



ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ

**ΘΕΩΡΙΑ &
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ
ΑΣΚΗΣΕΙΣ**

**Α. ΧΑΤΖΟΠΟΥΛΟΣ
Ε. ΙΩΑΚΕΙΜΙΔΗΣ
Φ. ΘΕΙΟΚΑ**

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η εξέλιξη της σύγχρονης τεχνολογίας επιβάλλει τη δημιουργία ηλεκτρονικών τεχνικών με σωστή θεωρητική και πρακτική κατάρτιση. Η εργαστηριακή εμπειρία πρέπει οπωσδήποτε να συνοδεύεται από την απαραίτητη θεωρητική γνώση, ώστε να καλλιεργηθεί η πρωτοβουλία στην επαφή με νέες τεχνολογικές εξελίξεις και στην αντιμετώπιση νέων προβλημάτων.

Με την έκδοση του βιβλίου αυτού γίνεται προσπάθεια ώστε η γνωριμία των μαθητών με το Εργαστήριο των Ηλεκτρονικών να συνδυάζει την αναγκαία εργαστηριακή εφαρμογή με την αντίστοιχη θεωρία και τη γνώση της τεχνολογίας των σύγχρονων ηλεκτρονικών εξαρτημάτων και οργάνων. Θεωρώντας ότι το βιβλίο αυτό μπορεί να αποτελεί την πρώτη επαφή των σπουδαστών με το Εργαστήριο Ηλεκτρονικών, έχουν περιληφθεί βασικές έννοιες, εικόνες, σχήματα και συμβολισμοί που δίνουν με απλό τρόπο την απαραίτητη πληροφορία για μια πρώτη προσέγγιση στο Εργαστήριο.

Η σειρά των ασκήσεων βοηθάει στη σταδιακή εξοικείωση με τα θέματα και τα προβλήματα των Ηλεκτρονικών. Παρουσιάζονται αρχικά τα βασικά εξαρτήματα, τα εργαλεία και τα όργανα που χρησιμοποιούνται στο σύγχρονο Ηλεκτρονικό Εργαστήριο με παράλληλη σύντομη περιγραφή της τεχνολογίας κατασκευής τους, της λειτουργίας τους και των πιθανών βλαβών τους. Προοδευτικά αυξάνεται η πολυπλοκότητα των κυκλωμάτων που εξετάζονται και περιγράφονται πιο εξειδικευμένα ηλεκτρονικά εξαρτήματα. Σε όλες τις ασκήσεις έχει γίνει προσπάθεια ώστε οι θεωρητικές πληροφορίες να είναι ικανές για την ολοκληρωμένη διεξαγωγή της εργαστηριακής εφαρμογής χωρίς να κουράζουν τον μαθητή, με στόχο να του κεντρίσουν το ενδιαφέρον για να ασχοληθεί ειδικότερα με την επιστήμη των Ηλεκτρονικών.

Η ύλη που περιλαμβάνεται έχει διδαχθεί κατ' επανάληψη από τους συγγραφείς σε αντίστοιχα μαθήματα των εργαστηρίων των ΙΕΚ και των ΤΕΛ. Το βιβλίο μπορεί να καλύψει την ύλη μαθημάτων όπως «Γενικά Ηλεκτρονικά», «Τεχνολογία Ηλεκτρονικών εξαρτημάτων», «Ηλεκτρονικές Διατάξεις», «Εργαστήριο Ηλεκτρονικών εξαρτημάτων και επισκευών». Μπορεί επομένως να χρησιμοποιηθεί σαν βοήθημα από μαθητές των **ΙΕΚ**, των **ΤΕΛ**, των **ΤΕΙ**, των **ΤΕΣ** και του **ΟΑΕΔ**.

Παρ' όλη την προσπάθεια των συγγραφέων για πλήρη και άρτια παρουσίαση των ασκήσεων, είναι βέβαιο πως θα υπάρχουν ατέλειες ή παραλήψεις. Πιστεύουμε ότι οι συνάδελφοι, ιδιαίτερα εκείνοι που γνωρίζουν τις δυσκολίες παρουσίασης εργαστηριακών ασκήσεων, θα δείξουν κατανόηση και θα συμβάλλουν στη σωστή εφαρμογή των ασκήσεων στο εργαστήριο με δικές τους διευκρινήσεις και παρατηρήσεις προς τους σπουδαστές.

Θεσσαλονίκη 1994

Οι συγγραφείς

Άλκης Χατζόπουλος
Λευτέρης Ιωακειμίδης
Φώφη Θειόκα

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Κίνδυνοι ηλεκτροπληξίας - Προστασία	7
2. Αναλογικό πολύμετρο	9
3. Αντιστάτες - Αντίσταση.....	15
4. Γνωριμία με συνήθη εργαλεία ηλεκτρονικού.....	20
5. Γνωριμία με μικροϋλικά συναρμολόγησης	26
6. Μέτρηση συνεχούς τάσης και έντασης	31
7. Μέτρηση τάσεων και εντάσεων σε παθητικό κύκλωμα αντιστάσεων	35
8. Γεννήτρια - Παλμογράφος	39
9. Μετρήσεις ημιτονικών σημάτων με παλμογράφο	47
10. Μέτρηση διαφοράς φάσης ημιτονικών σημάτων.....	49
11. Ροοστάτες - Ποτενσιόμετρα - Μέτρηση αντίστασης εισόδου και εξόδου.....	52
12. Πυκνωτές - Χωρητικότητα - Μετρήσεις σε κυκλώματα RC.....	59
13. Εξαρτήματα σύνδεσης και διακοπής	66
14. Θερμίστορ - Βαρίστορ.....	77
15. Δίοδος ημιαγωγός	82
16. Κυκλώματα ανόρθωσης	89
17. Περιγραφή των σταδίων κατασκευής πλακέτας τυπωμένου κυκλώματος.....	96
18. Δίοδος Zener - Σταθεροποίηση	100
19. Αναγνώριση και δοκιμή διπολικού τρανζίστορ (BJT)	104
20. Πόλωση και διακοπτική λειτουργία τρανζίστορ.....	119
21. Ενισχυτής μιας βαθμίδας κοινού εκπομπού	124
22. Τρανζίστορ επιδράσεως πεδίου (FET).....	129
23. Πόλωση των FETs - Ενισχυτής κοινής πηγής με JFET	134
24. Διαδικασία ανίχνευσης βλάβης σε ενισχυτή	138
25. Το μονοεπαφικό τρανζίστορ (UJT).....	146
26. Ελεγχόμενος ανορθωτής πυριτίου (SCR), θυρίστορ	154
27. Αμφίδρομος ελεγχόμενος ανορθωτής πυριτίου (TRIAC) - Αμφίδρομος δίοδος διακόπτης AC (DIAC).....	160
28. Μετασχηματιστές - Πηνία	167
29. Καθοδικοί σωλήνες	174
30. Μικρόφωνα, μεγάφωνα, κεφαλές πικ-απ και μαγνητοφώνου	177
31. Δίοδοι μεταβλητής χωρητικότητας, κυκλώματα επιλογής συχνότητας (TUNERS)	184
32. Οπτοηλεκτρονικά στοιχεία.....	190

33. Αποκωδικοποιητές (decoders), ενδεικτές 7 τμημάτων (7 segment displays).....	202
34. Όργανα και εξαρτήματα ψηφιακού ελέγχου.....	206
35. Εξέταση ψηφιακών ολοκληρωμένων κυκλωμάτων τεχνολογίας TTL και CMOS (1).....	210
36. Εξέταση ψηφιακών ολοκληρωμένων κυκλωμάτων τεχνολογίας TTL και CMOS (2).....	218
37. Θόρυβος	224
38. Λυχνίες και ημιαγωγικά εξαρτήματα παραγωγής μικροκυμάτων	232
39. Εξαρτήματα μεταφοράς, διάδοσης και μετρήσεων μικροκυμάτων	237
Βιβλιογραφία.....	243

ΑΣΚΗΣΗ 1

ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΗΛΕΚΤΡΟΠΛΗΞΙΑΣ - ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ



ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ - ΣΚΟΠΟΙ

Γνώση των κινδύνων από ηλεκτροπληξία.
Γνώση των μέτρων προστασίας.
Προστασία συσκευών και κυκλωμάτων.
Γνωριμία με το εργαστήριο και τα συστήματα ασφαλείας του.



ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Η ηλεκτροπληξία προκαλείται από τη διέλευση ηλεκτρικού ρεύματος μέσα από το ανθρώπινο σώμα, όταν δύο σημεία του βρεθούν υπό τάση. Τα σημαντικότερα συμπτώματα της ηλεκτροπληξίας είναι:

- 1) Προσβολή της καρδιάς (π.χ. μαρμαρυγή των κοιλιών, συστολή μυοκαρδίου)
- 2) Προσβολή του αναπνευστικού συστήματος (ασφυξία)
- 3) Εγκαύματα λόγω παραγωγής θερμότητας.

Η ένταση των συμπτωμάτων εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως η ισχύς της πηγής, η διάρκεια της επαφής με την πηγή, η κατάσταση του δέρματος στα σημεία επαφής (σε υγρό δέρμα η αντίσταση μειώνεται μέχρι και μερικά $k\Omega$, ενώ σε ξηρό φθάνει τις εκατοντάδες ή χιλιάδες $k\Omega$) κ.α.

Για την αποφυγή ηλεκτροπληξίας ή την ελαχιστοποίηση των συμπτωμάτων ακόμη και σε περίπτωση έκθεσης σε τάση πρέπει να λαμβάνονται τα εξής γενικά μέτρα προστασίας:

- 1) Τα δάπεδα των εργαστηρίων να καλύπτονται με μονωτικά.
- 2) Να φοράμε στεγνά παπούτσια (και αν είναι δυνατόν μονωτικά).
- 3) Να εργαζόμαστε με στεγνά χέρια και σε χειρισμούς κυκλωμάτων ισχύος να χρησιμοποιούνται μονωτικά γάντια.

Στον πίνακα 1 δίνεται συνοπτική περιγραφή των αποτελεσμάτων ηλεκτροπληξίας για διάρκεια επαφής με το ρεύμα ενός δευτερολέπτου.

Σε περίπτωση ηλεκτροπληξίας είναι επικίνδυνο να βοηθήσει κανείς τον παθόντα να απομακρυνθεί από την πηγή πριν διακόψει την τροφοδοσία. Ετσι, πρέπει πρώτα να διακόπτεται η τροφοδοσία ηλεκτρικού ρεύματος από το διακόπτη και στη συνέχεια να παρέχονται οι πρώτες βοήθειες στον παθόντα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Ένταση ρεύματος (mA)	Αποτελέσματα ηλεκτροπληξίας για διάρκεια ροής 1 δευτερόλεπτο
< 1	Δεν είναι αντιληπτό
1 - 5	Ανώδυνη αίσθηση (π.χ. τσίμπημα)
10 - 25	Μυϊκή συστολή
50	Αίσθηση πόνου, πιθανότητα λιποθυμίας
100 - 400	Προσβολή καρδιάς (το αναπνευστικό δεν επηρεάζεται)
τάξης Ampere	Προσβολή καρδιάς, παροδική αναπνευστική παράλυση, εγκαύματα

Για την προστασία του προσωπικού από ηλεκτροπληξία αλλά και των συσκευών από βραχυκυκλώματα πρέπει να χρησιμοποιούνται τα εξής προστατευτικά μέτρα: 1) μονώσεις, 2) γειώσεις, 3) μετασχηματιστές απομόνωσης, 4) διακόπτες διαφυγής (τάσης ή έντασης).

Ειδικότερα για την προστασία των κυκλωμάτων χρησιμοποιούνται στοιχεία προστασίας από βραχυκυκλώματα που διακόπτουν το κύκλωμα αν το ρεύμα ξεπεράσει ένα όριο, έτσι ώστε να αποφευχθεί καταστροφή των συσκευών ή και πρόκληση πυρκαγιάς. Τέτοια στοιχεία προστασίας είναι οι ασφάλειες και οι αυτόματοι διακόπτες.



ΓΝΩΡΙΜΙΑ ΜΕ ΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

1. Να γίνει γνωριμία με τα μέτρα πυρασφάλειας και τα μέσα πυρόσβεσης του εργαστηρίου.
2. Να ενημερωθούν οι μαθητές για τα μέτρα προστασίας (μετασχηματιστές απομόνωσης κ.λ.π.) που εφαρμόζονται στο εργαστήριο.
3. Να γνωρίσουν οι μαθητές τους πάγκους εργασίας, τον κεντρικό έλεγχο τροφοδοσίας κάθε πάγκου και τις διάφορες παροχές που διαθέτει.
4. Να τεθούν σε λειτουργία τα τροφοδοτικά συνεχούς τάσης και να αναγνωριστούν οι ρυθμίσεις τάσης και μέγιστου ρεύματος εξόδου που διαθέτουν.
5. Να αναγνωριστούν οι ακροδέκτες εξόδου για μονοπολική και διπολική τροφοδοσία καθώς και τα αντίστοιχα ενδεικτικά όργανα.
6. Να αναγνωριστούν τα variac και να σημειωθούν οι περιοχές τιμών εναλλασσόμενης τάσης που παρέχουν.
7. Να αναγνωριστούν οι έξοδοι για σήμα ραδιοφώνου και τηλεόρασης (κεραία) που υπάρχουν.

ΑΣΚΗΣΗ 2

ΑΝΑΛΟΓΙΚΟ ΠΟΛΥΜΕΤΡΟ



ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ - ΣΚΟΠΟΙ

Αναγνώριση ενός αναλογικού πολυμέτρου.
Γνώση της λειτουργίας και της χρήσης του.
Ορθή ανάγνωση των κλιμάκων για σωστές μετρήσεις.
Γνώση βλαβών που εμφανίζεται.



ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Με τα πολύμετρα μπορούν να μετρηθούν συνεχείς και εναλλασσόμενες τάσεις, συνεχείς και εναλλασσόμενες εντάσεις ρεύματος και αντιστάσεις.

Κατηγορίες πολυμέτρων. Διακρίνονται τα απλά αναλογικά πολύμετρα, τα ηλεκτρονικά και τα ψηφιακά. Τα αναλογικά πολύμετρα απαιτούν τροφοδοσία μόνο για τη μέτρηση της αντίστασης, ενώ τα ηλεκτρονικά και τα ψηφιακά χρειάζονται τροφοδοσία για να λειτουργήσουν, επειδή περιλαμβάνουν εσωτερικά ηλεκτρονικά κυκλώματα.

Όλα τα πολύμετρα έχουν τα εξής βασικά μέρη: 1) Ένα διακόπτη επιλογής (ή δύο διακόπτες) για τη μέτρηση του αντίστοιχου μεγέθους. 2) Τις κλίμακες με το δείκτη. 3) Τους ακροδέκτες.

Ο διακόπτης επιλογής ρυθμίζει πιο μέγεθος θα μετρηθεί (τάση, ένταση, αντίσταση κ.λ.π.), διαθέτει όμως και θέσεις για την επιλογή της ελάχιστης και μέγιστης τιμής του μεγέθους που θα μετρηθεί.

Οι κλίμακες είναι σε μικροκυκλική μορφή και έχουν τους αριθμούς και τις υποδιαίρεσεις. Μπροστά από αυτές κινείται μια βελόνα. Για την αποφυγή σφάλματος στην ανάγνωση των μετρήσεων πολλές κλίμακες διαθέτουν παράλληλα με τις υποδιαίρεσεις μια μικρή λωρίδα καθρέπτη. Η μέτρηση είναι ακριβής, όταν το είδωλο της βελόνας στον καθρέπτη είναι ακριβώς πίσω από τη βελόνα και δεν φαίνεται.

Οι ακροδέκτες εισόδου είναι δυο, οι υποδοχές εισόδου όμως μπορεί να είναι πιο πολλές για τυχόν περισσότερες μετρήσεις. Οι ακροδέκτες έχουν συνήθως κόκκινο χρώμα και μαύρο χρώμα. Ο ένας (κόκκινος) συνδέεται στην υποδοχή (+) και ο άλλος συνδέεται στην υποδοχή (–) ή γη ή (COM).

Τα πλεονεκτήματα των ηλεκτρονικών-ψηφιακών πολυμέτρων είναι:

α) μεγάλη αντίσταση εισόδου,

β) μέτρηση τάσεων σε υψηλές συχνότητες,

γ) μεγάλη ευαισθησία,

δ) προστασία από υπερφορτίσεις.

Τα πολλαπλάσια και υποπολλαπλάσια των διαφόρων μονάδων μέτρησης έχουν ιδιαίτερα ονόματα και συμβολισμό που δίνεται στον πίνακα 1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

ΟΝΟΜΑ	ΣΥΜΒΟΛΟ	ΔΥΝΑΜΗ ΤΟΥ 10
Tera	T	10^{12}
Giga	G	10^9
Mega	M	10^6
Kilo	K	10^3
Hecto	h	10^2
Deca	da	10^1
Deci	d	10^{-1}
Centi	c	10^{-2}
Milli	m	10^{-3}
Micro	μ (ή u)	10^{-6}
Nano	n	10^{-9}
Pico	p	10^{-12}
Femto	f	10^{-15}
Atto	a	10^{-18}

Τα διάφορα όργανα με δείκτη έχουν συνήθως στην πλάκα του οργάνου σύμβολα που δίνουν τον τύπο του οργάνου. Μερικά από τα συνήθη σύμβολα δίνονται στον πίνακα 2 μαζί με τη σημασία τους.



















ΧΡΗΣΗ ΠΟΛΥΜΕΤΡΟΥ

Τα βασικά χαρακτηριστικά ενός απλού τυπικού αναλογικού πολυμέτρου φαίνονται στο σχήμα 1.

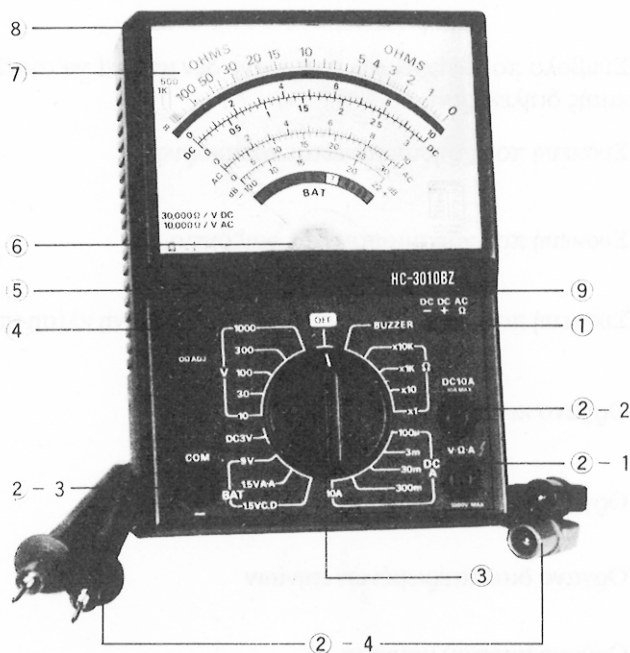
1. Διακόπτης επιλογής του προς μέτρηση μεγέθους. Δηλαδή συνεχής τάση και ένταση με ορθή (+) ή ανάστροφη πολικότητα (–), εναλλασσόμενη τάση και ένταση, αντίσταση.
- 2-1. Υποδοχή για τον έναν ακροδέκτη (κόκκινο), για μέτρηση τάσης, έντασης και αντίστασης.
- 2-2. Υποδοχή ακροδέκτη για μέτρηση συνεχούς ρεύματος (DC) μέχρι 10Α.
- 2-3. Κοινή υποδοχή για τη σύνδεση του ακροδέκτη αναφοράς (γείωση, μαύρου χρώματος)
- 2-4. Δύο ακροδέκτες (κόκκινος, μαύρος)
3. Διακόπτης επιλογής κλίμακας για τάση, ένταση, αντίσταση.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

	Συνεχές ρεύμα
	Εναλλασσόμενο ρεύμα
	Συνεχές και εναλλασσόμενο ρεύμα
	Ο αριθμός των ημιτονοειδών δείχνει τον αριθμό φάσεων
	Τάση δοκιμής 500 Volt
	Τάση δοκιμής μεγαλύτερη από 500 Volt (π.χ. 2 kV)
	Σύμβολο που δείχνει ότι το όργανο δεν μπορεί να αντέξει τάση δοκιμής διηλεκτρική
	Συσκευή που χρησιμοποιείται κατακόρυφα
	Συσκευή που χρησιμοποιείται οριζόντια
	Συσκευή που χρησιμοποιείται σε μια ορισμένη κλίση (π.χ. 60°)
	Όργανο κινητού πηνίου
	Όργανο κινητού πηνίου διαφορικό
	Όργανο διασταυρωμένων πηνίων
	Όργανο κινητού μαγνήτη
	Όργανο κινητού σιδήρου και μαγνήτη
	Διάταξη ρύθμισης του μηδενός
	Διάταξη ρύθμισης του μηδενός με σύμβολο που δείχνει ότι είναι επικίνδυνο να γίνει η ρύθμιση υπό τάση

4. Ρύθμιση του δείκτη στο "0" για τη μέτρηση αντιστάσεων (OHM), αφού βραχυκυκλωθούν οι ακροδέκτες.
5. Ρύθμιση μηδενός για μέτρηση τάσης ή έντασης.
6. Εσωτερικό πηνίο με πυρήνα που μετακινεί τη μεταλλική βελόνα.
7. Οι κλίμακες του οργάνου.
8. Πλαστικό περίβλημα.
9. Στήριγμα

ΠΡΟΣΟΧΗ: Για τη μέτρηση τάσης (βολτόμετρο) το όργανο συνδέεται πάντα *παράλληλα*. Για τη μέτρηση έντασης ρεύματος (αμπερόμετρο) το όργανο συνδέεται πάντα *σε σειρά* (καλύτερη ανάλυση στην άσκηση 6).



Σχήμα 1. Τυπικό αναλογικό πολύμετρο.



ΒΑΑΒΕΣ

Συχνή βλάβη είναι η καταστροφή αντιστάσεων του οργάνου από την κακή επιλογή θέσεων του διακόπτη ή λανθασμένη συνδεσμολογία, ιδιαίτερα από τη σύνδεση αμπερομέτρου παράλληλα.

Το σχηματικό διάγραμμα του οργάνου (σχήμα 2) μας δείχνει το κύκλωμα του πολυμέτρου και τα υλικά από τα οποία αποτελείται και είναι απαραίτητο για οποιαδήποτε επισκευή. Οι προδιαγραφές του (πίνακας 3) βοηθούν στη σωστή επιλογή οργάνου σύμφωνα με τις ανάγκες μας.

IIIINAKΑΣ 3**SPECIFICATIONS****Electrical Specifications**

AC/DC VOLTS	
Ranges	: DC 3, DC/AC 10, 30, 100, 300, 1000V.
Sensitivity DC	: 30,000 ohms per volt DC.
AC	: 10,000 ohms per volt AC.
Rated Accuracy	: Within $\pm 3\%$ DC and $\pm 4\%$ AC of full scale on all ranges.
Indication	: Full wave average responding; calibrated in RMS for sinusoidal waveforms.
Frequency Response:	Rated accuracy to 50,000 Hz on all ranges through 10V; to 1 KHz on 30V & 300V range.
DC CURRENT	
Ranges	: 100 μ , 3m, 30m, 300m. 10A on sepearate jack.
Potential Drop	: 0.3V on all ranges.
Rated Accuracy	: Within $\pm 3\%$ full scale, all ranges.
Battery Tester	: Working fine current (mA).
	1.5V A.A: 27mA.
	1.5V C.D: 300mA.
	9V : 27mA.

DC RESISTANCE

Ranges	: R \times 1 0-1000 ohm (10 ohm center) R \times 10 0-10,000 ohm (100 ohm center) R \times 1K 0-1M ohm (10K ohm center) R \times 10K 0-10M ohm (100K ohm center)
Accuracy	: $\pm 3^\circ$ arc. Max. Voltage or Current Delivered R \times 1, 150mA short circuit, 1.5V open circuit R \times 10, 15mA short circuit, 1.5V open circuit R \times 1K, 150 μ A short circuit, 1.5V open circuit R \times 10K, 90 μ A short circuit, 9V open circuit
DB Ranges	: -10 DB TO +22DB ON 10V AC range 0DB to +32DB on 30V AC range. +10DB to +42DB on 100V range. +20DB to +52DB on 300V AC range +30DB to +62DB on 1000V AC range. Zero DB referenced to 1 milliwatt at 600 ohms.
General Features	
Front Panel Controls:	Range-Function Switch, Ohms Adjust, Polarity Reverse Switch, T R checker.
Movement	: jewelled-pivots-90° arc, 25 μ A F.S.
Dial Arcs	: One arc for ohms, Two arcs for DC, Two arcs for AC, One arc for db, One arc for Battery check
Scale Length	: 102M/M(4 inches).
Lead Reversal	: Polarity Reverse Switch; on DC and ohms ranges.
Operating Position	: Horizontal or vertical; rubber feet to prevent slipping on moderate slopes
OFF position	: The instrument is provided with "OFF" position where the range switch should be set when not in use or during transit the meter should be damped to prevent damage to the movement.
Battery	: 2 \times 1.5V AA pencil and 9V battery.

ΑΣΚΗΣΗ 3

ΑΝΤΙΣΤΑΤΕΣ - ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ



ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ - ΣΚΟΠΟΙ

Αναγνώριση αντιστατών.
 Συμβολισμός αντιστατών.
 Ανάγνωση κώδικα αντιστάσεων.
 Μέτρηση αντιστάσεων με πολύμετρο.
 Δοκιμές αντιστατών.



ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Ηλεκτρική αντίσταση (resistance) ονομάζεται η ιδιότητα που παρουσιάζουν τα σώματα να εμποδίζουν τη διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος. Μονάδα μέτρησης της αντίστασης είναι το Ω μ (σύμβολο Ω).

Οι αντιστάτες (resistors) χρησιμοποιούνται στα ηλεκτρονικά κυκλώματα για τη μείωση γενικά του ρεύματος και κατασκευάζονται από διάφορα υλικά και σε διαφορετικές μορφές ανάλογα με την εφαρμογή. Συνηθέστεροι τύποι αντιστατών είναι οι αντιστάτες άνθρακος (γραφίτη) και σύρματος.

Οι αντιστάτες κατατάσσονται σε τρεις βασικές κατηγορίες:

- 1) Σταθεροί αντιστάτες με ωμική αντίσταση αμετάβλητη
- 2) Μεταβλητοί αντιστάτες με ρυθμιζόμενη εξωτερικά (μηχανικά) αντίσταση
- 3) Ρυθμιστικοί αντιστάτες με ωμική αντίσταση που εξαρτάται από τις συνθήκες λειτουργίας τους.

Στη συνέχεια θα εξεταστούν οι σταθεροί αντιστάτες. Στις εικόνες 1 και 2 δίνονται οι συνήθεις μορφές αντιστατών άνθρακος και σύρματος.

Αντιστάτες άνθρακος: Οι αντιστάτες άνθρακος κατασκευάζονται για σχετικά μικρή ισχύ ($0.25\text{W} - 3\text{W}$) και οι τιμές τους είναι από μερικά δέκατα του Ω μ μέχρι περίπου $50\text{M}\Omega$. Η τιμή αντίστασης αναγράφεται πάνω στο εξάρτημα είτε με αριθμούς είτε με ειδικά χρώματα, όπως περιγράφεται στον κώδικα χρωμάτων του πίνακα 1 και στο παράδειγμα του σχήματος 1. Εμφανίζονται συνήθως 4 έγχρωμες λωρίδες $\alpha, \beta, \gamma, \delta$, όπως φαίνεται στο σχήμα 1.

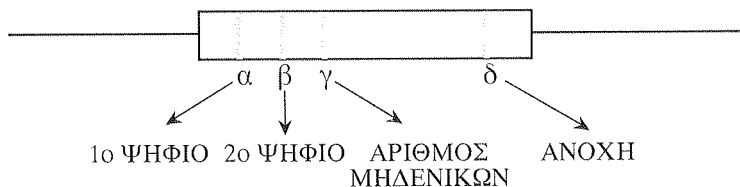
Η τιμή της αντίστασης είναι $R = (10\alpha + \beta) \cdot 10^\gamma$, ενώ η ανοχή της καθορίζεται από το δ .

Η ακρίβεια της τιμής κάθε αντίστασης κυμαίνεται σε κάποια όρια που καθορίζονται από την ανοχή και αναγράφονται επίσης πάνω στο εξάρτημα είτε με αριθμούς είτε με ειδικά χρώματα. Οι συνήθεις ανοχές είναι $\pm 10\%$, $\pm 5\%$, $\pm 2\%$ ή $\pm 1\%$. Για να γίνει κατανοητή η έννοια της ανοχής αναφέρεται ένα απλό παράδειγμα: αντίσταση $100\ \Omega$ με ανοχή $\pm 5\%$ σημαίνει ότι η πραγματική της τιμή μπορεί να είναι από 95 μέχρι $105\ \Omega$. Οι καλύτεροι ποιοτικά αντιστάτες είναι εκείνοι με ανοχή 1% ή 0.5% . Στη συνήθη σειρά αντιστατών του εμπορίου με ανοχή 5% υπάρχουν οι εξής ονομαστικές τιμές αντίστασης: $1.0, 1.2, 1.5, 1.8, 2.2, 2.7, 3.3, 3.9, 4.7, 5.6, 6.8, 8.2\ \Omega$, καθώς και όλες οι πολλαπλάσιες τιμές (π.χ. $33\ \text{k}\Omega, 5.6\ \text{k}\Omega$). Στις σειρές αντιστατών με ανοχή 2% ή 1% διατίθενται και άλλες τιμές, θα πρέπει όμως να σημειωθεί ότι η τιμή της αντίστασης δίνεται με τέσσερεις έγχρωμες λωρίδες και με επιπλέον λωρίδα για την ανοχή ή και το συντελεστή θερμοκρασιακής μεταβολής.

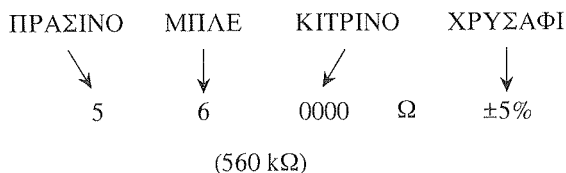
ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Κώδικας χρωμάτων αντιστάσεων

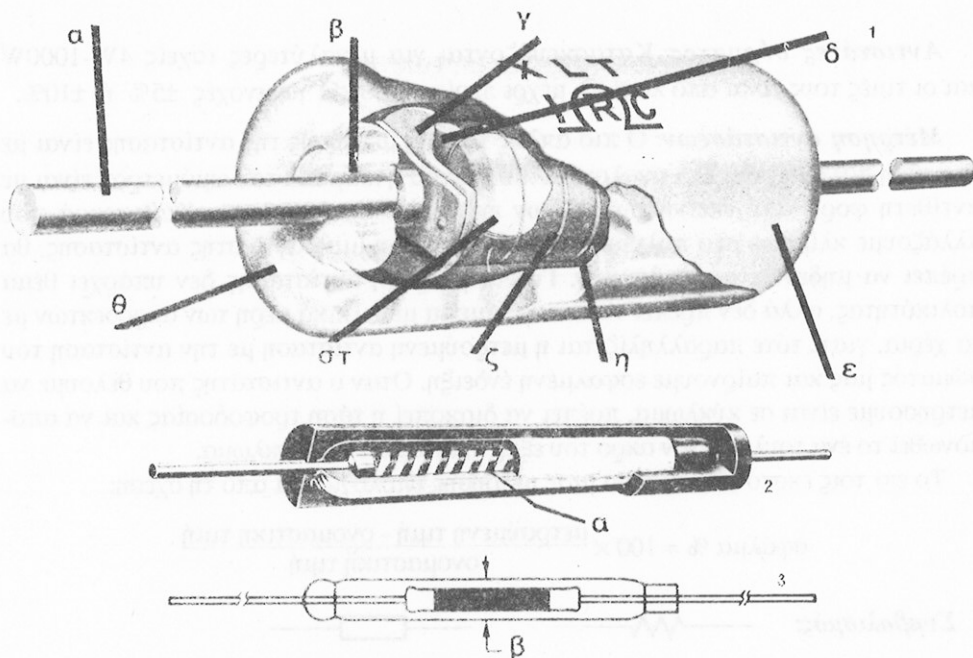
0	μαύρο
1	καφέ
2	κόκκινο
3	πορτοκαλί
4	κίτρινο
5	πράσινο
6	μπλέ
7	μώβ
8	γκρί
9	άσπρο
$\pm 5\%$ ανοχή	χρυσάφι
$\pm 10\%$ ανοχή	ασημί



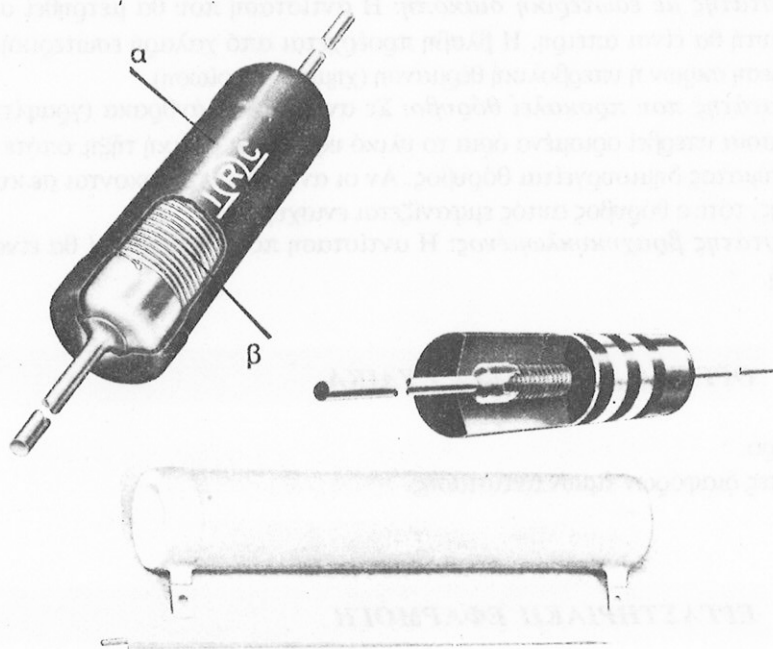
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ:



Σχήμα 1. Χρωματικός κώδικας αντιστάτη άνθρακος.



Εικόνα 1. [1] Αντιστάτης ταινίας γραφίτη: α) ακροδέκτες, β) γυαλί ασφαλείας, γ) ακροδέκτες, δ) συνδετικό υλικό, ε) γυάλινο περίβλημα, στ) κεραμικός κύλινδρος, ζ) ελικοειδής αντάκωση, η) ταινία άνθρακος, θ) μονωτικό περίβλημα. [2]-[3] Αντιστάτες άνθρακα: α) μείγμα μέσα στις αντακώσεις, β) μείγμα σε μορφή ράβδου.



Εικόνα 2. Αντιστάτες σύρματος: α) επίστρωση από σιλικόνη, β) σύρμα.

Αντιστάτες σώματος: Κατασκευάζονται για μεγαλύτερες ισχείς 4W-1000W και οι τιμές τους είναι από λίγα Ω μέχρι περίπου 50 k Ω με ανοχές $\pm 5\%$ ή $\pm 10\%$.

Μέτρηση αντιστάσεων: Ο πιο απλός τρόπος μέτρησης της αντίστασης είναι με τη χρήση πολυμέτρου. Στα αναλογικά πολύμετρα η κλίμακα του ωμόμετρου είναι με αντίθετη φορά από εκείνη των άλλων ενδείξεων του οργάνου. Κάθε φορά που αλλάζουμε κλίμακα στο πολύμετρο για τη μέτρηση μιας άγνωστης αντίστασης, θα πρέπει να μηδενίζεται το όργανο. Για τη μέτρηση αντίστασης δεν υπάρχει θέμα πολικότητας, αλλά δεν πρέπει να ακουμπάμε τα μεταλλικά μέρη των ακροδεκτών με τα χέρια, γιατί τότε παραλληλίζεται η μετρούμενη αντίσταση με την αντίσταση του σώματος μας και παίρνουμε εσφαλμένη ένδειξη. Όταν ο αντιστάτης που θέλουμε να μετρήσουμε είναι σε κύκλωμα, πρέπει να διακοπεί η τάση τροφοδοσίας και να απομωθεί το ένα τουλάχιστον άκρο του εξαρτήματος από το κύκλωμα.

Το επί τοις εκατό (%) σφάλμα μιας μέτρησης υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\text{σφάλμα } \% = 100 \times \frac{\text{μετρούμενη τιμή} - \text{ονομαστική τιμή}}{\text{ονομαστική τιμή}}$$

Συμβολισμός:



ΒΛΑΒΕΣ

Αντιστάτης με εσωτερική διακοπή: Η αντίσταση που θα μετρηθεί στην περίπτωση αυτή θα είναι άπειρη. Η βλάβη προέρχεται από χαλαρή εσωτερική σύνδεση, αποσύνδεση άκρων ή υπερβολική θέρμανση (χημική αλλοίωση).

Αντιστάτης που προκαλεί θόρυβο: Σε αντιστάσεις άνθρακα (γραφίτη) όταν η θερμοκρασία υπερβεί ορισμένα όρια το υλικό υφίσταται μερική τήξη, οπότε με τη διέλευση ρεύματος δημιουργείται θόρυβος. Αν οι αντιστάτες βρίσκονται σε κυκλώματα ενίσχυσης, τότε ο θόρυβος αυτός εμφανίζεται ενισχυμένος.

Αντιστάτης βραχυκυκλωμένος: Η αντίσταση που θα μετρηθεί θα είναι σχεδόν μηδενική.



ΟΡΓΑΝΑ - ΕΡΓΑΛΕΙΑ - ΥΛΙΚΑ

Πολύμετρο.

Αντιστάτες διαφόρων τιμών αντίστασης.

Raster.



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

1. Να τοποθετηθεί ο διακόπτης του πολυμέτρου στη θέση Ω .
2. Να τοποθετηθεί ο επιλογέας του πολυμέτρου στη μεγαλύτερη κλίμακα των Ohm.