



ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΟΥ ΤΕΧΝΙΚΟΥ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΑΙ ΑΣΚΗΣΕΙΣ
ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ



1954

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ
ΧΡΥΣΟΥΝ ΜΕΤΑΛΛΙΟΝ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ

ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΟΥ ΤΕΧΝΙΚΟΥ

- 1.— *Μαθηματικά Α', Β'*
- 2.— *Χημεία*
- 3.— *'Εφαρμοσμένη 'Ηλεκτροχημεία*
- 4.— *Μηχανική Α', Β'*
- 5.— *Ραδιοτεχνία Α', Β'*
- 6.— *Είσαγωγή στην τεχνική τῆς Τηλεφωνίας*
- 7.— *Τεχνολογία Μηχανουργικῶν Μετρήσεων*
- 8.— *Μηχανολογικὸν Σχέδιον*
- 9.— *Κινητήριαι Μηχαναὶ Α', Β', Γ'*
- 10.— *Στοιχεῖα Μήχανῶν*
- 11.— *Τεχνολογία Συγκαλλήσεων*
- 12.— *'Ηλεκτρολογία Α', Β', Γ'*
- 13.— *'Ηλεκτρικαὶ Μηχαναὶ Α', Β'*
- 14.— *'Εργαστηριακαὶ 'Ασκήσεις 'Ηλεκτρολογίας*
- 15.— *Γενικὴ Δομικὴ Α', Β', Γ'*
- 16.— *Οἰκοδομικὴ Α', Β', Γ', Δ'*
- 17.— *Οἰκοδομικαὶ Σχεδιάσεις*
- 18.— *Σχεδιάσεις Τεχνικῶν Ἔργων*
- 19.— *Τοπογραφία*
- 20.— *Λομικὰ Ὑλικά Α', Β'*

Ὁ Εὐγένιος Εὐγενίδης, ἰδρυτὴς καὶ χορηγὸς τοῦ «Ἰδρύματος Εὐγενίδου» προεΐδεν ἐνωρίτατα καὶ ἐσχημάτισε τὴν βαθεῖαν πεποιθήσιν, ὅτι ἀναγκαῖον παράγοντα διὰ τὴν πρόοδον τοῦ ἔθνους θὰ ἀπετέλει ἡ ἀρτία κατάρτισις τῶν τεχνικῶν μας ἐν συνδυασμῶι πρὸς τὴν ἠθικὴν ἀγωγὴν αὐτῶν.

Τὴν πεποίθησίν του αὐτὴν τὴν μετέτρεψεν εἰς γενναιοφρονα πρᾶξιν ἐδεργείας, ὅταν ἐκληροδότησε σεβαστὸν ποσὸν διὰ τὴν σύστασιν Ἰδρύματος, ποῦ θὰ εἶχε σκοπὸν νὰ συμβάλῃ εἰς τὴν τεχνικὴν ἐκπαίδευσιν τῶν νέων τῆς Ἑλλάδος.

Διὰ τοῦ Β. Διατάγματος τῆς 10ης Φεβρουαρίου 1956, συνεστήθη τὸ Ἰδρυμα Εὐγενίδου καὶ κατὰ τὴν ἐπιθυμίαν τοῦ διαθέτου ἐτέθη ὑπὸ τὴν διοίκησιν τῆς ἀδελφῆς του Κυρίας Μαρ. Σίμου. Ἀπὸ τὴν στιγμὴν ἐκείνην ἤρχισαν πραγματοποιούμενοι οἱ σκοποὶ ποῦ ὠραματίσθη ὁ Εὐγένιος Εὐγενίδης καὶ συγχρόνως ἡ πλήρωσις μιᾶς ἀπὸ τὰς βασικωτέρας ἀνάγκας τοῦ ἐθνικοῦ μας βίου.

* * *

Κατὰ τὴν κλιμάκωσιν τῶν σκοπῶν του, τὸ Ἰδρυμα προέταξε τὴν ἐκδοσιν τεχνικῶν βιβλίων τόσον διὰ λόγους θεωρητικὸς ὅσον καὶ πρακτικῶς. Ἐκρίθη, πράγματι, ὅτι ἀπετέλει πρωταρχικὴν ἀνάγκην ὁ ἐφοδιασμὸς τῶν μαθητῶν μὲ σειρὰς βιβλίων, αἱ ὁποῖαι θὰ ἔθετον ὀρθὰ θεμέλια εἰς τὴν παιδείαν των καὶ αἱ ὁποῖαι θὰ ἀπετέλουσαν συγχρόνως πολύτιμον βιβλιοθήκην διὰ κάθε τεχνικόν.

Τὸ ὅλον ἔργον ἤρχισε μὲ τὴν ὑποστήριξιν τοῦ Ὑπουργείου Βιομηχανίας, τότε ἀρμοδίου διὰ τὴν τεχνικὴν ἐκπαίδευσιν, καὶ συνεχίζεται ἤδη μὲ τὴν ἔγκρισιν καὶ τὴν συνεργασίαν τοῦ Ὑπουργείου Ἐθνικῆς Παιδείας, βάσει τοῦ Νομοθετικοῦ Διατάγματος 3970/1959.

Αἱ ἐκδόσεις τοῦ Ἰδρύματος διαιροῦνται εἰς τὰς ἀκολουθοῦσας βασικὰς σειρὰς, αἱ ὁποῖαι φέρουν τοὺς τίτλους:

«Βιβλιοθήκη τοῦ Τεχνίτη», «Βιβλιοθήκη τοῦ Τεχνικοῦ», «Βιβλιοθήκη τοῦ Τεχνικοῦ βόηθοῦ Χημικοῦ», «Τεχνικὴ Βιβλιοθήκη».

Ἐξ αὐτῶν ἡ πρώτη περιλαμβάνει τὰ βιβλία τῶν Σχολῶν Τεχνιτῶν,

ή δευτέρα τὰ βιβλία τῶν Μέσων Τεχνικῶν Σχολῶν, ή τρίτη τῶν Σχολῶν Τεχνικῶν βοηθῶν Χημικῶν, ή τετάρτη τὰ βιβλία τὰ προοριζόμενα διὰ τὰς ἀνωτέρας Τεχνικᾶς Σχολᾶς (ΚΑΤΕ, ΣΕΛΕΤΕ, Σχολαί Ὑπομηχανικῶν). Παραλλήλως, ἀπό τοῦ 1966 τὸ Ἴδρυμα ἀνέλαβε καί τὴν ἐκδοσιν βιβλίων διὰ τὰς Δημοσίας Σχολᾶς Ε.Ν.

Αἱ σειραὶ αὗται θὰ ἐμπλουτισθοῦν καί μὲ βιβλία εὐρύτερου τεχνικοῦ ἐνδιαφέροντος χρήσιμα κατὰ τὴν ἄσκησιν τοῦ ἐπαγγέλματος.

* * *

Οἱ συγγραφεῖς καί ἡ Ἐπιτροπὴ Ἐκδόσεων τοῦ Ἰδρύματος καταβάλλουν κάθε προσπάθειαν, ὥστε τὰ βιβλία νὰ εἶναι ἐπιστημονικῶς ἄρτια ἀλλὰ καί προσηρμοσμένα εἰς τὰς ἀνάγκας καί τὰς δυνατότητας τῶν μαθητῶν. Δι' αὐτὸ καί τὰ βιβλία αὐτὰ ἔχουν γραφῆ εἰς ἀπλὴν γλῶσσαν καί ἀνάλογον πρὸς τὴν στάθμην τῆς ἐκπαιδευσεως δι' ἣν προορίζεται ἐκάστη σειρά τῶν βιβλίων. Ἡ τιμὴ των ὠρίσθη τόσον χαμηλή, ὥστε νὰ εἶναι προσιτὰ καί εἰς τοὺς ἀπόρους μαθητάς.

Οὕτω προσφέρονται εἰς τὸ εὐρὸ κοινὸν τῶν καθηγητῶν καί τῶν μαθητῶν τῆς τεχνικῆς μας παιδείας αἱ ἐκδόσεις τοῦ Ἰδρύματος, τῶν ὁποίων ἡ συμβολὴ εἰς τὴν πραγματοποιήσιν τοῦ σκοποῦ τοῦ Εὐγενίου Εὐγενίδου ἐλπίζεται νὰ εἶναι μεγάλη.

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Ἀλέξανδρος Ι. Παπᾶς, Ὁμ. Καθηγητῆς ΕΜΠ, Πρόεδρος
Χρυσόστομος Φ. Καβουνίδης, Διπλ.-Μηχ.-Ἡλ. ΕΜΠ, Ἀντιπρόεδρος
Μιχαὴλ Γ. Ἀγγελόπουλος, Τακτικὸς Καθηγητῆς ΕΜΠ
Θεόδωρος Α. Κουζέλης, Διπλ. Μηχ.-Ἡλ.-Ἐπιθ. Ἐπαγγ. Ἐκπ. Ὑπ. Παιδείας
Ἐπιστημ. Σύμβουλος, Γ. Ρουσσὸς Χημ.-Μηχ. ΕΜΠ
Σύμβουλος ἐπὶ τῶν ἐκδόσεων τοῦ Ἰδρύματος, Κ. Α. Μανῶφης Μον. Ἐπικ.
Καθηγητῆς Παν/μίου Ἀθηνῶν
Γραμματεὺς, Δ. Π. Μεγαρίτης

Διατελέσαντα μέλη ἢ σύμβουλοι τῆς Ἐπιτροπῆς

Γεώργιος Κακριδῆς † (1955-1959) Καθηγητῆς ΕΜΠ, Ἀγγελὸς Καλογεράς † (1957-1970) Καθηγητῆς ΕΜΠ, Δημήτριος Νιάνιαις (1957-1965) Καθηγητῆς ΕΜΠ, Μιχαὴλ Σπετσιέρης (1956-1959), Νικόλαος Βασιώτης (1960-1967)

Ι Δ Ρ Υ Μ Α Ε Υ Γ Ε Ν Ι Δ Ο Υ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΟΥ ΤΕΧΝΙΚΟΥ

Σ. ΚΟΝΤΟΡΑΒΔΗ
ΔΙΕΥΘΥΝΤΟΥ ΜΕΣΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗΣ
ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΥ - ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ Μ.Σ.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΑΙ ΑΣΚΗΣΕΙΣ
ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

ΑΘΗΝΑΙ
1973



Π Ρ Ο Λ Ο Γ Ο Σ

Εἰς τὰς Τεχνικὰς Σχολὰς αἱ Πρακτικαὶ ἀσκήσεις ἀποτελοῦν βασικὸν τμήμα τῆς ἐκπαιδεύσεως τῶν μαθητῶν.

Αἱ Τεχνικαὶ Σχολαί, ἐκτὸς τοῦ ὅτι πρέπει νὰ ἔχουν ἠλεκτρολογικὰ ἐργαστήρια ἐφωδισμένα διὰ τῶν ἀπαραιτήτων ὀργάνων, μηχανημάτων καὶ συσκευῶν, πρέπει ἐπίσης νὰ φροντίζουν καὶ διὰ τὴν ὀρθὴν χρῆσιν ὄλων αὐτῶν ὑπὸ τῶν μαθητῶν.

Εἰς τὸ ἐργαστήριον δίδεται ἡ εὐκαιρία εἰς τὸν μαθητὴν, διὰ τῆς πραγματοποιήσεως πρακτικῶν ἀσκήσεων καὶ ἐφαρμογῶν, νὰ ἐμπεδώσῃ τὰς θεωρητικὰς του γνώσεις καὶ νὰ μεταφέρῃ εἰς τὴν πράξιν, ὅσα ἐδιδάχθη ἐκ τοῦ βιβλίου.

Ἡ σειρά τῶν ἀσκήσεων, τὴν ὁποίαν περιλαμβάνει τὸ μετὰ χεῖρας βιβλίον, ἀποβλέπει εἰς τὴν ἐπίτευξιν τοῦ προαναφερθέντος σκοποῦ.

Αἱ ἀσκήσεις ἐγράφησαν ἐπὶ τῇ βάσει τοῦ ἰσχύοντος προγράμματος διὰ τὰς Σχολὰς τεχνικῶν Βοηθῶν Ἐργοδηγῶν Ἠλεκτρικῶν Ἐγκαταστάσεων. Ἐν τούτοις ὁμοῦ δὲ διδάσκων ἔχει τὴν δυνατότητα, ἂν προβῇ εἰς κατάλληλον ἐπιλογὴν καὶ προσαρμογὴν, νὰ διδάξῃ τὰς περισσοτέρας τῶν ἀσκήσεων τούτων καὶ εἰς τοὺς μαθητὰς τῶν Κατωτέρων Σχολῶν Ἠλεκτροτεχνιῶν.

Τὸ περιεχόμενον τοῦ βιβλίου τούτου, προῖον μακρᾶς ἐργασίας καὶ διδασκαλίας εἰς τοὺς μαθητὰς τῶν ἀνωτέρω Σχολῶν, ἐλπίζομεν νὰ ἀποβῇ χρήσιμον βοήθημα εἰς χεῖρας τῶν διδασκόντων καὶ διδασκομένων.

Πρὸς τὸ Ἴδρυμα Εὐγενίδου ἐκφράζομεν τὰς εὐχαριστίας μας, τὸσον διὰ τὴν εἰς ἡμᾶς ἀνάθεσιν τῆς συγγραφῆς τῶν ἀσκήσεων τούτων, ὅσον καὶ διὰ τὴν ἐν γένει βοήθειαν πρὸς πληρεστέραν, ἀπὸ πάσης ἀπόψεως, ἐμφάνισιν τῆς παρούσης ἐκδόσεως.

Ὁ συγγραφεὺς

ΠΙΝΑΞ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

	Σελίς
Ὁδηγίαι διὰ τὴν διεξαγωγὴν τῶν Ἀσκήσεων	1
Ἀσκησις 1. Μέτρησις τάσεως	5
Ἔργασία	6
Ἀσκησις 2. Μέτρησις ἐντάσεως ρεύματος	8
Ἔργασία	9
Ἀσκησις 3. Μέτρησις ἀντιστάσεων. Κώδιξ χρωμάτων ραδιοτεχνικῶν ἀντιστάσεων.	12
Ἔργασία	15
Ἀσκησις 4. Ἡλεκτρολογικὰ ἐξαρτήματα καὶ σύμβολα	17
Ἔργασία	17
Ἀσκησις 5. Ραδιοτεχνικὰ ἐξαρτήματα καὶ σύμβολα	21
Ἔργασία	21
Ἀσκησις 6. Ἡλεκτρικὸν κύκλωμα. Νόμος τοῦ Ohm	25
Ἔργασία	27
Ἀσκησις 7. Ἡλεκτρικὸν κολλητήρι	30
I. Ἀπλοῦν ἠλεκτρικὸν κολλητήρι	31
II. Αὐτόματον ἠλεκτρικὸν κολλητήρι	32
Ἔργασία	34
Ἀσκησις 8. Ἡλεκτρικὸν κύκλωμα. Συνδεσμολογία ἐν σειρᾷ	36
Ἔργασία	36
Ἀσκησις 9. Ἡλεκτρικὸν κύκλωμα. Συνδεσμολογία ἐν παραλλήλω	40
Ἔργασία	40
Ἀσκησις 10. Ἡλεκτρικὸν κύκλωμα. Μικτὴ συνδεσμολογία	44
Ἔργασία	44
Ἀσκησις 11. Προσδιορισμὸς τῆς τιμῆς ἀντιστάσεως ἐκ τοῦ νόμου τοῦ Ohm	48
Ἔργασία	50
Ἀσκησις 12. Μέτρησις ἀντιστάσεων	53
A. Διὰ τῆς μεθόδου τῆς συγκρίσεως	53
B. Διὰ τῆς χρήσεως Γεφύρας	53
Ἔργασία	54
Ἀσκησις 13. Συνδεσμολογίαι ἠλεκτρικῶν πηγῶν. Μέτρησις ΗΕΔ	57
Ἔργασία	60
Ἀσκησις 14. Ὑπολογισμὸς καὶ κατασκευὴ προστατευτικῆς ἀντιστάσεως	63
Ἔργασία	66
Ἀσκησις 15. Μεταβολὴ ἀντιστάσεως μετὰ τῆς θερμοκρασίας	68

	Σελίς
Έργασία	70
*Άσκησις 16. Κανόνες Κίρχωφ. Πτώσις τάσεως	72
Έργασία	74
*Άσκησις 17. Διαιρέτης τάσεως. Ποτανσιόμετρον	77
Έργασία	81
*Άσκησις 18. Κυκλώματα διαιρετών τάσεων	83
Έργασία	84
*Άσκησις 19. Διαιρέτης ρεύματος	87
Έργασία	90
*Άσκησις 20. Προσαρμογή πηγής πρὸς τὸ φορτίον τὸ ὅποιον τροφο- δοτεῖ	92
Έργασία	100
*Άσκησις 21. Ἴσχυς - Ἐνέργεια - Βαθμὸς ἀποδόσεως. Νόμος τοῦ Joule	103
Έργασία	105
*Άσκησις 22. Ἀμπερόμετρα. Πολλαπλασιασμὸς κλίμακος	108
Έργασία	113
*Άσκησις 23. Βολτόμετρα. Πολλαπλασιασμὸς κλίμακος	115
Έργασία	118
*Άσκησις 24. Ὠμόμετρα. Ὑπολογισμὸς κλίμακος	120
Έργασία	124
*Άσκησις 25. Πολύμετρα	126
Έργασία	129
*Άσκησις 26. Ἡλεκτρονικὰ βολτόμετρα	132
Έργασία	134
*Άσκησις 27. Γέφυρα Γουίτστον (Wheatstone)	136
Έργασία	137
*Άσκησις 28. Αὐτεπαγωγή πηνίου. Μεταβολὴ τῆς αὐτεπαγωγικῆς ἀν- τιστάσεως μετὰ τῆς συχνότητος	140
Έργασία	142
*Άσκησις 29. Πηνίον καὶ ἀντίστασις ἐν σειρᾷ	144
Έργασία	147
*Άσκησις 30. Ἡλεκτρομαγνητικὴ ἔπαγωγή καὶ ἀμοιβαία ἔπαγωγή	149
Έργασία	150
*Άσκησις 31. Μετασχηματιστὰι	152
Έργασία	155
*Άσκησις 32. Αὐτεπαγωγαὶ (πηνία) ἐν σειρᾷ καὶ ἐν παραλλήλῳ	158
Έργασία	159
*Άσκησις 33. Χωρητικότης πυκνωτοῦ. Μεταβολὴ τῆς χωρητικῆς ἀντι- στάσεως μετὰ τὴν συχνότητα	161
Έργασία	163
*Άσκησις 34. Πυκνωτὴς καὶ ἀντίστασις ἐν σειρᾷ	165

	Σελίς
Έργασία	167
*Άσκησις 35. Χωρητικότητες (πυκνωταί) έν παραλλήλω και έν σειρά	169
Έργασία	171
*Άσκησις 36. Κύκλωμα αντίστασεως πηνίου και πυκνωτοῦ έν σειρά	174
Έργασία	177
*Άσκησις 37. Συντονισμός κυκλώματος RLC έν σειρά	180
Έργασία	183
*Άσκησις 38. Συντονισμός κυκλώματος RLC έν παραλλήλω	185
Έργασία	187
*Άσκησις 39. Ίσχύς εις τὸ έναλλασσόμενον ρεύμα	190
Έργασία	192
*Άσκησις 40. Βατόμετρα	195
Έργασία	197
*Άσκησις 41. Μετρηταί ήλεκτρικῆς ένεργείας	199
Έργασία	201
*Άσκησις 42. Βελτίωσις τοῦ συντελεστοῦ ισχύος (συνφ)	202
Έργασία	204
*Άσκησις 43. Παλμογράφος	205
Έργασία	210
*Άσκησις 44. Άντιστάσεις θερμίστορ	213
Έργασία	216

ΟΔΗΓΙΑΙ ΔΙΑ ΤΗΝ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗΝ ΤΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

Σκοπὸς τῶν Ἐργαστηριακῶν Ἀσκήσεων εἶναι ἡ πειραματικὴ ἐπαλήθευσις τῆς θεωρίας, ἡ ἀπόκτησις τεχνικῆς πείρας, τόσον εἰς τὴν χρῆσιν τῶν ποικίλων ὀργάνων, ὅσον καὶ εἰς τὴν συνδεσμολογίαν κυκλωμάτων, καθὼς καὶ ἡ δημιουργία τεχνικῆς συνειδήσεως, διὰ τὴν κατανόησιν καὶ λύσιν διαφόρων σχετικῶν προβλημάτων.

Διὰ τὴν καλὴν ἐκτέλεσιν τῶν ἀσκήσεων ἀπαιτεῖται ἡ μελέτη τοῦ θεωρητικοῦ μέρους αὐτῶν βάσει τῶν σχετικῶν παραπομπῶν, αἱ ὁποῖαι παρέχονται εἰς τὸ τέλος κάθε ἀσκήσεως. Εἶναι ἀπαραίτητον ὁ μαθητὴς νὰ ἔχη ἐκ τῶν προτέρων κατανόησει τὸ θέμα, τὸ ὁποῖον πραγματεύεται ἡ ὑπὸ ἐκτέλεσιν ἀσκήσις, διότι, ἐφ' ὅσον τὸ θέμα εἶναι πλήρως γνωστόν, ἡ διεξαγωγή τῆς ἀσκήσεως πραγματοποιεῖται ἀνέτως καὶ αἱ θεωρητικαὶ ἐρωτήσεις, αἱ ὁποῖαι ὑποβάλλονται εἰς τὸ τέλος τῆς ἀσκήσεως, εἶναι δυνατὸν νὰ τύχουν ὀρθῆς ἀπαντήσεως.

Ἐπίσης ὁ ἀσκούμενος μαθητὴς πρέπει νὰ γνωρίζῃ τὴν ὀρθὴν χρῆσιν τῶν ὀργάνων μετρήσεως καὶ ἐλέγχου, τὰ ὁποῖα θὰ χρησιμοποιήσῃ. Ἡ ἐσωτερικὴ κατασκευὴ καὶ ἡ λειτουργία τούτων ἐξηγοῦνται μετὰ λεπτομερειῶν εἰς εἰδικὰς ἀσκήσεις τοῦ βιβλίου αὐτοῦ. Ἔως ὅτου ὅμως πραγματοποιηθοῦν αἱ εἰδικαὶ ἀσκήσεις περὶ τῶν ὀργάνων, ὅλοι οἱ μαθηταὶ πρέπει νὰ ἐνθυμοῦνται ὅτι:

1. Ἡ τοποθέτησις τῶν ἀκροδεκτῶν οἰουδήποτε ὄργανου (ἀμπερομέτρου, βολτομέτρου κ.λπ.) εἰς τὰ σημεῖα, εἰς τὰ ὁποῖα πρόκειται νὰ πραγματοποιηθῇ ἡ μέτρησις, πρέπει νὰ γίνεται μετὰ προσοχῆς καὶ μετὰ τὴν ὀρθὴν πολικότητα, ἐὰν μετρήται συνεχῆς μέγεθος.

2. Δὲν ἐπιτρέπεται τὰ δάκτυλα νὰ ἐγγίζουσιν τὰ μεταλλικὰ μέρη τῶν ἀκροδεκτῶν.

3. Καλὸν εἶναι νὰ ἀποφεύγεται ἡ ταυτόχρονος τοποθέτησις καὶ τῶν δύο ἀκροδεκτῶν εἰς τὰ πρὸς μέτρησιν σημεῖα διὰ τῆς χρησιμοποιήσεως καὶ τῶν δύο χειρῶν. Πρέπει πρῶτον νὰ

τοποθετῆται καὶ νὰ στερεώνεται ὁ ἕνας ἀκροδέκτης καὶ ἔπειτα ὁ ἄλλος.

4. Δὲν πρέπει νὰ ἐπιχειρῆται μέτρησις ἀντιστάσεως δι' ὠμομέτρου εἰς κύκλωμα, τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται ὑπὸ τάσιν. Τὸ ὠμόμετρον χρησιμοποιεῖται μόνον εἰς κυκλώματα ἐκτὸς τάσεως.

5. Διὰ τὴν μέτρησιν ρεύματος διακόπτεται τὸ κύκλωμα εἰς ἕνα σημεῖον καὶ παρεμβάλλεται τὸ ἀμπερόμετρον ἐν σειρᾷ εἰς τὸ κύκλωμα.

6. Προκειμένου νὰ διακοπῆ ἕνα κύκλωμα, διὰ νὰ παρεμβληθῆ ἀμπερόμετρον πρὸς μέτρησιν τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος εἰς αὐτό, πρέπει νὰ διακόπτεται προηγουμένως ἡ παροχὴ ρεύματος μὲ τὸν διακόπτην τοῦ κυκλώματος ἢ, ὀρθότερον, νὰ ἀποσυνδέεται ὁ ρευματολήπτης (φίς) τῆς ἐλεγχόμενης συσκευῆς ἀπὸ τὴν πρίζαν.

7. Ἐὰν ἕνα ὄργανον χρησιμοποιῆται διὰ πρώτην φοράν, πρέπει προηγουμένως νὰ ἐξετάζεται λεπτομερῶς, νὰ ἀναγνωρίζωνται ὅλαι αἱ κλίμακες καὶ τὰ ἰδιαίτερα του χαρακτηριστικά.

Ἡ σειρά ἐργασίας διὰ τὴν ἐκτέλεσιν κάθε ἀσκήσεως εἶναι ἡ ἑξῆς :

— Πρὸ οἰασδήποτε συνδεσμολογίας ἐκλέγεται ἡ θέσις τῶν συσκευῶν καὶ τῶν ὀργάνων τῆς ἀσκήσεως ἐπάνω εἰς τὸν πάγκον ἐργασίας οὕτως, ὥστε ἀφ' ἐνὸς μὲν νὰ διευκολύνωνται αἱ συνδέσεις καὶ ἀφ' ἑτέρου νὰ γίνεται ἀνέτως ἡ ἀνάγνωσις τῶν ἐνδείξεων τῶν ὀργάνων ἀπὸ ὅλους τοὺς μαθητὰς τῆς ομάδος.

— Ἀκολουθεῖ ὁ ἔλεγχος τῆς δυνατότητος ἐκάστου ὀργάνου πρὸς ἐξυπηρέτησιν εἰς τὴν συγκεκριμένην μέτρησιν καὶ ἐκλέγεται ἡ κατάλληλος κλίμαξ. Ἀκολουθῶς :

α) Γίνεται ἡ συνδεσμολογία ἀπὸ τὴν ἀσκουμένην ομάδα, χωρὶς ὅμως νὰ ἐφαρμοσθῆ καμμία τάσις εἰς τὸ κύκλωμα.

β) Ἡ συνδεσμολογία ἐλέγχεται ἀπὸ τὸν Καθηγητὴν τοῦ Ἐργαστηρίου.

γ) Ἐφ' ὅσον ἡ συνδεσμολογία εἶναι ὀρθὴ καὶ δοθῆ ἔγκρισις τοῦ Καθηγητοῦ, ἐφαρμόζεται τάσις εἰς τὸ κύκλωμα.

— Μόλις ἐφαρμοσθῆ τάσις, ἐλέγχονται οἱ δείκται τῶν ὀργάνων μήπως ἡ ἀπόκλισις των ὑπερβαίῃ τὰ ὅρια τῆς κλίμακος, ὁπότε τὰ ὄργανα κινδυνεύουν. Ἐὰν συμβαίῃ αὐτό, πρέπει νὰ

διακοπῇ ἀμέσως ἢ ἐφαρμοσθεῖσα τάσις καὶ νὰ εἰδοποιηθῇ ὁ Καθηγητής.

— Ὅταν ἡ συνδεσμολογία θὰ ἔχη γίνει κανονικῶς, ἐκτελοῦνται μετὰ προσοχῆς αἱ μετρήσεις.

— Μετὰ τὴν ἐκτέλεσιν τῶν μετρήσεων, τὰς ὁποίας ζητεῖ ἡ ἄσκησις, ἀποσυνδέεται ἡ πηγὴ, γίνονται οἱ ζητούμενοι ὑπολογισμοί, χαράσσονται, ἐὰν ζητοῦνται, τὰ σχετικὰ διαγράμματα ἢ καμπύλαι καί, ἐὰν τὰ ἀποτελέσματα ἱκανοποιοῦν, ἀκολουθεῖ ἡ πλήρης ἀποσύνδεσις τοῦ κυκλώματος. Ἄλλως αἱ μετρήσεις ἐπαναλαμβάνονται.

— Αἱ μετρήσεις οὐδέποτε πρέπει νὰ γίνωνται ἀπὸ ἓνα μόνον ἀσκούμενον. Ὅλοι οἱ μαθηταὶ κάθε ομάδος ἐπιβάλλεται νὰ ἐκτελοῦν ἐκ περιτροπῆς τὰς μετρήσεις ἀπὸ τὴν πρώτην ἤδη ἄσκησιν.

— Μία περιγραφή τῆς ὅλης ἐργασίας τῆς ἀσκήσεως, γραμμένη κατὰ τὴν σειρὰν τῆς ἐκτελέσεως εἰς τὸ τετράδιον, μετὰ τὰς μετρήσεις καὶ τὰ διαγράμματα καλῶς τακτοποιημένα, εἶναι ἡ ἀπαραίτητος συμπλήρωσις τῆς ἐργασίας τοῦ Ἐργαστηρίου.

Εἰς τὴν περιγραφὴν αὐτὴν πρέπει :

α) Ὁ μαθητὴς νὰ περιγράψῃ δι' ὀλίγων τὴν θεωρίαν τῆς ἀσκήσεως.

β) Νὰ σχεδιάζῃ ἓνα πλῆρες καὶ καθαρὸν κύκλωμα τῆς συνδεσμολογίας.

γ) Νὰ ἀναφέρῃ τὰ ὄργανα, τὰ ὁποῖα ἐχρησιμοποιήθησαν διὰ τὰς μετρήσεις καί, ἐν συντομίᾳ, νὰ περιγράψῃ τὰ ἰδιαιτέρα χαρακτηριστικὰ κάθε ὄργανου.

δ) Ἐὰν αἱ μετρήσεις ἐκφράζουσι μίαν μεταβαλλομένην κατάστασιν, ἢ ὁποῖα δύναται νὰ παρασταθῇ διὰ γραφικῆς μεθόδου, χαράσσει τὴν σχετικὴν χαρακτηριστικὴν καμπύλην μετ' ἐπεξηγηματικὰς σημειώσεις.

ε) Πρέπει νὰ προβαίη ἐπίσης εἰς σύγκρισιν τῶν ἀποτελεσμάτων τῶν μετρήσεων πρὸς τὴν θεωρίαν καὶ νὰ δικαιολογῇ τὰς τυχόν προκυπτούσας διαφοράς.

στ) Ὅλοι αἱ ἀπαντήσεις εἰς τὰς ἐρωτήσεις πρέπει νὰ εἶναι πλήρεις. Νὰ δικαιολογῇ ἐπαρκῶς ὅσα γράφει καὶ νὰ ἀποφεύγῃ τὰ ἀπλᾶ «ναί» ἢ «ὄχι».

— Ἡ συμπεριφορὰ τῶν μαθητῶν εἰς τὸ Ἐργαστήριον πρέπει

νὰ εἶναι ἰδιαιτέρως προσεκτικὴ. Μία ἀπροσεξία ἢ συνήθης μαθητικὴ ἀμέλεια πιθανὸν νὰ προκαλέσῃ ζημίας μὲν εἰς τὰ χρησιμοποιούμενα ὄργανα, ἠλεκτροπληξίας δὲ εἰς τοὺς ἀσκουμένους.

— Οἰσοδῆποτε ἐργαζόμενος μὲ τὸν ἠλεκτρισμὸν διατρέχει κινδύνους, ὅταν δὲν προσέχη. Οἱ μαθηταὶ πρέπει νὰ ἐκτελοῦν μόνον ὅ,τι ζητεῖ ἡ ἀσκησις. Νὰ μὴ ἐγκαταλείπουν τὴν ὁμάδα, εἰς τὴν ὁποίαν ἐργάζονται, οὔτε τὸ Ἔργαστήριον, ἄνευ ἀδείας τοῦ Καθηγητοῦ, οὔτε νὰ πειραματίζωνται ἐπὶ ἄλλων θεμάτων, πέρα τῶν ὅσων ζητεῖ ἡ ἀσκησις τῆς ἡμέρας.

— Εἰς πολλὰς ἀσκήσεις χρησιμοποιοῦνται μεγάλαι τάσεις. Ἀπαιτεῖται λοιπὸν ἰδιαιτέρα προσοχή. Μία τάσις, ἀκόμη καὶ 60 βόλτ, δύναται νὰ εἶναι ἐπικίνδυνος διὰ τὸν ἄνθρωπον, τὸ δὲ μέγεθος τοῦ κινδύνου ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὰς ἐκάστοτε εἰδικὰς περιστάσεις. Ὁ ἐν χρήσει κανονισμὸς τῶν Ἑσωτερικῶν Ἠλεκτρικῶν Ἐγκαταστάσεων εἰς τὸ ἄρθρον 8, παράγραφος 1, 2α, περὶ προστασίας ἐναντι τῶν ὑπὸ τάσιν στοιχείων, ὀρίζει:

«Τὸ διὰ τοῦ ἀνθρωπίνου σώματος δυνάμενον νὰ διέλθῃ ρεῦμα λόγω τάσεως ἐξ ἐπαφῆς, συχνότητος 50 περιόδων, νὰ μὴ ὑπερβαίῃ τὸ 0,5 mA».

Δηλαδή, κατὰ τὸν κανονισμὸν, καὶ ρεῦμα ἐντάσεως 0,000 5 τοῦ ἀμπέρ εἶναι ἐπικίνδυνον διὰ τὸν ἄνθρωπον.

Ὅταν κανεὶς ἐργάζεται εἰς τὸ Ἔργαστήριον, πρέπει νὰ ἐνθυμῆται πάντοτε ὅτι τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα δὲν προειδοποιεῖ. Κυκλοφορεῖ ἀμέσως ἐκεῖ ὅπου εὕρισκει εὐκόλον δίοδον. Προσοχὴ λοιπὸν, ὥστε νὰ μὴ ὑπάρξῃ ἐλευθέρως δίοδος διὰ τοῦ ἀνθρωπίνου σώματος.

ΑΣΚΗΣΙΣ 1

ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΑΣΕΩΣ

Τὸ ὄργανον, τὸ ὁποῖον χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν μέτρησιν τῆς τάσεως τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, συνεχοῦς ἢ ἐναλλασσομένου, λέγεται *βολτόμετρον*. Μονὰς μετρήσεως τῆς τάσεως εἶναι τὸ βόλτ (volt, σύμβολον V). Ἔως ὅτου ὁ ἀσκούμενος συνηθίσῃ νὰ χρησιμοποιῆ εὐχερῶς τὰ βολτόμετρα, ἀπαιτεῖται μεγάλη προσοχή, διότι μία βεβιασμένη καὶ ὄχι καλὰ μελετημένη συνδεσμολογία δυνατὸν νὰ προξενήσῃ ζημίας εἰς τὰ χρησιμοποιούμενα ὄργανα ἢ καὶ ἠλεκτροπληξίαν εἰς τὸν χειριζόμενον αὐτά.

Ἐνα εἶδος ἠλεκτρικῆς πηγῆς συνεχοῦς ρεύματος διὰ τὴν παραγωγὴν μικρῶν τάσεων, καὶ κυρίως μικρῶν ρευμάτων, εἶναι τὰ ξηρὰ ἠλεκτρικὰ στοιχεῖα, περισσότερον γνωστὰ μὲ τὰ ὀνόματα *σπῆλαι ἢ μπατταρίας*.

Κάθε ἠλεκτρικὸν στοιχεῖον κατασκευάζεται διὰ νὰ παρέχῃ τάσιν 1,5 V μὲ μικρὰν παροχὴν ρεύματος. Διὰ τὴν ἐξασφάλισιν **μεγαλυτέρων** τάσεων συνδέονται περισσότερα τέτοια βασικὰ **στοιχεῖα ἐν σειρᾷ**. Συνδεσμολογία πολλῶν βασικῶν στοιχείων ἐν **παραλλήλῳ** μεταξύ των δίδει πηγὴν τῆς αὐτῆς τάσεως πρὸς τὸ βασικὸν στοιχεῖον, **μεγαλυτέρας** ὅμως παροχῆς ρεύματος. Συνδυασμοὶ ἠλεκτρικῶν στοιχείων ἐν **σειρᾷ** καὶ ἐν **παραλλήλῳ** ἐξασφαλίζουν διαφόρους ἐπιθυμητὰς συνεχεῖς τάσεις καὶ ρεύματα.

Ὁ πλῆον συνήθης τρόπος συμβολισμοῦ ἑνὸς στοιχείου εἶναι ὁ ἑξῆς: $\text{---}+ \left| \text{---} \right. \text{---}$, ἡ μεγάλη κάθετος γραμμὴ ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸν θετικὸν πόλον (εἰς τὸ σὺν) καὶ ἡ μικρὰ παχεῖα γραμμὴ εἰς τὸν ἀρνητικὸν πόλον (εἰς τὸ πλῆν).

Μὲ τὴν βοήθειαν τῶν ὁδηγιῶν, αἱ ὁποῖαι δίδονται ἐν συνεχείᾳ, καὶ ὑπὸ τὸν ἔλεγχον τοῦ Καθηγητοῦ τοῦ Ἐργαστηρίου, νὰ πραγματοποιηθοῦν διάφοροι συνδυασμοὶ συνδεσμολογίας ἠλεκτρικῶν στοιχείων καὶ νὰ μετρηθοῦν αἱ τάσεις, τὰς ὁποίας παρέχουν οἱ συνδυασμοὶ αὐτοί. Ἐπίσης νὰ μετρηθῇ ἡ τάσις τοῦ δικτύου τῆς πόλεως (ἐναλλασσομένη τάσις 220 V).

ΕΡΓΑΣΙΑ

1. Να σχεδιασθούν εις τὸ τετράδιον αἱ διάφοροι κλίμακες τάσεων τοῦ βολτομέτρου τῆς ἀσκήσεως.

2. Ποῖαι αἱ περιοχαὶ τάσεων, τὰς ὁποίας δύναται νὰ μετρήσῃ κάθε κλίμαξ τοῦ βολτομέτρου;

3. Ποῖα ἡ μεγίστη τάσις, συνεχῆς ἢ ἐναλλασσομένη, ἡ ὁποία δύναται νὰ μετρηθῇ διὰ τοῦ βολτομέτρου τῆς ἀσκήσεως;

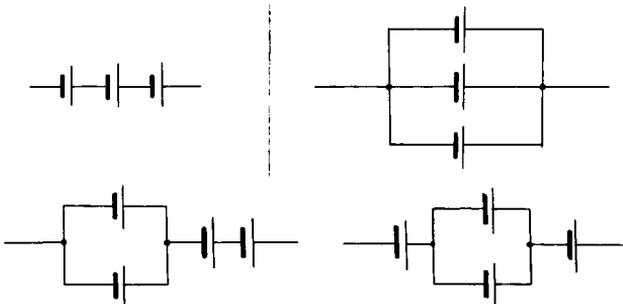
4. Νὰ μετρηθοῦν αἱ τάσεις τῶν διαφόρων ἠλεκτρικῶν στοιχείων, τὰ ὁποῖα δίδονται εις τὴν ἀσκήσιν αὐτήν. Διὰ κάθε μέτρησιν πρέπει νὰ ἐκλέγεται ἡ κατάλληλος κλίμαξ.

Κατὰ τὴν ἐκλογὴν τῆς κλίμακος εἶναι ἀπαραίτητον νὰ λαμβάνεται ὑπ' ὄψιν ὅτι, διὰ νὰ εἶναι ἡ ἔνδειξις περισσότερον ἀκριβῆς, πρέπει ὁ δείκτης (βελόνη) τοῦ ὄργανου νὰ ἡρεμῇ εις τὰ τελευταῖα 2/3 τῆς χρησιμοποιουμένης κλίμακος.

Ἡ ἐκλογὴ τῆς κλίμακος ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ τύπου τοῦ βολτομέτρου καὶ πραγματοποιεῖται διὰ τῆς ὀρθῆς τοποθετήσεως τοῦ διακόπτου τοῦ ὄργανου ἢ διὰ τῆς χρησιμοποίησεως τῶν καταλλήλων ὑποδοχῶν διὰ τοὺς ἀκροδέκτας του. Ἐπίσης ἰδιαιτέρα προσοχὴ δίδεται εις τὴν πολικότητα τοῦ ὄργανου κατὰ τὴν συνδεσμολογίαν. Εἰς τὸ σχῆμα 1·α δίδεται ὁ ὀρθὸς τρόπος συνδέσεως τοῦ βολτομέτρου διὰ τὴν μέτρησιν συνεχοῦς τάσεως μιᾶς ἠλεκτρικῆς πηγῆς.



Σχ. 1·α.



Σχ. 1·β.

5. Νὰ πραγματοποιηθοῦν συνδυασμοὶ ἠλεκτρικῶν στοι-

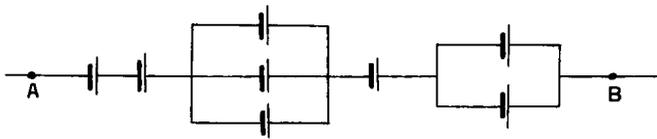
χείων, όπως ορίζουν τα σχέδια του σχήματος 1·β, και να μετρηθούν δια του βολτομέτρου αί τάσεις, τας οποίας παρέχει κάθε συνδυασμός. Επίσης δια κάθε συνδυασμόν να υπολογισθῆ ἡ παρεχομένη τάσις εἰς τὰ ἄκρα του. Νὰ γίνῃ σύγκρισις τῶν αποτελεσμάτων τῶν δύο περιπτώσεων καὶ νὰ δικαιολογηθοῦν αἱ τυχόν προκύπτουσαι διαφοραί.

6. Νὰ ἐκλεγῆ ἡ κατάλληλος κλίμαξ τοῦ βολτομέτρου διὰ τὴν μέτρησιν τῆς τάσεως τοῦ δικτύου τῆς πόλεως (ἐναλλασσομένη τάσις 220 V). Νὰ γίνῃ ἀπὸ τὸν Καθηγητὴν τοῦ Ἐργαστηρίου ὁ ἔλεγχος καὶ ἡ ἔγκρισις τῆς ἐκλογείσης κλίμακος καὶ νὰ μετρηθῆ ἡ τάσις.

7. Ποῖα ἡ σχέσις τάσεων καὶ ρευμάτων παρεχομένων ἀπὸ ἠλεκτρικὰ στοιχεῖα, ὅταν αὐτὰ συνδέονται ἐν σειρᾷ ἢ ἐν παραλλήλω μεταξὺ των;

8. Τί καλεῖται πολικότης ἠλεκτρικοῦ στοιχείου καὶ πῶς ἐλέγχεται αὐτὴ διὰ τοῦ βολτομέτρου;

9. Νὰ υπολογισθῆ (θεωρητικῶς, ἂνευ συνδεσμολογίας στοιχείων) ἡ ἐπικρατοῦσα τάσις εἰς τὰ ἄκρα (A) καὶ (B) τοῦ συνδυασμοῦ τοῦ σχήματος 1·γ. Ἡ τάσις κάθε στοιχείου εἶναι 1,5 V.



Σχ. 1·γ.

10. Ποῖα ἄλλα ἠλεκτρικὰ μεγέθη, ἐκτὸς τάσεων, δύναται νὰ μετρήσῃ τὸ ὄργανον τῆς ἀσκήσεως;

Παραπομπαὶ διὰ συμπληρωματικὴν μελέτην :

A. Παππά: «Ἠλεκτρολογία», τόμος Α', σελ. 27, 37. (Ἐκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

K. Θεοφιλοπούλου: «Ἠλεκτροτεχνία», τόμος Α', σελ. 15, 97. (Ἐκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΕΝΤΑΣΕΩΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

Τὸ ὄργανον, τὸ ὁποῖον χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν μέτρησιν τῆς ἐντάσεως τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, συνεχοῦς ἢ ἐναλλασσομένου, λέγεται *ἀμπερόμετρον*. Μονὰς μετρήσεως τῆς ἐντάσεως εἶναι τὸ *ἀμπέρ* (ampère, σύμβολον A).

Τὰ ἠλεκτρικὰ κυκλώματα τῶν ἐγκαταστάσεων φωτισμοῦ καὶ κινήσεως διαρρέονται ἐν γένει ἀπὸ ρεύματα ἰσχυρῶν ἐντάσεων. Ἀντιθέτως, εἰς τὰ μικρὰ ἠλεκτρολογικὰ κυκλώματα, καθὼς καὶ εἰς ὅλα τὰ ραδιοτεχνικὰ καὶ γενικῶς τὰ ἠλεκτρονικὰ, κυκλοφοροῦν συνήθως ρεύματα μικρᾶς ἐντάσεως. Διὰ τὸν λόγον αὐτόν, ἐκτὸς τοῦ ἀμπέρ, χρησιμοποιοῦνται εἰς τὰς ἐφαρμογὰς καὶ τὰ ὑποπολλαπλάσια αὐτοῦ, τὰ ὁποῖα εἶναι :

α) Τὸ μιλλιαμπέρ. 1 ἀμπέρ (A) = 1 000 μιλλιαμπέρ (mA).

β) Τὸ μικροαμπέρ. 1 ἀμπέρ = 1 000 000 μικροαμπέρ (μA).

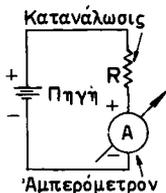
*Ἄρα 1 mA = 1 000 μA.

Προκειμένου νὰ μετρηθῇ ἡ ἐντασις τοῦ ρεύματος εἰς ἕνα ἠλεκτρικὸν κύκλωμα, τὸ ἀμπερόμετρον συνδέεται πάντοτε ἐν σειρά εἰς τὸ κύκλωμα αὐτό. Ἐν σειρά σύνδεσις σημαίνει ὅτι διακόπτεται τὸ κύκλωμα εἰς ἕνα σημεῖον αὐτοῦ καὶ εἰς τὰ ἄκρα τῆς διακοπῆς συνδέεται τὸ ὄργανον διὰ τὴν μέτρησιν τῆς ἐντάσεως τοῦ διερχομένου ρεύματος.

Εἰς τὴν ἄσκησίν μας αὐτὴν χρησιμοποιοῦνται πηγαὶ συνεχοῦς ρεύματος. Ἐπομένως κατὰ τὴν σύνδεσιν πρέπει νὰ προσεχθῇ ἡ ὀρθὴ πολικότης τοῦ ἀμπερομέτρου. Δηλαδή ὁ θετικὸς ἀκροδέκτης του πρέπει νὰ συνδεθῇ εἰς τὸ σημεῖον, πού ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸν θετικὸν πόλον τῆς πηγῆς καὶ ὁ ἀρνητικὸς ἀκροδέκτης εἰς τὸ σημεῖον, πού ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸν ἀρνητικὸν πόλον (τὸ σὺν εἰς τὸ σὺν καὶ τὸ μείον εἰς τὸ μείον).

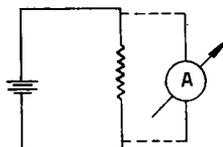
Προσοχή. Ἐὰν τὸ ἀμπερόμετρον συνδεθῇ ἐκ λάθους παραλλήλως εἰς ἕνα κύκλωμα εὐρισκόμενον ὑπὸ τάσιν, κινδυνεύει νὰ καταστραφῇ ἀμέσως.

Διά τόν λόγον αὐτόν, πρὶν ἀπὸ κάθε μέτρηση, ἐπιβάλλεται ὁ ἔλεγχος τῆς συνδεσμολογίας τοῦ ἀμπερομέτρου. Ἡ συνδεσμολογία τοῦ ὄργανου καὶ γενικῶς τοῦ ὅλου κυκλώματος, προτοῦ τοῦτο συνδεθῆ πρὸς πηγήν, πρέπει νὰ ἐλέγχεται ἐπίσης ἀπὸ τὸν Καθηγητὴν τοῦ Ἐργαστηρίου, ἀνεξαρτήτως τῆς βεβαιότητος τῶν μαθητῶν περὶ τοῦ ὀρθοῦ τῆς συνδεσμολογίας τὴν ὁποίαν ἐξετέλεσαν.



Σχ. 2 · α.

Ὄρθη σύνδεσις ἀμπερομέτρου (σύνδεσις ἐν σειρᾷ).



Σχ. 2 · β.

Ἐσφαλμένη σύνδεσις ἀμπερομέτρου (σύνδεσις ἐν παραλλήλῳ).

Ἐὰν τὸ ἀμπερόμετρον συνδεθῆ μὲ ἐσφαλμένην πολικότητα, τότε ὁ δείκτης τοῦ ὄργανου θὰ κτυπᾷ εἰς τὸ ἀριστερὸν ἄκρον (ἀριστερὸν, ὅπως τὸ βλέπει ὁ μαθητὴς εἰς τὸ ὄργανον) τῆς κλίμακος. Εἰς αὐτὴν τὴν περίπτωσιν πρέπει νὰ διακοπῆ ἀμέσως τὸ κύκλωμα καὶ νὰ γίνῃ ἀλλαγὴ τῶν θέσεων τῶν ἀκροδεκτῶν τοῦ ἀμπερομέτρου.

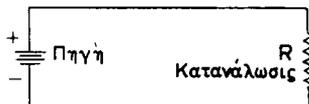
Ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος, τὸ ὁποῖον διαρρέει ἓνα κύκλωμα δεδομένης ἀντιστάσεως, ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν τάσιν τῆς πηγῆς, ἢ ὁποῖα τροφοδοτεῖ τὸ κύκλωμα αὐτό, ὡς καὶ ἐκ τῆς τιμῆς τῆς ἀντιστάσεως. Ὄταν ἡ τάσις παραμένῃ σταθερά, ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τῆς ἀντιστάσεως, τὴν ὁποῖαν παρουσιάζει ἡ κατανάλωσις τοῦ κυκλώματος. Δηλαδή, εἰς δεδομένον κύκλωμα σταθερᾶς πηγῆς κυκλοφορεῖ περισσότερον ρεῦμα, ὅταν ἡ ἀντίστασις καταναλώσεως εἶναι μικρά, καὶ ὀλιγώτερον, ὅταν ἡ ἀντίστασις εἶναι μεγάλη.

ΕΡΓΑΣΙΑ

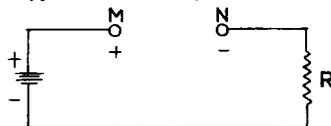
1. Νὰ πραγματοποιηθῆ ἡ συνδεσμολογία ἀπλοῦ ἠλεκτρικοῦ

κυκλώματος (πηγή και κατανάλωσις άνευ άμπερομέτρου), όπως δεικνύει τó σχήμα 2·γ (ή πηγή είναι μικρής τάσεως, 1,5 έως 6 V).

2. Νά διακοπή τó πραγματοποιηθέν κύκλωμα εις ένα του σημείου, ώστε νά είναι δυνατή ή συνδεσμολογία άμπερομέτρου (διακοπή εις τά σημεία M, N τού σχήματος 2·δ).

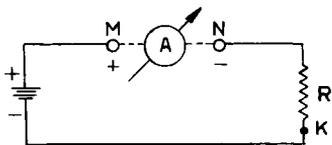


Σχ. 2·γ.



Σχ. 2·δ.

3. Άφου έλεγχθῆ πρώτον ή πολικότητα τού άμπερομέτρου ως προς τó κύκλωμα, νά συνδεσμολογηθῆ τούτο εις τά σημεία (M) (N), όπως εις τó σχήμα 2·ε. Έάν τó άμπερόμετρον διαθέτῃ κλίμακας περισσοτέρας τῆς μιᾶς, προτιμᾶται ή μεγαλύτερα, και αὐτό δια τήν καλύτεραν προστασίαν τού όργάνου, έφ' όσον ή τιμή τῆς εντάσεως τού ρεύματος είναι άγνωστος και πιθανόν νά είναι μεγάλη, όποτε εις τās μικράς κλίμακας τó όργανον θά έκινδύνευε.



Σχ. 2·ε.

Νά σημειωθῆ ή έντασις τού ρεύματος, τó όποιον κυκλοφορεῖ εις τó κύκλωμα.

4. Νά άντικατασταθῆ ή άντίστασις (R) τού προηγούμενου κυκλώματος διαδοχικῶς δι' άλλων άντιστάσεων, μεγαλύτερων και μικροτέρων τιμών, και νά ληφθοῦν αἱ ένδείξεις τού άμπερομέτρου δια κάθε τιμήν άντιστάσεως. Όλοι αἱ ένδείξεις τών μετρήσεων νά γραφοῦν εις τόν έπόμενον πίνακα (σελ. 11):

5. Έάν εις τó κύκλωμα τῆς τρίτης έρωτήσεως τó άμπερόμετρον μεταφερθῆ εις τó άλλο άκρον (K) τῆς άντιστάσεως, ποῖα θά είναι τότε ή ένδειξις του;

6. Ποῖον κίνδυνον διατρέχει τó άμπερόμετρον, όταν συνδεθῆ εις κύκλωμα με λανθασμένη πολικότητα;

7. Ποῖος ό όρθος τρόπος συνδέσεως άμπερομέτρου εις κύκλωμα δια τήν μέτρησιν τῆς εντάσεως τού ρεύματος, εν σειρᾶ ή εν παραλλήλω;

Τιμή αντίστασεως (Ω)	Ένδειξις ρεύματος (άμπέρ)
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

8. Αί ένδειξεις 65 mA, 37 μ A και 100 μ A νά γραφοῦν εἰς άμπέρ.

9. Πηγή τάσεως 100 V τροφοδοτεῖ κατανάλωσιν αντίστασεως 200 Ω . Ἡ έντασις τοῦ κυκλοφοροῦντος εἰς τὸ κύκλωμα ρεύματος εἶναι 0,5 A (500 mA). Πόση θά εἶναι ἡ έντασις τοῦ ρεύματος, ὅταν ἡ αντίστασις γίνῃ 400 Ω ;

10. Εἰς τὴν θεωρίαν τῆς άσκήσεως άναφέρεται ὅτι, ἔάν τὸ άμπερόμετρον συνδεθῆ παραλλήλως εἰς ἕνα κύκλωμα, τὸ ὁποῖον εὔρισκεται ὑπὸ τάσιν, κινδυνεύει νά καταστραφῆ. Μὲ τὴν βοήθειαν τῶν σχημάτων 2· α και 2· β (ὀρθῆς και ἔσφαλμένης συνδεσμολογίας), δώσατε μίαν ἐξήγησιν τούτου.

Παραπομπαι διὰ συμπληρωματικὴν μελέτην:

Α. Παππᾶ: «Ἡλεκτρολογία», τόμος Α', σελ. 40, 43. (Ἐκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

Κ. Θεοφιλοπούλου: «Ἡλεκτροτεχνία», τόμος Α', σελ. 34. (Ἐκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ

Κώδιξ χρωμάτων ραδιοτεχνικῶν ἀντιστάσεων.

Ἐν ἀντίστασις εἶναι ἡ ἰδιότης, τὴν ὁποίαν ἔχουν διάφορα ὑλικά νὰ παρουσιάζουσι δυσκολίαν εἰς τὴν κυκλοφορίαν τοῦ ρεύματος. Ἡ ἀντίστασις αὐτὴ δύναται νὰ μετρηθῆ ἀμέσως ἢ ἐμμέσως κατὰ ποικίλους τρόπους. Εἰς τὰς ἀσκήσεις 11, 12 καὶ 27 ἐξετάζονται οἱ πλέον συνήθεις.

Ὁ ἀπλούστερος τρόπος μετρήσεως μιᾶς ἀντιστάσεως εἶναι διὰ τοῦ ὤμομέτρου. Μὲ τὸν τρόπον αὐτὸν θὰ ἀσχοληθῶμεν εἰς τὴν ἀσκήσιν αὐτήν. Ἐπίσης θὰ ἐξηγήσωμεν τὸν τρόπον συμβολισμοῦ τῆς τιμῆς μιᾶς ἀντιστάσεως διὰ χρωμάτων καὶ θὰ δώσωμεν ἐπίσης τὸν κώδικα τῶν χρωμάτων αὐτῶν.

Μονὰς μετρήσεως τῆς ἀντιστάσεως εἶναι τὸ ὤμ (ohm, σύμβολον Ω). Ἐπειδὴ εἰς τὰς ἐφαρμογὰς συναντῶνται καὶ ἀντιστάσεις μὲ ἀρκετὰ μεγάλας ὠμικὰς τιμὰς, χρησιμοποιοῦνται περισσότερο τὰ ἐξῆς πολλαπλάσια τῆς μονάδος τοῦ ὤμ:

α) Τὸ κιλῶμ (kΩ). $1 \text{ k}\Omega = 1\,000 \text{ }\Omega$.

β) Τὸ μεγκῶμ (MΩ). $1 \text{ M}\Omega = 1\,000\,000 \text{ }\Omega$.

*Ἄρα $1 \text{ M}\Omega = 1\,000 \text{ k}\Omega$.

Ἡ ἐσωτερικὴ κατασκευὴ τοῦ ὤμομέτρου ἐξετάζεται εἰς τὴν ἀσκήσιν 24. Ἐδῶ, ὅπως καὶ εἰς τὰς δύο προηγουμένας ἀσκήσεις μὲ τὸ βολτόμετρον καὶ τὸ ἀμπερόμετρον, ἐξετάζεται μόνον ἡ συνδεσμολογία τοῦ ὤμομέτρου διὰ τὴν μέτρησιν ἀντιστάσεων.

Τὸ ὤμόμετρον δὲν ἔχει πολικότητα, πρᾶγμα τὸ ὁποῖον σημαίνει ὅτι δὲν ἔχει καμμίαν σημασίαν εἰς ποῖον ἄκρον τῆς μετρομένης ἀντιστάσεως θὰ συνδεσμολογηθῆ ὁ κάθε ἀκροδέκτης του. Ἐπίσης τὸ ὤμόμετρον χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν μέτρησιν μιᾶς ἀντιστάσεως εἰς ἓνα κύκλωμα, μόνον ὅταν τὸ κύκλωμα αὐτὸ εὑρίσκειται ἐκτὸς τάσεως.

Αἱ τιμαὶ τῶν ἀντιστάσεων, αἱ ὁποῖαι χρησιμοποιοῦνται εἰς τὰ ἠλεκτρονικὰ κυκλώματα, συμβολίζονται συνήθως διὰ διαφόρων

χρωμάτων επί της επιφανείας των. Οί τρόποι του συμβολισμού διά χρωμάτων είναι δύο. 'Ο πρώτος και ό πλέον συνήθης φαίνεται εις τό σχήμα 3· α.

'Υπάρχουν, δηλαδή, τρείς τουλάχιστον ζώναι (δακτύλιοι) διαφόρων χρωμάτων, σχεδιασμένοι πρὸς τό ένα άκρον τῆς αντί-



Σχ. 3· α.

στάσεως. 'Αν κρατή κανείς τήν αντίστασιν ὅπως φαίνεται εις τό σχήμα, ή πρώτη ζώνη (έξ άριστερών) δίδει τό πρώτον ψηφίον του άριθμοῦ, ό ὁποῖος παριστᾶ τήν τιμήν τῆς αντίστασεως. 'Η δευτέρα ζώνη δίδει τό δεύτερον ψηφίον του άριθμοῦ αὐτοῦ. 'Η τρίτη ζώνη ὁμως δίδει τόν άριθμόν τῶν μηδενικῶν, τά ὁποῖα ακολουθοῦν τά δύο πρώτα ψηφία. Οὕτω, μέ τρείς ζώναι διαφόρων χρωμάτων συμβολίζεται ή ὠμική τιμή τῆς αντίστασεως.

Διά τήν εύρεσιν τῆς τιμῆς μιᾶς αντίστασεως άπαιτεῖται βεβαίως ή γνῶσις του κώδικος τῶν χρωμάτων. 'Οφείλει, δηλαδή, νά γνωρίζη κανείς τί άριθμός αντιστοιχεῖ εις κάθε χρώμα. 'Ο κώδις αὐτός τῶν χρωμάτων δίδεται εις τόν ἑπόμενον πίνακα :

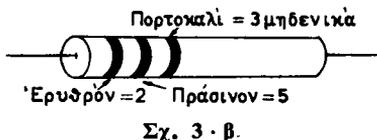
ΚΩΔΙΣ ΧΡΩΜΑΤΩΝ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ

Χρώμα	Άριθμός	Άντοχή
Μαῦρον	0	—
Καφέ	1	—
Έρυθρόν	2	—
Πορτοκαλί	3	—
Κίτρινον	4	—
Πράσινον	5	—
Κυανοῦν	6	—
Ίώδες (μώβ)	7	—
Φαιόν (γκρι)	8	—
Λευκόν	9	—
Χρυσοῦν	—	± 5%
Άργυροῦν	—	± 10%
Χωρίς τετάρτην ζώνην	—	± 20%

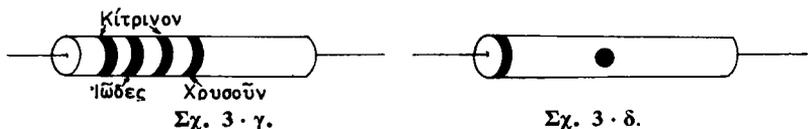
Έαν εις μίαν αντίστασιν ύπαρξη καὶ τετάρτη ζώνη, αὐτὴ θὰ συμβολίζη τὴν ἀνοχὴν, δηλαδὴ τὰ ὄρια, ἐντὸς τῶν ὁποίων δύναται νὰ κυμαίνεται ἡ τιμὴ τῆς ἀντιστάσεως, τὴν ὁποίαν παρέχουν αἱ ζῶναι τῶν τριῶν προηγουμένων χρωμάτων. Ἡ τετάρτη αὐτὴ ζώνη θὰ εἶναι χρώματος χρυσοῦ (ἀνοχὴ $\pm 5\%$) ἢ ἀργυροῦ (ἀνοχὴ $\pm 10\%$). Εἰς τὴν περίπτωσιν κατὰ τὴν ὁποίαν δὲν ὑπάρχει τέταρτον χρῶμα, ἡ ἀνοχὴ τῆς τιμῆς τῆς ἀντιστάσεως εἶναι $\pm 20\%$.

Κατωτέρω δίδονται δύο παραδείγματα εὐρέσεως τῆς τιμῆς ἀντιστάσεων διὰ τοῦ κώδικος τῶν χρωμάτων:

Παράδειγμα 1. Αἱ ζῶναι τῆς ἀντιστάσεως τοῦ σχήματος 3·β ἔχουν κατὰ σειρὰν τὰ ἑξῆς χρώματα: ἐρυθρὸν, πράσινον, πορτοκαλί. Ἐπομένως ἡ τιμὴ τῆς ἀντιστάσεως, συμφώνως πρὸς τὸν κώδικα τῶν χρωμάτων, θὰ εἶναι 25 000 Ω με ἀνοχὴν $\pm 20\%$.



Παράδειγμα 2. Δίδεται ἡ ἀντίστασις με ζῶνας χρωμάτων ὡς εἰς τὸ σχῆμα 3·γ. Ἡ τιμὴ τῆς ἀντιστάσεως εἶναι 470 000 Ω (470 kΩ) καὶ ἔχει ἀνοχὴν $+ 10\%$.



Ὁ δεύτερος τρόπος συμβολισμοῦ τῶν ἀντιστάσεων διὰ χρωμάτων φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 3·δ.

Ὁ χρωματισμὸς ὁλοκλήρου τοῦ σώματος τῆς ἀντιστάσεως, συμφώνως πρὸς τὸν κώδικα τῶν χρωμάτων, συμβολίζει τὸ πρῶτον ψηφίον τοῦ ἀριθμοῦ, ὃ ὁποῖος δηλοῖ τὴν τιμὴν τῆς ἀντιστάσεως. Τὸ ἕνα ἄκρον τῆς ἀντιστάσεως φέρει ἐπίσης ζώνην (δακτύλιον) χρώματος, τὸ ὁποῖον παρέχει τὸ δεύτερον ψηφίον. Ὁ ἀριθμὸς τῶν μηδενικῶν, τὰ ὁποῖα ἀκολουθοῦν τὰ δύο ψηφία, συμ-

βολίζεται από το χρώμα τής τελείας, ή όποία ύπάρχει εις τόν μέσον τής αντίστασεως. Ή σειρά είναι: χρώμα σώματος, χρώμα άκρου (δακτυλίου), χρώμα τελείας. Έάν φέρη χρωματισμόν και τόν άλλο άκρον τής αντίστασεως, τόν χρώμα του θά είναι ή χρυσοϋν ή άργυροϋν και θά συμβολίζη τήν άνοχήν τής τιμής τής αντίστασεως.

Ώς πρὸς τόν αριθμόν, ό όποίος αντιστοιχεί εις κάθε χρώμα, ισχύει ό προηγούμενος κώδις χρωμάτων αντίστασεων.

Παράδειγμα του δευτέρου τρόπου συμβολισμού: Δίδεται αντίσταση με χρώματα, τὰ όποία φαίνονται εις τόν σχήμα 3·ε.

Ή τιμή τής αντίστασεως είναι 3 000 000 Ω (3 ΜΩ) και ή άνοχή τής τιμής αυτής ± 20 %.



Σχ. 3·ε.

ΕΡΓΑΣΙΑ

1. Νά σχεδιασθούν εις τόν τετράδιον αί κλίμακες του ώμομέτρου.
2. Ποίαν περιοχήν αντίστασεων μετρεῖ κάθε κλίμαξ;
3. Ποία είναι ή μεγίστη τιμή αντίστασεως, ή όποία δύναται νά μετρηθῆ διά του ώμομέτρου τής άσκήσεως;
4. Νά σχεδιασθῆ μία κλίμαξ αντίστασεων και μία κλίμαξ ρεύματος, ή μία κάτωθι τής άλλης, με τās ένδειξεις, αί όποιαί ύπάρχουν εις τήν πλάκα του όργάνου τής άσκήσεως. Νά προσεχθῆ ότι αί κλίμακες τών τάσεων και τών ρευμάτων εις τὰ βολτόμετρα και τὰ άμπερόμετρα έχουν τόν μηδέν εις τόν άριστερόν άκρον αυτών (άριστερόν, όπως τόν βλέπει ό άσκούμενος), ένω τόν μηδέν τής κλίμακος τών αντίστασεων του ώμομέτρου είναι εις τόν δεξιόν άκρον. Εις τήν άσκησιν 24 έξηγεῖται διατί συμβαίνει αυτό.
5. Εις τήν άσκησιν δίδονται μερικαί αντίστασεις σύρματος, από αυτās αί όποιαί χρησιμοποιούνται εις διαφόρους ηλεκτρικās συσκευās. Νά μετρηθούν αί αντίστασεις αυτאי διά του ώμομέτρου.

6. Τῇ βοήθειά τοῦ κώδικος τῶν χρωμάτων νὰ προσδιορισθοῦν πλήρως αἱ τιμαὶ τῶν ραδιοτεχνικῶν ἀντιστάσεων τῆς ἀσκήσεως καὶ αἱ ἀνοχαὶ αὐτῶν καὶ νὰ συμπληρωθῇ ὁ ἐπόμενος πίναξ:

Ἀντιστάσεις						
	1	2	3	4	5	6
1ον χρῶμα						
2ον χρῶμα						
3ον χρῶμα						
4ον χρῶμα						
Τιμὴ ἀντιστάσεως συμφώνως πρὸς τὰ χρώματα						
Ἄνοχη						
Τιμὴ ἀντιστάσεως διὰ τοῦ ὤμομέτρου						

7. Αἱ αὐταὶ ἀντιστάσεις τῆς ἀσκήσεως, τῶν ὁποίων αἱ τιμαὶ προσδιορίσθησαν ἐκ τῶν χρωμάτων, νὰ μετρηθοῦν ἀκολουθῶς διὰ τοῦ ὤμομέτρου καὶ νὰ γραφοῦν αἱ ἐνδείξεις εἰς τὴν σχετικὴν στήλην τοῦ πίνακος.

8. Ποῖα τιμὴ εἶναι περισσότερον ἀκριβής; Ἡ δεικνυομένη ὑπὸ τοῦ ὤμομέτρου ἢ ἡ προσδιοριζομένη ἐκ τῶν χρωμάτων;

9. Τί χρώματα ἔχουν αἱ ἀντιστάσεις (καὶ διὰ τῶν δύο τρόπων συμβολισμοῦ):

47 Ω, 960 Ω, 350 kΩ, 10 MΩ.

Παραπομπαὶ διὰ συμπληρωματικὴν μελέτην:

Α. Παππᾶ: «Ἡλεκτρολογία», τόμος Α', σελ. 47, 52. (Ἐκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

Γ. Βουδούρη: «Ραδιοτεχνία», τόμος Α', σελ. 58. (Ἐκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

Κ. Θεοφιλοπούλου: «Ἡλεκτροτεχνία», τόμος Α', σελ. 52. (Ἐκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

ΑΣΚΗΣΕΙΣ 4

ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΜΒΟΛΑ

Ἡ γνῶσις τῶν διαφόρων εξαρτημάτων, τὰ ὅποια χρησιμοποιοῦνται εἰς τὰ ἠλεκτρικὰ κυκλώματα, εἶναι ἀπαραίτητος προϋπόθεσις διὰ τὴν κατανόησιν τῶν κυκλωμάτων αὐτῶν.

Ὁ σκοπὸς τῆς ἀσκήσεως αὐτῆς εἶναι νὰ δείξη εἰς τὸν μαθητὴν τὰ ποικίλα εξαρτήματα, τὰ ὅποια συνθέτουν τὰ ἠλεκτρολογικὰ κυκλώματα. Εἶναι ἀπαραίτητον ὅπως κάθε νέος μαθητὴς εἰς τὸν τομέα τῆς Ἠλεκτρολογίας, ἀπὸ τὰ πρῶτὰ μάλιστα μαθήματα, εἶναι εἰς θέσιν νὰ διαχωρίζη τὰ διάφορα εξαρτήματα, νὰ γνωρίζη τὸ ὄνομα καὶ τὸ σύμβολον καθενὸς καὶ ἀκόμη νὰ δύναται νὰ ἐξηγῆ καὶ τὴν λειτουργίαν, τὴν ὁποίαν καθένα ἀπὸ τὰ εξαρτήματα αὐτὰ ἐπιτελεῖ εἰς τὸ γενικὸν κύκλωμα, εἰς τὸ ὁποῖον συνδέεται.

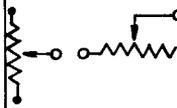
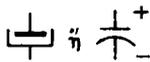
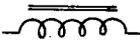
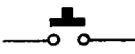
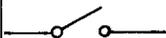
Εἰδικώτερον, ὁ συμβολισμὸς τῶν εξαρτημάτων εἰς τὴν σχεδίασιν τῶν διαφόρων κυκλωμάτων ἐξυπηρετεῖ εἰς σημαντικὸν βαθμὸν, διότι ὅλαι αἱ ἠλεκτρολογικαὶ ἐγκαταστάσεις, ἀπὸ τὰς πλέον ἀπλᾶς ἐγκαταστάσεις φωτισμοῦ ἕως τὰς πολυπλόκους ἐγκαταστάσεις κινήσεως καὶ φωτισμοῦ μεγάλων ἐργοστασίων καὶ ὀλοκλήρων πόλεων, πρῶτον σχεδιάζονται καὶ κατόπιν ἐκτελοῦνται. Ἐπομένως, καλὴ γνῶσις τοῦ συμβολισμοῦ τῶν εξαρτημάτων καὶ τοῦ τρόπου σχεδίασεως τῶν κυκλωμάτων, καθὼς καὶ τῆς θεωρίας τῆς Ἠλεκτρολογίας, ἀποτελοῦν θεμελιώδη γνωρίσματα τοῦ καλοῦ τεχνικοῦ.

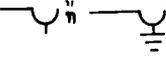
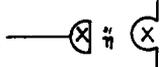
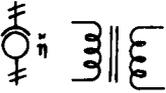
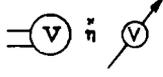
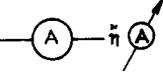
ΕΡΓΑΣΙΑ

1. Νὰ μελετηθοῦν μετὰ προσοχῆς τὰ εξαρτήματα, τὰ ὅποια εἶναι ἀνηρτημένα ἐπὶ πινακίδος διδομένης εἰς τὴν ἀσκησιν αὐτὴν, καὶ νὰ ἀναγνωρισθῆ τὸ σύμβολον τοῦ καθενὸς ἀπὸ τὸν Πίνακα 1.

2. Νὰ ζητηθοῦν ἀπὸ τὸν Καθηγητὴν τοῦ Ἐργαστηρίου ὅ,τι πληροφορίαὶ καὶ διευκρινήσεις ἀπαιτοῦνται, ὥστε ὁ Πίναξ 1

Π Ι Ν Α Κ Ι

Έξαρτημα	Θεωρητικόν Σύμβολον	Πρακτική όψις	Ίδιότητες
Ωμική αντίστασις σύρματος (θερμικού καταναλωτού)			
Μεταβλητή αντίστασις (Ποτανοσίμετρον - Ροοστάτης)			
Πυκνωτής			
Πυκνωτής ηλεκτρολυτικός			
Αύτεπαγωγή, ballast (πηνίον μετά σιδηροπυρήνος)			
Διακόπτης άπλους			
Διακόπτης κομιτατέρ			
Διακόπτης άλλέ - ρετούρ άκραίος			
Διακόπτης άλλέ - ρετούρ μεσαίος			
Διακόπτης μπουτόν			
Διακόπτης μαχαιρωτός			
Ρευματοδότης άπλους			

Έξαρτημα	Θεωρητικόν Σύμβολον	Πρακτική δψις	Ίδιότητες
Ρευματοδότης μετά γειώσεως			
Άσφάλεια πίνακος άπλη			
Άσφάλεια πίνακος αυτόματος			
Φωτιστικόν σημείον άπλούν			
Φωτιστικόν σημείον άσφαλείας			
Πίναξ φωτισμοῦ			
Μετασχηματιστής μονοφασικός			
Γεννήτρια Σ.Ρ.			
Κινητήρ Ε.Ρ.			
Βολτόμετρον			
Άμπερόμετρον			
Βαττόμετρον			
Μετρητής ήλεκτρικῆς ένεργείας			

νά μεταφερθῆ ὀλόκληρος εἰς τὸ καθαρὸν τετράδιον ὡς ἑξῆς: Εἰς τὴν στήλην «Πρακτικὴ ὄψις» αὐτοῦ νά σχεδιασθῆ προχείρως τὸ κάθε εξάρτημα τῆς πινακίδος, ὅπως φαίνεται, καὶ εἰς τὴν στήλην «Ἰδιότητες» νά ἐκτεθῆ μὲ ὀλίγας λέξεις ἡ ἐργασία, τὴν ὀποίαν τὸ εξάρτημα αὐτὸ προσφέρει, ὅταν συνδεθῆ εἰς τὸ ἠλεκτρικὸν κύκλωμα.

3. Ποῖα ἄλλα εξαρτήματα (μετὰ τοῦ συμβολισμοῦ των) ἐκτὸς ἀπὸ τὰ ἀναφερόμενα εἰς τὸν Πίνακα δίδονται εἰς τὴν ἄσκησιν; Νά ἀναφερθοῦν, νά σχεδιασθῆ τὸ σύμβολον καθενὸς καὶ νά ἐξηγηθῆ ἡ ἐργασία, τὴν ὀποίαν ἐκπληροῖ τὸ καθένα εἰς τὰ διάφορα κυκλώματα.

4. Νά ἀναφερθοῦν μερικαὶ γνωσταὶ συσκευαί, εἰς τὰς ὀποίας χρησιμοποιοῦνται ὀμικαὶ ἀντιστάσεις σύρματος, ὅπως αὐτὴ ἡ ὀποία συμβολίζεται πρῶτη εἰς τὸν Πίνακα 1.

5. Ποῖα ἡ διαφορὰ μετὰξὺ ἀπλοῦ διακόπτου καὶ διακόπτου «μπουτόν»; Ἐπίσης ποῖα ἡ διαφορὰ μετὰξὺ ἀπλοῦ διακόπτου καὶ διακόπτου κομιτατέρ:

Παραπομπὴ διὰ συμπληρωματικὴν μελέτην:

Μ. Καλλικούρδη καὶ Ε. Βάου: «Τεχνικὸν Σχέδιον», τόμος Β', σελ. 26. (Ἔκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

ΑΣΚΗΣΙΣ 5

ΡΑΔΙΟΤΕΧΝΙΚΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΜΒΟΛΑ

Ἄκόμη καὶ μία ἀπλῆ ραδιοτεχνικὴ συσκευὴ φαίνεται ἀρκετὰ πολὺπλοκὸς εἰς ἐκεῖνον, ὁ ὁποῖος ἀσχολεῖται διὰ πρῶτην φορὰν μὲ τὰ ἠλεκτρονικά. Ὅλα ὅμως τὰ κυκλώματα ἀπλοποιοῦνται εἰς μεγάλον βαθμόν, ὅταν κανεὶς γνωρίζῃ τὰ ποικίλα μικρὰ ἐξαρτήματα, τὰ ὁποῖα τὰ συνθέτουν. Φυσικὰ ὁ τρόπος συνδεσμολογίας τῶν ἐξαρτημάτων αὐτῶν μεταξύ των εἶναι ἓνα θέμα, τὸ ὁποῖον δὲν ἐξετάζεται εἰς τὴν ἀσκησιν αὐτὴν.

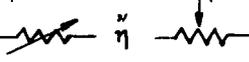
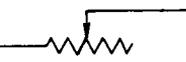
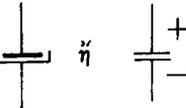
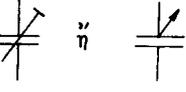
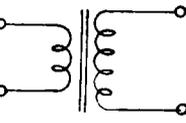
Ὁ σκοπὸς τῆς σημερινῆς ἀσκήσεως εἶναι νὰ γνωρίσῃ εἰς τὸν μαθητὴν τὰ διάφορα ἐξαρτήματα, τὰ ὁποῖα συνθέτουν τὰ ραδιοτεχνικά καὶ γενικῶς τὰ ἠλεκτρονικά κυκλώματα. Νὰ δείξῃ τὰς ποικίλας παραλλαγὰς τῶν ἐξαρτημάτων αὐτῶν, ὅπως κατασκευάζονται ἀπὸ τὰ διάφορα ἐργοστάσια, νὰ δώσῃ τὰ σύμβολά των, ὅπως σχεδιάζονται διεθνῶς, καὶ τέλος νὰ παρουσιάσῃ εἰς τὸν ἀσκούμενον μαθητὴν, διὰ μίαν πρῶτην γνωριμίαν, ἓνα πλήρες κύκλωμα ραδιοφώνου ἐν λειτουργίᾳ. Ἐπομένως, εἰς τὸ τέλος τῆς ἀσκήσεως, ἐπιβάλλεται ὅπως ὁ μαθητὴς εἶναι εἰς θέσιν νὰ ἀναγνωρίζῃ κάθε ἐξάρτημα εἰς ἓνα κύκλωμα οἷα σδήποτε ἠλεκτρονικῆς συσκευῆς.

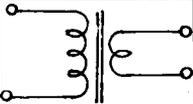
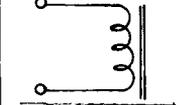
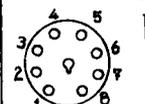
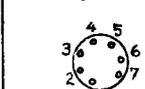
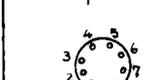
Ὅλα τὰ ραδιοτεχνικά, ὅπως καὶ τὰ ἠλεκτρολογικά, ἐξαρτήματα παριστάνονται μὲ εἰδικὸν σύμβολον τὸ καθένα. Πρέπει ἐπομένως ὁ τεχνικὸς εἰς τὸν τομέα αὐτόν: α) Νὰ μάθῃ νὰ διαχωρίζῃ ἓνα ἐξάρτημα εἰς ἓνα κύκλωμα. β) Νὰ γνωρίζῃ τὸ σύμβολον τοῦ ἐξαρτήματος καὶ γ) νὰ δύναται νὰ ἐξηγῇ τὴν ἐργασίαν, τὴν ὁποῖαν τὸ ἐξάρτημα αὐτὸ προσφέρει εἰς τὴν λειτουργίαν τοῦ κυκλώματος.

ΕΡΓΑΣΙΑ

1. Νὰ μελετηθοῦν μετὰ προσοχῆς τὰ ἐξαρτήματα, τὰ ὁποῖα εἶναι ἀνηρτημένα ἐπὶ πινακίδος διδομένης εἰς τὴν ἀσκησιν αὐτὴν καὶ νὰ ἀναγνωρισθῇ τὸ σύμβολον τοῦ καθενὸς ἀπὸ τὸν Πίνακα 2.

Π Ι Ν Α Κ Σ 2

Έξαρτημα	Θεωρητικόν Σύμβολον	Πρακτική ὄψις	Ίδιότητες
Σταθερά αντίστασις			
Μεταβλητή αντίστασις (ποταυσιόμετρον)			
Ρυθμιζόμενη αντίστασις			
Αντίστασις μετά σταθερών ἐπαφῶν			
Μεταβλητή αντίστασις (ροοστάτης)			
Σταθερός πυκνωτής			
Ἡλεκτρολυτικός πυκνωτής			
Μεταβλητὸς πυκνωτῆς			
Ἡμιμεταβλητὸς πυκνωτῆς (τρίμερ - πάντερ)			
Μετασχηματιστῆς ἰσχύος ἢ τροφοδοτήσεως			

Έξαρτημα	Θεωρητικόν Σύμβολον	Πρακτική ὄψις	Ίδιότητες
Μετασχηματιστής ἐξόδου ἢ μεγαφώνου			
Πηνίον φίλτρου Χ. Σ. (τσόκ)			
Πηνίον Υ.Σ. (ἀέρος)			
Βάσις λυχνίας ὀκταλ			
Βάσις λυχνίας νόβαλ			
Βάσις λυχνίας μινιατούρα			
Βάσις λυχνίας ρίμλοκ			
Μεγάφωνον			
Δίοδος λυχνία			
Τρίοδος λυχνία			
Τρανζίστορ			

2. Νά ζητηθοῦν ὅ,τι πληροφοροῖαι καὶ διευκρινήσεις ἀπαιτοῦνται, ὥστε ὁ Πίναξ 2 νά μεταφερθῆ ὁλόκληρος εἰς τὸ καθαρὸν τετράδιον ὡς ἑξῆς: Εἰς τὴν στήλην «Πρακτικὴ ὄψις» νά σχεδιασθῆ προχείρως τὸ κάθε ἐξάρτημα, ὅπως φαίνεται, καὶ εἰς τὴν στήλην «Ἰδιότητες» νά ἐκτεθῆ δι' ὀλίγων λέξεων ἡ ἐργασία, τὴν ὁποῖαν τὸ ἐξάρτημα προσφέρει εἰς τὰ διάφορα κυκλώματα.

3. Τί εἶδη ἀντιστάσεων ὑπάρχουν εἰς τὴν ἄσκησιν; Νά ἀναφερθῆ καὶ νά σχεδιασθῆ κάθε εἶδος.

4. Τὸ αὐτὸ νά ἐπαναληφθῆ διὰ τοὺς πυκνωτὰς τῆς ἀσκήσεως.

5. Ἐπίσης τὸ αὐτὸ νά ἐπαναληφθῆ διὰ τοὺς μετασχηματιστὰς καὶ τας βάσεις τῶν λυχνιῶν.

6. Εἰς τὴν ἄσκησιν δίδεται ἕνα πλήρες ραδιόφωνον. Νά μετρηθῆ ὁ ἀριθμὸς τῶν ἀντιστάσεων καὶ τῶν πυκνωτῶν, οἱ ὁποῖοι εἶναι συνδεσμολογημένοι. Νά γραφῆ ὁ ἀριθμὸς εἰς τὸ τετράδιον.

7. Ἐκ τῆς συγκρίσεως τοῦ πίνακος συμβόλων τῶν ἐξαρτημάτων τοῦ ραδιοφώνου τῆς ἀσκήσεως νά ἀναφερθῆ ποῖα ἐκ τῶν ἐξαρτημάτων τοῦ πίνακος δὲν εἶναι ἀπαραίτητα εἰς ἕνα ραδιόφωνον.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΝ ΚΥΚΛΩΜΑ - ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ ΟΗΜ

“Όλα τὰ ὑλικά σώματα ἀποτελοῦνται ἀπὸ ἄτομα. Κάθε ἄτομον ἀποτελεῖται ἀπὸ ἓνα πυρῆνα, ὁ ὁποῖος εἶναι θετικῶς φορτισμένος, καὶ ἀπὸ ἠλεκτρόνια, τὰ ὁποῖα εἶναι φορτισμένα ἀρνητικῶς. Τὰ ἠλεκτρόνια εἶναι πολὺ ἑλαφρὰ κατὰ τὸ βάρους καὶ εὐκόλως τίθενται εἰς κίνησιν.

Ἡ *ἠλεκτρικὴ τάσις* εἶναι ἓνα εἶδος ἠλεκτρικῆς πίεσεως καὶ εἶναι ἀκριβῶς αὐτή, ἣ ὁποία προκαλεῖ τὴν κίνησιν τῶν ἠλεκτρονίων, δηλαδὴ τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα. Ἡ ἠλεκτρικὴ τάσις, ἢ ἀπλῶς τάσις, ἐκφράζεται καὶ ὡς *διαφορὰ δυναμικοῦ* μεταξύ δύο σημείων. Ἡ ἠλεκτρικὴ τάσις παράγεται ἀπὸ εἰδικὰς μηχανάς, αἱ ὁποῖαι καλοῦνται γεννήτριαι (μετατροπὴ μηχανικοῦ ἔργου), καὶ ἀπὸ συστοιχίας ἢ μπαταρίας (μετατροπὴ χημικῆς ἐνεργείας). Παράγεται ἐπίσης καὶ διὰ μετατροπῆς τῆς ἐνεργείας τοῦ φωτὸς ἢ τῆς θερμότητος.

Τὸ *ἠλεκτρικὸν ρεῦμα* εἶναι κίνησις ἠλεκτρονίων (συνεχῆς ρεῦμα) ἢ ταλάντωσις ἠλεκτρονίων (ἐναλλασσόμενον ρεῦμα). Ὅσον μεγαλύτερος εἶναι ὁ ἀριθμὸς τῶν ἠλεκτρονίων, τὰ ὁποῖα διέρχονται ἀπὸ ὠρισμένον ἄγωγόν ἠλεκτρικοῦ κυκλώματος εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου, τόσον μεγαλυτέρα εἶναι ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος, τὸ ὁποῖον διαρρέει τὸν ἄγωγόν αὐτόν.

Ἡ *ἀντίστασις* εἶναι ἡ ιδιότης τῶν διαφόρων ὑλικῶν νὰ παρουσιάσουν δυσκολίαν εἰς τὴν διέλευσιν τοῦ ρεύματος. “Όλα τὰ ὑλικά ἐμφανίζουν μίαν κάποιαν ἀντίστασιν εἰς τὴν κυκλοφορίαν τοῦ ρεύματος. Τέλειοι ἄγωγοί δὲν ὑπάρχουν, ὅπως δὲν ὑπάρχουν καὶ τέλεια μονωτικά.

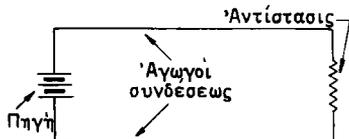
Τὰ ὑλικά, τὰ ὁποῖα παρουσιάζουν πολὺ μικρὰν ἀντίστασιν εἰς τὴν διέλευσιν τοῦ ρεύματος, καλοῦνται *ἄγωγοί*. Ἐναντίθως, τὰ ὑλικά, τὰ ὁποῖα παρουσιάζουν πολὺ μεγάλην ἀντίστασιν καὶ δυσκολεύουν πολὺ ἢ καὶ διακόπτουν τὴν κυκλοφορίαν τοῦ ρεύματος, καλοῦνται *μονωτικά*.

Τὸ ἀπλούστερον ἠλεκτρικὸν κύκλωμα φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα



6. α. Αποτελείται από μίαν πηγήν, ἢ ὁποία παρέχει ἠλεκτρικὴν τάσιν, καὶ ἀπὸ μίαν κατανάλωσιν (ἀντίστασιν) καθὼς καὶ ἀπὸ τοὺς ἀγωγοὺς συνδέσεων.

Ὁ νόμος τοῦ Ὠμ (Ohm)—θεμελιώδης νόμος τοῦ Ἠλεκτρισμοῦ—παρέχει τὴν σχέσιν, ἢ ὁποία ὑπάρχει μεταξύ τῶν τριῶν μεγεθῶν,



Σχ. 6. α.

τάσις - ρεῦμα - ἀντίστασις, εἰς ἓνα ἠλεκτρικὸν κύκλωμα. Ὁ νόμος τοῦ Ὠμ λέγει: *Ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος, τὸ ὁποῖον κυκλοφορεῖ εἰς ἓνα κύκλωμα, εἶναι ἀνάλογος τῆς τάσεως τῆς πηγῆς, ἢ ὁποία τροφοδοτεῖ τὸ κύκλωμα*

αὐτό, καὶ ἀντιστρόφως ἀνάλογος τῆς ἀντιστάσεως, τὴν ὁποίαν παρουσιάζει ἡ κατανάλωσις. Ὁ νόμος ἰσχύει τόσο εἰς τὸ συνεχῆς ὅσον καὶ εἰς τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα.

Τὸ σύμβολον διὰ τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος εἶναι I .

Τὸ σύμβολον διὰ τὴν τάσιν εἶναι V .

Τὸ σύμβολον διὰ τὴν ἀντίστασιν εἶναι R .

Συνεπῶς ὁ νόμος τοῦ Ὠμ ἐκφράζεται μὲ τὴν σχέσιν :

$$I = \frac{V}{R}.$$

Ἀπὸ τὴν σχέσιν αὐτὴν προκύπτουν καὶ αἱ ἀκόλουθοι ἐξισώσεις :

$$V = I \cdot R \quad \text{καὶ} \quad R = \frac{V}{I}.$$

Αἱ μονάδες μετρήσεως τῶν ἠλεκτρικῶν αὐτῶν μεγεθῶν εἶναι:

Διὰ τὴν τάσιν τὸ βόλτ (Volt), σύμβολον V .

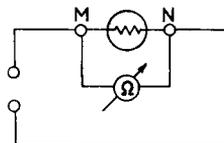
Διὰ τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος τὸ ἀμπέρ (Ampère, σύμβολον A).

Διὰ τὴν ἀντίστασιν τὸ ὦμ (Ohm), σύμβολον Ω .

Εἰς τὴν ἄσκησιν αὐτὴν ὡς πηγὴ θὰ χρησιμοποιηθῇ ἡ τάσις τοῦ δικτύου τῆς πόλεως (ἐναλλασσομένη τάσις 220 V). Ἐπομένως, ἀπαιτεῖται νὰ καταβληθῇ μεγάλη προσοχὴ πρὸς ἀποφυγὴν ἠλεκτροπληξίας, καθὼς καὶ εἰς τὰς κλίμακας τῶν ὀργάνων, τὰ ὁποῖα θὰ συνδεθοῦν διὰ τὴν λῆψιν μετρήσεων.

ΕΡΓΑΣΙΑ

1. Να τοποθετηθή ένας λαμπτήρ φωτισμού ισχύος 60 W και τάσεως λειτουργίας 220 V, ως κατανάλωσις, εις την ύποδοχὴν (ντουϊ) τοῦ σασσι τῆς ἀσκήσεως.



Σχ. 6·β.

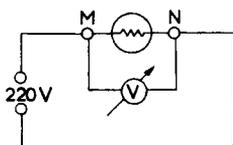
Νὰ συνδεθῆ ὠμόμετρον εἰς τὰ σημεῖα (M), (N) τοῦ κυκλώματος τοῦ σχήματος 6·β καὶ νὰ μετρηθῆ ἡ ἀντίστασις τοῦ λαμπτήρος (εἰς τὸ κύκλωμα δὲν παρέχεται τάσις).

Ἡ ἔνδειξις τοῦ ὠμομέτρου νὰ γραφῆ εἰς τὴν σχετικὴν στήλην τοῦ ἐπομένου πίνακος :

Ἴσχύς λαμπτήρος	Ἀντίστασις
60 W	
100 W	
200 W	

2. Νὰ ἐπαναληφθῆ ἡ μέτρησις εἰς τὰ αὐτὰ σημεῖα, ἀφοῦ ἀντικατασταθῆ ὁ λαμπτήρ τῶν 60 W δι' ἄλλου, ἰσχύος 100 W.

3. Νὰ ἐπαναληφθῆ ἡ μέτρησις μὲ λαμπτήρα ἰσχύος 200 W. Αἱ ἐνδείξεις τοῦ ὠμομέτρου διὰ τὰς περιπτώσεις 2 καὶ 3 νὰ γραφοῦν εἰς τὸν πίνακα τῆς περιπτώσεως 1.



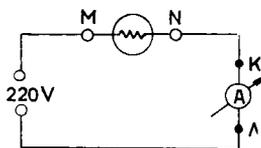
Σχ. 6·γ.

4. Νὰ πραγματοποιηθῆ τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 6·γ.

Ἀφοῦ τοῦτο ἐλεγχθῆ ἀπὸ τὸν Καθηγητήν, νὰ ἐφαρμοσθῆ ἔπειτα τάσις δικτύου 220 V καὶ διὰ τοῦ βολτομέτρου εἰς τὰ σημεῖα (M), (N) νὰ μετρηθῆ ἡ τάσις εἰς τὰ ἄκρα τοῦ λαμπτήρος καὶ νὰ γραφῆ εἰς τὴν σχετικὴν στήλην τοῦ ἐπομένου πίνακος (σελ. 28) :

5. Νὰ ἀποσυνδεθῆ ἡ τάσις τῶν 220 V ἀπὸ τὸ προηγούμενον κύκλωμα. Ἀκολουθῶς νὰ πραγματοποιηθῆ τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 6·δ.

Τάσις πηγής (V)	Τάσις εις τὰ ἄκρα M - N (V)	Έντασις (A)	Άντίστασις (Ω)
220			
110			



Σχ. 6 · δ.

Μεταξύ τῶν σημείων (K) καὶ (A) νὰ συνδεθῆ ἀμπερόμετρον καί, ἀφοῦ τὸ κύκλωμα ἐλεγχθῆ ἀπὸ τὸν Καθηγητὴν, νὰ ἐφαρμοσθῆ πάλιν τάσις δικτύου 220 V καὶ νὰ μετρηθῆ ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος εἰς τὸ κύκλωμα. Ἡ ἔνδειξις νὰ γραφῆ εἰς τὸν πίνακα τῆς προηγουμένης περιπτώσεως.

Ἐκ τῶν δύο προηγουμένων μετρήσεων (4 καὶ 5) φαίνεται ἡ ὀρθὴ συνδεσμολογία τῶν ὀργάνων. Δηλαδή τὸ βολτόμετρον συνδέεται πάντοτε ἐν παραλλήλῳ πρὸς τὴν κατανάλωσιν (κύκλωμα περιπτώσεως 4), τὸ δὲ ἀμπερομετρον πάντοτε ἐν σειρᾷ (περίπτωσης 5).

6. Νὰ ἐπαναληφθοῦν αἱ αὐταὶ μετρήσεις ὑπὸ τάσιν πηγῆς 110 V. Προτοῦ ἐφαρμοσθῆ τάσις, τὸ κύκλωμα πρέπει νὰ ἐλέγχεται πάντοτε ἀπὸ τὸν Καθηγητὴν. Αἱ ἔνδειξεις νὰ γραφοῦν εἰς τὸν πίνακα τῆς περιπτώσεως 4).

7. Ἐκ τῶν ἐνδείξεων τάσεων καὶ ἐντάσεων νὰ ὑπολογισθῆ δι' ἐφαρμογῆς τοῦ νόμου τοῦ Ω μ ἡ ἀντίστασις κάθε λαμπτήρος καὶ νὰ γραφῆ εἰς τὴν σχετικὴν στήλην τοῦ πίνακος (περίπτωσης 3).

8. Ἀφοῦ ἐφαρμοσθῆ πάλιν τάσις τροφοδοτήσεως 220 V, νὰ ληφθοῦν αἱ ἔνδειξεις τοῦ ἀμπερομέτρου διὰ τρεῖς διαφορετικὰ καταναλώσεις, 60, 100 καὶ 200 W, καὶ νὰ γίνουν οἱ ὑπολογισμοί, ὥστε νὰ συμπληρωθῆ ὁ ἀκόλουθος πίναξ:

Ίσχυς λαμπτήρος (W)	Έντασις (A)	Άντίστασις (Ω)
60		
100		
200		

9. Νά συγκριθοῦν αἱ ἐνδείξεις τοῦ ὠμομέτρου τῶν περιπτώσεων 1, 2 καὶ 3 μὲ τὰς τιμὰς ἀντιστάσεως, τὰς ὁποίας δίδουν οἱ ὑπολογισμοὶ τῆς προηγουμένης περιπτώσεως διὰ τοὺς αὐτοὺς λαμπτήρας. Ποῦ ὀφείλεται ἡ παρουσιαζομένη διαφορά:

10. Τί λέγει ὁ νόμος τοῦ Ω μ;

11. Ποῖα τὰ βασικὰ στοιχεῖα ἐνὸς ἠλεκτρικοῦ κυκλώματος;

12. Πηγὴ τάσεως 12 V τροφοδοτεῖ κατανάλωσιν ἀντιστάσεως 2,4 k Ω . Νά ὑπολογισθῇ ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος, τὸ ὁποῖον διαρρέει τὸ κύκλωμα. Τὸ ἀποτέλεσμα νά γραφῇ εἰς Α.

Παραπομπὰὶ διὰ συμπληρωματικὴν μελέτην:

Α. Παππᾶ: «Ἠλεκτρολογία», τόμος Α', σελ. 32, 35. (Ἔκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

Κ. Θεοφιλοπούλου: «Ἠλεκτροτεχνία», τόμος Α', σελ. 59. (Ἔκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΝ ΚΟΛΛΗΤΗΡΙ

Εἰς τὰς ἠλεκτρολογικὰς καὶ τὰς ραδιοτεχνικὰς κατασκευὰς ὄλαι αἱ συνδέσεις μεταξύ τῶν ἀγωγῶν καὶ τῶν ἐξαρτημάτων πρέπει νὰ ἔχουν ἐξησφαλισμένην σταθεράν καὶ στερεάν ἐπαφήν. Ἐὰν ἀπλῶς τυλιχθοῦν μεταξύ των τὰ σύρματα, δίχως νὰ συγκολληθοῦν, ὅπωςδήποτε ὕστερα ἀπὸ μικρὸν χρονικὸν διάστημα θὰ δημιουργηθῇ ἀνωμαλία εἰς τὴν συνέχειαν τοῦ ἠλεκτρικοῦ κυκλώματος. Θὰ παρουσιασθῇ δηλαδὴ «λασκάρισμα» ἢ ὀξειδωσις, ἡ ὁποία θὰ αὐξήσῃ πολὺ τὴν ἀντίστασιν τοῦ κυκλώματος ἢ ἀκόμη καὶ θὰ διακόψῃ τὴν ἐπαφήν μεταξύ τῶν συρμάτων. Ἐπομένως, ἀφοῦ πρῶτα γίνῃ μία καλὴ μηχανικὴ σύνδεσις μεταξύ τῶν ἀγωγῶν ἢ τῶν ἀκροδεκτῶν τῶν ἐξαρτημάτων, τὰ ὁποία πρόκειται νὰ συνδεθοῦν, πρέπει ἐν συνεχείᾳ νὰ καλυφθῇ τὸ σημεῖον συνδέσεως δι' ἑνὸς στρώματος εἰδικῆς κολλήσεως. Ἡ κόλλησις αὐτὴ, ἀφ' ἑνὸς μὲν θὰ στερεώσῃ καλύτερα τοὺς συνδετικούς ἀγωγοὺς καὶ ἀφ' ἑτέρου θὰ προφυλάσῃ τὸ σημεῖον συνδέσεως των ἀπὸ ὀξειδωσιν.

Τὸ εἶδος τῆς κολλήσεως, τὸ ὁποῖον χρησιμοποιεῖται ἀπὸ τοὺς ἠλεκτρολόγους καὶ τοὺς ραδιοτεχνικούς, εἶναι ἓνα κρᾶμα μολύβδου καὶ κασσιτέρου, σχεδὸν εἰς ἴσας ποσότητας. Ὄταν ἡ κόλλησις αὐτὴ θερμαίνεται τῇ βοηθείᾳ θερμοῦ κολλητηριοῦ, τήκεται (λειώνει) καὶ εἰς ρευστὴν πλέον κατάστασιν ἀπλώνεται ἐπάνω εἰς τὸ σημεῖον συνδέσεως. Μετὰ τὴν ἀπομάκρυνσιν τοῦ κολλητηριοῦ, ἡ κόλλησις ψύχεται καὶ σκληρύνεται. Χημικῶς ἀποδεικνύεται ὅτι ἡ θερμὴ ρευστὴ κόλλησις ἐπιδρᾷ, ὥστε νὰ λειώνῃ ἐπίσης καὶ ἓνα λεπτότατον στρώμα ἐκ τῆς ἐπιφανείας τῶν συγκολλημένων ὑλικῶν· ἔτσι πραγματοποιεῖται μία πολὺπλοκος χημικὴ ἀντίδρασις.

Αἱ ἀκόλουθοι τρεῖς βασικαὶ προϋποθέσεις εἶναι ἀπαραίτητοι διὰ τὴν ἐξασφάλισιν μιᾶς καλῆς συγκολλήσεως:

α) *Καθαριότης*. Αἱ ἐπιφάνειαι τῶν μετάλλων, τὰ ὁποία πρόκειται νὰ συγκολληθοῦν, ἐπιβάλλεται νὰ εἶναι καθαραὶ εἰς τὰ

συγκολλούμενα σημεία. Αυτό σημαίνει ότι τὰ σημεία έπαφής τών συνδεομένων μετάλλων πρέπει να ξυσοϋν, ώστε να αφαιρεθοϋν τὰ τυχόν οξειδία και να φανή τὸ καθαρόν μέταλλον.

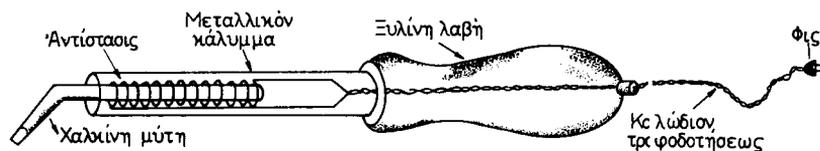
β) Χρησεις ειδικής αλοιφής. Η αλοιφή αυτή είναι μία χημική ούσία, ή όποία προφυλάσσει τās συγκολλουμένας έπιφανείας από οξειδωσιν, όταν αυτές θερμαίνωνται κατά τήν συγκόλλησιν.

Δέν δύναται να θεωρηθῆ ως καλή μία συγκολλησις, έφ' όσον εις τὰ σημεία έπαφής θα δημιουργηθῆ ξστω και πολύ λεπτόν στρώμα οξειδίου.

γ) Κατάλληλος θερμοκρασία. Τὰ πρὸς συγκόλλησιν μέταλλα πρέπει να έχουν θερμανθῆ αρκετά, ώστε, όταν ή κόλλησις έφαρμοσθῆ εις τὸ σημείον συγκολλήσεως, να λειώση και να άπλωθῆ εύκόλως. Παρ' όλον ότι υπάρχουν διάφοροι τρόποι δια τήν θέρμανσιν, τὸ ηλεκτρικόν κολλητήρι, άπλουν ή αυτόματον, είναι τὸ πλέον κατάλληλον και χρησιμοποιεῖται περισσό-ερον εις αυτάς τās περιπτώσεις.

I. Άπλουν ηλεκτρικόν κολλητήρι.

Τὸ άπλουν ηλεκτρικόν κολλητήρι άποτελείται (σχ. 7·α) από τὰ εξῆς μέρη: μίαν αντίστασιν, τὸ μεταλλικόν κάλυμμα τῆς αντίστασεως, μίαν χαλκίνην προέκτασιν («μύτην»), μίαν ξυλίνην λαβήν και τὸ καλώδιον τροφοδοτήσεως μετὰ τοϋ ρευματολήπτου (φίς).



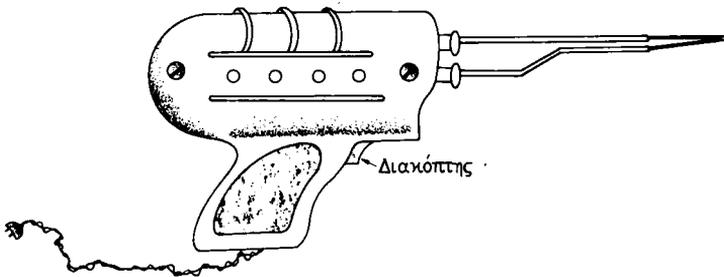
Σχ. 7·α.

Όταν κυκλοφορῆ ρεύμα δια τῆς αντίστασεως, ή αντίστασις θερμαίνεται· άκολουθως θερμαίνεται και ή χαλκίνη μύτη, τήν όποίαν ή αντίστασις περιβάλλει κατά τὸ ένα άκρον της (χωρίς να έρχεται εις ηλεκτρικὴν έπαφήν με αυτήν). Η θερμὴ πλέον μύτη έφάπτεται εις τὰ πρὸς συγκόλλησιν σημεία και τὰ θερμαίνει.

Ἡ θερμαντικὴ ἰκανότης τοῦ ἠλεκτρικοῦ κολλητηριοῦ ἐκφράζεται μὲ τὴν ἰσχύν αὐτοῦ εἰς βάττ. Ὄταν αἱ ἐπιφάνειαι, αἱ ὁποῖαι πρόκειται νὰ συγκολληθοῦν, εἶναι μεγάλαι καὶ τὰ μέταλλα χονδρά, ἀπαιτεῖται συνήθως κολλητήρι ἰσχύος 200 - 250 W. Διὰ συνήθεις συγκολλήσεις λεπτῶν ἀγωγῶν καὶ ἐξαρτημάτων, κολλητήρι ἰσχύος 80 - 100 W εἶναι πολὺ κατάλληλον. Διὰ συγκολλήσεις ἀγωγῶν καὶ ἐξαρτημάτων ἰδιαίτερος λεπτῶν χρησιμοποιεῖται κολλητήρι ἰσχύος περίπου 40 W.

II. Αὐτόματον ἠλεκτρικὸν κολλητήρι.

Τὸ αὐτόματον ἠλεκτρικὸν κολλητήρι ἔχει ὡς κύριον ἐξάρτημά του ἓνα μετασχηματιστήν. Ὁ μετασχηματιστὴς αὐτὸς εἶναι ὑποβιβαστὴς τάσεως. Τὸ δευτερεῖον του ἔχει ὀλίγας ἢ καὶ μίαν μόνον σπεῖραν, ἢ ὁποῖα διαμορφωμένη καταλλήλως ἀποτελεῖ ἢ ἰδίᾳ τὴν μύτην τοῦ κολλητηριοῦ. Τὸ ὅλον κατασκευάσμα, ἐκτὸς τῆς μύτης, καλύπτεται δι' ἐνὸς πλαστικοῦ περιβλήματος, τὸ ὁποῖον ἔχει τὴν μορφήν πιστολίου (σχ. 7·β). Εἰς τὸ ἐσωτερικόν



Σχ. 7·β.

μέρος τῆς λαβῆς αὐτοῦ τοῦ πιστολίου καὶ εἰς τὴν θέσιν τῆς σκανδάλης ὑπάρχει διακόπτης, τὸν ὁποῖον χειρίζεται κανεὶς ὅπως τὴν σκανδάλην τοῦ ὄπλου. Ὄταν πιέζεται ὁ διακόπτης - σκανδάλη, ἀποκαθίσταται τὸ κύκλωμα εἰς τὸ πρωτεῖον τοῦ μετασχηματιστοῦ, ὁπότε εἰς τὸ δευτερεῖον κυκλοφορεῖ ρεῦμα μεγάλης ἐντάσεως. Ἡ κυκλοφορία τοῦ μεγάλου αὐτοῦ ρεύματος θερμαίνει ἀμέσως τὴν μύτην διὰ τὴν ἐκτέλεσιν τῆς συγκολλήσεως.

Τὸ αὐτόματον ἠλεκτρικὸν κολλητήρι ἔχει σοβαρὰ πλεονε-

κτήματα. Τα κυριώτερα εξ αυτών είναι: Θερμαίνεται εις χρόνον ταχύτατον, εντός ολίγων δευτερολέπτων. Ψύχεται επίσης ταχέως. Καταναλίσκει ρεύμα (ήλεκτρικὴν ἐνέργειαν) μόνον κατὰ τὸν χρόνον κατὰ τὸν ὁποῖον πιέζεται ἢ σκανδάλῃ - διακόπτῃς, δηλαδὴ ὅταν χρησιμοποιῆται διὰ τὴν ἐκτέλεσιν συγκολλήσεως.

Τὰ μειονεκτήματά του εἶναι: Δὲν ἐξυπηρετεῖ εἰς «βαρείας» συγκολλήσεις μεγάλων ἐπιφανειῶν μετάλλων καὶ ἡ τιμὴ του εἶναι ὑψηλὴ (στοιχίζει περίπου τὸ δεκαπλάσιον τοῦ κόστους ἐνὸς ἀπλοῦ κολλητηριοῦ).

Ὅταν ἓνα ἀπλοῦν ἠλεκτρικὸν κολλητήρι θερμαίνεται συνεχῶς, ἢ χαλκινὴ μύτη του ὀξειδοῦται καὶ σχηματίζεται ἐπ' αὐτῆς ἓνα στρώμα ὀξειδίου τοῦ χαλκοῦ. Τὸ ὀξείδιον αὐτὸ (μικρὰ μαυράδια) παρεμβάλλεται μεταξὺ τῆς χαλκίνης μύτης καὶ τῶν συγκολλουμένων σημείων καὶ ἐμποδίζει τὴν καλὴν ἀγωγιμότητα. Διὰ νὰ διατηρῆται συνεπῶς ἡ μύτη καθαρὰ, πρέπει, ἀφοῦ καθαρισθῆ ἀπὸ τὰ μαυράδια, νὰ ἐπικασσιτερωθῆ (νὰ γανωθῆ) δι' ἐνὸς στρώματος κολλήσεως. Μετὰ τὴν πρώτην ἐπικασσιτέρωσιν, πιθανὸν νὰ ἐφανισθοῦν πάλιν μαυράδια. Γίνεται τότε καὶ πάλιν καθαρισμὸς καὶ ἐπικασσιτέρωσις τῆς μύτης. Ἐὰν τὸ κολλητήρι παραμένῃ συνεχῶς ὑπὸ τάσιν, ἀπαιτεῖται καθαρισμὸς καὶ ἐπικασσιτέρωσις τῆς μύτης πολλάκις ἐντὸς τῆς αὐτῆς ἡμέρας. Ἐννοεῖται ὅτι, ἐφ' ὅσον δὲν χρειάζεται συνεχῶς τὸ κολλητήρι διὰ συγκολλήσεις, δὲν πρέπει νὰ παραμένῃ μονίμως ὑπὸ τάσιν, διότι τοιοῦτοτρόπως καταναλίσκεται ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια ἀσκόπως.

Προσοχὴ. Δὲν πρέπει ποτὲ νὰ τινάσσεται τὸ κολλητήρι διὰ νὰ ἀπαλλαγῆ ἡ μύτη του ἀπὸ τὴν κόλλησιν μετὰ τὰ μαυράδια. Αὐτὸ εἶναι ἐπικίνδυνον, διότι, ἐὰν ἐκ λάθους ἢ ρευστῆ κόλλησις πέσῃ ἐπὶ τοῦ δέρματος, θὰ προκαλέσῃ ἔγκανμα.

Ἄρα διὰ μίαν καλὴν συγκόλλησιν ἐπιβάλλεται :

1. Καλὸς καθαρισμὸς τῶν πρὸς συγκόλλησιν ἐπιφανειῶν.
2. Καλὴ μηχανικὴ σύνδεσις τῶν πρὸς συγκόλλησιν συρμάτων ἢ ἀκροδεκτῶν ἑξαρτημάτων δι' ἐξασφάλισιν μονίμου καὶ στερεᾶς συγκολλήσεως. Ἡ κόλλησις διευκολύνει βεβαίως τὴν καλὴν ἀγωγιμότητα, δηλαδὴ τὴν καλὴν ἠλεκτρικὴν ἐπαφήν, ἀλλὰ δὲν ἐξασφαλίζει μεγάλην μηχανικὴν ἀντοχήν.

3. Ἐὰν χρησιμοποιῆται ἰδιαιτέρως ἄλοιφή, πρέπει αὐτὴ νὰ

άπλοῦται προηγουμένως εἰς τὰς ἐπιφανείας τῶν πρὸς συγκόλλησιν ἀγωγῶν, ἀκροδεκτῶν ἢ ἐξαρτημάτων. Ἡ κόλλησις ἢ χρησιμοποιοῦμένη ὑπὸ τῶν ραδιοτεχνικῶν ἔχει τὴν μορφήν σύρματος καὶ περιέχει ἤδη τὴν ἀπαραίτητον ἀλοιφήν. Γενικῶς, ὅταν ἡ κόλλησις περιέχῃ ἀλοιφήν, δημιουργεῖται ἕλαφρὸς καπνὸς, ἀμέσως μόλις ἔλθῃ εἰς ἐπαφήν μετὰ τὴν θερμὴν μύτην τοῦ κολλητηριοῦ.

4. Καλὸς καθαρισμὸς τοῦ κολλητηριοῦ.

5. Ἐφαρμογὴ τοῦ κολλητηριοῦ εἰς τὸ σημεῖον συγκολλήσεως. Ἡ ἐφαρμογὴ πρέπει νὰ γίνεται μετὰ τὴν μύτην πλαγίως, ὥστε νὰ γίνεται ἐπαφὴ μεγαλύτερας ἐπιφανείας αὐτῆς μετὰ τῶν συγκολλουμένων ὑλικῶν.

6. Ἐφαρμογὴ κολλήσεως εἰς τὸ θερμανθὲν σημεῖον. Πάντοτε ἀπαιτεῖται ἓνα μικρὸν χρονικὸν διάστημα διὰ τὴν θέρμανσιν καί, ἐν συνεχείᾳ, τὴν συγκόλλησιν. Τὸ χρονικὸν αὐτὸ διάστημα εἶναι τόσον μεγαλύτερον, ὅσον ὀγκωδέστεροι εἶναι οἱ ἀκροδέκται τῶν συγκολλουμένων ὑλικῶν. Ἐπίσης ἀπαιτεῖται μικρὸν χρονικὸν διάστημα μετὰ τὴν συγκόλλησιν καὶ ἀπομάκρυνσιν τοῦ κολλητηριοῦ, προκειμένου νὰ ψυχθῇ καὶ νὰ «σκληρυνθῇ» ἡ λειωμένη κόλλησις. Εἰς ἕλαφρὰς συγκολλήσεις, ὀλίγον φύσημα μετὰ τὴν ἀπομάκρυνσιν τοῦ κολλητηριοῦ διευκολύνει τὴν σύντομον σκλήρυνσιν.

7. Ἐλεγχος τῆς συγκολλήσεως. Ὅταν εἰς τὴν πραγματοποιηθεῖσαν συγκόλλησιν ἐμφανίζεται μία ὁμαλὴ καὶ στιλπνὴ ἐπιφάνεια ἐπάνω καὶ γύρω ἀπὸ τὸ σημεῖον συγκολλήσεως, ἡ συγκόλλησις ἔγινε καλῶς. Σκληρὰ καὶ ἀνώμαλος ἐπιφάνεια εἰς τὸ σημεῖον συγκολλήσεως χαρακτηρίζει ὄχι καλὴν συγκόλλησιν («κρύα» συγκόλλησις).

ΕΡΓΑΣΙΑ

Διὰ χρήσεως ἀπλοῦ κολλητηριοῦ:

1. Νὰ συγκολληθοῦν δύο ἀγωγοί. Ἡ σειρὰ ἐργασίας πρέπει νὰ εἶναι: Καθαρισμὸς κολλητηριοῦ ἀφοῦ θερμανθῇ, καθαρισμὸς τῶν συρμάτων εἰς τὰ σημεῖα, εἰς τὰ ὅποια πρόκειται νὰ γίνῃ ἡ συγκόλλησις, μηχανικὴ σύνδεσις τῶν συρμάτων, ἐφαρμογὴ τοῦ

κολλητηριοῦ ἐπ' αὐτῶν, ἐφαρμογή τοῦ ὕλικου τῆς συγκολλήσεως. Ἡ κόλλησις πρέπει νὰ λειώνη ἐπάνω εἰς τὰ θερμοανθέντα ἀντικείμενα καὶ ὄχι ἐπὶ τῆς μύτης τοῦ κολλητηριοῦ.

2. Νὰ συγκολληθῆ ἓνας ἀγωγὸς μετὰ τοῦ ἀκροδέκτου ἐνὸς ἐξαρτήματος (ἀντιστάσεως ἢ πυκνωτοῦ).

3. Νὰ κολληθῆ ἀγωγὸς ἐπάνω εἰς σασσί ἐκ λαμαρίνας.

4. Νὰ κολληθῆ πολὺκλωνον σύρμα εἰς σασσί.

5. Νὰ συγκολληθοῦν ἀκροδέκται 3 ἕως 4 ἐξαρτημάτων μαζί.

6. Αἱ ἐργασίαι τῶν προηγουμένων ἐρωτήσεων νὰ ἐπαναληφθοῦν μὲ τὸ αὐτόματον κολλητήρι. "Ὅλοι οἱ μαθηταὶ πρέπει νὰ ἐκτελέσουν, τουλάχιστον ἀπὸ μίαν φοράν, ὅλας τὰς ζητούμενας συγκολλήσεις.

7. Εἰς τὴν ἄσκησιν παρέχονται τὰ ὑλικά διὰ τὴν κατασκευὴν ἀπλοῦ ἠλεκτρικοῦ κολλητηριοῦ. Νὰ ἀρχίση ἡ κατασκευὴ αὐτὴ μὲ βάσιν τὸ δεῖγμα τοῦ Ἐργαστηρίου.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΝ ΚΥΚΛΩΜΑ

Συνδεσμολογία εν σειρά.

Ἡλεκτρικὸν κύκλωμα ἐν σειρᾷ εἶναι τὸ κύκλωμα ἐκεῖνο, τοῦ ὁποῖου ὅλα τὰ στοιχεῖα, δηλαδὴ ἡ πηγὴ καὶ αἱ καταναλώσεις, εἶναι συνδεδεμένα τὸ ἓνα κατόπιν τοῦ ἄλλου ἔτσι, ὥστε νὰ ὑπάρχη μίᾳ μόνον ἀγώγιμος δίοδος διὰ τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα.

Τὰ χαρακτηριστικὰ τοῦ ἐν σειρᾷ κυκλώματος εἶναι :

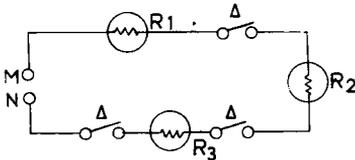
α) Ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος εἶναι ἡ αὐτὴ εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τοῦ κυκλώματος. Δηλαδὴ, εἰς οἰονδήποτε σημεῖον καὶ ἂν διακοπῇ τὸ κύκλωμα καὶ παρεμβληθῇ ἀμπερόμετρον, τοῦτο θὰ δεικνύη πάντοτε τὴν αὐτὴν τιμὴν ἐντάσεως ρεύματος.

β) Ἡ ὅλική ἀντίστασις τῶν καταναλώσεων (ἰσοδύναμος ἀντίστασις τοῦ κυκλώματος), ἐφ' ὅσον ὑπάρχουν περισσότεραι τῆς μιᾶς καταναλώσεις, εἶναι ἴση μὲ τὸ ἄθροισμα τῶν ἐπὶ μέρους ἀντιστάσεων.

γ) Ἡ τάσις τῆς τροφοδοτοῦσης τοῦ κύκλωμα πηγῆς εἶναι ἴση μὲ τὸ ἄθροισμα τῶν πτώσεων τάσεως εἰς τὰς ἀντιστάσεις τῶν καταναλώσεων, αἱ ὁποῖαι, συνδεδεμένοι ἐν σειρᾷ μεταξύ των καὶ πρὸς τὴν πηγὴν, ἀποτελοῦν τὸ κύκλωμα αὐτό.

ΕΡΓΑΣΙΑ

1. Νὰ τοποθετηθοῦν τρεῖς λαμπτήρες φωτισμοῦ, τῶν 60 W / 220 V ὁ καθένας, εἰς τὰς βάσεις (ντουί) τοῦ σασσι τῆς ἀσκῆσεως.



Σχ. 8·α

2. Νὰ ἐλεγχθοῦν δι' ὠμομέτρου:

- α) ἡ ἀντίστασις κάθε λαμπτήρος καὶ
- β) ἡ ὅλική ἀντίστασις τοῦ κυκλώματος. Ἡ μέτρησις τῆς ὅλικῆς ἀντιστάσεως νὰ γίνῃ εἰς τὰ σημεῖα (M),

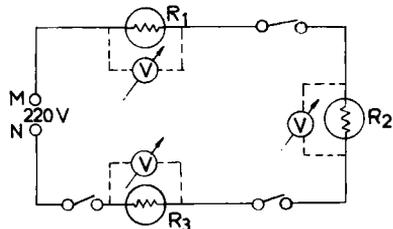
(N) τοῦ κυκλώματος (σχ. 8·α). Ὑπενθυμίζεται ὅτι τὸ ὠμόμε-

τρον χρησιμοποιείται μόνον εις κυκλώματα, τὰ ὅποια εὐρίσκονται ἐκτὸς τάσεως.

Αἱ ἐνδείξεις τοῦ ὤμομέτρου νὰ γραφοῦν εἰς τὸν ἐπόμενον πίνακα.

Κατανάλωσις (λαμπτήρες, φωτισμοῦ)	Ἀντίστασις (ὠμ)
R_1	
R_2	
R_3	
$R_{ολ.}$	

3. Εἰς τὸ κύκλωμα τῆς προηγουμένης περιπτώσεως, ἀφοῦ κλεισθοῦν οἱ διακόπται (Δ), νὰ ἐφαρμοσθῇ τάσις δικτύου (ἐναλλασσομένη τάσις 220 V) καὶ νὰ μετρηθοῦν διὰ βολτομέτρου αἱ τάσεις εἰς τὰ ἄκρα κάθε λαμπτήρος καθὼς καὶ ἡ τάσις εἰς τὴν εἴσοδον τοῦ κυκλώματος. (Εἴσοδος εἶναι τὰ σημεῖα (M), (N) καὶ ἡ ἐπικρατοῦσα εἰς αὐτὰ τάσις εἶναι ἡ τάσις τοῦ δικτύου τῆς πόλεως). Ἡ ὀρθὴ συνδεσμολογία τοῦ βολτομέτρου διὰ τὴν μέτρησιν τῶν τάσεων φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 8·β.

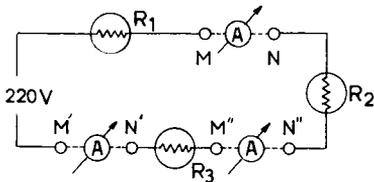


Σχ. 8·β.

Αἱ ἐνδείξεις τοῦ ὄργανου νὰ γραφοῦν εἰς τὴν σχετικὴν στήλην τοῦ ἐπομένου πίνακος :

Λαμπτήρες	Τάσις (V)	Ἔντασις (A)	Ἀντίστασις (Ω)
R_1			
R_2			
R_3			
$R_{ολ.}$			

4. Τὸ κύκλωμα τῆς περιπτώσεως 3 νὰ τροποποιηθῆ ὡς κατωτέρω (σχ. 8·γ, ἀνοικτοὶ οἱ διακόπται) καὶ νὰ μετρηθοῦν αἱ



Σχ. 8·γ.

ἐντάσεις τῶν ρευμάτων εἰς τὰ σημεῖα διακοπῆς (M) καὶ (N) αὐτοῦ. (Ἡ τροποποίησις γίνεται με διακεκομμένον τὸ ρεῦμα ἀπὸ τὴν πηγὴν).

Αἱ ἐντάσεις τῶν ρευμάτων δύνανται νὰ μετρηθοῦν εἰς κάθε θέσιν (M), (N) με βραχυκυκλωμένας τὰς ἄλλας δύο θέσεις. Αἱ ἐνδείξεις τοῦ

ἀμπερομέτρου νὰ γραφοῦν εἰς τὴν σχετικὴν στήλην τοῦ πίνακος τῆς προηγουμένης ἐρωτήσεως.

5. Ἐκ τῶν μετρήσεων τῶν ἐνδείξεων τάσεως καὶ ἐντάσεως εἰς κάθε λαμπτήρα νὰ ὑπολογισθῆ ἡ ἀντίστασις τοῦ λαμπτήρος αὐτοῦ ἐκ τοῦ νόμου τοῦ Ὠμ καὶ νὰ γραφῆ εἰς τὴν τελευταίαν στήλην τοῦ ἰδίου πίνακος.

6. Αἱ αὐταὶ ἀκριβῶς μετρήσεις καὶ ὑπολογισμοὶ νὰ ἐπαναληφθοῦν, ἀφοῦ προηγουμένως εἰς τὰς βάσεις τοῦ σασσι τῆς ἀσκήσεως τοποθετηθοῦν λαμπτήρες τῶν 200 W/220 V.

Τὰ ἀποτελέσματα νὰ γραφοῦν εἰς τὸν ἀκόλουθον πίνακα :

Λαμπτήρες	Τάσις (V)	Ἐντάσις (A)	Ἀντίστασις (Ω)
R_1			
R_2			
R_3			
$R_{ολ}$			

7. Νὰ ἐπαναληφθοῦν αἱ αὐταὶ μετρήσεις, ἄλλα με διαφορετικὸν λαμπτήρα εἰς κάθε ὑποδοχὴν. Νὰ χρησιμοποιηθοῦν π.χ. λαμπτήρες τῶν 60, 100 καὶ 200 W/220 V. Τὰ ἀποτελέσματα νὰ γραφοῦν εἰς τὸν ἀκόλουθον πίνακα (σελ. 39).

8. Νὰ ἐξηγηθῆ διατί αἱ ἐνδείξεις ρεύματος εἰς τὴν περίπτωσιν 4, ὅταν ἐχρησιμοποιήθησαν τρεῖς ὅμοιοι λαμπτήρες εἰς τὸ κύκλωμα, ἦσαν αἱ αὐταὶ καὶ εἰς τὰ τρία σημεῖα τοῦ κυκλώματος. Ἐπίσης νὰ ἀναφερθῆ καὶ νὰ ἐξηγηθῆ ἡ σχέσις τῶν ἐνδείξεων

έντάσεως ρεύματος εις τὰ αὐτὰ σημεία, ὅταν οἱ τρεῖς λαμπτήρες τοῦ κυκλώματος ἦσαν διαφορετικῶν ἰσχύων, ὅπως εις τὴν περιπτώσιν 7.

Λαμπτήρες	Τάσις (V)	Ἔντασις (A)	Ἀντίστασις (Ω)
$R_1 - 60 \text{ W}$			
$R_2 - 100 \text{ W}$			
$R_3 - 200 \text{ W}$			
$R_{ολ.}$			

9. Κατὰ ποῖον τρόπον συνδέεται τὸ ἀμπερόμετρον εις ἓνα κύκλωμα;

10. Πῶς ὑπολογίζεται ἡ ὅλική ἀντίστασις ἑνὸς κυκλώματος μὲ πολλὰς γνωστὰς καταναλώσεις συνδεδεμένας ἐν σειρᾷ;

11. Ποία ἡ σχέσηις μεταξὺ τάσεως πηγῆς καὶ πτώσεων τάσεως εις τὰς διαφόρους καταναλώσεις ἑνὸς κυκλώματος ἐν σειρᾷ;

12. Ὄταν οἱ τρεῖς λαμπτήρες τῶν $60 \text{ W}/220 \text{ V}$ εἶναι εις τὸ κύκλωμα ἐν σειρᾷ, ὅπως ὅταν ἐλήφθησαν αἱ μετρήσεις τάσεων, τί θὰ συμβῆ, ἐὰν «καῆ» ὁ εἷς ἐξ αὐτῶν; Θὰ ἀνάβουν ἢ ὄχι οἱ λοιποὶ δύο;

13. Εἰς τὴν συνδεσμολογίαν τῆς περιπτώσεως 6, μὲ τοὺς τρεῖς διαφορετικῆς ἰσχύος λαμπτήρας, ποῖος ἐξ αὐτῶν ἐφώτιζε περισσότερο; Νὰ ἐξηγηθῆ τὸ φαινόμενον.

14. Τὸ ἐν σειρᾷ κύκλωμα εἶναι κατάλληλον δι' ἐγκαταστάσεις φωτισμοῦ;

15. Εἶναι δυνατὸν μία συσκευὴ ἰσχύος 100 W , ἡ ὁποία λειτουργεῖ κανονικῶς εις τὰ 110 V , νὰ συνδεθῆ εις τὰ 220 V , ἐὰν συνδεθῆ ἐν σειρᾷ πρὸς αὐτὴν ἓνας λαμπτήρ τῶν $100 \text{ W}/110 \text{ V}$; Νὰ δικαιολογηθῆ ἡ ἀπάντησις μετὰ σχεδίου.

Παραπομπαι διὰ συμπληρωματικὴν μελέτην :

Α. Παππά : «Ἠλεκτρολογία», τόμος Α', σελ. 59. (Ἔκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

Κ. Θεοφιλοπούλου : «Ἠλεκτροτεχνία», τόμος Α', σελ. 79. (Ἔκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΝ ΚΥΚΛΩΜΑ

Συνδεσμολογία ἐν παραλλήλω.

Ἡ ἐν παραλλήλω συνδεσμολογία εἶναι ἡ πλέον συνήθης εἰς τὰ ἠλεκτρικὰ κυκλώματα καὶ προτιμᾶται πάντοτε εἰς τὰ κυκλώματα φωτισμοῦ. Τὰ χαρακτηριστικὰ αὐτῆς εἶναι :

α) Ἡ τάσις εἰς τὰ ἄκρα κάθε καταναλώσεως εἶναι ἡ αὐτὴ καὶ ἴση πρὸς τὴν τάσιν τῆς πηγῆς. (Εἰς τὸ ἐν σειρᾷ κύκλωμα τὸ ἄθροισμα τῶν τάσεων εἰς τὰ ἄκρα τῶν καταναλώσεων εἶναι ἴσον πρὸς τὴν τάσιν τῆς πηγῆς).

β) Ἐξασφαλίζει ἰδιαιτέρον κύκλωμα (ἰδιαιτέραν διακλάδωσιν ρεύματος) διὰ κάθε κατανάλωσιν. (Εἰς τὸ ἐν σειρᾷ κύκλωμα ὑπάρχει μόνον μία μοναδικὴ δίοδος ρεύματος διὰ μέσου ὄλων τῶν καταναλώσεων, αἱ ὁποῖαι εἶναι συνδεδεμένοι ἢ μία μετὰ τὴν ἄλλην).

γ) Τὸ ὀλικὸν ρεῦμα, τὸ ὁποῖον παρέχει ἡ πηγὴ, ἰσοῦται πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν ρευμάτων εἰς τοὺς διαφόρους κλάδους, δηλαδὴ πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν ρευμάτων, τὰ ὁποῖα διαρρέουν κάθε κατανάλωσιν τοῦ κυκλώματος. (Εἰς τὸ ἐν σειρᾷ κύκλωμα τὸ ρεῦμα εἶναι τὸ αὐτὸ εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τοῦ κυκλώματος).

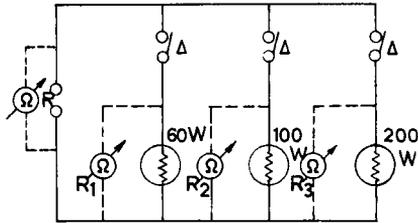
δ) Ἡ ὀλικὴ ἀντίστασις τοῦ κυκλώματος εἰς τὴν ἐν παραλλήλω συνδεσμολογίαν ἐλαττοῦται, ὅταν συνδέεται μία νέα κατανάλωσις, πάλιν ἐν παραλλήλω, καὶ εἶναι πάντοτε μικροτέρα τῆς μικροτέρας ἀντιστάσεως, ἡ ὁποῖα ὑπάρχει εἰς τὸ κύκλωμα. (Εἰς τὸ ἐν σειρᾷ κύκλωμα ἡ ὀλικὴ ἀντίστασις εἶναι ἴση μὲ τὸ ἄθροισμα τῶν ἐπὶ μέρους ἀντιστάσεων τοῦ κυκλώματος).

ΕΡΓΑΣΙΑ

1. Νὰ τοποθετηθοῦν τρεῖς λαμπτήρες τῶν 60, 100 καὶ 200 W καὶ τάσεως λειτουργίας 220 V ἕκαστος εἰς τὰς βάσεις (ντουῖ) τοῦ σασσι τῆς ἀσκήσεως.

2. Νά ελεγχθούν δι' ωμόμετρου: α) 'Η αντίσταση κάθε λαμπτήρος (διακόπται Δ άνοικτοι) και β) ή όλική αντίσταση του κυκλώματος (διακόπται Δ κλειστοί). Αί συνδέσεις του ωμόμετρου διά κάθε μίαν από τας ζητουμένας περιπτώσεις φαίνονται εις τò σχήμα 9·α.

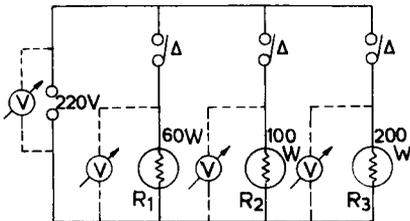
Αί ένδείξεις του ωμόμετρου νά γραφοῦν εις τόν έπόμενον πίνακα:



Σχ. 9·α.

Λαμπτήρες	Άντιστάσεις (Ω)
R ₁ – 60 W	
R ₂ – 100 W	
R ₃ – 200 W	
R _{ολ.}	

3. Εις τò κύκλωμα τής προηγούμενης έρωτήσεως, άφοῦ κλεισθούν οί διακόπται (Δ), νά εφαρμοσθή τάσις δικτύου (έναλλασσομένη τάσις 220 V) και νά μετρηθοῦν διά βολτομέτρου αί τάσις εις τὰ άκρα κάθε λαμπτήρος καθώς και ή τάσις εις τήν είσοδον του κύκλώματος (σχ. 9·β).

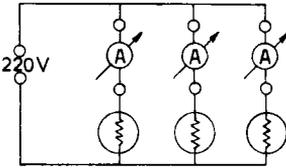


Σχ. 9·β.

Αί ένδείξεις τών τάσεων νά γραφοῦν εις τήν σχετικήν στήλην του έπόμενου πίνακος:

Λαμπτήρες	Τάσις (V)	Ένταση (A)	Άντίσταση (Ω)
R ₁			
R ₂			
R ₃			
R _{ολ.}			

4. Νά τροποποιηθῆ τὸ προηγούμενον κύκλωμα, ὅπως δεικνύει τὸ σχῆμα 9·γ, προκειμένου νὰ μετρηθοῦν: α) Αἱ ἐντάσεις τῶν ρευμάτων εἰς κάθε κλάδον τοῦ κυκλώματος καὶ β) ἡ ἐνταση τοῦ ὀλικοῦ ρεύματος, τὸ ὁποῖον παρέχει ἡ πηγή. (Ῥπενθυμίζεται ὅτι τὸ ἀμπερόμετρον συνδέεται ἐν σειρά εἰς τὸ κύκλωμα καὶ ὅτι δὲν πρέπει νὰ ἐφαρμοσθῆ τάσις ἀνευ τῆς ἐγκρίσεως τῆς συνδεσμολογίας ὑπὸ τοῦ Καθηγητοῦ.) Αἱ ἐνδείξεις τῶν ἐντάσεων νὰ γραφοῦν εἰς τὴν σχετικὴν στήλην τοῦ πίνακος τῆς προηγούμενης περιπτώσεως.



Σχ. 9·γ.

5. Ἐκ τῶν ἐνδείξεων τῶν μετρήσεων τάσεως καὶ ἐντάσεως εἰς κάθε λαμπτήρα καὶ μὲ βᾶσιν τὸν νόμον τοῦ ὤμ, νὰ ὑπολογισθῆ ἡ ἀντίστασις τὴν ὁποῖαν παρουσιάζει ὁ λαμπτήρ εἰς τὸ κύκλωμα καὶ νὰ γραφῆ εἰς τὴν σχετικὴν στήλην τοῦ πίνακος τῆς περιπτώσεως 3. Τὸ αὐτὸ νὰ ἐπαναληφθῆ διὰ τὴν ὀλικὴν ἀντίστασιν τοῦ κυκλώματος.

6. Ἐκ τῶν μετρήσεων καὶ τῶν ὑπολογισμῶν, οἱ ὁποῖοι ἐπραγματοποιήθησαν εἰς τὰς προηγούμενας περιπτώσεις, φαίνεται ὅτι οἱ τρεῖς λαμπτήρες παρουσιάζουν διαφορετικὰς ἀντιστάσεις, ὅταν μετροῦνται διὰ τοῦ ὤμομέτρου (περίπτωσης 2), ἀπὸ ἐκείνας τὰς ὁποίας δίδουν οἱ ὑπολογισμοὶ ἐκ τῶν τάσεων καὶ τῶν ἐντάσεων τῶν ρευμάτων (περίπτωσης 3). Νὰ δικαιολογηθῆ ἡ παρατηρουμένη αὐτὴ διαφορά.

7. Κατὰ ποῖον τρόπον συνδέεται τὸ βολτόμετρον εἰς ἓνα κύκλωμα διὰ τὴν μέτρησιν τῆς τάσεως, ἐν σειρά ἢ ἐν παραλλήλω;

8. Νὰ ἐξηγηθῆ διατί ἡ ἐν παραλλήλω συνδεσμολογία καταναλώσεων προτιμᾶται εἰς τὰ κύκλωματα φωτισμοῦ.

9. Ὄταν εἰς ἓνα κύκλωμα τριῶν καταναλώσεων συνδεδεμένων ἐν παραλλήλω καὶ τροφοδοτουμένων ἀπὸ τὴν αὐτὴν πηγήν προστεθῆ καὶ τετάρτη ἀντίστασις ἐν παραλλήλω, τί θὰ συμβῆ εἰς τὴν ἐντασιν τοῦ ρεύματος τῆς πηγῆς, θὰ αὐξηθῆ ἢ θὰ ἐλαττωθῆ;

10. Ὑποδείξατε τρόπους προσδιορισμοῦ τῆς ὀλικῆς ἀντι-

στάσεως ενός κυκλώματος παραλλήλου συνδέσεως, τὸ ὁποῖον εὐ-
ρίσκεται ὑπὸ τάσιν.

Παραπομπαι διὰ συμπληρωματικὴν μελέτην :

Α. Παππᾶ: «Ἡλεκτρολογία», τόμος Α', σελ. 81. (Ἔκδοσις Ἰδρύματος
Εὐγενίδου).

Κ. Θεοφιλοπούλου: «Ἡλεκτροτεχνία», τόμος Α', σελ. 84. (Ἔκδοσις
Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

ΑΣΚΗΣΕΙΣ 10

ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΝ ΚΥΚΛΩΜΑ

Μικτή συνδεσμολογία.

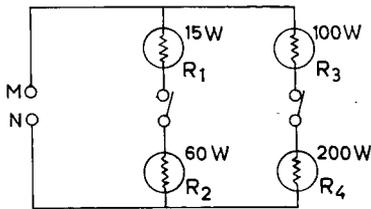
Είς πολλές περιπτώσεις ηλεκτρικῶν κυκλωμάτων γίνεται συνδυασμὸς τῶν δύο τρόπων συνδεσμολογίας τῶν καταναλώσεων, ἐν σειρᾷ καὶ ἐν παραλλήλῳ. Ὁ συνδυασμὸς αὐτὸς τῶν δύο συνδεσμολογιῶν καλεῖται *μικτὴ συνδεσμολογία*. Διὰ τῆς μικτῆς συνδεσμολογίας ἐπιτυγχάνονται ἐπιθυμηταὶ τάσεις καὶ ἐντάσεις ρευμάτων εἰς τὰ διάφορα τμήματα τοῦ ὅλου κυκλώματος.

Τὰ χαρακτηριστικὰ τῶν ἐν σειρᾷ καὶ ἐν παραλλήλῳ κυκλωμάτων ἐξητάσθησαν εἰς τὰς δύο προηγουμένας ἀσκήσεις. Τὰ χαρακτηριστικὰ κυκλώματος μικτῆς συνδεσμολογίας εἶναι ἴδια μὲ τὰ τῶν ἐπὶ μέρους κυκλωμάτων, τὰ ὁποῖα εἶναι ἤδη γνωστά.

Πολλὰ ἠλεκτρολογικὰ κυκλώματα καὶ τὸ σύνολον σχεδὸν τῶν ἠλεκτρονικῶν εἶναι κυκλώματα μικτῆς συνδεσμολογίας.

ΕΡΓΑΣΙΑ

1. Νὰ τοποθετηθοῦν τέσσαρες λαμπτήρες τῶν 15, 60, 100



Σχ. 10·α.

καὶ 200 W / 220 V εἰς τὰς βάσεις (ντουῖ) τοῦ σασσιῆ τῆς ἀσκήσεως, ὅπως φαίνονται εἰς τὸ σχῆμα 10·α.

Νὰ μετρηθοῦν δι' ὠμομέτρου:

- Ἡ ἀντίστασις κάθε λαμπτήρος.
- Ἡ ἀντίστασις τοῦ κάθε κλάδου τῶν λαμπτήρων ἐν σειρᾷ.
- Ἡ ὁλικὴ ἀντίστασις τοῦ κυκλώματος.

Διὰ τὴν μέτρησιν τῆς ἀντιστάσεως κάθε λαμπτήρος πρέπει ὅλοι οἱ διακόπται νὰ εἶναι ἀνοικτοὶ καὶ τὸ ὠμόμετρον νὰ τοποθετῆται εἰς τὰ ἄκρα τοῦ ὑπὸ μέτρησιν λαμπτήρος. Διὰ τὴν μέτρησιν τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἐνὸς κλάδου πρέπει ὁ διακόπτης αὐτοῦ νὰ εἶναι κλειστός, ἐνῶ ὁ διακόπτης τοῦ ἄλλου κλάδου παρα-

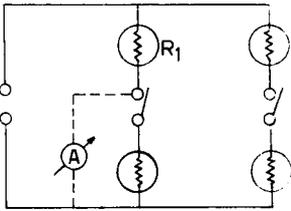
μένει άνοιχτός και τὸ ὠμόμετρον συνδέεται εἰς τὰ ἄκρα τοῦ κλάδου. Τέλος διὰ τὴν μέτρησιν τῆς ὀλικῆς ἀντιστάσεως, πρέπει καὶ οἱ δύο διακόπται νὰ εἶναι κλειστοὶ καὶ τὸ ὄργανον νὰ συνδεθῆ εἰς τὴν εἴσοδον τοῦ κυκλώματος, δηλαδὴ εἰς τὰ σημεῖα (M), (N). Αἱ ἐνδείξεις τοῦ ὠμομέτρου, δι' ὅλας τὰς περιπτώσεις, νὰ γραφοῦν εἰς τὸν ἐπόμενον πίνακα.

Λαμπτήρες	Ἀντιστάσεις (Ω)
$R_1 - 15 \text{ W}$	
$R_2 - 60 \text{ W}$	
$R_3 - 100 \text{ W}$	
$R_4 - 200 \text{ W}$	
$R_1 + R_2 - (15 + 60) \text{ W}$	
$R_3 + R_4 - (100 + 200) \text{ W}$	
$R_{ολ.}$	

3. Εἰς τὸ κύκλωμα τῆς προηγουμένης περιπτώσεως νὰ κλεισθοῦν οἱ διακόπται καί, ἀφοῦ ἐλέγξη ὁ Καθηγητὴς τὴν ὀρθὴν συνδεσμολογίαν, νὰ ἐφαρμοσθῆ τάσις δικτύου 220 V καὶ νὰ μετρηθοῦν: α) Ἡ τάσις εἰς τὰ ἄκρα κάθε λαμπτήρος. β) Ἡ τάσις εἰς τὰ ἄκρα κάθε κλάδου καὶ γ) ἡ τάσις εἰς τὰ ἄκρα τοῦ ὅλου κυκλώματος. Αἱ ἐνδείξεις τοῦ βολτομέτρου νὰ γραφοῦν εἰς τὴν σχετικὴν στήλην τοῦ ἐπομένου πίνακος.

Λαμπτήρες	Τάσις (V)	Ἔντασις (A)	Ἀντίστασις (Ω)
R_1			
R_2			
R_3			
R_4			
$R_1 + R_2$			
$R_3 + R_4$			
$R_{ολ.}$			

4. Νά πραγματοποιηθῆ τὸ ἐπόμενον κύκλωμα καὶ νά μετρηθῆ ἡ ἔντασις τοῦ κυκλοφοροῦντος ρεύματος εἰς κάθε λαμπτήρα. Αὐτὸ δύναται νά γίνη, ὅταν ὁ λαμπτήρ εἶναι μόνος εἰς τὸ κύκλωμα. Π.χ. εἰς τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 10·β τροφοδοτεῖται μόνον ὁ λαμπτήρ (R_1). Νά γίνη μεταφορὰ τοῦ ἀμπερομέτρου καὶ νά μετρηθοῦν, κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον, αἱ

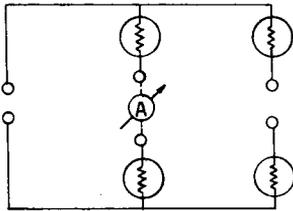


Σχ. 10·β.

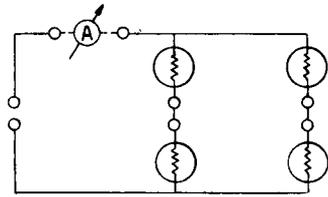
ἐντάσεις τῶν ρευμάτων, τὰ ὅποια διαρρέουν καὶ τοὺς τρεῖς ἄλλους λαμπτήρας.

5. Νά συνδεσμολογηθῆ τὸ κύκλωμα, ὅπως δεικνύει τὸ σχήμα 10·γ, καὶ νά μετρηθοῦν αἱ ἐντάσεις τῶν ρευμάτων εἰς τοὺς κλάδους του.

Αἱ ἐνδείξεις νά γραφοῦν εἰς τὸν γενικὸν πίνακα τῆς περιπτώσεως 3.



Σχ. 10·γ.



Σχ. 10·δ.

6. Τέλος νά πραγματοποιηθῆ τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 10·δ καὶ νά μετρηθῆ ἡ ἔντασις τοῦ ὀλικοῦ ρεύματος εἰς τὸ κύκλωμα. Ἡ ἐνδείξις νά γραφῆ εἰς τὸν γενικὸν πίνακα.

7. Νά συγκριθῆ ἡ ἐνδείξις τῆς τελευταίας μετρήσεως μὲ τὰς ἐνδείξεις τῶν μετρήσεων τῆς περιπτώσεως 4.

8. Ὄταν ζητῆται νά ἐλαττωθῆ ἡ τάσις, ἡ ὅποια ἐφαρμόζεται εἰς ἓνα κύκλωμα, διὰ τῆς συνδεσμολογίας μιᾶς προσθέτου ἀντιστάσεως, κατὰ ποῖον τρόπον πρέπει νά γίνη ἡ συνδεσμολογία αὐτή; Ἐν σειρᾷ ἢ ἐν παραλλήλω;

9. Κατὰ ποῖον τρόπον πρέπει νά συνδεθοῦν δύο ἀντιστάσεις εἰς ἓνα κύκλωμα, διὰ νά ἐπιτευχθῆ κυκλοφορία μεγαλυτέρου συνολικοῦ ρεύματος εἰς τὸ κύκλωμα αὐτό;

10. Νά αναφερθοῦν αἱ ιδιότητες (τάσεις καὶ ρεύματα εἰς τὰς καταναλώσεις) κυκλωμάτων συνδεσμολογημένων ἐν σειρᾷ καὶ ἐν παραλλήλῳ.

Παραπομπή διὰ συμπληρωματικὴν μελέτην :

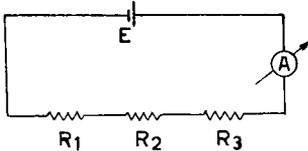
Α. Παππᾶ: «Ἠλεκτρολογία», τόμος Α', σελ. 95. (Ἔκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

ΑΣΚΗΣΕΙΣ 11

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΤΙΜΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΣ ΕΚ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΤΟΥ ΩΜ

Είς τὰς ἀσκήσεις 8, 9 καὶ 10 ἐξητάσθη τὸ θέμα τῆς συνδέσεως καταναλώσεων εἰς ἠλεκτρικὰ κυκλώματα κατὰ διαφόρους τρόπους. Εἰς τὴν παροῦσαν ἀσκήσιν γίνεται μίᾳ ἀνακεφαλαίωσις τῶν θεμάτων, τὰ ὁποῖα ἐξητάσθησαν εἰς τὰς τρεῖς ἐκείνας ἀσκήσεις. Εἰς τὰ κυκλώματα τῆς παρουσίας ἀσκήσεως χρησιμοποιοῦνται ἀπλᾶι ὠμικαὶ ἀντιστάσεις, ἀντὶ τῶν ἠλεκτρικῶν λαμπτήρων τῶν προηγουμένων ἀσκήσεων, καὶ ἐξετάζονται πάλιν αἱ ἐξῆς τρεῖς περιπτώσεις συνδεσμολογίας κυκλωμάτων :

α) Συνδεσμολογία καταναλώσεων ἐν σειρᾷ (σχ. 11·α).



Σχ. 11·α.

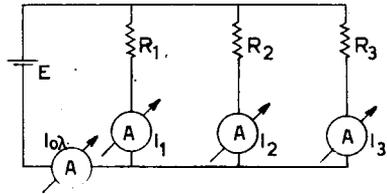
$$R_{ολ.} = R_1 + R_2 + R_3.$$

($R_{ολ.} = R_{ὀλική}$, δηλαδή ἡ ἰσοδύναμος ἀντίσταση τοῦ κυκλώματος).

β) Συνδεσμολογία καταναλώσεων ἐν παραλλήλῳ (σχ. 11·β).

$$\frac{1}{R_{ολ.}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad \eta$$

$$R_{ολ.} = \frac{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3}{R_1 \cdot R_2 + R_1 \cdot R_3 + R_2 \cdot R_3}$$



Σχ. 11·β.

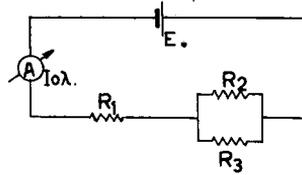
Εἰς τὴν περίπτωσιν κατὰ τὴν ὁποίαν αἱ καταναλώσεις εἶναι μόνον δύο :

$$R_{ολ.} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

γ) Μικτή συνδεσμολογία :

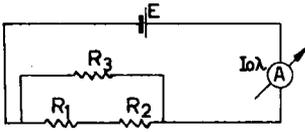
Παράδειγμα Α' (σχ. 11·γ).

$$R_{ολ} = R_1 + \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3}$$



Σχ. 11·γ.

Παράδειγμα Β' (σχ. 11·δ).



Σχ. 11·δ.

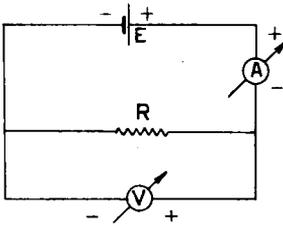
$$R_{ολ} = \frac{(R_1 + R_2) \cdot R_3}{(R_1 + R_2) + R_3}$$

Έξ ὧσων εἰς τὰς προηγουμένας ἀσκήσεις ἐλέχθησαν, ἡ τιμὴ μιᾶς ἀντιστάσεως εὐρίσκεται: α) Ἐὰν μετρηθῇ δι' ὠμομέτρου. β) Διὰ τοῦ κώδικος τῶν χρωμάτων, ἐφ' ὅσον ἡ ἀντίσταση φέρῃ χρώματα. γ) Διὰ τῆς ἐφαρμογῆς τοῦ νόμου τοῦ ὠμ, ἐφ' ὅσον εἶναι γνωστὰ τὰ ἄλλα στοιχεῖα (τάσις εἰς τὰ ἄκρα τῆς ἀντιστάσεως καὶ ἔντασις ρεύματος διὰ τῆς ἀντιστάσεως).

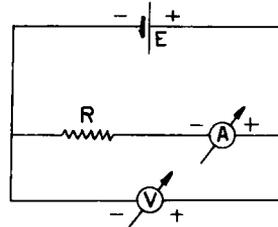
Διὰ τὸν ὑπολογισμὸν τῆς ἀντιστάσεως κατὰ τὴν τρίτην περίπτωσιν χρησιμοποιεῖται μία πηγή, ἓνα βολτόμετρον καὶ ἓνα ἀμπερόμετρον. Συνδέεται ἡ ἀντίσταση εἰς τὴν πηγήν, συνδέονται καὶ τὰ ὄργανα καταλλήλως, ὅποτε ὑπολογίζεται ἡ τιμὴ τῆς ἀντιστάσεως ἀπὸ τὰς ἐνδείξεις τάσεως καὶ ρεύματος, τὰς ὁποίας παρέχουν τὰ ὄργανα. Τὰ σχήματα 11·ε καὶ 11·στ δεικνύουν τὰς συνδεσμολογίας, αἱ ὁποῖαι πρέπει νὰ πραγματοποιηθοῦν διὰ τὴν λήψιν τῶν ζητουμένων μετρήσεων. Καὶ αἱ δύο συνδεσμολογίαι θεωροῦνται ὀρθαί. Ἡ ἐσωτερικὴ ἀντίσταση τοῦ βολτομέτρου εἶναι πολὺ μεγάλη καὶ ἡ ἐσωτερικὴ ἀντίσταση τοῦ ἀμπερομέτρου εἶναι πολὺ μικρὴ. Ἐπομένως εἰς τὰς περισσοτέρας ἐκ γῶν συνήθων μετρήσεων αἱ ἀντιστάσεις αὐταὶ τῶν ὀργάνων θεωροῦνται ἀμελητέαι, καὶ συνεπῶς ἀπὸ τὰς ἐνδείξεις τῶν ὀργάνων

εις τὰς συνδεσμολογίας αὐτὰς ὑπολογίζεται ἡ ἀντίστασις δι' ἐφαρμογῆς τῆς σχέσεως:

$$R = \frac{V}{I}$$



Σχ. 11 · α.



Σχ. 11 · β.

ΕΡΓΑΣΙΑ

1. Δίδονται τρεις ἀντιστάσεις, (R_1), (R_2), (R_3), καὶ μία πηγή συνεχοῦς ρεύματος. Νὰ συνδεσμολογηθοῦν ἀνὰ μία αἱ ἀντιστάσεις εἰς τὴν πηγήν καὶ νὰ μετρηθῆ: α) Ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος εἰς τὸ κύκλωμα. β) Ἡ τάσις εἰς τὰ ἄκρα τῆς ἀντιστάσεως. Ἐκ τῶν ἐνδείξεων τάσεως καὶ ἐντάσεως νὰ ὑπολογισθῆ ἡ τιμὴ τῆς ἀντιστάσεως.

Αἱ ἐνδείξεις τῶν μετρήσεων καὶ τὰ ἀποτελέσματα τῶν ὑπολογισμῶν νὰ γραφοῦν εἰς τὰς σχετικὰς στήλας τοῦ ἐπομένου πίνακος:

	Τάσις (V)	Ἐντασις (A)	Ἀντίστασις (Ω)
R_1			
R_2			
R_3			

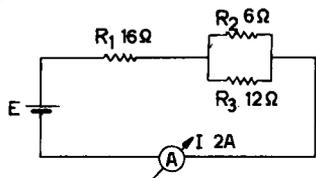
2. Νὰ συνδεσμολογηθοῦν αἱ τρεῖς ἴδιαι ἀντιστάσεις: α) Ἐν σειρά. β) Ἐν παραλλήλῳ καὶ γ) κατὰ μικτὴν συνδεσμολογίαν, ὅπως δεικνύουν τὰ σχήματα 11 · α, β, γ. Νὰ ληφθοῦν αἱ μετρήσεις ἐντάσεως καὶ τάσεως εἰς κάθε περίπτωσιν καὶ ἔξ αὐτῶν νὰ

ύπολογισθή ή όλική αντίστασις τοῦ κυκλώματος. Νά σχεδιασθοῦν αἱ πραγματοποιηθεῖσαι συνδεσμολογίαι καί νά γραφοῦν τὰ ἀποτελέσματα εἰς τόν ἐπόμενον πίνακα :

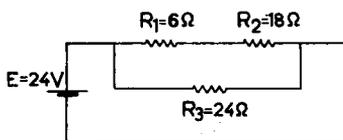
R_1, R_2, R_3	Τάσις (V)	Έντασις (A)	Αντίστασις (Ω)
Έν σειρᾶ			
Έν παραλλήλω			
Κατά μικτήν σύνδεσιν (Α')			
Κατά μικτήν σύνδεσιν (Β')			

3. Εἰς τήν ἐν παραλλήλω συνδεσμολογίαν, νά μετρηθῆ ή έντασις τοῦ ρεύματος εἰς κάθε κλάδον τοῦ κυκλώματος καί νά ύπολογισθῆ, έξ αὐτῆς καί τῆς τάσεως, χωριστά ή τιμή τῶν αντίστασεως (R_1), (R_2), (R_3). Έκ τῶν τιμῶν τῶν (R_1), (R_2), καί (R_3) νά ύπολογισθῆ ή όλική αντίστασις τοῦ κυκλώματος ($R_{ολ}$) καί νά συγκριθῆ μέ ἐκείνην, ή όποία εὔρέθη ἐκ τῶν μετρήσεων τῆς προηγουμένης περιπτώσεως διὰ τήν ἐν παραλλήλω συνδεσμολογίαν. Έπίσης νά συγκριθοῦν αἱ ύπολογισθεῖσαι τιμαί τῶν (R_1), (R_2) καί (R_3) μέ ἐκείνας, αἱ όποῖαι εὔρέθησαν εἰς τήν περίπτωση 1.

4. Νά ύπολογισθῆ ή τάσις τῆς πηγῆς εἰς τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 11·ζ.



Σχ. 11·ζ.

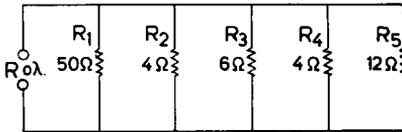


Σχ. 11·η.

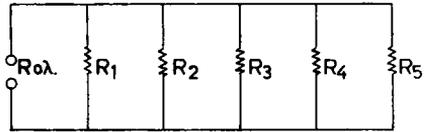
5. Νά ύπολογισθῆ ή έντασις τοῦ ρεύματος ($I_{ολ}$) εἰς τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 11·η.

6. Νά ύπολογισθῆ ή ($R_{ολ}$) τοῦ κυκλώματος τοῦ σχήματος 11·θ.

7. Νά υπολογισθῆ ἡ ($R_{ολ}$) τοῦ κυκλώματος τοῦ σχήματος 11·ι καὶ νά εὑρεθῆ ἄπλοῦς τύπος διὰ τὴν περίπτωσιν πολλῶν ἴσων ἀντιστάσεων συνδεδεμένων ἐν παραλλήλῳ.

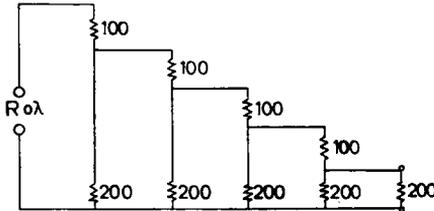


Σχ. 11·θ.

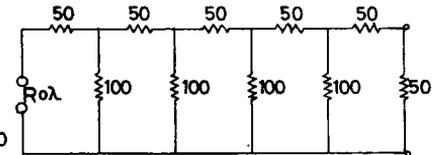


Σχ. 11·ι.

Ἐὰν ἡ τιμὴ ἐκάστης ἀντιστάσεως εἶναι 10Ω , πόση εἶναι ἡ ($R_{ολ}$);



Σχ. 11·ια.



Σχ. 11·ιβ.

8. Εἰς τὰ κυκλώματα τῶν σχημάτων 11·ια καὶ 11·ιβ νά υπολογισθῆ ἡ ($R_{ολ}$). (Αἱ ἀναγραφόμεναι τιμαὶ τῶν ἀντιστάσεων δίδονται εἰς Ω).

Παραπομπαι διὰ συμπληρωματικὴν μελέτην :

Α. Παππᾶ: «Ἠλεκτρολογία», τόμος Α, σελ. 62. (Ἐκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

Κ. Θεοφιλοπούλου: «Ἠλεκτροτεχνία», τόμος Α', σελ. 58. (Ἐκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

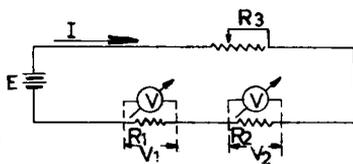
ΑΣΚΗΣΙΣ 12

ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ

A. Διά τῆς Μεθόδου τῆς Συγκρίσεως.

Εἰς τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 12·α αἱ δύο ἀντιστάσεις (R_1) καὶ (R_2) συνδέονται ἐν σειρά καὶ τροφοδοτοῦνται ἀπὸ πηγὴν συνεχοῦς τάσεως (E).

Ἡ μεταβλητὴ ἀντίστασις (R_3) χρησιμεύει διὰ τὴν ρύθμισιν τῆς ἐντάσεως τοῦ κυκλοφοροῦντος εἰς τὸ ἐν σειρά κύκλωμα ρεύματος (I).



Σχ. 12·α.

Αἱ τάσεις (V_1) καὶ (V_2), αἱ ὁποῖαι ἐπικρατοῦν εἰς τὰ ἄκρα τῶν ἀντιστάσεων (R_1) καὶ (R_2), ἰσοῦνται ἀντιστοίχως πρὸς :

$$V_1 = R_1 \cdot I \quad \text{καὶ} \quad V_2 = R_2 \cdot I.$$

Διὰ διαιρέσεως τῶν δύο ἀνωτέρω σχέσεων κατὰ μέλη προκύπτει :

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{R_1 \cdot I}{R_2 \cdot I} \quad \text{καὶ} \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{R_1}{R_2}, \quad \text{ὁπότε} \quad R_1 = \frac{V_1}{V_2} \cdot R_2.$$

Ἐὰν ἐπομένως εἶναι γνωσταὶ αἱ τάσεις (V_1), (V_2) καὶ ἡ ἀντίστασις (R_2), ὑπολογίζεται εὐκόλως ἐκ τῆς ἀνωτέρω σχέσεως ἡ τιμὴ τῆς ἀγνώστου ἀντιστάσεως (R_1).

B. Διά τῆς χρήσεως Γεφύρας.



Σχ. 12·β.

Τὸ κύκλωμα γεφύρας τοῦ σχήματος 12·β τροφοδοτεῖται ἀπὸ πηγὴν συνεχοῦς τάσεως (E) καὶ ἔχει ἓνα ὄργανον (Γ) μὲ μηδενικὴν ἐνδειξιν εἰς τὸ μέσον τῆς κλίμακος, τὸ ὁποῖον εἶναι συνήθως ἓνα γαλβανόμετρον. Ἡ ἀντίστασις (R_2) εἶναι γνωστὴ (βαλογοημένη) ἀντίστασις ἢ δὲ (R) εἶναι ἡ ἀγνώστος. Ὁ κλά-

δος (AB) παριστᾶ τεταμένον σύρμα, ἔχον καὶ αὐτὸ σημαντικὴν ὠμικὴν ἀντίστασιν. Ἡ μεταβλητὴ ἀντίστασις (R_1) χρησιμεύει διὰ τὴν ρύθμισιν τῆς ἐντάσεως τοῦ ὅλικου ρεύματος (I) τοῦ κυκλοφοροῦντος εἰς τὸ κύκλωμα.

Τὸ γαλβανόμετρον οὐδεμίαν διέλευσιν ρεύματος δεικνύει, ὅταν ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ εἰς τὰ σημεῖα (Z), (Δ) τῆς γεφύρας εἶναι μηδέν. Εἰς αὐτὴν τὴν περίπτωσιν ἡ τάσις εἰς τὰ ἄκρα τῆς (R_2) εἶναι ἴση πρὸς τὴν τάσιν εἰς τὰ ἄκρα τοῦ τμήματος (ΑΔ) τῆς ἀντιστάσεως - εὐθυγράμμου σύρματος. Τὸ αὐτὸ ἰσχύει καὶ διὰ τὸ ἄλλο τμήμα τῆς γεφύρας, δηλαδὴ ἡ τάσις εἰς τὰ ἄκρα τῆς ἀγνώστου ἀντιστάσεως (R) εἶναι ἴση πρὸς τὴν τάσιν εἰς τὰ ἄκρα τοῦ τμήματος (ΒΔ) τοῦ εὐθυγράμμου σύρματος.

Ἐὰν (l_1) εἶναι τὸ μῆκος τοῦ σύρματος (ΑΔ) καὶ (l_2) τὸ μῆκος τοῦ (ΒΔ), τότε κατὰ τὴν κατάστασιν ἰσορροπίας, ὅταν δηλαδὴ ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ μεταξὺ (Z), (Δ) εἶναι μηδέν, ἰσχύουν αἱ σχέσεις:

$$R_2 \cdot I_1 = \kappa \cdot l_1 \cdot I_2 \quad \text{καὶ} \quad R \cdot I_1 = \kappa \cdot l_2 \cdot I_2.$$

(κ εἶναι ἓνας συντελεστῆς, ὁ ὁποῖος εἰσάγεται, ἐπειδὴ χρησιμοποιοῦνται τὰ μῆκη l_1 καὶ l_2 , ἀντὶ τῶν ὠμικῶν ἀντιστάσεων τῶν συρμάτων).

Διὰ διαιρέσεως τῶν δύο αὐτῶν σχέσεων κατὰ μέλη προκύπτει:

$$\frac{R}{R_2} = \frac{l_2}{l_1}, \quad \text{ὁπότε} \quad R = R_2 \cdot \frac{l_2}{l_1}.$$

Ἐπομένως, ἐὰν εἶναι γνωστὰ τὰ στοιχεῖα (R_2), (l_1) καὶ (l_2), ὑπολογίζεται ἡ ἀγνώστος ἀντίστασις (R).

Ἡ (R_2) πρέπει νὰ εἶναι μεταβλητὴ ἀντίστασις βαθμολογημένη εἰς Ω . Ἐπίσης τὰ μῆκη (l_1) καὶ (l_2) διὰ κάθε κατάστασιν ἰσορροπίας μετροῦνται ἀμέσως ἐπὶ βαθμολογημένης κλίμακος, παραλλήλως πρὸς τὴν ὁποῖαν εὑρίσκεται ἡ εὐθύγραμμος ἀντίστασις.

ΕΡΓΑΣΙΑ

1. Νὰ πραγματοποιηθῇ τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 12·α.

Εἰς αὐτὸ ἢ μὲν (R_1) εἶναι ἀγνώστου, ἢ δὲ (R_2) γνωστῆς τιμῆς. Νὰ ρυθμισθῆ ἡ μεταβλητὴ ἀντίστασις (R_3), ὥστε αἱ τάσεις εἰς τὰ ἄκρα τῶν ἀντιστάσεων (R_1) καὶ (R_2) νὰ δημιουργοῦν ἐμφανεῖς ἀποκλίσεις τῶν δεικτῶν τῶν ὀργάνων (V_1) καὶ (V_2), διὰ νὰ διευκολύνωνται αἱ μετρήσεις καὶ ἐξ αὐτῶν οἱ ὑπολογισμοί. Νὰ ληφθοῦν αἱ ἐνδείξεις τῶν (V_1) καὶ (V_2) καὶ ἀκολούθως, ἐκ τῆς σχέσεως :

$$R_1 = \frac{V_1}{V_2} \cdot R_2,$$

νὰ ὑπολογισθῆ ἡ ἀγνωστος (R_1).

2. Νὰ ἐπαναληφθῆ ἡ αὐτὴ ἐργασία καὶ δι' ἄλλας τρεῖς ἀγνώστους ἀντιστάσεις εἰς τὴν θέσιν τῆς (R_1). Αἱ ἐνδείξεις τῶν μετρήσεων καὶ οἱ ὑπολογισμοὶ νὰ γραφοῦν εἰς τὸν ἀκόλουθον πίνακα:

Ἀντιστάσεις	R_2 (εἰς Ω)	V_1 (εἰς V)	V_2 (εἰς V)	R_1 (εἰς Ω)
1				
2				
3				

3. Νὰ πραγματοποιηθῆ τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 12.β. Νὰ ρυθμισθῆ ἡ (R_1), ὥστε τὸ γαλβανόμετρον νὰ δεικνύη μικρὸν ρεῦμα, ὅταν ἡ ἐπαφὴ (Δ) εὐρίσκεται περίπου εἰς τὸ μέσον τῆς χορδῆς (AB). Κατόπιν νὰ ρυθμισθῆ ἡ (R_2), ὥστε τὸ διὰ τοῦ γαλβανομέτρου ρεῦμα νὰ μηδενισθῆ. Τότε ἡ γέφυρα εὐρίσκεται ἐν ἰσορροπία. Εἰς τὴν κατάστασιν ἰσορροπίας νὰ μετρηθοῦν ἡ (R_2) (μὲ ὠμόμετρον, ἐὰν δὲν εἶναι βαθμολογημένη) καὶ τὰ μήκη (l_1) καὶ (l_2). Ἀκολούθως, ἐκ τῶν γνωστῶν (R_2), (l_1) καὶ (l_2), νὰ ὑπολογισθῆ ἡ τιμὴ τῆς ἀγνώστου ἀντιστάσεως (R).

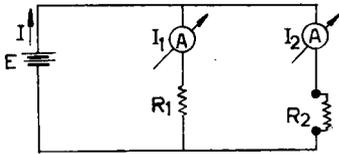
4. Νὰ μεταβληθῆ ἡ τιμὴ τῆς ἀντιστάσεως (R_2) καὶ νὰ ἐπιωχθῆ ἐκ νέου ἰσορροπία τῆς γεφύρας διὰ μετακινήσεως τοῦ δροῆως (Δ) ἐπάνω εἰς τὴν ἀντίστασιν - εὐθύγραμμον σύρμα. Νὰ γραθοῦν αἱ ἐνδείξεις τῶν (R_2), (l_1) καὶ (l_2) καὶ ἐξ αὐτῶν νὰ ὑπολογισθῆ ἐκ νέου ἡ τιμὴ τῆς ἀγνώστου ἀντιστάσεως (R).

5. Νά επαναληφθῆ ἡ ἐργασία τῆς προηγούμενης ἐρωτήσεως πέντε ἀκόμη φορές, διὰ πέντε διαφορετικούς τιμὰς τῆς (R_2) καὶ νὰ ὑπολογισθῆ διὰ κάθε περίπτωση ἡ τιμὴ τῆς ἀγνώστου ἀντιστάσεως (R). Αἱ ἐνδείξεις τῶν μετρήσεων καὶ οἱ ὑπολογισμοὶ νὰ γραφοῦν εἰς τὸν ἐπόμενον πίνακα:

	R_2 (Ω)	l_1 (cm)	l_2 (cm)	R (Ω)	Μέσος ὄρος
1					
2					
3					
4					
5					

6. Ἐὰν ἐκ τῶν προηγούμενων μετρήσεων καὶ ὑπολογισμῶν προκύπτουν, ἀπὸ κάθε περίπτωση, διαφορετικαὶ τιμαὶ τῆς ἀγνώστου (R), νὰ ὑπολογισθῆ ὁ μέσος ὄρος τῶν τιμῶν αὐτῶν καὶ νὰ γραφῆ εἰς τὴν σχετικὴν στήλην τοῦ προηγούμενου πίνακος.

7. Ἐὰν ἡ ἀντίστασις (R_2) εἶναι ἴση ἢ διπλασία ἢ τριπλασία τῆς (R), ποία σχέσις θὰ ὑφίσταται μεταξὺ τῶν μηκῶν ($ΑΔ$) καὶ ($ΔΒ$) τῆς ἀντιστάσεως τοῦ εὐθυγράμμου σύρματος τῆς γεφύρας;



Σχ. 12·γ.

8. Δίδεται τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 12·γ.

Ἐὰν εἰς αὐτὸ ἡ (R_1) καὶ αἱ ἐντάσεις (I_1) καὶ (I_2) εἶναι γνωσταί, νὰ εὑρεθῆ τύπος ὑπολογισμοῦ τῆς (ἀγνώστου) (R_2) ἐκ τῶν (R_1), (I_1), (I_2).

Παραπομπὴ διὰ συμπληρωματικὴν μελέτην:

Γ. Ἀνεμογιάνη: «Ἡλεκτροτεχνία», τόμος Γ', σελ. 295. (Ἐκδόσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

ΑΣΚΗΣΕΙΣ 13

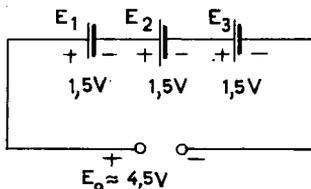
ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΠΗΓΩΝ

Μέτρησις ΗΕΔ.

Α. Εἰς τὴν πρώτην ἄσκησιν ἀνεφέρθησαν ἐν συντομίᾳ τὰ περὶ ἠλεκτρικῶν στοιχείων καὶ τὰ χαρακτηριστικὰ τῶν διαφόρων συνδεσμολογιῶν αὐτῶν. Εἰς τὴν παροῦσαν ἄσκησιν ἐπιχειρεῖται περισσότερον λεπτομερῆς ἐξέτασις τῶν τριῶν τρόπων συνδεσμολογίας ἠλεκτρικῶν στοιχείων, δηλαδὴ ἐν σειρᾷ, ἐν παραλλήλῳ καὶ κατὰ μικτὴν σύνδεσιν.

Ι. Συνδεσμολογία στοιχείων ἐν σειρᾷ (σχ. 13·α).

Τὸ συγκρότημα αὐτὸ τῶν ἠλεκτρικῶν στοιχείων λέγεται *συστοιχία* ἢ *μπατταρία*. Π.χ. μία «ἐξάβολτη» μπατταρία αὐτοκινήτου ἀποτελεῖται ἀπὸ τρία βασικά στοιχεῖα, τῶν δύο βόλτ, τὰ ὁποῖα εἶναι ἐν σειρᾷ συνδεδεμένα, ἐνῶ μία «δωδεκάβολτη» ἀποτελεῖται ἀπὸ ἕξ στοιχεῖα ἐν σειρᾷ. Εἰς τὴν ἐν σειρᾷ σύνδεσιν αἱ τάσεις τῶν στοιχείων δὲν εἶναι ἀπαραίτητον νὰ εἶναι ἴσαι μεταξύ των.



Σχ. 13·α.

Τὰ χαρακτηριστικὰ μιᾶς ἐν σειρᾷ συνδεσμολογίας στοιχείων καὶ γενικῶς ἠλεκτρικῶν πηγῶν εἶναι :

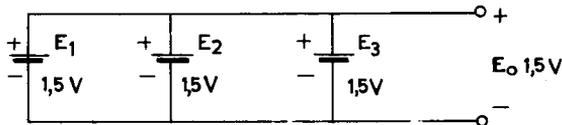
α) Ἡ τάσις εἰς τὰ ἄκρα τῆς συστοιχίας εἶναι ἴση μὲ τὸ ἄθροισμα τῶν τάσεων τῶν στοιχείων, ἐκ τῶν ὁποίων ἀποτελεῖται ἡ συστοιχία.

β) Ἡ ἐσωτερικὴ ἀντίστασις, τὴν ὁποίαν παρουσιάζει ἡ συστοιχία, εἶναι ἴση μὲ τὸ ἄθροισμα τῶν ἐσωτερικῶν ἀντιστάσεων τῶν στοιχείων αὐτῆς.

γ) Ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος, τὸ ὁποῖον δύναται νὰ παρέχη ἡ συστοιχία, εἶναι ἴση μόνον μὲ τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος, τὸ ὁποῖον δύναται νὰ παρέχη ἕνα ἐκ τῶν στοιχείων αὐτῆς καὶ μάλιστα ἐκεῖνο, τὸ ὁποῖον παρέχει τὴν μικροτέραν ἔντασιν. Οἰαδῆ-

ποτε προσπάθεια διά παροχήν ρεύματος μεγαλύτερας έντάσεως θά ὀδηγήσῃ εἰς τὴν καταστροφὴν τοῦ στοιχείου αὐτοῦ.

II. Συνδεσμολογία στοιχείων ἐν παραλλήλῳ (σχ. 13·β).



Σχ. 13·β.

Πρὸς πραγματοποιήσιν συνδεσμολογίας στοιχείων ἐν παραλλήλῳ ἀπαιτοῦνται αἱ ἀκόλουθοι προϋποθέσεις:

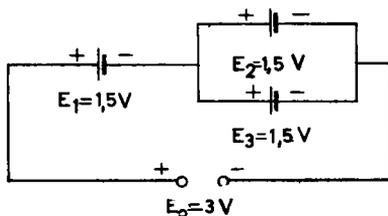
α) Ὅλα τὰ στοιχεῖα νὰ παρέχουν τὴν αὐτὴν τάσιν (ταυτότητος ὀνομαστικῶν τάσεων).

β) Ὅλα τὰ στοιχεῖα νὰ ἔχουν ὁμοίας ἐσωτερικὰς ἀντιστάσεις.

Τὰ χαρακτηριστικὰ τῆς ἐν παραλλήλῳ συνδεσμολογίας εἶναι:

α) Ἡ τάσις εἰς τὰ ἄκρα τῆς συστοιχίας εἶναι ἴση πρὸς τὴν τάσιν ἑνὸς μόνου στοιχείου.

β) Τὸ ρεῦμα, τὸ ὁποῖον δύναται νὰ παρέχῃ ἡ συστοιχία εἰς ἐξωτερικὸν κύκλωμα, εἶναι ἴσον μὲ τὸ ἄθροισμα τῶν ρευμάτων, τὰ ὁποῖα δύναται νὰ παρέχουν τὰ ἀποτελοῦντα αὐτὴν στοιχεῖα.



Σχ. 13·γ.

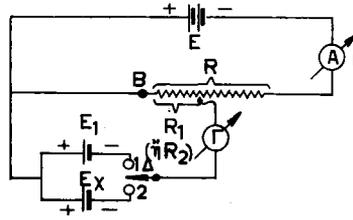
III. Μικτὴ συνδεσμολογία στοιχείων (σχ. 13·γ).

Τὰ χαρακτηριστικὰ αὐτῆς τῆς συνδεσμολογίας εἶναι τὰ χαρακτηριστικὰ τῶν ἐπὶ μέρους κυκλωμάτων ἐν σειρᾷ καὶ ἐν παραλλήλῳ.

B. Ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις (HEΔ) μιᾶς πηγῆς εἶναι ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ, ἡ ὁποία ἐπικρατεῖ εἰς τοὺς πόλους τῆς πηγῆς, ὅταν αὐτὴ δὲν παρέχῃ ρεῦμα, δηλαδὴ, ὅταν δὲν εἶναι συνδεσμο-λογημένη εἰς κύκλωμα. *Πολικὴ τάσις* μιᾶς πηγῆς εἶναι ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ, ἡ ὁποία ἐπικρατεῖ εἰς τοὺς πόλους τῆς πηγῆς, ὅταν αὐτὴ παρέχῃ ρεῦμα εἰς τὸ κύκλωμα.

Εάν επιχειρηθῆ ἡ μέτρησης τῆς ΗΕΔ μιᾶς πηγῆς διὰ βολτομέτρου, θὰ κυκλοφορήσῃ διὰ τοῦ ὄργανου ρεῦμα καὶ τοιοῦτοτρόπως, ἀντὶ τῆς ΗΕΔ, θὰ μετρηθῆ ἡ πολικὴ τάσις. Ἡ ΗΕΔ συνεπῶς δύναται νὰ μετρηθῆ μόνον δι' ἐμμέσου τρόπου, ὅπως εἶναι ἡ μέθοδος τῆς ἀντισταθμίσεως (σχ. 13·γ).

Ὅπως φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα, μία πηγὴ (E) σταθερᾶς ΗΕΔ καὶ ἑσωτερικῆς ἀντιστάσεως τροφοδοτεῖ μεταβλητὴν ἀντίστασιν (R), ἡ ὁποία εἶναι εὐθύγραμμον σύρμα ἔχον σημαντικὴν ὠμικὴν ἀντίστασιν. Ἡ (E₁) εἶναι πρότυπον στοιχείον γνωστῆς ΗΕΔ καὶ τροφοδοτεῖ ἓνα τμήμα τῆς (R). Ἡ (E₂) εἶναι ἡ πηγὴ τῆς ἀγνώστου ΗΕΔ, τῆς ὁποίας ἐπιθυμεῖται ἡ μέτρησης.



Σχ. 13·γ.

Τοποθετεῖται πρῶτον ὁ διακόπτης (Δ) εἰς τὴν θέσιν 1 καὶ μετακινεῖται ἡ κινητὴ ἐπαφὴ (K), ὥστε τὸ ὄργανον (Γ), τὸ ὁποῖον εἶναι ἐν σειρᾷ εἰς τὸ κύκλωμα τῆς (E₁), νὰ δείξῃ μηδέν. (Τὸ ὄργανον Γ εἶναι γαλβανόμετρον μὲ μηδενικὴν ἔνδειξιν εἰς τὸ μέσον τῆς κλίμακος).

Ἡ μηδενικὴ ἔνδειξις τοῦ γαλβανομέτρου ἐξηγεῖται ὡς ἑξῆς: Τὸ ρεῦμα (I), τὸ ὁποῖον προκαλεῖ ἡ πηγὴ (E), διερχόμενον διὰ τῆς (R), δημιουργεῖ μίαν τάσιν (πτώσιν τάσεως) καὶ εἰς τὸ τμήμα (BK) τῆς ἀντιστάσεως αὐτῆς. Ἐὰν λοιπὸν ἡ τάσις αὐτὴ, διὰ τῆς μετακινήσεως τῆς ἐπαφῆς (K), γίνῃ ἴση πρὸς τὴν τάσιν (ΗΕΔ) τῆς πηγῆς (E₁), αἱ δύο τάσεις ἀντισταθμίζονται (ἡ μία ἐξουδετερώνει τὴν ἄλλην) καὶ συνεπῶς διὰ τοῦ γαλβανομέτρου (Γ) οὐδὲν ρεῦμα θὰ διέρχεται. Εἰς τὴν κατάστασιν αὐτὴν τῆς ἰσορροπίας ἰσχύει ἡ σχέσις:

$$E_1 = R_1 \cdot I,$$

ἔπου (R₁) εἶναι ἡ ἀντίστασις τοῦ τμήματος (BK).

Σημειοῦται ἡ θέσις ἐπὶ τῆς (R), διὰ τὴν ὁποῖαν ἐπετεύχθη ἡ ἰσορροπία, δηλαδὴ ἡ ἀντιστάθμισις τῆς (E₁), καὶ ἀκολούθως γιτρέφεται ὁ διακόπτης (Δ) εἰς τὴν θέσιν 2, ὁπότε εἰς τὸ κύκλωμα γινδύεται ἡ πηγὴ (E_x), τῆς ἀγνώστου ΗΕΔ. Μετακινεῖται ἡ

έπαφή (K), όπως προηγουμένως, και όταν έπιτευχθή πάλιν μηδενική ένδειξις του γαλβανομέτρου ίσχύει η σχέση:

$$E_x = R_2 \cdot I,$$

όπου (R_2) είναι η αντίσταση του τμήματος (BK) διὰ τὴν νέαν θέσιν τῆς έπαφῆς (K).

Ἡ μὴ κυκλοφορία ρεύματος διὰ τοῦ ὄργανου (Γ) καὶ εἰς τὰς δύο περιπτώσεις σημαίνει, ὡς ἀνεφέρθη, ὅτι ἡ πτώσις τάσεως εἰς τὰ τμήματα ἀντιστάσεως (R_1) καὶ (R_2) τῆς (R), ἡ ὁποία προκαλεῖται ἐκ τῆς κυκλοφορίας τοῦ ρεύματος (I), τὸ ὁποῖον παρέχει ἡ πηγή (E), ἀντισταθμίζει τὴν ΗΕΔ ἐκάστης τῶν πηγῶν (E_1) καὶ (E_x) ἀντιστοιχῶς.

Διὰ διαιρέσεως κατὰ μέλη τῶν δύο ἀνωτέρω σχέσεων προκύπτει:

$$\frac{E_1}{E_x} = \frac{R_1 \cdot I}{R_2 \cdot I} \text{ καὶ ἐξ αὐτῆς } E_x = \frac{R_2}{R_1} \cdot E_1.$$

Ἡ (E_1) εἶναι πρότυπον στοιχείον γνωστῆς τάσεως. Αἱ ἀντιστάσεις (R_1) καὶ (R_2) δύνανται νὰ μετρηθοῦν. Ἐπίσης, ἀντὶ τῶν ἀντιστάσεων (R_1), (R_2), δύναται νὰ τεθοῦν εἰς τὸν εὔρεθέντα τύπον τὰ ἀντίστοιχα μήκη τοῦ σύρματος τῶν ἀντιστάσεων (l_1) καὶ (l_2), ἐφ' ὅσον ἡ (R) εἶναι ἀντίσταση εὐθυγράμμου σύρματος.

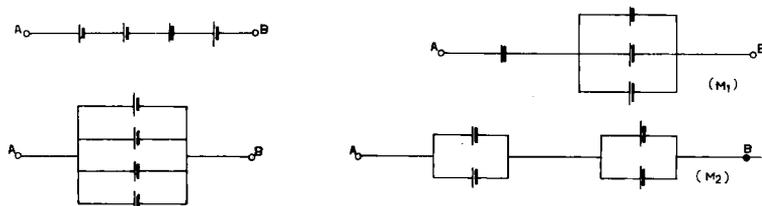
Διὰ τοῦ τρόπου, ὁ ὁποῖος περιγράφεται ἀνωτέρω, προσδιορίζεται ἡ τιμὴ τῆς ἀγνώστου ΗΕΔ μιᾶς πηγῆς ἀνευ ἀμέσου μετρήσεως αὐτῆς.

ΕΡΓΑΣΙΑ

1. Νὰ πραγματοποιηθοῦν συνδυασμοὶ τεσσάρων ξηρῶν στοιχείων καὶ κατὰ τοὺς τρεῖς τρόπους συνδεσμολογίας, ὅπως φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 13·ε. Νὰ γίνουν μετρήσεις τῶν τάσεων εἰς τὰ σημεῖα Α—Β, καὶ εἰς κάθε περίπτωσιν, αἱ δὲ ἐνδείξεις νὰ γραφοῦν εἰς τὸν ἐπόμενον πίνακα (σελ. 61).

2. Ἐὰν ἡ ἐσωτερικὴ ἀντίσταση ἐκάστου ἐκ τῶν προηγουμένων στοιχείων εἶναι $0,2 \Omega$, νὰ ὑπολογισθῆ, διὰ κάθε συνδεσμολογίαν ἡ (r) τῆς συστοιχίας καὶ νὰ συμπληρωθῆ ὁ πίναξ τῆς προηγουμένης ἐρωτήσεως.

3. Διά τῆς μεθόδου τῆς ἀντισταθμίσεως νὰ μετρηθῆ ἡ ΗΕΔ τῶν τριῶν ἠλεκτρικῶν στοιχείων, τὰ ὅποια δίδονται εἰς τὴν ἄσκησιν (βλέπε σχετικὸν κύκλωμα εἰς τὴν θεωρίαν).



Σχ. 13.ε.

Σύνδεσις	E_0 (V)	r συστοιχίας (Ω)
Ἐν σειρᾷ		
Ἐν παραλλήλῳ		
Κατὰ μικτὴν σύνδεσιν (M_1)		
Κατὰ μικτὴν σύνδεσιν (M_2)		

4. Νὰ μετρηθῆ ἡ τάσις τῶν τριῶν αὐτῶν στοιχείων διὰ βολτομέτρου καὶ νὰ σημειωθῆ ἡ διαφορά τῶν δύο μετρήσεων.

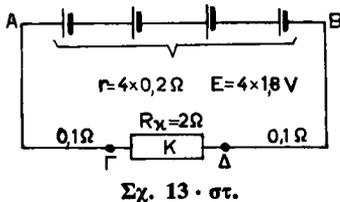
5. Νὰ πραγματοποιηθῆ ἀπλοῦν ἠλεκτρικὸν κύκλωμα, εἰς τὸ ὁποῖον νὰ χρησιμοποιηθῆ ὡς πηγὴ ἓνα ἀπὸ τὰ τρία στοιχεῖα τῆς ἀσκήσεως. Νὰ μετρηθῆ: α) Ἡ τάσις εἰς τὰ ἄκρα τοῦ στοιχείου, ὅταν τοῦτο παρέχῃ ρεῦμα εἰς τὸ κύκλωμα (πολικὴ τάσις), καὶ β) ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος εἰς τὸ κύκλωμα.

Τὸ αὐτὸ νὰ ἐπαναληφθῆ καὶ μὲ τὰ ἄλλα δύο στοιχεῖα καὶ ὅλαι αἱ ἐνδείξεις νὰ γραφοῦν εἰς τὸν ἐπόμενον πίνακα (σελ. 62).

6. Ἐκ τῶν μετρήσεων τῆς προηγουμένης περιπτώσεως νὰ ὑπολογισθοῦν ἡ ἐσωτερικὴ πτώσις τάσεως εἰς κάθε στοιχεῖον καθὼς καὶ ἡ ἐσωτερικὴ ἀντίστασις αὐτοῦ. Τὰ ἀποτελέσματα τῶν ὑπολογισμῶν νὰ γραφοῦν εἰς τὰς σχετικὰς στήλας τοῦ ἐπομένου πίνακος (σελ. 62).

Στοιχεία	ΗΕΔ (V)	Πολική τάσις (V)	Ένταση (A)	Έσωτερική πτώσις τάσεως (V)	Έσωτερική αντίστασις (Ω)
1					
2					
3					

7. Μία συστοιχία αποτελείται από τέσσερα στοιχεία, κάθε ένα από τα όποια έχει ΗΕΔ ίση προς 1,8 V και έσωτερική αντίστασις 0,2 Ω. Η συστοιχία τροφοδοτεί ένα συγκρότημα λαμπτήρων (Κ), οί όποίοι έχουν συνολική αντίστασις $R_K = 2 \Omega$. Οί συνδετικοί άγωγοί (ΑΓ) και (ΔΒ) (σχ. 13·στ) παρουσιάζουν αντίστασις 0,1 Ω έκαστος.



Νά ύπολογισθῆ :

α) Η ΗΕΔ (E) τῆς συστοιχίας. β) Η έσωτερική αντίστασις (r) τῆς συστοιχίας. γ) Η συνολική αντίστασις (R) τοῦ έξωτερικοῦ κυκλώματος. δ) Η ένταση (I) τοῦ ρεύματος εἰς τὸ κύκλωμα. ε) Η τάσις εἰς τὰ σημεῖα (ΓΔ). στ) Η πτώσις τάσεως εἰς τοὺς συνδετικούς άγωγούς. ζ) Η πολική τάσις τῆς συστοιχίας.

Παραπομπάι διά συμπληρωματικὴν μελέτην :

Α. Παππά: «Ηλεκτρολογία», τόμος Α', σελίς 119. (Έκδοσις 'Ιδρύματος Εύγενίδου).

Κ. Θεοφιλοπούλου: «Ηλεκτροτεχνία», τόμος Α', σελ. 97. (Έκδοσις 'Ιδρύματος Εύγενίδου).

**ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ
ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΣ**

Γενικῶς, αἱ παντὸς εἶδους ἠλεκτρικαὶ συσκευαὶ κατασκευάζονται, διὰ νὰ λειτουργοῦν ὑπὸ τὰ ὀνομαστικά των στοιχεῖα. Τὰ στοιχεῖα αὐτὰ ἀναγράφονται εἰς τὴν κατασκευαστικὴν πινακίδα τῶν συσκευῶν καὶ εἶναι: *ἡ τάσις λειτουργίας καὶ ἡ ἔντασις ἢ ἡ τάσις καὶ ἡ ἰσχύς καταναλώσεως τῶν συσκευῶν.*

Μία ἠλεκτρικὴ συσκευή, διὰ νὰ λειτουργῇ ὁμαλῶς, δηλαδὴ χωρὶς νὰ ὑπερθερμαίνεται, πρέπει νὰ τροφοδοτῆται μὲ τὴν ὀνομαστικὴν τάσιν, ὅποτε θὰ διαρρέεται ὑπὸ τοῦ κανονικοῦ (ἐπιτρεπομένου) ρεύματος. Ἐὰν τὸ ρεῦμα διὰ τῆς συσκευῆς εἶναι μικρότερον τοῦ κανονικοῦ, τότε ἡ συσκευή δὲν θὰ λειτουργῇ μὲ πλήρη ἀπόδοσιν ἢ καὶ δὲν θὰ λειτουργῇ καθόλου. Ἀντιθέτως, ἐὰν τὸ ρεῦμα εἶναι μεγαλύτερον τοῦ κανονικοῦ, τότε ἡ συσκευή θὰ ὑπερθερμαίνεται καὶ ἄργα ἢ γρήγορα θὰ καταστραφῇ.

Εἰς πολλὰς περιπτώσεις παρουσιάζεται τὸ ἔξης πρόβλημα: Μία συσκευή κατεσκευασμένη δι' ὠρισμένην τάσιν λειτουργίας (π.χ. 110 V) πρέπει νὰ ἐργασθῇ εἰς δίκτυον μεγαλυτέρας τάσεως (π.χ. 220 V). Φυσικά, ἐὰν ἡ συσκευή συνδεθῇ ἀπ' εὐθείας εἰς τὸ νέον δίκτυον, δηλαδὴ τὴν μεγαλυτέραν αὐτὴν τάσιν, θὰ καταστραφῇ. Ἡ λύσις τοῦ προβλήματος, δηλαδὴ ὁ περιορισμὸς τοῦ διὰ τῆς συσκευῆς διερχομένου ρεύματος εἰς τὴν κανονικὴν του τιμὴν ἢ ἡ προσαρμογὴ τῆς τάσεως τῆς πηγῆς πρὸς τὴν τάσιν λειτουργίας τῆς συσκευῆς, ἐπιτυγχάνεται γενικῶς κατὰ δύο τρόπους:

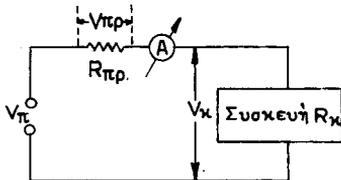
α) *Διὰ μετασχηματιστοῦ προσαρμογῆς.*

Ὁ μετασχηματιστὴς αὐτὸς λέγεται καὶ μετασχηματιστὴς τροφοδοτήσεως ἢ δικτύου καὶ ἐργάζεται μόνον εἰς τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα. Εἰς τὴν ἀσκήσιν 31 ἐξετάζονται τὰ διάφορα εἶδη τῶν μετασχηματιστῶν.

β) *Διὰ προστατευτικῆς ἀντιστάσεως.*

Ἡ προστατευτικὴ ἀντίστασις, ἡ ὁποία μελετᾶται εἰς τὴν

παρουσαν άσκηση, συνδέεται έν σειρά πρὸς τήν συσκευήν, ὥστε καί αἱ δύο μαζί νά δίδουν ἄθροισμα ἀντιστάσεως, τὸ ὁποῖον νά περιορίζη τήν ἔντασιν τοῦ ρεύματος εἰς τήν τιμήν τήν ἀπαιτουμένην διὰ τήν κανονικὴν λειτουργίαν τῆς συσκευῆς. Διὰ τῆς συνδεσμολογίας αὐτῆς ἡ προστατευτικὴ ἀντίστασις δημιουργεῖ τήν



Σχ. 14 · α.

ἀπαιτουμένην πτώσιν τάσεως, ὥστε εἰς τὰ ἄκρα τῆς συσκευῆς νά ἐφαρμόζεται ἡ κανονικὴ διὰ τήν λειτουργίαν τῆς τάσις.

Ἡ προστατευτικὴ ἀντίστασις δύναται νά χρησιμοποιηθῆ τόσο εἰς κύκλωμα συνεχοῦς ὅσον καὶ ἐναλλασσομένου ρεύματος. Εἰς τὸ σχῆμα

14 · α φαίνεται ὁ τρόπος συνδεσμολογίας προστατευτικῆς ἀντιστάσεως καὶ συσκευῆς.

Εἰς τὸ κύκλωμα αὐτό :

(V_k) εἶναι ἡ κανονικὴ τάσις λειτουργίας τῆς καταναλώσεως, ἡ ὁποία πρέπει νά ἐπικρατῆ εἰς τὰ ἄκρα τῆς συσκευῆς.

(V_π) εἶναι ἡ τάσις τῆς πηγῆς, εἶναι δὲ $V_\pi > V_k$.

($V_{\pi\rho}$) εἶναι ἡ πτώσις τάσεως, ἡ ὁποία πρέπει νά δημιουργηθῆ εἰς τήν ($R_{\pi\rho}$), ὥστε: $V_{\pi\rho} + V_k = V_\pi$.

Ὁ ὑπολογισμὸς τῆς προστατευτικῆς ἀντιστάσεως εἶναι ἀπλοῦς καὶ γίνεταί ὡς ἑξῆς :

Ἡ ($R_{\pi\rho}$) συνδέεται έν σειρά πρὸς τήν συσκευήν καὶ ἐπομένως θά διαρρέεται ὑπὸ τοῦ ἰδίου μὲ αὐτὴν ρεύματος. Ἐπίσης πρέπει νά προκαληθῆτι ἐπ' αὐτῆς μία πτώσις τάσεως τόση, ὥστε τὸ ἄθροισμα αὐτῆς καὶ τῆς ἀπαιτουμένης τάσεως εἰς τὰ ἄκρα τῆς συσκευῆς νά εἶναι ἴσον μὲ τήν τάσιν τῆς πηγῆς.

Ἐὰν ($R_{\pi\rho}$) εἶναι ἡ ζητουμένη ἀντίστασις, (R_k) εἶναι ἡ ἀντίστασις τῆς συσκευῆς, (I_k) τὸ ἐπιτρεπόμενον ρεῦμα εἰς τὸ κύκλωμα (δηλαδὴ εἰς τήν συσκευήν) καὶ (V_π) ἡ τάσις τῆς πηγῆς, τότε :

$$R_{\pi\rho} + R_k = \frac{V_\pi}{I_k}, \text{ ὁπότε: } R_{\pi\rho} = \frac{V_\pi}{I_k} - R_k.$$

Εἰς τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα καταλήγει ὁ ὑπολογισμὸς, καὶ μάλιστα μὲ ὀλιγωτέρας πράξεις, ὅταν ἀντὶ τῆς (V_π) χρησιμοποιηθῆ εἰς τὸν τύπον ἡ ($V_{\pi\rho}$) καὶ δὲν ἀφαιρεθῆ τότε ἡ (R_k).

$$\text{Ή } V_{\pi\rho} = V_{\pi} - V_{\kappa}, \text{ ὁπότε: } R_{\pi\rho} = \frac{V_{\pi\rho}}{I_{\kappa}}.$$

Μετὰ τὴν εὕρεσιν τῆς τιμῆς τῆς ἀντιστάσεως, πρέπει νὰ ὑπολογισθῆ καὶ ἡ ἰσχὺς αὐτῆς.

Ή ἰσχὺς ὑπολογίζεται ὡς τὸ γινόμενον :

$$R_{\pi\rho} \cdot I_{\kappa}^2 \text{ ἢ } V_{\pi\rho} \cdot I_{\kappa}.$$

Εἶναι ἄρκετὰ δύσκολον νὰ εὕρεθῆ εἰς τὸ ἐμπόριον ἡ προστατευτικὴ ἀντίστασις, ἀκριβῶς μὲ τὴν ὠμικὴν τιμὴν καὶ τὴν ἰσχύν, αἱ ὁποῖαι ὑπελογίσθησαν. Δι' αὐτὸ θὰ πρέπη ὁ τεχνικός νὰ κατασκευάσῃ αὐτὴν ὁ ἴδιος ἐκ τῶν ὑπαρχόντων εἰς τὴν ἀγορὰν εἰδικῶν συρμάτων.

Τὰ σύρματα, τὰ ὁποῖα χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν κατασκευὴν ἀντιστάσεων, χαρακτηρίζονται ἀπὸ τὴν «εἰδικὴν ἀντίστασιν» τοῦ ὕλικου, ἐκ τοῦ ὁποῖου εἶναι κατεσκευασμένα, καὶ ἀπὸ τὴν διατομὴν (τὸ πάχος) αὐτῶν.

Εἰδικὴ ἀντίστασις εἶναι ἕνας συντελεστῆς, ὁ ὁποῖος χαρακτηρίζει τὴν συμπεριφορὰν ἑνὸς ὕλικου ἀπὸ ἀπόψεως ἀντιστάσεως, τὴν ὁποῖαν τὸ ὕλικὸν αὐτὸ παρουσιάζει εἰς τὴν κυκλοφορίαν τοῦ ρεύματος. Εἶναι σταθερὸν χαρακτηριστικὸν στοιχεῖον κάθε ὕλικου καὶ ὀρίζεται ὡς ἡ ἀντίστασις, τὴν ὁποῖαν παρουσιάζει τεμάχιον ἀπὸ τὸ ἐξεταζόμενον ὕλικὸν μήκους ἑνὸς μέτρου καὶ διατομῆς ἑνὸς τετραγωνικοῦ χιλιοστοῦ.

Ή εἰδικὴ ἀντίστασις συμβολίζεται μὲ τὸ γράμμα (ρ) καὶ δίδεται ἀπὸ τὴν σχέσιν :

$$\rho = \frac{R \cdot S}{l},$$

ὅπου (R) εἶναι ἡ ὀλικὴ ἀντίστασις τοῦ ἐξεταζομένου σύρματος εἰς ὦμ, (S) εἶναι ἡ διατομὴ αὐτοῦ εἰς τετραγωνικὰ χιλιοστὰ (mm²), (l) εἶναι τὸ μήκος τοῦ σύρματος εἰς μέτρα (m).

Εἰς τὰς ἐφαρμογὰς τὸ πρόβλημα τῆς κατασκευῆς μιᾶς προστατευτικῆς ἀντιστάσεως τίθεται συνήθως ὡς ἐξῆς: Εἶναι γνωστὴ ἡ ἰσχὺς τῆς ἀντιστάσεως συμφώνως μὲ ὅσα ἀνεπτύχθησαν ἀνωτέρω. Βάσει τῆς ἰσχύος αὐτῆς ὑπολογίζεται ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος, τὸ ὁποῖον θὰ διέρχεται διὰ τοῦ σύρματος, καὶ ἐκλέγεται ἡ διατομὴ (S) τοῦ σύρματος, ἀπὸ τὰ σύρματα τὰ ὁποῖα ὑπάρχουν

είς τὸ ἔμπόριον, διὰ τὰ ὁποῖα οἱ κατασκευασταὶ τῶν ὀρίζουν τὰς ἀντιστοίχως ἐπιτρεπομένης ἐντάσεις. Ἀφοῦ ἐπιλεγῆ τὸ εἶδος τοῦ σύρματος, εἶναι γνωστὴ ἡ εἰδικὴ ἀντίστασις αὐτοῦ, ὁπότε δι' ἐφαρμογῆς τοῦ τελευταίου τύπου ὑπολογίζεται τὸ μῆκος (l) τοῦ σύρματος, τὸ ὁποῖον ἀπαιτεῖται διὰ τὴν κατασκευὴν τῆς ζητούμενης προστατευτικῆς ἀντιστάσεως ($l = \frac{R \cdot S}{\rho}$).

Ἐπειδὴ τὸ σύρμα τὸ ἀπαιτούμενον διὰ μίαν ἀντίστασιν πιθανὸν νὰ ἔχη ἄρκετόν μῆκος, πρέπει νὰ τυλιχθῆ ἐπὶ μονωτικοῦ ὕλικου. Ἀντιστάσεις μικρὰς ἰσχύος δύνανται νὰ τυλιχθοῦν ἐπάνω εἰς πρεσπᾶν ἢ εἰς βακελίτην, ἐνῶ δι' ἀντιστάσεις μεγαλυτέρας ἰσχύος ἐπιβάλλεται ἡ χρησιμοποίησις κεραμικοῦ ὕλικου.

ΕΡΓΑΣΙΑ

1. Δίδονται τρεῖς μικροὶ λαμπτήρες φωτισμοῦ διαφορετικῆς κανονικῆς τάσεως (μικροτέρας τῶν 20 V) καὶ διαφορετικοῦ ρεύματος λειτουργίας. Νὰ ὑπολογισθοῦν πρῶτον καὶ ἀκολούθως νὰ κατασκευασθοῦν τρεῖς προστατευτικαὶ ἀντιστάσεις, διὰ νὰ συνδεθῆ καὶ νὰ λειτουργήσῃ ὁμαλῶς κάθε λαμπτήρ εἰς τάσιν 20 V.

2. Ἀφοῦ τροφοδοτηθῆ κάθε λαμπτήρ εἰς ἰδιαιτερον κύκλωμα ὑπὸ τὴν κανονικὴν τάσιν λειτουργίας του, νὰ μετρηθῆ τὸ ρεῦμα ποῦ τὸν διαρρέει (ὁ λαμπτήρ εἶναι συνδεδεμένος εἰς τὸ κύκλωμα μόνος του, ἄνευ οὐδεμιᾶς προστατευτικῆς ἀντιστάσεως).

3. Νὰ συνδεσμολογηθοῦν ὁ λαμπτήρ καὶ ἡ κατασκευασθεῖσα προστατευτικὴ ἀντίστασις ἐν σειρᾷ. Νὰ τροφοδοτηθῆ τὸ κύκλωμα διὰ τάσεως 20 V καὶ νὰ μετρηθῆ ἡ ἐντάσις τοῦ ρεύματος.

4. Ἡ προηγουμένη ἀσκησης νὰ ἐπαναληφθῆ καὶ διὰ τοὺς ἄλλους δύο λαμπτήρας.

5. Ἐὰν μεταξὺ τῶν δύο μετρήσεων δι' ἕκαστον λαμπτήρα (τῆς μιᾶς μὲ τὸν λαμπτήρα ἀπ' εὐθείας εἰς τὴν κανονικὴν του τάσιν καὶ τῆς ἄλλης μὲ τὸν λαμπτήρα καὶ τὴν προστατευτικὴν ἀντίστασιν ὑπὸ τάσιν 20 V) παρουσιασθῆ διαφορὰ, νὰ δικαιολογηθῆ ποῦ ὀφείλεται αὐτή.

6. Εἰς τὸ κύκλωμά τοῦ λαμπτήρος καὶ τῆς προστατευτικῆς

άντιστάσεως ἐν σειρᾷ νὰ ληφθοῦν μετρήσεις τῶν τάσεων καὶ νὰ γίνῃ ἐπαλήθευσις τῆς σχέσεως :

$$V_{\pi} = V_{\pi\rho} + V_{\kappa}.$$

7. Ραδιόφωνον, συνεχοῦς καὶ ἐναλλασσομένου ρεύματος ἰσχύος 40 W, λειτουργεῖ κανονικῶς ὑπὸ τάσιν 110 V. Νὰ ὑπολογισθῇ προστατευτικὴ ἀντίστασις, προκειμένου τοῦτο νὰ συνδεθῇ εἰς δίκτυον 220 V.

8. Ἡλεκτρικὴ συσκευὴ παρουσιάζει ἀντίστασιν 220 Ω καὶ εἶναι κατεσκευασμένη διὰ νὰ λειτουργῇ ὑπὸ τάσιν 110 V. Νὰ ὑπολογισθῇ προστατευτικὴ ἀντίστασις, προκειμένου ἡ συσκευὴ νὰ ἐργασθῇ εἰς δίκτυον 220 V.

Παραπομπὰὶ διὰ συμπληρωματικὴν μελέτην :

Α. Παππᾶ: «Ἡλεκτρολογία», τόμος Α', σελ. 197. (Ἐκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

Κ. Θεοφιλοπούλου: «Ἡλεκτροτεχνία», τόμος Α', σελ. 63. (Ἐκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΣ ΜΕΤΑ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

(Θερμικός συντελεστής αντίστασης).

Εἰς τὰς ἀσκήσεις 8, 9 καὶ 10, κατὰ τὰς ὁποίας ἐμελετήθησαν οἱ διάφοροι τρόποι συνδέσεως καταναλώσεων εἰς ἓνα κύκλωμα, διεπιστώθη ὅτι ἡ ἀντίστασις, τὴν ὁποίαν παρουσίαζαν αἱ καταναλώσεις (λαμπτήρες φωτισμοῦ) κατὰ τὴν μέτρησιν αὐτῶν δι' ὠμομέτρου, ἦτο σαφῶς μικρότερα ἐκείνης, τὴν ὁποίαν ἔδιδαν οἱ ὑπολογισμοὶ μὲ βάσιν τὸν νόμον τοῦ Ὠμ (διὰ μετρήσεως τῆς τάσεως καὶ τῆς ἐντάσεως).

Παρουσιάζετο δηλαδὴ τὸ φαινόμενον τῆς αὐξήσεως τῆς ἀντιστάσεως τοῦ νήματος τοῦ λαμπτήρος φωτισμοῦ (νήματος ἐκ βολφραμίου) μὲ τὴν αὐξησιν τῆς θερμοκρασίας, ἡ ὁποία αὐξησις τῆς θερμοκρασίας ὠφείλετο, διὰ τὴν περίπτωσιν αὐτὴν, εἰς τὴν διέλευσιν τοῦ ρεύματος.

Ἄλλὰ καὶ δι' οἰοῦδήποτε ἄλλου τρόπου ἂν ηὔξανετο ἡ θερμοκρασία τοῦ νήματος, πάλιν ἡ ἀντίστασις αὐτοῦ θὰ ηὔξανετο.

Δηλαδὴ ἡ εἰδικὴ ἀντίστασις (ρ) τῶν μετάλλων, καὶ κατὰ συνέπειαν ἡ ἀντίστασις:

$$R = \frac{\rho \cdot l}{S}$$

αὐτῶν, μεταβάλλεται, ὅταν μεταβάλλεται ἡ θερμοκρασία των. Ἡ σχέσις μεταβολῆς τῆς ἀντιστάσεως μετὰ τῆς θερμοκρασίας δι' ἓνα στερεὸν σῶμα καὶ διὰ μικρὰν μεταβολὴν τῆς θερμοκρασίας εἶναι:

$$R_2 = R_1 [1 + \alpha (\theta_2 - \theta_1)],$$

ὅπου: (R_2) εἶναι ἡ τελικὴ ἀντίστασις, μετὰ τὴν αὐξησιν τῆς θερμοκρασίας (θερμοκρασία θ_2),

(R_1) εἶναι ἡ ἀρχικὴ ἀντίστασις εἰς κατάστασιν θερμοκρασίας περιβάλλοντος (θ_1).

(θ_2) εἶναι ἡ τελικὴ θερμοκρασία εἰς βαθμοὺς Κελσίου.

(θ_1) εἶναι ἡ ἀρχικὴ θερμοκρασία ἐπίσης εἰς βαθμοὺς Κελσίου

καί (α) εἶναι ὁ θερμοκὸς συντελεστὴς τῆς ἀντιστάσεως, ὁ ὅποιος ἐκ τῆς προηγουμένης σχέσεως δίδεται:

$$\alpha = \frac{R_2 - R_1}{R_1(\theta_2 - \theta_1)}$$

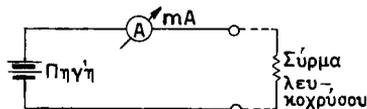
Ὁ θερμοκὸς συντελεστὴς (α) καθορίζει πόσον μεταβάλλεται κάθε ὦμ τῆς ἀρχικῆς ἀντιστάσεως διὰ κάθε βαθμὸν μεταβολῆς τῆς θερμοκρασίας. Διὰ τὰ καθαρὰ μέταλλα ὁ συντελεστὴς (α) εἶναι περίπου 0,004 καὶ εἶναι θετικὸς, διότι ἡ ἀντίστασις τῶν μετάλλων αὐξάνεται μετὰ τῆς θερμοκρασίας. Μόνον διὰ τὸν ἄνθρακα τὸ (α) εἶναι ἀρνητικόν, πρᾶγμα τὸ ὅποιον σημαίνει ὅτι ἡ ἀντίστασις τοῦ ἄνθρακος ἐλαττοῦται, ὅταν αὐξάνεται ἡ θερμοκρασία (διὰ τὸν ἄνθρακα $\alpha = -0,0002$ ἕως $-0,0008$).

Τὰ κράματα παρουσιάζουν ἰδιαιτέρον θερμοκὸν συντελεστήν ἀντιστάσεως (α), ἀνεξάρτητον τῶν μετάλλων, τὰ ὅποια συνθέτουν αὐτά, καὶ ἰδικὴν τῶν εἰδικῆν ἀντίστασιν. Ὑπάρχουν κράματα, ὅπως τὸ κουσταντάν, ἡ μαγγανίνη καὶ ἄλλα, τὰ ὅποια παρουσιάζουν μεγάλην εἰδικὴν ἀντίστασιν καὶ μικρὸν θερμοκὸν συντελεστήν, ὅποτε δὲν ἐπηρεάζονται σχεδὸν καθόλου ἀπὸ τὰς μεταβολὰς τῆς θερμοκρασίας.

Ἐκμετάλλευσις τοῦ φαινομένου τῆς αὐξήσεως τῆς ἀντιστάσεως μετὰ τῆς θερμοκρασίας γίνεται:

α) *Εἰς τὰ θερμομέτρα ἀντιστάσεως.* Συνδεσμολογία ἐνὸς θερμομέτρου τοῦ εἶδους αὐτοῦ φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 15· α.

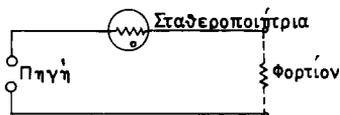
Ὅταν ἡ ἀντίστασις τοῦ ἐκ λευκοχρύσου σύρματος μεταβάλλεται ἄλογω μεταβολῆς τῆς θερμοκρασίας, ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος εἰς τὸ κύκλωμα μεταβάλλεται ἀντιστοιχῶς καὶ τὸ ὄργανον (μιλλιαμπερόμετρον) δεικνύει τὴν μεταβολὴν αὐτήν. Ἐὰν τὸ ὄργανον εἶναι καταλλήλως βαθμολογημένον εἰς βαθμοὺς Κελσίου, αἱ ἀποκλίσεις τῆς βελόνης του θὰ δεικνύουν ἀπ' εὐθείας τὴν μεταβολὴν τῆς θερμοκρασίας.



Σχ. 15· α.

β) *Εἰς λυχνίας σταθεροποιητρίας ἐντάσεως (λυχνίας σιδηροδρογόνου).* Εἰς αὐτὰς μία ἀντίστασις ἐκ νήματος σιδήρου εὑρίσκεται ἐντὸς ὑαλίνου περιβλήματος, εἰς τὸ ὅποιον ἐμπεριέχεται καὶ

άεριον ύδρογόνο. Αί λυχνίαί σιδηρούδρογόνου συνδέονται έν σειρᾶ εἰς τὸ κύκλωμα. Ὅταν αὐξηθῆ δι' οἰονδήποτε λόγον ἡ τάσις τῆς πηγῆς, αὐξάνεται πρὸς στιγμὴν καὶ ἡ έντασις τοῦ ρεύματος. Αὐτὴ ὅμως ἡ στιγμιαία αὐξησης τοῦ ρεύματος προκαλεῖ αὐξησην τῆς θερμοκρασίας μὲ ἄμεσον συνέπειαν τὴν αὐξησην τῆς ἀντιστάσεως τοῦ νήματος τοῦ σιδήρου. Τοιοῦτοτρόπως ἡ έντασις τοῦ



Σχ. 15 · β.

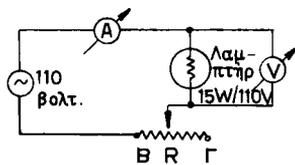
ρεύματος περιορίζεται πάλιν καὶ παραμένει αἰσθητῶς σταθερά.

Ὁ σίδηρος ἔχει μεγάλην εἰδικὴν ἀντίστασιν καὶ ὡς ἐκ τούτου παρουσιάζει μεγάλας μεταβολὰς τῆς ἀντιστάσεώς του μετὰ τῆς θερμο-

κρασίας. Τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 15 · β δεικνύει συνδεσμολογίαν σταθεροποιητρίας σιδηρούδρογόνου.

ΕΡΓΑΣΙΑ

1. Νὰ πραγματοποιηθῆ τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 15 · γ καὶ νὰ μετρηθοῦν: ἡ τάσις εἰς τὰ ἄκρα τοῦ λαμπτήρος καὶ ἡ έντασις (I) τοῦ ρεύματος εἰς τὸ κύκλωμα, ὅταν ἡ κινητὴ ἐπαφὴ τοῦ ροοστάτου (R) (μεταβλητῆς ἀντιστάσεως) εἶναι εἰς τὸ σημεῖον (Γ) (μικροτέρα δυνατὴ τιμὴ τάσεως καὶ έντάσεως).



Σχ. 15 · γ.

2. Νὰ γίνουν αἱ αὐταὶ μετρήσεις διὰ ποικίλας θέσεις τῆς κινητῆς ἐπαφῆς τοῦ ροοστάτου μεταξύ τῶν σημείων (B) καὶ (Γ). Νὰ μεταβάλλεται π.χ. ἡ τάσις τοῦ λαμπτήρος κατὰ 10 V, μέχρι τῆς τιμῆς τῶν 110 V. Ὅλαι αἱ ένδείξεις νὰ γραφοῦν εἰς τὸν ἐπόμενον πίνακα (σελ. 71).

3. Ἐκ τῶν ένδείξεων τάσεων καὶ έντάσεων καὶ μετὰ τὴν βοήθειαν τοῦ νόμου τοῦ Ὡμ νὰ ὑπολογισθῆ δι' ἐκάστην περίπτωσιν ἡ ἀντίστοιχος ἀντίστασις καὶ νὰ γραφῆ εἰς τὴν σχετικὴν στήλην τοῦ πίνακος τῆς περιπτώσεως 2. Ἐκ τῶν ὑπολογιζομένων τιμῶν νὰ παρατηρηθῆ ἡ μεταβολὴ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ λαμ-

πτῆρος λόγω μεταβολῆς τῆς θερμοκρασίας (προκαλουμένης ἐκ τῆς διελεύσεως ρεύματος μεγαλύτερας ἐντάσεως).

Μετρήσεις	Τάσις (V)	Έντασις (mA)	Άντίστασις (Ω)
1			
2			
3			
4			
5			
6			

4. Εἰς τὴν θέσιν τοῦ λαμπτήρος νὰ τοποθετηθῆ ἀντίστασις ἄνθρακος καὶ νὰ ἐπαναληφθοῦν αἱ προηγούμεναι μετρήσεις καὶ ὑπολογισμοί. Τὰ ἀποτελέσματα νὰ γραφοῦν εἰς πῖνακα ὡς τῆς περιπτώσεως 2.

5. Νὰ συγκριθοῦν καὶ σχολιασθοῦν αἱ μεταβολαὶ τῆς ἀντιστάσεως εἰς τὰς δύο περιπτώσεις.

6. Ἡ ἀντίστασις τοῦ νήματος ἠλεκτρικοῦ λαμπτήρος εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν 20°C εἶναι $25\ \Omega$. Ὄταν συνδεθῆ εἰς τὸ δίκτυον (τάσις 220 V), διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος ἐντάσεως $0,55\text{ A}$ καὶ ἡ θερμοκρασία του αὐξάνεται καὶ φθάνει τοὺς 2100°C . Νὰ ὑπολογισθοῦν: α) Ἡ ἀντίστασις τοῦ λαμπτήρος ἐν θερμῷ. β) Ὁ θερμικὸς συντελεστὴς ἀντιστάσεως τοῦ βολφραμίου, ἐκ τοῦ ὁποίου εἶναι κατεσκευασμένον τὸ νῆμα τοῦ λαμπτήρος.

Παραπομπὴ διὰ συμπληρωματικὴν μελέτην :

A. Παππά: «Ἡλεκτρολογία», τόμος Α', σελ. 203. (Ἐκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

ΚΑΝΟΝΕΣ ΚΙΡΧΩΦ

Πτώσις τάσεως.

Ὁ πρῶτος κανὼν τοῦ Κίρχωφ λέγει: *Τὸ ἄθροισμα τῶν ἐντάσεων τῶν ρευμάτων, τὰ ὁποῖα φθάνουν εἰς ἓνα κόμβον ἠλεκτρικοῦ κυκλώματος, εἶναι ἴσον πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν ἐντάσεων τῶν ρευμάτων, τὰ ὁποῖα ἀναχωροῦν ἀπὸ τὸν κόμβον αὐτόν.*

Ὁ πρῶτος αὐτὸς κανὼν ἢ πρότασις τοῦ Κίρχωφ, ὅπως φαίνεται ἀπὸ τὸ περιεχόμενόν του, ἔχει ἐφαρμογὴν εἰς κυκλώματα παραλλήλου συνδεσμολογίας.

Ὁ δεῦτερος κανὼν τοῦ Κίρχωφ, ὁ ὁποῖος ἔχει ἐφαρμογὴν εἰς συνδεσμολογίαν σειραῖς λέγει: *Τὸ ἄθροισμα τῶν πτώσεων τάσεως εἰς ἓνα κύκλωμα πολλῶν καταναλώσεων συνδεδεμένων ἐν σειρᾷ καὶ τροφοδοτουμένων ἀπὸ μίαν πηγὴν (κλειστὸν κύκλωμα) εἶναι ἴσον πρὸς τὴν τάσιν τῆς πηγῆς, ἢ ὁποῖα τροφοδοτεῖ τὰς καταναλώσεις αὐτάς.*

Ὅταν πρόκειται περὶ δικτυώματος μὲ βρόχους περισσοτέρους τοῦ ἑνός, ὁ δεῦτερος κανὼν τοῦ Κίρχωφ γενικεύεται ὡς ἑξῆς: *Εἰς ἕκαστον βρόχον τοῦ δικτυώματος τὸ ἀλγεβρικὸν ἄθροισμα ὄλων τῶν ἠλεκτρογερετικῶν δυνάμεων αὐτοῦ ἰσοῦται πρὸς τὸ ἀλγεβρικὸν ἄθροισμα ὄλων τῶν πτώσεων τάσεως εἰς τὰς καταναλώσεις του.*

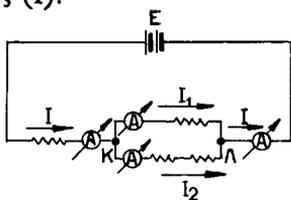
Ὅπως εἶναι γνωστὸν ἐκ τῶν προηγουμένων ἀσκήσεων, ἐὰν εἰς τὰ ἄκρα μιᾶς ἀντιστάσεως ἐφαρμοσθῇ μία τάσις, ἀπὸ τὴν ἀντίστασιν αὐτὴν θὰ διέλθῃ ρεῦμα, τοῦ ὁποῖου ἡ ἔντασις θὰ εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν ἐφαρμοζομένην τάσιν καὶ ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὴν τιμὴν τῆς ἀντιστάσεως (νόμος τοῦ Ὡμ). Ἐπομένως, ὅταν ἀπὸ μίαν ἀντίστασιν διέρχεται ρεῦμα, εἰς τὰ ἄκρα τῆς ἀντιστάσεως θὰ ἀναπτύσσεται μία τάσις. Ἡ τάσις αὐτὴ ὀρίζεται ὡς πτώσις τάσεως ἐπὶ τῆς ἀντιστάσεως. Ὁ ὑπολογισμὸς τῆς πτώσεως τάσεως γίνεται διὰ πολλαπλασιασμοῦ τῆς τιμῆς τῆς ἀντιστάσεως ἐπὶ τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος, τὸ ὁποῖον διαρρέει αὐτὴν.

Πρὸς ἐπαλήθευσιν τοῦ πρώτου κανόνος τοῦ Κίρχωφ, ἔστω τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 16·α.

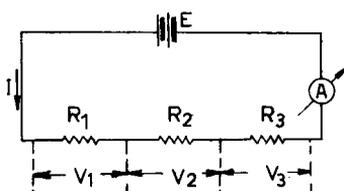
Εἰς τὸ κύκλωμα αὐτὸ κόμβοι εἶναι τὰ σημεῖα (Κ) καὶ (Λ). Τὸ ρεῦμα (I), τὸ ὁποῖον ὀδεύει πρὸς τὸν κόμβον (Κ), διακλαδίζεται εἰς τὰ ρεύματα (I₁) καὶ (I₂) καὶ ἰσοῦται πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν ρευμάτων αὐτῶν. Ἦτοι :

$$I = I_1 + I_2.$$

Τὰ ρεύματα (I₁) καὶ (I₂), ἐξερχόμενα ἐν συνεχείᾳ ἀπὸ τὸν κόμβον (Λ), προστίθενται καὶ συναποτελοῦν πάλιν ἕνα ρεῦμα ἐντάσεως (I).



Σχ. 16·α.



Σχ. 16·β.

Διὰ τὸν δεύτερον κανόνα τοῦ Κίρχωφ, ἔστω τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 16·β.

Ἐὰν (I) εἶναι ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος, τὸ ὁποῖον κυκλοφορεῖ εἰς τὸ κύκλωμα αὐτό, αἱ πτώσεις τάσεως εἰς τὰς ἀντιστάσεις θὰ εἶναι :

$$V_1 = R_1 \cdot I, \quad V_2 = R_2 \cdot I, \quad V_3 = R_3 \cdot I$$

καὶ κατὰ τὸν δεύτερον κανόνα τοῦ Κίρχωφ :

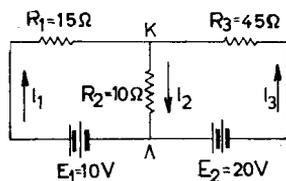
$$E = V_1 + V_2 + V_3 = R_1 \cdot I + R_2 \cdot I + R_3 \cdot I.$$

Τέλος, διὰ τὴν περίπτωσιν κατὰ τὴν ὁποίαν ὑπάρχουν περισσότεροι τοῦ ἑνὸς κλάδοι (βρόχοι) κυκλοφορίας τοῦ ρεύματος, ἔστω τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 16·γ.

Εἰς τὸ κύκλωμα αὐτὸ τὸ διερχόμενον διὰ τῆς (R₂) ρεῦμα (I₂) ἰσοῦται πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν ρευμάτων (I₁) καὶ (I₃) (πρῶτος κανὼν Κίρχωφ ἐφαρμοζόμενος εἰς τοὺς κόμβους Κ καὶ Λ).

$$\text{Ἦτοι: } I_2 = I_1 + I_3.$$

Ἐπίσης, βάσει τοῦ δευτέρου κανόνος ἰσχύουν αἱ σχέσεις :



Σχ. 16·γ.

$$E_1 = R_1 \cdot I_1 + R_2 \cdot I_2 \quad \text{καί} \quad E_2 = R_2 \cdot I_2 + R_3 \cdot I_3.$$

Ἐὰν εἰς τὰς τρεῖς αὐτὰς σχέσεις ἀντικατασταθοῦν αἱ διδόμεναι τιμαὶ τῶν στοιχείων τοῦ κυκλώματος, δηλαδή τῶν ΗΕΔ καὶ τῶν ἀντιστάσεων, προκύπτει πρὸς λύσιν τὸ ἀκόλουθον σύστημα τριῶν ἐξισώσεων μετὰ τριῶν ἀγνωστων :

$$I_2 = I_1 + I_3 \quad (\alpha)$$

$$10 = 15 I_1 + 10 I_2 \quad (\beta)$$

$$20 = 45 I_3 + 10 I_2. \quad (\gamma)$$

Εἰς τὸ σύστημα αὐτὸ οἱ τρεῖς ἀγνωστοὶ εἶναι τὰ ρεύματα (I_1), (I_2) καὶ (I_3). Αὐτὰ εἶναι ἐκεῖνα, τὰ ὁποῖα σχεδὸν πάντοτε ζητοῦνται εἰς προβλήματα αὐτῆς τῆς μορφῆς.

Ἡ λύσις τοῦ συστήματος δίδεται ἐδῶ ἐν συντομία:

$$\text{Ἐκ τῆς } (\alpha): \quad I_1 = I_2 - I_3.$$

$$\text{Ἡ } (\beta) \text{ γίνεται: } 10 = 25 I_2 - 15 I_3$$

καὶ μετὰ τῆς (γ) ἀποτελεῖ τὸ σύστημα:

$$10 = 25 I_2 - 15 I_3,$$

$$20 = 10 I_2 + 45 I_3,$$

ἐκ τοῦ ὁποῖου εὐρίσκονται:

$$I_2 = \frac{50}{85} = 0,588 \text{ A}, \quad I_3 = \frac{80}{255} = 0,314 \text{ A}.$$

Ἐκ τῆς (α) εὐρίσκεται: $I_1 = 0,274 \text{ A}$.

ΕΡΓΑΣΙΑ

1. Νὰ πραγματοποιηθῇ τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 15·δ.

Δηλαδή, τρεῖς ἀντιστάσεις (R_1), (R_2) καὶ (R_3), συνδεδεμέναι ἐν παραλλήλῳ, νὰ τροφοδοτηθοῦν ἀπὸ πηγὴν συνεχοῦς τάσεως μικρῆς τιμῆς καὶ νὰ μετρηθοῦν :

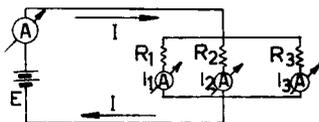
α) Τὰ ρεύματα (I_1), (I_2) καὶ (I_3) εἰς τοὺς κλάδους.

β) Τὸ ὅλικόν ρεῦμα (I) τοῦ κυκλώματος.

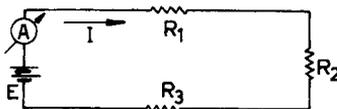
Αἱ ἐνδείξεις νὰ γραφοῦν εἰς τὸν ἐπόμενον πίνακα καὶ ἀπὸ αὐτὰς νὰ ἐπαληθευθῇ ὁ πρῶτος κανὼν τοῦ Κίρχωφ:

I	I_1	I_2	I_3

2. Αν έχει δοθεί η τάσις (E) τής πηγής και η έντασις (I) του ρεύματος εις τὸ κύκλωμα, νὰ ὑπολογισθῇ ἡ ($R_{ολ}$) αὐτοῦ. Νὰ συγκριθῇ ἡ τιμὴ τής ($R_{ολ}$) με̄ ἐκείνην, τὴν ὁποίαν δίδουν οἱ ὑπολογισμοὶ διὰ τὸ ἐν παραλλήλῳ κύκλωμα, ἀπὸ τὰς τιμὰς τῶν (R_1), (R_2) καὶ (R_3), αἱ ὁποῖαι θὰ εὑρεθοῦν εις τὴν κατωτέρω περιπτώσιν 4.



Σχ. 16·δ.



Σχ. 16·ε.

3. Αἱ τρεῖς ἀντιστάσεις (R_1), (R_2) καὶ (R_3) νὰ συνδεθοῦν ἐν σειρά πρὸς πηγὴν σταθερᾶς συνεχοῦς τάσεως $E = 20$ ἕως 30 V, ὅπως εις τὸ σχῆμα 16·ε.

Νὰ μετρηθοῦν:

- α) Ἡ πτώσις τάσεως εις ἐκάστην ἀντίστασιν.
- β) Ἡ έντασις τοῦ ρεύματος εις τὸ κύκλωμα.

Αἱ ένδειξεις νὰ γραφοῦν εις τὸν ἐπόμενον πίνακα καὶ ἀπὸ αὐτὰς νὰ ἐπαληθευθῇ ὁ δεύτερος κανὼν τοῦ Κίρχωφ.

E	V_{R1}	V_{R2}	V_{R3}	I

4. Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ τιμὴ ἐκάστης ἀντιστάσεως ἀπὸ τὴν τιμὴν τοῦ ρεύματος (I) καὶ ἀπὸ τὴν τιμὴν τής τάσεως εις τὰ ἄκρα τής.

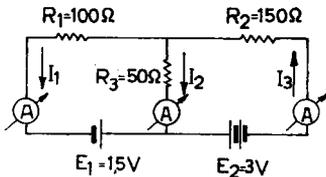
5. Νὰ πραγματοποιηθῇ ἡ συνδεσμολογία δικτυώματος με̄ δύο βρόχους, ὅπως δεικνύει τὸ σχῆμα 16·στ, καὶ νὰ μετρηθοῦν τὰ ρεύματα (I_1), (I_2) καὶ (I_3).

Ἐπίσης αἱ τιμαὶ τῶν ρευμάτων αὐτῶν νὰ ὑπολογισθοῦν θεω-

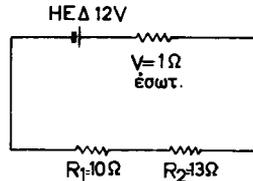
ρητικώς από τα λοιπά στοιχεία του κυκλώματος, με βάση τους δύο κανόνες του Κίρχωφ, και να συγκριθούν με τις τιμές της οποίας έδειξαν τα όργανα.

6. Να γραφούν οι δύο κανόνες του Κίρχωφ.

7. Τι διαφορά υπάρχει μεταξύ ΗΕΔ (ηλεκτρεγερτικής δύναμης) και πολικής τάσεως μιας πηγής;



Σχ. 16 · σ.



Σχ. 16 · ζ.

8. Είς το κύκλωμα του σχήματος 16·ζ να υπολογισθούν: α) Η ένταση του ρεύματος. β) Η έσωτερική πτώσις τάσεως είς την πηγήν. γ) Η πολική τάσις της πηγής.

9. Είς το κύκλωμα των δύο βρόχων, το όποιον έπελύθη είς την θεωρίαν της παρούσης άσκήσεως, να γίνη έπαλήθευσις και των δύο κανόνων του Κίρχωφ έκ των εύρεθεισών τιμών των ρευμάτων (I_1), (I_2), (I_3).

Παραπομπαι δια συμπληρωματικην μελέτην :

Α. Παππά: «Ηλεκτρολογία», τόμος Α', σελ. 65, 221. (Έκδοσις 'Ιδρύματος Εύγενίδου).

Κ. Θεοφιλοπούλου: «Ηλεκτροτεχνία», τόμος Α', σελ. 71. (Έκδοσις 'Ιδρύματος Εύγενίδου).

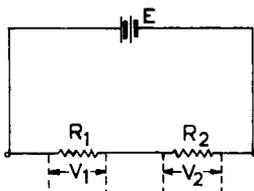
ΑΣΚΗΣΙΣ 17

ΔΙΑΙΡΕΤΗΣ ΤΑΣΕΩΣ

Ποτανσιόμετρον.

Ὁ διαιρέτης τάσεως εἶναι μία διάταξις, ἡ ὁποία περιλαμβάνει ἀντιστάσεις συνδεδεμέναις ἐν σειρᾷ μεταξύ των καὶ μίαν πηγὴν, ἡ ὁποία τροφοδοτεῖ τὰς ἀντιστάσεις αὐτάς. Διὰ μιᾶς τοιαύτης διατάξεως ἐπιτυγχάνεται λήψις μικροτέρων τάσεων, εἰς τὰ ἄκρα τῶν διαφόρων ἀντιστάσεων, ἀπὸ τῆς τάσεως τῆς πηγῆς.

Ὁ ἀπλούστερος διαιρέτης τάσεως ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο ἀντιστάσεις (R_1) καὶ (R_2) ἐν σειρᾷ, αἱ ὁποῖαι τροφοδοτοῦνται ἀπὸ πηγὴν τάσεως (E), ὅπως φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 17· α.



Σχ. 17· α.

Ἡ τάσις (V_1) εἰς τὰ ἄκρα τῆς (R_1) ἰσοῦται πρὸς: $V_1 = I \cdot R_1$ καὶ ἡ τάσις (V_2) εἰς τὰ ἄκρα τῆς (R_2) ἰσοῦται πρὸς: $V_2 = I \cdot R_2$. (Τὸ κύκλωμα εἶναι ἐν σειρᾷ, ἐπομένως ἡ ἔντασις I τοῦ ρεύματος εἶναι ἡ αὐτὴ καὶ εἰς τὰς δύο ἀντιστάσεις).

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω προκύπτει ἡ ἀναλογία:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{I \cdot R_1}{I \cdot R_2} \quad \text{καὶ} \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{R_1}{R_2}.$$

Ἡ τελευταία σχέσηις λέγει ὅτι ἡ πτώσις τάσεως εἰς ἐκάστην ἀντίστασιν τοῦ κυκλώματος εἶναι ἀνάλογος τῆς ὠμικῆς τιμῆς τῆς ἀντιστάσεως αὐτῆς. Ἐὰν π.χ. ἡ τάσις (E) τῆς πηγῆς εἶναι 60 V καὶ ζητηθῆται ἡ (V_1) νὰ εἶναι 20 V, ἡ (V_2) πρέπει νὰ εἶναι 40 V. Ἐπομένως, βάσει τῶν ἀνωτέρω, πρέπει:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{20}{40} = \frac{1}{2}.$$

Δηλαδή, ἐὰν ἡ (R_2) ληφθῆ π.χ. 20 kΩ, θὰ πρέπει ἡ (R_1) νὰ εἶναι 10 kΩ.

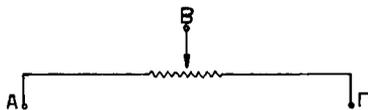
Αἱ τιμαὶ τῶν ἀντιστάσεων (R_1) καὶ (R_2) εἰς κύκλωμα, ὡς τῆς

προηγούμενης περιπτώσεως, δύνανται επίσης να προσδιορισθούν ως εξής: Έστω π.χ. ότι ζητείται η τάσις (V_1) να είναι ίση με το $1/4$ της τάσεως (E) της πηγής. Τότε ισχύει η εξής σχέση:

$$\frac{V_1}{E} = \frac{R_1 \cdot I}{I(R_1 + R_2)} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \text{ και } \frac{R_1}{R_1 + R_2} = \frac{1}{4}$$

Έάν π.χ. είναι $E = 60 \text{ V}$, τότε θα είναι $V_1 = 15 \text{ V}$ και η (R_1) θα πρέπει να είναι ίση προς το $1/4$ της ολικής αντίστασεως του κυκλώματος. Δηλαδή, εάν η ολική αντίσταση είναι $100 \text{ k}\Omega$, η (R_1) θα είναι $25 \text{ k}\Omega$, οπότε η (R_2) θα είναι $75 \text{ k}\Omega$.

Η γνώσις των προηγούμενων σχέσεων είναι απαραίτητος διά τον υπολογισμόν και την κατασκευήν ενός διαιρέτου τάσεως. Εις την περίπτωσιν όμως κατά την οποίαν ζητείται η κατασκευή διαιρέτου τάσεως με δύο αντιστάσεις, αί όποιαί να παρουσιάζουν π.χ. ολικήν αντίστασιν $100 \text{ k}\Omega$ και η (V_1) να είναι 19 V , είναι προφανές ότι η (R_1) πρέπει να είναι τότε $19 \text{ k}\Omega$ και επομένως η (R_2) $81 \text{ k}\Omega$. Αντιστάσεις όμως αυτών των τιμών, δηλαδή 19 και $81 \text{ k}\Omega$ ακριβώς δεν υπάρχουν γενικώς εις το εμπόριον. Ο καλύτερος τρόπος αντιμετώπισεως παρομοίων περιπτώσεων είναι η χρήσις ποτανσιόμετρου.



Σχ. 17 · β.

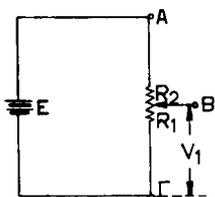
Το ποτανσιόμετρον είναι μία μεταβλητή αντίστασις με τρεις λήψεις. Εις το σχήμα 17·β δίδεται το θεωρητικόν σύμβολον του ποτανσιόμετρου.

Αί δύο λήψεις εις τὰ άκρα (A) και (Γ) είναι σταθεραί και η τρίτη λήψις (B) είναι μεταβλητή (κινητή).

Η αντίστασις μεταξύ των λήψεων (A), (Γ) είναι ώρισμένη και είναι η μεγίστη δυνατή δι' ένα συγκεκριμένον ποτανσιόμετρον. Η ένδιάμεσος λήψις δύναται να κινηται κατά βούλησιν επί του ύλικου, το όποιον άποτελεί την αντίστασιν. Το κύκλωμα του σχήματος 17·γ δεικνύει ένα διαιρέτην με ποτανσιόμετρον.

Όταν η κινητή έπαφή (B) (ένδιάμεσος λήψις) κινηται προς το (Γ), η αντίστασις (R_1) έλαττοϋται, ένω ταυτοχρόνως η (R_2) αύξάνεται. Όταν η έπαφή (B) κινηται προς το (A), συμβαίνει το

αντίθετον, δηλαδή ή (R_1) αύξάνεται και ή (R_2) ελαττούται. Όταν ή (B) φθάνη εις τὸ (Γ), ή (R_1) γίνεται μηδέν και ή (R_2) ἴση πρὸς τὴν ὅλικήν ἀντίστασιν τοῦ ποτανσιομέτρου. Τέλος, ὅταν ή (B) φθάνη εις τὸ (A), ή (R_2) γίνεται μηδέν και ή (R_1) μεγίστη. Ἄρα διὰ τῆς μετακινήσεως τῆς ἐπαφῆς (B) ἐπιτυγχάνεται λόγος R_1/R_2 ἐπιθυμητὸς και ἐπομένως τιμὴ τάσεως (V_1) οἰασδήποτε τιμῆς, ἀπὸ μηδέν μέχρι και τῆς τάσεως τῆς πηγῆς.



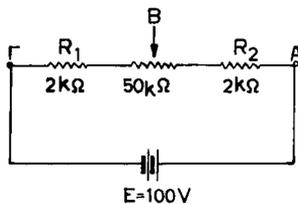
Σχ. 17· γ.



Σχ. 17· δ.

Τὸ σχῆμα 17· δ δεικνύει τὴν πραγματικὴν ὄψιν συνήθους ποτανσιομέτρου :

Εἰς ἓνα κύκλωμα διαιρέτου τάσεως με ποτανσιόμετρον, ὁ μηδενισμὸς τῶν ἀντιστάσεων (R_1) και (R_2) (τῶν δύο τμημάτων, εἰς τὰ ὁποῖα διαιρεῖται τὸ ποτανσιόμετρον διὰ τῆς μεσαίας του κινητῆς ἐπαφῆς), και ἐπομένως ὁ μηδενισμὸς τῶν ἀντιστοίχων τάσεων, δύναται νὰ ἀποφευχθῆ διὰ τῆς συνδέσεως ἀντιστάσεων σταθερῶν τιμῶν εἰς τὰ ἄκρα τοῦ ποτανσιομέτρου, ὅπως φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 17· ε.



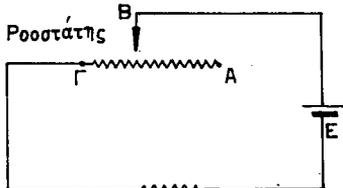
Σχ. 17· ε.

Ἐάν εἰς ἓνα κύκλωμα συνδεθοῦν μόνον τὸ ἓνα ἄκρον και ή ἐνδιάμεσος λήψης ἑνὸς ποτανσιομέτρου, τότε τὸ ποτανσιόμετρον χρησιμοποιεῖται ὡς ροοστάτης. Τὰ σχήματα 17· στ και 17· ζ δίδουν παρομοίαν συνδεσμολογίαν.

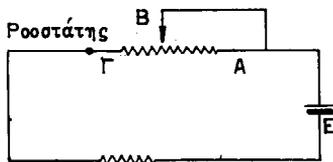
Ὁ ροοστάτης διὰ τῆς μεταβολῆς τῆς ὠμικῆς τιμῆς του ρυθμίζει τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος εἰς τὸ κύκλωμα.

Και τὰ δύο εἶδη τῶν ἀντιστάσεων αὐτῶν, και περισσότερον τὰ ποτανσιόμετρα, εἶναι εἰς κοινήν χρῆσιν και ὅλος σχεδὸν ὁ κό-

σμος τὰ χρησιμοποιεῖ, χωρὶς συνήθως νὰ γνωρίζῃ οὔτε τὸ ὄνομα των οὔτε τὴν ἐργασίαν, τὴν ὁποῖαν πράγματι ἐκτελοῦν. Π.χ. ποτανσιόμετρον ἄνθρακος ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ κουμπὶ τοῦ ραδιοφώνου, τὸ ὁποῖον ρυθμίζει τὴν ἔντασιν τῆς φωνῆς. Τομὴ ποτανσιομέτρου ἄνθρακος φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 17· η.

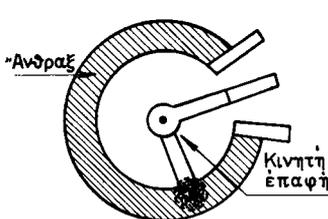


Σχ. 17· σ.

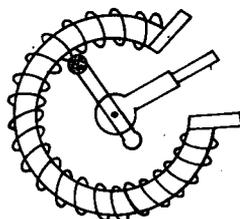


Σχ. 17· ζ.

Ἐπὶ τὰ ποτανσιόμετρα *σύρματος*. Αὐτὰ χρησιμοποιοῦνται εἰς κυκλώματα, εἰς τὰ ὁποῖα κυκλοφοροῦν σχετικῶς ἰσχυρὰ ρεύματα. Π.χ. δι' ἰσχύρην μεγαλυτέραν τῶν 2 W δὲν δύναται νὰ χρησιμοποιηθῇ ποτανσιόμετρον ἄνθρακος. Τὸ σχῆμα 17· θ δεικνύει τομὴν ποτανσιομέτρου *σύρματος*.



Σχ. 17· η.



Σχ. 17· θ.

Εἰς τὰ ποτανσιόμετρα αὐτά, σύρμα χρωμιονικελίνης ἢ ἄλλου καταλλήλου κράματος εἶναι τυλιγμένον ἐπὶ κεραμικοῦ μονωτικοῦ ὑλικοῦ.

Εἰς τὸ ἐμπόριον συναντῶνται ποτανσιόμετρα ἄνθρακος ὠμικῆς τιμῆς ἀπὸ 500 Ω ἕως καὶ 10 MΩ. Τὰ ποτανσιόμετρα *σύρματος* εἶναι πάντοτε μικροτέρας τιμῆς, ἀπὸ μερικὰ ὦμ ἕως 50 kΩ.

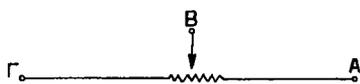
Οἱ ροοστάται εἶναι σχεδὸν πάντοτε *σύρματος* καὶ συνδεόμενοι πάντοτε ἐν σειρᾷ πρὸς τὴν κατανάλωσιν ρυθμίζουν τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος εἰς ἓνα κύκλωμα. Ἐχουν πολλὰς ἐφαρμογὰς εἰς τὴν Ἠλεκτροτεχνίαν, διότι εἰς πολλὰ κυκλώματα εἶναι ἐπιθυ-

μητή ή μεταβολή τῆς τάσεως ἢ τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος, ὅταν τὸ κύκλωμα εὐρίσκεται ἐν λειτουργίᾳ. Ἐνα ποτανσιόμετρον, ὅπως ἀνεφέρθη, δύναται νὰ χρησιμοποιηθῆ καὶ ὡς ροοστάτης, ἐφ' ὅσον ὁ ἕνας τῶν ἀκροδεκτῶν του ἀφεθῆ ἀσύνδετος («εἰς τὸν ἀέρα»). Αὐτὸ συμβαίνει π.χ. εἰς τὴν περίπτωσιν τοῦ ρυθμιστοῦ τόνου φωνῆς (μπάσο - πρίμο) εἰς τὰ ραδιοφωνα.

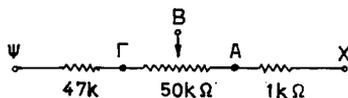
Ε.Ρ.Γ.Α.Σ.Ι.Α

1. Νὰ μετρηθῆ ἡ ὅλική ἀντίστασις ἐνὸς ποτανσιόμετρον εἰς τὰ ἄκρα του. Μὲ τὸ ὠμόμετρον μονίμως συνδεδεμένον εἰς τὰ σταθερὰ ἄκρα (Α) καὶ (Γ) (σχ. 17·ι) νὰ γίνῃ μεταβολὴ τῆς κινητῆς ἐπαφῆς τοῦ ποτανσιόμετρον καὶ νὰ διαπιστωθῆ ἐὰν ὑπάρχῃ μεταβολὴ εἰς τὴν ἐνδειξιν τοῦ ὄργάνου.

2. Μὲ τὴν βοήθειαν ὠμομέτρον νὰ παρακολουθηθῆ ἡ μεταβολὴ τῆς ἀντιστάσεως μεταξύ (Α) καὶ (Β) τοῦ σχήματος 17·ι, καθὼς ἡ κινητὴ ἐπαφὴ (Β) κινεῖται πρὸς τὸ (Γ).



Σχ. 17·ι.



Σχ. 17·ια.

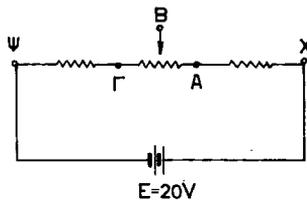
3. Νὰ πραγματοποιηθῆ ἐπίσης ἡ μέτρησις τῆς ἀντιστάσεως μεταξύ (Γ) καὶ (Β), ὅταν ἡ ἐπαφὴ (Β) κινῆται πρὸς τὸ (Α).

4. Νὰ βραχυκυκλωθοῦν τὸ (Α) καὶ (Β) καὶ νὰ μετρηθῆ ἡ ἀντίστασις, ὅταν ἡ ἐπαφὴ κινῆται πρὸς τὸ (Α) ἢ πρὸς τὸ (Γ).

5. Νὰ πραγματοποιηθῆ ἡ συνδεσμολογία τοῦ σχήματος 17·ια καὶ νὰ μετρηθῆ ἡ ἀντίστασις μεταξύ τῶν σημείων (Χ) καὶ (Ψ), ὅταν ἡ ἐπαφὴ (Β) κινῆται μεταξύ (Α) καὶ (Γ). Νὰ διαπιστωθῆ ὅτι ἡ μετακίνησις τῆς λήψεως (Β) οὐδεμίαν μεταβολὴν ἐπιφέρει εἰς τὴν ὅλικήν ἀντίστασιν τῆς συνδεσμολογίας. Μεταβολὴ ἐξασφαλίζεται μόνον μεταξύ τοῦ ἐνὸς ἄκρου καὶ τῆς ἐνδιαμέσου λήψεως (Β).

6. Ἡ συνδεσμολογία τοῦ σχήματος 17·ιβ νὰ τροφοδοτηθῆ

διὰ τάσεως 20 V και νὰ μετρηθοῦν αἱ τάσεις εἰς τὰ σημεῖα (A - X), (Γ - X) και (Ψ - X).



Σχ. 17 · ιβ.

7. Εἰς τὸ προηγούμενον κύκλωμα νὰ μετρηθῆ ἐπίσης ἡ μεταβολὴ τῆς τάσεως μεταξύ τῶν σημείων (B) και (X), ὅταν ἡ ἐπαφὴ (B) κινῆται πρὸς τὸ (A).

8. Νὰ ἀποσυνδεθῆ ἡ πηγὴ και νὰ ληφθοῦν μετρήσεις τῆς ἀντιστάσεως μεταξύ (B) και (X), ὅταν ἡ ἐνδιάμεσος λή-

ψις (B) κινῆται πρὸς τὸ (A).

9. Νὰ ἐξηγηθοῦν δι' ὀλίγων: α) Τί εἶναι διαιρέτης τάσεως. β) Τί εἶναι ποτανσιόμετρον. γ) Τί εἶναι ροοστάτης.

Παραπομπὰὶ διὰ συμπληρωματικὴν μελέτην:

Α. Παππᾶ: «Ἠλεκτρολογία», τόμος Α', σελ. 104. (Ἔκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

Κ. Θεοφιλοπούλου: «Ἠλεκτροτεχνία», τόμος Α', σελ. 87. (Ἔκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

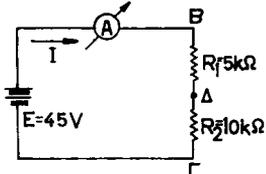
ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΔΙΑΙΡΕΤΩΝ ΤΑΣΕΩΝ

Είς τήν προηγουμένην άσκησιν έμελετήθη τό κύκλωμα διαιρέτου τάσεως, ό όποίος όμως δέν έτροφοδότει φορτίον (κατανάλωσιν). Τό μόνον ρεύμα είς τό κύκλωμα τής προηγουμένης άσκήσεως ήτο εκείνο, τό όποϊον έκυκλοφορεί είς τό καθαυτό κύκλωμα του διαιρέτου - ποτανιομέτρου.

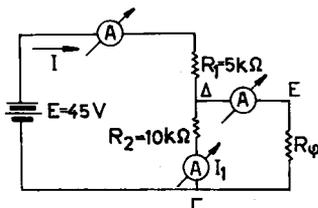
Οί διαιρέται τάσεως όμως χρησιμοποιούνται πάντοτε διά νά παρέχουν τήν άπαιτουμένην τάσιν (μικροτέραν τής τάσεως τής πηγής) είς ένα φορτίον, είς τό κύκλωμα του όποϊου κυκλοφορεί τό ανάλογον ρεύμα. Τό κύκλωμα του σχήματος 18· α είναι βασικόν παράδειγμα διαιρέτου τάσεως άνευ φορτίου.

Έστω ότι είς αυτό δίδεται πηγή τάσεως $E = 45 \text{ V}$ και άμελητέας έσωτερικής άντιστάσεως, ή όποία τροφοδοτεί δύο άντιστάσεις $R_1 = 5 \text{ k}\Omega$ και $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$, συνδεδεμένας έν σειρά. Είς τά άκρα τών δύο αυτών άντιστάσεων θά επικρατούν διαφοραι δυναμικοϋ 15 και 30 V άντιστοίχως. Η ένταση του ρεύματος θά είναι :

$$I = \frac{E}{R_{\text{ολ}}} = \frac{45}{15000} = 0,003 \text{ A} = 3 \text{ mA}.$$



Σχ. 18· α.



Σχ. 18· β.

Έάν προστεθῆ μία άντίστασις (R_ϕ) ως φορτίον είς τά σημεία (Δ) και (Γ), όπως είς τό σχήμα 18· β, θά δημιουργηθῆ ένας δεύτερος κλάδος ($\Delta\text{E}\Gamma$), είς τον όποϊον θά κυκλοφορῆ ρεύμα (I_ϕ).

Έξ αίτίας όμως του νέου αυτού κλάδου θά διαταραχθῆ ἡ προηγουμένη ίσορροπία του κυκλώματος. Τό όλικόν ρεύμα θά

αύξηθῆ, διότι ἡ ἐν παραλλήλω προσθήκη ἀντιστάσεως μειώνει τὴν ($R_{ολ}$), καὶ εἰς τὰ ἄκρα ἐκάστης τῶν δύο ἀντιστάσεων (R_1) καὶ (R_2) δὲν θὰ ἐπικρατῆ πλέον ἢ αὐτή, ὡς προηγουμένως, διαφορὰ δυναμικοῦ.

Ἐστω π.χ. ὅτι ἡ τιμὴ τῆς ἀντιστάσεως (R_ϕ) εἶναι τοιαύτη, ὥστε διέρχεται δι' αὐτῆς ρεῦμα $I_\phi = 0,005 \text{ A} = 5 \text{ mA}$. Ἐφ' ὅσον αἱ ἀντιστάσεις καὶ τὸ ρεῦμα διὰ τοῦ φορτίου εἶναι δεδομένα, ὑπολογίζονται αἱ ἐπικρατούσαι τάσεις εἰς τὰ ἄκρα τῶν ἀντιστάσεων, βάσει τοῦ δευτέρου κανόνος τοῦ Κίρχωφ, ὡς ἑξῆς:

$$I_1 \cdot R_2 + (I_1 + I_\phi)R_1 = E,$$

ὅπου (I_1) εἶναι ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος διὰ τοῦ κλάδου ($\Delta\Gamma$) (ἡ τάσις E τῆς πηγῆς παραμένει σταθερά, ἴση πρὸς 45 V, ἀφοῦ ἡ πηγὴ ἐθεωρήθη ὡς ἔχουσα ἀμελητέαν ἐσωτερικὴν ἀντίστασιν).

Λύοντες ὡς πρὸς (I_1), τὸ ὁποῖον εἶναι τὸ μόνον ἄγνωστον στοιχεῖον, ἡ σχέσις γίνεται:

$$I_1(R_1 + R_2) = E - I_\phi \cdot R_1 \quad \text{καὶ} \quad I_1 = \frac{E - I_\phi \cdot R_1}{R_1 + R_2}.$$

Ἄν ἀντικατασταθοῦν τὰ (E), (R_1), (R_2) καὶ (I_ϕ), εὐρίσκεται:

$$I_1 = 1,33 \text{ mA},$$

ὁπότε ἡ τάσις μεταξὺ (Δ) καὶ (Γ) θὰ εἶναι:

$$V_{\Delta\Gamma} = I_1 \cdot R_2 = 13,3 \text{ V},$$

ἐνῶ ἡ τάσις εἰς τὰ ἄκρα τῆς (R_1) θὰ εἶναι:

$$V_{R_1} = E - V_{\Delta\Gamma} = 45 - 13,3 = 31,7 \text{ V}.$$

Τὰ ἀποτελέσματα τῶν ἀνωτέρω ὑπολογισμῶν φανερῶνουν ὅτι τόσοσιν αἱ τάσεις ὅσον καὶ αἱ ἔντασις τῶν ρευμάτων εἰς τὸ κύκλωμα τοῦ διαιρέτου τάσεως ἠλλαξαν, ὅταν συνεδέθη τὸ φορτίον.

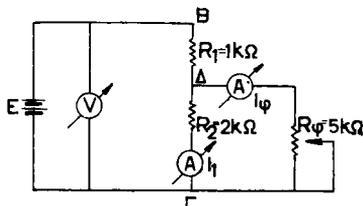
ΕΡΓΑΣΙΑ

1. Νὰ πραγματοποιηθῆ τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 18·γ. Κατὰ τὴν διάρκειαν τῶν μετρήσεων, τὰς ὁποίας ὀρίζουν αἱ ἐπόμενα ἐρωτήσεις, νὰ ληφθῆ μέριμνα, ὥστε ἡ τάσις τῆς πηγῆς (E),

την όποιαν μετρεί το βολτόμετρον (V), να παραμένη πάντοτε σταθερά.

2. Να μετρηθῆ ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος (I_1) εἰς τὸ κύκλωμα τοῦ διαιρέτου τάσεως, ὅταν τὸ ρεῦμα εἰς τὸ φορτίον εἶναι μηδέν (τὸ φορτίον δὲν ἔχει συνδεθῆ). Ἡ ἔνδειξις τῆς μετρήσεως νὰ γραφῆ εἰς τὴν σχετικὴν στήλην τοῦ κατωτέρω πίνακος :

3. Να μετρηθῆ ἡ τάσις ($V_{\Delta\Gamma}$) εἰς τὰ ἄκρα τῆς ἀντιστάσεως (R_2), ὅταν δὲν ἔχη συνδεθῆ φορτίον εἰς τὸ κύκλωμα ($I_\phi = 0$). Ἡ ἔνδειξις νὰ γραφῆ εἰς τὴν σχετικὴν στήλην τοῦ κατωτέρω πίνακος.



Σχ. 18 · γ.

E (V)	$V_{\Delta\Gamma}$ (V)	I_1 (mA)	I_ϕ (mA)	R_ϕ (Ω)
12			0 (ἄνευ φορτίου)	
12			2	
12			4	
12			6	

4. Να συνδεθῆ τὸ φορτίον (R_ϕ). Να ρυθμισθῆ ἡ ἐνδιάμεσος λῆψις αὐτοῦ, ὥστε τὸ (I_ϕ) νὰ εἶναι 2 mA. (Προσοχὴ εἰς τὴν διαρκῆ σταθερότητα τῆς τάσεως τῆς πηγῆς $E = 12$ V). Να μετρηθῆ πάλιν ἡ ($V_{\Delta\Gamma}$), καθὼς καὶ τὸ ρεῦμα (I_1), καὶ αἱ τιμαὶ αὐτῶν νὰ γραφοῦν εἰς τὰς σχετικὰς στήλας τοῦ αὐτοῦ πίνακος.

5. Να ἀποσυνδεθῆ ἡ πηγὴ καὶ νὰ μετρηθῆ δι' ὠμομέτρου ἡ τιμὴ τῆς (R_ϕ), διὰ τὴν ὁποῖαν ἐκυκλοφόρησε ρεῦμα ἐντάσεως 2 mA. Ἡ ἔνδειξις τοῦ ὠμομέτρου νὰ γραφῆ εἰς τὴν τελευταίαν στήλην τοῦ προηγουμένου πίνακος.

6. Να ἐπαναληφθοῦν αἱ μετρήσεις τῶν περιπτώσεων 4 καὶ 5 δι' ἐντάσεις ρευμάτων εἰς τὸ φορτίον (I_ϕ) 4 καὶ 6 mA. Αἱ ἐνδείξεις νὰ γραφοῦν εἰς τὰς σχετικὰς στήλας τοῦ ἰδίου πίνακος.

7. Ποία ἡ μεταβολὴ τοῦ (I_1), ὅταν τὸ ρεῦμα εἰς τὸ φορτίον (R_ϕ) αὐξάνεται ;

8. Ποία ή επίδρασις εἰς τὴν τάσιν ($V_{\Delta\Gamma}$) καὶ εἰς τὸ ρεῦμα (I_1) ἐκ τῆς αὐξήσεως τοῦ (I_ϕ);

9. Νὰ ὑπολογισθοῦν τὰ (I_1) καὶ ($V_{\Delta\Gamma}$) μὲ δεδομένα :

$$E_{πηγῆς} = 10 \text{ V καὶ } I_\phi = 2 \text{ mA.}$$

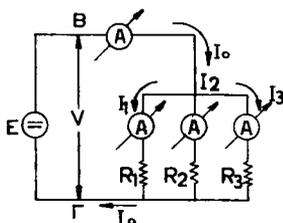
Παραπομπὴ διὰ συμπληρωματικὴν μελέτην :

Α. Παππᾶ : « Ἠλεκτρολογία », τόμος Α', σελ. 104. (Ἐκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

ΔΙΑΙΡΕΤΗΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

Εἰς τὴν ἄσκησιν αὐτὴν ἐξετάζεται ὁ τρόπος τῆς ἐξασφαλίσεως ρευμάτων ὠρισμένων ἐντάσεων εἰς κλάδους ἠλεκτρικῶν κυκλώματος. Τοῦτο ἐπιτυγχάνεται διὰ τῆς συνδέσεως ἀντιστάσεων καταλλήλων τιμῶν παραλλήλως μεταξύ των. (Τὸ αὐτὸ πρόβλημα ἐξετάσθη μερικῶς καὶ εἰς τὴν ἄσκησιν 16, κατὰ τὴν ἐπαλήθευσιν τοῦ πρώτου κανόνος τοῦ Κίρχωφ).

Τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 19·α ἀποτελεῖ ἓνα παράδειγμα διαιρέτου ρεύματος:



Σχ. 19·α.

Εἰς αὐτὸ τρεῖς ἀντιστάσεις, (R_1), (R_2) καὶ (R_3), εἶναι συνδεδεμέναι παραλλήλως πρὸς μίαν πηγήν, ἣ ὁποία παρέχει ρεῦμα ἐντάσεως (I_0). Ἡ ἰσοδύναμος ἀντίστασις (R_0) τῶν τριῶν ἀντιστάσεων τοῦ κυκλώματος εἶναι:

$$R_0 = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = \frac{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3}{R_1 \cdot R_2 + R_1 \cdot R_3 + R_2 \cdot R_3}$$

Ἐὰν εἶναι γνωστὴ ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος (I_0), τὸ ὁποῖον παρέχει ἡ πηγή, τότε ἡ τάσις (V), ἡ ἐπικρατοῦσα μεταξύ τῶν σημείων (B) καὶ (Γ), εὐρίσκεται ἐκ τῆς σχέσεως:

$$V = I_0 \cdot R_0 = I_0 \left(\frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} \right) = I_0 \frac{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3}{R_1 \cdot R_2 + R_1 \cdot R_3 + R_2 \cdot R_3}$$

Μὲ δεδομένην τώρα τὴν τάσιν (V), ὑπολογίζεται εὐκόλως ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος εἰς ἑκάστην τῶν γνωστῶν ἀντιστάσεων R_1, R_2, R_3 .

Ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος τοῦ διαρρέοντος τὴν ἀντίστασιν (R_1) θὰ εἶναι:

$$I_1 = \frac{V}{R_1} \quad \text{ή} \quad I_1 = I_0 \frac{\frac{1}{R_1}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} \quad (1)$$

$$\text{ή} \quad I_1 = I_0 \frac{R_2 \cdot R_3}{R_1 \cdot R_2 + R_1 \cdot R_3 + R_2 \cdot R_3}$$

Αν ή σχέσις (1) γραφή:

$$\frac{I_1}{\frac{1}{R_2}} = \frac{I_0}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

φαίνεται άμέσως, όπως έξ άλλου είναι ήδη γνωστόν εκ του νόμου του Ωμ, ότι ή έντασις του ρεύματος είναι ανάλογος του αντίστροφου της αντιστάσεως ή, όπως και κατ' άλλον τρόπον διατυπώνται, ή έντασις του ρεύματος εις ένα κλάδον είναι ανάλογος της αγωγιμότητος του κλάδου. Το αυτό εκφράζεται και ώς εξής: Η έντασις του ρεύματος είναι αντίστροφως ανάλογος της αντιστάσεως, διά της οποίας διέρχεται.

Συνήθως όμως παρουσιάζεται ή περίπτωσις παραλλήλου συνδέσεως δύο μόνων αντιστάσεων, με σκοπόν την διέλευσιν διά της μιᾶς έξ αυτών ρεύματος ώρισμένης έντάσεως. Εάν λοιπόν εις τὸ προηγούμενον κύκλωμα άποσυνδεθῆ ὁ κλάδος της (R_3), τότε ή έντασις του ρεύματος εις τὴν αντίστασιν (R_1) θά είναι:

$$I_1 = I_0 \frac{\frac{1}{R_1}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$$

και μετά τὴν εκτέλεσιν τῶν πράξεων:

$$I_1 = I_0 \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Επομένως, εις κύκλωμα με δύο παραλλήλους αντιστάσεις, τὸ ρεύμα κατανέμεται εις μὲν τὸν κλάδον με τὴν αντίστασιν (R_1), όπως ὀρίζει ὁ λόγος:

$$\frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

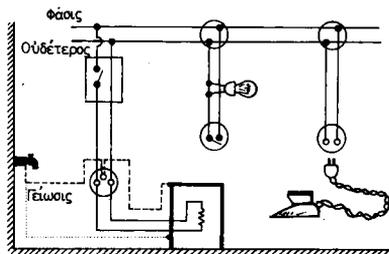
εις δὲ τὸν κλάδον μὲ τὴν ἀντίστασιν (R_2), ὅπως ὀρίζει ὁ λόγος:

$$\frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

Τὸ πρόβλημα κατανομῆς τοῦ ρεύματος εἰς ἓνα κύκλωμα μὲ δύο παραλλήλους ἀντιστάσεις συναντᾶται σχεδὸν εἰς ὅλας τὰς ἀσκήσεις Ἑλεκτρολογίας καὶ Ραδιοτεχνίας. Ἐπίσης τὸ αὐτὸ πρόβλημα, ἀλλὰ μὲ ἀντιστάσεις περισσοτέρας τῶν δύο, συνδεδεμένες ἐν παραλλήλῳ, εἶναι ἐκεῖνο, τὸ ὁποῖον ἀπασχολεῖ κυρίως τὸν τεχνικὸν εἰς τὸν τομέα τῆς Ἑλεκτρολογίας. Μερικὰ τυπικὰ παραδείγματα κυκλωμάτων συνδεδεμένων ἐν παραλλήλῳ εἶναι:

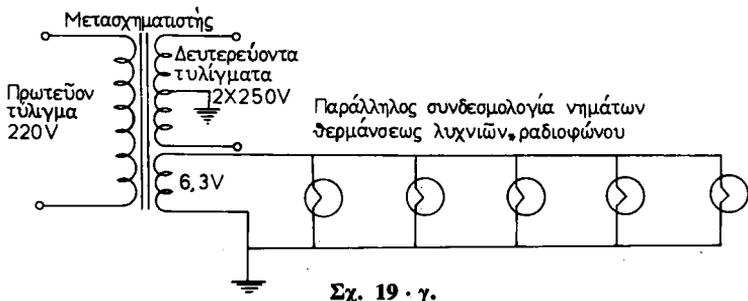
α) Ὅλα τὰ κυκλώματα παροχῆς ρεύματος διὰ φωτισμόν, θέρμανσιν, κίνησιν κ.λπ.

Τὸ σχῆμα 19·β παρέχει ἓνα τυπικὸν κύκλωμα ἡλεκτρικῆς ἐγκαταστάσεως οἰκίας μὲ καταναλώσεις: λαμπτήρα φωτισμοῦ, ἡλεκτρικὸν μαγειρεῖον καὶ ἡλεκτρικὸν σίδηρον, ὅλα συνδεδεμένα ἐν παραλλήλῳ.



Σχ. 19·β.

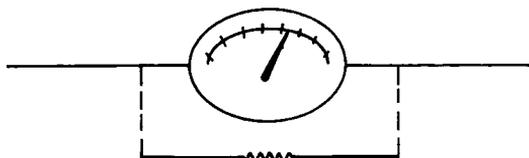
β) Εἰς τὰς περισσοτέρας τῶν περιπτώσεων, τὸ κύκλωμα θερμάνσεως τῶν νημάτων τῶν λυχνιῶν ραδιοφώνων καὶ ἄλλων ἡλεκτρονικῶν συσκευῶν εἶναι ἐπίσης πρόβλημα κατανομῆς ρεύματος εἰς παραλλήλους καταναλώσεις, ὅπως φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 19·γ.



Σχ. 19·γ.

γ) Εἰς τὰ κυκλώματα τῶν ἀμπερομέτρων, τῶν ὀργάνων

δηλαδή, τὰ ὅποια ἐχρησιμοποιήθησαν διὰ μετρήσεις ἐντάσεων ρευμάτων εἰς ὅλας τὰς προηγουμένας ἀσκήσεις. Εἰς τὸ σχῆμα



Σχ. 19·δ.

19·δ φαίνεται ὁ παραλληλισμὸς βασικοῦ ὄργανου.

Ἡ περίπτωση τοῦ παραλληλισμοῦ τῶν ἀμπερομέτρων ἐξετάζεται λεπτομερῶς

εἰς τὴν ἀσκήσιν 22.

Ἀκόμη δύναται νὰ ἀναφερθῇ πλῆθος ὁμοίων παραδειγμάτων παραλλήλου συνδέσεως καταναλώσεων.

ΕΡΓΑΣΙΑ

1. Νὰ πραγματοποιηθῇ τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 19·ε.

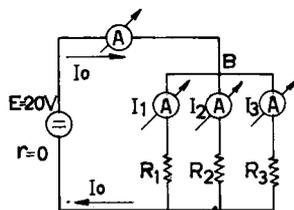
Νὰ μετρηθοῦν τὰ ρεύματα (I_1), (I_2) καὶ (I_3) καὶ νὰ συγκριθοῦν μὲ τὸ (I_0) τῆς πηγῆς. Νὰ ἐπαληθευθῇ διὰ τῶν μετρήσεων τῶν ὁ πρῶτος κανὼν τοῦ Κίρχωφ διὰ τὸν κόμβον (B).

2: Ἐκ τῶν τιμῶν τῶν ρευμάτων εἰς τοὺς κλάδους καὶ τῆς τάσεως τῆς πηγῆς (E) νὰ ὑπολογισθοῦν αἱ τιμαὶ τῶν ἀντιστάσεων (R_1), (R_2) καὶ (R_3) (σχ. 19·ε).

3. Ποία ἡ σχέσηις μεταξὺ τῶν μετρηθέντων ρευμάτων καὶ τῶν ὑπολογισθεισῶν ἀντιστάσεων;

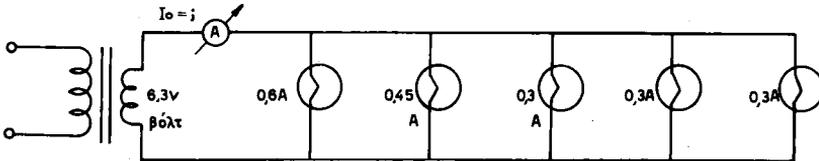
4. Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ τιμὴ μιᾶς ἀντιστάσεως (R), ἡ ὁποία, ὅταν τεθῇ εἰς τὴν θέσιν τῆς (R_3), νὰ διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος ἐντάσεως 40 mA. Νὰ συνδεθῇ εἰς τὸ κύκλωμα (εἰς τὴν θέσιν τῆς R_3) ἡ ὑπολογισθεῖσα ἀντίστασις καὶ νὰ μετρηθῇ καὶ ἐπαληθευθῇ ἡ ἐντασις τοῦ ρεύματος (σχ. 19·ε).

5. Ποίας ἐντάσεως ρεύμα θὰ διαρρέη τὴν ἀντίστασιν (R) τῆς προηγουμένης ἐρωτήσεως, ἐὰν αὐτὴ συνδεθῇ παραλλήλως πρὸς τὰς τρεῖς ἀντιστάσεις τοῦ κύκλωματος καὶ ὄχι εἰς τὴν θέσιν τῆς (R_3);



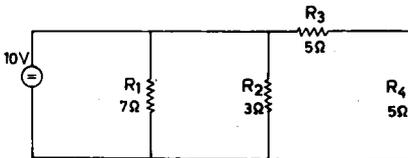
Σχ. 19·ε.

6. Είς τὸ ἐπόμενον κύκλωμα (σχ. 19·στ) φαίνονται τὰ νήματα θερμάνσεως τῶν λυχνιῶν ἑνὸς ραδιοφώνου ἡ καθὼς καὶ τὰ στοιχεῖα λειτουργίας αὐτῶν. Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος τῆς πηγῆς, ἡ ὁποία τὰ τροφοδοτεῖ (ἔντασις ρεύματος εἰς τὸ δευτερεῖον τοῦ μετασχηματιστοῦ).



Σχ. 19·στ.

7. Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος εἰς τὴν ἀντίστασιν (R_4) τοῦ ἐπομένου κυκλώματος (σχ. 19·ζ).



Σχ. 19·ζ.

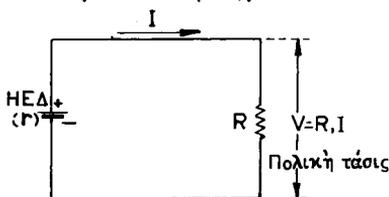
Παραπομπαι διὰ συμπληρωματικὴν μελέτην :

Α. Παππᾶ : «Ἠλεκτρολογία», τόμος Α', σελ. 81. (Ἔκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

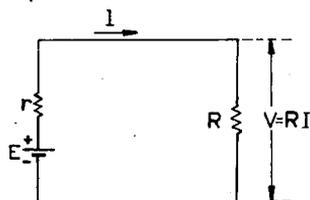
Κ. Θεοφιλοπούλου : «Ἠλεκτροτεχνία», τόμος Α', σελ. 84. (Ἔκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΠΗΓΗΣ
ΠΡΟΣ ΤΟ ΦΟΡΤΙΟΝ ΤΟ ΟΠΟΙΟΝ ΤΡΟΦΟΔΟΤΕΙ

Είς τὸ σχῆμα 20·α φαίνεται ἕνα κύκλωμα μὲ πηγὴν ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως (E), ἡ ὁποία παρέχει ρεῦμα ἐντάσεως (I) εἰς κατανάλωσιν (φορτίον) (R), εἰς δὲ τὸ σχῆμα 20·β ἕνα ἰσοδύναμον πρὸς τὸ προηγούμενον κύκλωμα.



Σχ. 20·α.



Σχ. 20·β.

Τὰ κύρια χαρακτηριστικά κάθε ἡλεκτρικῆς πηγῆς εἶναι δύο:
α) Ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δυνάμεις ($HE\Delta$) (E), ἡ ὁποία εἶναι πάντοτε σταθερά.

β) Ἡ ἑσωτερικὴ ἀντίστασις (r), ἡ ὁποία εἶναι πάντοτε ἐπίσης σταθερά.

Ἐπομένως εἰς τὸ ἀνωτέρω κύκλωμα ἡ ἔντασις (I) τοῦ ρεύματος, τὸ ὁποῖον παρέχει ἡ πηγὴ, ἐξαρτᾶται μόνον ἀπὸ τὴν τιμὴν τῆς καταναλώσεως (R), ἀφοῦ ἡ $HE\Delta$ (E) καὶ ἡ ἑσωτερικὴ ἀντίστασις (r) εἶναι σταθερὰ μεγέθη. Πράγματι ὁ νόμος τοῦ Ὄμ διαπλήρες κύκλωμα δίδει διὰ τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος τὴν σχέσιν:

$$I = \frac{E}{R + r}$$

Ἡ σχέση αὐτὴ γίνεταί:

$$E = (R + r) \cdot I \quad \text{ἢ} \quad E = R \cdot I + r \cdot I$$

Τὸ γινόμενον $R \cdot I = V$ εἶναι ἡ πολικὴ τάσις τῆς πηγῆς. Τὸ γινόμενον $r \cdot I$ εἶναι ἡ ἑσωτερικὴ πτώσις τάσεως τῆς πηγῆς. Δηλαδή ἡ (σταθερὰ) ἡλεκτρεγερτικὴ δυνάμεις (E) ἰσοῦται μὲ τὸ ἄθροισμα

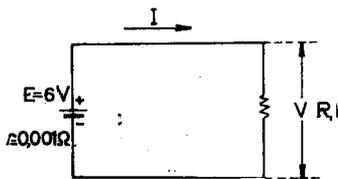
σμα της πολικής τάσεως (V) και της έσωτερικής πτώσεως τάσεως της πηγής.

$$E = V + r \cdot I.$$

Έπομένως η πολική τάσις (V) θα ισούται :

$$V = E - r \cdot I.$$

Έάν τώρα η έσωτερική αντίστασις της πηγής είναι άρκετά μικρή (π.χ. $0,01 \Omega$ ή $0,001 \Omega$ ή και άκόμη μικροτέρα), το γινόμενον $r \cdot I$ θα είναι έπίσης μικρόν, άκόμη και έάν η έντασις του ρεύματος (I) είναι άρκετά μεγάλη. Έπομένως η πολική τάσις (V) θα πλησιάζη να γίνεται ίση προς την σταθεράν ΗΕΔ (E). Δηλαδή η πολική τάσις (V) θα είναι και αύτη σχεδόν σταθερά, άκόμη και αν η πηγή παρέχη πολύ ρεύμα (άρκει η έσωτερική αντίστασις της πηγής να είναι άρκετά μικρή, και μάλιστα έν συγκρίσει προς την (R)).



Σχ. 20 · γ.

Έστω π.χ. ότι μία πηγή έχει ΗΕΔ $E = 6 \text{ V}$ και έσωτερικήν αντίστασιν $r = 0,001 \Omega$, όπως εις το σχήμα 20 · γ.

Έάν η αντίστασις (R) είναι 10Ω , το ρεύμα (I) θα είναι :

$$I = \frac{E}{R + r} = \frac{6}{10 + 0,001} \approx 0,6 \text{ A}.$$

Η έσωτερική πτώσις τάσεως θα είναι :

$$r \cdot I = 0,001 \times 0,6 = 0,0006 \text{ V}.$$

Άρα η πολική τάσις θα είναι :

$$V = E - r \cdot I = 6 - 0,0006 = 5,9994 \text{ V}.$$

Είναι φανερόν ότι η πολική τάσις ($5,9994 \text{ V}$) είναι σχεδόν ίση προς την ΗΕΔ της πηγής (6 V).

Έστω τώρα ότι η αντίστασις (R) γίνεται $0,5 \Omega$. Το ρεύμα τότε θα είναι :

$$I = \frac{E}{R + r} = \frac{6}{0,5 + 0,001} = \frac{6}{0,501} = 11,976 \text{ A}.$$

Η έσωτερική πτώσις τάσεως θα είναι :

$$r \cdot I = 0,001 \times 11,976 = 0,011976 \approx 0,012 \text{ V}.$$

*Ἄρα ἡ πολικὴ τάσις θὰ εἶναι :

$$V = E - r \cdot I = 6 - 0,012 = 5,88 \text{ V.}$$

Ἄλλὰ καὶ τὰ 5,88 V πλησιάζουν ἄρκετὰ πρὸς τὰ 6 V τῆς ΗΕΔ τῆς πηγῆς. Δηλαδή ἡ πηγὴ (E) εἰς τὴν πρώτην περίπτωσιν ἔδιδε ρεῦμα 0,6 A καὶ εἰς τὴν δευτέραν ἔδωσε ρεῦμα σχεδὸν 12 A. Ἄλλὰ καὶ εἰς τὰς δύο περιπτώσεις ἡ πολικὴ τῆς τάσις δὲν ἤλλαξεν εἰς σημαντικὸν βαθμὸν. Καὶ αὐτὸ ὀφείλεται εἰς τὸ γεγονός ὅτι ἡ πηγὴ καὶ εἰς τὰς δύο περιπτώσεις εἶχε μικρὰν ἐσωτερικὴν ἀντίστασιν ἐν συγκρίσει πρὸς τὴν ἐξωτερικὴν ἀντίστασιν τοῦ φορτίου.

Ἄπὸ ὅσα ἀνεφέρθησαν ἕως τῶρα, προκύπτει τὸ ἐξῆς συμπέρασμα: Ὅσον μικροτέρα εἶναι ἡ ἐσωτερικὴ ἀντίστασις τῆς πηγῆς, ἡ ὁποία παρέχει ρεῦμα εἰς μίαν κατανάλωσιν, τόσο μικροτέρα εἶναι ἡ ἐσωτερικὴ πτώσις τάσεως καὶ ἄρα τόσο σταθερωτέρα εἶναι ἡ πολικὴ τάσις τῆς πηγῆς, ἡ ὁποία καὶ παραμένει σχεδὸν ἴση πρὸς τὴν ΗΕΔ αὐτῆς. Τὸ μέγεθος τῆς ἐσωτερικῆς ἀντιστάσεως κρίνεται πάντοτε ἐν σχέσει πρὸς τὴν τιμὴν τῆς ἀντιστάσεως καταναλώσεως τοῦ κυκλώματος, τὸ ὁποῖον τροφοδοτεῖ ἡ πηγὴ.

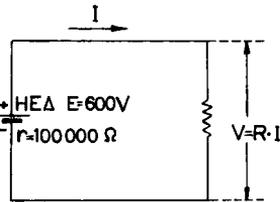
Ὡστε ἂν μία πηγὴ ἔχη πολὺ μικρὴν ἐσωτερικὴν ἀντίστασιν, ἐν συγκρίσει πρὸς τὴν κατανάλωσιν (R), δύναται νὰ παρέχῃ ρεύματα διαφόρων ἐντάσεων, χωρὶς ἡ πολικὴ τῆς τάσις νὰ μεταβάλλεται εἰς σημαντικὸν βαθμὸν. Καὶ ἐὰν ὑπῆρχε μία τελεία πηγὴ, με ἐσωτερικὴν ἀντίστασιν μηδέν, τότε κατὰ τὴν παροχὴν ρεύματος πρὸς φορτίον ἡ πηγὴ αὐτὴ δὲν θὰ εἶχε καθόλου ἐσωτερικὴν πτώσιν τάσεως, ἡ δὲ πολικὴ τάσις τῆς θὰ ἦτο ἐντελῶς σταθερὰ καὶ ἴση πρὸς τὴν ΗΕΔ αὐτῆς.

Μία πηγὴ ὅμως με $r = 0$, ἡ ὁποία ὀνομάζεται *ιδανικὴ πηγὴ* τάσεως, εἰς τὰς πρακτικὰς ἐφαρμογὰς εἶναι ἀδύνατον νὰ ὑπάρξῃ. Ὑπάρχουν ἐν τούτοις πηγαὶ με ἐσωτερικὴν ἀντίστασιν τόσο μικρὰν, ὥστε νὰ κρατοῦν σχεδὸν σταθερὰ τὴν πολικὴν των τάσιν διὰ διαφόρους ἐντάσεις ρευμάτων, τὰ ὁποῖα παρέχουν. Εἰς τοὺς ὑπολογισμούς, ἡ ἐσωτερικὴ ἀντίστασις τῶν πηγῶν αὐτῶν δύναται νὰ παραλείπεται ὡς πολὺ μικρὰ καὶ αἱ πηγαὶ τότε ὀνομάζονται *πηγαὶ τάσεως ἢ στερεαὶ πηγαὶ τάσεως*.

Όστε στερεά πηγή τάσεως δύναται να θεωρηθεί κάθε πηγή, η οποία έχει πολύ μικρήν (αμελητέαν εις την πράξιν) εσωτερικὴν ἀντίστασιν καὶ ἐπομένως κρατεῖ σταθερὰν τὴν πολικὴν τῆς τάσιν, ἀνεξάρτητον τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος, τὸ ὁποῖον παρέχει.

Ἐστω τώρα τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 20·δ.

Εἰς αὐτὸ πηγὴ (E) ἔχει πολὺ μεγάλην ἐσωτερικὴν ἀντίστασιν, ἐν σχέσει πρὸς τὴν (R) καταναλώσεως. Καὶ ἐδῶ τὸ ρεῦμα, τὸ ὁποῖον παρέχει ἡ πηγὴ, δίδεται ἐκ τοῦ νόμου τοῦ Ὠμ διὰ πλήρες κύκλωμα :



Σχ. 20·δ.

$$I = \frac{E}{R + r}$$

Ἐὰν ὁμως ἡ (r) εἶναι ἀρκετὰ μεγάλη, τότε ἡ ἐντασις τοῦ ρεύματος (I) θὰ εἶναι σχεδὸν σταθερά, ἀκόμη καὶ ὅταν ἡ καταναλώσις (R) μεταβάλλεται. Π.χ., ἐὰν $r = 100\,000\ \Omega$ ἡ ἐσωτερικὴ ἀντίστασις, ἡ δὲ $R = 500\ \Omega$, ἡ ἐντασις τοῦ ρεύματος εἰς τὸ προηγούμενον κύκλωμα θὰ εἶναι :

$$I = \frac{E}{R + r} = \frac{600}{100\,000 + 500} \approx 0,006\ \text{A} = 6\ \text{mA}$$

Ἡ πολικὴ τάσις τῆς πηγῆς θὰ εἶναι :

$$V = R \cdot I = 0,006 \times 500 = 3\ \text{V}$$

Ἐὰν ἡ (R) γίνῃ $5\,000\ \Omega$, ἡ ἐντασις τοῦ ρεύματος θὰ εἶναι :

$$I = \frac{E}{R + r} = \frac{600}{100\,000 + 5\,000} = 0,0057\ \text{A} = 5,7\ \text{mA}$$

καὶ ἡ πολικὴ τάσις τῆς πηγῆς θὰ εἶναι :

$$V = R \cdot I = 0,0057 \times 5\,000 = 28,5\ \text{V}$$

Δηλαδή, ἐνῶ ἡ τιμὴ τῆς ἀντιστάσεως (R) ἑδεκαπλασιάσθη (ἀπὸ $500\ \Omega$ ἔγινε $5\,000\ \Omega$), ἡ ἐντασις τοῦ ρεύματος μετεβλήθη πολὺ ὀλίγον (ἀπὸ $6\ \text{A}$ ἔγινε $5,7\ \text{A}$). Ἡ πολικὴ τάσις εἰς τὰς δύο περιπτώσεις εἶναι ὁμως πολὺ διαφορετικὴ (ἀπὸ $3\ \text{V}$ ἔγινε $28,5\ \text{V}$).

Ἀπὸ τὸ παράδειγμα αὐτὸ ἐξάγεται τὸ ἀκόλουθον συμπέρασμα :

“Ὅταν μία πηγή ἔχη μεγάλην ἐσωτερικὴν ἀντίστασιν (μεγάλην ἐν συγκρίσει πρὸς τὴν τιμὴν τῆς καταναλώσεως), τὸ ρεῦμα τὸ ὁποῖον παρέχει εἰς διάφορα φορτία εἶναι σχεδὸν σταθερὸν, ἀνεξάρτητον τῆς πολικῆς τῆς τάσεως, ἢ ὅποια δύναται νὰ μεταβάλλεται εἰς μεγάλα περὶθώρια.

Εἶναι ἐπίσης φανερὸν ὅτι ὅσον μεγαλυτέρα εἶναι ἡ ἐσωτερικὴ ἀντίστασις τῆς πηγῆς, τόσον σταθερώτερον θὰ εἶναι τὸ ρεῦμα διὰ διαφορετικὰ φορτία. Καὶ ἐὰν ὑπῆρχε μία *τελεία* πηγή, με ἐσωτερικὴν ἀντίστασιν ἀπειρώς μεγάλην, τὸ ρεῦμα, τὸ ὁποῖον θὰ παρέιχεν εἰς οἰανδήποτε κατανάλωσιν, θὰ ἦτο ἐντελῶς σταθερὸν. (Τονίζεται πάλιν ὅτι μεγάλη r ἀναφέρεται πάντοτε ἐν σχέσει πρὸς τὴν R καταναλώσεως).

Πηγή ὅμως με τόσον μεγάλην ἐσωτερικὴν ἀντίστασιν, ἢ ὁποία τείνει εἰς τὸ ἄπειρον, εἶναι ἀδύνατον νὰ ὑπάρξη. Ὑπάρχουν ἐν τούτοις πηγαὶ με ἐσωτερικὴν ἀντίστασιν ἀρκετὰ μεγάλην, ὥστε νὰ παρέχουν σταθερὸν σχεδὸν ρεῦμα εἰς ποικίλας καταναλώσεις, ἐνῶ ἡ πολικὴ των τάσις μεταβάλλεται. Αἱ πηγαὶ αὐταὶ ὀνομάζονται *πηγαὶ ρεύματος* ἢ *στερεαὶ πηγαὶ ἐντάσεως*.

Ὡστε πηγή ρεύματος ἢ στερεὰ πηγή ἐντάσεως δύναται νὰ θεωρηθῆι κάθε πηγή, ἢ ὁποία ἔχει πολὺ μεγάλην ἐσωτερικὴν ἀντίστασιν καὶ ἐπομένως κρατεῖ σχεδὸν σταθερὸν τὸ ρεῦμα, τὸ ὁποῖον παρέχει εἰς διαφόρους καταναλώσεις, ἀνεξαρτήτως τῶν μεταβολῶν τῆς πολικῆς τῆς τάσεως.

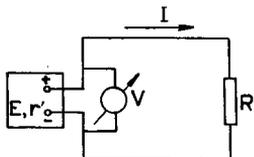
Γενικῶς μία πηγή δύναται νὰ θεωρηθῆι ὡς πηγή τάσεως ἢ πηγή ρεύματος, ἐὰν ἡ ἐσωτερικὴ τῆς ἀντίστασις, συγκρινομένη πάντοτε πρὸς τὴν ἀντίστασιν τῆς καταναλώσεως, εἶναι ἀρκετὰ μικρὴ (πηγή τάσεως) ἢ ἀρκετὰ μεγάλη (πηγή ρεύματος).

Πῶς εἶναι δυνατὸν νὰ εὐρεθῆ, ὅταν χρειασθῆ, μία πηγή τάσεως ἢ ρεύματος :

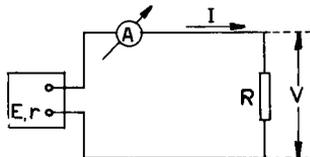
Ἀνεφέρθη εἰς τὰ προηγούμενα ὅτι τελεία (ιδανικὴ) πηγή τάσεως ἢ ρεύματος δὲν δύναται νὰ ὑπάρξη. Μήπως ἐν τούτοις εἶναι δυνατὸν νὰ ἐξασφαλισθῆ εἰς τὴν πρᾶξιν (π.χ. εἰς μίαν ἐργαστηριακὴν ἀσκήσιν) μία πηγή, ἢ ὁποία νὰ εἶναι ἰσοδύναμος πρὸς στερεὰν πηγὴν τάσεως ἢ ρεύματος; Πηγαὶ τοῦ εἴδους αὐτοῦ εἶναι δυνατὸν νὰ κατασκευασθοῦν εἰς τὸ Ἐργαστήριον με τοὺς ἀκολούθους ἀπλοὺς τρόπους :

α) *Στερεά πηγή τάσεως.* Έστω πηγή (E), ή όποία παρέχει ρεύμα (I) εις το φορτίον (R). Παραλλήλως προς την πηγήν τοποθετείται βολτόμετρον (V). Έάν ή πηγή (E) δύναται να ρυθμίζεται διαρκώς εις τρόπον, ώστε δι' οίανδήποτε μεταβολήν του φορτίου (R) (δηλαδή, δι' οίανδήποτε μεταβολήν του ρεύματος I) να παρέχη σταθεράν τάσιν (V), την όποίαν δεικνύει το βολτόμετρον, τότε ή πηγή αυτή ίσοδυναμεί προς στερεάν πηγήν τάσεως.

Εις το σχήμα 20·ε παριστάνεται κύκλωμα διά την πραγματοποίησιν «στερεάς πηγής τάσεως» εις το Έργαστήριον. Η πηγή (E, r) παρέχει σταθεράν τάσιν (V) εις ποικίλα φορτία διά συνεχούς ρυθμίσεώς της.



Σχ. 20·ε.



Σχ. 20·στ.

β) *Στερεά πηγή έντάσεως.* Έστω πηγή (E), ή όποία παρέχει ρεύμα (I) εις φορτίον (R).

Εις το σχήμα 20·στ παριστάνεται κύκλωμα διά την πραγματοποίησιν «στερεάς πηγής έντάσεως» εις το Έργαστήριον. Η πηγή (E, r) παρέχει σταθερόν ρεύμα (I) προς ποικίλα φορτία διά συνεχούς ρυθμίσεώς της.

Έν σειρά προς το φορτίον τοποθετείται άμπερόμετρον (A). Έάν ή πηγή (E) είναι δυνατόν να ρυθμίζεται διαρκώς, ώστε δι' οίανδήποτε μεταβολήν του φορτίου (R) (δηλαδή, δι' οίανδήποτε μεταβολήν της τάσεως V) να παρέχη σταθερόν ρεύμα (I), το όποιον δεικνύει το άμπερόμετρον, τότε ή πηγή αυτή ίσοδυναμεί προς πηγήν ρεύματος ή στερεάν πηγήν έντάσεως.

Ίσχύς παρεχομένη προς το φορτίον και έσωτερική αντίστασις της πηγής.

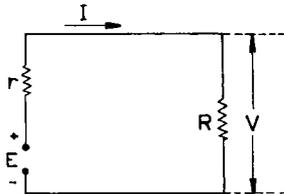
Εις την άσκησιν εξετάζεται κατά ποιον τρόπον μία στερεά πηγή, τάσεως ή έντάσεως, δύναται εις την πράξιν να παρέχη την μεγίστην δυνατήν ισχύν εις ένα φορτίον. Το πρόβλημα είναι : Πό-

στην ἀντίστασιν πρέπει νὰ παρουσιάζη τὸ φορτίον, ὥστε νὰ λαμβάνη ἀπὸ τὴν πηγὴν τὴν μεγίστην δυνατὴν ἰσχύν;

Εἰς τὸ σχῆμα 20·ζ φαίνεται μία πηγὴ (E) μὲ ἐσωτερικὴν ἀντίστασιν (r) καὶ ἐξωτερικὴν κατανάλωσιν (φορτίον) (R).

Ἐὰν ἡ ἀντίστασις (R) δύναται νὰ μεταβάλλεται, ἀποδεικνύεται ὅτι διὰ κάποιον τιμὴν τῆς ἐπιτυγχάνεται παροχὴ μεγίστης ἰσχύος εἰς αὐτήν.

Συγκεκριμένως ἀποδεικνύεται ὅτι, ἐὰν ἡ ἐξωτερικὴ ἀντίστασις (R) ἔχη τιμὴν ἴσην πρὸς τὴν τιμὴν τῆς ἐσωτερικῆς ἀντιστάσεως (r) τῆς πηγῆς, τότε ἡ ἰσχύς, τὴν ὁποῖαν παρέχει ἡ πηγὴ πρὸς τὴν (R) εἶναι ἡ μεγίστη δυνατὴ.



Σχ. 20·ζ.

Ἐστω π.χ. ὅτι ἡ πηγὴ (E) τοῦ προηγουμένου σχήματος ἔχει ἠλεκτρεγερτικὴν δύναμιν $E = 50 \text{ V}$ καὶ ἐσωτερικὴν ἀντίστασιν $r = 10 \Omega$. Ἄν εἶναι $R = 2 \Omega$, ἡ ὀλικὴ ἀντίστασις τοῦ κυκλώματος θὰ εἶναι $10 + 2 = 12 \Omega$.

Τὸ ρεῦμα (I), κατὰ τὸν νόμον τοῦ Ὠμ, θὰ εἶναι:

$$I = \frac{E}{R_{\text{ολ}}} = \frac{50}{12} = 4,166 \text{ A.}$$

Ἄρα ἡ ἰσχύς ἐπὶ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ φορτίου θὰ εἶναι:

$$W = R \cdot I^2 = 2 \times 4,166^2 \approx 34,7 \text{ W.}$$

Ἐὰν τώρα ἡ (R) λάβη διαφόρους τιμὰς (π.χ. 6, 10, 30, 100 Ω), εἶναι δυνατὸν μὲ τὸν αὐτὸν τρόπον ὑπολογισμοῦ νὰ καταρτισθῇ ὁ ἀκόλουθος πίναξ:

Η Ε Δ E (V)	Ἐσωτερικὴ ἀντίστασις (Ω)	Ἀντίστασις φορτίου R (Ω)	Ἔντασις ρεύματος I (A)	Ἰσχύς (W)
50	10	2	4,166	34,7
50	10	6	3,125	58,6
50	10	10	2,5	62,5
50	10	30	1,25	46,8
50	10	100	0,454	20,6

Ἄπὸ τὸν πίνακα αὐτὸν φαίνεται ὅτι, ὅταν ἡ ἀντίστασις τοῦ φορτίου (R) συμβῆ νὰ γίνῃ ἴση πρὸς τὴν ἐσωτερικὴν ἀντίστασιν τῆς πηγῆς ($R = r = 10 \Omega$), ἐπιτυγχάνεται ἡ μεγίστη μεταφορὰ ἰσχύος ($62,5 \text{ W}$) ἀπὸ τὴν πηγὴν πρὸς τὸ φορτίον.

Ὁ κανὼν αὐτὸς ἔχει ἐφαρμογὴν εἰς κάθε ἠλεκτρικὴν διάταξιν, εἰς τὴν ὁποῖαν μεταφέρεται ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια ἀπὸ ἓνα κύκλωμα εἰς ἓνα ἄλλο.

Αὕτῃ ἡ κατάστασις ἰσότητος: $r = R$, λέγεται *προσαρμογὴ ἰσχύος* ἢ *προσαρμογὴ πηγῆς - καταναλώσεως* καὶ δηλοῖ ὅτι τότε γίνεταί ἐκμετάλλευσις τῆς μεγίστης δυνατῆς ἰσχύος τῆς πηγῆς πρὸς τὴν κατανάλωσιν.

Τὸ ποσοδὸν τῆς μεγίστης αὐτῆς ἰσχύος διὰ τὴν κατάστασιν προσαρμογῆς ($R = r$) δίδεται ἀπὸ τὴν σχέσιν:

$$W_{\text{μεγ.}} = \frac{E^2}{4r}.$$

Ἡ σχέσηις αὕτῃ ἀποδεικνύεται ὡς ἑξῆς:

Ὅπως εἶναι γνωστὸν, ἡ ἰσχύς, ἡ ὁποῖα παρέχεται εἰς τὴν κατανάλωσιν (R), εἶναι:

$$W = R \cdot I^2. \quad (1)$$

Ἄλλὰ τὸ ρεῦμα τοῦ κυκλώματος, ὅπως ἀνεφέρθη εἰς τὴν ἀρχὴν τῆς ἀσκήσεως, ἰσοῦται μέ:

$$I = \frac{E}{R + r}$$

καὶ ἐὰν ἀντικατασταθῇ τὸ (I) εἰς τὴν (1) θὰ προκύψῃ:

$$W = R \left(\frac{E}{R + r} \right)^2 = \frac{R \cdot E^2}{(R + r)^2}. \quad (2)$$

Ἄλλὰ, ὅταν ἡ παρεχομένη ἰσχύς εἶναι μεγίστη, ἰσχύει ἡ ἰσότης:

$$R = r.$$

Συνεπῶς ἡ (2) γίνεταί:

$$W_{\text{μεγ.}} = \frac{r \cdot E^2}{(r + r)^2} \quad \text{ἢ κατόπιν πράξεων:} \quad W_{\text{μεγ.}} = \frac{E^2}{4r}.$$

Ἡ μεγίστη αὐτῆ ἰσχύς λέγεται καὶ *διαθέσιμος ἰσχύς*, μὲ τὴν ἐννοιαν ὅτι προφανῶς εἶναι ἡ μεγαλυτέρα, τὴν ὁποῖαν εἶναι δυ-

νατὸν νὰ διαθέσῃ μία ὠρισμένη πηγή μὲ δεδομένην ἑσωτερικὴν ἀντίστασιν.

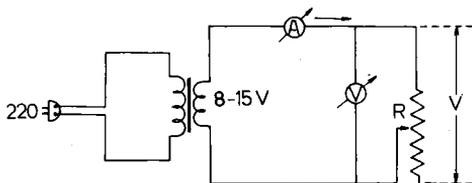
Ἐκ τῆν σχέσιν προσαρμογῆς ἐξάγεται τὸ ἀκόλουθον σημαντικὸν συμπέρασμα:

Μία πηγή ὠρισμένης ἠλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως (E) ἔχει τόσον περισσοτέραν διαθέσιμον ἰσχύν, ὅσον μικροτέρα εἶναι ἡ ἑσωτερικὴ τῆς ἀντίστασις.

Ἔτσι ὅλα ὅσα ἀνεφέρθησαν ἔχουν ἐφαρμογὴν τόσον εἰς πηγὰς συνεχοῦς, ὅσον καὶ εἰς πηγὰς ἐναλλασσομένης τάσεως.

ΕΡΓΑΣΙΑ

1. Νὰ πραγματοποιηθῇ τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 20·η.



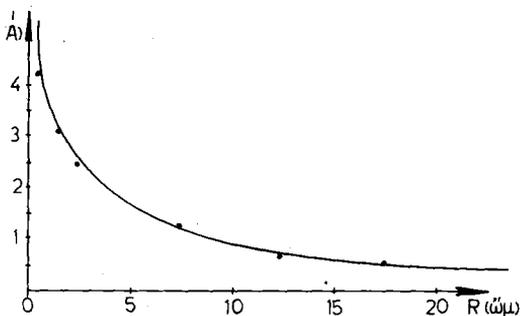
Σχ. 20·η.

2. Διὰ μεταβολῆς τῆς ἀντιστάσεως (R), ἀπὸ μέγιστον πρὸς ἐλάχιστον, νὰ ληφθοῦν μετρήσεις διὰ 10 τουλάχιστον διαφορετικὰς τιμὰς αὐτῆς καὶ νὰ συμπληρωθῇ ὁ ἀκόλουθος πίναξ: (Ἡ R εἶναι βαθμολογημένη μεταβλητὴ ἀντίστασις - ροοστάτης):

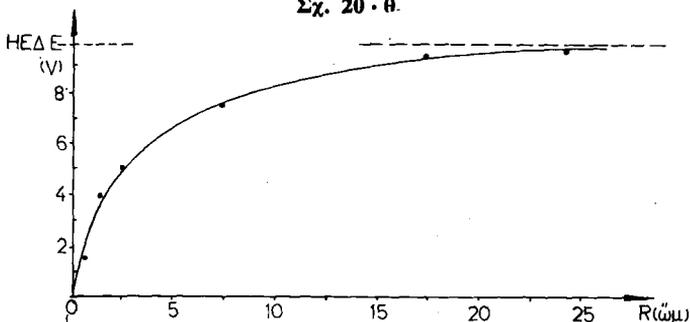
R (Ω)	I (A)	V (V)	W (W)

3. Ἐκ τῶν μετρήσεων τῆς προηγούμενης ἐρωτήσεως νὰ χαραχθῇ ἡ καμπύλη μεταβολῆς τοῦ ρεύματος (I) συναρτήσεως τῶν μεταβολῶν τῆς ἀντιστάσεως (R). Ἡ μορφή τῆς καμπύλης αὐτῆς θὰ εἶναι ὡς εἰς τὸ σχῆμα 20·θ.

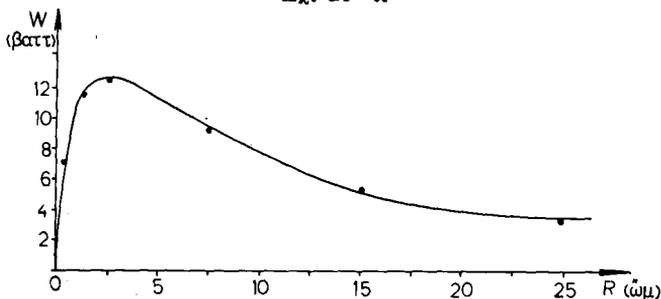
4. Επίσης να χαραχθεί ή καμπύλη τών μεταβολών τής τάσεως (V) εις τὰ άκρα τής (R), όταν ή τιμή τής (R) μεταβάλλεται. Η μορφή τής καμπύλης αύτής θα είναι ώς ή τοϋ σχήματος 20·1.



Σχ. 20·θ.



Σχ. 20·ι.



Σχ. 20·ια.

5. Έκ τών τιμών τής εντάσεως τοϋ ρεύματος (I) και τής τάσεως (V) διά τās διαφόρους τιμές τής (R) να ύπολογισθί ή

ἰσχύς ἐπὶ τοῦ φορτίου (R) ἐκ τῆς σχέσεως $W = V \cdot I$ καὶ νὰ συμπληρωθῇ ἡ τελευταία στήλη τοῦ πίνακος τῆς περιπτώσεως 2.

6. Νὰ χαραχθῇ ἡ καμπύλη τῶν μεταβολῶν τῆς ἰσχύος (W) συναρτήσῃ τῶν μεταβολῶν τῆς (R). Ἡ μορφή τῆς καμπύλης αὐτῆς θὰ εἶναι ὡς ἡ τοῦ σχήματος 20·ια.

7. Ἐκ τῶν ὑπολογισμῶν καὶ τῆς τελευταίας καμπύλης νὰ προσδιορισθῇ ἡ (R) προσαρμογῆς.

8. Ποία εἶναι ἡ ἐσωτερικὴ ἀντίστασις τῆς πηγῆς;

Παραπομπὴ διὰ συμπληρωματικὴν μελέτην :

Α. Παππά: «Ἠλεκτρολογία», τόμος Α', σελ. 163. (Ἔκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

ΙΣΧΥΣ - ΕΝΕΡΓΕΙΑ - ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΕΩΣ

Νόμος του Joule.

Ἡ γεννήτρια ἠλεκτρικοῦ ρεύματος εἶναι μηχανή, ἡ ὅποια μετατρέπει τὴν κινητικὴν ἐνέργειαν εἰς ἠλεκτρικὴν. Ὁ κινητὴρ εἶναι ἐπίσης μηχανή, ἡ ὅποια μετατρέπει τὴν ἠλεκτρικὴν ἐνέργειαν εἰς κινητικὴν. Ἡ ἠλεκτρικὴ κουζίνα μετατρέπει τὴν ἠλεκτρικὴν ἐνέργειαν εἰς θερμικὴν, ἐνῶ ὁ μετασχηματιστὴς μετασχηματίζει τοὺς παράγοντας τῆς ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας, δηλαδὴ λαμβάνει ἠλεκτρικὴν ἐνέργειαν καὶ παρέχει πάλιν ἠλεκτρικὴν ἐνέργειαν, ἀλλὰ ὑπὸ διαφορετικὴν τάσιν καὶ ἔντασιν ρεύματος.

Κάθε μηχανή λοιπὸν μετατρέπει ποσότητα ἐνεργείας ἀπὸ μίαν μορφήν εἰς μίαν ἄλλην περισσότερον χρήσιμον καὶ προσηρμοσμένην εἰς μίαν συγκεκριμένην ἐργασίαν.

Ἐνα ποσοστὸν ἀπὸ τὴν ἐνέργειαν, ἡ ὅποια προσφέρεται διὰ νὰ μετατραπῇ εἰς ἄλλην μορφήν, χάνεται καὶ κυρίως ἀκτινοβολεῖται εἰς τὸ περιβάλλον ὡς ἀνεπιθύμητος θερμότης. Ἡ ἐνέργεια, ἡ ὅποια ἀποδίδεται ἀπὸ μίαν μηχανὴν μετὰ τὴν μετατροπὴν, *ᾠφέλιμος ἐνέργεια*, εἶναι πάντοτε μικροτέρα τῆς προσφερομένης, *προσφερομένη ἐνέργεια*, κατὰ τὸ ποσοστὸν ἐκεῖνο, τὸ ὁποῖον χάνεται, *ἐνέργεια ἀπωλειῶν*.

Ἴσχυς μηχανῆς εἶναι ἡ ἰκανότης αὐτῆς πρὸς παραγωγὴν ἔργου. Δηλαδή, ἡ ἰκανότης αὐτῆς νὰ μετατρέπη ἐντὸς ὀρισμένου χρονικοῦ διαστήματος (εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου) ὀλιγώτερον ἢ περισσότερον ποσὸν ἐκ τῆς προσφερομένης ἐνεργείας. Μία συσκευὴ δύναται νὰ ἀποδίδῃ τόσον μεγαλυτέραν ἐνέργειαν ἀνὰ δευτερόλεπτον, ὅσον μεγαλυτέραν ἰσχύν ἔχει. Ἡ ἰσχύς (P) μιᾶς συσκευῆς συνεχοῦς ρεύματος ἐκφράζεται εἰς W καὶ εὐρίσκεται διὰ πολλαπλασιασμοῦ τῆς τάσεως λειτουργίας, εἰς V, ἐπὶ τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος, εἰς A :

$$P = V \cdot I.$$

Ἡ σχέση αὐτή (μὲ τὴν βοήθειαν τοῦ νόμου τοῦ Ὠμ) γράφεται ἐπίσης :

$$P = R \cdot I^2 \quad \eta \quad P = \frac{V^2}{R}.$$

Ἡ *Ἐνέργεια* εἶναι τὸ γινόμενον τῆς ἰσχύος ἐπὶ τὸν χρόνον· εἰς τὴν περίπτωσιν τῆς ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας ὑπολογίζεται ἐκ τῆς σχέσεως :

$$A = P \cdot t$$

$$\eta \quad A = R \cdot I^2 \cdot t \quad \eta \quad A = \frac{V^2}{R} \cdot t.$$

Ἐκ τῆς πρώτης σχέσεως, $A = P \cdot t$, προκύπτει καὶ ἡ ἀντίστοιχος μονὰς μετρήσεως τῆς ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας, ἡ ὁποία εἶναι τὸ VA sec (βόλτ - ἀμπέρ - δευτερόλεπτον) ἢ W sec (βάττ - δευτερόλεπτον) ἢ joule (τζάουλ).

Βαθμός αποδόσεως μηχανῆς εἶναι ὁ λόγος τῆς ὠφελίμου ἰσχύος πρὸς τὴν προσφερομένην. Ὁ βαθμός ἀποδόσεως εἶναι καθαρὸς ἀριθμὸς καὶ εἶναι πάντοτε μικρότερος τῆς μονάδος. Ἐκφράζεται συνήθως ἐπὶ τοῖς ἑκατὸν τῆς προσφερομένης ἐνεργείας, π.χ. 80 %, 90 % κ.λπ.

Μία ἀπὸ τὰς πλεόν συνήθεις μετατροπὰς ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας, ἡ ὁποία συναντᾶται περισσότερο καὶ χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν ἐξυπηρέτησιν βασικῶν οἰκιακῶν ἀναγκῶν, εἶναι ἡ μετατροπὴ ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας εἰς θερμικὴν ἐνέργειαν. Μονὰς τῆς θερμικῆς ἐνεργείας εἶναι ἡ kcal (κιλοκαλορί ἢ χιλιοθερμῖς). Μία kcal ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ ὁποῖον ἀπαιτεῖται διὰ τὴν μεταβολὴν τῆς θερμοκρασίας ὕδατος μάζης 1 kg κατὰ ἓνα βαθμὸν Κελσίου εἰς τὴν στάθμην θερμοκρασίας 14° — 15° C.

Εἰς τὴν περίπτωσιν μικρῶν ποσοτήτων ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας, αὐτὴ ἐκφράζεται εἰς W sec ἢ joule, ἐνῶ εἰς τὰς περιπτώσεις συνήθων ποσοτήτων, π.χ. ἐγκαταστάσεων φωτισμοῦ ἢ κινήσεως, ἐκφράζεται εἰς kWh (κιλοβαττώρας).

Ἡ θερμικὴ ἐνέργεια, ὅπως ἀνεφέρθη προηγουμένως, ἐκφράζεται εἰς kcal. Πρῶτος ὁ Joule ἔδειξε διὰ πειραμάτων ὅτι αἱ μονάδες αὗται μετρήσεως ἐνεργείας συνδέονται διὰ τῶν σχέσεων :

$$1 \text{ joule} = 0,000 239 \text{ kcal},$$

$$1 \text{ kcal} = 4,184 \text{ joule}$$

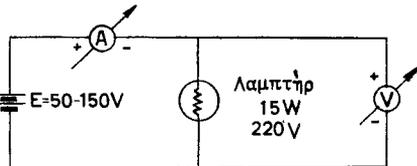
$$\text{και } 1 \text{ kWh} = 1\,000 \text{ Wh} = 3\,600\,000 \text{ joule} = 860 \text{ kcal.}$$

Ἡ ἰσχύς εἰς τὸ συνεχές ρεῦμα δύναται νὰ μετρηθῆ ἑμμέσως διὰ βολτομέτρου καὶ ἀμπερομέτρου, ἢ ἀμέσως διὰ βαττομέτρου. (Ἡ ἐσωτερικὴ κατασκευὴ τῶν ὀργάνων αὐτῶν ἐξετάζεται εἰς ἐπομένους ἀσκήσεις, τοῦ βολτομέτρου εἰς τὴν ἀσκήσιν 23, τοῦ ἀμπερομέτρου εἰς τὴν ἀσκήσιν 22 καὶ τοῦ βαττομέτρου εἰς τὴν ἀσκήσιν 40). Τὸ αὐτὸ ἰσχύει καὶ διὰ τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα, ὅταν ἡ κατανάλωσις εἶναι καθαρῶς ὠμικὴ ἀντίστασις.

Ἡ ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια, ἡ ὁποία ὑπολογίζεται ὡς ἰσχύς ἐπὶ τὸν χρόνον, μετρεῖται ἐπίσης ἑμμέσως διὰ βολτομέτρου καὶ ἀμπερομέτρου ἢ διὰ βαττομέτρου, καὶ τὸ ἀποτέλεσμα πολλαπλασιάζεται ἐπὶ τὸν χρόνον ἢ, ὅπως συνήθως συμβαίνει, μετρεῖται ἀμέσως δι' ἐνὸς μετρητοῦ ἐνεργείας. Μετρηταὶ ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας διὰ τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα εἶναι τὰ «ρολόγια», τὰ ὁποῖα ἔχει ἐγκαταστήσει ἡ ΔΕΗ εἰς ὅλας τὰς οἰκίας, τὰς ὁποίας ἠλεκτροδοτεῖ. (Εἰς τὴν ἀσκήσιν 41 ἐξετάζεται ἡ ἐσωτερικὴ κατασκευὴ καὶ ἡ λειτουργία τῶν μετρητῶν ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας).

ΕΡΓΑΣΙΑ

1. Νὰ πραγματοποιηθῆ τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 21·α. Νὰ μετρηθοῦν ἡ ἐφαρμοζομένη τάσις καὶ ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος εἰς αὐτὸ καὶ νὰ υπολογισθῆ ἡ ἰσχύς τῆς καταναλώσεως.

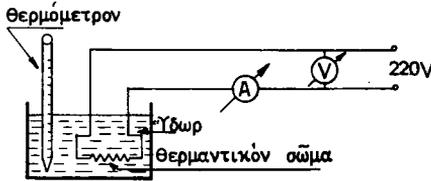


Σχ. 21·α.

2. Τὸ προηγούμενον κύκλωμα νὰ τροφοδοτηθῆ μὲ τάσιν δικτύου 220 V καὶ νὰ μετρηθῆ ἡ ἐπὶ τοῦ λαμπτήρος καταναλισκομένη ἰσχύς διὰ βαττομέτρου (προσοχὴ εἰς τὴν σύνδεσιν τοῦ βαττομέτρου, νὰ τὴν ἐλέγξη προηγουμένως ὁ Καθηγητής). Νὰ συγκριθοῦν τὰ ἀποτελέσματα τῶν δύο μετρήσεων.

3. Ἐπίσης εἰς τὸ προηγούμενον κύκλωμα νὰ μετρηθῆ ἡ ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια, ἡ ὁποία καταναλίσκεται εἰς διάστημα δέκα

λεπτῶν. Διὰ τὴν μέτρησιν αὐτὴν νὰ χρησιμοποιηθῆ μετρητὴς ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας (μικρὸν «ἐνδιάμεσο ρολοῖ» - συνδεσμολογούμενον καθ' ὑπόδειξιν τοῦ Καθηγητοῦ).



Σχ. 21 · β.

4. Νὰ πραγματοποιηθῆ τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 21 · β καὶ νὰ ἐπαληθευθῆ ὁ νόμος τοῦ Joule ($1 \text{ joule} = 0,000\,239 \text{ kcal}$).

Διὰ τὴν πραγματοποίησιν τοῦ ἀνωτέρω κυκλώματος διατίθενται :

- α) Ὑάλινον δοχεῖον πλήρες ὕδατος (1 kg ὕδατος).
- β) Θερμόμετρον.
- γ) Εἰδικὸν θερμαντικὸν σῶμα (ἐμβαπτιζομένη ἠλεκτρικὴ ἀντίστασις).

δ) Πηγὴ καὶ τὰ ἀπαραίτητα ὄργανα μετρήσεως τῶν ἠλεκτρικῶν μεγεθῶν.

5. Ἀφοῦ ἐφαρμοσθῆ ἡ τάσις τοῦ δικτύου εἰς τὸ κύκλωμα, νὰ μετρηθοῦν :

- α) Ἡ προσφερομένη ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια ἐπὶ 5 πρῶτα λεπτά.
- β) Ἡ ἀποδιδόμενη θερμικὴ ἐνέργεια ἐπίσης ἐπὶ 5 πρῶτα λεπτά.
- γ) Νὰ γίνουιν σχετικοὶ ὑπολογισμοί, ὅπου ἀπαιτοῦνται.

Διὰ τὴν ἐπαλήθευσιν τοῦ νόμου τοῦ Joule νὰ χρησιμοποιηθῆ ἡ σχέσις :

$$\Theta = M \cdot c(\theta_2 - \theta_1) = 0,000\,239 \cdot P \cdot t.$$

Εἰς αὐτὴν : (Θ) = τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος εἰς kcal, (M) = ἡ μᾶζα τοῦ ὕδατος εἰς kg, (c) = ἡ εἰδικὴ θερμότης εἰς kcal/kg (διὰ τὸ ὕδωρ $c = 1$), (θ_2) = ἡ τελικὴ θερμοκρασία εἰς βαθμοὺς Κελσίου, (θ_1) = ἡ ἀρχικὴ θερμοκρασία εἰς βαθμοὺς Κελσίου.

6. Νὰ ὑπολογισθῆ ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως τῆς συσκευῆς καὶ νὰ σχολιασθῆ ἡ ποιότης αὐτῆς. Κατὰ τὴν κρίσιν τῆς ποιότητος τῆς συσκευῆς νὰ ληφθοῦν ὑπ' ὄψιν, ἐκτὸς τῶν ἀπωλειῶν, καὶ τὰ σφάλματα μετρήσεων.

7. Ποῖον τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος (εἰς kcal), τὸ ὁποῖον ἀ-

ποδίδει ηλεκτρικόν σίδηρον ισχύος 400 W εις τὸ διάστημα μιᾶς ὥρας ;

Παραπομπὰὶ διὰ συμπληρωματικὴν μελέτην:

A. Παππᾶ : «Ἡλεκτρολογία», τόμος Α', σελ. 177, 182. (Ἐκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

K. Θεοφιλοπούλου : «Ἡλεκτροτεχνία», τόμος Α', σελ. 123. (Ἐκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

ΑΜΠΕΡΟΜΕΤΡΑ

Πολλαπλασιασμός κλίμακος.

Όλα τὰ ὄργανα, τὰ ὁποῖα χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν μέτρησιν ἠλεκτρικῶν μεγεθῶν, ἤτοι τάσεων, ἐντάσεων κ.λπ., ἔχουν ὡς κύριον καὶ ἀπαραίτητον ἐξάρτημα ἓνα ἀμπερόμετρον. Δηλαδή, ἡ μέτρησις ὄλων τῶν ἠλεκτρικῶν μεγεθῶν ἀνάγεται εἰς μέτρησιν ρευμάτων.

Τὸ ἀπαραίτητον αὐτὸ ἀμπερόμετρον λέγεται *βασικὸν ὄργανον* τοῦ ὄλου ἀμπερομέτρου, βολτομέτρου ἢ ὠμομέτρου καὶ χαρακτηρίζεται ἀπὸ τὰ ἐξῆς δύο βασικὰ στοιχεῖα :

1) Τὸ μέγιστον ρεῦμα (I), τὸ ὁποῖον δύναται νὰ μετρηῖ εἰς πλήρη ἀπόκλισιν τοῦ δείκτου του. Ὅσον μικρότερον εἶναι τὸ ρεῦμα, τὸ ὁποῖον μετρεῖ ἓνα βασικὸν ὄργανον εἰς πλήρη ἀπόκλισιν τῆς βελόνης του, τόσον περισσότερον *εὐαίσθητον* εἶναι τὸ ὄργανον αὐτό.

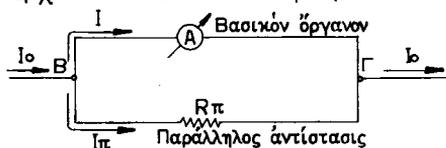
2) Τὴν ἐσωτερικὴν του ἀντίστασιν (r).

Τὰ δύο αὐτὰ στοιχεῖα, μέγιστον ρεῦμα καὶ ἐσωτερικὴ ἀντίστασις, καθορίζουν τὴν *ἐσωτερικὴν πτώσιν τάσεως* ($r \cdot I$), δηλαδή τὴν τάσιν, ἡ ὁποία δύναται νὰ ἐφαρμοσθῇ εἰς τὰ ἄκρα τοῦ βασικοῦ ὄργανου, ὥστε ὁ δείκτης του νὰ ἀποκλίνη ἕως τὸ τέλος τῆς κλίμακός του, καὶ φυσικὰ αὐτὸ ἄνευ κινδύνου καταστροφῆς τοῦ ὄργανου. Ἄρα τὸ αὐτὸ βασικὸν ὄργανον, τὸ ὁποῖον εἶναι κατεσκευασμένον διὰ τὴν μέτρησιν ρεύματος, δύναται νὰ μετρηῖ καὶ τάσιν, ἂν καὶ δὲν χρησιμοποιεῖται διὰ τὸν σκοπὸν αὐτόν, δεδομένου ὅτι ἡ τάσις αὐτῆ εἶναι πάντοτε πολὺ μικρὴ (μικρὸν κλάσμα τοῦ βόλτ). Γενικῶς τὸ θέμα τῆς μετρήσεως τάσεων ἐξετάζεται εἰς τὴν ἐπομένην ἄσκησιν, εἰς δὲ τὴν μεθεπομένην μελετᾶται ἡ χρῆσις τοῦ αὐτοῦ βασικοῦ ὄργανου διὰ τὴν μέτρησιν ἀντιστάσεων.

Εἰς τὴν παροῦσαν ἄσκησιν ἐξετάζεται ὁ τρόπος χρησιμοποίησεως τοῦ βασικοῦ ὄργανου διὰ νὰ μετρηῖ ρεύματα μεγαλυ-

τέρας έντάσεως από την έντασιν, διὰ τήν ὁποίαν ἀρχικῶς κατεσκευάσθη τοῦτο. Αὐτό ἐπιτυγχάνεται διὰ τῆς συνδέσεως παραλλήλως πρὸς τὸ βασικὸν ὄργανον μιᾶς ἀντιστάσεως καταλλήλου τιμῆς, ὥστε μέσωσ αὐτῆς νὰ διέρχεται τὸ ἐπὶ πλέον ρεῦμα.

Διὰ νὰ γίνουιν καλύτερον ἀντιληπτὰ τὰ προηγούμενα, ἔστω τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 22·α.



Σχ. 22·α.

Εἰς αὐτὸ ὑπάρχει ἓνα βασικὸν ὄργανον, τὸ ὁποῖον

εἰς πλήρη ἀπόκλισιν τοῦ δείκτου του μετρεῖ ρεῦμα έντάσεως ἔστω 1 mA. Ἐὰν χρειάζεται νὰ χρησιμοποιηθῆ τὸ ἴδιον ὄργανον διὰ τήν μέτρησιν ρεύματος έντάσεως π.χ. 100 mA, συνδέεται παραλλήλως πρὸς αὐτὸ ἡ ἀντίστασις (R_{π}), ἡ ὁποία λέγεται καὶ σὺντ (Shunt) τοῦ ὄργανου. Ἡ τιμὴ τῆς (R_{π}) ὑπολογίζεται, ὥστε νὰ διέρχωνται δι' αὐτῆς τὰ 99 mA καὶ μόνον τὸ 1 mA νὰ διέρχεται διὰ τοῦ βασικοῦ ὄργανου. Ἐκ τῶν ἀνωτέρω γίνεται ἀντιληπτόν, ὅτι ἡ τιμὴ τῆς (R_{π}) πρέπει νὰ εἶναι ἐν γένει πολὺ μικροτέρα τῆς ἐσωτερικῆς ἀντιστάσεως τοῦ ὄργανου δεδομένου, ὅτι ἀπὸ αὐτὴν θὰ διέρχεται τὸ περισσότερον ρεῦμα.

Ὁ ὑπολογισμὸς τῆς παραλλήλου ἀντιστάσεως εἶναι ἀπλοῦς καὶ γίνεται μὲ τὸν ἐξῆς τρόπον: Ἐστω (I_0) τὸ ρεῦμα, τὸ ὁποῖον πρέπει νὰ μετρηθῆ τὸ ὄργανον μετὰ τὸν παραλληλισμὸν του, (I) τὸ ρεῦμα, τὸ ὁποῖον μετρεῖ τὸ βασικὸν ὄργανον μόνον του καὶ (I_{π}) τὸ ρεῦμα τὸ διερχόμενον διὰ τῆς παραλλήλου ἀντιστάσεως (R_{π}). Τότε:

$$I_0 = I + I_{\pi}.$$

Ἡ τάσις εἰς τὰ ἄκρα τοῦ ὄργανου θὰ εἶναι $r \cdot I$ καὶ ἡ τάσις εἰς τὰ ἄκρα τῆς (R_{π}) θὰ εἶναι $R_{\pi} \cdot I_{\pi}$. Ἄλλὰ αἱ δύο αὐταὶ τάσεις εἶναι ἴσαι (σημεῖα Β—Γ τοῦ κυκλώματος).

Δηλαδή:

$$R_{\pi} \cdot I_{\pi} = r \cdot I \text{ καὶ ἔξ αὐτῆς: } R_{\pi} = \frac{r \cdot I}{I_{\pi}}.$$

Ἡ τελευταία σχέσηις δίδει τήν τιμὴν τῆς (R_{π}), τῆς ἀντιστάσεως δηλαδή, ἡ ὁποία πρέπει νὰ συνδεθῆ παραλλήλως πρὸς τήν

έσωτερικήν αντίστασιν (r) τοῦ βασικοῦ ὄργανου (δηλαδή παραλλήλως πρὸς τὸ βασικὸν ὄργανον), ὥστε διὰ τοῦ ὅλου κυκλώματος νὰ κυκλοφορῇ ἀκινδύνως ρεῦμα (I_0), ἴσον μὲ $I + I_\pi$.

Ὡς παράδειγμα ἔστω ὅτι δίδεται βασικὸν ὄργανον μὲ τὰ ἐξῆς στοιχεῖα:

$$r = 100 \Omega \quad \text{καὶ} \quad I = 10 \text{ mA} = 0,01 \text{ A.}$$

Ζητεῖται νὰ ὑπολογισθῇ παράλληλος ἀντίστασις, ὥστε τοῦτο νὰ μετρή ρεύματα μέχρις 1 A. Δι' ἀντικαταστάσεως εἰς τὴν σχέσιν:

$$R_\pi = \frac{r \cdot I}{I_\pi}$$

$$\text{προκύπτει: } R_\pi = \frac{100 \times 0,01}{0,99} = \frac{100}{99} \simeq 1,01 \Omega.$$

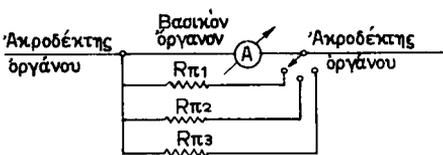
Ἄρα, ἐὰν παραλλήλως πρὸς τὸ βασικὸν ὄργανον συνδεθῇ μία ἀντίστασις $1,01 \Omega$ καὶ χρησιμοποιηθῇ τὸ ὅλον ἀμπερόμετρον πρὸς μέτρησιν ρεύματος, εἰς τὴν περίπτωσιν μεγίστης ἀποκλίσεως τοῦ δείκτου τοῦ ὄργανου, θὰ διέρχεται διὰ τῆς ἀντιστάσεως ρεῦμα $0,99 \text{ A}$ καὶ διὰ τοῦ βασικοῦ ὄργανου θὰ διέρχεται ρεῦμα μόνον $0,01 \text{ A}$ (10 mA), τὸ ὁποῖον δύναται νὰ ὑποφέρει τὸ βασικὸν ὄργανον ἀκινδύνως.

Ἐὰν τοποθετηθοῦν παραλλήλως πρὸς τὸ βασικὸν ὄργανον περισσότεραι ἀντιστάσεις (R_π), διαφόρων τιμῶν, ἐξασφαλίζονται δι' αὐτοῦ τοῦ τρόπου περισσότεραι τῆς μιᾶς κλίμακες μετρήσεων καὶ τοιουτοτρόπως τὸ βασικὸν ὄργανον π.χ. τοῦ 1 mA δύναται πλέον νὰ μετρή εἰς πλήρη ἀπόκλισιν τῆς βελόνης του ρεύματα ποικίλων ἐντάσεων, π.χ. 5 mA , 50 mA , 100 mA , 250 mA , ἢ 1 A κ.ο.κ. ἀναλόγως τῆς ἐκάστοτε συνδεομένης παραλλήλου ἀντιστάσεως.

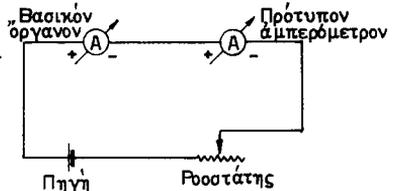
Τὸ κύκλωμα ἑνὸς βασικοῦ ὄργανου μὲ τρεῖς ἀντιστάσεις (R_π), συνδεομένας παραλλήλως πρὸς αὐτὸ διὰ διακόπτου, ἀναλόγως τῆς ἐκάστοτε ἐπιθυμητῆς κλίμακος ρεύματος, φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 22·β, ὅπου τὸ ἀμπερόμετρον ἔχει τόσας ἀντιστάσεις (R_π), ὅσαι εἶναι αἱ κλίμακες ἐντάσεων, τὰς ὁποίας διαθέτει.

Ὅλα τὰ προηγούμενα περὶ παραλληλισμοῦ ἀμπερομέτρον πραγματοποιοῦνται εὐκόλως, ἐφ' ὅσον εἶναι γνωστὰ τὰ χαρα-

κτηριστικά στοιχεία του βασικού ὄργανου, δηλαδή ἡ ἔσωτερικὴ του ἀντίσταση καὶ τὸ ἐπιτρεπόμενον δι' αὐτοῦ μέγιστον ρεῦμα. Εἰς τὰ πλείστα τῶν βασικῶν ὀργάνων τὰ δύο αὐτὰ ἀπαραίτητα στοιχεία δίδονται ἀπὸ τὸν κατασκευαστὴν καὶ ἀναγράφονται συνήθως εἰς τὸ κάτω μέρος τοῦ πίνακος (τοῦ καντρὰν) τοῦ ὀργάνου. Ἐὰν δὲν εἶναι γνωστά, πρέπει νὰ προσδιορισθοῦν, ὁ δὲ προσδιορισμὸς τῶν γίνεται διὰ τῶν ἀκολουθῶν μεθόδων :



Σχ. 22 · β.



Σχ. 22 · γ.

1) Τὸ μέγιστον ἐπιτρεπόμενον ρεῦμα διὰ τοῦ βασικοῦ ὀργάνου εὐρίσκεται δι' ἐφαρμογῆς τοῦ κυκλώματος τοῦ σχήματος 22 · γ.

Εἰς τὸ κύκλωμα αὐτὸ, τὸ βασικὸν ὄργανον συνδέεται ἐν σειρά μὲ ἓνα πρότυπον ἄμπερόμετρον, ὅσον τὸ δυνατὸν καλυτέρας ἀκριβείας, καὶ μὲ ἓνα ροοστάτην εἰς ἠλεκτρικὴν πηγὴν. Ὁ ροοστάτης παρεμβάλλεται διὰ τὸν περιορισμὸν καὶ τὴν ρύθμισιν τοῦ ρεύματος, ὥστε νὰ προφυλάσσωνται τὰ ὄργανα ἀπὸ ὑπερβολικὸν ρεῦμα.

Διὰ ρυθμίσεως τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ροοστάτου (μεγάλῃ ἀντίστασις εἰς τὴν ἀρχὴν), ἐπιτυγχάνεται βαθμηδὸν ἡ μεγίστη ἀπόκλισις τοῦ δείκτου τοῦ βασικοῦ ὀργάνου. Τὴν ἀκριβῆ τιμὴν ἐντάσεως τοῦ ρεύματος κατὰ τὴν στιγμὴν αὐτὴν τὴν δίδει τὸ πρότυπον ἄμπερόμετρον. Τοιοῦτοτρόπως προσδιορίζεται τὸ μέγιστον ἐπιτρεπόμενον ρεῦμα διὰ τοῦ βασικοῦ ὀργάνου.

2) Ὁ προσδιορισμὸς τῆς τιμῆς τῆς ἔσωτερικῆς ἀντιστάσεως τοῦ βασικοῦ ὀργάνου δύναται νὰ γίνῃ μὲ τοὺς ἑξῆς δύο τρόπους

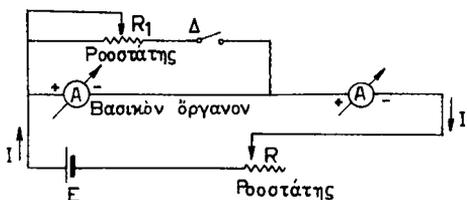
α) Εἰς τὸ προηγούμενον κύκλωμα, ὅταν κυκλοφορῇ ρεῦμα (I), μετρεῖται διὰ βολτομέτρου ἢ πτώσεως τάσεως ($V = r \cdot I$) εἰς τὰ ἄκρα τοῦ βασικοῦ ὀργάνου, ὁπότε ἐκ τοῦ νόμου τοῦ Ὠμ ὑπὸ λογίζεται ἡ ἔσωτερικὴ ἀντίσταση αὐτοῦ.

$$\text{Δηλαδή, } r = \frac{V}{I},$$

όπου τὸ (V) μετρεῖται διὰ τοῦ βολτομέτρου καὶ τὸ (I) δίδεται, τὴν αὐτὴν στιγμήν, ὑπὸ τοῦ προτύπου ἀμπερομέτρου.

Βασικὴ προϋπόθεσις διὰ τὴν ἀκρίβειαν τῆς μετρήσεως τῆς τάσεως (V) εἶναι ἡ χρῆσις βολτομέτρου μὲ ὅσον τὸ δυνατόν μεγαλύτεραν ἐσωτερικὴν ἀντίστασιν. (Ἡ λεπτομέρεια αὐτὴ ἐξηγεῖται εἰς τὴν ἐπομένην ἀσκήσιν περὶ βολτομέτρων).

β) Μὲ τὴν βοήθειαν τοῦ κυκλώματος τοῦ σχήματος 22·δ



Σχ. 22·δ.

καὶ μὲ τὸν διακόπτην (Δ) ἀνοικτὸν ρυθμίζεται ὁ ροοστάτης (R), ὥστε ἡ βελὸνὴ τοῦ βασικοῦ ὄργανου νὰ λάβῃ τὴν μεγίστην τῆς ἀπόκλισιν. Τὴν αὐτὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος (I) δεικνύει τότε καὶ τὸ πρότυ-

πον ἀμπερόμετρον. Ἀκολουθῶς κλείεται ὁ διακόπτης (Δ), ὅποτε τὸ βασικὸν ὄργανον παραλληλίζεται διὰ τοῦ ροοστάτου (R_1). Αἱ ἐνδείξεις τῶν δύο ὄργανων θὰ μεταβληθοῦν, διότι ἡ συνολικὴ ἀντίστασις βασικοῦ ὄργανου καὶ ροοστάτου (R_1) γίνεται μικρότερα ἀπὸ τὴν ἀντίστασιν τοῦ βασικοῦ ὄργανου, ὅποτε ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος τοῦ κυκλώματος θὰ ἀυξηθῇ, πρᾶγμα τὸ ὁποῖον θὰ δεῖξῃ τὸ πρότυπον ἀμπερόμετρον. Ἐπίσης ἡ ἐνδείξις τοῦ βασικοῦ ὄργανου θὰ μεταβληθῇ.

Ρυθμίζονται τότε ἀλληλοδιαδόχως οἱ δύο ροοστάται ὡς ἑξῆς: Ὁ (R) ρυθμίζεται ἔτσι, ὥστε τὸ πρότυπον ἀμπερόμετρον ἂ δεικνύῃ πάντοτε τὴν ἀρχικὴν ἔντασιν ρεύματος (I), ἐνῶ ὁ (R_1) ρυθμίζεται ἔτσι, ὥστε ἡ βελὸνὴ τοῦ βασικοῦ ὄργανου νὰ ἀποκλί- νῃ εἰς τὸ μέσον τῆς κλίμακός του.

Ὅταν τὸ βασικὸν ὄργανον δεῖξῃ τὸ ἥμισυ τῆς ἔντάσεως τοῦ ρεύματος (I), τὸ ὁποῖον ἐδείκνυε προηγουμένως, σημαίνει ὅτι τὸ ἥμισυ διέρχεται διὰ τοῦ παραλλήλου κλάδου τοῦ ροοστά- τῃ (R_1). Ἐφ' ὅσον δὲ τὰ ρεύματα εἶναι ἴσα, αἱ ἀντιστάσεις (R_1) τοῦ ροοστάτου καὶ (r) τοῦ ὄργανου θὰ εἶναι ἐπίσης ἴσαι. Ἀπο- δέεται τότε ἡ πηγὴ καὶ δι' ἑνὸς ὤμομετρου μετρεῖται ἡ τιμὴ (R_1), ἡ ὁποία εἶναι ἴση πρὸς τὴν ἀγνωστον ἐσωτερικὴν ἀντί- τιν τοῦ βασικοῦ ὄργανου.

Προσοχή. Η έσωτερική αντίσταση του βασικού όργανου δεν είναι όρθον να μετρηται άπ' ευθείας δι' ώμομέτρον. Μία προσπάθεια του είδους αούτου δύναται να καταστρέψη τὸ βασικὸν ὄργανον, διότι τὸ ώμομέτρον διαθέτει πηγήν (ξηρὰ στοιχεῖα), ἡ ὁποία θὰ προκαλέσῃ τὴν κυκλοφορίαν ὑπερβολικοῦ ρεύματος διὰ τῆς μικρᾶς έσωτερικῆς αντίστασεως του βασικοῦ ὄργανου.

Ε Ρ Γ Α Σ Ι Α

1. Νά πραγματοποιηθῆ τὸ κατάλληλον κύκλωμα καὶ νά εὔρεθῆ τὸ μέγιστον ἐπιτρεπόμενον ρεύμα (I) διὰ του βασικοῦ ὄργανου τῆς άσκήσεως.

2. Νά εὔρεθῆ ἡ έσωτερική αντίσταση (r) του βασικοῦ ὄργανου τῆς άσκήσεως διὰ τῆς εφαρμογῆς καὶ τῶν δύο μεθόδων, αὶ ὁποῖα ἀναφέρονται εἰς τὴν θεωρίαν. Νά συγκριθοῦν τὰ προκύπτοντα ἀποτελέσματα.

3. Μὲ δεδομένα τὰ (I) καὶ (r) του ὄργανου, νά ὑπολογισθοῦν αὶ κατάλληλοι ἀντιστάσεις, αὶ ὁποῖα συνδεόμεναι παραλλήλως πρὸς τὸ βασικὸν ὄργανον τὸ καθιστοῦν ἱκανὸν νά μετρηῆ έντάσεις ρευμάτων μέχρις 100 mA ἢ 250 mA ἢ 2 A. (Τὸ βασικὸν ὄργανον ἔχει $I < 100 \text{ mA}$).

4. Μὲ ὑλικά, τὰ ὁποῖα παρέχει τὸ Ἔργαστήριον διὰ τὴν άσκησιν αὐτήν, νά κατασκευασθοῦν αὶ ἀντιστάσεις, αὶ ὁποῖα ὑπελογίσθησαν εἰς τὴν προηγουμένην περίπτωσιν. Νά διαπιστωθῆ ἡ δυσκολία κατασκευῆς τῆς (πολύ μικρῆς) ἀντιστάσεως διὰ τὴν κλίμακα έντάσεως τῶν 2 A.

5. Νά συνδεθοῦν αὶ ἀντιστάσεις αὐταὶ καὶ νά χρησιμοποιηθῆ τὸ ὄργανον διὰ τὴν μέτρησιν ρευμάτων εἰς τὰς νέας κλίμακας αὐτοῦ. Νά γίνῃ σύγκρισις τῶν ένδειξεων μὲ πρότυπον ἀμπερόμετρον.

6. Κατὰ ποῖον τρόπον συνδέεται τὸ ἀμπερόμετρον εἰς ἓνα κύκλωμα; Ἐν σειρᾷ ἢ έν παραλλήλῳ;

7. Ἡ έσωτερική αντίσταση ἑνὸς ἀμπερομέτρον πρέπει νά εἶναι μεγάλη ἢ μικρή; Νά δικαιολογηθῆ ἡ ἀπάντησις.

8. Τί θὰ συμβῆῖ ἔάν ἔχη καταστραφῆ ἡ αντίσταση παραλ-

ληλισμοῦ ἑνὸς ἄμπερομέτρου καὶ συνδεθῆ τοῦτο εἰς κύκλωμα διὰ τὴν μέτρησιν τῆς ἐντάσεως ρεύματος μεγαλυτέρου τοῦ (I) ;

9. Πότε ἡ παραλλήλως πρὸς τὸ βασικὸν ὄργανον συνδεομένη ἀντίστασις εἶναι : α) Μικροτέρα, β) ἴση καὶ γ) μεγαλυτέρα τῆς ἐσωτερικῆς ἀντιστάσεως τοῦ ὄργανου ;

Παραπομπαὶ διὰ συμπληρωματικὴν μελέτην :

Α. Παππᾶ : «Ἡλεκτρολογία», τόμος Α', σελ. 42. (Ἐκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

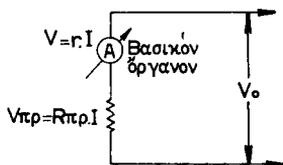
Γ. Ἀνεμογιάννη : «Ἡλεκτροτεχνία», τόμος Γ', σελ. 271. (Ἐκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

ΒΟΛΤΟΜΕΤΡΑ

Πολλαπλασιασμός κλίμακος.

Ἡ καλή γνώσις τῆς θεωρίας περὶ βασικῶν ὀργάνων, ἡ ὁποία ἐξετέθη εἰς τὴν προηγουμένην ἄσκησιν (Ἄμπερόμετρα-Πολλαπλασιασμός κλίμακος), εἶναι ἀπαραίτητος διὰ τὴν ἐκτέλεσιν τῆς παρούσης ἀσκήσεως. Ἐξηγήθη ἐκεῖ ὅτι ἓνα βασικὸν ὄργανον (ἄμπερόμετρον) δύναται νὰ μετρή καὶ μίαν πολὺ μικρὴν τάσιν. Τὸ μέγεθος τῆς τάσεως αὐτῆς περιορίζεται βεβαίως ἀπὸ τὴν πολὺ μικρὴν ἐσωτερικὴν ἀντίστασιν τοῦ βασικοῦ ὄργανου.

Διὰ μέτρησιν μεγαλυτέρων τάσεων χρησιμοποιεῖται περιοριστικῶς κατάλληλος προστατευτικὴ ἀντίστασις ἐν σειρά μὲ τὸ βασικὸν ὄργανον, οὕτως, ὥστε ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος, τὸ ὁποῖον θὰ κυκλοφορῇ εἰς τὸ τοιοῦτοτρόπως κατασκευαζόμενον βολτόμετρον, νὰ εἶναι ἐντὸς τῶν ὁρίων τῆς μεγίστης ἐπιτρεπομένης διὰ τοῦ βασικοῦ ὄργανου ἐντάσεως. Εἰς τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 23·α ἐξηγοῦνται σαφέστερα τὰ ἄνωτέρω.



Σχ. 23·α.

Εἰς τὸ κύκλωμα αὐτό:

(V_0) εἶναι ἡ πρὸς μέτρησιν τάσις, (V) εἶναι ἡ ἐσωτερικὴ πτώσις τάσεως ἐπὶ τοῦ βασικοῦ ὄργανου, ($V_{\pi\rho}$) εἶναι ἡ πτώσις τάσεως εἰς τὴν προστατευτικὴν ἀντίστασιν ($R_{\pi\rho}$).

Ἡ προστατευτικὴ ἀντίστασις εἰς ἓνα βολτόμετρον ἀποτελεῖ ἀπαραίτητον καὶ βασικὸν ἐξάρτημα αὐτοῦ καὶ εἶναι τοποθετημένη ἐντὸς τοῦ περιβλήματος (εἰς τὸ «κουτί»), εἰς τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται τὸ ὅλον συγκρότημα τοῦ ὄργανου, εἴτε αὐτὸ εἶναι μόνον βολτόμετρον εἴτε πολύμετρον, δηλαδὴ ἄμπερόμετρον, βολτόμετρον καὶ ὠμόμετρον μαζί. Κάθε βολτόμετρον ἔχει τόσας προστατευτικὰς ἀντιστάσεις ἐν σειρά, ὅσαι εἶναι αἱ κλίμακες τάσεως, τὰς ὁποίας διαθέτει.

Ἡ τιμὴ μιᾶς προστατευτικῆς ἀντιστάσεως ($R_{\pi\rho}$) ὑπολογίζεται εὐκόλως, ὅταν εἶναι γνωστά: α) Ἡ τάσις (V_{μ}) τῆς ἐπιθυμητῆς κλίμακος τοῦ ὄργανου ὡς βολτομέτρου καὶ β) τὰ χαρακτηριστικά τοῦ βασικοῦ ὄργανου, δηλαδὴ τὸ μέγιστον ἐπιτρεπόμενον δι' αὐτοῦ ρεῦμα (I) καὶ ἡ ἐσωτερικὴ του ἀντίστασις (r).

Μὲ τὰ στοιχεῖα αὐτὰ ὡς δεδομένα, ἰσχύει ἡ σχέση:

$$I = \frac{V_{\mu}}{R_{\pi\rho} + r},$$

ὅπου (I) εἶναι τὸ ρεῦμα διὰ τοῦ βασικοῦ ὄργανου, (V_{μ}) εἶναι ἡ μέγιστη τάσις τῆς κλίμακος (ἡ τάσις ἢ ἀντιστοιχοῦσα εἰς πλήρη ἀπόκλισιν τοῦ δείκτου), ($R_{\pi\rho}$) εἶναι ἡ ζητούμενη προστατευτικὴ ἀντίστασις, (r) εἶναι ἡ ἐσωτερικὴ ἀντίστασις τοῦ βασικοῦ ὄργανου.

Ἡ (r) τοῦ βασικοῦ ὄργανου δύναται νὰ παραλειφθῆ κατὰ τοὺς ὑπολογισμούς, διότι εἶναι πολὺ μικρὴ ἐν συγκρίσει πρὸς τὴν ($R_{\pi\rho}$), ἡ ὁποία εἶναι πολὺ μεγάλη, καὶ τόσον μεγαλύτερα, ὅσον τὸ μέγιστον τῆς ζητουμένης κλίμακος εἶναι μεγαλύτερον. Ἐπομένως ἡ ($R_{\pi\rho}$) εὐρίσκεται πρακτικῶς ἐκ τῆς σχέσεως:

$$R_{\pi\rho} = \frac{V_{\mu}}{I}.$$

Βασικὸν χαρακτηριστικὸν τοῦ βολτομέτρου εἶναι ἡ *εὐαισθησία*. Ὅσον μικρότερον εἶναι τὸ μέγιστον ἐπιτρεπόμενον ρεῦμα τοῦ βασικοῦ ὄργανου, τόσον μεγαλύτεραν εὐαισθησίαν θὰ ἔχη τὸ ὄργανον αὐτό, ὅταν μετατραπῆ εἰς βολτόμετρον, καὶ τόσον μεγαλύτερα θὰ εἶναι ἡ ἀντίστασις ($R_{\pi\rho}$).

Ἡ εὐαισθησία ἐκφράζεται εἰς ὦμ ἀνά βόλτ (Ω/V) καὶ φανερώνει τὴν ἀντίστασιν, ἡ ὁποία ἀντιστοιχεῖ εἰς κάθε βόλτ τῆς κλίμακος. Ἄν π.χ. ἓνα βολτόμετρον ἔχη εὐαισθησίαν $1\,000\ \Omega/V$, αὐτὸ σημαίνει ὅτι εἰς κάθε βόλτ τῆς κλίμακος του ἀντιστοιχοῦν $1\,000\ \Omega$. Π.χ., ἂν τὸ βολτόμετρον εἶναι εἰς τὴν κλίμακα τῶν $50\ V$, τότε δύναται νὰ ὑπολογισθῆ ἡ ἀντίστασις ($R_{\pi\rho}$) μὲ τὴν ἐξῆς σκέψιν:

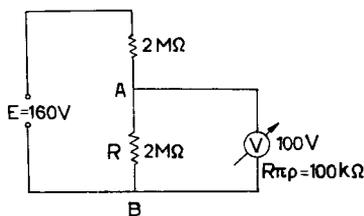
Ἐφοῦ εἰς $1\ V$ ἀντιστοιχοῦν $1\,000\ \Omega$, εἰς $50\ V$ θὰ ἀντιστοιχοῦν $50 \times 1\,000 = 50\,000\ \Omega$.

Δηλαδὴ $R_{\pi\rho} = 50\,000\ \Omega$ (ἡ ἐσωτερικὴ ἀντίστασις τοῦ βασικοῦ ὄργανου δὲν λαμβάνεται ὑπ' ὄψιν, ὡς πολὺ μικρὴ).

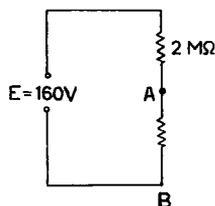
Έστω π.χ. ότι ένα βολτόμετρον εις την κλίμακα τῶν 100 V διαθέτει ἐσωτερικὴν ἀντίστασιν 100 kΩ. Διὰ διαιρέσεως τῶν 100 kΩ διὰ τῶν 100 V εὐρίσκεται ὅτι ἡ εὐαισθησία τοῦ βολτομέτρου εἶναι ἴση μὲ 1 000 ὦμ ἀνά βόλτ (1 000 Ω/V).

Τὸ βολτόμετρον, τὸ ὁποῖον ἔχει μεγαλυτέραν εὐαισθησίαν, εἶναι καλύτερον, διότι συνδεόμενον παραλλήλως πρὸς μίαν κατανάλωσιν, διὰ νὰ μετρήσῃ τὴν τάσιν εἰς τὰ ἄκρα αὐτῆς, δὲν μεταβάλλει αἰσθητῶς τὰ στοιχεῖα τῆς καὶ ἐπομένως τὰς συνθήκας λειτουργίας τοῦ κυκλώματος. Ἰδιαιτέρως εἰς τὰ ἠλεκτρονικὰ κυκλώματα, τὰ βολτόμετρα μεγαλυτέρας εὐαισθησίας εἶναι καταλληλότερα διὰ τὸν ἔλεγχον τῆς ἐπικρατοῦσης διαφορᾶς δυναμικοῦ μεταξὺ δύο σημείων.

Τὰ κυκλώματα τῶν σχημάτων 23·β καὶ 23·γ βοηθοῦν εἰς τὴν ἐξήγησιν τῶν προηγουμένων.



Σχ. 23·β.



Σχ. 23·γ.

Π.χ., εἰς τὸ σχῆμα 23·β δύο ἀντιστάσεις, 2 MΩ ἑκάστη, εἶναι συνδεδεμέναι ἐν σειρᾷ. Ἐὰν ἕνα βολτόμετρον εὐαισθησίας 1 000 Ω/V, εἰς τὴν κλίμακα τῶν 100 V (καὶ ἐπομένως μὲ $R_{\pi\rho} = 100\,000\ \Omega$), συνδεθῇ παραλλήλως πρὸς τὴν ἀντίστασιν (R), ἡ ἰσοδύναμος ἀντίστασις μεταξὺ τῶν σημείων (A — B) εἶναι:

$$R_{AB} = \frac{R \cdot R_{\pi\rho}}{R + R_{\pi\rho}} = \frac{2\,000\,000 \times 100\,000}{2\,100\,000} \approx 95\,000\ \Omega.$$

Εἰς τὸ σχῆμα 23·γ φαίνεται ἡ μεταβολὴ τῶν στοιχείων τοῦ κυκλώματος μετὰ τὴν σύνδεσιν τοῦ βολτομέτρου. Ἐὰν ἡ τάσις τῆς πηγῆς (E) ἦτο π.χ. 160 V, εἰς τὰ ἄκρα (A — B) θὰ ἐπικράτει τάσις 80 V χωρὶς τὸ βολτόμετρον. Ἡ τάσις ὁμως, ἡ ὁποία ἐπικρατεῖ μετὰ τὴν σύνδεσιν τοῦ βολτομέτρου, θὰ εἶναι πολὺ μικροτέρα, ἦτοι:

$$V_{AB} = \frac{95\,000 \times 160}{2\,095\,000} \approx 7 \text{ V.}$$

Δηλαδή τὸ βολτόμετρον θὰ μετρήσῃ τάσιν 7 V περίπου, ἀντὶ τῆς ὀρθῆς τῶν 80 V.

Διὰ νὰ ἐπλησίαζεν ἡ ἔνδειξις τοῦ βολτομέτρου εἰς τὴν πραγματικὴν τιμὴν τῶν 80 V, θὰ ἔπρεπε τὸ βολτόμετρον νὰ εἶχεν ἔσωτερικὴν ἀντίστασιν πολὺ μεγαλυτέραν τῶν 2 MΩ, διότι ἡ δοθεῖσα ἀντίστασις τοῦ βολτομέτρου τῶν 100 kΩ = 0,1 MΩ τιθεμένη παραλλήλως πρὸς τὴν ἀντίστασιν τῶν 2 MΩ μεταβάλλει εἰς μεγάλον βαθμὸν τὴν ἀντίστασιν τοῦ κυκλώματος.

ΕΡΓΑΣΙΑ

1. Μὲ τὸν τρόπον, ὁ ὁποῖος περιγράφεται εἰς τὴν προηγουμένην ἄσκησιν, νὰ εὔρεθῇ τὸ μέγιστον ἐπιτρεπόμενον ρεῦμα διὰ τοῦ βασικοῦ ὄργανου τῆς ἀσκήσεως (ἄμπερομέτρου).

2. Ὅμοίως νὰ εὔρεθῇ ἡ ἔσωτερικὴ ἀντίστασις τοῦ βασικοῦ ὄργανου τῆς ἀσκήσεως.

3. Δύναται τὸ βασικὸν ὄργανον τῆς ἀσκήσεως νὰ χρησιμοποιηθῇ ὅπως εἶναι (ἄνευ οὐδεμιᾶς μετατροπῆς) διὰ τὴν μέτρησιν τάσεως; Ἐὰν ἡ ἀπάντησις εἶναι καταφατικὴ, ποῖαν τάσιν δύναται τοῦτο νὰ μετρήσῃ κατὰ τὴν μεγίστην ἀπόκλισιν τοῦ δείκτου του;

4. Νὰ ὑπολογισθοῦν αἱ κατάλληλοι ἀντιστάσεις, ὥστε τὸ βασικὸν ὄργανον συνδεόμενον ἐν σειρᾷ μὲ αὐτάς νὰ διαθέτῃ κλίμακας τῶν 10, 50, 100 καὶ 300 V.

5. Ἀφοῦ ἐξασφαλισθοῦν αἱ ἀντιστάσεις, αἱ ὁποῖαι προέκυψαν ἐκ τῶν ὑπολογισμῶν τῆς προηγουμένης περιπτώσεως, νὰ τοποθετηθοῦν εἰς τὸ ὄργανον (σύνδεσις ἐν σειρᾷ) καὶ νὰ πραγματοποιηθοῦν μετρήσεις τάσεων.

6. Νὰ ἐπαληθευθοῦν αἱ μετρήσεις τῆς προηγουμένης περιπτώσεως διὰ τῆς χρήσεως προτύπου βολτομέτρου.

7. Τὰ βολτόμετρα συνδέονται παραλλήλως εἰς ἓνα κύκλωμα προκειμένου νὰ μετρήσουν τὴν ἐπικρατοῦσαν διαφορὰν δυναμι-

κοῦ μεταξύ δύο σημείων. Τί θὰ συμβῆ ἂν ἓνα βολτόμετρον συνδεθῆ ἔν σειρᾷ εἰς τὸ κύκλωμα ;

8. Τί καλεῖται εὐαισθησία βολτομέτρου καὶ ἀπὸ τί ἐξαρτᾶται αὐτή ;

9. Ποία ἡ εὐαισθησία τοῦ βολτομέτρου τῆς ἀσκήσεως εἰς τὰς κλίμακας τῶν 50, τῶν 100 καὶ τῶν 300 V ;

10. Νὰ σχεδιασθῆ τὸ βασικὸν ὄργανον ὡς «πλήρες» βολτόμετρον, μὲ τὰς ἀντιστάσεις, αἱ ὁποῖαι ὑπελογίσθησαν, τοποθετημένας (ἐκ περιτροπῆς) ἔν σειρᾷ διὰ διακόπτου. (Βλέπε ἀνάλογον κύκλωμα ἀμπερομέτρου τῆς προηγουμένης ἀσκήσεως).

Παραπομπὰὶ διὰ συμπληρωματικὴν μελέτην :

Α. Παππᾶ : «Ἠλεκτρολογία», τόμος Α', σελ. 38. (Ἐκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

Γ. Ἀνεμογιάννη : «Ἠλεκτροτεχνία», τόμος Γ', σελ. 279. (Ἐκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

ΑΣΚΗΣΙΣ 24

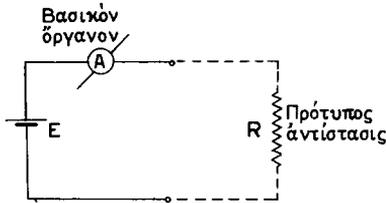
Ω Μ Ο Μ Ε Τ Ρ Α

Ύπολογισμός κλίμακος.

Εἰς τὰς δύο προηγουμένας ἀσκήσεις (Ἄμπερόμετρα καὶ Βολτόμετρα) ἐξητάσθη ἡ χρησιμοποίησις βασικοῦ ὄργανου διὰ τὴν μέτρησιν ρευμάτων καὶ τάσεων μεγαλυτέρων ἀπὸ ὅ,τι ἐπέτρεπεν ἡ ἀρχικὴ κατασκευὴ τοῦ ὄργανου.

Εἰς τὴν ἀσκήσιν αὐτὴν ἐξετάζεται ὁ τρόπος χρησιμοποίησεως τοῦ ἰδίου βασικοῦ ὄργανου διὰ τὴν μέτρησιν ἀντιστάσεων, δηλαδὴ ἡ κατάλληλος προσαρμογὴ τοῦ ἐξωτερικοῦ κυκλώματος αὐτοῦ, ὥστε τοῦτο νὰ μετατραπῆ εἰς ὠμόμετρον.

Ἡ θεωρία περὶ τῶν χαρακτηριστικῶν ἐνὸς βασικοῦ ὄργανου ἐκτίθεται εἰς τὰς δύο προηγουμένας ἀσκήσεις καὶ πρέπει νὰ ἔξηγηθῆ μελετηθῆ, ὥστε νὰ εἶναι δυνατὴ ἡ ἐκτέλεσις τῆς ἐργασίας τῆς παρουσίης ἀσκήσεως.



Σχ. 24·α.

Ἡ χρησιμοποίησις βασικοῦ ὄργανου (ἄμπερομέτρου) διὰ τὴν μέτρησιν ἀντιστάσεων φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 24·α.

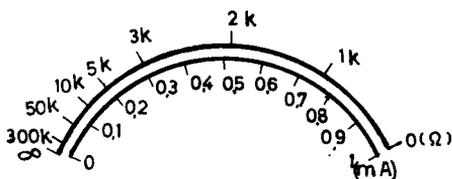
Εἰς τὸ κύκλωμα αὐτό, μία πηγὴ (E) παρέχει τάσιν, ἡ ὁποία προκαλεῖ τὴν κυκλοφορίαν ρεύματος διὰ τοῦ βασικοῦ ὄργανου καὶ τῆς προτύπου ἀντιστάσεως (R). Τὸ βασικὸν ὄργανον βαθμολογεῖται ὡς ὠμόμετρον μὲ τὸν ἀκόλουθον τρόπον:

Ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος ὀρίζεται ἀπὸ τὴν ἀντίστασιν (R) καὶ τὴν ἐσωτερικὴν ἀντίστασιν (r) τοῦ βασικοῦ ὄργανου, αἱ ὁποῖαι εἶναι ἐν σειρᾷ. Τὸ ἐν σειρᾷ συνδεδεμένον βασικὸν ὄργανον δεικνύει τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος αὐτοῦ. Ἐὰν ἡ τιμὴ τῆς ἀντιστάσεως (R) εἶναι γνωστὴ, εἰς τὸ σημεῖον τὸ ὁποῖον δεικνύει τότε ἡ βελὸνῃ τοῦ ὄργανου καὶ εἰς ἰδιαιτέραν κλίμακα, συνήθως ἐπάνω ἀπὸ τὴν κλίμακα τῶν ἐντάσεων, σημειοῦται ἡ τιμὴ τῆς ἀν-

τιστάσεως αυτής. Έάν ακολουθήως αντικατασταθῆ ἡ (R) με μίαν ἄλλην π.χ. μικροτέρας τιμῆς ἀπὸ τὴν προηγουμένην, τότε θὰ κυκλοφορήσῃ ρεῦμα μεγαλυτέρας ἐντάσεως καὶ ὁ δείκτης τοῦ ὄργανου θὰ ἀποκλίνη περισσότερο (θὰ ἀποκλίνη δεξιώτερα).

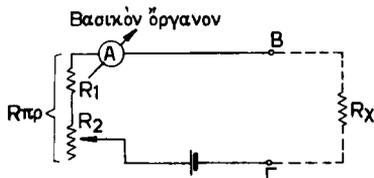
Κατ' ἀναλογίαν, ἐὰν συνδεθῆ μίαν ἀντίστασις μεγαλυτέρας τιμῆς, θὰ κυκλοφορήσῃ ρεῦμα μικροτέρας ἐντάσεως καὶ ὁ δείκτης θὰ ἀποκλίνη ὀλιγώτερον (θὰ ἀποκλίνη ἀριστερώτερα). Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον, καὶ ἐφ' ὅσον ὑπάρχουν πολλαὶ πρότυποι ἀντιστάσεις καταλλήλων τιμῶν (R), βαθμολογεῖται τὸ βασικὸν ὄργανον ὡς ὠμόμετρον καὶ χαράσσεται νέα κλίμαξ, ἐπάνω ἀπὸ τὴν κλίμακα τῶν ρευμάτων, ἡ ὁποία θὰ μετρή ἀντιστάσεις.

Ἡ κλίμαξ αὐτῆ τῶν ἀντιστάσεων εἶναι ἀντίθετος τῆς κλίμακος τῶν ρευμάτων. Δηλαδή εἰς τὴν μηδενικὴν ἔνδειξιν ρεύματος ἀντιστοιχεῖ ἄπειρος ἔνδειξις ἀντιστάσεως, ὅπως φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 24·β.



Σχ. 24·β.

Αὐτὸ συμβαίνει εἰς ὅλα τὰ συνήθη ὠμόμετρα καὶ εἶναι ἐπαληθευσις τοῦ νόμου τοῦ ὤμ, ὅτι ἡ ἐντασις τοῦ ρεύματος εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τῆς ἀντιστάσεως ($I = \frac{V}{R}$).



Σχ. 24·γ.

Ἡ πλήρης μορφή τοῦ κυκλώματος ἑνὸς ὠμομέτρου εἶναι αὐτὴ πού δεικνύει τὸ σχῆμα 24·γ.

Εἰς τὸ κύκλωμα αὐτό:

(E) εἶναι ἡ τάσις τῆς πηγῆς (πάντοτε ξηρὰ στοιχεῖα), (R_x) εἶναι ἡ πρὸς μέτρησιν ἀντίστασις, (R₁) εἶναι προστατευτικὴ ἀντίστασις σταθερᾶς τιμῆς, (R₂) εἶναι ἐπίσης προστατευτικὴ ἀντίστασις ρυθμιζομένης τιμῆς (ροοστάτης).

Αἱ ἀντιστάσεις (R₁) καὶ (R₂) προστατεύουν τὸ βασικὸν ὄργανον (ἀμπερόμετρον), διότι ἄνευ αὐτῶν, εἰς περίπτωσιν βραχυκυκλώσεως τῶν ἄκρων (B - Γ), θὰ ἐκυκλοφόρει ρεῦμα πολὺ μεγάλης ἐντάσεως. Ἡ (R₁) εἶναι σταθερᾶς τιμῆς καὶ ἐκλέγεται βάσει

τῶν χαρακτηριστικῶν τοῦ βασικοῦ ὄργανου καὶ τῆς τάσεως τῆς πηγῆς. Ἡ (R_2) ἔχει ρυθμιστικὸν ρόλον, ἐπαυξάνει τὴν τιμὴν τῆς (R_1) καὶ πρέπει νὰ εἶναι μεταβλητὴ, διὰ νὰ ἀντιμετωπίζωνται αἱ μεταβολαὶ τῆς τάσεως τῆς πηγῆς, δεδομένου ὅτι ἡ τάσις τῶν ξηρῶν στοιχείων ἐξασθενεῖ μὲ τὴν πάροδον τοῦ χρόνου.

Ἡ βαθμολογία τοῦ ὠμομέτρου, ἐκτὸς ἀπὸ τὸν πρακτικὸν τρόπον, ὁ ὁποῖος ἀνεφέρθη, δύναται νὰ γίνῃ καὶ διὰ θεωρητικῶν ὑπολογισμῶν ὡς ἑξῆς:

Ὅταν δίδωνται ἡ τάσις τῆς πηγῆς (E) καὶ ἡ ἐσωτερικὴ ἀντίστασις τοῦ βασικοῦ ὄργανου (r), διὰ χρησιμοποίησεως τῆς σχέσεως:

$$I = \frac{E}{R_x + r},$$

ἡ ὁποία μετατρέπεται εἰς:

$$R_x = \frac{E - r \cdot I}{I},$$

εὐρίσκεται καὶ σημειοῦται ἐκάστοτε ἡ (R_x), ἡ ὁποία ἀντιστοιχεῖ εἰς τὰς διαφόρους ἐνδείξεις ἐντάσεων (I) τῆς κλίμακος τῶν ρευμάτων.

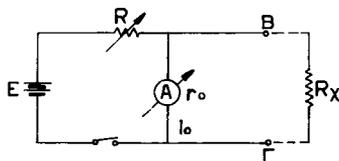
Τὸ ὠμόμετρον, τὸ ὁποῖον περιγράφεται ἀνωτέρω, εἶναι τὸ πλέον ἀπλοῦν καὶ λέγεται *ὠμόμετρον ἐν σειρᾷ*, λόγῳ τοῦ ὅτι ὅλα τὰ στοιχεῖα αὐτοῦ συνδέονται ἐν σειρᾷ, χρησιμοποιεῖται δὲ ὡς ἑξῆς:

Πρῶτον βραχυκυκλοῦνται οἱ ἀκροδέκται ($B - \Gamma$) καὶ ρυθμίζεται ἡ (R_2), ὥστε ἡ βελὸνῃ τοῦ ὄργανου νὰ ἀποκλίνῃ εἰς τὸ μέγιστον. Ἀκολουθῶς μεταξὺ τῶν ἀκροδεκτῶν (B) καὶ (Γ) συνδέεται καὶ μετρεῖται ἡ ἄγνωστος ἀντίστασις.

Κύκλωμα ὠμομέτρου ἐν σειρᾷ συναπτᾶται εἰς ὅλα τὰ κοινὰ πολύμετρα τῶν ἠλεκτρολογικῶν καὶ ραδιοτεχνικῶν Ἐργαστηρίων. Τὰ χαρακτηριστικὰ αὐτοῦ εἶναι ὅτι *ἡ κλίμαξ τῶν ὠμ δὲν εἶναι γραμμικὴ* (δηλαδὴ δι' ἀντιστάσεις διπλασίας, τριπλασίας κ.λπ. ὠμικῆς τιμῆς δὲν δίδει διπλασίαν ἢ τριπλασίαν κ.λπ. ἀπόκλισιν τοῦ δείκτου του) καὶ εἶναι ἀντιθέτου φορᾶς ἀπὸ τὴν κλίμακα τῶν ρευμάτων. Ἐπίσης τὸ ἐν σειρᾷ ὠμόμετρον δὲν εἶναι ὄργανον μεγάλης ἀκριβείας, ἐξυπηρετεῖ ὅμως πολὺ εἰς τὸν ἔλεγχον κυκλωμάτων.

Άλλος τύπος ωμόμετρου είναι το *ωμόμετρον παραλλήλου συνδέσεως*, το όποϊον συναντᾶται εἰς ὄργανα καλυτέρας κατασκευῆς καὶ μεγαλυτέρας ἀκριβείας. Τὸ ωμόμετρον τοῦ τύπου αὐτοῦ χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν μέτρησιν μικρῶν κυρίως ἀντιστάσεων. Τὸ σχῆμα 24·δ παριστάνει ἕνα ωμόμετρον παραλλήλου τύπου.

Ἡ πρὸς μέτρησιν ἀντίστασις (R_x) συνδέεται παραλλήλως πρὸς τὸ βασικὸν ὄργανον. Σχηματίζεται οὕτως ἕνας παράλληλος κλάδος τοῦ κυρίου κυκλώματος, ὁπότε ἀπὸ τὴν τιμὴν τῆς ἐκάστοτε (R_x) καθορίζεται ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος διὰ τοῦ βασικοῦ ὄργανου.



Σχ. 24·δ.

Ἡ λειτουργία τοῦ ωμόμετρου παραλλήλου τύπου κατανοεῖται καλύτερον, ὅταν ὑπολογισθοῦν τὰ διὰ τοῦ ὄργανου κυκλοφοροῦντα ρεύματα διὰ ποικίλας τιμᾶς τῆς ἀντιστάσεως (R_x). Κατὰ τὸν ὑπολογισμὸν τῶν ρευμάτων αὐτῶν διακρίνονται αἱ ἀκόλουθοι δύο περιπτώσεις:

α) Ἄνευ τῆς (R_x), ἡ μεγίστη ἔντασις τοῦ ρεύματος (I_μ) εἰς τὸ κύκλωμα εἶναι:

$$I_\mu = \frac{E}{R + r},$$

ὅπου (r) εἶναι ἡ ἐσωτερικὴ ἀντίστασις τοῦ βασικοῦ ὄργανου.

β) Διὰ τῆς συνδέσεως τῆς πρὸς μέτρησιν ἀντιστάσεως (R_x) εἰς τὸ κύκλωμα, τὸ ρεῦμα (I_0) διὰ τοῦ ὄργανου εἶναι:

$$I_0 = \frac{E}{R + \frac{r \cdot R_x}{r + R_x}} \cdot \frac{R_x}{r + R_x}.$$

ἢ κατόπιν πράξεων:

$$I_0 = \frac{E}{\frac{R \cdot r}{R_x} + R + r}.$$

Ἀπὸ τὴν τελευταίαν αὐτὴν σχέσιν φαίνεται ὅτι, ὅσον ἡ ἀντίστασις (R_x) εἶναι μικροτέρα, τόσο μικροτέρα εἶναι ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος (I_0) (μικροτέρα ἀπόκλισις τῆς βελόνης τοῦ ὄργα-

νου), όσον δέ ή (R_x) είναι μεγαλύτερα, τόσο μεγαλύτερα είναι και ή ένταση (I_0) (μεγαλύτερα άπόκλιση τής βελόνης).

Συνάγεται λοιπόν τό συμπέρασμα ότι ή κλίμαξ του ώμομέτρου παραλλήλου τύπου, έν άντιθέσει πρός τό ώμόμετρον έν σειρᾶ, είναι τής αὐτῆς φορᾶς μέ τās κλίμακας ρευμάτων και τάσεων τῶν άντιστοιχῶν όργάνων, είναι δέ σχεδόν γραμμική εἰς τό πρῶτον ήμισυ αὐτῆς, ένῶ πυκνοῦται σταδιακῶς εἰς τό δεύτερον ήμισυ.

Τό ώμόμετρον παραλλήλου τύπου χρησιμοποιεῖται ὡς ἑξῆς:

Πρῶτον μέ τούς άκροδέκτας (B - Γ) ἑλευθέρου, ρυθμίζεται ή (R), ὡστε ή βελόνη του όργάνου νά άποκλίνη εἰς τό μέγιστον. Άκολουθῶς εἰς τούς άκροδέκτας (B - Γ) συνδέεται και μετρεῖται ή άγνωστος άντίσταση.

Παρατήρησις. Εἰς τὰ νεωτάτου τύπου πολύμετρα ή κλίμαξ τῶν ὦμ είναι χαραγμένη κάτω άπό τήν κλίμακα τῶν έντάσεων.

ΕΡΓΑΣΙΑ

1. Νά εύρεθῆ τό μέγιστον ρεύμα (I) διά του βασικού όργάνου και ή έσωτερική άντίσταση αὐτου (r) μέ τόν τρόπον, ό όποιος ύποδεικνύεται εἰς τήν άσκησιν του άμπερομέτρου.

2. Άφοῦ είναι γνωστά τὰ (I) και (r) του όργάνου καθῶς και ή τάσις τής πηγῆς (E), νά ύπολογισθῆ ή τιμή τής άπαιτουμένης ἑλαχίστης προστατευτικῆς άντιστάσεως, προκειμένου τό βασικόν όργανον νά χρησιμοποιηθῆ ὡς ώμόμετρον σειρᾶς.

3. Βάσει τῶν άποτελεσμάτων τῶν άνωτέρω ύπολογισμῶν νά πραγματοποιηθῆ τό κύκλωμα του ώμομέτρου και διά τής χρήσεως αὐτου νά γίνῃ ἑπαλήθευσις τής ύπολογισθείσης κλίμακος διά μετρήσεων διαφόρων γνωστῶν άντιστάσεων. Πριν άπό κάθε μέτρησιν πρέπει νά γίνεται ρύθμισις του μεταβλητου τμήματος τής ($R_{\pi\rho}$) μέ βραχυκυκλωμένους τούς άκροδέκτας του όργάνου.

4. Νά ύπολογισθῆ ή (R_x), διά τήν όποιάν ό δείκτης του όργάνου άποκλίνει εἰς τό ήμισυ τής κλίμακος.

5. Νά σχεδιασθῆ σύνθετον κύκλωμα ἑνὸς βασικοῦ ὄργανου χρησιμοποιουμένου: α) Ὡς ἀμπερομέτρου με δύο παραλλήλους ἀντιστάσεις, διὰ δύο κλίμακας ἐντάσεων, β) ὡς βολτομέτρου με δύο ἀντιστάσεις ἐν σειρά, διὰ δύο κλίμακας τάσεων, καὶ γ) ὡς ἀπλοῦ ὤμομέτρου ἐν σειρά.

6. Ποῖος τύπος ὤμομέτρου εἶναι προτιμότερος διὰ τὴν μέτρησιν μιᾶς ἀντιστάσεως $1,5 \Omega$;

Π Ο Λ Υ Μ Ε Τ Ρ Α

Τὸ *πολύμετρον* εἶναι ἓνα σύνθετον ὄργανον, τὸ ὁποῖον χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν μέτρησιν *τάσεων* (συνεχοῦς καὶ ἐναλλασσομένης μορφῆς), μικρῶν *ἐντάσεων* συνεχῶν ρευμάτων καὶ ὠμικῶν *ἀντιστάσεων*. Εἰς πολὺμετρα καλῆς κατασκευῆς συναντῶνται καὶ κλίμακες διὰ συνεχῆ καὶ ἐναλλασσόμενα ρεύματα μεγάλων ἐντάσεων.

Γενικῶς τὸ πολὺμετρον εἶναι συνδυασμὸς ἐνὸς βασικοῦ ὄργάνου καὶ διαφόρων εἰδικῶν κυκλωμάτων, ὅπως αὐτὰ τὰ ὁποῖα ἐξητάσθησαν εἰς τὰς τρεῖς προηγουμένας ἀσκήσεις (Ἀμπερόμετρα, Βολτόμετρα, Ὠμόμετρα). Ἐφ' ὅσον κάθε πολὺμετρον δύναται νὰ χρησιμοποιηθῆται κατὰ βούλησιν ὡς ἀμπερόμετρον, βολτόμετρον ἢ ὠμόμετρον, τίθεται τὸ ζήτημα τῆς δι' ἀπλοῦ ὅσον τὸ δυνατόν χειρισμοῦ μετατροπῆς τοῦ κυκλώματος τοῦ ὄργάνου εἰς ἓνα ἀπὸ τὰ τρία αὐτὰ εἶδη, ἀναλόγως τῶν ἀπαιτήσεων τῆς ἐκάστοτε μετρήσεως.

Ἡ ἐκλογή καὶ χρῆσις τοῦ καταλλήλου κυκλώματος ἐνὸς πολυμέτρου διὰ τὴν ἐπιθυμητὴν μέτρησιν γίνεται εἴτε διὰ διαφόρων ὑποδοχῶν, τὰς ὁποίας διαθέτει τὸ ὄργανον ὡς ἀκροδέκτας του, εἴτε διὰ πολλαπλοῦ διακόπτου.

Τὰ πολὺμετρα συναντῶνται ὑπὸ ποικίλας μορφάς. Ἐκαστος τύπος πολυμέτρου ἀπαιτεῖ καὶ διὰ τὸν ἔμπειρον ἀκόμη Τεχνικὸν προσεκτικὴν μελέτην εἰς τὴν ἀρχήν, ἢ ὁποία θὰ διευκολύνη τὴν ὀρθὴν χρῆσιν του. Βεβιασμένη καὶ ἄνευ τῆς δεούσης προσοχῆς χρῆσις δύναται νὰ ὀδηγήσῃ εἰς λανθασμένην ἐκλογήν κλίμακος ἢ λανθασμένην συνδεσμολογίαν καὶ πιθανὴν καταστροφὴν τοῦ βασικοῦ ὄργάνου.

Κατωτέρω δίδονται μερικαὶ ὁδηγίαι διὰ τὴν ὀρθὴν χρῆσιν ἐνὸς πολυμέτρου.

1. Ὁρθὴ τοποθέτησις τοῦ διακόπτου. Πρέπει, πρῶτον, νὰ τοποθετηθῆ ὁ διακόπτης εἰς τὴν περιοχὴν τάσεων, ρευμάτων ἢ ἀντιστάσεων, ἀναλόγως μὲ τὸ τί πρόκειται ἐκάστοτε νὰ μετρηθῆ.

Δεύτερον, εάν πρόκειται διὰ μέτρησιν τάσεως, πρέπει νὰ προσέξωμεν εάν εἶναι ἐναλλασσομένη ἢ συνεχῆς. Πρέπει ἐπίσης νὰ προσέξωμε καὶ ὅταν πρόκειται διὰ μέτρησιν ρεύματος, ἐφ' ὅσον τὸ πολυμέτρον μετρῆ ἔκτος ἀπὸ συνεχῆ καὶ ἐναλλασσόμενα ρεύματα. Τρίτον, πρέπει νὰ γίνῃ ὀρθὴ ἐκλογή τῆς κλίμακος τάσεως, ἐντάσεως ἢ ἀντιστάσεως, ἀναλόγως τοῦ μεγέθους τοῦ πρὸς μέτρησιν ποσοῦ. Ἡ ἐκλογή αὐτὴ πρέπει νὰ γίνῃ προσεκτικώτερον, ὅταν πρόκειται διὰ μέτρησιν τάσεων ἢ ἐντάσεων, ὅποτε ἐκλογή μικροτέρας κλίμακος σημαίνει κίνδυνον διὰ τὸ βασικὸν ὄργανον.

2. Εἰς περίπτωσιν κατὰ τὴν ὁποίαν δὲν εἶναι περίπου γνωστὸν τὸ μέγεθος τοῦ πρὸς μέτρησιν ποσοῦ, ὁ διακόπτης τοῦ πολυμέτρου τοποθετεῖται εἰς τὴν μεγαλυτέραν σχετικὴν κλίμακα. Ἐὰν ἡ ἔνδειξις τῆς μετρήσεως εἰς τὴν κλίμακα αὐτὴν εἶναι πολὺ μικρὴ καὶ ἀσαφής, τότε μεταφέρεται ὁ διακόπτης εἰς μικροτέραν κλίμακα.

3. Ἡ τοποθέτησις τῶν ἀκροδεκτῶν τοῦ ὄργανου εἰς τὰ σημεῖα, εἰς τὰ ὁποῖα πρόκειται νὰ γίνῃ ἡ μέτρησις, πρέπει νὰ γίνεται μετὰ προσοχῆς καὶ μὲ τὴν ὀρθὴν πολικότητα, εάν μετρητὰ συνεχῆς μέγεθος.

4. Ποτὲ δὲν ἐπιχειρεῖται μέτρησις ἀντιστάσεως εἰς ἓνα κύκλωμα, τὸ ὁποῖον εἶναι ὑπὸ τάσιν.

5. Προκειμένου νὰ μετρηθῆ ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος, διακόπτεται εἰς ἓνα σημεῖον τὸ κύκλωμα καὶ παρεμβάλλεται τὸ ὄργανον ἐν σειρᾷ.

6. Ὑστερα ἀπὸ κάθε χρῆσιν πρέπει ὁ διακόπτης νὰ τοποθετῆται εἰς τὴν μεγαλυτέραν κλίμακα ἐναλλασσομένης τάσεως. Μὲ τὸν διακόπτην εἰς τὴν θέσιν αὐτὴν τὸ πολυμέτρον διατρέχει τὸν μικρότερον δυνατὸν κίνδυνον εἰς περίπτωσιν βεβιασμένης καὶ ὀξυ ὀρθῆς συνδέσεώς του εἰς ἓνα κύκλωμα.

Προσοχῆ. Μὲ τὴν εὐκαιρίαν τῆς μελέτης τοῦ πολυμέτρου, ὑπενθυμίζεται ὅτι :

Ἡ μὴ ὀρθὴ χρῆσις τοῦ πολυμέτρου, ἢ καὶ ἀπλοῦ βολτομέτρου, ἀμπερομέτρου ἢ ὤμομέτρου, διὰ τὴν μέτρησιν τάσεων, ἐντάσεων ἢ ἀντιστάσεων, ἔκτος ἀπὸ τὸν κίνδυνον βλάβης τοῦ ὄργανου, εἶναι ἐπικίνδυνος καὶ διὰ τὸν μαθητὴν, ὁ ὁποῖος χειρίζεται τὸ ὄργανον. Ἐπομένως :

7. Τα δάκτυλα ουδέποτε πρέπει να έγγιζουν τὸ μεταλλικὸν μέρος τῶν ἀκροδεκτῶν.

8. Πρέπει νὰ ἀποφεύγεται ἡ ταυτόχρονος τοποθέτησις καὶ τῶν δύο ἀκροδεκτῶν εἰς τὰ πρὸς μέτρησιν σημεῖα μὲ τὰ δύο χέρια. Καλὸν εἶναι νὰ τοποθετῆται καὶ νὰ στερεοῦται πρῶτον ὁ ἓνας ἀκροδέκτης καὶ ἔπειτα νὰ τοποθετῆται καὶ ὁ ἄλλος διὰ τὴν ἐπιθυμητὴν μέτρησιν.

9. Προκειμένου νὰ διακοπῆ ἓνα κύκλωμα, διὰ νὰ παρεμβληθῆ ἀμπερόμετρον πρὸς μέτρησιν ρεύματος, πρέπει νὰ διακόπτεται προηγουμένως ἡ παροχὴ ρεύματος διὰ τοῦ διακόπτου τοῦ κυκλώματος, ἢ, ἂν δὲν ὑπάρχῃ διακόπτης, νὰ «βγαίνῃ» τὸ φῖς ἀπὸ τὴν πρίζαν.

10. Κατὰ τὴν διεξαγωγὴν τῶν ἀσκήσεων, νὰ ζητῆται πάντοτε ὁ προηγούμενος ἔλεγχος καὶ ἔγκρισις τῶν συνδεσμολογιῶν ἀπὸ τὸν Καθηγητὴν τοῦ Ἐργαστηρίου καὶ τότε μόνον νὰ ἐφαρμόζεται τάσις εἰς τὸ ὑπὸ ἐξέτασιν κύκλωμα.

Τὸ πολὺμετρον, ὅπως ἀνεφέρθη ἤδη, εἶναι ἓνας συνδυασμὸς ἀμπερομέτρου - βολτομέτρου - ὤμομέτρου. Καὶ τὰ τρία αὐτὰ ὄργανα ἐμελετήθησαν εἰς τὰς τρεῖς προηγουμένας ἀσκήσεις καὶ πρέπει νὰ εἶναι γνωστά. Φυσικὰ, ἡ διάταξις τῶν ἐπὶ μέρους κυκλωμάτων εἰς κάθε πολὺμετρον ἀλλάσσει, ἀλλὰ ἡ γενικὴ ἀρχὴ λειτουργίας εἶναι ἡ αὐτὴ δι' ὅλα τὰ πολὺμετρα.

Ἡ μόνη περίπτωσις, ἡ ὁποία δὲν ἐξετάσθη, εἶναι ἡ μέτρησις ἐναλλασσομένων μεγεθῶν. Καὶ διὰ τὰ ἐναλλασσόμενα ὁμως μεγέθη (τάσιν καὶ ἔντασιν) χρησιμοποιεῖται τὸ αὐτὸ βασικὸν ὄργανον τοῦ πολυμέτρου καὶ ἰσχύουν ὅλα, ὅσα ἀνεφέρθησαν εἰς τὰς ἀσκήσεις περὶ ἀμπερομέτρου καὶ βολτομέτρου. Ἡ μόνη τροποποίησις συνίσταται εἰς τὴν παρεμβολὴν ἑνὸς ἀνορθωτοῦ (ἢ συστήματος ἀνορθωτῶν), διὰ τοῦ ὁποίου ἐπιτυγχάνεται μετατροπὴ τοῦ ἐναλλασσομένου μεγέθους εἰς συνεχές. Ἡ κλίμαξ τοῦ ὄργανου δεικνύει τότε τὴν ἐνδεικνυμένην τιμὴν τοῦ ἐναλλασσομένου μεγέθους καὶ θέμα πολικότητος εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν δὲν ὑφίσταται.

Συχνὰ εἰς ἠλεκτρονικὰς συσκευάς, ἀπαιτεῖται μέτρησις μιᾶς ἐναλλασσομένης τάσεως εἰς ἓνα κύκλωμα, εἰς τὸ ὁποῖον ὁμως συνυπάρχουν ἐναλλασσομένη καὶ συνεχῆς τάσις. Ἐὰν τὸ ὄργανον δὲν διαθέτῃ εἰδικὴν ὑποδοχὴν διὰ μέτρησιν αὐτοῦ τοῦ εἶδους,

πρέπει να παρεμβληθῆ ἑξωτερικῶς εἰς ἓνα ἀκροδέκτην αὐτοῦ ἑνας πυκνωτῆς, ὁ ὁποῖος θὰ διακόπτῃ τὸ κύκλωμα διὰ τὸ συνεχῆς καὶ θὰ ἐπιτρέπῃ τὴν διέλευσιν μόνον τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος, τὸ ὁποῖον τοιουτοτρόπως μετρεῖται.

Ἐὰν ὁ πυκνωτῆς εὐρίσκεται ἐντὸς τοῦ κιβωτίου, τὸ ὁποῖον περιέχει ὅλα τὰ ἐξαρτήματα τοῦ πολυμέτρου (ὅποτε δὲν χρειάζεται νὰ παρεμβληθῆ ἑξωτερικῶς), τότε ὑπάρχει συνήθως μία ὑποδοχὴ εἰς τὸ ὄργανον μὲ τὴν ἔνδειξιν Output.

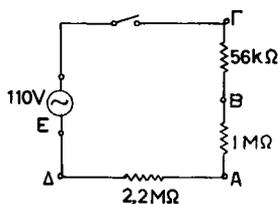
Τὰ περὶ εὐαισθησίας τοῦ ὄργανου ἰσχύουν καὶ ἐδῶ, ὅπως ἀνεφέρθησαν εἰς τὴν ἀσκησιν περὶ βολτομέτρου.

ΕΡΓΑΣΙΑ

1. Μετὰ μεγάλης προσοχῆς νὰ ἀνοιχθῆ τὸ πολυμέτρον τῆς ἀσκήσεως καὶ νὰ γίνῃ ἀναγνώρισις τῶν κυκλωμάτων αὐτοῦ. Ἐὰν τὸ Ἔργαστήριον διαθέτῃ τὸ σχέδιον τῶν κυκλωμάτων τοῦ πολυμέτρου, νὰ ἀντιγραφῆ τοῦτο εἰς τὸ τετράδιον. Κατὰ τὴν σχεδίασιν εἰς τὸ τετράδιον νὰ προτιμηθοῦν διαφορετικὰ χρώματα διὰ τὰ ἐπὶ μέρους κυκλώματα τοῦ ἀμπερομέτρου, βολτομέτρου, ὤμομέτρου καὶ τοῦ συστήματος ἀνορθώσεως.

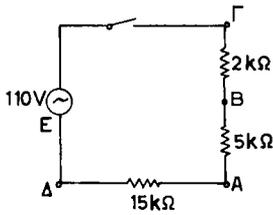
2. Νὰ πραγματοποιηθῆ τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 25·α.

Μὲ τὸν διακόπτην τοῦ πολυμέτρου εἰς τὴν κατάλληλον κλίμακα νὰ μετρηθῆ ἡ ἐφαρμοζομένη τάσις (E) καὶ ἀκολουθῶς ἡ τάσις εἰς τὰ ἄκρα ἐκάστης ἀντιστάσεως. Αἱ ἐνδείξεις νὰ γραφοῦν εἰς τὸν ἐπόμενον πίνακα :



Σχ. 25·α.

Σημεῖα μετρήσεως	Ἐνδείξεις βολτομέτρου (V)	Κλίμαξ ὄργανου	Ἀντίστασις (Ω)
ΑΔ			
ΑΒ			
ΒΓ			



Σχ. 25·β.

3. Νά πραγματοποιηθῆ τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 25·β

Νά ληφθοῦν εἰς αὐτὸ αἱ ἀπαιτούμεναι μετρήσεις, ὥστε νά συμπληρωθῆ ὁ ἐπόμενος πίναξ. Ὅλαι αἱ μετρήσεις νά πραγματοποιηθοῦν εἰς τὴν μεγαλυτέραν κλίμακα τοῦ ὄργανου.

Μεγίστη κλίμαξ τάσεων		
Σημεῖα μετρήσεως	Ἐνδείξεις βολτομέτρου (V)	Ἀντίστασις (Ω)
AB		
BΓ		
AΔ		
ΓΔ		

4. Νά ἐπαναληφθοῦν αἱ μετρήσεις τῆς προηγουμένης περιπτώσεως, ὅταν ὁ διακόπτης τοῦ ὄργανου εὐρίσκεται εἰς τὴν κατάλληλον κάθε φοράν κλίμακα. Νά γραφοῦν αἱ μετρήσεις εἰς τὸν κάτωθι πίνακα καὶ νά γίνῃ σύγκρισις μετὰ τὰς προηγουμένας.

Σημεῖα μετρήσεως	Ἐνδείξεις βολτομέτρου (V)	Κλίμαξ ὄργανου	Ἀντίστασις (Ω)
AB			
BΓ			
AΔ			
ΓΔ			

5. Καὶ εἰς τὰ δύο κυκλώματα, ὅταν αὐτὰ εὐρίσκωνται ἐκτὸς τάσεως, νά μετρηθοῦν αἱ ἀντιστάσεις δι' ὠμόμετρου, ἐπίσης νά προσδιορισθοῦν αἱ τιμαὶ αὐτῶν διὰ τῶν χρωμάτων καὶ νά γραφοῦν εἰς τὰς σχετικὰς στήλας τοῦ πίνακος τῆς ἐπομένης σελίδος. Νά συγκριθοῦν αἱ τιμαὶ, τὰς ὁποίας δίδει τὸ ὠμόμετρον, μετὰ ἐκεί-

νας, τὰς ὁποίας δίδουν τὰ χρώματα τῶν ἀντιστάσεων. Ποῖαι ἐνδείξεις εἶναι αἱ πλέον ἀκριβεῖς, τοῦ ὤμομέτρου ἢ τῶν χρωμάτων ;

Ἀντιστάσεις	Ἐνδείξεις ὤμομέτρου	Ἐνδείξεις χρωμάτων
1		
2		
3		
4		
5		
6		

6. Εἰς τὸ κύκλωμα τῆς περιπτώσεως 3 νὰ ἐφαρμοσθῇ τάσις 50 - 100 V (συνεχῆς) καὶ νὰ μετρηθῇ ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος. Ἐπίσης νὰ ὑπολογισθῇ ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος ἐκ τῶν λοιπῶν στοιχείων τοῦ κυκλώματος καὶ νὰ συγκριθοῦν τὰ δύο ἀποτελέσματα.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΒΟΛΤΟΜΕΤΡΑ

Τὰ πολύμετρα, τὰ ὁποῖα ἐμελετήθησαν εἰς τὴν προηγουμένην ἄσκησιν, ἐξυπηρετοῦν πλήρως εἰς τὰς μετρήσεις ἐπὶ ἠλεκτρικῶν κυκλωμάτων. Χρησιμοποιοῦνται βεβαίως καὶ εἰς μετρήσεις ἐπὶ ἠλεκτρονικῶν κυκλωμάτων, ὑπάρχουν ὅμως περιπτώσεις ἠλεκτρονικῶν κυκλωμάτων, εἰς τὰς ὁποίας διὰ τὴν μέτρησιν τάσεων πρέπει νὰ χρησιμοποιοῦνται τὰ λεγόμενα *ἠλεκτρονικὰ βολτόμετρα*. Εἰς τὰς περιπτώσεις αὐτάς, μόνον τῶν ἠλεκτρονικῶν βολτομέτρων αἱ ἐνδείξεις ἀνταποκρίνονται πρὸς τὴν πραγματικὴν τιμὴν τῶν ἐλεγχομένων τάσεων. Τὰ ἠλεκτρονικὰ βολτόμετρα χρησιμοποιοῦνται ἐπίσης σχεδὸν ἀποκλειστικῶς διὰ μετρήσεις τάσεων εἰς τὰ κυκλώματα τηλεοράσεως.

Οἱ λόγοι, διὰ τοὺς ὁποίους ἐπιβάλλεται ἡ χρῆσις τῶν ἠλεκτρονικῶν βολτομέτρων, εἶναι οἱ ἀκόλουθοι :

Διὰ νὰ εἶναι ὀρθαὶ αἱ ἐνδείξεις τῶν μετρήσεων τάσεων, αἱ ὁποῖαι ἐπικρατοῦν εἰς τὰ ἄκρα μεγάλων ἀντιστάσεων, ἀπαιτοῦνται βολτόμετρα μεγάλης ἐσωτερικῆς ἀντιστάσεως (βολτόμετρα μὲ μεγάλην ἀντίστασιν εἰσόδου), ὅπως ἐξητάσθη ἀναλυτικῶς εἰς τὴν ἄσκησιν 23 περὶ βολτομέτρων. Αὐτὸ ἰσχύει ἀκόμη περισσότερο, ὅταν ἡ πρὸς μέτρησιν τάσις εἶναι μικρῆς τιμῆς καὶ ἐπικρατῆ εἰς τὰ ἄκρα μεγάλης ἀντιστάσεως.

Μία τοιαύτη περίπτωσις εἶναι π.χ. ἡ τάσις, ἡ ὁποία ἐξασφαλίζει τὴν αὐτόματον ρύθμισιν εὐαισθησίας (A.V.C. = Automatic Volume Control) τοῦ ραδιοφώνου, ἡ ὁποία εἶναι συνήθως 0,5 ἕως 3 V καὶ ἐπικρατεῖ εἰς τὰ ἄκρα μιᾶς ἀντιστάσεως 2 - 3 MΩ.

Ἐπίσης, προκειμένον περὶ ἐναλλασσομένων τάσεων ὑψηλῶν συχνότητων, τὸ κοινὸν πολύμετρον δὲν ἐξυπηρετεῖ, διότι ὁ ἀνορθωτής, ὁ ὁποῖος ὑπάρχει εἰς τὸ κύκλωμά του, δὲν παρουσιάζει σταθερότητα λειτουργίας (ἢ ἀντίστασις τοῦ ἀνορθωτοῦ ἐλαττοῦται, ὅταν αὐξάνεται ἡ συχνότης). Τὸ ἠλεκτρονικὸν βολτόμετρον ὅμως διαθέτει διοδικὴν ἠλεκτρονικὴν λυχνίαν ἢ κρυσταλλοδιοδικὴν, ἡ ὁποία ἐπιτρέπει ἀκριβεῖς μετρήσεις τάσεων εἰς τὰς ὑ-

ψηλὰς συχνότητας. Καὶ παλαιότεραι ἀκόμη κατασκευαὶ ἠλεκτρονικῶν βολτομέτρων, αἱ ὁποῖαι χρησιμοποιοῦν διοδικὰς λυχνίας παλαιοῦ τύπου, ἐξυπηρετοῦν ἱκανοποιητικῶς εἰς μετρήσεις μὲ συχνότητας μέχρι δεκάδων μεγακύκλων.

Τὰ κύρια χαρακτηριστικὰ τῶν ἠλεκτρονικῶν βολτομέτρων εἶναι :

1. Μεγάλη ἀντίστασις εἰσόδου (ἢ ἐσωτερικὴ ἀντίστασις). Διὰ τὸ συνεχὲς ρεῦμα ἡ ἀντίστασις αὐτὴ εἶναι συνήθως μεγαλυτέρα τῶν $10\text{ M}\Omega$ καὶ εἰς ὄργανα καλῆς ποιότητος φθάνει τὰ $50 - 100\text{ M}\Omega$. Διὰ τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα ἡ ἀντίστασις εἰσόδου εἶναι 1 ἕως $2\text{ M}\Omega$.

Τονίζεται ὅτι ἡ ἐσωτερικὴ ἀντίστασις τῶν ἠλεκτρονικῶν βολτομέτρων εἶναι ἡ αὐτὴ εἰς ὅλας τὰς κλίμακας τάσεων, τὰς ὁποίας αὐτὰ διαθέτουν.

2. Δύναται νὰ μετροῦν καὶ μικρὰς τάσεις, διατηροῦντα πάντοτε τὴν αὐτὴν μεγάλην ἀντίστασιν εἰσόδου, δεδομένου ὅτι αἱ ἠλεκτρονικαὶ λυχνίαι, τὰς ὁποίας ἔχουν εἰς τὸ κύκλωμά των, ἐξασφαλίζουν τοῦτο.

3. Τὸ κύκλωμα τῶν ἠλεκτρονικῶν βολτομέτρων παρέχει καλύτεραν προστασίαν τοῦ βασικοῦ ὄργανου ὅταν, ἐκ λάθους, γίνῃ ἐσφαλμένη σύνδεσις.

4. Διὰ νὰ λειτουργήσουν τὰ ἠλεκτρονικὰ βολτόμετρα πρέπει πρῶτον νὰ συνδεθοῦν εἰς τὸ δίκτυον, δηλαδὴ νὰ τροφοδοτηθοῦν μὲ ρεῦμα. Αἱ ἠλεκτρονικαὶ λυχνίαι, τὰς ὁποίας περιέχουν εἰς τὸ κύκλωμά των, ἀπαιτοῦν ποικίλα δυναμικὰ διὰ τὰ διάφορα ἠλεκτροδία των.

5. Τὰ ἠλεκτρονικὰ βολτόμετρα χρησιμοποιοῦνται καὶ διὰ τὴν μέτρησιν ἀντιστάσεων.

Κατωτέρω δίδονται γενικαὶ πληροφορίες καὶ ὁδηγίαι διὰ τὴν ὀρθὴν χρῆσιν τῶν ἠλεκτρονικῶν βολτομέτρων. Ἡ λειτουργία οὗ κυκλώματος αὐτῶν δὲν ἐξετάζεται εἰς τὴν παροῦσαν ἄσκησιν, διότι δὲν μᾶς εἶναι ἀκόμη γνωστὴ ἡ θεωρία περὶ ἠλεκτροκῶν λυχνιῶν.

Ὁδηγίαi χρῆσεως τῶν ἠλεκτρονικῶν Βολτομέτρων.

1. Μετὰ τὴν σύνδεσιν τοῦ ἠλεκτρονικοῦ βολτομέτρου εἰς

τὸ δίκτυον, ἀπαιτεῖται ὅπως παρέλθῃ ἓνα μικρὸν χρονικὸν διάστημα, μέχρι καὶ 5 λεπτῶν, διὰ νὰ θερμανθοῦν αἱ λυχνίαι καὶ νὰ ἰσορροπήσῃ τὸ κύκλωμά του.

2. Διὰ τὴν ἀκριβῆ μέτρησιν ἀπαιτεῖται προηγουμένη ρύθμισις τῆς ἀποκλίσεως τῆς βελόνης τοῦ ὄργανου εἰς τὴν κλίμακα, ἢ ὁποία θὰ χρησιμοποιηθῇ διὰ τὴν μέτρησιν αὐτὴν.

3. Ἡ ρύθμισις τοῦ μηδενὸς (ὁ δείκτης τοῦ ὄργανου ἀκριβῶς εἰς τὸ μηδέν) γίνεται μετὰ τὴν θέρμανσιν καὶ τὴν ἰσορροπίαν τοῦ κυκλώματος διὰ στροφῆς εἰδικοῦ ρυθμιστοῦ (ἐνὸς κομβίου, τὸ ὁποῖον ἀντιστοιχεῖ εἰς ἐσωτερικὸν ποτανοσίμετρον).

4. Διὰ τὴν μέτρησιν ἀντιστάσεων πρέπει νὰ γίνεταί : α) ρύθμισις τοῦ μηδενὸς διὰ βραχυκυκλώσεως τῶν ἀκροδεκτῶν τοῦ ὄργανου (μηδενικὴ ἀντίστασις) καὶ β) ρύθμισις πλήρους ἀποκλίσεως τοῦ δείκτου, ὅταν τὸ κύκλωμα εἶναι ἀνοικτὸν (ἀκροδέκται ἐλεύθεροι — ἀπειρος ἀντίστασις).

5. Μετὰ τὴν ρύθμισιν πιθανὸν ὁ δείκτης νὰ μὴ σταθεροποιῆται εἰς τὸ μηδέν, ἀλλὰ νὰ παρέχῃ μικρὰν ἔνδειξιν. Ἡ ἔνδειξις αὐτὴ δὲν πρέπει νὰ λαμβάνεται ὑπ' ὄψιν, δεδομένου ὅτι ἐξαφανίζεται μόλις οἱ ἀκροδέκται συνδεθοῦν πρὸς μέτρησιν.

6. Ὁ « κοινὸς » ἀκροδέκτης (τὸ —) ὀρθὸν εἶναι νὰ συνδέεται εἰς τὸ κοινὸν ἀρνητικὸν (σασσί) τοῦ κυκλώματος, εἰς τὸ ὁποῖον πρόκειται νὰ γίνῃ ἡ μέτρησις. Ἐὰν δὲν συνδεθῇ κανονικῶς, πιθανὸν νὰ γίνῃ λαθασμένη μέτρησις, διότι τὸ ὄργανον ἐπηρεάζεται ἀπὸ τὴν ἐναλλασσομένην τάσιν τοῦ δικτύου μέσω τῆς χωρητικότητος, ἢ ὁποία δημιουργεῖται μεταξὺ αὐτοῦ καὶ τοῦ καλωδίου τροφοδοτήσεώς του.

7. Συνδέεται συνήθως πρῶτον ὁ κοινὸς (ἀρνητικὸς) ἀκροδέκτης καὶ ἔπειτα ὁ θετικὸς. Ὁ χειριζόμενος προσέχει νὰ μὴ ἐγγίξῃ τὰ μεταλλικὰ ἄκρα τῶν ἀκροδεκτῶν, ἀλλὰ νὰ τοὺς κρατῇ ἀπὸ τὰς μονώσεις.

8. Αἱ ἔνδειξις τῶν ἐναλλασσομένων τάσεων ἀναφέρονται εἰ τὰς ἐνδεικνυμένας τιμὰς καὶ ἰσχύουον μόνον διὰ ἡμιτονοειδῆ μεγέθη

ΕΡΓΑΣΙΑ

1. Νὰ σχεδιασθῇ τὸ καντράν (ὄλαι αἱ κλίμακες) τοῦ ὄγανου.

2. Νά αναφερθοῦν αἱ κλίμακες, τὰς ὁποίας διαθέτει τὸ ὄργανον κατὰ κατηγορίας (ῶμ, βόλτ κ.λπ).

3. Νά τεθῆ τὸ ὄργανον ὑπὸ τάσιν (ὁ διακόπτῃς τοῦ ὀργάνου νά τεθῆ « ἐντὸς ») καὶ νά γίνῃ ρύθμισις, βάσει τῶν προηγουμένων ὀδηγιῶν, εἰς ὅλας τὰς κλίμακας τῶν βόλτ, συνεχοῦς καὶ ἐναλλασσομένου.

4. Ἐκ τῶν ὑπαρχουσῶν εἰς τὸ Ἐργαστήριον παροχῶν συνεχοῦς καὶ ἐναλλασσομένου νά μετρηθοῦν τρεῖς διαφορετικαὶ τάσεις ἀπὸ κάθε εἶδος.

5. Αἱ προηγούμεναι μετρήσεις νά ἐπαναληφθοῦν διὰ κοινοῦ πολυμέτρου καὶ νά σχολιασθοῦν τυχὸν διαφοραί.

6. Νά γίνῃ ρύθμισις τῆς κλίμακος τῶν ῶμ (ρύθμισις τοῦ μηδενὸς καὶ ρύθμισις πλήρους ἀποκλίσεως).

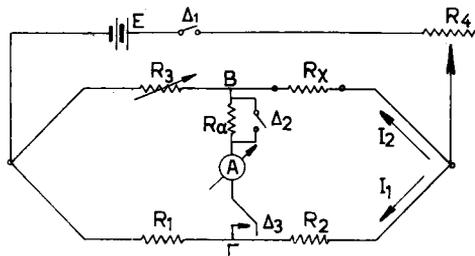
7. Νά μετρηθοῦν τρεῖς ἀντιστάσεις καὶ νά συγκριθοῦν αἱ τιμαὶ αὐτῶν μὲ ἐκείνας, τὰς ὁποίας δίδουν τὰ ἐπ' αὐτῶν σημειούμενα χρώματα.

8. Νά ἐξηγηθῆ διατί ἡ κλίμαξ τῶν ῶμ τοῦ ἠλεκτρονικοῦ βολτομέτρου εἶναι τῆς αὐτῆς φορᾶς μὲ τὴν κλίμακα τῶν τάσεων.

9. Τὰ κοινὰ βολτόμετρα ἔχουν διαφορετικὰς ἐσωτερικὰς ἀντιστάσεις εἰς τὰς διαφόρους κλίμακας (ἄσκησις « Βολτόμετρα »). Τὰ ἠλεκτρονικὰ βολτόμετρα ἔχουν τὴν αὐτὴν ἐσωτερικὴν ἀντίστασιν εἰς ὅλας τὰς κλίμακας. Τί συμπέρασμα ἐξάγεται διὰ τὴν εὐαισθησίαν τῶν κοινῶν βολτομέτρων καὶ τῶν ἠλεκτρονικῶν βολτομέτρων εἰς τὰς διαφόρους κλίμακας αὐτῶν;

ΓΕΦΥΡΑ ΓΟΥΪΤΣΤΟΝ (WHEATSTONE)

Εἰς τὴν ἄσκησιν 12 ἐξητάσθη ἡ ἀρχὴ λειτουργίας καὶ ἡ χρῆσις μιᾶς ἀπλῆς γεφύρας διὰ τὴν μέτρησιν ἀντιστάσεων. Ὑπὸ τοῦ Γουίτστον ἐπενοήθη ἡ κατωτέρω περιγραφομένη γέφυρα ἰσορροπίας, ἡ ὁποία στηρίζεται εἰς τὴν αὐτὴν ἀρχὴν λειτουργίας ὅπως καὶ ἡ ἀπλῆ γέφυρα, εἶναι ὁμως βελτιωμένη καὶ ἐξυπηρετεῖ εἰς ποικίλας μετρήσεις ἐπὶ ἠλεκτρικῶν κυκλωμάτων. Ἡ ἱκανότης τῆς γεφύρας αὐτῆς νὰ προσδιορίζῃ τὴν τιμὴν μιᾶς ἀγνωστοῦ ἀντιστάσεως μετὰ μεγάλης ἀκριβείας, καὶ μάλιστα ὅταν ἡ τιμὴ τῆς μετρομένης ἀντιστάσεως εἶναι πολὺ μικρὴ, τὴν καθιστᾷ πολύτιμον ὄργανον.



Σχ. 27 · α.

Εἰς τὸ ἐμπόριον ὑπάρχουν γέφυραι Γουίτστον κατασκευῆς διαφόρων ἐργοστασίων, ἐπομένως διαφορετικῆς ἐμφανίσεως. Ἡ λειτουργία ὅλων αὐτῶν ὁμως στηρίζεται εἰς τὴν ἰδίαν ἀρχὴν. Τὸ βασικὸν κύκλωμα μιᾶς γεφύρας Γουίτστον

φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 27 · α.

Μία πηγὴ συνεχοῦς τάσεως (E) τροφοδοτεῖ τέσσαρας ἀντιστάσεις (R_1), (R_2), (R_3) καὶ (R_x), συνδεδεμένας εἰς σχῆμα τετραπλεύρου.

Ἐστω ὅτι ἡ (R_x) εἶναι ἡ ἀγνωστος ἀντίστασις. Ὄταν ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ εἰς τὰ σημεῖα (B) καὶ (Γ) εἶναι μηδέν, τότε εἰς τὸν κλάδον ($B\Gamma$) τοῦ ὄργανου (A) (τὸ ὄργανον A εἶναι γαλβανόμετρον καὶ ἔχει τὴν ἔνδειξιν τοῦ μηδενὸς εἰς τὸ μέσον τῆς κλίμακός του) οὐδὲν ρεῦμα κυκλοφορεῖ. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ εἰς τὰ ἄκρα τῆς ἀντιστάσεως (R_x) εἶναι ἴση πρὸς τὴν διαφορὰν δυναμικοῦ εἰς τὰ ἄκρα τῆς (R_2). Τὸ αὐτὸ ἰσχύει καὶ διὰ τὴν ἄλλην πλευρὰν τῆς γεφύρας, δηλαδὴ εἰς

τά άκρα τής (R_1) και τής μεταβλητής αντίστασεως (R_2) έπικρατεί ή αύτή διαφορά δυναμικοϋ. Έκ τών άνωτέρω προκύπτουν αί σχέσεις:

$$R_x \cdot I_2 = R_2 \cdot I_1 \quad \text{και} \quad R_3 \cdot I_2 = R_1 \cdot I_1.$$

Διά διαιρέσεως κατά μέλη τών δύο αύτών σχέσεων προκύπτει:

$$\frac{R_x \cdot I_2}{R_3 \cdot I_2} = \frac{R_2 \cdot I_1}{R_1 \cdot I_1} \quad \text{και} \quad \text{έξ αύτής:} \quad \frac{R_x}{R_3} = \frac{R_2}{R_1},$$

$$\text{όπότε} \quad R_x = R_3 \cdot \frac{R_2}{R_1}. \quad (1)$$

Η (R_3) είναι μεταβλητή αντίστασις βαθμολογημένη, είναι δηλαδή γνωστή, και ό λόγος R_2/R_1 είναι επίσης γνωστός, όπότε ύπολογίζεται έκ τής τελευταίας σχέσεως ή άγνωστος αντίστασις (R_x). Έννοείται ότι εις μίαν γέφυραν Γουίτστον κατασκευής έργοστασίου, ή τιμή τής άγνωστου αντίστασεως (R_x) δίδεται άπ' εύθείας, άνευ ουδενός ύπολογισμοϋ, επάνω εις τό καντράν, τό όποϊον έχει βαθμολογηθῆ βάσει τής σχέσεως (1).

Ό ροοστάτης (R_4) τίθεται μόνον διά νά περιορίζη τήν έντασιν τοϋ ρεύματος, τό όποϊον διαρρέει τους κλάδους τής γεφύρας, ώστε νά μη κινδυνεύουν αί αντίστασεις αύτῆς.

Τονίζεται και πάλιν ότι ή σχέσις (1) ισχύει μόνον, όταν ή γεφυρα εύρίσκεται εν ίσορροπία, δηλαδή, όταν έκ τοϋ κλάδου (ΒΓ) δέν διέρχεται καθόλου ρεύμα.

Ε Ρ Γ Α Σ Ι Α

1. Νά πραγματοποιηθῆ τό κύκλωμα τής γεφύρας Γουίτστον. Ός συνδετικοί άγωγοί εις τους κλάδους τής γεφύρας νά χρησιμοποιηθοϋν πολύκλινα καλώδια, όσον τό δυνατόν μικρότερης αντίστασεως.

2. Νά γίνη ρύθμισις (δηλαδή νά επιτευχθῆ ίσορροπία) τής γεφύρας διά τοϋ άκολουθου τρόπου: Συνδέεται ή (R_x) και κλείεται ό διακόπτης (Δ_1). Ρυθμίζεται ή (R_4), ώστε ή έντασις τοϋ ρεύματος εις όλας τας αντίστασεις τής γεφύρας νά είναι εις τά όρια ασφαλείας. Άκολουθως ρυθμίζεται ή (R_3), ώστε τό ρεύμα διά τοϋ

γαλβανομέτρου να γίνη μηδέν (στιγμιαῖον κλείσιμον τοῦ διακόπτου Δ_3). Βραχυκυκλοῦται τότε ἡ (R_a) (κλείεται καὶ ὁ διακόπτης Δ_2), ὥστε νὰ ἐπιτευχθῆ αὐξησις τῆς εὐαισθησίας τῆς γεφύρας καὶ ρυθμίζεται πάλιν ἡ (R_3) (λεπτὴ ρύθμισις), ὥστε νὰ μηδενισθῆ πλήρως τὸ ρεῦμα διὰ τοῦ γαλβανομέτρου. Οὕτως ἐπιτυγχάνεται ἡ ἰσορροπία τῆς γεφύρας.

Ἐὰν ἡ (R_x) εἶναι τοιαύτης τιμῆς, ὥστε νὰ μὴ ἐπιτυγχάνεται ἰσορροπία τῆς γεφύρας, ἐπιβάλλεται ὅπως ἀλλαχθοῦν αἱ ἀντιστάσεις (R_1) καὶ (R_2). Φυσικὰ εἰς μίαν γέφυραν τοῦ ἐμπορίου ἡ ἀλλαγὴ αὐτὴ γίνεται μέσω διακοπῶν, δεδομένου ὅτι εἰς τὸ ἐσωτερικὸν κύκλωμα τῆς γεφύρας ὑπάρχουν ἀντιστάσεις ἀντιπροσωπευτικαὶ ὄλων τῶν μεγεθῶν.

3. Εἰς τὴν κατάστασιν ἰσορροπίας τῆς γεφύρας, δηλαδὴ ὅταν διὰ τοῦ κλάδου (ΒΓ) δὲν διέρχεται ρεῦμα, νὰ σημειωθοῦν αἱ τιμαὶ τῶν (R_3), (R_1) καὶ (R_2) καὶ ἐξ αὐτῶν νὰ ὑπολογισθῆ ἡ ἀγνωστος (R_x). (Ὁ ὑπολογισμὸς θὰ γίνη ἐφ' ὅσον ἡ γέφυρα τῆς ἀσκήσεως δὲν δίδει ἀμέσως τὴν τιμὴν τῆς R_x εἰς βαθμολογημένην κλίμακα).

4. Νὰ μετρηθοῦν διὰ τοῦ ἀνωτέρω περιγραφομένου τρόπου αἱ ἀντιστάσεις, αἱ ὁποῖαι δίδονται εἰς τὴν ἀσκήσιν αὐτὴν. Τὰ ἀποτελέσματα τῶν μετρήσεων καὶ ὑπολογισμῶν νὰ γραφοῦν εἰς τὸ ἐπόμενον πῖνακα :

Ἀντιστάσεις (Ω)	1	2	3	4
Τελικὴ Κατάστασις Ἰσορροπίας				
R_3				
R_1				
R_2				
$R = R_3 \frac{R_2}{R_1}$				

5. Κατὰ τὴν μέτρησιν μιᾶς ἐκ τῶν ἀντιστάσεων νὰ ἀντιστραφοῦν οἱ πόλοι τῆς πηγῆς καὶ νὰ παρατηρηθῆ ποία ἡ ἐπίδρασις τῆς ἀλλαγῆς αὐτῆς εἰς τὴν μέτρησιν.

6. Ποία ἐκ τῶν στοιχείων τῆς γεφύρας ἐπηρεάζουν τὴν ἰσορροπίαν τῆς καὶ τὴν ἀκρίβειαν τῶν μετρήσεων ;

7. Εάν, εις περίπτωσιν κατὰ τὴν ὁποίαν ἡ γέφυρα ἔχει ἰσορροπήσει, ἀφαιρεθῆ ὁ κλάδος (ΒΓ), θὰ διαταραχθῆ ἡ ἰσορροπία τῆς γεφύρας; Νὰ δικαιολογηθῆ ἡ ἀπάντησις.

8. Τί θὰ συμβῆ ἔπισης, ἐάν, εις τὴν αὐτὴν περίπτωσιν, ὁ κλάδος (ΒΓ) βραχυκυκλωθῆ;

Παραπομπὴ διὰ συμπληρωματικὴν μελέτην :

Γ. Ἀνεμογιάννη: «Ἡλεκτροτεχνία», τόμος Γ', σελ. 296. (Ἔκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

ΑΥΤΕΠΑΓΩΓΗ ΠΗΝΙΟΥ

Μεταβολή τῆς αὐτεπαγωγικῆς ἀντιστάσεως μετὰ τῆς συχνότητος.

Ὄταν ἓνας ἀγωγὸς διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος, εἰς τὸν χῶρον, ὃ ὁποῖος τὸν περιβάλλει, ἀναπτύσσεται μαγνητικὸν πεδίον. Ἐὰν τὸ ρεῦμα διὰ τοῦ ἀγωγοῦ εἶναι συνεχές, τὸ μαγνητικὸν πεδίον εἶναι σταθερόν. Ἐὰν τὸ ρεῦμα εἶναι ἐναλλασσόμενον, τότε καὶ τὸ πεδίον εἶναι ἐναλλασσόμενον καὶ αἱ μεταβολαί του ἀκολουθοῦν τὰς μεταβολὰς τοῦ ρεύματος.

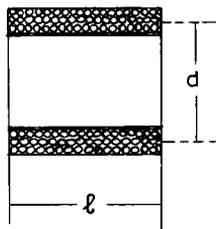
Ἰσχύει ἐπίσης καὶ τὸ ἀντίστροφον φαινόμενον. Ἐὰν δηλαδὴ ἓνας ἀγωγὸς εὐρεθῆ εἰς τὸν χῶρον ἑνὸς μεταβαλλομένου μαγνητικοῦ πεδίου, ἀναπτύσσεται ἐπ' αὐτοῦ μία ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις (ΗΕΔ), μεταβαλλομένη εἰς τὸν ρυθμὸν μεταβολῆς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, τὸ ὁποῖον τὴν προεκάλεσε. Τὸ φαινόμενον αὐτό, τῆς ἀναπτύξεως δηλαδὴ ἠλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως εἰς ἓνα ἀγωγόν, ὅταν αὐτὸς εὐρίσκεται ἐντὸς μεταβαλλομένου μαγνητικοῦ πεδίου (ΗΕΔ ἐξ ἐπαγωγῆς), ὀνομάζεται *ἐπαγωγικὸν φαινόμενον*.

Ἐὰν τῶρα ἓνας ἀγωγὸς τυλιχθῆ εἰς σπείρας, ὥστε νὰ ἀποτελέσῃ ἓνα *πηνίον*, καὶ ἐφαρμοσθῆ εἰς τὰ ἄκρα του ἐναλλασσομένη τάσις, θὰ κυκλοφορήσῃ δι' αὐτοῦ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα ἐντάσεως (I) καὶ ταυτοχρόνως θὰ ἀναπτυχθῆ γύρω του ἐναλλασσόμενον μαγνητικὸν πεδίον. Τὸ πεδίον αὐτὸ θὰ ἐπιδρᾷ εἰς κάθε ἀγωγὸν εὐρισκόμενον εἰς τὸν περιβάλλοντα χῶρον. Ἐπομένως θὰ ἐπηρεάζῃ καὶ τὸ ἴδιον τὸ πηνίον, τὸ ὁποῖον προεκάλεσε τὸ πεδίον. Δηλαδή, θὰ ἐμφανίζεται εἰς τὸ πηνίον μία ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις (ΗΕΔ) « ἐξ ἐπαγωγῆς », ἡ ὁποία τῶρα θὰ εἶναι *ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐξ αὐτεπαγωγῆς*, δεδομένου ὅτι θὰ προκαλῆται ἀπὸ τὸ πεδίον, τὸ ὁποῖον ἐδημιούργησεν αὐτὸ τοῦτο τὸ πηνίον. Αὐτὴ ἡ ΗΕΔ ἐξ αὐτεπαγωγῆς εἶναι ἀντίθετος πρὸς τὴν τάσιν, ἡ ὁποία ἐφηρμόσθη εἰς τὸ πηνίον.

Τὸ δεύτερον αὐτὸ φαινόμενον, τῆς ἐπιδράσεως δηλαδὴ τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ἐπάνω εἰς τὸ ἴδιον τὸ πηνίον, τὸ ὁποῖον ἐδη-

μιούργησε τὸ πεδίου καὶ τῆς γενέσεως ἠλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως εἰς τὸ πηνίου, καλεῖται *αὐτεπαγωγικὸν φαινόμενον*.

Ἡ ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐξ αὐτεπαγωγῆς, ἡ ὁποία εἶναι ἀντίθετος, ὅπως ἀνεφέρθη, πρὸς τὴν τάσιν τῆς πηγῆς τὴν ἐφαρμοσθεῖσαν εἰς τὸ πηνίου, περιορίζει τὴν ἔντασιν τοῦ ἀρχικοῦ ρεύματος (I) τοῦ πηνίου, προβάλλουσα μίαν ἀντίστασιν (ἄσχετον τῆς ὠμικῆς του ἀντιστάσεως) εἰς τὴν κυκλοφορίαν του. Αὕτῃ ἡ ἀντίστασις λέγεται *αὐτεπαγωγικὴ ἀντίστασις* καὶ παρουσιάζεται μόνον εἰς τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα. Συμβολίζεται μὲ (X_L) καὶ μετρεῖται εἰς ὦμ. Ἡ τιμὴ τῆς ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν συχνότητα τοῦ ρεύματος, τὸ ὁποῖον κυκλοφορεῖ εἰς τὸ κύκλωμα, καὶ ἀπὸ τὰ στοιχεῖα τοῦ πηνίου, ἥτοι: τὸν ἀριθμὸν τῶν σπειρῶν (N), τὸ μῆκος (l) καὶ τὴν διάμετρον αὐτοῦ (d), δηλαδὴ ἀπὸ τὸν *συντελεστὴν αὐτεπαγωγῆς* τοῦ πηνίου. Τὰ χαρακτηριστικὰ στοιχεῖα ἑνὸς πηνίου φαίνονται εἰς τὸ σχῆμα 28·α.



Σχ. 28·α.

Ἡ σχέσηις: $X_L = L\omega = 2\pi \cdot f \cdot L = 2 \times 3,14 \cdot f \cdot L = 6,28 \cdot f \cdot L$ δίδει τὴν αὐτεπαγωγικὴν ἀντίστασιν (X_L) εἰς ὦμ ἑνὸς πηνίου, τὸ ὁποῖον ἔχει συντελεστὴν αὐτεπαγωγῆς (L) εἰς ἀνρὺ (henry, σύμβολον H), εἰς τὴν συχνότητα (f) ἐκπεφρασμένην εἰς hertz (σύμβολον Hz).

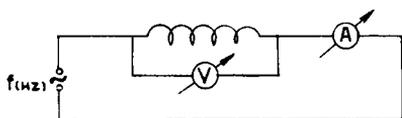
Ἐκ τῆς σχέσεως αὐτῆς φαίνεται ὅτι ἡ (X_L) εἶναι ἀνάλογος τῆς συχνότητος (f). Δηλαδὴ, ὅσον μεγαλυτέρα εἶναι ἡ συχνότης τῆς ἐναλλασσομένης τάσεως, ἡ ὁποία ἐφαρμόζεται εἰς τὸ πηνίου, τόσον ἡ αὐτεπαγωγικὴ ἀντίστασις αὐξάνεται.

Ἡ τιμὴ τῆς (X_L) δύναται νὰ εὐρεθῇ, εἰς ἕνα κύκλωμα ὡς τὸ ἐπόμενον, ἐκ τῆς σχέσεως:

$$X_L = \frac{V}{I},$$

ἐφ' ὅσον μετρηθοῦν ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ (V) εἰς τὰ ἄκρα τοῦ πηνίου καὶ ἡ ἔντασις (I) τοῦ ρεύματος εἰς τὸ κύκλωμα αὐτὸ (ἡ ὠμικὴ ἀντίστασις τοῦ πηνίου πρέπει νὰ εἶναι πολὺ μικρὴ ἐν συγκρίσει πρὸς τὴν αὐτεπαγωγικὴν ἀντίστασιν αὐτοῦ).

Ἡ αύτεπαγωγή (L) ἑνός πηνίου (εἰς ἀνρὺ) ὑπολογίζεται ἐκ τῆς αύτεπαγωγικῆς ἀντίστασσεως ($X_L = 2\pi \cdot f \cdot L$), ἐὰν αὐτὴ λυθῆ ὡς πρὸς (L). *Ἦτοι:



$$L = \frac{X_L}{2\pi \cdot f}$$

καὶ ἐφ' ὅσον εἶναι γνωστὰ τὰ (X_L) καὶ (f).

Σχ. 28 · β.

ΕΡΓΑΣΙΑ

1. Νὰ πραγματοποιηθῆ τὸ προηγούμενον κύκλωμα. Τὸ πηνίον νὰ τροφοδοτηθῆ ἀπὸ ταλαντωτὴν μεταβαλλομένης συχνότητας. Ὁ ταλαντωτὴς αὐτὸς εἶναι μία ἠλεκτρονικὴ συσκευή, ἡ ὁποία παρέχει ἐναλλασσομένην τάσιν μεταβλητῆς συχνότητας, τῆς περιοχῆς τῶν χαμηλῶν συχνοτήτων. Ἡ περιοχή αὐτὴ περιλαμβάνει συχνότητας ἀπὸ 20 Hz ἕως καὶ 20 000 Hz.

2. Νὰ ρυθμισθῆ ὁ ταλαντωτὴς, ὥστε νὰ παρέχη τὴν συχνότητα τῶν 10 kHz καὶ νὰ μετρηθῆ ἡ τάσις ἐξόδου του (V), ἡ ὁποία ἐφαρμόζεται εἰς τὰ ἄκρα τοῦ πηνίου καθὼς καὶ ἡ ἔντασις (I) τοῦ ρεύματος εἰς τὸ κύκλωμα.

3. Ἐκ τῶν μετρήσεων τῆς προηγούμενης περιπτώσεως νὰ ὑπολογισθῆ ἡ αύτεπαγωγικὴ ἀντίστασις (X_L) τοῦ πηνίου διὰ τὴν συχνότητα τῶν 10 kHz.

4. Μὲ δεδομένα τὴν συχνότητα (f) καὶ τὴν αύτεπαγωγικὴν ἀντίστασιν (X_L) νὰ ὑπολογισθῆ ἡ αύτεπαγωγή (L) τοῦ πηνίου.

5. Εἰς τὸ αὐτὸ κύκλωμα νὰ ρυθμισθῆ ὁ ταλαντωτὴς, ὥστε νὰ παρέχη τὴν συχνότητα τῶν 9 kHz καὶ νὰ ληφθοῦν ἐκ νέου μετρήσεις τῶν (V) καὶ (I). Ἐξ αὐτῶν νὰ ὑπολογισθῆ πάλιν ἡ (X_L).

6. Αἱ αὐταὶ μετρήσεις καὶ ὑπολογισμοὶ νὰ ἐπαναληφθοῦν διὰ τὰς συχνότητας 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2 καὶ 1 kHz. Τὰ ἀποτελέσματα νὰ γραφοῦν εἰς τὸν ἐπόμενον πίνακα (σελ. 143).

7. Ποία ἡ ἐπίδρασις τῆς μεταβολῆς τῆς συχνότητος εἰς τὴν αύτεπαγωγικὴν ἀντίστασιν τοῦ πηνίου;

8. Νὰ ὑπολογισθῆ ἡ αύτεπαγωγή (L) τοῦ πηνίου καὶ διὰ

τὰς συχνότητας 5 kHz καὶ 1 kHz. Ποία ἡ ἐπίδρασις τῆς μεταβολῆς τῆς συχνότητος εἰς τὴν αὐτεπαγωγὴν τοῦ πηνίου;

f (kHz)	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
V (βόλτ)										
I (mA)										
$X_L = \frac{V}{I} (\Omega)$										

9. Ποία ἡ περιοχὴ τῶν χαμηλῶν συχνοτήτων, τὰς ὁποίας καλύπτει ὁ ταλαντωτὴς τῆς ἀσκήσεως;

Παραπομπὰὶ διὰ συμπληρωματικὴν μελέτην :

Α. Παππά: «Ἠλεκτρολογία», τόμος Β', σελ. 170 καὶ τόμος Γ', σελ. 56. (Ἐκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

Γ. Βουδούρη: «Ραδιοτεχνία», τόμος Α', σελ. 63. (Ἐκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

Κ. Θεοφιλοπούλου: «Ἠλεκτροτεχνία», τόμος Α', σελ. 199. (Ἐκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

ΠΗΝΙΟΝ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΑΣΙΣ ΕΝ ΣΕΙΡΑ

Μία ωμική αντίστασις περιορίζει τήν έντασιν του ρεύματος εις τὸ κύκλωμα, εις τὸ ὁποῖον εἶναι συνδεδεμένη. Τὸ φαινόμενον αὐτὸ παρουσιάζεται τόσον εις τὸ συνεχές ὅσον καὶ εις τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα. Μία αὐτεπαγωγή (ἓνα πηνίον), ὅταν συνδεθῆ εἰς κύκλωμα, τὸ ὁποῖον τροφοδοτεῖται ἀπὸ πηγὴν συνεχοῦς τάσεως, παρουσιάζει μίαν μικρὰν ἀντίστασιν, ἡ ὁποία εἶναι ἡ ὠμική ἀντίστασις τοῦ σύρματος, μὲ τὸ ὁποῖον εἶναι κατεσκευασμένον τὸ πηνίον. Ἐὰν ὁμως τὸ αὐτὸ πηνίον τροφοδοτηθῆ ὑπὸ ἐναλλασσομένης τάσεως, παρουσιάζει τότε πολὺ μεγαλυτέραν ἀντίστασιν, ἀπὸ ἐκείνην τὴν ὁποίαν παρουσίαζεν ὅταν ἡ τάσις ἦτο συνεχῆς.

Τοῦτο συμβαίνει διότι, ὡς καὶ εις τὴν προηγουμένην ἀσκήσιν ἀνεπτύθη, εις τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα ἐμφανίζεται εις τὸ πηνίον μία ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐξ αὐτεπαγωγῆς, ἡ ὁποία ἔχει τὴν ιδιότητα νὰ ἀντιτίθεται εις οἰανδήποτε μεταβολὴν τοῦ ρεύματος, τὸ ὁποῖον τὸ διαρρέει. Αὐτὴ ἡ ἀντίθεσις εις τὰς μεταβολὰς τοῦ ρεύματος εἶναι ἡ βασικὴ καὶ κυρία ιδιότης ἐνὸς πηνίου καὶ χαρακτηρίζει τὴν αὐτεπαγωγὴν αὐτοῦ.

Μονὰς μετρήσεως τῆς αὐτεπαγωγῆς εἶναι τὸ ἀνρὺ (henry, σύμβολον H), τὸ ὁποῖον ἔχει ὑποπολλαπλάσια τὸ mH (μιλλιανρὺ, χιλιοστὸν τοῦ H) καὶ τὸ μH (μικροανρὺ, ἑκατομμυριοστὸν τοῦ H).

Ὅλα τὰ πηνία εις τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα, ἐκτὸς τῆς ὠμικῆς ἀντιστάσεως τοῦ σύρματος (ἡ ὁποία δύναται νὰ μετρηθῆ δι' ὠμομέτρου), παρουσιάζουν καὶ αὐτεπαγωγικὴν ἀντίστασιν. Ἡ αὐτεπαγωγικὴ ἀντίστασις ἐμφανίζεται μόνον εις τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα, μετρεῖται εις ὦμ, συμβολίζεται μὲ (X_L) καὶ δίδεται ἀπὸ τὴν σχέσιν :

$$X_L = 2\pi \cdot f \cdot L,$$

ὅπου: (π) εἶναι μία σταθερὰ ἴση μὲ 3,14, (f) εἶναι ἡ συχνότης

τῆς πηγῆς εἰς Hz, καί (L) εἶναι ἡ αὐτεπαγωγὴ τοῦ πηνίου εἰς H.

Ἡ προηγουμένη σχέσηις τῆς αὐτεπαγωγικῆς ἀντιστάσεως δεικνύει ὅτι :

α) Διὰ τὸ συνεχές ρεῦμα, ὅπου $f = 0$, ἡ αὐτεπαγωγικὴ ἀντίστασις (X_L) ἑνὸς πηνίου εἶναι μηδέν. Δηλαδή, τὸ πηνίον εἰς ἓνα κύκλωμα συνεχοῦς ρεύματος παρουσιάζει μόνον τὴν ὠμικὴν ἀντίστασιν (R) τοῦ σύρματος, ἀπὸ τὸ ὁποῖον εἶναι κατασκευασμένον.

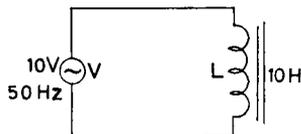
β) Διὰ τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα, ἡ αὐτεπαγωγικὴ ἀντίστασις (X_L) ἑνὸς πηνίου γίνεται μεγαλυτέρα, ὅταν ἡ συχνότης (f) αὐξάνεται. Τὸ φαινόμενον τῆς αὐξήσεως τῆς (X_L) μετὰ τῆς συχνότητος (f) ἐξητάσθη εἰς τὴν προηγουμένην ἀσκήσιν.

Ὁ νόμος τοῦ Ὠμ ἰσχύει ἐπίσης εἰς τὰ κυκλώματα μὲ αὐτεπαγωγικὴν ἀντίστασιν καὶ ἐκφράζεται εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν ὑπὸ τῆς σχέσεως :

$$I = \frac{V}{X_L}$$

Ἡ αὐτεπαγωγικὴ ἀντίστασις (X_L) δὲν δύναται νὰ μετρηθῇ δι' ὠμομέτρου (μία μέθοδος μετρήσεως αὐτῆς ἐξητάσθη εἰς τὴν προηγουμένην ἀσκήσιν).

Εἰς τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 29·α, ὡς παράδειγμα, ἓνα πηνίον αὐτεπαγωγῆς $L = 10$ H τροφοδοτεῖται ὑπὸ πηγῆς ἐναλλασσομένης τάσεως 10 V, συχνότητος 50 Hz.



Σχ. 29·α.

Τὸ ρεῦμα, τὸ ὁποῖον κυκλοφορεῖ εἰς τὸ κύκλωμα, ὑπολογίζεται ὡς ἑξῆς :

$$I = \frac{V}{X_L} = \frac{10}{2\pi \cdot f \cdot L} = \frac{10}{6,28 \times 50 \times 10} = 3,18 \text{ mA}$$

Ἐὰν τῶρα ἐν σειρά πρὸς τὸ πηνίον συνδεθῇ μία ὠμικὴ ἀντίστασις, ὅπως φαίνεται εἰς τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 29·β, τὸ ρεῦμα θὰ εἶναι ὅπωςδήποτε μικρότερον τῶν 3,18 mA.

Εἰς τὸ κύκλωμα αὐτὸ ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος δίδεται ὑπὸ τῆς σχέσεως :

$$I = \frac{V}{Z},$$

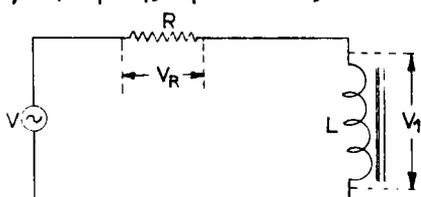
όπου (Z) είναι ή σύνθετος αντίστασις, δηλαδή ή αντίστασις, ή ό-
ποία παρουσιάζεται εις τό κύκλωμα, όταν τουτό έχη έν σειρά
τάς αντιστάσεις (R), ώμικήν, και (X_L), αυτεπαγωγικήν.

Ή σύνθετος αντίστασις (Z) δίδεται υπό τής σχέσεως :

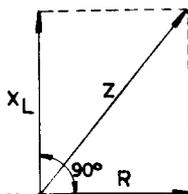
$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2},$$

ή όποία δηλοϊ ότι αι αντιστάσεις (R) και (X_L) δέν προστίθενται
αριθμητικώς αλλά γεωμετρικώς.

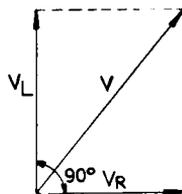
Τό διάγραμμα του σχήματος 29· γ δεικνύει τόν τρόπον τής
γεωμετρικής προσθέσεως.



Σχ. 29· β.



Σχ. 29· γ.



Σχ. 29· δ.

Ήπίσης εις τό κύκλωμα αυτό μέ τά στοιχεία (R) και (X_L)
έν σειρά ίσχύουν διά τās τάσεις τās ακόλουθα :

Ή τάσις (V_L) εις τά άκρα του (L) είναι :

$$V_L = \frac{X_L}{Z} \cdot V.$$

Ή τάσις (V_R) εις τά άκρα τής (R) είναι :

$$V_R = \frac{R}{Z} \cdot V.$$

Αϊ τάσεις αυται (πτώσεις τάσεως εις τά άκρα των R και
 X_L) προστίθενται έπίσης γεωμετρικώς, όπως φαίνεται εις τό διά-
γραμμα του σχήματος 29· δ.

Έάν είναι γνωστή ή τάσις (V_L) εις τά άκρα του πηνίου ή
ή τάσις (V) τής πηγής και μετρηθή ή έντασις του ρεύματος, δύ-
νανται νά υπολογισθοϋν αι αντιστάσεις (X_L) και (Z) από τās
έξης σχέσεις :

$$X_L = \frac{V_L}{I} \quad \text{και} \quad Z = \frac{V}{I}.$$

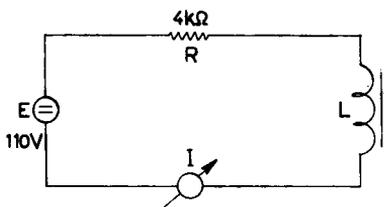
Έπίσης η αὐτεπαγωγὴ ἑνὸς πηνίου δύναται νὰ εὐρεθῆ, ἐφ' ὅσον εἶναι γνωστὴ ἡ αὐτεπαγωγικὴ τοῦ ἀντίστασις (X_L), ἐκ τῆς σχέσεως:

$$L = \frac{X_L}{2\pi \cdot f} \quad \text{ὅπου} \quad (X_L = \omega L).$$

ΕΡΓΑΣΙΑ

1. Νὰ πραγματοποιηθῆ τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 29·ε. Νὰ ἐφαρμοσθῆ συνεχὴς τάσις 110 V, νὰ μετρηθῆ ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος εἰς αὐτὸ καὶ νὰ ὑπολογισθῆ ἡ ὅλική του ἀντίστασις.

2. Τὸ ἀνωτέρω κύκλωμα νὰ τροφοδοτηθῆ μὲ ἐναλλασσομένην τάσιν 110 V καὶ νὰ ὑπολογισθῆ πάλιν ἡ ὅλική του ἀντίστασις (σύνθετος ἀντίστασις τοῦ κυκλώματος).



Σχ. 29·ε.

Προσοχή! Τὸ ἀμπερόμετρον εἰς τὴν περίπτωσιν 1 εἶναι συνεχοῦς, ἐνῶ εἰς τὴν 2 εἶναι ἐναλλασσομένου ρεύματος.

3. Νὰ συγκριθοῦν καὶ σχολιασθοῦν τὰ ἀποτελέσματα τῶν δύο περιπτώσεων.

4. Εἰς τὸ αὐτὸ κύκλωμα, ὅταν τροφοδοτῆται μὲ ἐναλλασσομένην τάσιν, νὰ μετρηθοῦν αἱ τάσεις (V_R), εἰς τὰ ἄκρα τῆς ἀντιστάσεως (R), καὶ (V_L), εἰς τὰ ἄκρα τοῦ πηνίου.

5. Ἀπὸ τὴν μετρηθεῖσαν τάσιν (V_R) καὶ τὴν τιμὴν τῆς ἀντιστάσεως (R) νὰ ὑπολογισθῆ ἡ ἔντασις (I) τοῦ ρεύματος εἰς τὸ κύκλωμα. Τὸ ἀποτέλεσμα νὰ συγκριθῆ μὲ τὴν προηγουμένην ἔνδειξιν τοῦ ἀμπερομέτρου.

6. Νὰ συνδεσμολογηθῆ ἡ ἀντίστασις (R), νὰ μετρηθῆ ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος (I) καὶ νὰ ὑπολογισθῆ ἡ αὐτεπαγωγικὴ ἀντίστασις (X_L) τοῦ πηνίου.

7. Νά αντικατασταθῆ τὸ πηνίον διὰ μιᾶς ἀντιστάσεως (R) ἴσης μὲ τὴν (X_L) εἰς ᾧμ. Νά ληφθοῦν μετρήσεις ὅπως ὀρίζουν αἱ περιπτώσεις 1 καὶ 2 καὶ νά γίνουν συγκρίσεις καὶ σχόλια ὅπως καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν 3.

8. Μὲ δεδομένην τὴν (X_L) νά ὑπολογισθῆ ἡ αὐτεπαγωγή (L) τοῦ πηνίου ἐκ τῆς σχέσεως:

$$X_L = 2\pi \cdot f \cdot L.$$

Παραπομπὰι διὰ συμπληρωματικὴν μελέτην :

Α. Παππᾶ : «Ἡλεκτρολογία», τόμος Γ', σελ. 69. (Ἐκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

Γ. Βουδούρη : «Ραδιοτεχνία», τόμος Α', σελ. 73. (Ἐκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

Κ. Θεοφιλοπούλου : «Ἡλεκτροτεχνία», τόμος Α', σελ. 249, 253. (Ἐκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΕΠΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΑΜΟΙΒΑΙΑ ΕΠΑΓΩΓΗ

Ἡλεκτρομαγνητικὴ ἐπαγωγή ὀνομάζεται τὸ φαινόμενον τῆς ἀναπτύξεως τάσεως εἰς ἓνα κύκλωμα (συνήθως εἰς ἓνα πηνίον κυκλώματος), ὅταν ἡ μαγνητικὴ ροὴ εἰς τὸ κύκλωμα αὐτὸ μεταβάλλεται. Εἰς τὴν ἄσκησιν 28 ἀναφέρεται ἡ θεωρία περὶ ἠλεκτρομαγνητικῆς ἐπαγωγῆς καὶ πρέπει ὁ μαθητὴς νὰ τὴν μελετήσῃ ἐκεῖ.

Ἀνάπτυξις τάσεως (ἠλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως) ἐξ ἐπαγωγῆς παρουσιάζεται εἰς τὰς ἑξῆς τρεῖς περιπτώσεις:

1. Ὄταν ἓνας μόνιμος μαγνήτης ἢ ἠλεκτρομαγνήτης κινῆται εἰς τὴν περιοχὴν ἑνὸς σταθεροῦ πηνίου. Εἰς τὰ ἄκρα τοῦ πηνίου ἐμφανίζεται τότε ΗΕΔ ἐξ ἐπαγωγῆς, ἡ ὁποία διαπιστοῦται εὐκόλως ἐκ τῆς κυκλοφορίας ρεύματος εἰς ἓνα ἀμπερόμετρον, τὸ ὁποῖον εἶναι συνδεδεμένον εἰς τὰ ἄκρα τοῦ πηνίου.

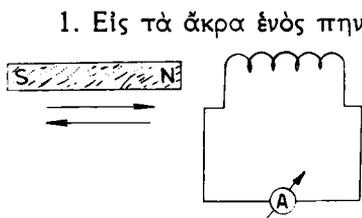
2. Ὄταν ἓνα πηνίον κινῆται ἢ περιστρέφεται ἐντὸς περιοχῆς σταθεροῦ μαγνητικοῦ πεδίου.

3. Ὄταν ἓνα σταθερὸν (ἀκίνητον) πηνίον εὔρεθῇ πλησίον ἑνὸς δευτέρου ἐπίσης σταθεροῦ πηνίου, τὸ ὁποῖον ὁμως διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος μεταβαλλομένης ἐντάσεως.

Ἡ τελευταία περίπτωσις ἀναφέρεται καὶ ὡς ἀμοιβαία ἐπαγωγή, δεδομένου ὅτι ἀπὸ τὴν στιγμήν, κατὰ τὴν ὁποίαν εἰς τὸ πρῶτον πηνίον ἐμφανίζεται ΗΕΔ ἐξ ἐπαγωγῆς, τοῦτο θὰ δράσῃ ὡς πηγὴ διὰ τὸ δεύτερον καὶ θὰ τὸ ἐπηρέαζῃ ἐπαγωγικῶς, ὅπως τὸ δεύτερον πηνίον ἐπηρέασε τὸ πρῶτον.

Ὁ νόμος τοῦ Λέντς (Lenz) ἢ νόμος τῆς ἐπαγωγῆς λέγει διὰ τὰ φαινόμενα αὐτά: *Ἡ φορὰ τοῦ ρεύματος, τὸ ὁποῖον προκαλεῖ ἡ ἐξ ἐπαγωγῆς τάσις εἰς ἓνα κύκλωμα (ἐπαγωγικὸν ρεῦμα), εἶναι τοιαύτη, ὥστε τὸ μαγνητικὸν πεδίου, τὸ ὁποῖον παράγεται ὑπὸ τοῦ ρεύματος αὐτοῦ, νὰ ἀντιτίθεται εἰς τὴν μεταβολὴν τῆς μαγνητικῆς ροῆς τοῦ κυκλώματος.*

ΕΡΓΑΣΙΑ



Σχ. 30·α.

1. Είς τὰ άκρα ένός πηνίου νά συνδεθῆ̄ ένα εύαισθητον μικροαμπερόμετρον συνεχούς ρεύματος, όπως δεικνύει τὸ σχῆμα 30·α. Ένα γαλβανόμετρον μετὴν ένδειξιν τοῦ μηδενός εἰς τὸ μέσον τῆς κλίμακος έξυπηρετεῖ καλύτερον τὸ πείραμα. Πλησίον τοῦ πηνίου νά κινηθῆ̄ ένας μόνι-

μος μαγνήτης κατὰ τὴν φοράν τοῦ ένός ἢ τοῦ άλλου βέλους καὶ νά παρατηρηθῆ̄ ἡ ένδειξις τοῦ ὄργανου.

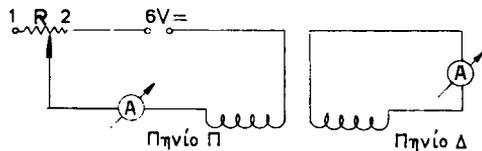
2. Νά έπαναληφθῆ̄ ἡ κίνησις τοῦ μαγνήτου, μετὴν ἡλλαγμένην όμως πολικότητα (άλλαγή τῶν πόλων τοῦ μαγνήτου) καὶ νά παρατηρηθῆ̄ πάλιν ἡ ένδειξις τοῦ ὄργανου.

3. Τὰ ζητούμενα εἰς τὰς δύο προηγουμένας έρωτήσεις νά έπαναληφθοῦν μετὰ ταχυτέρας όμως κινήσεις τοῦ μαγνήτου. Νά παρατηρηθοῦν αἱ ένδείξεις τοῦ ὄργανου καὶ νά έξαχθοῦν συμπεράσματα τόσον διὰ τὴν πολικότητα, ὅσον καὶ διὰ τὸ πλάτος τῆς άναπτυσσομένης έκάστην φοράν τάσεως έξέπαγωγῆς εἰς τὸ πηνιον.

4. Νά έπαναληφθοῦν αἱ μετρήσεις καὶ τῶν τριῶν προηγουμένων περιπτώσεων μετὰ πηνιον περισσοτέρων σπειρῶν. Τὰ άποτελέσματα νά συγκριθοῦν μετὰ έκεῖνα τῶν τριῶν προηγουμένων περιπτώσεων καὶ νά έξαχθοῦν συμπεράσματα.

5. Αἱ αὐτὰ μετρήσεις νά έπαναληφθοῦν, άφοῦ προηγουμένως τοποθετηθῆ̄ σιδηροπυρῆν εἰς τὰ πηνία. Νά συγκριθοῦν έπίσης τὰ άποτελέσματα όπως καὶ εἰς τὴν προηγουμένην περίπτωσην.

6. Νά πραγματοποιηθῆ̄ τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 30·β.



Σχ. 30·β.

Μετὸν ροοστάτην (R) εἰς μίαν σταθεράν θέσιν νά σημειωθῆ̄ έάν ύπάρχη ένδειξις ρεύματος εἰς τὸ πηνιον (Δ).

7. Νά ληφθοῦν, ἔστω καὶ κατὰ προσέγγισιν, μετρήσεις τῶν ἐνδείξεων τοῦ ὄργανου εἰς τὸ πηνίον (Δ) διὰ ποικίλα ὄρια μεταβολῆς τῆς ἐντάσεως τοῦ μεταβαλλομένου ρεύματος εἰς τὸ πηνίον (Π). Αἱ μεταβολαὶ τοῦ ρεύματος ἐπιτυγχάνονται διὰ μεταβολῆς τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ροοστάτου (R) (κίνησις ἀπὸ τὸ 1 πρὸς τὸ 2), μὲ τὸν αὐτὸν πάντοτε ρυθμὸν.

8. Ἀκολουθῶς νὰ παρατηρηθῆ ἡ βελὸνῃ τοῦ ὄργανου, ὅταν ἡ κινητὴ ἐπαφὴ τοῦ ροοστάτου κινῆται μὲ μεγάλην ταχύτητα ἀπὸ τὸ 1 πρὸς τὸ 2 καὶ ἀντιστρόφως. Νά ἐξηγηθῆ τὸ φαινόμενον.

9. Νά ἀλλαχθῆ ἡ πολικότης τῆς πηγῆς καὶ νὰ ἐπαναληφθῆ ἡ ἐργασία τῆς προηγουμένης περιπτώσεως. Νά παρατηρηθῆ καὶ δικαιολογηθῆ ἡ ἐπίδρασις τῆς ἀλλαγῆς αὐτῆς ἐπὶ τῶν ἐνδείξεων.

10. Αἱ μετρήσεις τῆς περιπτώσεως 7 νὰ ἐπαναληφθοῦν μὲ τὸ πηνίον (Δ) εἰς μεγαλυτέραν ἀπόστασιν. Νά δικαιολογηθοῦν αἱ ἐνδείξεις τοῦ ὄργανου.

11. Ἐὰν εἰς τὸ πηνίον (Π) ἐφηρμόζετο ἐναλλασσομένη τάσις, θὰ ἴσχυεν ὁ προηγούμενος τρόπος ἐργασίας; Νά δικαιολογηθῆ ἡ ἀπάντησις.

12. Εἰς τὴν περίπτωσιν 1, ἐὰν ὁ μαγνήτης παραμείνῃ ἀκίνητος καὶ κινῆται τὸ πηνίον πλησίον αὐτοῦ, θὰ ἐμφανισθῆ τάσις ἐξ ἐπαγωγῆς; Νά ἐξηγηθῆ θεωρητικῶς ἡ ἀπάντησις καὶ ἐν συνεχείᾳ νὰ γίνῃ προσπάθεια πειραματικῆς ἐπαληθεύσεως.

13. Εἰς τὴν περίπτωσιν 6, ἐὰν τὸ πηνίον (Δ) ἦτο «ἀνοικτὸν» (δὲν ἦτο συνδεδεμένον τὸ ὄργανον), θὰ ἐνεφανίζετο τάσις ἐξ ἐπαγωγῆς εἰς τὰ ἄκρα του;

14. Ποῖος ὁ νόμος τοῦ Λέντς;

Παραπομπαὶ διὰ συμπληρωματικὴν μελέτην :

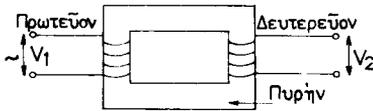
Α. Παππά: «Ἠλεκτρολογία», τόμος Β', σελ. 106, 113. (Ἐκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

Γ. Βουδούρη: «Ραδιοτεχνία», τόμος Α', σελ. 72. (Ἐκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΑΙ

Οί μετασχηματιστάι είναι ηλεκτρικαί συσκευαί χωρίς περιστρεφόμενα μέρη, αί όποιαί χρησιμοποιούνται διά τόν ύποβιβασμόν ή τήν άνύψωσιν μιᾶς ἐναλλασσομένης τάσεως. Διά τοῦ μετασχηματιστοῦ είναι δυνατόν νά άνυψωθῆ ἢ νά ύποβιβασθῆ μία τάσις, ἀντιστοιχῶς ὅμως θά ύποβιβάζεται ἢ θά αύξάνεται ἡ έντασις τοῦ ρεύματος, τό όποϊόν ὁ μετασχηματιστής παρέχει εἰς τρόπον, ὥστε τό γινόμενον $V \cdot I = P$ νά παραμένῃ σχεδόν σταθερόν.

Ἐνας ἀπλοῦς μετασχηματιστής ἀποτελεῖται ἀπό σιδηροπυρῆνα, γύρω ἀπό τόν όποϊόν είναι τυλιγμένα ἐπὶ μονώσεων, μονωμένα μεταξύ των καί ἀπό τόν πυρῆνα τουλάχιστον δύο τυλίγματα (πηνία), ὅπως φαίνονται εἰς τό σχῆμα 31·α.



Σχ. 31·α.

Τό ένα ἐκ τῶν δύο τυλίγμάτων συνδέεται εἰς τήν πηγὴν καί λέγεται *πρωτεύων τύλιγμα* τό δέ ἄλλο, τό όποϊόν λέγεται *δευτερεύων τύλιγμα*, παρέχει τήν ἐπιθυμητήν τάσιν διά τήν τροφοδότησιν ενός συγκεκριμένου φορτίου.

Οί μετασχηματισταί, ὅπως ἤδη ἀνεφέρθη, ἐργάζονται μόνον εἰς τό ἐναλλασσόμενον ρεῦμα καί ἡ λειτουργία των στηρίζεται εἰς τό ἐπαγωγικόν φαινόμενον.

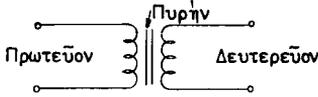
Εἰς τό συνεχές ρεῦμα, ὄχι μόνον δέν ἐργάζονται, ἀλλά ἐάν κατά λάθος συνδεθοῦν, θά καταστραφοῦν (θά καοῦν), διότι, ὡς ἀνεφέρθη εἰς τὰς προηγουμένας ἀσκήσεις, τὰ τυλίγματά των (πηνία) παρουσιάζουν πολὺ μικράν ἀντίστασιν εἰς τό συνεχές ρεῦμα.

Θεωρητικῶς οἱ μετασχηματισταί συμβολίζονται ὅπως δεικνύει τό σχῆμα 31·β.

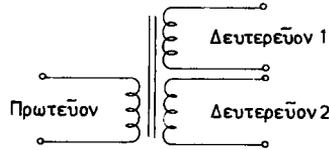
Ἐάν τὰ δευτερεύοντα τυλίγματα είναι περισσότερα τοῦ ενός, συμβολίζονται ὡς ἐξῆς (σχ. 31·γ) :

Εἰς τήν περίπτωσιν μετασχηματιστοῦ μέ δύο δευτερεύοντα τυλίγματα, τό δευτερεύον μέ τὰς περισσοτέρας σπείρας (ἐφ' ὅσον

είναι περισσότεροι τῶν σπειρῶν τοῦ πρωτεύοντος) λέγεται και δευτερεῦον ὑψηλῆς τάσεως (Υ.Τ.), τὸ δὲ ἄλλο μὲ τὰς ὀλιγωτέρας λέγεται δευτερεῦον χαμηλῆς τάσεως (Χ.Τ.).

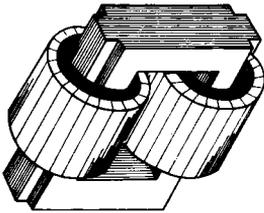


Σχ. 31·β.



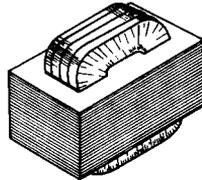
Σχ. 31·γ.

Ἡ πρακτικὴ ὄψις μικρῶν μονοφασικῶν μετασχηματιστῶν ἰσχύος φαίνεται εἰς τὰ σχήματα 31·δ και 31·ε.



Σχ. 31·δ.

Μετασχηματιστῆς πλαισίου.



Σχ. 31·ε.

Μετασχηματιστῆς μανδύου.

Ὅταν μία τάσις ἐφαρμοσθῆ εἰς τὰ ἄκρα τοῦ πρωτεύοντος τυλίγματος, προκαλεῖ τὴν κυκλοφορίαν ρεύματος εἰς αὐτό. Μὲ τὴν κυκλοφορίαν ρεύματος ἐμφανίζεται γύρω ἀπὸ τὸ πρωτεῦον ἓνα ἐναλλασσόμενον μαγνητικὸν πεδῖον, τὸ ὁποῖον ἐπιδρᾷ εἰς τὸ δευτερεῦον ἢ εἰς τὰ δευτερεύοντα τυλίγματα, εἰς τὰ ὁποῖα ἀναπτύσσεται τάσις ἐξ ἐπαγωγῆς.

Ἡ σχέσις μεταξὺ τῆς ἐπαγομένης τάσεως εἰς τὸ δευτερεῦον (E_2) και τῆς ἐφαρμοζομένης εἰς τὰ ἄκρα τοῦ πρωτεύοντος (E_1) ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸν λόγον τῶν σπειρῶν (ἢ τὸν λόγον μετασχηματισμοῦ) n και εἶναι :

$$n = \frac{N_1}{N_2} = \frac{E_1}{E_2},$$

ὅπου (N_1) εἶναι ὁ ἀριθμὸς σπειρῶν τοῦ πρωτεύοντος και (N_2) εἶναι ὁ ἀριθμὸς σπειρῶν τοῦ δευτερεύοντος τυλίγματος.

Ἐάν $n = 1$, δηλαδὴ ἂν εἶναι ἴσος ὁ ἀριθμὸς τῶν σπειρῶν εἰς

τά δύο τυλίγματα, τότε εις τὸ πρωτεύον καὶ εις τὸ δευτερεύον ἐπικρατεῖ ἡ αὐτὴ τάσις. Μετασχηματισται μὲ λόγον σπειρῶν 1 συναντῶνται σπανίως καὶ χρησιμοποιοῦνται ἀπλῶς διὰ νὰ ἀπομονώσουν ἓνα κύκλωμα (π.χ. διὰ νὰ ἀπομονώσουν μίαν κατανάλωσιν ἀπὸ ἄμεσον ἠλεκτρικὴν ἐπαφὴν μὲ μίαν πηγὴν).

Ἐὰν $n > 1$ (δηλαδή $N_1 > N_2$), τὸ πρωτεύον τύλιγμα ἔχει περισσότεράς σπείρας ἀπὸ τὸ δευτερεύον καὶ ὁ μετασχηματιστὴς εἶναι ὑποβιβαστὴς τάσεως.

Ἐὰν τέλος $n < 1$ (δηλαδή $N_1 < N_2$), ὁ μετασχηματιστὴς εἶναι ἀνυψωτὴς τάσεως, ἐφ' ὅσον τὸ δευτερεύον τύλιγμα ἔχη περισσότεράς σπείρας.

Ὅταν τὸ δευτερεύον τύλιγμα τροφοδοτῆ μὲ ρεῦμα μίαν κατανάλωσιν, ὁ λόγος τοῦ ρεύματος, τὸ ὁποῖον κυκλοφορεῖ εις τὸ πρωτεύον πρὸς τὸ ρεῦμα τοῦ δευτερεύοντος, εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ λόγου τῶν σπειρῶν καὶ ἐπομένως καὶ τοῦ λόγου τῶν τάσεων. Δηλαδή:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{E_2}{E_1} = \frac{1}{n}$$

Ὅταν ὁ μετασχηματιστὴς συνδέεται διὰ νὰ «προσαρμόσῃ» δύο διαφορετικὰς ἀντιστάσεις, πρᾶγμα τὸ ὁποῖον συμβαίνει συχνὰ εις ραδιοτεχνικὰ κυκλώματα, ἰσχύει ἡ σχέση:

$$Z_1 = n^2 \cdot Z_2,$$

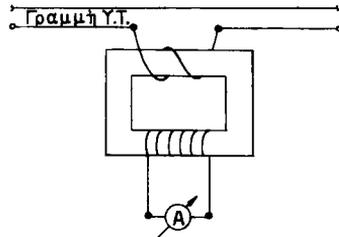
ὅπου (Z_1) εἶναι ἡ σύνθετος ἀντίστασις τῆς πηγῆς, ἡ ὁποία τροφοδοτεῖ τὸ πρωτεύον, καὶ (Z_2) ἡ σύνθετος ἀντίστασις τοῦ φορτίου.

Τὰ ἀνωτέρω ἰσχύουν δι' ὅλα τὰ εἶδη τῶν μετασχηματιστῶν ἰσχύος, μονοφασικῶν καὶ τριφασικῶν. Οἱ μικροὶ μονοφασικοὶ μετασχηματισται ἰσχύος, οἱ ὁποῖοι χρησιμοποιοῦνται πολὺ συχνὰ εις οἰκιακὰς ἠλεκτρολογικὰς καὶ ἠλεκτρονικὰς συσκευάς, λέγονται καὶ μετασχηματισται τάσεως. Μετασχηματισται τάσεως ἐξ ἄλλου εἶναι καὶ οἱ μετασχηματισται τῶν δικτύων ὑψηλῶν τάσεων τῆς ΔΕΗ, ἀλλὰ ἐπειδὴ αὐτοὶ τροφοδοτοῦν μεγάλας κατανάλωσεις (παρέχουν μεγάλας ἰσχεῖς), λέγονται μετασχηματισται ἰσχύος.

Εἰς διαφόρους ἠλεκτρολογικὰς μετρήσεις τῆς πράξεως, π.χ.

εις τὰς μετρήσεις ηλεκτρικῆς ἐνεργείας, τὴν ὁποίαν ἡ ΔΕΗ πωλεῖ εἰς ἐργοστάσια τροφοδοτούμενα δι' ὑψηλῆς τάσεως, ὑπάρχει ἀνάγκη ὑποβιβασμοῦ τῆς τάσεως κατὰ ἓνα τελείως καθορισμένον ποσοστὸν οὕτως, ὥστε ἡ μέτρησις αὐτὴ νὰ δύναται νὰ γίνεταί ἀκινδύνως. Πρὸς τὸν σκοπὸν τοῦτον χρησιμοποιοῦνται εἰδικῆς κατασκευῆς μετασχηματισταί, οἱ ὅποιοι ὀνομάζονται *μετασχηματισταὶ τάσεως*.

Ἐκτὸς τῶν μετασχηματιστῶν τάσεως διὰ τὰς μετρήσεις χρησιμοποιοῦνται καὶ οἱ *μετασχηματισταὶ ἐντάσεως*. Οἱ μετασχηματισταὶ ἐντάσεως κατασκευάζονται, διὰ νὰ ἐξυπηρετοῦν εἰς συγκεκριμένους μόνον μετρήσεις. Τὸ πρωτεῦον τῶν ἔχει ὀλίγας μόνον σπείρας ἀπὸ σύρμα μεγάλης διατομῆς, συνδέεται ἐν σειρά εἰς τὸ κύκλωμα καὶ διαρρέεται ὑπὸ ἰσχυρῶν ρευμάτων, τὰ ὁποῖα δὲν δύναται νὰ μετρηθοῦν εὐθέως. Τὸ δευτερεῦον, μὲ περισσότερας σπείρας, ὑποβιβάζει τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος καὶ καθιστᾷ εὐχερῆ τὴν μέτρησιν αὐτῆς.



Σχ. 31 · στ.

Μετασχηματιστῆς ἐντάσεως συνδεδεμένος εἰς κύκλωμα γραμμῆς Υ.Τ. φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 31 · στ.

ΕΡΓΑΣΙΑ

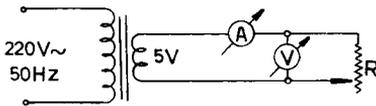
1. Διὰ τῆς χρήσεως ὤμομέτρου νὰ προσδιορισθοῦν τὰ διάφορα τυλίγματα τοῦ μετασχηματιστοῦ τῆς ἀσκήσεως καὶ νὰ σχεδιασθῇ τὸ θεωρητικὸν σχέδιον αὐτοῦ. (Εἰς τὴν ἀσκήσιν χρησιμοποιεῖται μικρὸς μονοφασικὸς μετασχηματιστῆς τάσεως μὲ περισσότερα τοῦ ἑνὸς δευτερεύοντα τυλίγματα).

2. Νὰ ἐφαρμοσθῇ κατάλληλος τάσις εἰς τὸ πρωτεῦον (π.χ. τάσις 220 V τοῦ δικτύου) καὶ νὰ μετρηθοῦν αἱ τάσεις τῶν δευτερευόντων τυλιγμάτων. (Ἐὰν ὁ μετασχηματιστῆς ἔχη πολλὰ τυλίγματα καὶ εἶναι δύσκολον νὰ ὀρισθῇ διὰ τοῦ ὤμομέτρου τὸ πρωτεῦον, δύναται νὰ χρησιμοποιηθῇ ἡ ἀκόλουθος ἀπλὴ μέθο-

δος διὰ τὴν εὐρεσιν αὐτοῦ: Ἐφαρμόζεται μία μικρὰ ἐναλλασσομένη τάσις, π.χ. 5 - 6 V, εἰς ἓνα ἀπὸ τὰ μικρὰ (μικρῆς ὠμικῆς ἀντιστάσεως) τυλίγματα τοῦ καὶ μετροῦνται αἱ τάσεις τῶν ἄλλων τυλιγμάτων, ὅποτε ἐκ τοῦ λόγου τῶν τάσεων εὐκόλως διαπιστοῦται ποῖον τύλιγμα εἶναι πρωτεύον.

3. Ἐκ τῶν μετρήσεων τῶν τάσεων τῆς προηγουμένης περιπτώσεως νὰ ὑπολογισθῇ ὁ λόγος μετασχηματισμοῦ τοῦ μετασχηματιστοῦ δι' ἕκαστον ἐκ τῶν δευτερευόντων τυλιγμάτων ἐν σχέσει πρὸς τὸ πρωτεύον.

4. Ἐὰν αἱ σπείραι τοῦ πρωτεύοντος τυλιγματος τοῦ μετασχηματιστοῦ τῆς ἀσκήσεως



Σχ. 31·ζ.

εἶναι 500, πόσαι θὰ εἶναι αἱ σπείραι ἕκαστου τῶν δευτερευόντων τυλιγμάτων;

5. Νὰ πραγματοποιηθῇ τὸ

κύκλωμα τοῦ σχήματος 31·ζ.

Διὰ διαφόρους τιμὰς τῆς μεταβλητῆς ἀντιστάσεως (R) νὰ ληφθοῦν μετρήσεις τῆς τάσεως εἰς τὰ ἄκρα αὐτῆς καὶ τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος εἰς τὸ κύκλωμα τοῦ δευτερεύοντος. Νὰ ληφθοῦν τουλάχιστον 10 ζεύγη τιμῶν τάσεως-ἐντάσεως καὶ νὰ γραφοῦν εἰς τὸν ἐπόμενον πίνακα:

R (Ω)	V (V)	I (A)	P (W)

6. Ἐκ τῶν τιμῶν τάσεως καὶ ἐντάσεως τοῦ πίνακος τῆς προηγουμένης περιπτώσεως νὰ ὑπολογισθῇ δι' ἕκαστον ζεύγος αὐτῶν, ἡ ἰσχύς εἰς τὸ δευτερεῦον καὶ νὰ συμπληρωθῇ ἡ τελευταία στήλη τοῦ προηγουμένου πίνακος. Ποία ἡ τιμὴ τῆς ἀντιστάσεως (R), διὰ τὴν ὁποίαν ἐπιτυγχάνεται προσαρμογὴ ἰσχύος; (βλέπε ἀσκησιν 20).

7. Νὰ μετρηθῇ ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος εἰς τὸ πρωτεύον τύλιγμα διὰ τὴν κατάστασιν προσαρμογῆς τοῦ φορτίου καὶ νὰ ὑπολογισθῇ ἡ ἰσχύς τοῦ πρωτεύοντος.

8. Μετασχηματιστής έχει λόγον μετασχηματισμοῦ $\eta = 4$ καί τάσιν πρωτεύοντος $V_1 = 220 \text{ V}$. Ποία ἡ τάσις εἰς τὸ δευτερεῦον αὐτοῦ;

9. Διὰ τί ὁ πυρὴν τῶν μετασχηματιστῶν ἀποτελεῖται ἀπὸ λεπτὰ μεταλλικὰ φύλλα;

Παραπομπὰὶ διὰ συμπληρωματικὴν μελέτην :

Γ. Ἀνεμογιάννη : «Ἡλεκτροτεχνία», τόμος Γ', σελ. 260. (Ἐκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

Σ. Βασιλακοπούλου : «Ἡλεκτροτεχνία», τόμος Β', σελ. 171. (Ἐκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

ΑΥΤΕΠΑΓΩΓΑΙ (ΠΗΝΙΑ) ΕΝ ΣΕΙΡΑ ΚΑΙ ΕΝ ΠΑΡΑΛΛΗΛΩ

Εἰς ἀρκετάς περιπτώσεις παρίσταται ἀνάγκη συνδέσεως δύο ἢ περισσοτέρων πηνίων ἐν σειρᾷ ἢ ἐν παραλλήλῳ μεταξύ των, ὥστε νὰ ἀποτελέσουν μίαν αὐτεπαγωγὴν ἐπιθυμητῆς τιμῆς εἰς ἓνα κύκλωμα.

Ἡ ὀλικὴ αὐτεπαγωγὴ (L) δύο ἢ περισσοτέρων πηνίων, τὰ ὁποῖα ἔχουν συνδεθῆ ἐν σειρᾷ, καὶ ἐφ' ὅσον δὲν ὑπάρχει σύζευξις μεταξύ των, δὲν ἔχουν δηλαδὴ καμμίαν μαγνητικὴν ἐπίδρασιν τὸ ἓνα πρὸς τὸ ἄλλο, δίδεται ἀπὸ τὴν σχέσιν :

$$L = L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n.$$

Ἄν τὰ πηνία συνδεθοῦν ἐν παραλλήλῳ (χωρὶς καὶ πάλιν νὰ ἐπιδρᾷ μαγνητικῶς τὸ ἓνα ἐπὶ τοῦ ἄλλου), ἡ ὀλικὴ αὐτεπαγωγὴ αὐτῶν δίδεται ἀπὸ τὴν σχέσιν :

$$L = \frac{1}{\frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_2} + \dots + \frac{1}{L_n}}.$$

Ὅταν τὰ ἐν παραλλήλῳ συνδεδεμένα πηνία εἶναι μόνον δύο, ἡ προηγουμένη σχέσις, κατόπιν πράξεων, γίνεται :

$$L = \frac{L_1 \cdot L_2}{L_1 + L_2}.$$

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω φαίνεται ὅτι κατὰ τὴν σύνδεσιν αὐτεπαγωγῶν ἐν σειρᾷ ἢ ἐν παραλλήλῳ ἰσχύουν τὰ αὐτὰ ὅπως καὶ εἰς παρομοίας συνδέσεις ἀντιστάσεων, μὲ τὴν προϋπόθεσιν πάντοτε ὅτι μεταξύ τῶν συνδεομένων πηνίων οὐδεμία ὑπάρχει ἐπαγωγικὴ σύζευξις. Ὅπως ἀνεφέρθη καὶ εἰς τὰς ἀσκήσεις 28 καὶ 29 (Αὐτεπαγωγὴ πηνίου καὶ πηνίον καὶ ἀντίστασις ἐν σειρᾷ) :

α) Ἡ αὐτεπαγωγικὴ ἀντίστασις (X_L) δίδεται ἀπὸ τὰς σχέσεις :

$$X_L = \frac{V}{I} \quad \text{καὶ} \quad X_L = 2\pi \cdot f \cdot L.$$

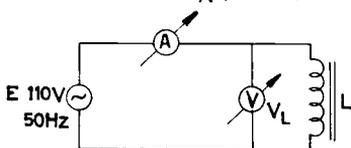
β) Ἡ αὐτεπαγωγὴ (L) ἐνὸς πηνίου δίδεται ἀπὸ τὴν σχέσιν :

$$L = \frac{X_L}{2\pi \cdot f} \quad (L \text{ εἰς ἀνρὺ, } f \text{ εἰς Hz καὶ } X_L \text{ εἰς } \omega\text{m}).$$

ΕΡΓΑΣΙΑ

1. Νὰ πραγματοποιηθῆ τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 32·α.

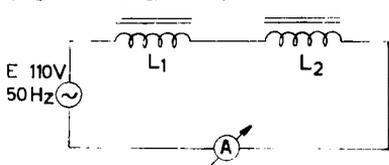
2. Ἐκ τῶν τιμῶν τῆς τάσεως (V_L) εἰς τὰ ἄκρα τοῦ πηνίου καὶ τῆς ἐντάσεως (I) τοῦ ρεύματος εἰς τὸ κύκλωμα, νὰ ὑπολογισθῆ ἡ αὐτεπαγωγικὴ ἀντίσταση (X_L) καὶ ἀκολούθως νὰ ὑπολογισθῆ ἡ αὐτεπαγωγὴ (L) τοῦ πηνίου.



Σχ. 32·α.

3. Ἡ αὐτὴ ἐργασία νὰ ἐπαναληφθῆ καὶ διὰ δεῦτερον πηνιον, τὸ ὁποῖον δίδεται εἰς τὴν ἄσκησην αὐτὴν.

4. Ἐκ τῶν τιμῶν τῶν αὐτεπαγωγῶν τῶν δύο πηνίων (L_1) καὶ (L_2), αἱ ὁποῖαι εὐρέθησαν εἰς τὰς προηγουμένας περιπτώσεις, νὰ ὑπολογισθῆ ἡ ὅλικὴ αὐτεπαγωγὴ (L), ὅταν τὰ δύο πηνία (L_1) καὶ (L_2) θεωρηθοῦν συνδεδεμένα ἐν σειρᾷ.



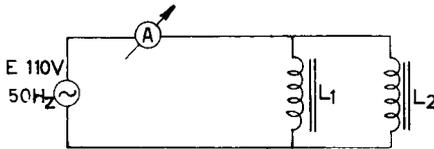
Σχ. 32·β.

5. Νὰ συνδεσμολογηθῆ τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 32·β μετὰ τὰ πηνία (L_1) καὶ (L_2) συνδεδεμένα ἐν σειρᾷ. Διὰ νὰ μὴ ὑπάρχη ἐπαγωγικὴ σύζευξις μεταξὺ τῶν πηνίων, ὡς τοποθετηθοῦν αὐτὰ εἰς κάποιαν ἀπόστασιν μεταξὺ

των (π.χ. περὶ τὰ 20 cm) καὶ κατὰ τρόπον, ὥστε οἱ ἄξονές των νὰ εἶναι κάθετοι.

6. Ἐκ τῶν τιμῶν τῆς τάσεως καὶ τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος νὰ ὑπολογισθῆ ἡ ὅλικὴ αὐτεπαγωγικὴ ἀντίστασις (X_L) τῶν δύο ἐν σειρᾷ πηνίων καὶ ἀκολούθως ἡ ὅλικὴ αὐτεπαγωγὴ αὐτῶν (L), ἐφ' ὅσον εἶναι γνωστὴ καὶ ἡ συχνότης. Ἡ εὐρεθεῖσα τιμὴ τῆς ὅλικῆς αὐτεπαγωγῆς νὰ συγκριθῆ μετὰ ἐκείνην, τὴν ὁποῖαν ἔδωσαν οἱ ὑπολογισμοὶ τῆς περιπτώσεως 4.

7. Νά πραγματοποιηθῆ τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 32·γ, μέ τὰ δύο πηνία (L_1) και (L_2) συνδεδεμένα έν παραλλήλω.



Σχ. 32·γ.

Τὰ πηνία τοποθετοῦνται και πάλιν εἰς τρόπον, ὥστε νά μή ἐπιδρᾶ ἐπαγωγικῶς τὸ ένα ἐπί τοῦ ἄλλου.

8. Ἐκ τῶν τιμῶν τῆς τάσεως εἰς τὰ ἄκρα τῶν πηνίων και τῆς έντάσεως τοῦ ρεύματος εἰς τὸ κύκλωμα νά ὑπολογισθοῦν ἡ ὄλική αύτεπαγωγική αντίσταση τῶν δύο έν παραλλήλω πηνίων και ἀκολουθῶς ἡ ὄλική αύτεπαγωγή τοῦ κυκλώματος.

9. Ἐκ τῶν τιμῶν τῶν αύτεπαγωγῶν (L_1) και (L_2), αἱ ὁποῖαι εὔρεθησαν εἰς τὰς περιπτώσεις 2 και 3 νά ὑπολογισθῆ ἡ ὄλική αύτεπαγωγή (L) αὐτῶν, ὅταν τὰ πηνία (L_1) και (L_2) θεωρηθοῦν ὡς συνδεδεμένα έν παραλλήλω. Νά συγκριθῆ ἡ τιμὴ αὐτὴ μέ τὴν εὔρεθεῖσαν εἰς τὴν περίπτωση 8.

Παραπομπὰι διὰ συμπληρωματικὴν μελέτην :

Α. Παππά: «Ἡλεκτρολογία», τόμος Β', σελ. 170. (*Ἐκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

Γ. Βουδούρη: «Ραδιοτεχνία», τόμος Α', σελ. 71. (*Ἐκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΣ ΠΥΚΝΩΤΟΥ

Μεταβολή τῆς χωρητικῆς ἀντιστάσεως μετὴν συχνότητα.

Ἐνας πυκνωτής, εἰς τὴν ἀπλουστέραν μορφήν, ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο μεταλλικὰς πλάκας εἰς μικρὰν μεταξὺ τῶν ἀπόστασιν, αἱ ὁποῖαι χωρίζονται ἀπὸ μονωτικὸν ὑλικόν. Αἱ μεταλλικαὶ πλάκες λέγονται *ὄπλισμοί*, τὸ δὲ μονωτικὸν ὑλικόν λέγεται *διηλεκτρικόν*. Τὰ μονωτικὰ ὑλικά, τὰ ὁποῖα χρησιμοποιοῦνται ὡς διηλεκτρικά, εἶναι : χάρτης, μίκα, διάφορα κεραμικὰ ὑλικά, ἔλαιον, ὁ ἀήρ καὶ εἰς μερικὰς περιπτώσεις ἓνα λεπτὸν μονωτικὸν στρώμα ὀξειδίου τοῦ μετάλλου, τὸ ὁποῖον χρησιμοποιεῖται ὡς ὄπλισμός.

Κάθε πυκνωτής χαρακτηρίζεται ἀπὸ τὴν χωρητικότητά του, δηλαδὴ τὴν ἰκανότητά του νὰ συγκρατῆ ἐπὶ τῶν ὄπλισμῶν του ἠλεκτρικὰ φορτία. Τὸ μέγεθος τῆς χωρητικότητος καθορίζεται ἀπὸ τὰς διαστάσεις τῶν ὄπλισμῶν, ἀπὸ τὴν μεταξὺ τῶν ἀπόστασιν καὶ ἀπὸ τὸ εἶδος τοῦ διηλεκτρικοῦ τοῦ πυκνωτοῦ. Διὰ πυκνωτὴν μετὰ δύο ἐπιπέδους ὄπλισμούς, ἡ χωρητικότης δίδεται ἀπὸ τὴν σχέσιν :

$$C = 0,884 \cdot \frac{K \cdot S}{l} \text{ εἰς } \mu\text{F},$$

ὅπου : (K) μία σταθερά, ἡ ὁποῖα ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ ὑλικόν τοῦ διηλεκτρικοῦ (διηλεκτρικὴ σταθερά). Διὰ τὸν ἀέρα δεχόμεθα ὅτι $K = 1$. (S) ἡ ἐπιφάνεια ἐνὸς ὄπλισμοῦ, εἰς τετραγωνικὰ ἑκατοστὰ (cm^2). (l) ἡ ἀπόστασις μεταξὺ τῶν ὄπλισμῶν, εἰς χιλιοστὰ (mm).

Τὸ 0,884 εἶναι ἓνας συντελεστὴς ἐξαρτώμενος ἀπὸ τὰς μονάδας, ὥστε ἡ τιμὴ τῆς χωρητικότητος νὰ εὐρίσκεται εἰς μF .

Μονὰς χωρητικότητος εἶναι τὸ Farad (φαράντ, σύμβολον F). Ἐνα φαράντ (F) εἶναι χωρητικότης τόσον μεγάλη, ὥστε δὲν συναντᾶται εἰς τὴν πράξιν. Εἰς τὰς ἐφαρμογὰς χρησιμοποιοῦνται τὰ ὑποπολλαπλάσια τοῦ φαράντ, τὰ ὁποῖα εἶναι :

α) Τὸ μF (μικροφαράντ) = 1 ἑκατομμυριοστὸν τοῦ φαράντ.



$$\text{Δηλαδή: } 1 \mu\text{F} = \frac{1}{10^6} \text{ F} = 10^{-6} \text{ F}$$

$$\text{ή } 1 \text{ F} = 10^6 \mu\text{F}.$$

β) Το μF ή pF (μικρομικροφάραντ ή πικοφάραντ) = 1 εκατομμυριοστόν του μF .

$$\text{Δηλαδή: } 1 \mu\mu\text{F} = \frac{1}{10^6} \mu\text{F} = \frac{1}{10^{12}} \text{ F} = 10^{-12} \text{ F},$$

$$\text{ή } 1 \mu\mu\text{F} = 10^{-6} \mu\text{F} \quad \text{ή } 1 \text{ F} = 10^6 \mu\text{F} = 10^{12} \mu\mu\text{F}.$$

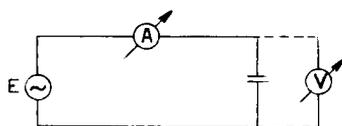
Ο πυκνωτής δέν επιτρέπει την διέλευσιν συνεχούς ρεύματος εις τὸ κύκλωμα, εις τὸ ὁποῖον εἶναι συνδεδεμένοι. Ἐπιτρέπει ὅμως τὴν διέλευσιν τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος, προβάλλων εις αὐτὸ μίαν ἀντίστασιν, ἡ ὁποία ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν συχνότητα τοῦ ρεύματος. Ἡ ἀντίστασις αὐτὴ τοῦ πυκνωτοῦ εις τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα λέγεται *χωρητικὴ ἀντίστασις*, συμβολίζεται μὲ (X_C) καὶ μετρεῖται εις ὤμ.

Ἡ χωρητικὴ ἀντίστασις (X_C), εις Ω , τὴν ὁποίαν προβάλλει ἕνας πυκνωτὴς χωρητικότητος (C), εις F , εις ἐναλλασσόμενον ρεῦμα συχνότητος (f), εις Hz , δίδεται ἀπὸ τὴν σχέσιν:

$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{6,28 \cdot f \cdot C}.$$

Ἡ σχέσις αὐτὴ δεικνύει ὅτι ἡ (X_C) εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τῆς συχνότητος (f). Δηλαδή, ὁ πυκνωτὴς, ἀντιθέτως πρὸς ὅ,τι συμβαίνει εις τὸ πηνίον, προβάλλει μεγάλην ἀντίστασιν εις τὰς χαμηλὰς συχνότητας καὶ μικρὰν εις τὰς ὑψηλὰς.

Ἡ τιμὴ τῆς (X_C) δίδεται ἐπίσης ἀπὸ τὴν σχέσιν:



Σχ. 33 · α.

$$X_C = \frac{V}{I},$$

ὅταν παρέχωνται ἀπὸ ὄργανα ἡ διαφορά δυναμικοῦ εις τὰ ἄκρα τοῦ πυκνωτοῦ καὶ ἡ ἔντασις τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος, τὸ ὁποῖον τὸν διαρρέει, ὅπως φαίνεται εις τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 33 · α.

ΕΡΓΑΣΙΑ

1. Να πραγματοποιηθῆ τὸ προηγούμενον κύκλωμα. Ὡς πηγή νὰ χρησιμοποιηθῆ ταλαντωτῆς παρέχων τάσιν μεταβαλλομένης συχνότητας (ταλαντωτῆς χαμηλῶν συχνοτήτων παρέχων συχνότητας ἀπὸ 20 Hz ἕως 20 000 Hz, ὅπως ὁ χρησιμοποιηθεῖς εἰς τὴν ἔργασίαν τῆς ἀσκήσεως 28).

2. Νὰ ρυθμισθῆ ὁ ταλαντωτῆς εἰς τὴν συχνότητα 1 000 Hz καὶ νὰ μετρηθοῦν ἡ τάσις (V) εἰς τὰ ἄκρα τοῦ πυκνωτοῦ καὶ ἡ ἔντασις (I) τοῦ ρεύματος εἰς τὸ κύκλωμα. (Ἡ τάσις ἐξόδου τοῦ ταλαντωτοῦ νὰ ρυθμισθῆ εἰς ἐπαρκῆ τιμὴν, ὥστε νὰ ὑπάρχη ἱκανοποιητικὴ ἀπόκλισις εἰς τὰ ὄργανα).

3. Ἐκ τῶν προηγούμενων μετρήσεων νὰ ὑπολογισθῆ ἡ χωρητικὴ ἀντίστασις (X_C) τοῦ πυκνωτοῦ.

4. Ἀπὸ τὴν τιμὴν τῆς χωρητικῆς ἀντιστάσεως (X_C) καὶ τῆς συχνότητος (f) νὰ ὑπολογισθῆ ἡ χωρητικότης τοῦ πυκνωτοῦ.

5. Εἰς τὸ αὐτὸ κύκλωμα, νὰ ρυθμισθῆ ὁ ταλαντωτῆς εἰς τὴν συχνότητα τῶν 2 000 Hz. Νὰ ληφθοῦν μετρήσεις καὶ νὰ γίνουιν ὑπολογισμοὶ ὅπως προηγούμενως εἰς τὰς περιπτώσεις 2, 3 καὶ 4.

6. Αἱ αὐταὶ μετρήσεις καὶ οἱ αὐτοὶ ὑπολογισμοὶ νὰ ἐπαναληφθοῦν διὰ τὰς συχνότητας 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, καὶ 10 kHz. Τὰ ἀποτελέσματα νὰ γραφοῦν εἰς τὸν ἐπόμενον πίνακα :

f (kHz)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
V (βόλτ)										
I (μιλλιαμπέρ)										
$X_C = \frac{V}{I}$ (ὦμ)										

7. Ποία ἡ ἐπίδρασις τῆς μεταβολῆς τῆς συχνότητος εἰς τὴν χωρητικὴν ἀντίστασιν τοῦ πυκνωτοῦ ;

8. Νὰ ὑπολογισθῆ ἡ χωρητικότης τοῦ πυκνωτοῦ καὶ εἰς τὰς συχνότητας 3 kHz, 5 kHz καὶ 8 kHz ὅπως εἰς τὴν περίπτωσιν 4.



9. Ὑπάρχει διαφορὰ μεταξύ τῆς ὑπολογισθείσης τιμῆς τῆς χωρητικότητος (C) τοῦ πυκνωτοῦ καὶ τῆς ἀναγραφομένης ἐπ' αὐτοῦ; Ἐὰν ναί, ποῦ ὀφείλεται;

10. Διατί δὲν χρησιμοποιεῖται πυκνωτὴς πολὺ μικρῆς χωρητικότητος εἰς τὴν ἀσκησιν;

11. Τί ὕλικόν ἔχει ὡς διηλεκτρικόν ὁ πυκνωτὴς τῆς ἀσκήσεως;

Παραπομπὰὶ διὰ συμπληρωματικὴν μελέτην :

Α. Παππᾶ: «Ἠλεκτρολογία», τόμος Γ', σελ. 1, 6, 63. (Ἐκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

Γ. Βουδούρη: «Ραδιοτεχνία», τόμος Α', σελ. 90. (Ἐκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

ΠΥΚΝΩΤΗΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΑΣΙΣ ΕΝ ΣΕΙΡΑ

Όταν ένας πυκνωτής διαρρέεται από έναλλασσόμενον ρεύμα, παρουσιάζει μίαν αντίστασιν εἰς τὴν διέλευσιν τοῦ ρεύματος αὐτοῦ, ἡ ὁποία ὀνομάζεται *χωρητικὴ ἀντίστασις*. Εἰς τὸ συνεχές ρεύμα ὁ πυκνωτὴς ἐμφανίζει ἀντίστασιν τόσον μεγάλην, ὥστε διακόπτεται τὸ κύκλωμα, εἰς τὸ ὁποῖον εἶναι συνδεδεμένος.

Μονὰς τῆς χωρητικῆς ἀντιστάσεως εἶναι τὸ ὦμ. Ἡ χωρητικὴ ἀντίστασις (ὅπως καὶ ἡ αὐτεπαγωγικὴ) δὲν δύναται νὰ μετρηθῇ μὲ ὠμόμετρον. Δύναται ὅμως νὰ ὑπολογισθῇ ἐμμέσως, ὅταν μετρηθῇ ἡ τάσις εἰς τὰ ἄκρα τοῦ πυκνωτοῦ καὶ ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος, τὸ ὁποῖον τὸν διαρρέει, ἀπὸ τὴν σχέσιν :

$$\text{χωρητικὴ ἀντίστασις } X_C = \frac{V}{I}.$$

Δύναται ἐπίσης νὰ ὑπολογισθῇ ἀπὸ τὴν σχέσιν :

$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C},$$

ὅταν εἶναι γνωστὴ ἡ χωρητικότης (C) τοῦ πυκνωτοῦ καὶ ἡ συχνότης (f) τῆς έναλλασσομένης τάσεως, ἡ ὁποία ἐφαρμόζεται εἰς τὰ ἄκρα του.

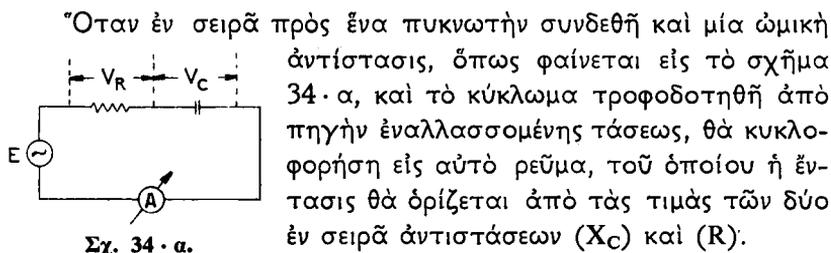
Ἡ τελευταία αὐτὴ σχέσις λαμβάνει καὶ τὴν ἐξῆς μορφήν διὰ τὸν ὑπολογισμόν :

$$X_C = \frac{10^6}{2\pi \cdot f \cdot C} \ (\Omega),$$

εἰς τὴν ὁποίαν ἡ χωρητικότης (C) ἐκφράζεται εἰς μF καὶ ἡ συχνότης (f) εἰς Hz.

Οὕτως, ἐὰν π.χ. ἕνας πυκνωτὴς χωρητικότητος $C = 0,5 \mu F$ συνδεθῇ εἰς κύκλωμα τροφοδοτούμενον ἀπὸ πηγὴν έναλλασσομένης τάσεως συχνότητος 1 000 Hz, θὰ παρουσιάζη χωρητικὴν ἀντίστασιν :

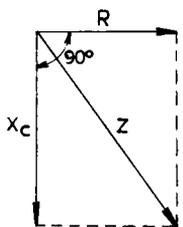
$$X_C = \frac{10^6}{2 \times 3,14 \times 1\,000 \times 0,5} = \frac{10^6}{3\,140} = 318,5 \Omega.$$



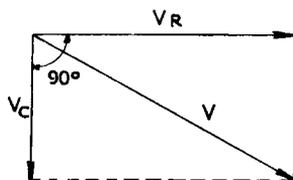
Αἱ ἀντιστάσεις ὁμως αὐταί, ὅπως καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν πηνίου καὶ ἀντιστάσεως ἐν σειρά (ἄσκησης 29), δὲν προστίθενται ἀριθμητικῶς, παρὰ τὸ γεγονός ὅτι καὶ αἱ δύο μετροῦνται εἰς ὦμ. Προστίθενται καὶ αὐταί γεωμετρικῶς καὶ τὸ ἀποτέλεσμα τῆς γεωμετρικῆς προσθέσεως δίδει τὴν συνολικὴν σύνθετον ἀντίστασιν (Z) τοῦ κυκλώματος.

Γεωμετρικῶς ἐπίσης προστίθενται καὶ αἱ τάσεις, αἱ ὁποῖαι ἐπικρατοῦν εἰς τὰ ἄκρα τῆς ἀντιστάσεως (V_R) καὶ τοῦ πυκνωτοῦ (V_C) καὶ τὸ ἄθροισμά των δίδει τὴν συνολικὴν τάσιν (V), ἡ ὁποία ἐπικρατεῖ εἰς τὰ ἄκρα τοῦ ὅλου κυκλώματος.

Τὰ σχήματα 34·β καὶ 34·γ δεικνύουν τὸν τρόπον τῶν γεωμετρικῶν αὐτῶν προσθέσεων.



Σχ. 34·β.



Σχ. 34·γ.

Διὰ τὸν ὑπολογισμόν τῆς συνθέτου ἀντιστάσεως (Z), ὅταν εἶναι γνωσταί αἱ (R) καὶ (X_C), χρησιμοποιεῖται ἡ σχέσηις:

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}.$$

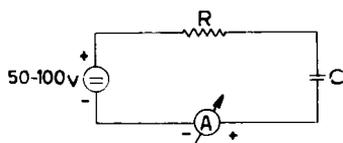
Τὸ διάγραμμα τῆς γεωμετρικῆς προσθέσεως τῶν (X_C) καὶ (R) ἔχει διαφορετικὸν προσανατολισμόν ἀπὸ τὸ διάγραμμα προσθέσεως τῶν (X_L) καὶ (R). Αὐτὸ προκύπτει ἐκ τοῦ γεγονότος ὅτι εἰς μὲν τὸ πηνίον ἡ τάσις προπορεύεται ὡς πρὸς τὸ ρεῦμα

κατά 90° , ενώ εις τὸν πυκνωτὴν τὸ ρεῦμα προπορεύεται τῆς τάσεως κατὰ 90° .

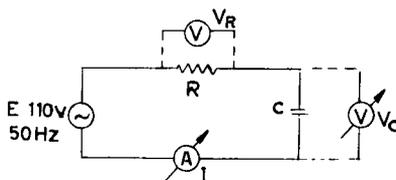
ΕΡΓΑΣΙΑ

1. Νὰ πραγματοποιηθῆ τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 34·δ. Νὰ ἐφαρμοσθῆ συνεχῆς τάσις 50 ἕως 100 V καὶ νὰ παρατηρηθῆ τὸ ἐν σειρά ἄμπερόμετρον (ὄργανον συνεχοῦς).

2. Νὰ πραγματοποιηθῆ κύκλωμα τοῦ σχήματος 34·ε, τὸ ὁποῖον νὰ τροφοδοτηθῆ δι' ἐναλλασσομένης τάσεως 110 V/50 Hz.



Σχ. 34·δ.



Σχ. 34·ε.

Τὸ ἄμπερόμετρον εἶναι τώρα ὄργανον ἐναλλασσομένου καθὼς καὶ τὸ βολτόμετρον. Νὰ μετρηθῆ ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος εἰς τὸ κύκλωμα καὶ ἡ τάσις εἰς τὰ ἄκρα τῆς ἀντιστάσεως καὶ τοῦ πυκνωτοῦ.

3. Ἐκ τῶν μετρήσεων τῆς προηγουμένης περιπτώσεως νὰ ὑπολογισθῆ ἡ ὀλική σύνθετος ἀντίσταση (Z) τοῦ κυκλώματος.

4. Ἀπὸ τὰς τάσεις (V_R) καὶ (V_C) καὶ ἀπὸ τὴν ἔντασιν (I) τοῦ ρεύματος εἰς τὸ κύκλωμα νὰ ὑπολογισθῆ ἡ ὠμικὴ ἀντίσταση (R) καὶ ἡ χωρητικὴ ἀντίσταση (X_C).

5. Ἐκ τῶν τιμῶν τῶν (R) καὶ (X_C) νὰ ὑπολογισθῆ πάλιν ἡ σύνθετος ἀντίσταση (Z) τοῦ κυκλώματος ἐκ τῆς σχέσεως :

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

καὶ νὰ συγκριθῆ πρὸς τὴν εὐρεθεῖσαν εἰς τὴν περίπτωσιν 3.

6. Νὰ ὑπολογισθῆ ἡ χωρητικότης (C) τοῦ πυκνωτοῦ ἀπὸ τὴν χωρητικὴν ἀντίστασιν (X_C) καὶ ἀπὸ τὴν συχνότητα (f) τῆς ἐφαρμοσθείσης τάσεως.

7. Νὰ συνδεθῆ πυκνωτὴς μεγαλύτερας χωρητικότητος ἐν

σειρᾶ πρὸς τὴν ἀντίστασιν, νὰ μετρηθῆ ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος καὶ νὰ ὑπολογισθῆ ἡ ὅλική σύνθετος ἀντίστασις (Z) τοῦ κυκλώματος.

8. Νὰ βραχυκυκλωθῆ ἡ ἀντίστασις (R), νὰ μετρηθῆ ἡ νέα ἔντασις τοῦ ρεύματος διὰ τοῦ πυκνωτοῦ καὶ νὰ ὑπολογισθῆ ἡ (X_C) καὶ ἡ (C) αὐτοῦ.

9. Νὰ συγκριθοῦν τὰ ἀποτελέσματα τῶν μετρήσεων καὶ ὑπολογισμῶν εἰς τὰς δύο περιπτώσεις μὲ τοὺς διαφορετικούς πυκνωτάς.

Παραπομπαὶ διὰ συμπληρωματικὴν μελέτην :

Α. Παππᾶ : «Ἠλεκτρολογία», τόμος Γ', σελ. 74. (Ἔκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

Γ. Βουδούρη : «Ραδιοτεχνία», τόμος Α', σελ. 99. (Ἔκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

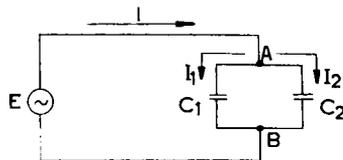
ΑΣΚΗΣΙΣ 35

ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΕΣ (ΠΥΚΝΩΤΑΙ) ΕΝ ΠΑΡΑΛΛΗΛΩ ΚΑΙ ΕΝ ΣΕΙΡΑ

Όπως συμβαίνει με τὰς ἀντιστάσεις καὶ τὰ πηνία, παρίσταται πολλάκις ἀνάγκη νὰ συνδεθοῦν μεταξύ των δύο ἢ περισσότεροι πυκνωταὶ παραλλήλως ἢ ἐν σειρᾷ ἢ καὶ κατὰ μικτὴν σύνδεσιν, ὥστε νὰ προκύψῃ μία συνολικὴ χωρητικότης ἐπιθυμητῆς τιμῆς εἰς ἓνα ἠλεκτρικὸν κύκλωμα.

Εἰς τὸ σχῆμα 35· α δύο πυκνωταὶ (C_1) καὶ (C_2) εἶναι συνδεδεμένοι ἐν παραλλήλῳ.

Εἰς τὰ ἄκρα των (σημεῖα Α καὶ Β) ἐπικρατεῖ ἡ αὐτὴ τάσις, ἡ ὁποία εἶναι καὶ ἡ τάσις τῆς πηγῆς. Τὸ ὅλικόν ρεῦμα (I) τοῦ κυκλώματος διακλαδίζεται εἰς δύο ρεύματα (I_1) καὶ (I_2) διὰ τῶν δύο πυκνωτῶν (C_1) καὶ (C_2), διὰ δὲ τὴν πηγὴν εἶναι ὡς



Σχ. 35· α.

νὰ τροφοδοτῆ ἓνα πυκνωτὴν ἔχοντα χωρητικότητα ἰσοδύναμον πρὸς τὴν χωρητικότητα τῶν παραλλήλως συνδεδεμένων. Ἡ ἰσοδύναμος αὐτῆ χωρητικότης (C) δίδεται ἀπὸ τὴν σχέσιν :

$$C = C_1 + C_2.$$

Όταν πρόκειται περὶ περισσότερων πυκνωτῶν συνδεδεμένων ἐν παραλλήλῳ, ἡ ἰσοδύναμος χωρητικότης θὰ εἶναι :

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n.$$

Γενικῶς, ὅταν δύο ἢ περισσότεροι πυκνωταὶ συνδέωνται ἐν παραλλήλῳ, ἡ ὅλικὴ χωρητικότης ἰσοῦται πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν χωρητικότητων αὐτῶν.

Ἄν οἱ δύο πυκνωταὶ τοῦ προηγουμένου παραδείγματος συνδεθοῦν ἐν σειρᾷ, ἡ ὅλικὴ χωρητικότης δίδεται ἀπὸ τὴν σχέσιν :

$$C = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}.$$

Είς τήν περίπτωση έν αὐτήν ἡ ὅλική χωρητικότης γίνεται μικροτέρα και ἄπο τήν μικροτέραν χωρητικότητα τῶν έν σειρᾶ πυκνωτῶν.

Όταν μία έναλλασσομένη τάσις ἐφαρμοσθῆ είς τὰ ἄκρα πυκνωτῶν συνδεδεμένων έν σειρᾶ, οί πυκνωται ἄποτελοῦν τότε ένα διαιρέτην τάσεως, ὁ ὅποίος λειτουργεῖ (μόνον είς τὸ έναλλασσόμενον ρεῦμα βεβαίως) ὅπως οί διαιρέται τάσεως μέ αντίστασις.

Τὸ ἄθροισμα τῶν πτώσεων τάσεως είς τοὺς πυκνωτὰς τοῦ κύκλωματος ίσοῦται τότε πρὸς τήν ὅλικήν ἐφαρμοζομένην τάσιν είς τὰ ἄκρα αὐτοῦ.

Ἡ πτώσις τῆς τάσεως είς τὰ ἄκρα ἑνὸς πυκνωτοῦ εἶναι :

$$V_C = X_C \cdot I_C,$$

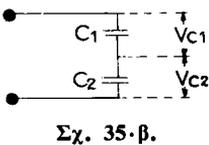
ὅπου: (I_C) εἶναι τὸ ρεῦμα διὰ τοῦ πυκνωτοῦ, τὸ ὅποῖον διὰ τήν σύνδεσιν σειρᾶς εἶναι τὸ αὐτὸ είς ὅλον τὸ κύκλωμα, και (X_C) εἶναι ἡ χωρητικὴ ἀντίστασις τοῦ πυκνωτοῦ.

Ἡ χωρητικὴ ἀντίστασις εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τῆς χωρητικότητος :

$$\left(X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} \right).$$

Συνεπῶς ὅσον μικροτέρα εἶναι ἡ χωρητικότης ἑνὸς πυκνωτοῦ, τόσοσ μεγαλυτέρα θὰ εἶναι ἡ χωρητικὴ του ἀντίστασις και ἐπομένως μεγαλυτέρα ἡ πτώσις τάσεως είς τὰ ἄκρα του.

Ἡ σχέσις μεταξὺ τῶν τάσεων είς τὰ ἄκρα δύο πυκνωτῶν, οί ὅποῖοι εἶναι συνδεδεμένοι έν σειρᾶ, και τῶν χωρητικοτήτων αὐτῶν εἶναι (σχ. 35·β) :



$$\frac{V_{C1}}{V_{C2}} = \frac{C_2}{C_1}.$$

Ἐάν οί πυκνωται γίνουν τρεῖς, συνδεδεμένοι πάλιν έν σειρᾶ, ἡ ἄνωτέρω σχέσις ἐπεκτείνεται :

$$\frac{V_{C1}}{V_{C2}} = \frac{C_2}{C_1} \text{ και } \frac{V_{C2}}{V_{C3}} = \frac{C_3}{C_2}.$$

Όταν μία πηγή τροφοδοτῆ δύο ἢ περισσοτέρους πυκνωτὰς έν σειρᾶ, ἡ σχέσις μεταξὺ τῆς τάσεως (V_C) είς τὰ ἄκρα ἑνὸς ἐκ τῶν πυκνωτῶν χωρητικότητος (C) και τῆς τάσεως τῆς πηγῆς (V_H) εἶναι :

$$\frac{V_C}{V_{\Pi}} = \frac{C_0}{C}$$

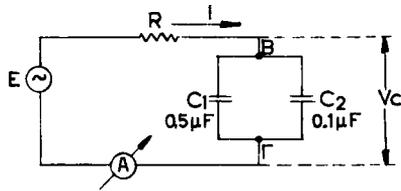
όπου (C_0) είναι η ισοδύναμος χωρητικότητας όλων τών εν σειρά πυκνωτών.

Έκ τών ανωτέρω συνάγεται τὸ ἐξῆς σημαντικὸν διὰ τὰς ἐφαρμογὰς συμπέρασμα: "Ὅταν πυκνωταὶ συνδεθοῦν ἐν σειρᾷ, δύναται εἰς τὸ ὅλον κύκλωμα νὰ ἐφαρμοσθῆ τάσις ἴση πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν τάσεων, αἱ ὁποῖαι ἠδύναντο νὰ ἐφαρμοσθοῦν εἰς ἕνα ἕκαστον πυκνωτὴν χωριστά.

ΕΡΓΑΣΙΑ

1. Εἰς τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 35·γ νὰ ὑπολογισθῆ ἡ ἰσοδύναμος χωρητικότης (C) τῶν δύο πυκνωτῶν (C_1 καὶ C_2).

2. Νὰ ἐφαρμοσθῆ τάσις ἐναλλασσόμενη 110 V καὶ νὰ μετρηθοῦν: ἡ τάσις (V_C) εἰς τὰ σημεῖα (B) καὶ (Γ) τοῦ κυκλώματος καὶ ἡ ἔντασις (I) τοῦ ρεύματος εἰς τὸ κύκλωμα.



Σχ. 35·γ.

3. Ἀπὸ τὰς μετρήσεις τῆς προηγουμένης περιπτώσεως νὰ ὑπολογισθῆ ἡ ὅλική χωρητικὴ ἀντίστασις (X_C) τοῦ συνδυασμοῦ τῶν δύο πυκνωτῶν.

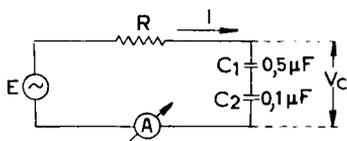
4. Μὲ γνωστὴν τὴν (X_C) καὶ τὴν συχνότητα $f = 50 \text{ Hz}$ νὰ ὑπολογισθῆ πάλιν ἡ ἰσοδύναμος χωρητικότης (C) καὶ νὰ συγκριθῆ μὲ τὴν εὑρεθεῖσαν ἀπὸ τὸν ὑπολογισμὸν τῆς περιπτώσεως 1.

5. Νὰ προστεθῆ καὶ τρίτος πυκνωτὴς, χωρητικότητος 0,2 μF , παραλλήλως πρὸς τοὺς δύο πρώτους καὶ νὰ ἐπαναληφθοῦν αἱ προηγούμενα μετρήσεις καὶ ὑπολογισμοί.

Τὰ ἀποτελέσματα ὄλων τῶν προηγουμένων μετρήσεων καὶ ὑπολογισμῶν νὰ γραφοῦν εἰς τὸν ἀκόλουθον πίνακα (σελ. 172).

6. Νὰ πραγματοποιηθῆ τὸ κύκλωμα πυκνωτῶν ἐν σειρᾷ τοῦ σχήματος 35·δ.

Παράλληλος συνδεσμολογία	V _C (V)	I ₀ (mA)	X _C (Ω)	C ₀ (μF) έξ ύπολογισμού	C ₀ (μF) έκ μετρήσεων
Δύο πυκνωτάι C ₁ και C ₂					
Τρείς πυκνωτάι C ₁ , C ₂ και C ₃					

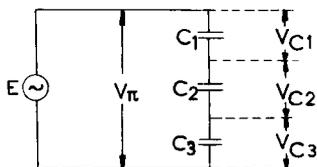


Σχ. 35.δ.

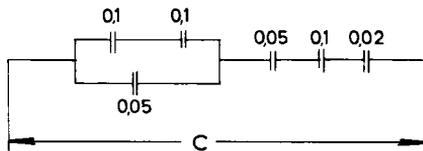
Νά γίνουν εις αυτό όλαι αί μετρήσεις και ύπολογισμοί, όπως εις τό παράλληλον κύκλωμα. Νά προστεθή άκόμη και τρίτος πυκνωτής έν σειρά και νά έπαναληφθοϋν αί μετρήσεις. Όλα τά άποτελέσματα νά γραφοϋν εις τόν έπόμενον πίνακα :

τα νά γραφοϋν εις τόν έπόμενον πίνακα :

Συνδεσμολογία έν σειρά	V _C (V)	I ₀ (mA)	X _C (Ω)	C ₀ (μF) έξ ύπολογισμών	C ₀ (μF) έκ μετρήσεων
Δύο πυκνωτάι C ₁ και C ₂					
Τρείς πυκνωτάι C ₁ , C ₂ και C ₃					



Σχ. 35.ε.



Σχ. 35.στ.

7. Νά πραγματοποιηθῆ τό κύκλωμα τοϋ σχήματος 35·ε, τό όποϊον δύναται νά χρησιμοποιηθῆ και ως διαιρέτης τάσεως.

Νά ληφθοῦν μετρήσεις τῶν τάσεων διὰ βολτομέτρου, ὥστε νὰ ἐπαληθευθῇ ἡ σχέσηις :

$$V_{\Pi} = V_{C1} + V_{C2} + V_{C3}.$$

8. Νά ὑπολογισθῇ ἡ ἰσοδύναμος χωρητικότης (C_0) τοῦ κυκλώματος τοῦ σχήματος 35·στ.

(Ὅλαί αἱ τιμαὶ τῶν πυκνωτῶν δίδονται εἰς μF).

Παραπομπαὶ διὰ συμπληρωματικὴν μελέτην :

Α. Παππά : «Ἠλεκτρολογία», τόμος Γ', σελ. 11. (Ἔκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

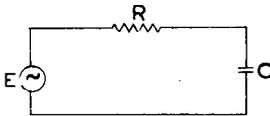
Γ. Βουδούρη : «Ραδιοτεχνία», τόμος Α', σελ. 97. (Ἔκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

Κ. Θεοφιλοπούλου : «Ἠλεκτροτεχνία», τόμος Α', σελ. 218. (Ἔκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

**ΚΥΚΛΩΜΑ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΣ,
ΠΗΝΙΟΥ ΚΑΙ ΠΥΚΝΩΤΟΥ ΕΝ ΣΕΙΡΑ**

Μία ωμική αντίσταση παρουσιάζει τὰ αὐτὰ χαρακτηριστικά εἴτε συνδεθῆ εἰς κύκλωμα συνεχοῦς, εἴτε εἰς κύκλωμα ἐναλλασσομένου ρεύματος. Εἰς τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα δὲν ὑπάρχει διαφορά φάσεως μεταξύ τῆς ἐφαρμοζομένης τάσεως καὶ τοῦ ρεύματος, τὸ ὁποῖον κυκλοφορεῖ εἰς τὴν ἀντίστασιν. Δι' αὐτὸ εἰς ἓνα κύκλωμα ἐναλλασσομένου ρεύματος, τόσον αἱ τάσεις εἰς τὰ ἄκρα τῶν ὠμικῶν ἀντιστάσεων, ὅταν αὐταὶ εἶναι ἐν σειρᾷ, ὅσον καὶ αἱ ὠμικαὶ τιμαὶ τῶν ἀντιστάσεων προστίθενται ἀριθμητικῶς.

Ὅταν ἓνας πυκνωτῆς συνδεθῆ ἐν σειρᾷ μὲ μίαν ἀντίστασιν καὶ τὰ δύο στοιχεῖα τροφοδοτηθοῦν ἀπὸ πηγὴν ἐναλλασσομένου ρεύματος, ὅπως εἰς τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 36·α, ἡ σύνθετος ἀντίστασις τῶν δύο στοιχείων (R) καὶ (C), ὅπως ἐμελετήθη εἰς τὴν ἄσκησιν 34, ρυθμίζει τὴν συμπεριφορὰν τοῦ κυκλώματος.



Σχ. 36·α.

Ἡ χωρητικὴ ἀντίστασις τοῦ πυκνωτοῦ ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν τιμὴν τῆς χωρητικότητος αὐτοῦ καὶ ἀπὸ τὴν συχνότητα τοῦ ρεύματος εἰς τὸ κύκλωμα. Ἡ σύνθετος ἀντίστασις (Z) τοῦ κυκλώματος δίδεται ἀπὸ τὴν σχέσιν:

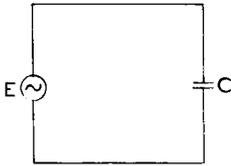
$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}.$$

Εἰς ἓνα κύκλωμα καθαρῶς χωρητικῆς συμπεριφορᾶς (δηλαδὴ χωρὶς ὠμικὴν ἀντίστασιν καὶ μόνον μὲ πυκνωτὴν ἄνευ ἀπωλειῶν) τὸ ρεῦμα προπορεύεται τῆς τάσεως κατὰ 90°. (Παρόμοιον κύκλωμα δὲν συναντᾶται εἰς τὴν πρᾶξιν, διότι κάθε πυκνωτῆς παρουσιάζει καὶ μίαν ὠμικὴν ἀντίστασιν ἢ ἀντίστασιν ἀπωλειῶν).

Τὸ κύκλωμα καὶ ἡ προπορεία τοῦ ρεύματος φαίνονται εἰς τὰ σχήματα 36·β καὶ 36·γ.

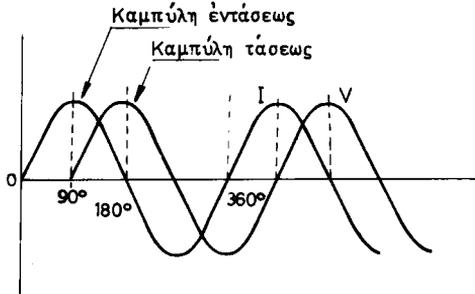
Εἰς ἓνα κύκλωμα πυκνωτοῦ καὶ ἀντιστάσεως ἐν σειρᾷ τὸ

ρεύμα προπορεύεται της τάσεως κατά μίαν γωνίαν (ϕ) μικροτέρην των 90° . Το διάγραμμα του σχήματος 36·δ δίδει την φασική απόκλισιν μεταξύ τάσεως και έντασεως εις ένα τέτοιο κύκλωμα.



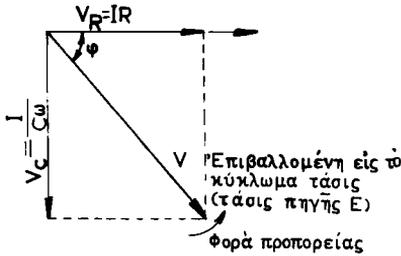
Σχ. 36·β.

Το κύκλωμα περιλαμβάνει πηγήν (E) και χωρητικότητα (C).

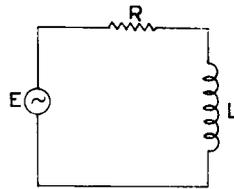


Σχ. 36·γ.

Διαφορά φάσεως μεταξύ τάσεως και έντασεως.



Σχ. 36·δ.



Σχ. 36·ε.

Έαν εν σειρά με την ωμικήν αντίστασιν αντί πυκνωτού συνδεθῆ ἕνα πηνίον καὶ τροφοδοτηθοῦν πάλιν αὐτὰ τὰ δύο στοιχεῖα (R) καὶ (L) ἀπὸ πηγήν ἐναλλασσομένου ρεύματος, ὅπως ἐμελετήθη εἰς τὴν ἄσκησιν 29, ἡ προκύπτουσα ἔντασις ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν σύνθετον ἀντίστασιν τῶν δύο στοιχείων (σχ. 36·ε).

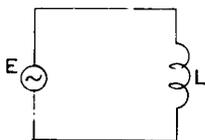
Ἡ σύνθετος ἀντίστασις (Z) τοῦ κυκλώματος δίδεται ἀπὸ τὴν σχέσιν :

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

Εἰς ἕνα κύκλωμα με καθαρῶς αὐτεπαγωγικὴν συμπεριφορὰν, δηλαδὴ με πηνίον, τὸ ὅποιον δὲν παρουσιάζει ὠμικὴν ἀντίστασιν, ἡ τάσις προπορεύεται τοῦ ρεύματος κατὰ 90° . (Παρόμοιον

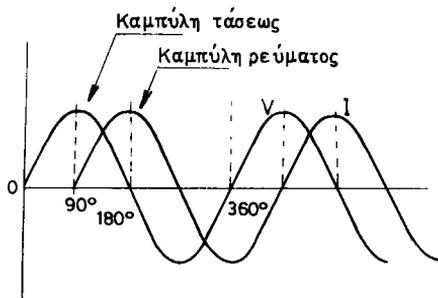
κύκλωμα δέν συναντάται εις τήν πράξιν, διότι κάθε πηνίον παρουσιάζει και μίαν ωμικήν αντίστασιν τοῦ σύρματος, ἀπό τὸ ὁποῖον εἶναι κατεσκευασμένον).

Τὸ κύκλωμα και ἡ προπορεία τῆς τάσεως εις αὐτὸ φαίνονται εις τὰ σχήματα 36·στ, 36·ζ.



Σχ. 36·στ.

Κύκλωμα με πηγήν (E) και καθαράν αὐτεπαγωγήν (L).

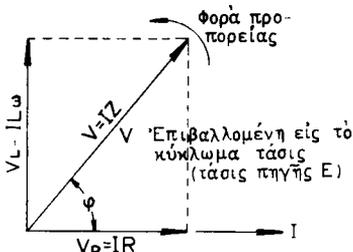


Σχ. 36·ζ.

Διαφορὰ φάσεως μεταξύ τάσεως και έντάσεως.

Εἰς οἰονδήποτε κύκλωμα πηνίου και αντίστασης έν σειρά τὸ ρεύμα ἔπεται τῆς τάσεως κατὰ μίαν γωνίαν μικροτέραν τῶν 90°.

Τὸ διάγραμμα τοῦ σχήματος 36·η δίδει τήν φασικήν ἀπόκλισιν μεταξύ τάσεως και έντάσεως εις κύκλωμα αὐτεπαγωγῆς συμπεριφορᾶς.



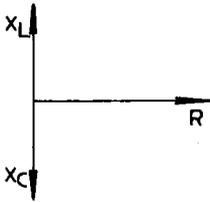
Σχ. 36·η.

Ἐκ τῶν προηγουμένων γίνεται φανερόν ὅτι ἡ συμπεριφορὰ μιᾶς αὐτεπαγωγῆς εἶναι ἀντίθετος τῆς συμπεριφορᾶς μιᾶς χωρητικότητος. Αὕτῃ ἡ ἀντίθετος συμπεριφορὰ ἐξηγεῖται καλύτερον διὰ τῶν σχημάτων 36·θ και 36·ι, τὰ ὁποῖα παριστάνουν τὸ διανυσματικὸν διάγραμμα τῶν ἀντιστάσεων ἑνὸς κυκλώματος, περιλαμβάνοντος μίαν ωμικήν αντίστασιν, ἕνα πηνίον και ἕνα πυκνωτὴν, ὅλα συνδεσμολογημένα έν σειρά.

Τὸ ἀποτέλεσμα τῆς δράσεως (X_L) και (X_C) (αὐτεπαγωγικῆς και χωρητικῆς ἀντιστάσεως) εις τὸ ἄνωτέρω διάγραμμα, ἀφοῦ

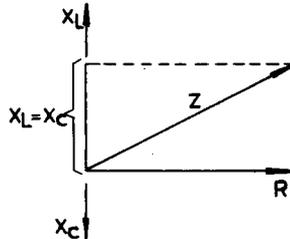
ή (X_L) έτυχε να είναι μεγαλύτερας τιμής, είναι ως να δρᾶ εἰς τὸ κύκλωμα μία (X_L) ἴση με τὴν διαφορὰν $X_L - X_C$.

Τὸ αὐτὸ βεβαίως ἰσχύει καὶ ὅταν ἡ (X_C) ἔχη μεγαλύτεραν τιμὴν ἀπὸ τὴν (X_L), με τὴν μόνην διαφορὰν ὅτι εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν τὸ ἀποτέλεσμα, δηλαδὴ ἡ σύνθετος ἀντίστασις (Z) τοῦ κυκλώματος, θὰ εἶναι ἀπὸ τὸ κάτω μέρος τοῦ διανύσματος τῆς (R), ὁπότε θὰ εἶναι ὡς να δρᾶ εἰς τὸ κύκλωμα μία (X_C) ἴση με τὴν διαφορὰν $X_C - X_L$.



Σχ. 36·θ.

Διανυσματικὸν διάγραμμα τῶν ἀντιστάσεων κυκλώματος RLC.



Σχ. 36·ι.

Γραφικὸς προσδιορισμὸς τῆς συνθέτου ἀντιστάσεως εἰς κύκλωμα RLC ($X_L > X_C$).

Ἡ σύνθετος ἀντίστασις (Z) ἑνὸς κυκλώματος με (R), (L) καὶ (C) εὐρίσκεται θεωρητικῶς ἀπὸ τὴν σχέσιν :

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \quad \text{ἢ} \quad Z = \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega} \right)^2}$$

Ἐπειδὴ ἡ διαφορὰ ($X_L - X_C$)² εἶναι εἰς τὸ τετράγωνον, ἡ σχέσις αὐτὴ ἰσχύει τόσοσιν διὰ $X_L > X_C$ ὅσων καὶ διὰ $X_C > X_L$.

Ἐπίσης ἰσχύει καὶ διὰ $X_L = X_C$.

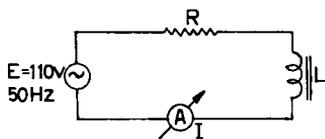
ΕΡΓΑΣΙΑ

1. Νὰ πραγματοποιηθῆ τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 36·ια, με στοιχεῖα (R) καὶ (L).

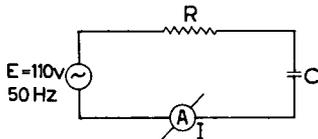
Νὰ μετρηθοῦν εἰς αὐτὸ : ἡ τάσις (V_R) εἰς τὰ ἄκρα τῆς (R), ἡ τάσις (V_L) εἰς τὰ ἄκρα τοῦ πηνίου (L), ἡ τάσις τῆς πηγῆς (E) καθὼς καὶ ἡ ἔντασις (I) τοῦ ρεύματος εἰς τὸ κύκλωμα.

2. Επίσης να πραγματοποιηθῆ τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 36·ιβ καὶ νὰ μετρηθοῦν εἰς αὐτό :

Αἱ τάσεις (E), (V_R) καὶ (V_C), καθὼς καὶ ἡ ἔντασις (I) τοῦ ρεύματος.



Σχ. 36·ια.



Σχ. 36·ιβ.

Αἱ ἐνδείξεις τῶν μετρήσεων νὰ γραφοῦν εἰς τὰς σχετικὰς στήλας τοῦ ἐπομένου πίνακος :

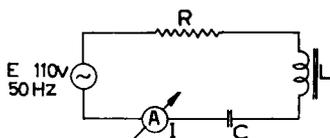
Κύκλωμα	E (V)	V_R (V)	V_L (V)	V_C (V)	I (A)	X_L (Ω)	X_C (Ω)
---------	----------	--------------	--------------	--------------	----------	-----------------------	-----------------------

RC

RL

3. Ἐκ τῶν τιμῶν τάσεων καὶ ἐντάσεων νὰ ὑπολογισθοῦν δι' ἐκάστην περίπτωσιν αἱ τιμαὶ τῶν ἀντιστάσεων (X_L), (X_C) καὶ (Z) καὶ νὰ γραφοῦν εἰς τὰς σχετικὰς στήλας τοῦ προηγουμένου πίνακος.

4. Νὰ πραγματοποιηθῆ τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 36·ιγ καὶ νὰ ληφθοῦν μετρήσεις τῶν (V_R), (V_L), (V_C) καὶ (I).



Σχ. 36·ιγ.

5. Ἐκ τῶν ἐνδείξεων τῶν μετρήσεων τῆς προηγουμένης περιπτώσεως καὶ τῆς συχνότητος $f = 50$ Hz νὰ ὑπολογισθοῦν ἐκ νέου (διὰ τὸ κύκλωμα τῆς περιπτώσεως 4) αἱ τιμαὶ τῶν (X_L) καὶ (X_C) (αὐτεπαγωγικὴ καὶ χωρητικὴ ἀντίσταση τοῦ κυκλώματος).

6. Νὰ ὑπολογισθῆ ἡ σύνθετος ἀντίστασις (Z) τοῦ κυκλώματος τῆς περιπτώσεως 4 ἀπὸ τὴν σχέσιν :

6. Νὰ ὑπολογισθῆ ἡ σύνθετος ἀντίστασις (Z) τοῦ κυκλώματος τῆς περιπτώσεως 4 ἀπὸ τὴν σχέσιν :

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

7. Επίσης να εύρεθῆ ἡ (Z) τοῦ κυκλώματος δι' ἐφαρμογῆς τοῦ Νόμου τοῦ Ὠμ:

$$Z = \frac{V}{I}$$

καὶ νὰ συγκριθῆ μετὰ τὴν ὑπολογισθεῖσαν εἰς τὴν προηγουμένην περίπτωσιν.

Παραπομπὰὶ διὰ συμπληρωματικὴν μελέτην :

Α. Παππᾶ : « Ἠλεκτρολογία », τόμος Γ', σελ. 89. (Ἔκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

Γ. Βουδούρη : « Ραδιοτεχνία », τόμος Α', σελ. 120. (Ἔκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

Κ. Θεοφιλοπούλου : « Ἠλεκτροτεχνία », τόμος Α', σελ. 253. (Ἔκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΣ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ RLC EN ΣΕΙΡΑ

Είς τήν προηγουμένην άσκησιν έξητάσθησαν τά χαρακτηριστικά ένός κυκλώματος, τó όποϊον είχεν ώμικήν αντίστασιν (R), αύτεπαγωγήν (L) και χωρητικότητα (C) συνδεδεμένας έν σειρᾶ.

Ή σύνθετος αντίστασις, τήν όποϊάν παρουσιάζει ένα κύκλωμα αύτῆς τῆς μορφῆς, δίδεται άπό τήν σχέσηιν :

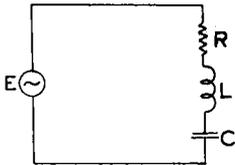
$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2},$$

και έξαρτάται άπό τά στοιχεΐα (R), (L) και (C), καθώς και άπό τήν συχνότητα (f) τοῦ ρεύματος, τó όποϊον κυκλοφορεΐ είς αύτό.

Όταν ή συχνότης (f) τῆς πηγῆς, ή όποϊα τροφοδοτεΐ τó κύκλωμα είναι χαμηλή, ή χωρητική αντίστασις :

$$X_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C}$$

είναι μεγάλη και έλαττοῦται όσον ή συχνότης τῆς πηγῆς αύξάνεται. Άντιθέτως ή αύτεπαγωγική αντίστασις είναι μικρή είς τὰς χαμηλάς συχνότητας και αύξάνεται είς τὰς ύψηλοτέρας.



Σχ. 37·α.

Έάν λοιπόν τó κύκλωμα τοῦ σχήματος 37·α, μέ τά στοιχεΐα (R), (L) και (C) έν σειρᾶ, τροφοδοτηθῆ άπό μίαν πηγήν έναλλασσομένης τάσεως (E), σταθεροῦ πλάτους (σταθεράς ένδεικνυμένης τιμῆς), άλλὰ μεταβαλλομένης συχνότητος, ή έντασις τοῦ ρεύματος είς τó κύκλωμα αύτό δέν θά είναι

σταθερά. Αυτό θά συμβαίη, διότι ή σύνθετος αντίστασις (Z) τοῦ κυκλώματος δέν παραμένει σταθερά, έφ' όσον μεταβάλλονται τά στοιχεΐα (X_L) και (X_C) (αύτεπαγωγική και χωρητική αντίστασις), τά όποϊα τήν συνθέτουν. Τονίζεται έδῶ ότι είς τά ραδιοτεχνικά κυκλώματα αύτοῦ τοῦ είδους ή αντίστασις (R) αντιπροσωπεύει τά ώμικά μέρη τοῦ πυκνωτοῦ και κυρίως τοῦ πηνίου (τὰς άντιστάσεις άπωλειῶν) και δέν είναι καμία ξεχωριστή

ώμικη αντίσταση συνδεδεμένη εις τὸ κύκλωμα. Ἀντιθέτως μάλιστα ἐπιβάλλεται πάντοτε ἡ τιμὴ τῆς ἀντιστάσεως αὐτῆς νὰ εἶναι ὅσον τὸ δυνατόν μικρότερα (δηλαδή νὰ εἶναι μικρότεραι αἱ ἀπώλειαι).

Εἰς τὰς ἐφαρμογὰς διὰ νὰ εἶναι μικραὶ αἱ ἀπώλειαι ἐνὸς κυκλώματος μὲ (L) καὶ (C) ἐν σειρά ἔπρεπε :

α) Ὁ πυκνωτῆς νὰ εἶναι καλῆς ποιότητος. Π.χ. ἕνας πυκνωτῆς μὲ διηλεκτρικὸν ἀπὸ μίκαν ἐμφανίζει μικρότερας ἀπωλείας παρὰ ἕνας πυκνωτῆς χάρτου.

β) Τὸ τύλιγμα τοῦ πηνίου νὰ ἔχη μικρὴν ὥμικὴν ἀντίστασιν καί, ἂν τὸ πηνίον ἔχη πυρῆνα, αἱ ἀπώλειαι τοῦ πυρῆνος αὐτοῦ νὰ εἶναι ὅσον τὸ δυνατόν μικραὶ. Τὸ ἀποτέλεσμα αὐτὸ ἐπιτυγχάνεται μὲ πυρῆνας εἰδικῆς κατασκευῆς.

Ἡ μεταβολὴ τῶν δύο ἀντιστάσεων (X_L) καὶ (X_C) γίνεται, ὅπως ἤδη ἀνεφέρθη, κατ' ἀντίθετον τρόπον. Εἰς τὰς χαμηλὰς συχνότητος ἐπικρατεῖ περισσότερο (εἶναι μεγαλύτερα) ἡ χωρητικὴ ἀντίστασις, ἐνῶ εἰς τὰς ὑψηλὰς ἐπικρατεῖ ἡ αὐτεπαγωγικὴ. Ἐὰν μελετηθῇ λοιπὸν ἡ συμπεριφορὰ τοῦ κυκλώματος εἰς τὰς διαφόρους συχνότητας, διαπιστοῦται ὅτι, ὅσον ἡ συχνότης αὐξάνεται, ἡ μὲν χωρητικὴ ἀντίστασις τοῦ σταθερᾶς χωρητικότητος πυκνωτοῦ (C) ἐλαττοῦται, ἡ δὲ αὐτεπαγωγικὴ ἀντίστασις τοῦ σταθερᾶς αὐτεπαγωγῆς πηνίου (L) αὐξάνεται. Ἐπομένως κατὰ τὰς μεταβολὰς αὐτὰς θὰ ὑπάρξῃ κάποια ἐνδιάμεσος συχνότης (f_0), διὰ τὴν ὁποῖαν αἱ δύο αὐταὶ ἀντιστάσεις θὰ γίνουσι ἴσαι. Καὶ ἐπειδὴ αἱ ἐν λόγω ἀντιστάσεις εἶναι καὶ ἀντιθέτου δράσεως, εἰς τὴν συχνότητα, εἰς τὴν ὁποῖαν θὰ γίνουσι ἀριθμητικῶς ἴσαι, θὰ ἀλληλεξουδετεροῦνται.

Θὰ ἀπομένῃ συνειπῶς ὡς ἐλαχίστη ἀντίστασις τοῦ κυκλώματος μόνον ἡ ὥμικὴ ἀντίστασις (R) (ἡ ἀντίστασις ἀπωλειῶν).

Ἡ ἀλληλεξουδετέρωσις πάντως τῶν δύο ἀντιστάσεων δὲν σημαίνει καὶ ἐξαφάνισιν αὐτῶν. Ἀπλῶς τὸ ἀποτέλεσμα τῆς μιᾶς ἀντισταθμίζει τὸ ἀποτέλεσμα τῆς ἄλλης, αἱ ἀντιστάσεις ὅμως (X_L) καὶ (X_C) ὑπάρχουν καὶ αὐτὸ φαίνεται ἀπὸ τὰς τάσεις, αἱ ὁποῖαι ἐπικρατοῦν εἰς τὰ ἄκρα των καὶ αἱ ὁποῖαι εἶναι ἴσαι, ὅταν αἱ (X_L) καὶ (X_C) εἶναι ἴσαι. Αἱ ἴσαι αὐταὶ τάσεις εἶναι μεγαλύτεραι ἀπὸ τὴν τάσιν τῆς πηγῆς (E) καὶ ἐπειδὴ εἶναι καὶ

άντιθέτου δράσεως αλληλεξουδετεροούνται. Συνεπώς η τάσις (E) τῆς πηγῆς ἐπικρατεῖ μόνον ἐπὶ τοῦ ὠμικοῦ μέρους (R) τοῦ κυκλώματος.

Ἡ κατάστασις ἀλληλεξουδετερώσεως τῶν (X_L) καὶ (X_C) λέγεται *συντονισμὸς τοῦ κυκλώματος* καὶ ἡ συχνότης, εἰς τὴν ὁποίαν αἱ (X_L) καὶ (X_C) ἀλληλεξουδετεροούνται, λέγεται *συχνότης συντονισμοῦ* αὐτοῦ.

Τὸ διάγραμμα τοῦ σχήματος 37·β δεικνύει ἀναλυτικῶς τὰς ἐπικρατούσας τάσεις εἰς τὸ κύκλωμα σειρᾶς κατὰ τὸν συντονισμὸν.

Κατὰ τὸν συντονισμὸν ἐπομένως ἰσχύει ἡ σχέσηις :

$$X_L = X_C \quad \eta \quad L\omega = \frac{1}{C\omega},$$

ἀπὸ τὴν ὁποίαν προκύπτει :

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}}$$

Σχ. 37·β.

Καὶ ἐπειδὴ $\omega = 2\pi \cdot f$, ἡ συχνότης συντονισμοῦ (f_0) θὰ εἶναι :

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{L \cdot C}}$$

Εἰς τὴν συχνότητα συντονισμοῦ, ἐφ' ὅσον $X_L = X_C$, ἡ ἀντίστασις τοῦ κυκλώματος γίνεται ἐλαχίστη, διότι τότε δρᾷ μόνον ἡ ὠμικὴ ἀντίστασις (R) αὐτοῦ (ἐπὶ τῆς ὁποίας ἀναπτύσσεται ἡ τάσις E τῆς πηγῆς), ὁπότε ἡ σχέσηις τῆς συνθέτου ἀντιστάσεως :

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

γίνεται :

$$Z = \sqrt{R^2} \quad \eta \quad Z = R.$$

Τὸ ρεῦμα εἰς τὸ κύκλωμα θὰ εἶναι :

$$I = \frac{E}{Z} \quad \eta \quad I = \frac{E}{R},$$

καὶ κατὰ τὸν συντονισμὸν γίνεται μέγιστον, ἀφοῦ $Z = R$, καὶ ἡ (R) εἶναι ἡ ἐλαχίστη ἀντίστασις, τὴν ὁποίαν δύναται νὰ παρουσιάσῃ τὸ κύκλωμα. Ἡ (R) εἶναι σταθερᾶς τιμῆς καὶ δύναται νὰ θεωρηθῆται ἀνεξάρτητος τῆς συχνότητος.

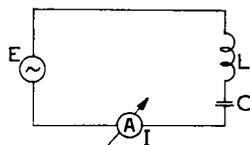
Η ωμική αντίσταση (R) είναι εκείνη, η οποία ρυθμίζει το ποσόν του ρεύματος, το όποιον κυκλοφορεί εις το κύκλωμα κατά τόν συντονισμόν. Εις τήν Ραδιοτεχνίαν, όπου τα κυκλώματα αυτά έχουν μεγαλύτεραν εφαρμογήν, όσον μικρότερα είναι ή (R), τόσοσ καλυτέρας ποιότητος είναι το κύκλωμα. Γενικώς ή ποιότης ενός κυκλώματος συντονισμού συμβολίζεται με το γράμμα (Q) και δίδεται από τήν σχέσιν :

$$Q = \frac{L\omega_0}{R}$$

ΕΡΓΑΣΙΑ

1. Να πραγματοποιηθῆ το κύκλωμα του σχήματος 37·γ.

Ὡς πηγή τροφοδοτήσεως του κυκλώματος να χρησιμοποιηθῆ ταλαντωτής χαμηλών συχνοτήτων. Διά μεταβολῆς τῆς συχνότητος του ταλαντωτοῦ να προσδιορισθῆ ή περιοχή του συντονισμού από το ρεύμα, το όποιον δεικνύει το έν σειρᾶ μιλιαμπερόμετρον.



Σχ. 37·γ.

2. Διά μεταβολῆς τῆς συχνότητος του ταλαντωτοῦ εις τήν περιοχήν του συντονισμού να ληφθοῦν μετρήσεις και να συμπληρωθῆ ό έπόμενος πίναξ :

f (Hz)	I (mA)

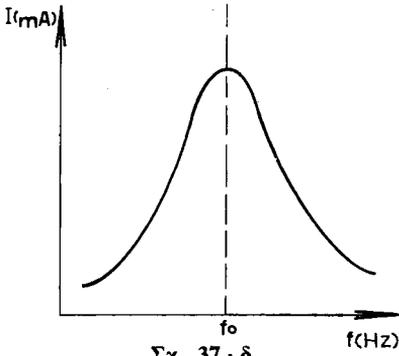
Κατά τήν διάρκειαν τῶν μετρήσεων να ρυθμίζεται ή τάσις (E) του ταλαντωτοῦ, ώστε να παραμένῃ σταθερά εις κάθε συχνότητα.

3. Ποία ή συχνότης συντονισμού του κυκλώματος τῆς περιπτώσεως 1 ;

4. Έκ τῶν μετρήσεων τῆς περιπτώσεως 2 νά χαραχθῆ ἡ καμπύλη συντονισμοῦ τοῦ κυκλώματος.

Τὸ διάγραμμα τοῦ σχήματος 37·δ δίδει τὴν μορφήν, τὴν ὁποίαν πρέπει νά ἔχη μία καμπύλη συντονισμοῦ κυκλώματος έν σειρά.

5. Νά προστεθῆ έν σειρά εἰς τὸ κύκλωμα μία ὠμικὴ ἀντίστασις, π.χ. 100Ω , καί νά ληφθοῦν έκ νέου μετρήσεις, ὥστε νά χαραχθῆ ἡ καμπύλη συντονισμοῦ τοῦ κυκλώματος. Ἡ καμπύλη νά χαραχθῆ εἰς τὸ αὐτὸ διάγραμμα μὲ τὴν καμπύλην τῆς προηγούμενης περιπτώσεως.



6. Διὰ συγκρίσεως τῶν ρευμάτων κατὰ τὸν συντονισμόν εἰς τὰς δύο περιπτώσεις νά ἀναφερθῆ ποῖον έκ τῶν δύο κυκλωμάτων εἶναι καλύτερας ποιότητος καί διατί;

7. Δι' ἡλεκτρονικοῦ βολτομέτρου νά μετρηθοῦν αἱ τάσεις (V_R), (V_L) καί (V_C) εἰς τὸ κύκλωμα κατὰ τὸν συντονισμόν καί νά συγκριθοῦν μὲ τὴν τάσιν τῆς πηγῆς.

8. Μὲ δεδομένην τὴν ὠμικὴν ἀντίστασιν (R) τῆς περιπτώσεως 5 καί τὴν αὐτεπαγωγὴν τοῦ πηνίου ($L = \dots$), νά ὑπολογισθῆ ἡ ποιότης (Q) τοῦ κυκλώματος.

(Ἡ αὐτεπαγωγὴ τοῦ πηνίου θὰ δοθῆ ὑπὸ τοῦ Καθηγητοῦ κατὰ τὴν ἐκτέλεσιν τῆς ἀσκήσεως).

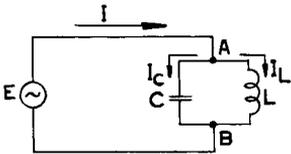
Παραπομπαι διὰ συμπληρωματικὴν μελέτην :

Α. Παππᾶ: «Ἠλεκτρολογία», τόμος Γ', σελ. 81. (Ἐκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

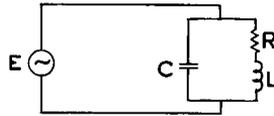
Γ. Βουδούρη: «Ραδιοτεχνία», τόμος Α', σελ. 123. (Ἐκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΣ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ RLC EN ΠΑΡΑΛΛΗΛΩ

Ἐάν τὰ στοιχεῖα (L) καί (C) τοῦ κυκλώματος τῆς προηγουμένης ἀσκήσεως συνδεθοῦν ἐν παραλλήλῳ, ὅπως εἰς τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 38·α, προκύπτει τότε ἓνα κύκλωμα παραλλήλου συντονισμοῦ.



Σχ. 38-α.



Σχ. 38-β.

Εἰς τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 38·β, τὸ ὁποῖον εἶναι τὸ ἰσοδύναμον τοῦ κυκλώματος τοῦ σχήματος 38·α, ἡ ἀντίστασις (R) ἀντιπροσωπεύει τὴν ὠμικὴν ἀντίστασιν καὶ ἐν γένει τὴν ἀντίστασιν ἀπωλειῶν τοῦ πηνίου καί, ὅπως ἀνεφέρθη εἰς τὴν ἀσκήσιν συντονισμοῦ ἐν σειρᾷ, καταβάλλεται φροντίς, ὥστε ἡ ἀντίστασις αὕτη νὰ ἔχη ὅσον τὸ δυνατόν μικροτέραν τιμὴν, ὁπότε καὶ ἡ ποιότης τοῦ κυκλώματος εἶναι καλυτέρα :

$$\left(Q = \frac{L\omega_0}{R} \right)$$

Διὰ τὸν πυκνωτὴν (C) δεχομέθα ὅτι ἔχει ἀντίστασιν ἀπωλειῶν εἰς τὸν κλάδον του τὸσον μικρὴν, ὥστε νὰ δύναται νὰ παραλειφθῆ.

Εἰς τὸ ἐν παραλλήλῳ κύκλωμα τὸ ρεῦμα εἰς τὸν κόμβον (A) (ἢ εἰς τὸν B) διοχετεύεται εἰς τοὺς δύο κλάδους τοῦ πυκνωτοῦ καὶ τοῦ πηνίου. Ἀναλόγως δὲ τῆς συχνότητος τῆς πηγῆς (E) ἀπὸ τὸ ἓνα τῶν στοιχείων αὐτῶν θὰ διέρχεται περισσότερον καὶ ἀπὸ τὸ ἄλλο ὀλιγώτερον ρεῦμα. Δηλαδή, εἰς τὰς χαμηλὰς συχνότητας, εἰς τὰς ὁποίας ὁ πυκνωτὴς παρουσιάζει μεγάλην ἀντίστασιν $\left(\frac{1}{C\omega} \right)$, τὸ περισσότερον ρεῦμα θὰ διέρχεται ἀπὸ τὸν

κλάδων τοῦ πηνίου, τὸ ὁποῖον τότε παρουσιάζει μικρὰν ἀντίστασιν ($L\omega$). Εἰς τὰς ὑψηλὰς συχνότητας θὰ συμβαίνει τὸ ἀντίθετον. Διὰ μίαν ὁμως ἐνδιάμεσον συχνότητα αἱ δύο ἀντιστάσεις (αὐτεπαγωγικὴ καὶ χωρητικὴ) θὰ γίνωνται ἴσαι, ἐφ' ὅσον ἡ μία αὐξάνεται καὶ ἡ ἄλλη ἐλαττοῦται. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν πραγματοποιεῖται *συντονισμός* τοῦ κυκλώματος, ὅπως καὶ εἰς τὸ ἐν σειρά κύκλωμα, ἡ δὲ συχνότης, διὰ τὴν ὁποῖαν συμβαίνει αὐτό, λέγεται *συχνότης συντονισμοῦ*. Κατὰ τὸν συντονισμόν ἰσχύει καὶ εἰς τὸ ἐν παραλλήλω κύκλωμα ἡ σχέση:

$$X_L = X_C \quad \eta \quad L\omega_0 = \frac{1}{C\omega_0},$$

ἐκ τῆς ὁποίας προκύπτει:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{L \cdot C}}.$$

Τὰ χαρακτηριστικὰ ἐνὸς κυκλώματος (LC) παραλλήλου τροφοδοτήσεως κατὰ τὸν συντονισμόν εἶναι:

α) Ἡ σύνθετος ἀντίστασις (Z) εἶναι μεγίστη (εἰς τὸ ἐν σειρά κύκλωμα ἦτο ἐλαχίστη καὶ ἴση μὲ R). Τοῦτο συμβαίνει διότι, δι' οἰανδήποτε ἄλλην συχνότητα, ἐκτὸς τῆς συχνότητος συντονισμοῦ, ὑπάρχει εὐκολωτέρα δίοδος διὰ τοῦ ἐνὸς ἐκ τῶν δύο κλάδων.

β) Ἡ ἔντασις (I) τοῦ ρεύματος εἰς τὸ κύκλωμα εἶναι ἐλαχίστη (εἰς τὸ ἐν σειρά κύκλωμα ἦτο μεγίστη).

γ) Αἱ ἐντάσεις τῶν ρευμάτων (I_C) καὶ (I_L) εἰς τοὺς κλάδους εἶναι ἴσαι κατὰ τὸν συντονισμόν καὶ εἶναι μεγαλύτεραι ἀπὸ τὴν ἔντασιν (I) τοῦ ρεύματος εἰς τὸ κύκλωμα (εἰς τὸ ἐν σειρά κύκλωμα αἱ τάσεις V_L καὶ V_C εἶναι μεγαλύτεραι τῆς τάσεως τῆς πηγῆς E).

Τὰ ἴσα αὐτὰ ρεύματα, (I_C) καὶ (I_L), ἐπειδὴ ἔχουν ἀντιθέτους δράσεις, ἔχουν ὀλικὸν ἄθροισμα μηδὲν εἰς τοὺς κόμβους (A) καὶ (B).

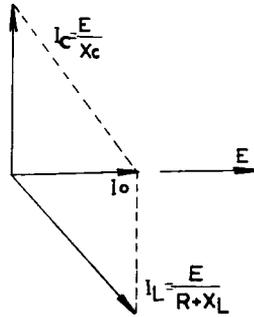
Τὸ ρεῦμα (I), ἐλάχιστον κατὰ τὸν συντονισμόν, διέρχεται διὰ τῶν ὀμικῶν στοιχείων τῶν δύο κλάδων (L) καὶ (C).

δ) Ἡ τάσις τῆς πηγῆς (E) καὶ τὸ ρεῦμα (I) εἶναι ἐν φάσει κατὰ τὸν συντονισμόν, πρᾶγμα τὸ ὁποῖον φανερώνει ὅτι ἡ σύν-

θητος αντίστασις (Z) αὐτοῦ συμπεριφέρεται τότε ὡς μία καθαρῶς ὠμικὴ ἀντίστασις πολὺ μεγάλης τιμῆς.

Εἰς τὸ σχῆμα 38·γ δίδεται διανυσματικὸν διάγραμμα τῶν ρευμάτων καὶ τῆς τάσεως τῆς πηγῆς, εἰς ἓνα ἐν παραλλήλῳ κύκλωμα διὰ τὴν συνθήκην τοῦ συντονισμοῦ.

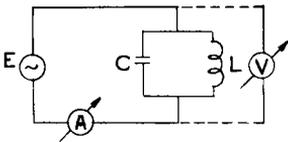
Ἡ μεγάλη σύνθετος ἀντίστασις τοῦ ἐν παραλλήλῳ κυκλώματος εἶναι καὶ ὁ λόγος, διὰ τὸν ὁποῖον προτιμᾶται τοῦτο ὡς κύκλωμα συντονισμοῦ, ἀντὶ τοῦ ἐν σειρᾷ κυκλώματος, εἰς ὅλας σχεδὸν τὰς ραδιοτεχνικὰς ἐφαρμογὰς. Αὐτὴ ἡ μεγάλη σύνθετος ἀντίστασις (μεγάλῃ χωρὶς μεγάλας ἀπωλείας) ἐξασφαλίζει συνθήκας προσαρμογῆς τῶν ἐν παραλλήλῳ κυκλωμάτων συντονισμοῦ μὲ τὰς μεγάλας ἐσωτερικὰς ἀντιστάσεις τῶν ἠλεκτρονικῶν λυχνιῶν, εἰς τὸ ἐξωτερικὸν κύκλωμα τῶν ὁποίων συνδέεται.



Σχ. 38·γ.

ΕΡΓΑΣΙΑ

1. Νὰ πραγματοποιηθῆ τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 38·δ.



Σχ. 38·δ.

Ὡς πηγὴ (E) νὰ χρησιμοποιηθῆ ταλαντωτὴς χαμηλῶν συχνοτήτων. Κατὰ τὴν διάρκειαν τῶν μετρήσεων νὰ ρυθμίζεται ὁ ταλαντωτὴς, ὥστε νὰ παρέχη σταθερὰν τάσιν εἰς τὸ κύκλωμα δι' ὅλας τὰς συχνότητες.

Διὰ μεταβολῆς τῆς συχνότητος τοῦ ταλαντωτοῦ νὰ προσδιορισθῆ ἡ συχνότης συντονισμοῦ τοῦ κυκλώματος ἀπὸ τὴν ἔνδειξιν τοῦ ἐλαχίστου ρεύματος (I).

2. Διὰ μεταβολῆς τῆς συχνότητος τοῦ ταλαντωτοῦ ἄνω καὶ κάτω τῆς συχνότητος συντονισμοῦ νὰ ληφθοῦν μετρήσεις καὶ νὰ συμπληρωθῆ ὁ ἀκόλουθος πίναξ (σελ. 188). Αἱ μετρήσεις νὰ εἶναι πυκνότεραι εἰς τὴν γύρω ἀπὸ τὴν συχνότητα συντονισμοῦ περιοχὴν.

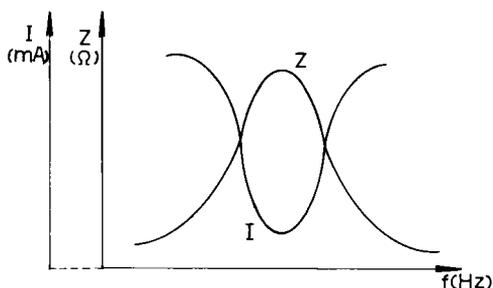
3. Έκ τῶν μετρήσεων τῆς προηγούμενης περιπτώσεως καὶ δι' ὑπολογισμῶν τῆ βοήθεια τῆς σχέσεως $Z = \frac{V}{I}$ (V εἶναι ἡ σταθερά τάσις εἰς τὰ ἄκρα τοῦ κυκλώματος) νὰ εὑρεθοῦν ἡ σύνθετος ἀντίστασις, τὴν ὁποίαν παρουσιάζει τὸ κύκλωμα εἰς τὰς διαφόρους συχνότητας καὶ νὰ συμπληρωθῆ ὁ ἐπόμενος πίναξ:

f (Hz)	I (mA)

θερά τάσις εἰς τὰ ἄκρα τοῦ κυκλώματος) νὰ εὑρεθοῦν ἡ σύνθετος ἀντίστασις, τὴν ὁποίαν παρουσιάζει τὸ κύκλωμα εἰς τὰς διαφόρους συχνότητας καὶ νὰ συμπληρωθῆ ὁ ἐπόμενος πίναξ:

f (Hz)	Z (Ω)

4. Έκ τῶν μετρήσεων τῆς περιπτώσεως 2 καὶ τῶν ἀποτελεσμάτων τῶν ὑπολογισμῶν τῆς περιπτώσεως 3 νὰ χαραχθοῦν εἰς τὸ αὐτὸ διάγραμμα αἱ χαρακτηριστικαὶ καμπύλαι συντονισμοῦ:



Σχ. 38·ε.

α) Μεταβολῆς τῆς συνθέτου ἀντιστάσεως τοῦ κυκλώματος (L), (C) συναρτήσεως τῆς συχνότητος.

β) Μεταβολῆς τοῦ ρεύματος εἰς τὸ κύκλωμα συναρτήσεως τῆς συχνότητος.

Τὸ διάγραμμα τοῦ σχήματος 38·ε δίδει τὴν

μορφήν τῶν ζητουμένων καμπυλῶν.

5. Νὰ συγκριθοῦν αἱ ἀνωτέρω καμπύλαι συντονισμοῦ με

τάς καμπύλας συντονισμού τοῦ ἐν σειρᾷ κυκλώματος, τὸ ὁποῖον ἐμελετήθη εἰς τὴν προηγουμένην ἄσκησιν. Νὰ ἀναφερθοῦν αἱ διαφοραί, τὰς ὁποίας παρουσιάζουν τὰ κυκλώματα.

6. Διατί τὸ ἐν παραλλήλῳ κύκλωμα συντονισμού προτιμᾶται καὶ χρησιμοποιεῖται σχεδὸν πάντοτε εἰς τὰς ραδιοτεχνικὰς ἐφαρμογὰς;

Παραπομπαι διὰ συμπληρωματικὴν μελέτην :

Α. Παππά: «Ἠλεκτρολογία», τόμος Γ', σελ. 98. (Ἔκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

Γ. Βουδούρη: «Ραδιοτεχνία», τόμος Α', σελ. 146. (Ἔκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

ΙΣΧΥΣ ΕΙΣ ΤΟ ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΟΝ ΡΕΥΜΑ

Ἡ ἰσχύς εἰς τὸ συνεχές ρεῦμα ἐξητάσθη εἰς τὴν ἄσκησιν 21. Ἡ σχέσηις $P = V \cdot I$ ἰσχύει καὶ εἰς τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα, ἐφ' ὅσον αἱ καταναλώσεις, ἐπὶ τῶν ὁποίων ἡ ἰσχύς ἀναπτύσσεται, εἶναι καθαρῶς ὠμικαὶ ἀντιστάσεις. Ὅταν ὁμως αἱ καταναλώσεις εἶναι πηνία ἢ πυκνωταὶ (δηλαδὴ παρουσιάζουν αὐτεπαγωγικὰ ἢ χωρητικὰ στοιχεῖα), ἡ τάσις καὶ ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος εἰς αὐτὰ δὲν εἶναι συμφασικὰ μεγέθη. Αὐτὸ σημαίνει ὅτι μεταξὺ τῶν δύο παραγόντων τῆς ἰσχύος, δηλαδὴ τῆς τάσεως καὶ τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος, δὲν ὑπάρχει ταυτότης φάσεως, ὥστε νὰ ἀυξάνωνται καὶ νὰ ἐλαττοῦνται τὰ δύο αὐτὰ μεγέθη ταυτοχρόνως.

Τὸ γινόμενον λοιπὸν $(V \cdot I)$ εἰς τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα δίδει μίαν ἰσχύν, ἡ ὁποία λέγεται *φαινομένη ἰσχύς*, ἀκριβῶς ἐπειδὴ δὲν εἶναι ἡ πραγματικῶς καταναλισκομένη. Ἐὰν ὁμως τὸ γινόμενον αὐτὸ πολλαπλασιασθῇ ἐπὶ τὸ συνημίτονον τῆς γωνίας, ἡ ὁποία εἶναι ἡ διαφορὰ φάσεως μεταξὺ τάσεως καὶ ἐντάσεως, τότε τὸ ἀποτέλεσμα θὰ δώσῃ τὴν *πραγματικὴν ἰσχύν*, ἥτοι :

$$P_{\pi} = V \cdot I \cdot \text{συνφ}$$

ὅπου (V) καὶ (I) εἶναι αἱ ἐνδεικνυμένα τιμαὶ τῆς τάσεως καὶ τῆς ἐντάσεως ἀντιστοίχως.

Ὅπως εἶναι γνωστὸν ἐκ τῆς τριγωνομετρίας, τὸ συνημίτονον μιᾶς γωνίας δὲν δύναται νὰ εἶναι μεγαλύτερον τῆς μονάδος. Ὅταν εἶναι θετικὸν κυμαίνεται ἀπὸ 0 ἕως 1.

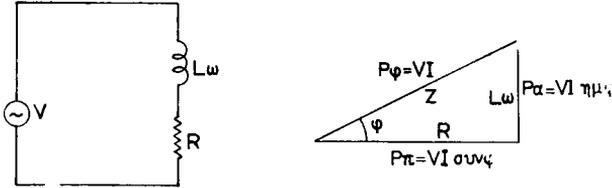
Ἡ ἀκριβὴς τιμὴ του διὰ τὰ ἠλεκτρολογικὰ κυκλώματα καθορίζεται ἀπὸ τὴν γωνίαν διαφορᾶς φάσεως μεταξὺ τάσεως καὶ ἐντάσεως (σχέσις μεταξὺ ὠμικῆς καὶ αὐτεπαγωγικῆς ἢ χωρητικῆς καταναλώσεως).

Τὸ συνημίτονον τῆς γωνίας διαφορᾶς φάσεως λέγεται καὶ *συντελεστὴς ἰσχύος* τῆς καταναλώσεως (τοῦ φορτίου), ἀκριβῶς ἐπειδὴ ἀπὸ αὐτὸ ἐξαρτᾶται ἡ ἰσχύς.

Ἀκόμη, εις τὸ ἐναλλασσόμενον ρεύμα, ὑπάρχει καὶ ἡ ἄεργος ἰσχύς, ἡ ὁποία δίδεται ἀπὸ τὴν σχέσιν:

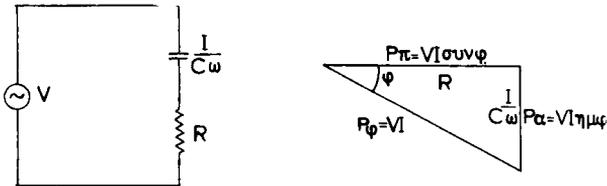
$$P_a = V \cdot I \cdot \eta\mu\phi.$$

Τὰ τρία εἶδη ἰσχύος συνθέτουν ἓνα ὀρθογώνιον τρίγωνον



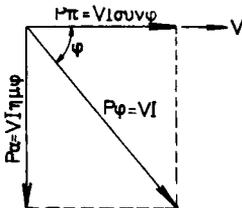
Σχ. 39·α.

δι' ἐκάστην περίπτωσιν καταναλώσεως (αὐτεπαγωγικὴν ἢ χωρητικὴν), ὅπως φαίνεται εις τὰ σχήματα 39·α καὶ 39·β.



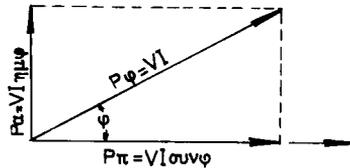
Σχ. 39·β.

Τὸ πρῶτον κύκλωμα καὶ τὸ ἔναντι αὐτῶν διάγραμμα ἔχουν ἐφαρμογὴν, ὅταν ἡ καταναλῶσις ἔχη αὐτεπαγωγικὰ στοιχεῖα, ἐνῶ τὸ δευτέρον, ὅταν ἡ καταναλῶσις ἔχη χωρητικὰ στοιχεῖα.



Σχ. 39·γ.

Διὰ καταναλωτῶν περιλαμβάνοντα καὶ πηνίου (αὐτεπαγωγικὴ συμπεριφορά).



Σχ. 39·δ.

Διὰ καταναλωτῶν περιλαμβάνοντα καὶ πυκνωτῆν (χωρητικὴ συμπεριφορά).

Ἐνῶ λοιπὸν εἰς τὸ συνεχές ρεύμα ἐμφανίζεται μία μόνον ἰσχύς, εἰς τὸ ἐναλλασσόμενον ἐμφανίζονται :

α) Ἡ *φαινομένη ἰσχύς*, ἡ ὁποία εἶναι ἡ συνισταμένη τῆς πραγματικῆς καὶ τῆς ἀέργου ἰσχύος, ὅπως δεικνύουν τὰ διαγράμματα τῶν σχημάτων 39·γ καὶ 39·δ. Αὐτὴ ἐκφράζεται εἰς βολταμπερ (VA) καὶ εὐρίσκεται ἀφοῦ μετρηθῶν διὰ βολτομέτρου καὶ ἀμπερομέτρου ἢ τάσις καὶ ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος εἰς τὸ κύκλωμα καὶ πολλαπλασιασθῶν, ἦτοι :

$$P_{\phi} = V \cdot I.$$

β) Ἡ *πραγματικὴ ἰσχύς*, ἡ ὁποία δίδεται ὑπὸ τῆς σχέσεως :

$$P_{\pi} = V \cdot I \cdot \text{συν}\phi$$

καὶ μετρεῖται εἰς βάττ (W) μὲ ἐιδικῶς κατασκευασμένα ὄργανα, τὰ Βαττόμετρα. Ἡ ἐσωτερικὴ κατασκευὴ καὶ ἡ λειτουργία τῶν Βαττομέτρων ἐξετάζεται εἰς τὴν ἄσκησιν 41.

γ) Ἡ *ἀεργος ἰσχύς*, ἡ ὁποία δὲν ἀντιστοιχεῖ εἰς παραγωγὴν ἢ κατανάλωσιν ἰσχύος, ὑπολογίζεται ὡς γεωμετρικὴ διαφορὰ τῶν δύο ἄλλων (ἐκ τῶν προηγουμένων τριγώνων), ἦτοι :

$$P_{\alpha} = \sqrt{P_{\phi}^2 - P_{\pi}^2},$$

καθὼς καὶ ἐκ τῆς σχέσεως $P_{\alpha} = V \cdot I \eta\mu\phi$ καὶ ἐκφράζεται εἰς βάρ (Var) (Volt Ampere Reactive).

Ὁ συντελεστὴς ἰσχύος (συνφ) εὐρίσκεται κατόπιν διαιρέσεως τῆς πραγματικῆς διὰ τῆς φαινομένης ἰσχύος, ἦτοι :

$$\text{συν}\phi = \frac{P_{\pi}}{P_{\phi}}.$$

Ὅταν $\phi = 90^{\circ}$ (ἢ καὶ -90°), καμμία ἰσχύς δὲν καταναλίσκεται εἰς τὸ κύκλωμα, διότι $\text{συν}\phi = 0$. Δηλαδή ἡ πραγματικὴ ἰσχύς εἶναι μηδέν, ὅποτε ἡ ἀεργος ἰσχύς ἰσοῦται μὲ τὴν φαινομένην. Ἐπίσης, ὅταν $\phi = 0^{\circ}$ ($\text{συν}\phi = 1$), ἡ ἀεργος ἰσχύς εἶναι μηδέν, ἐνῶ ἡ πραγματικὴ ἰσοῦται μὲ τὴν φαινομένην.

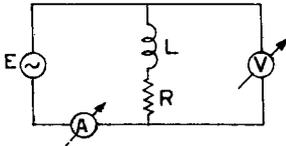
Τὸ συνφ δύναται ἐπίσης νὰ μετρηθῆ ἀπ' εὐθείας μὲ εἰδικὸν ὄργανον ($\cos\phi$).

ΕΡΓΑΣΙΑ

1. Νὰ πραγματοποιηθῆ τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 39·ζ

και να ληφθούν μετρήσεις τής τάσεως και τής έντάσεως, ώστε να υπολογισθῆ ἡ φαινομένη ἰσχύς.

2. Εἰς τὸ αὐτὸ κύκλωμα νὰ μετρηθῆ ἡ πραγματικὴ ἰσχύς διὰ βαττομέτρου, ὅπως δεικνύει τὸ σχῆμα 39·η.



Σχ. 39·ζ.



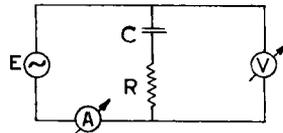
Σχ. 39·η.

Ἐπίσης, ἐὰν δὲν διατίθεται βαττόμετρον, ἡ πραγματικὴ ἰσχύς δύναται νὰ μετρηθῆ διὰ μετρητοῦ ἐνεργείας (μικρὸν ἐνδιάμεσον «ρολόϊ»), ἀφοῦ δηλαδὴ μετρηθῆ ἡ καταναλωθεῖσα ἐνέργεια ἐπὶ ἓνα ὠρισμένον χρονικὸν διάστημα.

3. Ἐκ τῶν μετρήσεων τῶν δύο προηγουμένων περιπτώσεων νὰ υπολογισθῆ ὁ συντελεστῆς ἰσχύος τοῦ κυκλώματος καθὼς καὶ ἡ ἄεργος ἰσχύς.

4. Νὰ πραγματοποιηθῆ τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 39·θ.

Εἰς αὐτὸ νὰ ἐπαναληφθοῦν ὅλαι αἱ μετρήσεις καὶ οἱ υπολογισμοί, οἱ ὅποιοι ζητοῦνται εἰς τὰς περιπτώσεις 1, 2, καὶ 3 διὰ τὸ κύκλωμα μὲ αὐτεπαγωγὴν.



Σχ. 39·θ.

5. Τὰ ἀποτελέσματα ὄλων τῶν μετρήσεων καὶ υπολογισμῶν νὰ γραφοῦν εἰς τὸν ἀκόλουθον πίνακα:

Εἶδος Καταναλώσεως	P_{ϕ}	P_{π}	συνφ	P_a



6. Νὰ ἐξηγηθῆ, διατί ὁ συντελεστῆς ἰσχύος δὲν δύναται νὰ εἶναι μεγαλύτερος τῆς μονάδος.

7. Δύο ἠλεκτρικαὶ συσκευαὶ χαρακτηρίζονται ἢ μὲν πρώτη μὲ $\cos\varphi = 0,85$, ἢ δὲ δευτέρα μὲ $\cos\varphi = 0,60$. Ποία ἐκ τῶν δύο εἶναι καλυτέρα;

Παραπομπὰὶ διὰ συμπληρωματικὴν μελέτην :

Α. Παππᾶ : « Ἠλεκτρολογία », τόμος Α', σελὶς 110. (Ἔκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

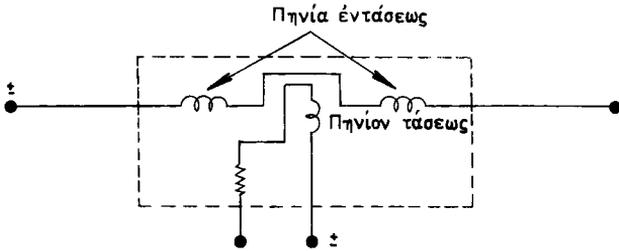
Κ. Θεοφιλοπούλου : « Ἠλεκτροτεχνία », τόμος Α', σελ. 256. (Ἔκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

ΒΑΤΤΟΜΕΤΡΑ

Τὰ ὄργανα, τὰ ὁποῖα χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν μέτρησιν τῆς ἠλεκτρικῆς ἰσχύος, λέγονται *βαττόμετρα*. Ἡ μέτρησις τῆς ἠλεκτρικῆς ἰσχύος εἶναι ἀπαραίτητος τόσον εἰς τὴν παραγωγὴν τῆς ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας, ὅσον καὶ κατὰ τὴν μεταφορὰν καὶ διανομὴν αὐτῆς.

Τὰ βαττόμετρα εἶναι ἠλεκτροδυναμικὰ ὄργανα καὶ ἀποτελοῦνται ἀπὸ ἓνα σταθερὸν (ἀκίνητον) πηνίον καὶ ἓνα κινήτῳν. Τὸ ἀκίνητον πηνίον συνδέεται ἐν σειρᾷ εἰς τὸ κύκλωμα, εἶναι κατεσκευασμένον ἀπὸ χονδρὸν σύρμα καὶ λέγεται *πηνίον ἐντάσεως*. Εἰς μερικὰς περιπτώσεις ἀντὶ ἑνὸς ὑπάρχουν δύο πηνία ἐν σειρᾷ. Τὸ κινήτῳν πηνίον εἶναι κατεσκευασμένον ἀπὸ λεπτὸν σύρμα, συνδέεται ἐν παραλλήλῳ καὶ εἶναι τὸ *πηνίον τάσεως*.

Τὸ ρεῦμα τοῦ κυκλώματος, εἰς τὸ ὁποῖον γίνεται ἡ μέτρησις τῆς ἰσχύος, διέρχεται διὰ τοῦ ἀκινήτου πηνίου τῆς ἐντάσεως καὶ ἡ τάσις τοῦ κυκλώματος ἐφαρμόζεται εἰς τὰ ἄκρα τοῦ κινήτου πηνίου, τὸ ὁποῖον πιθανὸν νὰ ἔχη ἐν σειρᾷ καὶ προστατευτικὴν ἀντίστασιν (ἀντίστασιν πολλαπλασιασμοῦ τῆς κλίμακος, βλέπε ἀσκήσιν 23, Βολτόμετρα).



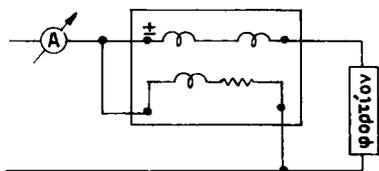
Σχ. 40·α.

Βασικὸν κύκλωμα βαττομέτρου μὲ προστατευτικὴν ἀντίστασιν (διὰ τὸν πολλαπλασιασμὸν τῆς ἰκανότητος τοῦ πηνίου τάσεως) καὶ μὲ δύο πηνία ἐντάσεως φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 40·α.

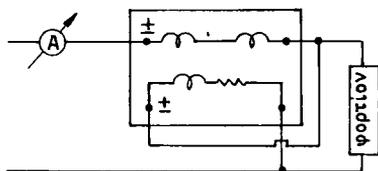
Το βαττόμετρον αὐτὸ δεικνύει τὴν πραγματικὴν ἰσχύν, ἢ ὁποῖα καταναλίσκεται εἰς βάττ. Ἐνα ἀπὸ τὰ ἄκρα (ὑποδοχὰς) τόσον τοῦ πηνίου τάσεως ὅσον καὶ τοῦ πηνίου (ἢ τῶν ἐν σειρᾷ πηνίων) ἐντάσεως φέρει τὰς ἐνδείξεις \pm , πρᾶγμα τὸ ὁποῖον σημαίνει ὅτι ἔχει σημασίαν ἢ πολικότητος (φάσις - οὐδέτερος) διὰ τὸ ἐναλλασσόμενον κατὰ τὴν σύνδεσιν τῶν πηνίων ἐντάσεως καὶ τάσεως. Ἄν ἡ σύνδεσις εἶναι ὀρθή, ἡ βελὸν τῶν βαττομέτρου ἀποκλίνει κανονικῶς. Ἄλλως, ἀποκλίνει ἀντιθέτως καὶ τότε ἀπαιτεῖται ἐναλλαγὴ τῆς πολικότητος τοῦ ἑνὸς ἐκ τῶν πηνίων.

Ἐπίσης, ὅταν ἡ σύνδεσις εἶναι κανονικὴ, ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν πηνίων τάσεων καὶ ἐντάσεων εἶναι ἡ μικρότερα δυνατὴ.

Τὰ σχήματα 40·β καὶ 40·γ δεικνύουν δύο τρόπους συνδεσμολογίας τῶν πηνίων τάσεως καὶ ἐντάσεως εἰς ἓνα βαττόμετρον.



Σχ. 40·β.



Σχ. 40·γ.

Καὶ τὰ δύο κυκλώματα εἶναι ὀρθὰ καὶ χρησιμοποιοῦνται εἰς τὴν πρᾶξιν. Πάντως καὶ εἰς τὰ δύο ὑπάρχει ἓνα μικρὸν καὶ ἀμελητέον, ἀλλὰ ἀναπόφευκτον σφάλμα. Εἰς τὸ σχῆμα 40·β τὸ πηνίου τάσεως μετρεῖ καὶ τὴν πτώσιν τάσεως εἰς τὸ πηνίου ἐντάσεως (καὶ ὄχι ἀπλῶς τὴν πτώσιν τάσεως εἰς τὸ φορτίον). Εἰς τὸ σχῆμα 40·γ, κατὰ τὴν μέτρησιν τῆς ἐντάσεως, ἐκτὸς τοῦ ρεύματος διὰ τοῦ φορτίου, μετρεῖται καὶ τὸ ρεῦμα διὰ τοῦ πηνίου τάσεως.

Τὰ χαρακτηριστικὰ ἑνὸς βαττομέτρου εἶναι :

α) Τὸ μέγιστον ρεῦμα, διὰ τὸ ὁποῖον εἶναι κατεσκευασμένον τὸ πηνίου ἐντάσεως.

β) Ἡ μεγίστη τάσις, ἢ ὁποῖα δύναται νὰ ἐφαρμοσθῇ εἰς τὰ ἄκρα τοῦ πηνίου τάσεως.

Ἡ μέγιστη ἔνδειξις τῆς κλίμακός του ἐξαρτᾶται βεβαίως καὶ ἀπὸ τὸ συνφ. Ἐπειδὴ τὸ συνφ εἶναι διὰ ἠλεκτρολογικὰς μετρήσεις ἐπὶ ἐναλλασσομένων ρευμάτων πάντοτε μικρότερον τῆς μονάδος, πρέπει νὰ ἐλέγχεται τὸ μέγιστον διὰ τοῦ βαττομέτρου ρεῦμα, δι' ἐνὸς ἀμπερομέτρου εἰς τὸ ἐξωτερικὸν κύκλωμα, ὥστε νὰ μὴ «καῆ» τὸ ὄργανον.

Μεγάλα βαττόμετρα ἔχουν περισσοτέρας τῆς μιᾶς κλίμακας καὶ φυσικὰ περισσοτέρας ὑποδοχὰς διὰ τοὺς ἀκροδέκτας αὐτῶν.

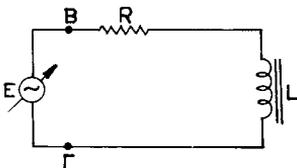
ΕΡΓΑΣΙΑ

1. Μετὰ προσοχῆς νὰ ἀνοιχθῆ τὸ βαττόμετρον τῆς ἀσκήσεως καὶ νὰ ἀναγνωρισθῆ τὸ κύκλωμα αὐτοῦ. (Πηνίον ἐντάσεως = χονδρὸν σύρμα κ.λπ.).

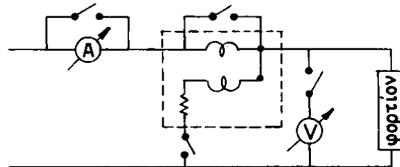
2. Νὰ σχεδιασθῆ τὸ ἐσωτερικὸν κύκλωμα τοῦ βαττομέτρου καὶ νὰ ἀναφερθῆ τὸ λόγω τῆς συνδεσμολογίας αὐτοῦ σφάλμα κατὰ τὴν μέτρησιν.

3. Νὰ πραγματοποιηθῆ τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 40·δ καὶ νὰ μετρηθῆ εἰς τὰ σημεῖα (Β), (Γ) ἡ καταναλισκομένη ἰσχύς διὰ βαττομέτρου.

4. Νὰ μετρηθῆ ἡ ἰσχύς εἰς τὸ κύκλωμα τῆς προηγουμένης περιπτώσεως διὰ βολτομέτρου καὶ ἀμπερομέτρου. Νὰ ἀναφερθῆ ποία ἡ διαφορά τῶν δύο μετρήσεων (περιπτώσεις 3 καὶ 4) καὶ νὰ ὑπολογισθῆ ἐξ αὐτῶν ὁ συντελεστὴς ἰσχύος τοῦ κυκλώματος



Σχ. 40·δ.



Σχ. 40·ε.

5. Νὰ πραγματοποιηθῆ τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 40·ε καὶ εἰς αὐτὸ νὰ ρυθμισθοῦν οἱ διακόπται οὕτως, ὥστε:

α) Μόνον τὸ βαττόμετρον νὰ παραμείνῃ εἰς τὸ κύκλωμα καὶ νὰ γραφῆ ἡ ἔνδειξις αὐτοῦ.

β) Μόνον τὸ ἀμπερόμετρον καὶ τὸ βολτόμετρον νὰ παραμείνουν εἰς τὸ κύκλωμα καὶ νὰ γραφοῦν αἱ ἐνδείξεις αὐτῶν.

6. Νὰ συγκριθοῦν αἱ ἐνδείξεις τῶν ὡς ἄνω μετρήσεων καὶ νὰ δικαιολογηθοῦν αἱ μεταξύ των διαφοραί.

Παραπομπή διὰ συμπληρωματικὴν μελέτην :

Γ. Ἀνεμογιάννη: «Ἡλεκτροτεχνία», τόμος Γ', σελ. 284. (Ἔκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

ΜΕΤΡΗΤΑΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Οί μετρηταί ήλεκτρικῆς ἐνεργείας διὰ τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα εἶναι τὰ «ρολόγια», τὰ ὅποια ἔχει ἐγκαταστήσει ἡ ΔΕΗ εἰς ὅλας τὰς οἰκίας, τὰς ὁποίας ἠλεκτροδοτεῖ, καὶ δι' αὐτῶν μετρεῖ τὴν καταναλισκομένην ἠλεκτρικὴν ἐνέργειαν.

Διὰ τὸ συνεχές ρεῦμα ὑπάρχουν δύο τύποι μετρητῶν ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας:

α) Οἱ μετρηταί ἀμπερομετρικοῦ τύπου καὶ β) οἱ μετρηταί βαττομετρικοῦ τύπου.

Μεγαλυτέραν ἀκρίβειαν δίδουν οἱ μετρηταί βαττομετρικοῦ τύπου, οἱ ὅποιοι μετροῦν τὸσον τὴν ἔντασιν ὅσον καὶ τὴν τάσιν ἐπὶ τῆς καταναλώσεως, ἐνῶ οἱ μετρηταί ἀμπερομετρικοῦ τύπου μετροῦν μόνον τὴν ἔντασιν καὶ θεωροῦν τὴν τάσιν τοῦ δικτύου σταθερὰν καὶ ἴσην μὲ τὴν ὀνομαστικὴν τιμὴν αὐτῆς.

Ἐνας βαττομετρικὸς μετρητὴς ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας δύναται νὰ χρησιμοποιηθῇ διὰ τὴν μέτρησιν καὶ ἐναλλασσομένης μορφῆς ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας. Γενικῶς ὅμως εἰς τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα χρησιμοποιοῦνται οἱ ἐπαγωγικοὶ μετρηταί, οἱ ὅποιοι διὰ τὰς οἰκίας εἶναι μονοφασικοί, ἐνῶ διὰ τὰς βιομηχανίας καὶ λοιπὰς μεγάλας καταναλώσεις εἶναι τριφασικοί. Οἱ ἐπαγωγικοὶ μετρηταί ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας εἶναι ἀπλούστεροι εἰς τὴν κατασκευὴν καὶ ἐπομένως εὐθηνότεροι.

Ὁ μονοφασικὸς ἐπαγωγικὸς μετρητὴς εἶναι εἰς τὴν οὐσίαν ἕνας κινητὴρ ἐναλλασσομένου ρεύματος, τοῦ ὁποίου ἡ ταχύτης περιστροφῆς εἶναι ἀνάλογος τοῦ γινομένου τῶν στιγμιαίων τιμῶν τῆς ἐφαρμοζομένης τάσεως εἰς τὸ πηνίον τάσεως αὐτοῦ καὶ τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος διὰ τοῦ πηνίου ἐντάσεως. Ὁ ἀριθμὸς τῶν στροφῶν εἰς ἕνα ὠρισμένον χρονικὸν διάστημα εἶναι ἐπομένως ἀνάλογος πρὸς τὴν ἐνέργειαν εἰς kWh, τὴν ὁποίαν τὸ φορτίον λαμβάνει κατὰ τὸ διάστημα αὐτό.

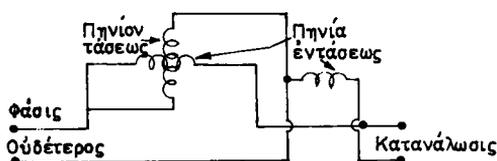
Ὁ συντελεστὴς ἀναλογίας μεταξὺ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν περι-

στροφῶν τοῦ δίσκου καὶ τῆς καταναλωθείσης ἐνεργείας εἶναι σταθερὸν χαρακτηριστικὸν μέγεθος τοῦ μετρητοῦ καὶ ἀναγράφεται εἰς τὴν πινακίδα του.

Ἐὰν π.χ. ἓνας μετρητῆς ἔχη σταθερότητα εἰς τὰς στροφὰς π.χ. $k = 100$ στροφὰς ἀνὰ χιλιοβαττώραν καὶ ὁ δίσκος του ἐκτελῆ 250 περιστροφὰς, τοῦτο σημαίνει ὅτι ὁ μετρητῆς κατέγραψε $\frac{250}{100} = 2,5$ kWh.

Ὡς δρομεὺς (ὀπλισμὸς) τοῦ μετρητοῦ (κινητῆρος) χρησιμοποιεῖται ἓνας δίσκος ἀλουμινίου, ὁ ὁποῖος περιστρέφεται μεταξὺ τῶν πόλων τῶν πηνίων, τὰ ὁποῖα δημιουργοῦν τὸ πεδίου, καὶ τοιοῦτοτρόπως κινεῖ εἰς καταγραφὴν ἓνα ἀπαριθμητὴν. Τὰ πηνία, τὰ ὁποῖα δημιουργοῦν τὸ πεδίου εἰς ἓνα μετρητὴν, εἶναι: α) Ἐνα πηνίον τάσεως, εὐρισκόμενον συνήθως ὑπεράνω τοῦ δίσκου ἀλουμινίου. β) Δύο πηνία ἐντάσεως, τοποθετημένα κάτωθι τοῦ δίσκου.

Ἡ δύναμις, ἡ ὁποία κινεῖ τὸν δίσκον, ἀναπτύσσεται λόγω τῆς δράσεως τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ἐπὶ τῶν δινορρευμάτων Φουκῶ, τὰ ὁποῖα ἐπάγονται εἰς τὸν δίσκον.



Σχ. 41 · α.

Τὸ θεωρητικὸν σχῆμα διὸν τοῦ σχήματος 41 · α

δίδει τὴν ἐσωτερικὴν κατασκευὴν καὶ τὸν τρόπον συνδεσμολογίας εἰς ἐξωτερικὸν κύκλωμα τῶν πηνίων ἑνὸς μονοφασικοῦ ἐπαγωγικοῦ μετρητοῦ ηλεκτρικῆς ἐνεργείας διὰ τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα.

Ἀνάλογον κύκλωμα καὶ συνδεσμολογίαν ἔχουν καὶ οἱ τριφασικοὶ ἐπαγωγικοὶ μετρηταί, οἱ ὁποῖοι δὲν ἐξετάζονται εἰς τὴν παροῦσαν ἀσκήσιν.

Εἰς τὰς δύο προηγουμένας ἀσκήσεις, 39 καὶ 40, (Ἴσχύς εἰς τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα καὶ βαττόμετρα) ἐκτίθεται ἡ σχετικὴ θεωρία περὶ τῆς ἰσχύος καὶ τῶν τρόπων μετρήσεως αὐτῆς καθὼς καὶ περὶ τοῦ συντελεστοῦ ἰσχύος (συνφ) εἰς τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα, ἐπιβάλλεται δὲ ὅπως μελετηθῆ ἔκ νέου ἡ θεωρία αὐτὴ διὰ τὴν ἄνετον διεξαγωγὴν τῶν ἐπομένων μετρήσεων.

ΕΡΓΑΣΙΑ

1. Μετά προσοχής να άνοιχθῆ ὁ μετρητῆς ἠλεκτρικῆς ἔνεργείας, ὁ ὁποῖος χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν ἄσκησιν, καὶ νὰ γίνῃ ἀναγνώρισις τῶν κυκλωμάτων αὐτοῦ. Ἐάν τὸ ἐργαστήριον διαθέτῃ τὸ σχέδιον τῶν κυκλωμάτων τοῦ μετρητοῦ, νὰ ἀντιγραφῆ τοῦτο εἰς τὸ τετράδιον καὶ νὰ γίνῃ ἐπαλήθευσις τῶν κυκλωμάτων.

2. Ἐάν δὲν ὑπάρχῃ τὸ σχέδιον τοῦ κυκλώματος τοῦ μετρητοῦ, νὰ ἐξαχθῆ ὑπὸ τῶν μαθητῶν ἓνα ἀπλοῦν θεωρητικὸν κύκλωμα συνδέσεως τῶν πηνίων αὐτοῦ.

3. Νὰ πραγματοποιηθῆ ἓνα ἠλεκτρικὸν κύκλωμα μὲ διαφόρους καταναλώσεις (π.χ. λαμπτήρ πυρακτώσεως, μονοφασικὸς κινητήρ, ἠλεκτρικὴ θερμάστρα κ.λπ.) καὶ νὰ χρησιμοποιηθῆ ὁ μετρητῆς διὰ τὴν μέτρησιν τῆς καταναλισκομένης ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας ἐπὶ ἓνα ὠρισμένον χρονικὸν διάστημα. Ἐάν εἶναι δυνατὸν, ὁ μετρητῆς νὰ χρησιμοποιηθῆ διὰ τὴν ὡς ἄνω μέτρησιν «άνοικτός» (ἄνευ περιβλήματος) καὶ νὰ παρατηρηθῆ ἡ ὅλη λειτουργία αὐτοῦ.

4. Ἐκ τῆς μετρηθείσης ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας καὶ τοῦ χρόνου νὰ ὑπολογισθῆ ἡ ἰσχύς τῶν καταναλώσεων.

5. Νὰ μετρηθῆ διὰ τοῦ βαττομέτρου ἡ ἰσχύς τοῦ κυκλώματος τῆς περιπτώσεως 3 καὶ νὰ συγκριθῆ μὲ τὴν ὑπολογισθεῖσαν εἰς τὴν περίπτωσιν 4.

6. Νὰ γίνουσι αἱ ἀπαραίτητοι μετρήσεις καὶ νὰ ὑπολογισθῆ ὁ συντελεστῆς (συνφ) τοῦ κυκλώματος.

Παραπομπὴ διὰ συμπληρωματικὴν μελέτην :

Γ. Ἀνεμογιάννη: «Ἡλεκτροτεχνία», τόμος Γ', σελ. 304. (Ἔκδοσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

ΒΕΛΤΙΩΣΙΣ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΟΥ ΙΣΧΥΟΣ (συνφ)

Εἰς τὰς τρεῖς προηγουμένας ἀσκήσεις, 39, 40 καὶ 41, ἐξητάσθη ἡ σημασία τοῦ συντελεστοῦ ἰσχύος εἰς ἓνα κύκλωμα ἐναλλασσομένου ρεύματος καὶ οἱ διάφοροι τρόποι προσδιορισμοῦ τῆς τιμῆς αὐτοῦ.

Μικρὸς συντελεστής ἰσχύος σημαίνει καταπόνησιν τῶν γραμμῶν μεταφορᾶς ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας καὶ τῆς πηγῆς μὲ μεγάλα ἄεργα ρεύματα διὰ τὴν αὐτὴν πραγματικὴν ἰσχύν. Γενικῶς ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος εἰς ἓνα κύκλωμα, τὸ ὁποῖον τροφοδοτεῖται ἀπὸ πηγὴν ἐναλλασσομένης τάσεως, εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ συντελεστοῦ ἰσχύος. Ἐπομένως συμφέρει ὅπως αἱ διαφοροὶ ἠλεκτρικαὶ συσκευαὶ λειτουργοῦν ὑπὸ τὸν μεγαλύτερον δυνατὸν συντελεστὴν ἰσχύος, διότι τότε γίνεται ἐκμετάλλευσις μεγαλυτέρας πραγματικῆς ἰσχύος διὰ τὸ αὐτὸ ποσὸν τῆς φαινομένης ἰσχύος.

Βελτίωσις τοῦ μικροῦ συντελεστοῦ ἰσχύος τῶν ἠλεκτρικῶν κινητῆρων γίνεται συνήθως διὰ τῆς τοποθετήσεως παραλλήλων εἰς τὸ δίκτυον τροφοδοτήσεως (εἰς τὴν εἴσοδον, δηλαδὴ τοὺς πόλους τοῦ κινητήρος) ἐνὸς πυκνωτοῦ ὠρισμένης χωρητικότητος. Ὁ κινητὴρ λόγῳ τῶν τυλιγμάτων αὐτοῦ ἔχει ἐπαγωγικὴν συμπεριφορὰν καὶ ὁ παραλλήλως τοποθετούμενος πυκνωτὴς ἐξουδετερώνει μέρος τοῦ ἐπαγωγικοῦ φορτίου, ἤτοι τῆς ἀέργου ἰσχύος.

Ἐὰν ἐκ τῶν γωνιῶν φασικῆς ἀποκλίσεως πρὸ τῆς βελτιώσεως καὶ μετὰ τὴν βελτίωσιν τοῦ συντελεστοῦ ἰσχύος προσδιορισθῇ τὸ ποσὸν τῆς ἀέργου ἰσχύος, τὸ ὁποῖον πρέπει νὰ ἀπορροφῇ ὁ πυκνωτὴς ἀπὸ τὰς γραμμὰς τροφοδοτήσεως, καὶ ἐὰν δίδεται καὶ ἡ ἐφαρμοζομένη τάσις (τάσις λειτουργίας τοῦ κινητήρος), ὑπολογίζεται εὐκόλως ἡ ἔντασις τοῦ διὰ τοῦ πυκνωτοῦ ρεύματος, ὅποτε ἐκ τῆς σχέσεως:

$$V = \frac{I_c}{C\omega}$$

(νόμος του Ωμ), ή όποια γίνεται :

$$C = \frac{I_C}{V\omega},$$

εύρσκεται ή τιμή τής χωρητικότητας του απαιτουμένου διά τήν βελτίωσιν πυκνωτού εις F.

Πρός καλυτέραν κατανόησιν τών προηγουμένων έστω τó έξης παράδειγμα :

Κινητήρ έχει πραγματική ισχύν 3 kW και λειτουργεί υπό τάσιν δικτύου 220 V, 50 Hz, με συντελεστήν ισχύος 0,75.

Ζητείται νά εύρεθῆ ή τιμή τής χωρητικότητας ένός πυκνωτού, ό όποίος συνδεόμενος παραλλήλως εις τούς πόλους του κινητήρος νά βελτιώνη τόν συντελεστήν ισχύος εις 0,85.

Λύσις :

Έκ του συνφ = 0,75 εύρσκεται ότι ή γωνία φ = 41°,5 και εφφ = 0,8847.

Είναι γνωστόν ότι $P_\pi = V \cdot I \cdot \text{συνφ}$ και

$$P_a = V \cdot I \cdot \eta\mu\phi, \text{ δηλαδή } \frac{P_a}{P_\pi} = \epsilon\phi\phi.$$

Συνεπώς ή άεργος ισχύς (P_a) θά είναι :

$$P_a = P_\pi \cdot \epsilon\phi\phi = 3000 \times 0,8847 = 2654 \text{ VA.}$$

Όταν διά τής τοποθέτησεως του πυκνωτού γίνη τó συνφ = 0,85, ή νέα γωνία φασικής άποκλίσεως θά είναι φ = 31°8' και εφφ = 0,62.

Κατά τόν αύτόν ως και προηγουμένως τρόπον :

$$\eta \text{ ή } P_a = P_\pi \cdot \epsilon\phi\phi = 3000 \times 0,62 = 1860 \text{ VA.}$$

Άρα διά του πυκνωτού θά έπιτυγχάνεται μείωσις τής άεργου ισχύος κατά 2654 — 1860 = 794 VA.

Τά 794 VA θά είναι ή (άεργος) ισχύς του πυκνωτού, δεδομένου ότι ό πυκνωτής δέν καταναλίσκει πραγματικήν ισχύν.

Η ισχύς όμως του πυκνωτού ίσοῦται με $P_C = V \cdot I_C$, όποτε τó ρεύμα διά του πυκνωτού θά είναι :

$$I_C = \frac{794}{220} = 3,6 \text{ A.}$$

Και η χωρητικότητα του πυκνωτού εκ τής σχέσεως $V = \frac{I_C}{C\omega}$

θα είναι :

$$C = \frac{I_C}{V\omega} = \frac{3,6}{220 \times 314} = 60 \mu\text{F}.$$

ΕΡΓΑΣΙΑ

1. Νά πραγματοποιηθῆ τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 42· α



Σχ. 42· α.

και νά μετρηθοῦν :

α) Ἡ φαινομένη ἰσχύς (διὰ βολτομέτρου — ἀμπερομέτρου). β) Ἡ πραγματικὴ ἰσχύς (διὰ βαττομέτρου). γ) Νά ὑπολογισθῆ ὁ συντελεστὴς ἰσχύος (συνφ) τοῦ κυκλώματος.

κλώματος.

2. Νά ὑπολογισθῆ ἡ χωρητικότης τοῦ πυκνωτοῦ, ὁ ὁποῖος συνδεόμενος παραλλήλως εἰς τὸ δίκτυον, θά βελτιώσῃ τὸν συντελεστὴν ἰσχύος εἰς 0,9.

5. Νά συνδεθῆ ὁ πυκνωτὴς εἰς τὸ κύκλωμα καὶ νά ἐπαναληφθοῦν αἱ μετρήσεις τῆς περιπτώσεως 1.

Νά παρατηρηθοῦν αἱ διαφοραὶ βελτιώσεως.

4. Ἐπίσης νά πραγματοποιηθῆ κύκλωμα μὲ ἠλεκτρικὸν κινητήρα ὡς κατανάλωσιν καὶ νά ἐπαναληφθοῦν αἱ μετρήσεις τῶν περιπτώσεων 1, 2 καὶ 3.

5. Νά χρησιμοποιηθῆ (ἐὰν ὑπάρχῃ εἰς τὸ ἐργαστήριον) εἰδικὸς μετρητὴς τοῦ συντελεστοῦ ἰσχύος διὰ τὴν μέτρησιν αὐτοῦ εἰς ὅλας τὰς προηγουμένας περιπτώσεις. Νά συγκριθοῦν αἱ τιμαὶ τῶν δύο διαφορετικῶν τρόπων καὶ νά δικαιολογηθοῦν τυχούσαι διαφοραί.

Παραπομπὴ διὰ συμπληρωματικὴν μελέτην :

Γ. Ἀνεμογιάννη : «Ἡλεκτροτεχνία», τόμος Γ', σελ. 290. (Ἐκδόσις Ἰδρύματος Εὐγενίδου).

ΠΑΛΜΟΓΡΑΦΟΣ

Ὁ παλμογράφος εἶναι ἓνα ἀπὸ τὰ πλέον χρήσιμα ὄργανα ἐλέγχου εἰς ὅλα τὰ ἠλεκτρονικά ἢ ἠλεκτρολογικά ἐργαστήρια. Βοηθεῖ κατὰ τρόπον πολὺ ἀποτελεσματικὸν εἰς τὸν ἔλεγχον τῆς καλῆς ἢ ἐλαττωματικῆς λειτουργίας τῶν κυκλωμάτων μιᾶς ἠλεκτρικῆς συσκευῆς, ἐμφανίζων ἐπὶ τῆς ὀθόνης τὰς μορφὰς καὶ ἀκόμη καὶ τὰ σχετικὰ μεγέθη τάσεων, αἱ ὁποῖαι ἐπικρατοῦν εἰς αὐτά.

Ὅταν γίνεται ἔλεγχος τῆς λειτουργίας ἑνὸς κυκλώματος ἐν τὴν βοήθειαν τοῦ παλμογράφου, παρουσιάζεται εἰς τὴν ὀθόνην του, ἀφοῦ γίνουν οἱ κατάλληλοι χειρισμοὶ τῶν «κουμπιῶν», τὰ ὁποῖα εὐρίσκονται εἰς τὴν πρόσψιν του, ἡ μορφή μιᾶς μεταβαλλομένης τάσεως, δηλαδὴ ἡ καμπύλη μεταβολῆς τῆς τάσεως συναρτήσῃ τοῦ χρόνου.

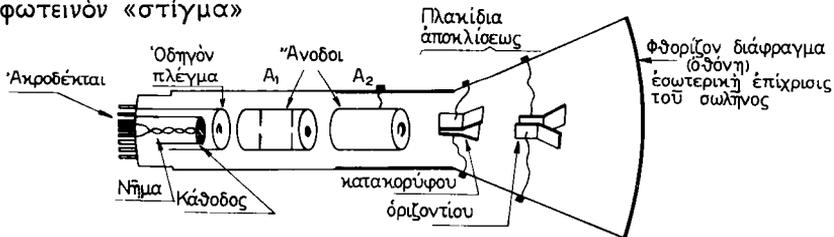
Διὰ τοῦ παλμογράφου δηλαδὴ ἐπιτυγχάνεται ὁρατὸν ἀποτέλεσμα τῶν μεταβολῶν μιᾶς τάσεως. Καὶ ἀφοῦ μελετηθῇ ἡ μορφή τῆς ἐμφανιζομένης τάσεως, ἐξάγονται χρήσιμα συμπεράσματα διὰ τὴν καλὴν ἢ μὴ λειτουργίαν τοῦ ἐξεταζομένου κυκλώματος.

Μερικαὶ ἀπὸ τὰς ἀπλουστέρας καὶ πλέον συνήθεις ἐφαρμογὰς τοῦ παλμογράφου εἶναι: παρατήρησις, μέτρησις ἢ σύγκρισις τάσεων, μέτρησις συχνότητος, μέτρησις διαφορᾶς φάσεως, ἔλεγχος καὶ μέτρησις ἐνισχυτικῆς ἰκανότητος ἐνισχυτοῦ ἢ βαθμίδος αὐτοῦ, ἀνίχνευσις σήματος, εὐθυγράμμισις καὶ συντονισμὸς ραδιοφωνικῶν δεκτῶν κ.λπ.

Τὸ κύριον ἐξάρτημα κάθε παλμογράφου εἶναι ὁ καθοδικὸς σωλῆν (ἢ λυχνία καθοδικῶν ἀκτίνων), ἡ ὁποία φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 43·α.

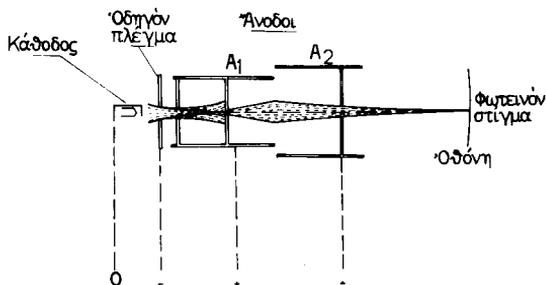
Ὅταν ἀπὸ τὴν κάθοδον τοῦ καθοδικοῦ σωλῆνος ἐκπέμπωνται ἠλεκτρόνια, ἓνα μέρος ἀπὸ αὐτὰ ἔλκεται καὶ συλλέγεται ἀπὸ τὰς θετικὰς ἀνόδους. Τὰ ὑπόλοιπα ὅμως ἐπιταχύνονται τόσον

πολύ, ὥστε, διερχόμενα ἀπὸ τὰς ὀπὰς τῶν ἀνόδων καὶ σχηματίζοντα δέσμη, πίπτουν ἐπὶ τῆς ὀθόνης, ἡ ὁποία εἶναι ἐπιχρισμένη ἐσωτερικῶς μὲ φθορίζουσαν οὐσίαν, δηλαδὴ μὲ οὐσίαν, ἡ ὁποία ἔχει τὴν ἰδιότητα νὰ ἐκπέμπη φῶς, ὅταν πίπτουν ἐπ' αὐτῆς ἠλεκτρόνια. Τοιοῦτοτρόπως εἰς τὴν ὀθόνην τοῦ καθοδικοῦ σωλῆνος, καὶ ἀκριβέστερον εἰς τὸ σημεῖον τῆς ὀθόνης, εἰς τὸ ὁποῖον προσπίπτει ἡ δέσμη τῶν ἠλεκτρονίων, ἐμφανίζεται ἓνα φωτεινὸν «στίγμα»



Σχ. 43 · α.

Καθοδικὸς σωλῆν ἢ σωλῆν καθοδικῶν ἀκτίνων.



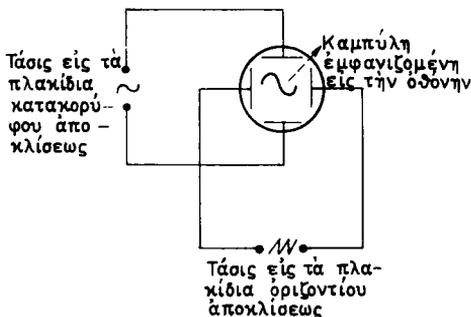
Σχ. 43 · β.

Πορεία τῆς δέσμης τῶν ἠλεκτρονίων ἐντὸς τοῦ καθοδικοῦ σωλῆνος.

Ὅπως φαίνεται εἰς τὸ πλήρες σχῆμα τοῦ καθοδικοῦ σωλῆνος, μετὰ τὰς ἀνόδους ὑπάρχουν καὶ δύο ζεύγη μεταλλικῶν πλακιδίων, τῶν πλακιδίων κατακορύφου ἀποκλίσεως καὶ ὀριζοντίου ἀποκλίσεως, τὰ ὁποῖα ἀποτελοῦν σπουδαιότατα ἐξαρτήματα τοῦ καθοδικοῦ σωλῆνος, διότι ἀκριβῶς εἰς αὐτὰ ἐφαρμόζονται αἱ διάφοροι τάσεις τῶν ἠλεκτρικῶν κυκλωμάτων, τὰ ὁποῖα πρόκειται νὰ ἐλεγχθοῦν μὲ τὸν καθοδικὸν παλμογράφον.

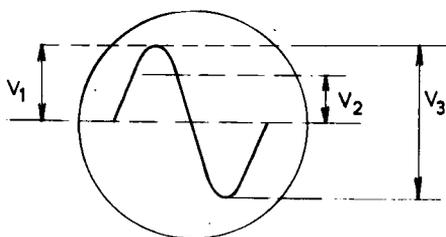
Πράγματι αἱ τάσεις, αἱ ὁποῖαι πρόκειται νὰ παρατηρηθοῦν ἐπὶ τῆς ὀθόνης, ἐφαρμόζονται εἰς τὰ πλακίδια αὐτά, ὅπως

δεικνύει τὸ ἀπλοῦν σχῆμα 43·γ, καὶ ἀναγκάζουν τὴν δέσμη (καὶ ἐπομένως καὶ τὸ φωτεινὸν στίγμα ἐπὶ τῆς ὀθόνης) νὰ ἐκτρέπεται (νὰ ἀποκλίνει) καθέτως καὶ ὀριζοντίως, ἀναλόγως πρὸς τὴν συνισταμένην τῶν δυνάμεων ἕλξεως καὶ ἀπωθήσεως, αἱ ὁποῖαι ἀσκοῦνται ἐπὶ τῶν ἠλεκτρονίων τῆς δέσμης ἀπὸ τὰ ἠλεκτρισμένα πλακίδια. Αὐτὸς εἶναι ὁ τρόπος διὰ τοῦ ὁποίου αἱ μεταβολαὶ τῶν τάσεων, αἱ ὁποῖαι ἐφαρμόζονται εἰς τὰ πλακίδια, σχηματίζονται ἐπὶ τῆς ὀθόνης τοῦ καθοδικοῦ σωληῆνος.



Σχ. 43·γ.

Ἡ πλέον ἀπλῆ καμπύλη, ἡ ὁποία δύναται νὰ παρουσιασθῆ εἰς τὴν ὀθόνην τοῦ παλμογράφου, εἶναι ἡ ἡμιτονικὴ καμπύλη τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος (σχ. 43·δ). Διὰ νὰ ἐμφανισθῆ ὁμως ἡ καμπύλη αὐτή, ἀπαιτεῖται νὰ δρᾶσουν ταυτοχρόνως δύο τάσεις εἰς τὸν παλμογράφον. Ἡ μία τάσις εἶναι αὐτὴ ἡ ἴδια ἡ ἡμιτονικὴ τάσις, ἡ ὁποία πρόκειται νὰ ἐμφανισθῆ εἰς τὴν ὀθόνην καὶ ἡ ὁποία ἐφαρμόζεται εἰς τὰ πλακίδια τῆς κατακορύφου ἀποκλίσεως. Ἡ ἄλλη εἶναι μία βοηθητικὴ τάσις, ἡ ὁποία



Σχ. 43·δ.

Μορφή ἐνὸς ἡμιτονικοῦ κύματος ἐπὶ τῆς ὀθόνης παλμογράφου καὶ σχετικὰ χαρακτηριστικὰ μεγέθη του.

V_1 = μεγίστη τιμὴ.

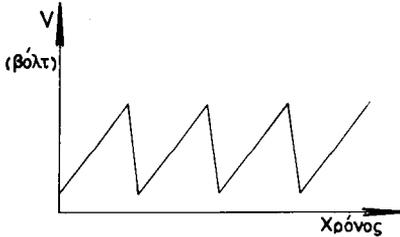
V_2 = ἐνδεικνυμένη τιμὴ.

V_3 = τιμὴ ἀπὸ κορυφῆς εἰς κορυφήν.

παράγεται ἐντὸς τῆς συσκευῆς τοῦ παλμογράφου καὶ ἔχει «πριονωτὴν» μορφήν, ἐφαρμόζεται δὲ εἰς τὰ πλακίδια τῆς ὀριζοντίου ἀποκλίσεως, διὰ νὰ ἐξαναγκάζη τὸ στίγμα νὰ κινῆται ὀριζοντίως (δεξιὰ - ἀριστερὰ) καὶ ἰσοταχῶς ἐπὶ τῆς ὀθόνης (δηλαδὴ νὰ «σαρῶνη», ὅπως λέγεται τὴν ὀθόνην), ὥστε νὰ δύναται νὰ ἀναπτύ-

χθῆ καὶ ἡ τροχιά τῆς τάσεως, ἡ ὁποία ἔχει ἐφαρμοσθῆ εἰς τὰ πλακίδια τῆς κατακορύφου ἀποκλίσεως (σχ. 43· ε).

Ὡστε διὰ νὰ διαγράψῃ τὸ στίγμα τὴν μορφήν μιᾶς τάσεως ἐπὶ τῆς ὀθόνης, πρέπει ἀπαραιτήτως ἡ ἠλεκτρονικὴ δέσμη νὰ ὑπακούῃ ὄχι εἰς μίαν, ἀλλὰ εἰς δύο τάσεις. Πρῶτον πρέπει νὰ κινῆται ἐπάνω - κάτω, συμφώνως



Σχ. 43· ε.

Τάσις πριονωτῆς μορφῆς. Ἡ τάσις αὕτη ἐφαρμόζεται εἰς τὰ πλακίδια ὀριζοντίου ἀποκλίσεως καὶ ἀναγκάζει τὸ στίγμα νὰ κινῆται δεξιὰ - ἀριστερά.

νῆται ἐπάνω - κάτω, συμφώνως πρὸς τὰς ἐναλλαγὰς τῆς τάσεως, ἡ ὁποία πρόκειται νὰ ἐξετασθῆ καὶ ἡ ὁποία ἐμφανίζεται ἐπὶ τῆς ὀθόνης. Καὶ δεύτερον πρέπει ταυτοχρόνως νὰ κινῆται καὶ ὀριζοντίως ἀπὸ τὸ δεξιὸν ἄκρον τῆς ὀθόνης ἰσοταχῶς πρὸς τὸ ἀριστερὸν καὶ νὰ ἐπιστρέφῃ πάλιν ταχύτατα εἰς τὸ ἀριστερὸν ἄκρον. Αὕτη ἡ ὀριζοντία ἰσοταχῆς κίνησις τῆς δέσμης καὶ συνεπῶς καὶ τοῦ στίγματος, ἡ ὁποία

εἶναι ἀπαραίτητος διὰ τὴν ἐμφάνισιν οἰασδήποτε μορφῆς σήματος εἰς τὴν ὀθόνην, λέγεται *σάρωσις*.

Ἡ προετοιμασία κάθε παλμογράφου, προκειμένου νὰ ἐμφανισθῆ ἡ μορφή μιᾶς τάσεως εἰς τὴν ὀθόνην του, ἀπαιτεῖ ὠρισμένους χειρισμούς. Εἰς τὴν ἄσκησιν αὐτὴν γίνεται εἰσαγωγή εἰς τὸν χειρισμὸν τοῦ παλμογράφου καὶ σύντομος περιγραφὴ καὶ ἐρμηνεία τῶν σχημάτων, τὰ ὁποία ἐμφανίζονται εἰς τὴν ὀθόνην του. Δὲν ἐξηγεῖται ἡ λειτουργία τῶν κυκλωμάτων τοῦ παλμογράφου, διότι αὐτὸ προϋποθέτει γνώσεις ἠλεκτρονικῶν κυκλωμάτων.

Τὰ κυριώτερα ρυθμιστικὰ «κουμπιά» εἰς ἓνα παλμογράφον καὶ ἡ ἐργασία, τὴν ὁποίαν ἕκαστος τούτων ἐξυπηρετεῖ, ἐξηγοῦνται ἐν συντομίᾳ εἰς τὰ ἐπόμενα :

Φωτεινότης (Intensity). Αὐξάνει ἢ ἐλαττώνει τὴν φωτεινότητα τοῦ σήματος εἰς τὴν ὀθόνην. Ἐπίσης, συνήθως εἰς τὸ κουμπὶ τῆς φωτεινότητος εἶναι καὶ ὁ διακόπτης ἀποκαταστάσεως καὶ διακοπῆς τοῦ κυκλώματος τροφοδοτήσεως τοῦ παλμογράφου.

Ἐστίασις τοῦ στίγματος (Focus). Καθιστᾶ λεπτότερον καὶ εὐκρινέστερον τὸ στίγμα εἰς τὴν ὀθόνην.

Κατακόρυφος τοποθέτησις τοῦ στίγματος (Vertical position). Ρυθμίζει πρὸς τὰ ἐπάνω ἢ κάτω τὴν θέσιν τοῦ στίγματος εἰς τὴν ὀθόνην.

Ὁριζόντιος τοποθέτησις τοῦ στίγματος (Horizontal position). Ρυθμίζει πρὸς τὰ ἀριστερὰ ἢ δεξιὰ τὴν θέσιν τοῦ στίγματος.

Κατακόρυφος ἐνίσχυσις τοῦ σήματος (Vertical gain). Ρυθμίζει τὸ πλάτος τῆς τάσεως τῆς ἐφαρμοζομένης εἰς τὰ πλακίδια κατακόρυφου ἀποκλίσεως καὶ τοιουτοτρόπως κανονίζει τὸ ὕψος τοῦ παλμογραφήματος εἰς τὴν ὀθόνην.

Ὁριζόντιος ἐνίσχυσις (Horizontal gain). Ρυθμίζει τὸ πλάτος τῆς τάσεως τῆς ἐφαρμοζομένης εἰς τὰ πλακίδια ὀριζοντίου ἀποκλίσεως καὶ τοιουτοτρόπως κανονίζει τὸ πλάτος τοῦ παλμογραφήματος.

Ἐπιλογεὺς συχνότητος σαρώσεως (Sweep frequency selector). Ρυθμίζει χονδρικῶς τὴν περιοχὴν, εἰς τὴν ὁποίαν πρέπει νὰ εὐρίσκειται ἡ συχνότης τῆς ὀριζοντίου ἰσοταχοῦς κινήσεως τοῦ στίγματος, δηλαδὴ ἡ συχνότης τῆς σαρώσεως.

Λεπτὴ ρύθμισις τῆς συχνότητος σαρώσεως (Frequency vernier). Ρυθμίζει μὲ περισσοτέραν ἀκρίβειαν τὴν συχνότητα τῆς σαρώσεως.

Ἐπιλογεὺς συγχρονισμοῦ (Synchronization selector). Διορθώνει τὴν συχνότητα τῆς σαρώσεως, ὥστε τὸ παλμογράφημα, τὸ ὁποῖον ἐμφανίζεται εἰς τὴν ὀθόνην, νὰ παραμένῃ ἀκίνητον.

Εἰς τοὺς διαφόρους τύπους παλμογράφων συναντῶνται τὰ αὐτὰ σχεδὸν ρυθμιστικὰ κομβία μὲ ἐλαφρὰς ἀλλαγὰς εἰς τὴν ὀνομασίαν. Ἀκόμη μία καλὴ κατασκευὴ παλμογράφου θὰ περιλαμβάνῃ ὅπωςδὴποτε καὶ περισσότερα ρυθμιστικὰ κομβία. Καλὴ ὁμως γνῶσις ἐνὸς ἀπλοῦ παλμογράφου διευκολύνει εἰς τὸν χειρισμὸν οἴουδὴποτε τύπου παλμογράφου συνθετωτέρας κατασκευῆς.

Ἐκτὸς ἀπὸ τοὺς ρυθμιστὰς τῆς λειτουργίας τοῦ παλμογράφου ὑπάρχουν εἰς τὴν πρόσοψίν του καὶ αἱ κατάλληλοι ὑποδοχαὶ διὰ τὴν σύνδεσιν τῶν σημάτων, τὰ ὁποῖα πρόκειται νὰ ἐμφανισθοῦν εἰς τὴν ὀθόνην. Αἱ κυριώτεραι ἀπὸ τὰς ὑποδοχὰς αὐτὰς εἶναι :

Κατακόρυφος εἰσόδος (Vertical input). Εἰς αὐτὴν τὴν εἰσοδὸν συνδέεται τὸ πρὸς παρατήρησιν σῆμα.

Ἐπιπέδου εἰσοδος (Horizontal input). Ἐδῶ συνδέεται ἔξωτερικὸν σήμα σαρώσεως, τὸ ὁποῖον πρόκειται νὰ ἐφαρμοσθῆ εἰς τὰ πλακίδια ὀριζοντίου ἀποκλίσεως, ὅταν δὲν χρησιμοποιῆται ἔσωτερικὴ σάρωσις.

ΕΡΓΑΣΙΑ

Προσοχή. Ὑπάρχει κίνδυνος νὰ «καῖ» ἡ ὀθόνη τοῦ παλμογράφου, ἂν τὸ στίγμα παραμείνῃ ἀκίνητον ἐπὶ μεγάλο χρονικὸν διάστημα ἐπ' αὐτῆς.

Μὲ τὸν παλμογράφον ἔκτος τάσεως:

1. Νὰ τοποθετηθοῦν ὁ «ἐπιλογεὺς συχνότητος σαρώσεως» (Sweep selector) καὶ ἡ «λεπτὴ ρύθμισις συχνότητος σαρώσεως» (Sweep vernier) εἰς τὸ μέσον τῆς διαδρομῆς των.

2. Ἐπίσης εἰς τὸ μέσον τῆς διαδρομῆς νὰ τοποθετηθοῦν οἱ ρυθμισταὶ (τὰ κομβία) ὀριζοντίου καὶ κατακορύφου ἀποκλίσεως (Horizontal καὶ Vertical position).

3. Ὁ ἐπιλογεὺς συγχρονισμοῦ (Synchronization selector) νὰ τοποθετηθῆ εἰς τὴν θέσιν Int. (Internal, ἔσωτερικός), ὥστε νὰ λειτουργῆ ὁ ἔσωτερικός συγχρονισμός. Ὁ ἀπλοῦς ρυθμιστὴς συγχρονισμοῦ (Sync) νὰ μείνῃ ἐντελῶς κλειστός.

4. Νὰ τεθῆ ὁ παλμογράφος ὑπὸ τάσιν.

Ὁ ρυθμιστὴς φωτεινότητος (Intensity) νὰ τοποθετηθῆ περίπου εἰς τὰ $3/4$ τῆς διαδρομῆς του· ὁ ρυθμιστὴς κατακορύφου ἐνισχύσεως (Vertical gain) νὰ τοποθετηθῆ σχεδὸν εἰς τὴν μεγίστην ἔνδειξιν.

5. Ὁ ρυθμιστὴς ὀριζοντίου ἐνισχύσεως νὰ τεθῆ ἐπίσης εἰς τὰ $3/4$ περίπου τῆς διαδρομῆς του.

6. Ἀφοῦ θερμανθῆ ἐπὶ ἓνα - δύο λεπτά ὁ παλμογράφος, θὰ ἐμφανισθῆ εἰς τὴν ὀθόνην μία ὀριζόντιος φωτεινὴ εὐθεῖα. Ἡ εὐθεῖα αὕτη σχηματίζεται ἀπὸ τὴν ταχυτάτην κίνησιν τοῦ στίγματος δεξιὰ - ἀριστερά. Ἡ κίνησις αὕτη εἶναι ἡ σάρωσις. Νὰ ρυθμισθοῦν τὰ κομβία κατακορύφου καὶ ὀριζοντίου θέσεως, ὥστε ἡ φωτεινὴ εὐθεῖα νὰ τοποθετηθῆ εἰς τὸ μέσον τῆς ὀθόνης.

7. Νὰ γίνῃ λεπτὴ καὶ εὐκρινὴς ἡ φωτεινὴ εὐθεῖα δι' ἐπεμβά-

σεως εις τούς ρυθμιστάς φωτεινότητος (Intensity) και έστιάσεως (Focus).

8. Νά ρυθμισθῆ τὸ πλάτος τῆς εὐθείας δι' έπεμβάσεως εις τὸν ρυθμιστὴν τῆς ὀριζοντίου ἐνισχύσεως (Horizontal gain).

9. Ἀφοῦ ὁ Καθηγητὴς τῶν Ἐργαστηρίων ἐλέγξῃ τὴν συντελεσθεῖσαν ἐργασίαν, οἱ μαθηταὶ ἐκάστης ὁμάδος νὰ ρυθμίσουν ἀπὸ μίαν φορὰν τουλάχιστον ἕκαστος τὸ σῆμα τῆς σαρώσεως εις τὸν παλμογράφον μὲ τὴν σειρὰν ἐργασίας, ἡ ὁποία ἐξετέθη εις τὰ προηγούμενα.

10. Νά γίνῃ ἐξέτασις διαφόρων σημάτων. Διὰ τὸν σκοπὸν αὐτὸν νὰ συνδεθῆ ἓνα ἐναλλασσόμενον σῆμα (π.χ. 6,3, βόλτ ἀπὸ μετασχηματιστὴν) εις τὴν κατακόρυφον εἴσοδον (Vertical input).

11. Νά ρυθμισθοῦν ὁ ἐπιλογεὺς κατακορύφου θέσεως (Vertical position selector) και ὁ κατακόρυφος ἐνισχυτὴς (Vertical gain), ὥστε τὸ σῆμα νὰ καλύψῃ τὸ 80% περίπου τῆς ὀθόνης εις ὕψος.

12. Νά τοποθετηθῆ ὁ ἐπιλογεὺς συχνότητος σαρώσεως (Sweep selector) και νὰ στραφῆ τὸ κομβίον λεπτῆς ρυθμίσεως τῆς συχνότητος σαρώσεως (Sweep vernier), ὥστε νὰ παρουσιασθοῦν δύο πλήρεις ἐναλλαγαὶ τῆς τάσεως τοῦ σήματος εις τὴν ὀθόνην.

13. Μὲ τὸν ρυθμιστὴν συγχρονισμοῦ (Sync) νὰ σταθεροποιηθῆ τὸ σῆμα εις τὴν ὀθόνην. Διὰ πλήρη σταθεροποίησιν ἴσως χρειασθῆ ἐπέμβασις και εις τὸν μικρομετρικὸν ἐπιλογέα συχνότητος σαρώσεως (Sweep vernier). Μετὰ τὴν σταθεροποίησιν νὰ παρατηρηθοῦν αἱ μεταβολαὶ εις τὸ σῆμα, ὅταν μεταβάλλωνται οἱ δύο ρυθμισταὶ συγχρονισμοῦ.

14. Νά γίνῃ ἔλεγχος τῶν μεταβολῶν τοῦ σήματος (εις σταθεροποιημένην εἰκόνα), ὅταν μεταβάλλωνται οἱ διάφοροι ρυθμισταὶ (ἐνισχύσεως, θέσεως κ.λπ.).

15. Μὲ σταθεροποιημένον τὸ σῆμα εις τὴν ὀθόνην νὰ γίνῃ ἐπέμβασις εις τὸν μικρομετρικὸν ρυθμιστὴν συχνότητος σαρώσεως (Sweep vernier), και εις τὸν ἐπιλογέα συχνότητος σαρώσεως, ὥστε νὰ ἐπιτευχθοῦν εις τὴν ὀθόνην διαδοχικῶς 1, 2, 3 και 4 ἐναλλαγαὶ (πλήρη κύματα) τῆς ἡμιτονικῆς καμπύλης.

16. Νά διακοπῆ ἡ σάρωσις και νὰ συνδεθῆ εις τὴν ὀριζοντίαν εἴσοδον (Horizontal input) ἐξωτερικὸν ἡμιτονικὸν σῆμα ἀπὸ

Ένα ταλαντωτήν χαμηλῶν συχνοτήτων. Νά δοθοῦν διαδοχικῶς εἰς τὴν ὀριζόντιον εἴσοδον συχνότητες 50, 100, 200 κ.λπ. Hz. Εἰς τὴν κατακόρυφον εἴσοδον παραμένει τὸ ἡμιτονικὸν σῆμα ἀπὸ τὸν μετασχηματιστὴν τῶν 6,3 V. Νά παρατηρηθοῦν τὰ σχηματιζόμενα παλμογραφήματα (σχήματα Lissajous).

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΣΤΟΡ

Εἰς τὴν ἄσκησιν 15 ἐξητάσθη τὸ θέμα μεταβολῆς τῆς ἀντιστάσεως τῶν διαφόρων ἀγωγίμων ὑλικῶν μετὰ τῆς θερμοκρασίας. Γενικῶς, ἡ μεταβολὴ αὐτὴ εἶναι ἐξαιρετικῶς μικρὴ διὰ τὰ συνήθη ὑλικά· καὶ εἰς τὰς περισσοτέρας τῶν περιπτώσεων αἱ τιμαὶ τῶν ὠμικῶν ἀντιστάσεων θεωροῦνται σταθεραί. Ὑπάρχουν ὅμως κυκλώματα, εἰς τὰ ὁποῖα ἀπαιτεῖται σημαντικὴ αὐξησις ἢ ἐλάττωσις τῆς τιμῆς μιᾶς ἀντιστάσεως μετὰ τῶν μεταβολῶν τῆς θερμοκρασίας. Εἰς τὰς περιπτώσεις αὐτὰς χρησιμοποιοῦνται εἰδικαὶ ἀντιστάσεις, αἱ ὁποῖοι λέγονται *θερμίστορ*.

Τὰ θερμίστορ εἶναι πολὺ εὐαίσθητοι εἰς τὰς μεταβολὰς τῆς θερμοκρασίας ἀντιστάσεις. Ἀνήκουν εἰς τὴν κατηγορίαν τῶν *ἡμιαγωγῶν* (ἡμιαγωγοὶ εἶναι σώματα ἔχοντα ἰδιότητα μεταξὺ ἀγωγῶν καὶ μονωτικῶν). Τὸ βασικὸν χαρακτηριστικὸν τῶν εἶναι ἡ μεγάλη μεταβολὴ τῆς ἀντιστάσεώς των μετὰ τῆς θερμοκρασίας. Λόγω τῆς μεταβολῆς αὐτῆς τῆς ἀντιστάσεως μετὰ τῆς θερμοκρασίας, τὰ θερμίστορ λέγονται καὶ *μη γραμμικαὶ ἀντιστάσεις*, τὸ χαρακτηριστικὸν δὲ αὐτὸ τὰ καθιστᾷ μοναδικὰ διὰ συστήματα ἐλέγχου κυκλωμάτων.

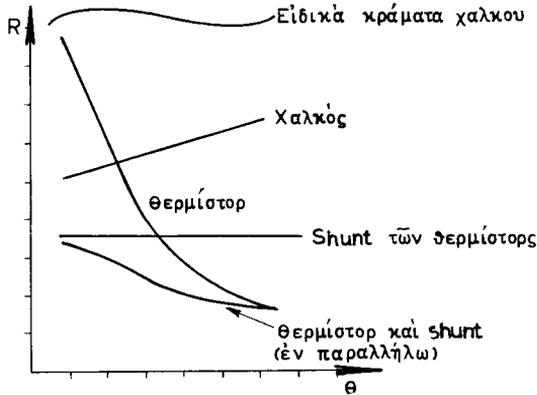
Τὰ θερμίστορ ἔχουν μικρὸν μέγεθος καὶ βᾶρος καὶ ἐργάζονται τόσον εἰς κυκλώματα συνεχοῦς ὅσον καὶ ἐναλλασσομένου ρεύματος.

Τὰ περισσότερον χρησιμοποιούμενα θερμίστορ εἶναι ἐκεῖνα, τὰ ὁποῖα παρουσιάζουν μεγάλον ἀρνητικὸν συντελεστὴν ἀντιστάσεως, πρᾶγμα τὸ ὁποῖον σημαίνει ὅτι ἡ ἀντίστασις των ἐλαττοῦται πολὺ, ὅταν αὐξάνεται ἡ θερμοκρασία, καὶ ἀντιθέτως, ἡ ἀντίστασις των αὐξάνεται πολὺ, ὅταν ἡ θερμοκρασία ἐλαττοῦται. Ὑπάρχουν ἐπίσης καὶ θερμίστορ με θετικὸν θερμοκρ. συντελεστὴν ἀντιστάσεως.

Εἰς τὸ διάγραμμα τοῦ σχήματος 44·α φαίνονται αἱ χαρακτηριστικαὶ καμπύλαι μεταβολῆς τῆς ἀντιστάσεως μετὰ τῆς

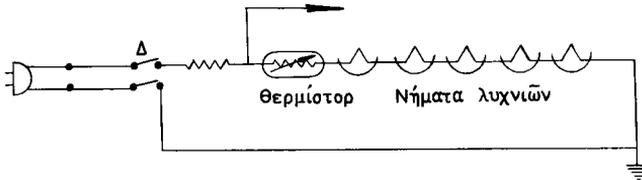
θερμοκρασίας: α) Ένός θερμίστορ και β) διαφόρων άλλων υλικών.

Πρακτική έκμετάλλευσις τῶν ιδιοτήτων τῶν θερμίστορ γίνεται εἰς διάφορα κυκλώματα ραδιοφώνων καὶ τηλεοράσεως. Ἐνα



Σχ. 44 - α.

κλασσικὸν παράδειγμα εἶναι ἡ σύνδεσις ἑνὸς θερμίστορ ἐν σειρᾷ μὲ τὰ νήματα τῶν λυχνιῶν ἑνὸς ραδιοφώνου, ὅπως φαίνεται εἰς τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 44 - β.



Σχ. 44 - β.

Ὅταν ἀποκαθίσταται τὸ κύκλωμα, κυκλοφορεῖ ρεῦμα εἰς τὰ νήματα τῶν λυχνιῶν, τὰ ὁποῖα εἶναι ἀκόμη ψυχρά. Λόγω τῆς μικρῆς ἀντίστασεως, τὴν ὁποίαν παρουσιάζουν τὰ νήματα εἰς ψυχρὰν κατάστασιν, ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος δι' αὐτῶν εἶναι μεγάλη καὶ τὰ νήματα καταπονοῦνται. Ἐὰν ὁμως συνδεθῇ ἕνα θερμίστορ ἐν σειρᾷ μὲ τὰ νήματα, τὸ ἀρχικὸν ρεῦμα περιορίζεται, διότι ἡ ἀντίστασις τοῦ θερμίστορ ἐν ψυχρῷ εἶναι μεγάλη. Ὅταν δὲ ἐν συνεχείᾳ τὰ νήματα καὶ τὸ θερμίστορ θερμανθοῦν, ἡ μὲν ἀντίστασις τῶν νημάτων αὐξάνεται, ἡ δὲ ἀντίστασις τοῦ θερμίστορ

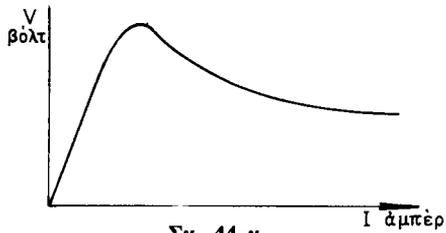
στορ έλαττωΰται, με άποτέλεσμα ή όλική άντίστασης τοΰ κυκλώματος, νημάτων λυχνιών και θερμίστορ, νά παραμένη σταθερά. Κατ' αΰτόν τόν τρόπον δέν κινδυνεύουν αί λυχνίαι τοΰ ραδιοφώνου άπό τό μεγάλο ρεύμα, τό όποΐον θά διέρρει τά νήματα αΰτών κατά τήν άρχικήν σύνδεσιν.

Τά θερμίστορ έπίσης χρησιμοποιοΰνται εις:

1. Κυκλώματα άγγελίας έναρξεως πυρκαϊΰς.
2. Πυρόμετρα.
3. Κυκλώματα έλέγχου κενοΰ.
4. Διαφόρους αΰτομάτους θερμικούς διακόπτας.
5. Όργανα έλέγχου στάθμης και ροής υγρών.
6. Άνιχνευτάς διαφυγής αερίων κ.λπ.

Με τήν βοήθειαν άντιστάσεων θερμίστορ, συνδεδεμένων εις ειδικά κυκλώματα, δύνανται νά πραγματοποιηθοΰν μετρήσεις μεταβολών τής θερμοκρασίας μέχρι και 0,001 τοΰ ένός βαθμοΰ Κελσίου.

Ή χαρακτηριστική καμπύλη μεταβολής τοΰ ρεύματος δι' ένός θερμίστορ, συναρτήσσει τής άντιστοίχου μεταβολής τής τάσεως εις τά άκρα αΰτοΰ, λέγεται *στατική χαρακτηριστική* και έχει τήν μορφήν τής καμπύλης τοΰ διαγράμματος τοΰ σχήματος 44-γ.



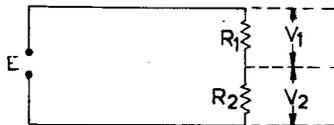
Σχ. 44-γ.

Τό άποτέλεσμα τής δράσεως ένός θερμίστορ εις τό κύκλωμα, εις τό όποΐον τοΰτο είναι συνδεδεμένον, δέν έκδηλοΰται άμέσως, αλλά ύστερα άπό μικρόν χρονικόν διάστημα. Τό υλικόν, άπό τό όποΐον είναι κατεσκευασμένον τό θερμίστορ, καθώς και ό όγκος του, καθορίζουν τό χρονικόν αΰτό διάστημα. Ένα μικρόν εις όγκον θερμίστορ θερμαίνεται ή χάνει θερμότητα εις συντομώτερον χρόνον άπό ένα μεγάλο.

Αί μεταβολαί τής τάσεως εις τά άκρα ένός θερμίστορ, συνδεδεμένου έν σειραΰ εις κύκλωμα, συναρτήσσει τοΰ χρόνου (όταν ή τάσις τής πηγής παραμένη σταθερά) δίδουν τήν *δυναμικήν χαρακτηριστικήν* αΰτοΰ.

ΕΡΓΑΣΙΑ

1. Νά πραγματοποιηθῆ τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 44·δ καὶ νά μετρηθοῦν δι' ὤμομέτρον αἱ ἀντιστάσεις (R_1) καὶ (R_2) αὐτοῦ, ὅταν τοῦτο εὐρίσκεται ἐκτὸς τάσεως (ψυχρὰ κατάστασις).



Σχ. 44·δ.

2. Νά τροφοδοτηθῆ τὸ κύκλωμα τῆς προηγουμένης περιπτώσεως ἀπὸ πηγὴν ρυθμιζομένης τάσεως, συνεχοῦς ἢ ἐναλλασσομένης. Νά ἐφαρμοσθῆ πρῶτον τάσις 50 V καὶ νά μετρηθοῦν ἀμέσως αἱ τάσεις (V_1) καὶ (V_2) εἰς τὰ ἄκρα τῶν ἀντιστάσεων (R_1) καὶ (R_2).

3. Ἀφοῦ παραμείνῃ τὸ κύκλωμα συνεχῶς ἐπὶ πέντε λεπτά ὑπὸ τάσιν, νά μετρηθοῦν πάλιν αἱ τάσεις (V_1) καὶ (V_2). Ὅσαι αἱ ἐνδείξεις τῶν μετρήσεων νά γραφοῦν εἰς τὸν ἀκόλουθον πίνακα :

Ἀντίσταση	Ἀρχικὴ τάσις	Τάσις μετὰ 5 λεπτά
$R_1 =$	$V_1 =$	$V_1 =$
$R_2 =$	$V_2 =$	$V_2 =$

4. Εἰς τὸ προηγούμενον κύκλωμα νά ἀντικατασταθῆ ἡ (R_1) μὲ ἕνα θερμίστορ. Νά τροφοδοτηθῆ τὸ κύκλωμα μὲ τάσιν 20 V καὶ νά μετρηθοῦν αἱ τάσεις (V_0) (εἰς τὰ ἄκρα τοῦ θερμίστορ) καὶ (V_2).

5. Αἱ μετρήσεις τῆς προηγουμένης περιπτώσεως νά ἐπαναληφθοῦν εἰς χρόνους: 0,5 — 1 — 1,5 — 2 — 2,5 — 3 — 4 καὶ 5 λεπτῶν ἀπὸ τὴν ἀρχικὴν σύνδεσιν. Αἱ ἐνδείξεις τῶν μετρήσεων νά γραφοῦν εἰς τὸν ἐπόμενον πίνακα (σελ. 217).

6. Νά ἀποσυνδεθῆ ἡ πηγὴ καὶ νά μετρηθῆ ἀμέσως ἡ ἀντίσταση, τὴν ὁποίαν παρουσιάζει τὸ θερμίστορ.

7. Μετὰ πάροδον ἀρκετοῦ χρόνου (περίπου 10 λεπτῶν), ὥστε νά «κρυώσῃ» τὸ θερμίστορ, νά συνδεθῆ πάλιν τὸ κύκλωμα,

νά εφαρμοσθῆ τάσις 50 V καὶ νά πραγματοποιηθοῦν αἱ αὐταὶ μετρήσεις, ὅπως εἰς τὴν περίπτωσιν 5. Αἱ ἐνδείξεις τῶν μετρήσεων νά γραφοῦν εἰς τὰς σχετικὰς στήλας τοῦ κατωτέρω πίνακος.

Χρόνος (λεπτά)	Τάσις πηγῆς = 20 V		Τάσις πηγῆς = 50 V	
	V_0	V_2	V_0	V_2
0				
0,5				
1				
1,5				
2				
2,5				
3				
4				
5				

8. Νά ἐπαναληφθῆ ἡ μέτρησις τῆς ἀντιστάσεως τοῦ θερμίστορ, ὅπως εἰς τὴν περίπτωσιν 6. Νά συγκριθῆ τὸ ἀποτέλεσμα τῆς μετρήσεως με̄ ἐκεῖνο τῆς περιπτώσεως 6, καθὼς καὶ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ θερμίστορ εἰς ψυχρὰν κατάστασιν.

9. Ἐκ τῶν μετρήσεων τῶν περιπτώσεων 5 καὶ 7 νά χαρακτηροῦν, εἰς τὸ αὐτὸ διάγραμμα, αἱ δυναμικαὶ χαρακτηριστικαὶ τοῦ θερμίστορ διὰ τὰς διαφορετικὰς τάσεις τροφοδοτήσεως αὐτοῦ, τῶν 20 καὶ 50 V.

10. Ποία ἡ τιμὴ τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος διὰ τοῦ θερμίστορ, ὅταν αὐτὸ εὑρίσκεται εἰς ψυχρὰν καὶ εἰς θερμὴν κατάστασιν;

COPYRIGHT ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

ΕΚΤΥΠΩΣΙΣ - ΒΙΒΛΙΟΔΕΣΙΑ: ΓΡΑΦΙΚΑΙ ΤΕΧΝΑΙ "ΑΣΠΙΩΤΗ - ΕΛΚΑ" Α. Ε.

