψετε τις τιμές των εξαρτημάτων και τους τύπους των τρανζιστορ (Πίνακας 2.3.1). Στο κάτω αριστερά μέρος του χαρτού θα γραφεί το κείμενο.

Σημείωση:

1) Όλες οι τιμές των αντιστάσεων είναι σε $\kappa\Omega \pm 5\%$, 1/4 W. 2) Όλες οι τιμές των πυκνωτών είναι σε μF , εκτός από τον $C_1 = 3,2 \div 15 \mu F$ (μεταβλητού, αέρα) και τις περιπτώσεις που σημειώνονται διαφορετικά.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.3.1.

$R_1, R_{18}, R_{23}, R_{25}, R_8 = 10$	$C_2, C_{17} = 0,0047$
$R_2 = 7,5$	$R_3 = 0,2$
$R_4, R_{11} = 0,39$	$C_3 = 33 \text{ pF}$
$R_5, R_{12} = 68$	$C_4 = 470 \text{ pF}$
$R_6, R_{13} = 16$	$C_5, C_8, C_{12}, C_{16} = 0,1$
$R_7, R_{14} = 5,1$	$C_6, C_{10}, C_{14}, C_{19} = 0,22$
$R_8, R_{15}, R_{27} = 3,9$	$C_7, C_{11}, C_{13} = 0,01$
$R_9, R_{16} = 0,62$	$C_{15} = 22 \text{ pF}$
$R_{10}, R_{17} = 2,4$	$C_{18} = 220 \text{ pF}$
$R_{19} = 0,56$	$C_{20} = 50/15 \text{ V}$
$R_{20} = 2,7$	$C_{21} = 100/15 \text{ V}$
$R_{21} = 3,3$	$C_{22}, C_{23}, C_{24} = 200/15 \text{ V}$
$R_{22} = 9,1$	$TR_1, TR_3 - BC 3228$
$R_{24} = 47$	$TR_2, TR_4, TR_5, TR_6 - BC 337$
$R_{26} = 240$	$Z_1 - STD - 605 1/2 MA$
$R_{29} = 0,01$	$D_1, D_3, D_4 - BAV 21$
$R_{30} = 0,15$	$D_2 - OA 95$



Σχ. 2.3η.

2.4 Ασκήσεις.

1. Ηλεκτρονικά σύμβολα.

Μετά τη σχεδίαση των παραδειγμάτων που έχουν προτυπωθεί, ο μαθητής πρέπει να είναι σε θέση να αναγνωρίζει τα κυριότερα από τα σύμβολα. Για όσα δυσκολεύεται, ας συμβουλεύεται τον Πίνακα 1.2.1.

Για την άσκηση αυτή (σχ. 2.4a) θα εργασθείτε ως εξής: Θα χωρίστε το χαρτί σχεδίσεως σε 20, με ίσες διαστάσεις, ορθογώνια παραλληλόγραμμα. Θα αφήσετε χώρο για το υπόμνημα και αριστερά του θα γράψετε τον τίτλο.

Στα ορθογώνια που έχουν περιπτούς αριθμούς, 1, 3, 5 κλπ., θα σχεδιάστε τα σύμβολα, όπως τα υποδείγματα, θα τα αναγνωρίστε και θα γράψετε την ονομασία των συμβόλων τους.

Στα ορθογώνια με δρπιούς αριθμούς, 2, 4 κλπ., δίνεται η ονομασία των συμβόλων και ζητείται να σχεδιάστε τα αντίστοιχα σύμβολα.

1		2		3		4		5									
6		7		8		9		10									
11		12		13		14		15									
16		17		18		19		20									
ΛΟΓΙΚΗ πύλη AND					Ακουστικά		Τρανςιστορ NPN										
Μικρόφωνο					ΥΠΟΛΙΝΗΜΑ												
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΣΥΜΒΟΛΑ																	
Παράγραφος 2.4 Ασκηση 1																	

Σχ. 2.4a.

- 2. Ηλεκτρονικά σύμβολα.**
Η δασκηση αυτή (σχ. 2.4β) είναι συνέχεια της προηγούμενης και η διαδικασία πης είναι η ίδια.

1		2		3		4		5	
6		7		8		9		10	
11	Διόδος λυχνία	12		13		14		15	
16	Μεγάφωνο	17		18		19		20	
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΣΥΜΒΟΛΑ					ΥΠΟΜΝΗΜΑ				
					Παράγραφος 2.4 Άσκηση 2				

Σχ. 2.4β.

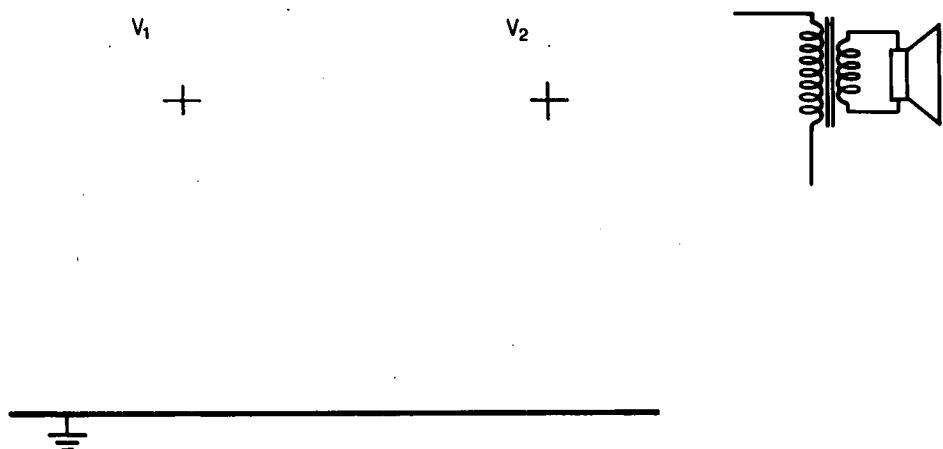
3. Τροφοδοτικό σταθεροποιημένης τάσεως.

Σχεδιάστε ένα τροφοδοτικό σταθεροποιημένης τάσεως εξόδου με γέφυρα και με δίοδο zener.

4. Ενισχυτής ισχύος Χ.Σ. με λυχνίες.

Το σχήμα 2.4γ παρέχει το ελλιπές αναλυτικό διάγραμμα ενισχυτή ισχύος Χ.Σ. με δύο βαθμίδες προενισχυτή V_1 , και ενισχυτή ισχύος V_2 . Στο σχήμα σημειώνονται τα κέντρα των κύκλων για τις λυχνίες.

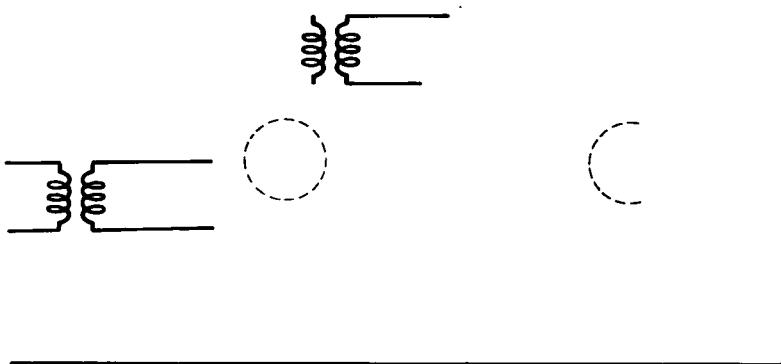
Να σχεδιάστε το πλήρες κύκλωμα σε διπλάσιο μέγεθος.



Σχ. 2.4γ.

5. Ενισχυτής ισχύος Χ.Σ. με τρανζίστορ.

Να σχεδιάσετε συμπληρωμένο το ελλιπές αναλυτικό διάγραμμα του σχήματος 2.4δ. Οι κύκλοι με διακεκομμένες γραμμές δείχνουν τη θέση των τρανζίστορ.



Σχ. 2.4δ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΓΕΝΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ

3.1 Γενικά.

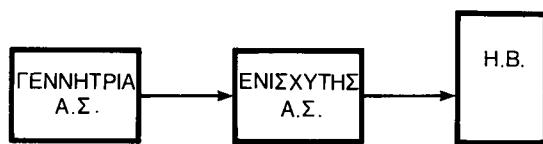
Γενικό διάγραμμα είναι το συγκεντρωτικό σχέδιο μιας ηλεκτρονικής συσκευής που οποία σχεδιάζεται κατά τμήματα και σύμφωνα με τη λειτουργία που εκτελεί το κάθε τμήμα στη συσκευή. Τώρα το κάθε τμήμα σχεδιάζεται απλά ως ορθογώνιο παραλληλόγραμμο. Στο σχέδιο πρέπει να φαίνεται η πορεία που ακολουθεί το ηλεκτρικό σήμα. Το γενικό διάγραμμα πρέπει να αρχίζει από επάνω αριστερά, στο χαρτί σχεδιάσεως και διαβάζεται από αριστερά προς τα δεξιά, όπως δείχνει το σχήμα 3.2ε.

Στην περίπτωση που το σήμα επιστρέφει σε προηγούμενη βαθμίδα, το βέλος υποχρεωτικά χαράζεται από δεξιά προς αριστερά (σχ. 3.2ζ).

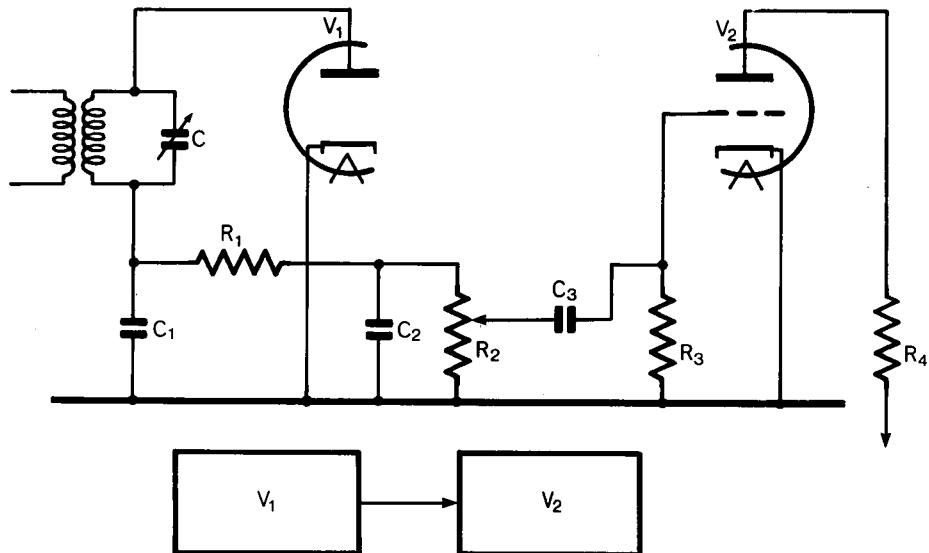
Στο παραπάνω σχήμα παριστάνεται ραδιοφωνικός δέκτης με ανάδραση.

Κάθε τμήμα του γενικού διαγράμματος μπορεί να περιέχει μια ολόκληρη συσκευή ή ένα όργανο ελέγχου (σχ. 3.1α), αφού παραδεχθούμε ότι η γεννήτρια Α.Σ., ο ενισχυτής και το ηλεκτρονικό βολτόμετρο (Η.Β.) εκτελούν μια διαφορετική το καθένα λειτουργία.

Στο σχήμα 3.1β παριστάνεται η σχεδίαση του γενικού διαγράμματος, όταν μία λυχνία εκτελεί δύο λειτουργίες (δίοδος φωράτρια V_1 και τρίοδος ενισχύτρια V_2).



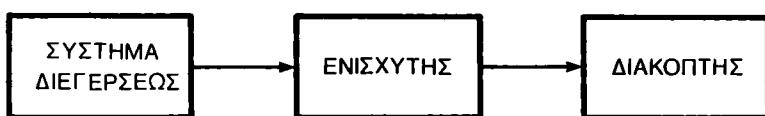
Σχ. 3.1α.



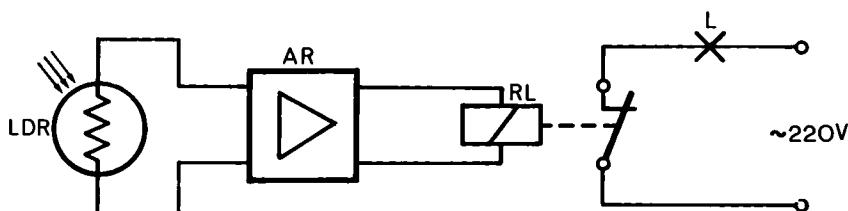
Σχ. 3.1β.

3.2 Τρόπος σχεδιάσεως γενικού διαγράμματος.

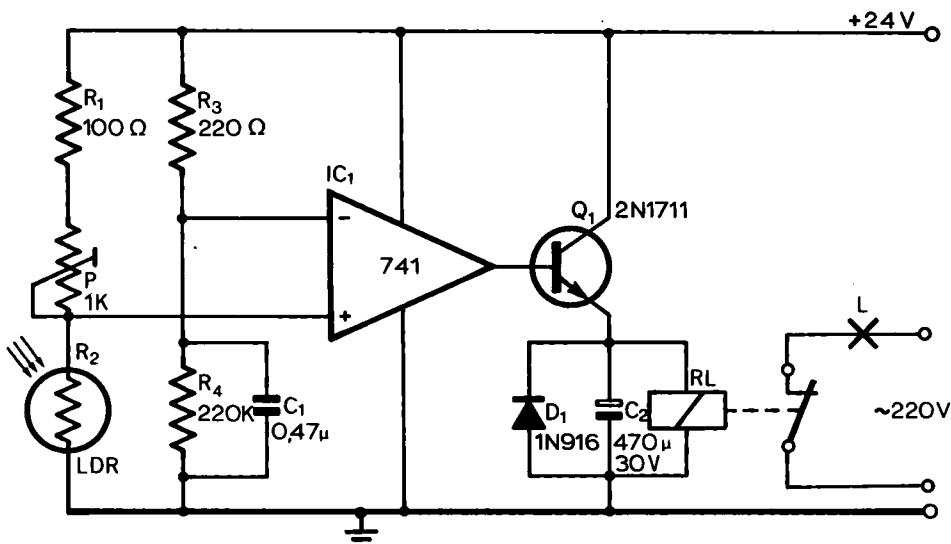
Στο σχήμα 3.2γ φαίνεται πώς από το γενικό διάγραμμα (σχ. 3.2α) σχεδιάσθηκε το αναλυτικό διάγραμμα, του απλού κυκλώματος αυτοματισμού, το οποίο έχει πολλές εφαρμογές στη βιομηχανία, αλλά με περισσότερο πολύπλοκα κυκλώματα. Το ενδιάμεσο σχέδιο (σχ. 3.2β) είναι ένα μικτό διάγραμμα που χρησιμοποιείται πάρα πολλές φορές. (Η παραπάνω εργασία μπορεί να γίνεται και αντίστροφα, δηλαδή από το αναλυτικό προς το γενικό διάγραμμα).



Σχ. 3.2α.



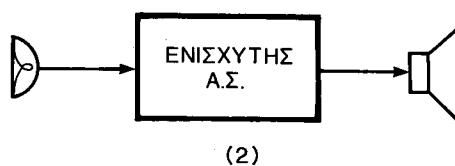
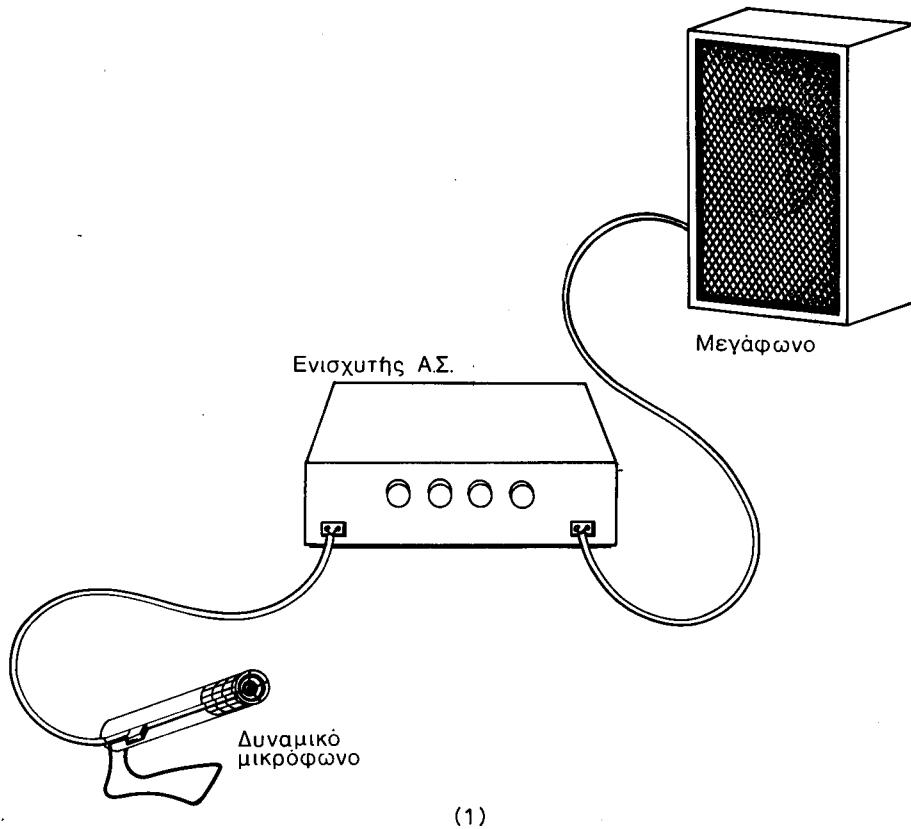
Σχ. 3.2β.



Σχ. 3.2γ.

Άλλο παράδειγμα γενικού διαγράμματος έχουμε στο σχήμα 3.2δ όπου εξηγείται το προοπτικό σχέδιο του ηλεκτροακουστικού συνόλου το οποίο αποτελείται από δυναμικό μικρόφωνο, συνδεδεμένο στην είσοδο ενισχυτή Α.Σ. Η έξοδος του ενισχυτή συνδέεται με μεγάφωνο [σχ. 3.2δ (1)].

Κάτω από το προοπτικό έχει σχεδιασθεί το γενικό διάγραμμα [σχ. 3.2δ (2)], στο οποίο την πορεία του σήματος δείχνει η φορά των βελών.



Σχ. 3.2δ.

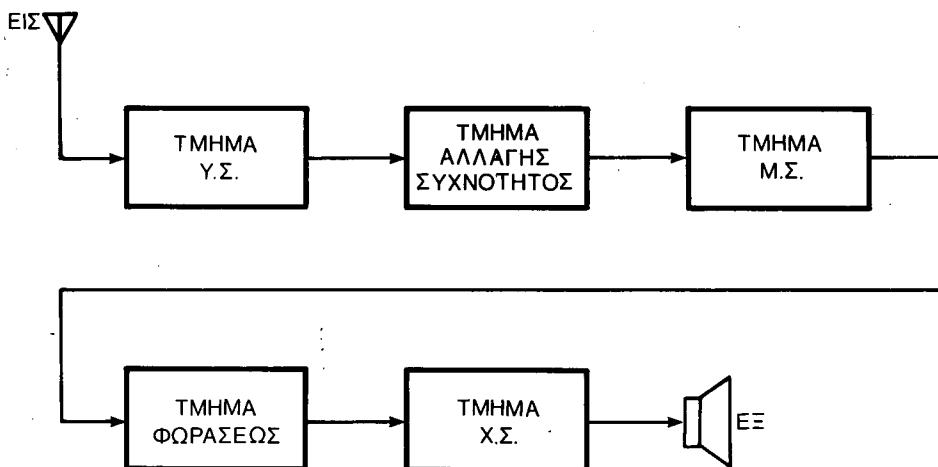
3.2.1 Παραδείγματα.

α) Γενικό διάγραμμα ραδιοφωνικού δέκτη.

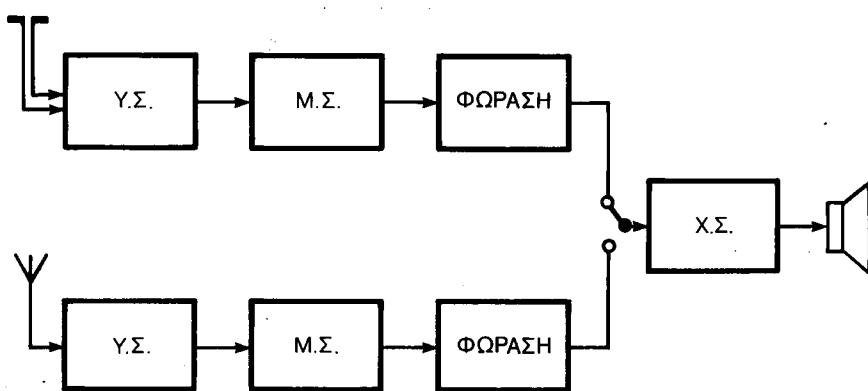
Δίνεται στο σχήμα 3.2ε και είναι υπερετερόδυνο ραδιόφωνο. Το κάθε τμήμα λειτουργεί χωριστά και μπορεί να περιλαμβάνει μια ή περισσότερες βαθμίδες. Αυτό το γενικό διάγραμμα μπορούσε να σχεδιασθεί σε μία σειρά· όμως σχεδιάσθηκε έτσι για να γίνει φανερός ο τρόπος που διαβάζονται τα διαγράμματα (από αριστερά προς δεξιά), καθώς και η πορεία του σήματος, που σημειώνεται με βέλη.

Το σήμα Υ.Σ. (υψηλής συχνότητας), ύστερα από επιλογή μπαίνει στο δέκτη και κατευθύνεται στο τμήμα αλλαγής συχνότητας όπου προκύπτει νέο σήμα Μ.Σ. (μέσης συχνότητας) 455 kHz. Αυτό ενισχύεται και οδηγείται προς φώραση μετά την οποία προκύπτει Χ.Σ. (χαμηλή συχνότητα). Η Χ.Σ. ενισχύεται στο τελευταίο τμήμα και διεγείρει το μεγάφωνο.

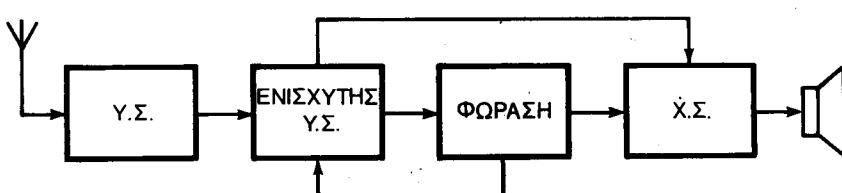
Στο σχήμα 3.2στ παριστάνεται το γενικό διάγραμμα ραδιοφωνικού δέκτη κατάλληλου για λήψη σημάτων διαμορφωμένων κατά συχνότητα (F.M.) και κατά πλάτος (A.M.). Η εξήγηση της λειτουργίας των τμημάτων είναι περίπου η ίδια με του υπερετερόδυνου δέκτη.



Σχ. 3.2ε.



Σχ. 3.2στ.



Σχ. 3.2ζ.

Γενικό διάγραμμα ραδιοφωνικού δέκτη με ανάδραση.

Β) Γενικό διαγραμμα ραδιοφωνικού πομπού.

Να σχεδιάσετε τα τμήματα όπως φαίνονται στο σχήμα 3.2η και να γράψετε με κεφαλαία γράμματα μέσα στο καθένα την ονομασία του όπως παρακάτω:

A = ΟΔΗΓΟΣ ΤΑΛΑΝΤΩΤΗΣ

B = ΑΠΟΜΟΝΩΤΗΣ (ή ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΗ ΒΑΘΜΙΔΑ)

Γ = ΔΙΑΜΟΡΦΩΤΗΣ (ή ΒΑΘΜΙΔΑ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΕΩΣ)

Δ = ΠΡΟΕΝΙΣΧΥΤΗΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΜΕΝΟΥ ΣΗΜΑΤΟΣ

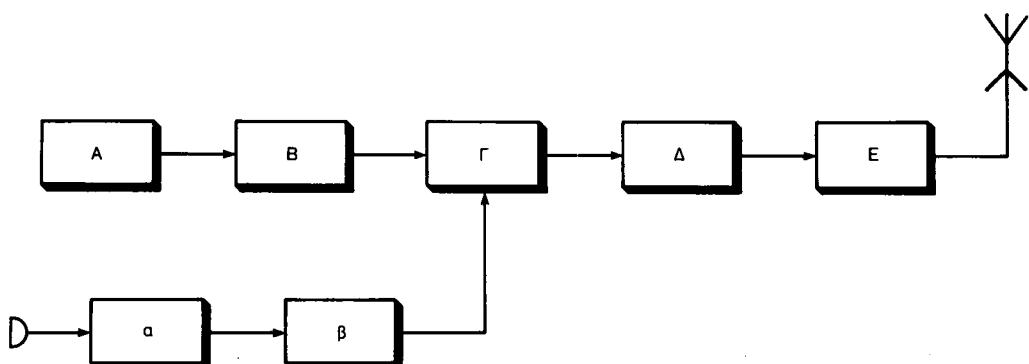
Ε = ΕΝΙΣΧΥΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ Υ.Σ.

α = ΠΡΟΕΝΙΣΧΥΤΗΣ Χ.Σ.

β = ΕΝΙΣΧΥΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ Χ.Σ.

Ο οδηγός ταλαντωτής παράγει σήμα Υ.Σ. («φέρον κύμα»), που ενισχύεται, ενώ ταυτόχρονα η συχνότητά του μπορεί να πολλαπλασιάζεται μέχρι την επιθυμητή σε διαδοχικές βαθμίδες. Η βαθμίδα του απομονωτή απομονώνει τον ταλαντωτή και έτσι οι ταλαντώσεις του αποκτούν σταθερότητα. Στη βαθμίδα διαμορφώσεως Γ, το «φέρον κύμα» διαμορφώνεται κατά πλάτος και στη συνέχεια ενισχύεται (Δ) μέχρι την τελική βαθμίδα (Ε), ώστε να αποκτήσει αρκετή ισχύ και να ακτινοβοληθεί, με τη βοήθεια της κεραίας, υπό μορφή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων.

Τα τμήματα α' και β ενισχύουν το σήμα Χ.Σ. το οποίο διαμορφώνει το «φέρον κύμα».



Σχ. 3.2η.

γ) Γενικό διάγραμμα δέκτη τηλεοράσεως.

Στο γενικό διάγραμμα δέκτη τηλεοράσεως (σχ. 3.2θ) παρατηρούμε ότι το σήμα που μπαίνει από την κεραία, αφού ενισχυθεί (Ε.Υ.Σ. = ενίσχυση υψηλής συχνότητας) και αφού αναμιχθεί ($M = \text{μίξη}$) με το σήμα του τοπικού ταλαντωτή (Τ.Τ.), διαχωρίζεται στο σήμα εικόνας (Μ.Σ.Β. = μέση συχνότητα Video) και στο σήμα ήχου (Μ.Σ.Η. = μέση συχνότητα ήχου), τα οποία έτσι ενισχύονται. Σε άλλους τύπους δέκτων ο διαχωρισμός αυτός γίνεται σε επόμενη βαθμίδα.

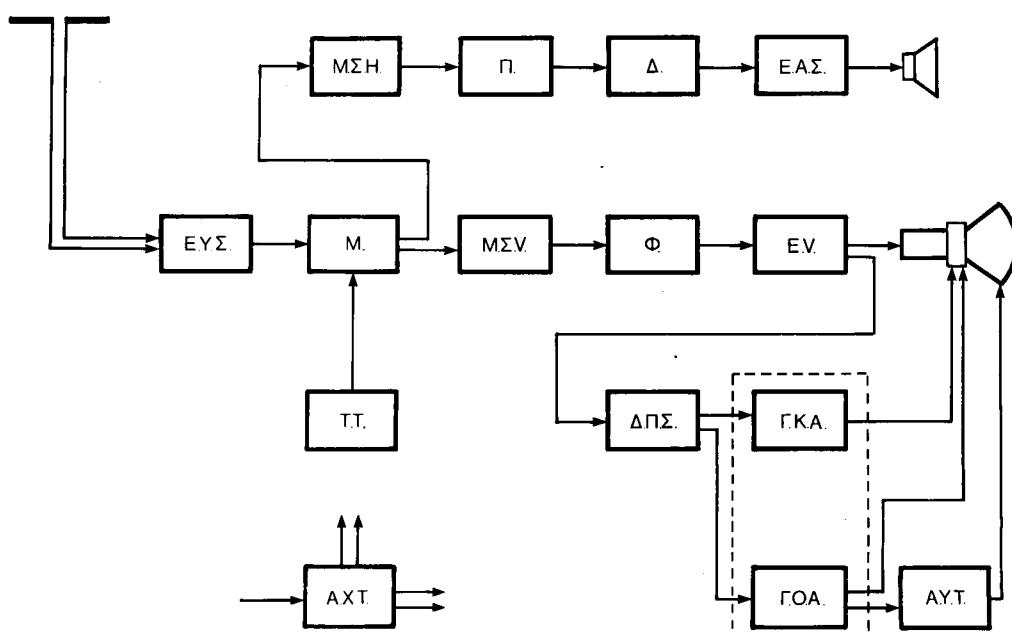
Το σήμα ήχου κατευθύνεται προς τον περιοριστή (Π) και στη συνέχεια στο διευκρινιτή (Δ). Μετά από αυτόν προκύπτει σήμα ακουστικής συχνότητας που ενισχύεται (Ε.Α.Σ.) και οδηγείται στο μεγάφωνο.

Το σήμα εικόνας (Video) αφού περάσει στη φώραση (Φ) και αφού ενισχυθεί (Ε.Β.), ενεργεί στο ρυθμιστικό ηλεκτρόδιο (οδηγό πλέγμα) της λυχνίας εικόνας και διαμορφώνει την ηλεκτρονική δέσμη.

Από το ίδιο τμήμα του ενισχυτή Video (Ε.Β.) ένα σήμα οδηγείται στην είσοδο του διαχωριστή παλμών συγχρονισμού ($\Delta.Π.Σ.$), με αποτέλεσμα οι παλμοί πλαισίων να οδηγούνται στη γεννήτρια κατακόρυφης αποκλίσεως (Γ.Κ.Α.) και οι παλμοί γραμμών στη γεννήτρια οριζόντιας αποκλίσεως (Γ.Ο.Α.) για να ελέγξουν τη λειτουργία των γεννητριών.

Το τμήμα Α.Χ.Τ. (ανορθωτής χαμηλής τάσεως) χρησιμεύει για την τροφοδότηση των βαθμίδων του δέκτη, ενώ το τμήμα Α.Υ.Τ. (ανορθωτής υψηλής τάσεως) για την τροφοδότηση της λυχνίας εικόνας.

Ο τίτλος του σχεδίου θα χαραχθεί στο επάνω μέρος του χαρτιού και στο κάτω αριστερά μέρος του υπομνήματος θα γραφούν οι επεξηγήσεις κάθε γράμματος των τμημάτων με μορφή πίνακα σε δυο ή περισσότερες στήλες.

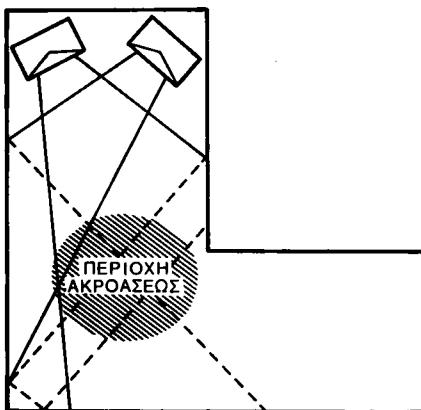
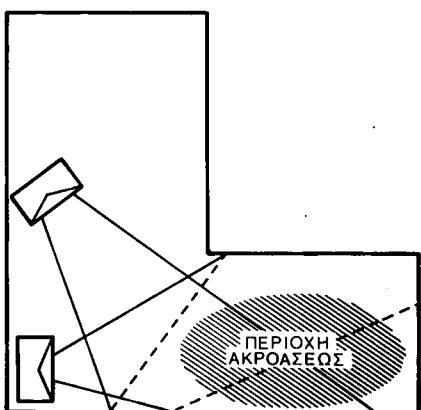
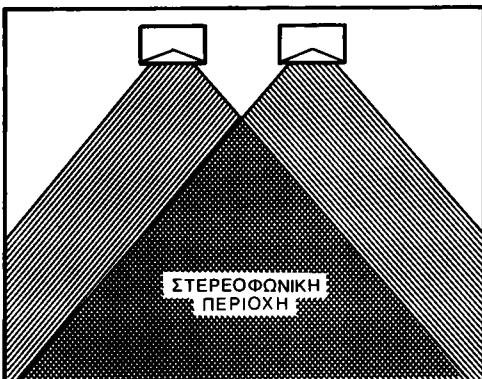
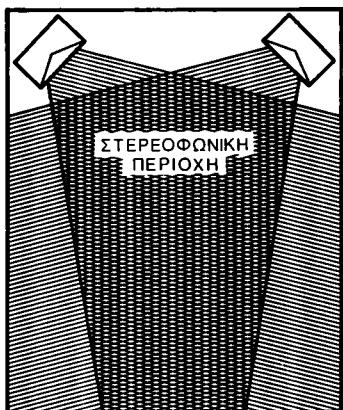
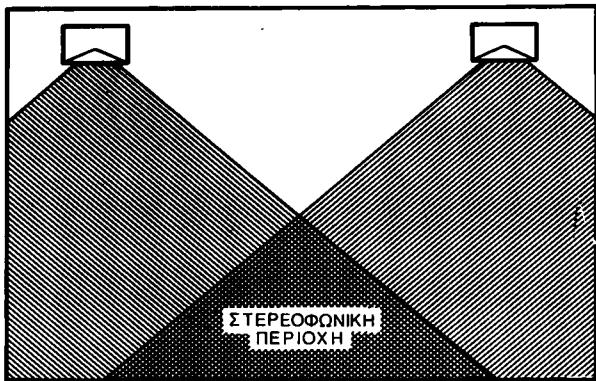


Σχ. 3.2θ.

δ) Γενικό διάγραμμα στερεοφωνικού μαγνητοφώνου.

Εκτός από τα μονοφωνικά συστήματα μουσικής ακροάσεως που χρησιμοποιούν συνήθως ένα ηχείο για την αναπαραγωγή της μουσικής, δίνοντας έτσι την αίσθηση ότι όλα τα όργανα της ορχήστρας βρίσκονται σε ένα σημείο, υπάρχουν και συστήματα υψηλής πιστότητας (Hi – Fi) τα οποία αναπαραγάγουν τη μουσική όσο πιο τέλεια μπορούν. Στα Hi – Fi έχουμε πιστή απόδοση των χρωματικών διαφορών των ήχων και την αίσθηση της ακροάσεως των μουσικών οργάνων από διάφορα σημεία του χώρου που αντιστοιχούν με τη θέση των οργάνων στην ορχήστρα.

Στο σχήμα 3.2ι φαίνονται διάφοροι τρόποι τοποθετήσεως ηχείων του δικαναλικού συστήματος stereo, ανάλογα με το χώρο και τη θέση του ακροατή.



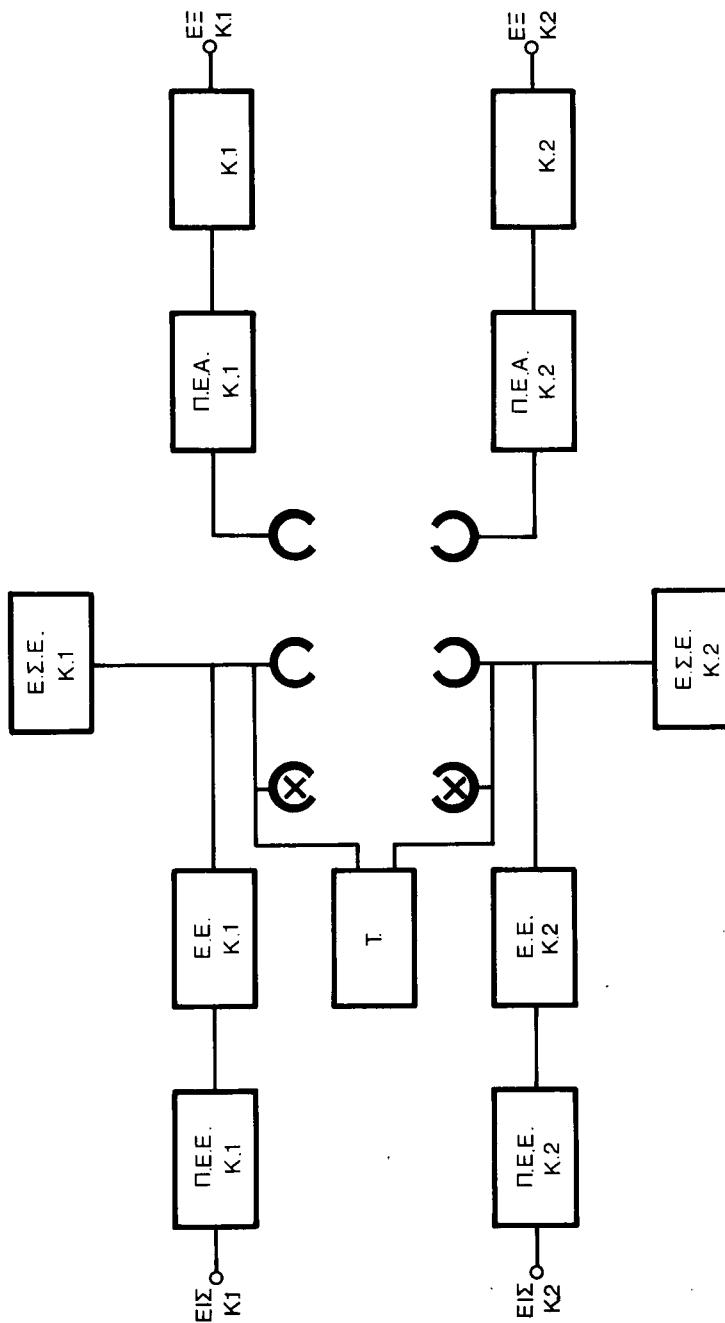
Σχ. 3.2ι.

Στο σχήμα 3.2ια παριστάνεται το γενικό διάγραμμα στερεοφωνικού μανητοφώνου, όπου διακρίνονται τα διάφορα τμήματα των δύο καναλιών και των κεφαλών διαγραφής, εγγραφής και αναπαραγωγής. Η είσοδος κάθε καναλιού διεγέρεται από μικρόφωνο ή στερεοφωνικό πικάπ ή ραδιόφωνο stereo F.M. Το σήμα εισόδου ενισχύεται από τον προενισχυτή εγγραφής (Π.Ε.Ε., $K_1 = \text{κανάλι } 1$, $K_2 = \text{κανάλι } 2$) και τον ενισχυτή εγγραφής (Ε.Ε.) και στη συνέχεια διεγέρει την κεφαλή εγγραφής, επάνω στην οποία αποτυπώνεται με ένα σήμα συχνότητας 30 kHz πέριπου, το οποίο παράγεται από ταλαντωτή T. Το ίδιο σήμα διεγέρει επίσης και το ενδεικτικό στάθμης εγγραφής (Ε.Σ.Ε. ή VU Meter = βιούμετρο) για την παρακολούθηση της εγγραφής επάνω στην ταινία.

Το σήμα του ταλαντωτή T χρησιμεύει και για τη διαγραφή παλιότερης εγγραφής από την ταινία.

Η κεφαλή αναπαραγωγής μετατρέπει τη μαγνητική αποτύπωση πάλι σε σήμα που ενισχύεται από τον προενισχυτή αναπαραγωγής (Π.Ε.Α.) και οδηγείται στη συνέχεια στη βαθμίδα προσαρμογής ή σε ενισχυτή και καταλήγει στην έξοδο.

Μέσα σε κάθε τμήμα του σχήματος 3.2ια να γράψετε την ονομασία του και να σημειώσετε τα βέλη πορείας του σήματος.



Σχ. 3.2.a.

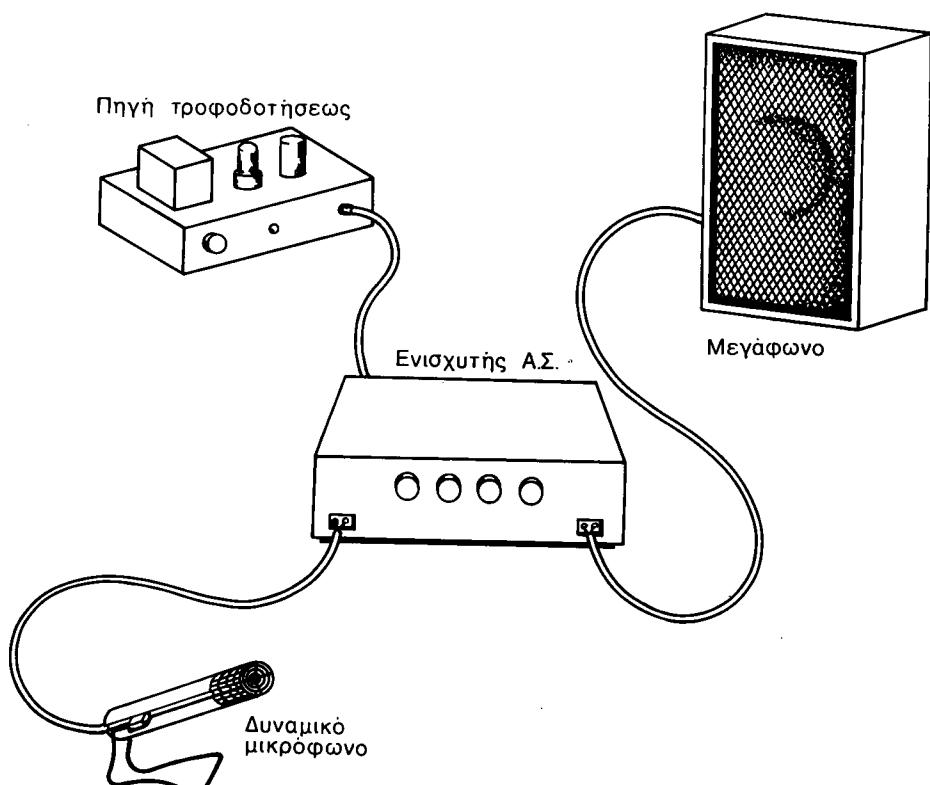
3.3 Ασκήσεις.

1. Στο σχήμα 2.3ιη παριστάνεται το αναλυτικό διάγραμμα ενός δέκτη F.M. (δέκτη σημάτων διαμορφωμένων κατά συχνότητα). Να σχεδιάσετε το γενικό διάγραμμα της συσκευής αυτής, αφού μελετήσετε και τη σύντομη περιγραφή της λειτουργίας της. Κάθε τμήμα θα φέρει την ονομασία του η οποία υπαγορεύεται από τη λειτουργία του.

Να δείξετε την πορεία που ακολουθεί το σήμα και να υποδείξετε τον τίτλο που θα γραφεί στο κάτω μέρος. Τη λύση της ασκήσεως βλέπε στο σχήμα 7.2α.

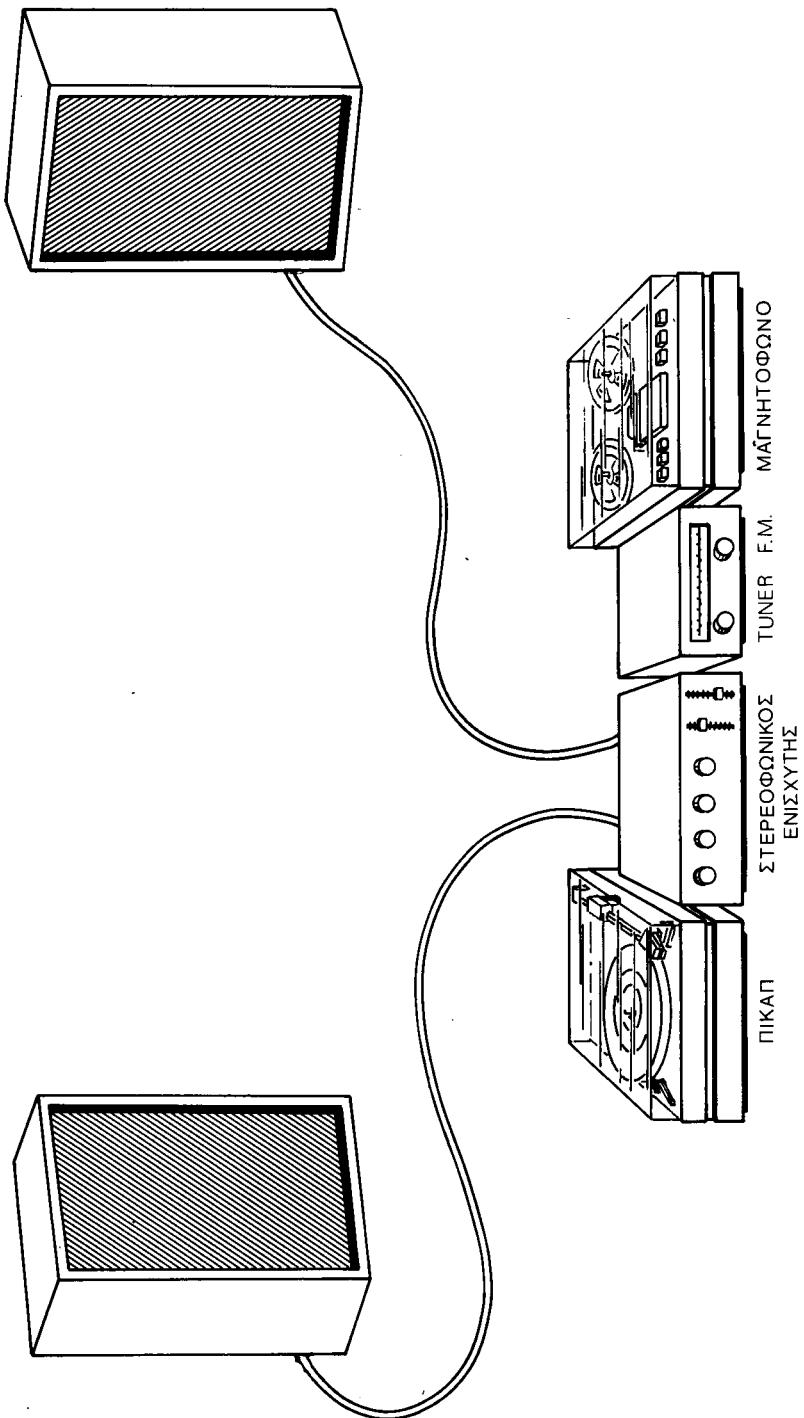
2. Στο σχήμα 3.3α φαίνεται το προοπτικό σχέδιο ενός ηλεκτροακουστικού συνόλου (απλής μονοφωνικής εγκαταστάσεως), όμοιου με αυτό του σχήματος 3.2δ. Στον ενισχυτή όμως έχει προστεθεί και το τροφοδοτικό.

Να σχεδιάσετε το γενικό διάγραμμα του σχήματος 3.3α και να δείξετε τη σωστή φορά των βελών. Το τμήμα του τροφοδοτικού να σχεδιασθεί στο κάτω μέρος. Τη λύση της ασκήσεως βλέπε στο σχήμα 7.2β.



Σχ. 3.3α.

- 3.** Να σχεδιάστε το γενικό διάγραμμα της σπερεφωνικής εγκαταστάσεως του σχήματος 3.3β. Πρέπει να έχετε υπ' όψη σας ότι κάθε σπερεφωνικό συγκρότημα έχει δύο δύμια κανάλια, δημιουργούμενα φαίνεται και στο σχήμα 3.2α του σπερεφωνικού μαγνητοφώνου. Για τον ενισχυτή θα σχεδιάστε ένα τμήμα, όπου θα εισέρχονται και θα εξέρχονται δύο βέλη (που αντιστοιχούν σε δύο σήματα), ένα για το αριστερό και ένα για το δεξιό κανάλι. Σε κάθε πλευρά, για την πιστότερη απόδοση των ήχων, υπάρχουν δύο ή περισσότερα μεγάφωνα που τροφοδοτούνται από το τμήμα Φ.Δ.Σ. (φιλτρο διαχωρισμού συχνοτήτων – κροσσόβερ). Το Φ.Δ.Σ. δεν φαίνεται στο προοπτικό σχέδιο γιατί βρίσκεται μέσα στη λάση της ασκήσεως βλέπε στο σχήμα 7.2γ.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ

4.1 Γενικά.

Όπως είπαμε στο πρώτο κεφάλαιο, με τον όρο **πρακτικό σχέδιο** εννοούμε το κατασκευαστικό σχέδιο, όπου εικονίζεται η κατασκευή μιας βαθμίδας ή ολόκληρης της ηλεκτρονικής συσκευής με όλες τις λεπτομέρειες. Παράδειγμα αποτελεί ο επαγγελματικός δέκτης στον οποίο υπάρχουν το εξωτερικό του πλαίσιο με τα όργανα ελέγχου και το εσωτερικό σασσί, επάνω στις δύο όψεις του οποίου έχουν τοποθετηθεί τα εξαρτήματα συνδεσμολογημένα με αγωγούς. Θα πρέπει λοιπόν να σχεδιάσομε τόσα διαγράμματα, όσα χρειάζονται για την κατασκευή του εξωτερικού πλαισίου και του σασσί με τα εξαρτήματα.

Για το πρακτικό σχέδιο θα ακολουθήσουμε τους κανονισμούς του μηχανολογικού σχεδίου με ορισμένες παραλλαγές. Με τον τρόπο αυτό δημιουργούμε ένα σχέδιο που αποτελεί συνδυασμό μηχανολογικού και ηλεκτρονικού, το **ηλεκτρομηχανικό σχέδιο**.

4.2 Υποδείξεις.

Για τη σχεδίαση των εξωτερικών πλαισίων και των σασσί, ο μαθητής πρέπει να γνωρίζει τους σχετικούς κανόνες για τα «επίπεδα αναπτύγματα πλευρικών επιφανειών στερεών σωμάτων».

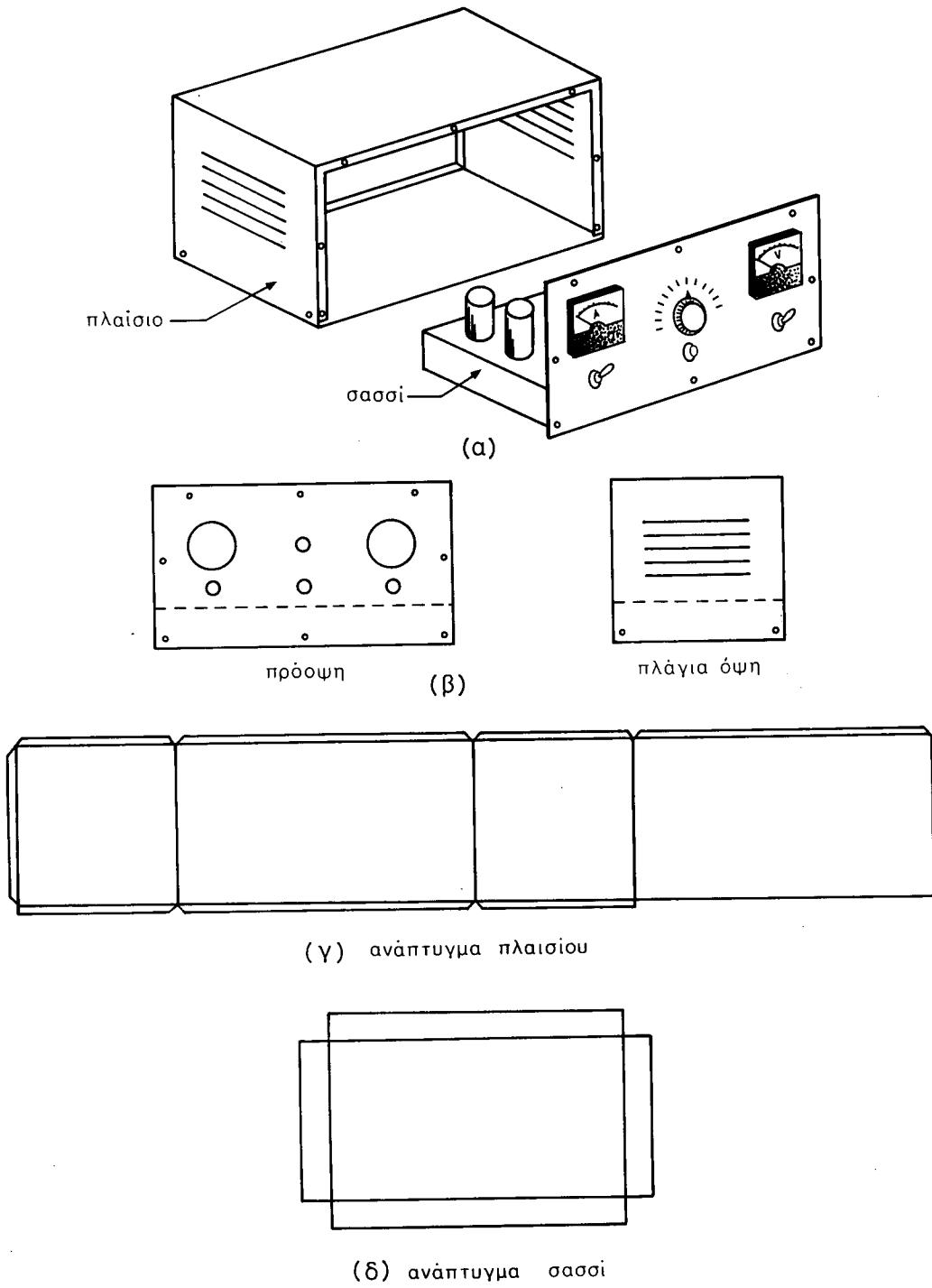
Στο σχήμα 4.2 παριστάνεται ανάπτυγμα πλαισίου σχήματος ορθογωνίου παραλληλεπιπέδου (πλαίσιο μιας ηλεκτρονικής συσκευής από λευκοσίδηρο ή αλουμίνιο).

Στο σχήμα 4.2 (α) έχομε το προοπτικό σχέδιο της συσκευής. Στα σχήματα 4.2 (β), (γ) και (δ) έχουν σχεδιασθεί οι απαραίτητες όψεις, με τα σχετικά ανοίγματα (οπές) επάνω τους καθώς και τα αναπτύγματα του πλαισίου και του σασσί. Στο σχέδιο πρέπει απαραίτητα να γραφούν και οι διαστάσεις.

Το θέμα των αναπτύγμάτων δεν εξαντλείται βέβαια με ένα παράδειγμα: στο βιβλίο όμως αυτό ασχολούμασθε κυρίως με τα διαγράμματα των συρματώσεων και όχι με τα αναπτύγματα.

Για την πλήρη και σωστή σχεδίαση του πρακτικού σχεδίου θα ακολουθήσουμε την εξής πορεία:

- Αναλυτικό διάγραμμα.
- Στοιχεία κυκλώματος (εξαρτήματα).
- Σκαρίφημα.
- Μηχανολογικό σχέδιο.
- Τελικό διάγραμμα.



Σχ. 4.2.

4.2.1 Αναλυτικό διάγραμμα.

Το αναλυτικό διάγραμμα είναι απαραίτητο, γιατί από αυτό προκύπτει, ύστερα από μελέτη, το πρακτικό σχέδιο. Η μελέτη του αναλυτικού διαγράμματος γίνεται για να επισημανθούν ορισμένα κρίσιμα σημεία, όπως η αλληλεπίδραση των βαθμίδων λόγω μαγνητικής συζεύξεως ή η ανάπτυξη υπερβολικής θερμοκρασίας σε ευαίσθητα εξαρτήματα κλπ. Από τη μελέτη αυτή βγάζομε το συμπέρασμα ποια από τα εξαρτήματα θα τοποθετηθούν στο επάνω και ποια στο κάτω μέρος του σαστί, ποια χρειάζονται θωράκιση και ποια είναι ευαίσθητα στις μεταβολές της θερμοκρασίας, ώστε να τοποθετηθούν μακριά από θερμαινόμενα τμήματα της συσκευής.

4.2.2 Στοιχεία κυκλώματος (εξαρτήματα).

Για να συμπληρώσουμε τον κατάλογο (πίνακα) στον οποίο αναγράφονται τα στοιχεία κυκλώματος πρέπει να γνωρίζουμε όχι μόνο τις τιμές των εξαρτημάτων, αλλά και τις διαστάσεις τους. Γι' αυτό καλύτερο είναι να διαθέτομε τα ίδια τα εξαρτήματα. Σε διαφορετική περίπτωση συμβουλεύομασθε τα βιβλία των εταιριών κατασκευής τους.

Η πρακτική μορφή και οι διαστάσεις (σε χιλιοστόμετρα) που πρέπει να έχουν τα εξαρτήματα φαίνονται στον Πίνακα 4.2.1. Στη στήλη «καριθμός σύμβολου» αναγράφεται ο κωδικός αριθμός του συμβόλου από τον Πίνακα 1.2.1, όπου έχουν σχεδιασθεί τα σύμβολα των εξαρτημάτων και υπάρχει η ονομασία για το καθένα.

4.2.3 Σκαρίφημα.

Από το αναλυτικό διάγραμμα και με βάση τις διαστάσεις των εξαρτημάτων, σχεδιάζομε πρόχειρα, αλλά στην κατάλληλη θέση το καθένα, τα εξαρτήματα που απαρτίζουν τη συσκευή. Αυτό το πρόχειρο σχεδιάσμα είναι το **σκαρίφημα**. Το σκαρίφημα σχεδιάζεται υπό κλίμακα (συνήθως 1:2) ή σε φυσικό μέγεθος. Όταν η συσκευή είναι μικρού μεγέθους, χρησιμοποιείται κλίμακα 2 : 1. Όταν πρέπει να δειχθούν περισσότερες λεπτομέρειες χρησιμοποιείται κλίμακα 5 : 1. Το σκαρίφημα σχεδιάζεται πιο εύκολα, λόγω της κλίμακας, σε χαρτί «μιλλιμετρέ».

4.2.4 Μηχανολογικό σχέδιο.

Σύμφωνα με το σκαρίφημα των εξαρτημάτων εκλέγεται το είδος και οι διαστάσεις του πλαισίου και του σαστί πάνω στο οποίο πρέπει να τοποθετηθούν όλα τα εξαρτήματα. Οι όψεις του σαστί και του πλαισίου θα σχεδιασθούν όπως στο σχήμα 4.2, οι δε διαστάσεις θα γραφούν με ακρίβεια.

4.2.5 Τελικό διάγραμμα.

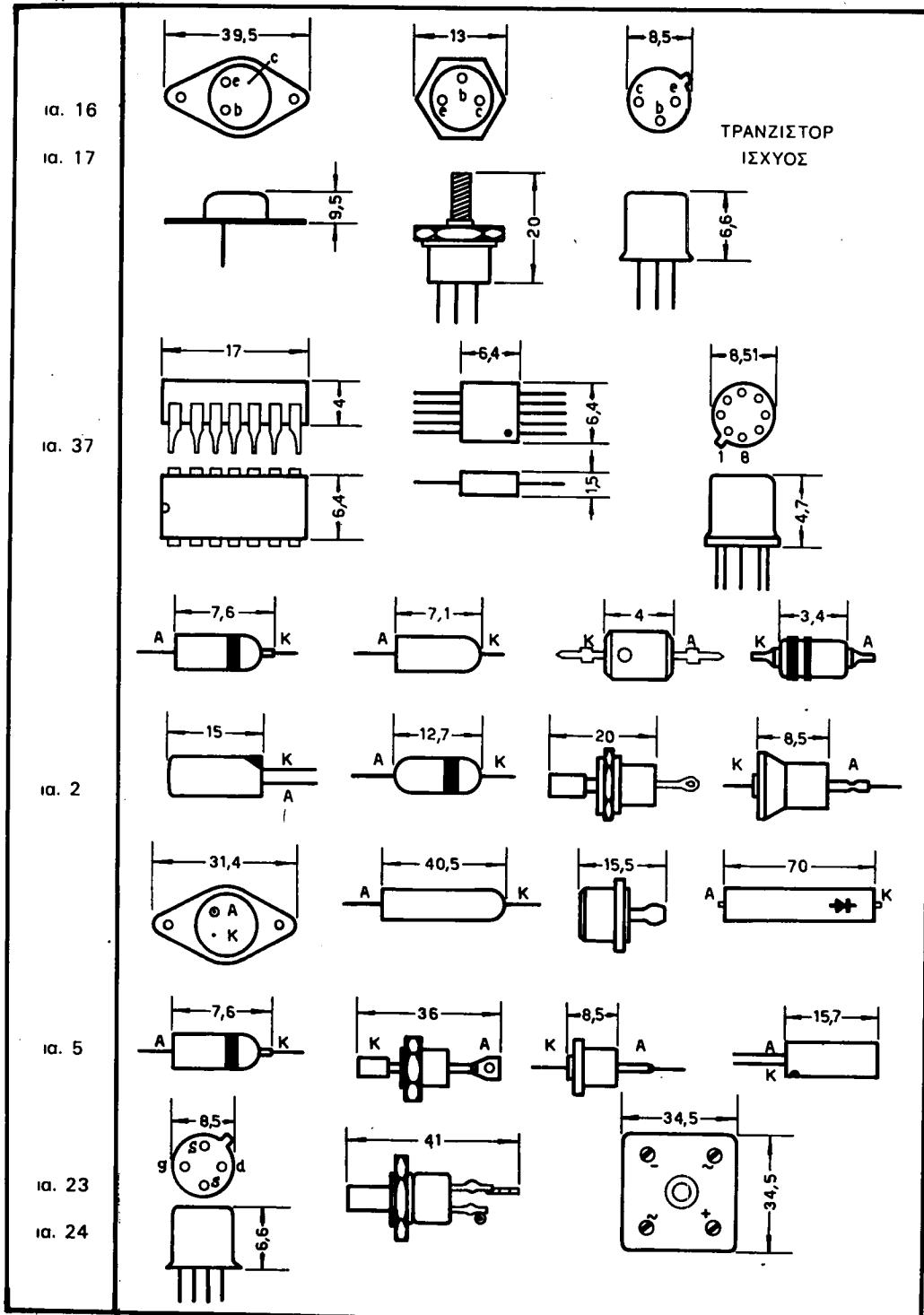
Το τελικό διάγραμμα προκύπτει από το συνδυασμό του μηχανολογικού σχεδίου και του σκαριφήματος. Στις όψεις του σαστί σχεδιάζομε τα εξαρτήματα με την πρακτική τους μορφή (κάτοψη) και τη συναρμολόγησή τους (διάγραμμα καλωδιώσεων). Χρησιμοποιούμε τις όψεις που είναι απαραίτητες για την πλήρη περιγραφή της συσκευής, με την ίδια όμως κλίμακα του σκαριφήματος.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2.1.
ΣΥΜΒΟΛΑ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΥΜΒΟΛΟΥ	ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΜΟΡΦΗ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ	
ε. 1		
ε. 5		
ιθ. 1.		
ιθ. 2.		
ιθ. 7		
ια. 16		
ια. 17		

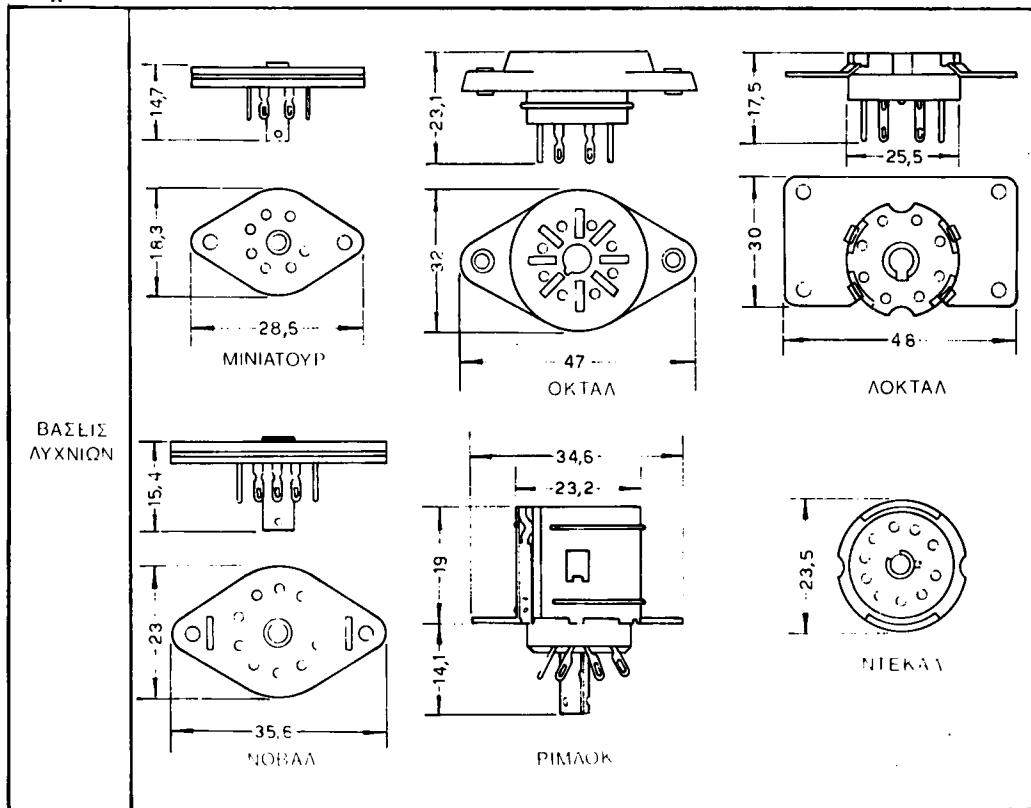
συνεχίζεται

Συνέχεια Πίνακα 4.2.1.



συνεχίζεται

Συνέχεια Πίνακα 4.2.1.



Για το διάγραμμα των καλωδιώσεων μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε χρωματισμούς, όπως και στο αναλυτικό διάγραμμα.

Τα παραδείγματα που ακολουθούν είναι στην αρχή απλά αλλά στη συνέχεια γίνονται περισσότερο πολύπλοκα όπως και οι ασκήσεις. Έτσι σιγά-σιγά ο μαθητής θα μπορέσει να κατανοήσει καλύτερα και με όλες τις λεπτομέρειες το πρακτικό σχέδιο.

4.3 Παραδείγματα.

4.3.1 Από το θεωρητικό στο πρακτικό σχέδιο.

Η διαδικασία που χρειάζεται ώστε από το θεωρητικό σχέδιο να προκύψει το πρακτικό, φαίνεται στο σχήμα 4.3α. Από τα σύμβολα του αναλυτικού διαγράμματος [σχ. 4.3α (1)] καταλαβαίνομε ότι πρόκειται για ένα απλό κύκλωμα το οποίο αποτελείται από πηγή συνεχούς τάσεως U (συστοιχία) και αντίσταση R . Για την κατασκευή του κυκλώματος χρειάζονται: ένα σασσί, στήλη 4,5 V και αντίσταση. Το προοπτικό σχέδιο [σχ. 4.3α (2)] δείχνει την πρακτική μορφή του κυκλώματος, με τους αγωγούς συνδέσεως που σημειώνονται με διακεκομμένες γραμμές, επειδή βρίσκονται κάτω από το σασσί.

Τα ηλεκτρονικά κυκλώματα όμως είναι περισσότερο πολύπλοκα και παρουσιάζουν λεπτομέρειες που δεν είναι δυνατόν να αποδοθούν με ένα ή περισσότερα προοπτικά σχέδια. Γι' αυτό χρησιμοποιείται το σύστημα των όψεων που είναι περισσότερο κατανοητό και σχεδιάζεται συντομότερα.

Στο παράδειγμα αυτό έχει σχεδιασθεί μόνο η κάτοψη του κυκλώματος [σχ. 4.3α (3)] υπό κλίμακα 1:2 (το μισό από το φυσικό μέγεθος). Στην κάτοψη περιγράφεται ολόκληρη η κατασκευή.

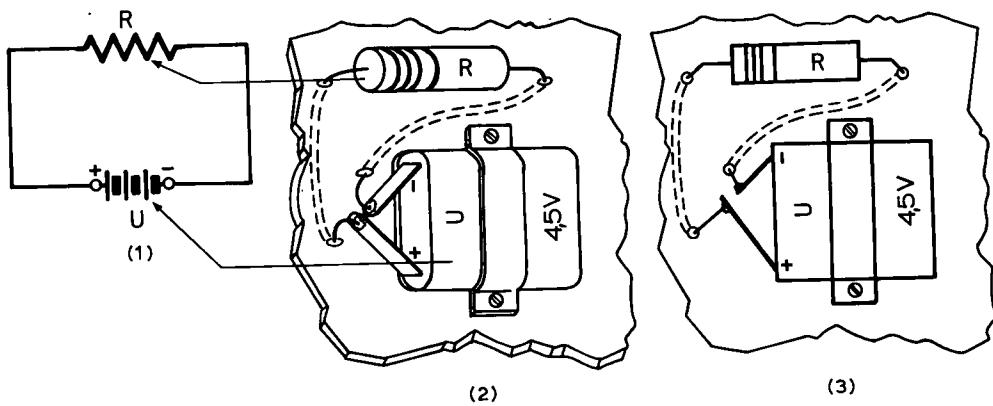
4.3.2 Από το πρακτικό στο θεωρητικό.

Η αντίστροφη διαδικασία γίνεται όταν από το πρακτικό (σχ. 4.3β) προκύπτει το αναλυτικό διάγραμμα (σχ. 4.3δ).

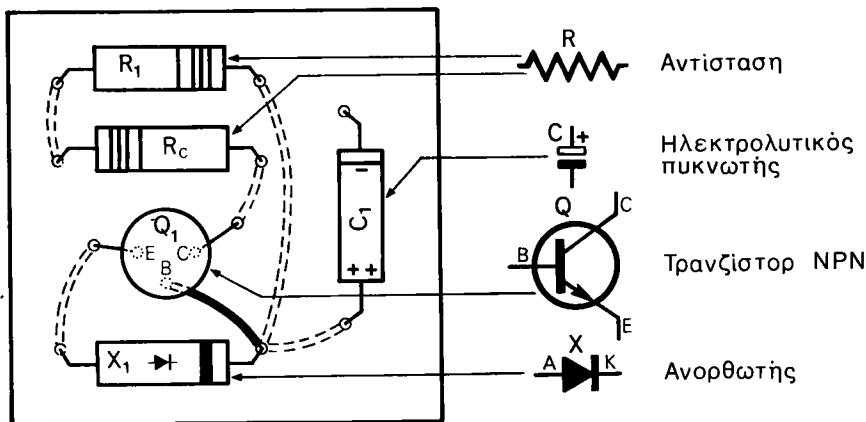
Η κάτοψη του πρακτικού σχεδίου (σχ. 4.3β) αποτελείται από το σασσί, που στην περίπτωση αυτή δεν είναι από μέταλλο αλλά από μονωτικό υλικό, και από τα εξαρτήματα τα οποία είναι συνδεδεμένα με αγωγούς πάνω του. Τα σύμβολα των εξαρτημάτων βρίσκονται από τον Πίνακα 1.2.1 και είναι τα σύμβολα του σχήματος 4.3γ.

Πρέπει να διακρίνομε με προσοχή τους ακροδέκτες του τρανζίστορ, δηλαδή ποιος ακροδέκτης αντιστοιχεί στον εκπομπό E , ποιος στη βάση B και ποιος στο συλλέκτη C . Στο τρανζίστορ αυτού του τύπου η βάση B είναι ο μεσαίος ακροδέκτης και ο εκπομπός E είναι ο πρώτος από αριστερά προς τα δεξιά. Οι ακροδέκτες δε πρέπει να κοιτάνε προς τα πάνω. Αυτά δεν ισχύουν για άλλον τύπου τρανζίστορ και πρέπει, για κάθε τύπο, να συμβουλευόμασθε τα ειδικά βιβλία για τρανζίστορ ή να ανατρέχομε στον Πίνακα 4.2.1.

Για το αναλυτικό διάγραμμα (σχ. 4.3δ), σχεδιάζομε πρώτα το τρανζίστορ και βλέποντας προσεκτικά το πρακτικό σχέδιο 4.3β, σχεδιάζομε τα υπόλοιπα σύμβολα στους ακροδέκτες του τρανζίστορ. Στο συλλέκτη C συνδέεται η αντίσταση R_c , στον εκπομπό E η άνοδος της διόδου ανορθώσεως X_1 , ενώ η κάθοδος της συνδέεται στη βάση B , στην οποία σχηματίζεται κόμβος, από όπου ξεκινούν το (+) του ηλεκτρολυτικού πυκνωτού C_1 , και η αντίσταση R_1 , της οποίας το τέλος είναι συνδεδεμένο με το άλλο άκρο της R_c .

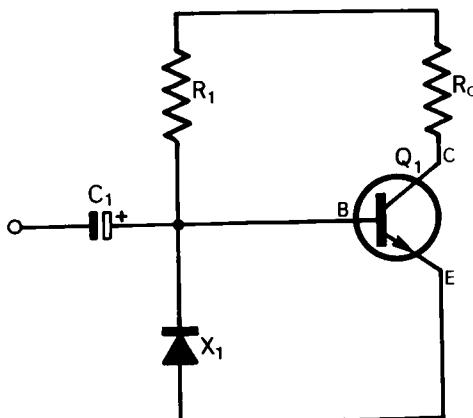


Σχ. 4.3α.



Σχ. 4.3β.

Σχ. 4.3γ.



Σχ. 4.3δ.

4.3.3 Ενισχυτής τάσεως Χ.Σ. με τρίοδο λυχνία.

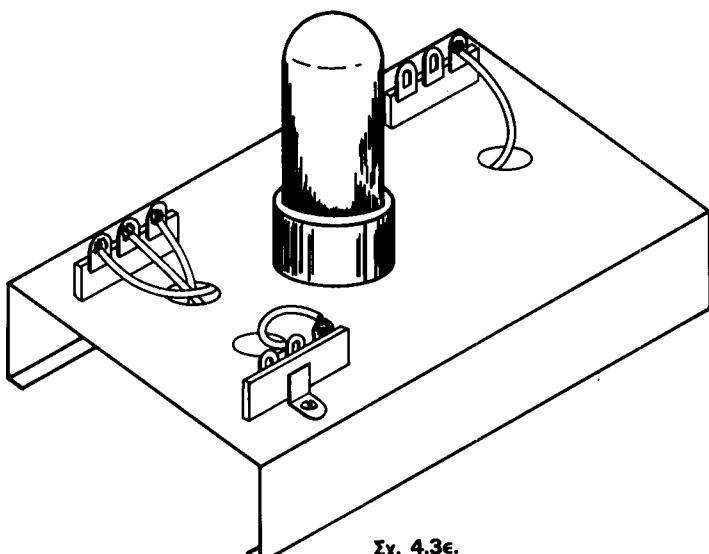
Στο σχήμα 4.3ε παριστάνεται το προοπτικό σχέδιο ηλεκτρονικού κυκλώματος κατασκευασμένου επάνω σε μεταλλικό σασσί. Όμως είναι αδύνατο να καταλάβομε ποιο είναι το είδος του κυκλώματος γιατί δεν γίνεται πλήρης περιγραφή.

Για την πλήρη περιγραφή του κυκλώματος, σχεδιάσθηκαν υπό κλίμακα 1:2 οι δύο όψεις του: η κάτοψη (σχ. 4.3στ) και η άνωψη (σχ. 4.3ζ). Όπως είναι γνωστό από το τεχνικό σχέδιο, κάτοψη είναι η ορθή προβολή αντικειμένου στο κάτω οριζόντιο προβολικό επίπεδο (δηλαδή όπως το βλέπομε από πάνω), ενώ άνωψη είναι η ορθή προβολή αντικειμένου στο επάνω οριζόντιο προβολικό επίπεδο (δηλαδή όπως το βλέπομε από κάτω). Επί πλέον για την πλήρη περιγραφή του κυκλώματος πρέπει να σχεδιασθεί και το ανάπτυγμα του σασσί όπως περιγράφεται στο σχήμα 4.2. Παραλείπεται όμως, επειδή εδώ μας ενδιαφέρει κυρίως το διάγραμμα καλωδιώσεων.

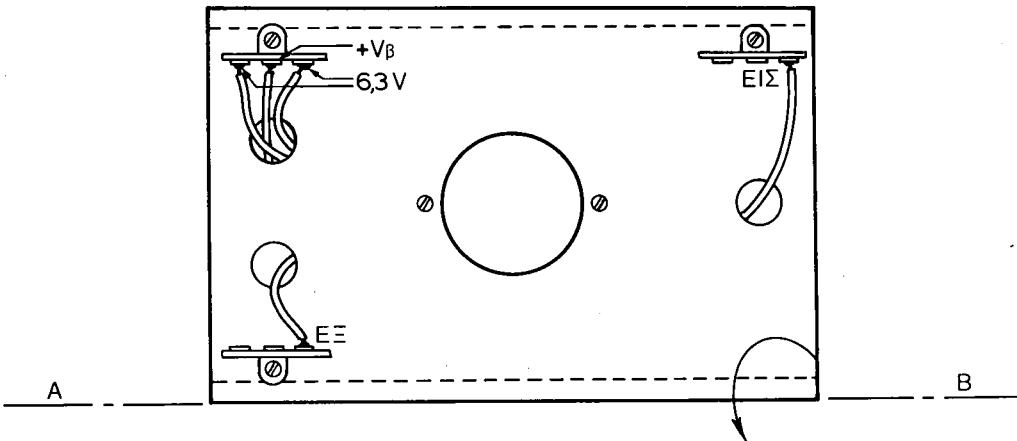
Στα παραπάνω σχήματα παρατηρούμε ότι στην κάτοψη δεν ακολουθήσαμε πιστά τους κανόνες του τεχνικού σχεδίου: έχομε παραλείψει τις διακεκομένες γραμμές από τις λεπτομέρειες του κάτω μέρους, γιατί το πλήθος των εξαρτημάτων και των αγωγών, θα δυσκόλευε την ανάγνωση του σχεδίου.

Για να δείξουμε τις λεπτομέρειες του κάτω μέρους, σχεδιάζομε την άνωψη (σχ. 4.3ζ) που προκύπτει από την περιστροφή κατά 180° της κατόψεως (σχ. 4.3στ) γύρω από την αξονική γραμμή AB.

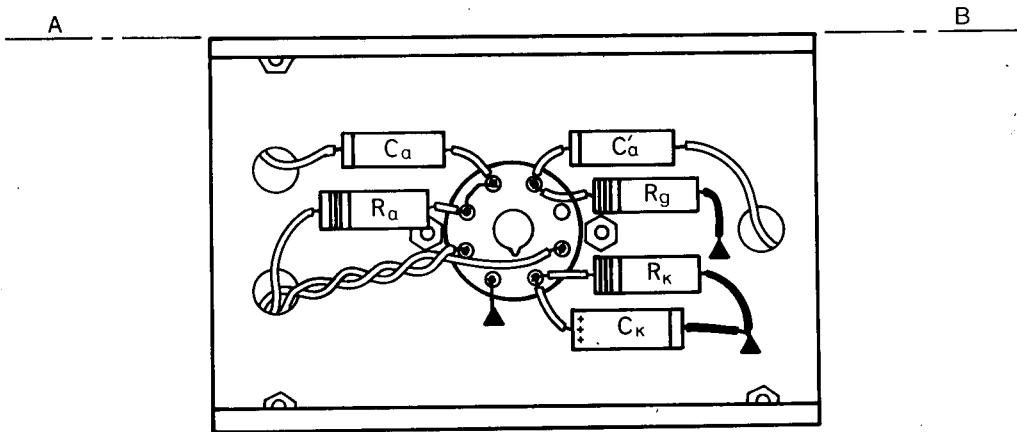
Για να σχεδιάσουμε το αναλυτικό διάγραμμα του κυκλώματος χρειάζεται ακόμη το διάγραμμα βάσεως της λυχνίας το οποίο βρίσκομε στα βιβλία λυχνιών. Από το διάγραμμα της βάσεως (σχ. 4.3η) βλέπομε ότι ο ακροδέκτης (στην άνωψη) 3 αντιστοιχεί στην άνοδο, όπου έχουν συνδεθεί αντίσταση R_a , της οποίας το άλλο άκρο οδηγείται στο V_β , και πυκνωτής C_a , που οδηγεί το σήμα στην έξοδο (κάτοψη). Ο ακροδέκτης 8 αντιστοιχεί στην κάθοδο, όπου έχουν συνδεθεί παράλληλα ηλεκτρολυτικός πυκνωτής C_k και αντίσταση R_k . Τα άλλα άκρα τους γειώνονται (σύστημα αυτοπολώσεως). Τέλος στο πλέγμα (ακροδέκτης 5) συνδέονται αντίσταση R_g (το άλλο άκρο της γειώνεται) και πυκνωτής C'_a (είσοδος του κυκλώματος).



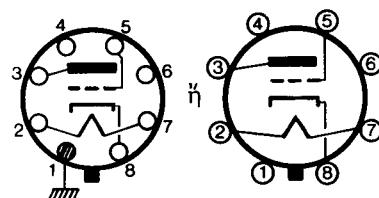
Σχ. 4.3ε.



Σχ. 4.3στ.



Σχ. 4.3ζ.

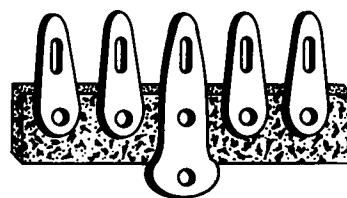


Σχ. 4.3η.

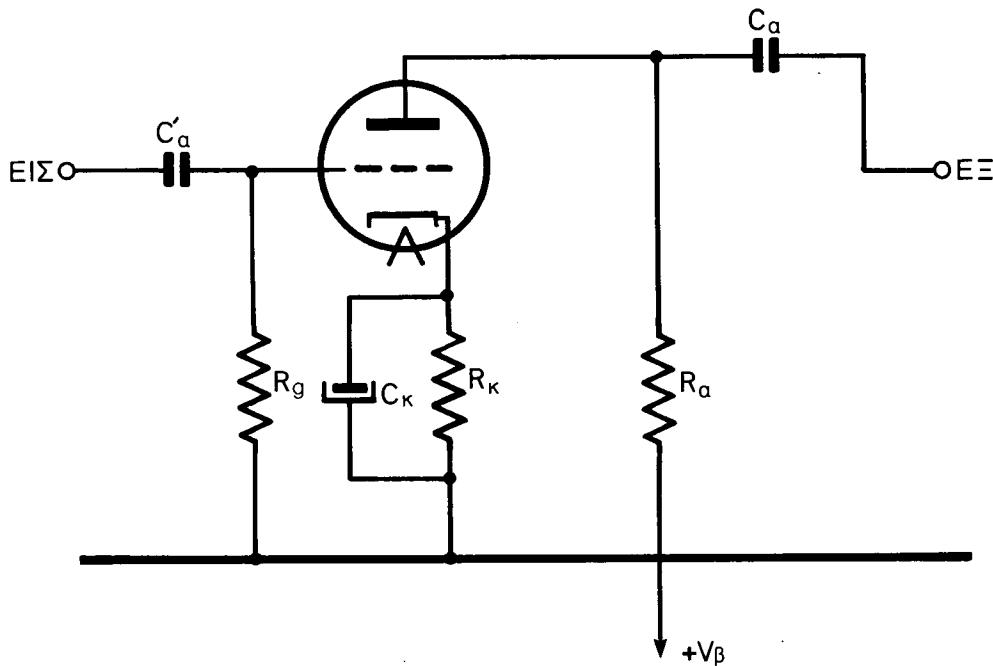
Στο επάνω μέρος του σασσί οι τερματικοί αγωγοί με τις ενδείξεις $+V_\beta$, 6,3 V, ΕΙΣ και ΕΞ έχουν συνδεθεί στους ακροδέκτες «κόσας» (5 μεταλλικοί ακροδέκτες επάνω σε μονωτική βάση) (σχ. 4.3θ). Ο μεσαίος ακροδέκτης της κόσας χρησιμεύει για τη στήριξη επάνω στο σασσί.

Αν από το πρακτικό σχέδιο των σχημάτων 4.3στ και 4.3ζ σχεδιάσουμε το αναλυτικό διάγραμμα, θα δούμε ότι η συνδεσμολογία που προκύπτει είναι γνωστή (σχ. 4.3ι).

Να σχεδιάσετε τις δύο όψεις του πρακτικού με κλίμακα 1:1, ένα από τα δυο διαγράμματα βάσεως της λυχνίας (σχ. 4.3η) στο αριστερό μέρος του χαρτιού σχεδιάσεως και στο δεξιό το αναλυτικό διάγραμμα που προκύπτει από το πρακτικό.



Σχ. 4.30.



Σχ. 4.31.

4.4 Ασκήσεις.

1. Από το πρακτικό στο Θεωρητικό σχέδιο.

Για την εκτέλεση αυτής της ασκήσεως που παριστάνεται στο σχήμα 4.4α θα εργασθείτε ως εξής:

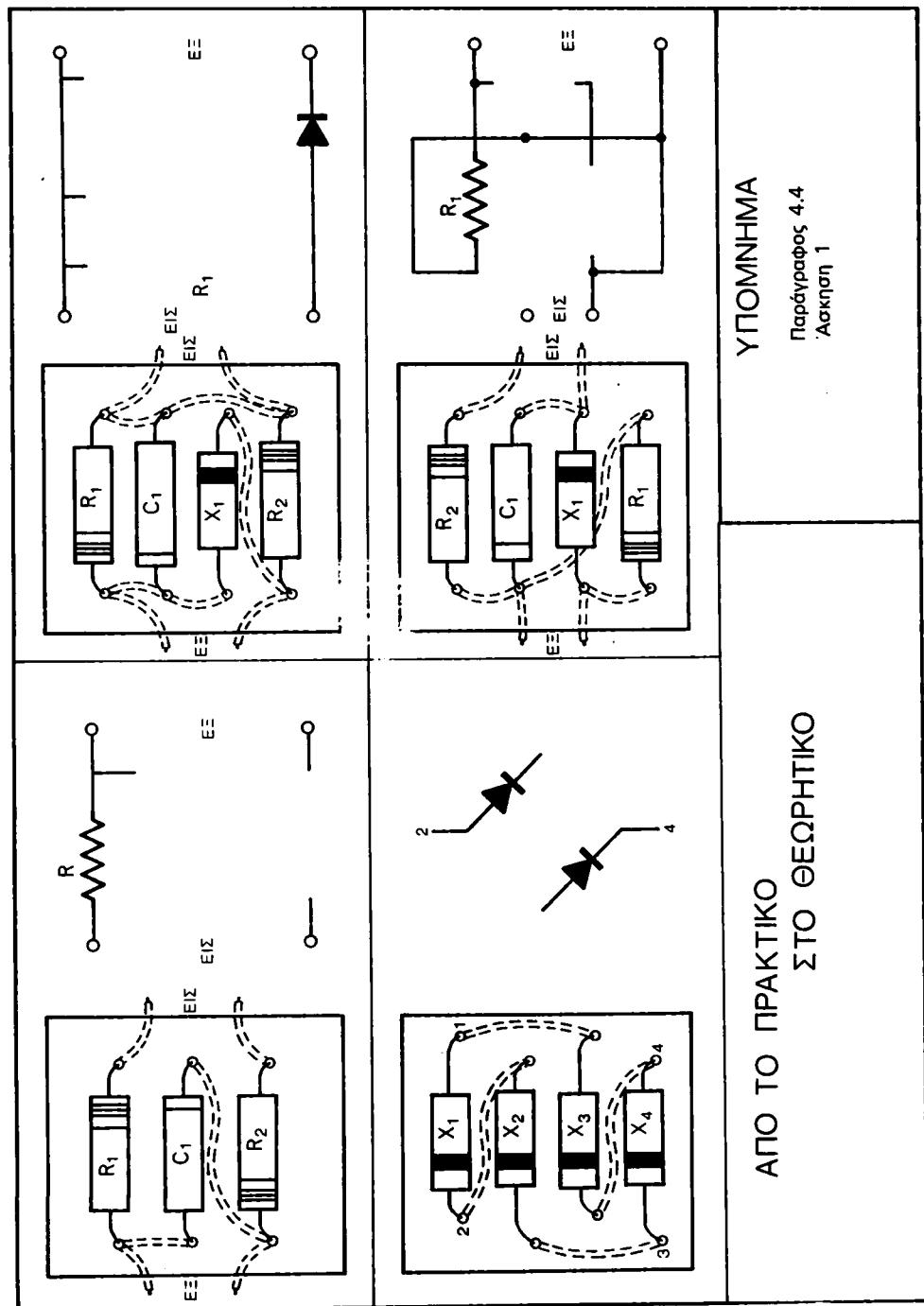
- Θα Χαράξετε δύο βοηθητικές, κάθετες μεταξύ τους ευθείες, ώστε το χαρτί σχεδίσεως στο χώρο πάνω από το υπόρινημα να χωρισθεί σε τέσσερα ίσα ορθογώνια παραλληλόγραμμα.
- Στο αριστερό μέρος κάθε ορθογωνίου θα σχεδιάστε την κάποιη του πρακτικού κυκλώματος.
- Με βάση τα μισοτελειωμένα σχέδια στο δεξιό μέρος κάθε ορθογωνίου, και αφού μελετήσετε τα προηγούμενα παραδείγματα, παράγραφος 4.3.1 (σχ. 4.3α) και παράγραφος 4.3.2 (σχ. 4.3α, 4.3β και 4.3γ) θα σχεδιάσετε τα πλήρη αναλυτικά διαγράμματα που προκύπτουν από τα πρακτικά κυκλώματα.

Τη λύση της ασκήσεως βλέπε στο σχήμα 7.26.

ΣΧ. 4.4α.

**ΑΠΟ ΤΟ ΠΡΑΚΤΙΚΟ
ΣΤΟ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ**

ΥΠΟΜΝΗΜΑ
Παράγραφος 4.4
Άσκηση 1



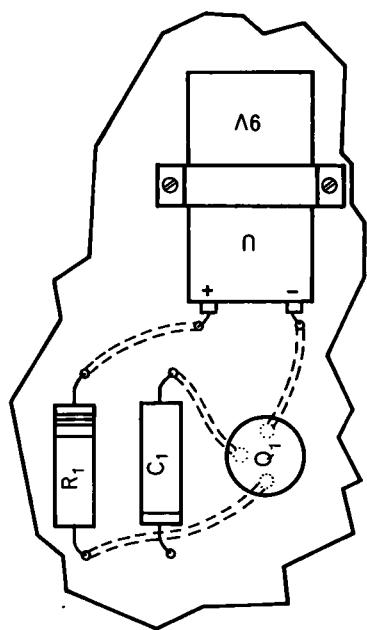
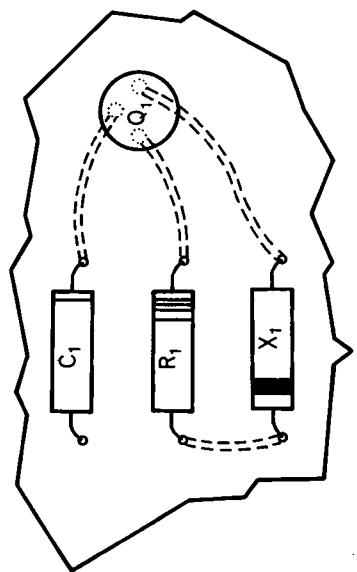
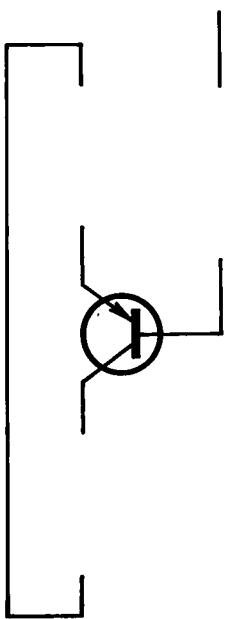
- 2. Από το πρακτικό στο θεωρητικό σχέδιο.**
- Η δάσκαλη του σχήματος 4.4β είναι όμοια με την προηγούμενη, αλλά με ένα παραπάνω εξάρτημα, το τραυγίστορ. Χρειάζεται προσοχή για την εντόπιση του ακροδέκτη του εκπομπού Ε, όπως έχουμε δείξει στα προηγούμενα παραδείγματα τα οποία θα μελετήσετε και θα συμπληρώσετε στη συνέχεια τα μισθολογικά αναλυτικά διαγράμματα.
- Τη λύση της ασκήσεως βλέπε στο σχήμα 7.2ε.

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

Παράγραφος 4.4
Άσκηση 2

Σχ. 4.4β.

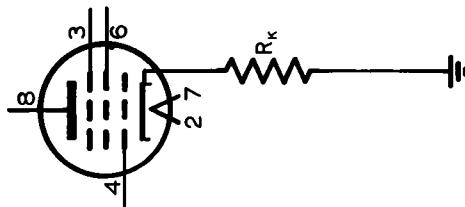
**ΑΠΟ ΤΟ ΠΡΑΚΤΙΚΟ
ΣΤΟ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ**



3. Πρακτικό σχέδιο κυκλώματος με πέντοδο λυχνία.

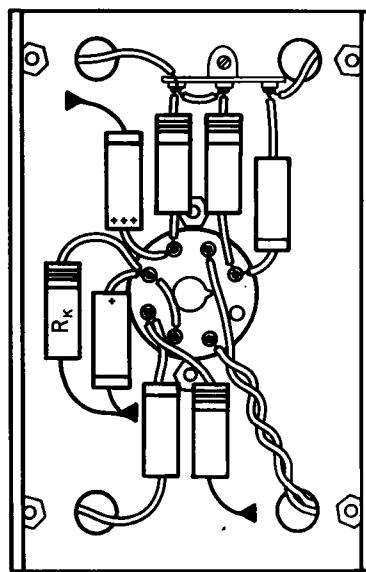
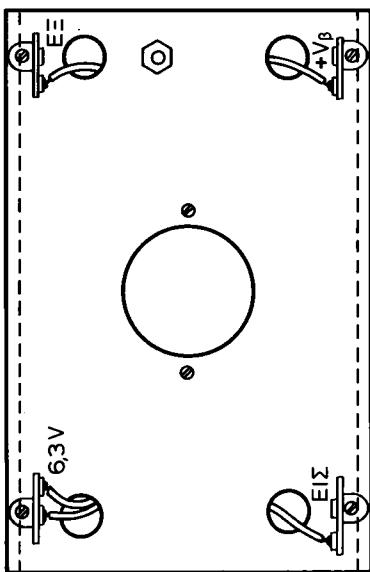
Στο σχήμα 4.4γ παριστάνεται το πρακτικό σχέδιο κυκλώματος με πέντοδο λυχνία σε κάποψη και άνωψη με κλίμακα 1:2.

- Να σχεδιάσετε τις δύο όψεις του πρακτικού κυκλώματος στο αριστερό μέρος του χαρτιού σχεδίσεως με κλίμακα 1:1.
- Να συμπληρώστε σην άνωψη τα γράμματα των εξαρπημάτων που λέπουν, όπως R_k .
- Στο δεξιό μέρος του χαρτιού να σχεδιάσετε το αναλυτικό διάγραμμα που προκύπτει από το πρακτικό, αφού προηγουμένως μελετήσετε τη διαδικασία που ακολουθήσαμε στο παράδειγμα 4.3.3.
- Να αναγνωρίσετε το κύκλωμα.
- Να γράψετε αριστερά από το υπόμνημα το γνωστό πλέον τίτλο του σχεδίου με κεφαλαία γράμματα ύψους 6 πη. Να ελέγχετε το αναλυτικό διάγραμμα που σχεδιάσσατε σύμφωνα με το διάγραμμα της λύσεως 7.2στ.



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

Παράγραφος 4.4
Άσκηση 3

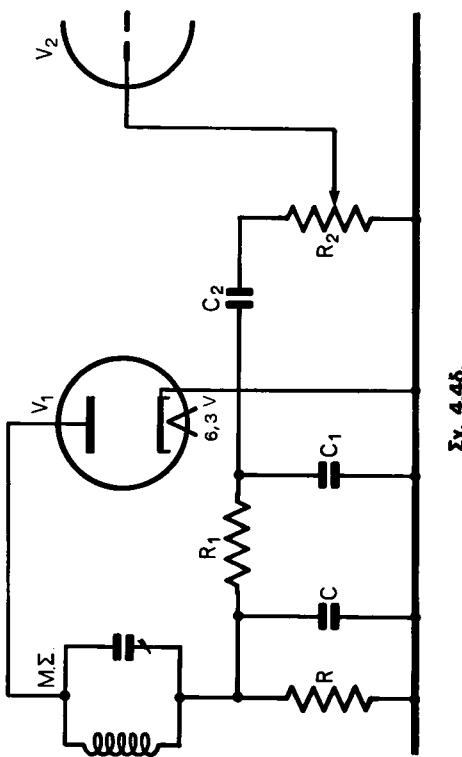
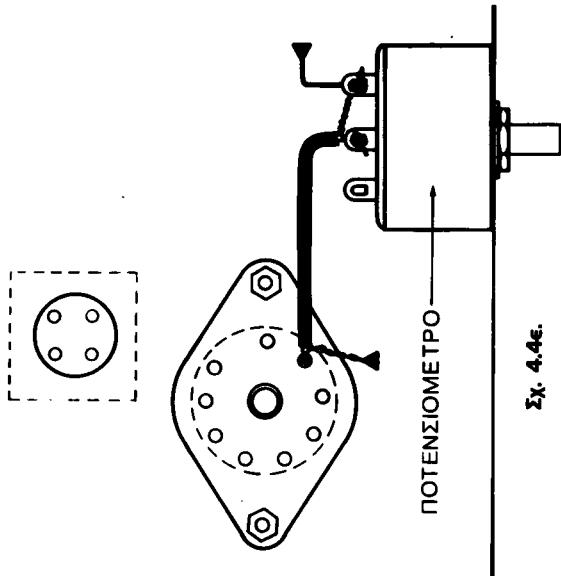


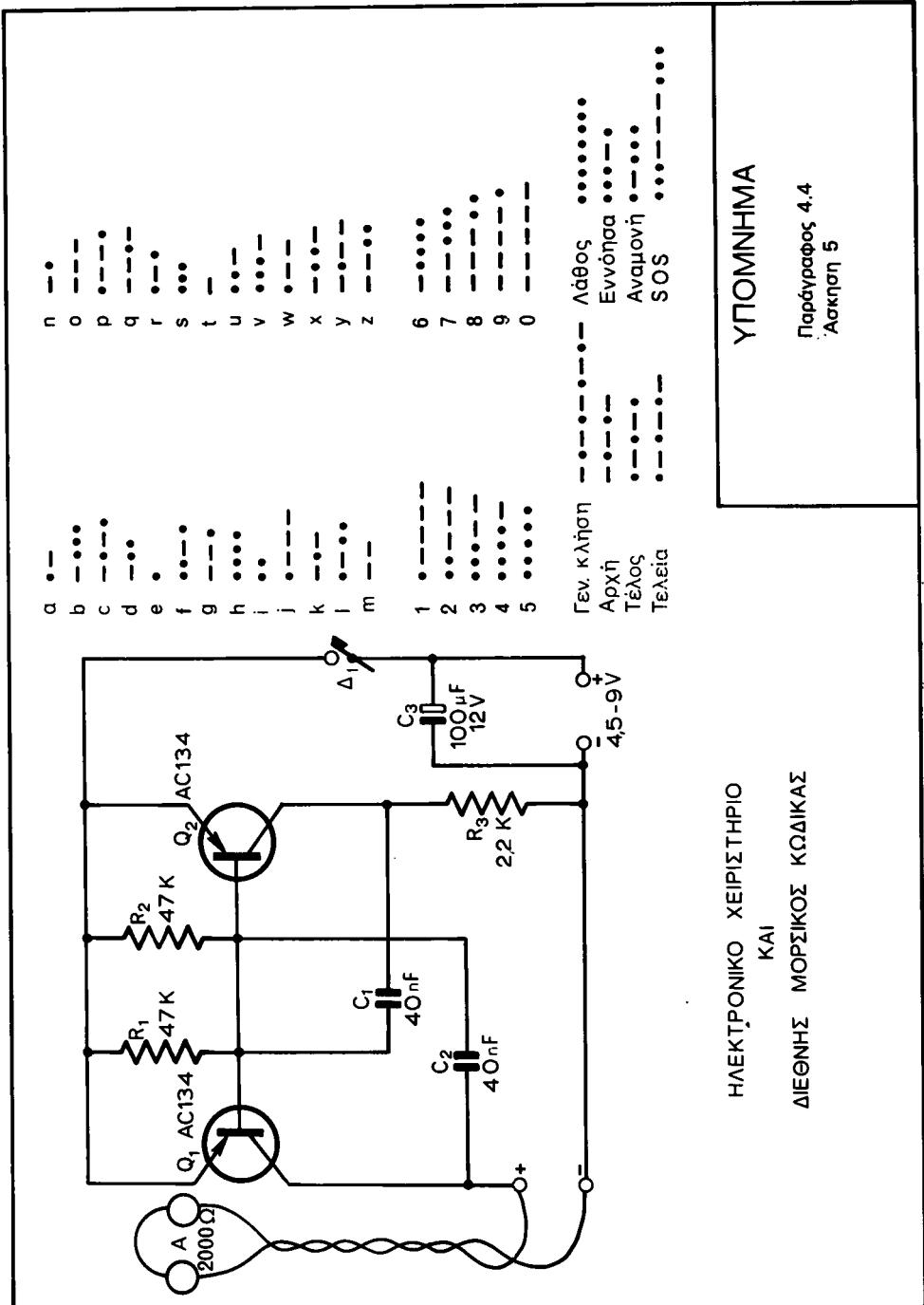
Σχ. 4.4γ.

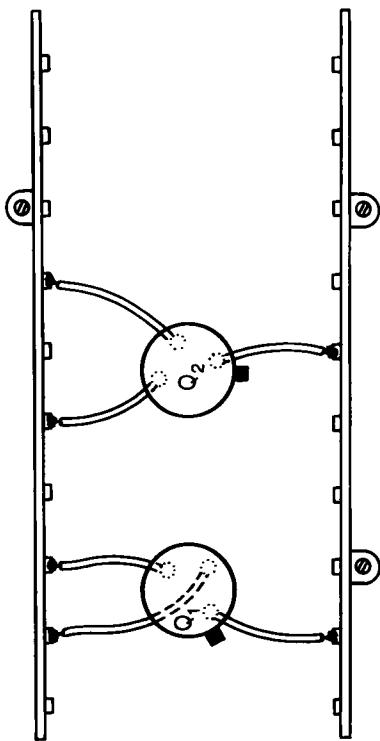
4. Βαθμίδα Φωράσσεως.

Από το αναλυτικό διάγραμμα του σχήματος 4.4δ θα σχεδιάσετε το πρακτικό μιας βαθμίδας φωράσσεως. Θα χρησιμοποιήσετε τη λυχνία EBC81 (νόβαλ) και θα βρέπετε το διάγραμμα της βάσεως πις από βιβλίο λυχνιών. Οι διαστάσεις της βάσεως δίνονται και στον Πίνακα 4.2.1 στην αρχή του τέταρτου κεφαλαίου. Στο σχήμα 4.4ε φαίνεται το μισοτελειωμένο σχέδιο της ανόψεως του πρακτικού κυκλώματος, όπου έχουν σχεδιασθεί υπό κλίμακα 1:1 μόνο η βάση της λυχνίας, το ποτένιούμετρο και το θωρακισμένο καλώδιο που συνδέει το δεύτερο ακροδέκτη της βάσεως με τη μεσαία λίψη του ποτενομέτρου. (Το σύρμα θωρακίσεως έχει γειωθεί). Το τετράγωνο με τις διακεκομένες και τον κύλο είναι ο μετασχηματιστής Μ.Σ., που βρίσκεται στο επάνω μέρος του σαστί (κάποψη).

Θα σχεδιάσετε σε φυσικό μέγεθος, την κάποψη και την άνωψη εκλέγοντας σαστί με κατάλληλες διαστάσεις και σημειώνογιας ανοιγμάτα επίστης με κατάλληλες διαστάσεις για να περάσουν όταν χρειασθεί καλώδια. Να δώσετε ίδια περηπτορή προσοχή στον «οδηγό» της βάσεως πις λυχνίας. (Η μισή λυχνία V₂ δεν θα σχεδιασθεί). Τέλος να γράψετε τα συμβολικά γράμματα στα εξαρτήματα και τον τίτλο του σχεδίου. Τη λύση της ασκήσεως βλέπε στο σχήμα 7.2ζ.







Σχ. 4.4f.

5. Ηλεκτρονικό χειριστήριο.

Το ηλεκτρονικό χειριστήριο που το αναλυτικό του διάγραμμα φαίνεται στο σχήμα 4.4στ, είναι συσκευή απλή και οικονομική στην κατασκευή και χρησιμεύει για την εξάσκηση στο μορσικό κώδικα. Δίπλα στο αναλυτικό διάγραμμα δίνεται και ο μορσικός κώδικας που χρησιμοποιείται διεθνώς.

Το κύκλωμα αποτελείται από συμμετρικό αυτοδιεγειρόμενο πολυυδρονηγή με δύο τρανζίστορ. Η συνδότητα των ταλαντώσεων που παράγονται εξαρτάται κυρίως από τις τιμές των R_1 , R_2 , C_1 και C_2 . Οι ταλαντώσεις παράγονται μόλις πιεσθεί το χειριστήριο Δ , το οποίο σε αυτή την περίπτωση αποτελεί διακόπτη. Η τροφοδότηση γίνεται με συστοιχία 4,5 V ή 9 V και ο παραγόμενος ήχος ακούγεται στα ακουστικά.

Στο αριστερό μέρος του χαρτού θα σχεδιάσετε το αναλυτικό διάγραμμα και στο δεξιό τη μία μόνο όψη με τα εξαρτήματα του πρακτικού. Στο σχήμα 4.4ζ παριστάνεται η τοποθέτηση των εξαρτημάτων ανάλευτα σε δύο κόσες.

Τη λύση της ασκήσεως βλέπε στο σχήμα 7.2η.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

ΤΥΠΩΜΕΝΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ

5.1 Γενικά.

Σχεδόν όλες οι σύγχρονες ηλεκτρονικές συσκευές αντί για μεταλλικά σασσί χρησιμοποιούν τυπωμένα κυκλώματα. Τα εξαρτήματα στα τυπωμένα κυκλώματα τοποθετούνται επάνω σε πλακίδιο από μονωτικό υλικό, πάχους συνήθως 1,6 mm και συναρμολογούνται μεταξύ τους όχι με συρμάτινους αγωγούς, αλλά με αγωγούς από λεπτά φύλλα (λωρίδες) χαλκού, πάχους 0,035 mm συνήθως. (Υπάρχει ποικιλία στο πάχος του μονωτικού και του χαλκού, ανάλογα με τις ανάγκες του ηλεκτρονικού κυκλώματος). Οι χάλκινες αυτές γραμμές - αγωγοί έχουν τυπωθεί με χημικά μέσα επάνω στο μονωτικό πλακίδιο (πλακέτα).

Τα πλεονεκτήματα των τυπωμένων κυκλωμάτων είναι:

- Η συναρμολόγηση των εξαρτημάτων γίνεται πιο εύκολη και επομένως η παραγωγή πιο μεγάλη και πιο οικονομική.
- Έχουν μικρό όγκο για οικονομία χώρου.
- Τα κυκλώματα που κατασκευάζονται σε μαζική βιομηχανική παραγωγή είναι τελείως ομοιόμορφα και
- όταν σε μεγαλύτερες ηλεκτρονικές εγκαταστάσεις, χρησιμοποιηθεί η μέθοδος κατασκευής τυπωμένου κυκλώματος «βισματικού τύπου», όπως π.χ. γίνεται στις σύγχρονες εγκαταστάσεις τηλεπικοινωνιών και στις σύγχρονες συσκευές του εμπορίου, η εντόπιστη κάποιας βλάβης και η αποκατάστασή της γίνεται σύντομα και εύκολα.

5.2 Η τεχνική των τυπωμένων κυκλωμάτων.

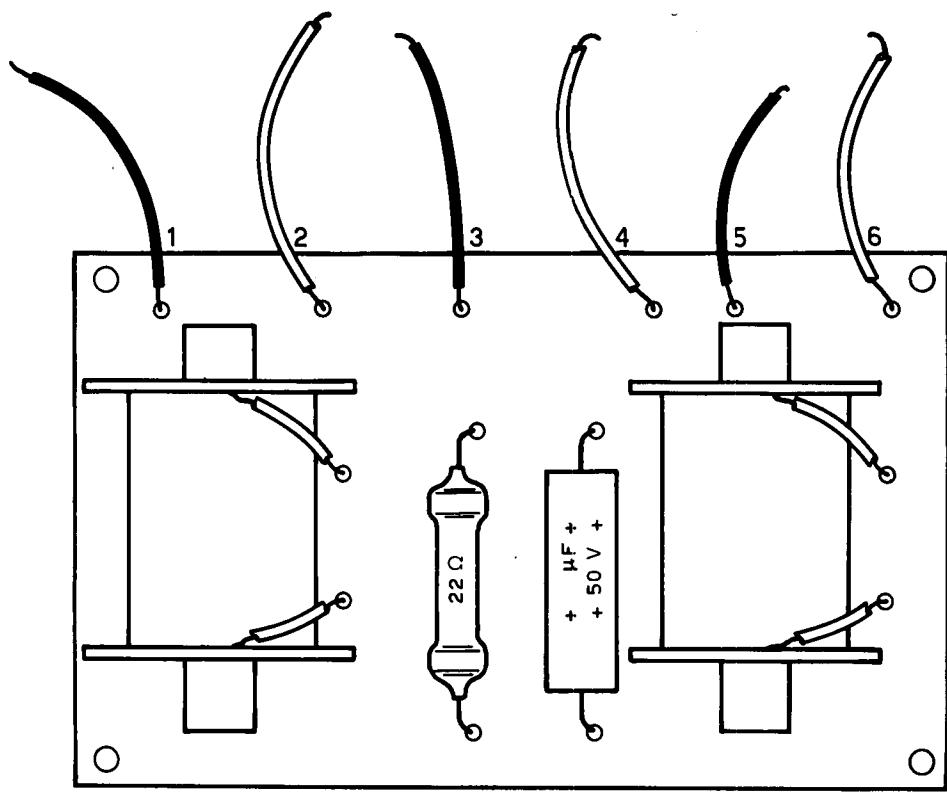
Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι, όπως η φωτογραφική, η χαρακτική, η μέθοδος της μεταστοιπίας, οι οποίες χρησιμοποιούνται για τη βιομηχανική κατασκευή και μαζική παραγωγή τυπωμένων κυκλωμάτων. Υπάρχει και μια απλή μέθοδος, η γραφική, που γίνεται με το χέρι και μπορεί να τη χρησιμοποιήσει ο μαθητής ή ο ερασιτέχνης ηλεκτρονικός.

Στο εμπόριο βρίσκονται πλακέτες από μονωτικό σε ποικιλία διαστάσεων που στη μια όψη τους έχουν κολλημένο φύλλο χαλκού. (Υπάρχουν και πλακέτες που έχουν φύλλο χαλκού και στις δύο όψεις. Αυτές χρησιμοποιούνται για δίπλευρα τυπωμένα κυκλώματα).

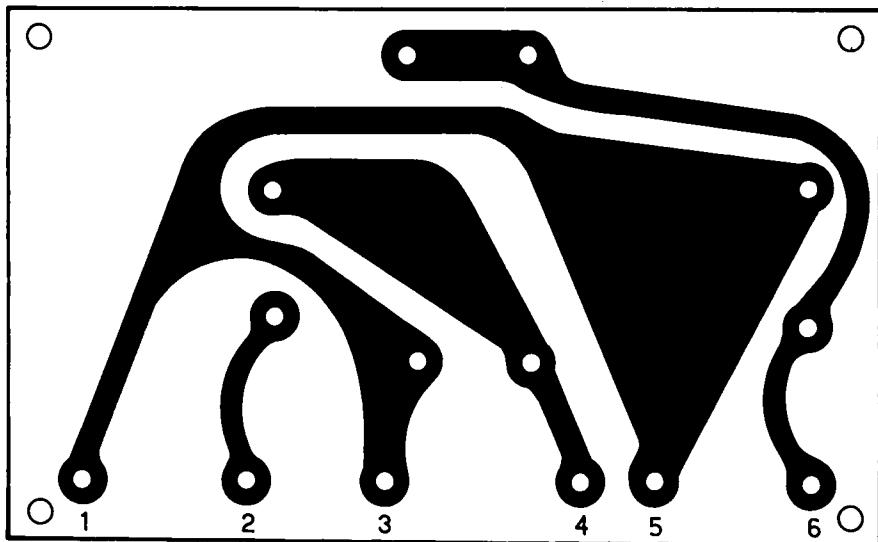
Η εργασία της τεχνικής των τυπωμένων κυκλωμάτων είναι η εξής:

- Καθαρίζεται η επιφάνεια του χαλκού καλά ώστε να γίνει στιλπνή και να μην υπάρχουν επάνω της ίχνη από λίπη ή οξέα.
- Σχεδιάζονται επάνω στο πλακίδιο οι γραμμές - αγωγοί που θα συνδέσουν τα εξαρτήματα αντιγράφοντας από το σχέδιο του τυπωμένου κυκλώματος το οποίο έχει χαραχθεί επάνω σε διαφανές χαρτί. (Η αντιγραφή μπορεί να γίνει με καρμπόν).
- Καλύπτονται οι αγωγοί με ειδική μελάνη, που είναι αδιάλυτη στο νερό, ή βερνίκι οινοπνεύματος ή με χρώμα ντούκο, χρησιμοποιώντας πινελάκι και πενάκι ή ειδικό μαρκαδόρο ή λωρίδες αυτοκόλλητες, που υπάρχουν σε διάφορα πλάτη υπό μορφή ταινίας σε ρολλό και αυτοκόλλητες επαφές (νησίδες) για ακροδέκτες των εξαρτημάτων, τρανζίστορ, ολοκληρωμένων κυκλωμάτων κλπ.
- Αφού στεγνώσουν οι γραμμές και οι επαφές, η πλακέτα βυθίζεται σε διάλυμα υπερχλωριούχου σιδήρου, για να γίνει η διάβρωση στα υπόλοιπα τμήματα του χαλκού που δεν χρειάζονται πλέον, ενώ οι επιχρισμένες γραμμές και επαφές παραμένουν ανέπαφες.
- Καθαρίζονται με διαλυτικό οι γραμμές από το επίχρισμά τους και καλύπτονται με αντιοξειδωτικό διάλυμα για προστασία, αφού προηγουμένως πλυθούν με επιμέλεια.

Όταν πρέπει να έχομε περισσότερα από ένα όμοια τυπωμένα κυκλώματα, συμφέρει για την αποτύπωση η φωτογραφική μέθοδος γιατί μπορεί να εφαρμοσθεί και με απλά μέσα. Οι φωτογραφικές εταιρίες δίνουν έντυπες οδηγίες για την αποτύπωση και για το κατάλληλο υγρό όσον αφορά την εμφάνιση. Σε αυτή την περίπτωση το σχέδιο με τις γραμμές - αγωγούς και τις επαφές πρέπει να είναι χαραγμένο σε ειδικό διαφανές πλαστικό φύλλο, όμως π.χ. είναι το mylar.



(1)



(2)

Σχ. 5.3α.

5.3 Σχεδίαση τυπωμένου κυκλώματος.

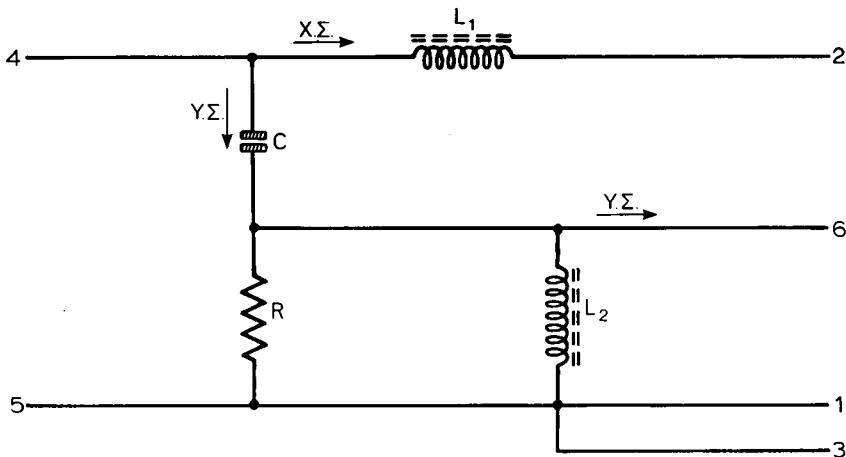
Για νά κατασκευάσομε ένα τυπωμένο κύκλωμα πρέπει πρώτα να το σχεδιάσουμε. Ο τρόπος της σχεδιάσεως περιγράφεται σ' αυτό το κεφάλαιο με παραδείγματα και ασκήσεις.

Παράδειγμα τυπωμένου κυκλώματος σε φυσικό μέγεθος και σε δύο όψεις, έχομε στο σχήμα 5.3α. Στο σχήμα 5.3α (1) έχομε την κάτωψη με τα εξαρτήματα, δύο πηνία με πυρήνα, μια αντίσταση 22Ω και έναν πυκνωτή $8 \mu F/50 V$ (ηλεκτρολυτικός μη πολωμένος). Στο σχήμα 5.3α (2) έχομε την άνωψη με τους αγωγούς και τις επαφές - νησίδες από χαλκό. Οι νησίδες συνδέουν τα εξαρτήματα της κατόψεως.

Δεν μπορούμε με την πρώτη ματιά να αναγνωρίσουμε το κύκλωμα.. Αν όμως σχεδιάσουμε το θεωρητικό προκύπτει ένα απλό αναλυτικό διάγραμμα (σχ. 5.3β) και έτσι αναγνωρίζεται εύκολα.

Πρόκειται για ένα φίλτρο διαχωρισμού συχνοτήτων (κροσσόβερ), γνωστό από τη θεωρία των ηλεκτρονικών. (Στους ακροδέκτες 1 και 2 συνδέεται το μεγάφωνο των X.Σ. - woofer, στους 5 και 6 των Y.Σ. - tweeter και στους 3 και 4 η έξοδος του ενισχυτή).

Για τη σχεδίαση τυπωμένου κυκλώματος που ανήκει στην κατηγορία του πρακτικού σχεδίου, θα ακολουθήσουμε τους κανόνες του **μηχανολογικού σχεδίου**, δηλαδή το σύστημα των όψεων με τις σχετικές παραλλαγές.



Σχ. 5.3β.

5.4 Πορεία σχεδιάσεως.

Για τη σχεδίαση τυπωμένου κυκλώματος θα ακολουθήσουμε την εξής πορεία:

- Αναλυτικό διάγραμμα.
- Στοιχεία κυκλώματος (εξαρτήματα).
- Σκαρίφημα.
- Διάγραμμα γραμμών - αγωγών συνδέσεως (άνοψη).
- Διάγραμμα συναρμολογήσεως εξαρτημάτων (κάτοψη).

α) Αναλυτικό διάγραμμα.

Το αναλυτικό διάγραμμα δίνεται υποχρεωτικά, γιατί από αυτό θα προκύψει, ύστερα από μελέτη, το πρακτικό του τυπωμένου κυκλώματος.

β) Στοιχεία κυκλώματος (εξαρτήματα).

Με βάση τα εξαρτήματα που δίνονται ή προκύπτουν από το αναλυτικό διάγραμμα, συντάσσεται κατάλογός τους με τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά και τις διαστάσεις τους που βρίσκονται από τα ίδια τα εξαρτήματα, ή, αν αυτά δεν υπάρχουν, από τον Πίνακα 4.2.1 ή από τα βιβλία εξαρτημάτων.

γ) Σκαρίφημα.

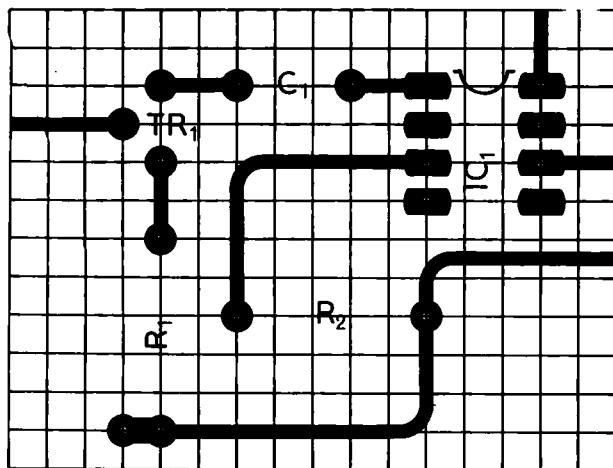
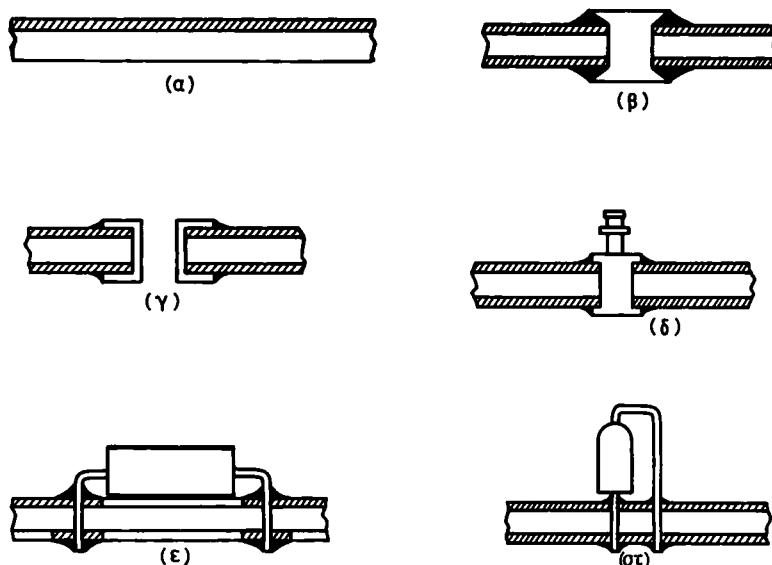
Το σκαρίφημα σχεδιάζεται με βάση τη συνδεσμολογία του αναλυτικού διαγράμματος και των διαστάσεων των εξαρτημάτων τα οποία σχεδιάζονται πρόχειρα στην κατάλληλη θέση. Αν έχομε στη διάθεσή μας τα ίδια τα εξαρτήματα, η σχεδίαση γίνεται πιο εύκολα.

Τοποθετούμε τα εξαρτήματα επάνω στο χαρτί και χαράζομε τις γραμμές συνδέσεως. Η σχεδίαση επίσης διευκολύνεται αν γίνει σε διαφανές χαρτί μιλλιμετρέ ή σε χαρτί με τετράγωνα των 2,5 mm (μπορούμε να το χαράξομε προηγουμένως), οπότε τις επαφές για τους ακροδέκτες των εξαρτημάτων τις χαράζομε σε διασταύρωση των γραμμών. Οι κατασκευαστές φροντίζουν ώστε οι ακροδέκτες των εξαρτημάτων να απέχουν 2,5 mm ο ένας από τον άλλο, όπως συμβαίνει με τα τρανζίστορ και τα ολοκληρωμένα κυκλώματα. Παράδειγμα έχομε στο σχήμα 5.4a, όπου παρατηρούμε ότι η απόσταση του ενός ακροδέκτη από τον άλλο στο ολοκληρωμένο κύκλωμα είναι 2,5 mm (εδώ είναι σε διπλάσιο μέγεθος) και ότι η μια σειρά ακροδεκτών από την άλλη απέχουν 7,5 mm, δηλαδή απόσταση πολλαπλάσια του 2,5 mm.

Η σχεδίαση γίνεται υπό κλίμακα 2:1· κατόπιν με φωτογράφηση θα προκύψει στις σωστές διαστάσεις το τελικό σχέδιο, έτοιμο για εκτύπωση. Με τη σμίκρυνση έξουδετερώνονται και οι τυχόν ατέλειες.

Πρέπει να σχεδιάζονται πρώτα τα κύρια εξαρτήματα (ενεργά στοιχεία - τρανζίστορ, ολοκληρωμένα κύκλωμα κλπ.) και ύστερα τα δευτερεύοντα (παθητικά στοιχεία - αντιστάσεις, πυκνωτές κλπ.), ώστε το ένα να βρίσκεται δίπλα στο άλλο και όχι το ένα επάνω στο άλλο.

Στο σχήμα 5.4β (ε), (στ) δείχνεται συνηθισμένος τρόπος συνδέσεως εξαρτημάτων σε τυπωμένα κυκλώματα, ενώ στο σχήμα 5.4β (α) παριστάνεται σε τομή πλακέτα για μονόπλευρο τυπωμένο κύκλωμα, όπου το διαγραμμισμένο τμήμα δείχνει το φύλλο του χαλκού. Στα σχήματα 5.4β (β), (γ) και (δ) φαίνονται διάφοροι τύποι α-

 $\Sigma\chi.$ 5.4a. $\Sigma\chi.$ 5.4b.

κροδεκτών που χρησιμοποιούνται σε τυπωμένα κυκλώματα. Τα μαυρισμένα τμήματα δείχνουν τα σημεία συγκολλήσεως των ακροδεκτών.

Μετά τη σχεδίαση των εξαρτημάτων υπό κλίμακα 2:1 ή 3:1 ή 5:1 κλπ., εξαρτάται από το μέγεθος του κυκλώματος ή από τις λεπτομέρειες που θέλομε να δείξουμε, ορίζομε τη θέση των ανοιγμάτων (τρύπες) για τις επαφές εισόδου, εξόδου, εξαρτημάτων και τροφοδοτήσεως του κυκλώματος.

Στη συνέχεια συνδέομε τις επαφές (σύνδεση εξαρτημάτων) με διακεκομμένες γραμμές ή με μολύβι διαφορετικού χρώματος, έτσι ώστε να μη διασταυρώνονται μεταξύ τους οι γραμμές.

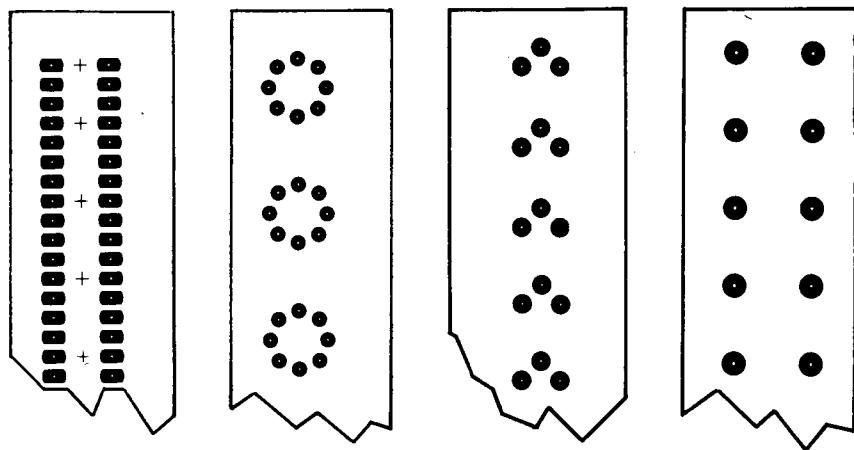
δ) Διάγραμμα γραμμών - αγωγών συνδέσεως (άνοψη).

Η άνοψη του πρακτικού, όπου σχεδιάζεται το διάγραμμα με τους αγωγούς συνδέσεως, προκύπτει εύκολα αν αντιστρέψουμε το σκαρίφημα και αντιγράψουμε με άλλο διαφανές χαρτί (ή με το πλαστικό φύλλο *mylar*), τις διακεκομμένες γραμμές που φυσικά φαίνονται και από την πίσω πλευρά, αφού το σκαρίφημα έγινε σε διαφανές χαρτί. Επάνω σ' αυτές τις γραμμές χαράζονται με μαύρη σινική μελάνη ή με αυτοκόλλητες ταινίες οι αγωγοί και οι επαφές. Ένα μικρό δείγμα από αυτοκόλλητες επαφές για ολοκληρωμένα κυκλώματα, τρανζίστορ και άλλα εξαρτήματα, φαίνεται στο σχήμα 5.4γ.

ε) Διάγραμμα συναρμολογήσεως εξαρτημάτων (κάτοψη).

Το τελευταίο στάδιο στην πορεία σχεδιάσεως είναι η σχεδίαση των εξαρτημάτων επάνω στην κάτοψη του πρακτικού σχεδίου. Η σχεδίαση επιτυγχάνεται αν αντιστρέψουμε το διάγραμμα των αγωγών συνδέσεως, οπότε, επειδή το χαρτί είναι διαφανές, φαίνονται οι επαφές με τις οποίες θα συνδεθούν τα εξαρτήματα. Σε άλλο διαφανές χαρτί, το οποίο τοποθετούμε πάνω στο ανεστραμμένο διάγραμμα των αγωγών, σχεδιάζομε ανάμεσα στις επαφές τα εξαρτήματα με τη βοήθεια και του σκαριφήματος.

Το τελικό πρακτικό του τυπωμένου κυκλώματος αποτελείται από την κάτοψη με τα εξαρτήματα, την άνοψη με τους αγωγούς συνδέσεως και τον κατάλογο των εξαρτημάτων.

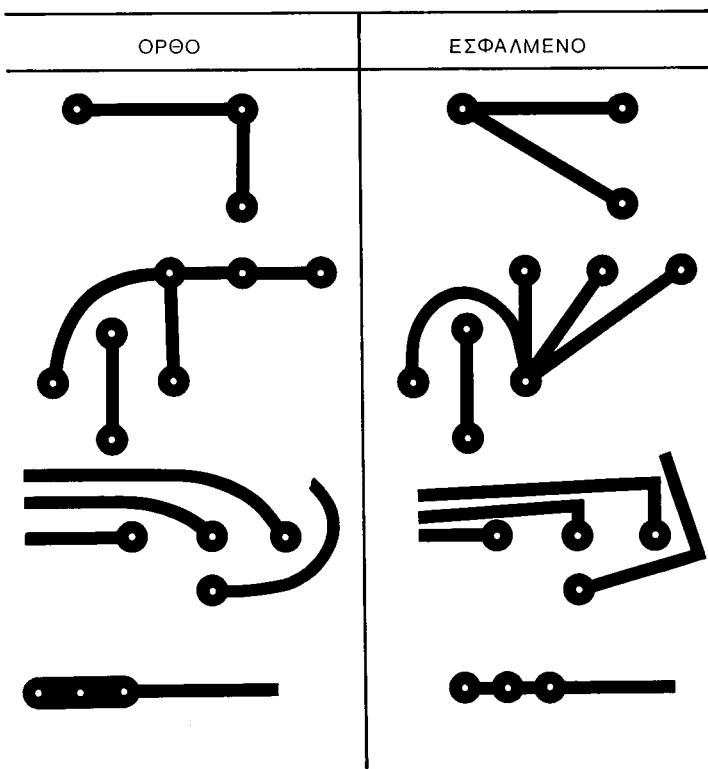


Σχ. 5.4γ.

5.5 Υποδείξεις για τη σωστή σχεδίαση του διαγράμματος με τις γραμμές - αγωγούς συνδέσεως (άνοψη).

- Οι επαφές πρέπει να απέχουν μεταξύ τους 1,25 mm ως 2,5 mm.
- Σε κάθε οπή επαφής θα πρέπει να τοποθετείται μόνο ένας ακροδέκτης εξαρτήματος.
- Όταν δύο ή περισσότερες επαφές είναι πολύ κοντά η μια στην άλλη, πρέπει να ενώνονται με αγωγό μεγαλύτερου πλάτους.
- Το μήκος των αγωγών μεταξύ επαφών πρέπει να είναι όσο το δυνατό βραχύτερο, προπαντός για ρεύματα υψηλότερης συχνότητας ή για μονωτικά μεγαλύτερης διαρροής.
- Τό πλάτος των αγωγών πρέπει να είναι περίπου 1,6 mm (εξαρτάται από την ένταση του ρεύματος που τους διαρρέει).
- Η απόσταση μεταξύ των αγωγών πρέπει να υπολογίζεται από τη διαφορά δυναμικού τους και την αντίσταση διαρροής του μονωτικού υλικού της πλακέτας.
- Κατά τη σχεδίαση των γραμμών - αγωγών συνδέσεως πρέπει να αποφεύγονται οι οξείες γωνίες και γενικά να μην δημιουργούνται σημαντικές παρασιτικές χωρητικότητες και αυτεπαγγές.
- Οι γραμμές πρέπει να είναι φαρδύτερες όταν προορίζονται για αγωγούς τροφοδοτήσεως ή αγωγούς γης ή όταν συνδέονται κόμβους, γιατί σ' αυτή την περίπτωση διαρρέονται από μεγαλύτερα ρεύματα.
- Οι αγωγοί συνδέσεως δεν πρέπει να διασταυρώνονται, γιατί τότε δημιουργείται βραχυκύλωμα. Σε περίπτωση που είναι αδύνατο να αποφύγομε τη διασταύρωση μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε γέφυρα ([link](#)) από σύρμα που μαζί με τα εξαρτήματα τοποθετείται από την άλλη όψη της πλακέτας.

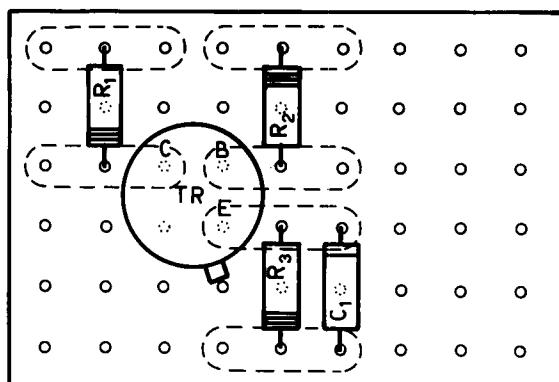
Στο σχήμα 5.5 δίνεται υπόδειγμα σχεδιάσεως γραμμών - αγωγών συνδέσεως σε δύο στήλες, με ορθό και εσφαλμένο τρόπο.



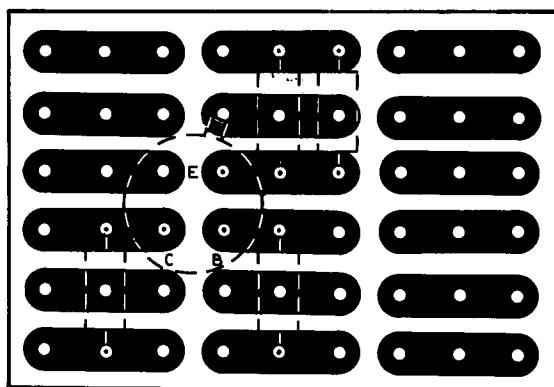
Σχ. 5.5.

5.6 Άλλα είδη τυπωμένων κυκλωμάτων.

Εκτός από τα τυπωμένα κυκλώματα, που περιγράφονται στα προηγούμενα, υπάρχουν στο εμπόριο πλακέτες από μονωτικό υλικό, αλλά και άλλα είδη. Ένα είδος που βρίσκομε στο εμπόριο έχει επάνω στο μονωτικό αγωγούς χαλκού με οπές σε συμμετρική διάταξη και έτσι δεν χρειάζεται να γίνει επεξεργασία για τη δημιουργία αγωγών συνδέσεως. Μία τέτοια πλακέτα με απλή συνδεσμολογία (τρανζίστορ με αντιστάσεις και πυκνωτή) φαίνεται στα σχήματα 5.6α (κάτοψη) και 5.6β (άνοψη).

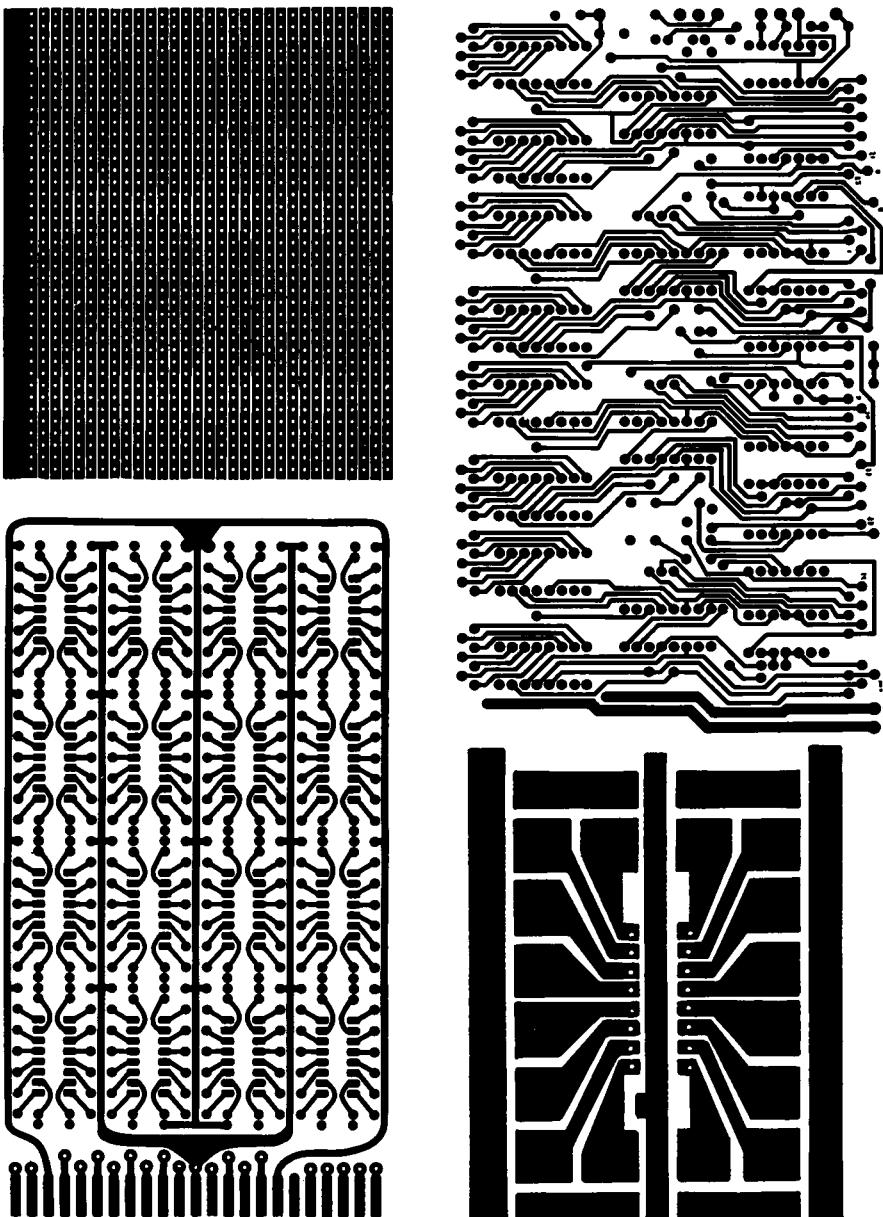


Σχ. 5.6α.



Σχ. 5.6β.

Υπάρχουν έτοιμες πλακέτες με αγωγούς που έχουν ποικίλες διαστάσεις και διαφορετική διάταξη. Μερικά δείγματα παριστάνονται στο σχήμα 5.6γ. Αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για πειράματα με ολοκληρωμένα κυκλώματα και για κατασκευή ηλεκτρονικού κυκλώματος.



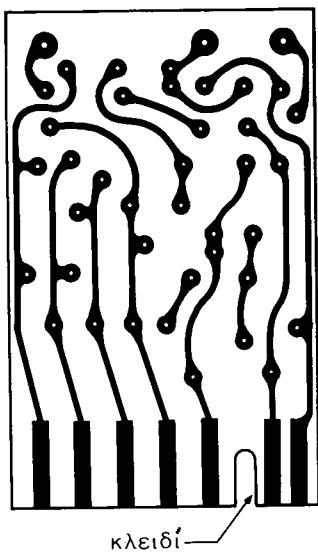
Σχ. 5.6γ.

Άλλος τρόπος κατασκευής τυπωμένου κυκλώματος είναι και τα «βισματικού τύπου» (τύπου φίς) τα οποία έχουμε αναφέρει προηγουμένως. Κάθε τυπωμένο κύκλωμα βισματικού τύπου που ανήκει σε μια ηλεκτρονική συσκευή, είναι συνήθως μια πλήρης ανεξάρτητη μονάδα με μικρές διαστάσεις (μικροκύκλωμα) η οποία τοποθετείται σε υποδοχή (μπρίζα) και φέρει ακροδέκτες με τους οποίους εφάπτονται οι ακροδέκτες του τυπωμένου κυκλώματος (φίς). Έτσι οι ακροδέκτες συνδέονται με τα υπόλοιπα τμήματα της συσκευής. Για τη σωστή σύνδεση των ακροδεκτών υπάρχουν μια ή δύο εγκοπές, «κλειδιά», στο τυπωμένο κύκλωμα και οι αντίστοιχες προεξοχές στην υποδοχή. Στα σχήματα 5.6δ και 5.6ε παριστάνεται μικροκύκλωμα βισματικού τύπου.

Τα βισματικού τύπου κυκλώματα είναι συνήθως δίπλευρα τυπωμένα κυκλώματα, όπου τα εξαρτήματα τοποθετούνται στη μία μόνο ή και στις δύο πλευρές, ενώ οι αγωγοί συνδέονται και στις δύο πλευρές. Κοστίζουν περισσότερο από τα μονόπλευρα και χρησιμοποιούνται όπου ο χώρος είναι περιορισμένος.

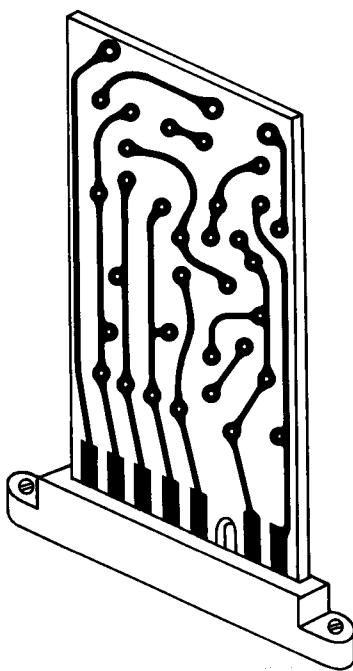
Τέλος υπάρχουν και τυπωμένα κυκλώματα σε πολλά στρώματα που αποτελούνται από λεπτά φύλλα πλακιδίων, συγκολλημένα το ένα με το άλλο. Με αυτά μπορούν να κατασκευασθούν πολύπλοκα ηλεκτρονικά κυκλώματα σε πάρα πολύ μικρό χώρο.

Τα πλεονεκτήματα των τυπωμένων κυκλωμάτων είναι οι μικρές διαστάσεις τους, οι οποίες γίνονται ακόμα μικρότερες αν συνδυασθούν με ολοκληρωμένα κυκλώματα και η εύκολη αντικατάστασή τους σε περίπτωση βλάβης.



κλειδί

Σχ. 5.6δ.



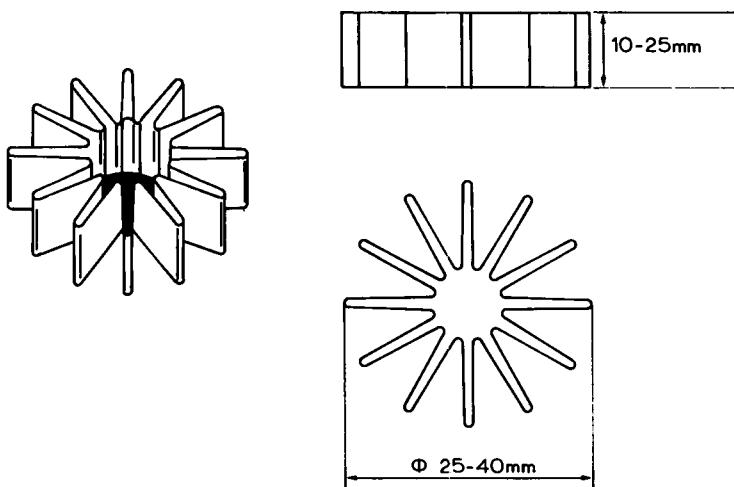
Σχ. 5.6ε.

5.7 Ψυκτήρες.

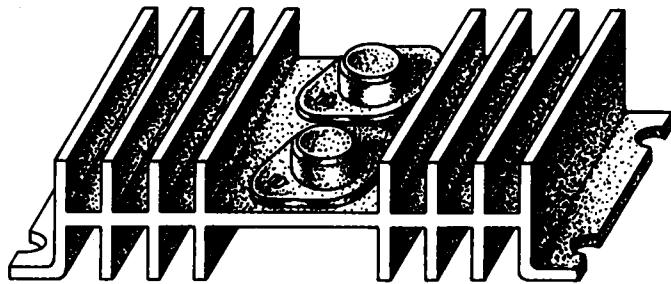
Όταν τα τρανζίστορ ή τα ολοκληρωμένα κυκλώματα είναι ισχύος, οπότε θερμαίνονται υπερβολικά, χρησιμοποιούνται ειδικοί ψυκτήρες για να ακτινοβολείται η θερμότητα και να αποφεύγεται η καταστροφή τους. Ταυτόχρονα και η λειτουργία γίνεται ομαλά. Οι ψυκτήρες αυτοί είναι μεταλλικά κατασκευάσματα με πτερύγια για να παρουσιάζουν όσο το δυνατό μεγαλύτερη επιφάνεια και έτσι να ακτινοβολείται μεγαλύτερο ποσό θερμότητας.

Στο σχήμα 5.7α φαίνεται ένα είδος ψυκτήρα για μικρής ισχύος τρανζίστορ, σε προοπτικό, πρόσωψη και κάτοψη και στο σχήμα 5.7β ένα άλλο είδος ψυκτήρα με δύο τρανζίστορ ισχύος επάνω του, σε προοπτικό (α), πρόσωψη (β) και κάτοψη (γ).

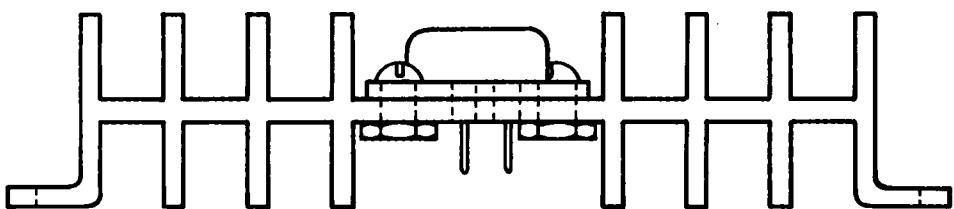
Όταν χρησιμοποιούνται τρανζίστορ ή ολοκληρωμένα κυκλώματα με ψυκτήρες, πρέπει να γίνεται και το πρακτικό σχέδιό τους.



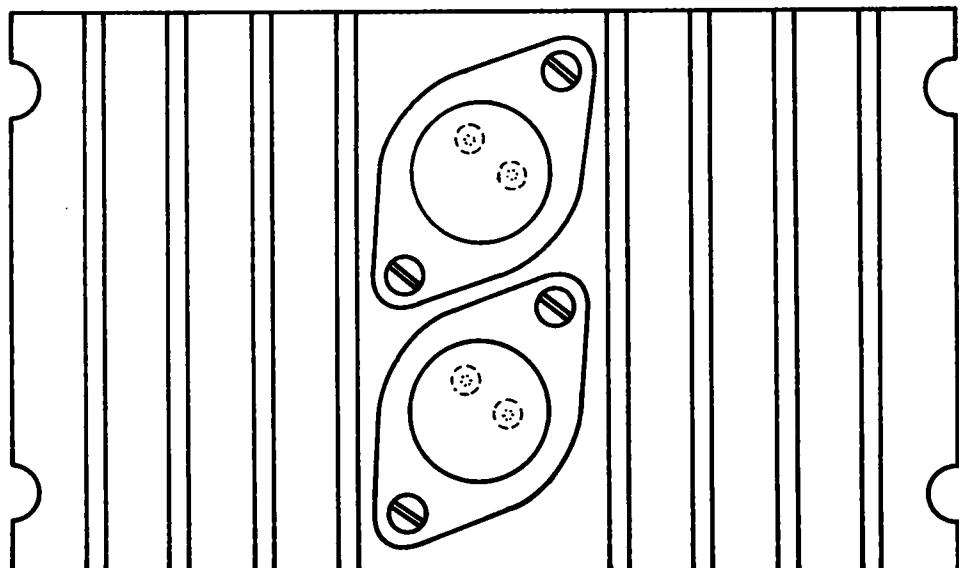
Σχ. 5.7α.



(α). Προοπτικό



(β). Πρόσωπη



(γ). Κάτωψη

Σχ. 5.7β.

5.8 Ασκήσεις.

1. Σχεδίαση των γραμμών συνδέσεως επαφών.

Στο σχήμα 5.8α δίνονται προς εξάσκηση τα ελλιπή διαγράμματα των γραμμών - αγωγών συνδέσεως επαφών υπό κλίμακα 2:1.

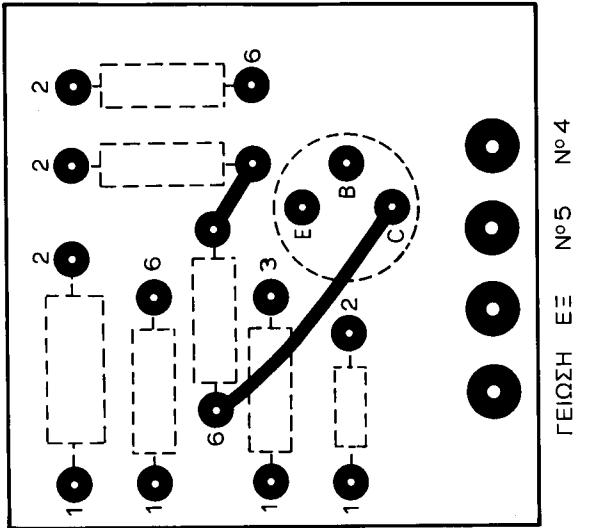
Με την ίδια κλίμακα να σχεδιάσετε τα δύο ελλιπή διαγράμματα, εργαζόμενοι για το (α) ως εξής: Συνδέστε μεταξύ τους με ανωγούς πλάτους 1,6 την όλες τις επαφές που φέρουν αριθμό 1 και όλες τις επαφές με αριθμό 2 και αριθμό 3. Να συνδέσετε την πιο κοντινή επαφή με αριθμό 2 με τον ελεύθερο ακροδέκτη 2, όπως έχει συνδεθεί ο άλλος ακροδέκτης 1 με την επαφή 1. Στο (β), διάγραμμα όλες οι επαφές 1 να συνδεθούν με τον ακροδέκτη «ΓΕΙΩ-ΣΗ», όλες οι επαφές 2 με τον ακροδέκτη «ΕΞ» (έξοδος) και όλες οι επαφές 6 να συνδεθούν μεταξύ τους.

Να συνδέσετε το τρανζίστορ ως εξής:

- Η βάση Β στον ακροδέκτη Νο 4.
- Ο συλλέκτης C στον ακροδέκτη Νο 5.
- Ο εκπομπός E στην επαφή 3.

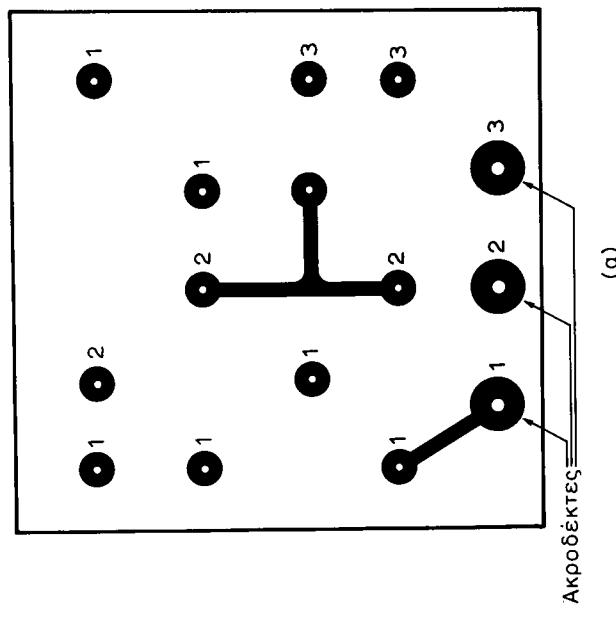
Και για τα δύο διαγράμματα να μελετήσετε τις υποδείξεις και να συμβουλευτείτε το υπόδειγμα του σχήματος 5.5. Να αποφεύγετε τις οξείες γωνίες· το μήκος των αγωγών να είναι το ελάχιστο δυνατό και κάθε επαφή να συνδέεται μόνο μια φορά.

Τη λύση της ασκήσεως βλέπε στο σχήμα 7.2θ.



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

Παράγραφος 5.8
Άσκηση 1



Σχ. 5.8α.

2. Σχεδίαση τρανζίστορ σε πυπωμένα κυκλώματα.

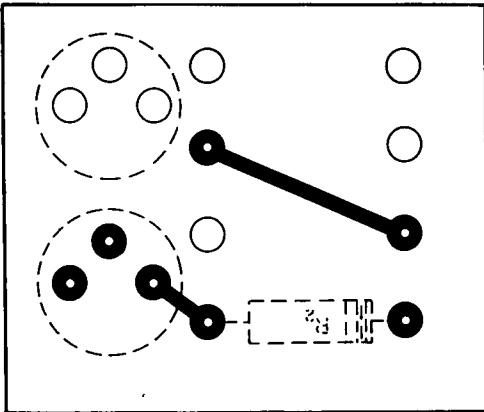
Κατά τη σχεδίαση των τρανζίστορ σε τυπωμένα κυκλώματα χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή, επειδή οι ακροδέκτες τους φαίνονται διαφορετικά από κάπω (άνοψη), οπότε σημειώνονται με πλήρη γραμμή, και διαφορετικά από πάνω (κάτωψη), οπότε σημειώνονται με διακεκομένη γραμμή.

Το σημείο αρχής για να εντοπίσουμε τους ακροδέκτες στον τύπο των τρανζίστορ που χρησιμοποιούνται στο κύκλωμα του σχήματος 5.8β είναι ο οδηγός τους. Ο E (εκπομπός) βρίσκεται πιο κοντά προς τον οδηγό.

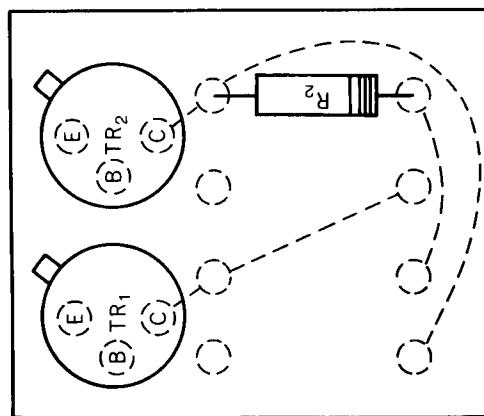
Από το αναλυτικό διάγραμμα του κυκλώματος (σχ. 5.8β) να σχεδιάστε υπό κλίμακα 2:1 (με τις ίδιες διαστάσεις) τα εξαρτήματα σε κάποιη (οπότε οι συνδέσεις θα γίνουν με διακεκομένες γραμμές) και δίπλα την δινοφι με τους αγωγούς συνδέσεως.

Να δείξετε όλα τα εξαρτήματα που λείπουν και τις γραμμές συνδέσεως. Να δείξετε τους οδηγούς των τρανζίστορ στην άνοψη.
Τη λύση της ασκήσεως βλέπε στο σχήμα 7.2i.

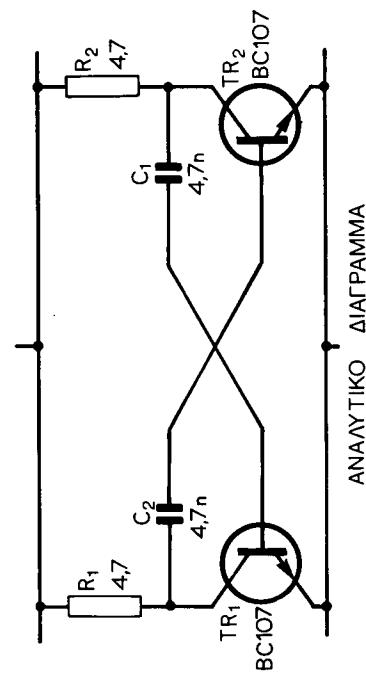
ΑΝΩΣΗ



ΚΑΤΩΣΗ



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

Παράγραφος 5.8
Ασκήση 2

Σχ. 5.8β.

3. Τυπωμένο κύκλωμα ανορθωτού πολμών.

Από το κύκλωμα του ανορθωτή παλμών (σχ. 5.8γ) θα σχεδιασθούν τα απαραίτητα διαγράμματα για την κατασκευή του σε τυπωμένο κύκλωμα. Δίνονται:

- Το αναλυτικό διάγραμμα, β) ο κατάλογος εξαρτημάτων και γ) το σκαρίφημα.

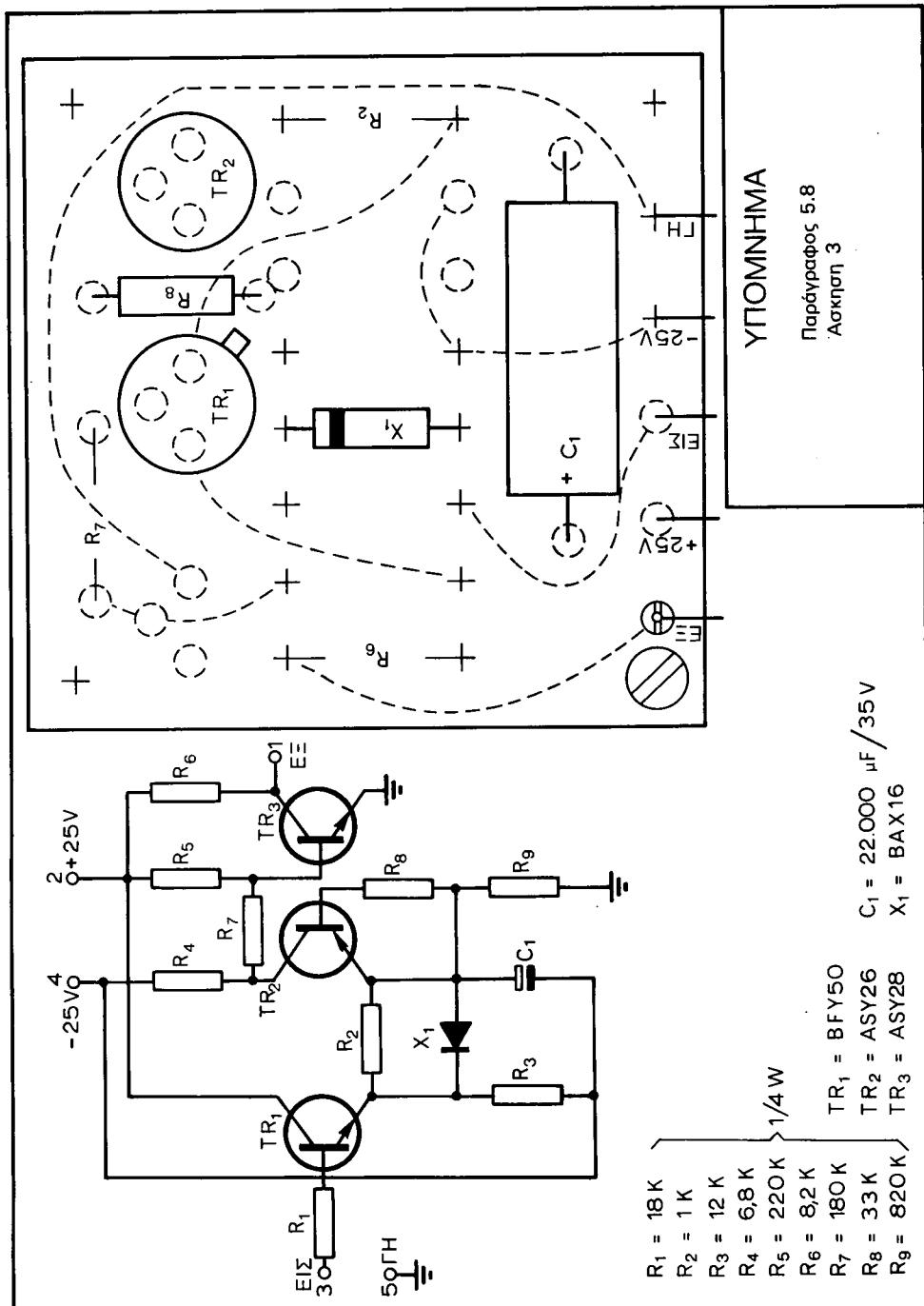
Να συμπληρώσετε τα εξαρτήματα που λέπουν στο σκαρίφημα. Να οχεδιάσετε τις τέσσερεις βίδες που βρίσκονται στης γωνίες της πλακέτας.

Από το σκαρίφημα και τον κατάλογο των εξαρτημάτων θα πραγματοποιηθεί υπό κλίμακα 2:1 η σχεδίαση (και με τις ίδιες διαστάσεις), του διαγράμματος αγωγών συνδέσεως επαφών (άνοψη) και διάγραμμα συναρμολογίσεως εξαρτημάτων (κάτοψη). Θα χρησιμοποιηθεί διαφανές χαρτί για να αντιγράψετε από το σκαρίφημα, που δεν θα σχεδιασθεί, στο τελικό σχέδιο.

Προσοχή! Χρειάζεται στη χάραξη της διόδου· η παχιά γραμμή σε πολλούς τύπους διόδων δείχνει την καθοδο.

Στο χαρτί σχεδίασεως θα σχεδιασθούν μόνο το αναλυτικό διάγραμμα οι δύο δύψεις (κάποιη, άνοψη) και ο κατάλογος των εξαρτημάτων. Επίσης θα γράψετε τον τίτλο των σχεδίου.

Τη λύση της ασκήσεως βλέπε στο σχήμα 7.2ια.



4. Σηματοδότης.

Μια χρήσιμη συσκευή για πρόχειρο έλεγχο και ανίχνευση βλάβης, είναι ο σηματοδότης (signal tracer) του οποίου το αναλυτικό διάγραμμα φαίνεται στο σχήμα 5.8δ.

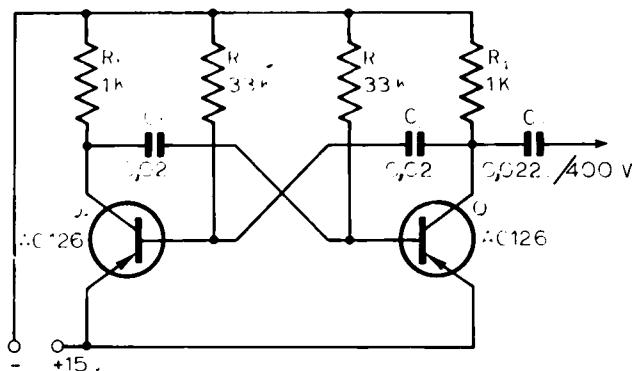
Το κύκλωμα είναι ένας αυτοδιεγειρόμενος πολυδονητής που παράγει πολλές αρμονικές ταλαντώσεις ανατροπής και έτσι μπορούμε εύκολα να διαπιστώσουμε βλάβη σε κυκλώματα Α.Σ. (ακουστικών συχνοτήτων). Η ανίχνευση αρχίζει από το τέλος (μεγάφωνο) και προχωρεί προς την αρχή (είσοδο κεραίας αν είναι ραδιόφωνο). Το πλεονέκτημα αυτού του σηματοδότη είναι ότι έχει μικρό μέγεθος ($5,25 \times 1,75$ mm) και χωράει να τοποθετηθεί σε μια θήκη πούρου ή σ' ένα στυλό κατάλληλα διαμορφωμένο, και ότι για τροφοδότηση χρειάζεται ένα ηλεκτρικό στοιχείο (1,5 V) μικρού μεγέθους.

Δίνονται το αναλυτικό διάγραμμα (σχ. 5.8δ), όπου έχουν σημειωθεί οι τιμές των εξαρτημάτων και το ελλειπές σκαρίφημα (σχ. 5.8ε) που θα σας βοηθήσει να σχεδιάσετε υπό κλίμακα 2:1 τα διαγράμματα αγωγών συνδέσεως (άνοψη) και συναρμολογήσεως εξαρτημάτων (κάτοψη).

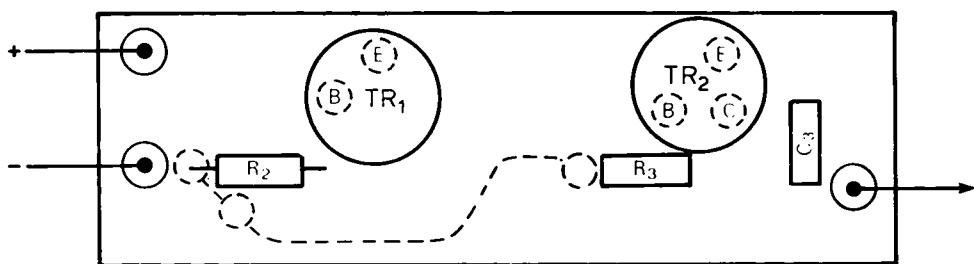
Μπορείτε να αλλάξετε την προτεινόμενη θέση των εξαρτημάτων, οι διαστάσεις όμως της πλακέτας πρέπει να είναι $5,5 \times 2$ mm (μέγιστη τιμή).

Στον κατάλογο των εξαρτημάτων που θα συμπληρώνει το σχέδιο, θα σημειώσετε ότι οι αντιστάσεις είναι 1/8 W.

Τη λύση της ασκήσεως βλέπε στο σχήμα 7.2ιβ.



Σχ. 5.8δ.



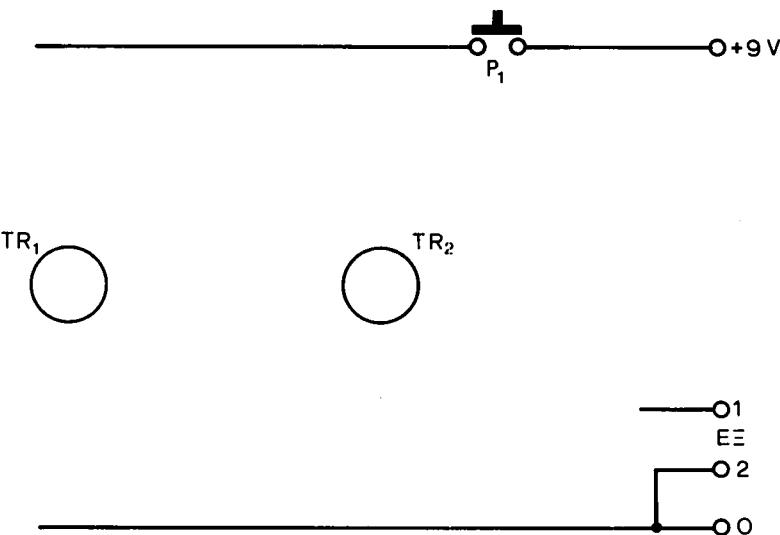
Σχ. 5.8ε.

5. Από το πρακτικό στο θεωρητικό σχέδιο.

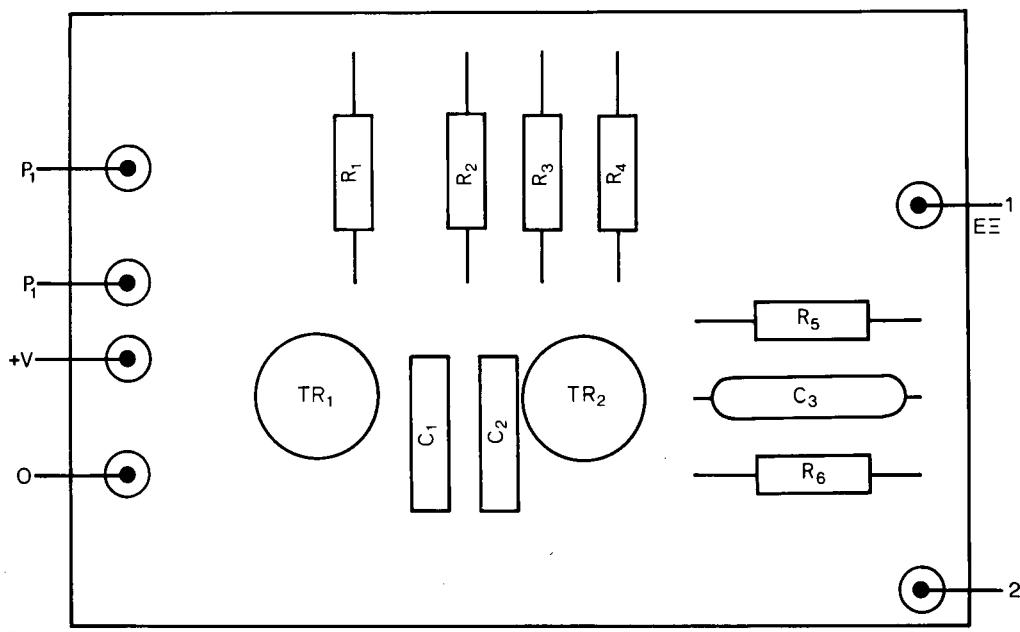
Εδώ γίνεται ακριβώς η αντίθετη δουλειά από την προηγούμενη ασκηση. Από το διάγραμμα των εξαρτημάτων [κάτωφη, σχήμα 5.8στ (α)] και των αιγαγών συνδέσεως [άνοψη, σχήμα 5.8στ (β)] θα προσπαθήσετε να σχεδιάσετε το αναλυτικό διάγραμμα της συσκευής και να την αναγνωρίσετε. Σας δίνονται η θέση των τρανζίστορ (τύπου NPN) και οι γραμμές τροφοδοτήσεως θυμηθείτε τους κανόνες του πρακτικού σχεδίου και συμπληρώστε το σχήμα 5.8ζ. Θα σχεδιάσετε τρία διαγράμματα: κάτωφη, άνοψη, αναλυτικό και θα γράψετε τον κατάλογο των εξαρτημάτων ως εξής:

R_1 —	2,7 kΩ	C_1 —	4,7 nF	TR_1 — BC 108
R_2 —	150 kΩ	C_2 —	4,7 nF	TR_2 — BC 108
R_3 —	150 kΩ	1/4 WC	C_3 — 220 nF	
R_4 —	2,7 kΩ			
R_5 —	47 kΩ			
R_6 —	5,6 kΩ			

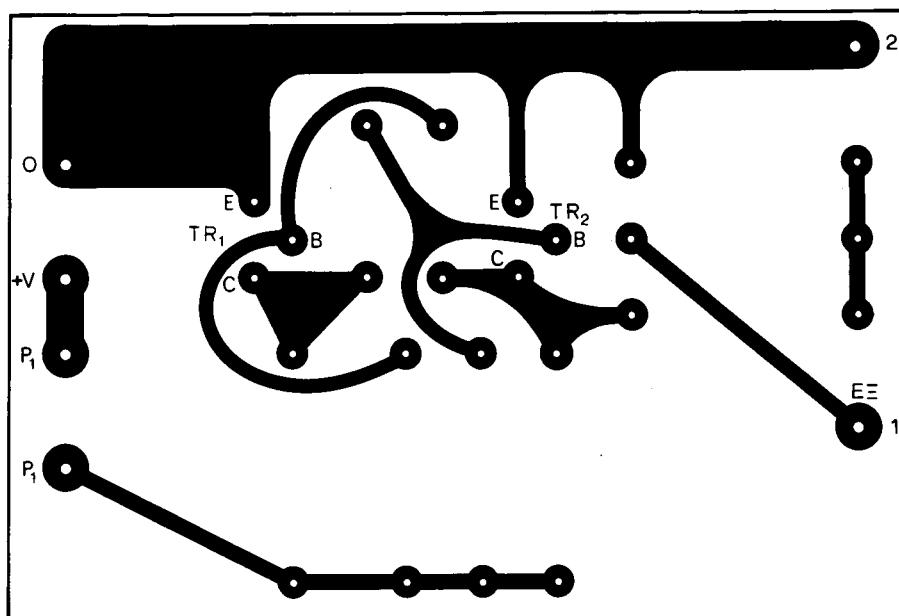
Τη λύση της ασκήσεως βλέπε στο σχήμα 7.2ιγ.



Σχ. 5.8ζ.



(a)



(β)

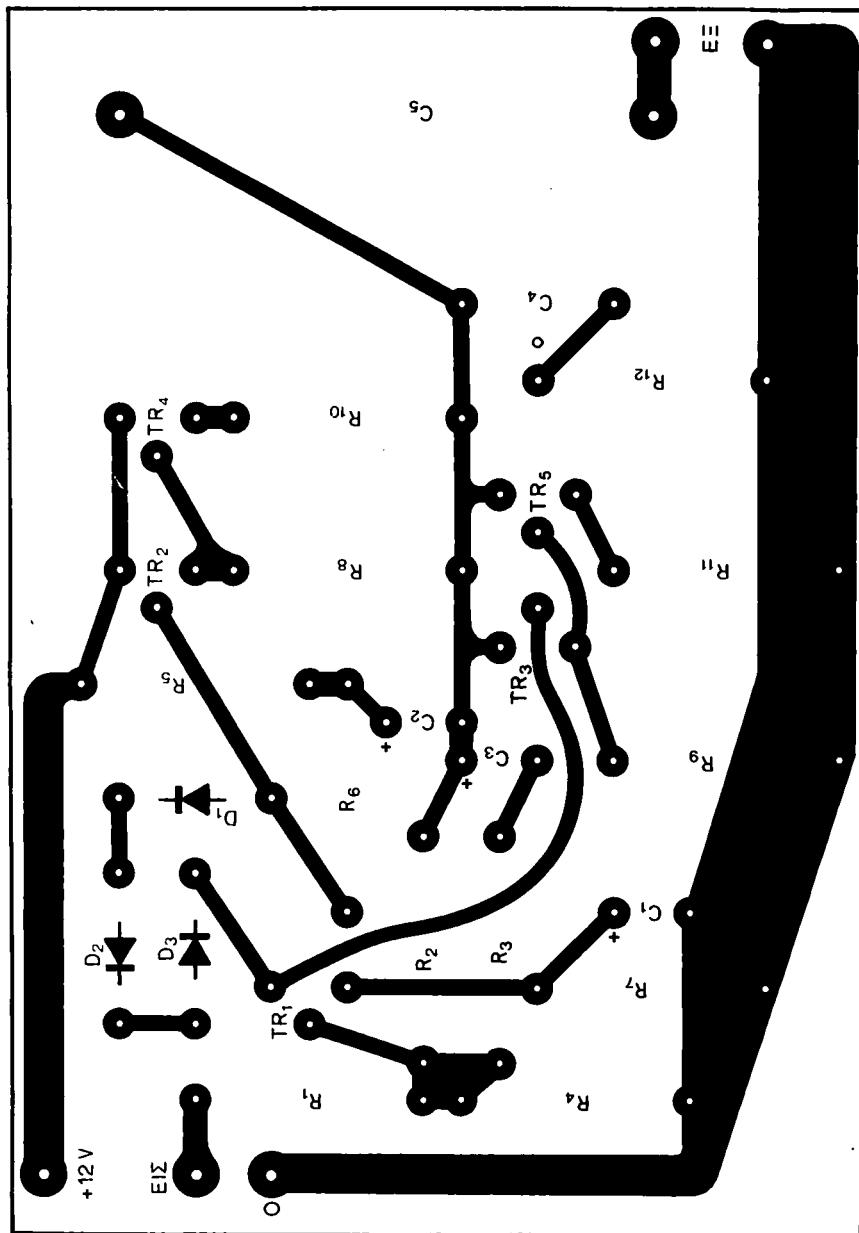
 $\Sigma \chi = 5.8\sigma$.

6. Ενισχυτής Α.Σ. ισχύος 2 W.

Στην διακοπή του σχήματος 5.8η έχουμε έναν άλλο τρόπο παρουσίασης της πλακέτας; μαζί με τους αγωγούς συνδέσεως δίνονται και τα εξαρτήματα και έτσι δεν χρειάζεται το διάγραμμά τους.

Από την άνοψη και τον κατάλογο των εξαρτημάτων θα σχεδιάσετε το αναλυτικό διάγραμμα του κυκλώματος, που είναι ένας ενισχυτής Α.Σ. ισχύος 2 W και παρουσιάζει τα εξής χαρακτηριστικά:

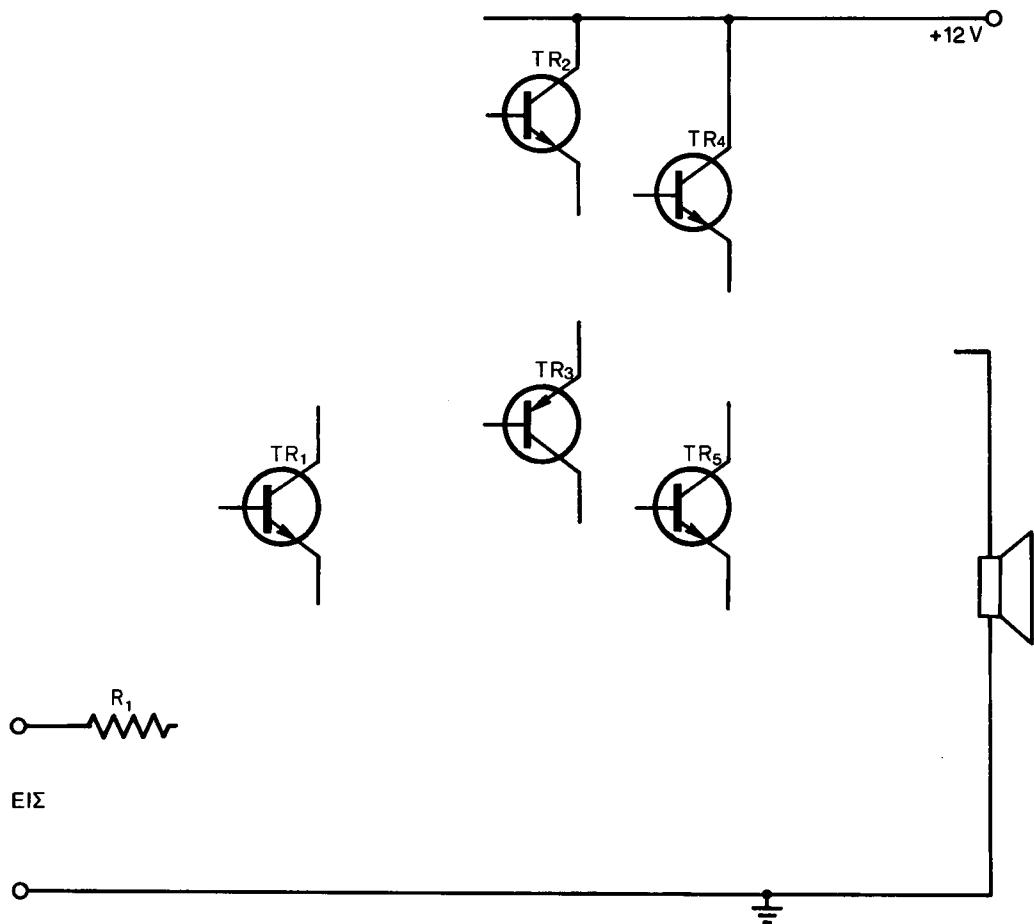
- Αντίσταση εισόδου 1 kΩ.
- Ευαισθησία εισόδου $150 \div 200$ mV.
- Αντίσταση εξόδου 4Ω και
- απόκριση συχνοτήτων από 20 Hz ως 50 kHz.

$\Sigma x = 5.875$ 

Εκτός από τον κατάλογο με τα εξαρτήματα, στο σχήμα 5.8θ φαίνεται και η θέση των τρανζίστορ.

Θα σχεδιάσετε το διάγραμμα με τους αγωγούς, το αναλυτικό που προέκυψε από αυτό και θα γράψετε τον κατάλογο των εξαρτημάτων.

Για να ελέγξετε αν είναι σωστό το σχέδιο δείτε τη λύση της ασκήσεως στο σχήμα 7.2ιδ.



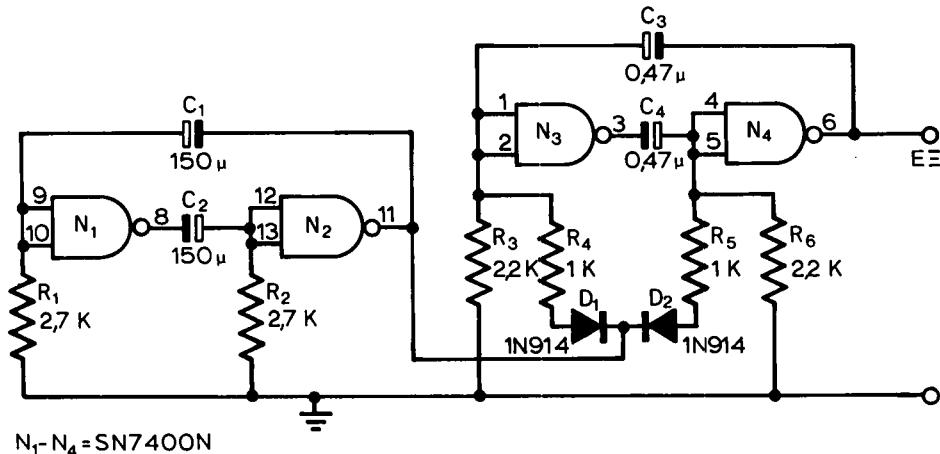
Σχ. 5.80.

Κατάλογος εξαρτημάτων.

R_1 — 1 kΩ	C_1 — 100 μF/6 V
R_2 — 22 kΩ	C_2 — 10 μF/12 V
R_3 — 7,5 kΩ	C_3 — 10 μF/12 V
R_4 — 3,9 kΩ	C_4 — 100 nF
R_5 — 1 kΩ	C_5 — 2200 μF/15 V
R_6 — 5,1 kΩ	TR_1 — BC 109 C
R_7 — 470 Ω	TR_2 — BC 109 C
R_8 — 220 Ω	
R_9 — 220 Ω	TR_3 — BC 179
R_{10} — 1 Ω/1 W	TR_4 — 2N 2219
R_{11} — 1 Ω/1 W.	TR_5 — 2N 2219
R_{12} — 15 Ω 1/4 W	D_1, D_2, D_3 — IN 4148

7. Λογικό ολοκληρωμένο κύκλωμα. (Ηλεκτρονική σειρήνα).

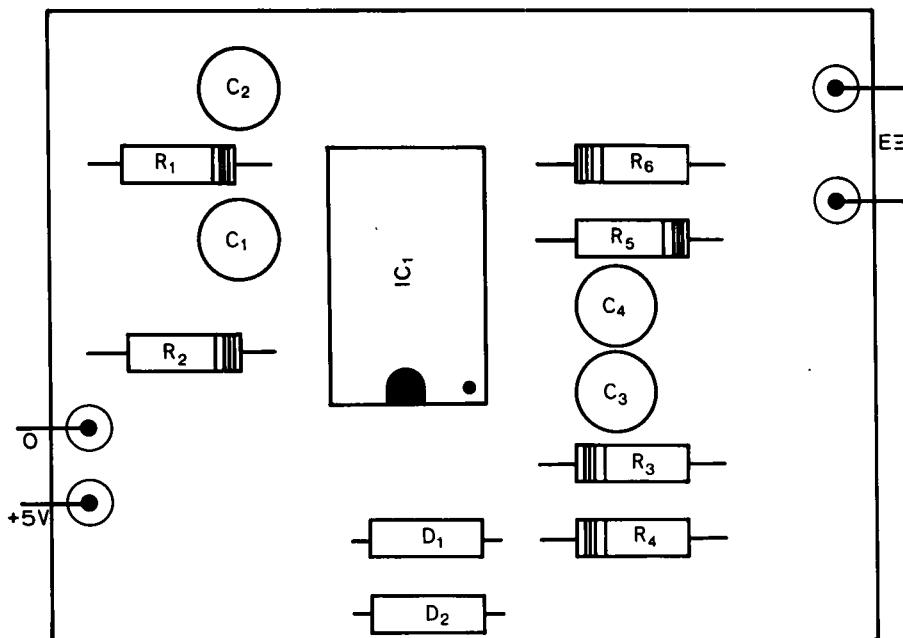
Στη βιομηχανία (αυτοματισμοί), στις τηλεπικοινωνίες και γενικά στις σύγχρονες ηλεκτρονικές διαστάξεις, χρησιμοποιείται πάρα πολύ η ψηφιακή τεχνική με λογικά ολοκληρωμένα κυκλώματα. Υπάρχουν πολλές οικογένειες λογικών ολοκληρωμένων κυκλωμάτων και η πιο διαδεδομένη (σήμερα) είναι η TTL (= Transistor - Transistor Logic) και συγκεκριμένα η σειρά TTL 74.



$N_1-N_4 = SN7400N$

Ακροδέκτης $14 \leftrightarrow +5V$
 $15 \leftrightarrow 0$

Σχ. 5.8.

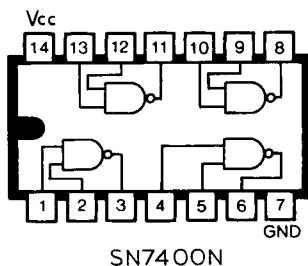


Σχ. 5.8α.

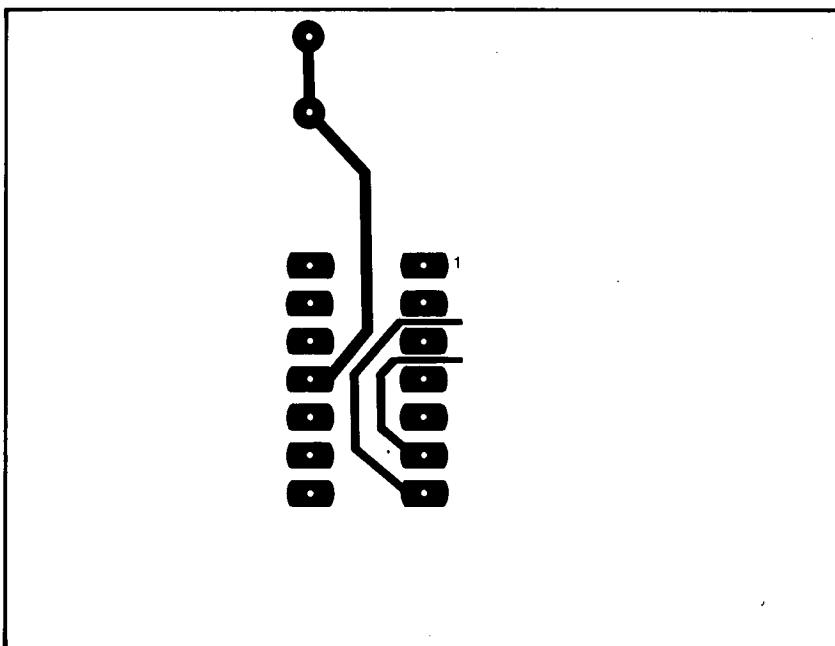
Μια απλή διάταξη με το λογικό ολοκληρωμένο κύκλωμα SN 7400 και με τα υπόλοιπα εξαρτήματα συγκροτεί μια ηλεκτρονική σειρήνα. Για να λειτουργήσει χρειάζεται, εκτός από την τροφοδότηση με σταθεροποιημένη τάση των 5 V, η έξοδό της να συνδεθεί με έναν ενισχυτή Α.Σ.

Θα πρέπει με τη βοήθεια των διαγραμμάτων, του αναλυτικού (σχ. 5.8ι), των εξαρτημάτων (κάτοψη, σχ. 5.8ια) και της βάσεως του ολοκληρωμένου κυκλώματος (σχ. 5.8ιβ), να σχεδιάσετε το διάγραμμα των αγωγών συνδέσεως (άνοψη) της διατάξεως. Στο σχήμα 5.8ιγ φαίνεται η θέση του ολοκληρωμένου κυκλώματος με τις επαφές των ακροδεκτών του.

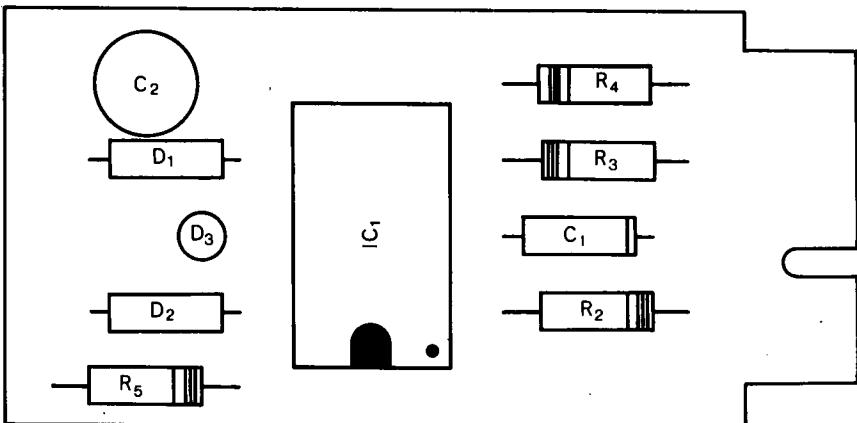
Τη λύση της ασκήσεως βλέπε στο σχήμα 7.2ιε.



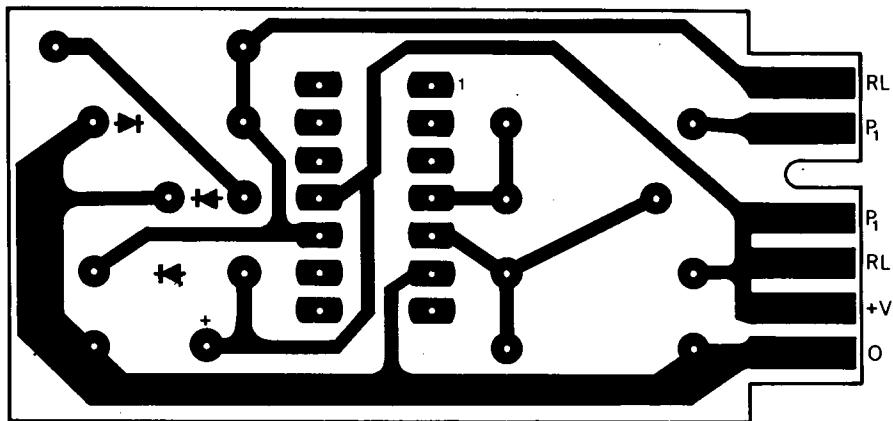
Σχ. 5.8ιβ.



Σχ. 5.8ιγ.



Σχ. 5.8δ.



Σχ. 5.8ε.

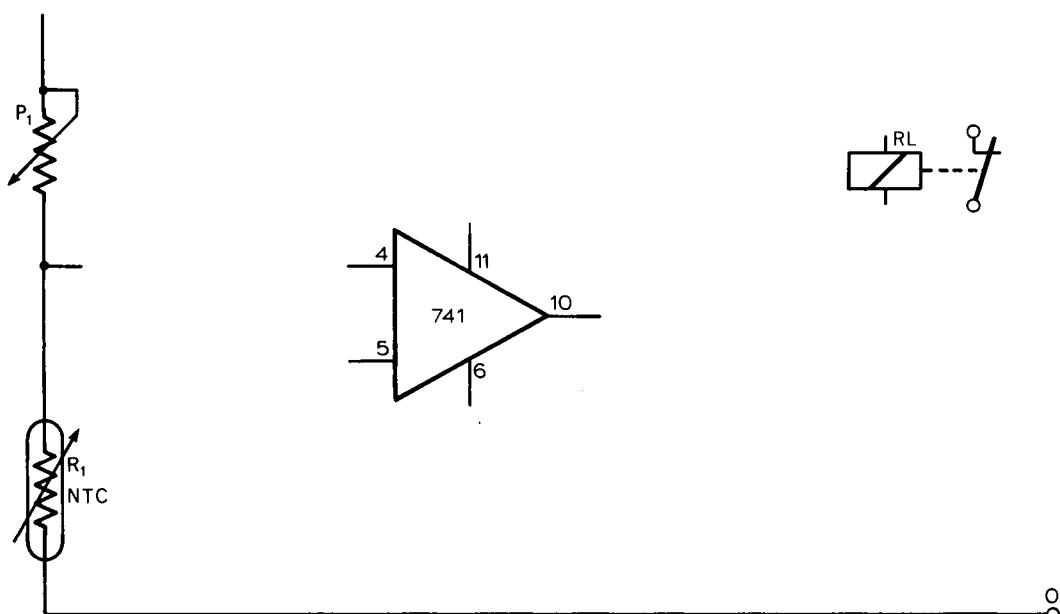
8. Ηλεκτρονικός Θερμοστάτης.

Το τυπωμένο κύκλωμα αυτής της ασκήσεως (σχ. 5.8ιστ κάτοψη και 5.8ιε άνωψη) είναι βισματικού τύπου και η διάταξη ανήκει σε βιομηχανικό αυτοματισμό και πραγματοποιείται με τον τελεστικό ενισχυτή μΑ 741.

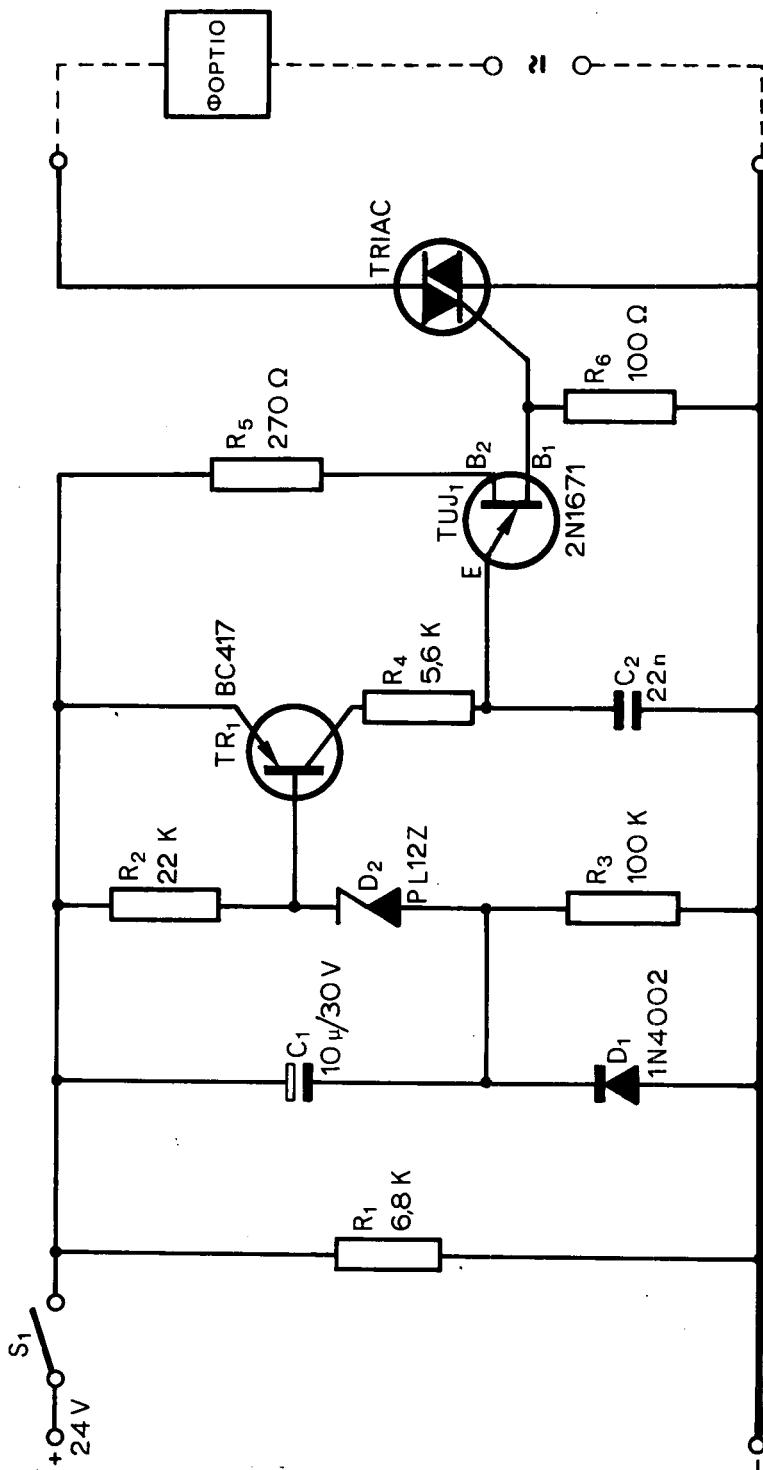
Εκτός από τα δύο διαγράμματα (κάτοψη και άνωψη), στο σχήμα 5.8ιστ φαίνεται η θέση του ολοκληρωμένου κυκλώματος (τελεστικός ενισχυτής) με τους ακροδέκτες του, η γραμμή γειώσεως, επίσης το ποτενσιόμετρο P_1 , το θερμόστατο R_1 και το ρελαί RL που δεν είναι τοποθετημένα επάνω στο τυπωμένο κύκλωμα.

Να σχεδιάσετε όλα τα διαγράμματα και να γράψετε κατάλογο εξαρτημάτων.

Για να ελέγξετε το αναλυτικό διάγραμμα συγκρίνετε το με το διάγραμμα της λύσεως στό σχήμα 7.2ιστ.



Σχ. 5.8ιστ.



ΣΧ. 5.8ίζ

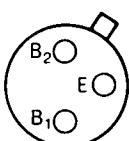
9. Ηλεκτρονικός χρονοδιακόπτης.

Για τον έλεγχο κυκλωμάτων μεγάλης ισχύος στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις χρησιμοποιούνται πολύ τα θυρίστορ. Στο σχήμα 5.8ιζ παριστάνεται το αναλυτικό διάγραμμα μιας απλής διατάξεως αυτοματισμού που χρησιμοποιεί TRIAC. Στο σχήμα 5.8η παριστάνεται η βάση του τρανζίστορ μιας ενώσεως (unijunction).

Να σχεδιάσετε με βάση το αναλυτικό διάγραμμα όλα τα απαραίτητα διαγράμματα και τον κατάλογο των εξαρτημάτων για την κατασκευή τυπωμένου κυκλώματος.

Επειδή το TRIAC θα τοποθετηθεί επάνω σε ψυκτήρα θα βρίσκεται έξω από το τυπωμένο κύκλωμα, όπως επίσης έξω θα βρίσκεται και το φορτίο.

Τη λύση της ασκήσεως βλέπε στο σχήμα 7.2ιζ.



TUJ 2N1671

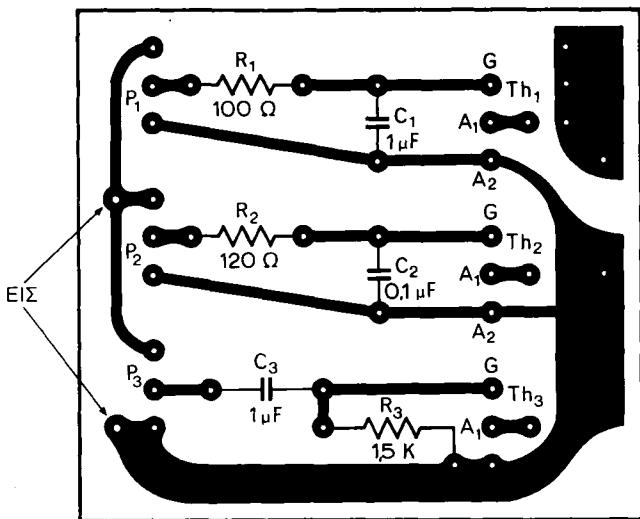
Σχ. 5.8η.

10. Φωτορυθμικό με τρία κανάλια (τρία χρώματα).

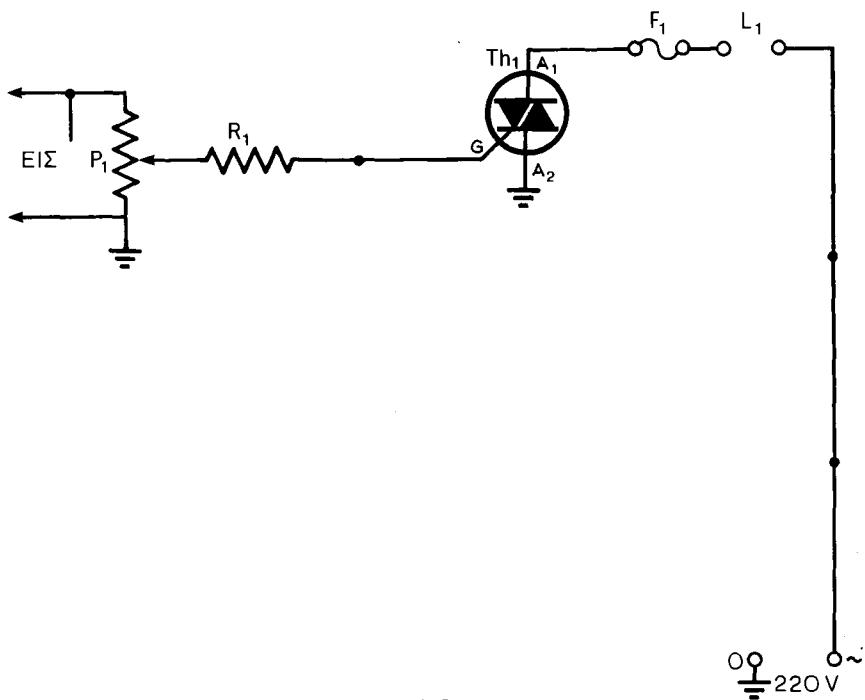
Σε αυτό το κύκλωμα (σχ. 5.8ιθ) τα τρία TRIAC ($\text{Th}_1, \dots, \text{Th}_3$) ελέγχουν την αυξομείωση της εντάσεως του φωτός από τους λαμπτήρες, σύμφωνα με τις μεταβολές της εντάσεως και της συχνότητας του ήχου που προέρχεται από τα ηχεία του ενισχυτή Α.Σ. Δηλαδή πρόκειται για ένα απλό φωτορυθμικό με τρία κανάλια ή τρία χρώματα.

Εκτός από το διάγραμμα των αγωγών συνδέσεως (άνοψη), όπου είναι σημειωμένα και τα εξαρτήματα, δίνεται και το σχήμα 5.8κ το οποίο θα συμπληρώσετε. (Οι λαμπτήρες και οι ασφάλειες βρίσκονται έξω από το τυπωμένο κύκλωμα).

Το αναλυτικό διάγραμμα υπάρχει συμπληρωμένο στο σχήμα 7.2ιη.



$\Sigma x. 5.8i\theta.$



$\Sigma x. 5.8\kappa.$

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

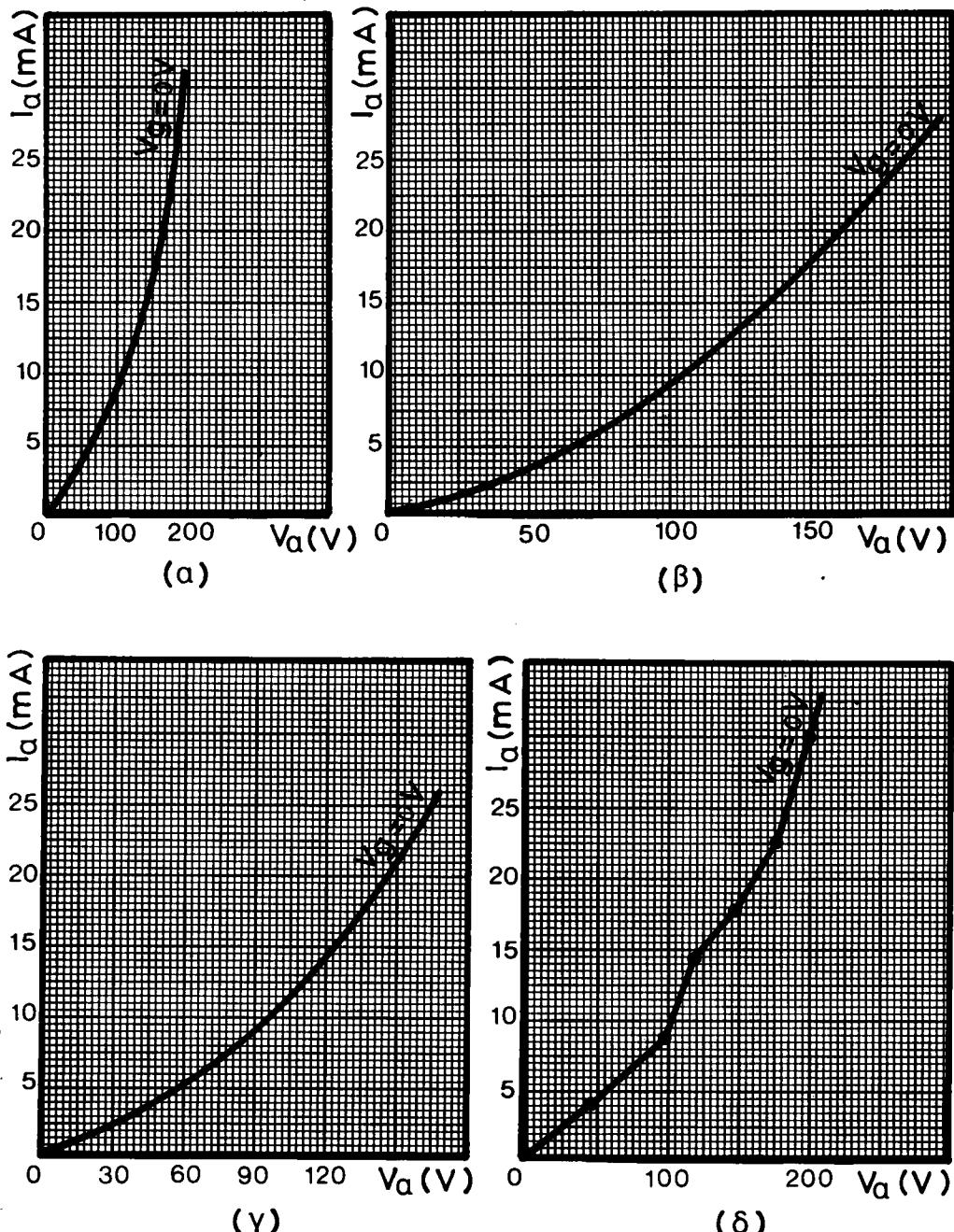
6.1 Γενικά.

Κατά τη μελέτη ηλεκτρονικών κυκλωμάτων ή συσκευών πρέπει, για να φανεί παραστατικότερα η λειτουργία τους, να χαράσσονται οι καμπύλες, όπως π.χ. η καμπύλη αποκρίσεως, η καμπύλη συντονισμού κλπ. ή σμήνος καμπυλών, όπως οι χαρτηριστικές καμπύλες ανδρου λυχνίας ή συλλέκτη τρανζίστορ κλπ.

Όλες αυτές οι καμπύλες φαίνονται σε διάγραμμα ή σε γραφική παράσταση. Με τον όρο διάγραμμα εννοούμε την απόδοση σε σχέδιο μιας σχέσεως που εκφράζει ένα νόμο. Με τον όρο γραφική παράσταση εννοούμε τη γραφική παράσταση της εξελίξεως ενός φαινομένου ή την καμπύλη που προκύπτει από μια σειρά μετρήσεων σε ηλεκτρονικό κύκλωμα κλπ.

Το διάγραμμα μπορεί να σχεδιασθεί σε λευκό χαρτί με σύστημα αξόνων καθέτων μεταξύ τους ή σε τετραγωνισμένο «μιλλιμετρέ» χαρτί (σχ. 6.1) ή σε χαρτί με λογοριθμικές υποδιαιρέσεις. Οι λογοριθμικές υποδιαιρέσεις μπορεί να υπάρχουν μόνο στον ένα άξονα (χαρτί ημιλογαριθμικό) ή και στους δύο άξονες.

Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση ειδικού χαρτιού για κάθε περίπτωση φαίνονται στα παραδείγματα που ακολουθούν.



ΣΧ. 6.1.

6.2 Παραδείγματα.

6.2.1 Διάγραμμα χαρακτηριστικών ανόδου τριόδου λυχνίας.

Για τη χάραξη της χαρακτηριστικής τάσεως - ρεύματος ανόδου τριόδου λυχνίας, χρειάζεται ένας αριθμός σημείων ($7 \div 10$ σημεία), των οποίων η θέση ορίζεται επάνω στο χαρτί σχεδιάσεως, αφού προηγουμένως έχει χαραχθεί στο χαρτί ένα σύστημα ορθογωνίων συντεταγμένων με υποδιαιρέσεις που αντιστοιχούν σε ορισμένα Volt τάσεως και σε ορισμένα mA (μιλλιαμπέρ) ρεύματος. Οι συντεταγμένες κάθε σημείου έχουν συγκεντρωθεί σε πίνακα και προέρχονται από μετρήσεις (ζεύγη τιμών) κατά τη λειτουργία της λυχνίας κάτω από ορισμένες συνθήκες.

Στα σχήματα 6.1 και 6.2a υποδεικνύονται τρόποι χαράξεως χαρακτηριστικών καμπυλών σύμφωνα με τα ζεύγη τιμών που προήλθαν από τις μετρήσεις. Στα σχήματα αυτά παριστάνεται ο ορθός και ο εσφαλμένος τρόπος χαράξεως μιας και της αυτής καμπύλης. Η καμπύλη έχει χαραχθεί για σταθερό δυναμικό πλέγματος και είναι ο «γεωμετρικός τόπος» των σημείων που προκύπτουν από τις ποικίλες τιμές του ανοδικού ρεύματος οι οποίες αντιστοιχούν σε ορισμένες τιμές της ανοδικής τάσεως [σχ. 6.2β (α)].

Σε κάθε περίπτωση εσφαλμένης χαράξεως του σχήματος 6.1 παρατηρούμε τα εξής:

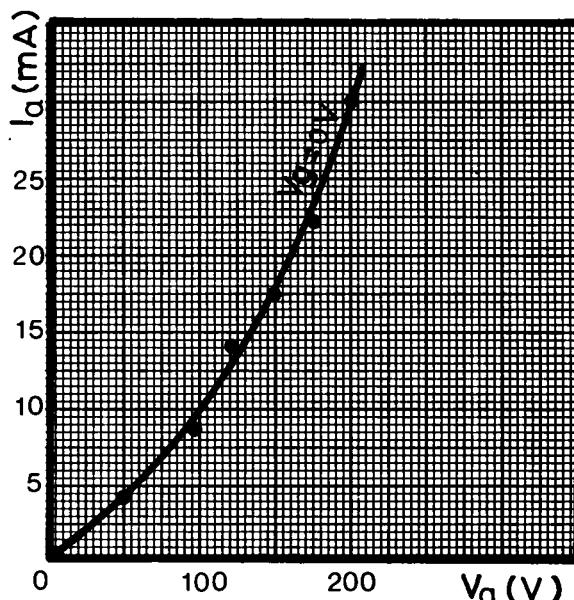
α) Η καμπύλη έχει χαραχθεί με μεγάλη κλίση, επειδή το μήκος της υποδιαιρέσεως που αντιστοιχεί στα 100 V στον οριζόντιο άξονα είναι σχετικά μικρό.

β) Η καμπύλη έχει χαραχθεί με μικρή κλίση, επειδή το μήκος της υποδιαιρέσεως που αντιστοιχεί στα 100 V είναι μεγάλο.

γ) Η κλίση μπορεί να θεωρηθεί ομαλή, αλλά μας δυσκολεύει η αντιστοιχία τιμών που είναι πολλαπλάσια του 3 των υποδιαιρέσεων του τετραγωνισμένου χαρτιού, οι οποίες είναι πολλαπλάσια του 10, με αποτέλεσμα η καμπύλη να γίνεται δύσχρηστη. Δυσκολευόμασθε π.χ. να ορίσομε στον οριζόντιο άξονα το σημείο που αντιστοιχεί στα 10 ή τα 50 Volt.

δ) Τα σημεία έχουν συνδεθεί μεταξύ τους με μικρά ευθύγραμμα τμήματα και έτσι προκύπτει εσφαλμένης τετθλασμένη γραμμή. Αυτό επειδή η χαρακτηριστική αυτή ακολουθεί κάποιο νόμο και είναι καμπύλη με ορισμένη μορφή (παραβολή). Οι μικρές παρεκλήσεις των σημείων από την καμπύλη μορφής της χαρακτηριστικής μπορεί να οφείλονται σε εσφαλμένες μετρήσεις. Όσον αφορά τη χαρακτηριστική, πρέπει να χαράζεται **μεταξύ** των σημείων ώστε να προκύπτει καμπύλη όπως αυτή του σχήματος 6.2a.

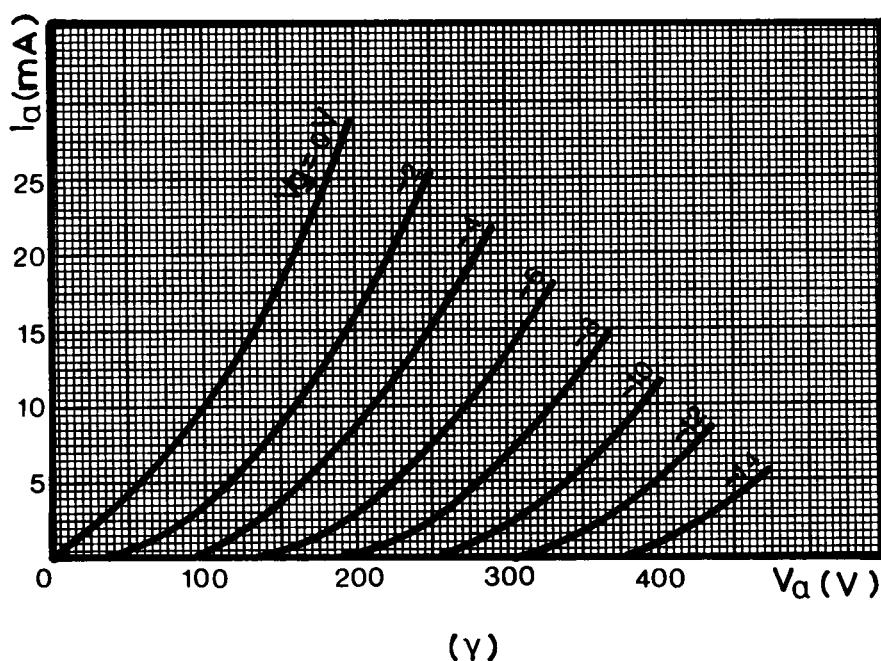
Τέλος στο σχήμα 6.2a (γ) φαίνεται το διάγραμμα του σμήνους των χαρακτηριστικών τάσεως - ρεύματος ανόδου (για σταθερή τάση πλέγματος), που παρέχεται από τον κατασκευαστή.



(α)

$V_g = 0$ V	
V_a (V)	I_a (mA)
50	4
100	8,5
125	14
150	17,5
175	22,5
200	30

(β)



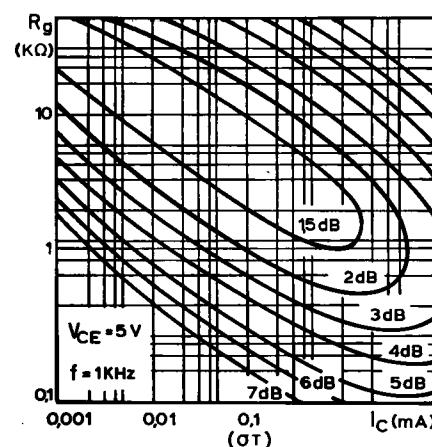
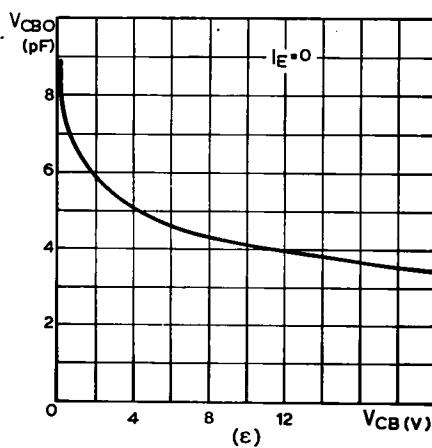
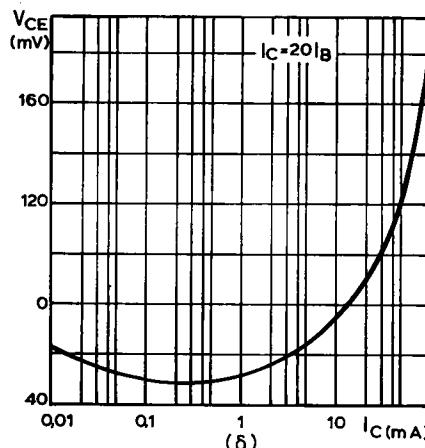
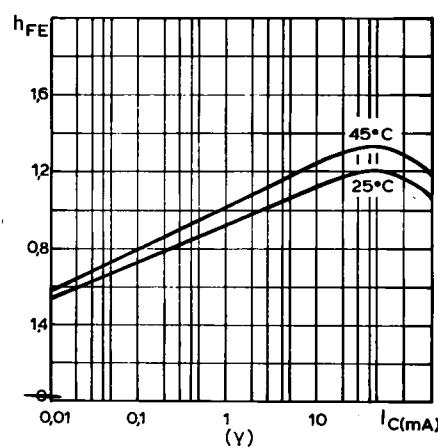
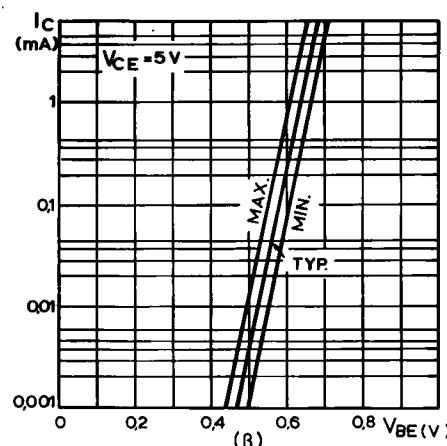
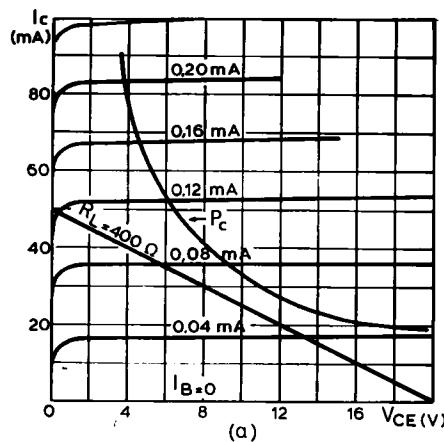
(γ)

Σχ. 6.2a.

6.2.2 Διάγραμμα χαρακτηριστικών τρανζίστορ.

Στο σχήμα 6.2β δίνονται από τον κατασκευαστή οι χαρακτηριστικές του τρανζίστορ BC 109 σε διάταξη C.E. (Common Emitter = κοινού εκπομπού) οι οποίες είναι:

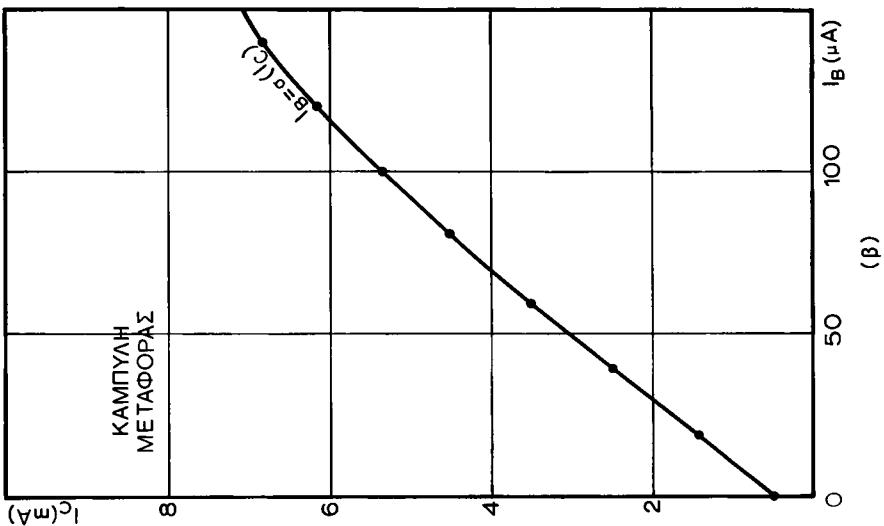
- Χαρακτηριστικές ρεύματος συλλέκτη (I_C) - τάσεως συλλέκτη (V_{CE}) για ρεύμα βάσεως (I_B) σταθερό ή, όπως λέγονται, χαρακτηριστικές εξόδου. Σ' αυτές έχουν χαραχθεί, όπως φαίνεται, η ευθεία φόρτου για $R_L = 400 \Omega$ και η καμπύλη ισχύος του συλλέκτη P_C [σχ. 6.2β (α)].
- Διαγωγιμότητα DC [σχ. 6.2β (β)].
- Απολαβή ρεύματος DC ή στατική (h_{FE}) [σχ. 6.2β (γ)].
- Τάση κορεσμού C - E (συλλέκτη - εκπομπού) [σχ. 6.2β (δ)].
- Χωρητικότητα C - B (συλλέκτη - βάσεως) [σχ. 6.2β (ε)].
- Εικόνα θορύβου για συχνότητα 1 kHz [σχ. 6.2β (στ)].



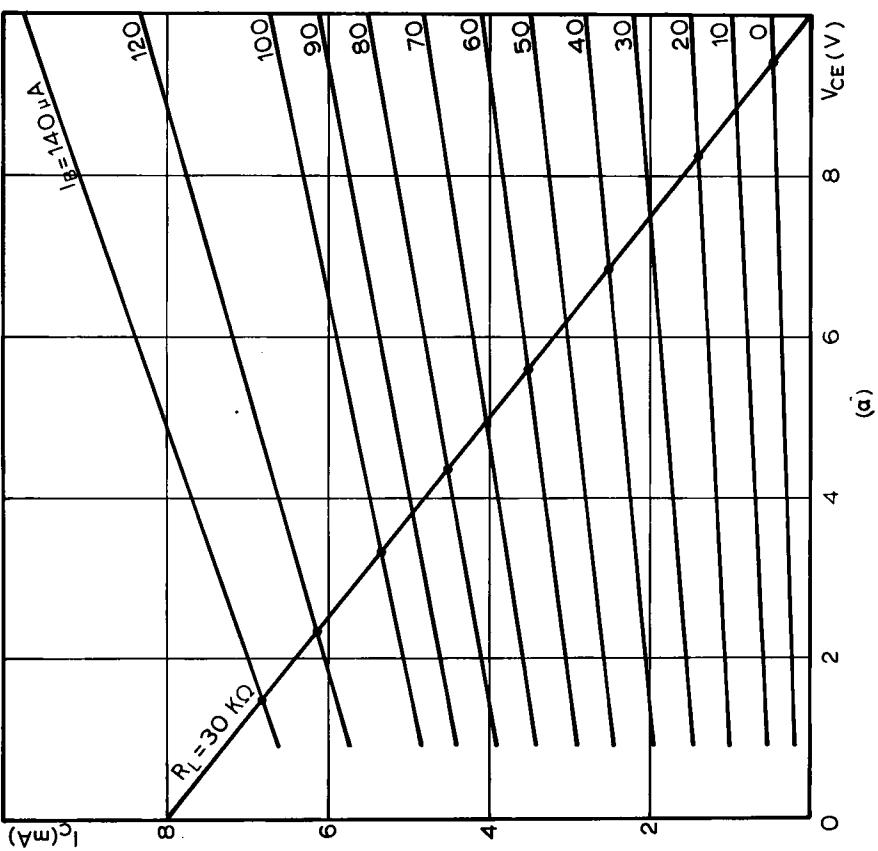
Σχ. 6.2β.

6.2.3 Καμπύλη μεταφοράς.

Μια άλλη καμπύλη για τη μελέτη της λεπτουργίας του τρανζιστορ ως ενισχυτή με ορισμένο φορτίο, είναι η καμπύλη μεταφοράς, ρεύματος βάσεως (I_B)-ρεύματος συλλέκτη (I_C) (σχ. 6.2γ). Για τη χάραξη αυτής της καμπύλης πρέπει να προτυπωθεί η χάραξη της ευθείας φόρτου (π.χ. για αντίσταση $R_L = 30 \text{ k}\Omega$) στις χαρακτηριστικές $I_C - V_{CE}$ (εξόδου) του τρανζιστορ [σχ. 6.2γ (α)], οπότε από τα σημεία τομής της ευθείας φόρτου με τις χαρακτηριστικές προκύπτουν ζεύγη τιμών ρεύματος συλλέκτη (I_C) και ρεύματος βάσεως (I_B). Από αυτά χαράζεται η καμπύλη μεταφοράς [σχ. 6.2γ (β)].



Σχ. 6.2γ.



6.2.4 Καμπύλη αποκρίσεως ηχείου μεγαφώνου.

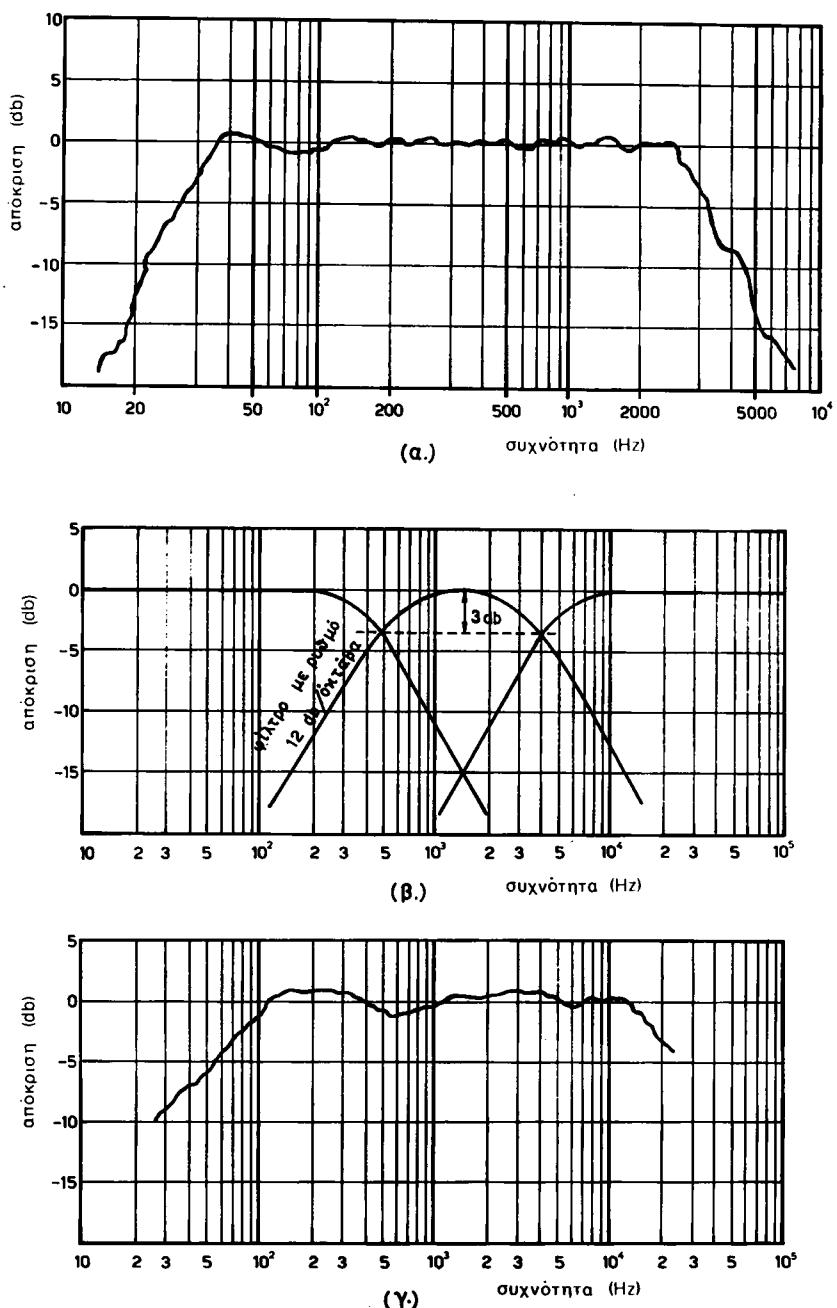
Η καμπύλη αποκρίσεως δείχνει παραστατικά ορισμένη επίδοση ηλεκτρονικής συσκευής, π.χ. τις μεταβολές της ενισχύσεως ενός ενισχυτή για διάφορες τιμές της συχνότητας που τον διεγείρει.

Για τη χάραξη της καμπύλης αποκρίσεως ενός ενισχυτή Α.Σ., είναι απαραίτητη η χρήση ημιλογαριθμικού χαρτιού (μόνο ο οριζόντιος άξονας στον οποίο σημειώνονται οι συχνότητες έχει λογαριθμικές υποδιαιρέσεις), επειδή οι χαμηλές συχνότητες που φτάνουν ως 20.000 Hz ή και περισσότερο, δεν είναι δυνατό να χωρέσουν επάνω σε άξονα με περιορισμένο μήκος γραμμικών υποδιαιρέσεων. Αν πάλι οι διαστάσεις των υποδιαιρέσεων ελαττωθούν πολύ, με αποτέλεσμα να συμπυκνωθούν, η καμπύλη που θα προκύψει από τη χάραξη δεν θα δίνει καθαρή εικόνα των επιδόσεων του ενισχυτή. Το πρόβλημα λύνεται αν οι υποδιαιρέσεις του άξονα των συχνοτήτων χαραχθούν σε λογαριθμική κλίμακα.

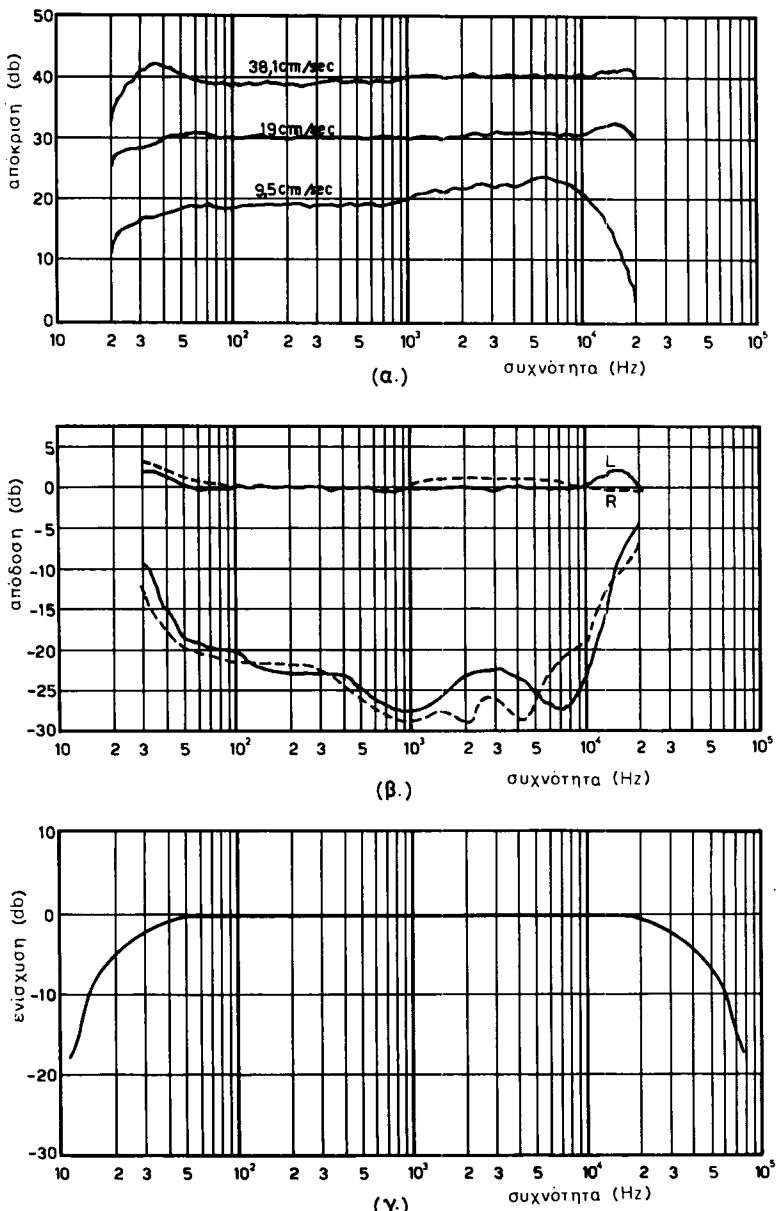
Στο σχήμα 6.2δ (α) δίνεται το διάγραμμα της καμπύλης αποκρίσεως ενός μεγαφώνου («γούφερ») τοποθετημένου μέσα σε ηχείο. Παρατηρούμε ότι το μεγάφωνο αποδίδει ικανοποιητικά στις χαμηλές συχνότητες (περίπου 30 Hz). Στις συχνότητες όμως πάνω από 3000 Hz η απόδοσή του ελαττώνεται υπερβολικά. Για να αποδοθούν και οι μέσες και οι υψηλές συχνότητες του ακουστικού φάσματος, μπορούμε να τοποθετήσουμε μέσα στο ηχείο ένα μεγάφωνο για τις μέσες («μιντ - ρέιτζ») και ένα για τις περισσότερο υψηλές («τουίτερ») συχνότητες. Με ειδικό φίλτρο διαχωρισμού συχνοτήτων («κροσσόβερ») κάθε μεγάφωνο τροφοδοτείται με τις συχνότητες που μπορεί να αποδώσει.

Το αποτέλεσμα της συνδέσεως των τριών μεγαφώνων φαίνεται στο σχήμα 6.2δ (β), όπου έχομε αισθητά ομοιόμορφη συνολική απόδοση γύρω στη στάθμη των Odb για όλο το ακουστικό φάσμα.

Η καμπύλη αποκρίσεως στην πράξη φαίνεται στο σχήμα 6.2δ (γ).



Σχ. 6.26.



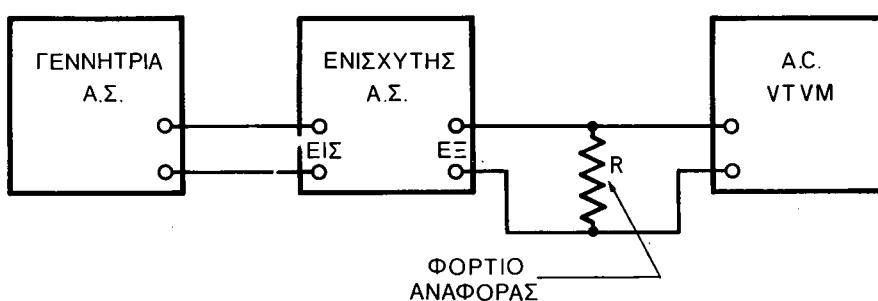
Σχ. 6.2ε.

6.2.5 Άλλες καμπύλες αποκρίσεως.

Στο σχήμα 6.2ε (α) δίνονται από τον κατασκευαστή καμπύλες αποκρίσεως μαγνητοφώνων για τρεις ταχύτητες κινήσεως της ταινίας. Στο σχήμα 6.2ε (β) φαίνεται η καμπύλη αποκρίσεως κεφαλής πικάπ.

Στο σχήμα 6.2στ παριστάνεται η διάταξη που πρέπει να χρησιμοποιηθεί για τη χάραξη της καμπύλης αποκρίσεως [σχ. 6.2ε (γ)] ενός ενισχυτή Α.Σ. Ο ενισχυτής διεγείρεται με συχνότητες που αρχίζουν από 10 Hz και φθάνουν τους 70.000 Hz. Τα όργανα ελέγχου και η συσκευή τοποθετούνται επάνω σε ειδικό πάγκο στο εργαστήριο. Επάνω σ' αυτόν τον πάγκο που είναι καλυμμένος με φύλλο χαλκού, γειώνονται όλα τα όργανα ελέγχου και όλες οι συσκευές.

Στο εργαστήριο υπάρχουν και άλλοι πάγκοι, ένας για κάθε είδος επισκευής, π.χ. ένας για επισκευή ραδιοφώνων και μαγνητοφώνων, ένας για επισκευή δεκτών τηλεοράσεως κλπ. Επίσης πρέπει να υπάρχει και ένας μικρός πάγκος για κάθε μηχανική εργασία.

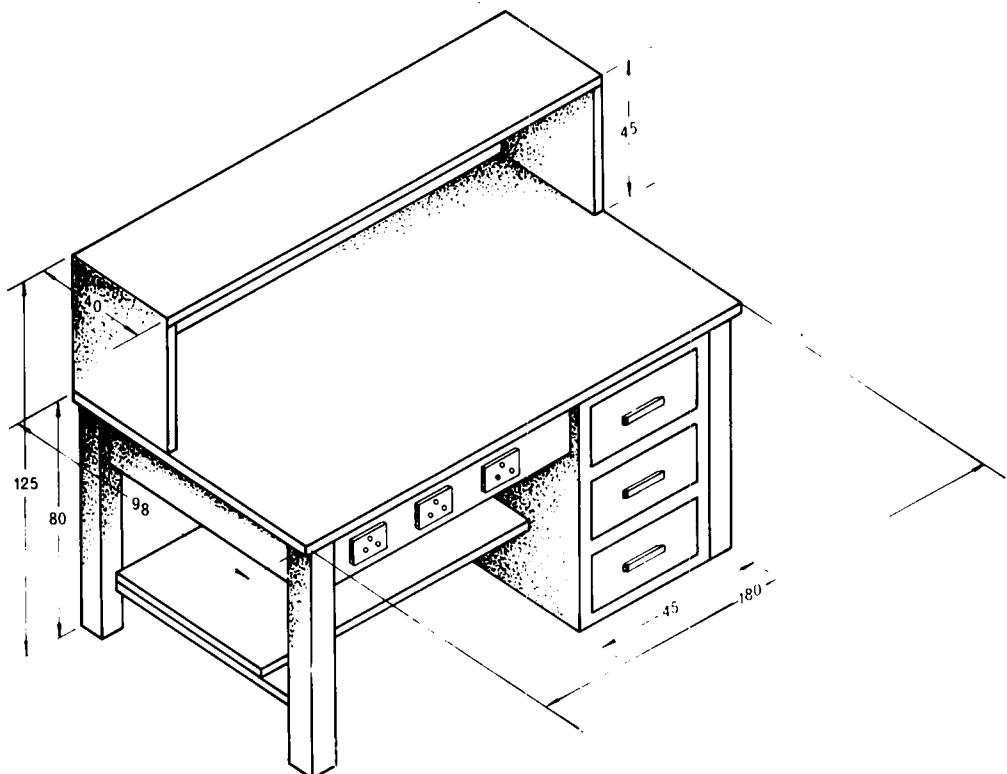


Σχ. 6.2στ.

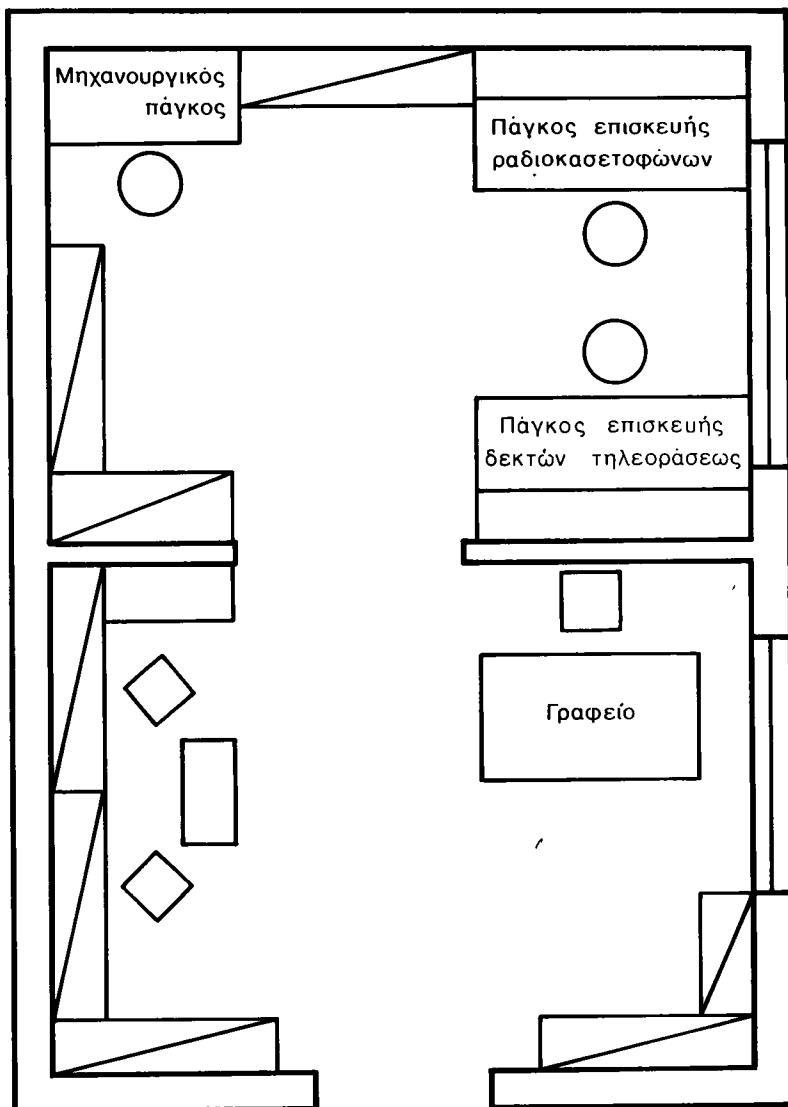
Στο σχήμα 6.2ζ φαίνεται ένας πάγκος με ειδικό ράφι για τα όργανα ελέγχου και μετρήσεων που πρέπει να βρίσκονται σε τέτοια θέση ώστε ο πίνακας ενδείξεώς τους να βρίσκεται στο ύψος των ματιών του τεχνικού. Ο πάγκος πρέπει να έχει τους απαραίτητους ρευματοδότες (πρίζες) για τροφοδότηση με υψηλή και χαμηλή τάση εναλλασσόμενου και συνεχούς ρεύματος, καθώς και ρευματοδότες με κεραίες για ραδιοφωνικούς δέκτες και δέκτες τηλεοράσεως.

Κάθε πάγκος εργασίας πρέπει να έχει και δικό του φωτισμό, εκτός από το φωτισμό του εργαστηρίου, και να βρίσκεται κοντά σε παράθυρο ώστε να φωτίζεται και με το φως της ημέρας.

Γενικά η διαρρύθμιση του εργαστηρίου πρέπει να είναι τέλεια για να εκπληρώνει ακριβώς τον προορισμό του. Στο σχήμα 6.2η φαίνεται υπόδειγμα διαρρύθμισεως εργαστηρίου υπό κλίμακα 1:50. Παρατηρούμε τους πάγκους εργασίας, τα ράφια με τα εξαρτήματα, τα εργαλεία και τα ράφια για τις συσκευές που θα επισκευασθούν. Παρατηρούμε επίσης ότι το εργαστήριο είναι χωρισμένο από τον υπόλοιπο χώρο, ο δε χώρος για τις επισκευές έχει διαστάσεις $13 \div 15 \text{ m}^2$ περίπου.



Σχ. 6.2ζ



Σχ. 6.2η.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

ΛΥΣΕΙΣ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

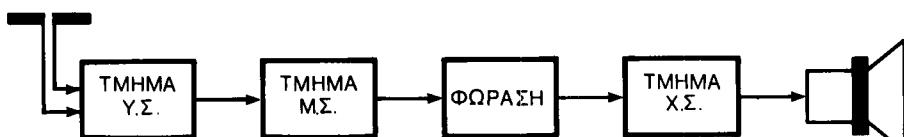
7.1 Γενικά.

Στο κεφάλαιο αυτό υπάρχουν οι λύσεις των ασκήσεων των προηγουμένων κεφαλαίων.

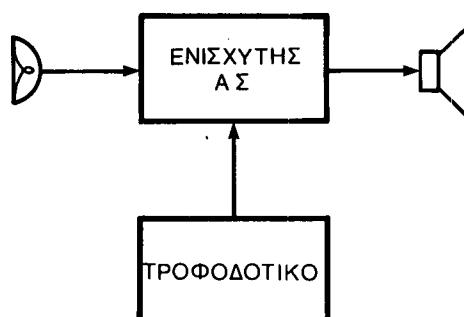
Τα διαγράμματα των ασκήσεων θα σχεδιάζονται πρώτα στο **πρόχειρο τετράδιο σχεδίου** και έπειτα, αφού γίνει η σύγκριση των δικών σας λύσεων με τις λύσεις που υποδεικνύονται εδώ, θα χαράζονται στο χαρτί σχεδιάσεως. Αυτό είναι απαραίτητο να γίνεται, γιατί για μερικές ασκήσεις υπάρχουν περισσότερες από μια λύση. Π.χ. σε ασκήσεις από το θεωρητικό στο πρακτικό σχέδιο ή στο τυπωμένο κύκλωμα, η διευθέτηση των εξαρτημάτων μπορεί να γίνει και διαφορετικά.

Το **πρόχειρο τετράδιο σχεδίου** είναι ένα κοινό τετράδιο με τετραγωνίδια των 5 mm και διευκολύνει πάρα πολύ τη σχεδίαση· είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για τα πρακτικά σχέδια και για τα διαγράμματα των τυπωμένων κυκλωμάτων.

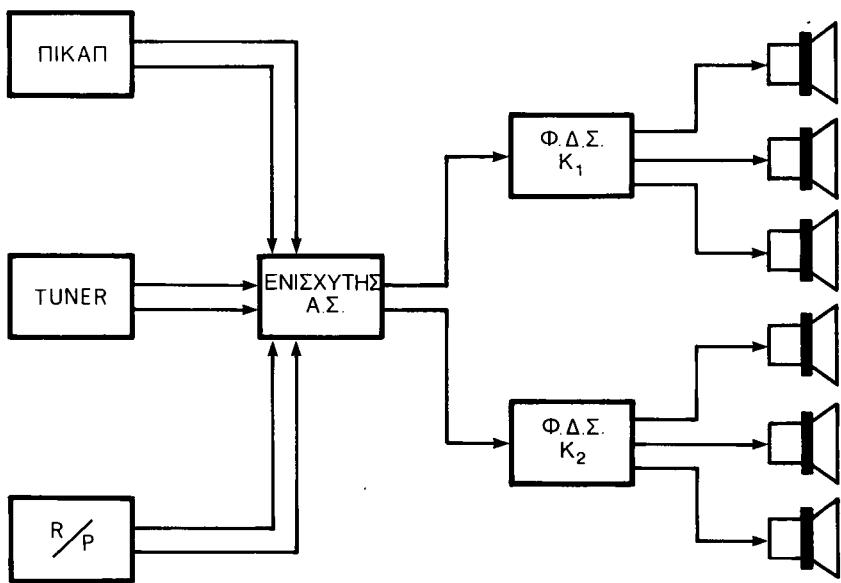
7.2 Οι λύσεις.



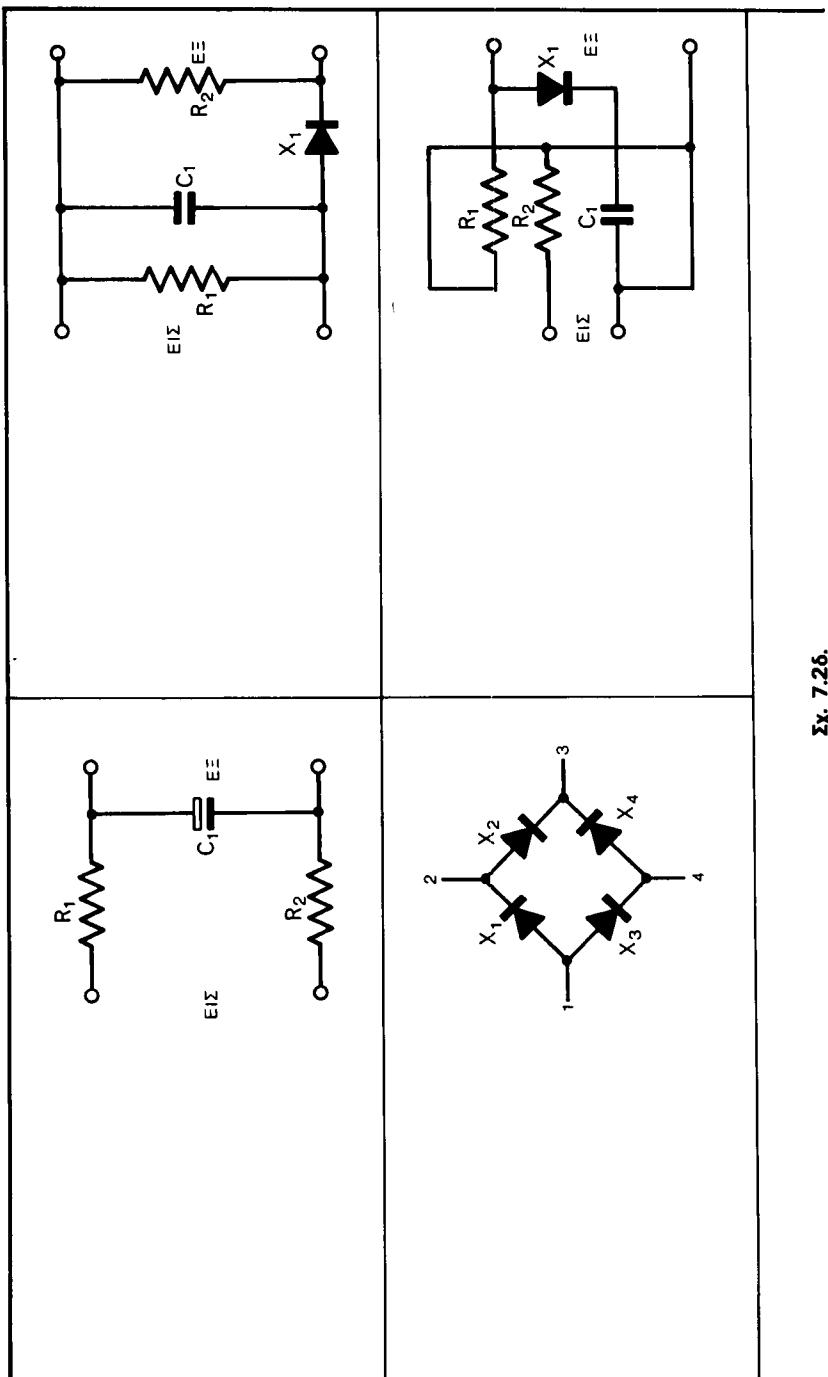
Σχ. 7.2α.

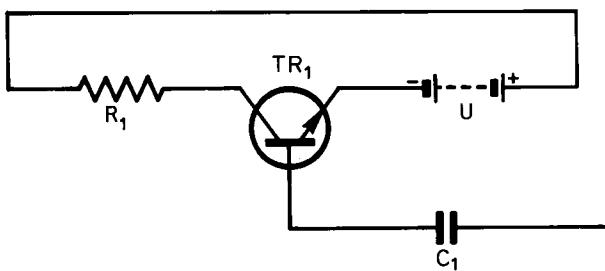
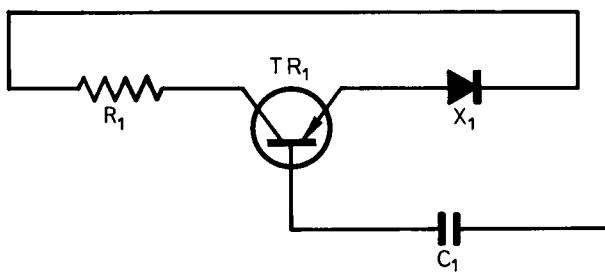


Σχ. 7.2β.

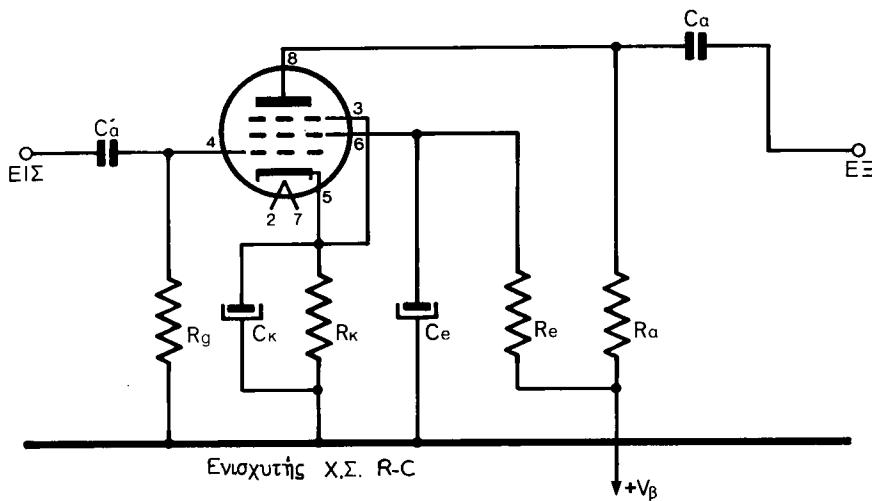


Σχ. 7.2γ.

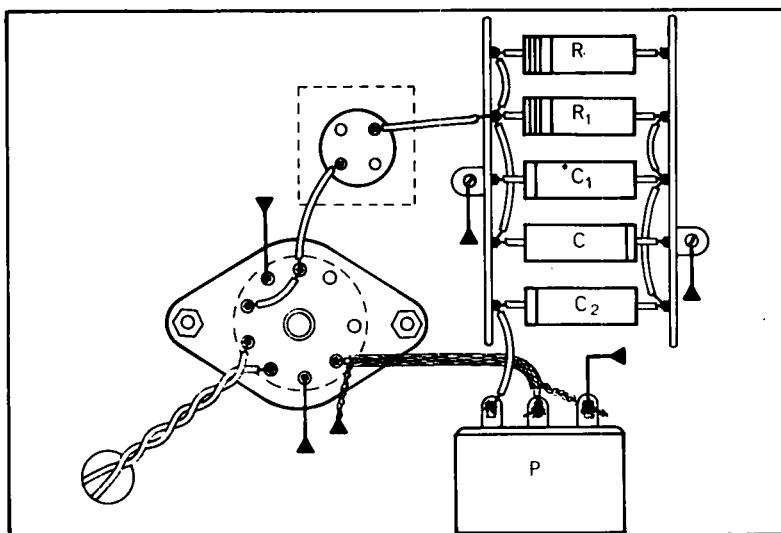
**ZK 7.26.**



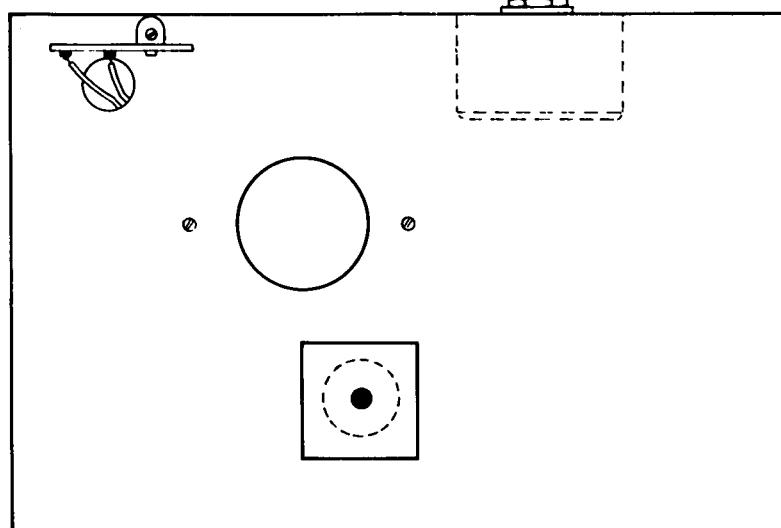
$\Sigma\chi. 7.2\epsilon.$



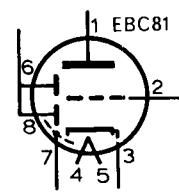
$\Sigma\chi. 7.2\sigma\tau.$



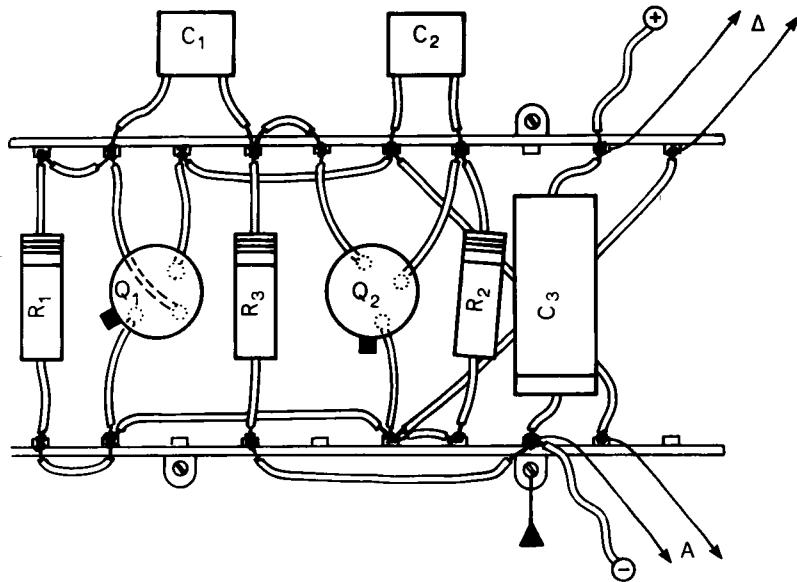
(α)



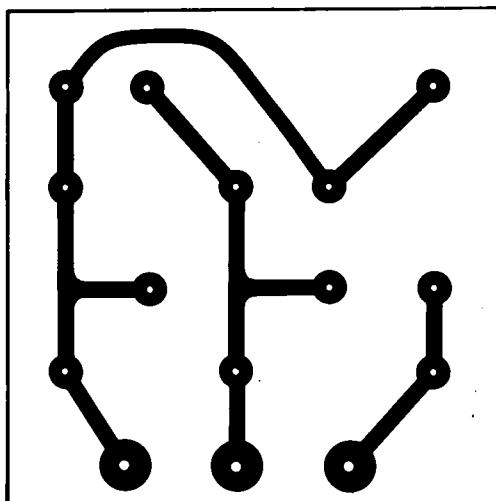
(β)



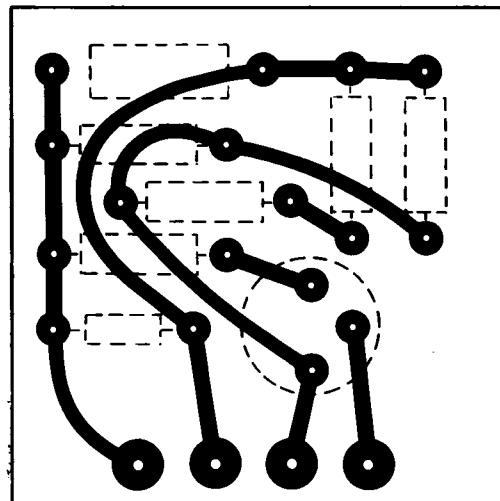
Σχ. 7.2ζ.



Σχ. 7.2η.



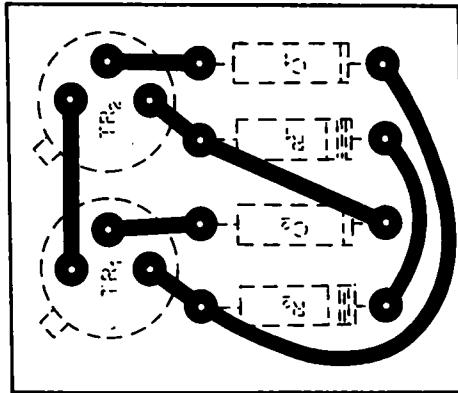
(a)



(β)

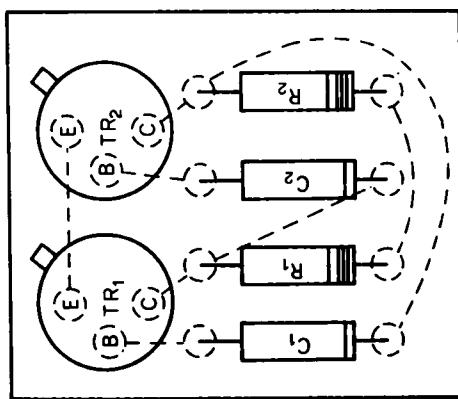
Σχ. 7.2θ.

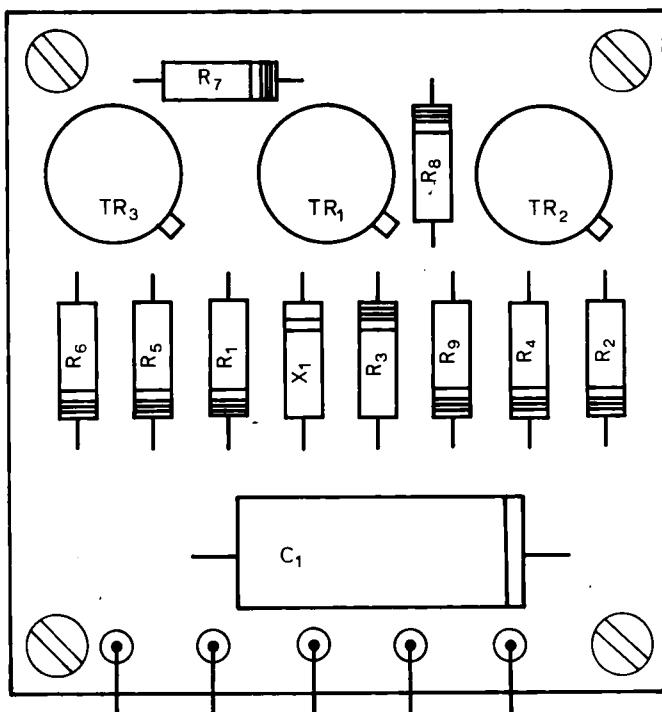
ΑΝΩΨΗ



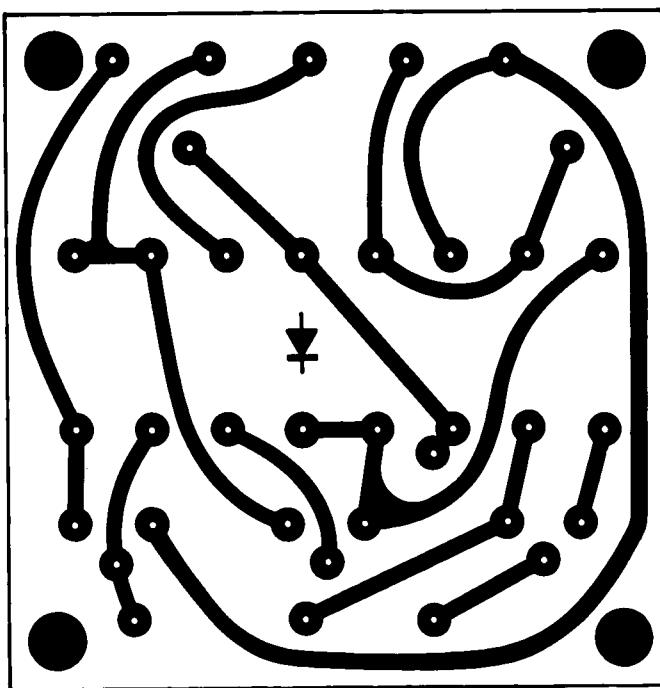
ΣΧ. 7.2η.

ΚΑΤΟΨΗ



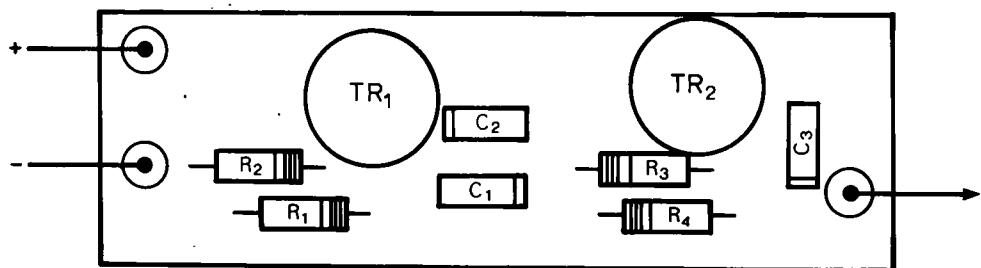


(a)

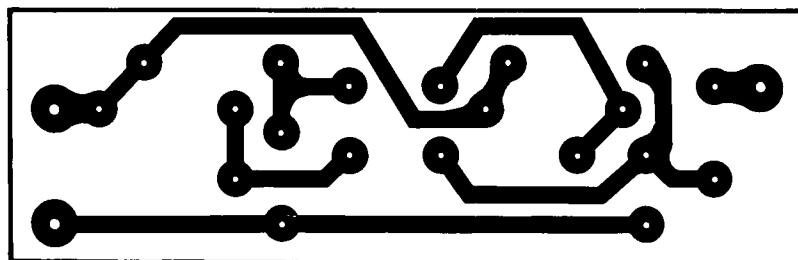


(b)

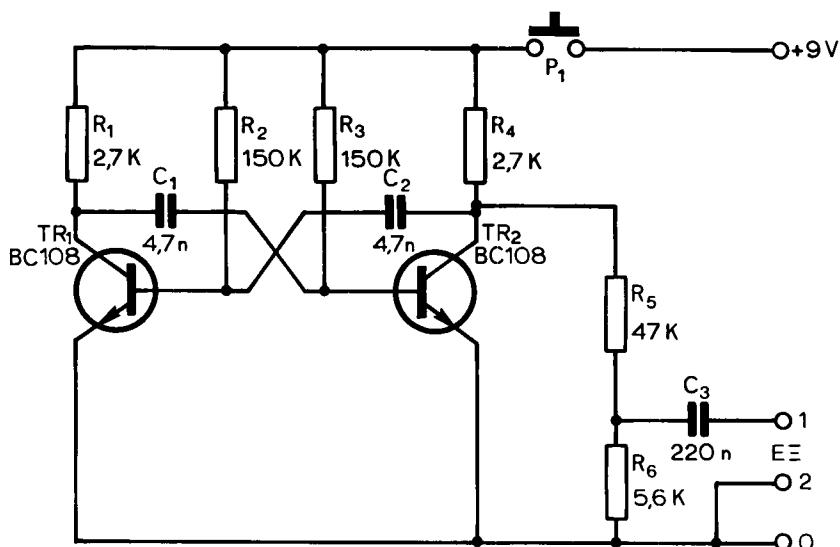
 $\Sigma_X. 7.21a.$

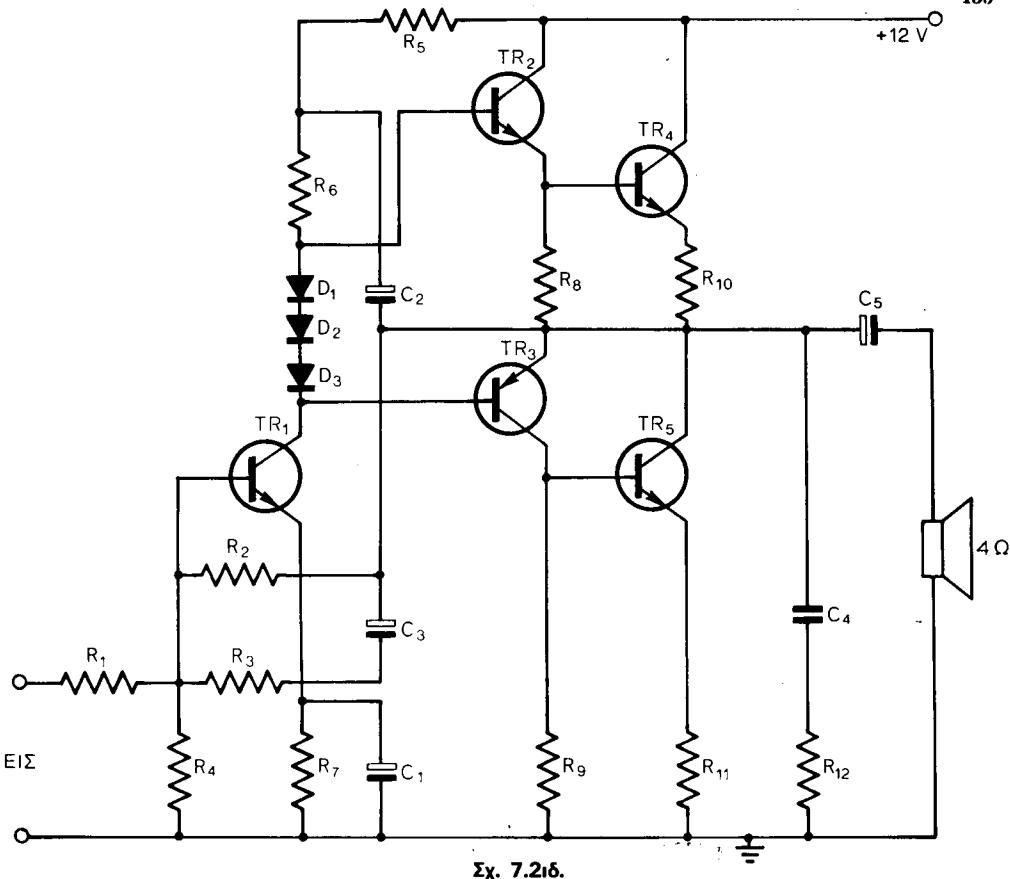


(a)

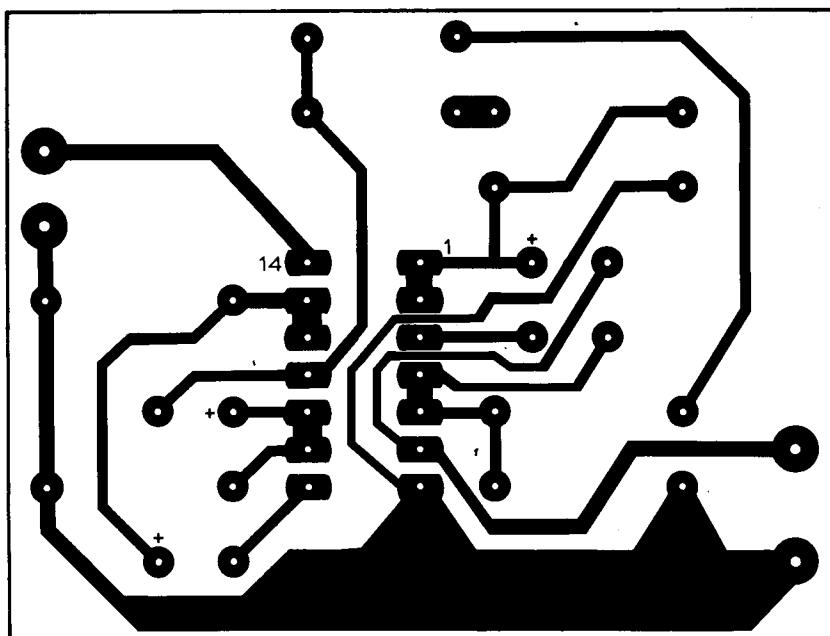


(β)

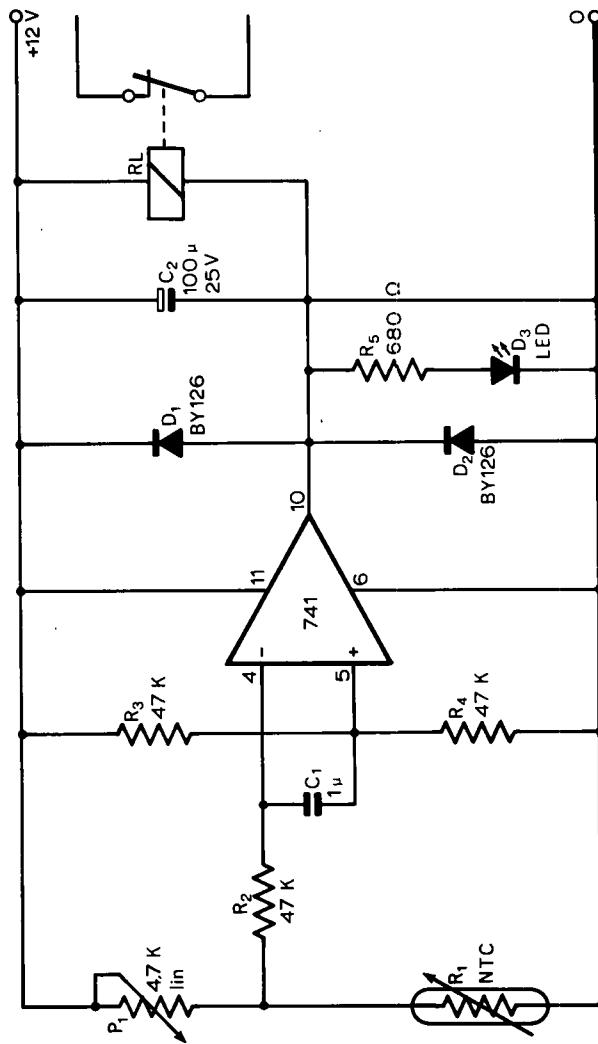
 $\Sigma x. 7.2\beta.$  $\Sigma x. 7.2\gamma.$



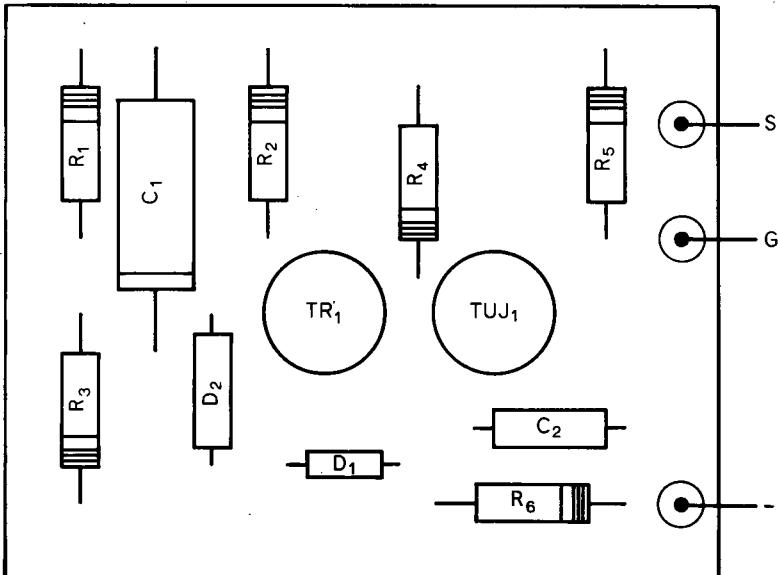
ΣΧ. 7.2ιδ.



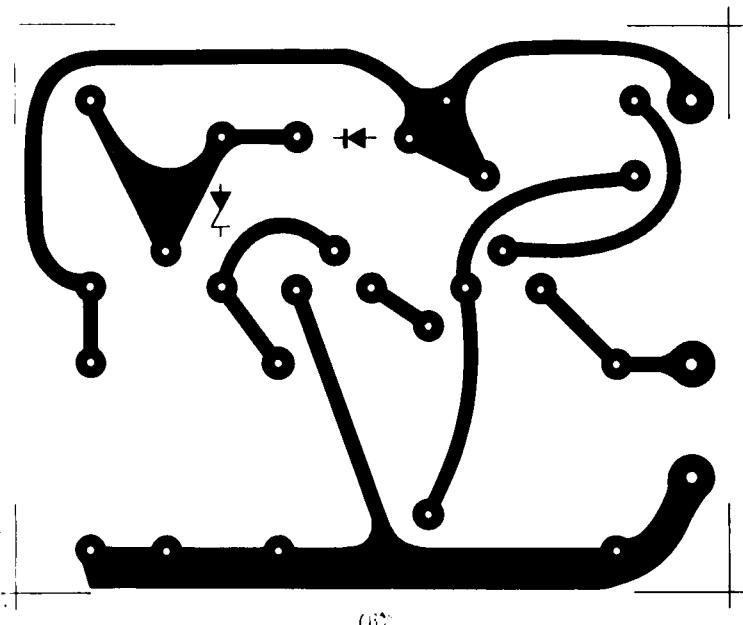
ΣΧ. 7.2ιε.



$\Sigma R = 7.21\text{Ω}$

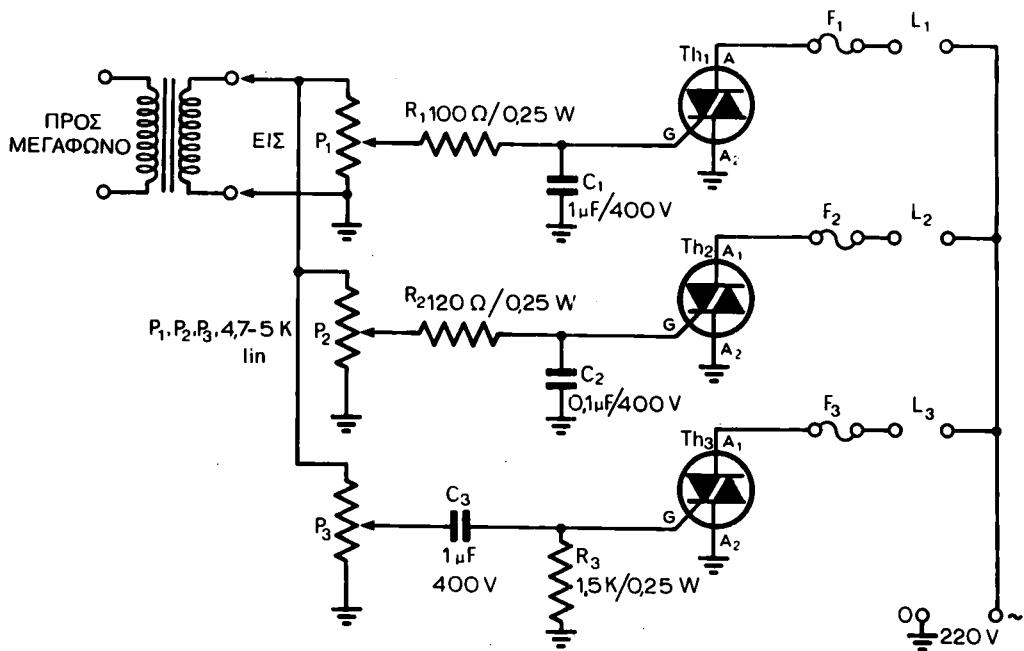


(a)



(b)

 $\Sigma \chi = 7.2i\zeta$



Σχ. 7.2ιη.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

Το ηλεκτρονικό σχέδιο — Συμβολισμοί

1.1 Γενικά	3
1.1.1 Θεωρητικό σχέδιο	3
1.1.2 Πρακτικό σχέδιο	3
1.2 Συμβολισμοί	4
1.3 Σχεδίαση συμβόλων — Παραδείγματα	16
1.4 Κανόνες και υποδείξεις για την καλή σχεδίαση	18

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

Αναλυτικό διάγραμμα

2.1 Γενικά	20
2.2 Κανόνες, Γενικές υποδείξεις	26
2.3 Αναλυτικά διαγράμματα ηλεκτρονικών κυκλωμάτων	30
2.3.1 Παραδείγματα	30
2.4 Ασκήσεις	52

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

Γενικό διάγραμμα

3.1 Γενικά	58
3.2 Τρόπος σχεδιάσεως γενικού διαγράμματος	60
3.2.1 Παραδείγματα	64
3.3 Ασκήσεις	72

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

Πρακτικό σχέδιο

4.1 Γενικά	76
4.2 Υποδείξεις	76
4.2.1 Αναλυτικό διάγραμμα	78
4.2.2 Στοιχεία κυκλώματος (εξαρτήματα)	78
4.2.3 Σκαρίφημα	78
4.2.4 Μηχανολογικό σχέδιο	78
4.2.5 Τελικό διάγραμμα	78
4.3 Παραδείγματα	82
4.3.1 Από το θεωρητικό στο πρακτικό σχέδιο	82
4.3.2 Από το πρακτικό στο θεωρητικό	82
4.3.3 Ενισχυτής τάσεως Χ.Σ. με τρίοδο λυχνία	84
4.4 Ασκήσεις	88

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

Τυπωμένα κυκλώματα

5.1 Γενικά	98
5.2 Η τεχνική των τυπωμένων κυκλωμάτων	98
5.3 Σχεδίαση τυπωμένου κυκλώματος	101
5.4 Πορεία σχεδιάσεως	102
5.5 Υποδείξεις για τη σωστή σχεδίαση του διαγράμματος με τις γραμμές - αγωγούς συνδέσεως (άνοψη)	106
5.6 Άλλα είδη τυπωμένων κυκλωμάτων	108
5.7 Ψυκτήρες	112
5.8 Ασκήσεις	114

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

Διαγράμματα

6.1 Γενικά	136
6.2 Παραδείγματα	138
6.2.1 Διάγραμμα χαρακτηριστικών ανόδου τριόδου λυχνίας	138
6.2.2 Διάγραμμα χαρακτηριστικών τρανζίστορ	140
6.2.3 Καμπύλη μεταφοράς	142
6.2.4 Καμπύλη αποκρίσεως ηχείου μεγαφόνου	144
6.2.5 Άλλες καμπύλες αποκρίσεως	147

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

Λύσεις ασκήσεων

7.1 Γενικά	150
7.2 Οι λύσεις	150