

Σχολή Ναυτικών Δοκίμων
Εργαστήριο ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ

**ΘΕΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΚΑΙ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ
στη
“ΘΕΩΡΙΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ Ι”**

Έκδοση 2004

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στο παρόν Εγχειρίδιο έχει γίνει (*) μια συλλογή κειμένων και τεχνικών πληροφοριών σχετικά με ΘΕΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΚΑΙ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ, για χρήση στην εκπαίδευση των Ν. Δοκίμων, προσαρμοσμένη κατάλληλα στην ύλη του μαθήματος “ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ” του Αου Έτους, δηλαδή στη “ΘΕΩΡΙΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ Ι”, όπως αυτή έχει ορισθεί από τον Κανονισμό Εκπαιδεύσεως 1999. Περιλαμβάνει αυτούσια

Το εγχειρίδιο αυτό περιλαμβάνει αυτούσια μέρος του παλαιότερου “Εγχειριδίου Εργαστηρίου Ηλεκτροτεχνίας και Ηλεκτροτεχνικών Εφαρμογών”, όπως είχε διαμορφωθεί στην τελευταία του έκδοση του 1999 καθώς και τα νέα Εργαστηριακά Πειράματα.

*** Για την ενότητα “ΘΕΜΑΤΑ ΑΦΑΡΜΟΓΩΝ” έχουν χρησιμοποιηθεί :**

- α. - αποσπάσματα από διάφορα Βιβλία, Εγχειρίδια και Σημειώσεις μονίμων μελών του διδακτικού προσωπικού της έδρας Ηλεκτροτεχνίας ΣΝΔ και κατά καιρούς συνεργατών της, όπως :
- Ν. ΚΟΡΙΚΗ
 - Ι.Κ. ΧΑΤΖΗΛΑΟΥ
 - ΑΡ. ΜΑΓΟΥΛΑ
 - Κ. ΦΩΣΤΙΕΡΗ
 - Γ. ΤΖΙΚΑΚΗ
 - Π. ΛΑΙΜΟΥ
- β. - πληροφορίες και αποσπάσματα από τα Εγχειρίδια Εργαστηριακών Πειραμάτων της εταιρίας **Lab-Volt**, εργαστηριακές τράπεζες της οποίας διαθέτουν τα Εργαστήρια Ηλεκτροτεχνίας ΣΝΔ
- κείμενο οδηγιών από Εργαστήρια έδρας Ηλεκτρονικής ΣΝΔ (παράγρ. 4.5 και 4.6)
- γ. αποσπάσματα από :
- Για το Κεφάλαιο 2 :
Βιβλίο **Ι.Γ. ΜΑΓΚΑΝΑΡΗ**, “Ηλεκτρολογικό Σχέδιο Αυτοματισμοί”, 1978
Βιβλίο **Α. ΓΟΥΤΗ**, “Το Ηλεκτρολογικό Σχέδιο, Μέρος Ι”, 1992

*** Ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη των Νέων “ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ” έχουν γίνει από τους:**

- **Ι. Κ. ΧΑΤΖΗΛΑΟΥ**
 - **Α. ΜΑΓΟΥΛΑ**
 - **Κ. ΦΩΣΤΙΕΡΗ**
- επικουρούμενους κατά περίπτωση από τους :
- **Μ. ΒΙΚΑΤΟ**
 - **Α. ΑΔΑΜΟΠΟΥΛΟ**
 - **Φ. ΜΑΡΤΙΝΟ**

Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Α

A. Ύλη στο Μάθημα “ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ” - Τμήμα Ύλης “ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ - ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ”

B. Ερωτηματολόγιο στο Μάθημα “ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ” - Τμήμα Ύλης “ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ - ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ”

Γ. Παρατηρήσεις - Γενικές Οδηγίες για τη διεξαγωγή των Εργαστηριακών Πειραμάτων.

1. ΤΟ ΔΙΕΘΝΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΟΝΑΔΩΝ

2. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΣΥΜΒΟΛΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ

- 2.1 Σύμβολα Ηλεκτρικών Στοιχείων και Εξαρτημάτων
- 2.2 Ηλεκτρολογικό Σχέδιο
- 2.3 Διακόπτες - Κυκλώματα Διακοπής

3. ΚΩΔΙΚΕΣ ΧΡΩΜΑΤΩΝ

ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ / ΠΥΚΝΩΤΩΝ / ΠΗΝΙΩΝ

- 3.1 Κώδικες Χρωμάτων Αντιστάσεων, Πυκνωτών και Πηνίων
- 3.2 Πυκνωτές - Κυκλώματα R-C

4. ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ

- 4.1 Αποτελέσματα
- 4.2 Κίνδυνοι
- 4.3 Μέτρα Προστασίας
- 4.4 Κανόνες Ασφαλείας
- 4.5 Προφυλάξεις επί Εργασιών σε Κυκλώματα υπό Τάση
- 4.6 Παροχή Πρώτων Βοηθειών

5. ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

- 5.1 Εισαγωγή
- 5.2 Αίτια που προκαλούν σφάλματα στις μετρήσεις
- 5.3 Ορια σφαλμάτων και ακρίβεια οργάνων
- 5.4 Είδη σφαλμάτων
- 5.5 Διόρθωση σφάλματος
- 5.6 Μέσος όρος
- 5.7 Παράσταση αποτελεσμάτων της μέτρησης
- 5.8 Μεγέθη και μονάδες
- 5.9 Κατηγορίες ηλεκτρικών μετρήσεων

6. ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΟΡΓΑΝΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

- 6.1 Κύρια μέρη των οργάνων μετρήσεων
- 6.2 Γενικά κατασκευαστικά στοιχεία των οργάνων μετρήσεων
- 6.3 Είδη οργάνων
- 6.4 Μεγέθη προς μέτρηση
- 6.5 Διαίρεση οργάνων
- 6.6 Ενδείξεις αναγραφόμενες επί των οργάνων μετρήσεων

7. ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ “ΑΝΑΛΟΓΙΚΩΝ” ΟΡΓΑΝΩΝ

- 7.1 Εισαγωγή
- 7.2 Όργανο με Κινητό Πηνίο και Μόνιμο Μαγνήτη
- 7.3 Όργανο με Κινητό Πηνίο και Μαγνητικό Πυρήνα
- 7.4 Όργανο με Κινητό Πηνίο και Ανορθωτές Μετρήσεων
- 7.5 Όργανο με Κινητό Πηνίο και Θερμικό Μετασχηματιστή
- 7.6 Όργανο με Διασταυρωμένα Πηνία
- 7.7 Ηλεκτροδυναμικά Όργανα
- 7.8 Ηλεκτροστατικό Όργανο
- 7.9 Επαγωγικό Όργανο
- 7.10 Όργανο Ταλαντώσεων (Συχνόμετρο)
- 7.11 Όργανο Θερμαινομένου Σύρματος
- 7.12 Όργανα Κινητού Σιδήρου (όργανα μαλακού σιδήρου)
- 7.13 Όργανα Μετρήσεως Ακριβείας μετά Κινητού Σιδήρου
- 7.14 Βαττόμετρο
 1. Τα ηλ. στοιχεία και οι στοιχειώδεις ηλ. νόμοι - Ισχύς.
 2. Η ισχύς που απορροφά τμήμα ενός κυκλώματος με δύο ακροδέκτες π.χ. στο Ε.Ρ.
 3. Η ισχύς που απορροφά τμήμα ενός κυκλώματος με περισσότερους από δύο ακροδέκτες (Θεώρημα Blondel)
 4. Ηλεκτροδυναμικό Όργανο - Βαττόμετρο
 3. Μέτρηση ισχύος στα πολυφασικά συστήματα

8. “ΨΗΦΙΑΚΕΣ” ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ “ΨΗΦΙΑΚΑ” ΟΡΓΑΝΑ

- 8.1 Αναλογικά και Ψηφιακά Σήματα
- 8.2 Ψηφιακές Μετρήσεις
- 8.3 Ψηφιακό Πολύμετρο
- 8.4 Παλμογράφος

9. ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΑ ΣΤΑ ΠΕΡΙ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

- 9.1 Αλλαγή Κλίμακας και Ρύθμιση Βολτομέτρου
- 9.2 Αλλαγή Κλίμακας Αμπερομέτρου
- 9.3 Μέθοδοι Μετρήσεως Αντιστάσεων
 1. Με χρήση βολτομέτρου και αμπερομέτρου
 2. Με σύγκριση τάσεων
 3. Με σύγκριση εντάσεων
 4. Γέφυρα WHEATSTONE

10. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ

- 10.1 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ - 1 -
Ωμόμετρο, Γέφυρα R/L/C, Συνδεσμολογίες R/L/C
- 10.2 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ - 2 -
Πηγές Εργαστηρίου ΣΡ-ΕΡ, Βολτόμετρο - Αμπερόμετρο, Μετρήσεις Τάσεων και Ρευμάτων σε κυκλώματα R, L, C
- 10.3 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ - 3 -
Χρήση Βατόμετρου και Μετρητή cosφ, Αναβαθμονόμηση Κλίμακας Οργάνου, Μετρήσεις ισχύος και cosφ στο Σ.Ρ. / Ε.Ρ.
- 10.4 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ - 4 -
Παλμογράφος και Σηματογεννήτρια, Μετρήσεις με Παλμογράφο στο Ε.Ρ
- 10.5 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ - 5 -
Αρχές Ηλεκτρολογικού Σχεδίου, Διακόπτες, Μετρήσεις με διάφορα όργανα, Εξάσκηση στη χρήση των οργάνων
- 10.6 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ - 6 -
Φόρτιση / Εκφόρτιση πυκνωτή / πηνίου, Κυκλώματα RC / RL
- 10.7 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ - 7 -
Κυκλώματα Συντονισμού
- 10.8 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ - 8 -
Τριφασικά Κυκλώματα, Μέτρηση Τριφασικής ισχύος
- 10.9 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ - 9 -
Πειραματική Επαλήθευση Βασικών Θεωρημάτων Ηλεκτροτεχνίας

ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ ΕΔΡΑ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ

ΥΛΗ ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ “ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ” Τμήμα Ύλης “ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ - ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ”

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- 1 Παραγωγή ηλ. Ενέργειας στην ξηρά και τα πλοία**
 - 1.1 Αρχή πάνω στην οποία βασίζεται η παραγωγή συνεχούς και εναλλασσομένου ρεύματος
Γεννήτριες, Ηλ. Στοιχεία, Ηλ., Συσσωρευτές κλπ.
 - 1.2 Πλεονεκτήματα / Μειονεκτήματα Ε.Ρ. έναντι Σ.Ρ.
 - 1.3 Φυσικά και Τεχνικά χαρακτηριστικά πραγματικών πηγών
 - 1.3.1 Φυσικά στοιχεία πηγής
 - 1.3.2 Τεχνικά στοιχεία πηγής
 1. Ονομαστική ένταση της πηγής,
 2. Ονομαστική ισχύ της πηγής,
 3. Η ελάχιστη εξωτερική αντίσταση,
 4. Τάση βραχυκύκλωσης της πηγής,
 5. Βαθμός απόδοσης της πηγής
- 2 Αποτελέσματα και Κίνδυνοι του ηλ. Ρεύματος.**
 - 2.1 Αποτελέσματα του ηλ. Ρεύματος
 - 2.1.1 Θερμικά αποτελέσματα
 - 2.1.2 Χημικά αποτελέσματα
 - 2.1.3 Μαγνητικά αποτελέσματα
 - 2.1.4 Βιολογικά αποτελέσματα
 - 2.2 Κίνδυνοι εκ του ηλ. Ρεύματος και Μέτρα Προστασίας
 - 2.2.1 Επίδραση του ρεύματος επί του ανθρώπινου οργανισμού
 - 2.2.2 Κίνδυνοι για τον ανθρώπινο οργανισμό εκ των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων
 - 2.2.3 Η ηλεκτρική αντίσταση του ανθρώπινου σώματος
 - 2.2.4 Κίνδυνοι πυρκαγιάς
 - 2.2.5 Μέτρα προστασίας
 - 1 Ελαττωμένη τάση
 2. Διαχωρισμός
 3. Μονωτική θέση - Διπλή μόνωση
 4. Γείωση
 5. Ουδετέρωση
 - 2.3 Κανόνες Ασφαλείας
 - 2.3.1 Ηλεκτροπληξίες
 - 2.3.2 Εγκαύματα
 - 2.3.3 Μηχανολογικοί τραυματισμοί
 - 2.4 Προφυλάξεις επί εργασιών σε κυκλώματα υπό τάση
 - 2.4.1 Κίνδυνος ηλεκτροπληξίας
 - 2.4.2 Κανόνες ασφαλείας
 - 2.5 Παροχή πρώτων βοηθειών
- 3 Γενικά περί οργάνων μετρήσεων**
 - 3.1 Γενικά
 - 3.1.1 Κύρια μέρη των οργάνων μετρήσεων
 - 3.1.2 Γενικά κατασκευαστικά στοιχεία των οργάνων μετρήσεων
 - 3.1.3 Είδη οργάνων
 - 3.1.4 Μεγέθη προς μέτρηση

- 3.1.5 Διαίρεση οργάνων
- 3.1.6 Ενδείξεις αναγραφόμενες επί των οργάνων μετρήσεως
- 3.2 Αρχές λειτουργίας και περιγραφή αναλογικών Οργάνων
 - 3.2.1 Όργανο μετά κινητού πηνίου και μονίμου μαγνήτου
 - 3.2.2 Όργανο μετά διασταυρουμένων πηνίων, Βατόμετρο
 - 3.2.3 Όργανο ταλαντώσεων (Συχνόμετρο)
- 3.3 Αρχές λειτουργίας και περιγραφή ψηφιακών ηλ. Οργάνων
 - 3.3.1 Αναλογικά και ψηφιακά σήματα - μετατροπή
 - 1. Σήματα γενικά
 - 2. Μετατροπή σημάτων
 - α. Μετατροπή ψηφιακών σημάτων σε αναλογικά - αρχή
 - β. Μετατροπή αναλογικών σημάτων σε ψηφιακά - αρχή
 - 3.3.3 Ψηφιακά Πολύμετρα
 - 1. Αρχή λειτουργίας
 - 2. Πλεονεκτήματα - μειονεκτήματα έναντι αναλογικών
 - 3. Χαρακτηριστικά ψηφιακού πολυμέτρου
 - 4. Είδη ψηφιακών πολυμέτρων

4 Ηλεκτρικές Μετρήσεις

- 4.1 Εισαγωγή
- 4.2 Αίτια που προκαλούν σφάλματα στις μετρήσεις
 - 4.2.1 Σφάλματα κατασκευής
 - 4.2.2 Σφάλματα εξ επιδράσεως του περιβάλλοντος
 - 4.2.3 Σφάλματα συνδεσμολογίας
- 4.3 Όρια σφαλμάτων και ακρίβεια οργάνων
 - 4.3.1 Όρια σφαλμάτων
 - 4.3.2 Ακρίβεια μετρήσεως
- 4.4 Είδη σφαλμάτων
 - 4.4.1 Απόλυτο σφάλμα
 - 4.4.2 Σχετικό σφάλμα
 - 4.4.3 Σφάλμα ενδείξεως
 - 4.4.4 Σφάλμα εγγραφής
- 4.5 Διόρθωση σφάλματος
- 4.6 Μέσος όρος
- 4.7 Παράσταση αποτελεσμάτων της μέτρησης
- 4.8 Μεγέθη και μονάδες
- 4.9 Κατηγορίες ηλεκτρικών μετρήσεων
 - 4.9.1 Μετρήσεις ακριβείας
 - 4.9.2 Τεχνικές μετρήσεις
 - 4.9.3 Βιομηχανικές μετρήσεις
- 4.10 Επεξεργασία Πειραμ. Δεδομένων (Γραφ. Παραστάσεις, μέση τιμή - αρχή ελαχίστου τετραγώνων, κλπ)
- 4.11 Εκθεση Εργαστηριακών Πειραμάτων (ΠΩΣ να γράφεται το "ΤΕΤΡΑΔΙΟ" των πειραμάτων κλπ)

5 Κώδικες χρωμάτων και τεχνικά στοιχεία αντιστάσεων / πυκνωτών / πηνίων

- 5.1 Αντιστάσεις
 - 5.1.1 Γενικά
 - 1. Μέγιστη καταναλισκόμενη ισχύς και ανοχή
 - 2. Εξάρτηση αντίστασης από τη συχνότητα
 - 3. Εξάρτηση αντίστασης από την τάση
 - (4. Εξάρτηση αντίστασης από τη θερμοκρασία)
 - 5.1.2 Χαρακτηριστικά αντιστάσεων
 - 1. Ονομαστική τιμή
 - 2. Ονομαστική ισχύς
 - 3. Ανοχή

4. Μέγιστη τάση λειτουργίας
- 5.1.3 Κώδικες χρωμάτων αντιστάσεων
- 5.1.4 Κατηγορίες αντιστάσεων
 1. Σταθερές αντιστάσεις
 2. Μεταβλητές αντιστάσεις - ποτενσιόμετρα
- 5.2 Πυκνωτές
 - 5.2.1 Πυκνωτής - Χωρητικότητα
 - 5.2.2 Χωρητικότητα διαφόρων τύπων πυκνωτών
 1. Σφαιρικός πυκνωτής
 2. Επίπεδος πυκνωτής
 3. Κυλινδρικός πυκνωτής
 - 5.2.3 Κατασκευαστικά στοιχεία πυκνωτών
 1. Σταθεροί πυκνωτές (χάρτου, μίκας, κεραμικοί, ηλεκτρολυτικοί)
 2. Μεταβλητοί πυκνωτές
 - 5.2.4 Συνδέσεις πυκνωτών
 1. Εν σειρά
 2. Ισοδυναμία τριγώνου - αστέρα
 - 5.2.5 Αναγνώριση πυκνωτών - Κώδικες χρωμάτων
- 5.3 Αυτεπαγωγή - Πηνία
 - 5.3.1 Συντελεστής αυτεπαγωγής πηνίων
 - 5.3.2 Ισοδύναμο κύκλωμα πηνίου
 - 5.3.3 Υπολογισμός συντελεστή αυτεπαγωγής
 1. Ευθύγραμμος αγωγός
 2. Σωληνοειδές κυκλικής διατομής
 3. Τοροειδές κυκλικής διατομής
 - 5.3.4 Χρήσεις πηνίων - κατηγορίες
 1. Πηνία χαμηλών συχνοτήτων
 2. Πηνία υψηλών συχνοτήτων
- 6 **Αρχές ηλεκτρολογικού σχεδίου**
 - 6.1 Σύμβολα ηλ. Στοιχείων και εξαρτημάτων
 - 6.2 Ηλεκτρολογικό σχέδιο
 - 6.2.1 Το λειτουργικό σχέδιο
 - 6.2.2 Το πολυγραμμικό σχέδιο
 - 6.2.3 Το μονογραμμικό σχέδιο
 - 6.2.4 Το παραστατικό σχέδιο
 - 6.2.5 Πρακτικά κυκλώματα
 - 6.3 Διακόπτες - κυκλώματα διακοπής
 - 6.3.1 Γενικά (Περιγραφή, Γραφικά σύμβολα)
 - 6.3.1 Κυκλώματα ελέγχου φωτισμού

ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ
ΕΔΡΑ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ

ΥΛΗ ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ “ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ”
Τμήμα Ύλης “ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ - ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ”

Σημείωση: Όταν οι παραπομπές είναι εντός παρενθέσεως, απλά θα ανατρέχετε σε αυτά τα εκπαιδευτικά βοηθήματα, για πληρέστερη ενημέρωσή σας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ν.Κ. 1ος Ηλεκτροτεχνία, Ν. Κορίκη Τόμος 1ος
Ν.Κ. 3ος Ηλεκτροτεχνία, Ν. Κορίκη Τόμος 3ος
Μ.Ε.Δ. ΙΚΧ Μέθοδοι Επιλύσεως Ηλεκτρικών Δικτύων, Ι.Κ. Χατζηλάου
ΕΕΗ&ΗΕ Εγχειρίδιο Εργαστηρίου Ηλεκτροτεχνίας και Ηλεκτροτεχνικών Εφαρμογών
ΓΚΙΟΚΑ Εγχειρίδιο Ηλεκτρονικών Εξαρτημάτων και Υλικών, Θ. Γκιόκα
Οργ.Μετ. Οργανα Μετρήσεων Εργαστηρίων Ηλεκτροτεχνίας

	ΓΝΩΣΤΙΚΟ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ	σελίδες από ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΒΟΗΘΗΜΑΤΑ (Κατά περίπτωση, θα δοθούν κατά την πορεία της διδασκαλίας και ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ σε ορισμένα γνωστικά αντικείμενα)
--	----------------------	---

α/α	Ημ/νία	ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ	Ν.Κ. 1ος	Ν.Κ. 3ος	Μ.Ε.Δ. ΙΚΧ	ΕΕΗ&ΗΕ	Οργ.Μετ.	ΓΚΙΟΚΑ
1		1 Παραγωγή ηλ. Ενέργειας στην ξηρά και τα πλοία						
		1.1 Αρχή πάνω στην οποία βασίζεται η παραγωγή συνεχούς και εναλλασσόμενου ρεύματος (Γεννήτριες, Ηλ. Στοιχεία, Ηλ. Συσσωρευτές κλπ.)	138-143					
		1.2 Πλεονεκτήματα / Μειονεκτήματα Ε.Ρ. έναντι Σ.Ρ.		15-31				
		1.3 Φυσικά και Τεχνικά χαρακτηριστικά πραγματικών πηγών	133					
		1.3.1 Φυσικά στοιχεία πηγής	133		59			
		1.3.2 Τεχνικά στοιχεία πηγής	134-137					
		1. Ονομαστική ένταση της πηγής,						
		2. Ονομαστική ισχύ της πηγής,						
		3. Η ελαχίστη εξωτερική αντίσταση,						
		4. Τάση βραχυκύκλωσης της πηγής,						
		5. Βαθμός απόδοσης της πηγής						

α/α	Ημ/νία	ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ	N.K. 1ος	N.K. 3ος	Μ.Ε.Δ. IKX	ΕΕΗ&ΗΕ	Οργ.Μετ.	ΓΚΙΟΚΑ
2		2 Αποτελέσματα και Κίνδυνοι του ηλ. Ρεύματος. 2.1 Αποτελέσματα του ηλ. Ρεύματος 2.1.1 Θερμικά αποτελέσματα 2.1.2 Χημικά αποτελέσματα 2.1.3 Μαγνητικά αποτελέσματα 2.1.4 Βιολογικά αποτελέσματα 2.2 Κίνδυνοι εκ του ηλ. Ρεύματος και Μέτρα Προστασίας 2.2.1 Επίδραση του ρεύματος επί του ανθρώπινου οργανισμού 2.2.2 Κίνδυνοι για τον ανθρώπινο οργανισμό εκ των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων 2.2.3 Η ηλεκτρική αντίσταση του ανθρώπινου σώματος 2.2.4 Κίνδυνοι πυρκαγιάς 2.2.5 Μέτρα προστασίας 1 Ελαττωμένη τάση 2. Διαχωρισμός 3. Μονωτική θέση - Διπλή μόνωση 4. Γείωση 5. Ουδετέρωση 2.3 Κανόνες Ασφαλείας 2.3.1 Ηλεκτροπληξίες 2.3.2 Εγκαύματα 2.3.3 Μηχανολογικοί τραυματισμοί 2.4 Προφυλάξεις επί εργασιών σε κυκλώματα υπό τάση 2.4.1 Κίνδυνος ηλεκτροπληξίας 2.4.2 Κανόνες ασφαλείας 2.5 Παροχή πρώτων βοηθειών	21 21 22 22 22-23			4.1-4.3 4.3-4.9		
						4.10-4.15		
						4.16-4.17		
						4.17-4.23		

α/α	Ημ/νία	ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ	N.K. 1ος	N.K. 3ος	Μ.Ε.Δ. IKX	ΕΕΗ&ΗΕ	Οργ.Μετ.	ΓΚΙΟΚΑ
3		3 Γενικά περί οργάνων μετρήσεων 3.1 Γενικά 3.1.1 Κύρια μέρη των οργάνων μετρήσεων 3.1.2 Γενικά κατασκευαστικά στοιχεία των οργάνων μετρήσεων 3.1.3 Είδη οργάνων 3.1.4 Μεγέθη προς μέτρηση 3.1.5 Διαίρεση οργάνων 3.1.6 Ενδείξεις αναγραφόμενες επί των οργάνων μετρήσεως 3.2 Αρχές λειτουργίας και περιγραφή αναλογικών Οργάνων 3.2.1 Όργανο μετά κινητού πηνίου και μονίμου μαγνήτου 3.2.2 Όργανο μετά διασταυρουμένων πηνίων, Βατόμετρο 3.2.3 Όργανο ταλαντώσεων (Συχνόμετρο) 3.3 Αρχές λειτουργίας και περιγραφή ψηφιακών ηλ. Οργάνων 3.3.1 Αναλογικά και ψηφιακά σήματα - μετατροπή 1. Σήματα γενικά 2. Μετατροπή σημάτων α. Μετατροπή ψηφιακών σημάτων σε αναλογικά (αρχή) β. Μετατροπή αναλογικών σημάτων σε ψηφιακά (αρχή) 3.3.3 Ψηφιακά Πολύμετρα 1. Αρχή λειτουργίας 2. Πλεονεκτήματα - μειονεκτήματα έναντι αναλογικών 3. Χαρακτηριστικά ψηφιακού πολυμέτρου 4. Είδη ψηφιακών πολυμέτρων				6.1-6.7		
						7.1 7.2-7.4 7.7-7.8 7.17-7.24 7.26-7.28 7.11-7.12 8.1-8.11		
						8.30-8.35		

α/α	Ημ/νία	ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ	Ν.Κ. 1ος	Ν.Κ. 3ος	Μ.Ε.Δ. ΙΚΧ	ΕΕΗ&ΗΕ	Οργ.Μετ.	ΓΚΙΟΚΑ
4		4 Ηλεκτρικές Μετρήσεις						
		4.1 Εισαγωγή				5.1		
		4.2 Αίτια που προκαλούν σφάλματα στις μετρήσεις				5.1-5.3		
		4.2.1 Σφάλματα κατασκευής						
		4.2.2 Σφάλματα εξ επιδράσεως του περιβάλλοντος						
		4.2.3 Σφάλματα συνδεσμολογίας						
		4.3 Ορια σφαλμάτων και ακρίβεια οργάνων				5.3		
		4.3.1 Όρια σφαλμάτων						
		4.3.2 Ακρίβεια μετρήσεως						
		4.4 Είδη σφαλμάτων						
		4.4.1 Απόλυτο σφάλμα				5.3		
		4.4.2 Σχετικό σφάλμα						
		4.4.3 Σφάλμα ενδείξεως						
		4.4.4 Σφάλμα εγγραφής						
		4.5 Διόρθωση σφάλματος				5.4		
		4.6 Μέσος όρος				5.4		
		4.7 Παράσταση αποτελεσμάτων της μέτρησης				5.4		
		4.8 Μεγέθη και μονάδες				5.5		
		4.9 Κατηγορίες ηλεκτρικών μετρήσεων				5.6		
		4.9.1 Μετρήσεις ακριβείας						
		4.9.2 Τεχνικές μετρήσεις						
		4.9.3 Βιομηχανικές μετρήσεις						
		4.10 Επεξεργασία Πειραμ. Δεδομένων (Γραφ. Παραστάσεις, μέση τιμή - αρχή ελαχίστου τετραγώνων, κλπ)						
		4.11 Εκθεση Εργαστηριακών Πειραμάτων (ΠΩΣ να γράφεται το "ΤΕΤΡΑΔΙΟ" των πειραμάτων κλπ)						
5		5 Κώδικες χρωμάτων και τεχνικά στοιχεία αντιστάσεων / πυκνωτών / πηγών				3.1-3.11		
		5.1 Αντιστάσεις						
		5.1.1 Γενικά - (Εξάρτηση αντίστασης από τη θερμοκρασία)						9-10
		1. Μέγιστη καταναλισκόμενη ισχύς και ανοχή						10-12
		2. Εξάρτηση αντίστασης από τη συχνότητα						13-15
		3. Εξάρτηση αντίστασης από την τάση						15

α/α	Ημ/νία	ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ	Ν.Κ. 1ος	Ν.Κ. 3ος	Μ.Ε.Δ. ΙΚΧ	ΕΕΗ&ΗΕ	Οργ.Μετ.	ΓΚΙΟΚΑ
		(Αντιστάσεις - συνέχεια) 5.1.2 Χαρακτηριστικά αντιστάσεων 1. Ονομαστική τιμή 2. Ονομαστική ισχύς 3. Ανοχή 4. Μέγιστη τάση λειτουργίας						17-19
		5.1.3 Κώδικες χρωμάτων αντιστάσεων						20-22
		5.1.4 Κατηγορίες αντιστάσεων 1. Σταθερές αντιστάσεις 2. Μεταβλητές αντιστάσεις - ποτενσιόμετρα						23 23-25 42-46
		5.2 Πυκνωτές						(91-92) (94-98) (105-130) (139-151) (159-165)
		5.2.1 Πυκνωτές - Χωρητικότητα - Ισοδύναμο κύκλωμα						
		5.2.2 Χωρητικότητα διαφόρων τύπων πυκνωτών 1. Σφαιρικός πυκνωτής 2. Επίπεδος πυκνωτής 3. Κυλινδρικός πυκνωτής			58-59	3.13 3.14-3.15		
		5.2.3 Κατασκευαστικά στοιχεία πυκνωτών 1. Σταθεροί πυκνωτές (χάρτου, μίκας, κεραμικοί, ηλεκτρολυτικοί) 2. Μεταβλητοί πυκνωτές				3.16-3.17		
		5.2.4 Συνδέσεις πυκνωτών 1. Εν σειρά 2. Ισοδυναμία τριγώνου - αστέρα				3.17-3.19		
		5.2.5 Αναγνώριση πυκνωτών - Κώδικες χρωμάτων 5.2.5 Χαρακτηριστικά πυκνωτών 1. Διηλεκτρικών πυκνωτών 2. Ηλεκτρολυτικών πυκνωτών				3.5-3.10		99-100 103-104

α/α	Ημ/νία	ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ	N.K. 1ος	N.K. 3ος	Μ.Ε.Δ. IKX	ΕΕΗ&ΗΕ	Οργ.Μετ.	ΓΚΙΟΚΑ
		5.3 Αυτεπαγωγή - Πηνία				3.21-3.23		(175-204)
		5.3.1 Συντελεστής αυτεπαγωγής πηνίων				3.21		
		5.3.2 Ισοδύναμο κύκλωμα πηνίου			58	3.22		
		5.3.3 Υπολογισμός συντελεστή αυτεπαγωγής				3.22-3.23		
		1. Ευθύγραμμος αγωγός						
		2. Σωληνοειδές κυκλικής διατομής						
		3. Τοροειδές κυκλικής διατομής						
		5.3.4 Χρήσεις πηνίων - κατηγορίες				3.23		
		1. Πηνία χαμηλών συχνοτήτων						
		2. Πηνία υψηλών συχνοτήτων						
6		6 Αρχές ηλεκτρολογικού σχεδίου				2.1-2.21		
		6.1 Σύμβολα πλ. Στοιχείων και εξαρτημάτων				2.1-2-11		
		6.2 Ηλεκτρολογικό σχέδιο				2.12-2.17		
		6.2.1 Το λειτουργικό σχέδιο						
		6.2.2 Το πολυγραμμικό σχέδιο						
		6.2.3 Το μονογραμμικό σχέδιο						
		6.2.4 Το παραστατικό σχέδιο						
		6.2.5 Πρακτικά κυκλώματα						
		6.3 Διακόπτες - κυκλώματα διακοπής				2.17-2.21		
		6.3.1 Γενικά (Περιγραφή, Γραφικά σύμβολα)						
		6.3.1 Κυκλώματα ελέγχου φωτισμού						

α/α	Ημ/νία	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ	N.K. 1ος	N.K. 3ος	M.E.Δ. IKX	ΕΕΗ&ΗΕ	Οργ.Μετ.	ΓΚΙΟΚΑ
7		Εξήγηση χρήσης Ωμομέτρου και Γέφυρας R/L/C του Εργαστηρίου-Συνδεσμολογίες R, L, C (Σειρά/Παράλληλη/Μικτή/Πολύγωνο/Αστέρας)-Μετρήσεις R, L, C - Επιβεβαίωση τύπων ισοδυνάμων (ολικών) R,L,C.						
8		Εξήγηση χρήσης των πηγών Σ.Ρ. και Ε.Ρ. του Εργαστηρίου-Εξήγηση χρήσης Βολτόμετρου, Αμπερόμετρου Εργαστηρίου-Μέτρηση ΗΕΔ και Res των πηγών του Εργαστηρίου -Μετρήσεις V, I σε απλά κυκλώματα στο Σ.Ρ και Ε.Ρ.					A.1-A.9 B.1-B.7	
9		Αρχή λειτουργίας Βατομέτρου.- Εξήγηση χρήσης Βατομέτρου Εργαστηρίου -Εξήγηση χρήσης Οργάνου μετρ. Z(ω), Συνημιτονόμετρου Εργαστηρίου-Μετρήσεις V, I, και P σε κυκλ. Σ.Ρ. -Μετρήσεις V, I, Z(ω), cosφ και P σε κυκλ. Ε.Ρ.				7.17-7.24 7.26-7.28	Γ.10-Γ.13	
10		Εξήγηση χρήσης Γεννήτριας Σήματος, Συχνόμετρου Εργαστηρίου-Αρχή λειτουργίας Παλμογράφου-Εξήγηση χρήσης Παλμογράφου και Σηματοληπτών τάσεως/ρεύματος του Εργαστηρίου. - Παρατήρηση κυματομορφών τάσεων και ρευμάτων και Μέτρηση μεγεθών (π.χ. πλάτους, συχνότητας) (Παλμογράφοι. Γενικά, Βασικά χαρακτηριστικά, Σηματολήπτες, Ψηφιακοί παλμογράφοι, Σηματολήπτες - Ακροδέκτες)				8.39-8.47	A.10-A.19 B.8-B.9	
11		Μετρήσεις με διάφορα Οργανα (Πολύμετρα, Παλμογράφοι, Γέφυρες R, L, C κλπ) σε συνθετώτερα κυκλώματα Ε.Ρ. (εφαρμογές σε διαίρετες τάσεως/ρεύματος, αλλαγή κλίμακος βολτομέτρου/αμπερομέτρου κλπ.)						
12		Φόρτιση, εκφόρτιση πυκνωτού / πηνίου. (Κυκλώματα R,C και R,L)						
13		Κυκλώματα Συντονισμού						
14		Βελτίωση cosφ-Προσαρμογή φορτίου/πηγής- Μεταφορά ισχύος από πηγή σε φορτίο μέσω γραμμής μεταφοράς						
15		Συνδεσμολογίες και Μετρήσεις (V, I, P, cosφ κλπ) σε 3-φασικά ηλ. Δίκτυα						
16		Πειραματική επιβεβαίωση περατέρω Νόμων και Θεωρημάτων της Θεωρίας Κυκλωμάτων σε κυκλώματα Σ.Ρ.και Ε.Ρ. (διπολική πηγή, επαλληλία, κλπ.)						

ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ

ΕΔΡΑ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ “ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ”

Τμήμα Ύλης “ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ - ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ”

Προς **υποβοήθηση** της μελέτης των Ν.Δοκίμων δίνεται το παρακάτω ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ, το οποίο καλύπτει μέρος της ύλης. Το ερωτηματολόγιο θα συμπληρώνεται κατά τη διάρκεια των μαθημάτων.

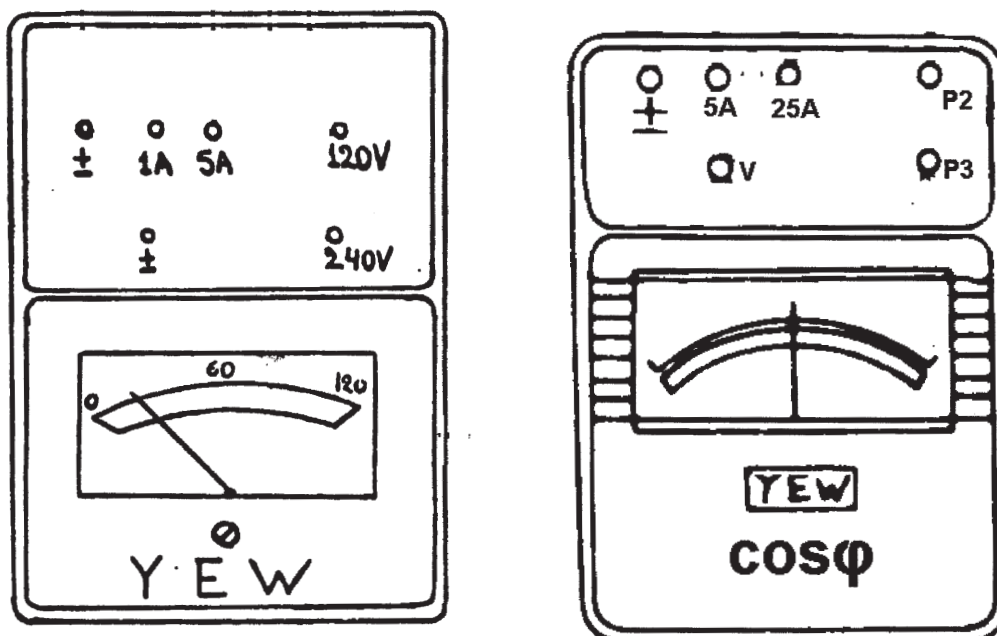
ΠΡΟΣΟΧΗ: Το ερωτηματολόγιο έγινε για **υποβοήθηση** της μελέτης και **ΔΕΝ** περιορίζει την εξεταστέα ύλη, η οποία είναι όση διδάσκεται.

1.	Εξηγήστε τι γνωρίζετε για τα θερμικά αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος
2.	Εξηγήστε τι γνωρίζετε για τα χημικά αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος
3.	Εξηγήστε τι γνωρίζετε για τα Θεραπευτικά αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος στον ανθρώπινο οργανισμό
4.	Τι εννοούμε λέγοντας ρεύμα απαγκιστρώσεως. Ποιες είναι κατά προσέγγιση οι τιμές του για άνδρα, γυναίκα, παιδί;
5.	Τι εννοούμε λέγοντας "μαρμαρυγή" και τι "ρεύμα μαρμαρυγής";
6.	Τι εννοούμε λέγοντας "τάση επαφής";
7.	Τι εννοούμε λέγοντας "τάση σφάλματος"; Ποια τα όρια ασφαλείας για την τάση σφάλματος;
8.	Αναφέρατε τα αίτια πυρκαϊών που οφείλονται στο ηλεκτρικό ρεύμα, στην περίπτωση που η εγκατάσταση βρίσκεται υπό τάση αλλά όχι απαραίτητα σε λειτουργία.
9.	Εξηγήστε τον όρο "διπλή μόνωση"
10.	Στα χαρακτηριστικά ενός οργάνου αναγράφεται: “Εναισθησία 5000 Ohms/volt”. Μπορεί αυτό το όργανο να μετρήσει σωστά στην κλίμακα 0-15V μια πτώση τάσεως 10V, πάνω σε μια αντίσταση 47KΩ;
11.	Εξηγήσατε τον όρο "κλάση οργάνου" για όργανα κινητού πηνίου
12.	Κάνετε μια σύντομη περιγραφή του οργάνου ταλαντώσεων (Συχνόμετρο με γλωσσίδια)
13.	Περιγράψατε με συντομία και σαφήνεια τη βασική αρχή λειτουργίας του οργάνου κινητού πηνίου με μόνιμο μαγνήτη. Δώσετε ένα απλό σχέδιο και περιγράψατε με λίγα λόγια χωρίς να προχωρήσετε σε λεπτομερή ανάπτυξη ή απόδειξη.

14.	Περιγράψατε με συντομία και σαφήνεια τη βασική αρχή λειτουργίας των ηλεκτροδυναμικών οργάνων (διασταυρωμένων πηνίων). Δώσετε ένα απλό σχέδιο και περιγράψατε με λίγα λόγια χωρίς να προχωρήσετε σε λεπτομερή ανάπτυξη ή απόδειξη. Αναφερθείτε ιδιαίτερα στη χρήση αυτών στα Βατόμετρα, εξηγώντας και με τη βοήθεια σχήματος.
15.	Τι είναι αναλογικό και τι ψηφιακό σήμα;
16.	Ποια είναι τα στάδια που απαιτούνται για την μετατροπή σήματος που προέρχεται από μεταβολή ενός αναλογικού φαινομένου (π.χ. θερμοκρασίας) σε ψηφιακή;
17.	Ποιος ο σκοπός της δειγματοληψία ενός αναλογικού σήματος και τι ορίζεται σαν συχνότητα δειγματοληψίας;
18.	Ποια είναι τα τρία στάδια τα οποία πρέπει να ακολουθηθούν προκειμένου να επιτευχθεί ψηφιοποίηση ενός αναλογικού σήματος; Περιγράψτε συνοπτικά τις διεργασίες που λαμβάνουν χώρα σε κάθε ένα στάδιο.
19.	Σε τι διαφέρουν λειτουργικά τα ψηφιακά πολύμετρα από τα αναλογικά
20.	Περιγράψτε την αρχή λειτουργίας ενός Μετατροπέα Ψηφιακού σήματος σε Αναλογικό (DAC)
21.	Δώστε επιγραμματικά τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των ψηφιακών βολτομέτρων έναντι των αναλογικών
22.	Περιγράψτε την αρχή λειτουργίας ενός Μετατροπέα Αναλογικού σήματος σε Ψηφιακό (ADC)
23.	Τι είναι χρόνος αποκατάστασης (settling time) ενός ψηφιακού οργάνου μέτρησης;
24.	Τι είναι ο θόρυβος κοινού σημείου (common mode noise), που παρουσιάζεται στα ψηφιακά όργανα μέτρησης, και γενικά σε ηλεκτρονικές συσκευές;
25.	Ποια η διαφορά μεταξύ ενός ψηφιακού πολυμέτρου αληθούς RMS μέτρησης και ενός Μέσης μέτρησης - (True RMS and Average recording DMM);
26.	Ποιες οι αιτίες σφαλμάτων, σε ένα αναλογικό όργανο ηλεκτρικών μετρήσεων
27.	Αναπτύξτε τι γνωρίζετε για τα σφάλματα κατασκευής των αναλογικών οργάνων μετρήσεων
28.	Ποια τα είδη σφαλμάτων, σε ένα αναλογικό όργανο ηλεκτρικών μετρήσεων
29.	Εξηγήσατε τους όρους "απόλυτο σφάλμα", "σχετικό σφάλμα"
30.	Αναπτύξτε τι γνωρίζετε για τις κατηγορίες ηλεκτρικών μετρήσεων βάσει τις απαιτούμενης ακρίβειας μέτρησης ("Μετρήσεις ακριβείας", "Τεχνικές μετρήσεις", "Βιομηχανικές μετρήσεις").
31.	Τι είναι ακρίβεια (accuracy) ενός οργάνου; Τι είναι Διακρίβωση;
32.	Έστω ότι διαθέτουμε όργανο κινητού πηνίου, με εσωτερική αντίσταση $1\text{K}\Omega$ και ρεύμα μέγιστης απόκλισης 1mA . Εξηγήστε (σχέσεις, σχήμα κλπ.) πως θα μπορέσετε να μετρήσετε ρεύμα 100mA
33.	Έστω ότι διαθέτουμε όργανο κινητού πηνίου, με εσωτερική αντίσταση $1\text{K}\Omega$ και ρεύμα μέγιστης απόκλισης 1mA . Εξηγήστε (σχέσεις, σχήμα κλπ.) πως θα μπορέσετε να μετρήσετε τάση 10V .
34.	Εξηγήστε τον τρόπο με τον οποίο αναγνωρίζεται η τιμή μιας αντιστάσεως με βάση τον κώδικα χρωμάτων.

35.	Αναφέρατε την κατασκευαστική αρχή των ηλεκτρολυτικών πυκνωτών. Ποια τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους;
36.	Τι εννοείται με τον όρο “διηλεκτρική σταθερά” και πως αυτή επηρεάζει τη χωρητικότητα
37.	Κατά ποιο τρόπο η επιφάνεια των πλακών ενός πυκνωτή επηρεάζει τη χωρητικότητά του
38.	Σχεδιάσατε το ισοδύναμο κύκλωμα ενός πηνίου σε υψηλές συχνότητες
39.	Τι είναι Sensitivity - Ευαισθησία, ενός οργάνου μετρήσεως
40.	Εξηγήσατε τι είναι ευπάθεια και τι ευαισθησία ενός οργάνου μετρήσεως με κινητό πηνίο.
41.	“Η ακρίβεια ενδείξεως, η ευπάθεια και η ευαισθησία είναι τρία διαφορετικά πράγματα”. Σχολιάσατε και ανάλογα τεκμηριώσατε τα σχόλιά σας για την ορθότητα ή όχι της παραπάνω πρότασης.
42.	Κάντε τα σχήματα και εξηγήσατε τον τρόπο λειτουργίας των διακοπών SPST, DPST, SPDT, DPDT
43.	Δώστε το είδος του διακόπτη, και εξηγήστε το λόγο της επιλογής σας αυτής, που θα χρησιμοποιούσατε για τις παρακάτω εφαρμογές. α. Γενικός διακόπτης πίνακα σπιτιού σας. β. Διακόπτης ηλεκτρικού θερμοσίφωνα σπιτιού σας. γ. Διακόπτης φωτισμού με έλεγχο φωτιστικού από ένα σημείο. δ. Διακόπτης φωτισμού με έλεγχο φωτιστικού από δύο σημεία.
44.	Εξηγήσατε τον τρόπο μέτρησης ωμικής αντιστάσεως με χρήση του ωμομέτρου του εργαστηρίου Η/Λ (Αναλογικό πολύμετρο σε χρήση ωμομέτρου). Θα περιγράψετε όλα τα βήματα, ένα προς ένα, με λεπτομέρεια και ακρίβεια.
45.	Εξηγήσατε τον τρόπο μέτρησης συνεχούς τάσεως με χρήση του βολτομέτρου του εργαστηρίου Η/Λ (Αναλογικό πολύμετρο σε χρήση βολτομέτρου). Θα περιγράψετε όλα τα βήματα, ένα προς ένα, με λεπτομέρεια και ακρίβεια.
46.	Εξηγήσατε τον τρόπο μέτρησης συνεχούς ρεύματος με χρήση του αμπερομέτρου του εργαστηρίου Η/Λ (Αναλογικό πολύμετρο σε χρήση αμπερομέτρου). Θα περιγράψετε όλα τα βήματα, ένα προς ένα, με λεπτομέρεια και ακρίβεια.
47.	Θέλετε να μετρήσετε το ρεύμα που διαρρέει τον κλάδο ενός κυκλώματος. Γνωρίζετε ότι το ρεύμα δεν μπορεί να είναι μεγαλύτερο του 1Α. Έχετε στην διάθεσή σας ένα πολύμετρο με όργανο κινητού πηνίου, το οποίο διαθέτει τις παρακάτω κλίμακες ρεύματος: 0-10mA, 0-100mA, 0-1Α, 0-10Α. Περιγράψτε αναλυτικά τα διαδοχικά βήματα που θα ακολουθήσετε για να κάνετε την μέτρηση, δικαιολογώντας κάθε ένα από αυτά, ώστε να εξασφαλίσετε σωστή μέτρηση και να μην υπάρξει κίνδυνος καταστροφής του οργάνου.
48.	Σχεδιάσατε ένα σχηματικό διάγραμμα που να περιέχει ένα όργανο κινητού πηνίου, κλίμακας 0-1mA, εσωτερικής αντίστασης 1 KΩ, Συνεχούς ρεύματος, στο οποίο να φαίνονται πολλαπλασιαστικές αντιστάσεις για κλίμακες: 0-5V, 0-10V, 0-100V. Δείξτε την σύνδεση ενός περιστρεφόμενου διακόπτη μέσω του οποίου θα γίνεται η επιλογή κλίμακας.

49.

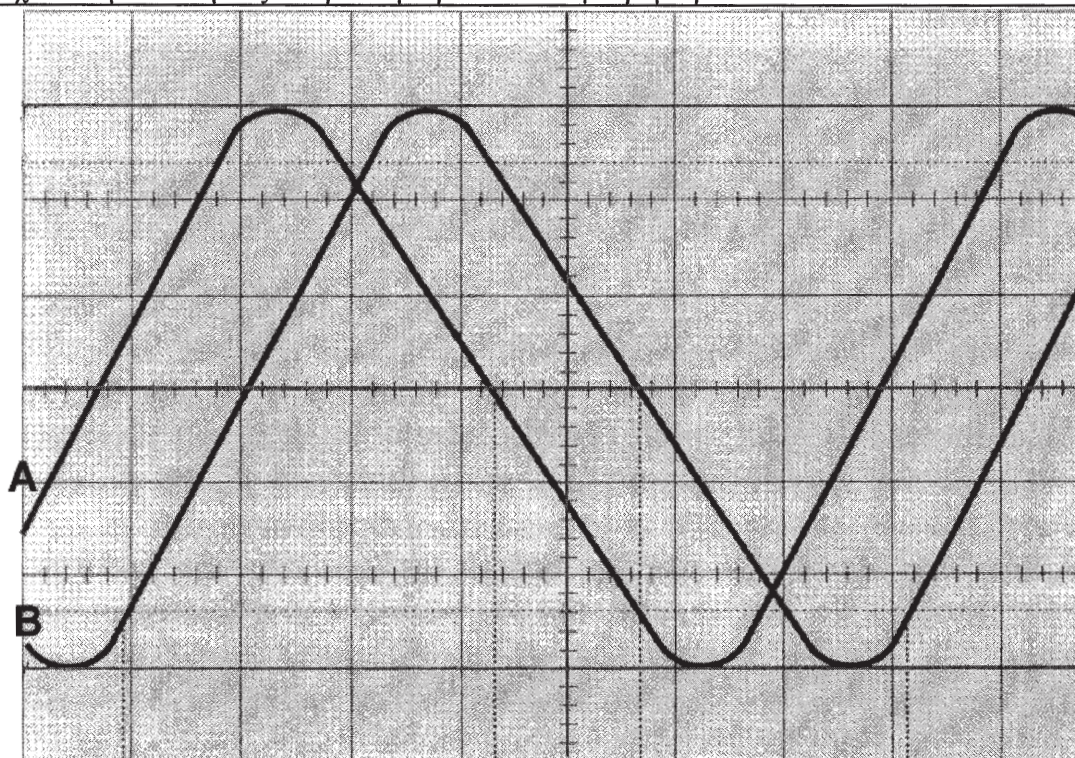


Σχεδιάστε κατάλληλο κύκλωμα αποτελούμενο από πηγή και καταναλωτή, στο οποίο θα παρεμβάλετε το Βαττόμετρο και το Συνημιτονόμετρο του σχήματος για μέτρηση ισχύος και συντελεστή ισχύος.

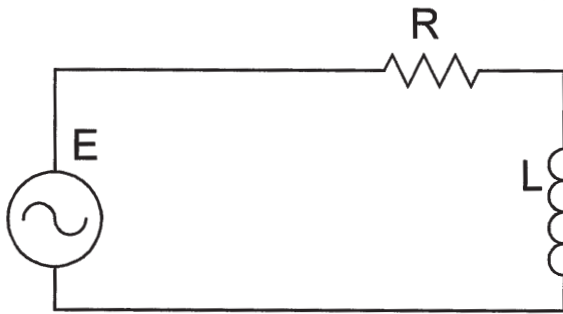
50. Εξηγήστε, χρησιμοποιώντας και επιλύοντας κατάλληλο σχήμα (κύκλωμα) πως θα μετρήσετε την εσωτερική αντίσταση πηγής ΕΡ (με Βολτόμετρο και Αμπερόμετρο). Να αναφέρεται τυχόν περιορισμούς / συνθήκες που πρέπει να υπάρχουν για σωστή μέτρηση.

51. Εξηγήστε, χρησιμοποιώντας και ότι σχήματα απαιτούνται, πως θα βαθμονομήσετε ένα βαττόμετρο αν έχετε στη διάθεσή σας ένα βολτόμετρο και ένα αμπερόμετρο.

52.



Το παραπάνω σχήμα ελήφθη από τον παλμογράφο του εργαστηρίου και αφορά μετρήσεις που παρατηρήθηκαν στο παρακάτω κύκλωμα. Χρησιμοποιήθηκαν 2 σηματολήπτες τάσεως με λόγο 1:1 (χωρίς υποβιβασμό τάσεως). Δεν χρησιμοποιήθηκε σηματολήπτης ρεύματος.



Κανάλι A: 2 Volts/division

Κανάλι B: 0.2 Volts/division

Time Scale: 2 mSec / division

Εάν η πρόθεση αυτού που έκανε τη μέτρηση ήταν να μετρήσει τη διαφορά φάσεως μεταξύ ρεύματος και τάσεως που διαρρέει το πηνίο

Ζητούνται:

α. Ποια κυματομορφή αντιπροσωπεύει το ρεύμα και ποια την τάση

β. Πως έχει συνδεθεί κάθε σηματολήπτης τάσεως

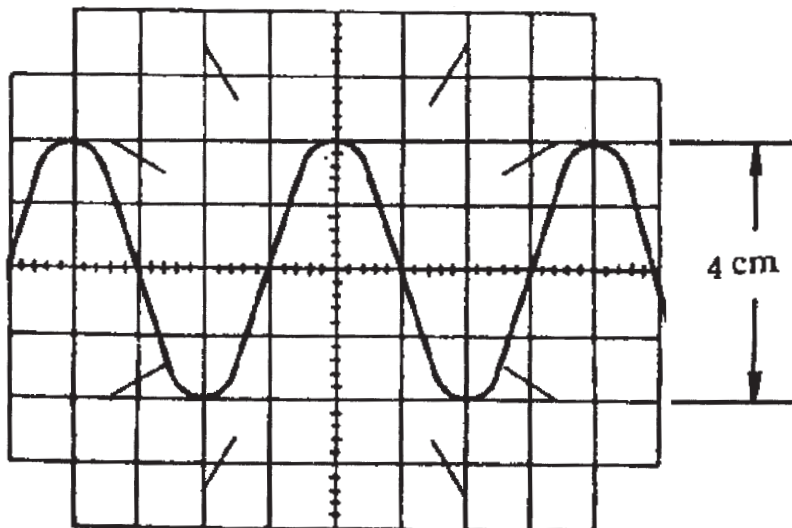
γ. Ποια είναι η συχνότητα της πηγής

δ. Ποια η διαφορά φάσεως μεταξύ τάσεως και ρεύματος

ε. Ο χρόνος ανόδου (rise time) της κυματομορφής B

ζ. Η ένδειξη τάσεως που θα μας έδειχνε ένα αναλογικό βολτόμετρο σαν αυτά που χρησιμοποιούμε στο εργαστήριο για το σήμα της κυματομορφής B

53. Σε μέτρηση που πήραμε σε παλμογράφο, χρησιμοποιώντας σηματολήπτη τάσεως με εξασθένηση X10 (*probe attenuation*), πήραμε την παρακάτω κυματομορφή



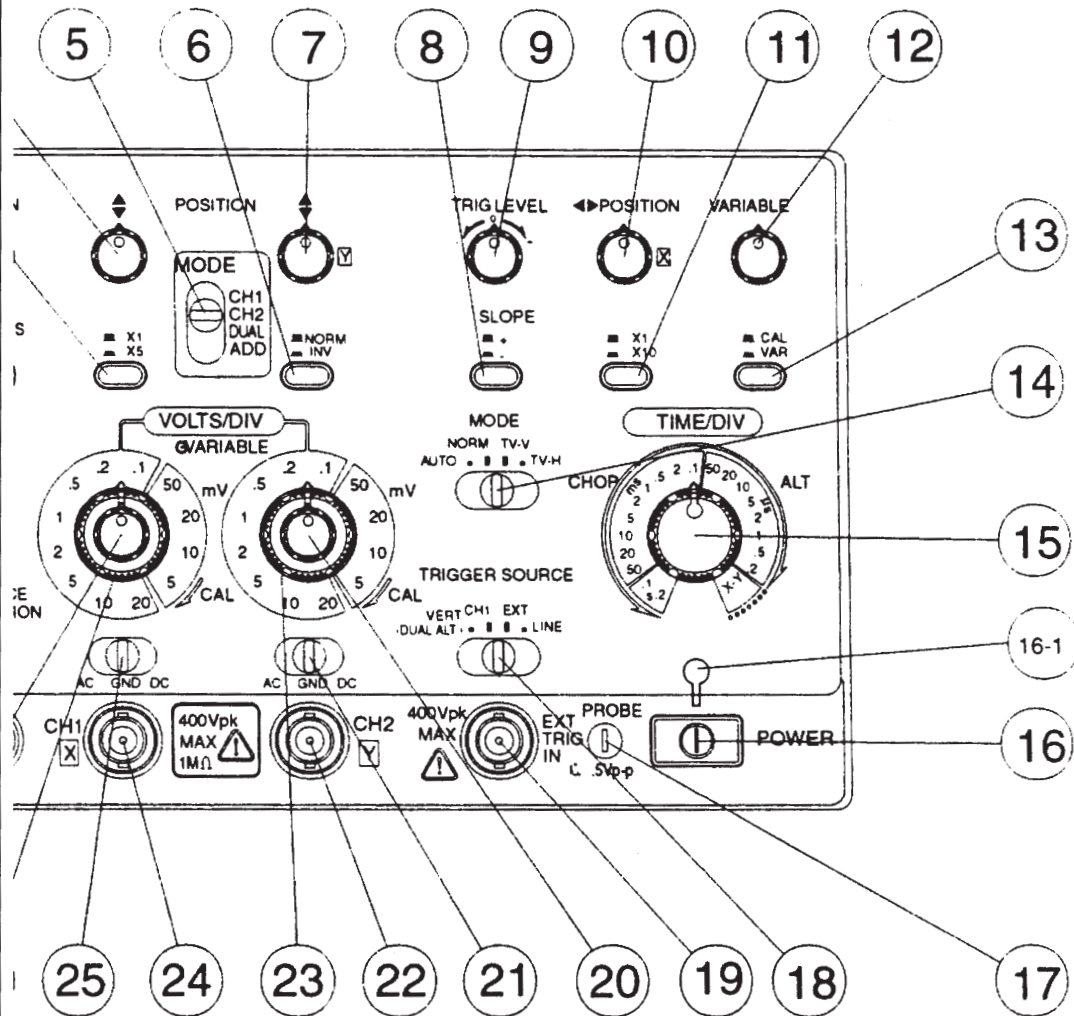
Αν ο επιλογέας ευαισθησίας του παλμογράφου ήταν 0.5V/division, και η κλίμακα χρόνου ήταν 2 ms/division τότε:

Ζητούνται:

α. Η τάση p-p και

β. Η συχνότητα της τάσεως.

54.



Δίδεται τμήμα των χειριστικών ενός παλμογράφου.

Εξηγήστε το ρόλο και τη χρήση των παρακάτω ρυθμιστικών:

α. Volts/Div (23)

β. Time/Div (15)

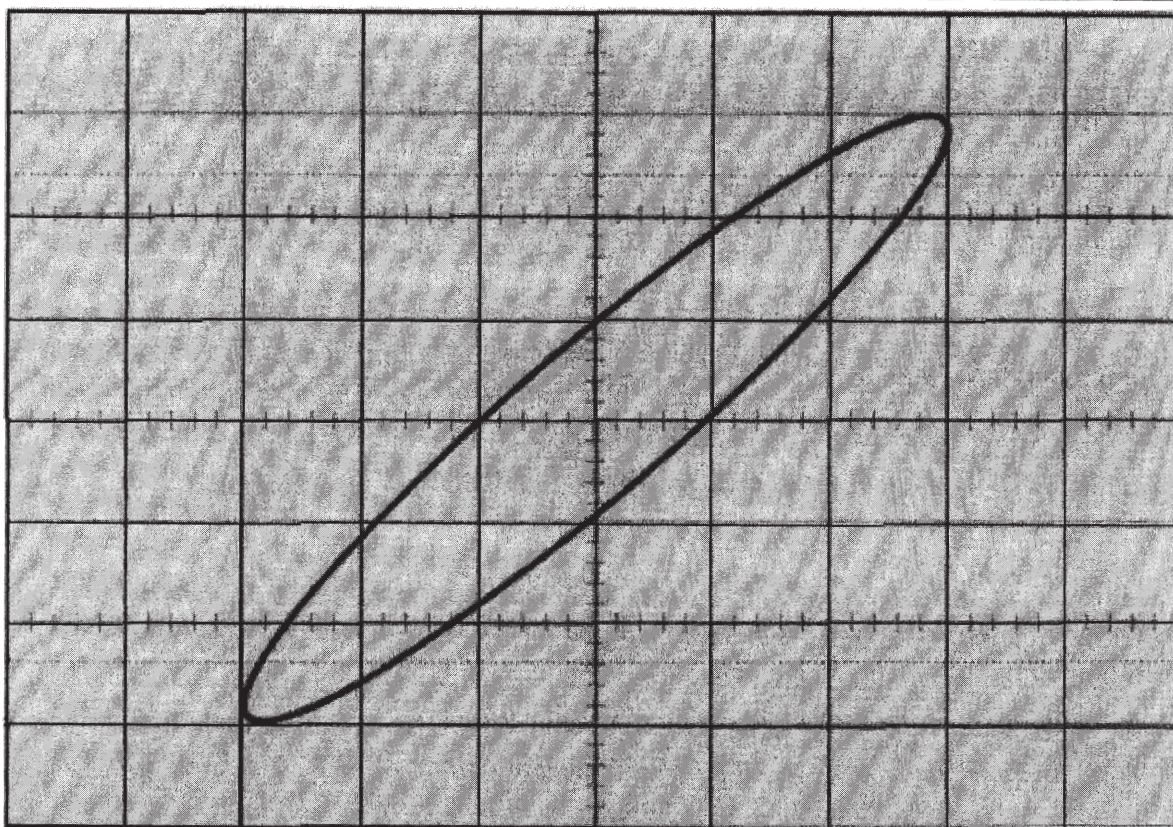
γ. Position (7) και (10)

δ. Mode (5)

ε. Norm/Inv (6)

ζ. AC GND DC (21)

55.



Εξηγήστε τη μέθοδο Lissajous για μέτρηση διαφορά φάσεως δύο σημάτων. Με χρήση της μεθόδου να ευρεθεί η διαφορά φάσεως των σημάτων που έχουν δημιουργήσει το εικονιζόμενο σχήμα..

56. Ένας παλμογράφος με 10 υποδιαιρέσεις κατά την οριζόντιο διεύθυνση και 8 κατά την κατακόρυφο ρυθμίζεται ώστε η ταχύτητα σάρωσής του να είναι $200\mu\text{s}/\text{υποδ}$. Η ευαισθησία εισόδου είναι $1\text{V}/\text{υποδ}$ και χρησιμοποιούνται σηματολήπτες τάσεως με λόγο 1:1 (χωρίς υποβιβασμό τάσεως). Να σχεδιασθεί η κυματομορφή που θα εμφανισθεί στην οθόνη αν στην είσοδο του παλμογράφου εφαρμοσθεί:

- α) ημιτονοειδής τάση 1KHz και πλάτους 5V ,
- β) παλμοί συχνότητας 2KHz , διάρκειας $100\mu\text{s}$ ο καθένας και ύψους 3V .

57. Ένας παλμογράφος έχει χρόνο ανόδου 25ns . Ποιο θα είναι το μέγεθος του χρόνου ανόδου που θα μετρηθεί στην οθόνη του παλμογράφου όταν το σήμα εισόδου είναι ένας παλμός με χρόνο ανόδου 50ns ;

58. Σε ποιες συχνότητες πρέπει να προτιμάται ο εναλλασσόμενος και σε ποιες ο διακοπτόμενος τρόπος απεικόνισης σε ένα παλμογράφο δύο καναλιών;

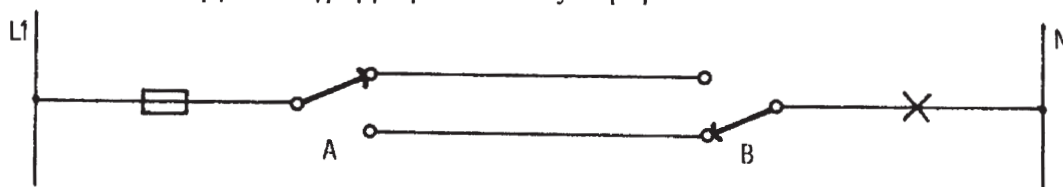
59. Ποια είναι τα βασικά στοιχεία ενός καθοδικού σωλήνα;

60. Να εξηγηθεί η λειτουργία ενός ακροδέκτη τάσεως μεγάλης αντίστασης εισόδου, που χρησιμοποιείται σε ένα παλμογράφο

61. Τι σημαίνει “παλμογράφος δύο δεσμών” και τι “παλμογράφος δύο καναλιών”;

62. Τι γνωρίζετε για τους ψηφιακούς παλμογράφους;

63. Δίνεται το λειτουργικό διάγραμμα με διακόπτες πλήκτρου:



Ζητούνται:

- α. Το αναλυτικό (πολυγραμμικό) διάγραμμα
- β. το μονογραμμικό διάγραμμα
- γ. να αναγνωρίσετε το κύκλωμα (τι είναι, πως λέγεται, που χρησιμοποιείται).

64. Πως μπορούμε να βρούμε πειραματικά (με τη βοήθεια του παλμογράφου και του

	πολυμέτρου/περιοχή μέτρησης συχνότητας) την ακριβή συχνότητα συντονισμού ενός κυκλώματος LC; Εξηγήστε.
65.	Εξηγήστε (σχήμα κλπ.) πως μπορούμε να μετρήσουμε την ισχύ σε ένα συμμετρικό τριφασικό κύκλωμα, και πως σε ένα μη συμμετρικό, χρησιμοποιώντας πάντα τον ελάχιστο αριθμό μονοφασικών βατομέτρων.
66.	Εξηγήστε (σχήμα κλπ.) πως μπορούμε να μετρήσουμε την ισχύ και το Σ.Ι. σε ένα συμμετρικό τριφασικό κύκλωμα, με χρήση δύο βατομέτρων

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Παρατηρήσεις

1. Υπενθυμίζονται τα θέματα που αναφέρονται και παρακάτω πιο αναλυτικά, (π.χ. “Γενικές Οδηγίες Εργαστηρίου”), και επιστάται η προσοχή σας για την πιστή τήρηση αυτών.
2. Για τη σωστή εκτέλεση των ασκήσεων απαιτείται η μελέτη του θεωρητικού τους μέρους σύμφωνα με τη θεωρία που προηγείται και με τις σχετικές οδηγίες και παραπομπές σε βιβλία, που σε κάθε περίπτωση μπορεί να δίνει ο καθηγητής. Θεωρείται απαραίτητο ο σπουδαστής να έχει από πριν κατανοήσει το θέμα, που πραγματεύεται η άσκηση, που πρόκειται να εκτελεσθεί γιατί, αν το θέμα είναι πλήρως γνωστό, η διεξαγωγή της ασκήσεως πραγματοποιείται άνετα και οι θεωρητικές ερωτήσεις, που υποβάλλονται στο τέλος της ασκήσεως, είναι δυνατόν να απαντηθούν ορθά. Εκτός αυτού, πρέπει να έχει προηγηθεί η θεωρητική επίλυση του πειράματος, ώστε να γνωρίζουμε τι μετρήσεις περιμένουμε να πάρουμε. Κατά την διάρκεια διεξαγωγής του εργαστηριακού πειράματος θα βαθμολογείστε τόσο για την προετοιμασία σας όσο και για τον τρόπο διεξαγωγής του πειράματος, την κατανόηση αυτού, το ενδιαφέρον που δείχνετε κλπ.
3. Τονίζεται ιδιαίτερα η προσοχή των αρχηγών αλλά και όλων στις ημερομηνίες και ώρα παράδοσης των τετραδίων εργαστηριακών ασκήσεων.
4. Τα φυλλάδια όλων - ακόμη και όσων για οποιοδήποτε λόγο ΔΕΝ έχουν αναπτύξει το Πείραμα-θα συγκεντρώνονται από τους αρχηγούς των τμημάτων, θα τακτοποιούνται καθ' ομάδες εκτελέσεως του Πειράματος και θα παραδίνονται την ημέρα που γίνεται το επόμενο μάθημα Ηλεκτροτεχνίας, από αυτό του εργαστηρίου, πριν την έναρξη της πρώτης διδακτικής ώρας. (π.χ. αν το εργαστήριο έγινε την Δευτέρα το φυλλάδιο θα παραδίνεται την επομένη Τετάρτη 07:50, ενώ αν το εργαστήριο έγινε Τετάρτη την επομένη Δευτέρα 07:50), ο οποίος θα δίνει και υπογεγραμμένη από τον ίδιο, κατάσταση όσων δεν παρέδωσαν “Φυλλάδιο Πειραμάτων”, και στην οποία θα αναγράφεται ο λόγος τον οποίο ο Ν.Δ. επικαλείται σαν δικαιολογία για την μη παράδοση “Φυλαδίου Πειραμάτων”.
5. Τονίζεται ότι η παράδοση “Φυλαδίου Πειραμάτων” είναι υποχρεωτική, ακόμα και αν ο Ν.Δ. δικαιολογημένα δεν παρευρέθηκε στην εκτέλεση του πειράματος. Σε αυτή την περίπτωση ο Ν.Δ θα πρέπει να γράψει μια συνοπτική περίληψη του πειράματος και να απαντήσει στις ερωτήσεις ελέγχου γνώσεων, θα αναγράφει δε το λόγο για τον οποίο δεν εκτέλεσε το πείραμα (π.χ. απουσίαζε).
6. Αν παρ' όλα αυτά Ν.Δ. δεν γράψει κάτι για το σχετικό πείραμα θα παραδώσει το “Φυλλάδιο Πειραμάτων” έστω και κενό.
7. Τονίζεται επίσης ότι κατά την διεξαγωγή του πειράματος, ή κατά την διδασκαλία των Ηλεκτροτεχνικών εφαρμογών, όλοι οι Ν.Δ. πρέπει να γράφουν στο “Φυλλάδιο Πειραμάτων” τις μετρήσεις ή τις σημειώσεις που κρατάνε.
8. Όσον αφορά το Β' Τετράμηνο, τονίζεται ιδιαίτερα ότι πρέπει να μελετήσετε (και να γνωρίζετε), και μαθήματα που έγιναν στο πρώτο τετράμηνο, (όπως πχ. τα περί οργάνων και μεθόδων μετρήσεων, ποτενσιόμετρα, κατανεμητές τάσεως και ρεύματος), μια και αποτελούν ενιαία ενότητα, με τα μαθήματα του δευτέρου τετραμήνου.
9. Για απορίες να απευθύνεστε μόνον στους Διδάσκοντες και όχι στα μέλη άλλης ομάδας.

ΓΕΝΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ

Η ύλη του μαθήματος Ηλεκτροτεχνία του πρώτου έτους χωρίζεται σε δύο μέρη. Στο θεωρητικό μέρος - “Θεωρία Επίλυσης Ηλεκτρικών Δικτύων” - που καλύπτεται από μαθήματα στην τάξη, και στο “εργαστηριακό μέρος” που καλύπτει την ύλη των Ηλεκτροτεχνικών Εφαρμογών και των Εργαστηριακών Πειραμάτων. Η ύλη καλύπτεται από μαθήματα που γίνονται στην τάξη, στο εργαστήριο αλλά και σε άλλους χώρους. Για ευκολία θα χρησιμοποιούμε τον όρο “Εργαστήριο” όταν αναφερόμαστε στην ύλη των Ηλεκτροτεχνικών Εφαρμογών και των Εργαστηριακών Πειραμάτων. Οι οδηγίες αυτές αφορούν λοιπόν το εργαστήριο (ύλη των Ηλεκτροτεχνικών Εφαρμογών και των Εργαστηριακών Πειραμάτων).

Σκοπός των Εργαστηριακών Πειραμάτων είναι η πειραματική επαλήθευση της θεωρίας, η εξοικείωση του σπουδαστή με τη διαδικασία παρατήρησης και καταγραφής φαινομένων και στην συνέχεια η παρουσίαση αυτών υπό μορφή αναφοράς, η απόκτηση τεχνικής πείρας τόσο στη χρήση των ποικίλων οργάνων, όσο και στη συνδεσμολογία κυκλωμάτων, καθώς και η δημιουργία τεχνικής συνειδήσεως, για την κατανόηση και λύση διαφόρων σχετικών προβλημάτων αλλά και παρουσίας αυτών σε κάποιο άλλο άτομο.

Για τη σωστή εκτέλεση των ασκήσεων απαιτείται η μελέτη του θεωρητικού τους μέρους σύμφωνα με τη θεωρία που προηγείται και με τις σχετικές οδηγίες και παραπομπές σε βιβλία, που σε κάθε περίπτωση μπορεί να δίνει ο καθηγητής. Θεωρείται απαραίτητο ο σπουδαστής να έχει από πριν κατανοήσει το θέμα, που πραγματεύεται η άσκηση, που πρόκειται να εκτελεσθεί γιατί, αν το θέμα είναι πλήρως γνωστό, η διεξαγωγή της ασκήσεως πραγματοποιείται άνετα και οι θεωρητικές ερωτήσεις, που υποβάλλονται στο τέλος της ασκήσεως, είναι δυνατόν να απαντηθούν ορθά. Εκτός αυτού, πρέπει να έχει προηγηθεί η θεωρητική επίλυση του πειράματος, ώστε να γνωρίζετε τι μετρήσεις περιμένετε να πάρετε.

Για το λόγο αυτό:

Κατά την ώρα της “μελέτης” στη ΣΝΔ ή στο σπίτι σας - και βέβαια το αργότερον μια μέρα πριν την εκτέλεση του Πειράματος - μελετήσατε το φυλλάδιο που θα σας έχει δοθεί για το πείραμα, αλλά και την απαραίτητη θεωρία και τις προαπαιτούμενες γνώσεις από τα λοιπά εκπαιδευτικά σας βοηθήματα.

Μέσα στο Εργαστήριο, κατά την έναρξη ή και κάθε τόσο κατά την εξέλιξη του Πειράματος, θα γίνονται ολιγόλεπτες προφορικές εξετάσεις από τους Καθηγητές για την διαπίστωση του πόσον προετοιμαστήκατε για το Πείραμα και του πόσον αποδίδετε κατά τη διάρκεια του Πειράματος .

Ο σπουδαστής πρέπει να γνωρίζει την ορθή χρήση των οργάνων μετρήσεως και ελέγχου, που θα χρησιμοποιήσει. Όλοι οι σπουδαστές πρέπει να θυμούνται ότι:

1. Η τοποθέτηση των ακροδεκτών οιαδήποτε οργάνου (αμπερομέτρου, βολτομέτρου κλπ.) στα σημεία, στα οποία πρόκειται να πραγματοποιηθεί η μέτρηση, πρέπει να γίνεται με προσοχή και με την ορθή πολικότητα, (στην περίπτωση που μετρούμε συνεχές μέγεθος).
2. Δεν επιτρέπεται τα δάχτυλα να αγγίζουν τα μεταλλικά μέρη των ακροδεκτών. Αυτό πρέπει να γίνει συνήθεια, και να μην παραλείπεται με το δικαιολογητικό ότι δουλεύετε με τάσεις 10-20Volt . Οι κακές συνήθειες δεν θα έχουν κοπεί όταν θα δουλεύετε με τάσεις 220 Volt.
3. Να αποφεύγεται η ταυτόχρονη τοποθέτηση και των δύο ακροδεκτών, στα προς μέτρηση σημεία χρησιμοποιώντας και τα δύο χέρια. Πρέπει πρώτα να τοποθετείται και να στερεώνεται ο ένας ακροδέκτης και έπειτα ο άλλος. Ένας πρακτικός κανόνας των τεχνιτών είναι “να δουλεύουν με το ένα χέρι στη τσέπη”.
4. Δεν πρέπει να επιχειρείται μέτρηση αντιστάσεως με ωμόμετρο σε κύκλωμα, που βρίσκεται υπό τάση. Το ωμόμετρο χρησιμοποιείται μόνο σε κυκλώματα εκτός τάσεως.

5. Για την μέτρηση τάσεως το βολτόμετρο τοποθετείται πάντα παράλληλα στα σημεία των οποίων τη διαφορά δυναμικού θέλουμε να μετρήσουμε.
6. Για τη μέτρηση ρεύματος διακόπτεται το κύκλωμα σε ένα σημείο και παρεμβάλλεται το αμπερόμετρο εν σειρά στο κύκλωμα.
7. Προκειμένου να διακοπεί ένα κύκλωμα, για να παρεμβληθεί αμπερόμετρο προς μέτρηση της εντάσεως του ρεύματος στο σημείο αυτό, πρέπει να διακόπτεται προηγουμένως η παροχή ρεύματος με το διακόπτη της πηγής τροφοδοσίας, ή, γενικά, να αποσυνδέεται ο ρευματολήπτης (φίς) συσκευής που ελέγχουμε από το ρευματοδότη (πρίζα).
8. Αν ένα όργανο χρησιμοποιείται για πρώτη φορά, πρέπει προηγουμένως να εξετάζεται με λεπτομέρεια, να αναγνωρίζονται όλες οι κλίμακες και τα ιδιαίτερα του χαρακτηριστικά.

ΤΙ ΘΑ ΕΧΕΤΕ ΜΑΖΙ ΣΑΣ

Στο εργαστήριο θα έχετε πάντοτε μαζί σας.

1. Μολύβι, γόμα και στυλό διαρκείας.
2. Το “Εγχειρίδιο Εργαστηρίου Ηλεκτροτεχνίας και Ηλεκτροτεχνικών Εφαρμογών”.
3. Το Εγχειρίδιο “Όργανα Μετρήσεων Εργαστηρίων Ηλεκτροτεχνίας”.
4. Τυχόν άλλες πρόσθετες σημειώσεις που σας έχουν δοθεί για το πείραμα.
5. Το “Φυλάδιο Πειραμάτων” εργαστηρίου.
6. Κομπουτεράκι (calculator).

ΤΡΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

Κατά την διάρκεια του πειράματος εκτελέστε την ενότητα **“ΠΕΙΡΑΜΑ”** και καταχωρήστε τις μετρήσεις και παρατηρήσεις σας.

Αυτά θα γίνονται από όλους τους Σπουδαστές και όχι μόνο από ένα άτομο ανά ομάδα.

- Πριν από οποιαδήποτε συνδεσμολογία εκλέγεται η θέση των εξαρτημάτων επάνω στον πάγκο εργασίας έτσι, ώστε να διευκολύνονται οι συνδέσεις.
- Ακολουθεί ο έλεγχος της δυνατότητας κάθε οργάνου να εξυπηρετήσει στη συγκεκριμένη μέτρηση και εκλέγεται η κατάλληλη κλίμακα. Ακολουθώντας:
 - α) Μετρώνται οι αντιστάσεις που θα χρησιμοποιηθούν με το Ωμόμετρο, καθώς και η σωστή τάση του τροφοδοτικού.
 - β) Γίνεται η συνδεσμολογία από την ασκούμενη ομάδα, χωρίς όμως να εφαρμοσθεί καμιά τάση στο κύκλωμα.
 - γ) Η συνδεσμολογία ελέγχεται από τον καθηγητή του Εργαστηρίου.
 - δ) Εφ' όσον η συνδεσμολογία είναι ορθή και δοθεί έγκριση του καθηγητή, εφαρμόζεται τάση στο κύκλωμα.
- Μόλις εφαρμοσθεί τάση, ελέγχονται οι δείκτες των οργάνων μήπως η απόκλισή τους υπερβαίνει τα όρια της κλίμακας, οπότε τα όργανα κινδυνεύουν. Εάν συμβαίνει αυτό, πρέπει να διακοπεί αμέσως η τάση που εφαρμόσθηκε και να ειδοποιηθεί ο καθηγητής.
- Όταν η συνδεσμολογία έχει γίνει κανονικά, εκτελούνται με προσοχή οι μετρήσεις. Οι μετρήσεις, παρατηρήσεις κλπ. καταχωρούνται στο **“ΠΡΟΧΕΙΡΟ”¹** από όλα τα μέλη των ομάδων, και όχι μόνο από ένα άτομο ανά ομάδα. Το ίδιο ισχύει και για τις μετρήσεις.
- Μετά την εκτέλεση των μετρήσεων, τις οποίες ζητεί η άσκηση, αποσυνδέεται η πηγή, και γίνεται αποκατάσταση του πάγκου εργασίας.
- Οι μετρήσεις ουδέποτε πρέπει να γίνονται από ένα μόνο φοιτητή. Όλοι οι φοιτητές κάθε ομάδας επιβάλλεται να εκτελούν εκ περιτροπής τις μετρήσεις από την πρώτη ήδη άσκηση.
- Οι ζητούμενοι υπολογισμοί (εφ' όσον δεν είναι απαραίτητοι για τη συνέχεια του πειράματος), τα σχετικά διαγράμματα ή καμπύλες (αν ζητούνται) κλπ., γίνονται αργότερα, εκτός εργαστηρίου. Προσέξτε να έχετε πάρει όλα τα στοιχεία που χρειάζεστε για να συντάξετε την αναφορά εργαστηριακού πειράματος.
- Στην αναφορά αυτή πρέπει ο φοιτητής:
 - α) Να περιγράφει με λίγα λόγια τη Θεωρία της ασκήσεως, όπως αυτή υπάρχει στις παραπομπές που δίδονται στο **“Πρόγραμμα Εργαστηρίου”**.
 - β) Να σχεδιάζει ένα πλήρες και καθαρό κύκλωμα της συνδεσμολογίας. (Την αναφορά αυτή θα την γράφεται στο **“Φυλλάδιο Πειραμάτων”** εργαστηρίου, που περιγράφεται παρακάτω).
 - γ) Να αναφέρει τα όργανα, που χρησιμοποιήθηκαν για τις μετρήσεις και, την πρώτη φορά που θα χρησιμοποιηθεί ένα όργανο με συντομία, να περιγράφει τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του.
 - δ) Εάν οι μετρήσεις εκφράζουν μια μεταβαλλόμενη κατάσταση, που μπορεί να παρασταθεί με γραφική μέθοδο, χαράζει τη σχετική χαρακτηριστική καμπύλη με επεξηγηματικές σημειώσεις.
 - ε) Πρέπει να προβαίνει επίσης σε σύγκριση των αποτελεσμάτων των μετρήσεων προς τη Θεωρία - θεωρητικές τιμές, και να δικαιολογεί τις διαφορές, που τυχόν προκύπτουν.
 - στ) Όλες οι απαντήσεις στις ερωτήσεις πρέπει να είναι πλήρεις. Να δικαιολογεί επαρκώς όσα γράφει και να αποφεύγει τα απλά **“ναι”** ή **“όχι”**.

¹ Δες παρακάτω στην ενότητα **“ΦΥΛΛΑΔΙΟ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ”**

ΚΑΝΟΝΕΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

ΠΡΟΣΟΧΗ: Οφείλετε κατά την διάρκεια του διαλείμματος να προετοιμάζεστε ώστε μόλις κτυπήσει το κουδούνι για έναρξη του μαθήματος να έρχεστε αμέσως στην τάξη ή στο εργαστήριο, ανάλογα κατά περίπτωση και σύμφωνα με το πρόγραμμα, χωρίς καθυστέρηση. Ουδενμία καθυστέρηση θα δικαιολογείται. Αυτό ισχύει για όλες τις ώρες.

Η συμπεριφορά των σπουδαστών στο Εργαστήριο πρέπει να είναι ιδιαίτερα προσεκτική. Μια απροσεξία ή συνηθισμένη νεανική αμέλεια πιθανόν να προκαλέσει ζημιές στα χρησιμοποιούμενα όργανα και ηλεκτροπληξίες στους ασκούμενους.

Οποιοσδήποτε εργάζεται με τον ηλεκτρισμό διατρέχει κινδύνους, όταν δεν προσέχει. Οι σπουδαστές πρέπει να εκτελούν μόνο ότι ζητεί η άσκηση, και να μην πειραματίζονται σε άλλα θέματα, εκτός από εκείνα που ζητεί η άσκηση της ημέρας.

Στις ασκήσεις του πρώτου έτους χρησιμοποιούνται χαμηλές αλλά και μεγάλες τάσεις (0-60 Volt, αλλά και 220 Volt).

Όταν κανείς εργάζεται στο Εργαστήριο, πρέπει να θυμάται πάντοτε ότι το ηλεκτρικό ρεύμα δεν προειδοποιεί. Κυκλοφορεί αμέσως εκεί όπου βρίσκει εύκολη δίοδο. Προσοχή λοιπόν, ώστε να μην υπάρξει ελεύθερη δίοδος, μέσα από το ανθρώπινο σώμα. Τέλος μην ξεχνάτε “τα γνωστά ρελέ προστασίας (διακόπτες διαφυγής) που έχουμε στα σπίτια μας, και στο εργαστήριο, προστατεύουν μόνο όταν δεν έχουν κάποια βλάβη”.

Εκτός από τους κανόνες που ισχύουν στην τάξη, τονίζονται ιδιαίτερα τα παρακάτω:

- Οι σπουδαστές κάθονται σε ομάδες, σε προκαθορισμένες θέσεις. ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ η αλλαγή θέσεως ή ομάδας χωρίς την άδεια του διδάσκοντος για οποιαδήποτε αιτία. Επίσης απαγορεύεται να μετακινείστε κατά την ώρα του μαθήματος, να εξέρχεστε του εργαστηρίου ή να ασχολείστε με άλλα θέματα.
- Η συνεργασία μεταξύ των μελών κάθε ομάδας πρέπει να είναι πολύ χαμηλόφωνη, σε καμιά περίπτωση ένας Σπουδαστής θα αλλάζει θέση, έστω και προσωρινά, χωρίς την άδεια Καθηγητή. Προφανώς ουδείς θα ασχολείται με οτιδήποτε εκτός από το Πείραμα.
- Κατά την διάρκεια του διαλείμματος επιτρέπεται η έξοδος από το εργαστήριο, αλλά όποιος θέλει μπορεί να μένει και να συνεχίζει το πείραμα. (Προσέξτε τον διαθέσιμο χρόνο ειδικά κατά τα πρώτα πειράματα). Δεν υποχρεούστε να βγαίνετε από την αίθουσα του εργαστηρίου στα διαλείμματα.
- Κάθε σπουδαστής είναι υπεύθυνος για τη θέση εργασίας. Μόλις καθίσετε στη θέση σας ελέγξτε για τυχόν καταστροφές, φθορές κλπ και αναφέρατε τυχόν ύπαρξη των.
- Ο αρχηγός του τμήματος είναι υποχρεωμένος να συλλέξει τα “φυλλάδια πειραμάτων”, των συμμαθητών του και να παραδώσει αυτά στον υπεύθυνο καθηγητή ταξινομημένα κατά ομάδα που διεξήγαγαν το πείραμα, να τα παραλάβει δε από αυτόν μετά τη διόρθωση και να μοιράσει στους συμμαθητές του.

Τα φυλλάδια όλων - ακόμη και όσων για οποιοδήποτε λόγο ΔΕΝ έχουν αναπτύξει το Πείραμα- θα συγκεντρώνονται από τους αρχηγούς των τμημάτων, θα τακτοποιούνται καθ' ομάδες εκτελέσεως του Πειράματος και θα παραδίδονται την ημέρα που γίνεται το επόμενο μάθημα Ηλεκτροτεχνίας, από αυτό του εργαστηρίου, πριν την έναρξη της πρώτης διδακτικής ώρας. (π.χ. αν το εργαστήριο έγινε την Δευτέρα το φυλλάδιο θα παραδίνεται την επομένη Τετάρτη 07:50, ενώ αν το εργαστήριο έγινε Τετάρτη την επομένη Δευτέρα 07:50)

Μαζί με τα φυλλάδια θα παραδίδει και έγγραφο ενυπόγραφο σημείωμα στο οποίο θα φαίνεται ο αριθμός των φυλλαδίων που παραδίδει και αν κάποιος δεν παρέδωσε “Φυλλάδιο Πειραμάτων”, το λόγο για τον οποίο δεν το έπραξε. Ν. Δόκιμος που δεν παραδίδει “Φυλλάδιο Πειραμάτων” θα μηδενίζεται.

- Οι σπουδαστές που για κάποιο λόγο δεν πραγματοποίησαν το πείραμα, (πχ. απουσία λόγω ασθένειας), υποχρεούνται να παραδώσουν “Φυλάδιο Πειραμάτων” με δεδομένα που θα πάρουν από συναδέλφους των. Σε αυτή την περίπτωση η βαθμολογία που θα πάρει θα ληφθεί υπ’ όψη για βελτίωση του συνολικού βαθμού του συγκεκριμένου πειράματος.
- Ο αρχηγός του κάθε τμήματος, είναι υπεύθυνος για τον καθαρισμό του πίνακα, τον εφοδιασμό με κιμωλίες, τον εξαερισμό και την αποκατάσταση του εργαστηρίου (καθίσματα, συρτάρια κλπ.).
- Στο τέλος κάθε πειράματος (τέλος δεύτερης ώρας τμήματος) οι σπουδαστές φυλάσσουν τα εξαρτήματα στα συρτάρια που υπάρχουν για το λόγο αυτό και τοποθετούν τα καθίσματα στη θέση τους. Φροντίστε το χρόνο σας κατάλληλα, ώστε να υπάρχει και χρόνος για “αποκατάσταση”.

ΦΥΛΑΔΙΟ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ

Παρακάτω σας δίδονται οδηγίες, για τον τρόπο χρήσης των, και το τρόπο γραφής των εργασιών / πειραμάτων.

Πρέπει να σημειώσετε, με ευδιάκριτα γράμματα, σε κάθε “Φυλάδιο Πειραμάτων”, στο εμπρόσθιο εξώφυλλο τις εξής πληροφορίες:

Ονοματεπώνυμο

Τάξη-Τμήμα

Αρχαιότητα (ο αριθμός σας στις καταστάσεις της τάξης).

Αριθμός τράπεζας στην οποία εκτελέσατε το πείραμα

- Στις ενότητες “ΠΡΟΧΕΙΡΟ” θα γράφονται οι διάφορες μετρήσεις και σημειώσεις κατά την ώρα εκτελέσεως των πειραμάτων από όλους τους σπουδαστές, όχι μόνο από τον ένα της ομάδας.
- Πριν το πέρας του εργαστηρίου ζητήστε από ένα εκ των Καθηγητών να ελέγξει και να μονογράψει την εργασία σας.
- Στην ενότητα “ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ”, θα γράφετε ότι σας έχει ζητηθεί, όπως σαν παράδειγμα, τα όργανα που χρησιμοποιήσατε, τη συνδεσμολογία (σκαρίφημα), τον τρόπο διεξαγωγής του πειράματος και τα αποτελέσματα που πήρατε κλπ. **Μετά** το εργαστηριακό πείραμα, **την ώρα της μελέτης**, θα γίνει η **ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ (ή ΕΚΘΕΣΗ)** του Πειράματος **στην ενότητα “ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ”**, δηλ θα καθορογραφούν τα στοιχεία των μετρήσεων, θα συμπληρωθούν / απαντηθούν ανάλογα οι αντίστοιχες ερωτήσεις / ασκήσεις και γενικά θα γίνει η ανάπτυξη του Πειράματος.

Κατά την εργασία αυτή οι Σπουδαστές καλό να ανταλλάσσουν σκέψεις και να συνεργάζονται μεταξύ τους, αλλά την ανάπτυξη θα την κάνει ο καθένας μόνος του "με δικά του λόγια". Οποιαδήποτε αντιγραφή - έστω και επί μέρους - θα επιφέρει το μηδενισμό και των δυο γραπτών.

- Τέλος θα απαντάτε στα θέματα που σας έχει ζητηθεί τόσο από το φυλάδιο εργαστηρίου, όσο και τυχόν πρόσθετες ερωτήσεις ή εργασίες που θα σας δίδονται κατά τη διάρκεια του πειράματος / μαθήματος.

Τυχόν πρόσθετες σημειώσεις που θα σας δίδονται πριν από το κάθε συγκεκριμένο πείραμα, θα πρέπει να τις συρράφετε (ή να τις συγκολλάτε) στην αντίστοιχη θέση του “Φυλαδίου Πειραμάτων”, ώστε να αποτελεί ενιαίο κείμενο. Δεν χρειάζεται να ξαναγράφετε τμήματά του.

Τονίζεται ιδιαίτερα η σημασία του “Φυλαδίου Πειραμάτων”, μια και θα συμμετέχει στη διαμόρφωση της προφορικής βαθμολογίας του μαθήματος.

ΚΕΦ. 1. ΤΟ ΔΙΕΘΝΕΙ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΟΝΑΔΩΝ

ΠΙΝ. 1.1 ΤΟ ΔΙΕΘΝΕΙ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΟΝΑΔΩΝ
(S.I.) Ή (M.K.S.A.K.C.)

Φυσικό μέγεθος		Μονάδα μετρικής			Εξίσωση δρισμού μεγέθους
Όνομασία	Σύμβολο	Όνομασία	Σύμβολο	Συναρτήσεις θετα. μονάδων	
Μήκος	l	metre	m		
Μάζα	m	kilogram	kg		
Χρόνος	t	second	s		
Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος	I	ampere	A		
Θερμοκρασία	T	kelvin	K		
Φωτεινή ένταση	I	candela	cd		
Επίπεδη γωνία	φ	radian	rad		
Στερεή γωνία	Ω	stereo-radian	srad		
Περίοδος	T	second	s	s	$T = 1/f$
Συχνότητα	f	hertz	Hz	s^{-1}	$f = 1/T$
Γωνιακή ταχύτητα	ω	$\frac{\text{radian}}{\text{second}}$	$\text{rad} \cdot s^{-1}$	s^{-1}	$\omega = 2\pi/T$
Γωνιακή επιτάχυνση	ω'	$\frac{\text{radian}}{\text{second}^2}$	$\text{rad} \cdot s^{-2}$	s^{-2}	$\omega' = \omega/t$
Ταχύτητα	v	$\frac{\text{metre}}{\text{second}}$	$m \cdot s^{-1}$	$m \cdot s^{-1}$	$v = l/t$
Επιτάχυνση	γ, a	$\frac{\text{metre}}{\text{second}^2}$	$m \cdot s^{-2}$	$m \cdot s^{-2}$	$\gamma = v/t$
Δύναμη	F	newton	N	$\text{kg} \cdot m \cdot s^{-2}$	$F = m \cdot \gamma$
Έργο - Ενέργεια	W, E	Joule	J	$\text{kg} \cdot m^2 \cdot s^{-2}$	$W = F \cdot l$
Ισχύς	P, N	watt	W	$\text{kg} \cdot m^2 \cdot s^{-3}$	$N = E/t$
Όρμη	P	$\frac{\text{Kilogr. metre}}{\text{second}}$	$\text{kg} \cdot m \cdot s^{-1}$	$\text{kg} \cdot m \cdot s^{-1}$	$P = m \cdot v$
Όρμη στρέψης	M	$\frac{\text{Kilogr. metre}^2}{\text{second}}$	$\text{kg} \cdot m^2 \cdot s^{-1}$	$\text{kg} \cdot m^2 \cdot s^{-1}$	$M = J \cdot \omega$
Ροπή στρέψης	T	newton metre	N.m	$\text{kg} \cdot m^2 \cdot s^{-2}$	$T = F \cdot r$
Ροπή αδράνειας	Θ, J	Kilogr. metre^2	$\text{kg} \cdot m^2$	$\text{kg} \cdot m^2$	$\Theta = m \cdot r^2$

Πυκνότητα μάζας	ρ	$\frac{\text{kilogram}}{\text{metre}^3}$	$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	$\rho = m/V^3$
Πίεση	p	pascal	Pa	$\text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$	$P = F/\text{Επιφ.}$
Θερμότητα	Q	joule	J	$\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$	$Q = RI^2t$
Ειδική θερμότητα	c	$\frac{\text{Joule}}{\text{Kilogr. grad}}$	$\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$	$C = \Delta Q/m \cdot \Delta T$
Ένθαλπία	H, I	Joule	J	$\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$	$H = U + pV$
Έξωθερμική Ενέργεια	U	Joule	J	$\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$	$\Delta U = Q - W$
Έντροπία	S	$\frac{\text{Joule}}{\text{Kelvin}}$	$\text{J} \cdot \text{K}^{-1}$	$\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$	$\Delta S = \Delta Q/T$
Φωτεινή ροή	Φ	lumen	lm	cd	$\Phi = I \cdot \Delta \Omega$
Φωτισμός	E	lux	lx	$\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$	$E = \Phi/\text{Επιφ.}$
Ηλεκτρικό φορτίο	Q	coulomb	C (ή Cb)	A.s	$Q = I \cdot t$
Ηλεκτρική τάση ή διαφορά δυναμικότητας	V	volt	V	$\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-1}$	$V = P/I$
Ηλεκτρική αντίσταση	R	ohm	Ω	$\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-2}$	$R = V/I$
Ηλεκτρική αγωγιμότητα	G	siemens	S	$\text{kg}^{-1} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^3 \cdot \text{A}^2$	$G = 1/R$
Πυκνότητα ηλ. ρεύματος	J	$\frac{\text{ampere}}{\text{metre}^2}$	$\text{A} \cdot \text{m}^{-2}$	$\text{A} \cdot \text{m}^{-2}$	$J = I/\text{Επιφ.}$
Ένταση ηλ. πεδίου	E	$\frac{\text{volt}}{\text{metre}}$	$\text{V} \cdot \text{m}^{-1}$	$\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}$	$E = V/e$
Ηλεκτρική ροή	Ψ	coulomb	C	A.s	$\Psi = Q$
Διηλεκτρική μετατόπιση	D	$\frac{\text{coulomb}}{\text{metre}^2}$	$\text{C} \cdot \text{m}^{-2}$	$\text{A} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-2}$	$D = \Psi/\text{Επιφ.}$
Χωρητικότητα	C	farad	F	$\text{s}^4 \cdot \text{A}^2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$	$C = Q/V$
Μαγνητική ροή	Φ	weber	Wb	$\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-1}$	$V = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$
Μαγνητική Έπαγωγή	B	tesla	T	$\text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-1}$	$B = \Phi/\text{Επιφ.}$
Μαγνητική αντίσταση	S	$\frac{1}{\text{henry}}$	H^{-1}	$\text{s}^2 \cdot \text{A}^2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$	$S = nI/\Phi$
Μαγνητική αγωγιμότητα	Λ	henry	H	$\text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-2} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$	$\Lambda = 1/S$
Αύξηση αγωγιμότητας	L	henry	H	$\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-2}$	$V = -L \cdot dI/dt$
Ένταση μαγν. πεδίου	H	$\frac{\text{ampere}}{\text{metre}}$	$\text{A} \cdot \text{m}^{-1}$	$\text{A} \cdot \text{m}^{-1}$	$H = nI/e$

ΠΙΝ.1.2 Προθέματα για τα πολλαπλάσια και τα υποπολλαπλάσια των μονάδων στο δεκαδικό σύστημα.

Π Ο Λ Λ Α Π Λ Α Σ Ι Α				Υ Π Ο Π Ο Λ Λ Α Π Λ Α Σ Ι Α			
Π ρ ό θ ε μ α			Δύνα- μη του 10	Π ρ ό θ ε μ α			Δύνα- μη του 10
Διεθνώς	Έλληνικά	Σύντρηση (Σύμβολο)		Διεθνώς	Έλληνικά	Σύντρηση (Σύμβολο)	
deca	δέκα-	D ή da	10^1	deci	δεκατό-	d	10^{-1}
hecto	έκατο-	h	10^2	centi	έκατοστό-	c	10^{-2}
kilo	χιλιο-	k	10^3	milli	χιλιοστό-	m	10^{-3}
myria	μύρια-	ma	10^4	micro	μικρο-	μ	10^{-6}
mega	μέγα-	M	10^6	nano	νάνο-	n	10^{-9}
giga	γίγα-	G	10^9	pico	πίκο-	p	10^{-12}
tera	τέρα-	T	10^{12}	femto	φέμτο-	f	10^{-15}
				atto	άττο-	a	10^{-18}

ΠΙΝ.1.3 Τιμές ώρισμένων φυσικών σταθερών

Σταθερά	Σύμβολο	Τιμή	Μονάδες
Έπιτάχυνση βαρύτητας (κανονική τιμή)	g	9,80665	m.s ⁻²
Ταχύτητα φωτός στο κενό	c	2,997925.10 ⁸	m.s ⁻¹
Σταθερά του PLANCK	h	6,6256.10 ⁻³⁴	J.s
Μάζα ηρεμίας ηλεκτρονίου	m _e	9,1091.10 ⁻³¹	kg
Μάζα ηρεμίας ατόμου ελαφρού υδρογόνου	m _H	1,67343.10 ⁻²⁷	kg
Άκτινα ηλεκτρονίου	r _e	2,81777.10 ⁻¹⁵	m
Φορτίο ηλεκτρονίου (άρνητικό)	e	1,60210.10 ⁻¹⁹	A.s
Διηλεκτρική σταθερά του κενού	ε ₀	8,85415.10 ⁻¹²	F.m ⁻¹
Μαγνητική διαπερατότητα του κενού	μ ₀	4.π.10 ⁻⁷	V.s.A ⁻¹ m ⁻¹
Σταθερά του FARADAY	F	96487	A.s.mol ⁻¹
Σταθερά του BOLTZMANN	k	1,38054.10 ⁻²³	J.K ⁻¹
Σταθερά του STEFAN-BOLTZMANN	σ	5,6697.10 ⁻⁸	W.m ⁻² K ⁻⁴
Σταθερά του AVOGADRO	N _A	6,02252.10 ²³	mol ⁻¹
Σταθερά του LOSCHMIDT	N _L	2,687.10 ²⁵	m ⁻³
Μοριακός όγκος αερίων [0 °C, 1 Atm]	V _m	0,0224136	m ³ .mol ⁻¹
Σταθερά τελείων αερίων	R	8,3143	J.K ⁻¹ .mol ⁻¹
Θερμοκρασία τήξεως πάγου [1 Atm]	T ₀	273,16	K

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ

Σκοπός του παρόντος είναι η παρουσίαση του τρόπου σχεδίασης, των πιο βασικών ηλεκτρολογικών εξαρτημάτων, και να γίνει μια μικρή εισαγωγή στο Ηλεκτρολογικό σχέδιο. Με το παρόν δεν υπάρχει πρόθεση να υποκατασταθεί το μάθημα του σχεδίου, το οποίο διδάσκεται ως αυτόνομο μάθημα στη ΣΝΔ.

Περισσότερα στοιχεία θα βρείτε στα παρακάτω βιβλία:

1. “Ηλεκτρολογικό σχέδιο - Αυτοματισμοί” υπό Ι.Μαγκανάρη. Εκδόσεις “Παπασωτηρίου”.
2. “Το Ηλεκτρολογικό σχέδιο”, υπό Α.Γούτη. Εκδόσεις “ΙΩΝ”. Μέρος 1 και 2.

ΓΕΝΙΚΑ

Η γνώση των διαφόρων εξαρτημάτων, τα οποία χρησιμοποιούνται στα ηλεκτρικά κυκλώματα, είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την κατανόηση των κυκλωμάτων αυτών.

Ειδικότερα, ο συμβολισμός των εξαρτημάτων, στη σχεδίαση των διαφόρων κυκλωμάτων εξυπηρετεί σε σημαντικό βαθμό, γιατί όλες οι ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις, από τις πιο απλές εγκαταστάσεις φωτισμού ως τις πολύπλοκες εγκαταστάσεις ενός πλοίου, εργοστασίου ή μιας πόλεως, πρώτα σχεδιάζονται και μετά εκτελούνται. Επίσης τα σχέδια, βοηθούν πολύ, ενώ μερικές φορές είναι απαραίτητα, στις επισκευές κυκλωμάτων, δικτύων, συσκευών κλπ. Σημαντικός είναι και ο ρόλος τους στην κατανόηση λειτουργίας ενός κυκλώματος, δικτύου, συσκευής κλπ.

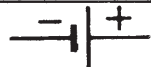
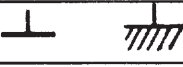
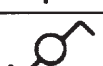
Επομένως είναι αναγκαία η καλή γνώση του συμβολισμού των εξαρτημάτων και του τρόπου σχεδιάσεως των κυκλωμάτων, παράλληλα με γνώση της θεωρίας της Ηλεκτροτεχνίας.

Κάθε τεχνικό σχέδιο πρέπει να περιλαμβάνει όλα τα στοιχεία, τα οποία είναι απαραίτητα για την εκτέλεση μιας εργασίας. Τα στοιχεία αυτά πρέπει να είναι σαφή, ώστε να αποκλείονται παρεξηγήσεις. Για τον λόγο αυτό έχουν καθιερωθεί διεθνώς πρότυπα - κανονισμοί - που καθορίζουν σαφώς αυτά τα σύμβολα. Στην Ελλάδα και γενικότερα στην Ευρώπη (εκτός Μ.Βρετανίας), χρησιμοποιείται η Γερμανική τυποποίηση DIN//VDE. Αυτή θα χρησιμοποιηθεί και στο παρόν. Στη Μ.Βρετανία και τις χώρες της Κοινοπολιτείας χρησιμοποιούνται τα Βρετανικά πρότυπα (BS - British Standards), στις δε Ηνωμένες Πολιτείες τα πρότυπα του Ινστιτούτου Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών μηχανικών (IEEE). Τα τελευταία έτη και στα πλαίσια της ΕΟΚ, η Διεθνής Επιτροπή Ηλεκτρισμού (International Electrical Commition - IEC), έκανε σοβαρή προσπάθεια, να καθιερωθούν ενιαία πρότυπα. Έτσι δημιουργήθηκε η Ευρωπαϊκή Επιτροπή Ηλεκτροτεχνικής Τυποποίησης (CENELEC), μέλος της οποίας είναι και η χώρα μας, και η οποία καθιερώνει πρότυπα που τα κράτη μέλη υποχρεούνται να σέβονται.

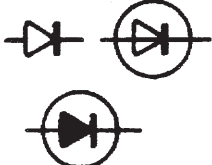
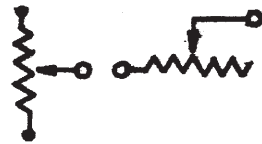
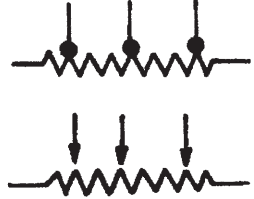
Στην Ελλάδα εθνικός φορέας τυποποίησης είναι ο “Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης - ΕΛΟΤ. Η τυποποίηση του ΕΛΟΤ που αφορά στο ηλεκτρολογικό υλικό και εγκαταστάσεις έχει προσαρμοστεί με τις τυποποιήσεις IEC-CENELEC

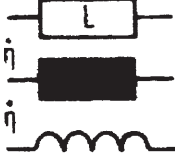
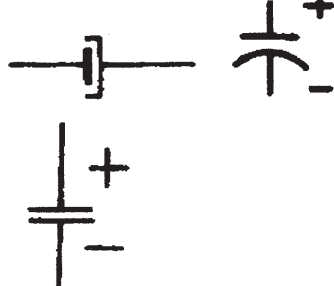
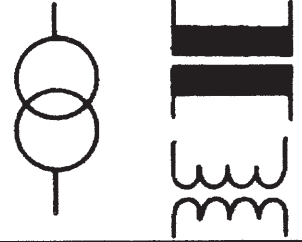
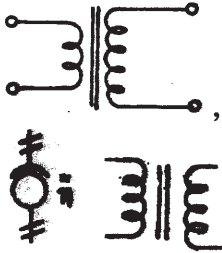
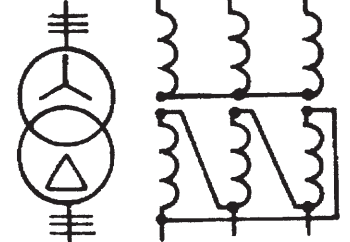
2.1 Σύμβολα Ηλεκτρικών Στοιχείων και Εξαρτημάτων

Τα πιο βασικά σύμβολα, σύμφωνα με τις τυποποιήσεις ΕΛΟΤ (συμβατές με IEC και DIN) δίδονται στον παρακάτω πίνακα.

A/A	Σύμβολο	Ονομασία
1		Εναλλασσόμενο ρεύμα
2		Πολυφασικό εναλλασσόμενο ρεύμα. Ο αριθμός m δείχνει τον αριθμό φάσεων
3		Θετική πολικότητα
4		Αρνητική πολικότητα
5		Πηγή συνεχούς ρεύματος
6		Συστοιχία, Συσσωρευτής, (Μπαταρία)
7		Ηλεκτρική γραμμή 4 αγωγών
8		Γείωση (3 παύλες)
9		Μεταλλική μάζα (σασί)
10		Συνδεσμολογία αγωγών, μόνιμη σύνδεση
11		Συνδεσμολογία αγωγών, προσωρινή σύνδεση
12		Διακλάδωση αγωγών
13		Διακόπτης, απλός μονοπολικός
14		Διακόπτης, διπολικός
15		Διακόπτης, τριπολικός
16		Διακόπτης, Εναλλακτικός
17		Διακόπτης, επιλογικός (κομιτατέρ)
18		Διακόπτης, “Αλλέ ρετούρ” ακραίος
19		Διακόπτης, “Αλλέ ρετούρ” μεσαίος
20		Διακόπτης, “μπουτόν”

A/A	Σύμβολο	Ονομασία
21		Ρευματοδότης, (πρίζα), απλός
22		Ρευματοδότης, διπλός
23		Ρευματοδότης, με προστασία (σούκο)
24		Ρευματοδότης, τηλεφώνου
25		Ρευματοδότης, κεραίας
26		Ρευματολήπτης (φίς)
27		Φωτιστικό σημείο (λυχνία)
28		Φωτιστικό σημείο με δύο ή δύο ομάδες λυχνίες (πολύφωτο)
29		Φωτιστικό σημείο ανάγκης (κινδύνου)
30		Φωτιστικό σημείο φθορίου
31		Φωτιστικό σημείο πανικού (alarm)
32		Φωτιστικό σημείο στεγανού τύπου
33		Λυχνία φωτισμού γενικά. Για τον καθορισμό του τύπου της σημειώνουμε: IN: πυράκτωσης FL: φθορισμού Ne: νέον Hg: υδραργύρου (halogen)
34		Λυχνία αερίου με διμεταλλικό στοιχείο. Τα κοινά starter που χρησιμοποιούνται στις λάμπες φθορίου.
35		Ενδεικτική λυχνία
36		Ηλεκτρική συσκευή γενικά
37		Ηλεκτρική κουζίνα - μαγειρείο
38		Ηλεκτρικό ψυγείο
39		Ηλεκτρικό Θερμοσίφωνο
40		Ηλεκτρικό πλυντήριο
41		Θερμαντικό σώμα
42		Εξαεριστήρας
43		Ανεμιστήρας
44		Πίνακας διανομής γενικά
45		Μετρητής ηλεκτρικής ενέργειας

A/A	Σύμβολο	Ονομασία
46		Ασφάλεια τήξεως
47		Ασφάλεια τήξεως τριφασική
48		Ηλεκτρικό κουδούνι
49		Ηλεκτρικός βομβητής (buzzer)
50		Σειρήνα, Κλάξον
51		Μικρόφωνο , Ακουστικό
52		Τηλεφωνική συσκευή
53		Δίοδος ημιαγωγού γενικά Τρεις παραλλαγές
54		Δίοδος zener
55		Θυρίστορ
56		DIAC
57		Τρανζίστορ NPN, PNP
58		Αντίσταση γενικά
59		Αντίσταση μεταβλητή
60		Αντίσταση μεταβλητή - ποντεσιόμετρο
61		Αντίσταση μεταβλητή με σταθερές λήψεις και με μεταβλητές λήψεις.

A/A	Σύμβολο	Ονομασία
62		Επαγωγή Τρεις παραλλαγές
63		Επαγωγή με πυρήνα
64		Πυκνωτής γενικά
65		Πυκνωτής ηλεκτρολυτικός Τρεις παραλλαγές
66		Πυκνωτής μεταβλητός
67		Πυκνωτής ημιμεταβλητός (τρίμμερ)
68		Μετασχηματιστής τάσεως 1 φάσεως
69		Μετασχηματιστής τάσεως 1 φάσεως Δύο ακόμα παραλλαγές
70		Μετασχηματιστής 3 φάσεων ζεύξης Y-Δ (ζεύξη αστέρα τριγώνου)

A/A	Σύμβολο	Ονομασία
71		Κινητήρας (M) 1 φάσεως Ασύγχρονος χωρίς ακροδέκτες βοηθητικής φάσης
72		Κινητήρας (M) 1 φάσεως Ασύγχρονος με ακροδέκτες βοηθητικής φάσης
73		Κινητήρας 3 φάσεων , Ασύγχρονος βραχυκυκλωμένου δρομέα (κλωβού)
74		Κινητήρας 3 φάσεων, με 6 τυλίγματα στο στάτη
75		Κινητήρας (M) ή Γεννήτρια (G) συνεχούς
76		Σύγχρονος τριφασικός εναλλακτήρας (GS) ή κινητήρας (MS) μονίμου μαγνήτη
77		Σύγχρονος τριφασικός εναλλακτήρας (GS) ή κινητήρας (MS), χωρίς ουδέτερο στο δρομέα
78		Σύγχρονος τριφασικός εναλλακτήρας (GS) ή κινητήρας (MS), με ουδέτερο στον αστέρα του δρομέα
79		Αμπερόμετρο
80		Βολτόμετρο
81		Βαττόμετρο
82		Μέτρητης κατανάλωσης (συνήθως KWh)

(Οι παρακάτω 5 σελίδες, είναι από τα Εγχειρίδια των Εργαστηριακών Πειραμάτων των "Τραπεζών Πειραμάτων" της Lab-Volt, που διαδίδουν τα εργαστήρια της Εδρας Ηλεκτροτεχνίας ΕΜΔ)

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΣΥΜΒΟΛΑ

ΑΝΑΠΤΥΞΙΣ ΘΕΜΑΤΟΣ

Τό σύμβολο είναι μία απλουστευμένη μέθοδος γραφικής αναπαράστασως στοιχείου ή μονάδος ηλεκτρονικού κυκλώματος. Είναι ή γλώσσα τήν οποία χρησιμοποιούν οι μηχανικοί διά να πουν εις τούς τεχνίτας πώς πρέπει να γίνουν οι ηλεκτρικές συνδέσεις εις τό κύκλωμα. Τά σύμβολα αυτά καί οι συνδέσεις τής δληςσυνδεσμολογίας βοηθοῦν τόν τεχνίτη να ἐπισκευάσῃ καί να συντηρήσῃ τίς συσκευές. Αὐτά τά σύμβολα πρέπει να τά ἀπομνημονεύσῃ ὁ σπουδαστής.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ

SES 501A

ΑΝΑΓΝΩΣΗ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ

Εἰς τά ἐκπαιδευτικά κείμενα να διαβάσῃ τό κεφάλαιο περί στοιχείων καί συμβόλων.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

1. Μελετήσατε τόν πίνακα Α καί ἐξοικειωθείτε μέ τά διάφορα σύμβολα καί μονάδες. Αὐτά τά σύμβολα καί μονάδες μετρήσεως χρησιμοποιοῦνται σχεδόν ἀπό ὅλους σύμφωνα μέ τίς συστάσεις τής Διεθνούς Ἐπιτροπῆς Τυποποιήσεως (International Organization for Standardization - ISO). Ὅπου συνηθίζεται ή χρήσις περισσοτέρων τοῦ ἑνός συμβόλων ή μονάδων, εἰς τόν κατωτέρω Πίνακα Α ἀναγράφεται τό πλέον ἐν χρήσει. Προσπαθήσατε να ἀπομνημονεύσετε ὅσα περισσότερα σύμβολα δύνασθε. Ταῦτα θά χρησιμοποιηθοῦν εἰς ὅλο τό ὑπόλοιπο ἐγχειρίδιο καί ὁ πίναξ να χρησιμοποιηθῇ ὡς εὔρετήριον ὅπου δέν θυμόμαστε τήν σημασία.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΓΡΑΜΜΑ ΣΥΜΒΟ- ΛΙΣΜΟΥ	ΓΡΑΦΙΚΩΣ ΣΥΜΒΟΛΟ	Μ ΜΕΤΡΗΣΕΩΣ ΜΟΝΑΣ	ΣΥΜΒΟΛΟ ΜΟΝΑΔΟΣ
Δίοδος, ήμιαγωγός	CR		Ampere και Volts	A και PIV
Γείωση, Γη	GND			
Γείωση επί του σκελετού (σασί)	GND			
Κινητήρ, ΣΡ	MOT		Ήκκοδόναμη	Hp
Κινητήρ ΕΡ	MOT		Ήκκοδόναμη	Hp
Γεννήτρια, ΣΡ	GEN		Watts	W
Μετασχηματιστής, "Ανευ Πυρήνος	T		Συχνότης και Εύρος	F και Q
Μετασχηματιστής, Σιδηρός Πυρήν	T		Volt-Amps	VA

Table A

Πίναξ Α

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΓΡΑΜΜΑ ΣΥΜΒΟ- ΛΙΣΜΟΥ	ΣΥΜΒΟΛΟ ΓΡΑΦΙΚΩΣ	ΜΟΝΑΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΣ	ΣΥΜΒΟΛΟ ΜΟΝΑΔΟΣ
Πυκνωτής, Σωλη- νοειδής (υίκας)	C		microFarad	uF
Πυκνωτής, Κεραμικός	C		picoFarad	pF
Πυκνωτής, Ήλε- κτρολυτικός	C		microFarad	uF
Αντίσταση Σταθερά	R		Ohm	Ω
Αντίσταση, Ποτενσιόμετρο	R		Ohm	Ω
Αντίσταση, Ρευμο- στάτης (Ρεοστάτης)	R		Ohm	Ω
Αντίσταση, Ρυθμιζομένη	R		Ohm	Ω
Πηνίο, Χωρίς Πυρήνα	L		microHenry	μH
Πηνίο (Στραγγαλιστικό) Χωρίς πυρήνα	RFC		milliHenry	mH
Πηνίο (Στραγγαλιστικό) Σιδηρού Πυρήνα	L		Henry	H
Βολταϊκό στοιχείο.	EMF		Volts	V
Συσσωρευτής (Ηλεκτρώμα)	EMF		Volts	V
Βολτόμετρο	M		Volts	V
Αμπερόμετρο	M		Amperes	A
Ωμόμετρο	M		Ohms	Ω
Θερμοστοιχείο (Ζεύγος Θερμοστοιχείου)	TC		Volts	V
Φωτοκύτταρο (Ήλιακό Κύτταρο)	SC		Volts	V

Table A.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΓΡΑΜΜΑ ΣΥΜΒΟ- ΛΙΣΜΟΥ	ΣΥΜΒΟΛΟ ΓΡΑΦΙΚΩΣ	ΜΟΝΑΔ ΜΕΤΡΗΣΕΩΣ	ΣΥΜΒΟΛΟ ΜΟΝΑΔΟΣ
Ασφάλεια	F		Ampere	Amp
Συχνότητα	f		Κύκλοι ανά δευτερόλεπτο	cps (Hz)
Γεννήτρια, Ακουστική Συχνότητας	AF GEN		Κύκλοι ανά δευτερόλεπτο	cps (Hz)
Ημιτονοειδές κύμα			Μέση τετρα- γωνική τιμή	Vrms
Πρινονοειδές κύμα			Volts, Μέγιστη μέ μέγιστη τιμή	Vp/p
Θετική φόρτιση	E	+	Volt	V
Αρνητική φόρτιση	E	-	Volt	V
Ευεχές ρεύμα	dc		Ampere	Adc
Εναλλασσόμενο ρεύμα	ac		Ampere	Aac
Λαμπτήρ, Πυρα- κτώσεως	LP		Watts ή Volts	W ή V
Λαμπτήρ, Φθορισμού (Νέον)	LP		Volts και Current	V και A
Διακόκτης Ενός πόλου Μιας θέσεως	SW-SPST		Volts και Ένταση	V και A
Διακόκτης Ενός πόλου Δύο θέσεων	SW-SPDT		Volts και Ένταση	V και A
Διακόκτης Δύο πόλων Μιας θέσεως	SW-DPST		Volts και Ένταση	V και A
Διακόκτης Δύο πόλων Δύο θέσεων	SW-DPDT		Volts και Ένταση	V και A
Διακόκτης τύπου "Push Button" (Μπουτόν) Συνήθως Άνοιχτός	SW-PBNO		Volts και Ένταση	V και A
Διακόκτης τύπου "Push Button" (Μπουτόν) Συνήθως Κλειστός	SW-PBNC		Volts και Ένταση	V και A

Table A

Πίναξ Α

2. Διά τήν αναγνώριση στοιχείων επί τών σχηματικῶν διαγραμμάτων χρησιμοποιοῦνται συμβολισμοί διά γραμμάτων. Ἐάν εἰς τό κύκλωμα ὑπάρχουν περισσότερα τοῦ ἑνός στοιχεῖα, χρησιμοποιοῦνται ἀνάλογοι δείκτες ὡς π.χ. R_1, R_2, R_3 , κ.λ.π.

Ἐπί τοῦ σχηματικοῦ διαγράμματος τοῦ Σχ. 3-1 ἀναγνώρισατε καί σημειώσατε ἐπ' αὐτοῦ ὅλα τά περιεχόμενα στοιχεῖα διά τών συμβολικῶν γραμμάτων, καί δεικτῶν ὅπου ἀπαιτεῖται.

Ι ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΓΡΑΜΜΑ ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΥ	ΣΥΜΒΟΛΟ ΓΡΑΦΙΚΩΣ	ΜΕ ΜΟΝΑΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΣ	ΣΥΜΒΟΛΟ ΜΟΝΑΔΟΣ
Βομβητής				
Κώδων				
Ἀκροδέκτης (θέση συνδέσεως)			Volts καί Amps	V καί A
Ρευματολήπτης (Βύσμα) τύπου συνδετήρος			Volts καί Amps	V καί A
Ρευματοδότης τύπου συνδετήρος			Volts καί Amps	V καί A
Συνδετήρες, Συνδεδεμένοι			Volts καί Amps	V καί A
Συνδετήρες μὴ Συνδεδεμένοι			Volts καί Amps	V καί A
Ρευματοδότης ΕΡ, Βύσμα (Μπρίζα)			Volts καί Amps	V καί A
Ρευματολήπτης ΕΡ (Φύσα)			Volts καί Amps	V καί A

Table A

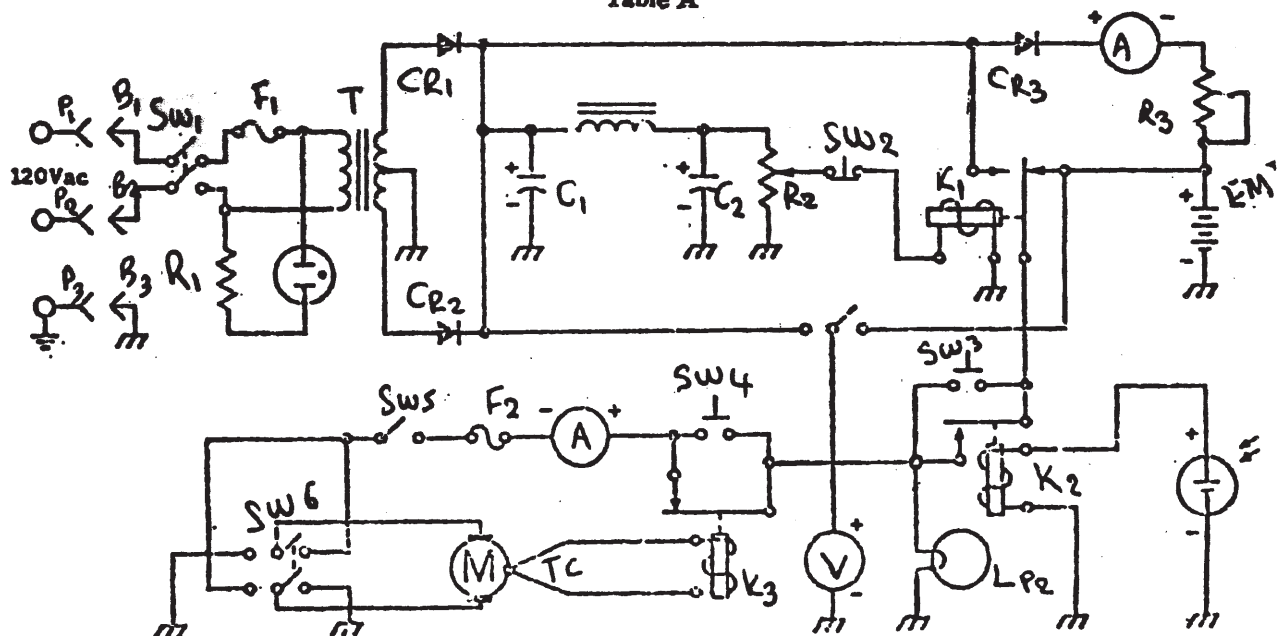


Fig. 2-1

2.2-ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ

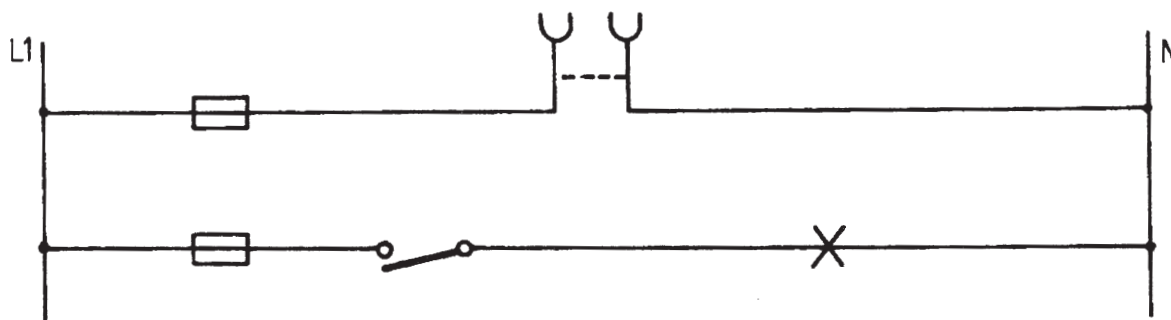
Για την κατασκευή, συντήρηση και επισκευή μιας ηλεκτρικής εγκαταστάσεως, απαιτούνται πολυάριθμα στοιχεία τα οποία δίδονται δια μέσου των σχεδίων.

Είδη σχεδίων

Υπάρχουν τέσσερα διαφορετικά είδη σχεδίου.

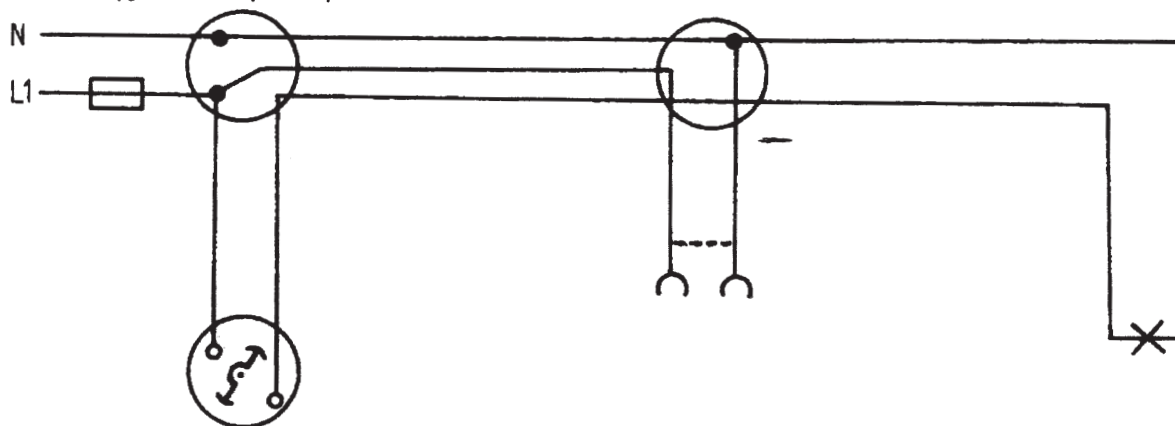
Το “Λειτουργικό σχέδιο”

Το “Λειτουργικό σχέδιο”, είναι το διάγραμμα μελέτης ή κατανόησης. Έχει σκοπό την απλουστευμένη απεικόνιση ενός κυκλώματος, για την καλύτερη κατανόηση της λειτουργίας του. Σε αυτό οι γραμμές του ρεύματος και τα σημεία ζεύξης, σχεδιάζονται ευθύγραμμα, με προσπάθεια να αποφεύγονται διασταυρώσεις.



Το “Πολυγραμμικό σχέδιο”

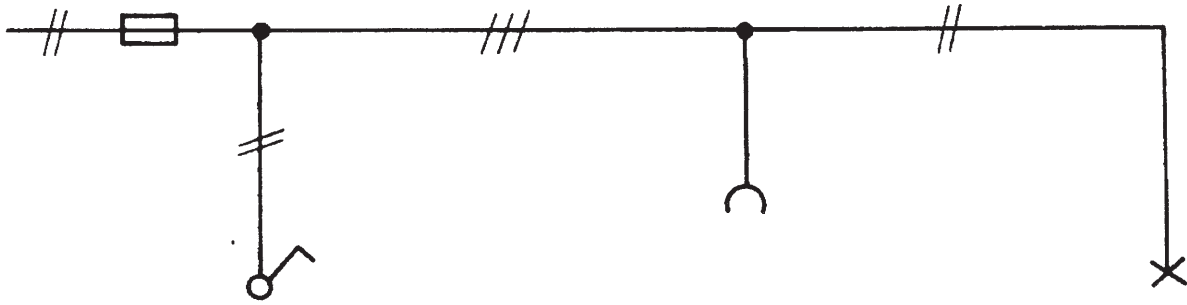
Το “Πολυγραμμικό σχέδιο”, ή “Λεπτομερειακό σχέδιο” ή “Αναλυτικό σχέδιο”. Χρησιμοποιείται στα λεπτομερειακά διαγράμματα για την εκτέλεση της συνδεσμολογίας στην πράξη. Ονομάζονται και διαγράμματα πρακτικής εφαρμογής ή εκτέλεσης συνδεσμολογιών.



Οι γραμμές, διακόπτες κλπ. σχεδιάζονται όπως είναι στην πραγματικότητα, έτσι κάθε αγωγός σχεδιάζεται με μια γραμμή κλπ. Οι γραμμές σχεδίασης δείχνουν όλους τους συνδετικούς αγωγούς των κυκλωμάτων και των τροφοδοτούμενων συσκευών. Τα στοιχεία των συσκευών που χρησιμοποιούνται σχεδιάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε, να γίνεται αντιληπτός ο τρόπος λειτουργίας των. Η διάταξη των συσκευών εντός του χώρου δεν λαμβάνεται υπ' όψιν.

Το “Μονογραμμικό σχέδιο”

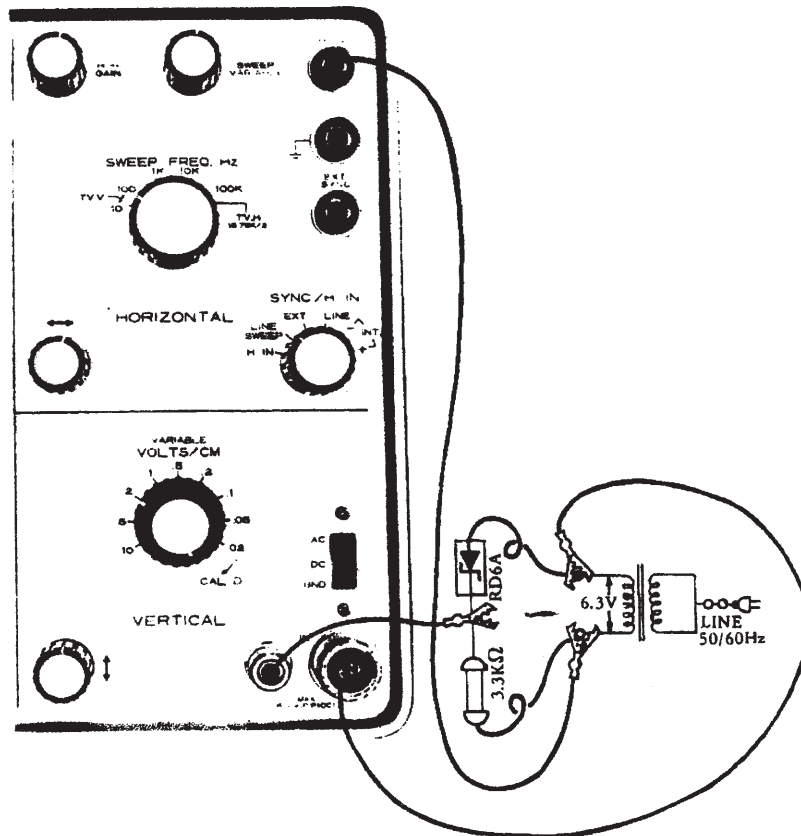
Το “*Μονογραμμικό σχέδιο*”, χρησιμοποιεί τα βασικά μόνο στοιχεία ζεύξεως σε μονογραμμική απεικόνιση. Στο διάγραμμα αυτό η απεικόνιση των ηλεκτρικών γραμμών γίνεται με μια μονή γραμμή, άσχετα με τον αριθμό των αγωγών που περιλαμβάνει η γραμμή. Πάνω στη μονή γραμμή σημειώνουμε με μικρές παράλληλες παύλες τον αριθμό των αγωγών που περιέχονται στη γραμμή. Δεν φαίνονται αναλυτικά οι συνδεσμολογίες των αγωγών στους ακροδέκτες των συσκευών. Οι βοηθητικές γραμμές παραλείπονται, η δε διάταξη των οργάνων στο χώρο δεν ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα.



Τα σχήματα που είδαμε παραπάνω απεικονίζουν ένα κύκλωμα απλού φωτός και ενός ρευματοδότη (πρίζα).

Το “Παραστατικό σχέδιο”

Ονομάζεται και τοπογραφικό σχέδιο ή και περιγραφικό σχέδιο. Δείχνει παραστατικά την συνδεσμολογία ενός κυκλώματος ή μιας συσκευής. Χρησιμοποιείται σαν πρόχειρο σχέδιο, αλλά και για να εξηγήσει με απλό τρόπο μια συνδεσμολογία



Το παραπάνω σχέδιο δείχνει παραστατικά πως γίνονται οι συνδέσεις των εξαρτημάτων, στην συγκεκριμένη συσκευή.

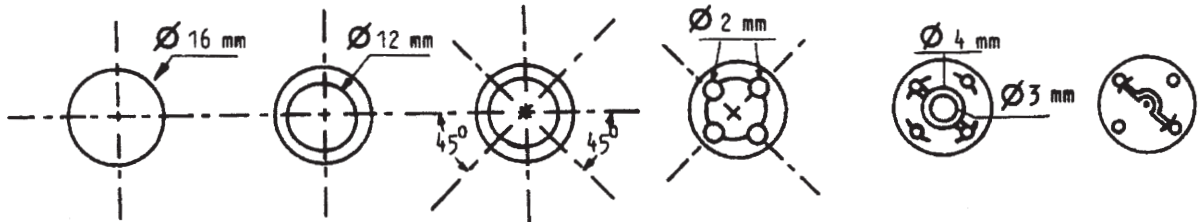
Άσκηση:

Σχεδιάστε τα παραπάνω κυκλώματα.

Εξηγήστε την λειτουργία του κυκλώματος, με την βοήθεια του πίνακα συμβόλων.

Παρακάτω δίνονται τα βήματα για την σχεδίαση:

α. του περιστροφικού διακόπτη

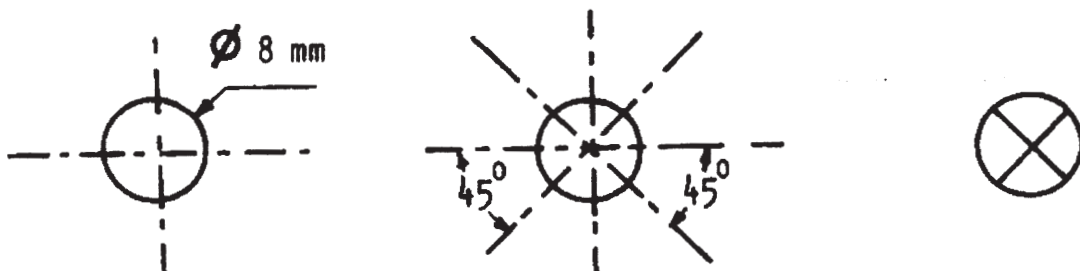


β. του ρευματοδότη



και

γ. του φωτιστικού σημείου



Πρακτικά Κυκλώματα

Υπό μορφή παραδείγματος θα δοθούν ωρισμένα κυκλώματα, που παρουσιάζουν ενδιαφέρον, λόγω της χρήσης αυτών στα πλοία.

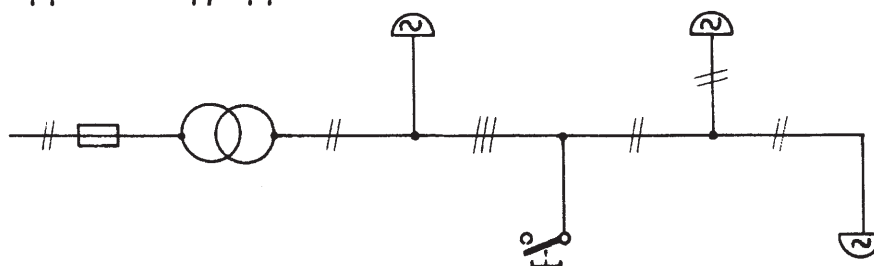
Κύκλωμα ενός ή περισσοτέρων κουδουνιών, ελεγχόμενα από ένα σημείο

Περιγραφή:

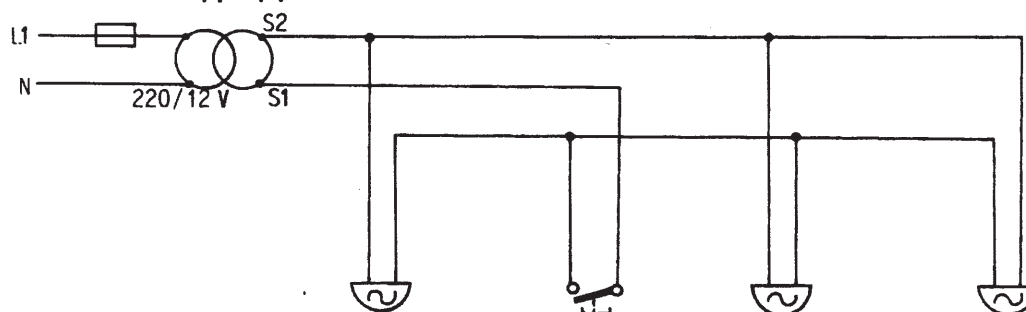
Το κύκλωμα περιλαμβάνει ένα μετασχηματιστή 220/12V, κουδούνια και ένα μπουτόν στιγμιαίας επαφής, που σε κατάσταση ηρεμίας είναι ανοικτός διακόπτης.

Το κύκλωμα αυτό χρησιμοποιείται σε σχολεία (διάλειμμα), συστήματα συναγερμού κλπ.

α. Μονογραμμικό διάγραμμα



β. Αναλυτικό διάγραμμα



γ. Λειτουργικό διάγραμμα



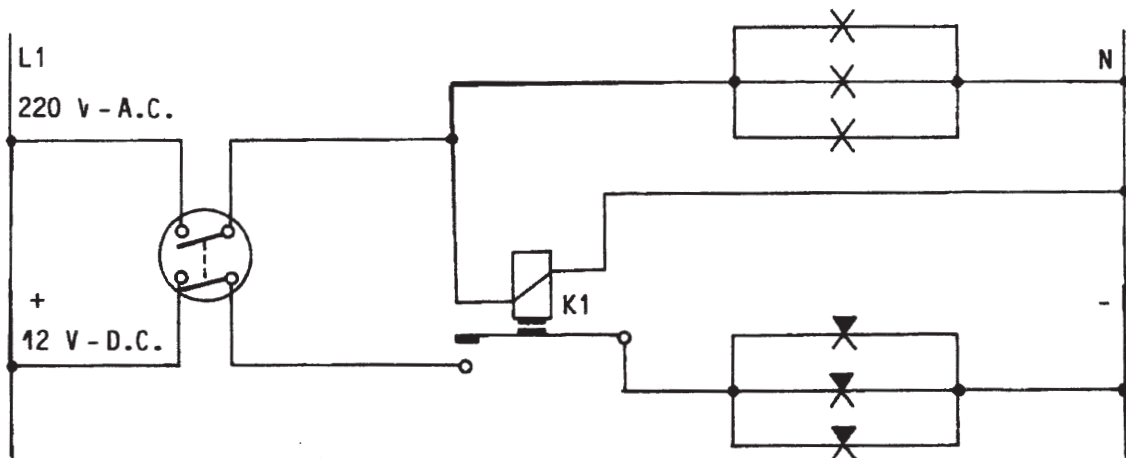
Συνδεσμολογία φωτισμού ασφαλείας, δύο κυκλωμάτων AC - DC.

Περιγραφή:

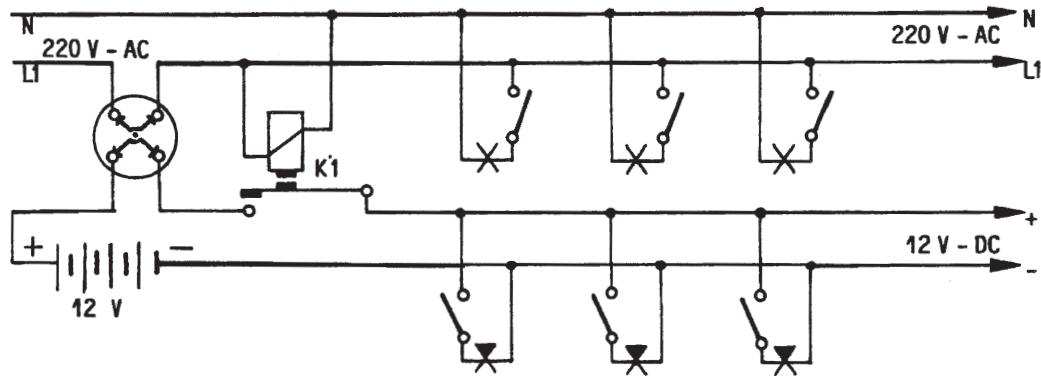
Η συνδεσμολογία διαθέτει δύο κυκλώματα, ένα AC 220Volt, και ένα DC 24Volt, με ανάλογες λυχνίες αντίστοιχα. Η ζεύξη επιτυγχάνεται με ηλεκτρονόμο (relay).

Η συνδεσμολογία χρησιμοποιείται για να παρέχει ένα έστω και χαμηλό φωτισμό, σε περίπτωση διακοπής του ρεύματος. Είναι πολύ διαδεδομένο σε χώρους συναθροίσεως ατόμων, αλλά και στα πλοία, αν και συχνά χρησιμοποιούνται αυτόνομες μονάδες με επαναφορτιζόμενες μπαταρίες.

α. Λειτουργικό διάγραμμα



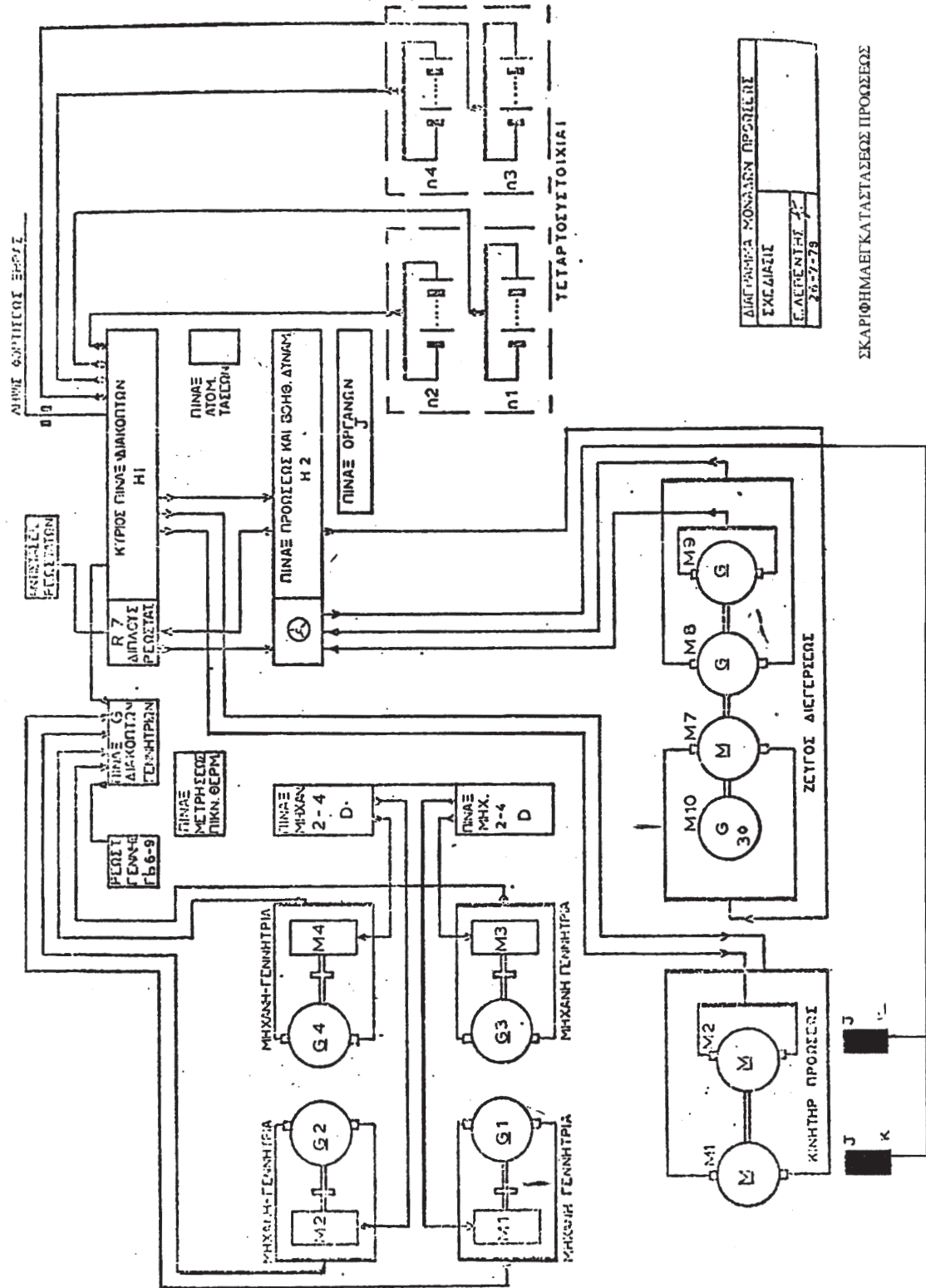
β. Αναλυτικό διάγραμμα



Ο ηλεκτρονόμος K1, ελέγχεται απ' το κύκλωμα AC, το δε κύκλωμα DC, τροφοδοτείται μέσω της επαφής εργασίας K1. Όσο υπάρχει τάση AC, η επαφή του K1 είναι ανοικτή, άρα το δίκτυο των λυχνιών ανάγκης δεν τροφοδοτείται. Αν η τάση 220V-AC διακοπή, η επαφή του K1 κλείνει και το κύκλωμα των λυχνιών ανάγκης συνδέεται στην μπαταρία 12V.

Διάγραμμα προώσεως

Το σχήμα που ακολουθεί είναι ένα λειτουργικό διάγραμμα ενός συστήματος προώσεως Y/B.



ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΠΡΟΩΣΕΩΣ
ΣΧΕΔΙΑΣΤΗ
Ε. ΑΓΓΕΛΙΝΙΔΗΣ
26-7-78

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ ΠΡΟΩΣΕΩΣ

2.3- Διακόπτες - Κυκλώματα διακοπής

Για τον έλεγχο των ηλεκτρικών συσκευών χρειάζονται διακόπτες. Διακόπτες χρειάζονται επίσης και για τα δίκτυα διανομής ηλεκτρικού ρεύματος. Ετσι έχουμε διακόπτες διαφόρων ειδών, από τους απλούς διακόπτες που όλοι έχουμε στα σπίτια μας μέχρι πολύπλοκους διακόπτες που διακόπτουν κυκλώματα υψηλής τάσεως που διαρρέονται από μεγάλα ρεύματα. Η σχεδίαση και κατασκευή τέτοιων διακοπών, αποτελεί τεχνογνωσία την οποία κατέχουν λίγες εταιρείες ανά τον κόσμο.

Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι υπάρχουν διακόπτες που λειτουργούν με έκρηξη κάποιου αερίου, διακόπτες που διαθέτουν φλογοκρύπτες για να μειώνουν το βολταϊκό τόξο που δημιουργείται κατά το άνοιγμα αυτών, διακόπτες τηλεχειριζόμενοι κλπ.

Στις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις, μέτριας ισχύος, όπως σπίτια, γραφεία, μικρές βιοτεχνίες, μπορούμε να πούμε ότι έχουμε δύο κύρια είδη διακοπών. Τους διακόπτες φωτισμού με χαρακτηριστικό το μικρό ρεύμα - (έως 5 Ampere) - που επιτρέπουν να διέλθει από τις επαφές των πριν καταστραφούν, και τους διακόπτες ελέγχου ηλεκτρικών συσκευών, όπως κουζίνας, θερμοσίφωνος, ηλεκτρικών κινητήρων κλπ. οι οποίοι επιτρέπουν υψηλότερα σχετικά ρεύματα - (έως και 50 Ampere) - από τις επαφές των.

Στα ηλεκτρολογικά σχέδια εγκαταστάσεων, οι διακόπτες συμβολίζονται με διάφορους τρόπους, αναλόγως του είδους αυτών.

Στα ηλεκτρονικά σχέδια δεν χρησιμοποιούνται τα σύμβολα των διακοπών, μια και αυτά είναι λειτουργικά σχέδια, αλλά μια απλοποιημένη μορφή του λειτουργικού των συμβολισμού.

Στο Σχήμα 1, φαίνονται τα γραφικά σύμβολα των διακοπών που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο του φωτισμού. Στην πρώτη στήλη δίνεται η ονομασία του διακόπτη, και η ονομασία του στην Αγγλική όπως είναι γνωστή στην αγορά. Στην δεύτερη στήλη δίνεται το σύμβολο που χρησιμοποιείται στα μονογραμμικά σχεδιαγράμματα ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων. Στην τρίτη στήλη, φαίνονται οι πραγματοποιούμενες συνδέσεις, και η μορφή του διακόπτη όπως χρησιμοποιείται στα λειτουργικά διαγράμματα (και στα ηλεκτρονικά διαγράμματα). Τέλος η τέταρτη και πέμπτη στήλη παριστάνει το σχήμα του διακόπτη όπως αυτός χρησιμοποιείται στα πολυγραμμικά (αναλυτικά) διαγράμματα.

Αξίζει να σημειωθεί η ονομασία που επικρατεί στην αγορά, για ορισμένους διακόπτες. Είναι χαρακτηριστικό ότι ιδιαίτερα σε καταστήματα ηλεκτρονικών είναι γνωστοί με αυτή την ονομασία. Ετσι:

- Ο απλός μονοπολικός διακόπτης είναι γνωστός σαν Μονοπολικός Μιάς θέσεως - Single Pole Single Throw (SPST).
- Ο διπολικός διακόπτης σαν Διπολικός Μιάς θέσεως - Double Pole Single Throw (DPST).
- Ο ακραίος μεταγωγικός (αλλέ-ρετουρ) σαν Μονοπολικός δύο θέσεων - Single Pole Double Throw (SPDT).
- Ο μεσαίος μεταγωγικός (αλλέ - ρετούρ) σαν διακόπτης αναστροφής, ή σαν Διπολικός δύο επαφών - Double Pole Double Throw (DPDT).
- Ο εναλλακτικός διακόπτης, είναι γνωστός σαν μονοπολικός ON-OFF-ON, λόγω του τρόπου λειτουργίας του.
- Ο επιλογικός περιστροφικός διακόπτης (κομιτατέρ), σπάνια χρησιμοποιείται, και αντί αυτού χρησιμοποιείται διπλός μονοπολικός διακόπτης πλήκτρου μιας θέσεως.

Ονομασία Διακόπτη	Σύμβολο	Πραγματοποιούμενες Συνδέσεις	Διακόπτης	
			Περιστροφικός	Πλήκτρου
Μονοπολικός 1 φάσεως SPST Single Pole Single Throw				
Διπολικός DPST Double Pole Single Throw				
Εναλλακτικός Μονοπολικός Single pole ON-OFF-ON				
Επιλογικός Κομτατέρ				
Ακραίος μεταγωγικός (Αλλέ-ρετούρ) SPDT Single Pole Double Throw				
Μεσαίος μεταγωγικός (Αλέ-ρετούρ) DPDT Double Pole Double Throw				

Σχήμα 1, Γραφικά σύμβολα διακοπών ελέγχου φωτιστικών σημείων

Κυκλώματα ελέγχου φωτισμού

Ένα απλό κύκλωμα φωτισμού με ένα ρευματοδότη έχει περιγραφεί, στην ενότητα “Ηλεκτρολογικό Σχέδιο”. Παρακάτω δίδονται μερικά πρόσθετα ενδιαφέροντα κυκλώματα.

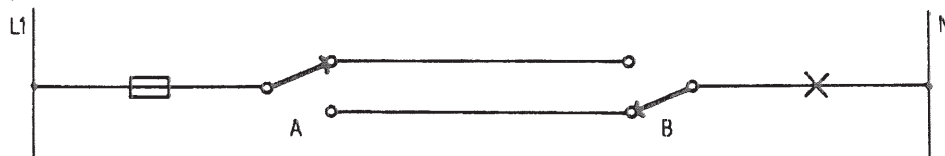
1. Κύκλωμα μεταγωγής (αλλέ-ρετούρ), δύο ακραίων διακοπών.

Περιγραφή:

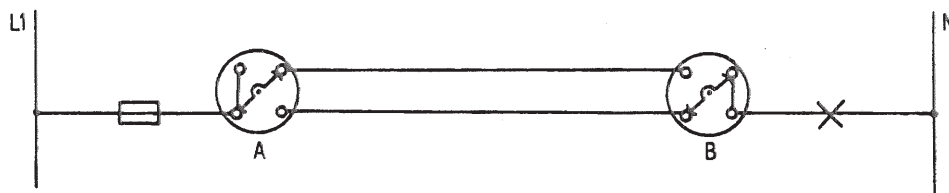
Έλεγχος ενός κυκλώματος φωτισμού, από δύο σημεία A και B.

Το κύκλωμα αυτό χρησιμοποιείται ευρύτατα σε διαδρόμους, κλιμακοστάσια δύο μόνο άκρων, χώρους με δύο εισόδους, υπνοδωμάτια κλπ.

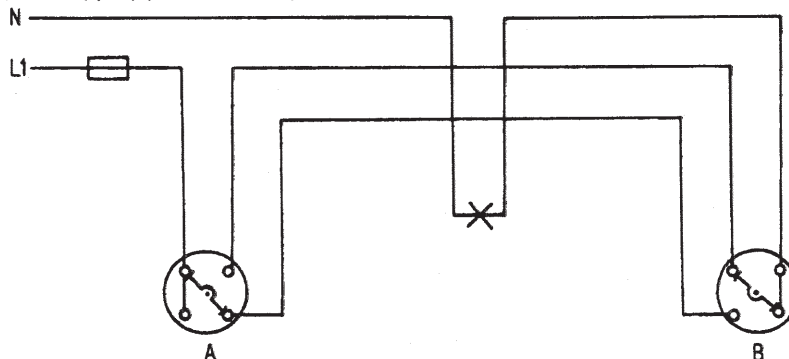
Το λειτουργικό διάγραμμα με διακόπτες πλήκτρου είναι:



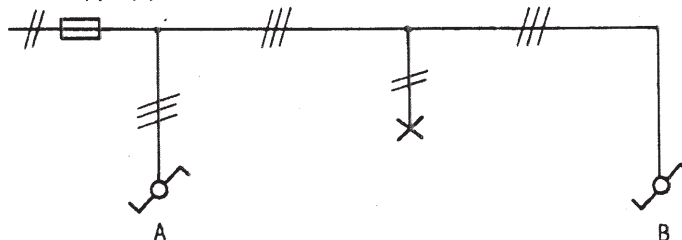
ενώ με περιστροφικούς διακόπτες είναι:



Το αναλυτικό (πολυγραμμικό) διάγραμμα είναι:



και το μονογραμμικό διάγραμμα είναι:



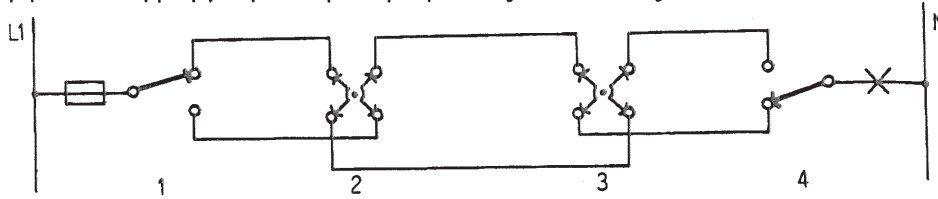
2. Κύκλωμα μεταγωγής (αλλέ-ρετούρ) δύο ακραίων και ενός ή περισσοτέρων μεσαίων μεταγωγικών διακοπών

Περιγραφή:

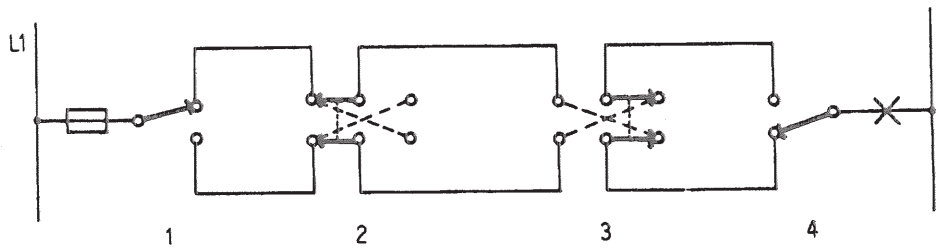
Έλεγχος ενός κυκλώματος φωτισμού από τρία ή περισσότερα σημεία.

Το κύκλωμα χρησιμοποιείται σε κλιμακοστάσια πολυκατοικιών (όταν δεν θέλουμε τον έλεγχο χρονοδιακόπτη), ή σε μεγάλους χώρους.

Το λειτουργικό διάγραμμα με περιστροφικούς διακόπτες είναι:



ενώ με διακόπτες πλήκτρου είναι:



ΑΣΚΗΣΗ

Ζητείται ως άσκηση να σχεδιάσετε το Αναλυτικό (πολυγραμμικό) και μονογραμμικό διάγραμμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ΚΩΔΙΚΕΣ ΧΡΩΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ
ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ/ΠΥΚΝΩΣΕΩΝ/ΠΗΝΙΩΝ3.1- ΚΩΔΙΚΕΣ ΧΡΩΜΑΤΩΝ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ, ΠΥΚΝΩΣΕΩΝ ΚΑΙ ΠΗΝΙΩΝ1. Αντιστάσεις (είς Ωμ)

ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ

ΑΝΟΧΗ

α) Αξονικών άκροδεκτών:

ΨΗΦΙΑ



Μία πρώτη ταινία διπλού πλάτους δεικνύει αντίστασιν σύρματος, άλλως πρόκειται περί αντίστασεως άνθρακος. Όταν τό σῶμα εἶναι μαῦρο σημαίνει ὅτι τοῦτο δέν εἶναι μονωμένον άλλως εἶναι. Ἐλλειψίς χρώματος εἰς τήν θέσιν τῆς άνοχῆς σημαίνει άνοχήν 20%. Ἀργυρόχρουν σημαίνει 10% άνοχήν, χρυσόχρουν 5%. Τό άργυρόχρουν εἰς τήν θέσιν τοῦ πολλαπλασιαστοῦ σημαίνει πολλαπλασιασμόν ἐπί 0,01, τό χρυσόχρουν ἐπί 0,1.

β) Περιφερειακῶν άκροδεκτῶν:

Δυνατόν νά ἰσχύουν τά άνωτέρω ἢ τό χρώμα τοῦ σῶματος δεικνύει τό πρῶτον σημαντικόν ψηφίον, τό χρώμα τοῦ άκρου δεικνύει τό δεῦτερον σημαντικόν ψηφίον (έκτός τοῦ χρυσοῦ καί τοῦ άργυροῦ). Τό κεντρικόν στίγμα δεικνύει τόν πολλαπλασιαστήν, τοῦτο δύναται νά εἶναι καί ταινία. Ἐάν εἶναι χρωματισμένο μόνον τό ἓν άκρον ἡ άνοχή εἶναι 20%, άργυρῶν άκρον σημαίνει 10% άνοχήν καί χρυσοῦν 5%.

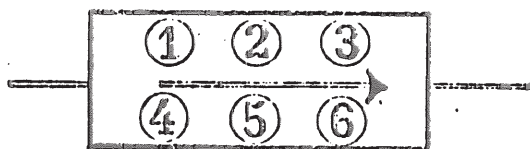
Ἡ ἰσχὺς τῶν άντιστάσεων καθορίζεται διά τοῦ μεγέθους, τό ὅποῖον διά τάς άντιστάσεις άνθρακος εἶναι ὡς κάτωθι περίπου:

ἰσχὺς άντιστάσεων εἰς θερμοκρασίαν περιβάλλοντος 40°- 70° C

1/2 Watt	10 x 3 mm	10 x 4 mm
1 Watt	11 x 5 mm	18 x 7 mm
2 Watt	17 x 6 mm	32 x 8 mm

δέν αποκλείονται ὅμως καί διαστάσεις ἐκτός τῶν ὡς άνω περιοχῶν καθ' ὅσον αὗται αναφέρονται εἰς τάς συνήθεις τιμάς.

II. Πυκνωταί (εἰς πικοφοραντ-picofarad)α) Ἰσχύων κῶδις διά πυκνωτάς μίκας καί χάρτου



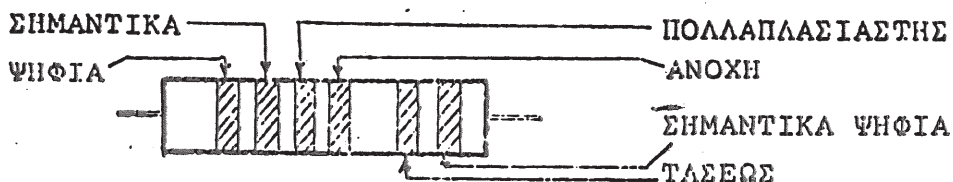
ΘΕΣΙΣ

ΣΗΜΑΣΙΑ

- 1) Εάν είναι λευκόν σημαίνει ότι ισχύει ο νέος κώδικας (RCM) (μίκας), (ένταῦθα υπάρχει δυστυχῶς ἓν σημείον ἀσαφείας καθ' ὅσον τό λευκόν εἰς τήν θέσιν αὐτήν θά ἡδύνατο νά σημαίνη τό ψηφίον 9 κατά τόν παλαιόν κώδικα RMA)
- 2) Πρῶτον σημαντικόν ψηφίον
- 3) Δεύτερον σημαντικόν ψηφίον
- 4) Κλάσις ἢ χαρακτηριστικόν τῆς ὀνομαστικῆς τάσεως, εἰς τόν ἀντιστοιχοῦντα ἀριθμόν γράφονται ἀκόμη δύο 0.
- 5) Ἀνοχή
- 6) Πολλαπλασιαστές τῶν σημαντικῶν ψηφίων.

ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

- 1) Τό χρῶμα τοῦ ἐκ βακελίτου περιβλήματος ἔχει ἐπίσης σημασίαν: καστανόχρουν περίβλημα δεικνύει πυκνωτήν μίκας γενικῆς χρήσεως, κίτρινον περίβλημα δεικνύει καλυτέραν ποιότητα καί ἐρυθρόν ἀρίστην ποιότητα.
 - 2) Δυστυχῶς ὑπάρχουν πολλοί ἀκόμη κώδικες, τουλάχιστον 6, διά πυκνωτάς μίκας, πάντως ὁ περιγραφόμενος εἶναι ὁ ἀντιπροσωπευτικότερος. Ὑπάρχουν ἐπίσης πολλοί κώδικες διά τοῦς πυκνωτάς ἐκ κεραμικοῦ ὑλικοῦ, αὐτοί συνήθως ἀρχίζουν μέ χρώματα δεικνύοντα τόν συντελεστήν θερμοκρασίας καί ἀκολουθοῦν τόν κώδικα τῶν ἀξονικῶν ἀντιστάσεων, κατόπιν αὐτοῦ.
- β) Κυλινδρικοί πυκνωταί ἐντός χυτοῦ πλαστικοῦ περιβλήματος, καί διηλεκτρικοῦ ἐκ χάρτου. Πολλάκις οἱ πυκνωταί αὐτοί ἀναγράφουν διά τυπογραφικῶν ψηφίων τήν χωρητικότητά των καί τήν τάσιν λειτουργίας των.



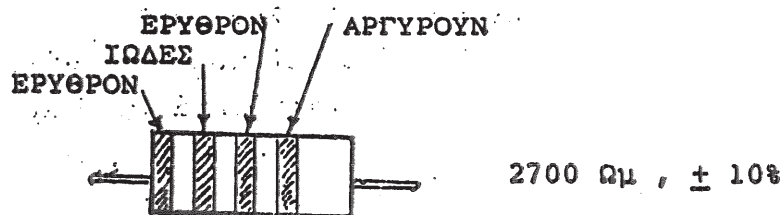
Γράψατε δύο 0 μετά τό, ἢ τά σημαντικά ψηφία τῆς τάσεως

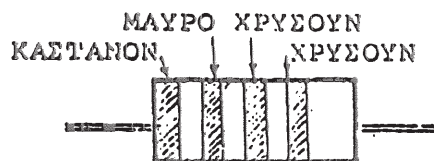
Ούτω εάν υπάρχει ένα μόνον χρώμα εις την θέσιν της τάσεως, ή τιμή της τάσεως είναι ίση ή μικροτέρα των 900 βολτ. Αύτη είναι συνήθως 200, 400, ή 600 βολτ.

III Ο ακόλουθος πίναξ δύναται νά χρησιμοποιηθῇ δι' ἀντιστάσεις καί πυκνωτάς πρός ἀναγνώρισιν των διαφόρων χρωμάτων.

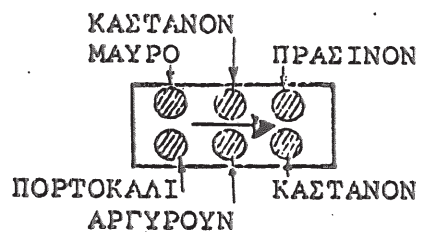
ΧΡΩΜΑ	ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΝ ΨΗΦΙΟΝ ἢ ΔΥΝΑΜΙΣ ΤΟΥ 10 ΩΣ ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΤΗΣ	ΑΝΟΧΗ
Μαῦρο	0	$\pm 20\%$ (ή ἀνευ χρώματος)
Καστανόν	1 (Καφέ)	1%
Ερυθρόν	2 (Κόκκινον)	2%
Πορτοκαλί	3	3%
Κίτρινον	4	
Πράσινον	5	5% (ή χρυσοῦν)
Κυανοῦν	6 (Μπλέ)	
Ιώδες	7	
Θαίόν	8 (Γκρί)	
Λευκόν	9	
Χρυσοῦν	-1 (δηλαδή, 0,1)	5% (ή πράσινον)
Αργυροῦν	-2 (δηλαδή, 0,01)	10%
Ανευ χρώματος		20% (ή μαῦρον)

IV ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ

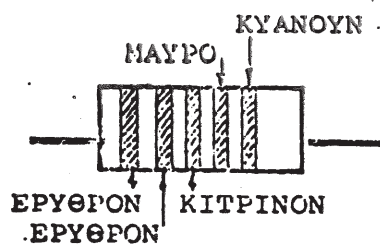




1 Ωμ, ± 5%



150 picofarad, ± 10%, 300 βόλτ



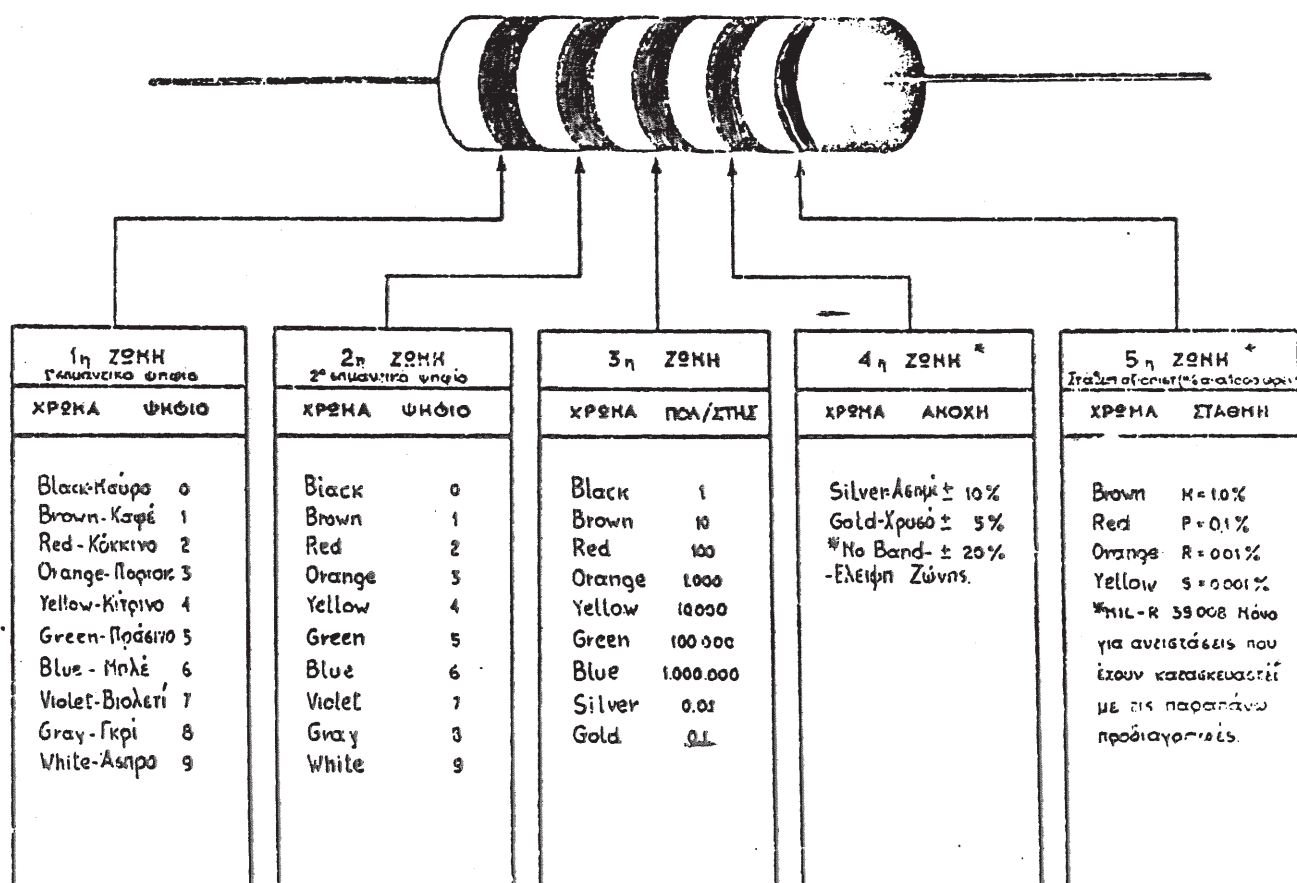
0,22 microfarad, ± 20%, 600 βόλτ

ΕΓΧΡΩΜΟΣ ΚΩΔΙΚΑΣ ΤΙΜΩΝ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ, ΠΥΚΝΩΤΩΝ ΚΑΙ ΠΗΝΙΩΝ

1. Οι τιμές των περισσότερων από τις αντιστάσεις μικρής ισχύος, από τους πυκνωτές και από ελάχιστα πηνία, αναγνωρίζονται από κώδικα χρωμάτων που είναι αποτυπωμένος στην εξωτερική επιφάνειά των. Τα χρώματα με την αντίστοιχη τιμή των είναι πρότυπα και έχουν υιοθετηθεί από τις βιομηχανίες κατασκευής ηλεκτρικών - ηλεκτρονικών εξαρτημάτων και από τις Ένοπλες Δυνάμεις συμπληρούμενες όπου απαιτείται με στρατιωτικές προδιαγραφές (MIL). Τελευταία έχει αρχίσει να επικρατεί η αναγραφή αριθμητικά της τιμής των, αντί της χρησιμοποίησης του κώδικα χρωμάτων.

2. ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ

α. Ο τρόπος αναγνώρισης των τιμών των αντιστάσεων άνθρακα με αξονικούς ακροδέκτες φαίνεται στο σχήμα 1 :

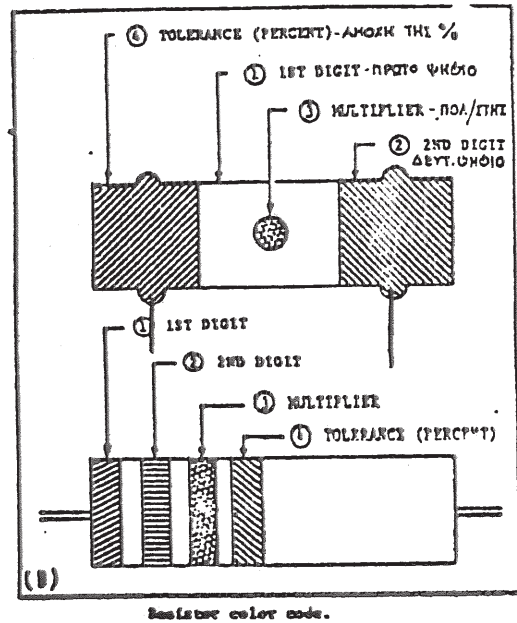


Σχήμα 1. Τυποποιημένος κώδικας χρωμάτων και αντιστάσεων.

ενώ των αντιστάσεων με ακτινικούς ακροδέκτες φαίνεται στο σχήμα 2 :

COLOR	1ST DIGIT	2ND DIGIT	MULTIPLIER	TOLERANCE (percent)
Black	0	0	1	
Brown	1	1	10	
Red	2	2	100	
Orange	3	3	1,000	
Yellow	4	4	10,000	
Green	5	5	100,000	
Blue	6	6	1,000,000	
Violet	7	7	10,000,000	
White	9	9	1,000,000,000	
Gold			.1	5
Silver			.01	10
No color				20

(A)



Σχ. 2

β. Στο σχήμα 3 φαίνεται ο τρόπος υπολογισμού τη τιμής των αντιστάσεων των οποίων το αχώγιμο στοιχείο είναι κατασκευασμένο από λεπτό μεταλλικό στρώμα και συνήθως χρησιμοποιούνται όπου απαιτούνται μικρές και ακριβείς τιμές.

METAL FILM RESISTORS						
	1st BAND	2nd BAND	3rd BAND	MULTIPLIER	TOLERANCE	
BLACK	0	0	0	$\times 1$	0.5%	
BROWN	1	1	1	$\times 10$	1%	
RED	2	2	2	$\times 100$	2%	
ORANGE	3	3	3	$\times 1,000$		
YELLOW	4	4	4	$\times 10,000$		
GREEN	5	5	5	$\times 100,000$		
BLUE	6	6	6	$\times 1,000,000$		
VIOLET	7	7	7	SILVER 10		
GREY	8	8	8	GOLD : 100		
WHITE	9	9	9			

Diagram (B) illustrates the resistor color code. The top part shows a resistor with four bands: 1st Digit, 2nd Digit, Multiplier, and Tolerance. The bottom part shows a resistor with five bands: 1st Digit, 2nd Digit, Multiplier, Tolerance, and a fifth band. Labels in Greek and English identify each band.

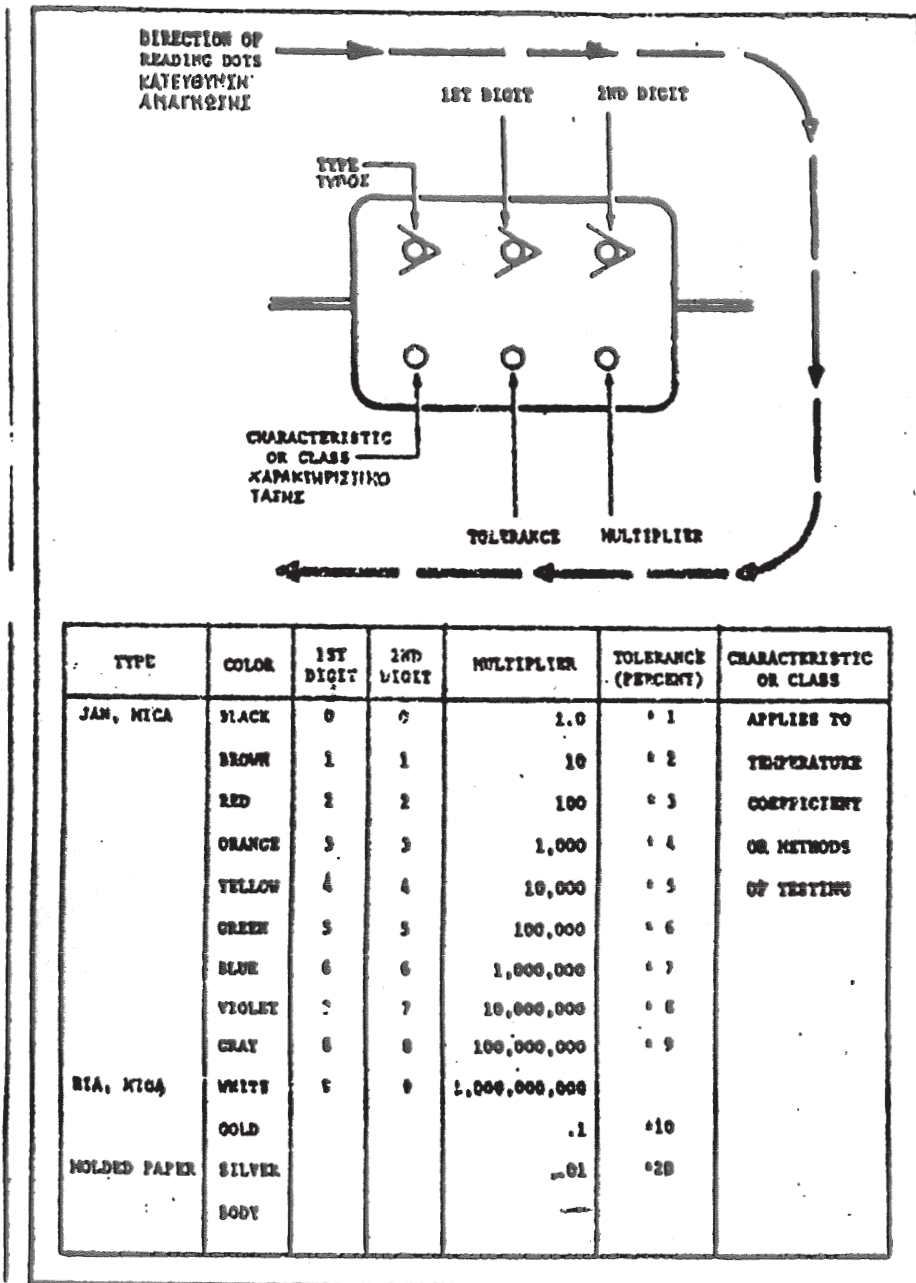
Σχ. 3

3. ΠΥΚΝΩΤΕΣ

α. Οι πυκνωτές σχήματος παραλληλεπίπεδου των οποίων το διηλεκτρικό είναι μίκα ή χαρτί έχουν κώδικα από 6 στίγματα όπως στο σχήμα 4.

Χαρακτηριστικά η Τάξη :

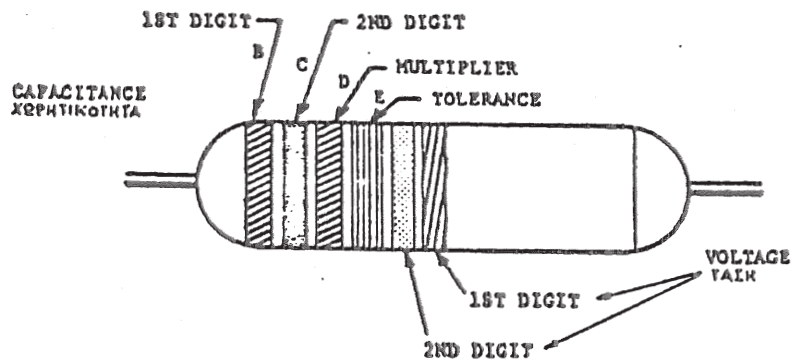
Εφαρμόζεται στο συντελεστή θερμοκρασίας ή στη μέθοδο δοκιμής



6-Dot color code for mica and molded paper capacitors.

β. Οι πυκνωτές σωληνοειδούς σχήματος των οποίων το διηλεκτρικό είναι χαρτί έχουν κώδικα από ζώνες όπως στο σχήμα 5.

BASIC ELECTRICITY



COLOR	CAPACITANCE			TOLERANCE (PERCENT)	Τιμή Τάσης VOLTAGE RATING	
	1ST DIGIT	2ND DIGIT	MULTIPLIER		1ST DIGIT	2ND DIGIT
BLACK	0	0	1	±20	0	0
BROWN	1	1	10		1	1
RED	2	2	100		2	2
ORANGE	3	3	1,000	±30	3	3
YELLOW	4	4	10,000	±40	4	4
GREEN	5	5	100,000	±5	5	5
BLUE	6	6	1,000,000		6	6
VIOLET	7	7			7	7
GRAY	8	8			8	8
WHITE	9	9		±10	9	9

6-Band color code for tubular paper dielectric capacitors.

Σκ. 5

γ. Οι πυκνωτές των οποίων το διηλεκτρικό είναι από κεραμικό υλικό, έχουν σχήμα σωληνοειδές ή δισκοειδές, ο κώδικας χρωμάτων φαίνεται στο σχήμα 6.

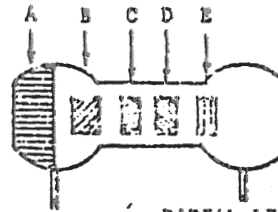
B - A - TEMPERATURE COEFFICIENT
ΘΕΡΜΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ

B - 1ST DIGIT

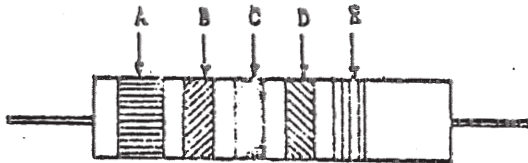
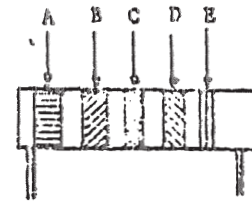
C - 2ND DIGIT

D - MULTIPLIER

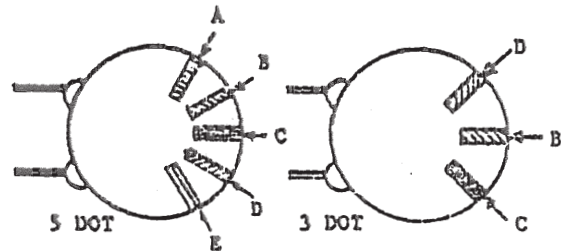
E - TOLERANCE



RADIAL LEAD CERAMIC
ΚΕΡΑΜΙΚΟΙ ΑΚΤΙΝΟΙ ΠΥΚΝΩΤΕΣ



AXIAL LEAD CERAMIC
ΑΞΟΝΙΚΟΙ ΚΕΡΑΜΙΚΟΙ ΠΥΚΝΩΤΕΣ



CERAMIC DISC CAPACITOR MARKING
ΚΕΡΑΜΙΚΟΙ ΔΙΣΚΟΕΙΔΕΙΣ ΠΥΚΝΩΤΕΣ

COLOR	1ST DIGIT	2ND DIGIT	MULTIPLIER	TOLERANCE		TEMPERATURE COEFFICIENT*
				MORE THAN 10 pf (IN PERCENT)	LESS THAN 10 pf (IN pf)	
BLACK	0	0	1.0	±20	±2.0	0
BROWN	1	1	10	±1		-30
RED	2	2	100	±2		-80
ORANGE	3	3	1,000			-150
YELLOW	4	4	10,000			-220
GREEN	5	5		±5	±0.5	-330
BLUE	6	6				-470
VIOLET	7	7				-750
GRAY	8	8	.01		±0.25	+30
WHITE	9	9	.1	±10	±1.0	+550

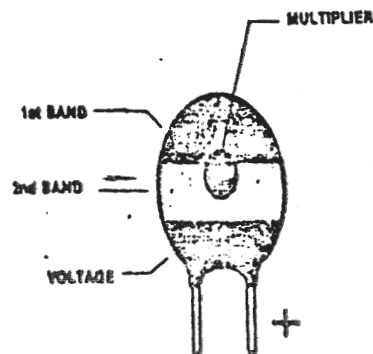
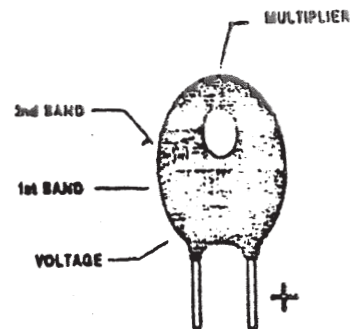
*PARTS PER MILLION PER DEGREE CENTIGRADE.

Στη στήλη συντελεστή θερμοκρασίας μέρη ανά εκατομμύριο ανά βαθμό Κελσίου (1°C), σημαίνει ότι η τιμή της χωρητικότητας ενός πυκνωτή σε pF, μπορεί να μεταβληθεί για κάθε εκατομμύριο pF της ονομαστικής τιμής του όταν η θερμοκρασία μεταβάλλεται κατά ένα βαθμό Κελσίου (1°C) π.χ. ο αριθμός -30 της περιγραφείσας στήλης θα σήμαινε ότι η χωρητικότητα κατά 10^6 pF ενός πυκνωτή θα εμειώνετο στα 999.970 pF αν η θερμοκρασία αυξάνετο κατά ένα βαθμό Κελσίου (1°C).

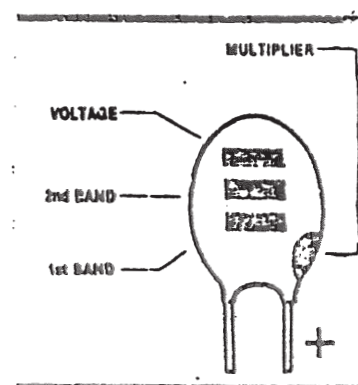
6.0 κώδικας των πυκνωτών με διηλεκτρικό ταντάλιο φαίνεται στα σχήματα 7 και 8.

TANTALUM CAPACITORS

	1st BAND	2nd BAND	MULTIPLIER	VOLTAGE
BLACK	-	0	$\times 1$	10 V.
BROWN	1	1	$\times 10$	1.5 V.
RED	2	2		30 V.
ORANGE	3	3		35 V.
YELLOW	4	4		6.3 V.
GREEN	5	5		16 V.
BLUE	6	6		20 V.
VIOLET	7	7		
GREY	8	8	$\div 100$	25 V.
WHITE	9	9	$\div 10$	3 V.

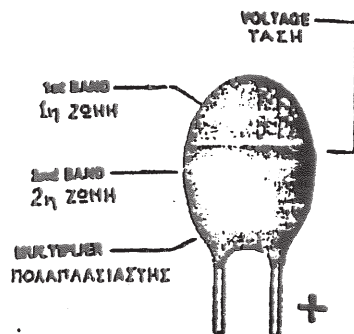


Σκ. 7



TANTALUM CAPACITORS ΠΥΚΝΩΤΕΣ ΤΑΝΤΑΛΙΟΥ

	1st BAND	2nd BAND	MULTIPLIER	VOLTAGE
BLACK	-	0		4 V.
BROWN	1	1		6 V.
RED	2	2		10 V.
ORANGE	3	3		15 V.
YELLOW	4	4	$\times 100$	20 V.
GREEN	5	5	$\times 10$	25 V.
BLUE	6	6	$\times 1$	35 V.
VIOLET	7	7	$\times 10$	50 V.
GREY	8	8		
WHITE	9	9		

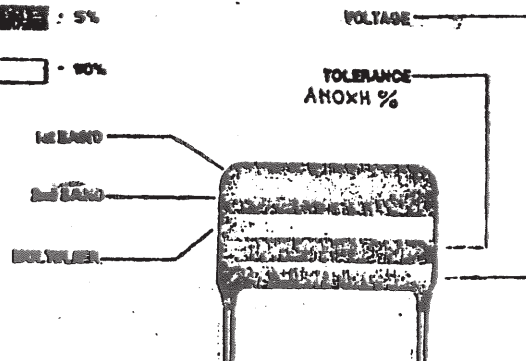


Σκ. 8

ε. Ο κώδικας των πυκνωτών με διηλεκτρικό πολυεστέρα φαίνεται στο σχήμα 9.

POLYESTER CAPACITORS ΠΥΚΝΩΤΕΣ ΠΟΛΥΕΣΤΕΡΑ

	1st BAND	2nd BAND	MULTIPLIER	TOLERANCE	VOLTAGE
BLACK	-	0	$\times 1$	$\pm 20\%$	250 V.
BROWN	1	1	$\times 10$	$\pm 1\%$	400 V.
RED	2	2	$\times 100$	$\pm 2\%$	630 V.
ORANGE	3	3	$\times 1,000$	$\pm 5\%$	
YELLOW	4	4	$\times 10,000$	$\pm 10\%$	
GREEN	5	5	$\times 100,000$		
BLUE	6	6			
VIOLET	7	7			
GREY	8	8			
WHITE	9	9			



Σκ. 9

4. ΠΗΝΙΑ

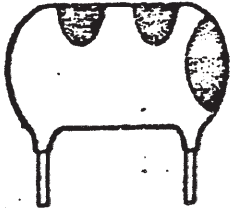
Στο σχήμα 10 φαίνεται ο κώδικας χρωμάτων που χρησιμοποιείται σε πηνία.

INDUCTANCES ΠΗΝΙΑ			
	1st BAND	2nd BAND	MULTIPLIER
BLACK	 -	 0	 $\times 1$
BROWN	 1	 1	 $\times 10$
RED	 2	 2	 $\times 100$
ORANGE	 3	 3	 $\times 1000$
YELLOW	 4	 4	 GOLD: $\times 10$
GREEN	 5	 5	
BLUE	 6	 6	
VIOLET	 7	 7	
GREY	 8	 8	
WHITE	 9	 9	

MULTIPLIER

2nd BAND

1st BAND



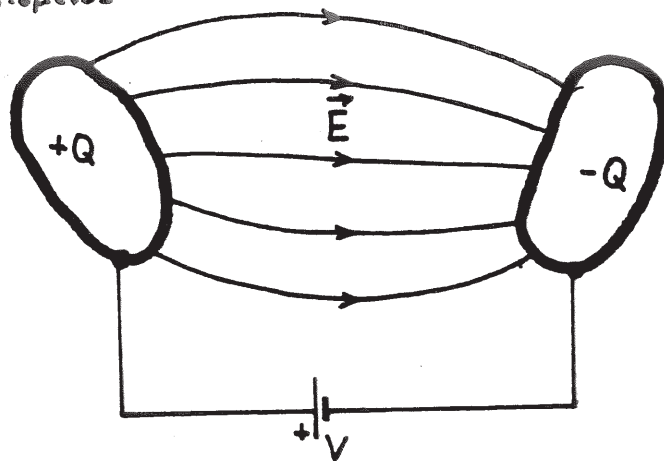
Σκ. 10

3.2- ΠΥΚΝΩΤΕΣ - ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ R-C

1) Πυκνωτής - Χωρητικότητα

Ο πυκνωτής είναι μια διάταξη αποτελούμενη από 2 αγωγιμα σώματα τα οποία είναι μονωμένα μεταξύ τους. Τα δύο σώματα αυτά αποτελούν τους οπλισμούς του πυκνωτή.

Αν επιβληθεί ηλεκτρική τάση μεταξύ των οπλισμών ενός πυκνωτή θα δημιουργηθεί ένα ηλεκτρικό πεδίο $\vec{E}$ μέσα στο μονωτικό μέσο που διαχωρίζει τους οπλισμούς. Έτσι στον ένα οπλισμό θα εμφανιστούν θετικά ηλεκτρικά φορτία στον δε άλλον αρνητικά ηλεκτρικά φορτία. Στην κατάσταση αυτή ο πυκνωτής λέγεται φορτισμένος.



Αποδεικνύεται ότι το πηλίκο του φορτίου Q που βρίσκεται σε ένα οπλισμό προς την μεταξύ των οπλισμών επιβαλλόμενη τάση V έχει σταθερή τιμή ανεξάρτητη από τα Q, V . Το μέγεθος αυτό λέγεται χωρητικότητα και συμβολίζεται με το γράμμα C .

Δηλ. ισχύει ο τύπος:
$$C = \frac{Q}{V}$$

μονάδα χωρητικότητας είναι το 1 Farad (1F) όπου: $1F = \frac{1Cb}{1V}$

Πυκνωτής έχει χωρητικότητα 1F όταν εφόρμμενος υπο τάση 1V παραλαμβάνει σε κάθε οπλισμό του φορτίο 1Cb

Το 1 Farad ανειπροσωπεί μια τεράστια χωρητικότητα, στην πράξη χρησιμοποιούνται τα υποπολλαπλάσια του :

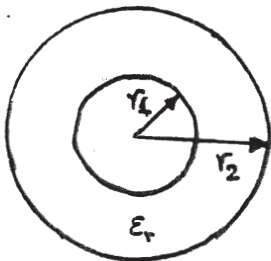
$$1 \text{ pF} = 10^{-12} \text{ F} \quad , \quad 1 \text{ nF} = 10^{-9} \text{ F} \quad , \quad 1 \mu\text{F} = 10^{-6} \text{ F}$$

2. Χωρητικότητα διαφόρων τύπων πυκνωτών

Αναφέραμε στα προηγούμενα ότι η χωρητικότητα δεν εξαρτάται από το φορτίο ή την τάση. Εξαρτάται όμως από την γεωμετρία του συστήματος, δηλαδή από τις διαστάσεις και τη σχετική θέση των οπλισμών μεταξύ τους, καθώς και από το μονωτικό μέσο που διαχωρίζει τους οπλισμούς.

Παρακάτω θα αναφέρουμε, χωρίς απόδειξη, τους τύπους που δίνουν τη χωρητικότητα για ορισμένες βασικές περιπτώσεις πυκνωτών, που χρησιμοποιούνται και στην πράξη.

i) Σφαιρικός πυκνωτής

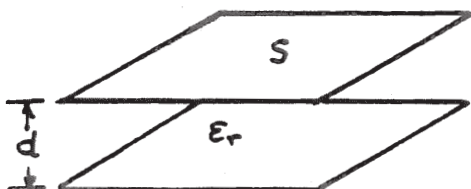


Αποτελείται από 2 ομοκεντρές σφαίρες (οι 2 οπλισμοί του) με ακτίνες r_2 και r_1 . Εάν είναι ϵ_r η σχετική διηλεκτρική σταθερά του μέσου μεταξύ των οπλισμών τότε η χωρητικότητα είναι :

$$C = 4\pi\epsilon_0\epsilon_r \frac{r_1 \cdot r_2}{r_2 - r_1}$$

όπου $\epsilon_0 = 8.8542 \times 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}}$ (απόλυτος διηλεκτρική σταθερά)

ii) Επιπεδός πυκνωτής



Οι οπλισμοί είναι 2 παράλληλες πλάκες ορθογώνιου σχήματος. Αν είναι S το εμβαδόν της μιας πλάκας και d η απόσταση μεταξύ τους τότε :

$$C = \epsilon_0\epsilon_r \frac{S}{d}$$

Για την κατασκευή επιπέδων πυκνωτών μεγάλης σχετικής χωρητικότητας χρησιμοποιούνται περισσότερες από 2 αγωγικές πλάκες και τοποθετούνται η μία μετά την άλλη, συνδέονται δε μεταξύ τους οι περιττές τάξεις πλάκες και αποτελούν τον ένα οπλισμό οι δε άρτιες τάξεις πλάκες αποτελούν τον άλλο οπλισμό. (βλ. σχήμα). Αν n είναι ο αριθμός των διακενών, S το εμβαδόν κάθε πλάκας και d το πάχος του διακενού

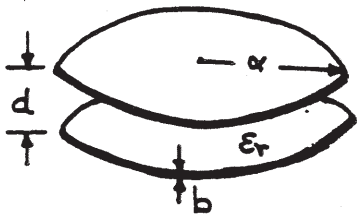


εδώ : $n = 6$

τότε :

$$C = n \epsilon_0 \epsilon_r \frac{S}{d}$$

Είναι δυνατόν σε ένα επίπεδο πυκνωτή οι οπλισμοί να έχουν κυκλικό σχήμα αντί ορθογωνίου. Στην περίπτωση αυτή η χωρητικότητα δίνεται από τον τύπο :



$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{S}{d} + \epsilon_0 \alpha \left[\ln \frac{16\pi(d+b)\alpha}{d^2} + \frac{b}{\alpha} \ln \frac{d+b}{b} - 1 \right]$$

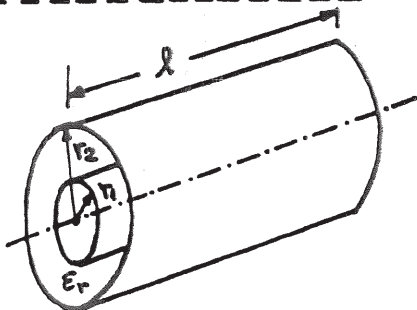
όπου : α : ακτίνα κυκλικών οπλισμών

b : πάχος οπλισμών

d : απόσταση μεταξύ οπλισμών

$S = \pi \alpha^2$ εμβαδόν οπλισμού

iii) Κυλινδρικός πυκνωτής



Αποτελείται από 2 ομοκεντρους κυλίνδρους μήκους l και ακτίνων r_1 και r_2 αντίστοιχα
η χωρητικότητα δίνεται από τον τύπο :

$$C = \frac{2\pi \epsilon_0 \epsilon_r l}{\ln \frac{r_2}{r_1}}$$

αφαιρώντας μονάδα μήκους η χωρητικότητα είναι : $C' = \frac{C}{l} = \frac{2\pi \epsilon_0 \epsilon_r}{\ln \frac{r_2}{r_1}}$

3) Κατασκευαστικά στοιχεία πυκνωτών

Μπορούμε να διακρίνουμε τους πυκνωτές σε 2 κατηγορίες :

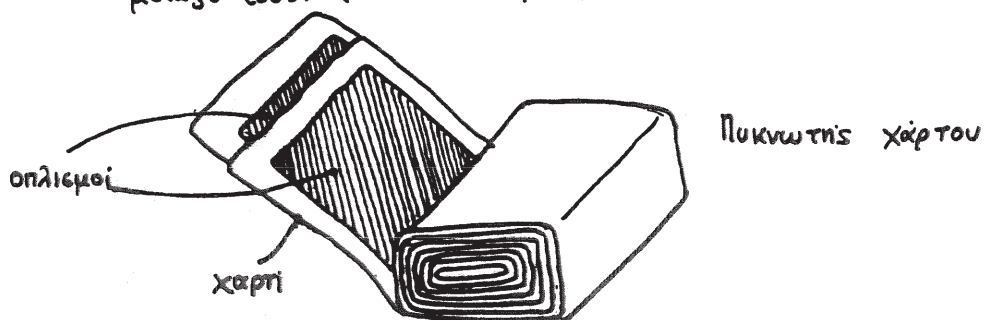
α) Σταθεροί : όπου η χωρητικότητα τους διατηρείται σταθερή

β) Μεταβλητοί : όπου εδώ είναι δυνατόν να έχουμε μεταβολή της χωρητικότητας του πυκνωτή μεταβάλλοντας κάποιο γεωμετρικό στοιχείο του (π.χ. εμβαδόν οπλισμών)

Εδώ θα πρέπει να αναφέρουμε ότι στους πυκνωτές του εμπορίου πρέπει να αναγράφονται 2 βασικά στοιχεία : 1) Χωρητικότητα (σε μF ή nF ή pF) και 2) Μέγιστη επιτρεπόμενη τάση μεταξύ των οπλισμών. Αν η εφαρμοζόμενη τάση υπερβεί την μέγιστη επιτρεπόμενη τότε θα συμβεί διάσπαση του μονωτικού μέσου του πυκνωτή και ο πυκνωτής θα καταστραφεί.

α) Σταθεροί πυκνωτές

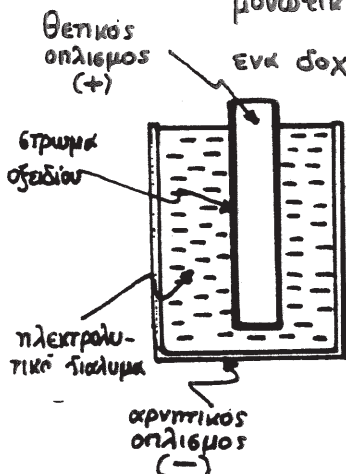
α1) Χάρτου : Σαν μονωτικό μέσο χρησιμοποιείται χαρτί το οποίο συνήθως είναι επενδεδυμένο με κερί ή είναι εμβαπτισμένο μέσα σε μονωτικό λάδι για αύξηση της διηλεκτρικής σταθεράς ϵ_r . Οι οπλισμοί είναι φύλλα αλουμινίου. Για οικονομία χώρου οι οπλισμοί στρέφονται μεταξύ τους. (βλ. και σχήμα).



α2) Μίκας : Εδώ έχουμε μονωτικό μέσο φύλλα μίκας και οι οπλισμοί είναι φύλλα αλουμινίου ή αργύρου. Έχουν μικρό όγκο και επιτυγχάνονται χωρητικότητες 0,02 έως 2 μF

α3) Κεραμικοί : Το μονωτικό μέσο είναι κεραμικό υλικό. Τα κεραμικά υλικά είναι μίγματα από οξείδια του τιτανίου. Οι οπλισμοί είναι συνήθως φύλλα αργύρου. Οι κεραμικοί πυκνωτές έχουν πολύ μικρό όγκο και αντέχουν σε πολύ υψηλές τάξεις

α4) Ηλεκτρολυτικοί : Η αρχή λειτουργίας τους βασίζεται στο γεγονός ότι ορισμένα μέταλλα όπως το αλουμίνιο και το ταντάλιο όταν τοποθετηθούν μέσα σε κάποιο ηλεκτρολυτικό διάλυμα και συνδεθούν με τον θετικό πόλο μιας πηγής (άνοδος) σχηματίζουν ένα λεπτότατο στρώμα οξειδίου στην επιφάνειά τους. Το οξείδιο αυτό δρα σαν το μονωτικό μέσο μεταξύ των οπλισμών. Ο αρνητικός οπλισμός είναι ένα δοχείο αλουμινίου μέσα στο οποίο τίθεται το ολό σύστημα. Στην περίπτωση αυτή έχουμε υγρούς ηλεκτρολυτικούς πυκνωτές.



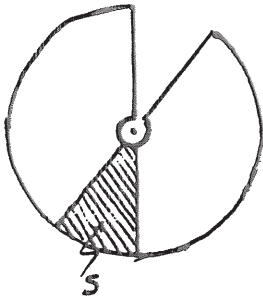
Είναι όμως δυνατόν αντί για διάλυμα να έχουμε χαρτί ή ύφασμα εμποτισμένο με ηλεκτρολυτικό διάλυμα (ξηροί ηλεκτρολυτικοί πυκνωτές).

Με τους ηλεκτρολυτικούς πυκνωτές επιτυγχάνονται χωρητικότητες μέχρι 10.000 μF σε τάξεις 5-500 V

Παρουσιάζουν το μειονέκτημα της "γήρανσης" με την πάροδο του χρόνου (μείωση χωρητικότητας) και επίσης δεν πρέπει ποτέ να συνδεούνται σε ανάστροφη πολικότητα γιατί καταστρέφονται

β) Μεταβλητοί πυκνωτές

Έχουν συνήθως σαν μονωτικό μέσο τον αέρα και αποτελούνται από πολλές αχώριμες πλάκες σχήματος ημικυκλίου. Μια σειρά από πλάκες είναι ακίνητη ενώ μια άλλη σειρά μπορεί να περιστρέφεται περί άξονα που διέρχεται από τα κέντρα των ημικυκλίων.

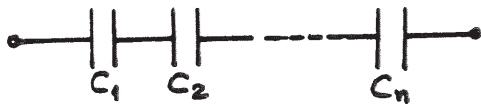


Κάθως περιστρέφεται ο κινητός οδηγός αλλάζει το εμβαδόν S μεταξύ των πλακών με συνέπεια να αλλάξει και η χωρητικότητα

Επίσης είναι δυνατόν να έχουμε μεταβλητούς πυκνωτές που να περιέχουν κάποιο άλλο μονωτικό μέσο όπως π.χ μίκα ή βακελίτη. Οι πυκνωτές αυτοί ρυθμίζονται με κάποιο μικρό κοχλίκ και είναι γνωστοί με τα ονόματα :
 - τριμμερ (μικρή ρυθμιζόμενη χωρητικότητα παράλληλα σε κάποιο κύκλωμα)
 και πάντερ (μεγάλη ρυθμιζόμενη χωρητικότητα εν σειρά σε κάποιο κύκλωμα)
 Οι μεταβλητοί πυκνωτές χρησιμοποιούνται κατά κανόνα σε ραδιοηλεκτρονικά κυκλώματα

4) Συνδέσεις πυκνωτών

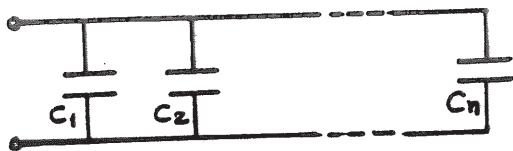
- Εν σειρά σύνδεση



Εδώ ο κάθε πυκνωτής φέρει το ίδιο φορτίο q στους οδηγούς του
 Ισχύει δε :

$$\frac{1}{C_{ολ}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

- Παράλληλη σύνδεση



Εδώ όλοι οι πυκνωτές βρίσκονται στην ίδια τάση V . Ισχύει :

$$C_{ολ} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

-Ισοδυναμία τριγώνου-ακτέρας πυκνωτών



Αποδεικνύεται ότι οι δύο ανωτέρω διατάξεις πυκνωτών (ακτέρας - τριγώνου) είναι ισοδύναμες ως προς τα σημεία 1, 2 και 3 όταν ισχύουν οι σχέσεις

$$C_1 = \frac{C_{12}C_{31} + C_{23}C_{12} + C_{31}C_{23}}{C_{23}}$$

$$C_{12} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2 + C_3}$$

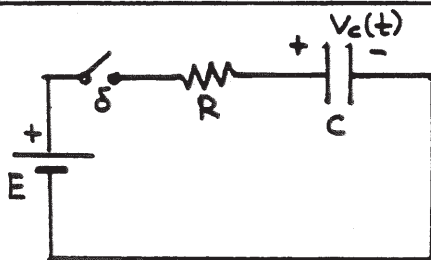
$$C_2 = \frac{C_{12}C_{31} + C_{23}C_{12} + C_{31}C_{23}}{C_{31}}$$

$$\text{ή} \quad C_{23} = \frac{C_2 \cdot C_3}{C_1 + C_2 + C_3}$$

$$C_3 = \frac{C_{12}C_{31} + C_{23}C_{12} + C_{31}C_{23}}{C_{12}}$$

$$C_{31} = \frac{C_3 \cdot C_1}{C_1 + C_2 + C_3}$$

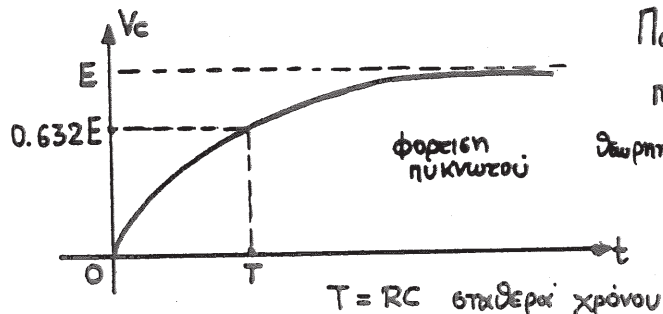
5) Πυκνωτής σε κύκλωμα συνεχούς ρεύματος



Εξετάζουμε το κύκλωμα του σχήματος. Υποθέτουμε ότι πριν κλείσει ο διακόπτης δ ο πυκνωτής C είναι αφόρτιστος

Όταν κλείσει ο διακόπτης θα αρχίσει η φόρτιση του πυκνωτή η οποία δεν θα γίνει

ακαριαία αλλά θα ακολουθήσει την καμπύλη του σχήματος



Παρατηρούμε αρχικά ότι η φόρτιση του πυκνωτή σε τάση E θα ολοκληρωθεί σε θεωρητικά άπειρο χρονικό διάστημα

Το κυκλώμα αυτό περιγράφεται από μια διαφορική εξίσωση 1^{ης} τάξης με την οποία δει θα ασχοληθούμε εδώ.

Αναφερόμε μόνον ότι η λύση της εξίσωσης αυτής που δίνει και την τάση του πυκνωτή C είναι η ακόλουθη :

$$V_C(t) = E \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right)$$

βλέπουμε ότι :

οταν $t = 0$ είναι και $V_C(t) = 0$

οταν $t \rightarrow \infty$ τότε $V_C(t) \rightarrow E$

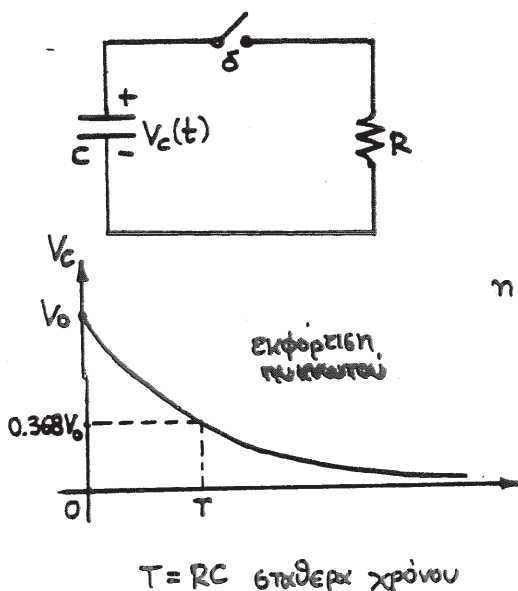
Το μέγεθος $T = RC$ έχει διαστάσεις χρόνου και καλείται σταθερά χρόνου του κυκλώματος

Συγκεκριμένα οταν $t = RC$ τότε $V_C(t) = E(1 - e^{-1}) = 0.632 E$

Δηλαδή μετα παρέλευση χρόνου $t = RC$ η τάση του πυκνωτού θα έχει πάρει το 63.2 % της τελικής τιμής της

Μετα δε παρέλευση χρόνου $t = 5RC$ ευκολα βρίσκεται ότι θα είναι

$V_C(t) = 0.993 E$ δηλ. η φόρτιση πρακτικά θα έχει ολοκληρωθεί.



Αντίστοιχα μπορούμε να μελετήσουμε και την περίπτωση της εκφόρτισης πυκνωτού μέσω αντίστασης. θεωρούμε ότι ο πυκνωτής έχει μια αρχική τάση φόρτισης V_0 (πριν κλείσει ο διακόπτης S). Μόλις κλείσει ο διακόπτης θα αρχίσει η εκφόρτιση του πυκνωτή σύμφωνα με τη σχέση

$$V_C(t) = V_0 e^{-\frac{t}{RC}}$$

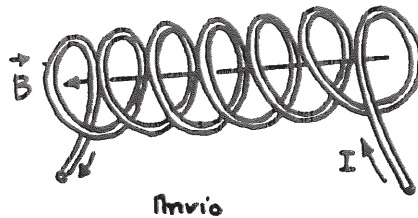
βλέπουμε και εδώ ότι σε χρόνο $t = RC$ (σταθερά χρόνου) η τάση $V_C = 0.368 V_0$.

Οταν δε $t = 5RC$ τότε $V_C = 0.007 V_0$ δηλ. θα ολοκληρωθεί η εκφόρτιση

3.3 - ΑΥΤΕΠΑΓΩΓΗ - ΠΗΝΙΑ

1. ΓΕΝΙΚΑ

Όταν ένας αγωγός διαρρέεται από ρεύμα τότε γύρω απ' αυτόν αναπτύσσεται μαγνητικό πεδίο. Αν το ρεύμα μεταβάλλεται τότε θα μεταβάλλεται και το μαγνητικό πεδίο άρα και η μαγνητική ροή. Η μεταβολή της μαγνητικής ροής παράγει μια τάση εφ' επαγωγής στον αγωγό (Νόμος Faraday). Είναι γνωστό ότι η επαγόμενη τάση έχει τέτοια πολικότητα ώστε να αντισταθεί στην μεταβολή της μαγνητικής ροής (Κανόνας του Lenz). Το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό σαν φαινόμενο αυτεπαγωγής. Η αυτεπαγωγή εμφανίζεται πιο έντονα σε διατάξεις που αποτελούνται από αγωγούς που συστρέφονται σε πολλές σπείρες με κοινό άξονα. Οι διατάξεις αυτές είναι γνωστές σαν πηνία.



Αν το πηνίο έχει n -σπείρες τότε προσεγγιστικά η ολική πεπλεγμένη ροή θα είναι

$$\psi = n \cdot \phi \quad \text{όπου } \phi : \text{ροή μιας σπείρας}$$

ορίσουμε ως συντελεστή αυτεπαγωγής L την ανά μονάδα έντασης ρεύματος ολική πεπλεγμένη ροή

$$L = \frac{\psi}{I} \quad \left(\frac{Wb}{A} \right)$$

όπου η μονάδα $1 \frac{Wb}{A} = 1 H$ ($H = \text{Henry}$)

συνήθως χρησιμοποιούμε τα υποπολλαπλασία $1 \mu H = 10^{-6} H$
και $1 mH = 10^{-3} H$

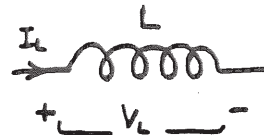
Η τάση στα άκρα του πηνίου θα είναι

$$V_L(t) = L \frac{dI_L}{dt}$$

ή αντίστροφα $I_L(t) = \frac{1}{L} \int_0^t V_L(t') dt' + I_L(0)$

(το μέγεθος $I_L(0)$ ονομάζεται "αρχική κατάσταση..")

Ο συντελεστής αυτεπαγωγής L δεν εξαρτάται από το ρεύμα αλλά μόνον από τη γεωμετρία του συστήματος και από το υλικό που περικλείει τους αγωγούς



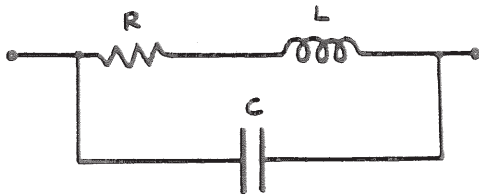
2. ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΠΗΝΙΟΥ

α) Στις χαμηλές συχνότητες



όπου η αντίσταση R είναι η ωμική αντίσταση του τυλίγματος του πηνίου

β) Στις υψηλές συχνότητες

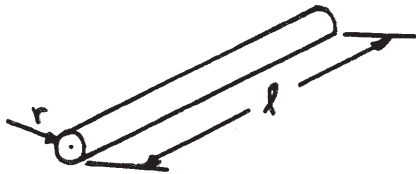


η χωρητικότητα C εκφράζει την παρασιτική χωρητικότητα μεταξύ των σπειρών του πηνίου

Σημειώνουμε ότι, για μια πιο ακριβή ανάλυση χρειάζονται πιο πολύπλοκα μοντέλα τα οποία δεν θα αναφέρουμε εδώ

3. ΤΥΠΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΟΥ ΑΥΤΕΠΑΓΩΓΗΣ L

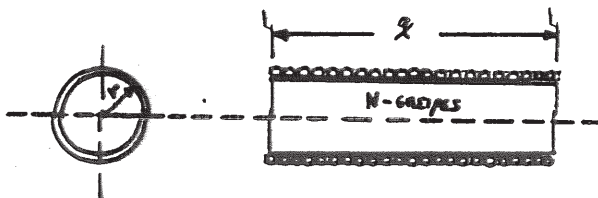
ι) Ευθύγραμμος αγωγός ($\ell \gg r$)



$$L = \frac{\mu_0 \ell}{2\pi} \ln \frac{\ell}{r} \quad (\text{H})$$

$$\text{όπου } \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{\text{H}}{\text{m}}$$

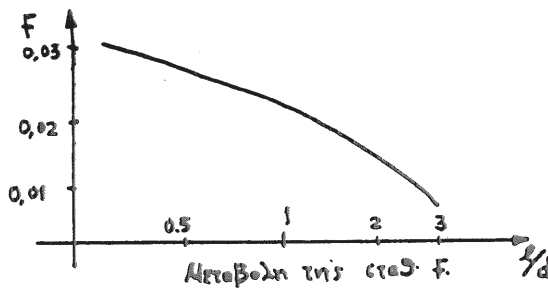
ii) Σωληνοειδής κυκλικής διατομής

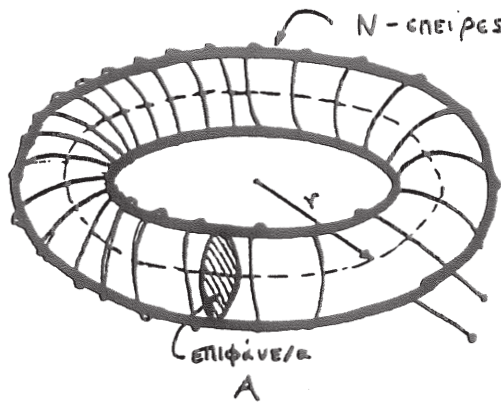


$$L = F \cdot N^2 \cdot d \quad (\mu\text{H})$$

όπου $d \approx 2 \cdot r$ διάμετρος μιας σπείρας

F : σταθερά που εξαρτάται από το ηθικό μήκος προς διάμετρο (ℓ/d) του σωληνοειδούς



iii) Τοροειδείς κυκλικής διατομής

$$L = \frac{\mu_0 N^2 A}{\ell} \quad (\text{H})$$

$$\ell = \text{μέσο μήκος}$$

$$\text{δηλ } \ell = 2\pi r$$

Στις ανωτέρω περιπτώσεις αν αντί για αέρα υπάρχει ειδηρομαγνητικό υλικό με μαγν. διαπερατότητα μ λείουμε αντί για μ_0 το μ .

4. ΧΡΗΣΕΙΣ ΠΗΝΙΩΝ - ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΠΗΝΙΩΝ

Τα πηνία χρησιμοποιούνται σε διατάξεις φίλτρων, σε κυκλώματα συντονισμού καθώς και σε ειδικές τροφοδοτικές διατάξεις.

Υπάρχουν πηνία αέρος και πηνία με ειδηροπυρήνα. Τα δεύτερα χαρακτηρίζονται από μεγάλη τιμή του συντελεστή αυτεπαγωγής L .

Παρακάτω δίνουμε μερικά παραδείγματα πηνίων που χρησιμοποιούνται στην πράξη.

α) Χαμηλών συχνοτήτων

Υπάρχουν τα λεγόμενα στραγγαλιστικά πηνία (chokes) τα οποία χρησιμοποιούνται σε τροφοδοτικά για τον περιορισμό του κυματισμού (βόμβος). Τα πηνία αυτά έχουν αυτεπαγωγή αρκετών Henrys και έχουν πάντα ειδηροπυρήνα. Επίσης υπάρχουν πηνία με ειδηροπυρήνα για χρήση σε φίλτρα ακουστικών συχνοτήτων.

β) Υψηλών συχνοτήτων

Τα πηνία αυτά είναι γενικά μικρότερου μεγέθους και συχνά δεν έχουν ειδηροπυρήνα.

Στην περιοχή αυτή συναντάμε πηνία με αυτεπαγωγές της τάξεως των μH ή mH . Χρησιμοποιούνται σε κυκλώματα συντονισμού πομποδίων, σαν στραγγαλιστικά πηνία υψηλών συχνοτήτων (RF-chokes) σε φίλτρα κ.λ.π.

Επίσης υπάρχουν πηνία μεταβλητής αυτεπαγωγής πράγμα το οποίο επιτυγχάνεται με μεταβολή π.χ. της μαγνητικής διαπερατότητας του πυρήνα (είσαγωγή ή εξαγωγή από τον πυρήνα κάποιου ειδηρομαγνητικού υλικού).

ανδιαφέρουν. Η έρευνα των ηλεκτρομαγνητικών φαινομένων καταλαμβάνει μέρη τμήμα της ηλεκτροτεχνολογίας και εξετάζονται λεπτομερώς εις τ' β' μέρος της παρούσης σειράς συγγραμμάτων. (Ηλεκτρομαγνητισμός, Ηλεκτρομαγνητική επαγωγή) έκτεταμένος δε είναι ο τομέας εφαρμογών βασιζομένων επί των φαινομένων τούτων ως π.χ. Ηλεκτρομαγνητισμός, Ηλεκτρική μηχανολογία κ.τ.λ.

δ) Βιολογικά φαινόμενα (αποτελέσματα)

Τό ηλεκτρικόν ρεύμα διερχόμενον διὰ μέσου του σώματος του ανθρώπου ή των ζώων προκαλεί βιολογικά αποτελέσματα και άλλωθεν ή τρ κύτταρα του οργανισμού, συνάμενον τοιούτοτρόπως να προξενήση και τόν θάνατον (ηλεκτροπληξία). Η άλλωθεν αυταί είναι χημικές φάσεις, θφείλόμεναι εις ηλεκτρόδυσιν του αίματος, είτε είναι θερμικής φύσεως και προκαλούν εγκαύματα.

Τα βιολογικά αποτελέσματα εις πολλὰ περιπτώσεις έχουν θεραπευτική ιδιότητα έχοντες δε δημιουργηθή πρός τούτο ειδικός κλάδος της ηλεκτρικής ιατρικής.

Τα θεραπευτικά αποτελέσματα οφείλονται κυρίως εις τις φυσικοχημικά και ηλεκτροχημικά φαινόμενα, τὰ όποια προκαλεί τό ηλεκτρικόν ρεύμα του ανθρώπου οργανισμού, είτε εις τήν ανάπτυξιν θερμότητος, τήν όποσαν εκμεταλλεύμεθα κατάλήλως. Τα φυσικοχημικά φαινόμενα οφείλονται εις μεταβολάς της συμπεκνώσεως εντός των κυττάρων, λόγω φαινομένων ηλεκτρολύσεως, τας όποιας ο οργανισμός τείνει να εξουδετερώση, επιτυγχάνοντα δε αυτά όταν ή θεραπεία γίνεται δια συνεχούς ρεύματος (γαλβανισμός) και υπό κατάλληλον έντασιν του ηλεκτρικού ρεύματος.

Ούτως, όταν ή μεταβολή της συμπεκνώσεως λάβη ώρισμένην τιμήν, αντιστοιχούσαν εις έντασιν ρεύματος 5mA, προκαλείται εις τόν οργανισμόν ώρισμένος έρεθισμός. Όταν όμως ή έντασις τοῦ ρεύματος υπερβή τό ένώτατον όριον, δηλ. 50mA περίπου, προκαλεί μεγάλους μεταβολάς συμπεκνώσεως και ο έρεθισμός ούτος καθίσταται έντονότερος, αι δε προκαλούμεναι μεταβολαί συμπεκνώσεως δεν εδράσκουν τόν κατάλληλον χρόνον πρός εξίσωσιν αὐτῶν διὰ διακιδύσεως και έπέρχεται ο θάνατος (Βλέπε τόμον Αον μέρος Βον του ίδιου συγγράφους παράγραφος IV Κίνδυνοι έκ του ηλεκτρικού ρεύματος και μέτρα προστασίας) εις τήν περίπτωση έντασσόμενου ρεύματος, λόγω ταχέως ένσπληγής της διεκδύσεως του ρεύματος, τὰ ένωτέρω φαινόμενα εκδηλούνται εις έλλοχιστον βαθμόν, πλην όμως, τό έντασσόμενον ρεύμα προσβάλλει τό άναπνευστικόν σύστημα και προκαλεί διαταραχήν ή και παύσιν της λειτουργίας της καρδιάς. Η άνάπτυξις θερμότητος επιτυγχάνεται δι' της χρησιμοποίησης ως έντασσόμενων ευρημάτων μεγέλης ή μικρής συχνότητας. εις τήν σπουδήν της ιδίου των ρευμάτων τείνων δια καλών άγωγών του ηλεκτρισμού π.χ. των μετάλλων τό ρεύμα μετατοπίζεται επί λεπτότερου στρώματος και τήν επιφάνειαν του άγωγού (επιθερμικόν φαινόμενον) ένω εις βαθος δεν παρατηρείται όδοος ρεύματος (βλέπε τόμον Γον του ίδιου συγγράφους παράγραφον 11ε) Τούτο ήρρύματι ισχύει προκειμένου περί σωμάτων τφ όποιω είναι καλοί άγωγοί, δεν ισχύει όμως και διδ τφ ήμισυαγώ σώματα μεταξυ των όποιων είναι και το ανθρώπινον σώμα.

Προκειμένου περί του ανθρώπινου σώματος, ή όδοος του ρεύματος δεν περιορίζεται εις λεπτότατον στρώμα κάτωθεν της επιθερμίδος, άλλ' ελοχωρεί εις σημαντικόν βαθμό. Ός εκ

4,2 - Κίνδυνοι ἐκ τοῦ ηλεκτρικοῦ ρεύματος καὶ μέτρα προ-
στασίας.

4.2.1.- Ἐπιδράσεις τοῦ ρεύματος ἐπὶ τοῦ ἑνθρωπίνου
οργανισμοῦ.

Τό ηλεκτροκόνεσμα διερχόμενον διὰ τῶν ιστῶν
τοῦ ἑνθρωπίνου σώματος προκαλεῖ διαταραξεις ἐπὶ ὅποιαι
δυνατὸν νὰ δδηγήσουν εἰς τὸν θάνατον. Τὰ κατωτέρω ἀνεφε-
ρόμενα ισχύουν βασικῶς δι' ἑναλλασσόμενον ρεύμα 50 ἕως 60
περίδωδων. Τό κατώτατον ὄριον τοῦ ρεύματος τὸ ὁποῖον δύ-
ναται νὰ γίνῃ αἰσθητὸν ὕπὸ τοῦ ἑνθρώπου καλούμενον κατώ-
τατον ὄριον εὐαισθησίας, ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς θέσεως διὰ τῆς
δπόας διέρχεται. Κατὰ BRINDLEY τὸ χαμηλότερον κατώτε-
ρον ὄριον εὐαισθησίας παρέχει πιδανῶς ὁ ἑμφιβληστροειδῆς
χιτῶν, ἀνερχόμενον εἰς 0,02 mA, ἐνῶ ὀλιγότερον δακτυ-
λος εἶναι ἡ γλῶσσα μέ ἡ κατώτερον ὄριον 0,045 mA (πείρματα
DALZIER). Τό κατώτερον ὄριον εὐαισθησίας τῆς ἐπιδερμί-
δος ποιεῖται ἀνελδῶς τῆς θέσεως ἐφαρμογῆς τοῦ ηλεκτρο-
δίου. Διὰ χεῖρα κρατοῦσαν ἄγωγόν τὸ ὄριον εἶναι περίτοι
1 mA (πείρματα DALZIER), ρεῦμα ἀρκετῆς σχετικῆς ἐντάσεως
διερχόμενον διὰ τῶν μυῶν προκαλεῖ σύσπασιν αὐτῶν. Ἐάν
ἡ τιμὴ τοῦ ρεύματος εἶναι ἀρκετὰ μεγάλη, ὁ ἑνθρῶπος δέν
θα δυνήθῃ πλέον ἐκουσίως νὰ ἄψῃ τὸν ἄγωγόν. Τὸ μέγιστον
ρεῦμα διὰ τῶν μυῶν τῆς χειρὸς ἑνθρῶπου, κρατοῦντος διὰ
ταύτης ἄγωγόν ὕπὸ τάσιν, μέ τὸ ὁποῖον δύναται οὗτος ἐκου-
σίως νὰ ἄψῃ τὸν ἄγωγόν, καλεῖται ρεῦμα ἡπαγκιστρώσεως.

Τό ρεῦμα ἡπαγκιστρώσεως διαφέρει διὰ τὰ διάφορα
ἄτομα, εἶναι δὲ μεγαλύτερον διὰ τοὺς ἑνδρας, διὰ τοὺς
ὀφθαλμοὺς τὸ ἐλάχιστον εἶναι περίπου 9 mA καὶ μικρότερον
διὰ τὰς γυναῖκας διὰ τὰς ὀφθαλμοὺς τὸ ἐλάχιστον εἶναι περί-

τούτου εἰς τὰς περιοχὰς ταύτας ἀναπτύσσεται θερμότης
JOULE, τὴν ὀφθαλμὸν ἐκμεταλλεύμεθα διὰ τὴν θεραπεῖαν δια-
φόρων παθήσεων, ὡς π.χ. ρευματικῶν ἢ ἀρθριτικῶν, εἰς
τὰς ὀφθαλμὸς ἢ θερμότης, τὴν ὀφθαλμὸν προσπαθοῦμεν νὰ ἀνα-
πτύξωμεν διὰ τῆς χρησιμοποίησεως θερμῶν ἐπιθεμάτων, δέν
δύναται νὰ εἰσχωρήσῃ εἰς μέγα βάθος. Πρὸς τοῦτους ἢ
ἀναπτυσσομένη θερμότης δύναται νὰ χρησιμεύσῃ πρὸς κατα-
στροφὴν διαφόρων μικροβίων, ὡς π.χ. γονοκόκκων. Ἡ διὰ
ρευμάτων μεγάλης συχνότητος θερμαπνευτικῆς ἀποτελεῖ εἰδικόν
θερμαπνευτικόν κλῆδον, καλούμενον διαθερμίαν.

που 6 m.A. Έπ'όλης τῆ παιδία εἶναι περιοριστοὶ εὐα-
σθητα τῶν ἐνυλίων.

Ἐναστολή τῆς ἀναπνοῆς δύναται νὰ προκαλεθῇ ὑπὸ ρεύματος
διερχομένου εἰς τὴ τοῦ στήθους μὴ συνεισφέροντος
σὶν τῶν ἀναπνευστικῶν μῶν εἰς τὴ τῶν νευρῶν κέν-
τρων τῶν ἀναπνευστικῶν τῆν ἀναπνοήν. Τὸ κατεξέτερον
τοῦ ρεύματος τοῦ προκαλοῦντος ἀπαστολήν μὴ προσωρινήν
τῆς ἀναπνοῆς, ἔχει ἀποδείχθῃ ἔκ κ πειραμάτων, ὅτι εἶναι
μειγλύτερον τοῦ κατωτέρου δόρου τοῦ ρεύματος τοῦ προκα-
λοῦντος μαρμαρυγὴν (ἢ ἄλλως ὕψους μὴ ἀστολή καλεῖται ἡ
κατάρσις ἐκ τῆς κατὰ τὴν δόσαν εἰσέλαντος τοῦ μυοκαρ-
δίου συστέλλονται κεχωρισμένως καὶ ἀνεξαρτήτως ἄλλων
μὲ κατώτατον ρυθμὸν μὴ ἐπιτυγχανομένης οὕτω πραγματικῆς
καρδιακῆς συστολῆς μὲ συνέπειαν τὴν διακοπὴν τῆς κυκλω-
φορίας τοῦ αἵματος). Τὸ ἐλάχιστον ρεῦμα τὸ ὁποῖον προ-
καλεῖ μαρμαρυγὴν (ρεῦμα μαρμαρυγῆς) ὥς καὶ τὸ μέγιστον
ρεῦμα τὸ ὁποῖον δὲν προκαλεῖ μαρμαρυγὴν (ρεῦμα μὴ μαρ-
μαρυγῆς) διὰ τὸ αὐτὸ χρονικὸν διάστημα αἰθροῦ εἶναι ἡ-
νάλογα τοῦ βάρους τοῦ σώματος. Τὰ ὥς ἔκω ρεύματα διὰ
τὸ αὐτὸ βάρος εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογα τῆς τετραγώ-
νικῆς ρῆζης τοῦ χρονικοῦ διαστήματος διόδου (τὰ πειρα-
ματα ταῦτα ἔχουν γινεῖ εἰς τῶς). Τὰ ὥς ἔκω ρεύματα διὰ
βάρος 50 KG (λαμβανομένου δι' ἐμφάνειαν ὡς τὸ βάρος τοῦ
ἐνυλίου ἀνθρώπου) δίδονται ὑπὸ τῆς σχέσεως :

$$I = \frac{116 \text{ ἔκω } 185}{(278) \sqrt{T}}$$

ἐνθα I εἰς [m.A] καὶ T εἰς [sec]. Ἡ σχέση αὕτη λοχεῖ
διὰ T μεταξὺ 8,3 m sec καὶ 5 m sec. Ἡ σταθερὰ 116 ἀντι-
στοιχεῖ εἰς τὸ μέγιστον ρεῦμα μὴ μαρμαρυγῆς καὶ ἡ ἀστα-

θερὰ 185 εἰς τὸ ἐλάχιστον ρεῦμα μαρμαρυγῆς. Πράτως διὰ
τὴν ἀναπνοήν (278) ὑπερῶν ἀμφισβητήσεως αἱ
ἐκ τοῦ θόρακος συνεχίζονται.

4.2.2-Κλινικὸν διὰ τὴν ἀνθρώπινον. ὁργανισμὸν ἔκ τῶν ἡ-
λεκτρικῶν ἐγκαταστάσεων.

Ἡ ἐλλειψὶς κανονισμοῦ θωροῦν ὅτι δὲν δύναται
να προκύβῃ ἐπικίνδυνον ρεῦμα διὰ τὴν ἄνθρωπον ἐκ τῶν ὑφάρ-
μακων μὴ τῶν ἀκόλουθων συνθηκῶν :

α. Τὸ διὰ τοῦ ἀνθρώπου σώματος δυναμὸν νὰ διέλ-
θῃ ρεῦμα ἐπὶ τῶν (τὸ εὐρὸν τοῦ ὁποῖον διέρχεται διὰ τοῦ
φωρῶντος σώματος, ἐκ τούτου τεθῇ ὑπὸ τῶν, καλουμένων
τῶν ἐπὶ τῶν) συχρότητος 50 HZ, δὲν ὑπερβαίνει τὸ 0,5 m.A.
(ἡ πρὸς αὐτὴν συνθήκη ὁλοκληρῶν καὶ τῆν ὑπερβαίνον τοιαύτης
συνολικῆς μετῶσεως ὥστε νὰ μὴ δύναται νὰ διέλθῃ διὰ τοῦ
ἀνθρώπου ὁμοίως ρεῦμα ἡνῶν τοῦ 0,5 m.A.).

β. Ἡ τῶν ἀνθρώπων (εἶναι ἡ τῶν ἀνθρώπων, εἰς
περίπτωσιν ἀνθρώπου μὴ ὡς ἀνθρώπου ἀποκρίνεται ἀπὸ τοῦ
μὴ κανονικῶς ὑπὸ τῶν ἐνδονοκιδέων ἀνθρώπου νὰ ἐλπί-
σθῃ ὑπὸ τοῦ ἀνθρώπου καὶ τῆς γῆς. Ἡ τῶν ἀνθρώπων
εἶναι εἰς τὴν περὶ τῆς τῶν ἀνθρώπων, ἡ ὁποία εἶναι
ἡ τῶν ἀνθρώπων ἀπὸ τοῦ τῆς ἐγκαταστάσεως εὐρισκο-
μένου ὑπὸ τῶν, κανονικῶς ἢ μὴ, καὶ δυναμένου νὰ ἐγγί-
σθῃ ὑπὸ τοῦ ἀνθρώπου, ἐκ τῶν τῶν ἀνθρώπων ἀναφέρεται
εἰς τὸν ἀνθρώπον εἰς τὴν περὶ τῶν ἀνθρώπων μὴ κανονικῶς
ὑπὸ τῶν, (εὐρεθέντος ὁμοῦ ὑπὸ τῶν ἀνθρώπων ἀνθρώπων) δὲν
ὑπερβαίνει τὰ 50 V.

γ. Ἡ τῶν ἀνθρώπων μὴ ἀνθρώπων τῶν 50V δὲν δύναται
νὰ διατελεθῇ πρὸς τὸν 5 δευτερολέπτων.

Βάσει των ανωτέρω δρων σχεδιάζονται τα λαμβανόμενα διάφορα μέτρα προστασίας έναντι του ηλεκτρικού ρεύματος.

4.2.3 Η ηλεκτρική αντίσταση του ανθρώπινου σώματος.

Κατά τα ανωτέρω, θεωρείται ανθρώπινος ή ζωομογή επί του ανθρώπου τάσεως, 50V και κατωτέρως επί δσονδήποτε μακρόν χρονικόν διάστημα, ενώ τάσις ήνω των 50V θεωρείται επικίνδυνος έφ' όσον διατηρείται, πέραν των 5 δευτερολέπτων. Έξε άλλου ήκ της σχέσεως (279) εύρισκομεν διά $T=5$ sec και σταθεράν 116 ότι το μέγιστον ανθρώπινον διά τόν άνθρωπον ρεύμα είναι 50 mA έφ' όσον διέρχεται επί χρονικόν διάστημα μικρότερον των 5 δευτερολέπτων.

Έκ των ανωτέρω προκύπτει ότι το ανθρώπινον σώμα είς την δυσμενέστεραν περίπτωση θεωρείται παρουσιάζον ηλεκτρικήν αντίστασιν.

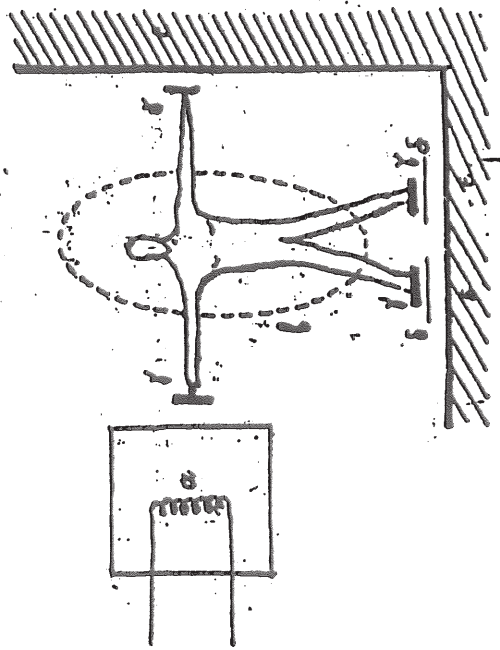
$$R = \frac{U}{I} = \frac{50 \cdot V}{0,05 \cdot A} = 1000 \cdot \Omega \quad (279)$$

Υπό όλως εξαιρετικώς δυσμενείς συνθήκας οι κανονισμοί θεωρούν ανθρώπινον τάσιν μικρότεραν των 36 V, δεχόμενον ούτω σιωπηρώς έ.ά της περιπτώσεως ταύτας ένστάσιν ανθρώπινου σώματος μικρότεραν των 720 Ω ενώ μελετηταί τινές λαμβάνουν υπό όλως εξεζητημένας δυσμενείς συνθήκας ός καθαρών έντστάσιν του ανθρώπινου σώματος 500 Ω (δηλαδή διά ρεύμα 50 mA προκύπτει ανθρώπινος τάσις 25 V)

Κατά την συνθήκην (Υ), τάσις ήνω των 50mV, δυναμένη κατά τα ανωτέρω να προκαλέση ρεύμα διά του ανθρώπινου σώματος ήνω των 50 mA, θεωρείται επικίνδυνος έφ'

όσον διατηρείται, πέραν των 5 δευτερολέπτων. Έξε αύτων προκύπτει ήμέσως ότι οι κανονισμοί θεωρούν ανθρώπινον τό ρεύμα των 50 mA διερχόμενον διά του ανθρώπινου σώματος επί δσονδήποτε χρονικόν διάστημα.

Αλόψ του κινδύνου τούτου ήκριβώς χρησιμποιούνται αι προαναφερθείσαι συσκευαί έπορεύεως (εμφάσεις ή απότόματοι διακόπται) αι όποίαι διακόπτουν τό ρεύμα, διά του κυρίου κυκλώματος, όταν το ρεύμα διά του ανθρώπινου σώματος υπερβή έφ' ένός τά 50 mA και έφ' έτέρου τό χρονικόν διάστημα των 5 δευτερολέπτων. Έπειδή όμως δύναται να προκύγη επικίνδυνον ρεύμα (δφειλόμενον είς τάσιν ήνω των 50V) και διά χρονικόν διάστημα διόδου μικρότερον των 5 δευτερολέπτων αι χαρακτηριστικαί των χρησιμποιουμένων συσκευών έπορεύεως (αι όποίαι διακόπτουν τό ρεύμα των 50 mA έντός 5 δευτερολέπτων) είναι τισαύται ώστε να διακόπτουν το άς ήνω μεγαλύτερον ρεύμα είς έντιστοίχως μι-



Σχ. 92

μηδενός·
ε·—·
ἀντιστοιχεί τοῦ βαλβιδου καὶ τῶν τοῦχων (τῆς δευ-

Ποιός είναι ο κύριος λόγος που οι άνθρωποι έχουν
αποδοχή για την υγιεινή διατροφή;

ἡ δὲ ἀποκρίσις τοῦ ἀποστόλου ἦν ἡ ἀκριβὴς ἀντιμετώπισις τῆς ἐκείνου ἀπορίας. ὁ ἀπὸ τοῦ ἀποστόλου ἀποκριθεὶς ἐπὶ τῇ ἐκείνου ἀπορίας ἦν ὁ ἀπὸ τοῦ ἀποστόλου ἀποκριθεὶς ἐπὶ τῇ ἐκείνου ἀπορίας.

[illegible]

ՀԱՅԿԱՅԻՆ ԿՈՄՄՈՆԻՍՏԱԿԱՆ ԴՐՈՒՄԻ ՄԱՍԻՆ ԵՐԱՆԻՍՏԱՆԻ ԿՈՄՄՈՆԻՍՏԱԿԱՆ ԴՐՈՒՄԻ ՄԱՍԻՆ

[illegible]

ἐπιδερμίδος, ἡ δὲ ὅλη αἶναι μικροτέρα τῶν 1000 α.
γ.-Ἀντιστάσις τῆς ἐπιδερμίδος .
Ἡ ἀντίστασις αὕτη εἰς τὴν ἀντιστάσιν εἶναι

[illegible]

δὲς δεικνύεται, καὶ εἰς τὸ σχῆμα (92) ἐκ τῶν ἐκπολυ-
των ἐν σαίρῳ ἀντιστοιχῶν :

α. - 'Αντιστάσεις τοῦ σφάλλματος μονώσεως συναιμένης

ΕΠΙΣΤΟΛΗ ΤΗΣ ΑΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΝΑΡΧΟΥΣ
ΕΚΚΛΗΣΙΑΣ ΤΗΣ ΠΟΛΕΩΣ ΤΗΣ ΚΑΝΙΝΑΣ

κλῶφος ἀγρότης τῆς γῆς

2 - Διαχωρισμός

[illegible]

• Story in English, 1 •

43 - Μέτρο προστασίας.

[illegible]

Իմուսացիւն թաւշ սև
 զոր արթը սկսէ շարժալ իմեցեալս խորհուրտեամբ եւ (ի
 -մտքիւն թաւշ շտեմբարահած զոտ շտեմարնայ եւ ոտք
 , փշ) իջիւ շարժուիւ խորհուրտ զմտք, քան զիւ իջըմուն
 -քս արթ շտեմարտիւ խորհուրտ արթնայ զոր զիւն շտեմարտ
 -նայն շտեմարտ իւր, իւր իւրնայն արթնայ զմտք զմտքն
 շտեմարտնայ, իւր իւրնայն արթնայ զմտքն

του ανθράκου.

4 - Γεωμετρία

από το οποίο λαμβάνεται η μέση τιμή της τάσης που υπάρχει στο κύκλωμα. Η μέση τιμή της τάσης που υπάρχει στο κύκλωμα είναι η μέση τιμή της τάσης που υπάρχει στο κύκλωμα. Η μέση τιμή της τάσης που υπάρχει στο κύκλωμα είναι η μέση τιμή της τάσης που υπάρχει στο κύκλωμα.

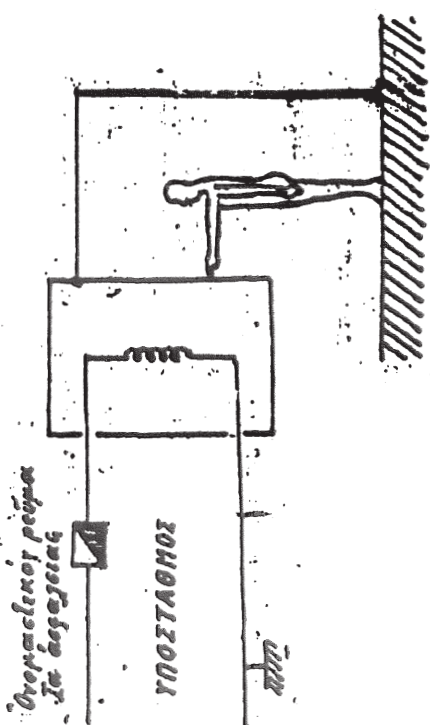


Fig. 93

Η μέση τιμή της τάσης που υπάρχει στο κύκλωμα είναι η μέση τιμή της τάσης που υπάρχει στο κύκλωμα. Η μέση τιμή της τάσης που υπάρχει στο κύκλωμα είναι η μέση τιμή της τάσης που υπάρχει στο κύκλωμα.

Η μέση τιμή της τάσης που υπάρχει στο κύκλωμα είναι η μέση τιμή της τάσης που υπάρχει στο κύκλωμα. Η μέση τιμή της τάσης που υπάρχει στο κύκλωμα είναι η μέση τιμή της τάσης που υπάρχει στο κύκλωμα.

5 - Γεωμετρία

Η μέση τιμή της τάσης που υπάρχει στο κύκλωμα είναι η μέση τιμή της τάσης που υπάρχει στο κύκλωμα. Η μέση τιμή της τάσης που υπάρχει στο κύκλωμα είναι η μέση τιμή της τάσης που υπάρχει στο κύκλωμα.

4,4 - ΚΑΝΟΝΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Ο καθένας γνωρίζει ότι ο ηλεκτρισμός είναι επικίνδυνος ά-
κομη και μοιραϊός δι' εκείνους οι οποίοι δεν κατανοούν και δεν
εφαρμόζουν τους απλούς κανόνες ασφαλείας. Είναι παράδοξο αλλά
άληθές ότι υπάρχουν περισσότερα θύματα, έχοντα σαν αίτιο τον
ηλεκτρισμό, μεταξύ των λίαν πεπειραμένων τεχνιτών και τοῦτο δι-
ότι λόγω υπερβολικής έμπιστοσύνης εις τόν εαυτόν των ή και ά-
διαφορίας, τελικώς παρέβησαν τους βασικούς κανόνες ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ. Ο
πρώτος κανών προσωπικής ασφαλείας ενός εκάστου πάντοτε είναι:

"ΣΚΕΨΟΥ ΠΡΙΝ ΕΝΕΡΓΗΣΗΣ"

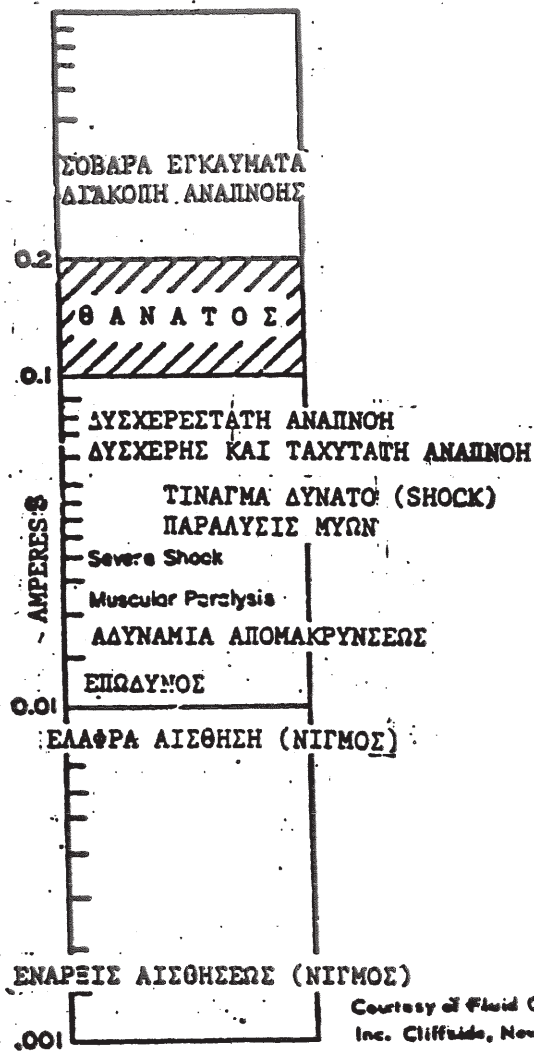
Ο κανών αυτός πρέπει να τηρηται υπό όλων των εργαζομένων
εις την βιομηχανίαν ως επίσης και υπό των εργαζομένων εις τόν
ηλεκτρισμό. Προσέξτε, πάντοτε στην εργασία σας να συνηθήσετε
να ενεργείτε σωστά. Μάθετε να χρησιμοποιήτε όρθως και ασφαλώς
τά εργαλεία. Πρίν αρχίσετε να εργάζεσθε, μελετήσατε πάντοτε έκ
του πλησίον την εργασία και σκεφθείτε τάς διαδικασίας, τάς με-
θόδους και τόν τρόπον χρήσεως ή τοποθετήσεως των εργαλείων, συ-
σκευών και μηχανημάτων. Μή επιτρέπετε να σας αποσπούν την προ-
σοχή κατά την διάρκεια της εργασίας σας και μή αποσπάτε την προ-
σοχή του ασχολουμένου εις επικινδύνους εργασίας προσωπικού. Μή
άστειεύεσθε. Οι άστεϊσμοί και ή άσκοπος κυκλοφορία διασκεδά-
ζουν αλλά πρέπει να γίνονται μακράν των μηχανών του ηλεκτρισμού.
Γενικώς, συμβαίνουν τριών ειδών άτυχήματα, κυρίως μεταξύ των
σπουδαστών του ηλεκτρισμού και των ηλεκτροτεχνιτών* Η γνώση

* Αυται είναι οι ηλεκτροκληξίες, τά έγκαύματα και οι τραυματισμοί έκ των μη-
χνημάτων.

και μελέτη τούτων ως και η τήρηση απλών κανόνων, καθιστούν ασφαλή την εργασία. Ο καθένας δύναται: έτσι να αποφύγη επικινδύνους εμπειρίας που κοστίζουν τόσο σε σωματική αρτιμέλεια όσο και σε χρήμα.

Ι. ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΘΗΣΕΙΣ

Τί συμβαίνει με τις ηλεκτροπληξίες; Είναι μοιραίες; Τα φυσιολογικά αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος δύνανται γενικώς να προβλεφθούν από την ένταση του ρεύματος βάσει του Πίνακος του σχήματος 1.



Physiological Effects of
Electric Currents

Σχήμα 1-1

Σημειώσατε ότι την βλάβη προκαλεί τό μέγεθος της έντάσεως. Έντάσεις άνω των 100 Milliamperes ή μόνο ενός δεκάτου του Ampere είναι θανατηφόροι. Ένας εργάτης ό όποιος έγγίζει άγωγόν έντάσεως 200 Milliamperes, πιθανόν νά έπιζήση εάν τοῦ παρασχεθοῦν άμέσως οι πρώτες βοήθειες. Έντάσεις κάτω των 100 Milliamperes δύνανται νά είναι σοβαρές και έπώδυνες. Κανών άσφαλείας: ΜΗ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΕΤΕ ΟΙΑΝΔΗΠΟΤΕ ΗΛΕΚΤΡΟΠΛΗΞΙΑ.

Τί συμβαίνει μέ την τάση; Άς ίδωμεν τί συμβαίνει μέ την τάση.

Η ένταση έξαρτάται έκ της τάσεως και της αντίστασεως.

Άς μετρήσωμε την αντίστασή σας. Διά τοῦ όμωμέτρου μετρήσατε την αντίστασιν τοῦ σώματός σας μεταξύ των άκολουθών σημείων:

Μεταξύ των χειρῶν _____ Ω (άντίστασις)

Μεταξύ της χειρός και τοῦ ποδός _____ Ω (άντίστασις)

Πλύνετε τά χέρια σας και έτσι ὑγρά καθώς είναι έπαναλάβετε τάς μετρήσεις:

Μεταξύ των χειρῶν _____ Ω (άντίστασις)

Μεταξύ της χειρός και τοῦ ποδός _____ Ω (άντίστασις)

Φυσικά, ή πραγματική αντίσταση, μεταβάλλεται και έξαρτάται έκ των σημείων λήψεως των μετρήσεων και ως ήδη θά διεπιστώσατε έκ της καταστάσεως της έπιδερμίδος και την περιοχή της έπαφής. Σημειώσατε ότι, ή τιμή της αντίστασεως κυμαίνεται εάν πιέζετε όλιγώτερον ή περισσότερον τά βύσματα εις τά σημεία έπαφής. Η αντίσταση της έπιδερμίδος δυνατόν νά κυμαίνεται μεταξύ 250Ω δι' ὑγρά έπιδερμίδα και έκτεταμένη περιοχή έπαφής και 500.000 Ω δι' ξηρά έπιδερμίδα. Λαμβάνοντες τίς προηγουμένως μετρηθεΐσες αντίστασεις τοῦ σώματός σας και τά 100 Milliamperes ως θανατηφόρο ένταση, ὑπολογίσατε τάς τάσεις αί όποΐαι δυνατό νά αποδειχθοῦν μοιραΐες διά τό άτομον σας:

Χρησιμοποιήσατε τόν τύπο $Volts = 0.1 \times Ohms$.

Έπαφή μεταξύ τών δύο χειρῶν (ξηρά επιδερμίδα) _____ Volts

Έπαφή μεταξύ τῆς χειρός καί τοῦ ποδός (ξηρά επιδερμίδα) _____ Volts

Έπαφή μεταξύ τών δύο χειρῶν (ὕγρā επιδερμίδα) _____ Volts

Έπαφή μεταξύ τῆς χειρός καί τοῦ ποδός (ὕγρā επιδερμίδα) _____ Volts

ΜΗ ΠΡΟΣΠΑΘΗΣΕΤΕ ΝΑ ΑΠΟΔΕΙΞΕΤΕ ΤΑ ΑΝΩΤΕΡΩ!!

Κανόνες ἀσφαλείας καί ἀποφυγῆς ἠλεκτροπληξιῶν:

①. ΠΡΟ ΤΗΣ ΕΝΑΡΞΕΩΣ τῆς ἐργασίας, βεβαιωθείτε διὰ τήν κατά-
σταση τῆς συσκευῆς καί τῶν ὑφισταμένων εἰς τήν περιοχὴ κινδύ-
νων. Πολλοὶ κληνηγοὶ ἔχουν φονευθεῖ ἀπὸ ὑποτιθέμενα "ἀδεια" ὀ-
πλα. Πολλοὶ τεχνίτες ἔχουν φονευθεῖ ἀπὸ ὑποτιθέμενα "ἀνευ τά-
σεως" κυκλώματα.

②. ΠΟΤΕ μὴ βασίζεσθε εἰς συστήματα ἀσφαλείας ὡς ἀσφάλειες ,
"ρελέδες" καί συστήματα διακοπῶν. Πιθανόν νά μὴ λειτουργοῦν
καί πιθανόν νά μὴ σὰς προστατεύσουν ὅταν ἀπαιτηθῇ.

③. ΠΟΤΕ μὴν ἀφαιρεῖτε τὴν γείωση ἐκ τῶν τριπολικῶν βυσμάτων.
Ἡ ἐνέργεια αὕτη ἀφαιρεῖ καί τὴν γείωση τῆς τροφοδοτουμένης συ-
σκευῆς καί τὴν καθιστᾷ πιθανὴ ἐστία ἠλεκτροπληξίας.

④. ΜΗ ΕΡΓΑΖΕΣΘΕ ΕΠΙ ΑΚΑΤΑΣΤΑΤΟΥ ΤΡΑΠΕΖΗΣ. "Αγωγοί" συνδέσε-
ων, ἐξαρτήματα καί ἐργαλεῖα, ἀνάμικτα, ὁδηγοῦν εἰς ἀπρόσεξιες ,
βραχυκυκλώματα, ἠλεκτροπληξίες καί ἀτυχήματα. Ἀναπτύξτε συν-
ηθείας ὀργανώσεως καί συστηματοποιήσεως τῶν διαδικασιῶν τῆς ἐρ-
γασίας σας.

⑤. ΜΗ ΕΡΓΑΖΕΣΘΕ ΕΠΙ ΥΓΡΟΥ ΔΑΠΕΔΟΥ. Ἡ ἀντίστασή σας λόγω τῆς
ἐπαφῆς σας μετὰ τοῦ ἐμπέδου ἐλαττοῦται σημαντικῶς. Ἐργάζεσθε
πατώντας ἐπὶ μονωτικοῦ πλαισίου ἢ ἐλαστικοῦ ταπέτου.

⑥. ΜΗ ΕΡΓΑΖΕΣΘΕ ΜΟΝΟΣ. Εἶναι καλὴ συνήθεια νά ὑπάρχει κά-
ποιος κοντὰ σας ὥστε ἐάν ἀπαιτηθῇ νά διακόψῃ τὴν παροχὴ ἐ-

οχύος, νά ἐκτελέσῃ τεχνιτὴ ἀναπνοή καί νά καλέσῃ ἰατρόν.

⑦. ΕΡΓΑΖΕΣΘΕ ΜΕ ΤΟ ΕΝΑ ΧΕΡΙ. Ἡ μεταξὺ τῶν δύο χειρῶν ἐνταση, διασταυρῶναι τὴν καρδιά σας καί εἶναι περισσότερο ἐπικίνδυνος ἐκ τῆς ἐντάσεως μεταξὺ τῆς χειρός καί τοῦ ποδός. Ἐνας σὺμφων τεχνίτης πάντοτε ἐργάζεται διὰ τῆς μιᾶς χειρός.

⑧. ΠΟΤΕ ΜΗ ΣΥΝΟΜΙΛΕΙΤΕ ΕΝΩ ΕΡΓΑΖΕΣΘΕ. Μὴ ἀφήνετε νά σᾶς ἀποσποῦν τὴν προσοχή. Μὴ ὁμιλεῖτε εἰς ἄτομα τὰ ὅποια ἐργάζονται ἐπὶ ἐπικινδύνων συσκευῶν. Μὴ γίνεσθε αἰτίαι ἀτυχημάτων.

⑨. ΜΕΤΑΚΙΝΕΙΣΘΕ ΠΑΝΤΟΤΕ ΑΡΓΑ ὅταν ἐργάζεσθε ἐν μέσῳ ἡλεκτρικῶν κυκλωμάτων. Ἀπότομες καί ταχεῖς κινήσεις ὁδηγοῦν εἰς ἡλεκτροπληξίες καί βραχυκυκλώματα.

II. ΕΓΚΑΥΜΑΤΑ

Τὰ δυστυχήματα λόγω ἐγκαυμάτων, ἂν καί συνήθως δέν εἶναι μοιραία, εἶναι πολὺ ἐπώδυνα. Ἡ διέλευσις τοῦ ρεύματος μέσω ἀντιστάσεων παράγει θερμότητα.

1. Οἱ ἡλεκτρονικὲς λυχνίες ζεσταίνονται ἀρκετὰ ταχέως μετὰ ὀλίγα λεπτά λειτουργίας. Ἀναμείναι νά κρυώσουν πρῶτον ἐπιχειρήσετε νά τίς ἀφαιρέσετε ἀπὸ τὴν βάση τους.

2. Αἱ ἀντιστάσεις θερμαίνονται ἀρκετὰ, εἰδικῶς ἐκεῖνες διὰ τῶν ὁποίων διέρχονται ὑψηλὲς ἐντάσεις. Προσέχετε τὰς ἀντιστάσεις τῶν πέντε καί δέκα Watt. Ἄν ἔλθετε εἰς ἐπαφή θά σᾶς καύσουν τὴν ἐπιδερμίδα τῶν δακτύλων σας. Μὴ τίς πλησιάζετε ἕως ὅτου κρυώσουν.

3. ΝΑ ΕΙΣΘΕ ΠΑΝΤΟΤΕ ΠΡΟΣΕΚΤΙΚΟΙ ΜΕ ΤΟΥΣ ΠΥΚΝΩΤΕΣ. ΠΙΘΑΝΟΝ ΝΑ ΕΙΝΑΙ ΦΟΡΤΙΣΤΕΝΟΙ καί μετὰ τὴν διακοπὴ τοῦ ρεύματος. Δέν θά ὑποστήτε μόνον μίαν ἐπικίνδυνον καί κάποτε μοιραία ἡλεκτροπληξία, ἀλλὰ καί ἐγκαυμα ἐξ ἡλεκτρικῆς ἐκκενώσεως. Ἐάν ἡ ἀναλογουσα τάση τῶν ἡλεκτρολυτικῶν πυκνωτῶν ὑπερβῇ τὰ ὅρια, ἧ ἡ πολικότης των ἀντιστραφῇ, δυνατόν νά ὑπερθερμανθοῦν, ἀκόμη καί νά ἐκραγοῦν.

4. ΠΡΟΣΕΧΕΤΕ ΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΚΟΛΗΤΗΡΙΑ. Μὴ τὰ ἀφήνετε ἐπὶ τῆς τραπέζης ἐργασίας ὅπου πιθανόν νά ἔλθουν τυχαίως εἰς ἐπαφή με

τό χέρι σας ή άλλο σημείο του σώματος σας. Μή τά αποθηκεύετε ενώ είναι ακόμη ζεστά. Κάποιος σπουδαστής χωρίς νά υποψιάζεται ήμπορεε νά τά έγγίξη καί νά καή.

5. Η ΘΕΡΜΗ ΚΟΛΛΗΣΗ είναι ιδιαιτέρως ένοχλητική εάν έλθη εις έπαφή μέ τήν έπιδερμίδα. Αναμείνате έως ότου τά συγκολληθέντα τμήματα κρυώσουν. Όταν έκτελεΐτε άποσυγκόλλήσεις μή σκορπάτε τήν ζεστή κόλληση διότι είναι πιθανόν νά πέση εις τούς όφθαλμούς, τόν ρουχισμό ή τήν έπιδερμίδα τών εργαζομένων δίπλα σας σπουδαστών.

III. ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΙ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ

Η τρίτη κατηγορία τών κανόνων ασφαλείας άφορούν όλους τούς σπουδαστές οι όποιοι χρησιμοποιούν εργαλεία καί μηχανήματα. Αύτή ένδιαφέρει κυρίως τόν τεχνίτη καί τά μαθήματα ασφαλείας άποτελοϋν τήν βάση τής όρθής χρήσεως τών εργαλείων.

1. Μεταλλικές γωνίες καί αίχμηρά άκρα κιβωτίων καί—σκελετών συσκευών εύνανται νά προκαλέσουν τραύματα. Λεμίνате όλα τά αίχμηρά άκρα.

2. Έκλογή άκαταλλήλου εργαλείου διά τήν εργασία δυνατόν νά προκαλέση βλάβη εις τήν συσκευή καί πιθανώς καί τραυματισμούς.

3. Προστατεύσατε καταλλήλως τούς όφθαλμούς σας όταν στιλβώνετε, λειαίνετε καί εργάζεσθε επί θερμών μετάλλων έκ τών οποίων είναι δυνατόν νά άποσπασθοϋν τεμαχίδια.

4. Προστατεύσατε τά χέρια σας καί τόν ρουχισμόν σας όταν χρησιμοποιήτε χημικά υγρά συστοιχιών, χαρακτηρισκά—υγρά καί υγρά στιλβάσεων. Είναι καταστροφικά.

Έπρέπει νά γνωρίζετε τήν θέση όπου είναι τοποθετημένο τό ΚΙΒΩΤΙΟΝ Α' ΒΟΗΘΕΙΩΝ έντός του εργαστηρίου. Έπιμείνате ώστε οιαδήποτε άμυχή ή πληγή νά αντιμετωπίζεται άμέσως, άσχέτως εάν θεωρηται άνευ σημασίας. Είδοποιήσατε δι'οιονδήποτε άτύχημα τόν εκπαιδευτήν σας. Αύτός γνωρίζει τί πρέπει νά πράξη. Έφ' όσον ό σπουδαστής άκολουθεϊ τάς όδηγίας ασφαλείας δέν ύφίστανται σοβαροί κίνδυνοι έκ τής ΠΑΡΟΥΣΗΣ ΚΟΝΣΟΛΑΣ ΠΕΙΡ. ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΕΩΣ.

Έτησίως συμβαίνουν πολλές μοιραίες ήλεκτροπληγίες έκ του παρεχόμενου εις τάς οικίας ήλεκτρικού ρεύματος τών 220V. Η λεπτομερής γνώση, υπό τών εργαζομένων εις τόν ήλεκτρισμό σπουδαστών, τών κανόνων ασφαλείας είναι άπολύτως άναγκαία.

4.5 - ΠΡΟΦΥΛΑΞΕΙΣ ΕΠΙ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΣΕ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΥΠΟ ΤΑΣΗ.

1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗ

⚡ Κίνδυνος ηλεκτροπληξίας.

Σύμφωνα με διεθνείς μελέτες έχει αποδειχθεί ότι η ηλεκτροπληξία, που προκαλείται με τάση που έχει ελάχιστη τιμή 30V RMS ή 42.4 V dc και το ρεύμα που διέρχεται από το σώμα προς την γη υπερβαίνει τα 0,5 mA είναι επικίνδυνη για την υγεία μας.

1.2 ΚΑΝΟΝΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

- Πρίν την είσοδό μας στο εργαστήριο βγάζουμε ωρολόγιο, δακτυλίδια και καδένες χεριών, λαιμού.
- Προσέχουμε τα καλώδια τροφοδοσίας των οργάνων του πάγκου εργασίας να είναι σωστά τοποθετημένα στις συσκευές / μπρίζες, να μην παρουσιάζουν φθορές τα μονωτικά υλικά αυτών.
- Ενεργοποιούμε τα όργανα που θα χρησιμοποιήσουμε (διακόπτης τροφοδοσίας σε θέση εντός {ON}), **χωρίς** να έχουμε συνδέσει ακροδέκτες-probes. Σε περίπτωση αδυναμίας ενεργοποίησης κάποιου οργάνου καλούμε τον υπεύθυνο καθηγητή και αναφέρουμε το πρόβλημα.
- **Προσοχή:** Ποτέ δεν αλλάζουμε θέση στον διακόπτη επιλογής τάσεως δικτύου που τροφοδοτείται η συσκευή και που βρίσκεται συνήθως στην πίσω πλευρά της.
- Απενεργοποιούμε όλα τα όργανα του πάγκου εργασίας (διακόπτης τροφοδοσίας σε θέση εκτός {OFF}).
- Ελέγχουμε όλα τα καλώδια μετά των ακροδεκτών τους να μην παρουσιάζουν φθορές τα μονωτικά υλικά αυτών, καθώς επίσης για τυχόν χαλαρές επαφές των μεταλλικών σημείων. Αντικαταστήσατε τα χαλασμένα.
- Αναφερόμαστε στις οδηγίες χρήσεως των οργάνων όταν δεν είμαστε σίγουροι για κάτι.
- Ρυθμίζουμε πάντα το τροφοδοτικό στην τάση λειτουργίας που απαιτείται **χωρίς** να συνδέσουμε τους ακροδέκτες σ' αυτό.
- Ποτέ δεν πιάνουμε τους ακροδέκτες από τα μεταλλικά μέρη τους παρά μόνο από την μονωτικό υλικό τους.
- Όταν ολοκληρώσουμε την συνδεσμολογία κυκλώματος σε πλακέτα ελέγχουμε:
 - α) Ορθότητα συνδεσμολογίας.
 - β) Τυχόν κακές επαφές.
 - γ) Τυχόν βραχυκυκλώματα.

Όταν πρέπει να τροφοδοτήσουμε κάποιο κύκλωμα με συνεχή τάση {dc Voltage} από τροφοδοτικό προσέχουμε τις πολικότητες (+/-).

- Όταν κάποιο όργανο παρουσιάσει βλάβη κατά την χρησιμοποίησή του, κλείνουμε τον διακόπτη τροφοδοτήσεως εντός/εκτός, {POWER ON/OFF}-θέση διακόπτου εκτός {OFF}.
- Πάντα στο τέλος του μαθήματος, απενεργοποιούμε τα όργανα, αποσυνδέουμε ακροδέκτες πρόμπς, και ταξινομούμε τον πάγκο εργασίας όπως αυτός σας παραδόθηκε.

4.6 - ΠΑΡΟΧΗ ΠΡΩΤΩΝ ΒΟΗΘΕΙΩΝ

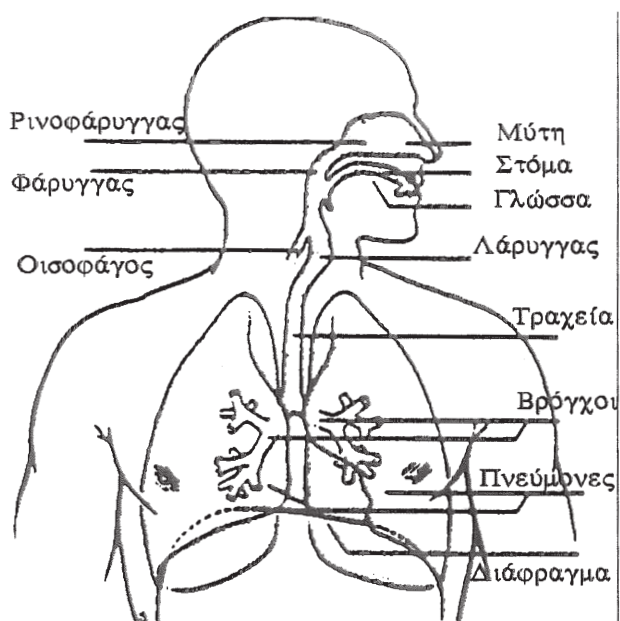
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΓΕΝΙΚΑ.

Οι συχνότερες αιτίες αιφνιδίου θανάτου μπορούν να συνοψισθούν μονολεκτικά ως ακολούθως :

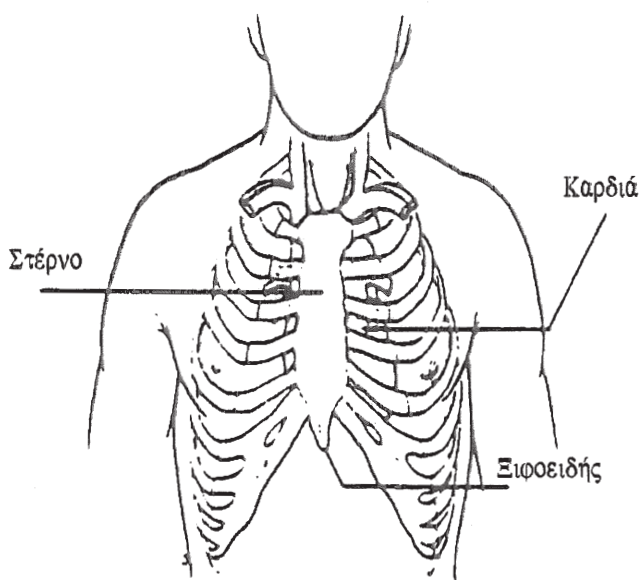
- Καρδιακή ανακοπή.
- Ηλεκτροπληξία.
- Πνιγμός.
- Φαρμακευτικές δηλητηριάσεις.
- Ασφυξία.
- Αντιδράσεις υπερευαισθησίας.

Αυτά τα αίτια θα προκαλέσουν αναμφίβολα θάνατο αν εν τω μεταξύ δεν παρέμβει το ανθρώπινο χέρι για να ανακόψει και να ανατρέψει τον κλινικό θάνατο. Η ταχύτητα παίζει σπουδαίο ρόλο για το αποτέλεσμα της παρέμβασής μας. Κάτι που επίσης μπορεί να βοηθήσει στην τελική έκβαση είναι η έγκαιρη παρέμβαση του συστήματος υγείας της ΣΝΔ.

Γνωρίζοντας ελάχιστα στοιχεία για την ανατομία του αναπνευστικού συστήματος (αεραγωγοί και πνεύμονες) βλέπε σχέδιο 2.1, καθώς και την ανατομική θέση της καρδιάς σχέδιο 2.2 μπορούμε να προσφέρουμε τις πρώτες βοήθειες.



Σχέδιο 2.1: Οι αεραγωγοί



Σχέδιο 2.2: Η θέση της καρδιάς

1.1 Αεραγωγοί

Η πρώτη και πιο σπουδαία ενέργειά σας είναι η αποκατάσταση της βατότητας των αεραγωγών. Η συχνότερη αιτία απόφραξης τους είναι η πτώση της γλώσσας προς τα πίσω. Είναι εύκολη η μετακίνησή της με την απλή προς τα μπρός ανύψωση της γνάθου, που σαν συνέπεια την αποκατάσταση της βατότητας των αεραγωγών.

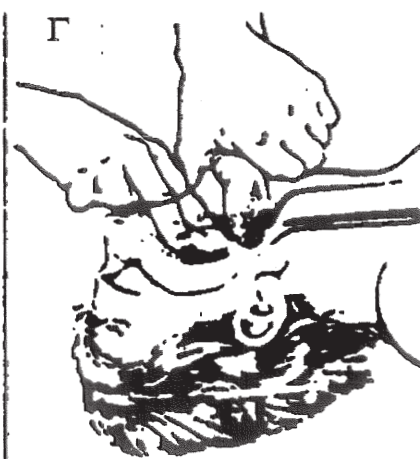
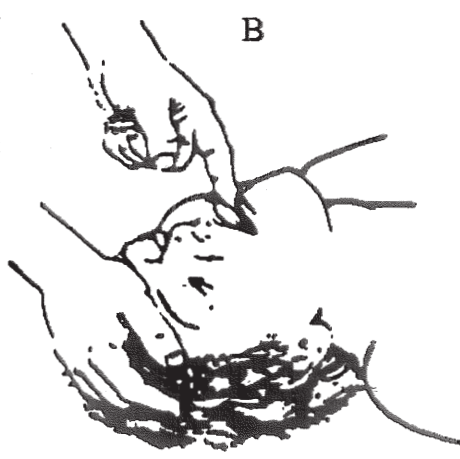


Τρόποι με τους οποίους ανοίγετε το στόμα του αρρώστου :

A. Σταυρωτά δάκτυλα για μετρίως χαλαρωμένους αρρώστους.

B. Δάκτυλο πίσω από τα δόντια για όχι χαλαρωμένους αρρώστους.

Γ. Ανύψωση της γλώσσας και γνάθου εφαρμόζεται μόνο σε πολύ χαλαρωμένους αρρώστους.



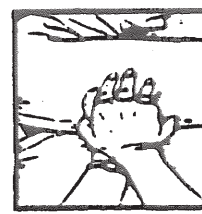
1.2 Αναπνοή

Η δυνατότητα του οργανισμού να επιβιώσει μετά τη διακοπή της αναπνοής είναι μερικά λεπτά, και σύντομα ακολουθεί θάνατος. Η τεχνητή αναπνοή στόμα με στόμα είναι ο συντομότερος & πιο αποτελεσματικός τρόπος χορήγησης οξυγόνου σε κάποιον που δεν έχει αναπνοή. Θυμηθείτε ότι αν ο άρρωστος έχει καρδιακή λειτουργία, το μόνο που πρέπει να κάνετε είναι να του δίνετε τεχνητές αναπνοές 12 ανά λεπτό. Αν όμως δεν έχει τότε πρέπει να κάνετε και καρδιακές μαλλάξεις.



1.3 Κυκλοφορία

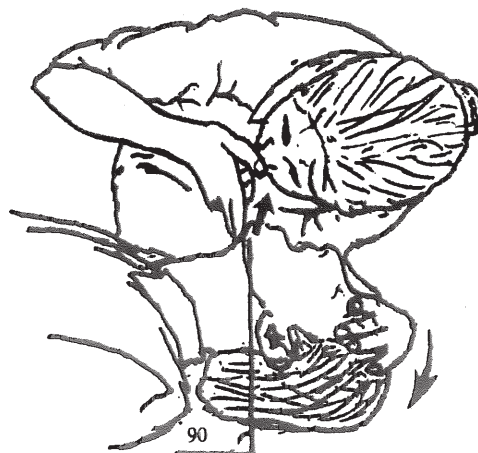
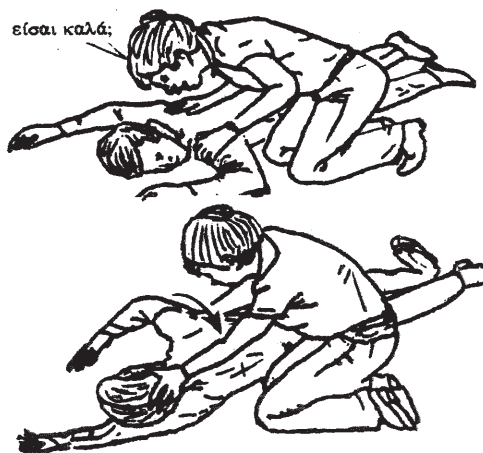
Με εξωτερικές καρδιακές μαλλάξεις εξασφαλίζετε η παροχή αίματος στα ζωτικά όργανα του αρρώστου (καρδιά, εγκέφαλος, πνεύμονες) μέχρι την έναρξη της αυτόματης λειτουργίας της καρδιάς.



1.4 Τεχνητή αναπνοή

Για την εφαρμογή καρδιοαναπνευστικής ανάνηψης.

1. Πρέπει να επιβεβαιώσουμε την απουσία αντιδραστικότητας, σείοντας και φωνάζοντας στο θύμα δυνατά “είσαι καλά;”
- 2,3. Αν το θύμα είναι σε πρηνή θέση να το γυρίσετε σε ύπτια προσέχοντας το κεφάλι και τον αυχένα. Τελικά όλο το σώμα να είναι σε επαφή με στέρεο έδαφος και το κεφάλι του αρρώστου σε κατώτερο επίπεδο από τον κορμό.
4. Γονατίστε στο πλάγιο τον ώμο του αρρώστου έχοντας τοποθετήσει το προς το κεφάλι του αρρώστου χέρι σας στο μέτωπο του (πιέζοντας το προς τα κάτω) και το άλλο σας χέρι είτε κάτω από τον αυχένα είτε κάτω από το πηγούνι ανυψώνοντάς τα. Το πηγούνι πρέπει να ανυψώνεται τόσο ώστε οι οδοντοστοιχίες να είναι σχεδόν κλειστές. Στη συνέχεια γυρίστε το κεφάλι σας προς τα πόδια του αρρώστου έχοντας το αυτί σας ακριβώς πάνω από



το στόμα του. Έτσι θα μπορέσετε να ακούσετε ή να αισθανθείτε τον αέρα που μπαίνει και βγαίνει από τους πνεύμονες και παράλληλα να δείτε αν αναβοκατεβαίνει ο θώρακας. Αν κινείται ο θώρακας χωρίς να αισθάνεστε τον αέρα διερευνήστε τους αεραγωγούς, πρέπει να είναι κλειστοί.

5. Κλείστε την μύτη του αρρώστου με τον δείκτη και τον αντίχειρα του χεριού σας που είναι προς το κεφάλι του, ενώ με το άλλο σας σπρώξτε το πηγούνι. Το χέρι που κλείνει την μύτη εξακολουθεί να κρατά το μέτωπο πίσω. Ανοίξτε το στόμα σας πάρτε μια βαθειά αναπνοή κλείστε με τα χείλη σας το στόμα του αρρώστου ερμητικά και εκπνεύσατε στον πνεύμονα του για 1-1,5 sec. Κάντε το αυτό ακόμη μια φορά, όσο πιο γρήγορα γίνεται ακόμη και πριν συμπληρωθεί η προηγούμενη εκπνοή του αρρώστου. Αν η αναπνοή που δίνετε είναι επιτυχής θα πρέπει να αισθάνεστε στον αέρα που βγαίνει από τον πνεύμονά σας να μπαίνει στον πνεύμονα του αρρώστου με κάποια αντίσταση και να βλέπετε τον θώρακά του να ανεβαίνει.
6. Η καλή εκτίμηση της κυκλοφορίας του αρρώστου είναι απαραίτητη. Ελέγξατε την ύπαρξη καρωτιδικού σφυγμού (με το ένα χέρι ενώ το άλλο εξακολουθεί να βρίσκεται στο μέτωπο του αρρώστου) στο πλάγιο του λάρυγγος.
7. Αν υπάρχει και άλλος κοντά σας πέστε του να τηλεφωνήσει επειγόντως στο 2384 (Θεραπευτήριο ΣΝΔ).
8. Η σωστή τοποθέτηση των χεριών έχει μεγάλη σημασία για την αποφυγή επιπλοκών από τις εξωτερικές καρδιακές μαλλάξεις.



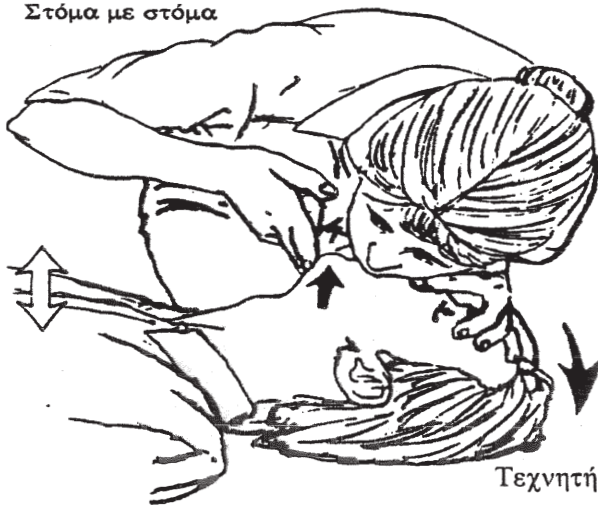
Για να αρχίσετε τον α κύκλο: με το χέρι σας - συγκεκριμένα με το μέσο δάκτυλο- εντοπίζετε το πλευρικό τόξο & εν

συνεχεία την ξιφοειδή απόφυση. Ο δείκτης αυτού του χεριού σας βρίσκεται κολημμένος του αντίστοιχου μέσου δακτύλου σας που ψηλαφά την ξιφοειδή Δίπλα απ'τον δείκτη σας τοποθετείτε τον καρπό του χεριού σας που είναι προς το κεφάλι του αρρώστου. Στη συνέχεια πάνω σ'αυτό το χέρι τοποθετείτε το άλλο σας και είστε έτοιμος για μαλλάξεις.

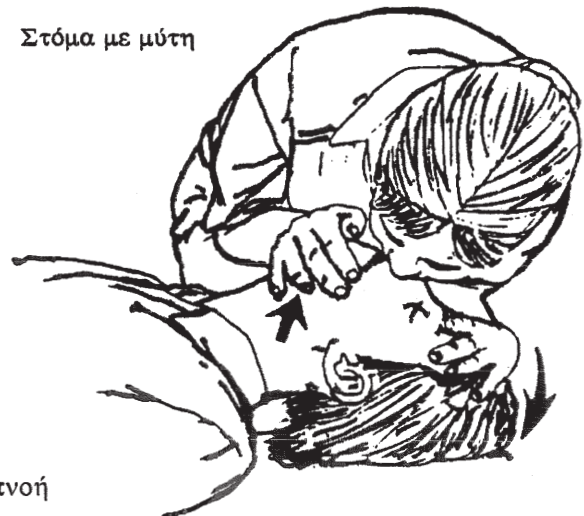
Η θέση του σώματός σας: Το βάρος του σώματός σας πρέπει να ασκείται με τεντωμένους τους αγκώνες έτσι ολόκληρο το άνω άκρο να είναι κατακόρυφο προς το θώρακα του αρρώστου. Ένας καλός τρόπος μέτρησης του χρόνου είναι να λέτε από μέσα σας ένα- και - δύο - και - τρία κ.λ.π. Κάθε αριθμός αντιστοιχεί περίπου σε 1sec. Πιέστε κάθε φορά ομοιόμορφα τόσο που ο θώρακας να κατεβαίνει 3,8 έως 5cm με μια συχνότητα 80-100 μαλλάξεις ανά λεπτό. Ο λόγος χρόνου αποσυμπίεσης πρέπει να είναι 0,5:0,5. Κάθε 15 μαλλάξεις πρέπει να συνοδεύονται από 2 τεχνητές αναπνοές που γίνονται όπως περιγράφηκε πιο πάνω. Αν επανέλθει ο σφυγμός και όχι η αναπνοή συνεχίστε τεχνητή αναπνοή.



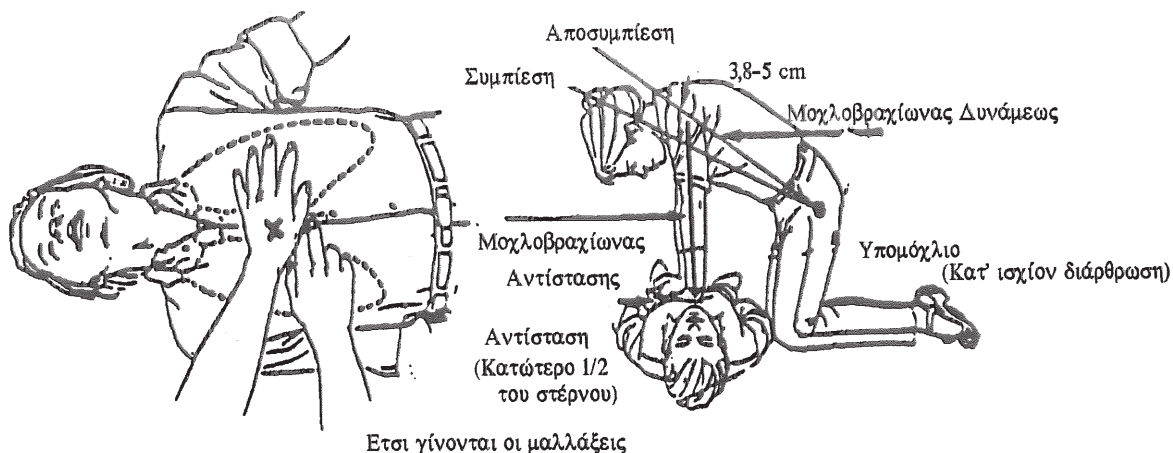
Στόμα με στόμα



Στόμα με μύτη



Τεχνητή Αναπνοή



2. ΗΛΕΚΤΡΟΠΛΗΞΙΑ

Γενικά.

Ηλεκτροπληξία είναι οι βλάβες που επέρχονται κάτωπιν διόδου του ηλεκτρικού ρεύματος από το ανθρώπινο σώμα.

ΠΡΟΣΟΧΗ!

Αυτό που σκοτώνει στον ηλεκτρισμό είναι η ένταση (ρεύμα) και όχι η τάση.

Συμπτώματα.

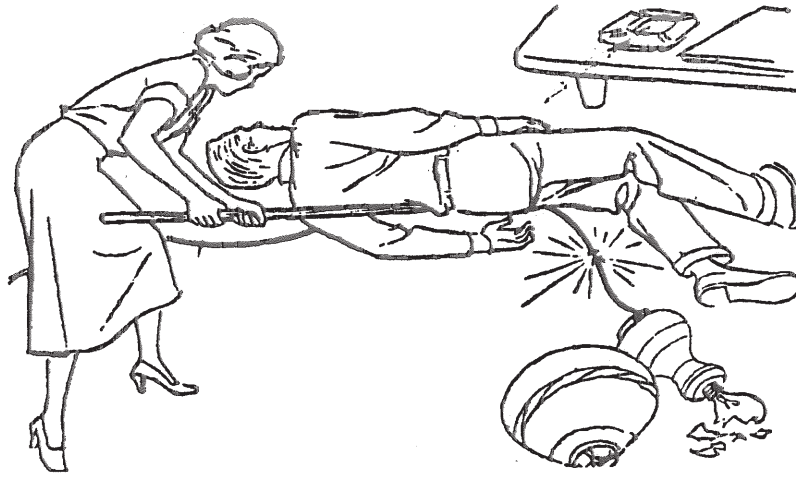
Στο μέρος της εισόδου του ηλεκτρικού ρεύματος, το σώμα είναι σκληρό, ακίνητο, δεν τρέχει αίμα, δεν εμφανίζει σημεία φλεγμονής.

Γενικά:

- Συσπάσεις σε ολόκληρο το σώμα.
- Δύσπνοια.
- Το πρόσωπο ιδρωμένο και από το στόμα τρέχει αφρός.
- Το πρόσωπο εμφανίζει κυάνωση.
- Παραλύσεις στα κάτω άκρα.

Θεραπεία.

Αμέσως διακόπτουμε το ηλεκτρικό ρεύμα με τον διακόπτη ή κόβουμε τον αγωγό, αφού λάβουμε τις κατάλληλες προφυλάξεις (δεν θα αγγίξουμε το καλώδιο ή τον πάσχοντα). Βλέπε σχέδιο 2.3.



Σχέδιο 2.3. Απομάκρυνση ατόμου από ηλεκτρικό αγωγό.

Απελευθερώνουμε τον πάσχοντα από τον ηλεκτρικό αγωγό αφού φορέσουμε ελαστικά μονωτικά γάντια ή με οτιδήποτε μονωτικό υλικό βρούμε στον χώρο, βγάζοντας τον αγωγό από το χέρι του, γιατί πολλές φορές, λόγω της συσπάσεως, κρατάει τον αγωγό. Μετά την απομάκρυνσή του από το σημείο του συμβάντος:

- Βγάζουμε τα ρούχα του αρρώστου.
- Παρέχουμε συνέχεια τεχνική αναπνοή και καρδικές μαλλάξεις.
- Φροντίζουμε να ειδοποιηθεί το ιατρικό προσωπικό της ΣΝΔ από κάποιον άλλο και ΟΧΙ από εσάς που παρέχονται οι πρώτες βοήθειες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

5.1 - ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Διά τήν εξέτασιν τῶν ηλεκτρικῶν φαινομένων ὡς ἐπίσης καί διά τήν ἐκτίμησιν, τήν παραγωγήν, τήν διανομήν καί τήν κοστολόγησιν τοῦ ηλεκτρικοῦ ἔργου πρέπει νά μετρήσουμε τά ποσά τά ὅποια ὑπεισέρχονται (λαμβάνουν μέρος) στίς κατάστάσεις πού ἀνωτέρω ἀναφέραμε.

Ἡ Μέτρησις εἶναι σύγκρισις, δηλαδή μετρῶ σημαίνει συγκρίνω. (Θέλω π.χ. κάποιος νά μετρήσῃ τό μήκος ἐνός δωματίου, τότε συγκρίνει πόσας φορές ἓνα γνωστό μέγεθος μήκους (μέτρον) περιέχεται στό ἄγνωστο μήκος πού θέλει νά μετρήσῃ). Συνεχῶς στήν καθημερινή ζωή μᾶς εἶναι ἀπαραίτητες οἱ μετρήσεις παντός εἴδους καί πάσης μορφῆς, μετρώμε τήν θερμοκρασίαν, τήν πίεσιν, τήν ταχύτητα, τήν νέφωσιν, τό ὕψος βροχῆς, τόν πληθυσμόν μιᾶς χώρας, πόλεως ἢ χωριοῦ, τίς γεννήσεις, τοὺς θανάτους, τήν ἔντασιν τοῦ ρεύματος, τήν τάσιν κ.τ.λ. διαρκῶς μετροῦμε.

Ἡ μέτρησις ηλεκτρικῶν μεγεθῶν δέν εἶναι τόσο ἀπλή ὥπως ἡ μέτρησις μηκῶν, ἐπιφανειῶν κ.τ.λ. ἔστι ἐνῶ διά τήν μέτρησιν τοῦ μήκους ἀρκεῖ ἓνα πολύ ἀπλό μέτρον διά τήν μέτρησιν ηλεκτρικῶν μεγεθῶν ἀπαιτοῦνται εἰδικά ὄργανα μετρήσεων μέ εὐκαθεῖ μετρητικά τμήματα.

Διά νά δυνάμεθα ὀρθῶς νά ἐκτελοῦμε τὰς μετρήσεις πρέπει νά γνωρίζωμε τὰς ιδιότητας καί τὰς δυνατότητας χρησιμοπορήσεως τῶν ὀργάνων μετρήσεων καί τῶν μεγεθῶν τά ὅποια μετρᾶμε, ὡς ἐπίσης καί ποιά μέθοδος μετρήσεως εἶναι ἡ πλέον κατάλληλος νά χρησιμοποιηθῇ εἰς ἐκάστην περίπτωσιν.

5.2

Λίτλαι αἱ ὅποται προκαλοῦν σφάλματα εἰς τὰς μετρήσεις.

Τά ὄργανα μετρήσεως καί συγκρίσεως πού μεταχειριζόμεθα διά τῆς μετρήσεως δέν εἶναι ἀπολύτως ἀκριβῆ τά δέ ἀποτελέσματα τῶν εἶναι μόνον προσεγγιζόντως ὀρθά. Διά τόν λόγον αὐτόν προκαλοῦνται σφάλματα τά ὅποια διακρίνομεν εἰς σφάλματα κατασκευῆς, ἐπιδράσεως, συνδεσμολογίας καί ὑποκειμενικά (προσωπικά).

τάς αναγνωσόμεναι διά τῶν ὀφθαλμῶν ἢ θά τὰς ἀκούσμεν διά τῶν ὠτῶν, δύναται νά προκληθοῦν πολλὰ σφάλματα, εἴτε λόγω ἀπροσεξίας τοῦ ἐκτελούντος τήν μέτρησιν εἴτε ἀκόμη λόγω κακῆς λειτουργίας τῶν ὀργάνων τοῦ ἀνθρώπου (κακή ὁράσις - κακή ἀκοή).

5.3 - Ὅρια σφαλμάτων καί ἀκρίβεια ὀργάνων

(I) Ὅρια σφαλμάτων ὀνομάζομεν τά ὅρια ἐντός τῶν ὁποίων πρέπει πρακτικῶς νά εὐρίσκωνται τά σφάλματα πᾶ ὅποια συμβαίνουν κατά τήν ἐκτέλεσιν τῶν μετρήσεων ὑπὸ ὁρισμέναις ἐκ τῶν προτέρων γνωστάς συνθήκας χρησιμοποίησεως τοῦ ὀργάνου.

(II) Ἡ ἀκρίβεια τοῦ ὀργάνου μᾶς δίδει τὸ πόσον ἀκριβὲς εἶναι τὸ ἀποτέλεσμα ἐκ μετρήσεως. Τήν ἀκρίβειαν ταύτην εἶναι δύσκολον νά τήν ἐκφράσωμεν μέ ἕναν μόνον ἀριθμὸν ὁ ὁποῖος μάλιστα καθίσταται τόσο μεγαλύτερος ὅσον μεγαλύτερα ἀκρίβεια ἀπαιτοῦμεν ἀπὸ τὸ ὄργανον. Διὰ τοῦτο ἐν συνδυασμῷ μέ τὸν ἀριθμὸν ὁ ὁποῖός μᾶς ἐκφράζει τήν ἀκρίβειαν, χρησιμοποιοῦμεν διὰ τὸν προσδιορισμὸν αὐτοῦ καί τὰς λέξεις : ΣΩΛΛΑΜΑ - ΟΡΙΑ ΣΕΛΕΚΤΟΣ - ΑΝΑΚΡΙΒΕΙΑ - ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΣ ἢ τήν διεθνή διὰ τήν τεχνικὴν λέξιν TOLERANZ (ἀνοχή).

(III) Ἀκρίβεια μετρήσεως . Πρὶν ἐρχίσμεν τὰς μετρήσεις πρέπει νά γνωρίσωμεν πᾶ ἀκρίβεια εἶναι ἐπιθυμητή ἢ ἀνάγκη δι' ἐκάστην περίπτωσιν, τότε δέ καί μόνον τότε δυνάμεθα νά ἐκλέξωμεν τὸ κατάλληλον ὄργανον ἢ τήν κατάλληλον μέθοδον μετρήσεως. Ἐπάρχουν μέθοδοι μετρήσεως λίαν ἀκριβεῖς ἀλλὰ διὰ νά τὰς ἐκτελέσωμεν ἀπαιτεῖται πολὺς χρόνος καί μεγάλης χρηματικῆς τιμῆς ὄργανα, ἀντιθέτως διὰ πολλὰς μετρήσεις εἰς τὰς ὁποίας δέν ἀπαιτεῖται μεγάλη ἀκρίβεια, ἀρκοῦν ἀπλᾶ σκεπτικῶς εὐθηρὰ ὄργανα καί ἐλάχιστος χρόνος. Ἐν παράδειγμα θά ἀκολουθεύσῃ τήν κατανοήσιν τῶν ἀνωτέρω. Ἐνα ἄμπερόμετρον μέ 5 καί 10 % σφάλμα μετρήσεως, ἀρκεῖ διὰ κινητήρας εἰς τὰς ὁποίας ἐπιθυμοῦμεν τήν υπερφόρτισιν τῶν . Ἀντιθέτως ἡ ἀκρίβεια τῶν ὀργάνων τὰ ὅποια χρησιμοποιοῦνται διὰ τήν μέτρησιν τοῦ βαθμοῦ ἀποδόσεως, τοῦ ἔργου, ἢ αὐτῶν τὰ ὅποια ἀπαιτοῦνται διὰ πειραματικὰ ἐργαστήρια πρέπει νά εἶναι πολὺ μέγλη. Διὰ τὰς περισσοτέρας τῶν μετρήσεων, ἀρκεῖ γενικῶς μιὰ ἀνοχή, περίπου 1%, διὰ νά ἐννοήσωμεν δέ καλύτερον τήν διαφοράν ἀπὸ τὰς μετρήσεις ἀκριβεστάς, θά ἀναφέρωμεν ὅτι δυνά-

μεθα νά ἐκτελέσωμεν ἡλεκτρικὰς μετρήσεις μέ ἀκρίβειαν 0,0001%.

5.4 - Εἶδη σφαλμάτων

(I) Ἀπόλυτον σφάλμα . Ὅς συμβαίνει πάντοτε ὅταν ἐκτελούμε μετρήσεις, τὸ ἀποτέλεσμα τῶν μετρήσεών μας δέν εἶναι ποτὲ τὸ πραγματικόν, διότι μᾶς εἶναι ἀδύνατον νά ἀποφύγωμεν σφάλματα τὰ ὅποια ὀφείλονται ὡς ἀναφέρθη ἀνωτέρω εἴτε εἰς ἀπροσεξίαν εἴτε εἰς ἀτελείας τῶν ὀργάνων μετρήσεως κ.λ.π. Ἐάν ἡ ἀληθὴς τιμὴ ἑνὸς μεγέθους εἶναι Α, ἡμεῖς μέ τήν μέτρησιν θά εὐρίσκωμεν μίαν τιμὴν Λ, ὅποτε τὸ ἀπόλυτον σφάλμα εἶναι ἴσον πρὸς τήν εὐρεθεῖσαν λαθασμένην τιμὴν Λ ἡλ. τῶν μέν κατὰ τήν ἀληθὴν τοιαύτην Α. Ἦτοι Ἀπόλυτον σφάλμα = μετρηθεῖσα λαθασμένη τιμὴ - ἀληθὴς τιμὴ, δηλαδή

$$\Sigma = \Lambda - A \quad (1)$$

Τὸ σφάλμα εἶναι θετικόν ὅταν ἡ λαθασμένη τιμὴ εἶναι μεγαλύτερα ἀπὸ τήν ἀληθὴν ($\Lambda > A$) ἄλλως εἶναι ἀρνητικόν.

Τὰ σφάλματα εἶναι δυνατόν προσέτι νά τὰ διακρίνωμεν εἰς συστηματικά καί εἰς τυχαία σφάλματα.

α) Συστηματικά εἶναι τὰ σφάλματα τὰ ὅποια ὡς ἀνεφερέη ἀνωτέρω ὀφείλονται εἰς τὰς ἐπιδράσεις τοῦ περιβάλλοντος, αἱ ὁποῖαι δύναται νά μετρηθοῦν δι' ὀργάνων μετρήσεως.

β) Τυχαία εἶναι τὰ σφάλματα τὰ ὅποια προέρχονται ἐξ ἀκαθορίστων μεταβολῶν τῶν μεγεθῶν τοῦ περιβάλλοντος αἱ ὁποῖαι δέν δύναται νά καθορισθοῦν, λόγω σφαλμάτων παρατηρήσεως καί τέλος σφάλματα ὀφειλόμενα εἰς μὴ ἐλεγχόμενας μεταβολὰς τῶν ὀργάνων μετρήσεως.

Παρατηρήσεις

Διὰ διορθώσεως δυνάμεθα νά ἐξουδετερώσωμεν μόνον τὰ συστηματικά σφάλματα, ἀλλὰ εἰς οὐδεμίαν ὁμῶς περίπτωση ἐξουδετεροῦνται τὰ τυχαία.

(II) Σχετικόν σφάλμα . Τὸ σφάλμα τὸ ὁποῖον μᾶς ἐνδιαφέρει εἰς τὰς μετρήσεις εἶναι συνήθως τὸ σχετικόν σφάλμα σκαί τοῦτο δέ εἶναι τὸ πηλίκον τοῦ ἀπολύτου σφάλματος πρὸς τήν ἀληθὴν τιμὴν τοῦ μετρουμένου μεγέθους δηλαδή :

$$\text{σχετικόν σφάλμα} = \frac{\text{Απόλυτον σφάλμα}}{\text{Αληθής τιμή}} = \frac{A - A}{A} = \sigma \quad (2)$$

Τό επί τοις εκατόν σφάλμα είναι τό εκατονταπλάσιον τοῦ σχετικοῦ σφάλματος ἥτοι

$$\text{Σφάλμα επί τοις εκατόν} = 100 \frac{A - A}{A} = 6\% \quad (3)$$

π.χ. ἐπιθυμοῦμεν νά μετρήσωμεν τάσιν τῆς ὁποίας ἡ ἀληθής τιμή εἶναι 50 V καί ἔστω ὅτι μέ τήν μέτρησιν εὐρίσκωμεν 51 V τότε:

$$\text{Απόλυτον σφάλμα} = \Sigma = 51 \text{ V} - 50 \text{ V} = 1 \text{ V}.$$

$$\text{Σχετικόν σφάλμα} = \sigma = \frac{51 \text{ V} - 50 \text{ V}}{50 \text{ V}} = \frac{1}{50} \text{ V} = 0,02 \text{ V}$$

$$\text{Επί τοις εκατόν σφάλμα} = \sigma\% = 0,02 \times 100 = 2\%.$$

Τό σχετικόν σφάλμα τό ὀνομάζωμεν καί ἀκριβείαν τῆς μετρήσεως. Αὐτονόητον εἶναι ὅταν ὅσο μικρότερον εἶναι τό σφάλμα ἐπὶ τοις εκατόν τόσον ἀκριβεστέρα εἶναι ἡ μέτρησις συγκρίτως ὅπως ὡς ἀνεφάρθη ἡ μέτρησις εἶναι καί ἡ περισσότερον ἀπανηρό.

(III) Σφάλμα ἐνδείξεως εἶναι τό ἐπὶ τοις εκατόν σφάλμα ἐνός ὀργάνου μέ δείκτην, δηλαδή ἡ ἐπὶ τοις εκατόν διαφορά μεταξὺ τῆς τιμῆς τήν ὅποیان δεικνύει τό ὄργανον καί τῆς ἀληθοῦς τιμῆς τοῦ μετρουμένου μεγέθους. Τό σφάλμα τοῦτο δίδεται ἐπὶ τοις εκατόν τῶν τιμῶν τῆς κλίμακος μετρήσεως ἡ ἐπὶ τοις εκατόν τοῦ μήκους τῆς κλίμακος μετρήσεως ἡ ἐπὶ τοις εκατόν τῆς ὀρθῆς τιμῆς τοῦ μετρουμένου μεγέθους.

(IV) Σφάλμα ἐγγραφῆς εἶναι τό ἐπὶ τοις εκατόν σφάλμα ἐνός καταγραφικοῦ ὀργάνου. Δίδεται ἐπὶ τοις εκατόν τῶν τιμῶν τῆς κλίμακος μετρήσεως ἡ ἐπὶ τοις εκατόν τοῦ πλάτους ἐγγραφῆς ἡ ἐπὶ τοις εκατόν τῆς ὀρθῆς τιμῆς τοῦ μετρουμένου μεγέθους.

3.5 - Διόρθωσις σφάλματος.

Ἡ διόρθωσις τήν ὁποίαν πρέπει νά ἐπιφέρωμεν εἰς μέσον,

μετρηθεῖσαν τιμήν μεγέθους εἶναι ἴση πρὸς τήν τιμήν τοῦ ἀπολύτου σφάλματος ἀλλά μέ ἀντίθετον ἀλγεβρικόν σημεῖον ἥτοι:

$$\text{Διόρθωσις} = \Delta = - \text{Απόλυτον σφάλμα}$$

Ἀληθῆς τιμή = λαμβασμένη τιμή + Διόρθωσις

$$A = A + \Delta \quad (4)$$

5.6 - Μέσος ὀρος.

Ἐάν ἐκτελέσωμεν ν τό πλῆθος μετρήσεις καί εὐρωμεν ἀντιστοίχως τάς τιμάς $A_1, A_2, \dots, A_n$ τότε ὀνομάζωμεν ἀριθμητικόν ἡ γραμμικόν μέσον ὅρον τήν παρόστασιν

$$D = \frac{A_1 + A_2 + \dots + A_n}{n} = \frac{\Sigma A}{n} \quad (5)$$

ἐάν λάβωμεν ὡς ὀρθήν τήν τιμήν D καί σχηματίσωμεν τάς διαφοράς

$$\delta_1 = |A_1 - D| \quad \delta_2 = |A_2 - D| \dots \delta_n = |A_n - D| \quad \text{τότε τό μέσον σφάλμα εἶναι}$$

$$\delta_D = \frac{\delta_1 + \delta_2 + \dots + \delta_n}{n} = \frac{\Sigma(\delta)}{n} \quad (6)$$

5.7 -

Παρόστασις τῶν ἀποτελεσμάτων τῆς μετρήσεως.

α) Ἀριθμητική παρόστασις.

Διὰ τήν ἐξαγωγήν τῆς ἀκριβεῆς ἐνός ἀποτελεσματος εἰρᾶς μετρήσεων εὐρίσκομεν τόν μέσον ὅρον καί ἀκολουθῶς τό μέσον σφάλμα. Οὕτω τό ἀποτελεσμα τῶν μετρήσεων δίδεται ἀπό τόν τύπον:

$$X = D \pm \delta_D = \frac{\Sigma(A)}{n} \pm \frac{\Sigma(\delta)}{n} \quad (7)$$

Παράδειγμα. Κατά τήν μέτρησιν μιᾶς ἀντιστάσεως ἐλάβωμεν τάς ἐξῆς τιμάς κατὰ σειράν $R_1 = 83,8 \Omega$, $R_2 = 84,4 \Omega$, $R_3 = 85,9 \Omega$. Ζητεῖται ἡ τιμή τῆς ἀντιστάσεως.

Κατά τάς ἐξισώσεις (5), (6) καί (7) ἔχομεν:

Μαγνητική επαγωγή	B	Gauss	0	Vs/cm ²
Ένταση ηλεκτρικού πεδίου	E	Volt/cm	-	V/cm
Ένταση μαγνητικού πεδίου	H	Ampere/cm	-	A/cm
Είδικη ηλεκτρική αγωγιμότητα	1/R	Siemens	S	A/V
Συχνότητα	f	Hertz	Hz	I/S

γ) Μονάδες έργου.

$$\begin{aligned}
 1 \text{ Kwh} &= 1 \text{ ώριατον κιλοβάτ} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J} = 0,85984 \cdot 10^3 \text{ Kcal} = \\
 &= 1,3596 \text{ PSh} = 3,6708 \cdot 10 \text{ Kgm} \\
 1 \text{ PSh} &= 1 \text{ ώριατος ίππος} = 2,7 \cdot 10 \text{ Kgm} = 2,6478 \cdot 10^6 \text{ J} = \\
 &= 0,7355 \text{ Kwh} = 6,324 \cdot 10^2 \text{ Kcal} \\
 1 \text{ Vs} &= 1 \text{ δευτερόλεπτιον βάττ} = 1,0019 \text{ J} \\
 1 \text{ Kcal} &= 1 \text{ κιλοκαλορη} = 1 \text{ μεγάλη θερμής} = 1000 \text{ cal} = \frac{1}{860} \text{ Kwh} = \\
 &= 4,1868 \cdot 10^3 \text{ J} .
 \end{aligned}$$

$$1 \text{ BTU} = 1 \text{ Btu} = 1 \text{ you (αγγλική μονάδα)} = 0,2520 \text{ Kcal}$$

$$\begin{aligned}
 1 \text{ J} &= 1 \frac{\text{Kg m}^2}{\text{s}^2} = 1 \text{ VAS} = 1 \text{ WS} = 2,7778 \cdot 10 \text{ Kwh} = 2,3885 \cdot 10^{-7} \text{ Kcal} \\
 &= 3,7767 \cdot 10^{-6} \text{ PSh} .
 \end{aligned}$$

$$1 \text{ erg} = 1 \frac{\text{cm}^2}{\text{s}^2} = 1 \text{ dyn cm} = 10^{-7} \text{ J}$$

$$1 \text{ Kgm} = 9,80665 \text{ J} = 2,7241 \cdot 10^{-6} \text{ Kwh} = 2,3423 \text{ Kcal} = 3,7037 \cdot 10^{-6} \text{ PSh}$$

ε) Μονάδες Δυναμίας.

$$\begin{aligned}
 1 \text{ N} &= 1 \text{ Newton} = 1 \text{ Νιούτον} = 1 \frac{\text{Joule}}{\text{m}} = 1 \text{ N} = 10^5 \text{ dyn} \\
 100 \text{ N} &= 100 \text{ Newton} = 1 \frac{\text{Joule}}{\text{cm}} = 10^7 \text{ dyn}
 \end{aligned}$$

$$1 \frac{\text{erg}}{\text{cm}} = 1 \text{ dyn} = 10^{-5} \text{ N}$$

ε) Μονάδες Ισχύος

$$1 \text{ W} = 1 \text{ Watt} = 1 \frac{\text{Joule}}{\text{s}} = 1 \text{ VA} = 10^7 \frac{\text{erg}}{\text{s}}$$

$$1 \text{ PS} = 75 \frac{\text{Kgm}}{\text{s}} = 735,75 \text{ W}$$

$$1 \text{ KW} = 1,3596 \text{ PS} .$$

5.9 -

Κατηγορίες ηλεκτρικών μετρήσεων

Τās ηλεκτρικές μετρήσεις τās διακρίνονται εις τρεις κατηγορίας :

α) Μετρήσεις άκριβείας ή έργαστηριακά μετρήσεις.

Αι μετρήσεις αυτού του είδους γίνονται εις τὰ έθνηκά έργαστήρια προτύπων των διαφόρων χωρών, τὰ όποια έχουν ως κύριον σκοπόν την συντήρησιν, καί επανακατασκευήν των προτύπων (τά περισσότερον γνωστά έργαστήρια αυτού του είδους είναι τὸ National Physical Laboratory, Άγγλ(ας) καί τὸ Bureau of Standards των U.S.A). Κατά τās μετρήσεις άκριβείας λαμβάνομεν όλα τὰ μέτρα διά τόν περιορισμόν των σφαλμάτων εις τὸ ελάχιστον μή ενδιαιφερόμενοι διά δαπάνας καί απώλειαν χρόνου. Η άκριβεία των μετρήσεων αυτών φθάνει πολλές φορές τὸ 1/10⁶ είναι δέ πάντως μεγαλύτερα του 1-2/10⁴ (ιδέ έπίσης παράγραφον 3 III).

β) Τεχνικά μετρήσεις

Στις μετρήσεις αυτές, ή άκριβεία δέν είναι μεγαλύτερη από την απαιτούμένη διά τόν σκοπόν διά τόν όποιον εκτελείται μέτρησης καί τούτο διά τόν περιορισμόν των δαπανών εις τὸ ελάχιστον. Είς αυτές τās μετρήσεις επιτρέπεται ένα σάγμα με-
ταξύ 1/1000 - 1/10000 .

γ) Βιομηχανικά μετρήσεις.

Οι μετρήσεις τής κατηγορίας αυτής γίνονται διά την έ-
ξυπηρέτησιν έγκαταστάσεων παραγωγής, μεταφοράς καί διανομής, γίνονται δέ εις έργαστήρια ή απ' εύθελας εις τās εγκαταστάσεις. Η άκριβεία εις αυτές τās μετρήσεις δέν χρειάζεται να είναι μεγαλύτερα από 1/100 διά να αποφεύγωμεν τās μεγάλας δαπάνας (άκριβά όργανα) καί την απώλειαν χρόνου.

6.1 - Κύρια μέρη των οργάνων μετρήσεων

α) Τμήμα μετρήσεως αυτό αποτελείται από τὰ μέρη πού παρέχουν τὴν κίνηση καὶ ἀπὸ τὰ μέρη τῶν ὁσίων ἢ κινήσεως ἢ ἡ θέσις ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν τιμὴν τοῦ μεγέθους τὸ ὁποῖον μετρᾶμε.

β) Κυρίως ὄργανον μετρήσεως εἶναι τὸ τμήμα μετρήσεως μαζί με τὸ περίβλημα καὶ τὰ πιδανῶς ἀκολουθοῦντα συμπληρωματικά τμήματα. (*ή κινητό μέρος*)

γ) Κινοῦμενον ὄργανον εἶναι ἓνα μέρος τοῦ τμήματος μετρήσεων τοῦ ὁποῦ ἢ κίνησης ἢ ἡ θέσις ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν τιμὴν τοῦ μεγέθους τὸ ὁποῖον μετρᾶμεν.

δ) Συμπληρωματικά τμήματα εἶναι τὰ τμήματα τὰ ὅποια μαζί με τὸ τμήμα μετρήσεως ἀποτελοῦν τὸ ὅλον ὄργανον μετρήσεως ὅπως αἱ ἀντιστάσεις, αὐτεκαγωγαί, πυκνωταί, καλώδια συνδέσεως, μετασχηματισταί κ.τ.λ.

ε) Πεδόν ἐνδεξέως εἶναι ὁλόκληρος ἡ κλίμαξ τοῦ ὄργανου.

στ) Πεδόν μετρήσεως εἶναι μόνον ἐκεῖνο τὸ τμήμα τῆς κλίμακας τὸ ὁποῖον μᾶς δίδει τὴν ἀπαιτούμενην ἀκριβείαν πού ἐπιζητοῦμε ἀναλόγως μετὰ τὸ εἶδος τῆς μετρήσεως τὴν ὁποίαν ἐπελοῦμεν.

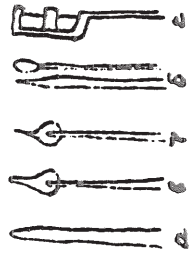
6.2 - Γενικά κατασκευαστικά στοιχεία τῶν οργάνων μετρήσεως.

α) Εὐκάθεια τοῦ ὄργανου ὀνομάζομεν τὸν λόγον τῆς παρατηρηθείσης μετακινήσεως τοῦ δείκτου τοῦ ὄργανου πρὸς τὴν μεταβολὴν τῆς τιμῆς τοῦ μετρουμένου μεγέθους ἢ ὁποῖα ἐπρόκειτο νὰ μετακίνησιν αὐτὴν τοῦ δείκτη.

π.χ. ἓνα ἀμπερόμετρο ἔχει εὐκάθειαν 5 χιλ./Α ἢ 5°/Α

β) Κλίμαξ τοῦ ὄργανου. Εἰς τὰ περισσότερα ὄργανα μετρήσεων ἡ κλίμαξ εἶναι μαῦρη εἰς ἄσπρο φόντο ἐνῷ ἀντιθέτως εἰς τὰ ὄργανα μετρήσεως τῶν ἀεροπλάνων καὶ συγκοινωνιακῶν μέσων προτιμῶμεν λευκὴν κλίμακα σὲ μαῦρο φόντο. Διὰ τὴν ἀνάγνωσιν εἰς τὸ σκότος οἱ ἀριθμοί, ὁ δείκτης καὶ αἱ διαίρεσεις εἶναι φωσφορίζουσαι.

Τὰ ὄργανα τῶν ἐγκαταστάσεων τὰ ὅποια πρέπει νὰ ἀναγινώσκονται ἀπὸ μακρὺ ἔχουν συνήθως λιγότερες ἀλλὰ παχύτερες διαίρεσεις. Τὰ ὄργανα ἀκριβείας τὰ ὅποια ἀναγινώσκονται μόνον ἐκ τοῦ πλησίον, ἔχουν λεπτάς διαίρεσεις εἰς ἀποστάσεις περίπου 1 χιλ.

γ) Δείκτης τοῦ ὄργανου

Σχ. 2

Ὁργανα τῶν ὁσίων οἱ ἐνδε-

ξείς παρατηροῦνται ἀπὸ μακρὺ

ἔχουν δείκτην μετὰ πλατεῖα αἰ-

χμή (Σχ. 2 α β). Ὁργανα ἀ-

ντιθέτως τῶν ὁσίων αἱ ἐνδε-

ξείς παρατηροῦνται ἀπὸ πλησί-

ον ἔχουν δείκτην μετὰ στε-

νωτέραν αἰχμή (Σχ. 2 γ). Τὰ

ὄργανα ἀκριβείας φέρουν γενι-

κῶς νηματοειδεῖς δείκτας (Σχ.

2 δε). Διὰ τὰ ἀποφύγουμε τὰ

σφάλματα παραλλήλεως (διαφο-

ρετικὴ ἀνάγνωσις ὅταν παρατηροῦ-

μεν διαφωρετικὴν ὅταν πλαγίως), κατὰ τὴν ἀνάγνωσιν χρησιμοποιοῦ-

μεν δείκτας νηματοειδεῖς (Σχ. 2 δ) καὶ κατοπτροειδεῖς κλί-

μακας μετὰ μίαν ἐλαφράν καμπυλότητα. Εἰς ὄργανα εἰς τὰ ὅποια

περιστρέφεται ἡ κλίμαξ καὶ παρεμβίνει ἀκρότης ὁ δείκτης το-

ποθετοῦμε εἰς τὴν ἐμπρόσθιον καὶ ὀπίσθιαν πλευρὰν τῆς κλίμα-

κας ἢ λεπτόν νῆμα κατὰ τοιοῦτον τρόπον ὥστε νὰ εἶναι ταῦτα πα-

ράλληλα καὶ ἀκριβῆς τὸ ἓνα ἔμπροσθεν τοῦ ἄλλου οὕτως ὥστε ὁ

τὸν ἀναγινώσκων ἀπὸ τὴν ὀρθὴν κατεύθυνσιν (καθέτως) τὸ ἓ-

μιαν ὀπίσθιον νῆμα νὰ ἀποκρυπτεῖ τὸ ὀπίσθιον.

Διὰ τὴν αὐτὴν γωνίαν ἀποκλίσεως ἢ ἀγκλίσεως τῆς αἰ-

χμῆς τοῦ δείκτη εἶναι τῶσον μεγαλύτερα, ὅσα καὶ ἡ εὐκάθεια

τοῦ ὄργανου μεγαλύτερα, ὅσον μικρότερος εἶναι ὁ δείκτης διὰ

τοῦτο εἰς τὰ ὄργανα ἀκριβείας ἐντεταδίστανται οἱ δείκται διὰ

φωτεινῆς γραμμῆς. Αἱ ἀναγνώσεις διὰ φωτεινῶν δεικτῶν εἶναι

ἐπιλεγμέναι τοῦ σφάλματος λόγῳ παραλλήλεως.

δ) Περίβλημα τοῦ ὄργανου.

Τὸ τμήμα μετρήσεως καὶ τὰ συμπληρωματικά τμήματα περι-
βάλλονται εἰς στεγανὸν ἔναντι σκόνης περιβλήματος τὸ ὁποῖον
ἔχει σκοπὸν νὰ προφυλάσσει τὰ εὑρεθῆ τμήματα ἀπὸ καταστρο-

φὴν.

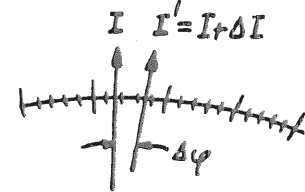
Διευκρίνιση χαρακτηριστικών =

- 1 - Ακρίβεια/Σφάλμα μετρήσεως (ενδείξως/εγγραφής)
- 2 - Ευλάβεια
- 3 - Ευστοιχισία

* Σχετικά με την "Ακρίβεια" βλ. 6.2.5 χρησιμοποιώντας παραγράφους 5.3 και 5.4

* Σχετικά με την "Ευλάβεια" βλ. και παραγρ. 6.2.9, 9.1.1 και 6.2.11 συνέχεια:

Ευλάβεια οργάνου λέγεται ο λόγος της μετακινήσεως του δείκτη προς τη μεταβολή της τιμής του μετρούμενου μεγέθους, η οποία προκαλείται ή εν λόγω μετακίνηση του δείκτη. Όσο μεγαλύτερη είναι η ευλάβεια ενός οργάνου, τόσο μικρότερες μεταβολές του μετρούμενου μεγέθους μπορούν να διατηρηθούν κατά τη μέτρηση.



$$\text{Ευλάβεια} = \frac{\Delta \varphi}{\Delta I}$$

π.χ. 10%/Α ή 5 mm/A

* Ευστοιχισία οργάνου λέγεται το αντίστροφο της έντασης $I_{\max}$, που απαιτείται να δείξει δια τον οργάνου για να επιτευχθεί η μέγιστη απόκλιση του δείκτη

$$\varepsilon \left[\frac{\circ}{V} \right] = \frac{1}{I_{\max}} = \frac{1}{\frac{R_{ec}}{V_{\max}}} = \frac{R_{ec}}{V_{\max}} \quad \text{ή} \quad R_{ec} = \varepsilon \cdot V_{\max}$$

όπου $V_{\max}$ η τάση, που απαιτείται για τη μέγιστη απόκλιση του δείκτη.

Όσο μεγαλύτερη είναι η ευστοιχισία ενός βολτομέτρου τόσο μικρότερη είναι η "φόρτιση" του κυκλώματος στο οποίο το συνδέουμε (η απορρόφιση δηλ. ισχύος από αυτό), άρα τόσο μικρότερος είναι ο επηρεασμός του κυκλώματος στο οποίο μετράμε άρα και τόσο ακριβέστερη θα είναι η μέτρηση.

Προσοχή: Η ακρίβεια ενδείξως - η ευλάβεια και η ευστοιχισία είναι τρία διάφορα χαρακτηριστικά.

6.3 - Είδη Οργάνων

Τα δύο κυριότερα είδη οργάνων είναι :

(I) Τά μόνιμα όργανα ή όργανα πινάκων . Αυτά τά τοποθετούμε μόνιμα επάνω στους πίνακες ένδειξεως ή έλέγχου. Αί πλέον συνήθεις μορφάι αύτών τών οργάνων είναι τά στρογγυλά τετραγωνικά καί ορθογώνια.

(II) Τά φορητά όργανα μετρήσεων . Αυτά δυνάμεθα νά τά μετακινούμεν από τής μίας θέσεως εϊς τήν άλλην αναλόγως μέ τάς ανάγκες μας. Χρησιμοποιούνται κυρίως διά μετρήσεις έντός έργαστηρίων ή πρός εξέταση ένγκαταστάσεων έντός έργαστηρίων. Τά όργανα αυτά έχουν πληθός χρήσεων.

6.4 - Μεγέθη πρός μέτρησην

Γενικά μέ τά ηλεκτρικά όργανα τά όποια εά εξέτάσμεν εϊς τά έπόμενα κεφάλαια έντελούμεν τάς εξής μετρήσεις καί μεταχειρίζεμεθα έντιστοιχώς τά εξής όργανα :

ΠΙΝΑΞ 2

Μέγεθος πρός μέτρησην	Όργανον
"Έντασις ρεύματος εϊς Amper (A) Τάσις εϊς Volt (V) Πραγματική ισχύς εϊς Kilowatt (KW) Ένεργός ισχύς εϊς Kilonovoltampere-reactif (Kvar)	'Αμπερόμετρον Βολτόμετρον Βατιόμετρον Εϊδικόν βατιόμετρον
Συντελεστής ισχύος (συνφ) (άριθμητικήως) (π.χ. 0,8 0,9) Συχνότητα εϊς Herz (Hz) Αντίστασις εϊς Ohm (Ω)	Μετρητής συντελεστού ισχύος. Συχνόμετρον Ρμόμετρον, μεγκώμετρον, γέφυρα ήλεκτρικών μετρήσεων, Γνώμων ή μετρητής Εϊδικός μετρητής
'Ενέργεια εϊς ώρια Kilonovatt (KWh) Κατανάλωσιν εϊς έργα ώρια KWh (BkWh) .	

'Εκ(σης έχουμε καί εϊδη, οργάνων μέ τά όποια είναι δυνατόν νά έντελέσμε πολλών είδών μετρήσεις ηλεκτρικάς τά. λεγόμενα πολλαπλά όργανα ή ΑΒΟΚΕΤΡΑ πού είναι συνδυασμός μετρώων τών άνωτέρω οργάνων.

6.5 - Διαιρέσεις Όργάνων

(I) Αναλόγως τής άρχής επί τής οποίας βασίζεται ή μέτρησης.

'Ανάλογα μέ τήν άρχήν επί τής οποίας βασίζεται ή μέτρησης ένός ηλεκτρικού μεγέθους διακρίνομεν τά όργανα εϊς :

- α) Μαγνητικά
- β) Θερμικά
- γ) Ηλεκτροστατικά
- δ) Ταλαντώσεων

(II) Αναλόγως τού τρόπου ένδείξεως τού αποτελέσματος.

'Αναλόγως τού τρόπου ένδείξεως τού αποτελέσματος διακρίνομεν τά όργανα εϊς :

α) Όργανα μέ δείκτην

Εϊς αύτήν τήν κατηγορίαν άνήκουν τά όργανα εϊς τό όποια τό αποτέλεσμα τής μετρήσεως, μάς τό δεικνύει ένας δείκτης. Ό δείκτης αυτός κινείται έμπροσθεν τής βαθμολογημένης κλίμακος καί σταματά έμπροσθεν τής υποδιαρέσεως τής κλίμακος ένδειξεως ή όποια άντιστοιχεί εϊς άριθμητικόν αποτέλεσμα. Τής μετρήσεως. Ό τύπος αυτός τών οργάνων περιλαμβάνει τά περισσότερα ηλεκτρικά όργανα.

β) Καταγραφικά όργανα. Ταύτα είναι όργανα μέ δείκτην μέ τήν διαφοράν ότι εϊς τό άκρον τού δείκτου των τοποθετούμε μίαν γραφίδα ή όποια σημειώνει έκάστην στιγμήν τήν ένδειξιν των εϊς ένα χαρτί τό όποιον έμπροσθεν τού δείκτου μέ ώρολογιακόν μηχανισμόν έντυλίσσεται.

γ) Απαριθμητικά όργανα. Τά όργανα ταύτα δέν έχουν ούτε δείκτην ούτε βαθμολογημένην κλίμακα, αλλά μόνο έναν άπαριθμητικόν μηχανισμόν ό όποιος σχηματίζει άριθμητικώς τό αποτέλεσμα τής μετρήσεως. Εϊς αυτό τό είδος τών οργάνων ανήκουν οί διάφοροι μετρηταί ή γνώμονες.

δ) Ψηφιακά όργανα. Εϊς τά όργανα ταύτα τό απότέλεσμα μίας μετρήσεως έξάγεται μέ άριθμητικούς ύπολογισμούς

ὅπως συμβαίνει π.χ. με τὰς διαφόρους γεφύρας μετρήσεων.

(III) 'Αναλόγως τοῦ εἴδους τοῦ τμήματος μετρήσεως.

'Αναλόγως τοῦ εἴδους τοῦ τμήματος μετρήσεως διακρίνονται τὰ ὄργανα εἰς :

- 1) μετὰ στρεπτοῦ πηνίου
- 2) μετὰ διασταυρουμένου πηνίου.
- 3) ἠλεκτροδυναμικὰ
- 4) ἠλεκτροστατικὰ
- 5) θερμικὰ
- 6) αὐτεπαγωγικὰ
- 7) μετὰ κινητοῦ σιδήρου
- 8) γνώμονες ἢ μετρηταί
- 9) ταλαντώσεων

(IV) 'Αναλόγως τῆς ἀκριβείας ἐνδείξεως τοῦ ἀποτελέσματος τῆς μετρήσεως.

'Απόλυτον ἀκρίβειαν μετρήσεων δέν εἶναι δυνατόν νά ἐπιτύχωμεν μέ οὐδέν ὄργανον. 'Αναλόγως μέ τό σύστημα καί τήν κατασκευήν τοῦ ὄργανου ἔχωμεν πάντοτε ἀποκλίσεις ἀπό τήν ἀληθῆ τιμήν τοῦ μεγέθους.

Τὰ ὄργανα μετρήσεων τὰ διακρίνομεν ἀναλόγως τῆς ἀκριβείας ἐνδείξεως τοῦ ἀποτελέσματος τῆς μετρήσεως εἰς :

- α) ὄργανα ἀκριβείας
 - β) βιομηχανικὰ ὄργανα
- (ἰδέ ἐπίσης κατηγορίας ἠλεκτρικῶν μετρήσεων εἰς κεφάλαιον Α παράγραφοι 9α, 9β, 9γ).
- Ἡ διακρίσις αὕτη γίνεται ἀναλόγως μέ τό ἐπιτρεπόμενον ἐπί τοῖς ἐκαστὸν σφάλμα ἐνδείξεως τῆς τελικῆς τιμῆς τοῦ πεδίου μετρήσεως.

Τό ἐπιτρεπόμενον σφάλμα καθορίζεται διὰ τῆς ἐνδείξεως τῆς κλάσεως εἰς ἣν ἀνήκει τό ὄργανον.

Ἡ ἐνδείξις τῆς κλάσεως ὡς καί τό ἐπιτρεπόμενον σφάλμα δι' ἐκάστην ἐνδείξιν δεικνύεται εἰς τόν κατωτέρω πίνακα 3.

ΠΙΝΑΞ 3

Κλάσις	Ὁργανα μετρήσεων ἀκριβείας	Βιομηχανικά ὄργανα μετρήσεων
Ἐπιτρεπόμενον Σφάλμα ἐπὶ % τῆς ἐνδείξεως κλάσματος	0,1 0,2 0,5 1 1,5 2,5 5,0	±0,1 ±0,2 ±0,5 ±1,0 ±1,5 ±2,5 ±5,0

Οὕτω π.χ. εἰς ἕν ἀμπερόμετρον κλάσεως 0,5 μέ πεδίου μετρήσεως μέχρις 10 Α διὰ ἀληθῆ τιμήν μετρομένης ἐντάσεως 4Α ἐπιτρέπονται ὄρια ἐνδείξεως

$$4 \pm \frac{0,5 \cdot 10}{100}$$

ἥτοι ἐπιτρέπεται μία ἐνδείξις τοῦ ὄργανου μεταξύ τῶν τιμῶν 3,95 μέχρις 4,05.

6.6 'Ενδείξεις ἀναγραφόμεναι ἐπὶ τῶν ὀργάνων μετρήσεως.

(α) 'Ενδείξεις ρεύματος εἰς τό ὅποιον ἐπιτρέπεται νά χρησιμοποιῶται τό ὄργανον μετρήσεως.

'Υπάρχουν ὄργανα τὰ ὅποια εἶναι κατάλληλα νά χρησιμοποιηθῶν μόνον εἰς συνεχές ρεῦμα, ἄλλα μόνον εἰς ἐναλασσόμενον καί ἄλλα κατάλληλα καί διὰ τὰ δύο εἶδη τοῦ ρεύματος. Πρὸς καθορισμὸν τοῦ εἴδους τοῦ ρεύματος διὰ τὸ ὅποιον εἶναι κατάλληλον τό ὄργανον λαχούν τὰ ἑξῆς σύμβολα :

- (-) διὰ συνεχές ρεῦμα
- (~) διὰ ἐναλασσόμενον ρεῦμα
- (~) διὰ ἀμφοτέρω τὰ εἶδη τοῦ ρεύματος

Τό είδος του τμήματος μετρήσεως καθορίζεται έπ'ακολουθίας από τά σύμβολα (Ιδέ Πίνακα 4).

β) Ένδειξεις τής τάσεως δοκιμής του όργάνου μετρήσεως.

Τό σύμβολον τό όποιον μ'ας δεικνύει είς ποσαν τάσιν έδοκιμάσθη τό όργανον είναι ένας μαύρος άστéρας με πέντε άκτίνας .

Όργανα τά όποια φέρουν άστéραν άνευ άναγραφής έντός αυτού άριθμού τινός έχουν δοκιμασθ' είς τάσιν 500 V καί έπιτρέπεται νά χρησιμοποιούνται μέχρις τάσεως 40 V, άριθμόν 1 έντός του άστéρος έχουν δοκιμασθ' είς τάσιν 1000 V καί έπιτρέπεται νά χρησιμοποιούνται μέχρις τάσεως 350 V.

Όργανα με τόν άριθμόν 2 έντός του άστéρος έχουν δοκιμασθ' είς τάσιν 2000 V καί έπιτρέπεται νά χρησιμοποιούνται μέχρις τάσεως 650 V.

Όργανα με τόν άριθμόν 3 έντός του άστéρος έχουν δοκιμασθ' είς τάσιν 3000 V καί έπιτρέπεται νά χρησιμοποιούνται μέχρις τάσεως 1000 V.

γ) Ένδειξεις τής θέσεως είς τήν όποίαν έπιτρέπεται νά χρησιμοποιείται τό όργανον μετρήσεως .

Ό θέσις είς τήν όποίαν έπιτρέπεται νά χρησιμοποιείται τό όργανον μετρήσεως δεικνύεται διά σύμβολον θέσεως.

Σύμβολον  ίσχύει διά όργανα χρησιμοποιούμενα είς κατακόρυφον θέσιν.

Σύμβολον  ίσχύει διά όργανα χρησιμοποιούμενα είς όριζοντίαν θέσιν.

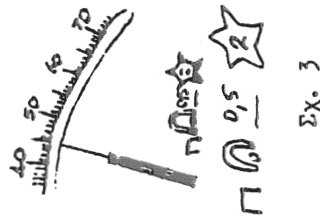
Σύμβολον  ίσχύει διά όργανα χρησιμοποιούμενα είς πλαγίαν θέσιν.

Είς τόν άκολουθούντα πίνακα 4 δίδονται συγκριτικώς τά επί των όργάνων ήλεκτρικών μετρήσεων χρησιμοποιούμενα σύμβολα καί ή σημασία αυτών.

ΠΙΝΑΞ 4

Σύμβολον	Είδος όργάνου
	Στρεπτόν πηλίου με μόνιμον μαγνήτη
	Διασταυρουμένων πηνίων
	Στρεπτόν μαγνήτου
	Στρεπτόν διασταυρουμένου μαγνήτου
	Κινητόν σιδήρου
	Κινητόν διασταυτουμένου σιδήρου
	Όλεκτροδυναμικόν (άνευ σιδήρου)
	Όλεκτροδυναμικόν διασταυρουμένου πεδίου
	Όλεκτροδυναμικόν φέρον τό τμήμα μετρήσεως έντός σιδηρού περιβλήματος.
	Όλεκτροδυναμικόν διασταυρουμένου πεδίου φέρον τό τμήμα έντός σιδηρού περιβλήματος.
	Αύτεπαγωγικόν
	Αύτεπαγωγικόν διασταυρουμένου τύπου
	Θερμαινόμενου σύρματος
	Τμήμα μετρήσεων, διμεταλλικόν
	Όλεκτροστατικόν
	Ταλαντώσεων
	Θερμικός μετασχηματιστής μετρήσεων γενικός
	Μονωμένος θερμικός μετασχηματιστής μετρήσεων
	Στρεπτόν πηλίου μετά ένωματωμένου θερμικού μετασχηματιστού.

Τό Σχῆμα 3 δεικνύει τμήμα κλίμακος ὀργάνου μετρήσεως μέ δλους τούς ἐνδεικτικούς συμβολισμούς ἥτοι σημαίνει ὀργανον κινήτου πηνίου μέ μόνιμον μαγνήτην συνεχούς ρεύματος διά χρησιμοποίησιν εἰς ὀριζόντιον θέσιν δοκιμασθέν εἰς τάσιν 2000 V (ἄρα ἐπιτρεπτή τάσις χρησιμοποίησεως μέχρις 650 V) ὁμάδος 0,5 (ἄρα πρόκειται περὶ ὀργάνου ἀκριβείας).



Σχ. 3

Σύμβολον	Εἶδος ὀργάνου
✱	Ἄνορθωτῆς
⊕	Στρεπτοῦ πηνίου μετὰ ἐναλωματομένου ἀνορθωτοῦ
⊖	Μαγνητική προφύλαξις
⊙	Ἡλεκτροστατική προφύλαξις
⊗	Ἀστατικά ὄργανα
⊕	Συνεχές ρεῦμα
⊖	Ἐναλασσομένον ρεῦμα
⊕	Συνεχές καὶ ἐναλασσομένον ρεῦμα
⊖	Τριφασικοῦ ρεύματος μέ ἓνα τμήμα μετρήσεων
⊕	" " " δύο " "
⊖	" " " τρία " "
⊕	κατακορυφου θέσεως χρησιμοποίησεως
⊖	ὀριζοντίας θέσεως χρησιμοποίησεως
⊕	πλαγίας θέσεως χρησιμοποίησεως π.χ. $\angle 60^\circ$ πλαγία θέσις χρησιμοποίησεως 60° .
⊖	Μηδενική θέσις δέκτου εἰς τὸ μέσον
⊕	Προσοχή εἰς τὰς ὁδηγίας τοῦ ὀργάνου.
⊖	Τάσις δοκιμῆς 500 V
⊕	" " 1000 V
⊖	" " 2000 V
⊕	" " 3000 V
⊖	Τό ὄργανον δέν ἀνταποκρίνεται εἰς τὴν τάσιν διὰ τὴν ὁποίαν ἔχει δοκιμασθῇ.

ΣΥΜΒΟΛΑ ΟΡΓΑΝΩΝ (κατά ΝΔΕ 0410)

	Ηλεκτροστατικές όργανα
	Θερμικών όργανων
	Όργανα κινητού κλειστού.
	Όργανα διελαστικού κινητού κλειστού
	Όργανα κινητού κλειστού με ένορδο
	Όργανα κινητού αντιστάτη.
	Όργανα διελαστικού κινητού αντιστάτη.
	Θερμικά όργανα

	Ηλεκτροδυναμόμετρα.
	Ηλεκτροδυναμόμετρα με μαγνητική θωράκιση.
	Διελκυστικά ηλεκτροδυναμόμετρα
	Αμπερόμετρο
	Έκκεντρικός μετρητής
	Διελκυστικό έκκεντρικό μετρητή
	Θερμοηλεκτρικό ζεύγος
	Τάσις δοκιμής (βλ. παρακάτω πίνακα)
	Μετρητής συχνότητας
	Όργανα συνεχούς
	Όργανα εναλλασσόμενου
	Όργανα συνεχούς εναλλασσόμενου
	Όργανα τριφασικών μετρήσεων
	Οριζόντια θέσις όργανων
	Κατακόρυφη θέσις όργανων
	Όργανα υπό γωνίας
	Θερμοηλεκτρικό ζεύγος έμμεσου θερμάνσεως
	Ρυθμιστής του μηδενός

Παρατήρηση:

$$\perp \approx 1.5 \approx 50 \approx 2 \approx \frac{6000 \text{ V}}{100}, \frac{10 \text{ A}}{5}$$

Όργανο σε κάθετη θέση, κινητού αντιστάτη, ακριβείας $\pm 1,5\%$, τριφασικό 50 [Hz], τάση έγχυσης 2000 [V] διατεταγμένα με Μ/Σ μετρήσεως τάσεως 6000/100 [V] και με Μ/Σ έντασης 100/5 [A].

Σύμβολο	Όνομαστική τάση $V_{\text{ον}}$ των οργάνων	Τάση έγχυσης $V_{\text{ε}}$ των οργάνων
Χωρίς αριθμό με αριθμό 2	Εως 40 [V]	500 [V]
" " 5	60 " 650 [V]	2000 [V]
" " 10	" 650 " 1500 [V]	5000 [V]
" " 20	" 1500 " 3000 [V]	10 000 [V]
" " 30	" 3000 " 6000 [V]	20 000 [V]
" " 50	" 6000 " 10000 [V]	30 000 [V]
" " 50	" 10000 " 15000 [V]	50 000 [V]
με $V_{\text{ε}}$ σε [V]	" " 15000 [V]	22 $V_{\text{ον}}$ + 20000 [V]
(*) με αριθ. 2	Το όργανο ναυαγία για σύνδεση με Μ/Σ μετρήσεως	2000 [V]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

ΚΑΙ

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

ΑΝΑΛΟΓΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ

7.1 - Εισαγωγή

Από ένα καλό όργανο μετρήσεως απαιτείται όπως ο δείκτης του όργάνου μετά την σύνδεσιν τούτου διά τό ρεύμα ταχέως νά αποκλίνη μέχρις της μετρομένης όρθης τιμής. Λόγω της προαναφερθείσης αίτίας πρέπει τό κινητόν όργανον νά είναι έλαφρόν καί έφοδιασμένο δι' ενός συστήματος άποσβέσεως (ώστε νά μήν ταλαντοῦται ο δείκτης επί μακρόν περί μέσην τινά τιμήν).

Διακρίνωμεν άπόσβεσιν άέρος καί ήλεκτρομαγνητικήν άπόσβεσιν.

α. Άπόσβεσις άέρος . Ένα πτερύγιον άέρος τό όποϊον είναι συνδεδεμένο μέ τόν δείκτην κινείται εις ένα κλειστόν κιβώτιον καί κατά την περιστροφήν του σ'ημπιέζει τόμ περιεχόμενον εις τό κιβώτιον άέρα, τοιουτοτρόπως ο δείκτης δέν δύναται νά ταλαντοῦται επί πολύ περί την θέσιν (λόγω της άντιστάσεως του άέρος).

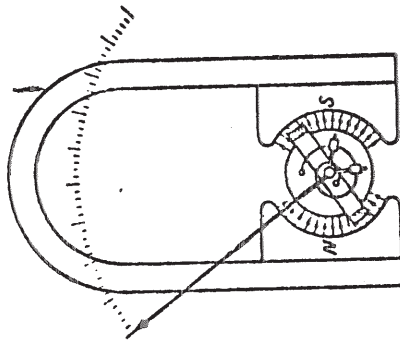
β. Ήλεκτρομαγνητική άπόσβεσις (ιδέ παράγραφος 1γ κατωτέρω). Τοιαύτης μορφής άπόσβεσιν έχουν τά όργανα στρεπτοῦ πηνίου) Τό στρεπτόν πηνίον είναι περιελιγμένο περί

Ένα πλαίσιον ἐξ αλουμινίου τὸ ὁποῖον ὅταν περιστρέφεται μετὰ τῶν σπειρῶν τέμνει τὰς μαγνητικὰς γραμμὰς τοῦ πεδίου ὁπότε παράγονται ρεύματα τὰ ὁποῖα κατὰ τὸν νόμον τοῦ Λεζν τείνουν νὰ ἀποσβέσουν τὴν κίνησιν τῆς σπείρας.

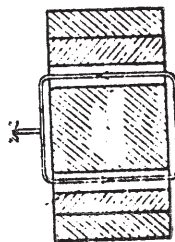
Διὰ τὸν χαρακτηρισμὸν τῆς ἀποσβέσεως μεταχειρίζομεθα τὸν λεγόμενον χρόνον ἰσορροπήσεως ὁ ὁποῖος εἶναι ὁ χρόνος εἰς δευτερόλεπτα τὸν ὁποῖον χρειάζεται ὁ δείκτης, ἐάν τὸ ὄργανον συνδεθῇ εἰς ρεῦμα ἐντάσεως ἴσης πρὸς τὸ ἥμισυ τῆς ὀνομαστικῆς ἐντάσεως διὰ τὴν ὁποῖαν, εἶναι κατασκευασμένων τὸ ὄργανον, διὰ νὰ μεταπηδήσῃ εἰς τὴν θέσιν ἐνδείξεως (νὰ ἐνδείξῃ τὴν μέσιν τιμὴν τῆς ἐντάσεως).

Μηδενικὴ θέσις τοῦ δείκτη. Μὲ τὴν πάροδον τοῦ χρόνου ἢ μηδενικὴ θέσις τοῦ δείκτη μεταβάλλεται κατὰ τι. Κάθε ὄργανον ἀπαιτεῖ διὰ τοῦτο ἕναν κοχλῆαν μὲ τὸν ὁποῖον διορθοῦται τὸ σφάλμα τοῦτο.

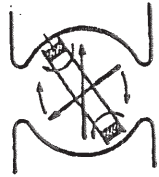
7.2 - Ὅργανον μετὰ κινήτου πηνίου καὶ μονίμου μαγνήτου.



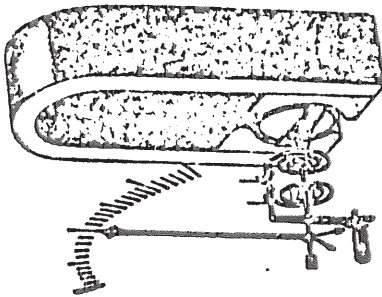
Σχ. 4



Σχ. 6



Σχ. 5



Σχ. 7

α) Τμήμα μετρήσεως

Τὸ τμήμα μετρήσεως τοῦ ὁργάνου τούτου ἀποτελεῖται ἀπὸ ἰσχυρὸν μόνιμον μαγνήτην ἀ-δ σκληρυμένον χάλυβαν. Εἰς τὰ ἄκρα τοῦ μονίμου μαγνήτου εἶναι στερεωμένα τὰ πέδιλα τῶν πόλων ἀπὸ μαλακὸν σίδηρον. Σήμερον ὁ μόνιμος μαγνήτης



Σχ. 8

μὲ τὰ πέδιλα τῶν πόλων κατασκευάζεται ἀπὸ ἕνα τεμάχιον μαγνητικοῦ χάλυβος ὥς Σχ. 8.

Μεταξὺ τῶν πεδίων αὐτῶν τῶν πόλων εὐρίσκεται κυλινδρικός πυρὴν ἐκ μαλακοῦ σιδήρου σταθερῶς στερεωμένος κατὰ τοιοῦτον τρόπον ὥστε μεταξὺ τῶν πεδίων τῶν πόλων γαί

Τό ρεύμα πλήρους αποκλίσεως του δείκτη (I_0) κυμαίνεται μεταξύ 0,05 - 20 mA.

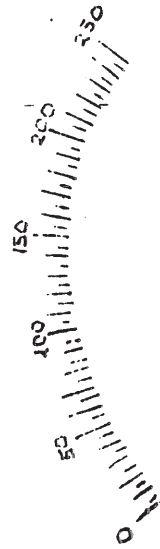
γ) Απόσβεσις των ταλαντώσεων. (Ιδέ παράγραφον β εί-
σαγωγής). Η αναγκαίουσα απόσβεσις διά την παραμονήν του
δείκτην εις μίαν θέσιν άνευ ταλαντώσεων παράγεται από τό
πλάσιον του Αλουμινίου. Κατά την διάρκειαν κατά την ό-
ποίαν αι σπείραι μετά του έξ άλουμινίου πλαισίου στρέφο-
νται έντός του μαγνητικού πεδίου του μονίμου μαγνήτου τέ-
μνει τό πλάσιον τας μαγνητικάς γοαμάς του πεδίου μέ ά-
ποτέλεσμα νά άναπτυχθούν εις τούτο (τό πλάσιον σχηματί-
ζει μίαν βραχυκυκλωμένην σπείραν) ισχυρά ρεύματα έξ αυ-
τεπαγωγής τά όποια τείνουν νά πεδύρουν την περισταρροφικήν
κίνησιν του πλαισίου.

Τό φαινόμενον τούτο μαζί μέ τας τριβάς εις τά έδοα-
να καί εις τοιαύτας έξ της άντιστάσεως του άέρος συντελε-
είς την ταχείαν απόσβεσιν της ταλαντώσεως του δείκτη πέ-
ρί την θέσιν ισορροπίας της.

Συνήθως ή ταλάντωσις διασκει 1-2 περιόδους.

δ) Ιδιότητες των όργάνων μετά κινήτου πηνίου.

Τό μαγνητικόν πεδίου του μονίμου μαγνήτου έχει πά-
ντοτε την αύτήν διεύθυνσιν, άρα ή περιστροφή των σπειρών
έξασπείται μόνον από την φοράν του ρεύματος που διαρρέει
ταύτάς (κανών της δεξιās χειρός). Όργανα των οποίων τό
μηδέξ της κλίμακος εύρίσκεται εις τό άκρον αύτης δύναται
νά χρησιμοποιηθούν μόνον διά ρεύμα μιάς φοράς.



Σχ. 10

Κλίμαξ 'Αμπερομέτρου κινήτου πηνίου.

Βοηθαμένη φορά ρεύματος έχει ως αποτέλεσμα έσφαλμέ-
νη έκτροπή του δείκτη. Διά νά έμποδίσουμε την πιθανότη-
τα αυτή οι άκοδόξεσαι του όργάνου είναι σημειωμένοι διά
του (+) καί (-) διά νά τίθεται ό θειτικός καί άνητικός πό-
λος του πόδς μέτρησιν μεγέθους, άρα δυνάμειν τά όργανα
αυτά νά τά μεταχειρισθώμε εις τό συνεχές ρεύμα διά νά
εύρωμεν καί την ΠΟΛΙΚΟΤΗΤΑ.

Όργανα εις τά όποια τό 0 της κλίμακος εύρίσκεται
εις τό μέσον δύναται νά χρησιμοποιηθούν καί εις την πε-
ρίπτωσιν κατά την όποίαν ή φορά του ρεύματος άλλάσσει. π.χ.
Κατά την φόρτισιν συσσωρευτών όποτε τό ρεύμα κατά την φόρ-
τισιν έχει άντίθετον φοράν του ρεύματος κατά την έκφόρ-
τισιν. Από την διεύθυνσιν της έκτροπής του δείκτη του όρ-
νάμεθα νά άναγνωρίσωμεν εάν ό συσσωρευτής φορτίζεται ή
έκφορτίζεται.

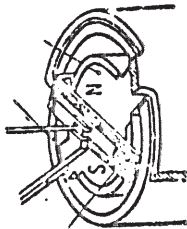
Τά όργανα κινήτου πηνίου είναι πολύ εύπαθέστερα εις
τάς ύπερφορτίσεις από τά τοιαύτα του κινήτου σιδήρου (Ιδέ
παράγραφος 10).

Τά όργανα κινήτου πηνίου είναι τά εύπαθέστερα από
πάντα τά όργανα των λοιπών κατηγοριών, δυνάμεθα δέ νά με-
τρήσωμε συνεχή ρεύματα μέχρις 1mA (1mA = 0,001A). Η
ίδια καταβάλλωσις των όργάνων αυτών είναι πολύ μικρά ίδι-
αιτέρως εις τας μικράς μετρήσεις μικρών μεγεθών. Ό βα-
θμός εύπάθείας των δίδεται εις Ωhm ανά Volt (Ω/V). Ένα
τέτοιον όργανο εύπαθείας π.χ. 5000 Ω/V έχει διά πλήρη
έκτροπήν του δείκτην του μίαν καταβάλλωσιν μόνον 0,2 mA
(1V/5 K Ω = 0,2 mA). Εάν τό πεδίου μετρήσεως του όργά-
νου είναι π.χ. μέχρις 250 V τότε ή όλική άντίστασις
(μνήμα μετρήσεων + άντίστασις πρό. του όργάνου) είναι
250 X 5000 = 1.250.000 Ω τότε ή καταβάλλωσις ισχύος αυ-
τού του όργάνου θα είναι έστω καί διά την μεγίστην μέ-
τρησιν των 250 V μόνον 250 X 0,0002 = 0,05 W.

13 - Όργανον μετά κινήτου πηνίου καί μαγνητικού
πηνίου.

Ένώ εις τό άνωτέρω περιγραφέν όργανον μετά κινήτου
πηνίου ό έξωτερικός μαγνήτης περιλαμβάνει τας περισταρρο-
μένας σπείρας καί κυλινδρικό πυρήνα σιδήρου από μαλακών
σίδηρον, εις τό όργανον μετά μαγνητικού πυρήνος της φίο-
μας καί Braun έχει άντικατασταθή ό κυλινδρικός

πυρήν β μαλακού σιδήρου δι' ενός κυλινδρικού μαγνήτου (Σχ. 10) εις την θέσιν του εξωτερικού μαγνήτου υπάρχει κύλινδρος α μαλακού σιδήρου μέσω του οποίου κλείουν αι μαγνητικά γραμμά (κλειστόν μαγνητικόν κύκλωμα). Είς τας θέσεις εις τας οποίας ευρίσκοντο οι πόλοι μαλακόν σίδηρον έπιμαλμακόν σιδήρου έπειτα ώστε εις τό πεδίον περι-στροφής τής στρεφόμενης σπείρας, υπάρχει ομοιογενής διανομή του μαγνητικού πεδίου.



Σχ. 10^α

Τό όργανον μετά μαγνητικών πυρήνων έχει έν συγκρίσει μέ τό τοιούτον μετά εξωτερικών μαγνητικών τά κάτω πλεονεκτήματα :

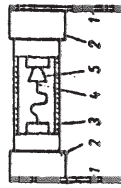
- α) κυλινδρική έκμετάλλευσιν τής ύπαρχούσης μαγνητικής ροής (συντελεστής έκμεταλλεύσεως περίπου 0,8 έναντι 0,5 του συστήματος μετά εξωτερικών μαγνητών).
- β) μικροτέραν διασποράν τής μαγνητικής ροής όποτε και έν έτελεισθών μετρήσεις πλησίον μεγάλων σιδηρών μαζών δέν έχομεν σφάλματα
- γ) Ένός μαγνητικά πεδία άσχυρ μικράν επίδρασιν επί του όργάνου.
- δ) Οδοντίαν μαγνητικήν επίδρασιν άσχυρ επί του όργάνου τούτου μετρήσεων άλλα όργανα μετρήσεων ή γενικώς οίαδήποτε άλλα όργανα έστω και έν αύτς ευρίσκονται πολύ πλησίον τό ένα μέ τό άλλο.

7.4 - Όργανον μετά κινητού πηνίου και άνορθωτών μετρήσεων.

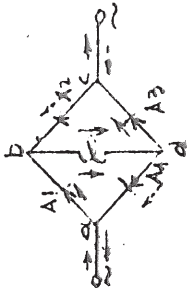
Τά περισσότερα όργανα μέ άνορθωτάς μετρήσεως (ξηρός άνορθωτής μέ όξειδια του χαλκού) επιτρέπουν μετρήσεις έναλλασσόμενων ρευμάτων και τάσεων μέχρις συχνότητας 10000 Hz Σχ. 11. Άνω των 10000 Hz τας

μετρήσεις μέ τά όργανα ταύτης αύξάνει λόγω των χωρητικο-τήτων των άνορθωτών.

Όργανα αύτης τής μορφής ύψηλης εύαισθησίας κατασκευάζονται σήμερον μέ χρυσιαλλικούς διόδους άνορθωτάς καθέμου ή γερμανίου και σπανιώτερον πυριτίου.



Σχ. 11^α
Δίодος άνορθωτής Γερμανίου



Σχ. 11
Βασική σύνδεσις όργάνου στρεφόμενης σπείρας μέ άνορθωτήν. Συνδεσμολογία κα-τά

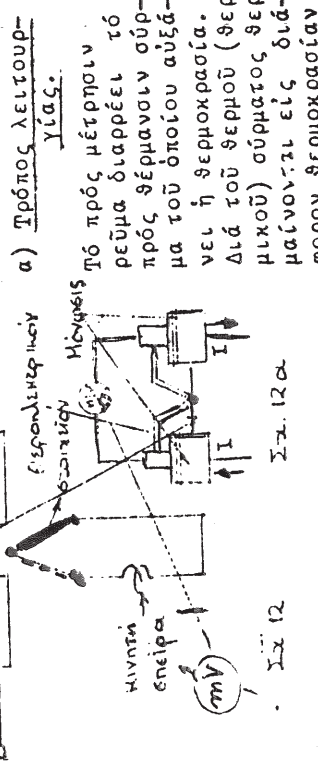
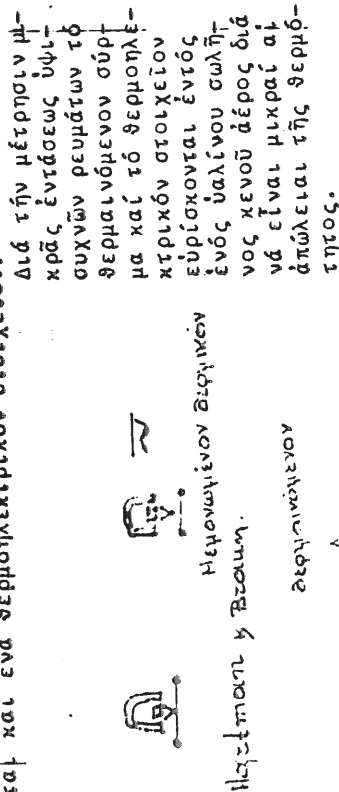
Η μικρά χωρητικότητα των διόδων άνορθωτών καθίου επιτρέπει μετρήσεις ρευμάτων ύψηλοτέρας συχνότητας. Έν συνδιασμή μέ άνορθωτάς κατέστη τό όργανον μετά κινητού πηνίου όργανον γενικόν διά μετρήσεις συνεχούς και έναλλασσόμενου ρεύματος, παρά τας άτελείας του όργάνου λόγω τής μικράς ιδίας άπορροφήσεως ίσχύος χρησιμοποιείται εύρέως διά μετρήσεις μικρών έναλλασσόμενων έντάσεων και τάσεων παρά όλον ότι δέν άποτελει όργανον άκριβείας.

7.5 - Όργανον μετά κινητού πηνίου και θερμικού μετασχηματιστού.

Τό Σχ. 12 και 12^α δεικνύουν βασικήν συνδεσμολογίαν ενός όργάνου μέ κινητήν σπείραν και θερμικόν μετασχηματιστήν του έργοστασίου.

Τό όργανον τούτο άποτελεείται από ένα ευπαθές τμήμα

μετρήσεως με κινητόν πηνίον και ένα θερμικόν μετασχηματιστήν, ο οποίος αποτελείται από ένα σύρμα το οποίον θερμαίνεται και ένα θερμοηλεκτρικόν στοιχείον.



τά δύο διαφόρου ύλικού σύρματα του θερμοηλεκτρικού στοιχείου τότε προκαλείται εις το θερμοηλεκτρικόν στοιχείον μία συνεχής τάσις η οποία μετράται από το εύπαθές τμήμα μετρήσεως του κινητού πηνίου. Η συνεχής αυτή τάσις του θερμοηλεκτρικού στοιχείου έχει μίαν ώριμμένην οχέσιν ως προς την εντάσιν του διαρρέοντος τό (θερμικόν) σύρμα ρεύματος το οποίον προκαλεί την αύξησιν της θερμοκρασίας του σύρματος. Ούτω δύναται ή κλίμαξ του όργανου τούτου να είναι διηρημένη απ' εύθείας εις μονάδας που να μετρούν την έντασιν του διαρρέοντος τό (θερμικόν) σύρμα ρεύματος. Τα όργανα ταύτα αντίκατέστησαν σήμερον χρησιμοποιούμενα όργανα μετρήσεως μετά θερμαινόμενου σύρματος παλαισιτέρων

μορφών.

Σημείωσις :

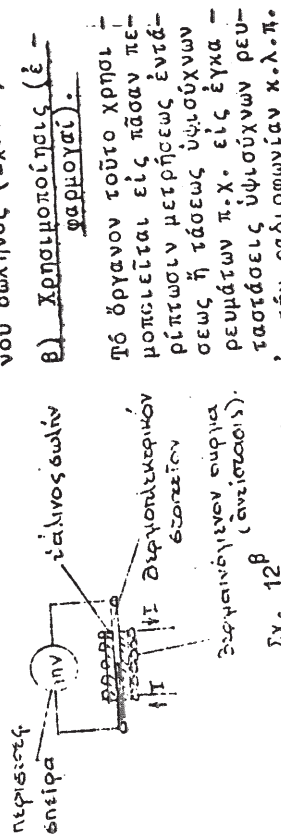
Επεξηγήσεις τρόπου λειτουργίας: Εάν δύο διαφορετικά μέταλλα ή κράματα συγκολληθούν εις το ένα άκρον αυτών (εις ένα θερμοηλεκτρικόν στοιχείον) και έχουν εις τάλευθερα άκρα των και τό σημείον συγκολλήσεως διαφόρους θερμοκρασίας τότε ως γνωστόν δημιουργείται μία τάσις έστω Ε η οποία (διά τάς συνήθεις θερμοκρασίας) είναι άνάλογος της διαφοράς των θερμοκρασιών ταύτης ητοι $E = K \cdot \Delta\theta$ (Κ συντελεστής αναλογίας).

Τό παραγόμενον ποσόν θερμότητας λόγω του διαρρέοντος την αντίστασιν R (θερμαινόμενον σύρμα) προς μέτρησιν ρεύματος I προκαλεί μίαν ύψωσιν της θερμοκρασίας κατά $\Delta\theta$ ή οποία είναι άνάλογος της θερμικής ισχύος ήτοι $\Delta\theta = K_1 I^2 R$ άρα

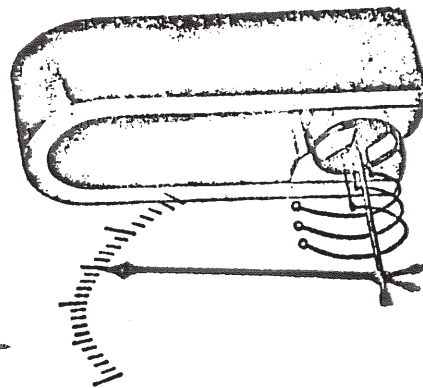
$$E = K \Delta\theta = K K_1 I^2 R = K_2 I^2 R \quad (K K_1 = K_2) \text{ ήτοι}$$

ή προκαλουμένη εις τό θερμοηλεκτρικόν στοιχείον τάσις είναι άνάλογος του τετραγώνου της έντάσεως του διαρρέοντος ρεύματος. Επειδή ή ύψωσις της θερμοκρασίας είναι άνεξάρτητος της φοράς του προκαλουντος ταύτην ρεύματος ως και του είδους του ρεύματος άκόμη δέ έπειδή ή παραγομένη εις τό θερμοηλεκτρικόν στοιχείον τάσις είναι πάντοτε συνεχής έπειτα ότι μέ τό όργανον αυτό δύναμεθα να μετρήσωμεν ένα-λασόμενον και συνεχές ρεύμα εις την ιδίαν κλίμακα εάν ή κλίμαξ αυτή είναι διηρημένη εις Volt ή Ampere πρέπει να μην έχη ίσομερείς διαιρέσεις άλλά κατά τό τετράγωνον αύξανόμενας. Διά καταλλήλου σχηματισμού των πεδίων των πόλων και εάν δέν ενδιαφερόμεθα πολύ διά την εύπάθειαν του όργάνου δύναται ή κλίμαξ μετά τό $1/3$ των τιμών της να διαιρεθῇ ίσομερως. Τα θερμαινόμενα σύρματα από Κον-ταντίαν ή πλατίνα ή χρυμονικέλιον έχουν μόνον μερικά χιλιοστά έως 10 mm μήκος. Διά μετρήσεις. Μέχρις 3Α είναι σύρματα ύψους 300 - 500 Α κατασκευάζονται ως λεπταί λωρίδες ή ως σωληνίσκοι. Τα πλέον χρησιμοποιούμενα ζεύγη μετρίων διά τό θερμοηλεκτρικόν στοιχείον είναι χαλκός - σίδηρος, Άργυρος, πλατίνη ή μαγγάνιον έν συνδυασμῳ με Κον-ταντίαν (Konstantan). Διά θερμοκρασίας μέχρις 250 C παράγεται τάσις μέχρις 5-10 mV. Εις τό κατά κλειονότητα χρη-

σιμποιούμενα όργανα αυτής της μορφής ή θερμότητας μετάδίδεται απ' εύθείας έχ του σύρματος εις τό θερμοληκτρικόν στοιχείον όποτε τούτο συγκολλάται εις τό έξ έπαφής μέσον του θερμαινόμενου σύρματος (Σχ. 12, 12^α), εις όργανα όμως μεταδόσεως της θερμότητος μέ μεννωμένων χωρίζεται από τό θερμοληκτρικόν στοιχείον χωρίζεται από τό θερμαινόμενον σύρμα διά λεπτοτάτου ύαλί-νου σωλήνος (Σχ. 12^β).



7.6 - Όργανον μετά διασταυρουμένων πηνίων.



Σχ. 13

Ένα τοιούτον όργανον δεικνύεται εις τό Σχ. 13 (κατασκευασθέν υπό της φίρμας Kartmann und Braun). Εις τό διάκενον άερος μεταξύ των πέλων ένός μονίμου μαγνήτου εύρίσκεται μονίμως στερεωμένος πυρήν σιδήρου. Τό μαγνητικόν πεδίον εις τό διάκενον του άερος εις τας διαφόρους θέσεις τούτου είναι άνομοιόμορφως ίσχυρόν (μή όμογενές). Ένός του διακένου τούτου είναι διατεταγμένα δύο πηνία, προστηροσμένα καθέτως μεταξύ των (ή προς μέαν γωνίαν) έλευθέως στρεπτά περίε άξονος στήριζομένου επί έδράνων. ΜΕ τόν άξονα των πηνίων είναι συνδεδεμένος και ό δείκτης του όργάνου. Τό ρεύμα διαβιβάζεται εις άμφότερα τά στρεπτά πηνία μέσφ τριών μεταλλικών ταινιών αι οποίαι δέν έχουν ουδεμίαν επανακτικήν δύναμιν (δηλαδή δέν πρόκειται περί επανατακτικών έλατηρίων) εις τρόπον ώστε πρακτικώς ουδεμία μηχανική ροπή νά έξασκεΐται επί του κινητού συστήματος. Ούτω τά διασταυρούμενα πηνία και ό δείκτης όταν τό όργανον δέν είναι συνδεδεμένον μέ τό ρεύμα δέν έχουν καμίαν σταθεράν θέσιν ίσορροπίας (δηλαδή δύναται νά άκινήτουν εις οϊανδήποτε θέσιν). Τά δύο πηνία είναι κατά τοιούτον τρόπον συνδεσμολογημένα ώστε κατά την διαρροήν αυτών υπό ρεύματος αι ροπαί στρέφους αυτών νά είναι μεταξύ των αντίθετοι. Αί παραγόμεναι ροπαί στρέφους, κατά την διαρροήν του όργάνου υπό ρεύματος έξαρτώνται άφ' ένός μέν άπό την έντασιν του ρεύματος άφ' έτέρου δε άπό την έλάχιστε θέσιν των πηνίων. Τά διασταυρούμενα πηνία στρέφουν πάντοτε εις την θέσιν εις την όποιαν ή ροπή στρέψεως του ένός ίσορροπεί την ροπήν στρέψεως του έτέρου, ένεκα δε τούτου ή έλάχιστε θέσις των πηνίων έξαρτάται άπό την σχέσιν των έντάσεων των ρευμάτων εις τά δύο πηνία. Εάν καλέσωμεν I_1 και I_2 τά ρεύματα διά των πηνίων 1 και 2 αντίστοίχως και F_1 , F_2 τό άθροισμα των δυνάμεων των έμφανιζομένων επί των δύο τούτων πηνίων αντίστοίχως τότε αναλύοντας ταύτας εις τας καθετους συνιστώσας των θα έχωμεν

$$F_1' = F_1 \sin \phi \quad \text{και} \quad F_2' = F_2 \sin \alpha$$

ούτω προκαλοϋν ροπάς ήλεκτρικας M_1 και M_2 αντίστοίχως. Εάν θεωρήσωμεν ότι ή μαγνητική επαγωγή έλαττούται άπό την μεγαλυτέραν αυτής τιμήν έστω B_m εις τό μέσον συ-

αποτελείται από ένα σταθερό πηνίο A και ένα στρεπτόν περί αξονα πηνίο B, εις τὸ ὅποιον εἶναι συνδεμένος καὶ ὁ δείκτης τοῦ ὀργάνου. Τὸ στρεπτόν πηνίον δύναται νὰ περιβάλλῃ τὸ σταθερόν τοιοῦτον τοῦ πεδίου ἐξωτερικῶς ἢ νὰ στρέφεται ἐσωτερικῶς τούτου. Αὐτὸ ἐλατήρια χρησιμεύουν διὰ τὴν σύνδεσιν τοῦ ὀργάνου μετὰ τὸ ρεῦμα πλὴν δὲ ταῦτα δημιουργοῦν καὶ τὴν ἀντίθετον ροπὴν ἐπαναφορᾶς.

7.7 — Ἡλεκτροδυναμικὰ ὄργανα.

Ἡλεκτροδυναμικὰ ὄργανα ἔχοντα μετρίκον (⊕ ⊖) σύστημα ἀνευσίδηρου.

α) Γενικά

Τὸ μετρίκον σύστημα τῶν ἡλεκτροδυναμικῶν ὀργάνων ἀποτελεῖται γενικῶς ἀπὸ ἓνα σταθερόν πηνίον πεδίου A καὶ ἓνα στρεπτόν περί αξονα πηνίον B, εις τὸ ὅποιον εἶναι συνδεμένος καὶ ὁ δείκτης τοῦ ὀργάνου. Τὸ στρεπτόν πηνίον δύναται νὰ περιβάλλῃ τὸ σταθερόν τοιοῦτον τοῦ πεδίου ἐξωτερικῶς ἢ νὰ στρέφεται ἐσωτερικῶς τούτου. Αὐτὸ ἐλατήρια χρησιμεύουν διὰ τὴν σύνδεσιν τοῦ ὀργάνου μετὰ τὸ ρεῦμα πλὴν δὲ ταῦτα δημιουργοῦν καὶ τὴν ἀντίθετον ροπὴν ἐπαναφορᾶς.

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{C_2}{C_1} \frac{\eta_{\mu}}{\sigma_{\mu}} = C \text{ εφ} \alpha \quad (:) \quad (\text{ἐνθα } \frac{C_2}{C_1} = C).$$

Ἄρα ἡ ἀπόκλισις τοῦ ὀργάνου εἶναι μία συνάρτησις τοῦ πηλίκου τῶν δύο ρευμάτων τὰ ὅποια διαρρέουν τὰ πηνία

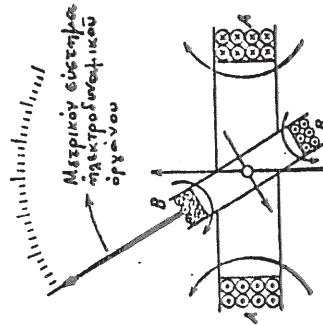
Διὰ μεταβλητῆς τοῦ σχήματος τῶν πεδίων τῶν πόλων καὶ τῆς γωνίας τῶν δύο πηνίων ἢ ὅποια τὴν περισσοτέρας φορές εἶναι μικρότερα τῶν 90° καὶ ἡ ὅποια εἰς ὠρισμένον τύπον ὀργάνου φθάνει τὰς 20° δυνατόν νὰ ἐπιδράσῃ ἐπὶ τῆς ἀνωτέρω συναρτήσεως τῆς ἐφαρμογῆς καὶ ἄρα καὶ ἐπὶ τῆς διαιρέσεως τῆς κλίμακος μετρήσεως. Τὸ ὄργανον τοῦτο χρησιμεύει διὰ τὴν μέτρησιν ἀντιστάσεων (ἰδέ σχετικὸν κεφάλαιον). Ἐπερᾶται ὁμοίως ἡ σχέση τῶν δύο ρευμάτων τὰ ὅποια διαρρέουν μίαν γνωστῆς τιμῆς καὶ μίαν ἄγνωστον τοιοῦτης ἀ. τιμῆς τὴν ὅποian ἐπιθυμοῦμεν νὰ μετρήσωμεν. Ἡ κλίμαξ τοῦ ὀργάνου εἰς αὐτὰς τὰς περιπτώσεις μετρήσεως ὠμικῶν ἀντιστάσεων εἶναι κατευθεῖαν διηρημένη εἰς ὧμ ὅ - πότε γίνεται ἀπ' εὐθείας ἀνάγνωσις.

$$C_1 I_1 B_{\sigma \mu} = C_2 I_2 B_{\eta \mu} \alpha$$

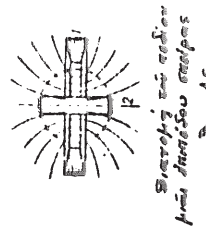
$$M_1 = C_1 I_1 B_{\sigma \mu} \quad (\text{ὅπου } C_1, C_2 \text{ συντελεσταὶ ἀναλογίας})$$

$$M_2 = C_2 I_2 B_{\sigma \mu} \sin(90^\circ - \alpha) = C_2 I_2 B_{\eta \mu} \alpha \text{ με ἀξίονας } \hat{\alpha}, \text{ τὸ } M_1$$

ἐλαττοῦται καὶ τὸ M_2 αὐξάνεται. Εἰς τὸ σημεῖον αὐτὸ εἰς τὸ ὅποιον $M_1 = M_2$ τὰ διασταυρούμενα πηνία ἀκίνητοποιοῦνται ἥτοι δταν



Σχ. 15



Σχ. 16

Ἡ ἀνευ καλινδρομήσεων ἀπόκλισις τοῦ δείκτη ἐπιτυγχάνεται διὰ τῆς ἀποσβέσεως τούτων ὑπὸ τοῦ ἀέρος.

Τὸ ἡλεκτροδυναμικόν σύστημα πηνίου ὀργάνου εἰς τὰ οὗτον τῶν μετὰ κινήτου ἢ στρεπτοῦ πηνίου ὀργάνων εἰς τὰ ὅποια τὸ πηνίον στρέφεται εἰς τὸ πεδίου ἐνὸς μονίμου μαγνήτου εἰς δὲ τὰ ἐνταῦθα ἐξεταζόμενα τὸ πηνίον στρέφεται ἐντὸς τοῦ πεδίου τοῦ δημιουργουμένου ὑπὸ πηνίου διαρρέον-

γάνων, διὰ τὴν μὴν προκαλοῦνται σφάλματα κατὰ τὰς μετρήσεις λόγῳ παραμένοντος μαγνητισμοῦ ὑστερήσεως καὶ δινορρευσμῶ- των. Εἰς τὰ βιομηχανικὰ ὅμως ὄργανα ἐπιδιώκομεν ὅπως αἱ παραγόμεναι ὑπὸ τοῦ πεδίου τοῦ πηνίου δυναμικαὶ γραμμαῖς διέρχονται, ἵνα σιδηροῦ πυρῆνος οὕτω δὲ τὸ μαγνητικὸν πε- δίου ἰσχυροποιεῖται κατὰ πολὺ μὲ ἀποτελεσμα νὰ ἀναπτύσσε- ται μὴ πολλὰ ἰσχυρὰ ροπή στρέψεως εἰς τὸ στρεπτόν τοῦτο πηνίον. Πλὴν τούτου ὁ σιδηροπυρῆν χρησιμεύει διὰ νὰ προ- φυλάσσει τὴν μετρικὴν σύστημα ἀπὸ τὰς ἐπιδράσεις ξένων μα- γνητικῶν πεδίων.

Τὸ μετρικὸν σύστημα τοῦ ὁργάνου ἀποτελεῖται ἀπὸ ἑ- ναν κυλινδρικὸν σιδηροῦν πυρῆνα ἐντὸς σιδηροῦ περιβλήμα- τος, εὐφρότερον δὲ εἶναι κατασκευασμένα ἀπὸ περισσότερα εἰ- δικὰ σιδηρὰ ἑλάσματα, καὶ οὐχὶ ἐκ συμπαγοῦς τεμαχίου σι- δήρου. Εἰς αὐτὸ πλευρικὰς ἔγκοπας τοῦ σιδηροῦ περιβλήματος τοποθετεῖται, εἰς δύο μέρη τὸ πηνίον πεδίου. Μεταξὺ τοῦ σι- δηροῦ πυρῆνος καὶ τοῦ σιδηροῦ περιβλήματος ὑπάρχει διάκτε- νον ἄερος 2-4 χιλ. πλάτους εἰς τὸ ἀκτινικὸν ὁμογενές πε- δίου τοῦ ὁμοίου περιστερέφεται τὸ στρεπτόν πηνίον. Ἡ ροπή στρέψεως εἶναι περίπου εἰκοσαπλάσιως μεγαλύτερα ἀπὸ τὴν τοῦ ὁργάνου, ἀνευ σιδήρου.

β.) Ἰδιότητες τῶν ηλεκτροδυναμικῶν ὁργάνων

Ἡ ἐπεξεύρησις τῆς ἀντίστασεως τῶν πηνίων λόγῳ θερμάν- σεως τούτων ἰσορροπεῖται περίπου λόγῳ τῆς ἀντιθέτου ἐπι- δράσεως τοῦ σφάλματος τοῦ προκαλεῖται εἰς τὰ ἐλατήρια ἐ- παναφορᾶς λόγῳ θερμάνσεως τούτων. Οὕτω τὰ ηλεκτροδυναμικὰ ὄργανα ἐπιτελεῖται ἐλάχιστα ἀπὸ τὰς μεταβολὰς τῆς θερ- μοκρασίας. Τὰ ηλεκτροδυναμικὰ ὄργανα ἄνευ σιδήρου διὰ με- τρήσεις συνεχῶν ρευμάτων ἐπιρρεάζονται ἀπὸ τὸ γήϊνον μα- γνητικὸν πεδίων καὶ ἀπὸ τὰ ξένα μαγνητικὰ πεδία. Ἐάν λη- φθῇ ὑπ' ὄψιν ὅτι ἡ ἔντασις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου τῶν πηνί- ων τῶν ὁργάνων τούτων εἶναι 20 Oersted καὶ τοῦ γήϊνου πεδίου 0,2 Oersted περίπου δύνανται ὄργανα μετρήσεων μὲ μα- γνητικὰς ἐτιδράσεις (μαγνητικὰ ὄργανα) δέον νὰ τοποθετοῦ- νται μακρὸν τῶν ηλεκτροδυναμικῶν τοιούτων. Ὅταν ἐκτελέ- νται μετρήσεις ἐναλασσομένων ρευμάτων τότε διὰ νὰ ἐπιδρά- σουν ἐξωτερικὰ ἐναλασσομένα πεδία πρέπει νὰ εἶναι τῆς αὐ- τῆς συχνότητος μὲ τὸ ρεῦμα τοῦ τροφοδοτεῖται τὸ ὄργανον.

Σφάλμα περαιτέρω δύναται νὰ ἐπέλθῃ εἰς τὴν μέτρησιν ἐάν ὑπάρξει μὴ ἐσωτερικὴ μετατόπισις φάσεων μεταξὺ τῶν πεδίων τῶν δύο πηνίων. Τοῦτο ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν αὐτεπαγ- γήν καὶ τὴν ἀντιστατευπαγγήν τῶν πηνίων ἄρα ἀπὸ τῆς θέσεως τῶν ὁμοίων ἔχουν μεταξὺ τῶν τὰ δύο πηνία καὶ τὴν ἀπόκλι- σιν. Τὸ σφάλμα τοῦτο εἶναι μὴδὲν μόνον ὅταν αἱ δύο σπεί- ραι εἶναι κἀκεῖτοι ἐπ' ἀλλήλας. Τὰ ηλεκτροδυναμικὰ ὄργανα μετὰ σιδήρου λόγῳ τοῦ σφάλματος τοῦ προκαλεῖται ἐνεκα τοῦ σιδήρου δὲν εἶναι κατέλληλα διὰ μετρήσεις ἀκριβείας ἀλλὰ ὡς ἀνεφέρθη διὰ βιομηχανικὰ ὄργανα λόγῳ τῆς ἰσχυρᾶς κατα- σκευῆς τῶν. Ἐπειδὴ ταῦτα ἔχουν ροπήν στρέψεως δύναται νὰ τοποθετηθοῦν μὲ ὀριζόντιον ἀξονα ἐπὶ πινάκων ἐργοστασίων, τὸ δὲ σιδηροῦν περίβλημα ἀποτελεῖ ἓνα καλὸν προφυλακτικὸν μέσον ἐναντίον τῆς ἐπιδράσεως τῶν ξένων πεδίων.

Σφάλματα προσερχόμενα ἐξ ὑστερήσεως καὶ παραμένοντος μαγνητισμοῦ εἶναι ἀμελητέα διότι αἱ διάφορα εἰς τὰς με- τρήσεις μεταξὺ συνεχῶς καὶ ἐναλασσομένου ρεύματος εἶναι μόνον 0,1 - 0,2 %. Διὰ κατέλληλα εἶδη σιδήρου τὰ ὀλικὰ σφάλματα σιδήρου εἶναι τόσον μικρά ὥστε νὰ μὴν υπερβαίνουν τὰ ἐπιτρεπόμενα ὅρια σφάλματος τῶν βιομηχανικῶν ὁργάνων.

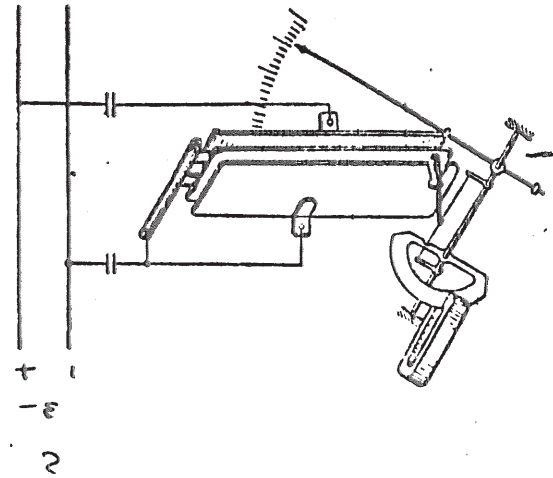
Σημειώσεις :

Εἰς τὰ ηλεκτροδυναμικὰ ὄργανα ἀνήκουν καὶ τὰ ὄργανα μετρήσεως τοῦ σὺντελεστοῦ ἰσχύος  τὰ ὁποῖα ἔ- χουν δύο σταθερὰ πηνία τάσεως καὶ  ἓνα στρε- πτόν πηνίον τὸ ὅποιον φέρει τὸν  κλίμαξ τῶν ὁργάνων τούτων χρησιμεύει ὡς πηνίον ρεύματος (ἴδε "μέτρησις σὺντελεστοῦ ἰσχύος" ἢ κλίμαξ τῶν ὁργάνων τούτων εἶναι ἀνομοιομόρφως διηρημένη).

7.8 - Ἡλεκτροστατικὸν ὄργανον ()

Τὸ ηλεκτροστατικὸν ὄργανον χρησιμεύει ὡς βολτόμέτρον καὶ κυρίως διὰ μετρήσεις ὑψηλῶν συνεχῶν καὶ ἐναλασσομέ- νων τάσεων. Τὰ ὄργανα ταῦτα σιτηρίζονται ἐπὶ τῆς ἀρχῆς ἡ- λεκτροστατικῶν δυνάμεων αἱ ὁποῖαι ἐξασκούνται μεταξὺ σω- μάτων εὐρισκομένων ὑπὸ διάφορα δυναμικὰ. Εἰς τὴν περίπτω- σιν μετρήσεως συνεχῶς ρεύματος ἔχουν τὸ πλεονέκτημα νὰ μὴ ἀπορροποῦν ρεῦμα ἐπειδὴ ἡ ἐσωτερικὴ τῶν ἀντίστασις εἶ- ναι ἀπειρος.

Κατασκευή. Το ηλεκτροστατικό όργανον αποτελείται από τρείς κατακόρυφους μεταλλικούς πλάκας. Αι δύο πλάκες είναι σταθεραί ή δε ένωθ- των σταθερών ευρισκομένη με-



σαία πλάξ, είναι κινητή . Η κίνησις τήν οποίαν έκτε- λαεί ή μεσαία πλάξ κατά τάς μετρήσεις μεταφέρεται εις τό σύστημα του δείκτου. Διά νά επιτυγχάνεται ή απόβε- σις είναι στερεωμένος επί του άξονος του δείκτου έ- νας δίσκος από 'Αλουμίνιον δ όποιος κινείται μεταξυ των πόλων ενός πεταλοειδούς μονύμου μαγνήτου. 'Η μία σταθερά πλάξ είναι συνδε- δεμένη μέ τόν έναν πόλον ή έτέρα σταθερά πλάξ μέ τόν άλλον πόλον τής προς μέτρησιν τάσεως.

Η μεσαία κινητή πλάξ ευ- ρίσκεται συνδέομένη μετά μιας των σταθερών.

Αρχή λειτουργίας. 'Η λει- τουργία του ηλεκτροστατι- κού μετρητικού συστήματος βα- σίζεται επί τής αρχής ότι "ζώνημα ηλεκτρικά μεγέθη αποδούνται και έτερόνυμα έλκονται".

Κατά τήν σύνδεσιν του οργάνου μέ τήν τάσιν ή οποία πρό- κειται νά μετρηθῇ ή κινητή πλάξ και ή μετ' αὐτῶν εις τόν αὐτόν πόλον συνδεομένη σταθερά φορτίζεται όμονύμως ό- πότε οι δύο πλάκες άπωδούνται . Η δευτέρα σταθερά πλάξ ή οποία είναι συνδεομένη μέ τόν άλλον πόλον τής μετρου- μένης τάσεως φορτίζεται μέ έτερόνυμον ηλεκτρισμόν από τόν τής κινητής πλάκας όποτε αι δύο αὐται πλάκαι έλκονται. 'Η οὕτω προκαλουμένη κίνησις μεταφέρεται εις τό σύστημα του δείκτου. Το μέγεθος των δυνάμεων έλξεως και άπόσεως εξαρ-

τάται από τό γινόμενον των φορτίων των πλακών. 'Εκ των ά- νωτέρω καταφαίνεται, ότι τό ηλεκτροστατικό μετρηκόν σύ-στημα άποτελεί έναν πυκνωτήν μέ σταθερόν και κινητόν ό- πλισμόν. 'Εάν αι δύο πλάκες έχουν μίαν διαφοράν τάσεως U μίαν άπόστασιν α και ένα φορτίον Q τότε κατά τόν νόμον του Coulomb μεταξυ αὐτῶν προκαλείται μία δύναμις

$$F = K \cdot \frac{Q^2}{a^2}$$

(ανάλυγος του τετραγώνου του φορτίου και άντιστρόφως ά- νάλογος του τετραγώνου τής άποστάσεως). Διά μίαν χωρητικότητα C έχομεν $Q = UC$ και ή εξίσωσις τής ηλεκτρικής ροπής στρέψεως γίνεται

$$M_{\eta\lambda} = K_2 F = K_1 K_2 \frac{C^2}{a^2} u^2$$

Άρα ή εξασκουμένη δύναμις επί τής κινητής πλάκας είναι ά- νάλογος προς τό τετράγωνον τής μετρουμένης τάσεως ή όέ κλίμαξ είναι διά τούτο, διηρημένη κατά τόν νόμον του τε- τραγώνου άρα τά όργανα ταῦτα είναι χρησιμοποισήσιμα και διά συνεχές και διά έναλασόμενον ρεύμα, διότι εις τάς έ- ναλασόμενας τάσεις μεταβάλλονται τά φορτία άμφοτέρων των όπλισμών μέ τήν στιγμιαίαν τιμήν κατά μέγεθος και διεύθυ- νσιν.

Ιδιότητες : Τα ηλεκτροστατικά Βολτόμετρα έχουν έ- ξαιρετικώς μικράν ιδίαν κατανάλωσιν, εις τήν περιπτώσιν συνεχούς ρεύματος ή ιδία κατανάλωσις είναι σχεδόν μηδε- νική. 'Η συχνότης του ρεύματος πρακτικώς δεν έχει ούδε- μίαν επίδρασιν. Τα όργανα ταῦτα χρησιμοποιούνται διά συ- νεχές ρεύμα και έναλασόμενον ρεύμα μέχρις 10^8 HZ. 'Η ά- κρίβεια των οργάνων τούτων δεν είναι μεγάλη. Τα όρια του σφάλματος κεινται μεταξυ 1-2 % περίπου. 'Η υπερφορτίσις εις τά περισσότερα τῶν οργάνων τούτων δεν υπερβαίνει, τά 50 % του πεδίου μετρήσεως. Διά προφύλαξιν των οργάνων , από καταστροφάς κατά τάς υπερφορτίσεις συνδεσμοποιείται μία μεγάλης τιμής ώμική αντίστασις μέχρις 100.000 Ω . Τα έξωτερικά μαγνητικά πεδία δεν έχουν ουδεμίαν επίδρα- σιν επί των ενδείξεων του οργάνου ενώ αντίθετως τά ήλ- κερικά πεδία έπιδροῦν και έχουν ως άποτέλεσμα πολλάκις έσφαλμένas ένδείξεις, διά τούτο τό μετρηκόν σύστημα του

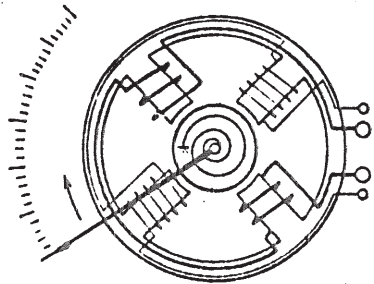
Σχ. 17

'Ηλεκτροστατικό Μετρηκόν σύ-στημα Βολτομέτρου μέ άπόβε- σιν δυνορρευμάτων.

ὄργανον τοποθετεῖται ἐντός μεταλλικοῦ περιβλήματος τὸ ὁποῖον συνδέεται μὲ τὸν ἕνα πόλον ἢ προσγειοῦται.

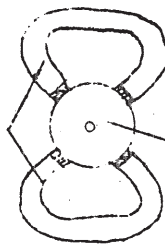
7.9 - Ἐπαγωγικὸν ὄργανον.

Τὸ μετρικὸν σύστημα τῶν ὀργάνων τούτων ἀποτελεῖται ἀπὸ ἑναὶν δακτύλιον μὲ τέσσαρας ἐσωτερικοὺς πόλους μὲ τάσην 90° γνωστὰν μεταξὺ τῶν



Σχ. 18. Δακτύλιος πόλων μὲ περιελίξεις πόλων διὰ ὄργανον μετρήσεως ἰσχύος.

μόνιμος μαγνήτης



τύμπανον ἐξ ἀλουμινίου

Σχ. 19. Ἀπόσβεσις ἐκ δυναμορευσμάτων.

νει καὶ ἐξισορροπεῖ τὴν ροπὴν στρέψεως τοῦ τυμπάνου μὲ τὸν ἄλλον τοῦ τυμπάνου εἶναι συνδεδεμένος ὁ δείκτης τοῦ ὀργάνου.

Ἀρχὴ λειτουργίας: Ἐάν τὰ ρεύματα εἰς τὰς δύο περιελίξεις δέν εὐρίσκονται ἐν ᾧ ᾗσει δημιουργεῖται μεταξὺ τῶν πόλων, ἕνα γαγνητικὸν στρεφόμενον πεδίου τὸ ὁποῖον δημιουργεῖ εἰς τὸ τύμπανον ἐξ ἀλουμινίου ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς. Ἐκ τῆς ἐπιδράσεως τοῦ στρεφόμενου πεδίου ἐπὶ τῶν ἐλασμάτων τοῦ τυμπάνου στρέφεται τὸ τύμπανον κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ στρεφόμενου πεδίου ὡς ὁ βραχυκυκλωμένος δρομεὺς ἐνὸς κινητήρος ἐν-λασσομένου καὶ μάλιστα κατὰ τὴν ὁδὸν τῶν γωνίας μέχρις οὗ ἡ ἐξουσία τῶν ἐξισορροπῶν τὴν ροπὴν στρέψεως ἐλαττῶν τὸ τυμπάνον.

Τὸ γαγνητικὸν πεδίου διὰ τὴν ἀπόσβεσιν τῶν ταλαντώσεων παράγεται ἀπὸ δύο ἰσχυροὺς μεταλλοειδεῖς μαγνήτας οἱ ὁποῖοι κατὰ τὴν στροφὴν τοῦ τυμπάνου παράγουν εἰς αὐτὸ δυναμορεύματα τὰ ὁποῖα πεδίζουν τὴν περιστροφὴν τοῦ τυμπάνου καὶ οὕτω ἐξασφαλίζουν τὴν ἄνευ ταλαντώσεων τοποθέτησιν τοῦ μετρητοῦ συνδεδεμένου δείκτου τοῦ ὀργάνου.

Χρησιμοποίησις: Τὰ ὄργανα ταῦτα χρησιμοποιοῦνται μόνον διὰ ἐναλασσόμενον ρεῖμα ὡς ἀμερόμετρα, βολτόμετρα, καὶ διὰ μέτρησιν ἰσχύος; Ἀδύνατον εἶναι αὐτὰ τὰ ὄργανα ἐπὶ πρὸς ἀντίστροφον ὁδὸν ἀπὸ τῆς μεταβολῆς τῆς θερμοκρασίας καὶ τῆς συχνότητος δέν εἶναι κατάλληλα διὰ ἀκριβεῖς μετρήσεις. Ἡ ἐπαύξησις τοῦ πεδίου μετρήσεως ἐπιτυγχάνεται διὰ συνδεσμολογίας ἀντιστάσεων.

7.10 - Ὅργανον ταλαντώσεων (Συχνόμετρο)

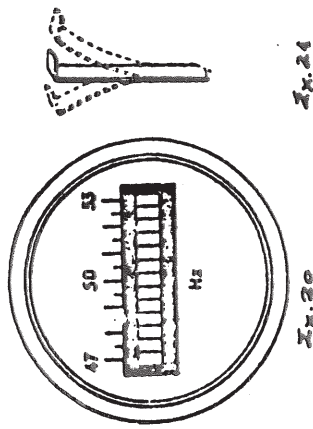
Συχνόμετρον διὰ γλωσσίδων

Κατασκευὴ: Τὸ μετρικὸν σύστημα τοῦ συχνομέτρου γλωσσίδων ἀποτελεῖται ἀπὸ ἑναὶν ἡλεκτρομαγνήτην καὶ ἑναὶν ἀριθμὸν γλωσσίδων ἀπὸ λεπτὸν ἔλασμα ἕκ χάλυβος τὰ ὁποῖα δύνανται νὰ ταλαντοῦνται ἐλευθέρως.

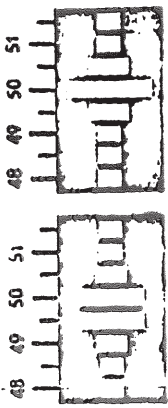
Εἰς τὰ ἄνω πέρατα τῶν γλωσσίδων εἶναι μικρὰ λευκὰ φύλλα συγκεκολλημένα διὰ τὰ εἶναι τὰ γλωσσίδα εὐκόλως ὁρατά.

Ἐκαστον γλωσσίδου εἶναι καθωρισμένον διὰ μίαν ἰσχύον συχνότητα.

Ἀρχή λειτουργίας : διέρχεται ἐναλλασσόμενον ρεύμα διὰ τοῦ τυλίγματος τοῦ ηλεκτρομαγνήτου τότε δημιουργεῖται



Σχ.20



Σχ.22
(49,75 Hz)

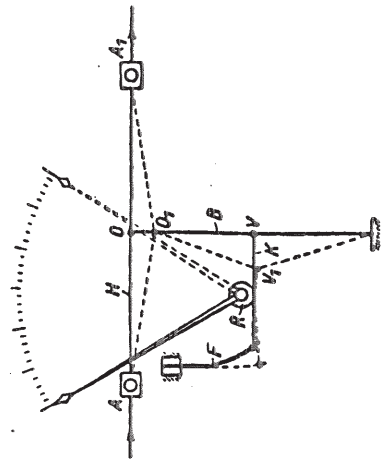
Σχ.23
(50 Hz)

νότης συμπέπει με τὴν συχνότητα τοῦ ἐναλλασσόμενου ρεύματος. Τὸ γλωσσίδιον τοῦτο ταλαντοῦται πλήρως. Ὁ ἀριθμὸς τῶν γλωσσιδίων ἐκλέγεται κατὰ τοιοῦτον τρόπον ὥστε ἐκτός τοῦ γλωσσιδίου τὸ ὅποιον ταλαντοῦται πλήρως ταλαντοῦται ἐπίσης ὠρισμένα γειτονικά τούτου με μικροτέρων κλάτους ταλαντώσεως. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον παράγεται μία εἰκὼν ταλαντώσεων ἐκ τῆς ὁποίας δύναται ἐπίσης κανεῖς νὰ ἀναγνώσῃ τὴν μέσην τιμὴν. Εἰς τὸ σχ. 22 ταλαντοῦνται τὰ γλωσσίδια 50 καὶ 49,5 ὁμοιομορφῶς δυνατὰ, εἰς αὐτὴν τὴν περίπτωσιν τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα ἔχει μίαν συχνότητα ἢ ὅποια εὐρίσκεται μετὰ 50 καὶ 49,5 ἥτοι εἰς αὐτὴν τὴν περίπτωσιν ἔχει τὸ ρεῦμα συχνότητα 49,75 Hz. Εἰς τὸ σχ.23

ταλαντοῦται τὸ γλωσσίδιον 50 πλήρως ἐνῶ τὰ δεξιὰ καὶ ἀριστερά τούτου εὐρισκόμενα γλωσσίδια 49,5 καὶ 50,5 ταλαντοῦνται ἀσθενέστερον. Ἡ ἀκριβὴς συχνότης εἰς αὐτὴν τὴν περίπτωσιν εἶναι 50 Hz. Συχνόμετρα διὰ μικρὰς συχνότητας μέχρι 1 Hz φέρουν μετρικὸν σύστημα με δύο τυλίγματα. Ἡ ἀκρίβεια ἐνδείξεων τοῦ συνημέτρου τούτου ἐπαρκεῖ μόνον διὰ γενικὰς περιπτώσεις. Διὰ εἰδικὰς περιπτώσεις ὅταν ἐπιθυμοῦμεν ἀκρίβειαν ἐνδείξεων χρησιμοποιοῦμεν συνημέτρα τῶν ὁποίων τὸ ὅλον πείδον μετρήσεων εἶναι κατασκευασμένον διὰ 2-3 Hz π.χ. 49 μέχρις 51 Hz.

7.11 - Ὅργανον θερμαινόμενου σύρματος

Κατασκευὴ : Τὸ σχ. 24 παρουσιάζει τὰς γενικὰς ἀρχὰς κατασκευῆς ὁργάνου θερμαινόμενου σύρματος. Μεταξὺ τῶν λήξεων A-A₁ εὐρίσκειται τεντωμένον τὸ σύρμα H τὸ ὁποῖον θερμαίνεται ὅταν διαβιβασθῇ ρεῦμα.



Μετρικὸν σύστημα ὁργάνου θερμαινόμενου σύρματος. Σχ.24

Καθότις πρὸς αὐτὸ τὸ σύρμα H καὶ εἰς τὸ σημείον O εὐρίσκεται στερεωμένον δεύτερον σύρμα B τοῦ ὁποῦτο κατώτερον ἄκρον εἶναι συνδεδεμένον με τὸ περίβλημα. Εἰς τὸ σημείον V τοῦ σύρματος B εἶναι στερεωμένη μὲ κλωστή ἐκ φυτικῆς μετέξης K ἡ ὁποία διέρχεται μέσῳ τῆς τροχαλίας R καὶ διατηρεῖται ἐπὶ τὸ ἐλατήριο F.

Με τὸν ἄξονα τῆς τροχαλίας R εἶναι συνδεδεμένος ὁ δεικτὸς τοῦ ὁργάνου.

Ἀρχαὶ λειτουργίας : Ὁ δεικτὸς τὸ σύρμα δὲν διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος παραμένει ψυχρὸν καὶ ὁ δεικτὸς εἰρίσκει -

ται εις την αριστοτέραν μηδενικὴν θέσιν. "Όταν διαρρέεται τὸ σύρμα Η ὑπὸ ρεύματος τούτου θερμαίνεται καὶ διαστέλεται. Λόγῳ τῆς διαστολῆς κάμπτεται τὸ σύρμα Η ἀπὸ τὸ σημεῖον Ο εἰς τὸ σημεῖον Ο'. Οὕτω τὸ σημεῖον Υ τοῦ σύρματος Β μετακινεῖται πρὸς τὸ σημεῖον Υ'. Ἡ τροχαλία τοῦ δείκτου στρέφεται νῦν ὑπὸ τὴν ἐκέρρειαν τῆς τάσεως τοῦ ἐλατηρίου πρὸς τὰ δεξιὰ. Οὕτω ἡ λόγῳ τῆς θερμότητος (δημιουργοῦ σύρματος Η μεταβιβάζεται μετὰ τὴν βοήθειαν τοῦ σύρματος Β καὶ τῆς μεταξίνης κλωστῆς Κ εἰς τὸ σύστημα τοῦ δείκτου. Μέσω τοῦ συστήματος τούτου μεταφορᾷ ἡ μικρὰ διαστολὴ τοῦ σύρματος μεταβιβάζεται εἰς τὸν δείκτην ἰσχυρῶς ἐπιυξημένη. Διὰ τὸ θερμαινόμενον σύρμα χρησιμοποιεῖται κρῶμα πλατίνης καὶ ἱφιδίου τοῦ ὁποίου ἡ θερμοκρασία τήξεως εἶναι περίπου 2300° C. Ἡ θερμοκρασία τοῦ θερμαινόμενου σύρματος διὰ πλήρη ἀπόκλισην τοῦ δείκτου ἀνέρχεται εἰς 300 C. Λόγῳ τῆς ὑψηλῆς ταύτης θερμοκρασίας τοῦ σύρματος εἶναι αὐτονόητον ὅτι αἱ διακυμάνσεις τῆς ἐξωτερικῆς θερμοκρασίας τοῦ περιβάλλοντος δὲν ἔχουν οὐδεμίαν ἐπίδρασιν ἐπὶ τῆς ἀκριβείας τῶν μετρήσεων.

Λόγῳ τῆς τῶσον ὑψηλῆς θερμοκρασίας τήξεως τοῦ κράμματος τὰ ὄργανα θερμαινόμενον σύρματος δύναται νὰ υπερφορτισθοῦν μέχρις 2 1/2 φορές τῆς τιμῆς τῆς ὀνομαστικῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος καὶ τὸ θερμαινόμενον σύρμα δύναται νὰ θερμανθῇ μέχρις ἐρυθροπυρώσεως.

Ἀπόψεις : Ἡ ἀπόψεις εἰς τὰ ὄργανα ταῦτα ἐπιτυγχάνεται διὰ στερεώσεως ἑνὸς δίσκου ἐξ ἀλουμινίου εἰς τὸν ἄξονα τοῦ δείκτου ὁ ὁποῖος κινεῖται μετὰ τῶν πόλων ἑνὸς ἰσχυροῦ μονίμου μαγνήτου. Τὰ δυναρεύματα τὰ ὁποῖα προκαλοῦνται λόγῳ τῆς περιστροφῆς τοῦ δίσκου πεδίζουν τὴν περιστροφὴν τοῦ δείκτου καὶ ἐπιτυγχάνουσιν τὴν ἀνευ ταλαντώσεων πόκλινσιν τούτου.

Ἰδιότητες : Ἡ θερμότης ἡ προκαλουμένη ἐκ τοῦ ρεύματος εἶναι ἀνεξάρτητος, τῆς φορῆς τούτου ἂν τὰ ὄργανα ταῦτα, εἶναι κατὰλληλα διὰ μετρήσεις συνεχοῦς καὶ ἐναλλασσομένου ρεύματος. Ταῦτα εἶναι κατὰλληλα διὰ τὴν μέτρησιν ἐντάσεων καὶ τάσεων ρευμάτων ὑψηλῶν συχνότητων. Ἡ διαίρεσις τῆς κλίμακος εἶναι ἀνισομερής (κατὰ τὸν νόμον τοῦ τετραγώνου) διότι ἡ θερμοκρασία τοῦ σύρματος εἶναι ἀνάλογος

τοῦ τετραγώνου τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος ποὺ προκαλεῖ τὴν αὔξησιν τῆς θερμοκρασίας. Ἐπειδὴ ἡ αὔξησις τῆς θερμοκρασίας τοῦ σύρματος δὲν γίνεται ἀκαριαίως αἱ μετρήσεις μετὰ ὄργανα ταῦτα διαρκοῦν ἐπὶ μακρότερον χρόνον παρὰ μετὰ ἄλλα ὄργανα.

Ἡ ἰδία κατανάλωσις τοιούτου ὀργάνου χρησιμοποιουμένου ἀμπερομέτρου διὰ 5A εἶναι περίπου 1,5 VA.

Εἰς τοιαῦτα ὄργανα χρησιμοποιουμένα διὰ μετρήσεις ἐντάσεων ἄνω τῶν 5A συνδεσμοιογούνται ἐν παραλλήλῳ πρὸς τὸ θερμαινόμενον σύρμα κεχωρισμένοι ἀντιστάσεις. Διὰ μετρήσεις τάσεων ἄνω τῶν 3V μετὰ τοιαῦτα ὄργανα συνδεσμοιογούνται ἐν σειρᾷ πρὸς τὸ θερμαινόμενον σύρμα ἀντιστάσεις.

Τὰ ὄργανα θερμαινόμενου σύρματος δὲν ἔχουν σήμερον οὐδεμίαν τεχνικὴν σημασίαν καὶ χρησιμοποιοῦνται ἐλάχιστα ἢ οὐδὲν. Διὰ τὰς μετρήσεις ὑψισχύων ρευμάτων χρησιμοποιοῦνται πλέον μόνον ὄργανα στρεπτοῦ πηνίου μετὰ μετασχηματιστοῦ θερμότητος ἢ διόδου λυχνίας Γερμανίου.

7.12 - "Όργανα μετὰ κινήτου σιδήρου ("Όργανα μαλακοῦ σιδήρου) .

Τὰ ὄργανα ταῦτα ὀνομάζοντο παλαιότερον ὄργανα μαλακοῦ σιδήρου ἢ ἠλεκτρομαγνητικὰ ὄργανα.

Κατασκευή : Τὸ παλαιότερον ὄργανον αὐτῆς τῆς κατασκευῆς εἶχεν τὴν μορφήν τοῦ Σχ. 25 καὶ ἦτο ὄργανον μαλακοῦ σιδήρου. Εἰς αὐτὸ τὸ ὄργανον ὑπεράνω τοῦ κενοῦ χώρου ἑνὸς μαγνητικοῦ πηνίου εὐρίσκεται σωλὴν ἐκ μαλακοῦ σιδήρου τοῦ ὁποίου τὸ ἄνω ἄκρον εἶναι στερεωμένον εἰς ἐλατήριο. Ἐνας δέκτης στερεωμένος στὸν σιδηρὸν κύλινδρον δίδει τὴν ἔντασιν τοῦ μετρούμενου ρεύματος εἰς μίαν κλίμακα εὐρισκομένην πλευρικῶς.

Ἀρχὴ λειτουργίας : "Όταν διέρχεται ρεῦμα μέσῳ τοῦ πηνίου ἔλκεται ὁ σιδηρὸς σωλὴν εἰς τὸν κενὸν χώρον τοῦ πηνίου.

Ἡ δύναμις τῆς ἑλξεως εἶναι τόσον μεγαλύτερα ὅσον μεγαλύτερα εἶναι ἡ ἔντασις τοῦ διαρρέοντος τὰς σπείρας τοῦ πηνίου ρεύματος. Ἡ δύναμις τοῦ ἐλατηρίου ἰσορροπεῖ τὴν μα-

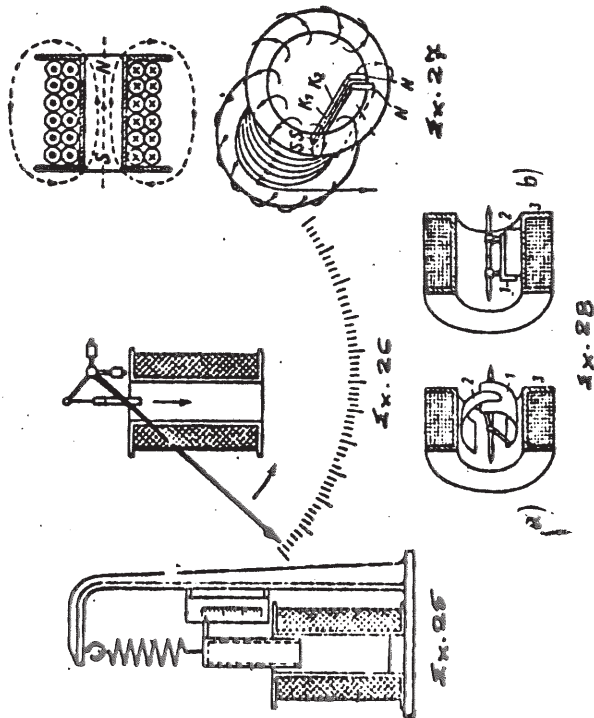
Σχ. 27 και Σχ. 28.

Κατασκευή ὀργάνου κυκλικού πηνίου. Εἰς τὸν κεντρικὸν λιγνερικὸν χώρον ἑνὸς μαγνητικοῦ πηνίου διαρρεομένου ὑπὸ ρεύματος εὐρίσκονται δύο ἑλάσματα σιδήρου K_1 καὶ K_2 πάχους $0,2 - 0,3$ χιλ. ἀπὸ εἰδικὸν κρῖμα. Τὸ ἐν σιδηροῦν ἑλάσμα K_1 εἶναι σταθερῶς μὲ τὸ πηνίον συνδεδεμένον ἐνῶ τὸ ἕτερον ἑλάσμα K_2 εἶναι συνδεδεμένον μὲ τὸν ἄξονα τοῦ δεξιᾶς του παραπλευρῶς τοῦ ἑλάσματος K_1 καὶ εἶναι τριεπτὸν. Τὰ δύο σιδηρᾶ ἑλάσματα δύναται νὰ εἶναι κεκαμμένα συγκεντρικῶς πρὸς τὸν ἄξονα καὶ ἔχουν μίαν ἀκτινικὴν ἀπόστασιν περίπου 1 χιλ. ἢ δύναται νὰ εἶναι δύο περίπου ἴσα λεπτὰ τετραπλευρα ἑλάσματα ἀκτινικῶς διατεταγμένα Σχ. 28. b Τὰ περὶ τὰς τῶν ἑλασμάτων εἶναι προσεγγιζόντως ἀνάλογα τῆς ἐντάσεως τοῦ πεδίου τοῦ πηνίου ἥτοι τῶν ἀμπεριελιγμάτων τοῦ πηνίου καὶ τοῦ ρεύματος I πού διαρρέει τὸ πηνίον.

Ἀρχὴ λειτουργίας. Ὄταν τὸ πηνίον διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος προκαλεῖται ἓνα μαγνητικὸν πεδὸν εἰς τὸν κεντρικὸν τοῦ πηνίου, ἓνα μαγνητικὸν πεδὸν τοῦ ὁποίου ἀξονικαὶ γραμμαὶ διέρχονται διὰ μέσου τῶν δύο σιδηρῶν ἑλασμάτων. Ἐπειδὴ αἱ δυναμικαὶ αὗται γραμμαὶ διέρχονται διὰ τῶν σιδηρῶν ἑλασμάτων κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν προκαλοῦνται εἰς τὰ παραπλευρῶς κείμενα ἄκρα ἀμφοτέρων τῶν σιδηρῶν ἑλασμάτων μαγνητικοὶ πόλοι τῆς αὐτῆς πολικότητος. Ἀδῶγ τοῦ ὅτι πόλοι τῆς αὐτῆς πολικότητος ἀπωθούνται ἔπειτα εἰς τὴν κατὰ τὴν διαρροὴν τοῦ πηνίου ὑπὸ τοῦ ρεύματος τὸ στροπτόν ἑλάσμα K_2 ἀπωθεῖται ἀπὸ τὸ σταθερὸν ἑλάσμα K_1 . Ἡ ἄνωσις εἶναι τόσο μεγάλητέρα ὅσον μεγαλύτερα εἶναι ἡ ἐντάσις τοῦ ρεύματος πού διαρρέει τὸ πηνίον.

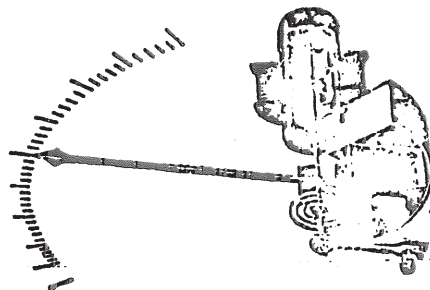
Τὸ Σχ. 29 δεικνύει τὴν κατασκευὴν τοῦ ὀργάνου μετρήσεως μετὰ στροπτοῦ σιδήρου. Εἰς τὸ μετρικὸν τοῦτο ὀργανισμῶν, εἰς τὸ σῶμα ἑνὸς δακτυλιοειδοῦς πηνίου 2 εἶναι στερεῶς συνδεδεμένον σιδηροῦν ἑλάσμα 4.

Τὸ ἕτερον σιδηροῦν ἑλάσμα 5 εἶναι συνδεδεμένον εἰς



γνητικὴν δύναμιν ἕλξεως τοῦ πηνίου. Διὰ αὐτοῦσαν ἐντασιν τοῦ ρεύματος τὸ ἐλατήριο τεντοῦται περισσότερον λόγῳ τῆς πρὸς τὰ κάτω, κινήσεως τοῦ σιδηροῦ σωλήνος. Ὄταν ἡ ἐντάσις τοῦ ρεύματος ἐλαττωθῇ τὸ ἐλατήριο ἔλκει τὸ σιδηροῦν σωλήνα πρὸς τὰ ἔξω μέχρις σημείου ὥστε ἡ δύναμις τοῦ ἐλατηρίου καὶ ἡ μαγνητικὴ δύναμις ἕλξεως νὰ ἔλθουν ἐν ἰσορροσίᾳ. Ὄταν διακοπῇ τὸ ρεῖμα τὸ ἐλατήριο ἔλκει τὸν σιδηρὸν σωλήνα μέχρις τῆς μηδενικῆς του θέσεως. Ἡ κατασκευὴ τοῦ Σχ. 25 κατηργήθη ἀργότερον καὶ ἀντικατεστάθη διὰ τῆς κατασκευῆς τοῦ Σχ. 26 ἢ ὅποια καὶ αὕτη κατηργήθη λόγῳ τῶν ἐλλειψέων τῆς Σήμερον χρησιμοποιεῖται κυρίως τὸ ὄργανον κυκλικοῦ πηνίου

1. Έλατήριο
2. Κυλινδρικό πηνίο
3. Αποβαθνή της ταλαντώσεως (δμορτισέρ)
4. Σταθερός πυρήν μαγνητικού μαλακού σιδήρου συνδεμένος σταθερά με τον άξονα της βελόνης του δείκτη 6 κλίμαξ
- 7.



Σχ. 29
Μετρίκον Σύστημα
Κινητού σιδήρου με απόβαθνη.

λατηρίου ισορροπία την ροπή στρέψεως τῷ σιδηρῷ ἑλάματι. Ὅταν διακοπῇ τὸ ρεῦμα λόγῳ τῆς τάσεως τοῦ ἐλατηρίου 1 ἐπανερχεῖται ὁ δείκτης ἄρα καὶ τὸ σιδηρὸν ἑλάμα εἰς τὴν μηδενικὴν θέσιν του.

Ἡ δύναμις ἀπώσεως καὶ ἡ ηλεκτρικὴ ροπή στρέψεως εἶναι ἀνάλογος τοῦ γινομένου τῶν δύο πεζῶν τῶν ἑλασμάτων

ἕναν στρεπτόν ἄξονα δ ὁποῖος ἐμπροσθεν φέρει τὸν δείκτην τοῦ ὄργάνου 6 τοῦ ἐπανατακτικοῦ ἐλατηρίου 1 τὸ ἔν ἄκρον εἶναι στερεῶς συνδεόμενον με τὸν ἄξονα τοῦ δείκτη τὸ δὲ ἄλλον ἄκρον με ἕναν γωνιώδη μοχλὸν κινητόν.

Τὸ ἐπανατακτικόν τοῦτο ἐλατήριο ἐνεργεῖ ἀνασταλτικῶς πρὸς τὴν ροπήν στρέψεως τοῦ στρεπτοῦ σιδηροῦ ἑλάματος 5. Με ἀξανομένην ἔντασιν ρεύματος ἡ δύναμις στρεφῆς τοῦ σιδηροῦ ἑλάματος αὐξάνεται ἔτσι ὥστε τοῦτο ἐκτελεῖ μεγαλυτέραν στρεφὴν, ὁπότε τὸ ἐλατήριο 1 συσπειροῦται

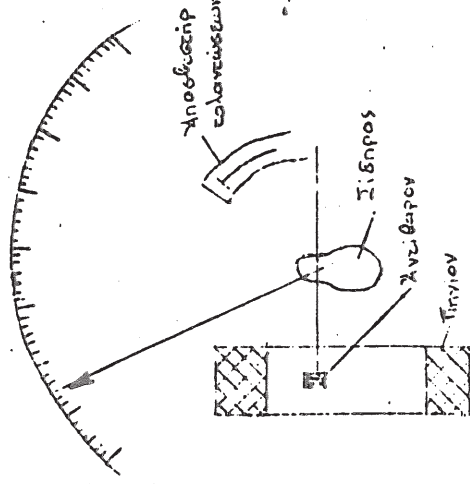
περισσότερον, τὸ ἀντίστροφον συμβαίνει ἐάν ἐλαττωθῇ ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος εἰς τὸ δακτυλιοειδὲς πηνίον ὁπότε λόγῳ τῆς τάσεως τοῦ ἐλατηρίου 6 δεικτικῆς στρέφει ἀντιθέτως μέχρῃς ὅτου ἡ τάσις τοῦ ἑλάματος τῆς τάσεως τοῦ σιδηροῦ ἑλάματος.

Ὅταν διακοπῇ τὸ ρεῦμα λόγῳ τῆς τάσεως τοῦ ἐλατηρίου 1 ἐπανερχεῖται ὁ δείκτης ἄρα καὶ τὸ σιδηρὸν ἑλάμα εἰς τὴν μηδενικὴν θέσιν του.

Ἡ δύναμις ἀπώσεως καὶ ἡ ηλεκτρικὴ ροπή στρέψεως εἶναι ἀνάλογος τοῦ γινομένου τῶν δύο πεζῶν τῶν ἑλασμάτων

ἦτοι τοῦ τετραγώνου τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος.

Ἀπόβαθνη. Διὰ νά μή ταλαντοῦται ὁ δείκτης περὶ τὴν νέαν θέσιν ισορροπίας του ἐκδόστην φορὰν ποῦ ἀλάσσειται πρὸς μέτρησιν ἑνῶν - σις τοῦ ρεύματος ἀλλὰ νά ἔρχεται ἀμέσως καὶ νά παραμένῃ εἰς τὴν νέαν θέσιν του ἰσορροπίας ἐφοδίζεται τὸ μετρίκον σύστημα με ἀπόβαθνην ἄερος. Ὁ ἀποβαστήρ ἄερος ποτελεῖται ἀπὸ ἕναν ὥρον ἀποσβέσεως Σχ. 30 ἐντὸς τοῦ ὁποῦ παλινδρομεῖ ἕνα ἑλαφρὸν πτερύγιον μέμκρὰν ἐλευθερίαν ἐντὸς τοῦ χώρου ἀποσβέσεως. Τὸ πτερύγιον τοῦτο εἰς τὸ κατώτερον ἄκρον του εἶναι σταθερῶς στερεωμένον με τὸν δείκτην τοῦ ὄργάνου. Εἰς κάθε κίνησιν τοῦ δείκτη οχηματίζεται εἰς τὸν ὥρον ἀποσβέσεως ἀντίστασις ἐκ τοῦ ἄερος τοῦ χώρου ἡ ὁποία ἐξασκεῖ ἀντίθετον δύναμιν πρὸς τὴν κίνησιν τοῦ δείκτη καὶ ἀποσβένει τὴν κίνησιν αὐτοῦ τῶσον ἐντόνως ὥστε ὁ δείκτης μετὰ ἀπὸ κάθε ἀπόκλισιν ισορροπεῖ ταχέως.

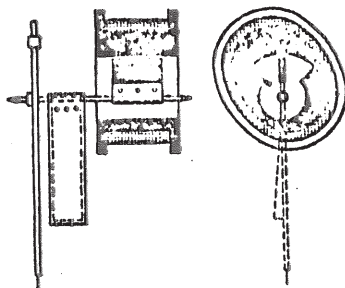


Σχ. 30

τοῦτο εἰς τὸ κατώτερον ἄκρον του εἶναι σταθερῶς στερεωμένον με τὸν δείκτην τοῦ ὄργάνου. Εἰς κάθε κίνησιν τοῦ δείκτη οχηματίζεται εἰς τὸν ὥρον ἀποσβέσεως ἀντίστασις ἐκ τοῦ ἄερος τοῦ χώρου ἡ ὁποία ἐξασκεῖ ἀντίθετον δύναμιν πρὸς τὴν κίνησιν τοῦ δείκτη καὶ ἀποσβένει τὴν κίνησιν αὐτοῦ τῶσον ἐντόνως ὥστε ὁ δείκτης μετὰ ἀπὸ κάθε ἀπόκλισιν ισορροπεῖ ταχέως.

Ἰδιότητες : Εἰς τὰ ὄργανα στρεπτοῦ σιδήρου τὸ μετρίκον σύστημα ἀποτελεῖται ἀπὸ μαλακὸν σιδηρον οὕτω ἡ φορὰ περιστροφῆς τῆς παραγομένης δυνάμεως περιστροφῆς εἶναι ἀνεξάρτητος τῆς φορᾶς τοῦ ρεύματος. Ἐξ αὐτοῦ εἶναι κατέλληλα διὰ συνεχῆς καὶ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα. Ἡ διαφορά τῶν ἐνδείξεων τοῦ δείκτη διὰ συνεχῆς ρεῦμα καὶ διὰ

κλίμακος καί δυνατότητα ἀποκλίσεως τοῦ δείκτη 90° . Διὰ νὰ εἶναι δυνατόν διὰ μίαν τόσον μεγάλην ἀπόκλισιν δείκτου νὰ ἔχωμεν γραμμικὴν διαίρεσιν κλίμακος διδεται εἰς τὸ πηλὸν μορφή ἑλλειπτικὴ ἀντὶ τῆς στρογγυλῆς Σχ. 31.



Πλὴν τοῦτου χρησιμοποιοῦνται κρόματα Νικελίου-Ζιδήρου ἢ κρόματα Νικελίου - Μολυβδενίου, διὰ τὴν κατασκευὴν τῶν ἐλασμάτων. Ἡ κλίμαξ τῶν ὀργάνων τούτων μετὰ τὰ 5% τοῦ πεδίου μετρήσεως εἶναι σχεδὸν γραμμικῶς διηρημένη.

Ἡ ἀκρίβεια τῶν ὀργάνων τούτων εἶναι τόσον μεγάλη ὥστε ὑπάρχει σχεδὸν ἀπόλυτος σύμπτωσις τοῦ ὀργάνου ἀκριβείας μετὰ κινητὸν τμήμα διὰ τὸ μεταξὺ τῶν ἐνδείξεων διὰ νητοῦ σιδήρου.

Σχ. 31

Πηλὸν πεδίου καί κινητὸν τμήμα διὰ τὸ μεταξὺ τῶν ἐνδείξεων διὰ νητοῦ σιδήρου. Ἡ ἰδία κατανάλωσις τοῦ ὀργάνου εἶναι περίπου 0,5 VA. Τὸ σφάλμα ἐνδείξεως διὰ συνεχῆς καί ἐναλλασσόμενον ρεῖμα εἶναι περίπου 0,2% τῆς τελικῆς τιμῆς. Τὸ δργانون εἶναι ἐφοδιασμένον δι' ἀπορροετῆρος ἀέρος.

ἐναλλασσόμενον τοιοῦτον συχνότητος 15-100 HZ εἶναι τόσον μικρὰ ὥστε νὰ δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς ἀμελητέα πρακτικῶς. Ἡ διαίρεσις τῆς κλίμακος εἶναι ἀντιστοίχης τῇ δὲ ἰδίᾳ κατανάλωσις τοῦ μετρικοῦ συστήματος εἶναι περίπου 1,5-3 VA. Τὰ ὄργανα ταῦτα μετρήσεως εἶναι ἀπλὰ εἰς τὴν κατασκευὴν τῶν καί βιομηχανικῶς σταθερά. Ἐπειδὴ μόνον τὸ ἀκίνητον πηλὸν διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος δύναται νὰ υπερφορτιοῦν ἡλεκτρικῶς εἰς μεγάλον βαθμὸν καί εἶναι ἀπαθὴ εἰς μηχανικὰς καταπονήσεις. Ἡ ἀκρίβεια αὐτῶν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ποιότητα τοῦ χρησιμοποιουμένου σιδήρου. Ἡ ἐπίδρασις τῆς θερμοκρασίας ἐπὶ τῆς τάσεως τοῦ ἐλατηρίου καί τῶν μαγνητικῶν ιδιοτήτων τοῦ σιδήρου, εἶναι πολὺ μικρά. Ἡ συχνότης τοῦ ρεύματος ἐπιδρᾷ ἐπὶ τοῦ ὀργάνου λόγω τῶν δυναρρευσμάτων τοῦ προκαλεῖ εἰς τὸν σίδηρον καί εἰς τὰ πλῆθος τοῦ τοῦ σιδήρου τεμάχια καί τὰ ὅποια (δυναρρεύματα) ἔχουν τὴν τάσιν νὰ ἀπομαγνητίζον τὸν μαλακὸν σίδηρον. Εἰς τὰ βολτδόμετρα ἐπιδρᾷ ἡ συχνότης ἐπὶ τῆς ἐπαγωγῆς τοῦ πηλίου. Τὸ σφάλμα ἐνδείξεως τοῦ δείκτη δύναται νὰ φθάσῃ ὀριζομένην τιμὴν ἐπὶ τοῖς ἐκατὸς ἔάν ἡ συχνότης τοῦ ρεύματος εἶναι διπλάσια τῆς ὀνομαστικῆς ἐπιτρεπομένης συχνότητος. Διὰ κατάλληλα εἶδη σιδήρου καί κατάλληλον κατασκευὴν τοῦ ὀργάνου εἶναι ἀνεκτὰ τὰ σφάλματα τῶν βιομηχανικῶν ὀργάνων τὰ ὅποια γίνονται διὰ συχνότητας περίπου 15-100 HZ. Λόγω τοῦ ὅτι τὸ πεδὸν τοῦ πηλίου εἶναι μόνον περί τὰ 100 Gauss, τὸ γήινον μαγνητικὸν πεδὸν καί ἕτερα ξένα πεδία ἐπιδρῶν ἐπὶ τοῦ ὀργάνου καί δύναται νὰ ἐπιφέρουν σοβαρὰ σφάλματα εἰς τὰς μετρήσεις. Τὸ μετρικὸν σύστημα τοῦ ἀμπερόμετρο καί τοῦ βολτομέτρο εἶναι ὁμοίας κατασκευῆς διαφέρουν δὲ μεταξὺ τῶν ὡς πρὸς τὸν ἀριθμὸν τῶν ἀμπεριελεγμάτων καί τὸ πάχος τοῦ σύρματος τοῦ διαρροεμένου

7.13 - Ὁργανα μετρήσεως ἀκριβείας μετὰ κινητοῦ σιδήρου.

Εἰς τὰ ὄργανα ἀκριβείας ἐπιθυμοῦμεν μεγάλο μήκος

7.14 - ΙΣΧΥΣ - ΒΑΤΤΟΜΕΤΡΟ

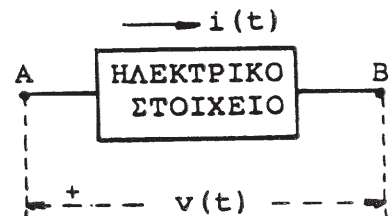
ΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΟΙ ΣΤΟΙΧΕΙΩΔΕΙΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΝΟΜΟΙ - ΙΣΧΥΣ

1.1 Ηλεκτρικά Στοιχεία

Ορισμοί και βασικές σχέσεις των ηλ. στοιχείων

Ηλεκτρικό στοιχείο λέγεται το στοιχειωδέστερο συγκεντρωμένο ηλ. σύστημα που έχει δύο ακροδέκτες (βλ. Σχ-B.1.1).

Μεταξύ των ακροδεκτών (A) και (B) επικρατεί τη χρονική στιγμή t η διαφορά δυναμικού (τάση) $v(t)$, ενώ μέσα από το ηλ. στοιχείο διέρχεται την ίδια χρονική στιγμή το ρεύμα $i(t)$.



Σχ-B.1.1: Το ηλεκτρικό στοιχείο.

Για τη συσχέτιση των θετικών και αρνητικών στιγμιαίων τιμών $v(t)$ και $i(t)$ με τους ακροδέκτες (A) και (B) ενός ηλ. στοιχείου χρησιμοποιείται η φορά αναφοράς της τάσεως και του ρεύματος.

Η φορά αναφοράς της τάσεως σημειώνεται με ένα (+) σε έναν από τους δύο ακροδέκτες, και σημαίνει, ότι τις χρονικές στιγμές που η συνάρτηση $v(t)$ έχει θετικές τιμές, ο ακροδέκτης με το (+) έχει μεγαλύτερο δυναμικό από τον άλλο

ακροδέκτη (είναι "θετικώτερος") και αντίστροφα.

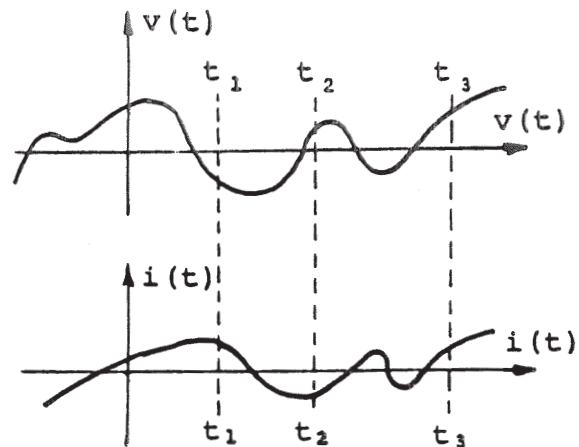
Η φορά αναφοράς του ρεύματος σημειώνεται με ένα βέλος (+) που έχει φορά από τον έναν ακροδέκτη προς τον άλλο και σημαίνει, ότι τις χρονικές στιγμές που η συνάρτηση $i(t)$ έχει θετικές τιμές, η φορά του ρεύματος (δηλ. η κατεύθυνση κινήσεως των θετικών ηλ. φορτίων) είναι εκείνη του βέλους και αντίστροφα.

Σημειώνουμε, ότι δεν είναι υποχρεωτικό, η φορά αναφοράς του ρεύματος να δείχνει από τον ακροδέκτη που έχει τα (+) της φοράς αναφοράς της τάσεως προς τον άλλον. Συνηθίζεται όμως, να συσχετίζονται οι φορές αναφοράς τάσεως και ρεύματος, όπως φαίνεται στο Σχ-B.1.1, οπότε, λέμε ότι οι δυο φορές αναφοράς είναι συνδεδεμένες (μεταξύ τους).

Έτσι, αν θεωρήσουμε για παράδειγμα, ότι για το ηλ.στοιχείο του Σχ-B.1.1 με τις σημειωμένες εκεί φορές αναφοράς, οι συναρτήσεις τάσεως και ρεύματος είναι αυτές του Σχ-B.1.2 μπορούμε π.χ. να συμπεράνουμε ότι: Τη χρονική στιγμή t_1 το ρεύμα ρέει πράγματι από τον ακροδέκτη (Α) προς τον (Β), ενώ την ίδια χρονική στιγμή ο ακροδέκτης (Β) είναι θετικώτερος

του (Α) [ή δηλ. ότι ο ακροδέκτης (Α) έχει χαμηλότερο δυναμικό από εκείνο του (Β)]. Τη χρονική στιγμή t_3 το ρεύμα έχει πάλι τη φορά που είχε τη χρονική στιγμή t_1 , ενώ η φορά της τάσεως άλλαξε και τώρα ο ακροδέκτης (Α) είναι θετικώτερος του (Β). Ο αναγνώστης ας βρει μόνος του, τι συμβαίνει τη χρονική στιγμή t_2 . Σχετική με το θέμα των φορών αναφοράς είναι και η ΕΦΑΡΜ. Δ-5.4.

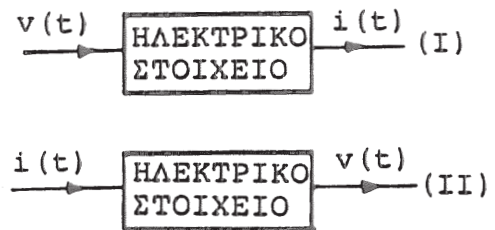
Με τη συμβολική απεικόνιση ενός συστήματος που γνωρίσαμε στην § Α-3.1, η βαθμίδα ενός ηλ. στοιχείου έχει τη μορφή που φαίνεται στο Σχ-B.1.3. Συνήθως έχουμε τη μορφή (Ι) δηλ. η τάση εί-



Σχ-B.1.2: Υποθετικές χρονικές μεταβολές τάσεως και ρεύματος ενός ηλ. στοιχείου.

ναι η διέγερση (είσοδος) και το ρεύμα η απόκριση (έξοδος), αλλά μπορεί να έχουμε προβλήματα όπως στη μορφή (II), όπου δηλ. να τροφοδοτούμε ένα στοιχείο με ένα γνωστό σήμα ρεύματος $i(t)$ και να θέλουμε να προσδιορίσουμε την τάση $v(t)$ που επικρατεί στα άκρα του.

Ας υπενθυμίσουμε τέλος εδώ τους βασικούς ορισμούς του ηλεκτρισμού:



Ηλεκτρικό ρεύμα ή απλώς ρεύμα $i(t)$ [A] λέγεται η παράγωγος ως προς τον χρόνο t [sec] του ηλεκτρικού φορτίου $q(t)$ [Cb], που διέρχεται μέσα από ένα ηλ. στοιχείο

Σχ-Β.1.3: Διάγραμμα βαθμίδας ενός ηλεκτρικού στοιχείου.

$$i(t) = \frac{dq(t)}{dt} \quad (\text{B.1-1})$$

και άρα:

$$q(t) = \int_{t_0}^t i(t) \cdot dt + q(t_0) \quad (\text{B.1-1.1})$$

Όταν σε ένα ηλ. σύστημα και εξ αιτίας των (εσωτερικών) δυνάμεων αυτού καθ'εαυτού του συστήματος γίνεται μετακίνηση ενός στοιχειώδους ηλ. φορτίου dq από ένα σημείο (A) σε ένα σημείο (B) και εάν έστω $dW_{A \rightarrow B}$ η ενέργεια που δόθηκε (από το ηλ. σύστημα) στο φορτίο για να μετακινηθεί, τότε ως διαφορά δυναμικού (ή τάση V_{AB} [V] μεταξύ των σημείων (A) και (B) ορίζεται το:

$$V_{AB} = \frac{dW_{A \rightarrow B}}{dq} \quad (\text{B.1-2.1})$$

Αν η κίνηση του φορτίου από το (A) στο (B) δεν μπορεί να γίνει από το ίδιο το σύστημα, αλλά χρειάζεται να επιδράσει το περιβάλλον του συστήματος (ένα άλλο σύστημα δηλαδή) και να δοθεί απ' έξω η αναγκαία ενέργεια $dW_{A \rightarrow B}$, τότε στη σχέση (B.1-2.1) θα μπει το $-dW_{A \rightarrow B}$ δηλ.

$$V_{AB} = - \frac{dW_{A \rightarrow B}}{dq} \quad (\text{B.1-2.1α})$$

Αν θεωρήσουμε σαν σημείο (B) ένα κάποιο σταθερό καθορισμένο σημείο, που το λέμε τότε σημείο αναφοράς έστω (B_0) τότε τη τάση V_{AB_0} μεταξύ ενός οποιουδήποτε σημείου (A) του συστήματος και του σημείου αναφοράς (B_0) τη λέμε δυναμικό του (A) ως προς το (B_0) ή απλώς δυναμικό του (A) και τη συμβολίζουμε με φ_A :

$$\varphi_A = V_{AB_0} = \frac{dW_{A+B_0}}{dq} \quad (B.1-2.2)$$

Αποδεικνύεται (από το "αστρόβιλο" του ηλ. πεδίου), ότι η διαφορά δυναμικού ή τάση $v_{AB}(t)$ μεταξύ δυο σημείων (A) και (B) ενός ηλ. συστήματος - και στη γενική περίπτωση που έχουμε και χρονικές μεταβολές στο σύστημα - ισούται με τη διαφορά των δυναμικών $\varphi_A(t)$ και $\varphi_B(t)$ των σημείων (A) και (B), ως προς ένα οποιοδήποτε σημείο αναφοράς.

$$v(t) = v_{AB}(t) = \varphi_A(t) - \varphi_B(t) \quad (B.1-2)$$

Από τις σχέσεις (B.1-1), (B.1-2.1) και (B.1-2) βγαίνει η στιγμιαία ισχύς $p(t) [W]$, που καταναλίσκει ένα ηλ. στοιχείο:

$$p(t) = \frac{dW(t)}{dt} = \frac{dW(t)}{dq} \cdot \frac{dq(t)}{dt} = v(t) \cdot i(t) \quad (B.1-3)$$

οπότε για την **ενέργεια** $W(t) [J]$ που έχει απορροφήσει μέχρι μια χρονική στιγμή t θα ισχύει:

$$W(t) = \int_{t_0}^t p(t) \cdot dt + W(t_0) \quad (B.1-3.1)$$

Ανάλογα με το πρόσημο της **μέσης ισχύος**

$$P_M(t_1, t_2) = \frac{1}{t_1 - t_2} \int_{t_1}^{t_2} p(t) \cdot dt \quad (B.1-3.2)$$

σε ένα "κατάλληλα μεγάλο" χρονικό διάστημα (t_1, t_2) χωρίζουμε τα ηλ. στοιχεία σε ενεργητικά και παθητικά.

Το "κατάλληλο" χρονικό διάστημα είναι για τη περίπτωση περιοδικών σημάτων $v(t)$ και $i(t)$ η περίοδος T , ενώ για μη περιοδικά σήματα η χρονική διάρκεια που ενδιαφέρει το πρόβλημα

Ένα ηλ. στοιχείο είναι **ενεργητικό** αν, με συνδυασμό των φορές αναφοράς για το $v(t)$ και $i(t)$, η μέση τιμή της $v \cdot i$

σχύος $P_{\mu}(t_1, t_2)$ για το χρονικό διάστημα (t_1, t_2) που μας ενδιαφέρει είναι αρνητική, οπότε λέμε ότι το ενεργητικό ηλ. στοιχείο καταναλίσκει αρνητική ισχύ ή ότι παράγει θετική ισχύ ή απλώς παράγει ισχύ.

Ένα ηλ. στοιχείο είναι παθητικό αν, με συνδυασμένο ενδεχόμενες φορές αναφοράς για τα $v(t)$ και $i(t)$, η μέση τιμή της ισχύος $P_{\mu}(t_1, t_2)$ για το χρονικό διάστημα (t_1, t_2) που μας ενδιαφέρει είναι θετική, οπότε λέμε ότι το παθητικό ηλ. στοιχείο καταναλίσκει θετική ισχύ ή ότι παράγει αρνητική ισχύ ή απλώς καταναλίσκει ισχύ.

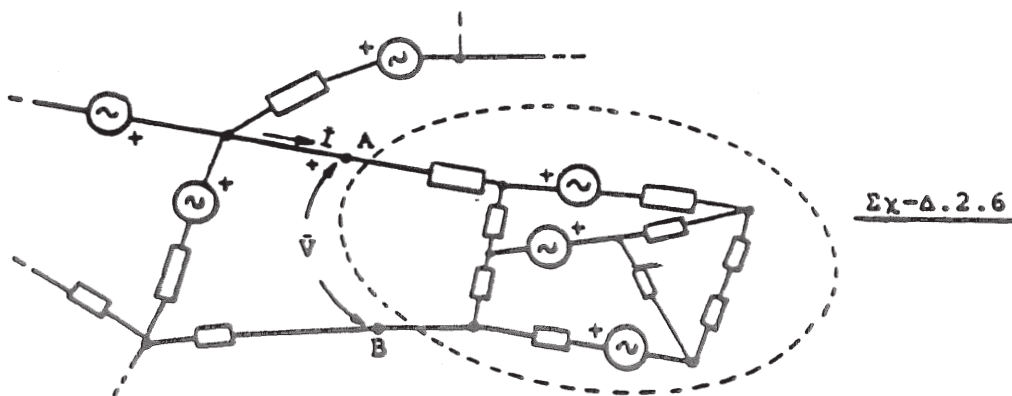
Ας σημειωθεί εδώ, ότι ένα π.χ. ενεργητικό στοιχείο μπορεί να έχει συνδεθεί έτσι σε ένα ηλ. σύστημα, που τελικά στο συγκεκριμένο πρόβλημα να καταναλίσκει ισχύ, αντί να παράγει, όπως π.χ. συμβαίνει με την αντιηλεκτρεργετική δύναμη κατά τη λειτουργία μιας ηλ. μηχανής σαν κινητήρα ή κατά τη φόρτιση ενός ηλ. συσσωρευτή. Στις περιπτώσεις αυτές, το υπόψη ενεργητικό στοιχείο "εξαναγκάζεται" να λειτουργήσει έτσι από τη συνδεσμολογία του υπόλοιπου κυκλώματος, που περιέχει τότε σίγουρα και ένα τουλάχιστον ακόμη άλλο ενεργητικό στοιχείο, που να λειτουργεί πράγματι ως ενεργητικό. Πάντως ένα ενεργητικό στοιχείο, όταν βρίσκεται σε ηλ. συνδεσμολογία με άλλα στοιχεία, που είναι όλα παθητικά, παράγει οπωσδήποτε θετική ισχύ, εξ ου και η ονομασία του.

Η όλη συμπεριφορά ενός ηλ. στοιχείου μελετάται με βάση τη συσχέτιση των $v(t)$ και $i(t)$, που δίνεται από το μαθηματικό μοντέλλο του και που είναι μια γενική σχέση, που τη γράφουμε συμβολικά:

$$g\{v(t), i(t)\} = 0 \quad (\text{B.1-4})$$

7.14.2 - Η ισχύς που απορροφά τμήμα ενός κυκλώματος με δύο ακροδέκτες, π.χ. στο Ε.Ρ.

- α. Έστω ένα τμήμα ενός ηλ. δικτύου το οποίο καταλήγει σε δύο σημεία (ακροδέκτες) Α και Β, όπως φαίνεται για παράδειγμα στο Σχ-Δ.2.6, και το οποίο δεν συνδέεται δι'αμοιβαίας επαγωγής με το υπόλοιπο ηλ. δίκτυο.



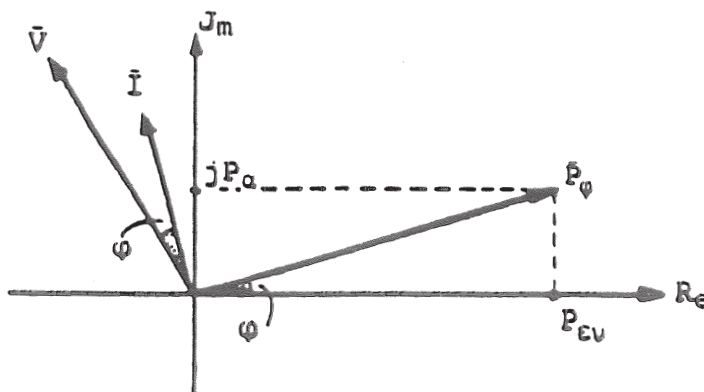
Το τμήμα μεταξύ των Α και Β (περιβάλλεται με τη διακεκομμένη γραμμή) απορροφά από το υπόλοιπο δίκτυο φαινομένη ισχύ $\bar{P}_{\phi}$ ίση προς:

$$\bar{P}_\varphi = \bar{V}\bar{I}^* = VI \cdot \cos\varphi + jVI \cdot \sin\varphi = P_{EV} + jP_a \quad \left. \begin{array}{l} \text{όπου } \varphi \notin \bar{V}, \bar{I} \text{ (} \varphi \geq 0 \text{)} \text{ και } \bar{I}^* \text{ ο συζυγής του } \bar{I} \end{array} \right\} \quad (\Delta.2-9)$$

Στο Σχ-Δ.2.7 φαίνεται ένα παράδειγμα διανυσματικής παραστάσεως του διανύσματος $\bar{P}_\varphi$ της ισχύος στο μιγαδικό επίπεδο.

Να προσεχθεί ότι το γινόμενο $\bar{V} \cdot \bar{I}^*$

χρησιμοποιείται στη σχέση (9), εφόσον η φορά αναφοράς του ρεύματος είναι τέτοια, ώστε να ελίσσεται στο εξεταζόμενο τμήμα του δικτύου από τον ακροδέκτη που έχει το (+) της φοράς αναφοράς της τάσεως· σε αντίθετη περίπτωση πρέπει να χρησιμοποιηθεί το γινόμενο $\bar{V}(-\bar{I})^*$.



Σχ-Δ.2.7

έχει το (+) της φοράς αναφοράς της τάσεως· σε αντίθετη περίπτωση πρέπει να χρησιμοποιηθεί το γινόμενο $\bar{V}(-\bar{I})^*$.

Στη σχέση (9) το P_{EV} [W] είναι η ενεργός ή πραγματική ισχύς.

Η P_a [VAR] είναι η άεργος ισχύς.

Η φαινομένη ισχύς P_φ μετράται σε [VA].

Ισχύει :

$$1[W] = 1[VA] = 1[VAR]$$

Το $\cos\varphi$ λέγεται Συντελεστής ισχύος (Σ.Ι.) του υπ'όψιν τμήματος του ηλ. δικτύου και ισχύει:

$$(\Sigma.Ι.) = \cos\varphi = \frac{P_{EV}}{\sqrt{P_{EV}^2 + P_a^2}} \quad (\Delta.2-10)$$

όπου

$$\sqrt{P_{EV}^2 + P_a^2} = |\bar{P}_\varphi| = P_\varphi = VI \quad (\Delta.2-11)$$

Τονίζεται ότι, πέρα από την $\bar{P}_\varphi$ της σχέσεως (Δ.2-9) που απορροφά το υπ'όψιν τμήμα του δικτύου από το υπόλοιπο δίκτυο, μπορεί το εξεταζόμενο τμήμα να παράγει μέσα του (με πηγές που πιθανόν να έχει) και άλλη ισχύ, που να "απορροφάται" από τα στοιχεία αυτού καθ'εαυτού του τμήματος.

β. Αν το εξεταζόμενο τμήμα του δικτύου αποτελείται μόνον από παθητικά ηλ. στοιχεία και έστω τότε $\bar{Z} = R + jX$ η συνολική σύνθετη αντίσταση που παρουσιάζει μεταξύ Α και Β τότε - ανεξάρτητα των χρησιμοποιούμενων φορών αναφοράς τάσεως και ρεύματος (βλ. και Σχ-Δ.2.8) - ισχύει:

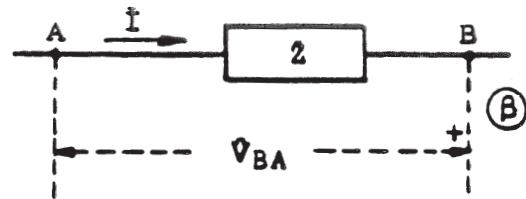
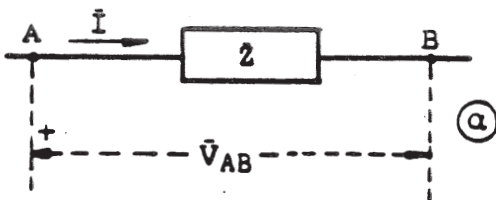
$$\left. \begin{aligned} \bar{P}_\varphi &= \bar{Z} \cdot |\bar{I}|^2 = (R + jX) \cdot |\bar{I}|^2 = R|\bar{I}|^2 + jX|\bar{I}|^2 \\ \text{δηλ.: } P_{\varepsilon\nu} &= VI \cos\varphi = R|\bar{I}|^2 = RI^2 \\ P_o &= VI \sin\varphi = X|\bar{I}|^2 = XI^2 \end{aligned} \right\} (\Delta.2-12)$$

και τότε η γωνία φ μεταξύ των $\bar{V}$ και $\bar{I}$ δεν είναι παρά η γωνία φ_z της Z δηλ. θα είναι:

$$\varphi = \varphi_z = \text{Arctg } (X/R) \quad (\Delta.2-13)$$

και

$$(\Sigma. I.) = \cos\varphi = \cos\varphi_z \quad (\Delta.2-14)$$



Σχ-Δ.2.8: Για τον υπολογισμό της ισχύος

$$(a) \quad \bar{P}_\varphi = \bar{V}_{AB} \cdot \bar{I}^* = \bar{Z} \cdot \bar{I} \cdot \bar{I}^* = \bar{Z} \cdot |\bar{I}|^2$$

$$(b) \quad \bar{P}_\varphi = \bar{V}_{AB} \cdot (-\bar{I})^* = (-\bar{Z} \cdot \bar{I}) \cdot (-\bar{I})^* = \bar{Z} \cdot \bar{I} \cdot \bar{I}^* = \bar{Z} \cdot |\bar{I}|^2$$

γ- Το ισόζυγιο ισχύος σε ένα ηλ. δίκτυο εκφράζεται από τη σχέση:

$$\Sigma \bar{P}_\varphi = 0 \quad (\Delta.2-15)$$

όπου το άθροισμα επεκτείνεται σε οποιοδήποτε συνδιασμό επί μέρους τμημάτων του δικτύου, που σαν σύνολο όμως να καλύπτουν -χωρίς να υπερκαλύπτονται- το ηλ. δίκτυο.

δ- Ανάλογα με το πρόσημο των $P_{\varepsilon\nu}$ και P_o λέμε για το εξεταζόμενο τμήμα του δικτύου ότι:

1. Απορροφά από το υπολ. δίκτυο $|P_{\varepsilon\nu}|$ [W] πραγματική ισχύ αν $P_{\varepsilon\nu} > 0$
2. Δίνει στο υπολ. δίκτυο $|P_{\varepsilon\nu}|$ [W] πραγματική ισχύ αν $P_{\varepsilon\nu} < 0$
3. Απορροφά από το υπολ. δίκτυο $|P_o|$ [VAR] άεργο επαγωγική ισχύ αν $P_o > 0$ ή δίνει στο υπολ. δίκτυο $|P_o|$ [VAR] άεργο χωρητική ισχύ αν $P_o < 0$

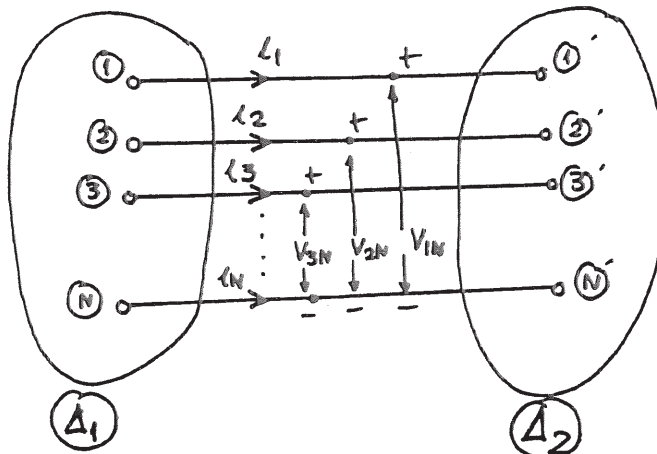
4. Απορροφά από το υπόλ. δίκτυο $|P_a| [VAR]$ άεργο χωρητική ισχύ αν $P_a < 0$ ή δίνει στο υπόλ. δίκτυο $|P_a| [VAR]$ άεργο επαγωγική ισχύ

Με βάση τα παραπάνω προκύπτει από τη σχέση (Δ.2-10), ότι ένα τμήμα ενός ηλ. δικτύου που δίνει πραγματική ισχύ στο υπόλοιπο δίκτυο έχει Συντελεστή Ισχύος αρνητικό $[(Σ.Ι.) < 0]$. Αν $Σ.Ι > 0$ τότε το υπ'όψιν τμήμα ηλ. δικτύου απορροφά πραγματική ισχύ.

- ε- Ας σημειωθεί, ότι δεν επεκτεινόμαστε στα πλαίσια αυτού του βιβλίου στα πολυφασικά δίκτυα, δηλ. στην περίπτωση που το τμήμα του δικτύου που εξετάζουμε, συνδέεται με το υπόλοιπο δίκτυο με τρεις ή περισσότερους ακροδέκτες, όπου βέβαια ισχύουν κάποιες αντίστοιχες αλλά γενικώτερες σχέσεις και θεωρήματα, όπως π.χ. το θεώρημα του Blondel (βλ. βιβλιογραφία α/α 11) για την ισχύ κ.λ.π.
- στ- Παραδείγματα υπολογισμού ισχύων (μικαδικές μορφές) και ισοζυγίου ισχύος βλ. στις ΕΦΑΡΜ. Δ-5.2 και ΕΦΑΡΜ. Δ-5.3.

7.14.3 Η ισχύς που απορροφά τμήμα ενός κυκλώματος με πρωτοδότερους από δύο ακροδέκτες (θεώρημα Blondel)

- εστω ότι έχουμε δύο ηλ. δίκτυα Δ_1 και Δ_2 τα οποία
επικοινωνούν μεταξύ τους με N -κλάδους



Τα Δ_1 και Δ_2
αποτελούνται
από πηγές (τάσης
και ρεύματος) και
απαιτήσεις σε
οποιοδήποτε συνδυασμό

Ένα ερώτημα που μπορεί να τεθεί είναι ποση είναι η μεταβιβαζόμενη
ηλεκτρική ισχύς από το ένα δίκτυο στο άλλο καθώς επίσης
και ποια είναι η κατεύθυνση της ισχύος αυτής (δηλ από το $\Delta_1 \rightarrow \Delta_2$
ή αντίστροφα από το $\Delta_2 \rightarrow \Delta_1$)

Στο ερώτημα αυτό έχουμε απάντηση από το θεώρημα Blondel που
αναφέρει τα ακόλουθα:

Εστω ότι το Δ_1 δίνει ισχύ στο Δ_2

Τότε η ισχύς αυτή δίδεται από τον τύπο

$$P = i_1 \cdot V_{1N} + i_2 V_{2N} + i_3 V_{3N} + \dots + i_{N-1} V_{N-1,N} \quad (1)$$

όπου:

- ένας από τους N -κλάδους έχει ληφθεί σαν σημείο αναφοράς των τάσεων (εδώ ο N -όστος)
- οι φορείς των ρευμάτων $i_1, i_2, \dots, i_{N-1}$ έχουν ληφθεί με κατεύθυνση από Δ_1 προς Δ_2 .
αν κάποιο ρεύμα i έχει αντίθετη φορά αναφοράς τότε τοίεται στοί τύπο (1) με αρνητικό πρόσημο
- αν ο αριθμός P που προκύπτει από τον τύπο (1) είναι θετικός τότε
πραγματικά το Δ_1 δίνει ισχύ στο Δ_2 ισχ με P , αν ο P είναι
αρνητικός τότε το Δ_1 παίρνει ισχύ P από το Δ_2

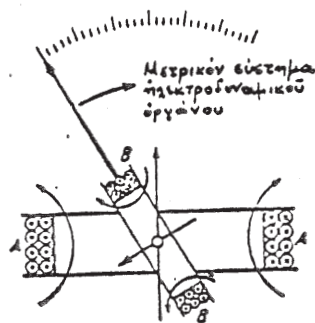
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ: Μπορούμε να βγάλουμε στα ίδια συμπεράσματα διαφορετικά ότι
το Δ_2 δίνει ισχύ στο Δ_1 (δηλ θεωρώντας τα $i_1, i_2, \dots, i_N$ με
αντίθετες φαρές)

7.14.4 Ηλεκτροδυναμικό Όργανο - Βαζτόμετρο

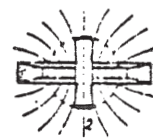
Ήλεκτροδυναμικά όργανα έχοντα μετρικόν (⊕ ≈)
σύστημα άνευ σιδήρου.

α) Γενικά

Τό μετρικόν σύστημα τών ηλεκτροδυναμικών οργάνων αποτελείται γενικώς από ένα σταθερό πηνίον πεδίου A καί ένα στρεπτόν περί άξονα πηνίον B, εις τό όποϊον είναι συνδεδεμένος καί ο δείκτης του οργάνου. Τό στρεπτόν πηνίον δύναται νά περιβάλλη τό σταθερόν τοιούτον του πεδίου έξωτερικώς ή νά στρέφεται έσωτερικώς τούτου. Δύο έλατήρια χρησιμεύουν διά τήν σύνδεσιν του οργάνου μέ τό ρεύμα πλύν δέ ταύτα δημιουργούν καί τήν αντίθετον ροπήν έπαναφορᾶς.



Σχ. 15



Διατομή του πεδίου
μέτρησής του οργάνου

Σχ. 16

Ή άνευ παλινδρομήσεων απόκλισις του δείκτη επιτυγχάνεται διά τής άποσβέσεως τούτων υπό του άέρος.

Τό ηλεκτροδυναμικόν σύστημα προσομοιάζει μέ τό τοιούτον τών μετά κινητού ή στρεπτού πηνίου οργάνων εις τό όποϊα τό πηνίον στρέφεται εις τό πεδίου ενός μονίμου μαγνήτου εις δέ τό ένταυθα έξεταζόμενα τό πηνίον στρέφεται έντός του πεδίου του δημιουργουμένου υπό πηνίου διαρροο-

γάνων διά νά μήν προκαλοῦνται σφάλματα κατά τās μετρήσεις λόγω παρεμόντος μαγνητισμοῦ ὑστερήσεως καί διανομευμάτων. Εἰς τὰ βιομηχανικά ὅμως ὄργανα ἐπιδιώκεται ὅπως αἱ παραγόμεναι ὑπὸ τοῦ πεδίου τοῦ πηνίου δυναμικὰ γραμμὰ διέρχονται μέσῳ σιδήρου πυρήνος οὗτω δέ τὸ μαγνητικόν πεδὸν ἱσχυροποιεῖται κατὰ πολὺ μὲ ἀποτελεσμα νά ἀναπτύσσεται μία πολὺ ἰσχυρὰ ροπὴ στρέψεως εἰς τὸ στρεπτόν τοῦτο πηνίον. Πλην τούτου δ' σιδηροπυρήν χρησιμεύει διὰ νά προφυλάσσει τὸ μετρικόν σύστημα ἀπὸ τās ἐπιδράσεις ξένων μαγνητικῶν πεδίων.

Τὸ μετρικόν σύστημα τοῦ ὀργάνου ἀποτελεῖται ἀπὸ ἑναν ἑλινδρικόν σιδηροῦν πυρήνα ἐντός σιδηροῦ περιβλήματος, ἐμφότερα δέ εἶναι κατασκευασμένα ὑπὸ περισσότερα εἰδικὰ σιδηρὰ ἑλδματα, καί οὐκ ἐκ συμπαγούς τεμαχοῦ σιδήρου. Εἰς δύο πλευρικὰς ἑγκοπὰς τοῦ σιδηροῦ περιβλήματος τοποθετεῖται εἰς δύο μέρη τὸ πηνίον πεδίου. Μεταξὺ τοῦ σιδηροῦ πυρήνος καί τοῦ σιδηροῦ περιβλήματος ὑπάρχει διάκρυον ἄερος 2-4 χιλ. πλάτους εἰς τὸ ἀκτινικόν ὁμογενές πεδὸν τοῦ ὁποίου περιτρέφεται τὸ στρεπτόν πηνίον. Ἡ ροπὴ στρέψεως εἶναι περίπου εικοσαπλάσιως μεγαλύτερα ἀπὸ τὴν τοῦ ὀργάνου ἀνευ σιδήρου.

β). Ἰδιότητες τῶν ηλεκτροδυναμικῶν ὀργάνων

Ἡ ἐπαύξησις τῆς ἀντιστάσεως τῶν πηνίων λόγω θερμότητος τούτων ἰσορροπεῖται περίπου λόγω τῆς ἀντιθέτου ἐπιδράσεως τοῦ σφάλματος ποῦ προκαλεῖται εἰς τὰ ἑλατήρια ἑλδματος τοῦ σφάλματος τούτων. Οὕτω τὰ ηλεκτροδυναμικὰ ὄργανα ἐπιρρεάζονται ἐλάχιστα ἀπὸ τās μεταβολὰς τῆς θερμότητος. Τὰ ηλεκτροδυναμικὰ ὄργανα ἄνευ σιδήρου διὰ μετρήσεις συνεχῶν ρευμάτων ἐπιρρεάζονται ἀπὸ τὸ γήινον μαγνητικόν πεδὸν καί ἀπὸ τὰ ξένα μαγνητικά πεδία. Ἐάν ληφθῇ ὑπ' ὄψιν ὅτι ἡ ἔντασις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου τῶν ἀντικειμένων τούτων εἶναι 20 Oersted καί τοῦ γήινου πεδίου 0,2 Oersted περίπου δύνανται ὄργανα μετρήσεων μέ μαγνητικὰς ἐπιδράσεις (μαγνητικά ὄργανα) δέον νά τοποθετῶνται μακρὰν τῶν ηλεκτροδυναμικῶν τσιουσίων. Ὅταν ἐξελεγχῶνται μετρήσεις ἐναλασσόμενων ρευμάτων τότε διὰ νά ἐπιδράσων ἐξωτερικὰ ἐναλασσόμενα πεδία πρέπει νά εἶναι τῆς αὐτῆς συχνότητος μὲ τὸ ρεύμα ποῦ τροφοδοτεῖται τὸ ὄργανον.

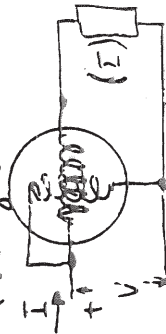
Σφάλμα περαιτέρω δύναται νά ἐπέλθῃ εἰς τὴν μέτρησιν ἐάν ὑπάρξει μὲ ἀνωτερικὴ μετατόπισις φάσεων μεταξὺ τῶν πεδίων τῶν δύο πηνίων. Τοῦτο ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν αὐτεπαγωγὴν καί τὴν ἀντιστατευπαγωγὴν τῶν πηνίων ἄρα ἀπὸ τὴν θύειν τὴν ὁποίαν ἔχουν μεταξὺ τῶν τῶ δύο πηνία καί τὴν ἀπόκλισιν. Τὸ σφάλμα τοῦτο εἶναι μὲν μόνον ὅταν αἱ δύο σσειναι εἶναι κάθετοι ἐπ' ἀλλήλας. Τὰ ηλεκτροδυναμικὰ ὄργανα μετὰ σιδήρου λόγω τοῦ σφάλματος ποῦ προκαλεῖται ἐνεκα τοῦ σιδήρου δέν εἶναι κατέλληλα διὰ μετρήσεις ἀκριβείας ἀλλὰ ὡς ἀνεφάρθη διὰ βιομηχανικὰ ὄργανα λόγω τῆς ἰσχυρᾶς κατασκευῆς τῶν. Ἐπειδὴ ταῦτα ἔχουν ροπὴν στρέψεως δύναται νά τοποθετηθοῦν μὲ δριζόντιον ἀξονα ἐπὶ πινάκων ἐργοστασίων, τὸ δὲ σιδηροῦν περίβλημα ἀποτελεῖ ἕνα καλὸν προφυλακτικόν μέσον ἐναντίον τῆς ἐπιδράσεως τῶν ξένων πεδίων.

Σφάλματα προερχόμενα ἐξ ὑστερήσεως καί παρεμόντος μαγνητισμοῦ εἶναι ἀμελητέα διότι αἱ διάφοραι εἰς τās μετρήσεις μεταξὺ συνεχῶς καί ἐναλλασσομένου ρεύματος εἶναι μόνον 0,1 - 0,2 %. Διὰ κατέλληλα εἶδη σιδήρου τὰ ὀλικά σφάλματα σιδήρου εἶναι τόσον μικρὰ ὥστε νά μὴν ὑπερβαίνων τὰ ἐπιτρεπόμενα ὅρια σφάλματος τῶν βιομηχανικῶν ὀργάνων.

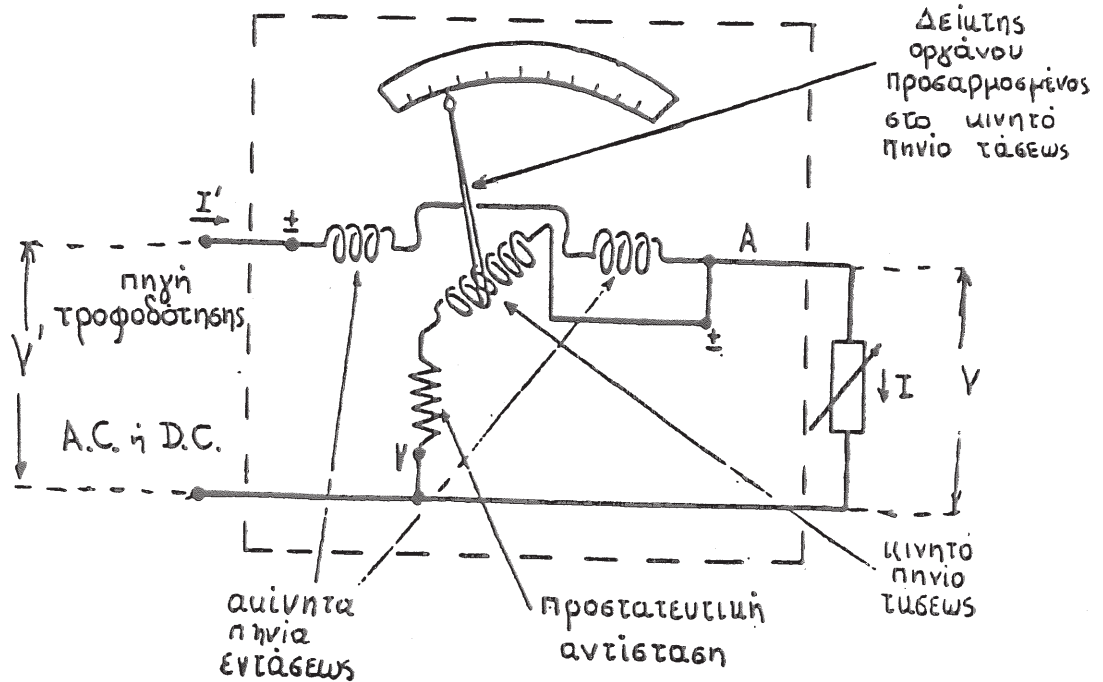
Σημείωσις :

Εἰς τὰ ηλεκτροδυναμικὰ ὄργανα ἀνήκουν καί τὰ ὄργανα μετρήσεως τοῦ συντελεστοῦ ἰσχύος  τὰ ὅποια ἔχουν δύο σταθερὰ πηνία τάσεως καί  ἕνα στρεπτόν πηνίον τὸ ὁποῖον φέρει τὸν χρησιμεύει ὡς πηνίον ρεύματος (ἰδεῖ μετρήσεις συντελεστοῦ ἰσχύος) ἡ κλίμαξ τῶν ὀργάνων τούτων εἶναι ἀνομοιομόρφως διηρημένη).

* Τα Ηλεκτροδυναμικὰ ὄργανα χρῆσιμοὶ εἰναι ὅταν βαρύνονται δια τροφοδοτιῶν τῶν τῶν πηνίων μὲ τὴν τάση καὶ τὸν ἄντον πηνίων με τὸ ρεύμα (δ. καὶ παρακέρως) Ἀποδεικνύεται ὅτι, ὅτι ἡ ἐνδείξη τῶν ὀργάνων εἶναι ἀνὰ λόγον I^2 πρᾶγματιῶς (ἐνεργεῖ) ἰσχύος $P[W]$, τὸν ποσοφῶν καὶ συσκευῆς (Σ).

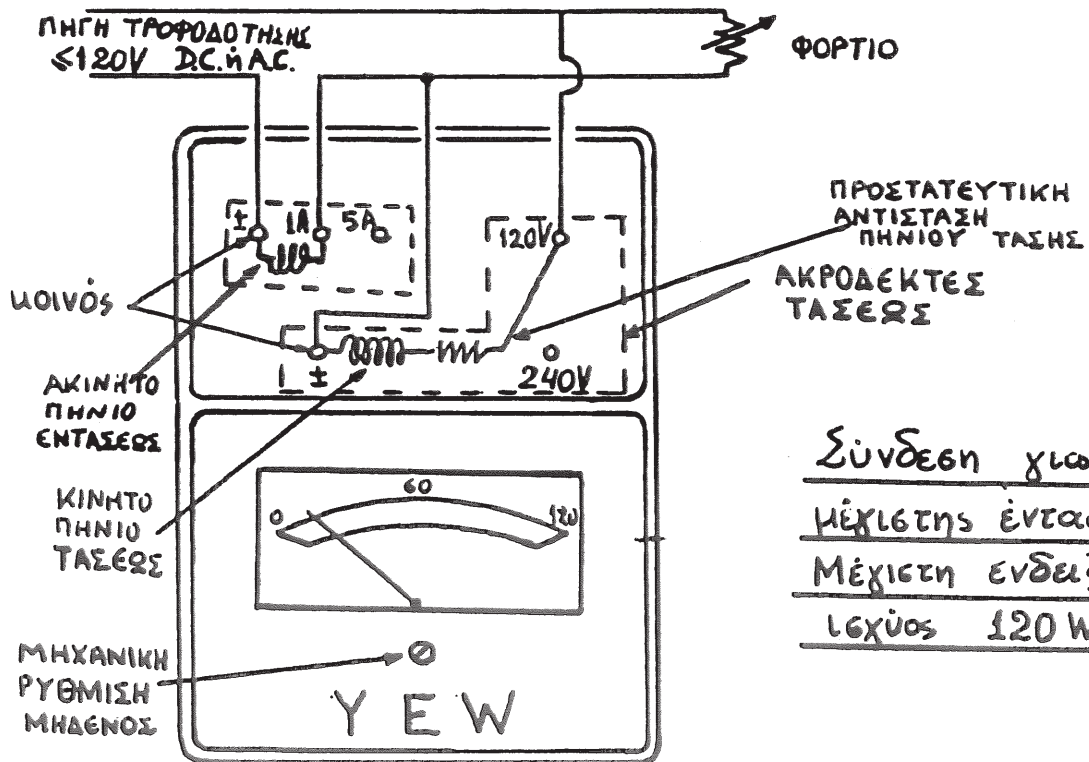


8.1 ΗΛΕΚΤΡΟΔΥΝΑΜΙΚΟ ΒΑΤΤΟΜΕΤΡΟ



8.2 Σύνδεσις Μονοφασικού Βαττομέτρου

Τύπου ΥΕW - 2041-02



Σύνδεση για $\leq 120V$
 μέγιστης έντασης 1A
 μέγιστη ένδειξη
 ισχύος 120 W

ΜΕΤΡΗΣΗ ΙΣΧΥΟΣ ΣΤΑ ΠΟΛΥΦΑΣΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑ1 Βαττόμετρο

- Έπενθυμίζεται ότι τό Βαττόμετρο

έχει δύο πηνία :

• Τό πηνίο ρεύματος

• Τό πηνίο τάσεως

- Τό Βαττόμετρο μετρά

• Στο Σ.Ρ. τήν Ισχύ

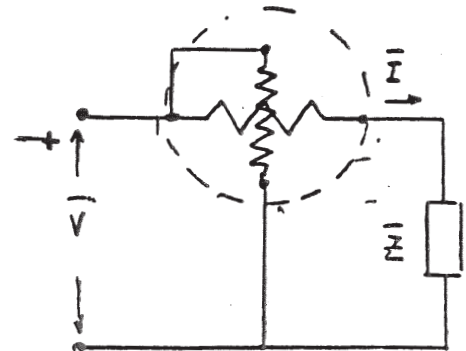
$$N = V \cdot I.$$

• Στο Ε.Ρ. τήν ένεργό Ισχύ

$$N_e = V \cdot I \cdot \cos \phi$$

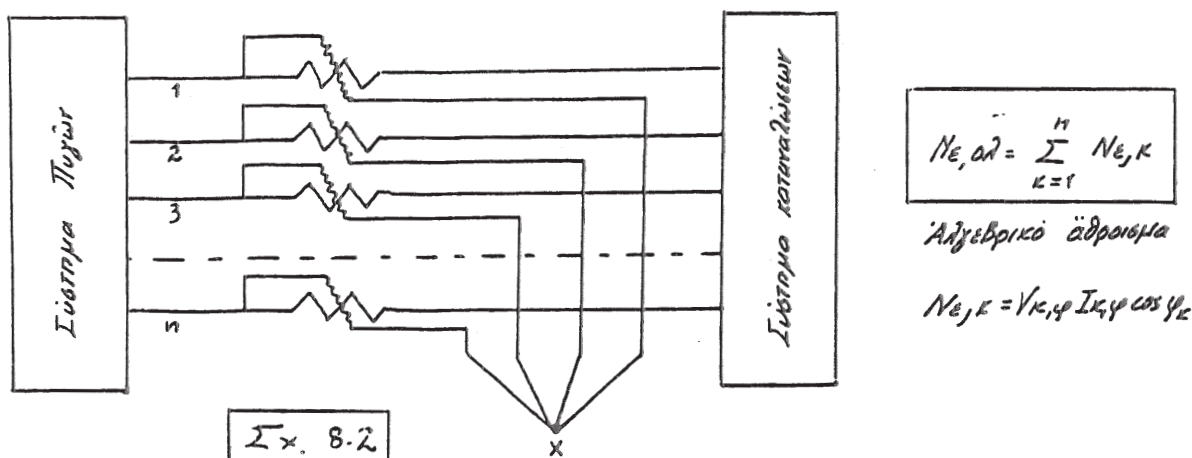
- Τά όρια μετρήσεως τοϋ Βαττομέτρου είναι :

P (W) , V (V) καί I (A) .



Σχ 8.1

2 Θεώρημα του Blondel για την ενεργό ισχύ



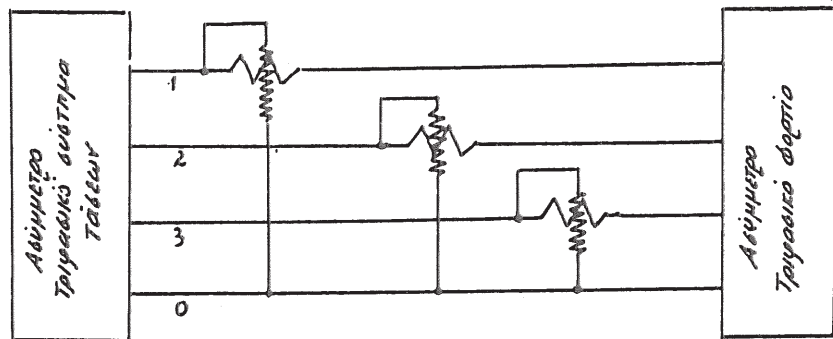
* " 'Η ενεργός (πραγματική) ισχύς σε ένα πολυφασικό σύστημα στο οποίο η κατανάλωση συνδέεται με την πηγή μέσω n αγωγών μπορεί να μετρηθεί ως το άλγεβρικό άθροισμα των ενδείξεων n Βαττομέτρων που συνδέονται -όπως δείχνει το Σχ. 8.2- μεταξύ των αγωγών συνδέσεως και ενός τυχαίου κοινού κόμβου X ".

- "Αν ένα ή περισσότερα Βαττόμετρα δείχνει αρνητικά τότε αναστρέφονται τά άκρα του πηνίου τάσεως και η ένδειξη του (ή τους) θεωρείται αρνητική.
- "Αν ο κοινός κόμβος X ληφθεί πάνω σε ένα από τους αγωγούς συνδέσεως τότε το πηνίο τάσεως του αντίστοιχου Βαττομέτρου βρίσκεται υπό μηδενικήν τάση, άρα θα δείχνει μηδέν" και επομένως δεν χρειάζεται το όργανο στον αγωγό αυτόν. Τότε χρειάζονται μόνον n-1 Βαττόμετρα.

3 Μέτρηση Ένεργου Ισχύος σε 3-φασικό δίκτυο
A ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕ 4 ΑΓΩΓΟΥΣ

A.1 Ασύμμετρο δίκτυο
Μέ τρία Βαττόμετρα

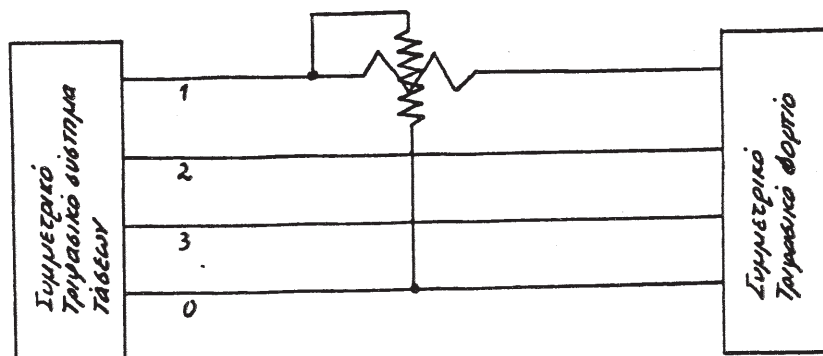
$$N_E = N_{E,1} + N_{E,2} + N_{E,3}$$



Σκ. 8.3

Α.2 Συμμετρικό δίκτυο Μέ ένα Βατόμετρο

$$N_E = 3 \cdot N_{E,1}$$

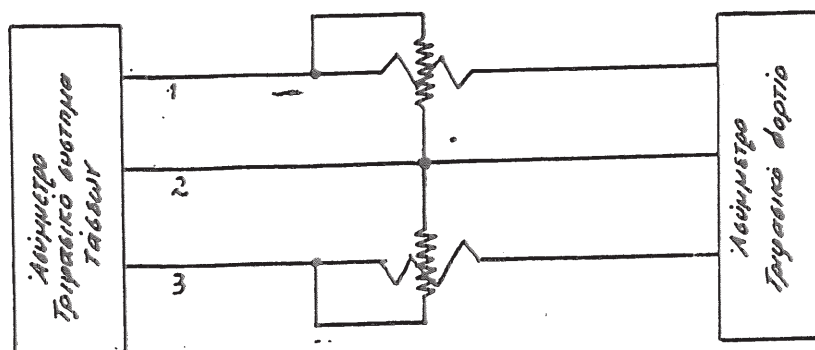


Σκ. 8.4

Β. ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕ 3-ΑΓΩΓΟΥΣ

Β.1 Ασύμμετρο δίκτυο Μέ δύο Βατόμετρα

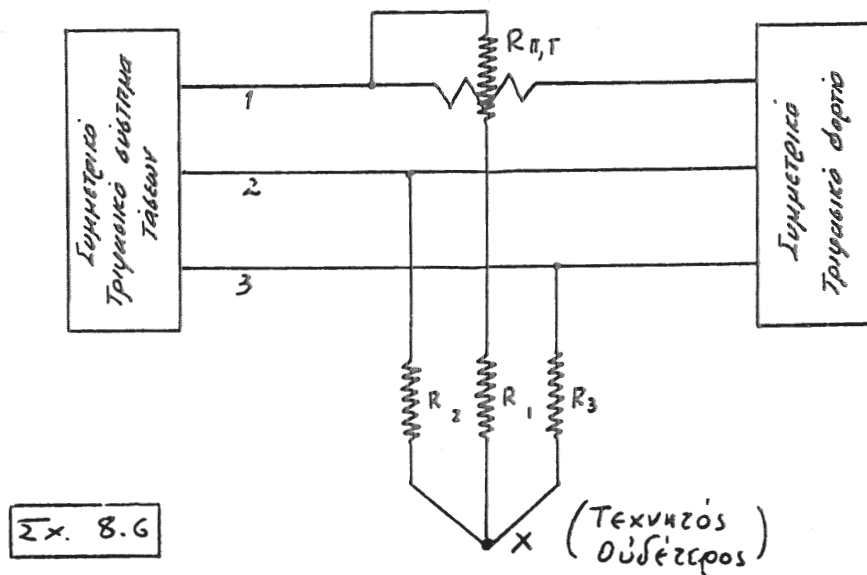
$$N_E = N_{E,1} + N_{E,2}$$



Σκ. 8.5

B.2 Συμμετρικό δίκτυο
Μέ ένα Βαττόμετρο

$$N_{\epsilon} = 3N_{\epsilon,1}$$

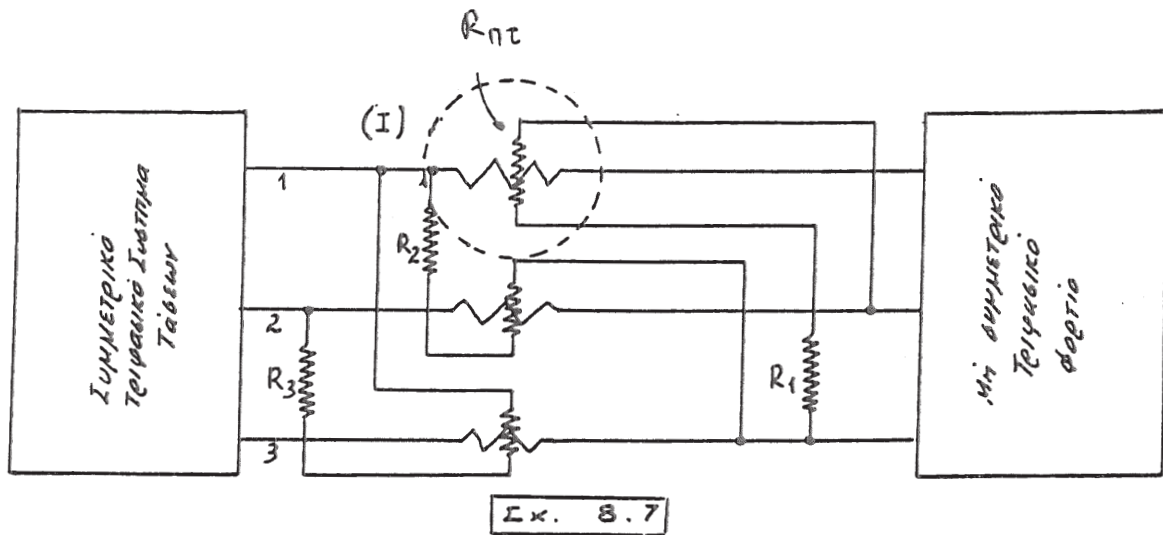


Χρησιμοποιούνται τρεις βοηθητικές αντιστάσεις ώστε το σύστημα των τριών φασικών τάσεων να είναι συμμετρικό δηλ. θα πρέπει $R_{\Pi T} + R_1 = R_2 = R_3$

4 Μέτρηση αέργου ισχύος

Μέ Βαττόμετρα μπορεί να γίνει μέτρηση και της αέργου ισχύος σε ένα πολυφασικό σύστημα όπως φαίνεται στο Σχ. 8.7 για 3-φασικό δίκτυο τριών άγωγων τροφοδοτούμενο από συμμετρικό σύστημα τάσεων.

Δηλαδή : Τό πηνίο ρεύματος κάθε Βαττομέτρου συνδέεται στη μιά φάση, ενώ τό πηνίο τάσεως μέ μιά έν σειρά αντίσταση συνδέεται μεταξύ των άλλων δύο φάσεων.



Κάθε Βαττόμετρο π.χ. τό (I) μετράει τό μέγεθος :

$$V_{23} \cdot I_1 \cos(90^\circ - \varphi_1) = V_{23} \cdot I_1 \cdot \sin \varphi_1 = \sqrt{3} \cdot V_1 \cdot I_1 \cdot \sin \varphi_1$$

καί αν ή αντίσταση R_1 εκλεγει κατάλληλα ώστε τό όργανο νά μετρά

$$V_1 I_1 \sin \varphi_1 = N_{a,1}$$

δηλ. τήν άεργο ισχύ του άγωγού (1),

ή συνολική άεργος ισχύς θά είναι :

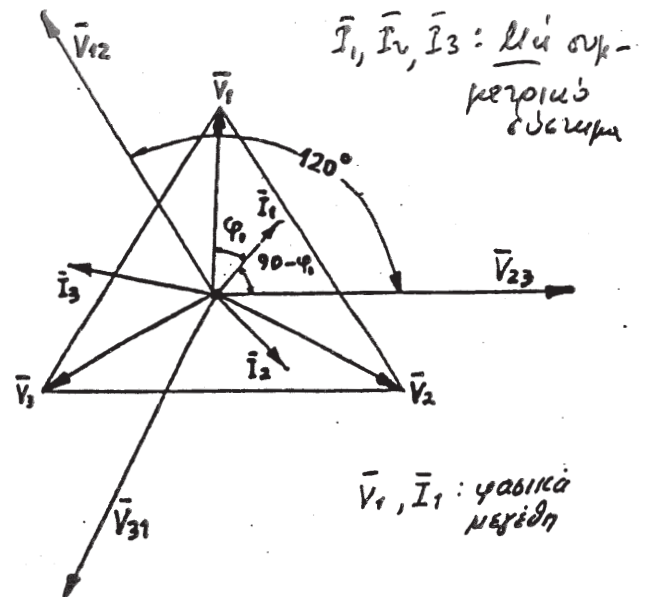
$$N_a = N_{a,1} + N_{a,2} + N_{a,3} \quad (\text{άλγεβρικό άθροισμα})$$

- Χωρίς αντιστάσεις R_1, R_2, R_3 θά είναι : $N_a = \frac{1}{\sqrt{3}} (N'_{a,1} + N'_{a,2} + N'_{a,3})$

- Στην περίπτωση συμμετρικού φορτίου ή μέτρηση γίνεται από ένα μόνο Βαττόμετρο καί ή άεργος ισχύς θά είναι :

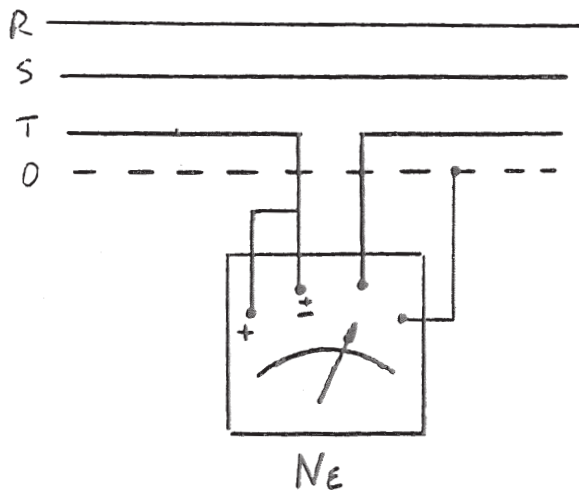
$$N_a = 3 \cdot N_{a,1} \quad \text{αν υπάρχει προσηρμοσμένη αντίσταση ή}$$

$$N_a = \sqrt{3} \cdot N'_{a,1} \quad \text{αν δέν υπάρχει προσηρμοσμένη αντίσταση}$$

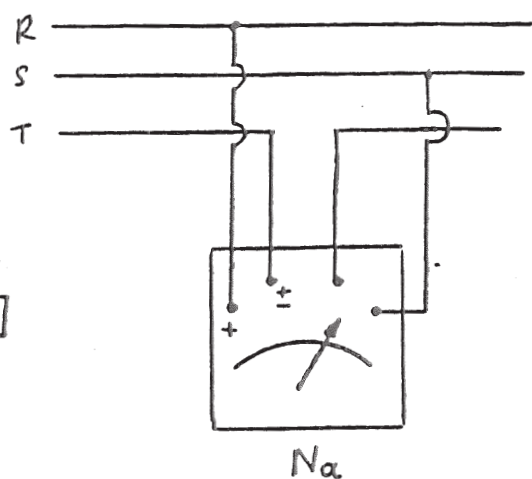


— Σύνδεση Βαττομέτρου

Γιά μέτρηση Ένεργου Ισχύος
(Π.χ. $\bar{N}_E$ φάστω, T)



Γιά μέτρηση Αέργου Ισχύος
(Π.χ. $\bar{N}_A$ φάστω, T)

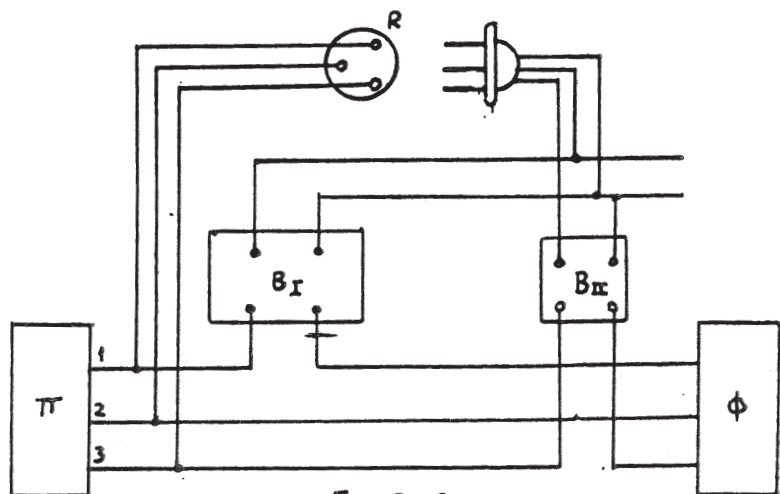


Σχ. 8.8

5 Μέτρηση Συντελεστοῦ Ίσχύος

Ἡ μέτρηση γίνεται μέ
δύο βαττόμετρα καί
μέ τή διάταξη τοῦ
Σχ. 8.9

- Μετράμε κατ'ἀρχάς
τή ἐνεργό ἰσχύ N_E
- Μέσω τοῦ τριφασικοῦ
ρευματοδότη-ρευμα-
τολήπτη R ἐνεργοῦ-
με κυκλική ἐναλλα-
γή τῆς συνδέσεως,
ἔτσι ὥστε τό πηνίο
τάσεως τοῦ B_I νά
τροφοδοτεῖται τώ-
ρα ἀπό τήν τάση $\bar{V}_{23}$
(ἀντί ἀπό τήν $\bar{V}_{12}$)
καί τό πηνίο τάσεως τοῦ B_{II} νά
τροφοδοτεῖται τώρα ἀπό τήν
τάση $\bar{V}_{13}$ (ἀντί ἀπό τήν $\bar{V}_{32}$).



Σχ. 8.9

Π : Μή συμμετρικό τριφασικό σύστημα τάσεων
Φ : Μή συμμετρικό τριφασικό φορτίο
B : Μονοφασικά βαττόμετρα (B_I, B_{II})
R : Τριφασικός ρευματοδότης-ρευματολήπτης

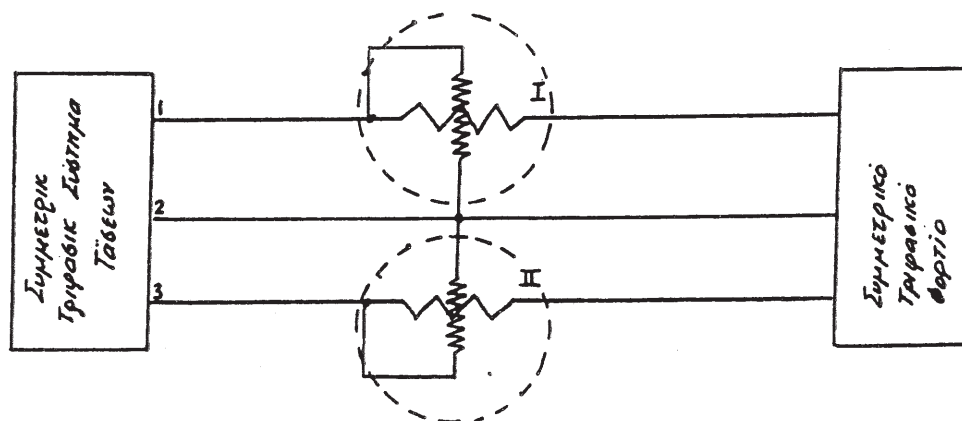
— Έστω N το άλγεβρικό άθροισμα των ενδείξεων των δύο Βατομέτρων.

$$\left. \begin{aligned} \text{Θά είναι} \quad : \quad N_E &= N_\varphi \cdot \cos \varphi \\ N' &= N_\varphi \cdot \cos (\varphi - 120^\circ) \end{aligned} \right\}$$

— Επιλύουμε και βρίσκουμε τον Συντελεστή Ισχύος :

$$(I \cdot I) = \frac{N_E}{N_\varphi} = \cos \varphi = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{\eta^2 + \eta + 1}} \quad \text{όπου} \quad \eta = \frac{N'}{N_E}$$

6 Ταυτόχρονη μέτρηση δια 2-Βατομέτρων της ένεργου, άέργου ισχύος και του Σ.Ι. σε συμμετρικό 3-φασικό σύστημα.



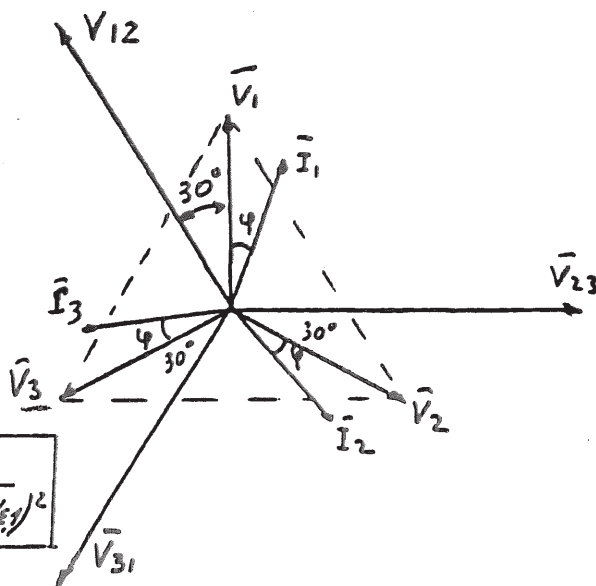
Σχ. 8.10

Αν $N_{E,1}$ και $N_{E,2}$ οι ενδείξεις των δύο όργάνων θά είναι :

$$1. \quad N_E = N_{E,1} + N_{E,2}$$

$$2. \quad N_a = \sqrt{3} (N_{E,2} - N_{E,1})$$

$$3. \quad (I \cdot I) = \cos \varphi = \frac{N_{E,1} + N_{E,2}}{\sqrt{(N_{E,1} + N_{E,2})^2 + 3(N_{E,2} - N_{E,1})^2}}$$



Απόδειξη

$$\left. \begin{aligned} N_{E,1} &= V_{12} \cdot I_1 \cdot \cos(\varphi + 30^\circ) = V \cdot I \cdot \cos(\varphi + 30^\circ) \\ N_{E,2} &= V_{32} \cdot I_3 \cos(\varphi - 30^\circ) = V \cdot I \cos(\varphi - 30^\circ) \end{aligned} \right\}$$

$$\eta \quad \begin{aligned} N_{E,1} &= V \cdot I \left(\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \cos \varphi - \frac{1}{2} \sin \varphi \right) \\ N_{E,2} &= V \cdot I \left(\frac{\sqrt{3}}{2} \cos \varphi + \frac{1}{2} \sin \varphi \right) \end{aligned} \Rightarrow \boxed{\tan \varphi = \sqrt{3} \cdot \frac{N_{E,2} - N_{E,1}}{N_{E,1} + N_{E,2}}} \quad (4)$$

$$\text{και} \quad \cos \varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + \tan^2 \varphi}} = \dots \dots \dots [\text{ή σχέση (3)}]$$

$$\text{Επειδή είναι} \quad \tan \varphi = \frac{N_a}{N_E} \quad \text{θα είναι} :$$

$$N_a = N_E \cdot \tan \varphi = (N_{E,1} + N_{E,2}) \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{N_{E,2} - N_{E,1}}{N_{E,1} + N_{E,2}} = \dots \dots \dots [\text{ή σχέση (2)}]$$

7 Μέτρηση φαινομένης ισχύος N_φ

Μετρώντας τά N_a και N_E ή τά N_E και (ΣI) , ή N_φ υπολογίζεται ως:

$$N_\varphi = \sqrt{N_a^2 + N_E^2} = \frac{N_E}{(\Sigma I)}$$

8 Πολυφασικά Όργανα Μετρήσεως Ισχύος

Για όλες τις προαναφερθείσες μετρήσεις υπάρχουν ειδικά προς τοῦτο ὄργανα (πολυφασικά βαττόμετρα, συνιμητονόμετρο κ.λ.π.).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

“ΨΗΦΙΑΚΕΣ” ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ “ΨΗΦΙΑΚΑ” ΟΡΓΑΝΑ

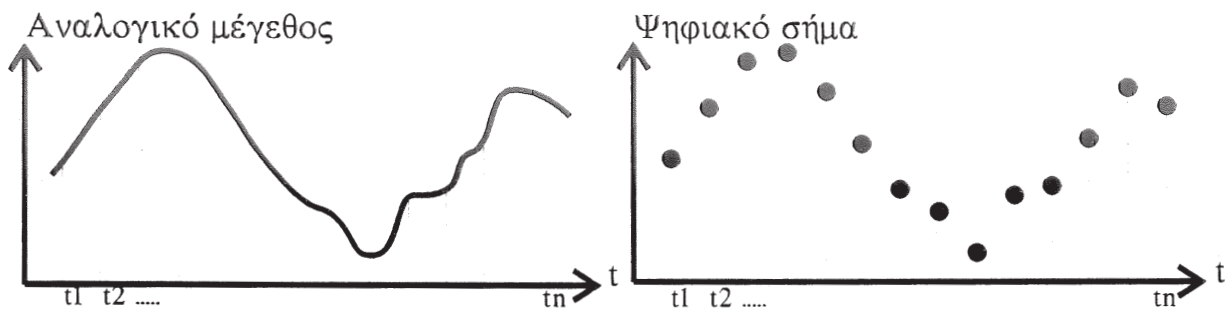
8.1 ΑΝΑΛΟΓΙΚΑ και ΨΗΦΙΑΚΑ ΣΗΜΑΤΑ - ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ

ΣΗΜΑΤΑ ΓΕΝΙΚΑ

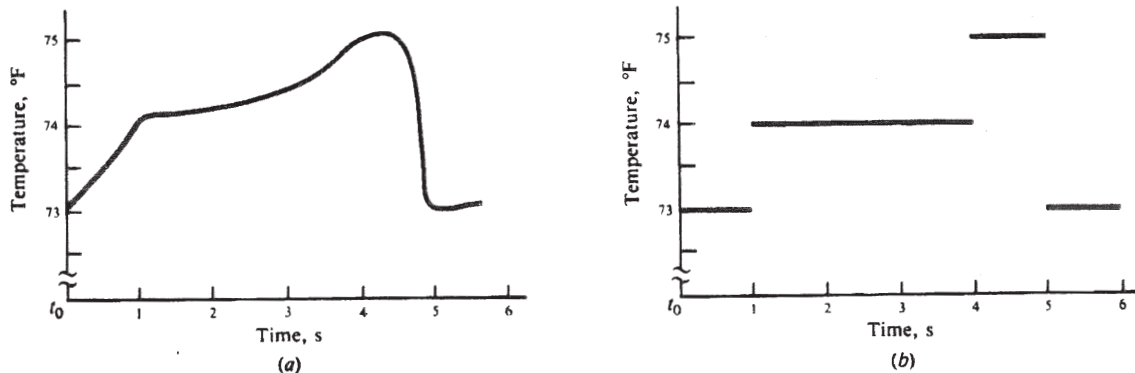
Τα σήματα κατατάσσονται σε κατηγορίες, με διάφορα κριτήρια. Εμείς στο παρόν θα ασχοληθούμε με την ταξινόμηση των σημάτων στο πεδίο του χρόνου. Έτσι μπορούμε να πούμε ότι διακρίνουμε δύο κατηγορίες σημάτων. Τα αναλογικά και τα ψηφιακά σήματα.

Αναλογικά λέγονται τα σήματα που είναι συναρτήσεις του χρόνου και έχουν τιμή σχεδόν για κάθε τιμή του χρόνου t .

Ψηφιακά σήματα είναι εκείνα που έχουν τιμή μόνο σε διακριτές χρονικές στιγμές.



Σχήμα 1



Σχήμα 2

Τα ψηφιακά σήματα έχουν μεγάλη εφαρμογή λόγω της χρήσεως των ηλεκτρονικών υπολογιστών, και εν γένει των λογικών κυκλωμάτων.

Στις εφαρμογές αυτές χρησιμοποιούνται **δυναδικά ψηφιακά σήματα**.

Ενα **δυναδικό ψηφιακό σήμα** έχει μόνο δύο τιμές. Η μία έχει καθιερωθεί να ονομάζεται 0, Low, ή OFF. Η άλλη έχει καθιερωθεί να ονομάζεται 1, High ή ON.

Στα ηλεκτρονικά κυκλώματα που χρησιμοποιούνται σήμερα στην πράξη, οι τιμές αυτές είναι κατά το πλείστον: Low για τάση 0 Volt (στην πραγματικότητα για V μικρότερη του 1 Volt) και High για τάση 5 Volt (στην πραγματικότητα για τάση V μεγαλύτερη των 3.5 Volt).

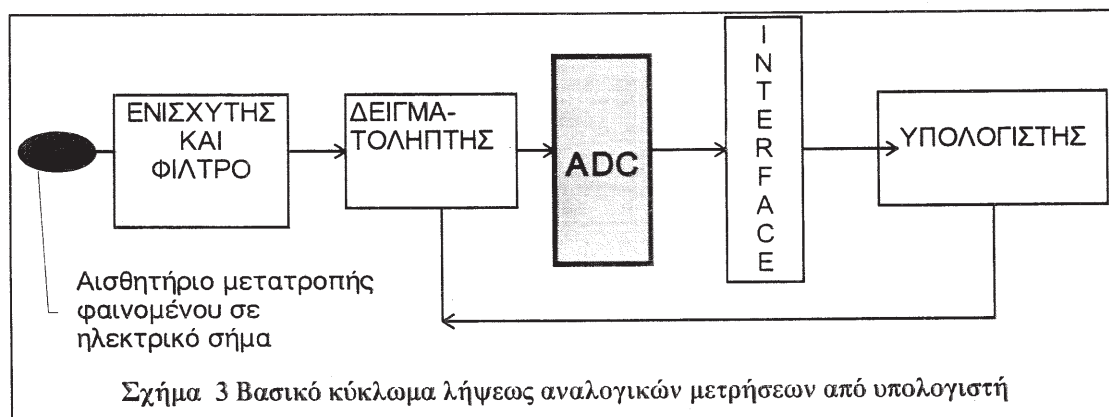
Ένα από τα μεγάλα πλεονεκτήματα των ψηφιακών σημάτων, και ειδικότερα των δυαδικών, είναι η δυνατότητά τους να επεξεργάζονται από ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Επίσης η μετάδοση των ψηφιακών σημάτων, πχ. στις τηλεπικοινωνίες, συνεπάγεται καλύτερη ποιότητα και πιστότητα πληροφορίας από αυτή των αναλογικών σημάτων.

ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΣΗΜΑΤΩΝ

Η μελέτη ενός φυσικού φαινομένου γίνεται από τις μετρήσεις των μεταβολών του ως προς τον χρόνο.

Η επεξεργασία αυτών των μετρήσεων, για εξοικονόμηση χρόνου και κόπου, μπορεί να γίνει από έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή¹. Σε πολλές όμως παρατηρήσεις, όπως μετεωρολογικές, ραδιοαστρονομικές, ιατρικές κτλ. τα δεδομένα είναι τόσο πολλά, που ακόμη και η είσοδος τους στον υπολογιστή είναι χρονοβόρα.

Όμως η είσοδος των τιμών φυσικών μεγεθών στον υπολογιστή μπορεί να γίνει απ'ευθείας, χωρίς να είναι αναγκαία, η ενδιάμεση προεπεξεργασία τους και η εισαγωγή τους από τον άνθρωπο. Αυτό γίνεται με την χρήση “συστημάτων συλλογής δεδομένων” - “Data acquisition systems”, τα οποία χρησιμοποιούν μεταξύ των άλλων και αναλογικούς/ψηφιακούς μετατροπείς (Analog to Digital Converters - ADC ή A/D). Οι αναλογικοί/ψηφιακοί μετατροπείς είναι συσκευές, που από την μία είσοδο τους, δέχονται ένα αναλογικό, ως προς το πλάτος και συνεχές, ως προς το χρόνο, ηλεκτρικό σήμα και με κατάλληλη διαδικασία το μετατρέπουν σε ψηφιοποιημένο, ως προς το πλάτος και διακριτό, ως προς τον χρόνο. Στο Σχήμα 3, φαίνεται το διάγραμμα βαθμίδων ενός τέτοιου συστήματος, με τον μετατροπέα ADC σημειωμένο με σκούρο φόντο.



Στη διαδικασία που αναπαρίσταται στο Σχήμα 3, οι μεταβολές του φυσικού μεγέθους (π.χ. η θερμοκρασία, η υγρασία, η αντοχή, η πίεση, η αγωγιμότητα, η τάση, το ρεύμα, η συχνότητα κ.τ.λ.), μετατρέπονται σε ηλεκτρικό σήμα από ειδικό αισθητήριο

¹ Να σημειωθεί ότι με τον όρο “Ηλεκτρονικό Υπολογιστή”, εννοούμε την ευρεία έννοια του όρου, δηλαδή κάθε ψηφιακό σύστημα υπολογισμού, ελέγχου ή καταγραφής, που διαθέτει επεξεργαστή, μνήμη και μονάδα εισόδου/εξόδου, ανεξάρτητα μεγέθους και όχι μόνο τον ηλεκτρονικό υπολογιστή με την συνηθισμένη εμπορική έννοια, όπως πχ. προσωπικός υπολογιστής, κλπ. Έτσι αυτός μπορεί να είναι ένας προσωπικός υπολογιστής (PC) ή ένας μεγάλος κεντρικός υπολογιστής (main frame), αλλά μπορεί να είναι και ένας ενσωματωμένος υπολογιστής ελέγχου, όπως πχ. ο υπολογιστής ενός οικιακού φούρνου μικροκυμάτων που αποτελείται από 1-3 ολοκληρωμένα κυκλώματα, ή ο υπολογιστής ενός φτηνού ψηφιακού πολυμέτρου που συνήθως είναι ένα και μοναδικό ολοκληρωμένο κύκλωμα.

(sensor). Το ασθενές ηλεκτρικό σήμα, που παράγει το αισθητήριο ενισχύεται (από τον ενισχυτή) σε κάποια στάθμη και φιλτράρεται (από το φίλτρο), για να φύγουν τα παράσιτα της παρατήρησης, τα οποία μπαίνουν είτε από αυτό καθ' εαυτό το φαινόμενο είτε από το περιβάλλον². Μετά το σήμα δειγματοληπτείται³ (από το δειγματολήπτη), σε τακτά χρονικά διαστήματα και μετατρέπεται σε ψηφιακό σήμα (από τον ADC), σε κάποια δυαδική τιμή, που αντιστοιχεί στην αναλογική στάθμη. Η δυαδική τιμή αυτής της στάθμης είναι και το αποτέλεσμα της ψηφιοποίησης. Η ψηφιοποιημένη τιμή μεταφέρεται πλέον στο κύκλωμα διασύνδεσης (interface)⁴ και από εκεί στον υπολογιστή. Ο υπολογιστής συνήθως μέσω κάποιου προγράμματος ελέγχει την όλη δειγματοληψία.

Η όλη αυτή διαδικασία, έχει επικρατήσει να αναφέρεται με τον όρο **Data Acquisition ή DAQ**.

Αντίστοιχα,

για να είναι χρήσιμο ένα ψηφιακό σύστημα, πρέπει να συνδεθεί με τον “πραγματικό” κόσμο, που βέβαια δεν είναι Ψηφιακός αλλά Αναλογικός. Έτσι ένας υπολογιστής επικοινωνεί μαζί μας μέσω αναλογικών σημάτων, (οθόνη, εκτυπωτές, φωτεινές ή ακουστικές ενδείξεις). Επίσης “διαβάζει” αναλογικά σήματα από το περιβάλλον, τα επεξεργάζεται (σε ψηφιακή μορφή), και στη συνέχεια “δίνει” τα αποτελέσματά του σε αναλογική μορφή. Ανάλογα το ψηφιακό σήμα από ένα υπολογιστή μετατρέπεται σε αναλογικό για να ελέγξει διάφορες συσκευές κλπ.

Για να είναι δυνατή μια τέτοια συνεργασία, ειδικά κυκλώματα μετατρέπουν τα ψηφιακά σήματα σε αναλογικά. Τα κυκλώματα αυτά, που μετατρέπουν το ψηφιακό σήμα σε αναλογικό, ονομάζονται “Μετατροπείς Ψηφιακών σημάτων σε Αναλογικά” - “Digital to Analog Converters (DAC ή D/A)”.

Έτσι μερικές εφαρμογές των DAC και ADC είναι:

Μετρήσεις αναλογικών μεγεθών από ψηφιακά όργανα ή από ηλεκτρονικούς υπολογιστές. πχ. ένα απλό ψηφιακό πολύμετρο, ή ένα ψηφιακό όργανο με δικό του επεξεργαστή, μνήμη, μονάδες I/O κλπ. χρησιμοποιεί ADC για να μετατρέψει το αναλογικό σήμα σε ψηφιακό και να το επεξεργαστεί, αποθηκεύσει κλπ.

Έλεγχος συσκευών από ψηφιακά κυκλώματα (υπολογιστές, ψηφιακούς ελεγκτές κλπ.) πχ. ένας controller ενός οικιακού φούρνου ή ένα σύστημα που ελέγχει ένα υποσταθμό διανομής ηλεκτρικής ενέργειας της ΔΕΗ. Εδώ συνήθως θα υπάρχουν και ADC που μετατρέπουν το αναλογικό σήμα σε ψηφιακό για επεξεργασία από υπολογιστές, αλλά και DAC που μετατρέπουν το ψηφιακό σήμα των υπολογιστών σε αναλογικό για έλεγχο των συσκευών, π.χ έλεγχος διακοπών, θερμαντικών στοιχείων κλπ.

Ψηφιακά σήματα ήχου και εικόνας. πχ. Δίσκοι CD ήχου και εικόνας όπου το ψηφιακό σήμα των CD μετατρέπεται σε αναλογικό για να ενισχυθεί και να γίνει αντιληπτό από τον άνθρωπο, music synthesizers όπου οι ρυθμίσεις και ο έλεγχος γίνεται συνήθως σε ψηφιακό σήμα και στη συνέχεια

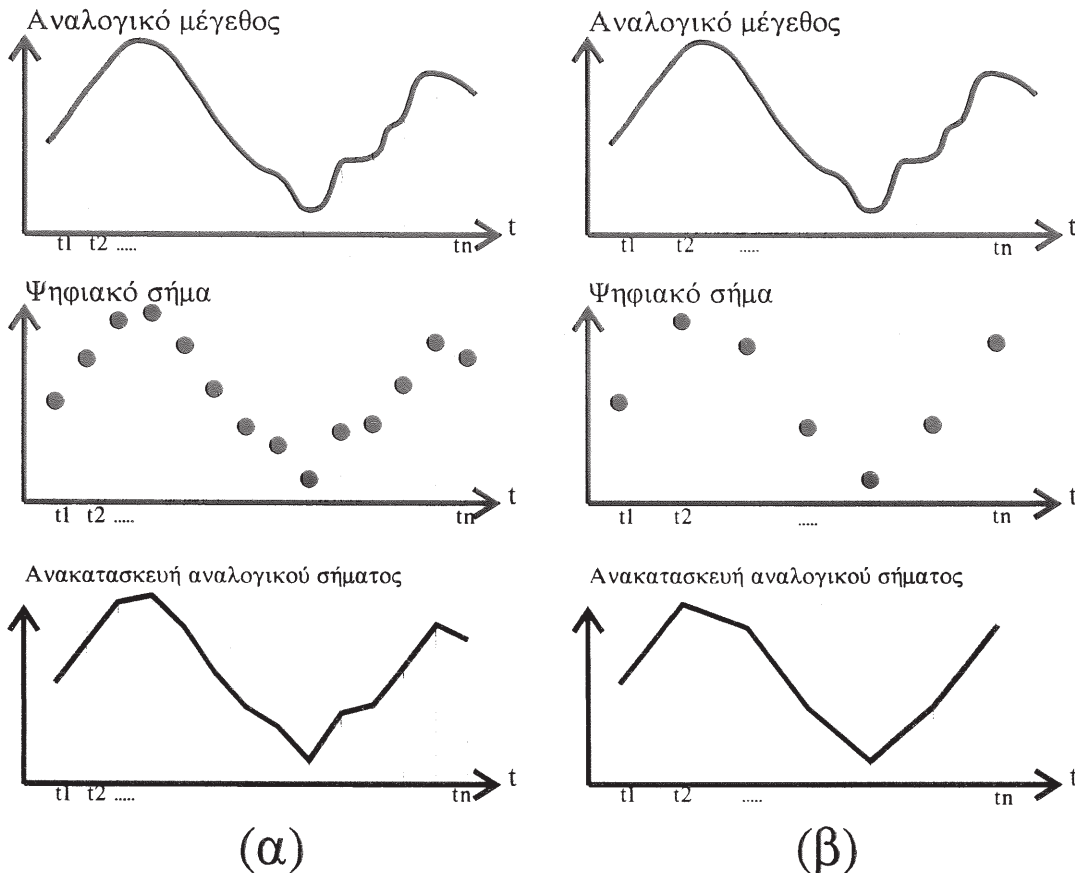
² Κύρια αιτία παρασίτων και θορύβων είναι τα εξ επαγωγής ηλεκτρικά σήματα από γειτονικές συσκευές και οι 50 κύκλοι του δικτύου

³ Δειγματοληψία είναι η διαδικασία κατά την οποία ανά τακτά χρονικά διαστήματα, εξετάζεται το προς μέτρηση σήμα, και λαμβάνεται “δείγμα” του μετρούμενου μεγέθους.

⁴ Ο ρόλος του κυκλώματος interface, είναι να προσαρμόσει ηλεκτρικά και να συνδέσει δύο διαφορετικές συσκευές.

μετατρέπεται σε αναλογικό για να γίνει αντιληπτό από τον άνθρωπο, Ψηφιακή τηλεόραση (HDTV⁵), και πολλά άλλα.

Κατά την μετατροπή αναλογικού σήματος σε ψηφιακό, μεγάλη σημασία στην πιστή αναπαραγωγή του σήματος έχει ο αριθμός των δειγμάτων ανά μονάδα χρόνου, (συχνότητα δειγματοληψίας), βάσει των οποίων γίνεται η δειγματοληψία. Αντίστοιχα στην μετατροπή ψηφιακού σήματος σε αναλογικό ο αριθμός των bits⁶ του DAC.

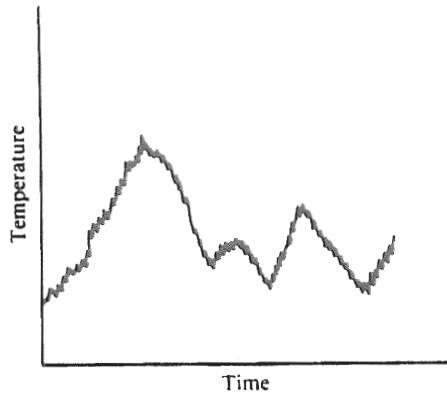


Σχήμα 4

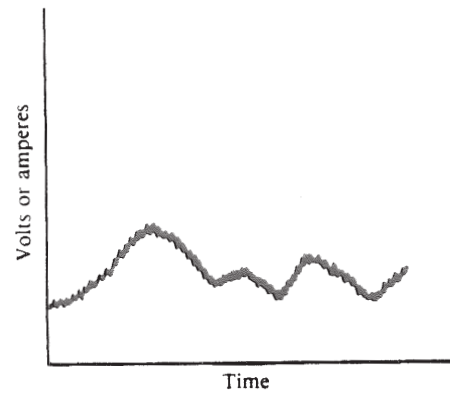
Στο Σχήμα 4, βλέπουμε παραστατικά αυτό. Το σήμα στο σχήμα (β) έχει μετατραπεί σε ψηφιακό με το μισό αριθμό δειγμάτων από ότι το ίδιο σήμα στο (α). Το ανακατασκευασμένο σήμα απέχει πολύ από το αρχικό.

⁵ HDTV - High Definition Television. Νέο πρότυπο τηλεόρασης υπό ανάπτυξη που το σήμα συλλέγεται, επεξεργάζεται και μεταδίδεται εξ'ολοκλήρου ψηφιακά.

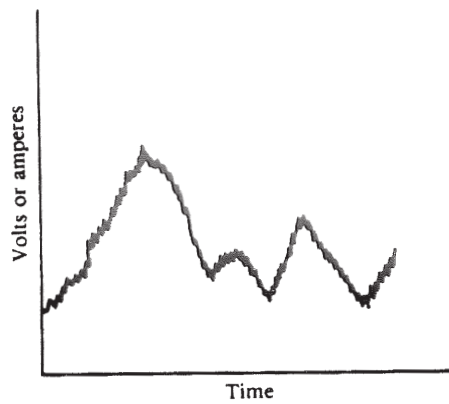
⁶ Bit (Binary digIT) είναι το μικρότερο μέγεθος βάσει του οποίου μπορεί να παρασταθεί ένας δυαδικός αριθμός. Μπορεί να έχει τιμή 0 ή 1. Έτσι αν ένας αριθμός συμβολίζεται με 1 bit τότε μπορεί να έχει μόνο δύο τιμές 0 και 1, αν συμβολίζεται με 2 bits μπορεί να έχει τις δεκαδικές τιμές 0, 1, 2 και 3, και γενικά αν έχει n bits, τότε ο μέγιστος δεκαδικός αριθμός που μπορεί να παρασταθεί είναι ο 2^n .



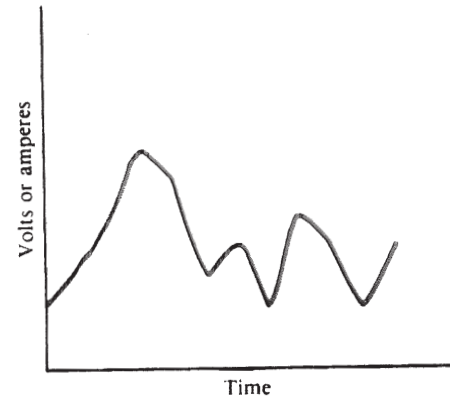
(a) Αναλογικό Σήμα



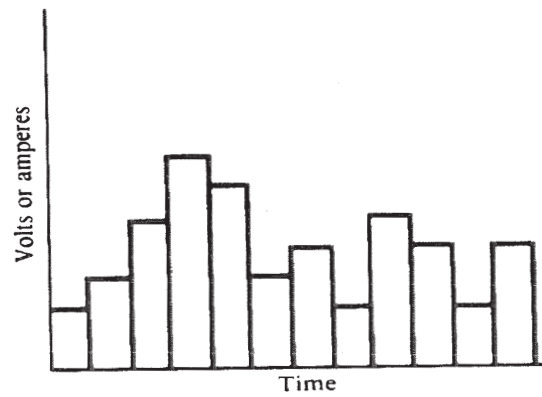
(b) Μετατροπή σε ηλεκτρικό σήμα



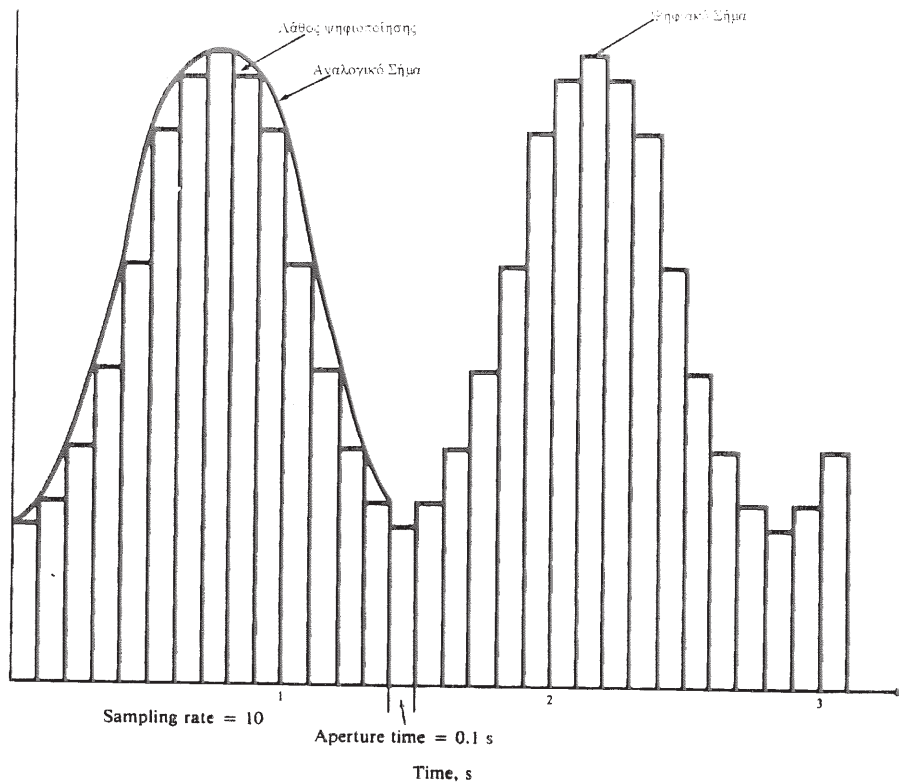
(c) Ενισχυμένο Σήμα



(d) Επεξεργασμένο (καθαρισμένο) Σήμα



(e) Κβαντοποιημένο Σήμα



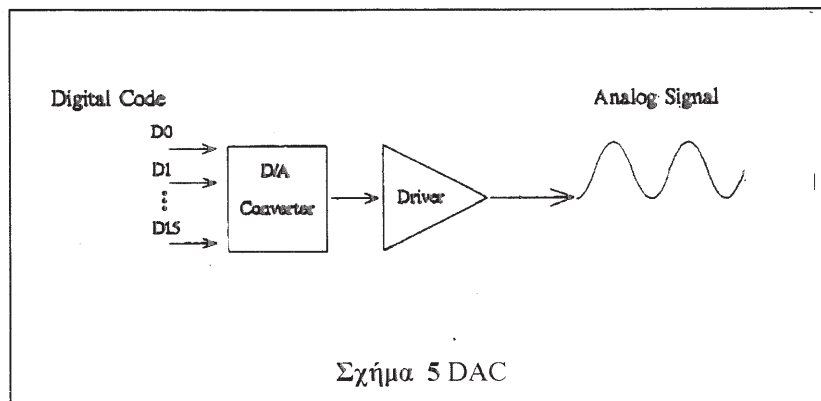
Με το παρόν θα προσπαθήσουμε να δώσουμε τη γενική αρχή λειτουργίας, των μετατροπέων ADC και DAC, ώστε να γίνει αντιληπτή και η λειτουργία των ψηφιακών οργάνων μετρήσεως.

Θα ασχοληθούμε πρώτα με την μετατροπή ψηφιακών σημάτων σε αναλογικά, αν και φαίνεται λίγο ανάποδο, αφενός γιατί πιστεύουμε οι μετατροπείς αυτών, είναι πιο εύκολοι στις βασικές τους αρχές, αφετέρου δε γιατί οι σημερινοί μετατροπείς αναλογικών σημάτων σε ψηφιακά, (ADC), χρησιμοποιούν τους DAC στην κατασκευή τους.

Μετατροπή Ψηφιακών Σημάτων σε Αναλογικά

(D-A CONVERSION, DAC)

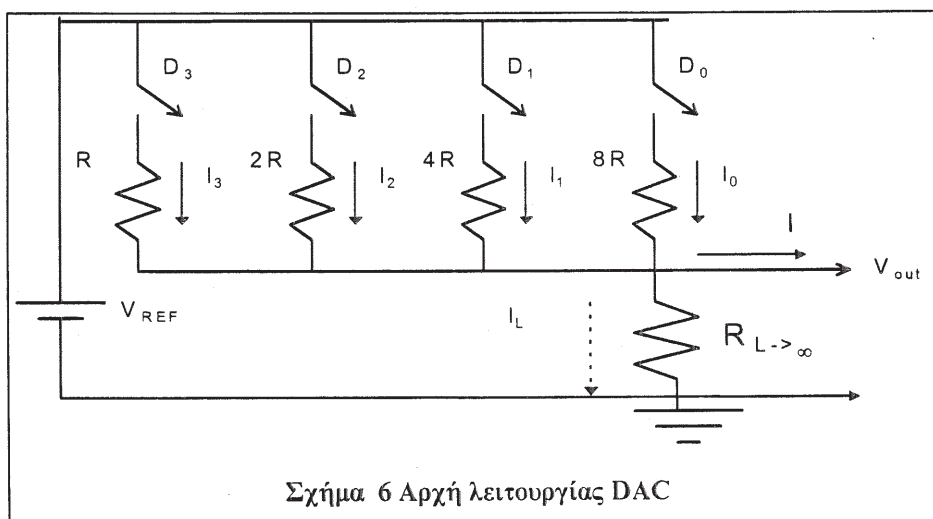
Η μετατροπή ψηφιακού κώδικα σε αναλογικό σήμα τάσεως, ονομάζεται *μετατροπή ψηφιακών σημάτων σε αναλογικά* ή **Digital to Analog Conversion - DAC**, και οι μετατροπείς που κάνουν αυτό λέγονται **Digital to Analog Converters - DAC**. Αυτό επιτρέπει ένα υπολογιστή να οδηγεί σχεδιαστές X-Y (X-Y plotters), ακουστικούς ενισχυτές, να παράγει ήχους, να παράγει αναλογική εικόνα ή να ελέγχει διάφορα μηχανήματα.



Οι μετατροπείς ψηφιακών σημάτων σε αναλογικά (DAC), μπορεί να είναι **ρεύματος ή τάσεως**. Δηλαδή μπορούν να μετατρέπουν ένα δυαδικό σήμα (binary) σε μεταβολές είτε ρεύματος είτε τάσεως.

Αρχή λειτουργίας ενός DAC

Για να δούμε την αρχή λειτουργίας των, θα εξετάσουμε ένα πολύ βασικό DAC⁷.



Εστω το κύκλωμα (Σχήμα 6). Η αντίσταση R_L είναι πολύ μεγάλη. Ως εκ τούτου μπορούμε να θεωρήσουμε ότι το ρεύμα I_L είναι αμελητέο.⁸

⁷ Να σημειωθεί ότι στην πράξη χρησιμοποιούνται βελτιωμένα κυκλώματα, που βασίζονται σε βελτιώσεις του βασικού κυκλώματος που αναφέρεται εδώ.

Οι αντιστάσεις και η τάση V_{REF} είναι ακριβείας. Οι διακόπτες D_n αντιπροσωπεύουν τα ψηφία (bits) μιας δυαδικής λέξης $D_3D_2D_1D_0$.

Όταν όλοι οι διακόπτες είναι ανοικτοί, τότε το ρεύμα εξόδου είναι μηδέν.

Όταν ο διακόπτης D_0 κλείσει το ρεύμα εξόδου θα είναι

$$I = I_0 = \frac{V_{REF}}{8R} = \frac{V_{REF}}{R} (0.125)$$

Όταν όλοι οι διακόπτες είναι κλειστοί τότε το ρεύμα εξόδου θα είναι:

$$I = I_3 + I_2 + I_1 + I_0 = \frac{V_{REF}}{R} + \frac{V_{REF}}{2R} + \frac{V_{REF}}{4R} + \frac{V_{REF}}{8R} = \frac{V_{REF}}{R} (1 + 0.5 + 0.25 + 0.125) = 1.875 \frac{V_{REF}}{R} \quad (\text{Εξίσωση 1})$$

Αν θεωρήσουμε ότι ένας διακόπτης⁹ ανοικτός αντιπροσωπεύει το 0, ενώ ένας κλειστός το 1, και μετατρέποντας τις τιμές :

$$1 = 2^0, \quad 0.5 = 2^{-1}, \quad 0.25 = 2^{-2}, \quad 0.125 = 2^{-3},$$

τότε η (Εξίσωση 1, μπορεί να ξαναγραφεί, σε δυνάμεις του 2:

$$I = \frac{V_{REF}}{R} (D_3 + 2^{-1} D_2 + 2^{-2} D_1 + 2^{-3} D_0) \quad (\text{Εξίσωση 2})$$

Ανοίγοντας και κλείνοντας τους “διακόπτες”, έχουμε 16 διαφορετικά ρεύματα εξόδου, όσοι δηλαδή είναι και οι δυνατοί συνδυασμοί ON-OFF που μπορούν να έχουν οι τέσσερις διακόπτες, από 0 έως $1.875(V_{REF}/R)$.

Αρα, τα ψηφιακά δεδομένα $D_3D_2D_1D_0$ (διακόπτες στο κύκλωμα), έχουν σαν αποτέλεσμα την μεταβολή του ρεύματος εξόδου αθροιστικά. Μπορούμε να πούμε ότι το ρεύμα εξόδου είναι το άθροισμα των ρευμάτων των δυαδικών εισόδων. Με άλλα λόγια έχουμε μια μετατροπή δυαδικού σε αναλογικού σήματος, μια DA conversion, ένα απλό DAC. Η έξοδος είναι σε κλάσματα δέκατων πέμπτων του μέγιστου ρεύματος. Αν είχαμε μόνο 3 διακόπτες, (3 bits), τότε θα ήταν σε κλάσματα ογδόων του ολικού ρεύματος. Όσο δηλαδή περισσότερους διακόπτες (bits) έχουμε τόσο αυξάνει και η μικρότερη φυσική ποσότητα που μπορεί να ξεχωρίσει, δηλαδή η **ανάλυση (resolution)**. Resolution (ανάλυση) είναι και ένα από τα χαρακτηριστικά ενός DAC. Αυτό φαίνεται παραστατικά και στο Σχήμα 4

⁸ Συνήθως χρησιμοποιείται ένας λειτουργικός ενισχυτής (operational amplifier), του οποίου η αντίσταση εισόδου πρακτικά θεωρείται άπειρος, ενώ η τάση εισόδου τείνει στο μηδέν, δηλαδή το ρεύμα εισόδου του, είναι πρακτικά μηδέν (virtual ground).

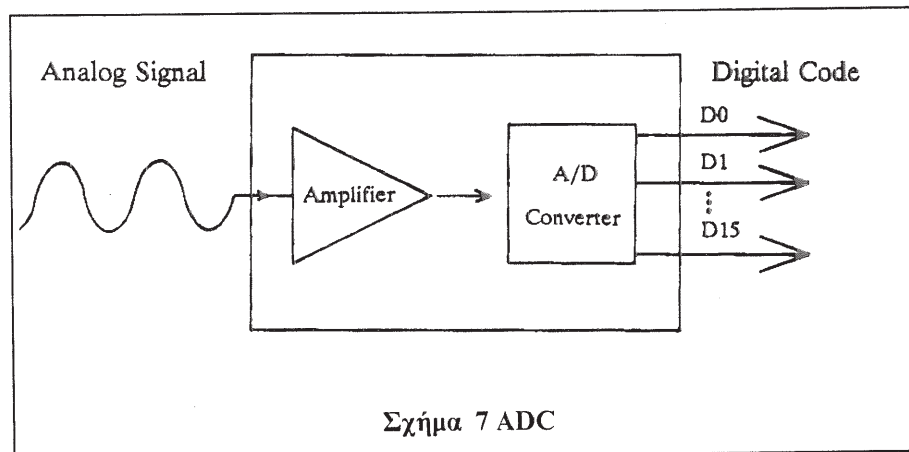
⁹ Ένας διακόπτης, στην πραγματικότητα, μπορεί να είναι ένα τρανζίστορ. Τα ψηφιακά δεδομένα $D_3D_2D_1D_0$, οδηγούν την βάση ενός τρανζίστορ. Όταν το ψηφίο (bit) είναι 1 (high), παράγει αρκετό ρεύμα βάσης, ώστε το τρανζίστορ να λειτουργεί σε κατάσταση κόρου (κλειστός διακόπτης). Όταν το ψηφίο είναι μηδέν το τρανζίστορ δεν άγει (ανοικτός διακόπτης).

Μετατροπή Αναλογικών Σημάτων σε Ψηφιακά

(A-D CONVERSION, ADC)

Τα αναλογικά σήματα παράγονται από αισθητήρια που μετατρέπουν θερμοκρασία, πίεση, ρεύμα, ήχο, φως, μετεωρολογικά φαινόμενα κλπ. σε μεταβολές τάσεως (Σχήμα 3 Βασικό κύκλωμα λήψεως αναλογικών μετρήσεων από υπολογιστή).

Η ηλεκτρονική μετατροπή αυτών των (αναλογικών) μεταβολών τάσεως σε (ψηφιακά) διαδοχή 0/1, High/Low, +5V/0V ονομάζεται μετατροπή αναλογικού σήματος σε ψηφιακό (Analog to Digital Conversion ή ADC) και οι μετατροπείς **Analog to Digital Converters - ADC**. Οι ADC μετατρέπουν τάσεις σε ψηφιακούς κώδικες για επεξεργασία από ηλεκτρονικούς υπολογιστές.



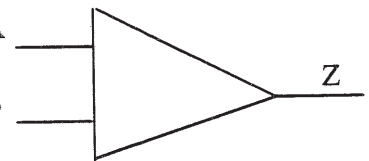
Αρχή λειτουργίας ενός ADC

Η αρχή λειτουργίας ενός ADC είναι πιο πολύπλοκη από αυτή ενός DAC. Υπάρχουν διάφοροι μέθοδοι μετατροπής. Θα δούμε, εντελώς επιφανειακά έναν από αυτούς τους τρόπους, μια και λεπτομερής παρουσίαση απαιτεί γνώσεις ηλεκτρονικών, οι οποίες δεν είναι γνωστές στους φοιτητές του πρώτου έτους.

Πριν δούμε κάποια μέθοδο μετατροπής, ας εξηγήσουμε ορισμένες μονάδες ηλεκτρονικών σαν “μαύρα κουτιά”, δηλαδή απλά τι κάνουν χωρίς να εμβαθύνουμε περισσότερο:

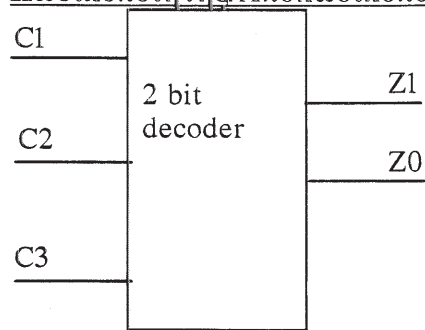
Συγκριτής (comparator)

Ο συγκριτής είναι ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα¹⁰, που κάνει **σύγκριση στάθμης τάσεως** με μια άλλη. Στην μία είσοδο (έστω A), δέχεται μια τάση προς μέτρηση, την οποία συγκρίνει με μια άλλη τάση που δέχεται στην άλλη είσοδο (έστω B), την είσοδο αναφοράς. Μόλις η προς “μέτρηση” τάση “περάσει” τη στάθμη της τάσης αναφοράς, η έξοδος του συγκριτή (Z), γίνεται ίση με την τάση τροφοδοσίας Vcc (συνήθως 5 Volt), “πάει” δηλαδή High.



¹⁰ Κάθε ηλεκτρονικό κύκλωμα για να λειτουργήσει χρειάζεται μια τάση τροφοδοσίας. Συνηθίζεται η τάση τροφοδοσίας στα ηλεκτρονικά κυκλώματα να ονομάζεται Vcc. Στο σχήμα μας δεν παρουσιάζεται για λόγους απλότητας. Αυτό αποτελεί και γενική αρχή στα παραστατικά διαγράμματα (block diagrams) να μην σχεδιάζουμε τις γραμμές τροφοδοσίας. Στα ψηφιακά κυκλώματα κατά το πλείστον η τάση αυτή είναι 5 Volt.

Κωδικοποιητής/Αποκωδικοποιητής (Coder/Decoder)

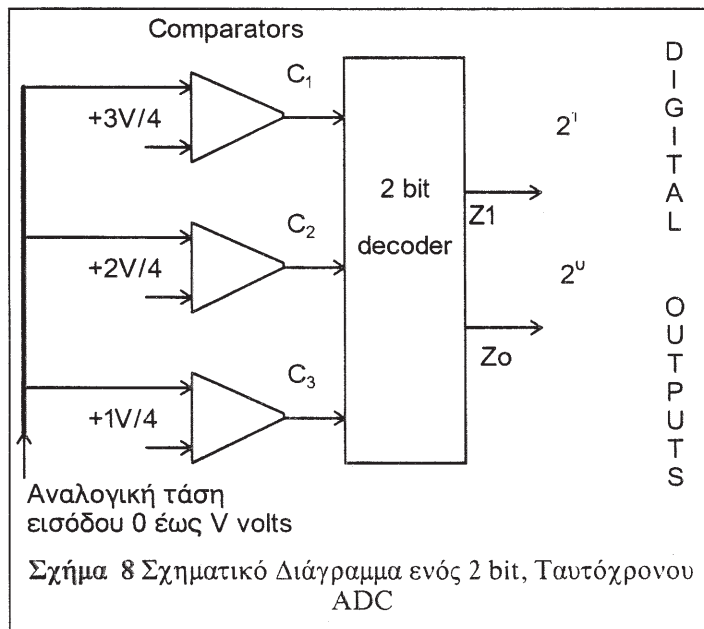


Ηλεκτρονικό κύκλωμα που μεταφράζει (εδώ) την δυαδική λέξη σε μορφή που εμείς, (σαν σχεδιαστές), θέλουμε, βάσει κάποιου κώδικα που ορίζουμε. Για παράδειγμα μπορεί να μεταφράζει αυτή σε τέτοια μορφή κατάλληλη για να οδηγήσει μια οθόνη υγρών κρυστάλλων ή για να οδηγηθεί στην είσοδο ενός υπολογιστή. Ετσι στο παράδειγμά μας οι δυαδικές εισόδους C_1 , C_2 , C_3 μεταφράζονται από το κύκλωμα του αποκωδικοποιητού σε δυαδικό αριθμό που παρουσιάζεται στις εξόδους Z_0 και Z_1 . Ο

κωδικοποιητής του παραδείγματος θεωρείται κωδικοποιητής 2 ψηφίων μια και η δυαδική λέξη στην έξοδό του είναι δύο ψηφίων (bit). Δύο bit στην έξοδο, σημαίνει $2^2=4$ πιθανές καταστάσεις δηλαδή 00, 01, 10, 11. Άρα θα έχουμε 2^2-1 εισόδους, μια και όταν όλες οι εισόδους είναι 0 θα έχουμε την κατάσταση 00.

Μέθοδος Ταυτόχρονης μετατροπής

Είναι η τεχνολογικά απλούστερη (και ταχύτερη) μέθοδος, αλλά δεν χρησιμοποιείται συχνά λόγω πολυπλοκότητας των κυκλωμάτων. Συχνά αναφέρεται σαν παράλληλος μετατροπέας (parallel ADC) ή σαν Flash ADC. Εμείς θα παρουσιάσουμε αυτή μια και για να γίνει αντιληπτή δεν απαιτείται η γνώση ηλεκτρονικών.



Στο Σχήμα 8, φαίνεται ένας ADC 2 ψηφίων. Το αναλογικό σήμα προς μετατροπή, εισάγεται στην μία είσοδο των συγκριτών. Στην άλλη είσοδο υπάρχει μια τάση αναφοράς. Συγκεκριμένα, στο παράδειγμα του σχήματος, οι τρεις τάσεις αναφοράς είναι $V/4$, $2V/4$ και $3V/4$.

ΑΡΑ: Το σύστημα μπορεί να "δεχτεί" αναλογική τάση μεγέθους από 0 έως V volts.

Εστω ότι εφαρμόζεται ένα αναλογικό σήμα που αυξάνει από 0 Volts έως V volts.

Τάση Εισόδου	C_3	C_2	C_1	2^1	2^0
από 0 έως $V/4$ - ¹¹	Low	Low	Low	0	0
από $V/4$ + έως $V/2$ -	High	Low	Low	0	1
από $V/2$ + έως $3V/4$ -	High	High	Low	1	0
από $3V/4$ + έως V	High	High	High	1	1

¹¹ Όταν στον πίνακα λέμε από $V/4$ έως $V/2$, εννοούμε μόλις η τάση ξεπεράσει την τιμή $V/4$ αλλά δεν έχει περάσει την τιμή $V/2$. Για να φανεί αυτό χρησιμοποιούμε τα + και -, τα οποία εδώ έχουν αυτή την έννοια και όχι την έννοια του θετικού ή αρνητικού.

Πίνακας 1

- Μόλις το αναλογικό σήμα υπερβεί την τιμή $V/4$, η έξοδος C_3 , γίνεται high (1).
- Μόλις υπερβεί και την $V/2$ τότε και η έξοδος C_2 γίνεται high.
- Μόλις υπερβεί και την τιμή $3V/4$ και η έξοδος C_1 γίνεται high.

Αυτό φαίνεται στον Πίνακα 1

Οι έξοδοι των συγκριτών οδηγούνται σε ένα κύκλωμα κωδικοποίησης, ώστε τελικά στην έξοδο να πάρουμε μια δυαδική μορφή.

Ο μετατροπέας αυτής της τεχνολογίας, έχει το πλεονέκτημα της μεγάλης ταχύτητας. Οι μόνες καθυστερήσεις οφείλονται στην καθυστέρηση μεταγωγής (propagation delay) του σήματος μέσω των υλικών. Η μετατροπή γίνεται σχεδόν ταυτόχρονα με την εφαρμογή του αναλογικού σήματος. Για το λόγο αυτό ονομάζεται και **simultaneous ή flash ADC**. Μπορούν να εκτελέσουν πάνω από 10 εκατομμύρια μετατροπές το δευτερόλεπτο¹².

Στις περισσότερες εφαρμογές χρησιμοποιούνται μετατροπείς άλλων τύπων, που όμως δεν είναι του παρόντος να αναφερθούν, λόγω της πολυπλοκότητας του τρόπου λειτουργίας των.

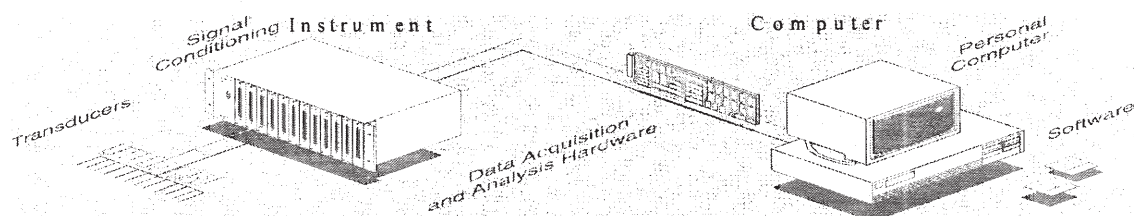
ΑΣΚΗΣΗ

1. Ένας πραγματικός μετατροπέας ADC, όπως αυτός που χρησιμοποιείται σήμερα σαν παράδειγμα στις κάρτες ήχου των Ηλεκτρονικών υπολογιστών, είναι μετατροπέας 64 bit. Πόσους συγκριτές θα έπρεπε να διέθετε αν κατασκευαζόταν με αυτή την τεχνολογία;
2. Αν θέλαμε να κατασκευάσουμε ένα ψηφιακό βολτόμετρο, επρόκειτο να χρησιμοποιήσουμε **flash ADC**, θέλαμε να μετρήσουμε τάση 1000 Volt σε πλήρη κλίμακα, με ευαισθησία 1 Volt στην κλίμακα αυτή, υπολογίσατε πόσων bit ADC θα χρησιμοποιούσατε. (Υπόδειξη: Υπολογίσατε πρώτα πόσους συγκριτές χρειάζεστε).

¹² Η κατασκευή όμως ενός ADC, με πρακτική λειτουργία, πχ. με 8 bit, θα απαιτούσε 255 συγκριτές (2^8-1), με όλα τα αντίστοιχα κυκλώματα κωδικοποίησης, με αποτέλεσμα να είναι αρκετά ακριβοί. Πολύ δε περισσότερο αν θεωρήσουμε 12: ($2^{12}-1$), 16: ($2^{16}-1$), ή και 18: ($2^{18}-1$) bits που απαιτούνται για ένα DSP¹² σύστημα απαιτήσεων. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται εκεί που το κριτήριο ταχύτητα υπερτερεί του κριτηρίου κόστος, όπως πχ. σε ψηφιακά συστήματα video, σε καλούς παλμογράφους με ψηφιακή αποθήκευση, και σε συστήματα αυτόματης επεξεργασίας δεδομένων από radar video.

8.2 - ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Σήμερα, οι περισσότεροι επιστήμονες χρησιμοποιούν PC για εργαστηριακές έρευνες, βιομηχανικό έλεγχο καθώς και μετρήσεις διαφόρων μεγεθών. Τέτοιες μέθοδοι εξασφαλίζουν αφ' ενός ακρίβεια, αφ' ετέρου μεγάλη ευκολία στην εκτέλεση των μετρήσεων. Μία τέτοια συνδεσμολογία που χρησιμοποιείται για την απόκτηση, μετατροπή και επεξεργασία των διαφόρων σημάτων (μετρούμενα μεγέθη) φαίνεται στην Εικόνα 1.

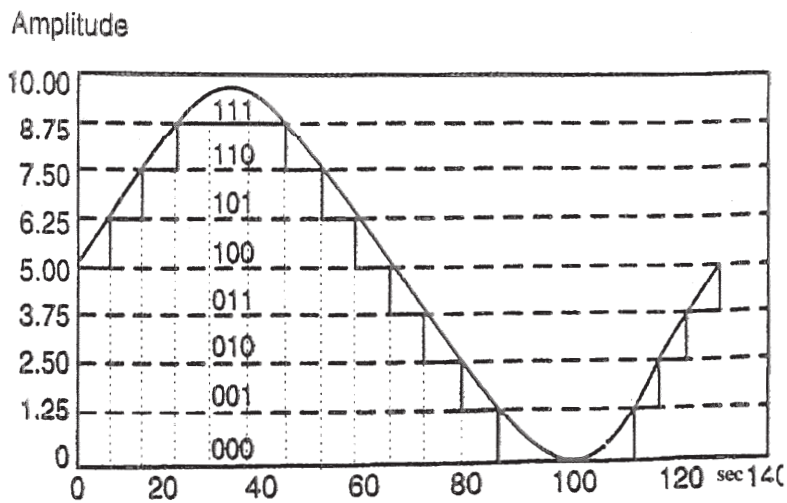


Εικόνα 1. Συνδεσμολογία για απόκτηση δεδομένων

Τα διάφορα εξαρτήματα - συσκευές που φαίνονται στην παραπάνω εικόνα λειτουργούν ως εξής:

- **Transducers (αισθητήρες):** Αναγνωρίζουν φυσικά φαινόμενα και παράγουν σήματα εξόδου που να μπορούν να αναγνωρισθούν και να γίνουν αποδεκτά από τις κάρτες απόκτησης δεδομένων (DAQ). Υπάρχουν π.χ., αισθητήρες οι οποίοι μετατρέπουν τη θερμοκρασία του χώρου ή την πίεση ενός θαλάμου σε ένα ηλεκτρικό αναλογικό (συνεχούς χρόνου) σήμα. Σε κάθε περίπτωση, τα παραγόμενα ηλεκτρικά σήματα είναι ανάλογα με τις φυσικές παραμέτρους τις μεταβολές των οποίων παρακολουθούν.
- **Signal Conditioners:** Τα ηλεκτρικά σήματα, τα οποία δημιουργούνται από τους αισθητήρες, πρέπει να μετατραπούν σε κάποια μορφή η οποία μπορεί να γίνει αποδεκτή από τις κάρτες απόκτησης δεδομένων. Σ' αυτό το στάδιο, πιθανόν να γίνει π.χ., ενίσχυση ασθενών σημάτων ή φιλτράρισμα και διαχωρισμός σύνθετων σημάτων προκειμένου να επιτευχθούν ακριβέστερες μετρήσεις, κλπ.
- **Data Acquisition Hardware (Κάρτες Απόκτησης Δεδομένων)**

Όταν έχουμε ένα συνεχές σήμα μπορούμε να το στείλουμε σε ένα PC εφαρμόζοντας μία διαδικασία που ονομάζεται ψηφιοποίηση (Analog-to-Digital Conversion - A/D). Πριν την ψηφιοποίηση πρέπει να προηγηθούν δύο, επί μέρους διαδικασίες που κατά σειρά είναι η Δειγματοληψία (sampling) και στη συνέχεια η Διακριτοποίηση (digitization). Η δειγματοληψία έχει σκοπό να πάρει από ένα αναλογικό σήμα τις διάφορες τιμές του κατά τακτά χρονικά διαστήματα που διαφέρουν μεταξύ τους κάποια συγκεκριμένη χρονική περίοδο που ονομάζεται Περίοδος Δειγματοληψίας (Sampling Period). Κατ' αναλογία ορίζεται και η Συχνότητα Δειγματοληψίας (Sampling Frequency) ως ο αντίστροφος της περιόδου δειγματοληψίας.



Εικόνα 2. Ψηφιοποιημένο ημιτονοειδές σήμα με ανάλυση 3-bit.

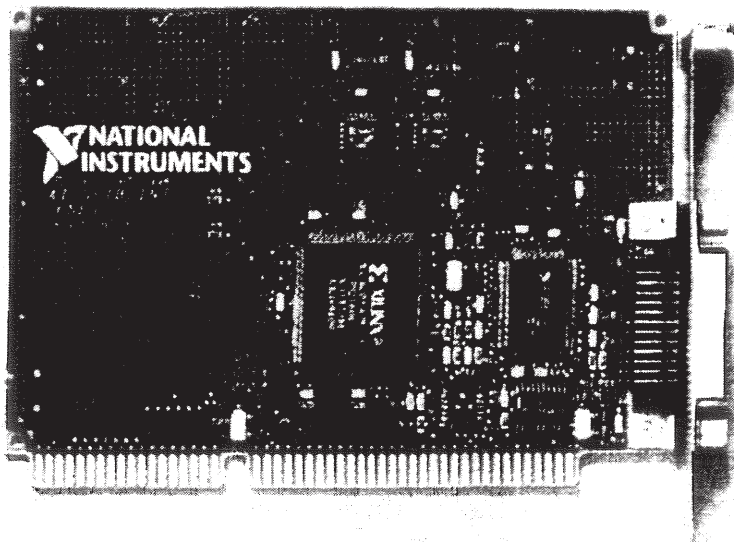
πτεει από την ψηφιοποίηση ενός ημιτονοειδούς σήματος με χρησιμοποιούμενη ανάλυση 3 bit. Στην ουσία, στο τέλος της ψηφιοποίησης, αντί για τις τιμές του σήματος στις αντίστοιχες χρονικές στιγμές, το σήμα το οποίο βγαίνει από την κάρτα απόκτησης δεδομένων είναι το ακόλουθο:

a/a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Χρόνος t (sec)	0.0	7.3	14.6	21.9	29.2	36.5	43.8	51.1	58.4	65.7	73.0	80.3	87.6	
Πραγματική Τιμή	5.00	6.25	7.50	8.75	9.90	8.75	7.50	6.25	5.00	3.75	2.50	1.25	0.00	
Ψηφιοποιημένη Τιμή	100	101	110	111	111	111	110	101	100	011	010	001	000	

Ανάλυση (Resolution) ονομάζεται το πλήθος των bit που χρησιμοποιούμε για να αναπαραστήσουμε το αναλογικό σχήμα. Όσο μεγαλύτερη είναι η ανάλυση, τόσο μεγαλύτερο είναι και το πλήθος των επιπέδων τα οποία ορίζονται μεταξύ της μικρότερης και της μεγαλύτερης τιμής τις οποίες η κάρτα απόκτησης δεδομένων μπορεί να διακριτοποιήσει (range) και κατά συνέπεια, τόσο μικρότερη είναι η μεταβολή τάσεως η οποία είναι δυνατόν να εντοπιστεί. Ένας μετατροπέας 3-bit (που σπάνια χρησιμοποιείται στην πράξη γιατί είναι πολύ απλός, αλλά είναι ένα πολύ καλό παράδειγμα) διαιρεί την αναλογική περιοχή τιμών σε $2^3=8$ επίπεδα. Κάθε επίπεδο αντιπροσωπεύεται από μία δυαδική τιμή μεταξύ των 000 και 111. Φαίνεται καθαρά ότι ψηφιακή αντιστοίχιση δεν είναι αρκετά αντιπροσωπευτική του αρχικού αναλογικού σήματος καθ' όσον έχουν χαθεί πληροφορίες κατά την μετατροπή. Αν αυξήσουμε την ανάλυση σε 16 bit τότε ο αριθμός των επιπέδων αυξάνεται από 8 σε 65536 και κατά συνέπεια μπορεί η αντιστοίχιση να γίνει με εξαιρετική ακρίβεια και να επιτευχθεί ακριβής ψηφιοποίηση του αρχικού αναλογικού σήματος.

Αφού ένα σήμα υποστεί δειγματοληψία με μία δεδομένη συχνότητα δειγματοληψίας, τότε πρέπει η τιμή αυτή να αντιστοιχισθεί σε κάποιο από τα 2ⁿ οριζόμενα επίπεδα τιμών ανάλογα με το πλήθος n των δυαδικών ψηφίων (bit) που θα χρησιμοποιήσουμε για τη ψηφιοποίηση. Στην Εικόνα 2 φαίνεται για παράδειγμα η κυματομορφή που προκύ-

Στη συνδεσμολογία της Εικόνας 1 μπορούμε να φανταστούμε τους αισθητήρες και τους μετατροπείς σημάτων (conditioners) να περιλαμβάνονται στα μοντέρνα όργανα μετρήσεων ενώ από την άλλη μεριά μπορούμε να θεωρήσουμε τις κάρτες απόκτησης δεδομένων σαν εξαρτήματα των υπολογιστών, οπότε πλέον μπορούν τα δύο αυτά συστήματα να επικοινωνήσουν μεταξύ τους με ένα



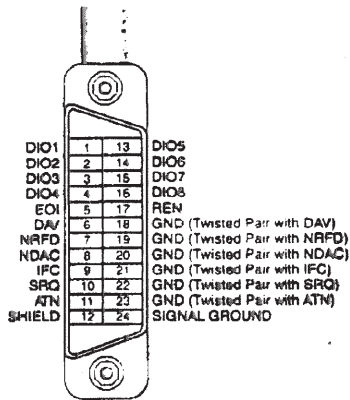
Εικόνα 3.

μόνο καλώδιο που στην άκρη του υπάρχουν συγκεκριμένα βύσματα. Η λειτουργία αυτών των συστημάτων περιγράφεται συνοπτικά ως εξής: Η έξοδος των οργάνων καταλήγει μέσω ειδικού βύσματος και ειδικού καλωδίου στην είσοδο μίας κάρτας ενός υπολογιστή, σαν αυτή που φαίνεται στην Εικόνα 3. Τα σήματα αυτά αποθηκεύονται σε ειδικές θέσεις πάνω στην κάρτα (buffers) μέχρις ότου να

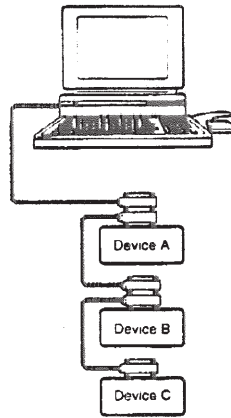
διαβαστούν από το Computer. Για τη διαδικασία αυτή υπάρχουν πολύ αυστηροί περιορισμοί χρόνου οι οποίοι πρέπει να τηρούνται ευλαβικά προκειμένου να μην χαθούν μετρήσεις ή να μην αλλοιωθούν τα αποτελέσματα. Αν τα σήματα που έχουν αποθηκευθεί στην κάρτα δεν διαβαστούν από το computer μέσα σε κάποιο χρόνο, τότε αυτά χάνονται και στη θέση τους έρχονται οι νέες μετρήσεις. Για το λόγο αυτό πρέπει ο συγχρονισμός του οργάνου με το computer να είναι πολύ ακριβής.

Για την απ' ευθείας επικοινωνία των computers με τα μοντέρνα όργανα έχουν καθιερωθεί μεταξύ άλλων δύο standards που αφορούν τη σύνδεση αυτή. Αυτά είναι το GPIB (IEEE-488) και το RS-232C Interface.

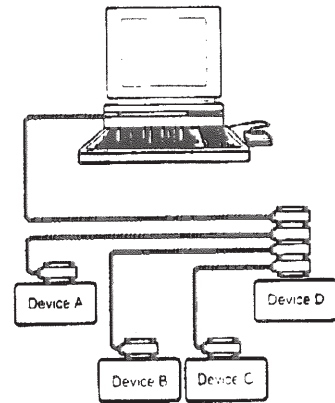
GPIB (IEEE-488 BUS): Οι συσκευές συνήθως συνδέονται με ένα θωρακισμένο καλώδιο 24 αγωγών που καταλήγουν σε ακίδες το οποίο στα άκρα του φέρει ακροδέκτες και για σύνδεση (plug) και για υποδοχή (receptable), το οποίο φαίνεται στην Εικόνα 4. Οι διάφορες συσκευές μπορούν να συνδεθούν με πολλούς τρόπους, όπως **“σε σειρά” - Linear Configuration** (Εικόνα 5), **“σε αστέρα” - Star Configuration** (Εικόνα 6) ή σε συνδυασμό των δύο.



Εικόνα 4. Βύσμα GPIB και αντιστοιχία υποδοχών.



Εικόνα 5. Linear Configuration



Εικόνα 6. Star Configuration

Απαιτήσεις Συνδεσμολογίας για το GPIB

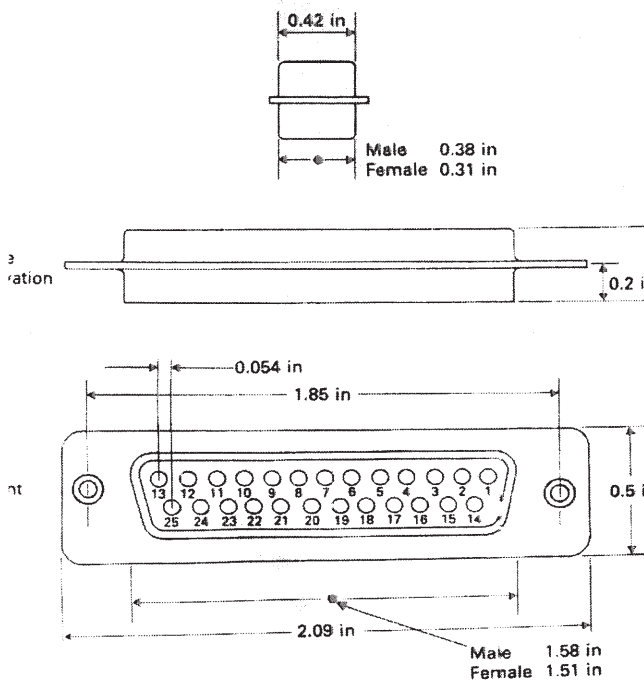
Προκειμένου να επιτευχθούν οι υψηλοί ρυθμοί μεταφοράς δεδομένων (σημάτων) για τους οποίους το GPIB σχεδιάστηκε, οι φυσικές διαστάσεις μεταξύ των συσκευών καθώς και το πλήθος των συσκευών που είναι συνδεδεμένες στο δίκτυο υπόκεινται σε περιορισμούς. Οι ακόλουθοι περιορισμοί είναι τυπικοί για το δίκτυο IEEE 488, για κανονικές χρήσεις:

- Η μέγιστη απόσταση μεταξύ οποιωνδήποτε δύο συνδεδεμένων συσκευών να μην υπερβαίνει τα 4 m, ενώ ο μέσος όρος της απόστασης όλων των συνδεδεμένων συσκευών να μην υπερβαίνει τα 2 m.
- Το ολικό μήκος του καλωδίου να μην υπερβαίνει τα 20 m.
- Ο αριθμός των συσκευών που είναι συνδεδεμένες στο δίκτυο να μην υπερβαίνει τις 15, ενώ τουλάχιστον τα δύο τρίτα από αυτές να είναι ανά πάσα στιγμή “εντός”, ώστε η απόδοση του συστήματος να είναι η ταχύτερη δυνατή.

Για ακόμη μεγαλύτερες ταχύτητες (IEEE 488.1 και συστήματα HS488 που είναι μία πιο γρήγορη μορφή του IEEE 488.1 - High Speed 488) ισχύουν οι παρακάτω περιορισμοί:

- Το ολικό μήκος του καλωδίου να μην υπερβαίνει τα 15 m με μία συσκευή κάθε περίπου 1 m.
- Όλες οι συσκευές πρέπει να είναι “εντός”.
- Όλες οι συσκευές πρέπει να χρησιμοποιούν 48 mA οδηγούς τριών καταστάσεων (three state drivers) που είναι ειδικά ηλεκτρονικά κυκλώματα που χρησιμοποιούνται γι’ αυτό το σκοπό.
- Η χωρητικότητα εξόδου της συσκευής (δηλ. όπως το computer κοιτάει το όργανο) για κάθε σήμα GPIB δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 50 pFarad ανά συσκευή.

RS-232C Serial Interface: Ένας άλλος τρόπος απ' ευθείας σύνδεσης ενός οργάνου με ένα computer είναι χρησιμοποιώντας το RS-232C σειριακό interface (βύσμα). Τα περισσότερα από τα όργανα που



Εικόνα 7. RS-232C Serial Interface

αντιπροσωπεύει περισσότερα από ένα bit - δυαδικό ψηφίο - η ταχύτητα σε baud δεν είναι πάντοτε ίδια με τον ρυθμό μεταφοράς bit ανά δευτερόλεπτο-BPS).

υποστηρίζουν το RS-232 χρησιμοποιούν τον ακροδέκτη (βύσμα) τύπου D που φαίνεται στην Εικόνα 7. Αυτό το βύσμα διατίθεται σε εκδόσεις με 9, 15, 25, 37 και 50 ακίδες και χρησιμοποιείται ανάλογα με τις ανάγκες (πολύ λίγες είναι οι εφαρμογές που απαιτούν την πλήρη έκδοση του βύσματος με 50 ακίδες, ενώ η πλειονότητα των εφαρμογών απαιτεί ακροδέκτες 25 ακίδων).

Το RS-232C καθιερώθηκε για να καλύψει επικοινωνίες σχετικά μικρών αποστάσεων (μέχρι 15 m) και με ταχύτητες που δεν δύνανται να ξεπεράσουν τα 20000 baud (= μονάδα ταχύτητας μεταφοράς σημάτων που δίνει τον αριθμό των στοιχείων- elements ενός σήματος που μεταδίδονται σε ένα δευτερόλεπτο. Δεδομένου ότι ένα στοιχείο σήματος μπορεί να

ΕΛΕΓΧΟΣ ΓΝΩΣΕΩΝ

1. Ποιά είναι τα απαραίτητα εξαρτήματα που απαιτούνται για την εκτέλεση μετρήσεων με σύγχρονα όργανα μετρήσεων και υπολογιστές; Δώστε σκαριφηματική διάταξη των εξαρτημάτων αυτών και περιγράψτε συνοπτικά τη λειτουργία τους.
2. Ποιός είναι ο σκοπός της δειγματοληψίας ενός αναλογικού σήματος και τί ορίζεται σαν συχνότητα δειγματοληψίας;
3. Ποιά είναι τα τρία στάδια τα οποία πρέπει να ακολουθηθούν προκειμένου να επιτευχθεί ψηφιοποίηση ενός αναλογικού σήματος; Περιγράψτε συνοπτικά τις διεργασίες που λαμβάνουν χώρα σε κάθε ένα στάδιο.
4. Τι ονομάζεται Ανάλυση (Resolution) ενός ψηφιοποιημένου αναλογικού σήματος;
5. Ποιοί είναι οι τυπικοί περιορισμοί συνδεσμολογίας του GPIB για κανονική χρήση και ποιοί είναι οι περιορισμοί για χρήσεις μεγάλων ταχυτήτων;
6. Ποιά είναι η μέγιστη απόσταση στην οποία δύο συσκευές μπορούν να επικοινωνήσουν με RS-232C και ποιός είναι ο μέγιστος ρυθμός μεταφοράς δεδομένων;

Βιβλιογραφία

- [1]. NATIONAL INSTRUMENTS, *Instrumentation Reference and Catalogue*, 1995.
- [2]. CLEMENTS ALAN, *Microprocessor Systems Design*, PWS-KENT Publishing Company, 1987.
- [3]. FERREL G. STREMLER, *Introduction to Communication Systems*, Addison-Wesley Publishing Company Inc., 1990.

8.3 GPIB - IEEE 488

Ιστορία

Τα ψηφιακά όργανα μετρήσεων, ή καλύτερα τα συστήματα οργάνων, χρειάζονται ένα καλό δρόμο για να επικοινωνούν μεταξύ τους, και να λύνουν προβλήματα μετρήσεων με χρήσιμο τρόπο. Αυτή η ανάγκη ισχύει τόσο σε μικρά συστήματα, όπως ένα επιτραπέζιο όργανο, όσο και σε μεγάλα συστήματα όπως συστήματα οργάνων ελεγχόμενα από ηλεκτρονικό υπολογιστή. Η μεγάλη αύξηση σε αυτοματοποιημένα συστήματα, ειδικά η λεγόμενη βιομηχανική επανάσταση αλλά και τα διαστημικά προγράμματα της δεκαετίας του 60, οδήγησαν στο να βρεθεί ένας τρόπος, εύκολος, φτηνός αλλά και συγχρόνως που να έχει απόλυτη εμπιστοσύνη στη λειτουργία, ώστε να ελέγχονται να όργανα, να γίνονται αυτόματα μετρήσεις και να επικοινωνούν μεταξύ τους. Αυτό θα έπρεπε να γίνεται τόσο μεταξύ οργάνων που βρίσκονται το ένα δίπλα στο άλλο, όσο και μεταξύ οργάνων που μερικά θα βρισκόταν στο διάστημα και άλλα στο κέντρο ελέγχου στη γη και θα επικοινωνούν μέσω ραδιοζεύξης.

Ετσι το 1965, η Hewlett Packard, παρουσίασε το εμπομαζόμενο Hewlett Packard Interface Bus (**HP-IB**). Το σύστημα διέθετε υψηλό ρυθμό επικοινωνίας, ειδικά για την εποχή, 250 Kbytes per second, ενώ παράλληλα διέθετε την αξιοπιστία που απαιτούσε το διαστημικό πρόγραμμα της NASA. Το πρότυπο αυτό της HP, προσδιόριζε τα μηχανικά, ηλεκτρικά και λοιπά hardware στοιχεία ενός τρόπου με τον οποίο θα γίνονταν οι διασυνδέσεις μεταξύ οργάνων. Οσον αφορούσε το πρωτόκολλο επικοινωνίας, (το λογισμικό δηλαδή), η HP προσδιόρισε ένα πρωτόκολλο, βασισμένη στην μέχρι τότε πείρα της στους υπολογιστές.

Το HP-IB, γρήγορα επεκράτησε σαν General Purpose Interface Bus, (**GP-IB**), όχι μόνο για διασύνδεση οργάνων αλλά και για διασύνδεση υπολογιστών και άλλων ψηφιακών συσκευών.

Το 1978, έγινε δεκτό από το Institute of Electrical and Electronics Engineering (IEEE), σαν πρότυπο με τον κωδικό τίτλο IEEE488 - 1978, γνωστό σαν **IEEE-488**. Σήμερα το IEEE-488 έχει γίνει δεκτό διεθνώς, σαν το defacto πρότυπο για διασύνδεση οργάνων μεταξύ τους ή με υπολογιστή, ενώ μεγάλος αριθμός λογισμικού υποστηρίζει το πρότυπο, προσφέροντας έτοιμα προγράμματα ή βιβλιοθήκες/ρουτίνες, (για αυτόν που θέλει να γράφει τα δικά του προγράμματα,) για τον έλεγχο συσκευών που διαθέτουν IEEE-488, ενώ με την πάροδο των ετών έχουν γίνει αρκετές βελτιώσεις (**IEEE-488.2**).

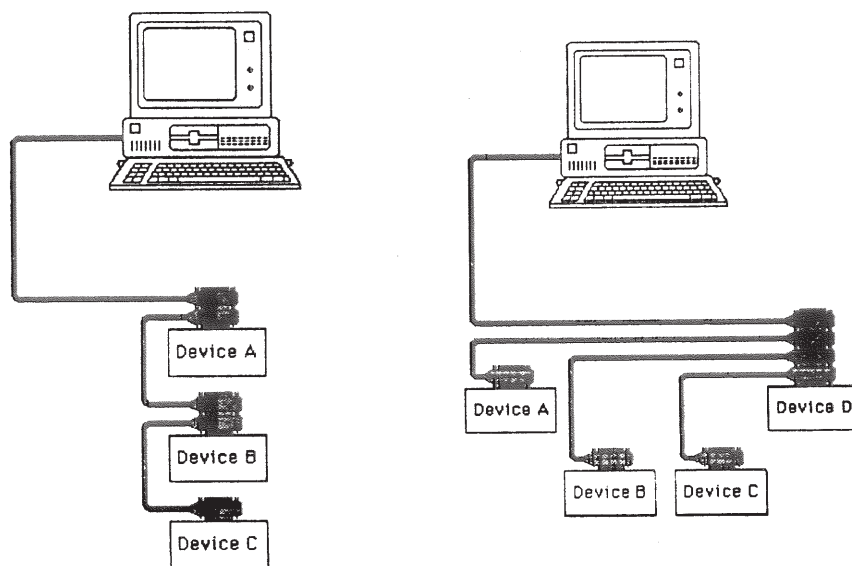
Σύντομη περιγραφή του δικτύου

Ένα Δίκτυο IEEE-488, αποτελείται από διάφορες συσκευές, (όργανα, υπολογιστή κλπ.), που διαθέτουν κυκλώματα IEEE-488, συνδεδεμένων μεταξύ τους, ώστε να μπορούν να επικοινωνούν βάσει των κανόνων (πρωτοκόλλων) που καθορίζονται από το πρότυπο IEEE-488.

Για να γίνουν αυτοματοποιημένες μετρήσεις, πρέπει τουλάχιστον ένα όργανο, (όργανο μετρήσεων), να συνδεθεί με ένα είδος υπολογιστή ο οποίος ελέγχει όλη τη διαδικασία μετρήσεως. Ο υπολογιστής αυτός, ελεγκτής, controller, μπορεί να είναι ανεξάρτητος υπολογιστής ή και κάποιο υπολογιστικό κύκλωμα του ιδίου του οργάνου.

Ενα δίκτυο οργάνων, μπορεί να αποτελείται από αριθμό οργάνων και από ένα ή περισσότερους ελεγκτές (controllers). Ο ελεγκτής μπορεί να είναι όργανο ή ανεξάρτητη συσκευή (πχ. υπολογιστής). Ανά πάσα χρονική στιγμή όμως μόνο ένας ελεγκτής θα έχει τον έλεγχο.

Τα όργανα μπορεί να συνδέονται σε διάφορες συνδεσμολογίες. Οι πλέον διαδεδομένες είναι η γραμμική και η αστεροειδής.



Σχήμα 9 Δίκτυο οργάνων με IEEE, γραμμικό και αστερός

Talkers, Listeners and Controllers

Κάθε συσκευή/όργανο μπορεί να είναι Controller, Listener, ή Talker.

Listener - Ακροατής

Μια συσκευή που είναι Listener έχει την δυνατότητα να λαμβάνει, (“να ακούει”), data που στέλνει ο talker. Σε κάθε σύστημα πρέπει να είναι τουλάχιστο μια συσκευή listener, ή που να μπορεί να γίνει listener. Κάθε συσκευή στο δίκτυο, έχει την δική της ταυτότητα, που συνήθως μπορεί να αλλαχθεί από τον χρήστη. Η ταυτότητα αυτή ονομάζεται “διεύθυνση”.

Talker - Ομιλητής

Ανά πάσα χρονική στιγμή μπορεί να υπάρχουν πολλαπλές συσκευές ορισμένες σαν listeners. Μια συσκευή όμως που έχει ωρισθεί σαν talker επιτρέπεται να ομιλεί σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Αυτά που “λέει” η συσκευή talker, πχ. Data bytes μετρήσεων, θα λαμβάνονται από όλες τις συσκευές παράλληλα, αλλά μόνο από τον listener, του οποίου η διεύθυνση ταιριάζει θα γίνονται δεκτά.

Ο Controller - Ελεγκτής

Ο controller¹³, ελέγχει-διευθύνει την ροή των πληροφοριών στο δίκτυο, στέλνοντας εντολές σε όλες τις συσκευές.

¹³ Controller=ελεγκτής

Ο ρόλος του controller μπορεί να συγκριθεί με το ρόλο της κεντρικής μονάδας επεξεργασίας σε ένα υπολογιστή ή καλύτερα με το ρόλο του αυτόματου τηλεφωνικού κέντρου. Όταν το τηλεφωνικό κέντρο (controller) αντιληφθεί ότι ένας συνδρομητής (συσκευή) θέλει να κάνει ένα τηλεφώνημα (στέλνει ένα μήνυμα), συνδέει τον καλούντα (talker) με τον καλούμενο (listener). Ο controller επικοινωνεί αναγνωρίζοντας και τους δύο talker-listener πριν ο talker μπορέσει να στείλει το μήνυμά του στον listener, ακριβώς όπως ένα τηλεφωνικό κέντρο αναγνωρίζει αυτόν που καλεί και στην συνέχεια (από τον αριθμό που καλείται) αναγνωρίζει τον καλούμενο. Κάνει την διασύνδεση, εφόσον η γραμμή δεν είναι κατειλημμένη και εφόσον υπάρξει απάντηση, χρεώνει τον καλούντα και στην συνέχεια του επιτρέπει να μιλήσει.

Μια συσκευή μπορεί :

- . να είναι μόνο talker, πχ. ένα θερμόμετρο (ένα απλό θερμόμετρο που μόνο στέλνει τις μετρήσεις που λαμβάνει),
- . μόνο listener, πχ. ένας εκτυπωτής (δέχεται εντολές και data προς εκτύπωση αλλά δεν επιστρέφει data),
- . να είναι και τα δύο, talker & listener πχ. ένα πολύμετρο (δέχεται εντολές και data για αλλαγή κλίμακας κλπ. ενώ επιστρέφει data-μετρήσεις)
- . να είναι και τα τρία, talker, listener & controller, όπως συνήθως είναι οι συσκευές που παίζουν ρόλο controller. Συνήθως είναι όργανα με αυξημένες δυνατότητες, ή υπολογιστές¹⁴.

Μερικές φορές δεν είναι αναγκαία η ύπαρξη controller. Αυτό είναι σε περιπτώσεις απλών συνδυασμών, όπου μια συσκευή θα είναι πάντα talker και κάποιες άλλες θα είναι μόνο listeners. Σαν παράδειγμα ένα όργανο και ένας εκτυπωτής, για εκτύπωση των λαμβανόμενων μετρήσεων.

Ενας Controller χρειάζεται πάντα όταν υπάρχουν συσκευές που θα πρέπει να λειτουργούν και σαν talkers και σαν listeners. Αυτός είναι που θα ορίζει ανά πάσα στιγμή ποια συσκευή θα γίνεται talker και ποια listener

Σήμερα ο ρόλος του controller αναλαμβάνεται από υπολογιστές¹⁵. Σε όλα τα συστήματα που διαθέτουν ένα μόνο υπολογιστή, αυτός θα είναι και system controller και Controller In Charge.

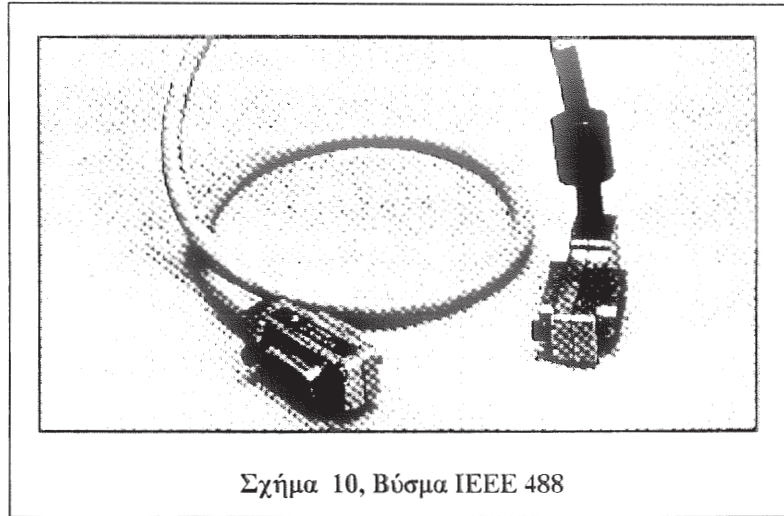
Το IEEE-488.2 ορίζει επακριβώς το τρόπο με τον οποίο οι controllers θα στέλνουν τις εντολές των, αλλά και τα data. Έτσι οι κατασκευαστές οργάνων που πληρούν το IEEE-488.2 πρότυπο, είναι ευκολότερο να κατασκευάσουν όργανα που να “μιλούν” με άλλα.

Φυσικά Χαρακτηριστικά

Οι συσκευές συνδέονται μεταξύ τους με θωρακισμένο καλώδιο 24 αγωγών. Το καλώδιο φέρει και στα δύο άκρα ειδικό βύσμα

¹⁴ Στην κυριολεξία κάρτες GPIB που μπαίνουν μέσα σε υπολογιστές.

¹⁵ Οι σύγχρονες κάρτες Data Acquisition επιτρέπουν στον υπολογιστή, να παίζει οποιονδήποτε ρόλο.



Σχήμα 10, Βύσμα IEEE 488

Το βύσμα είναι γνωστό σαν Cinch 57 MICRORIBBON ή και σαν Amphenol series 57.

Το βύσμα είναι “διπλής όψεως”. Δηλαδή διαθέτει ακροδέκτες και από τις δύο πλευρές. Έτσι μπορούν να συνδέονται συσκευές σε μορφή αλυσίδας, δηλαδή η πρώτη στον controller και στη συνέχεια η μια συσκευή να συνδέεται στο βύσμα που πηγαίνει πάνω στην προηγούμενη της¹⁶.

Οι συσκευές συνδέονται μεταξύ τους σε μορφή αλυσίδας (linear chain), ή σε star configuration (Σχήμα 9).

Για να **μπορούν τα επιτευχθούν οι υψηλές ταχύτητες μετάδοσης**, πρέπει τα καλώδια συνδέσεως να είναι όσο το δυνατό μικρότερα. Οι αποστάσεις μεταξύ των συσκευών πρέπει να είναι μικρές. Το συνολικό μήκος του δικτύου δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 15 μέτρα, ενώ το μήκος κάθε καλωδίου συνδέσεως (μεταξύ των συσκευών) να μην είναι πάνω από ένα μέτρο.

Η τοπολογία που επιλέγουμε εξαρτάται από τις χωροταξικές ανάγκες μας, ώστε τα μην υπερβούμε τα παραπάνω όρια αποστάσεων.

Βιβλιογραφία

ADVANTECH_1995, ADVANTECH, Total Solution for PC-based Industrial and Lab Automation Solution Guide Vol 41, (SMM - 1995)
 BANNISTER, Bannister B.R. & Whitehead D.G., Instrumentation Transducers and Inerfacing - Tutorial Guides in Electronic Engineering (7), Chapman & Hall, ISBN 0-412-34240-5
 HP_1973, HP_1989, HP_1992, HP_1995, HEWLETT PACKARD, Test & Measurement Catalog (1973, 1989, 1992, 1995)
 NI_1988, NI_1994, NI_1995, NATIONAL INSTRUMENTS, Data Acquisition, and analysis product catalogue (1988, 1994, 1995).

¹⁶ Ο όρος “προηγούμενή της” έχει απλά και μόνο χωροταξικό νόημα και δεν πρέπει να γίνει κάποια σύγχυση με λογική, ή με διευθύνσεις ή με ότιδήποτε άλλο λειτουργικό

Προγραμματισμός IEEE-488

Πρόγραμμα συλλογής στοιχείων από παλμογράφο

Εισαγωγή

Στο παρόν θα προσπαθήσουμε να εξηγήσουμε με τη βοήθεια ενός παραδείγματος, τη φιλοσοφία προγραμματισμού μιας κάρτας IEEE-488, για ανάγνωση-πρόσκτηση δεδομένων από παλμογράφο και καταχώρηση αυτών στον σκληρό δίσκο του υπολογιστή, υπό μορφή ενός αρχείου δυναμένου να διαβαστεί από κάποιο άλλο πρόγραμμα για περαιτέρω επεξεργασία.

Για το παράδειγμά μας θα χρησιμοποιήσουμε ένα πολύ απλό δίκτυο IEEE-488, σε μια πολύ απλή εφαρμογή του. Μόνο δύο συσκευές θα υπάρχουν στο δίκτυο: ένας υπολογιστής με κάρτα IEEE-488 (την CEC488), και ένας παλμογράφος του οίκου HAMEG, μοντέλλο HM408. Έχοντας ήδη πάρει στον παλμογράφο μια μέτρηση, η οποία είναι αποθηκευμένη στην μνήμη του, μέσω της κάρτας CEC488 και του δικτύου IEEE-488, θα διαβάσουμε την μνήμη του παλμογράφου και θα καταχωρήσουμε τα δεδομένα σε ένα αρχείο στο δίσκο του υπολογιστή.

Η γενική αρχή επικοινωνίας σε ένα δίκτυο IEEE-488 ομοιάζει κατά πολύ με συνεδρίαση βουλής ή ενός δημοτικού συμβουλίου:

Μια συνεδρίαση χρειάζεται ένα πρόεδρο που θα διευθύνει την συνεδρίαση, και θα φροντίζει για την τήρηση των κανόνων. Στο δίκτυο IEEE-488 το ρόλο αυτό τον έχει ο Ελεγκτής συστήματος (System Controller). Ο System controller μπορεί να είναι ένα όργανο, αλλά συνήθως είναι υπολογιστής εφοδιασμένος με κατάλληλη κάρτα διασύνδεσης. Ο system controller αποφασίζει ποια συσκευή θα μιλήσει, πότε και για πόσο χρόνο θα μιλήσει, ακριβώς όπως και ο πρόεδρος της βουλής αποφασίζει ποια μέλη του κοινοβουλίου θα μιλήσουν και με ποια σειρά.

Αυτό δεν γίνεται βέβαια τυχαία αλλά βάσει κάποιων κανόνων ή προσυμφωνίας. Έτσι και στο IEEE-488 δίκτυο αυτό γίνεται βάσει κάποιου προγράμματος που ο χρήστης έχει βάλει στον υπολογιστή system controller.

Όπως σε μια συνεδρίαση υπάρχει ένας μόνο ομιλητής ανά κάθε χρονική στιγμή και από ένας και πάνω ακροατές, έτσι και στο δίκτυο έχουμε ανά πάσα στιγμή ένα μόνο ομιλητή (talker), και ένα ή περισσότερους ενεργούς ακροατές (active listeners).

Όπως η βουλή διέπεται από τον κανονισμό της, έτσι και το δίκτυο διέπεται από το πρωτόκολλο (protocol) με τις εντολές του (instructions). Σε μια βουλή μπορεί να υπάρχουν βουλευτές που να μην μιλούν την ίδια γλώσσα (πχ. Ευρωπαϊκό κοινοβούλιο). Έτσι και σε ένα δίκτυο μπορεί να υπάρχουν συσκευές με διαφορετικές εντολές (instruction set). Έτσι για παράδειγμα οι εντολές που καταλαβαίνει ο παλμογράφος HAMEG, είναι εντελώς διαφορετικές από αυτές που καταλαβαίνει η γεννήτρια ή ο παλμογράφος της TEKTRONIX. Όλες όμως ακολουθούν τους ίδιους κανόνες, το ίδιο πρωτόκολλο¹.

Όταν ο πρόεδρος (system controller) θέλει να απευθύνει το λόγο σε ένα μέλος του κοινοβουλίου (συσκευή) του προκαλεί την προσοχή (μπορεί να κοιμότανε - ανενεργός ακροατής / inactive listener) καλώντας το με το όνομά του (διεύθυνση - device address), λέγοντας του αν απλά πρέπει να ακούσει (να γίνει active listener) ή αν είναι η στιγμή να λάβει το λόγο (να γίνει talker).

¹ Κανόνες για το τι αποτελεί αποδεκτή επικοινωνιακή δραστηριότητα

Ο ομιλητής ανεβαίνει στο βήμα (η συσκευή παίρνει πρόσφαση στην αρτηρία - bus του δικτύου) και παρουσιάζει την ομιλία του (δίνει τα δεδομένα μετρήσεων).

Αν το μέλος της συνεδρίασης επρόκειτο απλώς να ακούσει κάτι, τότε ακούει τον ομιλούντα (η συσκευή active listener, λαμβάνει τα δεδομένα που δίνει η συσκευή talker).

Στο τέλος της συνεδρίασης, αν όλα πάνε καλά, τα μέλη ανταλλάσσουν χειραψία. Στο δίκτυο IEEE-488 οι συσκευές είναι πιο ευγενικές, μια και ανταλλάσσουν χειραψία (handshaking) κάθε φορά που ανταλλάσσουν δεδομένα γιατί πρέπει κάθε φορά που μια συσκευή απευθύνεται σε μια άλλη (ή στον controller), να βεβαιωθεί ότι η επικοινωνία έγινε.

Όπως και στην περίπτωση της βουλής,

- Οποιαδήποτε συσκευή μπορεί να ακούει αλλά να μην ενδιαφέρεται. Τότε η συσκευή αυτή είναι ανενεργός ακροατής (inactive listener).
- Μόνο μια συσκευή μπορεί να μιλάει σε δεδομένη χρονική στιγμή. Μόνο μια συσκευή μπορεί να είναι ομιλητής (talker), αλλιώς θα γίνει αυτό που λέμε "Χάβρα Ιουδαίων"
- Μόνο ένας μπορεί να είναι προεδρεύων σε δεδομένη χρονική στιγμή. Μόνο δηλαδή ένας active controller μπορεί να υπάρχει. Όταν ο πρόεδρος (system controller) κωλύεται μπορεί να μην προεδρεύει, και να προεδρεύει ένας αντιπρόεδρος, (controller), με περιορισμένες όμως δικαιοδοσίες. Ο system controller έχει επιπλέον δικαιοδοσίες που δεν έχουν οι απλοί controllers.
- Ένας ομιλητής στο δίκτυο δεν ακούει τι λέει ο ίδιος. Αυτό βέβαια στο δίκτυο έχει ευεργετικές επιπτώσεις γιατί ελαχιστοποιεί την κυκλοφορία περιττών δεδομένων πάνω στις γραμμές (bus) του δικτύου, σε αντίθεση με το ανθρώπινο ανάλογο του παραδείγματος.
- Κάθε κοινοβούλιο έχει ένα μέγιστο αριθμό μελών, π.χ. 300 που μπορεί να λάβουν μέρος στις συνεδριάσεις. Έτσι και το δίκτυο IEEE-488 μπορεί να έχει μέχρι 15 συσκευές, συμπεριλαμβανομένου και του controller.
- Μια συσκευή μπορεί να γίνει talker μόνο κατόπιν αδείας από τον system controller, ο οποίος θα δώσει και τα απαραίτητα στοιχεία, για το τι δεδομένα θα δώσει η συσκευή

Εχοντας δει λοιπόν αυτά ας δούμε το συγκεκριμένο παράδειγμα.

Ο παλμογράφος HAMEG έχει καταχωρήσει στην μνήμη του κάποια μέτρηση. Την μέτρηση αυτή θέλουμε να την μεταφέρουμε μέσω του IEEE-488 προς καταγραφή στον υπολογιστή μας.

Ο υπολογιστής είναι ο system controller και θα γίνεται ανάλογα talker ή listener, ώστε να επικοινωνεί με τον παλμογράφο.

Η πρώτη εντολή που πρέπει να δώσει ο controller, είναι να αρχικοποιήσει (initialize) το δίκτυο. Αυτό γίνεται με την εντολή Initialize (line 30 of program listing).

Ο controller λέει: Η διεύθυνσή μου είναι 1, και είμαι ο System controller. (Με την εντολή αυτή, γίνονται και διάφορα άλλα στο δίκτυο, που δεν είναι του παρόντος να εξεταστούν).

Στην συνέχεια (γραμμή 47 προγράμματος) λέει ότι θέλει να είναι ομιλητής και μιλάει στην συσκευή 1 (παλμογράφο).

Τι του λέει στη γραμμή 63; Οτι θέλει από τον παλμογράφο να του δώσει την ταυτότητά του (ID?).

Στην συνέχεια ο controller γίνεται ακροατής με ομιλητή τον παλμογράφο (γραμμή 70)

Αφού γίνει αυτό, ο controller διατάσει τον παλμογράφο (γραμμή 82) να δώσει τα δεδομένα που του ζήτησε, δηλαδή το ID του.

Στην συνέχεια ο controller γίνεται πάλι ομιλητής (γραμμή 88), και ζητάει από τον παλμογράφο με την εντολή του παλμογράφου "DIG" τα δεδομένα που έχει στην μνήμη (γραμμή 97).

Όταν ο παλμογράφος έχει πάρει την εντολή, ο controller γίνεται πάλι ακροατής (γραμμή 104), και λέει στον παλμογράφο να μεταφέρει τα δεδομένα από την μνήμη στο IEEE και στην ώστε να τα διαβάσει ο controller.

Προσέξτε το handshaking ανάμεσα σε κάθε εντολή, ώστε να βεβαιωθούμε ότι οι εντολές μεταβιβάστηκαν σωστά. Δηλαδή τον έλεγχο αν η εντολή έγινε αντιληπτή από την συσκευή κλπ. (εντολή "if (status != 0) { printf("\n lstatus=%d ERROR ", status); exit(1); } ", γραμμές 49, 64, 70 κλπ.), καθώς και την εντολή καθυστέρησης (εντολή "delay(2000);"), στη γραμμή 51.

Αξίζει να σημειωθεί, ότι η έτοιμη βιβλιοθήκη προγραμμάτων, που "φορτώνεται" στην αρχή (γραμμή 8), περιέχει τις εντολές που έχουν να κάνουν με το IEEE-488 αλλά και τις ρουτίνες συγχρονισμού που απαιτούνται. Η βιβλιοθήκη αυτή δίνεται από τον κατασκευαστή τις κάρτας IEEE-488 που χρησιμοποιούμε. Χωρίς αυτή θα έπρεπε ο προγραμματιστής να γράψει όλες αυτές τις ρουτίνες εξ'αρχής, διαδικασία δύσκολη και επίπονη.

Αφού πάρουμε τα δεδομένα των μετρήσεων, τα γράφουμε στο δίσκο, στο αρχείο το οποίο δώσαμε αρχικά (κατά την κλήση του προγράμματος).

Το αρχείο αυτό που δημιουργήθηκε, μπορούμε πλέον να το διαβάσουμε με κάποιο άλλο πρόγραμμα, και να επεξεργαστούμε τα στοιχεία των μετρήσεων. Στα σχήματα που επισυνάπτονται, φαίνονται γραφήματα που πήραμε από τέτοιες μετρήσεις, και τα οποία κατασκευάστηκαν με την βοήθεια άλλων προγραμμάτων.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

```

1.  /*
2.  A program for reading the Hameg Oscilloscope, through the IEEE-488 port, using the
3.  CEC-4888 interface card. HAMEG oscilloscope has IEEE address 1
4.  CEC-488 interface card on the computer has address 21
5.  To run the program you must call it giving as argument the name of the file in which
6.  you want to write the data read.
7.  */

8.  #include <ieee-c.h> // header include file for CEC IEEE-488 interface
9.  #include <stdio.h> // standard C include files
10. #include <dos.h>
11. #include <stdlib.h>
12. main (argc,argv ) int argc ; char * argv[] ; // main program
13. {
14.     // προσδιορισμός διαφόρων μεταβλητών που χρειαζόμαστε (ιδέ παρακάτω)
15.     int i, status , gpib_len ; unsigned char da[5000] ;
16.     FILE *fo; // Ορισμός του αρχείου
17.     // Αν δεν δώσουμε το όνομα του αρχείου, βγάζει το παρακάτω μήνυμα
18.     if ( argc != 2 ) { printf("\nΔώσε το όνομα του file " ); exit(1); }
19.     fo=fopen(argv[1],"w"); // Άνοιγμα του αρχείου που δόθηκε στην κλήση του προγράμματος για να
        γράφουμε τα δεδομένα
20.     /*
21.     η πρώτη εντολή που πρέπει ο controller (H/Y) να δώσει είναι αυτή που θα ορίσει αρχικές
22.     συνθήκες στο σύστημα. Εδώ ορίζει την συσκευή με διεύθυνση 21 (κάρτα CEC-488)
23.     σαν controller. Η εντολή initialize (my.address,level) με τιμές (21,0) σημαίνει:
24.     "Η συσκευή με διεύθυνση 21 είναι μια συσκευή επιπέδου 0, δηλαδή system controller"
25.     Η initialize κάνει τις εξής εργασίες:
26.         α. προετοιμάζει την κάρτα IEEE-488, (εδώ την CEC-488),
27.         β. Ορίζει την διεύθυνση της κάρτας IEEE, ώστε να την γνωρίζουν όλοι
28.         γ. Στέλνει ένα σήμα για να αρχικοποιήσει (initialize) όλες τις άλλες συσκευές.
29.     */
30.     initialize (21,0); // init as system controller */
31.     /*      setTimeout(2000); these next commended lines are needed only for a fast system*/
32.     /* delay(1000); */
33.
34.
35.     /*
36.     Η εντολή transmit(command,status) είναι μια αρκετά δυνατή εντολή, που δίνει περισσότερο
37.     έλεγχο από ότι η απλή send. Έτσι η παράμετρος command μπορεί να είναι μια άλλη εντολή,
38.     ενώ η παράμετρος status είναι δείκτης (pointer) σε μια μεταβλητή και θα περιέχει μετά
39.     την εκτέλεση ένα κώδικα που θα δείχνει το αποτέλεσμα της εντολής (0=okay, 1=illegal command,
40.     2=tried to send data to a talker, 4=a quoted string or END command found, 8=timeout,
41.     16 unknown command)
42.     MTA = My Talk Address. Καθορίζει την κάρτα CEC-488 σαν talker
43.     LISTEN = καθορίζει ένα ή περισσότερους listeners,
44.     Εδώ η συσκευή 1 (HAMEG oscilloscope) είναι listener
45.     Η μεταβλητή status θα περιέχει το αποτέλεσμα
46.     */
47.     transmit ( "MTA LISTEN 1",&status);
48.     /* αν λάθος τότε έξοδος, με μήνυμα λάθους*/
49.     if ( status != 0 ) { printf("\n 1status=%d ERROR ", status ); exit(1); }
50.     /* καθυστέρηση που απαιτείται για τον παλμογράφο */
51.     delay(2000);
52.     /*
53.     Η πρώτη εντολή που στέλνουμε στον παλμογράφο (address 1), είναι η "ID?". Η εντολή αυτή
54.     ανήκει στο ρεπερτόριο των εντολών του παλμογράφου HAMEG και ο παλμογράφος όταν
55.     λάβει αυτή την εντολή μας στέλνει ένα μήνυμα κειμένου που περιέχει πληροφορίες για την
56.     ταυτότητα του. Ο συγκεκριμένος παλμογράφος στέλνει "HM408".
57.     Η εντολή SEND(address,info,status) όπου address είναι η διεύθυνση της συσκευής αποδέκτη
58.     (HAMEG), info είναι το μήνυμα/εντολές χαρακτηρισμών που στέλνουμε στη συσκευή, και
59.     status (0 ή 8) δείχνει όπως πάντα αν η επικοινωνία ήταν επιτυχής. Αν η επικοινωνία δεν γίνει,
60.     τότε το πρόγραμμα τελειώνει με ένα μήνυμα λάθους.
61.
62.     */
63.     send (1,"ID?",&status);
64.     if ( status != 0 ) { printf("\n 2status=%d ERROR ", status ); exit(1); }
65.     /*

```

```

66.      Η επόμενη εντολή My Listening Address 1, λέει στην συσκευή 1 (HAMEG)
67.      ότι ο controller δουλεύει σαν listener και σαν talker είναι τώρα ο HAMEG.
68.      Αν υπάρξει λάθος το πρόγραμμα τερματίζεται με ανάλογο μήνυμα.
69.      */
70. transmit ( "MLA TALK 1",&status);
71. if ( status != 0 ) { printf("\n 3status=%d ERROR ", status ); exit(1); }
72.      /*
73.      Εφ'όσον όλα μέχρι τώρα έχουν πάει καλά, είναι καιρός να "διαβάσουμε" τα χαρακτηριστικά
74.      που ζητήσαμε (ID?) του οργάνου (HAMEG) στον υπολογιστή μας.
75.      Η εντολή ENTER(recv,maxlength,length,address,status)
76.      όπου recv είναι μια μεταβλητή χαρακτήρων που θα περιέχει τα δεδομένα (da)
77.      maxlength μεταβλητή που δηλώνει το μέγιστο αριθμό χαρακτήρων που θα πάρουμε
78.      length μεταβλητή που θα περιέχει τον πραγματικό αριθμό των χαρακτήρων που πήραμε
79.      address η διεύθυνση του οργάνου
80.      status (0 ή 8) δείχνει αν η επικοινωνία έγινε σωστά.
81.      */
82. enter (da,80,&gpib_len,1,&status);
83. if ( status != 0 ) { printf("\n 4status=%d ERROR ", status ); exit(1); }
84.      // Πέρας πρώτου κύκλου μετάδοσης δεδομένων (ID παλμογράφου HAMEG)
85.
86.      // Καιρός να πάρουμε και τις μετρήσεις
87.      // Ξανά ο controller μιλάει και ο παλμογράφος ακούει
88. transmit ( "MTA LISTEN 1",&status);
89. if ( status != 0 ) { printf("\n 5status=%d ERROR ", status ); exit(1); }
90.
91.      /*
92.      Ο controller δίνει εντολή στον παλμογράφο να δώσει τα δεδομένα μετρήσεων που έχει.
93.      Η εντολή του παλμογράφου HAMEG "DIG" λέει στον παλμογράφο να ετοιμαστεί για
94.      να εξάγει τα αποθηκευμένα δεδομένα, από τις μετρήσεις που έκανε, από την
95.      μνήμη του στον controller μέσω του IEEE-488.
96.      */
97. send (1,"DIG",&status);
98. if ( status != 0 ) { printf("\n 6status=%d ERROR ", status ); exit(1); }
99.
100.      // ο controller ακούει και ο παλμογράφος μιλάει
101. transmit ( "MLA TALK 1",&status);
102. if ( status != 0 ) { printf("\n 7status=%d ERROR ", status ); exit(1); }
103.      // η ιστορία επαναλαμβάνεται για τα δεδομένα των μετρήσεων
104. enter (da,5000,&gpib_len,1,&status);
105.
106.      /*
107.      Ο παλμογράφος HAMEG στέλνει ένα μέγιστο αριθμό 4096 bytes
108.      Από αυτά τα πρώτα 256 είναι πληροφορίες για τα settings του παλμογράφου
109.      τα δε υπόλοιπα είναι τα δεδομένα. Οι παρακάτω εντολές, ελέγχουν για το
110.      σωστό των δεδομένων, και στην συνέχεια τα μετατρέπουν σε μορφή ASCII και
111.      τα γράφουν στο αρχείο, το όνομα του οποίου δόθηκε κατά την κλήση του προγράμματος.
112.      */
113. if ( status != 0 ) { printf("\n 8status=%d ERROR ", status ); exit(1); }
114. if ( gpib_len > 4900 ) { printf("\n Λάθος δεδομένα ... " ); exit(1); }
115. for (i=4096+16 ; i < min(4096+16+192,gpib_len) ; i++ )
116. fprintf(fo,"%c",*(da+i) ) ;
117. fprintf(fo,"\n");
118. for ( i=0 ; i < 4096 ; i++ ) fprintf(fo,"%3d\n",*(da+i) ) ;
119. fclose(fo); printf("\n OK ");
120. }

```

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

Πίνακας Εντολών κάρτας IEEE-488, CEC-488

Command	Syntax	Explanation
INITIALIZE	CALL INITIALIZE(my.addr%,level%)	Initialize the system address% : The GPIB address to be used by CEC-488 level% : 0=system controller, 2=device
SEND	CALL SEND(addr%,info\$,status%)	Send a command or data to a device addr% : Address is the GPIB address of the device to send the data to. Info\$: is the data string to be transmitted status% : is returned after the call - 0=OK, 8=timeout
ENTER	CALL ENTER(recv\$,maxLength%,addr%,status%)	Read the data (the measurement) into the computer. Recv\$: is a string variable which will contain the received data maxLength% : is a value specifying the maximum number of characters you wish to receive. Addr% : Address is the GPIB address of the device to read from. status% : is returned after the call - 0=OK, 8=timeout
RECEIVE	CALL RECEIVE(recv\$,maxLength%,status%)	Can be used to read data from a device. It must be used with Transmit recv\$: is a string variable which will contain the received data. maxLength% : is a value specifying the maximum number of characters you wish to receive. status% : is returned after the call - 0=OK, 8=timeout
TRANSMIT	CALL TRANSMIT(command\$,status%)	Like the SEND command but gives you the ability to program any command and exercise a finer level of control over the GPIB than is provided with SEND command\$: is a string containing a sequence of IEEE-488 commands and data status% : is returned after the call - 0=OK, 8=timeout
examples of commands strings	"UNL UNT LISTEN 4 MTA DATA 'HELLO' END"	This command string turns off all listeners and talkers (UNL UNT), then assigns device 4 as listener, the computer as a talker (MTA), and sends the string 'hello' as data to device 4. Finally a line feed with EOI is send (END)
LISTEN	"LISTEN x y z ..."	LISTEN is a command which defines one or more devices (addresses x, y, z,...) as Listeners (Goes with TRANSMIT etc.)
TALK	"TALK x"	TALK defines a talker. Only one talker at a time, the address is x
UNT	"UNT"	Disables the current talker if any
UNL	"UNL"	Disables any currently assigned listeners
MTA	"MTA"	My Talk Address. Assigns the CEC-488 as the talker
MLA	"MLA"	My Listen Address. Assigns the CEC-488 as listener.
DATA	"DATA"	Indicates that data follows, which should be transmitted to all listeners. Data must be either strings in single quotes (' ') or numbers 0 to 255.
END	"END"	Send terminator bytes. Default is line feed with the EOI signal. It should be used only after the DATA command

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

Πίνακας εντολών IEEE-488 παλμογράφου HAMEG HM408

ASCII COMMAND	Description
ID?	Query for oscilloscope identity. Responsts with an ASCII message (eq. "HM408")
DIG	Extraction of stored data from the scope's memory, transfer of data to the controller
GET	Activation of the RESET TRIGGER function at the scope; the interface returns no message, but prepeares the signal capture. After the sampling is completed the interface generates a SRQ signal and sets the SRQ bit; data then can be polled in serial mode by the controller
STA	Bit 1 and 2 of the status word contain the channel ID of the scope. (bit 1 set: Channell, Bit 2 set: Channel 2, Bit 1 and 2 set: DUAL mode

DATA TRANSFER IN BINARY FORMAT

Data block size for the HM408 scope

MONO: 4096 bytes

DUAL: 2*2048 bytes

These numbers imply the size of memory which will be necessary to store data in the storage medium of the controlling computer.

An ASCII block of 256 bytes, containing the parameter settings of the scope is transmitted. It folows the block of measurement data.

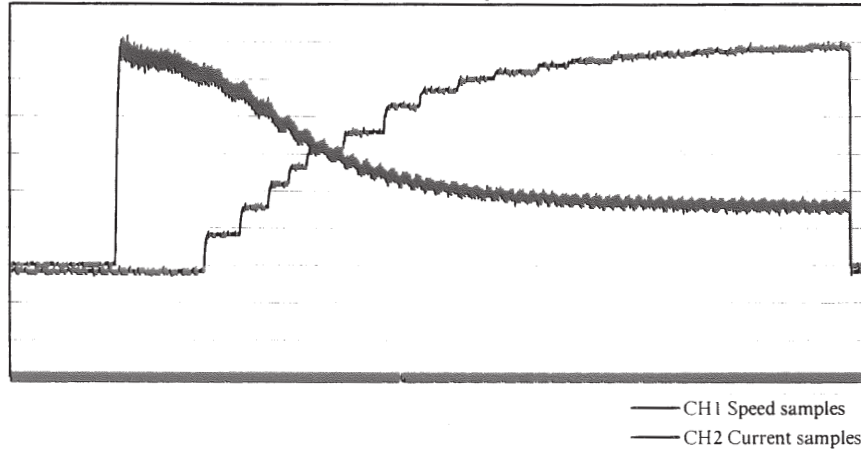
Data from Channel 1 is sent first then data from channel 2.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ

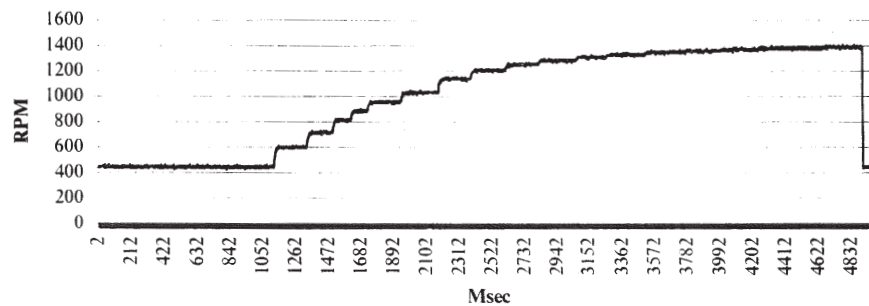
Γραφικές απεικονίσεις

Οι παρακάτω γραφικές παραστάσεις, προέρχονται από τα δεδομένα που “διαβάστηκαν” από τον παλμογράφο, με το πρόγραμμα που δίνεται στο Παράρτημα Α προηγούμενα και έχουν παραχθεί με την βοήθεια άλλου εξειδικευμένου προγράμματος παραγωγής γραφικών παραστάσεων.

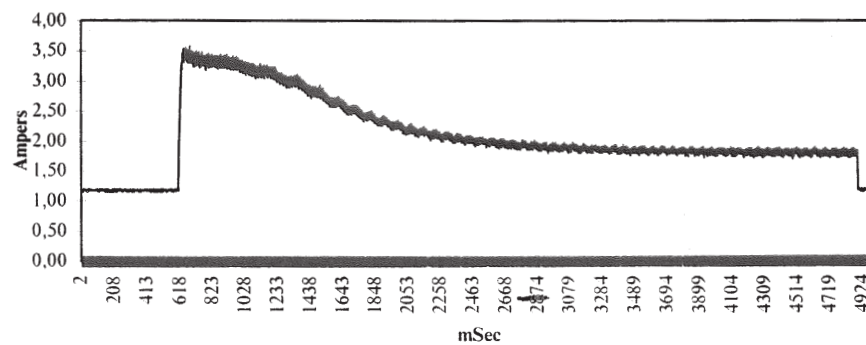
View Current and Speed at start up of an Electric motor



Speed versus Time



Current versus Time



8.4 Ψηφιακά Πολύμετρα (Digital Multimeters - DMM)

Αρχή Λειτουργίας

Οι μετρήσεις σε ένα σύστημα ελέγχου ή δοκιμών είναι ένα από τα πιο δύσκολα θέματα. Ειδικά αν τα μετρούμενα μεγέθη είναι μικρού μεγέθους και ταχέων μεταβολών.

Η επιλογή ενός οργάνου είναι σημαντική, γιατί πρέπει το όργανο που παρεμβάλλεται να μην αλλάζει το μέγεθος της μέτρησης, ιδιαίτερα σε μικρά μεγέθη μετρούμενων ποσοτήτων.

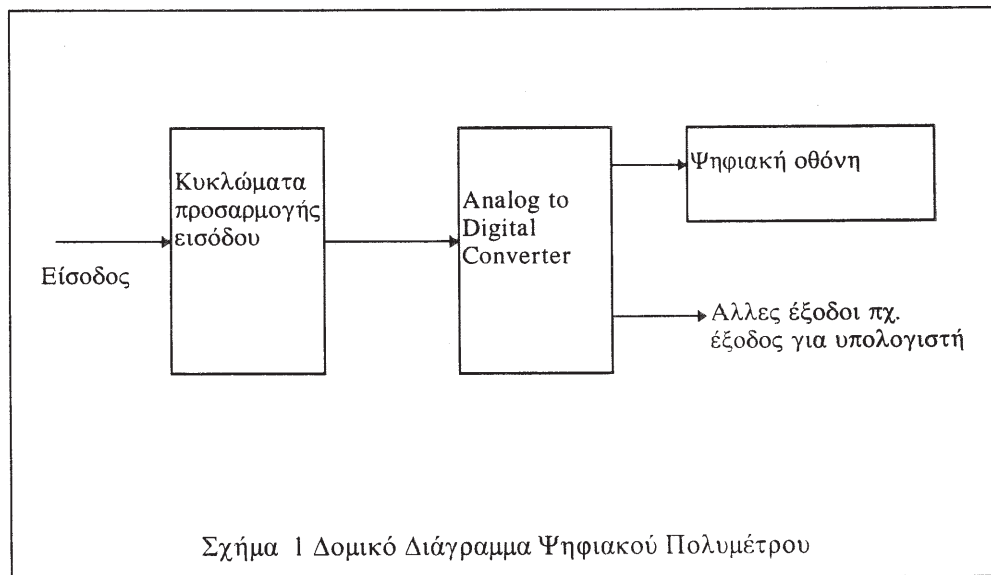
Ένας άλλος παράγων είναι η δυνατότητα του οργάνου, αν απαιτείται, για σύνδεση σε σύστημα αυτόματων μετρήσεων, (υπολογιστές κλπ).

Το πιο βασικό, αλλά και πιο χρησιμοποιημένο όργανο είναι το πολύμετρο. Μετά τα αναλογικά πολύμετρα, σήμερα τα ψηφιακά βρίσκονται σε μεγάλη χρήση.

Το ψηφιακό πολύμετρο, Digital Multimeter - DMM, μετατρέπει αναλογικά σήματα σε ψηφιακή πληροφόρηση¹. Ένα τυπικό πολύμετρο θα μετράει:

DC volts,
DC amps,
Ohms,
AC volts
AC amps

ενώ συχνά θα δούμε σε ψηφιακά πολύμετρα μέτρηση χωρητικότητας, συχνότητας, αυτεπαγωγής και ημιαγωγών.



Στο Σχήμα 1, φαίνεται ένα απλό δομικό διάγραμμα ενός ψηφιακού πολυμέτρου.

Η λειτουργία του είναι απλή, εφόσον βέβαια γνωρίζουμε την λειτουργία των επί μέρους βαθμίδων.

¹ Δεν πρέπει να συγχέονται, όπως πολλές φορές γίνεται, με τα ηλεκτρονικά βολτόμετρα κλπ. Αυτά είναι αναλογικά όργανα, τα οποία χρησιμοποιούν ηλεκτρονικά κυκλώματα ενισχυτών. Δεν μετατρέπουν το αναλογικό σήμα σε ψηφιακό.

Το μετρούμενο μέγεθος, αφού υποστεί, από τα κυκλώματα προσαρμογής εισόδου, την απαιτούμενη επεξεργασία, ανά περίπτωση², οδηγείται στην είσοδο ενός ADC - Analog to Digital Converter.

Η ψηφιακή έξοδος του ADC οδηγείται στην οθόνη (σήμερα χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον οθόνες LCD seven segment display), και πιθανόν και σε ένα interface για σύνδεση με υπολογιστή, εφόσον το όργανο διαθέτει.

² Η λειτουργία των πρώτων βαθμίδων, σκοπό έχει αφ' ενός να ρυθμίσει τη στάθμη του σήματος σε κατάλληλη τιμή και μορφή, αφ' ετέρου να απομακρύνει τυχόν θόρυβο. Περισσότερες πληροφορίες θα βρείτε στην ενότητα των Ηλεκτρικών μετρήσεων με Η/Υ και Σύγχρονα όργανα, Μετατροπείς ADC_DAC.

Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα

Αν θελήσουμε να συγκρίνουμε ένα αναλογικό με ένα ψηφιακό πολύμετρο, τα κυριότερα σημεία σύγκρισης είναι:

ΑΝΑΛΟΓΙΚΟ	ΨΗΦΙΑΚΟ
ΥΠΕΡ: Συνεχής απεικόνιση μετρήσεων, που είναι εύκολα, με μια ματιά, αντιληπτές, ιδιαίτερα με αίσθηση του φυσικού μεγέθους ³ .	ΚΑΤΑ: Μη συνεχής απεικόνιση, εύκολη και γρήγορη ανάγνωση της μέτρησης, αλλά χωρίς αίσθηση του φυσικού μεγέθους.
ΥΠΕΡ: Δεν απαιτούν, πλην των ηλεκτρονικών, τροφοδοσία, εκτός από την κλίμακα μέτρησης αντιστάσεων.	ΚΑΤΑ: Απαιτούν πάντα πηγή τροφοδοσίας για να λειτουργήσουν.
ΚΑΤΑ: Πιο δύσκολη ακριβής ανάγνωση της ένδειξης με μεγαλύτερες πιθανότητες σφάλματος.	ΥΠΕΡ: Ακρίβεια στις μετρήσεις με ευκολία στην ανάγνωση της ένδειξης.
ΚΑΤΑ: Δεν έχουν δυνατότητα σύνδεσης με άλλα όργανα ή συστήματα για αυτοματοποίηση των μετρήσεων	ΥΠΕΡ: Έχουν την δυνατότητα σύνδεσης, εφόσον βέβαια έχουν σχεδιαστεί έτσι, για προγραμματισμό, για τηλεχειρισμό, για σύνδεση με άλλα όργανα, με συστήματα αυτομάτου ελέγχου μετρήσεων (IEE-488 κλπ.)
ΚΑΤΑ: Μικρή σχετικά αντίσταση εισόδου, (εκτός από τα ηλεκτρονικά όργανα), που μπορεί να παρουσιάσει πρόβλημα στην μέτρηση μικρών μεγεθών.	ΥΠΕΡ: Η δυνατότητα σχεδίασης με μεγάλη αντίσταση εισόδου, τα καθιστά κατάλληλα για λήψη μετρήσεων όταν η στάθμη σήματος είναι πολύ χαμηλή (όργανα μέτρησης pVolts, pAmps)
ΥΠΕΡ: Μικρό κόστος	ΚΑΤΑ: Ένα καλό ψηφιακό όργανο, που διαθέτει ένα γρήγορο ADC, είναι αρκετά πιο ακριβό, το δε κόστος αυξάνει γεωμετρικά με την αύξηση της ταχύτητας και της ευκρίνειας.

Χαρακτηριστικά Ψηφιακού Πολυμέτρου

Resolution - Διακριτική ικανότητα

Resolution, (διακριτική ικανότητα), είναι η μικρότερη αλλαγή που μπορεί να γίνει αντιληπτή, σε οποιαδήποτε κλίμακα, αλλά με αναφορά στην πλήρη κλίμακα (full scale). Για παράδειγμα, αν ένα όργανο δείχνει μέγιστη τιμή 1999 σε οποιαδήποτε κλίμακα, και η μικρότερη αλλαγή που γίνεται αντιληπτή στο σήμα εισόδου είναι ± 1 LSD (least significant digit-bit), τότε η resolution θα είναι $1/1999=0.05\%$

³ Είναι χαρακτηριστικό, ότι ακόμα και σε υπερσύγχρονα αεροσκάφη, τα βασικά και ζωτικά όργανα ενδείξεων (ύψος, ταχύτητα, τεχνητός ορίζοντας, αζιμούθιο) είναι αναλογικά και όχι ψηφιακά. Βλέποντας σε ένα όργανο, πχ. στροφόμετρο, που έχει πλήρη κλίμακα 12000rpm, και κόκκινο από τις 10000rpm, τη βελόνα να είναι περίπου στις 60 μοίρες, γίνεται πιο εύκολα αντιληπτό ότι είναι περίπου στις 9000rpm, και κοντά στο κόκκινο, από αν έγραφε ένα ψηφιακό όργανο 9000 ή 90 και θα έπρεπε ο πιλότος να σκεφτεί, και να θυμάται, ότι στις 10000 αρχίζουν πιθανά προβλήματα. Αυτός είναι και ο λόγος, που σε ενδείξεις ελέγχου, όπου η ακρίβεια δεν έχει μεγάλη σημασία χρησιμοποιούνται πάντα και αναλογικά όργανα (mimic diagrams ελέγχου σταθμών ή ελέγχου προώσεως πλοίων, αεροσκάφη, sport αυτοκίνητα κλπ) παράλληλα με όποιους-δήποτε αυτοματισμούς, υπολογιστές κλπ.

Η resolution, συνήθως εμφανίζεται σαν ένας ακέραιος αριθμός και ένα κλάσμα, πχ. $4\frac{1}{2}$ ψηφία. Ο ακέραιος αριθμός, αντιπροσωπεύει τον αριθμό των ψηφίων 0-9 που μπορεί να δείξει. Ο κλασματικός δείχνει ότι το MSD (most significant digit), έχει μια ή περισσότερες μη μηδενικές καταστάσεις. Για παράδειγμα το display, που δείχνει 19999, έχει μόνο 4 πλήρη ψηφία, είναι ένα όργανο με $4\frac{1}{2}$ ψηφία. Το 1, μπροστά από τα 4 εννιάρια-ψηφία, δείχνει ότι το όργανο είναι εκτός περιοχής⁴. Για παράδειγμα, αν ένα σήμα αλλάξει από 9.999V σε 10.012V ένα όργανο με τέσσερα μόνο πλήρη ψηφία, (9999), θα δείξει για την πρώτη τάση 9.999 ενώ για την δεύτερη, αφού αναγκαστούμε να αλλάξουμε κλίμακα (δεν έχει over range), θα δείξει 10.01 Volts. Αν το display ήταν με $4\frac{1}{2}$ ψηφία, (19999), τότε θα έδειχνε 10.012.



Σχήμα 2, LCD $3\frac{1}{2}$ ψηφίων

Ενα “φτηνό” ψηφιακό πολύμετρο διαθέτει $3\frac{1}{2}$ ψηφία, ενώ για σοβαρή χρήση το ελάχιστο ανεκτό είναι $4\frac{1}{2}$ ψηφία.

Sensitivity - Ευαισθησία

Είναι η μικρότερη αλλαγή που μπορεί να γίνει αντιληπτή, στη μικρότερη κλίμακα. Εκφράζεται σε μονάδες μετρήσεως, (πχ μ Volts, nAmps κλπ.) και ισχύει μόνο για την μικρότερη κλίμακα.

Speed and Settling time

Κάθε όργανο, χρειάζεται κάποιο χρόνο από τη στιγμή που θα εφαρμοστεί το προς μέτρηση μέγεθος (τάση, ρεύμα, αντίσταση κλπ.) μέχρι να δώσει μια σωστή μέτρηση. Ο χρόνος αυτός εξαρτάται, από το ρυθμό μετατροπής του ADC, από το χρόνο μετατροπής του σήματος, και από το χρόνο που απαιτείται για εμφάνιση στην έξοδο. Σε μετρήσεις που γίνονται “με το χέρι”, αυτός ο χρόνος δεν έχει σημασία, αλλά όταν το όργανο είναι συνδεδεμένο για αυτόματη λήψη μετρήσεων, με άλλα όργανα και υπολογιστές, πρέπει ο χρόνος αυτός να λαμβάνεται υπ’όψη. Ο χρόνος που απαιτείται ώστε το όργανο να σταθεροποιηθεί μετά από την εφαρμογή μιας τάσεως, ονομάζεται settling time. Στα σύγχρονα DMM, ο χρόνος αυτός δεν έχει σημαντική επίδραση, εκτός από DMM, μεγάλης διακριτικότητας (>8 ψηφία), οπότε θα πρέπει σε αυτόματες μετρήσεις, να επιτρέπουμε χρόνο για σταθεροποίηση της εισόδου.

Accuracy - Ακρίβεια

Είναι το πόσο ακριβώς μια τάση μπορεί να μετρηθεί, βάσει της πραγματικής της τιμής. Η ακρίβεια προσδιορίζεται σαν $\pm$ (%μέτρησης), και για να έχει νόημα πρέπει να αναφέρονται και οι συνθήκες, βάσει των οποίων έγινε η συγκεκριμένη μέτρηση ακρίβειας. Η ακρίβεια πρέπει να ισχύει για μια λογική περιοχή μετρήσεων (πχ. για τάση μέτρησης από -50 έως +50 Volts), περιβαντολογικές συνθήκες (πχ. για

⁴ Το ψηφίο αυτό χρησιμοποιείται από τους κατασκευαστές σαν φτηνός τρόπος αύξησης της κλίμακας απεικόνισης στα όργανα. Έτσι ένα όργανο με $4\frac{1}{2}$ ψηφία μπορεί να δείξει μέχρι τον αριθμό 19999, ενώ ένα με $3\frac{1}{2}$ ψηφία μέχρι τον αριθμό 1999, ενώ ένα με $1\frac{1}{2}$ ψηφίο (υποθετική περίπτωση) θα μετρούσε μέχρι 19. Αυτός είναι και ο λόγος που οι κλίμακες των ψηφιακών πολυμέτρων είναι πολλαπλάσια του 20

θερμοκρασία περιβάλλοντος από -10 έως +50 °C), συνθήκες οργάνου (πχ. 24 ώρες - 90 ημέρες - 1 έτος διακρίβωση οργάνου) κλπ.

Η καλύτερη ακρίβεια παρουσιάζεται προς την πλήρη κλίμακα των οργάνων.

Η χρονική περίοδος, για την οποία “κρατάει” η συγκεκριμένη ακρίβεια, είναι επίσης σημαντικός παράγων, μια και δείχνει την σταθερότητα του DMM, και κάθε πότε πρέπει να διακριβώνεται⁵.

Θόρυβος

Ο θόρυβος πολλές φορές παρουσιάζει σημαντικά προβλήματα στις μετρήσεις. Συνήθως τοποθετούνται φίλτρα στην είσοδο, για την αποκοπή του θορύβου. Αυτά όμως έχουν σαν αποτέλεσμα την καθυστέρηση των μετρήσεων.

Ειδική αναφορά πρέπει να γίνει σε ένα είδος θορύβου, γνωστός σαν ham, ή σαν θόρυβος γείωσης⁶. Ονομάζεται θόρυβος κοινού σημείου, common mode noise. Παρουσιάζεται μεταξύ της εισόδου του DMM και της γείωσης. Οφείλεται στην διαφορά γείωσης, διαρροές προς τη γείωση, μεταξύ του DMM και της συσκευής που μετράμε. Ο θόρυβος έχει συχνότητα δικτύου (50 Hz) και αρμονικών της. Λάθη από αυτό το θόρυβο μειώνονται με την μέθοδο “θωράκισης”. Η είσοδος του DMM, θωρακίζεται, με διαφορετική γείωση από ότι του δικτύου. Η τεχνική χρησιμοποιείται σε πολλά όργανα, και πάντα στους παλμογράφους.

Είδη ψηφιακών πολυμέτρων

Μπορούμε να διαρέσουμε τα ψηφιακά πολύμετρα σε δύο μεγάλες κατηγορίες, ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο μετράνε εναλλασσόμενα μεγέθη. Αυτά που καταγράφουν RMS τιμή και αυτά που καταγράφουν μέση τιμή του εναλλασσόμενου μεγέθους.

True RMS and Average recording DMM

Όλες οι μετρήσεις μετατρέπονται σε κάποια μορφή κατάλληλη για είσοδο σε ένα ADC - Analog to Digital Converter. Μετατρέπονται δηλαδή σε μια τάση DC, μέσω ενός AC converter⁷. Ένας AC converter, μπορεί να χαρακτηριστεί ανάλογα με το πως μετατρέπει το εναλλασσόμενο σήμα εισόδου σε συνεχή τάση. Μπορεί να είναι ή true RMS ή Averaging τύπος.

Ο average converter είναι σχετικά πιο φτηνός, και σχεδιάστηκε κυρίως για μέτρηση ημιτονικού σήματος, με μικρή ή καθόλου παραμόρφωση. Αυτός ο τύπος μετράει την μέση τιμή ανορθωμένης τάσεως, που στην συνέχεια πολλαπλασιάζεται από κάποιο συντελεστή κλίμακας, ώστε να παράσχει την rms τιμή του εναλλασσόμενου ρεύματος.

⁵ Διακρίβωση, Calibration, είναι μια διαδικασία, που ένα όργανο συγκρίνεται με πρότυπα όργανα, και ρυθμίζεται για να δείχνει σωστές μετρήσεις. Διακρίβωση πρέπει να γίνεται σε όλα σχεδόν τα όργανα, ψηφιακά και αναλογικά, ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Ο κατασκευαστής λέει κάθε πότε πρέπει να γίνεται αυτό. Για παράδειγμα ένα πολύμετρο ψηφιακό έχει διάστημα διακριβώσεως από 6-12 μήνες, ενώ ένας παλμογράφος σπάνια ξεπερνά τους 9 μήνες, συνήθως είναι 3-9 μήνες. Στην Ελλάδα (Αύγουστος 1996), υπάρχουν μόνο 4 εργαστήρια, που διαθέτουν πρότυπα όργανα, για να κάνουν διακρίβωση: Της Πολεμικής Αεροπορίας, Του Πολεμικού Ναυτικού, Της ΕΑΒ και της INTRACOM.

⁶ Στα ακουστικά συστήματα, στερεοφωνικά hi-fi κλπ. είναι γνωστός σαν θόρυβος 50Hz, ένα χαμηλής συχνότητας βουητό, ιδιαίτερα αισθητό στην είσοδο phono του Pick-up.

⁷ Λέμε AC converter και όχι ανορθωτική διάταξη, γιατί στα καλής ποιότητας πολύμετρα δεν χρησιμοποιείται ανορθωτική διάταξη.

Ο true RMS converter, αποκρίνεται στο θερμικό αποτέλεσμα ενός εναλλασσομένου ρεύματος.

Μια θερμαντική αντίσταση θερμαίνεται από το εναλλασσόμενο ρεύμα, και ένα θερμοηλεκτρικό στοιχείο (thermocouple), μετατρέπει τη θερμοκρασία σε συνεχή τάση για την τροφοδοσία του ADC. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για μη ημιτονικά σήματα. Χρησιμοποιείται σε πολύμετρα καλύτερων προδιαγραφών (και φυσικά ακριβώτερα).

Βιβλιογραφία

ADVANTECH_1995, ADVANTECH, Total Solution for PC-based Industrial and Lab Automation Solution Guide Vol 41, (SMM - 1995)

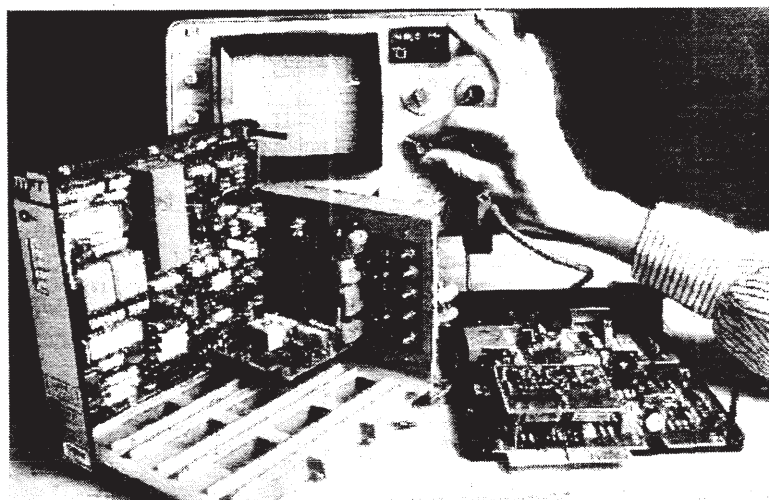
BANNISTER_ ,Bannister B.R. & Whitehead D.G., Instrumentation Transducers and Inerfacing - Tutorial Guides in Electronic Engineering (7), Chapman & Hall, ISBN 0-412-34240-5

HP_1973, HP_1989, HP_1992, HP_1995, HEWLETT PACKARD, Test & Measurement Catalog (1973, 1989, 1992, 1995)

NI_1988, NI_1994, NI_1995, NATIONAL INSTRUMENTS, Data Acquisition, and analysis product catalogue (1988, 1994, 1995).

8.5 - Ο ΠΑΛΜΟΓΡΑΦΟΣ

ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ - ΧΕΙΡΙΣΜΟΣ



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Γενικά.....	4
Βασικά χαρακτηριστικά.....	6
Σηματολήπτες (Input Probes).....	9
Ψηφιακοί Παλμογράφοι.....	9
Σηματολήπτες - Ακροδέκτες (probes).....	11
ΧΕΙΡΙΣΜΟΣ - ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΤΩΝ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΩΝ.....	13
ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΑ.....	13
ILLUMINATION - LIGHT.....	13
INTENSITY ή BRIGHTNESS.....	13
FOCUS.....	13
Y- POSITION, ή VERTICAL CENTERING.....	13
X-POSITION ή HORIZONTAL CENTERING.....	13
Y-GAIN ή VERTICAL GAIN ή VOLT/CM.....	13
X-GAIN ή HORIZONTAL GAIN ή EXT FINE.....	14
SWEEP TIME ή TIME/CM ή TIME/DIV η SWEEP RANGE.....	14
FINE FREQUENCY ή FINE SWEEP.....	14
SYNC SELECTOR ή SYNC ή TRIGGER SELECTOR ή TRIGGER SOURCE.....	14
SYNC AMPLITUDE CONTROL ή SYNC FINE ή TRIGGERING LEVEL.....	14
PHASING CONTROL ή PHASING LINE.....	14
CALIBRATION VOLTAGE CONTROL.....	15
SWEEP MAGNIFICATION SELECTOR.....	15
AC-DC.....	15
POWER ή MAINS ή OFF.....	15
ΥΠΟΔΟΧΕΣ.....	15
VERTICAL INPUT ή Y-INPUT.....	15
HORIZONTAL INPUT ή X-INPUT.....	15
EXT. SYNC INPUT.....	15
CALIBRATION VOLTAGE.....	15
GROUND ή COMMON.....	15
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΠΑΛΜΟΓΡΑΦΩΝ.....	16
Μετρήσεις με παλμογράφο.....	17
ΜΙΑ ΣΥΝΤΟΜΗ ΥΠΕΝΘΥΜΙΣΗ.....	17
Μέτρηση τάσεως.....	19
Μέτρηση εντάσεως ρεύματος.....	19
Μέτρηση χρόνου.....	20
Μέτρηση συχνότητας.....	20
Παλμογράφος Leader LBO-511.....	22
Παρατηρήσεις - Σχόλια.....	23
Παλμογράφος IMPO OC-215.....	24
ΑΣΚΗΣΗ 1.....	26
Χρήση Παλμογράφου Leader LBO-511.....	26
ΑΣΚΗΣΗ 2.....	28
Χρήση Παλμογράφου IMPO OC-215.....	28
ΑΣΚΗΣΗ 3.....	31
Χρήση Παλμογράφου IMPO OC-215 - 2 κανάλια.....	31

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Για τη συγγραφή του παρόντος, χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω βιβλία και εγχειρίδια:

- Φ.Δημόπουλου, “Ηλεκτρικές Μετρήσεις”, 1975
- Α.Ζερβάκου, “Οργανολογία - Παλμογράφος”, 1978
- Σ.Τουλόγλου, “Οργανολογία - Ηλεκτρικές Μετρήσεις”, ΙΩΝ 1992
- Β.Πετρίδη, “Ηλεκτρικές Μετρήσεις”, 1988
- Εγχειρίδιο παλμογράφου Leader
- Εγχειρίδιο παλμογράφου IMPO

ΠΑΜΟΓΡΑΦΟΙ

Γενικά.

Ο παλμογράφος είναι ένα όργανο που μπορεί να παρουσιάσει σε οθόνη τη γραφική παράσταση ενός μεγέθους συναρτήσει ενός άλλου μεγέθους. Για παράδειγμα μπορεί να παρουσιάσει τη μεταβολή μίας τάσης συναρτήσει του χρόνου, που είναι και η συνηθέστερη εφαρμογή του, ή συναρτήσει μίας παραμέτρου. Αυτή είναι η βασική λειτουργία ενός παλμογράφου. Βέβαια υπάρχουν σήμερα παλμογράφοι με πολύ περισσότερες δυνατότητες από την απλή παρουσίαση μίας συνάρτησης.

Χρησιμοποιείται σαν αυτοτελές όργανο ελέγχου ή ενσωματωμένο με άλλα όργανα σε διάφορες επιστήμες όπως η Μετεωρολογία, Ιατρική, Βιολογία κλπ.

Τονίζεται ότι ένας παλμογράφος μετράει μεταβολές τάσεως. Αν θέλουμε να παρακολουθήσουμε μεταβολές άλλων μεγεθών (π.χ. ρεύματος, θερμοκρασίας κλπ.) θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε κατάλληλους μετατροπείς.

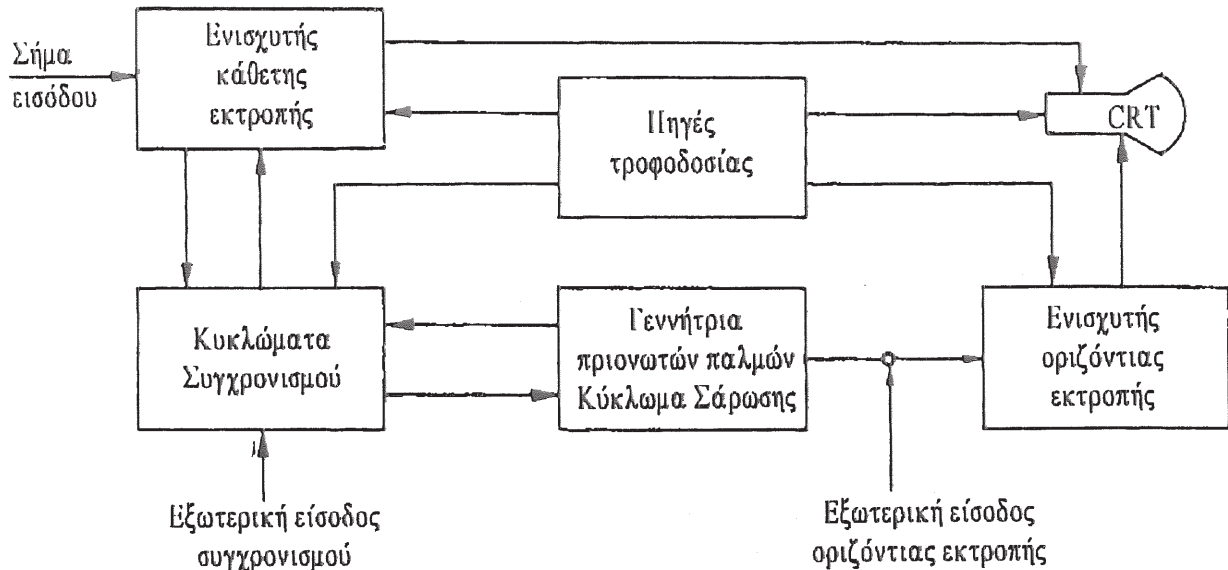
Ο παλμογράφος είναι ένα όργανο γενικής χρήσης. Η μεγάλη του χρησιμότητα έγκειται στο ότι μπορεί να καταγράψει δυναμικά φαινόμενα η δε ταχύτητα απόκρισής του είναι πάρα πολύ μεγάλη. Το μεγάλο πλεονέκτημα αν το συγκρίνουμε με τα μηχανικά όργανα είναι ότι μπορεί να καταγράψει φαινόμενα που διαρκούν πολύ λίγο, πχ. nsec. Με τον παλμογράφο μπορούμε να μετρήσουμε στιγμιαίες τιμές της τάσεως, ενώ με τα συνήθη όργανα μετράμε μέση τιμή.

Πιο ειδικά, οι βασικές λειτουργίες ενός παλμογράφου είναι η

- α) σύλληψη,
 - β) απεικόνιση,
 - γ) ανάλυση,
- δυναμικών φαινομένων.

Ας πάρουμε για παράδειγμα την παρουσίαση μιας ημιτονοειδούς τάσης στην οθόνη του. Πρώτα γίνεται η σύλληψη και μετά η απεικόνισή της στην οθόνη. Η ανάλυση στην πιο απλή της μορφή συνίσταται στο ότι μπορεί να μετρηθεί το πλάτος της τάσης, η περίοδος της κ.λ.π. Σε πιο πολύπλοκους παλμογράφους μπορεί να γίνει μεγάλης κλίμακας ανάλυση ακόμη και ψηφιακή επεξεργασία της κυματομορφής.

Συνηθίζεται να λέγεται ότι ο παλμογράφος είναι όργανο που αναπαριστάνει μια σχέση $y=f(t)$ (τάση ως προς χρόνο). Αυτό αποτελεί μερικό ορισμό. Ναι μεν είναι η πιο συνήθης χρήση του παλμογράφου, αλλά όχι η μόνη. Ακόμα και οι πιο βασικοί παλμογράφοι διαθέτουν εξωτερική είσοδο οριζόντιας εκτροπής. Με απλά λόγια παρέχεται στο χρήστη η δυνατότητα να αναπαραστήσει στην οθόνη του παλμογράφου την γενική συνάρτηση $y=f(x)$.

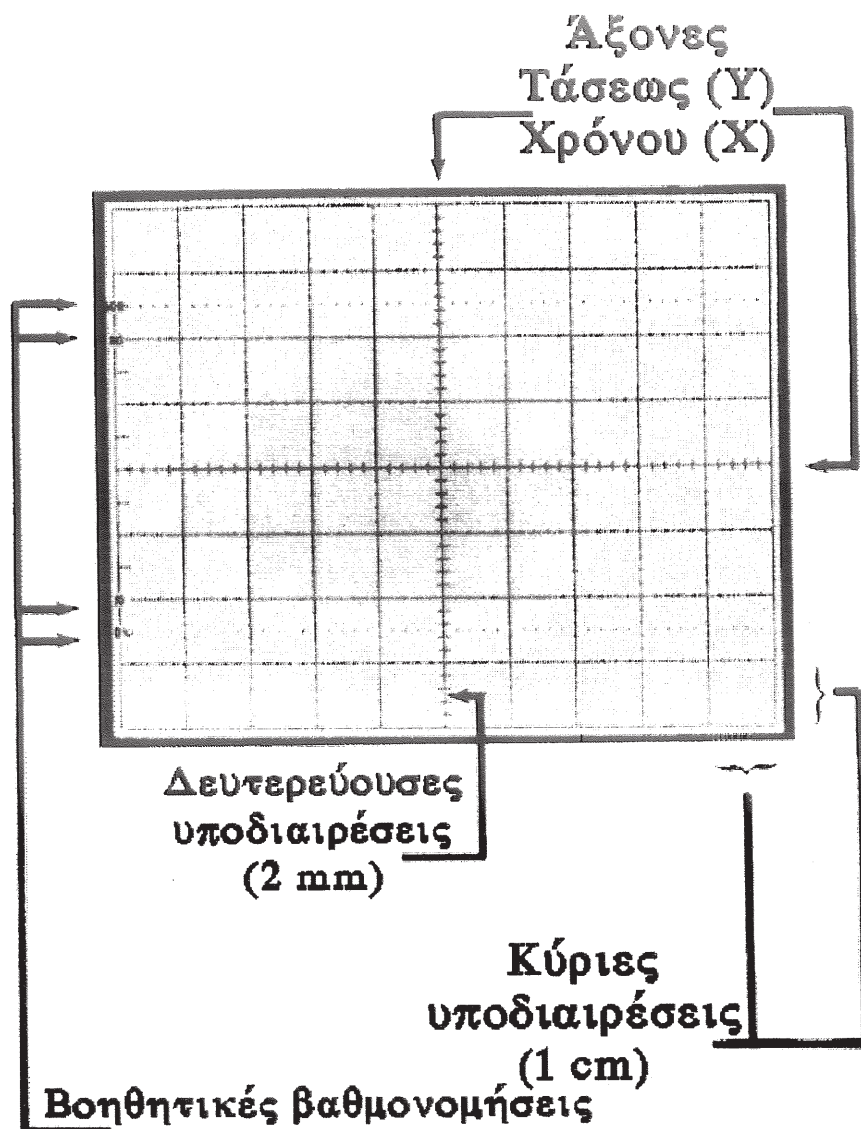


Τα βασικά συστήματα ενός παλμογράφου όπως φαίνονται και στο ανωτέρω σχήμα είναι:

- Ο καθοδικός σωλήνας γνωστός σαν CRT (Cathode Ray Tube).
- Το σύστημα κάθετης εκτροπής που περιλαμβάνει κυρίως τον ενισχυτή κάθετης εκτροπής.
- Το σύστημα οριζόντιας εκτροπής που περιλαμβάνει τον ενισχυτή οριζόντιας εκτροπής και το κύκλωμα σάρωσης.
- Τα κυκλώματα συγχρονισμού.
- Τις πηγές τροφοδοσίας. Υπάρχουν πηγές τροφοδοσίας υψηλής και χαμηλής τάσης.

Οι αναλογικοί παλμογράφοι επεξεργάζονται το σήμα αναλογικά. Οι ψηφιακοί μετατρέπουν το αναλογικό σήμα σε ψηφιακό για να το επεξεργαστούν, και στη συνέχεια το μετατρέπουν ξανά σε αναλογικό για να το εμφανίσουν στην οθόνη.

Οι παλμογράφοι με μνήμη μπορούν να διατηρήσουν μία κυματομορφή που εμφανίσθηκε μια φορά, χωρίς να επαναλαμβάνεται, για κάποιο χρονικό διάστημα. Οι απλοί παλμογράφοι δεν μπορούν να διατηρήσουν την κυματομορφή η οποία πρέπει να επαναλαμβάνεται ώστε το ίχνος της οθόνης να επαναλαμβάνεται τουλάχιστον 20 φορές / sec για να φαίνεται σταθερό στο ανθρώπινο μάτι.

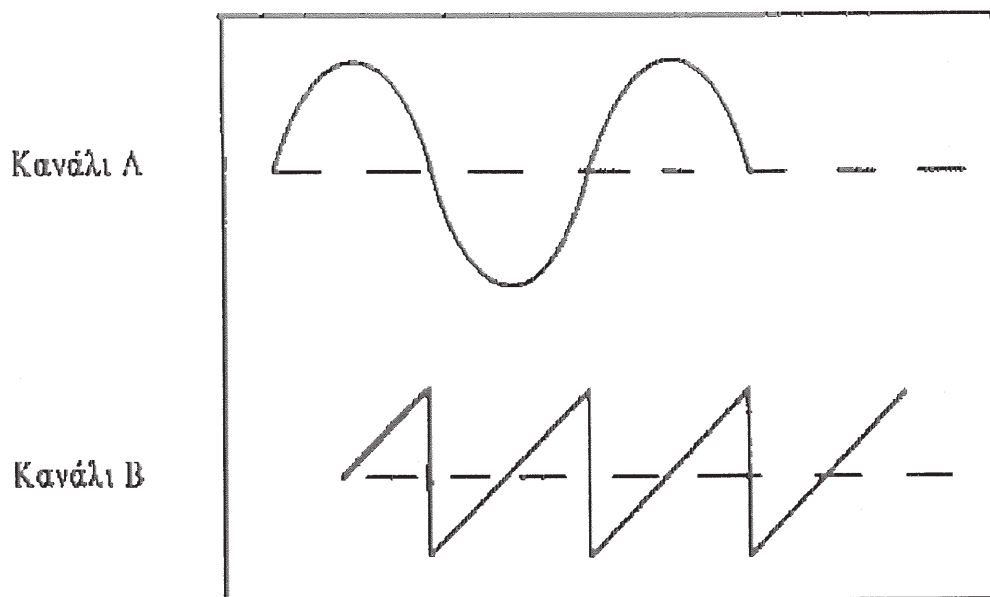


Βασικά χαρακτηριστικά

Τα πιο βασικά χαρακτηριστικά ενός γενικής χρήσης παλμογράφου είναι:

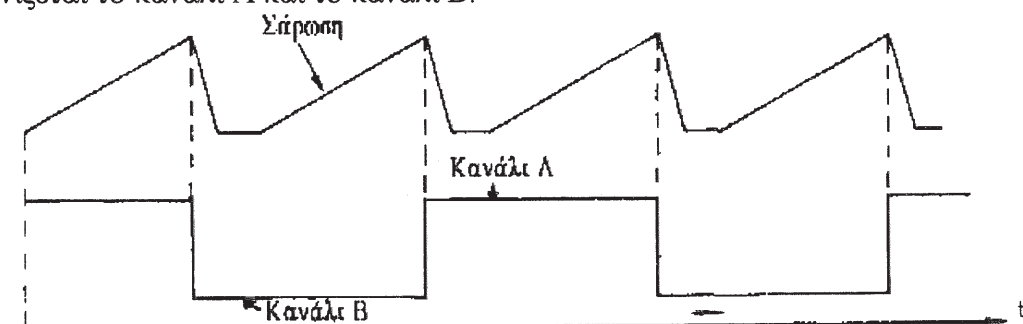
- α) Αριθμός δεσμών.
- β) Αριθμός καναλιών.
- γ) Ευαισθησία εισόδου και εκτροπής.
- δ) Ταχύτητα σάρωσης.
- ε) Εύρος ζώνης συχνοτήτων.
- στ) Χρόνος ανόδου του ενισχυτή κάθετης εκτροπής.
- ζ) Τρόποι απεικόνισης.
- η) Δυνατότητες των κυκλωμάτων συγχρονισμού.

Ο **αριθμός δεσμών** αναφέρεται στο αν ο καθοδικός σωλήνας έχει μία ή περισσότερες ανεξάρτητες δέσμες. Μπορεί ένας παλμογράφος να έχει μία δέσμη αλλά δύο ή τέσσερα κανάλια. Ο **αριθμός των καναλιών** είναι ο αριθμός των σημάτων εισόδου που μπορεί να απεικονίσει ένας παλμογράφος. Ένα παράδειγμα φαίνεται στο σχήμα.

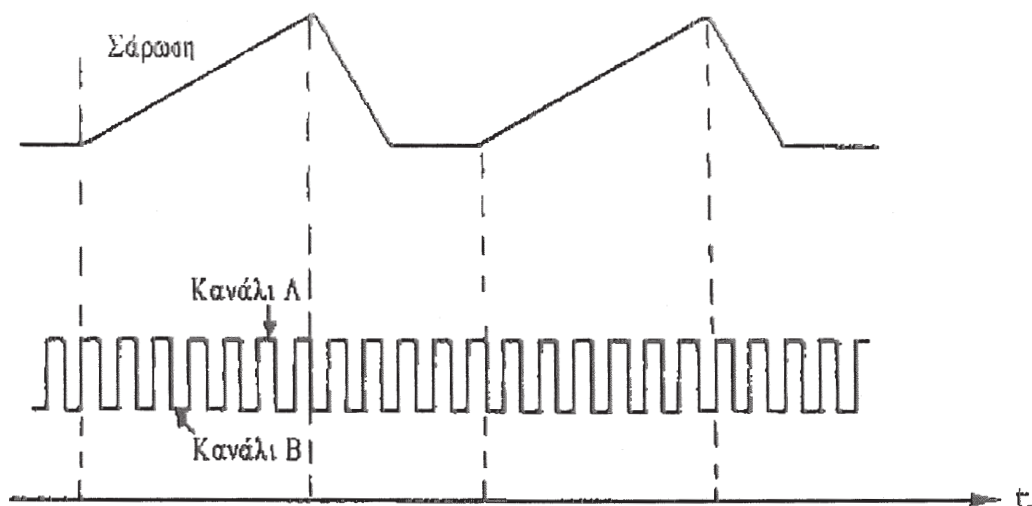


Για την περίπτωση που ο παλμογράφος έχει δύο ή περισσότερα κανάλια υπάρχει ο **εναλλασσόμενος** (alternate) και ο **διακοπτόμενος** (chop) τρόπος απεικόνισης.

Κατά τον **εναλλασσόμενο** τρόπο απεικόνισης απεικονίζεται ένα κανάλι κατά μια πλήρη σάρωση και μετά απεικονίζεται το άλλο κανάλι επίσης κατά μία πλήρη σάρωση. Έτσι η απεικόνιση των δύο (για παράδειγμα) καναλιών εναλλάσσεται. Ένα παράδειγμα φαίνεται στο σχήμα όπου φαίνεται η τάση σάρωσης και τα χρονικά διαστήματα κατά τα οποία απεικονίζεται το κανάλι A και το κανάλι B.



Κατά το **διακοπτόμενο** τρόπο απεικόνισης κατά μικρά χρονικά διαστήματα της περιόδου σάρωσης απεικονίζονται διαδοχικά το κανάλι A και το κανάλι B. Στο επόμενο σχήμα φαίνεται η τάση σάρωσης καθώς και τα χρονικά διαστήματα που διατίθενται, για την απεικόνιση, στο κανάλι A και στο κανάλι B.

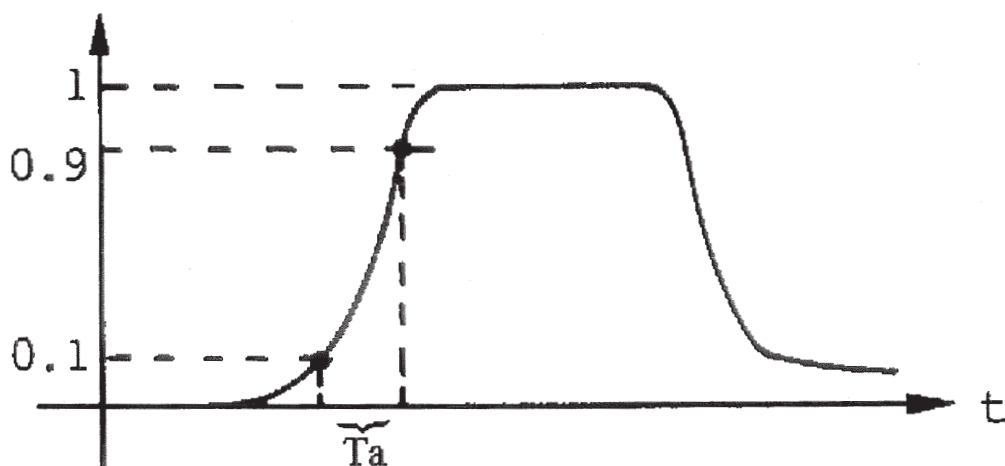


Ο χειριστής επιλέγει τον τρόπο λειτουργίας του παλμογράφου (του εναλλασσόμενου ή του διακοπτόμενου τρόπου απεικόνισης ALT-CHOP). Όπως είναι φανερό ο εναλλασσόμενος τρόπος είναι πιο κατάλληλος για σχετικά υψηλές συχνότητες όπου οι ταχύτητες σάρωσης είναι μεγάλες ενώ ο διακοπτόμενος τρόπος είναι πιο κατάλληλος στις χαμηλές συχνότητες όπου ο εναλλασσόμενος τρόπος δημιουργεί ένα φωτεινό ίχνος που τρεμοσβήνει.

Στους παλμογράφους δύο καναλιών υπάρχουν συνήθως οι εξής δυνατότητες:

- α) Απεικόνιση μόνο του καναλιού Α (YA)¹.
- β) Απεικόνιση μόνο του καναλιού Β (YB).
- γ) Απεικόνιση και των δύο καναλιών Α και Β (ALT ή CHOP).
- δ) Απεικόνιση του αθροίσματος Α + Β (A+B).
- ε) Απεικόνιση της διαφοράς Α - Β (A-B).

Το **εύρος ζώνης συχνοτήτων** του παλμογράφου είναι το εύρος ζώνης συχνοτήτων του ενισχυτή κάθετης εκτροπής. Επειδή όμως οι παλμογράφοι πολύ συχνά χρησιμοποιούνται για την απεικόνιση παλμών μία χρήσιμη παράμετρος είναι ο **χρόνος ανόδου** (rise time).



Χρόνος ανόδου ενός παλμογράφου είναι ο χρόνος που απαιτείται για να ανέβει το ίχνος της δέσμης στην οθόνη από το 10% στο 90% της μέγιστης κάθετης εκτροπής. Είναι φανερό ότι η

¹ Τα σύμβολα σε παρένθεση αντιστοιχούν στο συμβολισμό που συνήθως χρησιμοποιείται στους παλμογράφους.

σχέση εύρους ζώνης συχνοτήτων και χρόνου ανόδου είναι αντίστροφη και κατά προσέγγιση περιγράφεται από τη σχέση:

$$B \approx \frac{0.35}{T_a}$$

όπου B είναι το εύρος ζώνης συχνοτήτων σε MHz και T_a ο χρόνος ανόδου σε μsec . Για παράδειγμα ένας παλμογράφος 35MHz έχει χρόνο ανόδου 10ns.

Σηματολήπτες (Input Probes).

Οι παλμογράφοι κατασκευάζονται με σύνθετο αντίσταση εισόδου 1MΩ. Επίσης “μετράνε” μόνο μεταβολές τάσεως. Έτσι είναι απαραίτητη η χρήση σηματοληπτών, αφ’ ενός για σωστή προσαρμογή της αντίστασης εισόδου, αφ’ ετέρου (αν απαιτείται) για μετατροπή του προς μέτρηση μεταβαλλόμενου φυσικού μεγέθους σε μεταβολή τάσεως. Οι σηματολήπτες αυτοί θα πρέπει να παρουσιάζουν στο προς μέτρηση κύκλωμα υψηλή σύνθετη αντίσταση και χαμηλή χωρητικότητα.

Η σωστή επιλογή του κατάλληλου σηματολήπτη θα ελαχιστοποιήσει το φαινόμενο φόρτισης του κυκλώματος από τον παλμογράφο κατά τη μέτρηση.

Επί πλέον, αν θέλουμε να μετρήσουμε τάσεις υψηλότερες από αυτές που επιτρέπει ο παλμογράφος οι σηματολήπτες αυτοί θα πρέπει να διαθέτουν και εξασθενητές. Συνήθεις τιμές εξασθένησης για σηματολήπτες παλμογράφου είναι 1/10 ή 1/100. Τονίζεται ότι όταν χρησιμοποιούμε σηματολήπτες με εξασθένηση θα πρέπει μόνοι μας να υπολογίζουμε τη σωστή τιμή του μεγέθους, πολλαπλασιάζοντας την μέτρηση που διαβάζουμε με την εξασθένηση του σηματολήπτη.

Ψηφιακοί Παλμογράφοι

Ένας αναλογικός παλμογράφος, συλλαμβάνει, επεξεργάζεται και απεικονίζει ένα σήμα με καθαρά αναλογικά κυκλώματα.

Ένας ψηφιακός παλμογράφος αν και λειτουργεί βασικά στις ίδιες αρχές διαφέρει στο τρόπο επεξεργασίας του σήματος.

Συγκεκριμένα:

- Το σήμα “συλλαμβάνεται” με τους σηματολήπτες ακριβώς όπως και σε ένα αναλογικό παλμογράφο.
- Στη συνέχεια δειγματοληπτείται και μετατρέπεται σε ψηφιακή μορφή.
- Στους ψηφιακούς παλμογράφους όλη η επεξεργασία από εδώ και πέρα γίνεται στο ψηφιακό πλέον σήμα. Αυτό προσφέρει πολλές δυνατότητες όπως π.χ αποθήκευση σε μνήμη, υπολογισμός από τον μικροεπεξεργαστή του παλμογράφου διαφόρων τιμών και χαρακτηριστικών κλπ.
- Όταν το επεξεργασμένο σήμα και οι διάφορες πρόσθετες πληροφορίες που υπολογίστηκαν είναι έτοιμα μετατρέπονται ξανά σε αναλογική μορφή για να οδηγήσουν τα κυκλώματα των ενισχυτών αποκλίσεως και να παρουσιασθούν στην οθόνη.

Μερικές από τις δυνατότητες που προσφέρουν οι ψηφιακοί παλμογράφοι και που δεν είναι δυνατόν να παρασχεθούν από ένα αναλογικό παλμογράφο είναι:

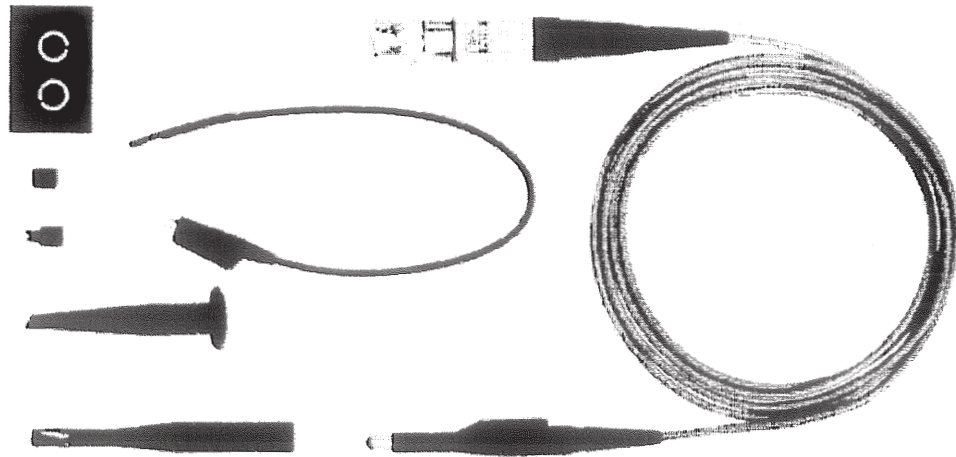
- Αποθήκευση παραμέτρων setup που χρησιμοποιούνται συχνά για ευκολότερη λήψη μετρήσεων.
- Αποθήκευση του σήματος στη μνήμη για επεξεργασία και προβολή όταν αυτό πια δεν υφίσταται στην είσοδο.
- Επεξεργασία υπολογισμός και παρουσίαση διαφόρων παραμέτρων, όπως τάση, χρόνος, περίοδος, διαφορά φάσεως, παραμόρφωση, αρμονικές, κλπ.
- Σύνδεση με ηλεκτρονικό υπολογιστή ή με άλλα όργανα για αυτοματοποίηση των μετρήσεων και για αποθήκευση των δεδομένων σε μαγνητικό μέσο π.χ δισκέττα.
- Σύνδεση με modem για μετάδοση δεδομένων και έλεγχο εξ' αποστάσεως.
- Εκτύπωση ή σχεδίαση σε plotter της μορφής του σήματος και των μεγεθών
- Δυνατότητα στο χρήστη να επέμβει αλληλεπιδραστικά με τη βοήθεια οδηγών σημείων (cursor) ή ποντικιού σε τμήμα του σήματος για περαιτέρω επεξεργασία, μελέτη και αποτύπωση λεπτομερειών κλπ.
- Δυνατότητα επιλεκτικής αποκοπής τμημάτων του σήματος όπως πχ. θόρυβος
- Λόγω της δειγματοληψίας μπορούν να επεξεργαστούν σήματα πολύ μεγαλύτερης συχνότητας από αυτή με την οποία λειτουργούν τα εσωτερικά κυκλώματά τους (όπως και οι παλμογράφοι δειγματοληψίας). Η συχνότητα δειγματοληψίας, καθορίζει και το εύρος συχνοτήτων του σήματος εισόδου (και επιδρά και στο κόστος του παλμογράφου).

Με το χαμηλό κόστος των ηλεκτρονικών ψηφιακών κυκλωμάτων και την πρόοδο στο τομέα των μικροϋπολογιστών οι ψηφιακοί παλμογράφοι τείνουν να αποτελέσουν το “de-facto standard” για παλμογράφους όχι μόνο ειδικών χρήσεων αλλά και γενικών. Είναι χαρακτηριστικό ότι ένας ψηφιακός παλμογράφος με τις παραπάνω δυνατότητες και με εύρος συχνοτήτων του σήματος εισόδου 0-100MHZ, σήμερα κοστίζει γύρω στις 500.000 δρχ. ενώ πριν δέκα χρόνια ένας αντίστοιχος θα κόστιζε περίπου τετραπλάσια.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Σηματολήπτες - Ακροδέκτες (probes).

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, για τη λήψη του σήματος και την οδήγησή στον παλμογράφο κατά κανόνα χρησιμοποιούνται σηματολήπτες.



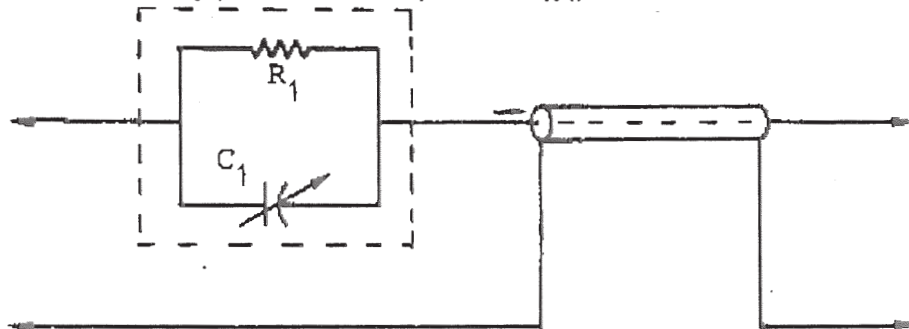
Τα πιο συνηθισμένα είδη ακροδεκτών που χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση των παλμογράφων με τα προς μέτρηση κυκλώματα είναι:

- α) Ακροδέκτης άμεσης σύνδεσης.
- β) Ακροδέκτης μεγάλης αντίστασης εισόδου.
- γ) Ακροδέκτης υψηλής τάσης.

Άλλα είδη σηματοληπτών για ειδικές εφαρμογές είναι τα probe αποδιαμορφώσεως που χρησιμοποιούνται για παρατήρηση χαμηλής συχνότητας διαμορφωμένου σήματος, για τα οποία δεν θα ασχοληθούμε στο παρόν.

Ο **ακροδέκτης άμεσης** σύνδεσης αποτελείται από ένα ομοαξονικό καλώδιο και τον ακροδέκτη σύνδεσης. Η χωρητικότητα του ομοαξονικού καλωδίου ανάλογα με το μήκος και το είδος του καλωδίου είναι μερικές δεκάδες pF και προστίθεται στην χωρητικότητα εισόδου του παλμογράφου. Η αυξημένη αυτή χωρητικότητα καθιστά ακατάλληλο τον ακροδέκτη άμεσης σύνδεσης για μετρήσεις σε συχνότητες πέρα από την περιοχή χαμηλών συχνοτήτων.

Ο **ακροδέκτης μεγάλης αντίστασης εισόδου** αυξάνει την ωμική αντίσταση εισόδου και μικραίνει την χωρητικότητα εισόδου του παλμογράφου. Ο ακροδέκτης αποτελείται από ένα κύκλωμα που έχει μια ωμική αντίσταση R_1 , και ένα μεταβλητό πυκνωτή C_1 , και ένα ομοαξονικό καλώδιο όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.

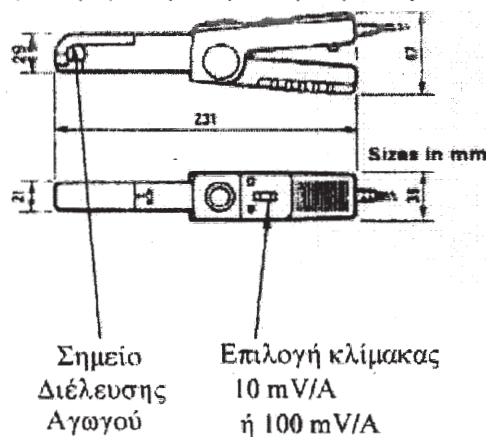


Συνήθως παλμογράφοι με ωμική αντίσταση εισόδου $1\text{M}\Omega$ εφοδιάζονται με ακροδέκτες μεγάλης αντίστασης εισόδου των οποίων η ωμική αντίσταση είναι $9\text{M}\Omega$ ώστε η απόσβεση του σήματος εισόδου να είναι 10:1.

Ο ρόλος του πυκνωτή C1, είναι η επίτευξη σταθερής απόσβεσης σε όλη την περιοχή συχνοτήτων που μας ενδιαφέρουν.

Η ρύθμιση του πυκνωτή C, γίνεται εφαρμόζοντας ένα σήμα με πολλές αρμονικές (π.χ. ένα τετραγωνικό σήμα) στον παλμογράφο μέσω του ακροδέκτη και μεταβάλλοντας τον πυκνωτή C1 έως ότου επιτευχθεί η καλύτερη δυνατή απεικόνιση του σήματος. Κάθε παλμογράφος πρέπει να έχει μια έξοδο ενός τέτοιου παλμού που θα χρησιμεύει σαν σήμα για την ρύθμιση των σηματοληπτών.

Ειδική κατηγορία σηματοληπτών είναι οι *σηματολήπτες ρεύματος* (αμπεροτσιμπίδες). Έχουν μορφή τανάλιας, μέσα από το άνοιγμα της οποίας περνάει ο ηλεκτροφόρος αγωγός. Έτσι μπορούμε χωρίς να διακόψουμε το κύκλωμα να πάρουμε μέτρηση ρεύματος. Οι σηματολήπτες ρεύματος μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε παλμογράφους, μια και η έξοδος που δίνουν είναι τάση. Το διερχόμενο ρεύμα προκαλεί την δημιουργία μιας τάσεως που μεταβάλλεται ανάλογα με την μεταβολή του ρεύματος.



ΧΕΙΡΙΣΜΟΣ - ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΤΩΝ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΩΝ

Στη πρόσοψη των παλμογράφων ευρίσκονται οι υποδοχές και τα διάφορα ρυθμιστικά. Μερικά από αυτά (που δεν χρησιμοποιούνται συχνά) βρίσκονται στο πίσω μέρος του παλμογράφου. Η σημασία των λέξεων αυτών και η επίδρασή τους στη λειτουργία του παλμογράφου εξηγείται παρακάτω και ισχύει, για όλους σχεδόν τους τύπους παλμογράφων.

ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΑ

ILLUMINATION - LIGHT

(Ρυθμιστής φωτισμού κλίμακος)

Αυξομειώνει το φωτισμό της κλίμακας υποδιαίρέσεων της οθόνης, ώστε να προσδιορίζονται ακριβώς οι υπό παρατήρηση κυματομορφές.

INTENSITY ή BRIGHTNESS

(Ρύθμιση φωτεινότητας ακτίνας)

Ρυθμίζει τη φωτεινότητα της κυματομορφής. Αυξομειώνει την τάση του οδηγού πλέγματος της καθοδικής λυχνίας.

FOCUS

(Ρυθμιστής εστίασεως ακτίνας)

Ρυθμίζει την τάση της πρώτης ανόδου A1, της καθοδικής λυχνίας και επιτυγχάνει καλή συγκέντρωση των ηλεκτρονίων της δέσμης, ώστε η εικόνα να αποκτήσει καθαρότητα.

Y- POSITION, ή VERTICAL CENTERING

(Ρυθμιστής της καθ' ύψος θέσης της ακτίνας)

Με αυτό μπορούμε να μεταθέσουμε υψηλότερα ή χαμηλότερα στην οθόνη ολόκληρη την παρουσιαζόμενη κυματομορφή.

X-POSITION ή HORIZONTAL CENTERING

(Ρυθμιστής της οριζοντίου θέσεως της ακτίνας)

Με αυτό μπορούμε να μεταθέσουμε οριζοντίως την επί της οθόνης παρουσιαζόμενη κυματομορφή (δεξιότερα ή αριστερότερα).

Y-GAIN ή VERTICAL GAIN ή VOLT/CM

(Ρυθμιστής ενισχύσεως κατακορύφου αποκλίσεως)

Με αυτό αυξομειώνεται το εύρος (ύψος) της παρουσιαζόμενης κυματομορφής. Συγκεκριμένα με αυτό επενεργούμε στον μεταγωγό του εξασθενητή, που βρίσκεται στην είσοδο του ενισχυτή κατακορύφου αποκλίσεως και αυξομειώνουμε το σήμα εισόδου.

Ο μεταγωγός αναγράφει σε κάθε θέση του την τάση κορυφής (P-P), που αντιστοιχεί σε ένα εκατοστό (1cm.) ύψους του εικονιζόμενου σήματος.

Η μεταξύ δυο διαδοχικών θέσεων μικρομετρική και συνεχής αυξομείωση του σήματος εισόδου γίνεται με ρυθμιστικό που συνήθως βρίσκεται στο κέντρο του μεταγωγού με την ονομασία Y-FINE. Για να ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα οι τιμές τάσεως του μεταγωγού, το Y-FINE πρέπει να είναι κλειδωμένο στην θέση CAL.

X-GAIN ή HORIZONTAL GAIN ή EXT FINE

(Ρυθμιστής ενίσχυσεως οριζοντίου αποκλίσεως)

Με αυτό αυξομειώνουμε την ενίσχυση της πριονωτής τάσεως στον ενισχυτή οριζοντίου αποκλίσεως. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αυξομείωση του μήκους του άξονα του χρόνου και την εμφάνιση του παλμογραφήματος σε μικρότερο ή μεγαλύτερο μήκος επί της οθόνης. Μεταβολή αυτού (εκτός της θέσεως CAL που κλειδώνει) ΔΕΝ θα μας επιτρέψει να πάρουμε σωστές μετρήσεις χρόνου (π.χ χρόνου, συχνότητας ή φάσεως).

SWEEP TIME ή TIME/CM ή TIME/DIV η SWEEP RANGE

(Επιλογέας της συχνότητας σαρώσεως)

Με αυτό αυξομειώνουμε την συχνότητα της πριονωτής τάσεως, ώστε να εμφανισθεί επί της οθόνης ο εκάστοτε επιθυμητός αριθμός περιόδων. Στην κάθε θέση αυτού αναγράφεται η συχνότητα σαρώσεως εκφρασμένη σε χρόνο δηλ: σε sec, msec και msec, σε δε παλαιότερους τύπους κατ' ευθείαν σε συχνότητα HZ, KHZ

FINE FREQUENCY ή FINE SWEEP

(Μικρομετρικός ρυθμιστής της συχνότητας σαρώσεως)

Με αυτό επιτυγχάνεται μικρομετρική και συνεχής αυξομείωση της συχνότητας σαρώσεως μεταξύ των διαδοχικών θέσεων του προαναφερθέντος μεταγωγού SWEEP TIME. Βρίσκεται συνήθως στο κέντρο του μεταγωγού SWEEP TIME. Για την ακριβή μέτρηση της συχνότητας αυτό πρέπει να τεθεί στην θέση CAL.

SYNC SELECTOR ή SYNC ή TRIGGER SELECTOR ή TRIGGER SOURCE

(Επιλογέας συγχρονισμού)

Με αυτό κάνουμε επιλογή του τύπου του σήματος, που θα στείλουμε στην γεννήτρια πριονωτών ταλαντώσεων για να πετύχουμε συγχρονισμό της με το προς παρατήρηση σήμα. Ο μεταγωγός αυτός συνήθως έχει τις ενδείξεις +INT, -INT, EXT, LINE.

Στις θέσεις +INT και -INT το προς συγχρονισμό σήμα (θετικό ή αρνητικό) λαμβάνεται από το προς παρατήρηση στην είσοδο του παλμογράφου σήμα, στη θέση EXT από μια εξωτερική πηγή, σε δε τη θέση LINE, από το τροφοδοτικό του παλμογράφου (συχνότητα δικτύου). Σε παλμογράφους διπλής δέσμης υπάρχουν θέσεις για επιλογή σαν είσοδο συγχρονισμού το σήμα σε οποιοδήποτε από τα υπάρχοντα κανάλια. Π.χ. +YA, -YA, +YB, -YB κλπ.

SYNC AMPLITUDE CONTROL ή SYNC FINE ή TRIGGERING LEVEL

(Ρυθμιστής συγχρονισμού)

Με αυτό αυξομειώνουμε το μέγεθος του σήματος συγχρονισμού, που οδηγούμε στην γεννήτρια πριονωτών ταλαντώσεων, για να πετύχουμε συγχρονισμό και ακινητοποίηση της κυματομορφής επί της οθόνης.

PHASING CONTROL ή PHASING LINE

(Ρυθμιστής φάσεως)

Με αυτό μεταβάλλουμε την φάση της εξωτερικής τάσεως σαρώσεως, ώστε να πετύχουμε καθαρότητα της προς παρατήρηση κυματομορφής.

CALIBRATION VOLTAGE CONTROL

(Ρυθμιστής της τάσεως ελέγχου βαθμονόμησης)

Με αυτό αυξομειώνουμε την τάση, την οποία εφαρμόζουμε στην είσοδο του παλμογράφου προς έλεγχο, της σωστής κατακορύφου αποκλίσεως της δέσμης. Με αυτή την τάση ρυθμίζουμε και ελέγχουμε τους σηματολήπτες (probes).

SWEEP MAGNIFICATION SELECTOR

(Επιλογέας μεγέθυνσης σαρώσεως)

Με αυτό επιτυγχάνεται μεγέθυνση της προς παρατήρηση κυματομορφής κατά τον άξονα του χρόνου X2, X5, X10 κ.λ.π. φορές για την λεπτομερέστερη παρατήρηση της.

AC-DC

(Διακόπτης αποκοπής συνεχούς συνιστώσας)

Με αυτόν παρεμβάλλεται στην είσοδο του παλμογράφου ένας πυκνωτής, ώστε στη θέση AC να διακόπτεται η συνεχής συνιστώσα της προς παρατήρηση τάσης.

POWER ή MAINS ή OFF

Διακόπτης λειτουργίας του παλμογράφου.

ΥΠΟΔΟΧΕΣ

VERTICAL INPUT ή Y-INPUT

(Είσοδος ενισχυτή κατακορύφου αποκλίσεως)

Υποδοχή στην οποία εφαρμόζεται η προς παρατήρηση τάση. Σε παλμογράφους με 2 ή περισσότερα κανάλια, οι είσοδοι (όπως και τα αντίστοιχα ρυθμιστικά) είναι τόσες όσα και τα κανάλια. Χαρακτηρίζονται σαν CHANNEL 1, CHANNEL 2, ή YA, YB.

HORIZONTAL INPUT ή X-INPUT

(Είσοδος ενισχυτή οριζοντίου αποκλίσεως)

Υποδοχή στην οποία εφαρμόζεται εξωτερική σάρωσης ή άλλης μορφής τάσης, η οποία αφού ενισχυθεί οδηγείται στις οριζοντίου αποκλίσεως.

EXT. SYNC INPUT

Είσοδος εξωτερικού σήματος συγχρονισμού.

CALIBRATION VOLTAGE

(Εξοδος τάσεως ελέγχου - βαθμονόμησης)

Υποδοχή από την οποία παίρνουμε τάση τετραγωνικής μορφής για έλεγχο της σωστής αποκλίσεως της δέσμης και για έλεγχο των probes.

GROUND ή COMMON

Γείωση ή κοινό σημείο αναφοράς

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΠΑΛΜΟΓΡΑΦΩΝ

Τα βασικότερα χαρακτηριστικά στοιχεία των παλμογράφων είναι δυο

- 1) Η ευαισθησία και
- 2) Η ανταπόκριση συχνότητων αυτών.

Ένας μετρίας ποιότητας παλμογράφος έχει ευαισθησία της τάξεως των 50mVp-p/cm, δηλαδή για απόκλιση της δέσμης κατά 1cm. απαιτείται τάση εισόδου 50mVp-p και περιοχή συχνότητων από DC ως 10MHz. Η σύνθετη αντίσταση εισόδου των παλμογράφων είναι περίπου 1MΩ, η δε χωρητικότητα εισόδου κυμαίνεται μεταξύ 15pF ως 50pF.

Τα πιο βασικά χαρακτηριστικά, τα οποία δίδονται από τους κατασκευαστές για ένα απλό τύπο παλμογράφου διπλής δέσμης, είναι τα ακόλουθα.

Specifications	Χαρακτηριστικά
Vertical amplifier.	Ενισχυτής κατακορύφου αποκλίσεως
Frequency range DC-10MHz	Απόκριση συχνότητας DC-10MHz
Sensitivity 5mVp-p/cm. On 12 ranges	Ευαισθησία αποκλίσεως 50mVpp/cm σε 12 κλίμακες
Input impedance 1 Mohm, 25pF	Σύνθετος αντίσταση εισόδου 1M, 25pF
Display modes: YA, YB, ALT, CHOP, X-Y	Είδος παρουσίασης: Κανάλι Α μόνο, Κανάλι Β μόνο, Εναλλακτικά, Διακεκομμένα, X-Y
Horizontal amplifier	Ενισχυτής οριζοντίου αποκλίσεως
Frequency response from 10Hz-3MHz	Απόκριση συχνότητας από 10Hz -3MHz
Deflection sensitivity 5mV p-p / cm	Ευαισθησία αποκλίσεως 5mV p-p / cm
Time Axis	Άξονας χρόνου
Sweep frequency from 10msec/cm to 1μsec/cm in 14 ranges	Συχνότητα σαρώσεως από 10msec/cm έως 1μsec/cm σε 14 κλίμακες
Synchronisation: internal, external, mains, positive or negative edge	Συγχρονισμός εσωτερικός, εξωτερικός, τροφοδοσία, θετική ή αρνητική κλίση παλμού
General	Γενικά
Cathode ray tube 5UPIF	Καθοδική Λυχνία 5UPIF
Power supply 220V/50Hz	Τροφοδοσία 220V/50Hz
Dimensions 190X 280X 390mm	Διαστάσεις 190X280x 390mm
Weight 9Kg	Βάρος 9kg
Accessories	Παρελκόμενα
Divider probe type PD366: division ratio 1:10, frequency range up to 20MHz, input resistance 10 Mohm: input capacity 10pF approx, max voltage 500Vp	Σηματολήπτης υποβιβασμού PD 366, λόγος υποβιβασμού 1:10, περιοχή συχνότητων μέχρι 20MHz, αντίσταση εισόδου 10Mohm, χωρητικότητα εισόδου 10pF κατά προσέγγιση, μέγιστη τάση 500Vp.

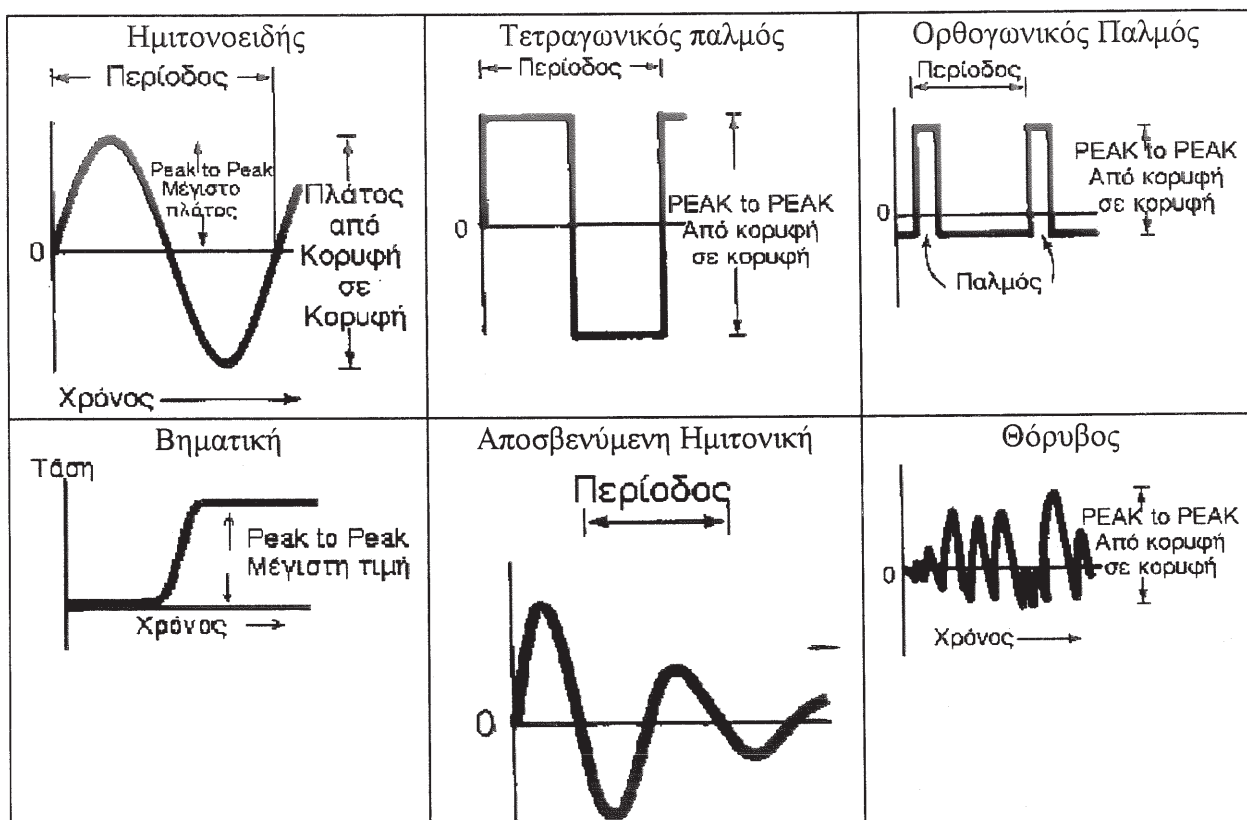
Μετρήσεις με παλμογράφο

Τα μεγέθη που είναι δυνατόν να μετρηθούν με παλμογράφο είναι:

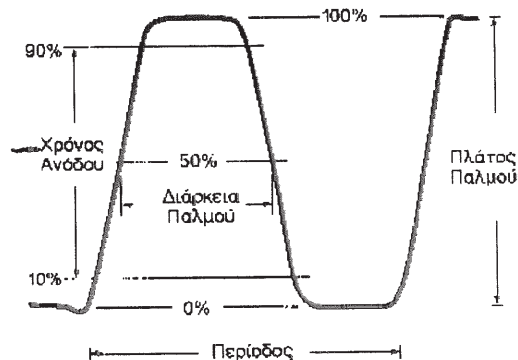
- Τάση
- Ένταση
- Χρόνος
- Συχνότητα
- Φασική απόκλιση (διαφορά φάσεως)

ΜΙΑ ΣΥΝΤΟΜΗ ΥΠΕΝΘΥΜΙΣΗ

Στα σχήματα που ακολουθούν παρουσιάζονται, σαν υπενθύμιση, οι παραστάσεις διαφόρων μορφών σημάτων, όπως έχετε ήδη διδαχθεί. **Να ανατρέξετε στις σημειώσεις σας και στο βιβλίο** “Μέθοδοι Επιλύσεως Ηλεκτρικών Δικτύων, Ι.Κ.Χατζηλάου, ΣΝΔ”, Κεφάλαιο Α, **για λεπτομερή μελέτη.**



Χρόνος Ανόδου ενός παλμού είναι ο χρόνος που απαιτείται για να αυξηθεί το πλάτος του παλμού από 10% σε 90% του μέγιστου πλάτους.



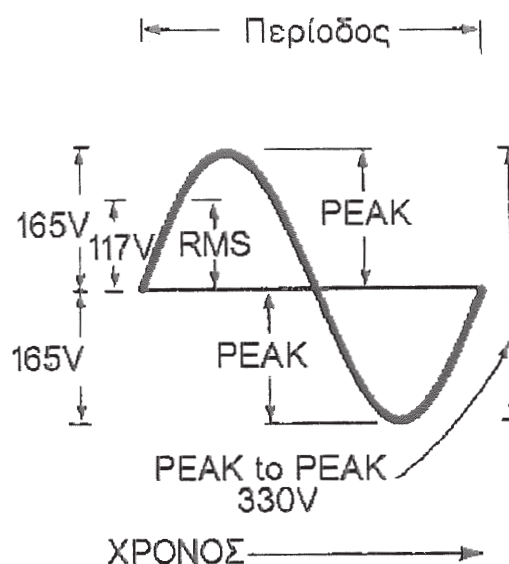
Από μετρήσεις που έχουμε πάρει, μπορούμε να βρούμε άλλες τιμές του προς εξέταση σήματος.

Έστω ημιτονικό σήμα, το οποίο παρατηρείται στην οθόνη του παλμογράφου.

Μετράμε λοιπόν ότι η τιμή από κορυφή σε κορυφή είναι 330 Volts.

Από αυτό υπολογίζουμε τις άλλες τιμές.

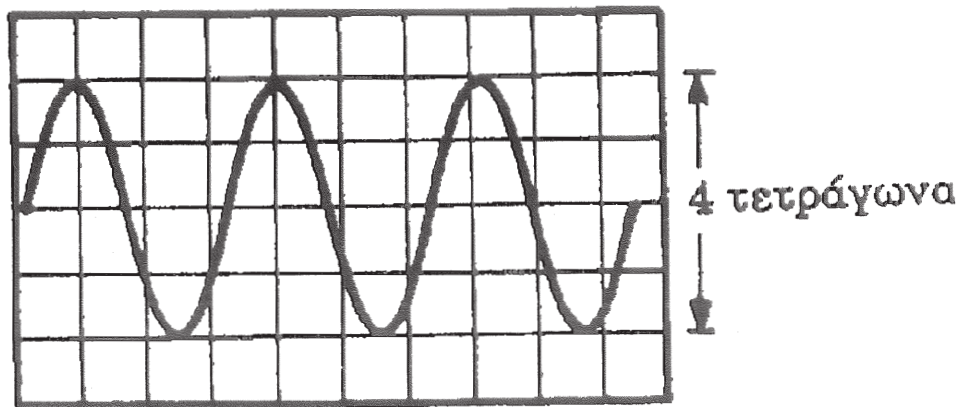
Επίσης από τον παλμογράφο μπορούμε να μετρήσουμε την περίοδο, και στη συνέχεια να υπολογίσουμε τη συχνότητα.



Μέτρηση τάσεως

Η μέτρηση της τάσεως με τη χρησιμοποίηση του παλμογράφου γίνεται με έμμεσο τρόπο. Πιο συγκεκριμένα εφαρμόζουμε τη μεταβαλλόμενη τάση στους ακροδέκτες εισόδου του παλμογράφου, οπότε στην οθόνη του εμφανίζεται η μορφή της. Από τη μορφή της τάσης είναι δυνατός ο προσδιορισμός οποιασδήποτε τιμής της αρκεί να μετρηθούν τα τετράγωνα από κορυφή σε κορυφή της καμπύλης και να πολλαπλασιασθούν με την ένδειξη του διακόπτη Volt/DIV.

π.χ. Θέση διακόπτη Volt/DIV: 0.1 V/cm



Τάση από κορυφή σε κορυφή: $U_{pp}=4 \cdot 0.1=0.4V$

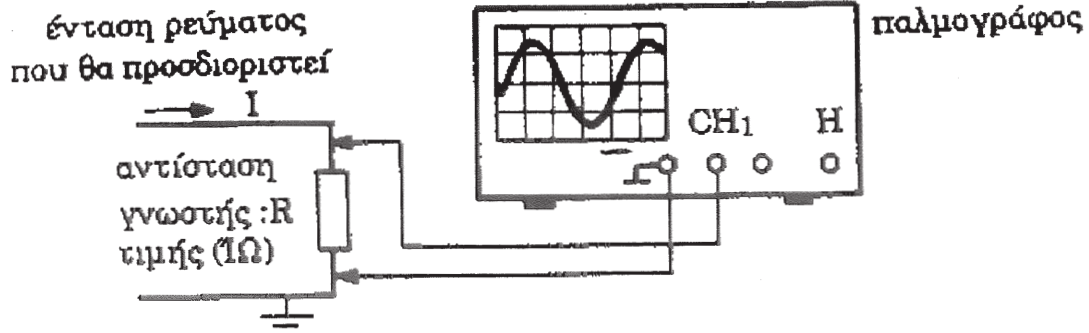
Μέγιστη τιμή τάσης: $U_m = \frac{4}{2} \cdot 0.1 = 0.2V$

Ενεργή τιμή τάσης: $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = \frac{0.2}{\sqrt{2}} = 0.1418V$

Αυτό βέβαια υπό την προϋπόθεση ότι δεν χρησιμοποιήσαμε σηματολήπτη με εξασθένηση. Αν έστω είχαμε χρησιμοποιήσει σηματολήπτη με εξασθένηση 10:1 τότε οι δύο παραπάνω τιμές θα έπρεπε να πολλαπλασιαστούν επί 10. Δηλαδή:
 $U_m=20V$, $U=1.418V$

Μέτρηση έντασης ρεύματος

Η μέτρηση της έντασης του ρεύματος με τη χρησιμοποίηση παλμογράφου, όταν δεν διαθέτουμε probe ρεύματος, γίνεται με έμμεσο τρόπο. Πιο συγκεκριμένα μετράται η πτώση τάσης σε αντίσταση γνωστής τιμής και με τη βοήθεια του νόμου Ohm προσδιορίζεται η τιμή της έντασης του ρεύματος. Η αντίσταση αυτή θα πρέπει να έχει πολύ μικρότερη τιμή συγκριτικά με τις άλλες εν σειρά αντιστάσεις του προς μέτρηση κλάδου, ώστε να εξασφαλίσουμε ότι δεν θα υπάρξει μεγάλο λάθος στην τιμή του ρεύματος (το πολύ 1:1000).



Αν διαθέτουμε σηματολήπτη ρεύματος (current probe), συνδέουμε αυτό στην είσοδο του παλμογράφου.

Στη συνέχεια πρέπει να μετατρέψουμε την τάση σε ρεύμα. Οι σηματολήπτες ρεύματος βγάζουν μια τάση ανάλογη του ρεύματος. Π.χ. 1mVolt/1mA

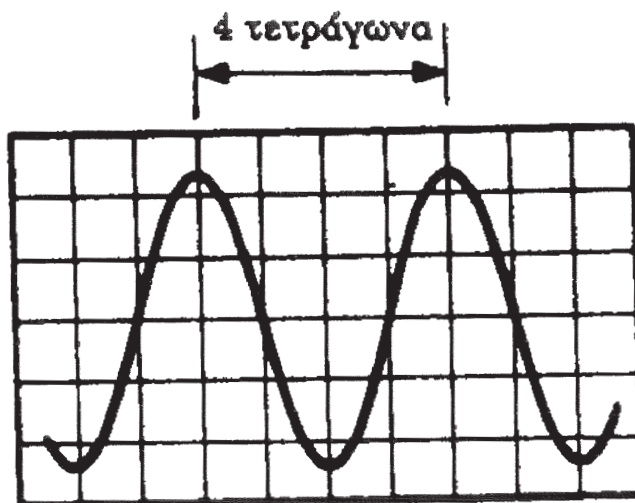
Εφαρμόζοντας αυτή την αναλογία υπολογίζουμε το ρεύμα. Αν για παράδειγμα είχαμε τις ίδιες ακριβώς συνθήκες με αυτές του προηγούμενου παραδείγματος τότε οι αντίστοιχες τιμές του ρεύματος θα ήταν:

Ρεύμα από κορυφή σε κορυφή:	400mA
Μέγιστη τιμή τάσης:	200mA
Ενεργή τιμή τάσης:	141.8mA

Μέτρηση χρόνου

Η μέτρηση του χρόνου με τη χρησιμοποίηση παλμογράφου προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό των τετραγώνων της οθόνης που αντιστοιχούν σε μια πλήρη εναλλαγή - περίοδος T - και της ένδειξης του διακόπτη TIME/DIV.

Π.χ. Θέση διακόπτη TIME/DIV: 0.5 msec/cm



Μετρούμενος χρόνος $T = 5 * 0.5 = 2.5 \text{ sec}$

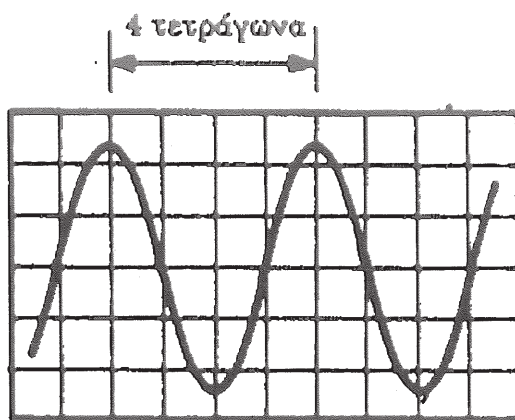
Μέτρηση συχνότητας

Η μέτρηση της συχνότητας μιας μεταβαλλόμενης τάσης με τη χρησιμοποίηση παλμογράφου γίνεται με δύο τρόπους:

Μέτρηση συχνότητας από το χρόνο σάρωσης

Ο πρώτος είναι να υπολογίσουμε, όπως προηγούμενα, το χρόνο της μιας περιόδου και από τη σχέση $f = 1/T$ να υπολογίσουμε τη συχνότητα.

Π.χ. Θέση διακόπτη TIME/DIV: 0.5msec/cm



Μετρούμενος χρόνος 1 περιόδου: $T = 4 \cdot 0.5 = 2 \text{ msec}$

Συχνότητα: $f = \frac{1}{T} = 500 \text{ Hz}$

Μέτρηση φασικής απόκλισης

Η μέτρηση της φασικής απόκλισης μεταξύ δυο μεταβαλλόμενων μεγεθών με χρησιμοποίηση παλμογράφου γίνεται με τις παρακάτω δύο μεθόδους.

Σημείωση: Αν θέλουμε να δούμε τη διαφορά φάσεως μεταξύ τάσεως και ρεύματος, και δεν διαθέτουμε probe ρεύματος, τότε θα χρησιμοποιήσουμε μια μικρή αντίσταση (έμμεσος τρόπος μετρήσεως ρεύματος), αλλά πρέπει να αλλάξουμε την πολικότητα του ενός καναλιού.

A. Μέτρηση φασικής απόκλισης με το χρόνο σάρωσης

Με τη μέθοδο αυτή γίνεται παρακολούθηση των κυματομορφών των δυο μεταβαλλόμενων μεγεθών που πρόκειται να μετρηθεί η διαφορά φάσης τους. Είναι όμως προφανές πως ο παλμογράφος πρέπει να διαθέτει δυο κανάλια για να δέχεται τις δυο κυματομορφές.

Κατά τη διεξαγωγή της μέτρησης προσδιορίζουμε την απόσταση της μιας καμπύλης από την άλλη.

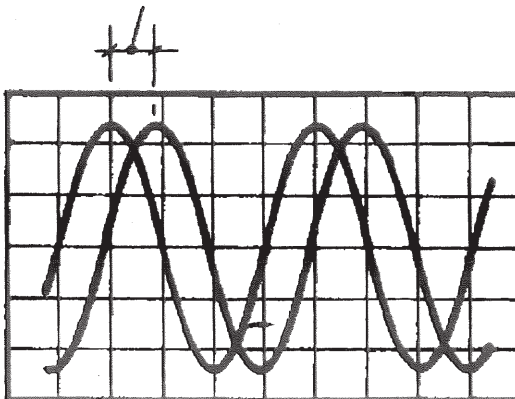
Γνωρίζοντας πως μια πλήρης εναλλαγή γίνεται σε 360° , υπολογίζουμε σε μοίρες τη διαφορά φάσης μεταξύ των δυο μεταβαλλόμενων μεγεθών από τη σχέση:

$$(360/\text{αριθμός οριζ. Τετραγώνων περιόδου}) \cdot \text{απόσταση οριζοντίων τετραγώνων 2 κυματομορφών.}$$

Π.χ. αριθμός οριζοντίων τετραγώνων οθόνης = 0.8

Αριθμός οριζοντίων τετραγώνων 1 περιόδου = 4

0,8 του τετραγώνου



φασική απόκλιση: $\phi = (360/4) \cdot 0.8 = 72$

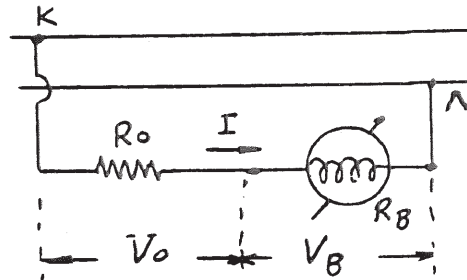
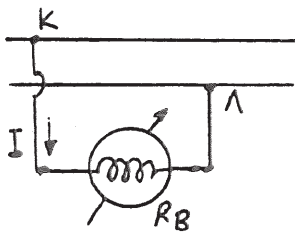
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΑ

ΣΤΑ ΠΕΡΙ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

9.1- Αλλαγή Κλίμακας και Ρύθμιση Βολτομέτρου

α. ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΣ ΒΟΛΤΟΜΕΤΡΟΥ ΔΙΑ
ΣΥΝΔΕΣΤΩΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΤΩΣ R_0 ΣΕ ΣΤΙΒΑ (ΠΟΛΥΠΛΑΣΙΑΣΤΗΣ)



Έστω ένα βολτόμετρο

με εσωτερική αντίσταση R_B και με δυνατότητα να μετράει το πολύ V_m . Αν θέσουμε να μπορούμε να μετράμε μέχρι και τάση $V_m' = n V_m$ (π.χ. $n = 5$ ή 10 ή 100 κ.λ.π.), συνδέουμε με αντίσταση R_0 (κενώληχης τιμής) σε στιβά, έτσι ώστε η τάση

V_B στα άκρα των βολτομέτρου να είναι πάντα $V_B \leq V_{\text{max}}$ - έτσι "δια-βάφοντας" την ένδειξη V_B των βολτομέτρων θα υπολογίσουμε $V_{\text{κελ}} = \mu \cdot V_B$.

Η καταλληλότερη τιμή της R_0 υπολογίζεται ως εξής:

$$\text{Είναι } I = \frac{V_0}{R_0} = \frac{V_B}{R_B} \text{ άρα } R_0 = (V_0/V_B) R_B \quad (1)$$

$$\alpha\lambda\lambda\alpha' \quad V_{\text{κελ}} = V_0 + V_B \quad \text{δγ.} \quad V_0 = V_{\text{κελ}} - V_B = \mu V_B - V_B = (\mu - 1) V_B \quad (2)$$

Έτσι από τις (1) και (2) προκύπτει: $R_0 = (\mu - 1) R_B$

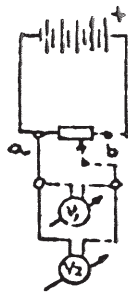
- Για άκρα των "πολλαπλασιαστών" R_0 επικρατεί $V_0 = (\mu - 1) V_B$ και η συνολική "εσωτερική" αντίσταση των "νέων" οργάνων που χρειάζονται θα είναι: $R_{\text{κελ}} = R_0 + R_B$ δγ. $R_{\text{κελ}} = \mu \cdot R_B$

- Έτσι αν θέλουμε 10 ημερισμό κλίμακας θα είναι $R_0 = 9 \cdot R_B$
 " " 100 ημερισμό " " " " $R_0 = 99 R_B$

κ.λ.τ.

6. - ΡΥΘΜΙΣΗ ΕΝΟΣ ΒΟΛΤΟΜΕΤΡΟΥ

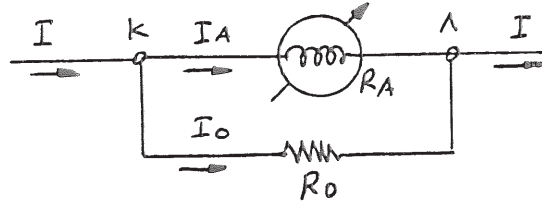
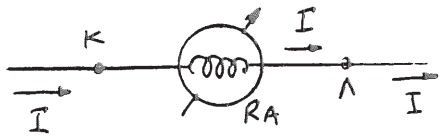
Διά να ρυθμίσουμε ένα βολτόμετρον, το συνδεσμο-λο-γούμε παράλληλως προς ένα κανονικώς ρυθμισμένον βολτόμε-τρον εις μίαν κοινήν τάσιν. Τό βολτόμετρον πρέπει να εί-ναι λοχυρῶς μεταβλητόν διά να δύνα-μεθα να ἐλέγξωμεν ὅλας τὰς πρὸς ρύ-θμισιν τιμὰς του ἐφ' ὅλης τῆς κλίμα-κος αὐτοῦ. Μὲ ἀντιστάσεις εἶναι ὑψο-κολον νὰ ἐπιτύχωμεν τὰς μεταβολὰς διότι αὗται θὰ ἔπρεπε νὰ ἔχουν ἐπι-ρετικῶς μεγάλας ὠμικὰς τιμὰς διὰ νὰ δύναμεθα νὰ ἔχωμεν μικρὰς τιμὰς τά-σεως ἐπὶ τοῦ βολτομέτρου. Προτιμω-τέρα συνδεσμολογία εἶναι ἡ τοῦ Σχ.59



Σχ. 59

εἰς τὴν πηγὴν ρεύματος. Τό πρὸς ρύθμισιν βολτόμετρον V_1 εἶναι συνδεσμολογημένον ἀφ' ἑνὸς μὲν εἰς τὰ ἄκρα $a-b$ ἀφ' ἑτέρου δὲ μὲ τὴν κινητὴν ἐπαφὴν. Ἐάν ἡ κινητὴ ἐπαφὴ εὐ-ρσκοκεται εἰς τὸ a τότε τὸ βολτόμετρον εἶναι βραχυκυκλωμέ-νον καὶ δέν εὐρσκοκεται ὑπὸ τάσιν. Ἐάν ἀντιθέτως ἡ ἐπα-φὴ εὐρσκοκεται εἰς b τότε τὸ βολτόμετρον εὐρσκοκεται ὑπὸ τὴν πλήρη τάσιν τῆς πηγῆς. Εἰς θέσεις τῆς κινητῆς ἐπαφῆς με-ταξὺ a καὶ b δύναμεθα νὰ τοποθετήσωμεν οἰανδήποτε τάσιν μεταξύ 0 καὶ πλήρους τάσεως τῆς πηγῆς, διὰ τοῦτο μίαν τοι-αύτην ἀντίστασιν ὀνομάζομεν ποτενοειόμετρον ἢ διαιρέτην τά-σεως. Τό μέγεθος τῆς ἀντιστάσεως δυνατόν νὰ εἶναι οἰοδή-ποτε καὶ παρὰ ταῦτα δέν τὴν ἐκλέγωμεν πολὺ μικράν οὕτως ὥστε ἡ ρύθμισις νὰ μὴν ἀπαιτεῖ μεγάλο ρεῦμα. Συνήθως χρη-σιμοποιοῦμεν ἀντιστάσεις μερικῶν ἑκατοστάδων Ωhm . Κατὰ τὴν ρύθμισιν τοποθετοῦμεν διαφόρους τιμὰς τῆς τάσεως καὶ συγκρίνομεν τὰς ἀναγνώσεις τοῦ πρὸς ρύθμισιν βολτομέτρου μὲ τὰς τοιαύτας τοῦ κανονικοῦ καὶ τὰς τυχόν διαφορὰς ἀνα-γράφομεν εἰς πίνακα ἢ τὰς χαράσσομεν εἰς καμπύλην. Ἐάν αἱ ἀναγνώσεις τοῦ πρὸς ρύθμισιν βολτομέτρου εἶναι μεγαλύτε-ραι τῶν ἀληθῶν τιμῶν τότε τὸ σφάλμα εἶναι θετικόν ἐάν εἴ-ναι μικρότεροι τὸ σφάλμα εἶναι ἀρνητικόν.

ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΣ ΑΜΠΕΡΟΜΕΤΡΟΥ ΔΙΑ
ΣΥΝΔΕΣΤΩΣ ΑΝΤΙΣΤΩΣΤΩΣ R_0 ΠΑΡΑΔΙΔΥΝΑ (SHUNT)



Έστω ένα Αμπερόμετρο με εσωτερική αντίσταση R_A και με δυνατότητα να μετράει το ρεύμα I_m . Αν θέλουμε να μπορούμε να μετράμε μέχρι και ρεύμα $I_m' = n I_m$ (π.χ. $n = 5$ ή 10 ή 100 κ.τ.λ.) συνδέουμε αντί-σταση R_0 (κατάλληλης τιμής) παράδιδυνα, έτσι ώστε το ρεύμα που θα περνάει μέσα από το αμπερόμετρο, να είναι πάντα $I_A \leq I_m$ - έτσι "διαβάφοντας" την ένδειξη I_A του Αμπερό-μετρου θα υπολογίζουμε $I = n \cdot I_A$.

Η κατάλληλη τιμή της R_0 υπολογίζεται ως εξής:

$$\text{Είναι } V_{KA} = I_A R_A = I_0 R_0 \text{ άρα } R_0 = (I_A / I_0) \cdot R_A \quad (1)$$

$$\alpha\lambda\lambda\alpha' \quad I = I_0 + I_A \quad \text{όγ } I_0 = I - I_A = n I_A - I_A = (n-1) I_A \quad (2)$$

Έτσι από τις (1) και (2) προκύπτει $R_0 = \frac{1}{n-1} \cdot R_A$

- Μέσα από την αντίσταση "shunt" R_0 διέρχεται ρεύμα $I_0 = (n-1) I_A$ και η συνολική "εσωτερική" αντίσταση των "νέων" οργάνων που ζητάμε θα είναι:

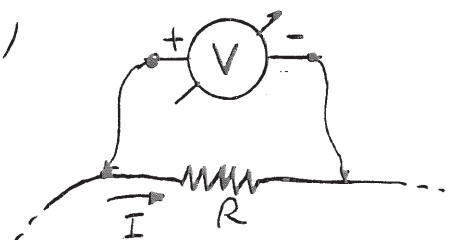
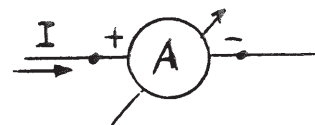
$$R_{KA} = \frac{R_A R_0}{R_A + R_0} = \frac{R_A \cdot (1/(n-1)) R_A}{R_A + (1/(n-1)) R_A} = \dots \quad \text{όγ } \boxed{R_{KA} = \frac{1}{n} R_A}$$

- Έτσι αν θέλουμε 10 ηλιασμένο κύκλωμα θα είναι $R_0 = \frac{1}{9} R_A$
 " " " 100 " " " " " " $R_0 = \frac{1}{99} R_A$
 κ.τ.λ.

5- "ΟΡΘΗ ΠΟΛΙΚΟΤΗΤΑ" οργάνων

Όταν λέμε, ότι έχουμε συνδέσει ένα όργανο με την "ορθή" πολικότητα, σημαίνει, ότι έχουμε συνδέσει το (+) τον κυκλώματος με τον ακροδέκτη (+) του οργάνου.

Π.χ. βλ. στο διηγητό σχήμα για ένα Αμπερόμετρο και ένα Βολτόμετρο



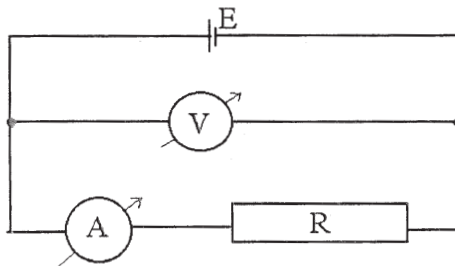
9.3-Μέθοδοι μετρήσεως αντιστάσεως

1. Με χρήση βολτομέτρου και Αμπερομέτρου

Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή μετράμε την τάση στα άκρα της αντιστάσεως με ένα βολτόμετρο και το ρεύμα που τη διαρρέει με ένα αμπερόμετρο. Υπολογίζουμε την τιμή της αντιστάσεως από το πηλίκο των ενδείξεων των δύο οργάνων.

Μπορούμε να διακρίνουμε δύο τρόπους συνδέσεως των οργάνων.

α.

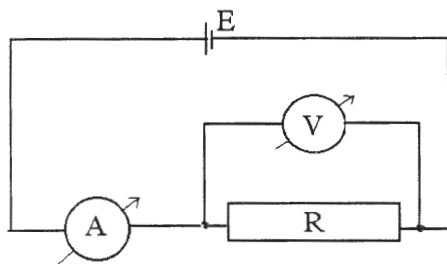


Παρατηρούμε ότι το βολτόμετρο μετρά και την πτώση τάσεως πάνω στο αμπερόμετρο. Το αμπερόμετρο θεωρείται ότι έχει μικρή αλλά όχι αμελητέα εσωτερική αντίσταση. Η αντίσταση R δίνεται από τη σχέση:

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

Για να έχουμε καλή ακρίβεια θα πρέπει η R_A (η εσωτερική αντίσταση του αμπερομέτρου), να είναι μικρή.

β.



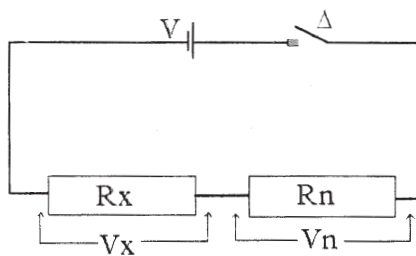
Το αμπερόμετρο μετρά και το ρεύμα που περνάει από την αντίσταση R και από το βολτόμετρο. Αν το βολτόμετρο έχει εσωτερική αντίσταση R_V , (μεγάλη μεν αλλά όχι άπειρη), τότε η αντίσταση R δίνεται από τη σχέση:

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

Για να έχουμε καλή ακρίβεια θα πρέπει η R_V (η εσωτερική αντίσταση του βολτομέτρου), να είναι όσο γίνεται μεγαλύτερη, και για να είμαστε πιο ακριβείς πολύ πιο μεγάλη από την προς μέτρηση αντίσταση. Η συνθήκη αυτή ικανοποιείται συνήθως με τα ηλεκτρονικά και τα ψηφιακά πολύμετρα, αλλά όχι απαραίτητα με τα αναλογικά. (Γιατί;)

2. Με σύγκριση τάσεων

Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή σχηματίζουμε ένα διαιρέτη τάσεως με δύο αντιστάσεις. Η μία (R_n) θεωρείται γνωστή. Συνήθως σχηματίζεται από “κουτιά αντιστάσεων” μέσω των οποίων μπορούμε να επιλέξουμε αντιστάσεις με μεγάλη ακρίβεια.



Μετράμε με ένα βολτόμετρο, τις τάσεις V_x και V_n και υπολογίζουμε την άγνωστη αντίσταση R_x από τη σχέση:

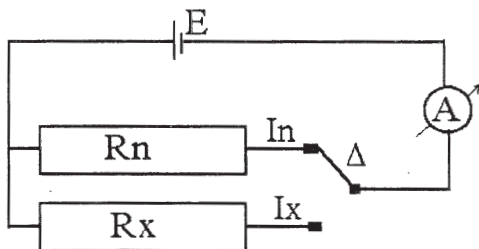
$$R_x = R_n \frac{V_x}{V_n}$$

Για ελαχιστοποίηση του σφάλματος θα πρέπει να ισχύει:
 $R_v \gg R_x, R_v \gg R_n$ (R_v η εσ. αντ. Βολτομέτρου)

Επίσης θα πρέπει οι αντιστάσεις R_x και R_n να έχουν παρεμφερείς τιμές, ώστε να χρησιμοποιηθεί ίδια κλίμακα βολτομέτρου για τις μετρήσεις των V_x και V_n .

3. Με σύγκριση Εντάσεων

Είναι δυαδική της προηγούμενης μεθόδου. Σχηματίζουμε ένα διαιρέτη ρεύματος μεταξύ της άγνωστης αντιστάσεως R_x και μιας γνωστής ακριβείας, R_n



Μετράμε διαδοχικά το ρεύμα που διέρχεται από τις δύο αντιστάσεις και υπολογίζουμε την άγνωστη αντίσταση από τη σχέση:

$$R_x = R_n \frac{I_n}{I_x}$$

Για ελαχιστοποίηση του σφάλματος θα πρέπει να ισχύει:
 $R_x \approx R_n$ και $R_A \ll R_x, R_A \ll R_n$ (R_A εσ. Αντ. Αμπερομέτρου)

Επίσης θα πρέπει οι αντιστάσεις R_x και R_n να έχουν παρεμφερείς τιμές, ώστε να χρησιμοποιηθεί ίδια κλίμακα αμπερομέτρου για τις μετρήσεις των I_x και I_n .

4. Γέφυρα WHEATSTONE

Η γέφυρα Wheatstone είναι μια από τις βασικότερες διατάξεις για πλήθος ηλεκτρικών μετρήσεων.

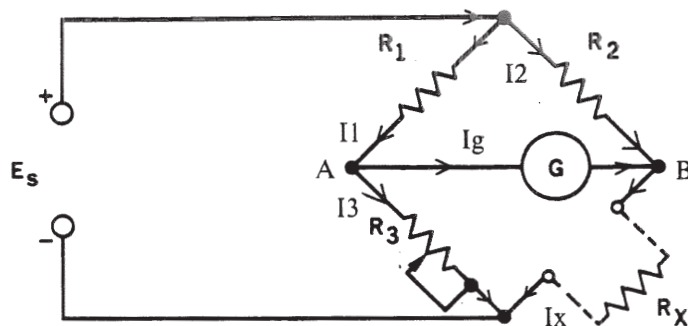
Αρχή της λειτουργίας

Αν μεταβάλλουμε μια αντίσταση, π.χ. την R_3 , μπορούμε να προκαλέσουμε μηδενισμό του ρεύματος I_g που περνάει μέσα από το όργανο G .

(Το όργανο αυτό ονομάζεται γαλβανόμετρο. Στην πραγματικότητα πρόκειται για αμπερόμετρο, του οποίου η θέση ισορροπίας, δηλ. η ένδειξη 0 είναι στο μέσο της κλίμακας.)

Αυτό συμβαίνει όταν τα σημεία A και B είναι ισοδυναμικά, δηλ. η διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων A και B είναι 0. Τότε η γέφυρα ισορροπεί.

(Όταν πρόκειται για γέφυρα συνεχούς ρεύματος (όπως στο σχήμα) η πολικότητα της διαφοράς δυναμικού, άρα και η φορά του ρεύματος θα καθορίσει και την φορά απόκλισης της βελόνης του οργάνου).



Κατά την ισορροπία:

$$V_{AB}=0 \text{ δηλ. } V_A=V_B \Rightarrow V_{R1}=V_{R2} \text{ και } V_{R3}=V_{Rx}$$

$$I_1=I_3 \text{ και } I_2=I_x$$

$$I_1 \cdot R_1 = I_2 \cdot R_2, \quad I_3 \cdot R_3 = I_x \cdot R_x \Rightarrow \frac{R_1}{R_3} = \frac{R_2}{R_x}$$

$$\text{δηλαδή αν } R_x \text{ είναι η άγνωστη αντίσταση, τότε: } R_x = \frac{R_2 R_3}{R_1}$$

Οι αντιστάσεις R_2 και R_4 είναι γνωστές αντιστάσεις ακριβείας και η R_1 είναι μεταβλητή αντίσταση ακριβείας (π.χ. από κουτί αντιστάσεων ακριβείας).

Το γαλβανόμετρο έχει και αυτό μια εσωτερική (R_g) αντίσταση, μικρή μεν αλλά υπαρκτή.

Κατά την ισορροπία, εφόσον το ρεύμα $I_g=0$ η τιμή της δεν μας απασχολεί. Όταν όμως η γέφυρα δεν ισορροπεί θα πρέπει και η αντίσταση αυτή να λαμβάνεται υπ' όψη.

Για να παρέχει η πηγή τη μέγιστη ισχύ στη γέφυρα, κατά την κατάσταση ισορροπίας της θα πρέπει:

$$R_E = \frac{(R_1 + R_3)(R_2 + R_x)}{R_1 + R_3 + R_2 + R_x} \quad (R_E \text{ η εσωτερική αντίσταση της πηγής})$$

αλλά
$$R_1 = \frac{R_2 R_3}{R_x}$$

άρα:
$$R_x = R_3 \frac{R_2 + R_x}{R_3 + R_x}$$

Επίσης για να παρέχεται μέγιστη ισχύς στον γαλβανομετρικό κλάδο, θα πρέπει η εσωτερική αντίσταση του γαλβανομέτρου R_g να είναι ίση με την “εσωτερική αντίσταση της γεφύρας”, δηλαδή την αντίσταση που φαίνεται από τα σημεία A και B.

Αποδεικνύεται ότι θα πρέπει να ισχύει:
$$R_g = R_2 \frac{R_3 + R_x}{R_2 + R_x}$$

Οι δύο τελευταίες σχέσεις δίνουν τις καλλίτερες συνθήκες μετρήσεων με τη γέφυρα.

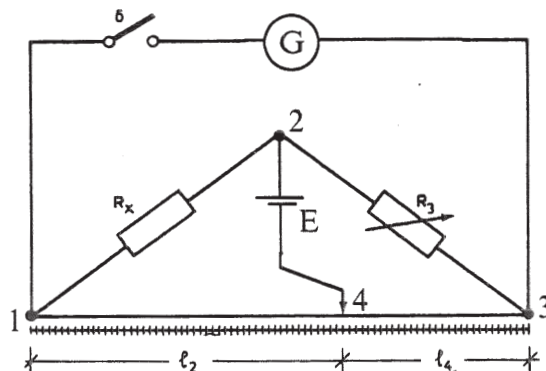
Ασκήσεις

1. Να ευρεθεί το ρεύμα δια του γαλβανομέτρου όταν δεν ισορροπεί η γέφυρα, σαν σχέση των αντιστάσεων.
2. Να αποδειχθεί ότι η συνθήκη ισορροπίας δεν μεταβάλλεται αν στην συνδεσμολογία αντιμετωπούν το γαλβανόμετρο και η πηγή.

Πρακτική Κατασκευή Γεφύρας

Γέφυρα με μεταβαλλόμενη χορδή

Στον τύπο αυτό οι δύο γνωστές αντιστάσεις αντικαθίστανται από μια μεταλλική χορδή πάνω στην οποία ολισθαίνει ο δρομέας. Έτσι η χορδή χωρίζεται σε δύο τμήματα. Στην πράξη δημιουργείται μια γέφυρα όπως αυτή του σχήματος.



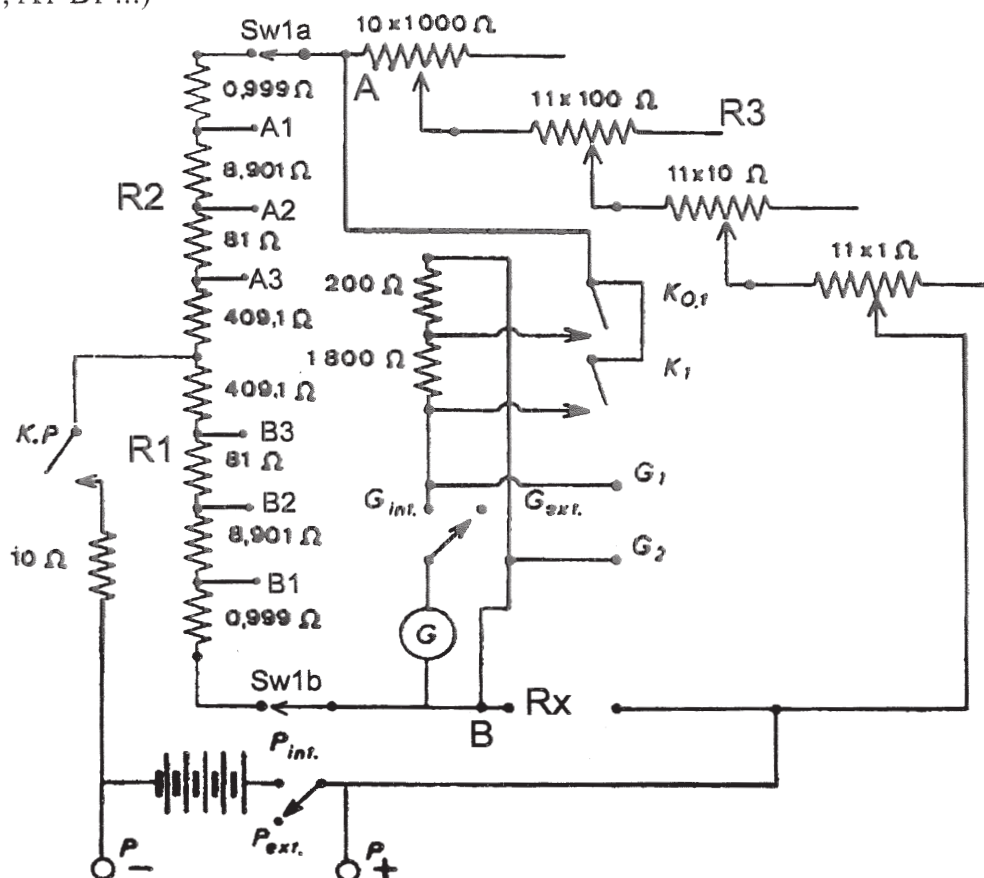
Η προς μέτρηση αντίσταση είναι η R_x . Οι δύο σταθερές αντιστάσεις είναι οι R_2 και R_4 που αντιστοιχούν στα τμήματα l_2 και l_4 της μεταλλικής χορδής.

Η συνθήκη ισορροπίας:

$$R_1 = R_3 \frac{R_2}{R_4} \Rightarrow R_1 \frac{l_2}{l_4}$$

Γέφυρα με κουτί αντιστάσεων (αντιστάσεις με αλλαγή τιμής κατά "βήμα")

Η γέφυρα με κουτί αντιστάσεων, διαθέτει σειρά από αντιστάσεις ακριβείας. Οι διακόπτες SW1a και SW1b είναι συνευγμένοι, ώστε να μετακινούνται ταυτόχρονα στην αντίστοιχη θέση (A-B, A1-B1 ...)



Η αντίσταση R3 αποτελείται από τρία συστήματα επιλογής αντιστάσεων, ώστε να επιλέγεται αντίσταση από 1Ω έως 11221Ω σε βήματα του 1Ω . Οι αντιστάσεις 1800Ω και 200Ω καθορίζουν την ευαισθησία του γαλβανομέτρου. Παρέχεται δυνατότητα για εξωτερικό γαλβανόμετρο και για εξωτερική πηγή τροφοδοσίας.

Εφαρμογές της γέφυρας Wheatstone

Η γέφυρα Wheatstone έχει πολλές εφαρμογές, λόγω της ακριβείας την οποία παρέχει. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο στο συνεχές όσο και στο εναλλασσόμενο ρεύμα.

Αν στη θέση της προς μέτρηση αντιστάσεως, χρησιμοποιηθούν αντιστάσεις των οποίων η τιμή μεταβάλλεται με άλλα φαινόμενα, με κατάλληλη βαθμονόμηση μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μέτρηση θερμοκρασίας, πίεσεως κλπ.

Ειδικότερα για την μέτρηση θερμοκρασίας, η αρχή μετρήσεων στηρίζεται στο φαινόμενο της μεταβολής της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης (ρ) από τη μεταβολή της θερμοκρασίας. Το φαινόμενο αυτό εξετάζεται σε άλλη ενότητα (Επίδραση της θερμοκρασίας επί της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης).

Παραλλαγές της γέφυρας Wheatstone χρησιμοποιούνται για μέτρηση πηνίων (γέφυρα Maxwell) και πυκνωτών (γέφυρα Schering), μέτρηση σφαλμάτων σε καλώδια (μέθοδος Murray) κλπ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ

- 10.1 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ - 1 -
Ωμόμετρο, Γέφυρα R/L/C, Συνδεσμολογίες R/L/C
- 10.2 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ - 2 -
Πηγές Εργαστηρίου ΣΡ-ΕΡ, Βολτόμετρο - Αμπερόμετρο, Μετρήσεις Τάσεων και Ρευμάτων σε κυκλώματα R, L, C
- 10.3 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ - 3 -
Χρήση Βαττόμετρου και Μετρητή $\cos\phi$, Αναβαθμονόμηση Κλίμακας Οργάνου, Μετρήσεις ισχύος και $\cos\phi$ στο Σ.Ρ. / Ε.Ρ.
- 10.4 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ - 4 -
Παλμογράφος και Σηματογεννήτρια, Μετρήσεις με Παλμογράφο στο Ε.Ρ
- 10.5 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ - 5 -
Αρχές Ηλεκτρολογικού Σχεδίου, Διακόπτες, Μετρήσεις με διάφορα όργανα, Εξάσκηση στη χρήση των οργάνων
- 10.6 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ - 6 -
Φόρτιση / Εκφόρτιση πυκνωτή / πηνίου, Κυκλώματα RC / RL
- 10.7 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ - 7 -
Κυκλώματα Συντονισμού
- 10.8 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ - 8 -
Τριφασικά Κυκλώματα, Μέτρηση Τριφασικής ισχύος
- 10.9 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ - 9 -
Πειραματική Επαλήθευση Βασικών Θεωρημάτων Ηλεκτροτεχνίας

Σ.Ν.Δ.
ΕΛΡΑ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ
Αο Έτος
“ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ - ΘΕΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ”

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ - 1 -

Ωμόμετρο
Γέφυρα R/L/C
Συνδεσμολογίες R/L/C

Ν.ΔΟΚΙΜΟΣ :

Μέλη Ομάδας :

:

:

:

ΕΤΟΣ / ΤΜΗΜΑ :

Τετράμηνο / Εκπ. Έτος :

Ημερομηνία Πειράματος :

Θέση εργασίας :

“ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ - ΘΕΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ” Αριθμός (7)

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ - 1 -

Ωμόμετρο
Γέφυρα R/L/C
Συνδεσμολογίες R/L/C

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Εγχειρίδιο Εργαστηρίου Ηλεκτροτεχνίας και Ηλεκτροτεχνικών εφαρμογών
2. Όργανα Μετρήσεων Εργαστηρίων Ηλεκτροτεχνίας
3. Ηλεκτροτεχνία Τόμος Ι, Ν.Κορίκη

Γενικές Οδηγίες

Κατά την διάρκεια του πειράματος εκτελέστε την ενότητα “IV ΠΕΙΡΑΜΑ” και καταχωρήστε τα αποτελέσματα των μετρήσεων, όσων υπολογισμών είναι απαραίτητο να γίνουν κατά τη διάρκεια του Πειράματος και ότι παρατηρήσεις έχετε στο “ΠΡΟΧΕΙΡΟ” ενότητας “IV”.

Μετά το εργαστηριακό πείραμα, την ώρα της μελέτης, θα γίνει η ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ (η ΕΚΘΕΣΗ) του Πειράματος στην ενότητα “V ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ”.

I. ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

1. Εκμάθηση της χρήσης του Πολύμετρου σαν Ωμόμετρο.
2. Εκμάθηση της χρήσης της Γέφυρας μέτρησης Αντίστασης, Αυτεπαγωγής και Χωρητικότητας Γέφυρα R, L, C).
3. Με χρήση του κώδικα χρωμάτων αντιστάσεων, να αναγνωρισθούν αντιστάσεις και να γίνουν μερικές μετρήσεις αυτών με την χρήση ωμομέτρου.
4. Να γίνουν διάφορες συνδεσμολογίες R, L και C, να μετρηθούν και επιβεβαιωθούν
5. Να προσδιορισθούν οι συντελεστές απωλειών D και Q πυκνωτών και πηνίων αντίστοιχα.
6. Να γίνει σύγκριση αποτελεσμάτων από θεωρητικούς υπολογισμούς και από μετρήσεις και να σχολιασθούν οι διαφορές.

II ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ

- Βασικές αρχές μετρήσεων, μέτρα ασφαλείας και τρόπος εργασίας στο εργαστήριο
- Αρχές λειτουργίας οργάνων
- Κώδικες χρωμάτων αντιστάσεων
- Υπολογισμός ισοδυνάμων αντιστάσεων, πηνίων και πυκνωτών

III ΟΡΓΑΝΑ / ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΘΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΟΥΝ

- Πολύμετρο σαν Ωμόμετρο
- Γέφυρα μέτρησης R, L και C
- Σειρά αντιστάσεων, πυκνωτών και πηνίων
- Καλώδια σύνδεσης

IV ΠΕΙΡΑΜΑ

ΜΕΡΟΣ Α

- A.1 Σύντομη περιγραφή / εξήγηση χρήσης Ωμομέτρου
A.2 Σύντομη περιγραφή / εξήγηση χρήσης Γέφυρας R,L,C.

ΜΕΡΟΣ Β - ΩΜΙΚΕΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ

- * **Πρόκειται να γίνει η συνδεσμολογία του Σχήματος 1 και μετρήσεις επ' αυτής.**
B.1. Αναγνωρίστε, βάσει του "κώδικα χρωμάτων", τις αντιστάσεις που θα χρησιμοποιηθούν, συμπληρώστε στον Πίνακα 1 τη στήλη 2α (χρώματα) και τη στήλη 3α (ανοχή της αντίστασης).
B.2. Να μετρηθούν με το ωμόμετρο οι αντιστάσεις που θα χρησιμοποιηθούν.
B.3. Κάντε την συνδεσμολογία του Σχήματος 1. Βεβαιωθείτε από τις αντιστάσεις που έχουν ίδια ονομαστική τιμή ποία θα χρησιμοποιηθεί και πού στο κύκλωμα, (πιθανόν δύο αντιστάσεις με ίδια "ονομαστική τιμή", να έχουν διαφορετική "πραγματική τιμή" ή "τιμή μέτρησης").
B.4. Να μετρηθούν με το ωμόμετρο οι συνδυασμοί αντιστάσεων της στήλης 1β του Πίνακα 1, δηλ. οι ολικές αντιστάσεις, όπως "φαινονται", από τα αντίστοιχα σημεία του Σχήματος 1.

ΜΕΡΟΣ Γ - ΠΗΝΙΑ / ΑΥΤΕΠΑΓΩΓΕΣ

- * **Πρόκειται να γίνει η συνδεσμολογία του Σχήματος 2 και μετρήσεις επ' αυτής.**
Γ.1. Αναγνωρίστε τα πηνία που θα χρησιμοποιηθούν και συμπληρώσατε τις ονομαστικές τιμές, στήλη 2α - Πίνακα 2.
Γ.2. Με χρήση της "Γέφυρας R,L,C" μετρήστε τις πραγματικές τιμές των πηνίων.
Γ.4. Συνδεσμολογήστε το κύκλωμα του Σχήματος 2.
Γ.5. Με χρήση της "Γέφυρας R,L,C" μετρήστε τις τιμές των συνδυασμών πηνίων της στήλης 1α Πίνακα 2, δηλ. οι ολικές αυτεπαγωγές, όπως "φαινονται", από τα αντίστοιχα σημεία του Σχήματος 2.

ΜΕΡΟΣ Δ - ΠΥΚΝΩΤΕΣ

- * **Πρόκειται να γίνει η συνδεσμολογία του Σχήματος 3 και μετρήσεις επ' αυτής.**
Δ.1. Αναγνωρίστε τους πυκνωτές του Σχήματος 3 και συμπληρώσατε τις στήλες 2α και 3α Πίνακα 3.
Δ.2. Με χρήση της "Γέφυρας R,L,C" μετρήστε τις πραγματικές τιμές των πυκνωτών.
Δ.3. Συνδεσμολογήστε το κύκλωμα του Σχήματος 3.
Δ.4. Με χρήση της "Γέφυρας R,L,C" μετρήστε τις τιμές των συνδυασμών πυκνωτών (στήλη 1β, Πίνακα 3).
Δ.5. Από την ομάδα πυκνωτών που έχετε στο συρτάρι της θέσης σας, εντοπίστε τους ηλεκτρολυτικούς πυκνωτές και αναγνωρίστε το θετικό και αρνητικό πόλο.

Καταγράψτε με ποιο τρόπο έχει σημειωθεί η πολικότητα των ηλεκτρολυτικών αυτών πυκνωτών.

ΜΕΡΟΣ Ε - ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ

ΠΥΚΝΩΤΩΝ και ΠΗΝΙΩΝ

Πυκνωτές

Ως "Συντελεστής απωλειών" ενός πυκνωτή ορίζεται το μέγεθος $D = 1/\omega RC = 1/Q$, όπου R είναι η "αντίσταση απωλειών" του ηλεκτρικού του πυκνωτή, θεωρούμενη συνδεδεμένη παράλληλα στο ιδανικό πυκνωτή.

- E.1. Με χρήση της "Γέφυρας R,L,C" μετρήστε τον συντελεστή D του πυκνωτή 0.1μF.
E.2. Υπολογίστε την αντίσταση απωλειών R του πυκνωτή 0.1μF, για συχνότητα $f = 1\text{KHz}$ και $f = 10\text{KHz}$
E.3. Συνδέστε αντίσταση 1MΩ παράλληλα στον πυκνωτή 0.1μF, ώστε να προσομοιώσετε διάτρηση ηλεκτρικού. Μετρήστε τον συντελεστή D', για συχνότητα $f=1\text{KHz}$ και $f=10\text{KHz}$ και υπολογίστε την αντίσταση απωλειών R' του πυκνωτή

Συμείωση: Επειδή έχουμε μόνο μια γέφυρα που μετράει D, η μέτρηση θα γίνεται διαδοχικά. Κάθε ομάδα θα μετράει, με την βοήθεια του καθηγητή, τον πυκνωτή της (E1) και τον συνδυασμό πυκνωτή και αντίστασης 1MΩ (E2).

Πηνία

Ως "Συντελεστής ποιότητας" ενός πηνίου ορίζεται το μέγεθος $Q = \omega L/R$, όπου η "αντίσταση" R είναι η αντίσταση του σύρματος, από το οποίο είναι κατασκευασμένο το πηνίο και η οποία θεωρείται συνδεδεμένη en σειρά με το ιδανικό πηνίο.

- E.χ. Μετρήσατε με το Ωμόμετρο την αντίσταση του πηνίου των 8H.
E.χ. Υπολογίστε την τιμή του συντελεστή Q για συχνότητα $f = 50\text{ Hz}$ και $f = 500\text{ Hz}$.
E.χ. Μετρήσατε με την "Γέφυρα R,L,C" την τιμή της αυτεπαγωγής και του συντελεστή Q του πηνίου των 8H για τις αντίστοιχες συχνότητες $f=50\text{ Hz}$ και $f=500\text{ Hz}$.

ΠΡΟΧΕΙΡΟ

ΜΕΡΟΣ Α (Σύντομη περιγραφή / εξήγηση χρήσης Ωμομέτρου και Γέφυρας R,L,C.

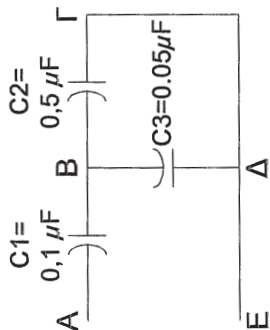
ΜΕΡΟΣ Β - ΩΜΙΚΕΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ

Σχήμα 2

1α	2α	3α
	Ονομ. τιμή (H)	Μετρ. Τιμή (H)
L1		
L2		
L3		
LAE		
LBA		
LAF		
LΔΓ		

Πίνακας 2

ΜΕΡΟΣ Δ - ΠΥΚΝΩΤΕΣ

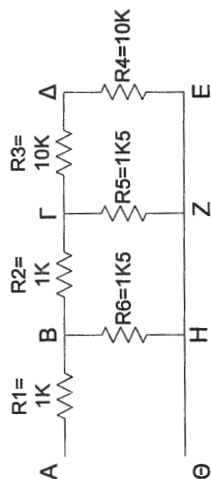


Σχήμα 3

1α	2α	3α	4α
	Χρώματα πυκνωτή ή στοιχείο που γράφει επάνω	Ονομ. τιμή, Ανοχή (μF)	Πραγμ. Τιμή (μF)
C1			
C2			
C3			

1β	4β
	Μετρ. Τιμή (μF)
CAE	
CBA	
CAG	
CΔΓ	

Πίνακας 3



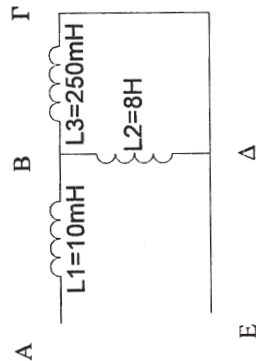
Σχήμα 1

1α	2α	3α	4α
	Χρώματα	Ονομ. τιμή, Ανοχή (Ω)	Μετρ. Τιμή (Ω)
R1		1 KΩ	
R2		1 KΩ	
R3		10 KΩ	
R4		10 KΩ	
R5		1.5 KΩ	
R6		1 KΩ	

1β	4β
	Μετρ. Τιμή (Ω)
RAΘ	
RBH	
RAF	
RHZ	
RΓZ	
RBA	

Πίνακας 1

ΜΕΡΟΣ Γ - ΠΗΝΙΑ / ΑΥΤΕΠΑΓΩΓΕΣ



ΜΕΡΟΣ Ε - ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΠΥΚΝΩΤΩΝ και ΠΗΝΙΩΝ

Πυκνωτές

Για Πυκνωτή 0.1 μ F

f (HZ)	D (υπολ.)	D (μετρ.)	R (υπολ.)
1000			
10000			

Για Πυκνωτή 0.1 μ F παράλληλα σε αντίσταση 1M Ω

f (HZ)	D' (υπολ.)	D' (μετρ.)	R' (υπολ.)
1000			
10000			

Πίνακας 4

Πηνία

Για πηνίο 8H,

Αντίσταση που μετρήθηκε με Ωμόμετρο: _____

Μέτρηση με γέφυρα: _____

f (HZ)	R (μετρ.)	Q (υπολ.)	Q (μετρ.)
50			
500			

Πίνακας 5

(ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ)

Μετά το Πείραμα, την ώρα της μελέτης, ΑΝΑΠΤΥΞΤΕ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ, καθορίζοντας τα αποτελέσματα των μετρήσεων, συμπληρώνοντας τα παρακάτω, προσθέτοντας ότι παρατηρήσεις, συμπεράσματα και σχόλια κρίνετε κατά την κρίση σας χρήσιμα, κλπ.

V ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

ΜΕΡΟΣ Α

- A.1 Σύνοψη περιγραφή / εξέγηση χρήσης Ωμομέτρου
A.2 Σχεδιάστε τις κλίμακες του ωμομέτρου, και σημειώσατε τις ενδείξεις του επλογικού διακόπτη κλίμακας..
A.3 Σύνοψη περιγραφή / εξέγηση χρήσης Γέφυρας R,L,C.

ΜΕΡΟΣ Β - ΩΜΙΚΕΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ

- B.1 Σχεδιάστε τη συνδεσμολογία του κυκλώματος, στο οποίο έγιναν οι μετρήσεις.

- B.2. Συμπληρώστε τις στήλες του Πίνακα 1, από τις τιμές που πήρατε κατά την διεξαγωγή του πειράματος και από ότι υπολογισμούς χρειάζεται. Πρέπει να γραφούν και οι τύποι υπολογισμού.

1α	2α	3α	4α	5α
Χρώματα		Ονομ.τιμή (Ω)	Ανοχή (%)	Μετρ. Τιμή (Ω)
R1		1 ΚΩ		
R2		1 ΚΩ		
R3		10 ΚΩ		
R4		10 ΚΩ		
R5		1,5 ΚΩ		
R6		1 ΚΩ		

1β	2β	3β	4β	5β
Υπολογ. Τιμή (Βάσει Ον. Τιμών) (Ω)		Υπολογ. Τιμή (Βάσει Πρ. Τιμών) (Ω)	Μετρ. Τιμή (Ω)	Σφάλμα μεταξύ στήλης 3β και 4β (%)
RAΘ				
RBH				
RAΓ				
RHZ				
RIΖ				
RBA				

Πίνακας 1

- B.3. Αναγνωρίστε τις τιμές των παρακάτω αντιστάσεων.

1. ΜΑΥΡΟ, ΕΡΥΘΡΟ (κόκκινο), ΕΡΥΘΡΟ, ΧΡΥΣΟ

2. ΚΙΤΡΙΝΟ, ΜΑΥΡΟ, ΚΑΦΕ, ΛΑΣΗΜΙ _____ Ω
3. ΦΑΙΟ (γκρι), ΜΑΥΡΟ, ΠΟΡΤΟΚΑΛΛΙ, ΕΡΥΘΡΟ _____ Ω
4. ΚΥΑΝΟΝ, ΕΡΥΘΡΟ, ΧΡΥΣΟ, ΚΑΦΕ _____ Ω
5. ΕΡΥΘΡΟ, ΙΩΔΕΣ (βιολετί), ΚΑΦΕ, ΧΡΥΣΟ, ΕΡΥΘΡΟ _____ Ω

- B.4. Δώστε τον κώδικα χρωμάτων των παρακάτω αντιστάσεων:

2Κ2, 5%	3Κ, 2%, 4Κ3, 10%
0Ω2, 1%	5Ω, 5%, 64Μ, 5%

- B.5. Με τη βοήθεια σχήματος εξηγήσατε, πώς θα μετρήσετε την τιμή μιας αντιστάσεως με χρώματα ΕΡΥΘΡΟ, ΕΡΥΘΡΟ, ΕΡΥΘΡΟ, ΛΑΣΗΜΙ με το ωμόμετρο, που χρησιμοποιήσατε στο Εργαστήριο. Να δώσετε **ΟΛΑ** τα απαιτούμενα βήματα για τη μέτρηση.

- B.6. Ποια περιοχή αντιστάσεων μετράει κάθε κλίμακα του ωμομέτρου, που χρησιμοποιήσατε κατά το Πείραμα ;

ΜΕΡΟΣ Γ - ΠΙΝΗΙΑ / ΑΥΤΕΠΑΓΩΓΕΣ

- B.1 Σχεδιάστε τη συνδεσμολογία του κυκλώματος, στο οποίο έγιναν οι μετρήσεις.

- B.2. Συμπληρώστε τις στήλες του Πίνακα 2, από τις τιμές που πήρατε κατά την διεξαγωγή του πειράματος και από ότι υπολογισμούς χρειάζεται. Πρέπει να γραφούν και οι τύποι υπολογισμού.

1α	2α	3α	4α
Ονομ.τιμή (H)		Μετρ. Τιμή (H)	Σφάλμα (%)
L1			
L2			
L3			

1β	2β	3β	4β	5β
Υπολογ. Τιμή (Βάσει Ον. Τιμών) (H)		Υπολογ. Τιμή (Βάσει Πρ. Τιμών) (H)	Μετρ. Τιμή (H)	Σφάλμα μεταξύ στήλης 3β και 4β (%)
LAE				
LBA				
LAG				
LΔΓ				

Πίνακας 2

ΜΕΡΟΣ Δ - ΠΥΚΝΩΤΕΣ

- B.1 Σχεδιάστε τη συνδεσμολογία του κυκλώματος, στο οποίο έγιναν οι μετρήσεις.
- B.2. Συμπληρώστε τις στήλες του Πίνακα 2, από τις τιμές που πήρατε κατά την διεξαγωγή του πειράματος και από ότι υπολογισμούς χρειάζεται. Πρέπει να γραφούν και οι τύποι υπολογισμού.

1α	2α	3α	4α	5α
Χρώματα πυκνωτού ή στοιχεία που γράφει επάνω	Ονομ.τιμή, (μF)	Ανοχή (%)	Μετρ. Τιμή (μF)	Σφάλμα (%)
C1				
C2				
C3				

1β	2β	3β	4β	5β
Υπολογ. Τιμή (Βάσει Ον. Τιμών) (μF)	Υπολογ. Τιμή (Βάσει Πρ. Τιμών) (μF)	Μετρ. Τιμή (μF)	Σφάλμα μεταξύ στήλης 3β και 4β (%)	
CAE				
CBA				
CAG				

Πίνακας 3

ΜΕΡΟΣ Ε - ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΠΥΚΝΩΤΩΝ και ΠΗΝΙΩΝ

- * Από τις μετρήσεις που πήρατε και από κατάλληλους υπολογισμούς συμπληρώστε τους παρακάτω Πίνακες.

Πυκνωτές

Στοιχεία Πυκνωτή :

Για Πυκνωτή 0.1 μF

f (HZ)	D (υπολ.)	D (μετρ.)	R (υπολ.)
1000			
10000			

Για Πυκνωτή 0.1 μF παράλληλα σε αντίσταση 1ΜΩ

f (HZ)	D' (υπολ.)	D' (μετρ.)	R' (υπολ.)
1000			
10000			

Πίνακας 4

Πηνία

Στοιχεία πηνίου :

Αντίσταση που μετρήθηκε με Ωμόμετρο:

Μέτρηση με γέφυρα:

f (HZ)	R (μετρ.)	Q (υπολ.)	Q (μετρ.)
50			
500			

Πίνακας 5

ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΣΧΟΛΙΑ-ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΙΣΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΡΙΣΗ ΣΑΣ

(Οι Σπουδαστές να ΜΗΝ γράφουν οτιδήποτε, από εδώ και κάτω)

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗ

Σ.Ν.Δ.
ΕΔΡΑ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ
Αο Έτος
“ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ - ΘΕΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ”

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ - 2 -

Πηγές Εργαστηρίου ΣΡ - ΕΡ
Βολτόμετρο - Αμπερόμετρο
Μετρήσεις Τάσεων και Ρευμάτων
σε κυκλώματα R, L, C

Ν.ΔΟΚΙΜΟΣ :

Μέλη Ομάδας :

ΕΤΟΣ / ΤΜΗΜΑ :

Τετράμηνο / Εκτ. Έτος :

Ημερομηνία Παράματος :

Θέση εργασίας :

Σ.Ν.Δ. - ΕΔΡΑ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ
“ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ - ΘΕΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ” Αριθμός (8)
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ - 2 -

Πηγές Εργαστηρίου ΣΡ - ΕΡ
Βολτόμετρο - Αμπερόμετρο
Μετρήσεις Τάσεων και Ρευμάτων
σε κυκλώματα R, L, C

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Εγχειρίδιο Εργαστηρίου Ηλεκτροτεχνίας και Ηλεκτροτεχνικών εφαρμογών
2. Όργανα Μετρήσεων Εργαστηρίων Ηλεκτροτεχνίας
3. Ηλεκτροτεχνία Τόμος 1, Ν.Κορίκη

Γενικές Οδηγίες

Κατά την διάρκεια του πειράματος εκτελέστε την ενότητα “IV ΠΕΙΡΑΜΑ” και καταχωρήστε τα αποτελέσματα των μετρήσεων, όσων υπολογισμών είναι απαραίτητο να γίνουν κατά τη διάρκεια του Πειράματος και ότι παρατηρήσεις έχετε στο “ΠΡΟΧΕΙΡΟ” ενότητας “IV”.

Μετά το εργαστηριακό πείραμα, την ώρα της μελέτης, θα γίνει η ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ (η ΕΚΘΕΣΗ) του Πειράματος στην ενότητα “V ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ”.

ΣΕ ΟΛΕΣ τις μετρήσεις, υπολογισμούς και σχήματα που κάνετε να σημειώσετε τις φορές αναφοράς Τάσεων και Ρευμάτων βάσει των οποίων έγιναν αυτά

I. ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

1. Εκμάθηση της χρήσης των πηγών ΣΡ και ΕΡ του εργαστηρίου
2. Εκμάθηση της χρήσης ψηφιακών και αναλογικών Βολτομέτρων και Αμπερομέτρων Εργαστηρίου
3. Να γίνει μέτρηση ΗΕΔ και Res. των πηγών του εργαστηρίου
4. Να γίνουν μετρήσεις V, I σε απλά κυκλώματα στο ΣΡ. Επιβεβαίωση Νόμων Kirchhoff
5. Να γίνουν μετρήσεις V, I στο ΕΡ.
6. Να γίνει σύγκριση αποτελεσμάτων από θεωρητικούς υπολογισμούς και από μετρήσεις και να σχολιασθούν οι διαφορές.

II ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ

- Βασικές αρχές μετρήσεων, μέτρα ασφαλείας και τρόπος εργασίας στο εργαστήριο
- Αρχές λειτουργίας οργάνων
- Κώδικες χρωμάτων αντιστάσεων
- Υπολογισμός ισοδυνάμων αντιστάσεων, πηγών και πυκνωτών
- Βασικοί νόμοι Ηλεκτροτεχνίας περί επιλύσεως κυκλωμάτων
- Γνώσεις που αποκτήθηκαν κατά τα προηγούμενα εργαστηριακά πειράματα

III ΟΡΓΑΝΑ / ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΘΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΟΥΝ

- Πολύμετρα (σαν Ωμόμετρο, Βολτόμετρο και Αμπερόμετρο).
- Βολτόμετρα - Αμπερόμετρα
- Σειρά αντιστάσεων, πυκνωτών και πηγών

IV ΠΕΙΡΑΜΑ

ΜΕΡΟΣ Α

- A.1 Σύνοψη περιγραφή / εξήγηση χρήσης πηγών (τροφοδοτικών) ΣΡ και ΕΡ
A.2 Σύνοψη περιγραφή / εξήγηση χρήσης αναλογικού και ψηφιακού πολυμέτρου σαν βολτόμετρο.
A.3 Σύνοψη περιγραφή / εξήγηση χρήσης αναλογικού και ψηφιακού πολυμέτρου σαν αμπερόμετρο
A.4 Σύνοψη περιγραφή / εξήγηση χρήσης αναλογικών αμπερόμετρων.

ΜΕΡΟΣ Β - Μέτρηση ΗΕΔ και Res. των πηγών του Εργαστηρίου

- * Πρόκειται να γίνει η συνδεσμολογία του Σχήματος 1 και μετρήσεις επ' αυτής (πρώτα με την πηγή Σ.Ρ. και μετά με την πηγή Ε.Ρ.)

Αν στους πόλους της πηγής συνδέσουμε ένα βολτόμετρο, που διαθέτει υψηλή εσωτερική αντίσταση, όπως π.χ. τα ψηφιακά, και η πηγή ΔΕΝ τροφοδοτεί καταναλωτή (διακόπτης δ ανοικτός), τότε η ένδειξη του βολτομέτρου ισούται (με προσέγγιση) με την ΗΕΔ της πηγής.

- B.1 Ρυθμίστε τη "μεταβλητή αντίσταση" σε τιμή περίπου 30 Ω, (μερώντας με το Ωμόμετρο).
B.2 Ρυθμίστε την πηγή Σ.Ρ. σε πολική τάση $V_{\pi} = 30 \text{ V}$.
B.3 Τι σχέση έχει η τάση αυτή με την ΗΕΔ Ε της πηγής;
B.3 Συνδεσμολογίστε το κύκλωμα του Σχήματος 1, κλείστε το διακόπτη δ .
ΠΡΟΣΟΧΗ, για τις μετρήσεις στη συνέχεια τα όργανα πρέπει να είναι στην κλίμακα DC.
B.4 Μετρήστε το ρεύμα IV που διέρχεται από το βολτόμετρο καθώς και την τάση VA που επικρατεί στα άκρα του Αμπερομέτρου.
B.4 Τι παρατηρείτε ;
B.5 Μετρήστε την πολική τάση V_{π} και το ρεύμα I, και επιλύστε για να υπολογίστε την εσωτερική αντίσταση r της πηγής.
B.6 Τροφοδοτείστε τώρα την R από την πηγή Ε.Ρ. (50 Hz), την οποία να ρυθμίσετε σε πολική τάση $V_{\pi} = 30 \text{ V}$.
Εκαναλάβετε τα παραπάνω B.3 έως B.6 υπολογίζοντας στο τέλος την τιμή της εσωτερικής αντίστασης Z της πηγής.

ΜΕΡΟΣ Γ - Μετρήσεις V, I σε απλό κύκλωμα R.

- * Πρόκειται να γίνει η συνδεσμολογία του Σχήματος 2 και μετρήσεις επ' αυτής
- Γ.1 Μετρήστε τις αντιστάσεις που θα χρησιμοποιήσετε.
Γ.2 Συνδεσμολογίστε το κύκλωμα του Σχήματος 2 - ΠΡΟΣΟΧΗ η πηγή είναι Σ.Ρ. - και μετρήστε ρεύματα και τάσεις (όπως σημειώνονται). Τα όργανα πρέπει να είναι στην κλίμακα DC.
Επιβεβαιώστε, ότι ισχύουν (περίπου) οι Νόμοι του Kirchhoff.
Γ.3 Στο ίδιο κύκλωμα του Σχήματος 2, τροφοδοτείστε ΤΩΡΑ με πηγή είναι Ε.Ρ. 5 V και μετρήστε πάλι τα ρεύματα και τις τάσεις. Τα όργανα πρέπει να είναι στην κλίμακα AC.
Συγκρίνате τα αποτελέσματα Σ.Ρ και Ε.Ρ..

ΜΕΡΟΣ Δ - Μετρήσεις V και I σε απλό κύκλωμα RL

- * Πρόκειται να γίνει η συνδεσμολογία του Σχήματος 3 και μετρήσεις επ' αυτής
Δ.1 Συνδεσμολογίστε το κύκλωμα του Σχήματος 3 με $L=8.5 \text{ H}$ και $R=10 \text{ K}\Omega$.
Για την τροφοδοσία Ε, να χρησιμοποιήσετε κατ' αρχήν 20 Volt DC.
Δ.2 Μετρήστε τις αναγραφόμενες στο κύκλωμα πτώσεις τάσεων και το ρεύμα. I.
Προσοχή Το αμπερόμετρο και βολτόμετρο στο DC.
Δ.3 Τροφοδοτήστε τώρα με τάση 20 Volt AC
Δ.4 Μετρήστε πάλι τις πτώσεις τάσεως και το ρεύμα. I.
Προσοχή Το αμπερόμετρο και βολτόμετρο στο AC
Δ.5 Να βραχυκυκλωθεί η αντίσταση R και να μετρηθεί η ένταση του ρεύματος I.
Δ.6 Συνδέστε το νέο κύκλωμα (Σχήμα 4).
Σχεδιάστε το νέο κύκλωμα (Σχήμα 4).
Δ.7 Μετρήστε τα ρεύματα I, IL, IR

ΜΕΡΟΣ Ε - Μετρήσεις V και I σε απλό κύκλωμα RC

- * Πρόκειται να γίνει η συνδεσμολογία του Σχήματος 5 και μετρήσεις επ' αυτής (ΠΡΟΣΟΧΗ σε ποιές κλίμακες (AC ή DC) θα πρέπει να είναι κάθε φορά τα όργανα μέτρησης)
E.1 Συνδεσμολογίστε το κύκλωμα του Σχήματος 5 με $R=1.5 \text{ K}\Omega$ και $C=1 \mu\text{F}$ (όχι ηλεκτρολυτικό μια και θα χρησιμοποιηθεί και με ΕΡ παρακάτω).
E.2 Τροφοδοτήστε κατ' αρχήν με 20 Volt DC.
E.2 Τι δείχνει το εν σειρά αμπερόμετρο (συνεχούς) και γιατί ;
E.3 Τροφοδοτήστε τώρα με εναλλασσόμενη τάση 20 V . Να μετρηθεί η ένταση του ρεύματος στο κύκλωμα και η τάση στα άκρα της αντιστάσεως και του πυκνωτή.
E.4 Συνδέστε τον πυκνωτή C και την αντίσταση R παράλληλα.
E.4 Σχεδιάστε το νέο κύκλωμα (Σχήμα 6).
E.5 Μετρήστε τα ρεύματα I, IC, IR
- ΣΤ Μετρήσεις V και I σε απλό κύκλωμα RLC
* Πρόκειται να γίνει η συνδεσμολογία του Σχήματος 7 και μετρήσεις επ' αυτής
ΣΤ.1 Συνδεσμολογίστε το κύκλωμα του Σχήματος 7
 $E=20\text{V}$, $R=1.5 \text{ K}\Omega$, $C=0.47 \mu\text{F}$, $L=8.5 \text{ H}$ ($RL=440 \Omega$)
ΣΤ.2 Να ληφθούν μετρήσεις των V_R , V_L , V_C και I

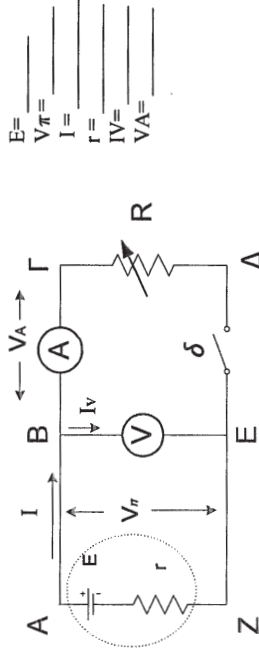
ΠΡΟΧΕΙΡΟ

ΣΕ ΟΛΕΣ τις μετρήσεις, υπολογισμούς και σχήματα που κάνετε να σημειώσετε τις φορές αναφοράς Τάσεων και Ρευμάτων βάσει των οποίων έγιναν αυτά

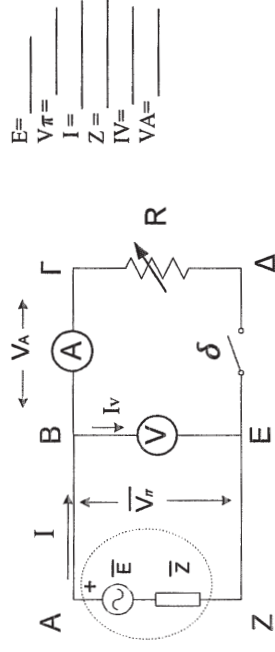
ΜΕΡΟΣ Α - Περιγραφή / Εξήγηση Χρήσης Πηγών και Οργάνων

- A.1 Σύντομη περιγραφή / εξήγηση χρήσης πηγών (τροφοδοτικών) ΣΡ και ΕΡ
- A.2 Σύντομη περιγραφή / εξήγηση χρήσης αναλογικού και ψηφιακού πολυμέτρου σαν βολτομέτρο.
- A.3 Σύντομη περιγραφή / εξήγηση χρήσης αναλογικού και ψηφιακού πολυμέτρου σαν αμπερομέτρο
- A.4. Σύντομη περιγραφή / εξήγηση χρήσης αναλογικών αμπερόμετρων.

ΜΕΡΟΣ Β - Μέτρηση ΗΕΔ και $R_{εσ}$ των πηγών του Εργαστηρίου



Σχήμα 1α

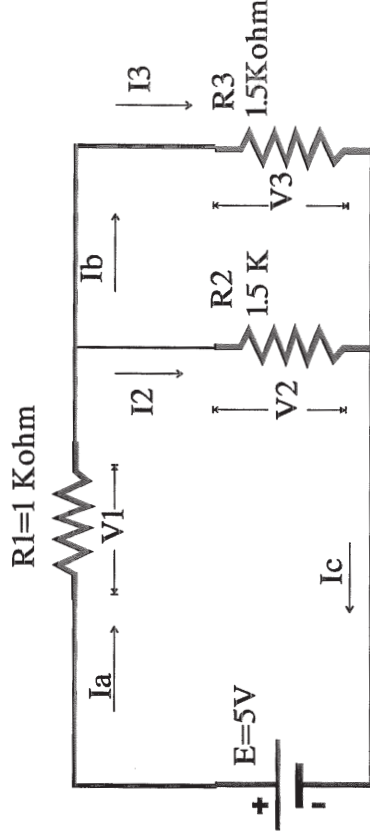


Σχήμα 1β

ΜΕΡΟΣ Γ - Μετρήσεις V, I σε απλό κύκλωμα R.
Γ.1.

1	2	3
	Ονομαστική τιμή και λοιπά χαρακτηριστικά	Μέτρηση Πραγματικής τιμής
R1	1 KΩ,	
R2	1.5 KΩ,	
R3	1.5 KΩ,	

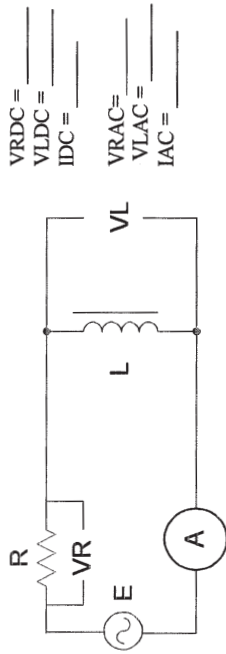
Γ.2.



Σχήμα 2

1	2 (πηγή Σ.Ρ.)	3 (πηγή Ε.Ρ.)
	Μέτρηση Πραγματικής τιμής	Μέτρηση Πραγματικής τιμής
V1		
V2		
V3		
Ia		
Ib		
Ic		
I2		
I3		

ΜΕΡΟΣ Δ - Μετρήσεις V και I σε απλό κύκλωμα RL
Δ.1 / Δ.2 / Δ.3 / Δ.4



Σχήμα 3

Α.5. $I =$ _____

Α.6 / Α.7 $I =$ _____ $IC =$ _____ $IR =$ _____

$VRDC =$ _____

$VLDC =$ _____

$IDC =$ _____

$VRAC =$ _____

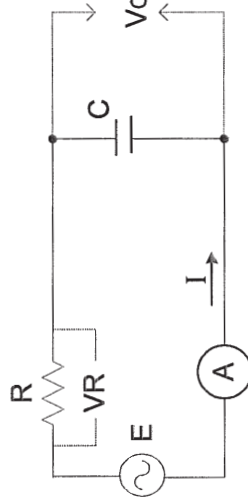
$VLAC =$ _____

$IAC =$ _____

Σχήμα 4

ΜΕΡΟΣ Ε - Μετρήσεις V και I σε απλό κύκλωμα RC

E.1



Σχήμα 5

E.2 Παρατήρηση για την περίπτωση τροφοδοσίας με Σ.Ρ.

E.3.

Μέτρηση	I (A)	VR (V)	VC (V)

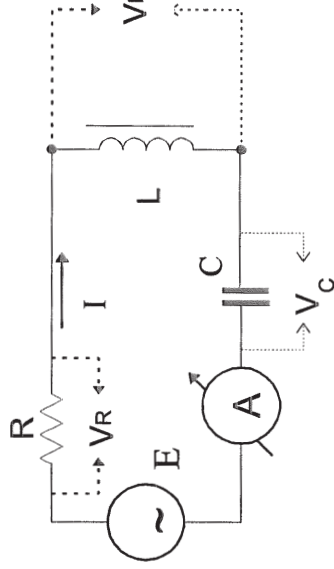
E.4 / E.5

Σχήμα 6

Μέτρηση	I (A)	IC (A)	IR (A)

ΣΤ Μετρήσεις V και I σε απλό κύκλωμα RLC

ΣΤ.1



Σχήμα 7

ΣΤ.2

$I =$ _____ $VL =$ _____ $VR =$ _____ $VC =$ _____

(ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ)

Μετά το Πείραμα, την ώρα της μελέτης, ΑΝΑΠΤΥΞΤΕ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ, καθογραφώντας τα αποτελέσματα των μετρήσεων, συμπληρώνοντας τα παρακάτω, προσθέτοντας ότι παρατηρήσεις, συμπεράσματα και σχόλια κρίνετε κατά την κρίση σας χρήσιμα, κλπ.

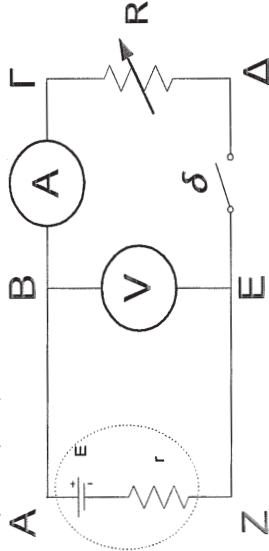
V ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

ΜΕΡΟΣ Α και Β

* Αναφέρετε, οτιδήποτε παρατηρήσεις / σχόλια κρίνετε σκόπιμα σχετικά με τις πηγές Σ.Ρ. και Ε.Ρ. που χρησιμοποιήθηκαν.

Διευκρινίστε πλήρως και τα περί "Ηλεκτρεγερτικής Δύναμης" Ε, "Πολικής Τάσης" V και "Εσωτερικής Αντίστασης" r ή Z μιας πηγής.

* Αναφέρετε, οτιδήποτε παρατηρήσεις / σχόλια κρίνετε σκόπιμα σχετικά με τις πηγές Σ.Ρ. και Ε.Ρ. καθώς και με τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν (π.χ. ακρίβεια και λοιπά Τεχνικά Χαρακτηριστικά, μορφές των κλιμάκων αναγνώσεως κλπ).



ΜΕΡΟΣ Γ - Μετρήσεις V, I σε απλό κύκλωμα.

1. Να συμπληρωθεί η στήλη 3 του Πίνακα (μεταφορά από τις μετρήσεις που ελήφθησαν στο εργαστήριο).

1	2	3
	Ονομαστική τιμή	Μέτρηση Πραγματικής τιμής
R1	1 ΚΩ,	
R2	1.5 ΚΩ,	
R3	1.5 ΚΩ,	

2. Σχεδιάστε το κύκλωμα στο οποίο έγιναν οι μετρήσεις γράφοντας και τους ΤΥΠΟΥΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ των μεγεθών που μετρήθηκαν.

3. Υπολογίστε - για το Σ.Ρ. - τα ρεύματα Ia, Ib, Ic, Id, I3 και τις τάσεις V1, V2, V3, χρησιμοποιώντας τις ονομαστικές και τις πραγματικές τιμές των αντιστάσεων και να συμπληρωθεί ο Πίνακας.

1	2	3	4
	Υπολογισμός βάσει Ονομαστικής τιμής	Μέτρηση Πραγματικής τιμής	Υπολογισμός βάσει πραγματικής τιμής αντιστάσεων

V1
V2
V3
Ia
Ib
Ic
Id
I3

4. * Επιβεβαιώστε τους νόμους του Kirchhoff.

* Σχολιάστε τις διαφορές που τυχόν υπάρχουν μεταξύ αυτών των μεγεθών που υπολογίσθηκαν και αυτών που μετρήθηκαν.

ΜΕΡΟΣ Δ - Μετρήσεις V και I σε απλό κύκλωμα RL

1. Να σχεδιασθεί το κύκλωμα (Σχήμα 3) στο οποίο έγιναν οι μετρήσεις και να γραφούν σε Πίνακα τα αποτελέσματά τους.

2. Έχοντας μετρήσει την ένταση του ρεύματος I με βραχυκυκλωμένη την αντίσταση R (παρ. Δ.5 του Πειράματος), να υπολογισθεί η αυτεπαγωγική αντίσταση (XL) του πηνίου.

$$XL =$$

3. Με γνωστή την (XL) να υπολογισθεί η αυτεπαγωγή του πηνίου

$$L =$$

4. Να επιλυθεί, στα 50 Hz, το κύκλωμα του Σχήματος 3, με βάση τις ονομαστικές τιμές του R και L (να υπολογισθούν - μέτρο και γωνία - τα R, XL, Z και VR, VL, I) και να σχολιασθούν οι ενδεχόμενες διαφορές σε σχέση με τις μετρήσεις.

4. Να γίνουν (για την περίπτωση του κυκλώματος του Σχήματος 3 με Ε.Ρ.) τα διανυσματικά διαγράμματα των VR, VL, V, I καθώς και R, XL, Z (ΜΕΤΡΗΘΕΝΤΑ και ΥΠΟΛΟΓΙΣΘΕΝΤΑ). Σχολιάστε το διάγραμμα.

5. Να συγκριθούν και να σχολιασθούν τα αποτελέσματα των δύο περιπτώσεων (παρ. Δ.2 και Δ.4) που πήρατε στο εργαστήριο (Σχήμα 3).

- 6 Από τα αποτελέσματα των μετρήσεων στο Σχήμα 4 (R και L παράλληλα) εξηγήστε αν και κατά πόσον επιβεβαιώνεται ο 1ος Νόμος του Kirchhoff.

ΜΕΡΟΣ Ε - Μετρήσεις V και I σε απλό κύκλωμα RC

1. Να σχεδιαστεί το κύκλωμα (Σχήμα 3) στο οποίο έγιναν οι μετρήσεις και να γραφούν σε Πίνακα τα αποτελέσματά τους.
2. Για τροφοδοσία με συνεχή τάση 20 V, τι παρατηρήσατε στο εν σειρά αμπερόμετρο (συνεχούς) και γιατί ;
3. Από τις μετρήσεις να υπολογισθεί η ολική σύνθετη αντίσταση (Z) του κυκλώματος.
 $Z = \dots\dots$
4. Από τις τάσεις (VR) και (VC) και από την ένταση (I) του ρεύματος στο κύκλωμα να υπολογισθεί η ωμική αντίσταση (R) και η χωρητική αντίσταση (XC).
 $XC = \dots\dots$
 $R = \dots\dots$
5. Από τις παραπάνω τιμές των (R) και (XC), να υπολογισθεί η σύνθετη αντίσταση (Z) του κυκλώματος και να συγκριθεί με αυτή που βρέθηκε πιο πάνω .
 $Z = \dots\dots$
6. Να υπολογισθεί η χωρητικότητα (C) του πυκνωτή από τη χωρητική αντίσταση (XC), και από τη συχνότητα (f) της τάσεως που εφαρμόστηκε.

C =

- 7 Με τον πυκνωτή C και την αντίσταση R παράλληλα υπολογίσατε τα ρεύματα IC, IR, και I για τάση 20V , 50Hz γράφοντας και τους αντίστοιχους τύπους υπολογισμού.

	I (A)	IC (A)	IR (A)
Τ πολυ.			
Μέτρηση			

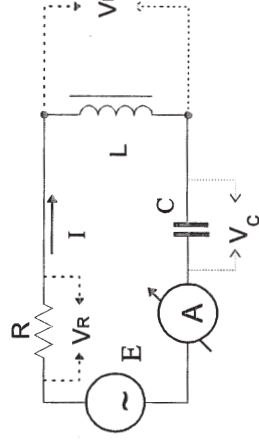
- 8 Από τα αποτελέσματα των μετρήσεων στο Σχήμα 4 (R και C παράλληλα) εξηγήστε αν και κατά πόσον επιβεβαιώνεται ο 1ος Νόμος του Kirchhoff.

ΣΤ Μετρήσεις V και I σε απλό κύκλωμα RLC

1. (ΣΤ.1 / ΣΤ.2)

E= 20V/50Hz, R= 1.5KΩ, C=0.47μF, L = 8.5 H (RL=440Ω)

Μετρήσεις των VR, VL, VC και I
I = _____
VL = _____
VR = _____
VC = _____



Σχήμα 7

2. Με βάση τις ονομαστικές τιμές των R, L, C να υπολογισθούν τα αντίστοιχα XL, XC καθώς και η σύνθετη αντίσταση Z (μέτρο και γωνία) (να γραφούν και οι τύποι υπολογισμού)
 $XL =$
 $XC =$
 $Z =$
3. Με βάση τα αποτελέσματα των μετρήσεων να βρεθεί η Z του κυκλώματος εφαρμόζοντας το νόμο του Ohm και να συγκριθεί με αυτή που υπολογίστηκε στην προηγούμενη παράγραφο.
 $Z =$
4. Από τα αποτελέσματα των μετρήσεων στο Σχήμα 7 εξηγήστε αν και κατά πόσον επιβεβαιώνεται ο 2ος Νόμος του Kirchhoff.

(Οι Σπουδαστές να ΜΗΝ γράφουν οτιδήποτε, από εδώ και κάτω)

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗ

Σ.Ν.Δ.
ΕΔΡΑ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ
Αο Έτος

“ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ - ΘΕΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ”

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ - 3 -

Χρήση Βατόμετρου και Μετρητή cosφ
Αναβαθμιζόμενη Κλίμακας Οργάνου
Μετρήσεις ισχύος και cosφ στο Σ.Ρ. / Ε.Ρ.

Ν.ΔΟΚΙΜΟΣ :
Μέλη Ομάδας :
:
:
:
ΕΤΟΣ / ΤΜΗΜΑ :
Τετράμηνο / Εκπ. Έτος :
Ημερομηνία Πειράματος :
Θέση εργασίας :

Σ.Ν.Δ. - ΕΔΡΑ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ
“ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ - ΘΕΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ” Αριθμός (9)
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ - 3 -

Χρήση Βατόμετρου και Μετρητή cosφ
Αναβαθμιζόμενη Κλίμακας Οργάνου
Μετρήσεις ισχύος και cosφ στο Σ.Ρ. / Ε.Ρ.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Εγχειρίδιο Εργαστηρίου Ηλεκτροτεχνίας και Ηλεκτροτεχνικών εφαρμογών
2. Όργανα Μέτρησης Εργαστηρίων Ηλεκτροτεχνίας
3. Ηλεκτροτεχνία Τόμος 1, Ν.Κορίκη

Γενικές Οδηγίες

Κατά την διάρκεια του πειράματος εκτελέστε την ενότητα "IV ΠΕΙΡΑΜΑ" και καταχωρήστε τα αποτελέσματα των μετρήσεων, όλων υπολογισμών είναι απαραίτητο να γίνουν κατά τη διάρκεια του Πειράματος και ότι παρατηρήσεις έχετε στο "ΠΡΟΧΕΙΡΟ" ενότητας "IV".

Μετά το εργαστηριακό πείραμα, την ώρα της μελέτης, θα γίνει η ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ (η ΕΚΘΕΣΗ) του Πειράματος στην ενότητα "V ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ".

ΣΕ ΟΛΕΣ τις μετρήσεις, υπολογισμούς και σχήματα που κάνετε να σημειώσετε τις φορές αναφοράς Τύσεων και Ρευμάτων βάσει των οποίων έγιναν αυτά

I ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

1. Εξήγηση χρήσης Βατομέτρου και Οργάνου Μέτρησης του Συντελεστή Ισχύος (Σ.Ι. , cosφ)
2. Αναβαθμιζόμενη Κλίμακας Βατομέτρου.
3. Μέτρηση Πραγματικής, Φαινόμενης ισχύος στο Σ.Ρ. και Ε.Ρ.
4. Μέτρηση/Προσδιορισμός Σ.Ι. (cosφ) , Διαφοράς Φάσεως μεταξύ τάσεως και ρεύματος στο Ε.Ρ. .

II ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ

- Βασικές αρχές μετρήσεων, μέτρα ασφαλείας και τρόπος εργασίας στο εργαστήριο
- Αρχή λειτουργίας Βατομέτρου
- Σφάλματα Οργάνων Μέτρησης
- Βασικοί νόμοι Ηλεκτροτεχνίας περί επιλύσεως κυκλωμάτων
- Γνώσεις που αποκτήθηκαν κατά τα προηγούμενα εργαστηριακά πειράματα

III ΟΡΓΑΝΑ / ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΘΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΟΥΝ

- Πολύμετρα, Βολτόμετρα, Αμπερόμετρα
- Βατόμετρα
- Οργάνο μετρήσεως Σ.Ι.
- Γέφυρα μετρήσης R, L και C
- Σειρά αντιτάσεων, πυκνωτών και πηνίων

IV ΠΕΙΡΑΜΑ

ΜΕΡΟΣ Α

(βλ. και ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ "Γ")

- A.1 Σύντομη περιγραφή / εξήγηση χρήσης των Βατομέτρων που θα χρησιμοποιηθούν
- A.2 Σύντομη περιγραφή / εξήγηση χρήσης του Μετρητή Σ.Ι. που θα χρησιμοποιηθεί.
- A.3 Αναβαθμιδόμενη Κλίμακας Βατομέτρου.

ΜΕΡΟΣ Β - ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΕ ΩΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ και ΑΝΑΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ ΒΑΤΟΜΕΤΡΟΥ

B.1 Κάντε τη συνδεσμολογία του Σχήματος Ι.3 του ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ "Γ", χρησιμοποιώντας το Βατόμετρο που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί στις μετρήσεις, το Βολτόμετρο και το Αμπερόμετρο.

Ως φορτίο R θα χρησιμοποιηθεί μια κατάλληλη μεταβλητή Ωμική Αντίσταση.

Σημειώστε τύπο / τεχνικά χαρακτηριστικά των οργάνων και του φορτίου που χρησιμοποιείτε.

B.2 Τροφοδοτώντας με τάση 35 V AC και μεταβάλλοντας την αντίσταση R γίνονται μετρήσεις των V, I και Pw (Pw : η ένδειξη του Βατομέτρου) και συμπληρώνονται οι αντίστοιχες στήλες του Πίνακα .

* Να πάρτε περί τις 10 διαφορετικές μετρήσεις κατάλληλα κατανεμημένες μεταξύ τους.

ΠΡΟΣΟΧΗ : Να παρακολουθείται το Αμπερόμετρο, ώστε να ΜΗ ΞΕΠΕΡΑΣΤΕΙ

ούτε τη μέγιστη ένταση ρεύματος του I [A], που "αντέχει" το Βατόμετρο,

ούτε τα όρια ανοχής της μεταβλητής ωμικής αντίστασης (αναζητείστε τα όρια αυτά σε συνεργασία με τον Καθηγητή Εργαστηρίου).

* Στο Βατόμετρο που χρησιμοποιείτε, έχουν γίνει επεμβάσεις στην εσωτερική του συνδεσμολογία, οι οποίες του έχουν αλλάξει την κλίμακα ενδείξεων, ώστε και πιο ευαίσθητο να γίνει (να δείχνει ισχύ μεγαλύτερη από την "αληθνή" ισχύ) αλλά και για χάρην της εκπαίδευσης (διαδικασία αναβαθμιδόμενης) [βλ. και ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ "Γ"]. Ζητείστε από τον Καθηγητή στο Εργαστήριο, να σας εξηγήσει σχετικά περισσότερα.

* Η περαιτέρω επεξεργασία των παραπάνω μετρήσεων (καμπύλη $P_w = f(P_w)$, εύρεση σχέσης αναβαθμιδόμενης κλπ.) θα γίνουν την ώρα της μελέτης.

ΜΕΡΟΣ Γ - ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΕ ΦΟΡΤΙΟ ΜΕ R, L (φορτίο με "Επαγωγική Συμπεριφορά")

Πρόκειται να γίνουν μετρήσεις ισχύος με το Βατόμετρο στο κύκλωμα του Σχήματος 2

Θα καταγράφονται ΜΟΝΟΝ οι ενδείξεις του ΒΑΤΟΜΕΤΡΟΥ

Οι ενδείξεις του Βολτομέτρου και του Αμπερομέτρου θα ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΟΥΝΤΑΙ αλλά ΔΕΝ ΘΑ ΚΑΤΑΓΡΑΦΟΝΤΑΙ .

ΠΡΟΣΟΧΗ ΠΑΝΤΑ να μην υπερβαίνουν τα όρια των Οργάνων και Καταναλωτών.

Γ.1 Το φορτίο στην περίπτωση αυτή είναι συνδυασμός ωμικών αντιστάσεων και πηνίων.

Παρατηρήστε τα επί μέρους φορτία {1}, {2}, {3} και {4} από τα οποία αποτελείται το συνολικό φορτίο, καταγράφοντας/μετρώντας τα στοιχεία τους, ως εξής :

(Επεξηιώνεται, ότι επειδή βέβαια τα πηνία και οι αντιστάσεις ΔΕΝ είναι "ιδανικά", κάθε πηνίο εκτός από αυτεπαγωγή L θα έχει και κάποια ωμική αντίσταση R ή και κάποια χωρητικότητα C και αντίστοιχα κάθε ωμική αντίσταση, ανάλογα του πώς είναι κατασκευασμένη, εκτός από R θα έχει ενδεχόμενα και κάποια αυτεπαγωγή L ή και

κάποια χωρητικότητα C. Έχει διαπιστωθεί, ότι τα συγκεκριμένα φορτία ΔΕΝ παρουσιάζουν αξίας λόγω χωρητικότητας, που θα έπρεπε να ληφθεί υπ' όψιν στο Πείραμα)

- α. Στο "πηνίο αέρος" του φορτίου {1} (πρόκειται για ένα "τύλιγμα" από μια ηλ. μηχανή) η R1 να μετρηθεί με Ωμόμετρο, ενώ η L1 να μετρηθεί με Γέφυρα R-L-C
- β. Στο επαγωγικό φορτίο της "μονάδας" Lab-Volt {2} η μεν R2 να μετρηθεί με Ωμόμετρο, ενώ για την αυτεπαγωγή L2 να θεωρηθούν ως "αληθείς" οι αναγραφόμενες τιμές (συσχετίζετε και με τον Πίνακα τιμών του ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ "Γ")
- γ. Στο ωμικό φορτίο της "μονάδας" Lab-Volt {3} για την αντίσταση R3 να θεωρηθούν ως "αληθείς" οι αναγραφόμενες τιμές (συσχετίζετε και με τον Πίνακα τιμών του ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ "Γ")

δ. Στο ωμικό φορτίο της μεταβλητής αντίστασης {4} η R4 να μετρηθεί με Ωμόμετρο. Διαπιστώστε - μετρώντας με τη Γέφυρα R-L-C - αν και κατά πόσον η μεταβλητή αυτή αντίσταση έχει κάποια σημαντική τιμή αυτεπαγωγής L4, η οποία θα έπρεπε να ληφθεί υπ' όψιν.

Γ.2 Συνδεσμολογείστε το κύκλωμα του Σχήματος 2.

Γ.3 Τροφοδοτείστε με τάση 40 V AC και καταγράψτε την ένδειξη του Βατομέτρου. (Υπενθυμίζεται, ότι αυτή ΔΕΝ είναι και η "αληθής" τιμή της ισχύος)

Γ.4 Αλλάξτε τώρα την τάση τροφοδοσίας, τροφοδοτώντας διαδοχικά με τάση 35 V και 30 V AC και μετρήστε πάλι την ισχύ με το Βατόμετρο.

Γ.5 Τροφοδοτείστε τώρα πάλι με 40 V AC και αλλάξτε το φορτίο - θέτοντας εκτός αρκετές από τις ωμικές αντιστάσεις ή/και τις αυτεπαγωγές των "μονάδων Lab-Volt" - ώστε να μεταβληθεί αισθητά η ενεργός ισχύς που απορροφά το φορτίο ή/και ο Σ.Ι. του.

Κάντε δυο τουλάχιστον αλλαγές φορτίου καταγράφοντας τις αντίστοιχες ενδείξεις του Βατομέτρου.

ΜΕΡΟΣ Δ - ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΕ ΦΟΡΤΙΟ ΜΕ R, C (φορτίο με "Χωρητική Συμπεριφορά")

Πρόκειται να γίνουν μετρήσεις ισχύος με το Βατόμετρο στο κύκλωμα του Σχήματος 3

Θα καταγράφονται ΜΟΝΟΝ οι ενδείξεις του ΒΑΤΟΜΕΤΡΟΥ

Οι ενδείξεις του Βολτομέτρου και του Αμπερομέτρου θα ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΟΥΝΤΑΙ αλλά ΔΕΝ ΘΑ ΚΑΤΑΓΡΑΦΟΝΤΑΙ .

ΠΡΟΣΟΧΗ ΠΑΝΤΑ να μην υπερβαίνουν τα όρια των Οργάνων και Καταναλωτών.

Δ.1 Το φορτίο στην περίπτωση αυτή είναι συνδυασμός ωμικών αντιστάσεων και πυκνωτών. Παρατηρήστε τα επί μέρους φορτία {1}, {2}, και {3} από τα οποία αποτελείται το συνολικό φορτίο, καταγράφοντας/μετρώντας τα στοιχεία τους, ως εξής :

(Ισχύουν παρόμοιες γενικές παρατηρήσεις για τα φορτία, αντίστοιχες με αυτές που αναφέρονται στην παραπάνω παράγρ. Γ.1)

α. Στο χωρητικό φορτίο της "μονάδας" Lab-Volt {1} για τη χωρητικότητα C1 να θεωρηθούν ως "αληθείς" οι αναγραφόμενες τιμές (συσχετίζετε και με τον Πίνακα τιμών του ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ "Γ")

β. Στο ωμικό φορτίο της "μονάδας" Lab-Volt {2} για την αντίσταση R2 να θεωρηθούν ως "αληθείς" οι αναγραφόμενες τιμές (συσχετίζετε και με τον Πίνακα τιμών του ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ "Γ")

γ. Στο ωμικό φορτίο της μεταβλητής αντίστασης {3} η R3 να μετρηθεί με Ωμόμετρο.

Συνδεσμολογείστε το κύκλωμα του Σχήματος 3.

Δ.2 Τροφοδοτείστε με τάση 40 V AC και καταγράψτε την ένδειξη του Βατομέτρου.

Δ.3 Αλλάξτε τώρα την τάση τροφοδοσίας, τροφοδοτώντας διαδοχικά με τάση 35 V και 30 V AC

- Δ.5 και μετρήσετε πάλι την ισχύ με το Βατόμετρο.
Τροφοδοτήστε τώρα πάλι με 40 V AC και αλλάξτε το φορτίο - θέτοντας εκτός αρκετές από τις ωμικές αντιστάσεις ή/και τις χωρητικότητες των "μονάδων Lab-Volt" - ώστε να μεταβληθεί αισθητά η ενεργός ισχύς που απορροφά το φορτίο ή/και ο Σ.Ι. του.
Κάντε δυο τουλάχιστον αλλαγές φορτίου καταγράφοντας τις αντίστοιχες ενδείξεις του Βατό-μέτρου.

ΜΕΡΟΣ Ε - ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΗΣΗ "ΚΛΑΣΣΙΚΟΥ" ΒΑΤΤΟΜΕΤΡΟΥ/ΣΥΝΗΜΙΤΟΝΟΜΕΤΡΟΥ και ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ.

* Το μέρος αυτό του Πειράματος θα εκτελείται στην ίδια θέση εργασίας στο Εργαστήριο διαδοχικά από κάθε μια Ομάδα Ν.Δοκίμων.

ΠΡΟΣΟΧΗ: Το μέρος αυτό θα έχει καθορισμένο χρόνο μέσα στον οποίο πρέπει να έχει τελειώσει. Η επίστasia απόδοσης στο μέρος αυτό θα βαθμολογηθεί - την ώρα

εκτέλεσης του Πειράματος - με μεγάλο σχετικά βαθμό βαρύτητας.

- E.1 Να γίνει ταυτόχρονη μέτρηση ισχύος και Σ.Ι. (cosφ) κατά την τροφοδότηση ενός φορτίου από μια πηγή Ε.Ρ., με χρήση του Βατόμετρου και το Συνημιτονόμετρου που φαίνονται αντίστοιχα στο Σχήμα I.1.B και Σχήμα I.2 στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ "Γ".

Αφού κάνετε τη συνδεσμολογία και ΠΡΩΝ τροφοδοτήσετε με τάση, ζητείστε να ελεγχθεί η συνδεσμολογία από τον Καθηγητή.

- E.2 Εκτελέστε τη μέτρηση και καταγράψτε το αποτέλεσμα.

- E.3 Σχεδιάστε - στο Πρόχειρο - τη συνδεσμολογία που κάνετε.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ "Γ"

I.1 Βατόμετρο

I.1.1 Υπενθύμιση για το Βατόμετρο

Το βατόμετρο είναι ένα όργανο με το οποίο μετράται η Πραγματική (ενεργός) ισχύς, που απορροφά ένας "ηλ. καταναλωτής" (ένα "ηλ. φορτίο").

Το όργανο έχει δύο πηνία :

- Το πηνίο ρεύματος μέσα από το οποίο πρέπει να διέρχεται το ρεύμα που πάει προς τον καταναλωτή
- Το πηνίο τάσεως στα άκρα του οποίου πρέπει να επιβληθεί η τάση, που επιβάλλεται στον καταναλωτή

ΠΡΟΣΟΧΗ πρέπει να δίνεται στις πολικότητες σύνδεσης των πηνίων του Βατομέτρου.

Το Βατόμετρο μετρά:

- Στο Σ.Ρ. την (πραγματική) ισχύ $P_{\text{εν}} = VI$
- Στο Ε.Ρ. την ενεργό (ή πραγματική) ισχύ $P_{\text{εν}} = VI \cos \phi$
- Τα όρια μετρήσεως του βατομέτρου είναι : $P (W)$, $V (V)$, και $I (A)$

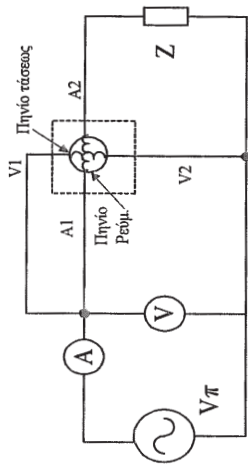
Στο Σχήμα I.1.A δίνεται η συνδεσμολογία για τη μέτρηση με ένα μονοφασικό Βατόμετρο.

Το φορτίο χαρακτηρίζεται από την "ΕΜΠΕΔΩΣΗ" Z και μπορεί να είναι ένα οποιοδήποτε κύκλωμα από στοιχεία R , L , C και πηγές με ΗΕΔ ή/και με ΑΗΕΔ (π.χ. ηλ. Σύσσωρευτές, Γεννήτριες, Κινητή-ρες). Δηλ. το φορτίο μπορεί να είναι ένα οποιοδήποτε μέρος ηλ. δικτύου με δυο ακροδέκτες.

Στο Σχήμα I.1.B δίνεται ο τρόπος σύνδεσης ενός τυπικού μονοφασικού Βατομέτρου του "εμπορίου". Στα Σχήματα I.1.Γ έως I.1.ΣΤ δίνονται περαιτέρω Τύποι / Συνδεσμολογίες Βατομέτρων.

I.1.2 Βατόμετρα που θα χρησιμοποιηθούν στο Πείραμα

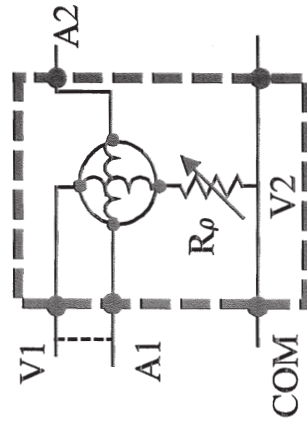
Κατά τη διάρκεια του Πειράματος εκτός από το Βατόμετρο του Σχήματος I.1.B θα χρησιμοποιηθούν και τα Βατόμετρα του Σχήματος I.1.ΣΤ, των οποίων οι κλίμακες θα αναβαθμινοποιηθούν, όπως αναπτύσσεται παρακάτω στην παράγρ. I.1.3.



Σχήμα Ι.Ι.Α Τρόπος σύνδεσης Βατομέτρου

ΒΑΤΟΜΕΤΡΑ 1 ΦΑΣΕΩΣ

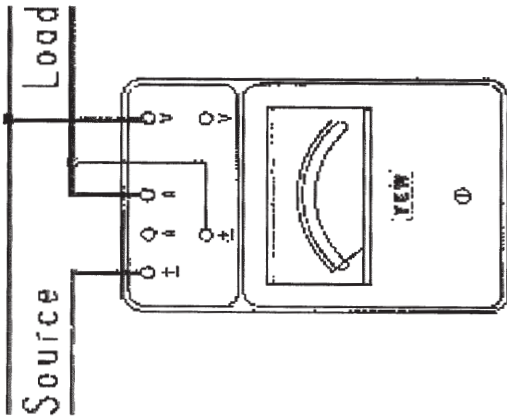
(Μονοφασικά Βατομέτρα)



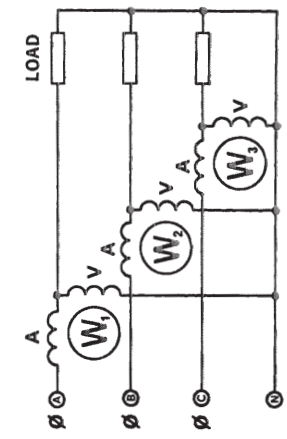
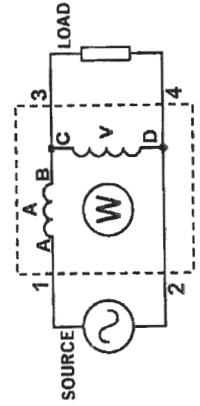
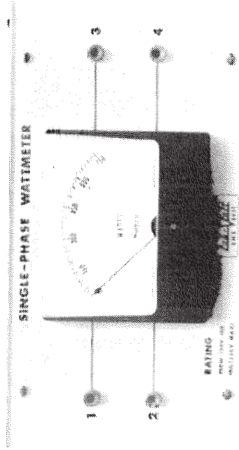
Σχήμα Ι.Ι.Γ Μονοφασικό Βατομέτρο

του Εργαστηρίου ΣΝΔ.
(εκαπαιδευτικού τύπου)

* Πολλές φορές υπάρχει, εν σειρά στο κύκλωμα του πηνίου τάσεως, μια ρυθμιστική αντίσταση R_{ρ} , την οποία αν μεταβάλλουμε, αλλάζει και κλίμακα ένδειξης του Βατομέτρου.



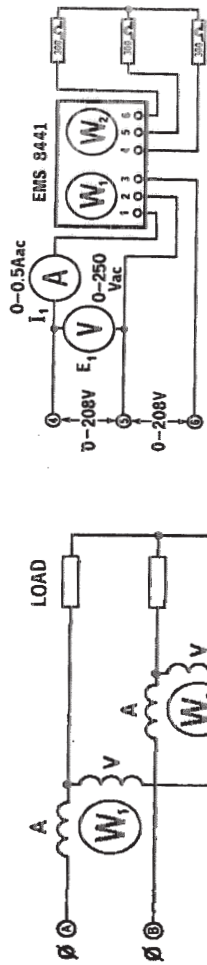
Σχήμα Ι.Ι.Β
Μονοφασικό Βατομέτρο "εμπορίου"
του Εργαστηρίου ΣΝΔ



Σχήμα Ι.Ι.Δ

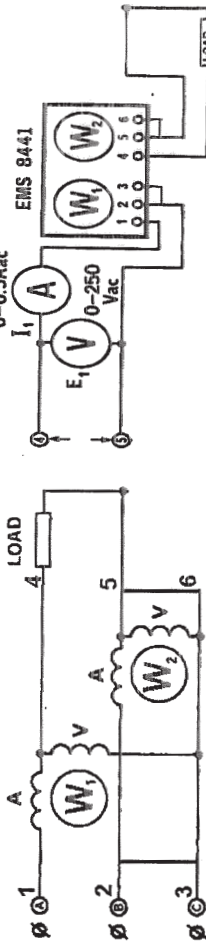
Μέτρηση ισχύος σε τριφασικό κύκλωμα με "ουδέτερο αγωγό" μέσω τριών Βατομέτρων

$$P_{ολ} = \sum P_i, i = 1, 2, 3$$



Σχήμα Ι.Ι.Ε

Μέτρηση ισχύος σε 3φασικό κύκλωμα "χωρίς ουδέτερο" με χρήση 2 Βατομέτρων (δεξιά: 3φασικό Βατομέτρο Εργαστηρίου ΣΝΔ, αποτελούμενο από δύο μονοφασικά)



Σχήμα Ι.Ι.ΣΤ

Μετατροπή του 3φασικού Βατομέτρου Εργαστηρίου ΣΝΔ σε μονοφασικό (έχει γίνει βραχυκύκλωση των ακροδεκτών 2-3 και 5-6.
Στη συγκεκριμένη συνδεσμολογία η ένδειξη διαβάζεται στο όργανο W1.

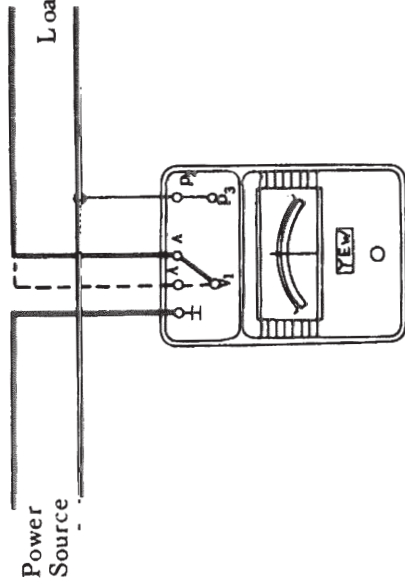
Ι.2 Περί του Οργάνου Μέτρησης Σ.Ι. (cosφ) (Συνημιτονόμετρο)

Το Συνημιτονόμετρο είναι ένα όργανο με το οποίο μετράται ο Συντελεστής Ισχύος (Σ.Ι. ή cosφ), δηλ. ο λόγος $P_{εν} / P_{φ}$, με τον οποίον λειτουργεί ένας "ήλ. καταναλωτής" (ένα "τμήμα ενός δικτύου ήλ. δικτύου) και εάν αυτός είναι "επαγωγικός" ή "χωρητικός".

Το Συνημιτονόμετρο έχει και αυτό δύο πηνία για τα οποία ισχύουν τα αντίστοιχα με τα αναφερόμενα για το Βατόμετρο.

Τα όρια μετρήσεως του Συνημιτονόμετρου είναι : V (V), και I (A)

Στο Σχήμα 1.2 δίνεται ο τρόπος σύνδεσης ενός τυπικού Συνημιτονόμετρου του εμπορίου.



Σχήμα 1.2 ΟΡΓΑΝΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ $\cos\phi$ του Εργαστηρίου ΣΝΔ

1.3 ΑΝΑΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ (ΔΙΟΡΘΩΣΗ) ΚΛΙΜΑΚΑΣ ΟΡΓΑΝΟΥ (recalibration)

1.3.1 Γενικά

Ως γνωστόν, για διαφορούς λόγους (βλ. Βιβλιογραφία [1]), ΟΛΑ τα όργανα μέτρησης έχουν ένα λάθος στις ενδείξεις τους.

Ενας τρόπος αντιμετώπισης του προβλήματος είναι, να κάνουμε μια "αναβαθμόνωση" ("διόρθωση") της κλίμακας του οργάνου, που μας ενδιαφέρει, συγκρίνοντας, στην περιοχή τιμών που μας ενδιαφέρει ιδιαίτερα, τις ενδείξεις του υπό διόρθωση οργάνου με τις αντίστοιχες ενδείξεις ενός άλλου οργάνου - το οποίο έχουμε λόγους να θεωρούμε ακριβέστερο.

Ετσι προσδιορίζουμε μια "σχέση αναβαθμόνωσης" του οργάνου :

$$\text{Μαλ\eta\theta} = f(\text{Μεν\delta}) \quad (1)$$

όπου : $\text{Μεν\delta}$ = η ένδειξη του υπό διόρθωση οργάνου

$\text{Μαλ\eta\theta}$ = η ένδειξη του άλλου οργάνου, που θεωρείται "ακριβές"

ώστε, όταν τελικά χρησιμοποιούμε το όργανο, την κλίμακα του οποίου "αναβαθμόνωσαμε" ("διορθώσαμε") και διαβάζουμε μια ένδειξη $\text{Μεν\delta}$, "υπολογίζουμε" από τη σχέση (1) την "αληθή" τιμή $\text{Μαλ\eta\theta}$ και αυτήν θεωρούμε πια ως το τελικό αποτέλεσμα της μέτρησης.

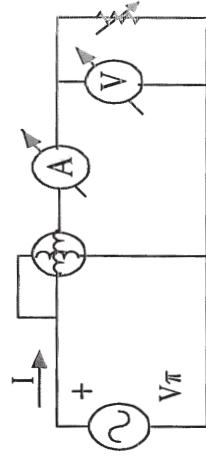
1.3.2 Αναβαθμόνωση του Βατομέτρου του Εργαστηρίου

Επειδή στο παρόν Εργ. Πείραμα χρησιμοποιείται το ένα από τα δύο Βατομέτρα του 3φασικού Βατομέτρου, του οποίου η κλίμακα εκτείνεται από 0-300 [W] (ή το μονοφασικό Βατόμετρο που έχει κλίμακα

0-700 [W]), ενώ οι μετρήσεις κατά τη διάρκεια του Πειράματος υπολογίζονται να είναι στην περιοχή 20 - 50 [W], αναμένεται σημαντικό σφάλμα των ενδείξεων στις χαμηλές - σε σχέση με τη μέγιστη ένδειξη του οργάνου - αυτές τιμές της ισχύος.

Αναβαθμόνομή με λοιπόν το Βατόμετρο χρησιμοποιώντας ένα Βολτόμετρο και ένα Αμπερόμετρο, για τα οποία γνωρίζουμε, ότι, στην κλίμακα τιμών που θα τα χρησιμοποιήσουμε, είναι ακριβέστερα του Βατομέτρου.

Κάνουμε λοιπόν τη συνδεσμολογία του Σχήματος 1.3 και εκτελούμε μια σειρά από ταυτόχρονες μετρήσεις της ισχύος, αφενός από τα Βατόμετρο (P_w) και αφετέρου με μέτρηση της τάσεως V και του ρεύματος I ($P_{vi} = V \cdot I$).



Σχήμα 1.3

Στον Πίνακα 1.3 φαίνεται παράδειγμα τέτοιων συγκριτικών μετρήσεων για ένα από τα Βατόμετρα του Εργαστηρίου.

Από τη γραφική παράσταση του P_{vi} συναρτήσει του P_w (βλ. Σχήμα 1.4) φαίνεται, ότι η σχέση $P_{vi}(P_w)$ - για τη συγκεκριμένη περίπτωση - είναι με ικανοποιητική προσέγγιση "γραμμική".

Ετσι η σχέση αναβαθμόνωσης στην περίπτωση αυτή θα είναι :

$$P_w' = a + b \cdot P_w, \quad (2)$$

(οι τιμές P_w' αντικαθιστούν τώρα τις μετρηθείσες P_w), όπου οι συντελεστές a , b προσδιορίζονται με "γραμμική παρεμβολή" στα "ξενή τιμών" (P_{vi} , P_w) με βάση την αρχή των "ελαχίστων τετραγώνων"

Για τις μετρήσεις π.χ. του Πίνακα 1.3 βρέθηκε με τη βοήθεια προγράμματος H/Y $a=5.839$, $b=1.0498$ με "μέσο τετραγωνικό σφάλμα $\mu.t.c.$ " ίσο προς : $\mu.t.c. = 1.893$

$$\mu.t.c. : mse = \text{mean square error} = \Sigma(P_w' - P_{vi})^2 / N \quad (3)$$

όπου N = ο αριθμός ξενών τιμών των μετρήσεων

* Στον Πίνακα 1.3 και στο Σχήμα 1.4 φαίνεται ο τρόπος εργασίας, με βάση μια σειρά μετρήσεων που έγιναν για ένα από τα Βατόμετρα του Εργαστηρίου ΣΝΔ.

Στον Πίνακα 1.3 κατά τη διάρκεια των μετρήσεων συμπληρώθηκαν οι στήλες (1), (2), (3) και (4).

Τα δεδομένα αυτά καταγράφηκαν με ψηφιακή μορφή σε "αρχείο" (file) και στη συνέχεια η επεξεργασία τους έγινε με πρόγραμμα H/Y σε γλώσσα Quick-Basic σε περιβάλλον Lab-Windows, που διαθέτει η δέρα Ηλεκτροτεχνία.

Στο Σχήμα 1.4 φαίνονται με διάφορα "σημάδια" (τετραγωνάκια, κύκλοι κλπ), πώς καταγράφονται τα ξενή τιμών (P_w , P_{vi}) σε ένα διάγραμμα με άξονες P_w και P_{vi} .

Αν η ένδειξη του Βατομέτρου ήταν "αληθής", δηλ. αν ήταν $P_w = V \cdot I$, τότε τα ξενή τιμών (P_w , P_{vi}) θα βρισκόταν επί της διχοτόμου, πράγμα, όπως παρατηρούμε, δεν συμβαίνει.

Με το πρόγραμμα του H/Y βρέθηκαν οι κατάλληλοι συντελεστές a και b , ώστε το άθροισμα των τετραγώνων των αποστάσεων των σημείων από την ευθεία να είναι το μικρότερο δυνατό.

Ας σημειωθεί, ότι για την εύρεση των a , b δεν χρησιμοποιήθηκαν όλα τα σημεία που φαίνονται στο διάγραμμα, αλλά εδόθη στο πρόγραμμα η δέσμευση, να ληφθούν υπ' όψιν μόνον εκείνες οι μετρήσεις στις οποίες το Βατόμετρο έδειχνε ισχύ ίση ή μεγαλύτερη των 10 [W], καθώς δεν θέλαμε να χρησιμοποιήσουμε τόσο χαμηλές τιμές στη κλίμακα του Βατομέτρου.

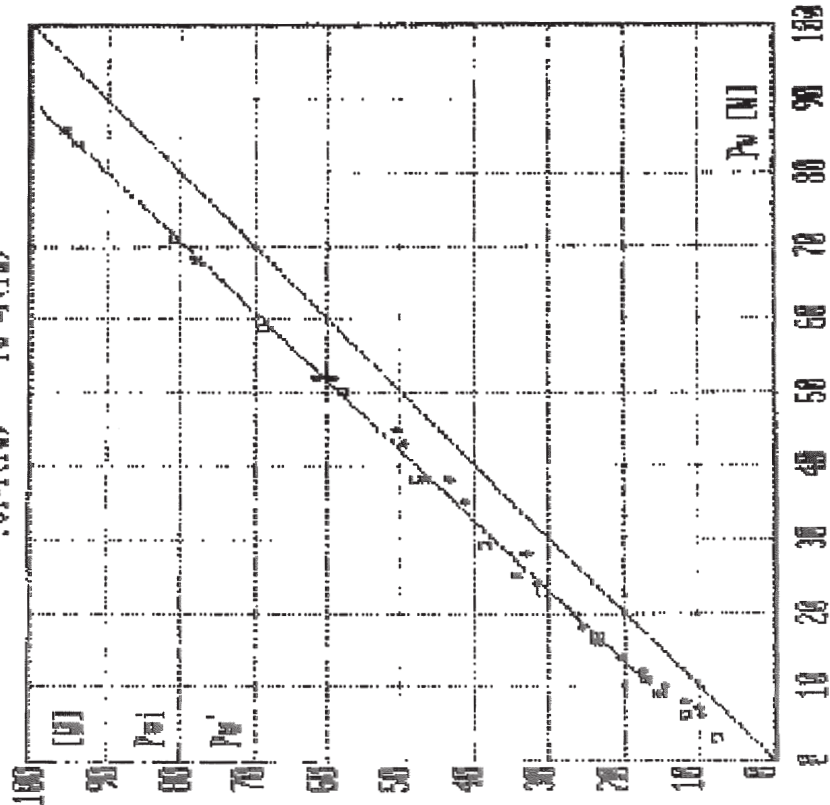
Πίνακας 1.3

1	2	3	4	5	6	7
α/α	Τάση[V]	Ρεύμα[A]	Pw[W]	Pvi = V.i[W](Μαθηθ)	Pw'=f(Pw)	τετρ.σφάλμασφ2=[(6)- (5)]2
1	140.3	0.671	84	94.14	94.02	0.0149
2	130.1	0.620	71	80.66	80.37	0.0840
3	120.1	0.573	59	68.82	67.77	1.0866
4	110.0	0.525	50	57.75	58.33	0.3330
5	...	...	...	...	...	...

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ "Π"
ΟΛΙΚΗ Αντίσταση (Αυτεπαγωγή), από διαφόρους συνδιασμούς των φορτίων των "μονάδων" Lab-Volt.

ΠΡΟΧΕΙΡΟ
ΜΕΡΟΣ Α

$$P_{vi} = f(P_w) \quad P_{w'} = f(P_w)$$

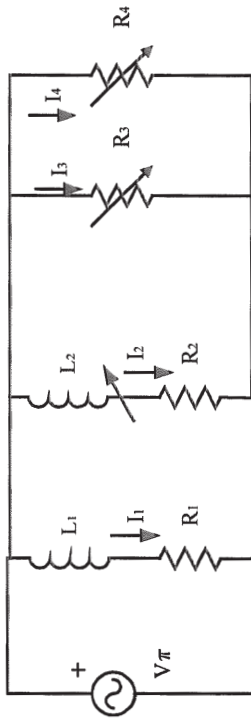


Σχήμα 1.4 Καμπύλη Βαθμονόμησης με βάση τις μετρήσεις του Πίνακα 1.3

ΜΕΡΟΣ Β - ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΕ ΩΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ και
ΑΝΑΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ ΒΑΤΤΟΜΕΤΡΟΥ

1	2	3	4
α/α	Τάση[V]	Ρεύμα[A]	Pw[W]
1			
2			
3			
.....			

ΜΕΡΟΣ Γ - ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΕ ΦΟΡΤΙΟ ΜΕ R, L
(φορτίο με "Επαγωγική Συμπεριφορά")

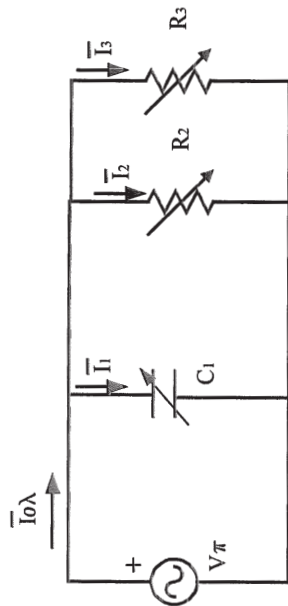


Σχήμα 2

----- Στοιχεία Καταναλωτών / Παρατηρήσεις :

1	2	3	4
α/α	ΣτοιχείαΚαταναλωτή	Τάση[V]	Pw[W]
1			
2			
.....			

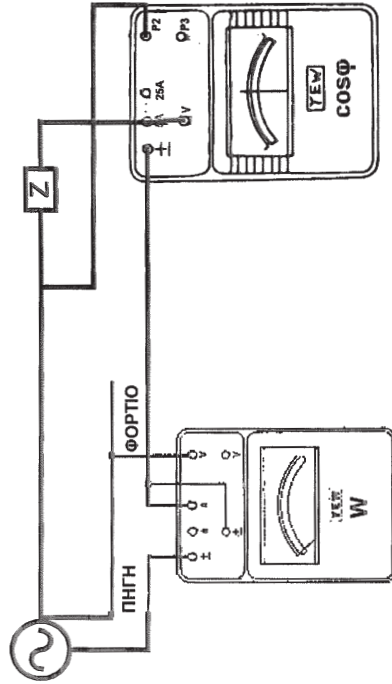
ΜΕΡΟΣ Δ - ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΕ ΦΟΡΤΙΟ ΜΕ R, C
(φορτίο με "Χωρητική Συμπέραση")



Σχήμα 3
----- Στοιχεία Καταναλωτών / Παρατηρήσεις :

1	2	3	4
α/α	Στοιχεία Καταναλωτή	Τάση [V]	Ρω [W]
1			
2			
3			
.....			

ΜΕΡΟΣ Ε - ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΗΣΗ "ΚΛΑΣΣΙΚΟΥ"
ΒΑΤΤΟΜΕΤΡΟΥ/ ΣΥΝΗΜΙΤΟΝΟΜΕΤΡΟΥ και ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ.
Συνδέσμοι για Μέτρησης :



(ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ - 3 -)
V ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

Μετά το εργαστηριακό πείραμα, την ώρα της μελέτης, ΑΝΑΠΤΥΞΤΕ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ συμπληρώνοντας τα παρακάτω, προσθέτοντας ότι παρατηρήσεις, συμπεράσματα και σχόλια κρίνετε κατά την κρίση σας χρήσιμα, κλπ.

ΜΕΡΟΣ Α

A.1 / A.2 Σημειώστε, ότι βασικές παρατηρήσεις/Σχόλια έχετε σχετικά με τα Βατόμετρα και το Μετρητή Σ.Ι που χρησιμοποιήθηκαν.

A.3 Αναβαθμινόμηση Κλίμακας Βατομέτρου.

* Αναπτύξτε ΠΟΛΥ ΣΥΝΤΟΜΑ αλλά και με σαφήνεια τη διαδικασία, που ακολουθήσατε για την αναβαθμινόμηση του Βατομέτρου (τι δίνουν οι στήλες του Πίνακα, τι παριστάνεται στο διάγραμμα κλπ.) γράφοντας και τη "σχέση αναβαθμινόμησης", που προκύπτει.

* Οι πράξεις θα γίνουν με "υπολογιστική μηχανή", τα σημεία στο διάγραμμα θα μπουν με "το χέρι" και η κλίμακα που θα προσεγγίζει τη σχέση αναβαθμινόμησης επίσης με "το χέρι" (ή καλύτερα και με τη βοήθεια "καμπυλόγραμμου").

* Θα ήταν επιθυμητό και θα ληφθεί θετικά υπ' όψιν στη βαθμολόγηση της εργασίας, όποια ομάδα Ν.Δομίων επιθυμεί, να κάνει την αναβαθμινόμηση (πράξεις, διάγραμμα, σχέση αναβαθμινόμησης), ΟΧΙ "ΜΕ ΤΟ ΧΕΡΙ", αλλά σε οποιοδήποτε πρόγραμμα Η/Υ, εξηγώντας όμως και συντομία, το πώς εργάστηκε.

Υπάρχει επίσης η δυνατότητα - σε συνενόηση με το Διδακτικό Προσωπικό της έδρας - να χρησιμοποιηθεί και το Πρόγραμμα σε Quick-Basic (LabWindows) του ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ "1".

Πίνακας

1	2	3	4	5	6	7
α/α	Τάση [V]	Ρεύμα [A]	Ρω [W]	Pvi = V. I [W] (Ρωλη θ)	Pw' = f(Pw)	τετρ.σφάλμα σφ2 = [(6)- (5)]2
1						
2						
3						
.....						

ΜΕΡΟΣ Γ - ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΕ ΦΟΡΤΙΟ ΜΕ R, L
(φορτίο με "Επαγωγική Συμπεριφορά")

Γ.1 / Γ.2.Σχεδιάστε το κύκλωμα, στο οποίο έγιναν οι μετρήσεις, καταγράφοντε και σχολιάστε τα τεχνικά στοιχεία των καταναλωτών.

1	2	3	4	5	6	7
α/α	ΣτοιχείαΚαρ αναλωτή	Τάση[V]	$P_w[W]$	$P_w'==P_{\omega\lambda\eta\theta}$ '[W]	$\cos\phi$ απόστοι χέιαφορτίου	$P\phi$ = $P_w'/\cos\phi[$ VA]
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Γ.3 / Γ.4 / Γ.5 Καταγράφει στον παρακάτω Πίνακα τα αποτελέσματα των μετρήσεων καθώς και ότι μεγάλη προκύπτουν, μετά υπολογισμούς, από τις μετρήσεις.

* Για τον προσδιορισμό της "αληθινής" τιμής της ενεργού ισχύος που μετρούνε το Βατόμετρο θα χρησιμοποιηθεί προφανώς η καμπύλη/σχέση αναβαθμιμότητας, από το ΜΕΡΟΣ Β.

Στο διάγραμμα (Pw, Pvi) του ΜΕΡΟΥΣ Β πρέπει να σημειωθούν (με οριζόντιες και κάθετες γραμμές) τα σημεία, από τα οποία προκύπτουν οι τιμές της αληθινής ενεργού ισχύος .

* Να γράσει και ο τύπος υπολογισμού του cosφ στη στήλη (6) του Πίνακα.

1	2	3	4	5	6	7
α/α	ΣτοιχειαΚακ αναλωτή	Τάση[V]	$P_w[W]$	$P_w'==P_{\alpha\lambda\eta\theta}$ '[W]	cosφαπόστοι χείαφορτίου	$P\phi$ $=P_w'/\cos\phi[$ VA]
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Γ.6 Σχεδιάστε το διανυσματικό διάγραμμα τάσως, ρεύματος και συνθετικής αντίστασης για τις περιπτώσεις μετρήσως με ω/λ 1 και 4 (κανοντας και ότι πρόσθετους υπολογισμούς είναι ενδεχόμενα αναγκαίοι). Θεωρείστε, ότι στην περίπτωση με ω/λ 1 η τάση έχει φάση -30° ο και στην περίπτωση με ω/λ 4 ότι η τάση έχει φάση $+30^\circ$ ο)

A full-page sheet of white graph paper with a uniform black grid. The grid consists of small squares, approximately 10 units wide by 20 units high. There are no margins or additional markings on the page.

ΜΕΡΟΣ Δ - ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΕ ΦΟΡΤΙΟ ΜΕ R, C
(φορτίο με "Χωρητική Συμπεριφορά")

$\Delta.1/\Delta.2$ Σχεδιάστε το κύκλωμα, στο οποίο έγιναν οι μετρήσεις, καταγράψτε και σχολιάστε τα τεχνικά στοιχεία των καταναλωτών.

Δ.3 / Δ.4 / Δ.5 Καταγράψτε στον παρακάτω Πίνακα τα αποτελέσματα των μετρήσεων καθώς και ότι μεγέθη προκύπτουν, μετά υπολογισμούς, από τις μετρήσεις

Για τον προσδιορισμό της "αλθούς" τιμής της ενεργού ισχύος που μετρείται το Βατόμετρο θα χρησιμοποιηθεί προφανώς η καμπύλη/σχέση αναβαθμίτησης, από το ΜΕΡΟΣ Β.

Στο διάγραμμα (P_w, P_{vi}) του ΜΕΡΟΥΣ Β πρέπει να σημειωθούν (με οριζόντιες και κάθετες γραμμές) τα σημεία, από τα οποία προκύπτουν οι τιμές της αλθούς ενεργού ισχύος.

1	2	3	4	5	6	7
α/α	ΣτοιχείαΚατ αναλωτή	Τύση[V]	$P_W[W]$	$P_W'==P_{\alpha\lambda\eta\theta}$ '[W]	cosφαπόστοι χεταιφορίου	P_{ϕ} $=P_W'/\cos\phi[$ VA]
1						
2						
3						
4						
5						
6						

ΜΕΡΟΣ Ε - ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΣΗ "ΚΛΑΣΣΙΚΟΥ"
ΒΑΤΤΟΜΕΤΡΟΥ/ΣΥΝΗΜΙΤΟΝΟΜΕΤΡΟΥ και ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ.

Ε.1 / Ε.3 Συνδεσμολογία Μέτρησης :

Ε.2 Αποτελέσματα / Παρατηρήσεις, Σχόλια :

(Οι Σπουδαστές να ΜΗΝ γράφουν οπδήποτε, από εδώ και κάτω)

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗ

Σ.Ν.Δ.
ΕΛΡΑ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ
Αο Έτος

“ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ - ΘΕΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ”

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ - 4 -

Παλμογράφος
και Σηματογεννήτρια
Μετρήσεις με Παλμογράφο στο Ε.Ρ.

Ν.ΛΟΚΙΜΟΣ :

Μέλη Ομάδας :
:
:
:
:

ΕΤΟΣ / ΤΜΗΜΑ :
Τετράμηνο / Εκπ. Έτος :
Ημερομηνία Πειράματος :
Θέση εργασίας :

Σ.Ν.Δ. - ΕΛΡΑ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ
“ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ - ΘΕΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ” Αριθμός (10)
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ - 4 -

Παλμογράφος
και Σηματογεννήτρια
Μετρήσεις με Παλμογράφο στο Ε.Ρ.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Εγχειρίδιο Εργαστηρίου Ηλεκτροτεχνίας και Ηλεκτροτεχνικών εφαρμογών
2. Όργανα Μετρήσεων Εργαστηρίων Ηλεκτροτεχνίας
3. Ηλεκτροτεχνία Τόμος 1, Ν.Κορίκη

Γενικές Οδηγίες

Κατά την διάρκεια του πειράματος εκτελέστε την ενότητα “IV ΠΕΙΡΑΜΑ” και καταχωρήστε τα αποτελέσματα των μετρήσεων, όσων υπολογισμών είναι απαραίτητο να γίνουν κατά τη διάρκεια του Πειράματος και ότι παρατηρήσεις έχετε στο “ΠΡΟΧΕΙΡΟ” ενότητας “IV”.

Μετά το εργαστηριακό πείραμα, την ώρα της μελέτης, θα γίνει η ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ (η ΕΚΘΕΣΗ) του Πειράματος στην ενότητα “V ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ”.

ΣΕ ΟΛΕΣ τις μετρήσεις, υπολογισμούς και σχήματα που κάνετε να σημειώσετε τις φορές αναφοράς Τάσεων και Ρευμάτων βάσει των οποίων έγιναν αυτά

I ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

1. Αρχή λειτουργίας του Παλμογράφου
2. Αρχή λειτουργίας Σηματοληπτών τάσεως και ρεύματος
3. Εξήγηση χρήσης Παλμογράφου, Σηματοληπτών τάσεως/ρεύματος και Σηματογεννήτριας χαμηλών συχνοτήτων.
4. Παρατήρηση / Μέτρηση χαρακτηριστικών μεγεθών διαφόρων κυματομορφών Τάσεων και Ρευμάτων (ν(τ), Ι(τ), f, Δφ) με τον Παλμογράφο

II ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ

- Βασικές αρχές μετρήσεων, μέτρα ασφαλείας και τρόπος εργασίας στο εργαστήριο
- Βασικοί νόμοι Ηλεκτροτεχνίας περί επιλύσεως κυκλωμάτων
- Γνώσεις που αποκτήθηκαν κατά τα προηγούμενα εργαστηριακά πειράματα

III ΟΡΓΑΝΑ / ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΘΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΟΥΝ

- Παλμογράφος διπλής δέσμης
- Σηματογεννήτρια χαμηλών συχνοτήτων
- Σηματοληπτές τάσεως και ρεύματος
- Σειρά αντιστάσεων, πυκνωτών και πηνίων
- Ωμόμετρο, Γέφυρα R/L/C

IV ΠΕΙΡΑΜΑ

ΜΕΡΟΣ Α

- A.1 Σύνοψη ανάπτυξη της αρχής λειτουργίας Παλμογράφου και Σηματοληπτών τάσεως/ρεύματος.
A.2 Σύνοψη περιγραφή / εξήγηση χρήσης Παλμογράφου και Σηματοληπτών τάσεως και ρεύματος του Εργαστηρίου ΣΝΔ.

- A.3** Σύντομη περιγραφή / εξήγηση χρήσης Σηματογεννήτριας ακουστικών συχνοτήτων του Εργαστηρίου ΣΝΔ.

ΜΕΡΟΣ Β

Αποτύπωση και Μέτρηση Χαρακτηριστικών Μεγεθών Τάσεων και Ρευμάτων

- B.1** α. Συνδέστε τον Παλμογράφο με τη Σηματογεννήτρια. Ρυθμίστε τη Σηματογεννήτρια να παράγει ημιτονική τάση. Παρατηρήστε / Μετρήστε την κυματομορφή της τάσης (π.χ. V_{max} [V], f [Hz], κλπ). Μεταβάλλετε πλάτος και συχνότητα της τάσεως και πάρτε νέες μετρήσεις.
- β. Επαναλάβετε για τριγωνική και τετραγωνική έξοδο Σηματογεννήτριας.
(Σχεδιάστε από μια κυματομορφή για κάθε περίπτωση μορφής σήματος, για συχνότητα περίπου 1KHz, σημειώνοντας ενδείξεις οριζοντίου και κατακόρυφου άξονα / κλίμακας, και όλα τα χαρακτηριστικά της κυματομορφής).
- B.2** * Μετρήστε και καταγράψτε τις ακριβείς τιμές των R_1 , L , C_1 , C_2 , που θα χρησιμοποιηθούν στα κυκλώματα του πειράματος.
- α. Συνδεσμολογήστε το κύκλωμα του Σχήματος 1, τροφοδοτώντας με ημιτονική τάση V_{max} [V] (μέγιστη τιμή που δίνει η σηματογεννήτρια), συχνότητας $f = 50$ [Hz], και εκτελέστε τις παρακάτω παρατηρήσεις / μετρήσεις.
- β. Με το κανάλι 1 του παλμογράφου να παρατηρεί την τάση της πηγής (συνδεδεμένο στα άκρα της πηγής), την οποία θεωρούμε σαν σήμα αναφοράς, παρατηρήστε / μετρήστε στο κανάλι 2, διαδογικά, την τάση στα άκρα των λοιπών ηλεκτρικών στοιχείων του κυκλώματος.
(Σχεδιάστε στο παρεχόμενο σκαρίφημα της οθόνης του Παλμογράφου (Σχήμα 1α), τις κυματομορφές των παραπάνω τάσεων, καταγράφοντας τις κλίμακες που τοποθετήσατε και τα μετρούμενα χαρακτηριστικά (π.χ. V_{max} [V], T [sec], κλπ), σημειώνοντας στο κύκλωμα του Σχήματος 1 και λαμβάνοντας υπ' όψη πάντα τις φορές αναφοράς).
- γ. Μεταβάλλετε την τιμή της μεταβλητής αντίστασης (ποτενσιόμετρον) και παρατηρήστε την τάση στα άκρα του πηνίου, συγκρίνοντας την με την τάση της πηγής.
- Επαναλάβετε το ίδιο αλλά αφού ανταλλάξετε τα κανάλια 1 και 2. Γιατί είναι δύσκολο τώρα να "συγχρονίσετε" τον παλμογράφο;
- δ. Συνδέστε κατάλληλα ώστε να παρατηρήσετε, μετρήσετε και σχεδιάσετε τάση στα άκρα του πηνίου και ολικό ρεύμα κυκλώματος, χωρίς τη χρήση σηματολήπτη ρεύματος, αλλά μόνο με σηματολήπτες τάσεως.
- ε. Μεταβάλλετε την μεταβλητή αντίσταση R , και παρατηρήστε τις κυματομορφές. Μεταβάλλεται η διαφορά φάσεως μεταξύ των κυματομορφών ή παραμένει σταθερή και γιατί;
- στ. Επαναλάβετε την παράγραφο β, αλλά με ημιτονική τάση V_{max} [V], συχνότητας $f = 500$ [Hz]
- B.3** α. Συνδεσμολογήστε το κύκλωμα του Σχήματος 2, τροφοδοτώντας με ημιτονική τάση V_{max} [V], $f = 50$ [Hz], και χρησιμοποιώντας τον σηματολήπτη ρεύματος στο κανάλι 1 και τον σηματολήπτη τάσεως στο κανάλι 2 παρατηρήστε / μετρήστε τη διαφορά φάσεως $\Delta\phi$ μεταξύ τάσεως και ρεύματος στα άκρα κάθε ηλεκτρικού στοιχείου του κυκλώματος. (Ο διακόπτης $X1$ $X5$ του καναλιού 1 στη θέση $X5$) Μετρήστε την τιμή του ρεύματος και τάσεως και σχεδιάστε στο Σχήμα 2α την εικόνα του παλμογράφου ανά περίπτωση. Σημειώστε στο κύκλωμα και λάβετε υπ' όψη σας τις φορές αναφοράς.
- β. Βραχυκυκλώνοντας εναλλάξ τον πυκνωτή ή το πηνίο και παρατηρήστε, μετρήστε και σχεδιάστε τη διαφορά φάσεως μεταξύ ρεύματος και τάσεως, στο απλό κύκλωμα RC ή RL που δημιουργείται.
- γ. Επαναλάβετε την παράγραφο α, αλλά με συχνότητα $f = 500$ [Hz], και πυκνωτή $C2 = 0.1 \mu F$.
- δ. Επαναλάβετε την παράγραφο α, για τριγωνική και τετραγωνική τάση με V_{max} [V], συχνότητα $f = 50$ [Hz] (και πυκνωτή $C1 = 1 \mu F$).

- B.4** Εφόσον υπάρχει χρόνος, (θα ληφθεί θετικά υπ' όψιν στη βαθμολόγηση της εργασίας), όποια ομάδα Ν.Δοκίμων επιθυμεί, μπορεί να επαναλάβει την παράγραφο Β.3.α και Β.3.δ για το κύκλωμα του Σχήματος 3

ΠΡΟΧΕΙΡΟ

ΣΕ ΟΛΕΣ τις μετρήσεις, υπολογισμούς και σήματα που κάνετε να σημειώσετε τις φορές αναφοράς Τάσεων και Ρευμάτων βάσει των οποίων έγιναν αυτά

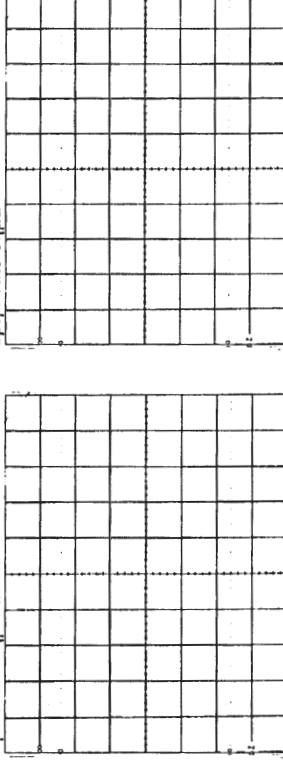
ΜΕΡΟΣ Α - Αρχή Λειτουργίας / Περιγραφή / Χρήση Οργάνων

- A.1** Αρχή λειτουργίας Παλμογράφου και Σηματοληπτών τάσεως/ρεύματος
- A.2** Σύντομη περιγραφή/εξήγηση χρήσης Παλμογράφου και Σηματοληπτών τάσεως/ρεύματος Εργαστηρίου ΣΝΔ
Ο σηματολήπτης ρεύματος που χρησιμοποιείται, δίνει έξοδο $10mV/A$ στην κλίμακα των 20Α. Επειδή η ευαισθησία του δεν είναι αρκετή για τις χαμηλές τιμές ρευμάτων του πειράματος, παίρνουμε ένα λεπτό σύρμα σε 100 σπείρες γύρω από "τη δοκίμια" του σηματολήπτη. Έτσι η τάση που βγάζει στην έξοδο είναι 100 φορές μεγαλύτερη της πραγματικής.

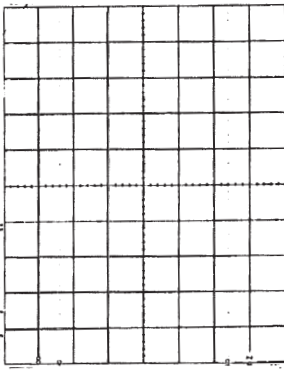
- A.3** Σύντομη περιγραφή/εξήγηση χρήσης Σηματογεννήτριας χαμηλών συχνοτήτων

ΜΕΡΟΣ Β

- B.1** Εξάσκηση μετρήσεως / παρατήρησης διαφόρων σημάτων από Σηματογεννήτρια με τον Παλμογράφο. Ημιτονικά Σήματα



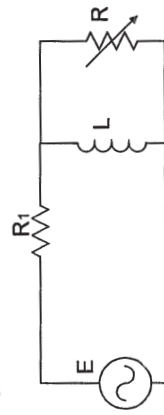
Τετραγωνικό σήμα



B.2

	Ονομαστική Τιμή	Μετρηθείσα Τιμή
R1	1KΩ (σταθερή αντίσταση)	
L	8.5H	
C	1 μF	
C	0.1 μF	

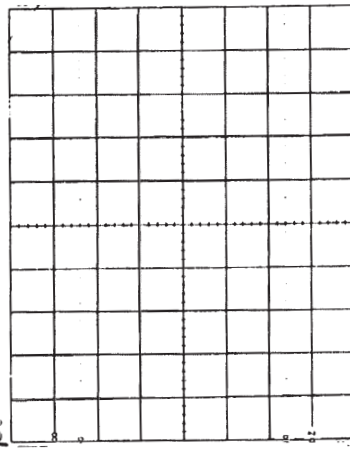
α.



$E = V_{pp}, 50\text{Hz}$
 $E_{\text{ενδ.}} = V$
 $R1 = 1\text{K}\Omega$
 $R = 1\text{K}\Omega$ (ποτενσιόμετρο)
 $L = 8.5\text{H}$

Σχήμα 1

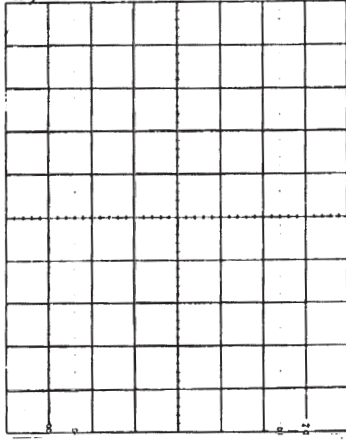
β.



Σχήμα 1α

γ.

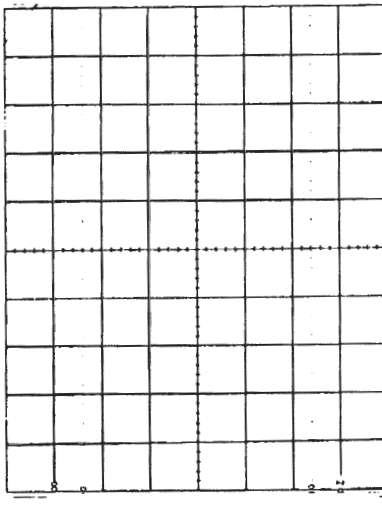
δ.



Τάση στα άκρα του πηνίου και ολικό ρεύμα κυκλώματος

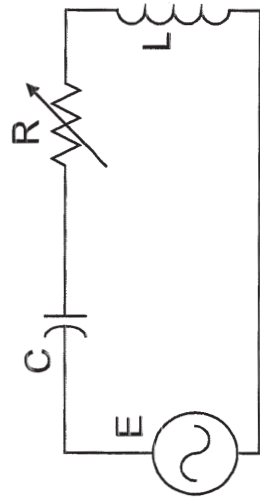
ε.

στ.



Σχήμα 1α για $f = 500\text{Hz}$

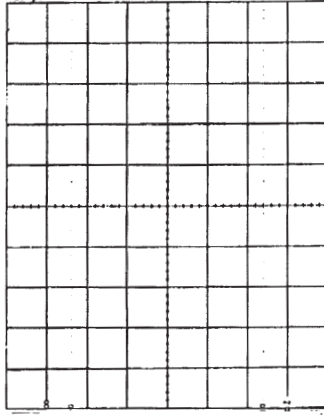
B.3



$E = V_{pp}, 50\text{Hz}$
 $E_{eff} = V$
 $R = 1\text{K}\Omega$ (ποτενσιόμετρο),
 $L = 8.5\text{H}$,
 $C = 1 \mu\text{F}$

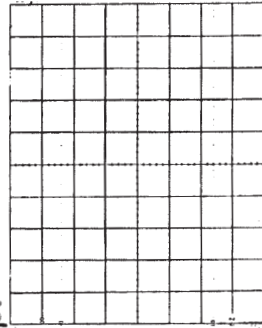
Σχήμα 2

α.

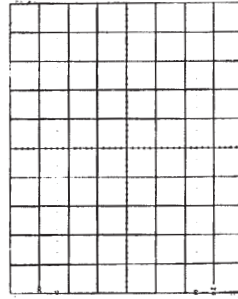


Σχήμα 2α

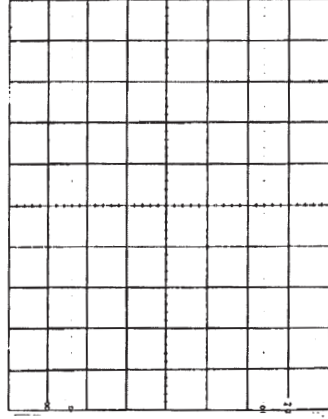
β.



Κύκλωμα RC

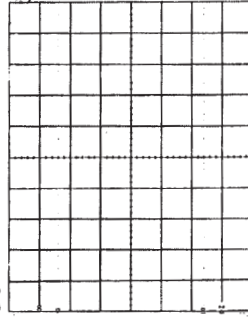


Κύκλωμα RL

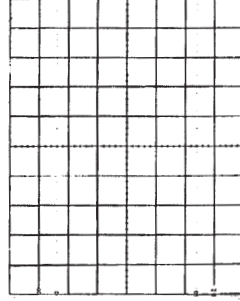


Σχήμα 2α για $f = 500\text{Hz}$

δ.



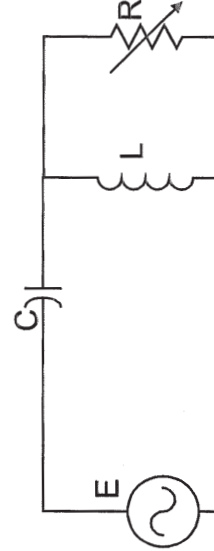
Για Τριγωνική Τάση



Για Τετραγωνική Τάση

B.4

$E = V_{pp}, 50\text{Hz}$
 $R = 1\text{K}\Omega$,
 $L = 8.5\text{H}$,
 $C = 1 \mu\text{F}$



Σχήμα 3

ПАРТИМА "І"

Παλμογράφος LG OS-5020RS

Ο παλμογράφος αυτός είναι διπλής δέσμης, με τα παρακάτω βασικά χαρακτηριστικά:

Απόκριση Συχνότητας DC-20MHZ,
Ευαισθησία αποκλίσεως 5mV/div - 20V/div σε 12 κλίμακες

Ακρίβεια μετρήσεως $\pm 3\%$,
Μέγιστη τάση εισόδου 400V

Αναλυτική παρουσίαση των χαρακτηριστικών του ακολουθεί στις επόμενες σελίδες.

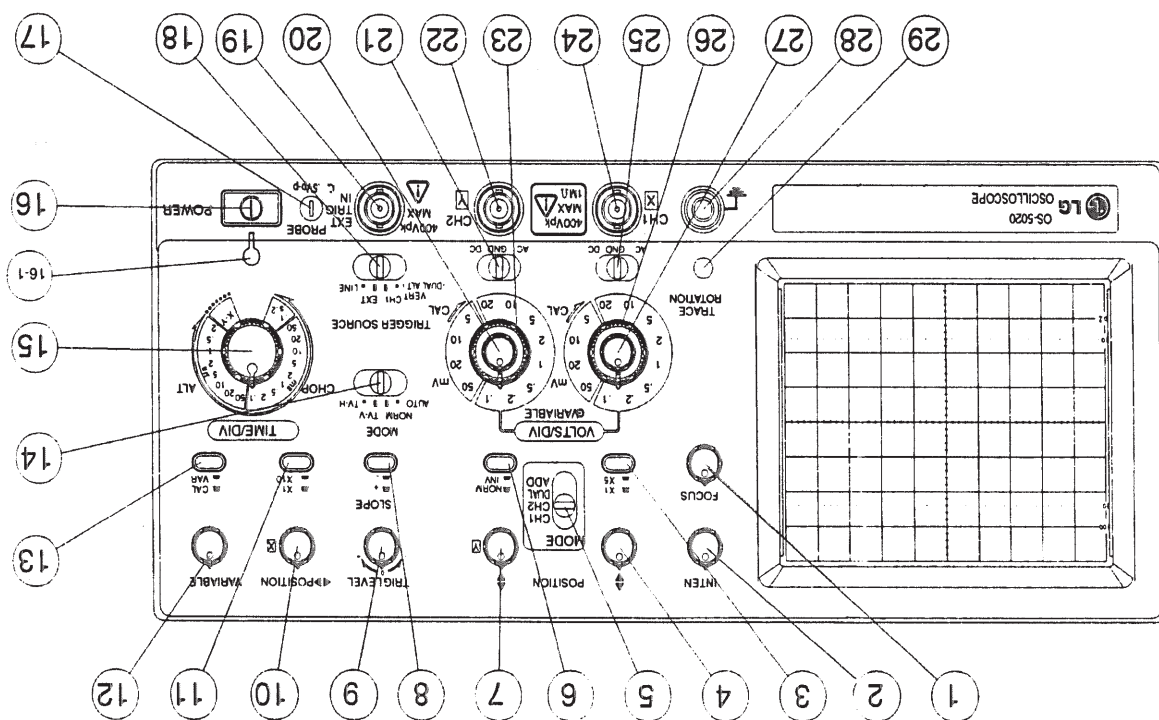
Επεξήγηση χειριστικών διακοπών / επιλογών

1	FOCUS Ρύθμιση Εστίασης δέσμης. Ρυθμίζουμε τη δέσμη ώστε να είναι όσο το δυνατό καλύτερα εστιασμένη.
2	INTENSITY Ρύθμιση φωτεινότητας.
3	X1 X5
4	Πολλαπλασιαστής τάσεως εισόδου. APOSITION Ρύθμιση κατακόρυφης θέσης της δέσμης Channel A (vertical) MODE switch Επλέγει τον τρόπο που θα παρουσιάζονται οι δύο εισοδοί στην οθόνη. CH1: Κανάλι 1 CH2: Κανάλι 2 DUAL: Στην οθόνη και τα δύο κανάλια. Ο τρόπος λειτουργίας της επιλογής DUAL εξαρτάται από τη θέση του επιλογέα 18 Η συνρότητα σάρωσης (Time/division) επλέγεται από τον διακόπτη 15, όπως πάντα, τοποθετώντας τον στην αντίστοιχη περιοχή (δεξιά: ALT, αριστερά: CHOP) ALT: Εναλλάξει οι δύο εισοδοί. Σάρωση στο κανάλι 1 - παρουσίαση κυματομορφής 1 και μετά σάρωση στο κανάλι 2 - παρουσίαση κυματομορφής 2. Καλό για γρήγορες σαρώσεις, αλλά για αργές σαρώσεις προτιμάται η μέθοδος CHOP CHOP: Σάρωση και παρουσίαση ενός μικρού τμήματος της εισόδου στο κανάλι 1, στη συνέχεια ενός μικρού τμήματος της εισόδου στο κανάλι 2, ξανά 1, 2, 1, κοκ. Επιτρέπει τη λειτουργία σε αργές σαρώσεις.
6	NORM INV (για κανάλι 2) Αντιστρέφει την πολικότητα του καναλιού 2, ώστε να μπορούμε να πάρουμε μετρήσεις με κοινό σημείο γής ενδιάμεσο.
7	APOSITION Ρύθμιση κατακόρυφης θέσης της δέσμης Channel 2
8	SLOPE + - Av o συγχρονισμός θα αρχίσει όταν το σήμα γίνεται θετικό ή όταν το σήμα γίνεται αρνητικό
9	TRIG.LEVEL
10	↔ POSITION Ρύθμιση οριζόντιας θέσης δέσμης.
11	X1 X10 Πολλαπλασιαστής γώννου οριζόντιας σαρώσεως.

12	Variable Για συνεχή (όχι βαθμονομημένη) ρύθμιση timebase σε διαστήματα ανάμεσα δύο του επιλογέα 15. Όταν ο 13 είναι πατημένος
13	CAL VAR Αν ο επιλογέας αυτός δεν είναι στην θέση CAL, τότε η ένδειξη χρόνου της κυματομορφής είναι λάθος.
14	TRIG. MODE switch Επιλέγει τον τρόπο συγχρονισμού AUTO: Αυτόματο NORM: ρυθμιζόμενο από 9 TV-V, TV-H Για ειδικές ρυθμίσεις τηλεοράσεων κλπ. TIMEBASE TIME/DIV
15	Επιλογή συχνότητας γεννήτριας σαρώσεως, δηλαδή ορίζονται απόκλιση. Η βαθμονόμηση είναι σε χρόνο.
16	POWER Διακόπτης ON-OFF
17	Έξοδος τετραγωνικού παλμού ελέγχου / ρύθμισης probe τάσεως.
18	TRIGGER SOURCE Επιλογή σήματος συγχρονισμού. Η επιλογή συνδυάζεται με τον επιλογέα 5 (vertical MODE switch): VERT: Ανάλογα κανάλι 1 ή 2 ή εναλλαξ, αναλόγως θέσε επιλογέα 5 CH1 : κανάλι 1, LINE: Από πηγή τροφοδοσίας 220V, 50Hz EXT: Εξωτερική είσοδος (19) EXT. TRIG input
19	Είσοδος για εξωτερική πηγή συγχρονισμού.
20	Μικρομετρική ρύθμιση ευαισθησίας καναλιού 2. Όταν ο διακόπτης ΔΕΝ είναι τελείως δεξιά, η μέτρηση τάσεως είναι εσφαλμένη.
21	Επιλογέας AC-DC-GND, Channel 2
22	INPUT (channel B) Είσοδος σήματος, Channel 2
23	Volts/cm Ευαισθησία εισόδου Channel 2
24	INPUT (channel A) Είσοδος σήματος, Channel 1
25	Επιλογέας AC-DC-GND, Channel 1
26	Volts/cm Ευαισθησία εισόδου Channel 1
27	Μικρομετρική ρύθμιση ευαισθησίας καναλιού 2. Όταν ο διακόπτης ΔΕΝ είναι τελείως δεξιά, η μέτρηση τάσεως είναι εσφαλμένη.
28	Γείωση (για εξωτερική πηγή συγχρονισμού)
29	TRACE ROTATION Εμπρέπει μικρή περιστροφή της δέσμης για διόρθωση σφάλματος λόγω μαγνήτισης της οθόνης.

1-2. SPECIFICATIONS

PART	SPECIFICATION
* CRT	
1) Configuration and useful screen	6-inch rectangular screen with internal graticule: 8x10DIV (1DIV=1 cm), marking for measurement of rise time. 2mm subdivisions along the central axis.
2) Accelerating Potential	+1.9kV approx. (ref. cathode)
3) Phosphor	P31
4) Focusing	possible
5) Trace Rotation	provided
6) Intensity Control	provided
* Z-Axis input (Intensity Modulation)	
1) Input Signal	Positive going signal decreases intensity +5Vp-p or more signal cases noticeable modulation at normal intensity settings.
2) Band-width	DC-20MHz(-3dB)
3) Coupling	DC
4) Input impedance	20k -30kohms
5) Maximum input voltage	30V(DC+peak AC)
* Vertical Deflection	
1) Band-Width(-3dB) DC coupled	DC to 20MHz normal DC to 10MHz magnified (CH1 only)
AC coupled	10Hz to 20MHz normal 10Hz to 10MHz magnified (CH1 only)
2) Modes	CH1, CH2, ADD, DUAL, CHOP: Time/div switch 0.2s to 1ms ALT: Time/div switch 0.5ms to 0.2us
3) Deflection factor	5mV/div to 20V/div in 12 calibrated steps of a 1:2.5 sequence. Continuously variable between steps at least 1:2.5 x5 MAG: 1mV/div to 1V/div in 10 calibrated steps. (CH1 only)



PART	SPECIFICATION
4)Accuracy	normal: $\pm 3\%$, magnified: $\pm 5\%$ (CH1 only)
5)Input impedance	approx. 1Mohm in parallel with 30pF
6)Maximum input voltage	Direct: 400V(DC+peak AC) With probe: refer to probe specification
7)Input coupling	DC-GND-AC
8)Rise time	17.5ns or less (35ns or less: X5MAG)
9)CH1 out	25mV/div $\pm 20\%$ into 50 ohms: 20Hz to 10MHz(-3dB)
10)Polarity inversion	CH2 only
* Horizontal Deflection	
1)Display modes	Normal, X-Y, X10, VARIABLE
2)Time base	0.2us/div to 0.2s/div in 19 calibrated steps, 1-2-5 sequence. uncalibrated continuous control between steps at least 1:2.5
3)Sweep magnification	10 times (maximum sweep rate : 20ns/div) Note: 50ns/div, 20ns/div of TIME BASE are $\pm 10\%$.
4)Accuracy	$\pm 3\%$, $\pm 5\%$ (0°C to 40°C), additional error for magnifier $\pm 2\%$
* Trigger System	
1)Modes	AUTO, NORM, TV-V, TV-H
2)Source	VERT(DUAL,ALT), CH1, EXT, LINE
3)Coupling	AC
4)Slope	+ or -
5)Sensitivity and Frequency	
AUTO, NORM	
	20Hz-2MHz 2MHz-20MHz
INT(VERT)	0.5div(2.0) 1.5div(3.0)
EXT	0.2 Vp-p 0.8 Vp-p
TV-V, TV-H	at least 1 div or 1.0 Vp-p

PART	SPECIFICATION									
6)External trigger	approx. 1M-ohm									
Input impedance										
Max. Input voltage	400V(DC + peak AC)									
* X-Y Operation										
1)X-axis	(same as CH1 except for the following) Deflection factor : same as that of CH1 Accuracy : 5% Frequency response : dc to 500kHz(-3dB)									
2)Y-axis	same as CH2									
3)X-Y phase difference	3° or less(at DC to 50kHz)									
* Component Test. (OS-5020C Only)	* One test lead is grounded (safety earth)									
1)Test Voltage	approx. 4.5Vrms (open circuit)									
2)Test Current	max. 6.6mArms(short circuit)									
3)Test Frequency	approx. 60Hz									
* Calibrator(probe adj.)	1kHz(±20%) frequency, 0.5V(±10%) square wave duty ratio:40- 60%									
* Power Supply										
1)Voltage range	<table><tr><td>voltage range</td><td>UL198G</td><td>IEC127</td></tr><tr><td></td><td>115(98-125V) / AC</td><td>1.25A</td></tr><tr><td></td><td>230(198-250V)/AC</td><td>0.63A</td></tr></table>	voltage range	UL198G	IEC127		115(98-125V) / AC	1.25A		230(198-250V)/AC	0.63A
voltage range	UL198G	IEC127								
	115(98-125V) / AC	1.25A								
	230(198-250V)/AC	0.63A								
2)Frequency	50/60Hz									
3)Power consumption	approx. 45W									
* Physical Charac.										
1)Weight	7.8kg									
2)Dimension	316mm(W) X 132mm(H) X 410mm (L)									

PART	SPECIFICATION
* Environmental Characteristic	
1) Temperature range for rated operation	+10° C to +35° C (+50° F to +95° F)
2)Max. ambient operating temperature	0° C to +40° C (+32° F to +104° F)
3)Max Storage temperature	- 20° C to +70° C (- 4° F to +158° F)
4)Humidity range for rated operation	45% to 85% RH
5)Max. ambient operating humidity	35% to 85% RH
6)Safety	EN61010-1 overvoltage CAT 2, degree of pollution 2. Approval:TUV/GS
7)EMC	Interference:EN500811 Susceptability:EN500821, IEC8012,3,4
<Caution> Sources like small handheld ratio transceivers, fixed station radio & television transmitters, vehicle radio transmitter & cellular phones generate electromagnetic radiation that may induce voltages in the leads of a test probe in such cases the accuracy of the oscilloscope can not be guaranteed due to physical reasons. Using the 4DIV scale, the oscilloscope radiation can be exceeded the limit.	

(ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ - 4 -)

V ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

Μετά το εργαστηριακό πείραμα, την ώρα της μελέτης, ΑΝΑΠΤΥΞΤΕ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ, συμπληρώνοντας τα παρακάτω, προσθέτοντας ότι παρατηρήσεις, συμπεράσματα και σχόλια κρίνετε κατά την κρίση σας χρήσιμα, κλπ.

ΜΕΡΟΣ Α

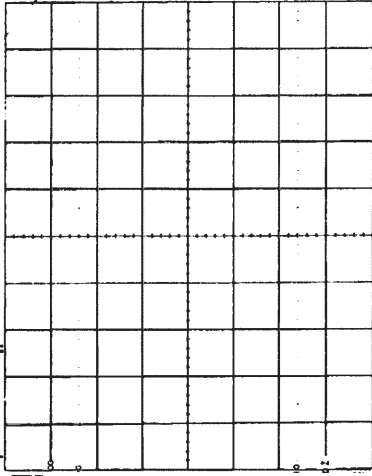
Σημειώστε, ότι βασικές παρατηρήσεις/σχόλια έχετε σχετικά με τον Πόλομογρόφο, την Σηματογεννήτρια και τους Σηματολήπτες που χρησιμοποιήθηκαν.

ΜΕΡΟΣ Β

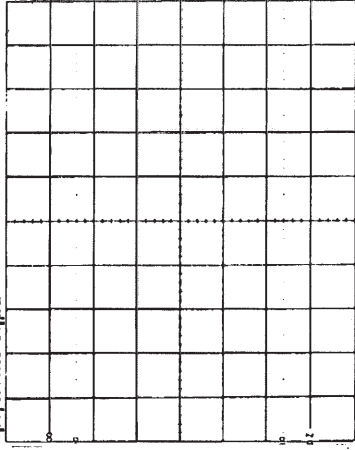
Σχεδιάστε τις κυματομορφές τάσεων και ρευμάτων στις διάφορες περιπτώσεις που μετρήσατε.

B.1 Σημειώστε στα σχήματα όλα τα χαρακτηριστικά μεγέθη των σημάτων που παρατηρήσατε, (ημιτονικό, τριγωνικό και τετραγωνικό), (π.χ. μέγιστη τιμή, περίοδος, μέση τιμή κλπ.) κατά περίπτωση. Να φαίνονται οι πράξεις για όσα από τα χαρακτηριστικά απαιτείται.

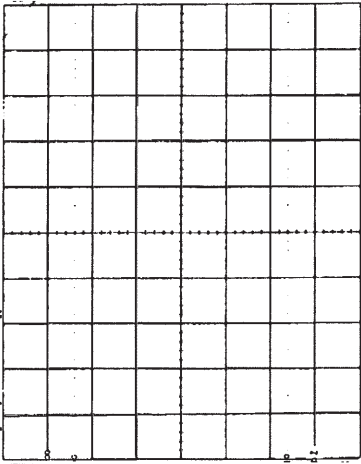
Ημιτονικό Σήμα



Τριγωνικό σήμα



Τετραγωνικό σήμα



B.2.α. Σχεδιάστε το κύκλωμα στο οποίο έγιναν οι μετρήσεις και επιλύστε το κύκλωμα με τις μετρουθέσεις τιμές εξαρτημάτων.

	Ονομαστική Τιμή	Μετρουθέσα Τιμή
R1	1KΩ (σταθερή αντίσταση)	
L	8.5H	
C1	1 μF	
C2	0.1 μF	

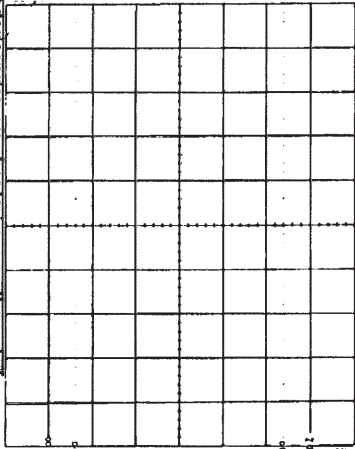
E= V_{pp} , 50Hz
Τιμές από επίλυση κυκλώματος

V_{R1} =
 V_L =
 $I_{o\lambda}$ =
 I_L =
 I_R =
 $\Delta\phi(E,I_{o\lambda})$ =
 $\Delta\phi(E,I_L)$ =

Σχήμα 1

β. Καθαρογράψτε τις κυματομορφές που παρατηρήσατε.

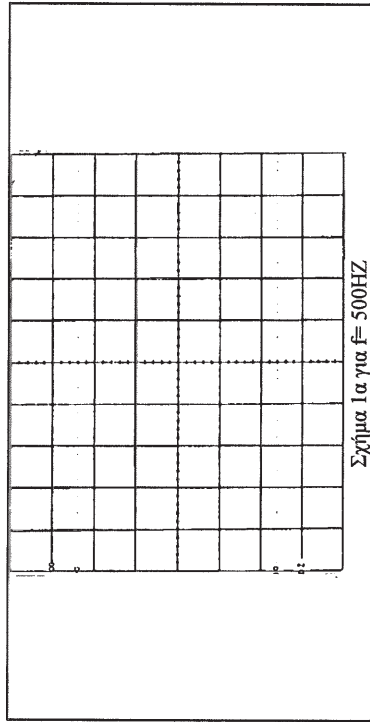
Σημειώστε, δίπλα από το Σχήμα, τις συνθήκες των μετρήσεων (κλίμακες κλπ.) και τα χαρακτηριστικά μεγέθη των κυματομορφών.



Σχήμα 1α

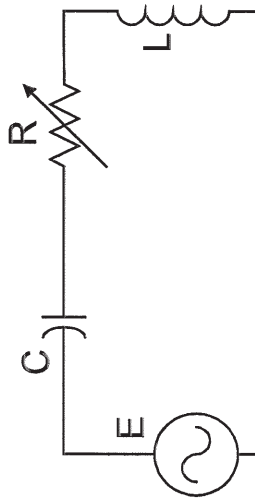
- γ.** Τι παρατηρήσατε κατά την εκτέλεση της παραγράφου γ; Τι συμπέρασμα βγάξετε που να καθορίζει (εφ' όσον είναι αυτό δυνατό) ποια είσοδο χρησιμοποιείται σε κάθε κανάλι;
- δ.** Πως μπορούμε να παρατηρήσουμε / μετρήσουμε το ρεύμα ενός κυκλώματος (με τον παλμογράφο) αν δεν έχουμε σηματοδότηση ρεύματος;
- ε.** Τι παρατηρήσατε όταν μεταβάλλατε την μεταβλητή αντίσταση R; Μετεβλήθει η διαφορά φάσεως ή παρέμεινε σταθερή και γιατί; Αικαιολογήστε συνοδύοντάς με τους αντίστοιχους θεωρητικούς τύπους.

07. Καθαρογράψτε τις κυματομορφές που παρατηρήσατε, για συχνότητα **500 HZ**.
 Σημειώστε, δίπλα από το Σχήμα, τις συνθήκες των μετρήσεων (κλίμακες κ.λπ.) και τα
 χαρακτηριστικά μεγέθη των κυματομορμών.
 Σχολιάστε τι συμβαίνει με τη διαφορά φάσεως σε σχέση με αυτή στα **50 HZ**.

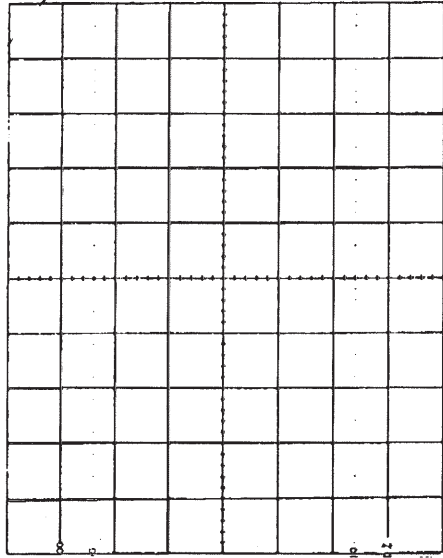


B.3.α Καθαρογράψτε τις κυματομορφές που παρατηρήσατε σημειώνοντας τις συνθήκες των μετρήσεων
 (κλίμακες κ.λπ.) και τα χαρακτηριστικά μεγέθη των κυματομορμών, για συχνότητα **50 HZ**.

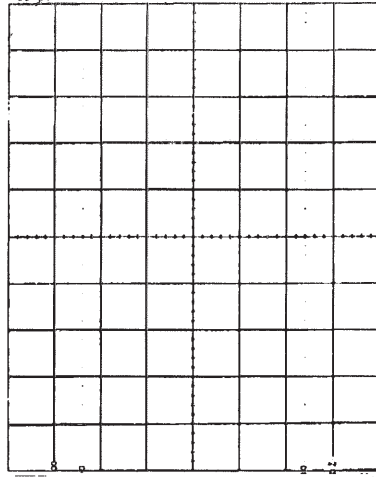
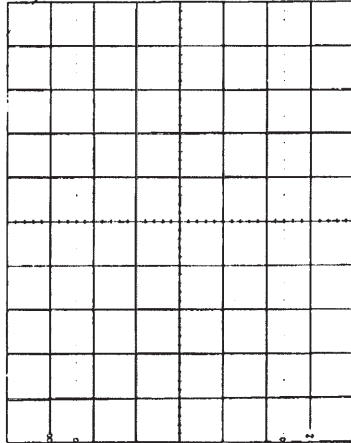
$$\begin{aligned} E &= V_{pp}, \quad 50\text{Hz} \\ R &= 1\text{K}\Omega \text{ (ποτενσιόμετρο)}, \\ L &= 8.5\text{H}, \\ C1 &= 1 \mu\text{F} \end{aligned}$$



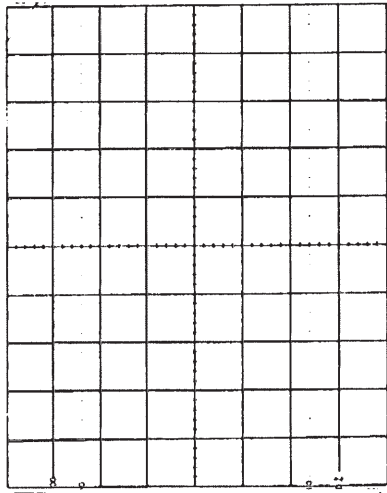
Σχήμα 2



β.

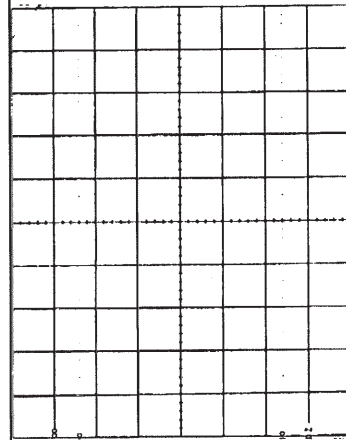


γ.

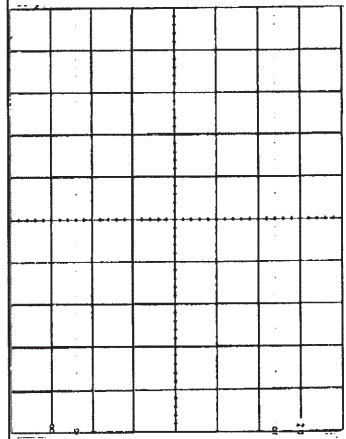


Σχήμα 2α για $f = 500\text{Hz}$

δ. Καθαρσγράψτε τις κυματομορφές που παρατηρήσατε, για συχνότητα 50 HZ, και τριγωνικό και τετραγωνικό σήμα. Σγολιάστε τι παρατηρείτε.



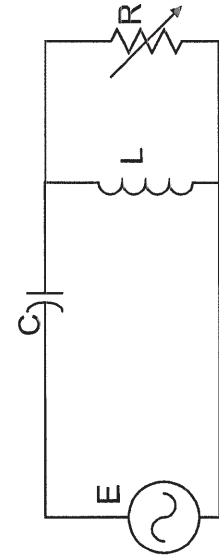
Για Τριγωνική Τάση



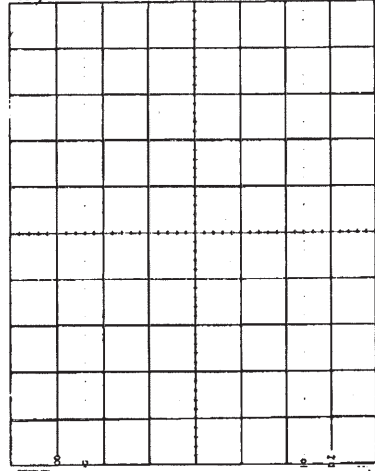
Για Τετραγωνική Τάση

B.4. Καθαρσγράψτε τις κυματομορφές που παρατηρήσατε σημειώνοντας τις συνθήκες των μετρήσεων (κλίμακες κ.λπ.) και τα χαρακτηριστικά μεγέθη των κυματομορφών, για συχνότητα 50 HZ.

α.

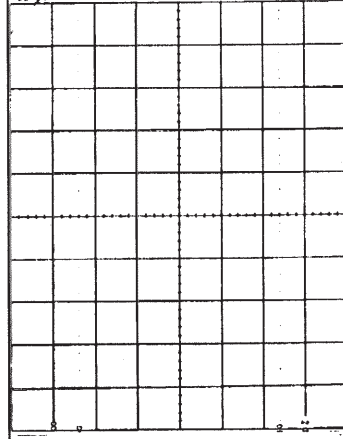


Σχήμα 3

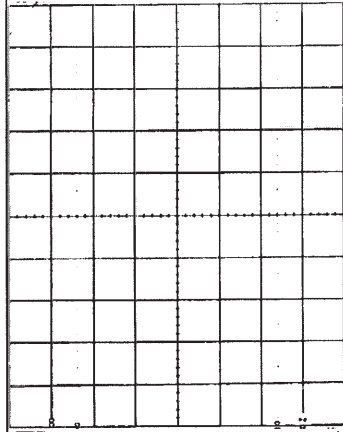


Σχήμα 3α

δ. Καθαρσγράψτε τις κυματομορφές που παρατηρήσατε, για συχνότητα 50 HZ, και τριγωνικό και τετραγωνικό σήμα. Σγολιάστε τι παρατηρείτε.



Για Τριγωνική Τάση



Για Τετραγωνική Τάση

$E = V_{pp}, 50\text{Hz}$
 $R = 1\text{K}\Omega$ (ποτενομόμετρο),
 $L = 8.5\text{H}$,
 $C = 1\ \mu\text{F}$

Αρχές Ηλεκτρολογικού Σχεδίου
Διακόπτες
Μετρήσεις με διάφορα όργανα
Εξάσκηση στη χρήση των οργάνων

Ν.ΛΟΚΙΜΟΣ :

Μέλη Ομάδας :
:
:
:

ΕΤΟΣ / ΤΜΗΜΑ :
Τετράμηνο / Εκπ. Έτος :
Ημερομηνία Πειράματος :
Θέση εργασίας :

Αρχές Ηλεκτρολογικού Σχεδίου
Διακόπτες
Μετρήσεις με διάφορα όργανα
Εξάσκηση στη χρήση των οργάνων

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Εγχειρίδιο Εργαστηρίου Ηλεκτροτεχνίας και Ηλεκτροτεχνικών εφαρμογών
2. Όργανα Μετρήσεων Εργαστηρίων Ηλεκτροτεχνίας
3. Ηλεκτροτεχνία Τόμος 1, Ν.Κορίκη

Γενικές Οδηγίες

Κατά την διάρκεια του πειράματος εκτελέστε την ενότητα “**IV ΠΕΙΡΑΜΑ**” και καταχωρήστε τα αποτελέσματά των μετρήσεων, όσων υπολογισμών είναι απαραίτητο να γίνουν κατά τη διάρκεια του Πειράματος και ότι παρατηρήσεις έχετε στο “**ΠΡΟΧΕΙΡΟ**” ενότητας “**IV**”.
Μετά το εργαστηριακό πείραμα, την ώρα της μελέτης, θα γίνει η **ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ (η ΕΚΘΕΣΗ) του** Πειράματος στην ενότητα “**V ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ**”.

ΣΕ ΟΛΕΣ τις μετρήσεις, υπολογισμούς και σχήματα που κάνετε να σημειώσετε τις ποσές αναφορές Τάσεων και Ρευμάτων βάσει των οποίων έγιναν αυτά

I ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

1. Αρχές Ηλεκτρολογικού Σχεδίου, “Ανάγνωση” Ηλεκτρικού κυκλώματος, αναγνώριση και σχεδίαση αυτού
2. Απλοί διακόπτες που χρησιμοποιούνται στο εργαστήριο, στην κατασκευή κυκλωμάτων
3. Πρακτική εξάσκηση στη χρήση των οργάνων που χρησιμοποιήθηκαν στα προηγούμενα Πειράματα και επί τόπου επίλυση αποριών

II ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ

- Βασικές αρχές μετρήσεων, μέτρα ασφαλείας και τρόπος εργασίας στο εργαστήριο
- Βασικοί νόμοι Ηλεκτροτεχνίας περί επιλύσεως κυκλωμάτων
- Γνώσεις που αποκτήθηκαν κατά τα προηγούμενα εργαστηριακά πειράματα

III ΟΡΓΑΝΑ / ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΘΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΟΥΝ

- Πολύμετρα (σαν Ωμόμετρο, Βολτόμετρο και Αμπερόμετρο) (Αναλογικά - Ψηφιακά).
- Παλμογράφος διπλής δέσμης
- Σηματογεννήτρια χαμηλών συχνοτήτων
- Σηματολήπτες τάσεως και ρεύματος
- Σειρά αντιστάσεων, πυκνωτών, πηνίων και διακοπών
- Γέφυρα R/L/C, Βατόμετρο, Όργανο μέτρηση cosφ

IV ΠΕΙΡΑΜΑ

ΜΕΡΟΣ Α

- A.1 Σύνοψη ανάπτυξη Αρχών Ηλεκτρολογικού Σχεδίου. Σύμβολα Ηλεκτρικών στοιχείων και εξαρτημάτων.
A.2 Σύνοψη παρουσίαση απλών διακοπών που χρησιμοποιούνται στις εργαστηριακές ασκήσεις. Απλά ηλεκτρικά κυκλώματα με διακόπτες

ΜΕΡΟΣ Β

Λήψη διαφόρων μετρήσεων για εξοικείωση με τα όργανα που έχουν χρησιμοποιηθεί στα προηγούμενα πειράματα.

- B.1 α. Μετρήσετε και καταγράψτε τις ακριβείς τιμές των R_1, L, C_1, C_2 , που θα χρησιμοποιηθούν στα κυκλώματα του πειράματος.

β. Συνδεσμοποιήστε το κύκλωμα του Σχήματος 1, τροφοδοτώντας με ημιτονική τάση V_{max} [V] (μέγιστη τιμή που δίνει η σηματογεννήτρια), συχνότητας $f = 50$ [Hz], και εκτελέστε τις παρακάτω παρατηρήσεις / μετρήσεις.

γ. Με το κανάλι 1 του παλμογράφου να παρατηρεί την τάση της πηγής (συνδεδεμένο στα άκρα της πηγής), την οποία θεωρούμε σαν **σήμα αναφοράς**, παρατηρήστε / μετρήστε στο κανάλι 2, διαδοχικά, την τάση στα άκρα των λοιπών ηλεκτρικών στοιχείων του κυκλώματος. (Σχεδιάστε στο παρεχόμενο σκαρίφημα της οθόνης του Παλμογράφου (Σχήμα 1α), τις καματομορφές των παραπάνω τάσεων, καταγράφοντας τις κλίμακες που τοποθετήσατε και τα μετρούμενα χαρακτηριστικά (π.χ. V_{max} [V], T [sec], κλπ), σημειώνοντας στο κύκλωμα του Σχήματος 1 και λαμβάνοντας υπ' όψιν πάντα τις φορές αναφοράς).

δ. Συνδέστε το Σηματολήπτη ρεύματος και μετρήστε το ολικό ρεύμα του κυκλώματος. Σχεδιάστε την κυματομορφή στο Σχήμα 1α.

ε. Μετρήστε με Αμπερόμετρο / Βολτόμετρο (Αναλογικό **και** Ψηφιακό) την τάση στα άκρα της πηγής και στα άκρα κάθε εξαρτήματος, καθώς και τα ρεύματα I_{ol} , I_R , I_C .

στ. Ελέγξτε τη συνδεσμολογία Βατόμετρου και Οργάνου Μέτρησης Συντελεστή Ισχύος ($\cos\phi$) σε κύκλωμα αποτελούμενο από μεταβλητή αντίσταση σύρματος παράλληλα με πηνίο (κιβώτιο πηνίων Lab Volt), και τροφοδοτείστε από την πηγή Εναλλασσόμενων με 30 V, AC. Τοποθετήστε όλες τις αυτεπαγωγές παράλληλα στο κύκλωμα (όλοι οι διακόπτες εντός), και τη μεταβλητή αντίσταση σε μια μέση τιμή. Μετρήστε Ισχύ και Συντελεστή Ισχύος. (Επειδή η εργαστήριο διαθέτει μόνο ένα ζεύγος Βατομέτρου + Συνμνητομέτρου η άσκηση θα πραγματοποιείται εναλλάξ από κάθε μια ή δυο ομάδες, σύμφωνα με οδηγίες των καθηγητών σας).

ΠΡΟΧΕΙΡΟ

ΣΕ ΟΛΕΣ τις μετρήσεις, υπολογισμούς και σχήματα που κάνετε να σημειώσετε τις φορές αναφοράς. Τάσεων και Ρευμάτων βάσει των οποίων έγιναν αυτά

ΜΕΡΟΣ Α - Αρχή Λειτουργίας / Περιγραφή / Χρήση Οργάνων

- A.2 Βασικοί διακόπτες.

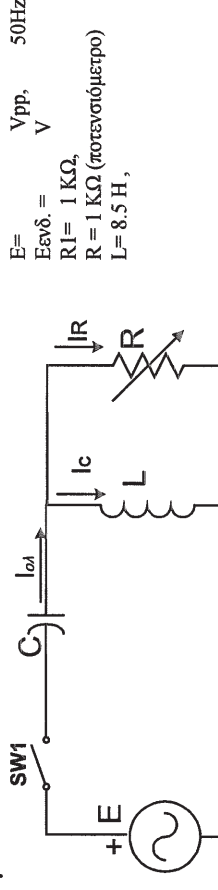
ΜΕΡΟΣ Β

B.1

α.

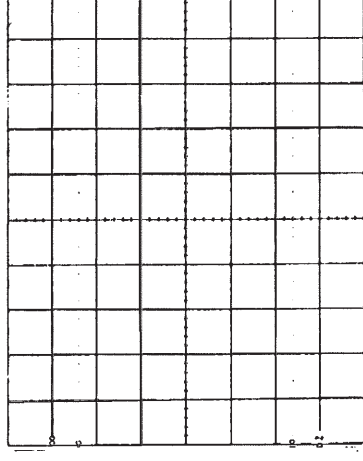
	Ονομαστική Τιμή	Μετρηθείσα Τιμή
R_1	1KΩ (σταθερή αντίσταση)	
L	8.5H	
C	1 μ F	
C	0.1 μ F	

β.



Σχήμα 1

γ.



Σχήμα 1α

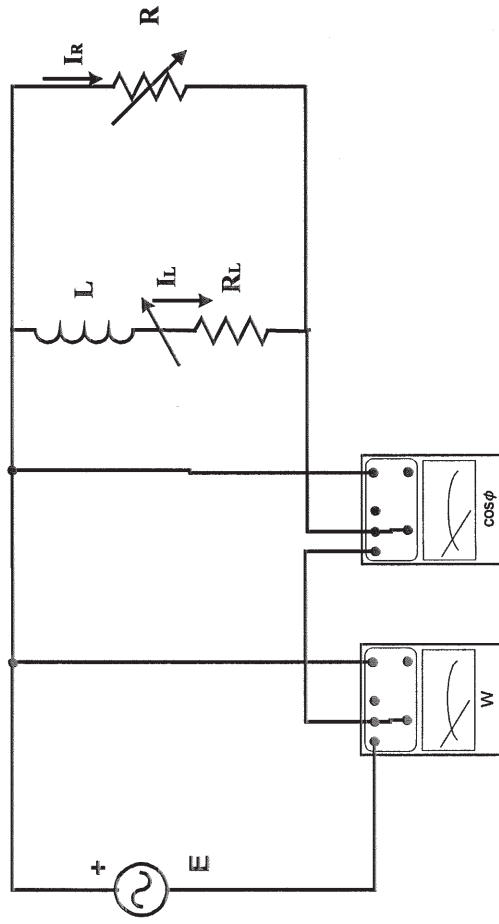
δ. $I_{o\lambda} =$

ε.

Μετρήσεις με Βολτόμετρο και Αμπερόμετρο.

	Μέτρηση με αναλογικό όργανο	Μέτρηση με ψηφιακό όργανο
E		
V _c		
V _L		
I _{oλ}		
I _L		
I _c		

στ.



P=

$\cos \phi =$

(ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ - 5 -)

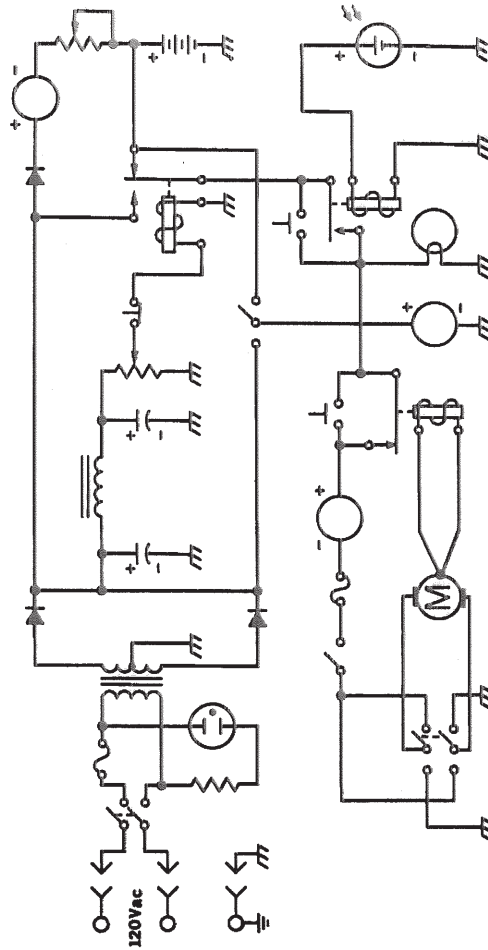
V ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

Μετά το εργαστηριακό πείραμα, την ώρα της μελέτης, ΑΝΑΠΤΥΞΤΕ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ, συμπληρώνοντας τα παρακάτω, προσθέτοντας ότι παρατηρήσεις, συμπεράσματα και σχόλια κρίνετε κατά την κρίση σας χρήσιμα, κ.λπ.

ΜΕΡΟΣ Α

Στο παρακάτω κύκλωμα αριθμήστε κάθε εξάρτημα (1, 2, ...) και σε ΥΠΟΜΝΗΜΑ δώστε το όνομα και το σύμβολο κάθε εξαρτήματος.

(Εγχειρίδιο Εργαστηρίου Ηλεκτροτεχνίας..... σελ. 2-13)



A/A	Ονομασία Εξαρτήματος	Σύμβολο
1		
2		
3		
4		
5		
6		
.....		

ΜΕΡΟΣ Β

B.1.

α, β

Σχεδιάστε το κύκλωμα στο οποίο έγιναν οι μετρήσεις.

	Ονομαστική Τιμή	Μετρηθείσα Τιμή
R1	1ΚΩ (σταθερή αντίσταση)	
L	8.5H	
C1	1 μF	
C2	0.1 μF	

E= Vpp, 50Hz
Τιμές από επίλυση κυκλώματος

V_{R1}=

V_L=

I_{oλ}=

I_L=

I_R=

Δφ (E, I_{oλ})=

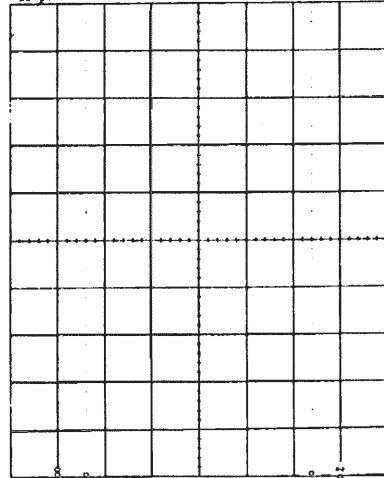
Δφ (E, I_L)=

Σχήμα 1

γ.

Καθαρογράφετε τις κυματομορφές που παρατηρήσατε.

Σημειώσατε, δίπλα από το Σχήμα, τις συνθήκες των μετρήσεων (κλίμακες κλπ.) και τα χαρακτηριστικά μεγέθη των κυματομορφών.



Σχήμα 1α

δ.

Σημειώσατε την τιμή του ρεύματος που μετρήσατε με τον σηματοδότη ρεύματος. Σχολιάσατε σχετικά με ότι παρατηρήσατε (ποιότητα κυματομορφής, διαφορά τάσεως κλπ.)

ε.

Καθαρογράφετε τις Μετρήσεις που πήρατε με Βολτόμετρο και Αμπερόμετρο. Επαληθεύσατε με τις αντίστοιχες που πήρατε με τον παλμογράφο

	Μέτρηση με αναλογικό όργανο	Μέτρηση με ψηφιακό όργανο
E		
V _c		
V _L		
I _{oλ}		
I _L		
I _c		

στ.

Σχεδιάστε το κύκλωμα που χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρηση ισχύος και συντελεστή ισχύος. Σχολιάσατε τι παρατηρήσατε

(Οι Σπουδαστές να ΜΗΝ γράφουν σπιδήποτε, από εδώ και κάτω)

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗ

Συμπλήρωμα στο Εργαστηριακό Πείραμα -5-

Το παρόν να προσαρτηθεί στο φυλλάδιο "ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ -5-" που έχετε πάρει.

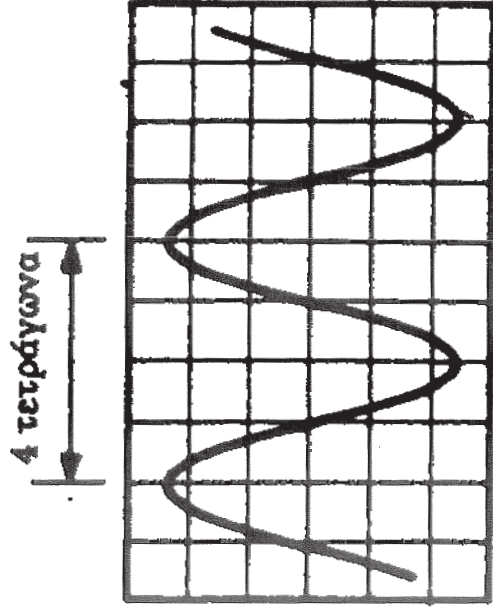
Μέρος Α' Συμπληρωματικές Σημειώσεις στον Παλμογράφο

Μέτρηση συχνότητας

Η μέτρηση της συχνότητας μιας μεταβαλλόμενης τάσης με τη χρησιμοποίηση παλμογράφου γίνεται με δύο τρόπους:

Μέτρηση συχνότητας από το χρόνο σύρωσης

Ο πρώτος είναι να υπολογίσουμε, όπως προηγούμενα, το χρόνο της μιας περιόδου και από τη σχέση $f = 1/T$ να υπολογίσουμε τη συχνότητα.
Π.χ. Θέση διακόπτη TIME/DIV: 0.5msec/cm



Μετρούμενος χρόνος 1 περιόδου: $T=4 \cdot 0.5=2\text{msec}$

Συχνότητα: $f = 1/T = 500\text{HZ}$

Μέτρηση συχνότητας με τα σχήματα Lissajous

Η διεξαγωγή της μέτρησης με τη μέθοδο αυτή γίνεται με τη σύγκριση της άγνωστης συχνότητας f_x με μια συχνότητα γνωστής τιμής f_N . Πιο συγκεκριμένα:

1. στα άκρα της διάταξης κατακόρυφης απόκλισης εφαρμόζεται η τάση της άγνωστης συχνότητας f_x
2. στα άκρα της διάταξης οριζόντιας απόκλισης εφαρμόζεται τάση γνωστής συχνότητας f_N

Στην οθόνη του παλμογράφου εμφανίζονται σχήματα Lissajous και η άγνωστη συχνότητα προσδιορίζεται από τη

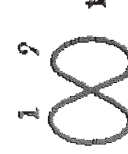
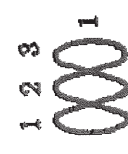
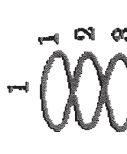
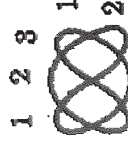
$$\text{σχέση: } \frac{f_x}{f_N} = \frac{A}{B}$$

όπου:

A = ο αριθμός των οριζοντίων τετραγώνων της οθόνης και

B = ο αριθμός των κατακόρυφων τετραγώνων της οθόνης που καταλαμβάνουν τα σχήματα Lissajous

Μερικές μορφές σχημάτων Lissajous και η αντίστοιχη σχέση γνωστής και άγνωστης συχνότητας δίνονται στον παρακάτω πίνακα:

α/α	Μορφή σχημάτων Lissajous	Σχέση συχνοτήτων
1.		$\frac{f_x}{f_N} = \frac{1}{1} \Leftrightarrow f_x = f_N$
2.		$\frac{f_x}{f_N} = \frac{2}{1} \Leftrightarrow f_x = 2 \cdot f_N$
3.		$\frac{f_x}{f_N} = \frac{3}{1} \Leftrightarrow f_x = 3 \cdot f_N$
4.		$\frac{f_x}{f_N} = \frac{1}{3} \Leftrightarrow f_x = \frac{f_N}{3}$
5.		$\frac{f_x}{f_N} = \frac{3}{2} \Leftrightarrow f_x = \frac{3}{2} f_N$

Μέτρηση φυσικής απόκλισης

Η μέτρηση της φυσικής απόκλισης μεταξύ δύο μεταβαλλόμενων μεγεθών με χρησιμοποίηση παλμογράφου γίνεται με τις παρακάτω δύο μεθόδους.

Μέτρηση φυσικής απόκλισης με το χρόνο σύρωσης

Με τη μέθοδο αυτή γίνεται παρακολούθηση των κυματομορφών των δύο μεταβαλλόμενων μεγεθών που πρόκειται να μετρηθεί η διαφορά φάσής τους. Είναι όμως προφανές πως ο παλμογράφος πρέπει να διαθέτει δύο κανάλια για να δέχεται τις δύο κυματομορφές.

Κατά τη διεξαγωγή της μέτρησης προσδιορίζουμε την απόσταση της μιας καμπύλης από την άλλη.

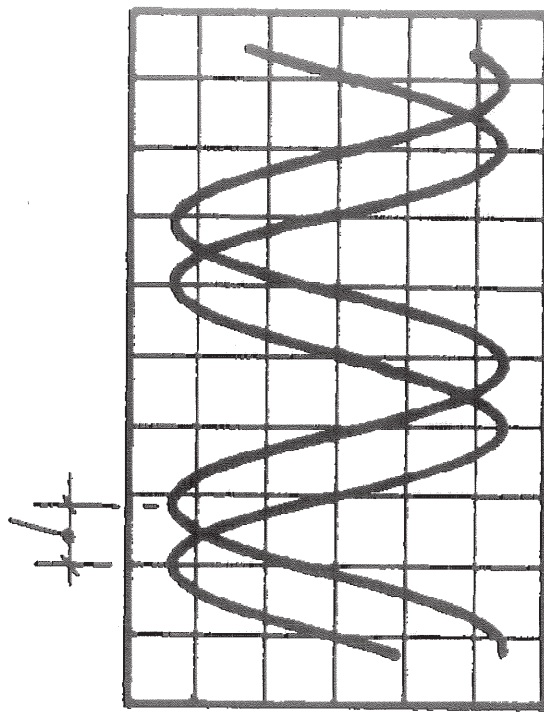
Γνωρίζοντας πως μια πλήρης εναλλαγή γίνεται σε 360° , υπολογίζουμε σε μοίρες τη διαφορά φάσης μεταξύ των δύο μεταβαλλόμενων μεγεθών από τη σχέση:

$$(360/\text{αριθμός οριζ. Τετραγώνων περιόδου}) \cdot \text{απόσταση οριζοντίων τετραγώνων} = 2 \text{ κυματομορφών.}$$

Π.χ. αριθμός οριζοντίων τετραγώνων οθόνης = 0.8

Αριθμός οριζοντίων τετραγώνων 1 περιόδου = 4

0,8 του τετραγώνου



φασική απόκλιση: $\varphi = (360/4) \cdot 0.8 = 72^\circ$

Μέτρηση φυσικής απόκλισης με τα σχήματα Lissajous

Η διεξαγωγή της μέτρησης της φυσικής απόκλισης μεταξύ δύο μεταβαλλόμενων τάσεων γίνεται αν αυτές εφαρμοστούν στα άκρα των διατάξεων κατακόρυφης και οριζόντιας απόκλισης του παλμογράφου. Ο διακόπτης MODE τίθεται στην θέση X-Y ενώ οι διακόπτες VOLTS/DIV τίθενται στις θέσεις για ίσες τάσεις. Τέλος, πρέπει να αναφερθεί πως πριν την εφαρμογή των δύο τάσεων πρέπει να έχει γίνει έλεγχος ώστε η δέσμη του παλμογράφου να είναι ακριβώς εστιασμένη στο κέντρο. Τότε στην οθόνη του παλμογράφου εμφανίζονται τα

σχήματα Lissajous (ελαίνεις - κύκλος - ευθεία). Η φασική απόκλιση των δυο μεγεθών προσδιορίζεται από τη

$$\text{σχέση: } \eta\mu\varphi = \frac{A}{B}$$

όπου A = απόσταση τομής καμπύλης με τον κατακόρυφο άξονα από το κέντρο των αξόνων
B = μέγιστη απόσταση καμπύλης από το κέντρο των αξόνων.

Μερικές μορφές σχημάτων Lissajous και η αντίστοιχη γωνία φασικής απόκλισης δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

ω/α	Μορφή σχημάτων Lissajous	Τιμή γωνίας φασικής απόκλισης
1.		$\eta\mu\varphi = \frac{A}{B} = \frac{0}{A} = 0 \Rightarrow \varphi = 0$
2.		$\eta\mu\varphi = \frac{A}{B} = \frac{1}{2} = 0,5 \Rightarrow \varphi = 30^\circ$
3.		$\eta\mu\varphi = \frac{A}{B} = \frac{2}{3} = 0,666 \Rightarrow \varphi = 60^\circ$
4.		$\eta\mu\varphi = \frac{A}{B} = \frac{1}{1} = 1 \Rightarrow \varphi = 90^\circ$
5.		$\eta\mu\varphi = \frac{A}{B} = \frac{1}{2} = 0,5 \Rightarrow \varphi = 120^\circ$
6.		$\eta\mu\varphi = \frac{A}{B} = \frac{2}{3} = 0,666 \Rightarrow \varphi = 150^\circ$
7.		$\eta\mu\varphi = \frac{A}{B} = \frac{0}{B} = 0 \Rightarrow \varphi = 180^\circ$

Μέρος Β' Συμπλήρωμα στο Εργαστηριακό Πείραμα -5- B.2

Τοποθετήστε στο ένα κανάλι τάση AC 5Vpp 50Hz από την πηγή τροφοδοσίας του εργαστηρίου, και στο άλλο κανάλι τάση από την έξοδο της Σηματογεννήτριας.
Μετρήστε τις δύο τάσεις να είναι περίπου ίδιου πλάτους.
Ρυθμίστε τον Παλμογράφο για λήψη μετρήσεων με σχήματα Lissajous (X-Y).

Καταγράψτε την εικόνα του Παλμογράφου για συχνότητες Σηματογεννήτριας περίπου 50, 100, 150, 200, 500, 1000 HZ.

Από την εικόνα του Παλμογράφου υπολογίστε τη συχνότητα της τάσεως της Σηματογεννήτριας

B.3

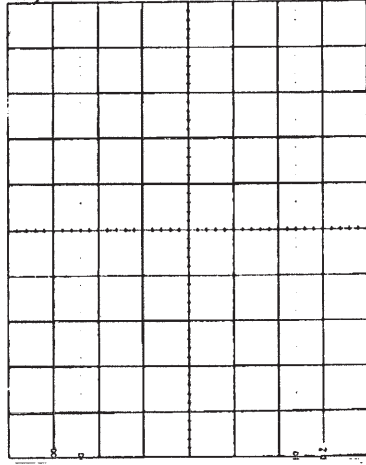
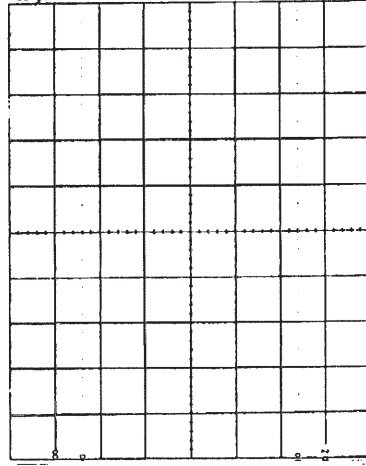
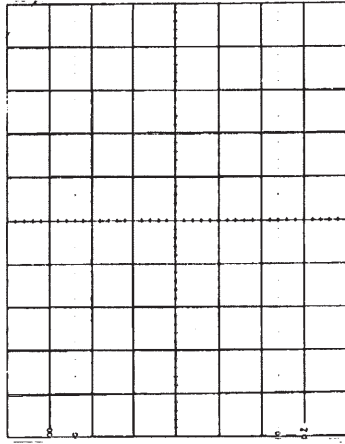
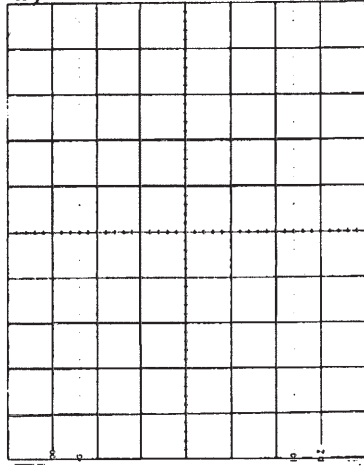
Ρυθμίστε τον Παλμογράφο για λήψη μετρήσεων με σχήματα Lissajous (X-Y).

Με εφαρμογή στο κύκλωμα του σχήματος 1, τοποθετήστε το ένα κανάλι στην τάση της Σηματογεννήτριας και το άλλο κανάλι στα άκρα του πυκνωτή αρχικά και διαδοχικά στα άκρα του πηνίου. Με τη Σηματογεννήτρια στους 50 HZ, καταγράψτε την εικόνα του Παλμογράφου.

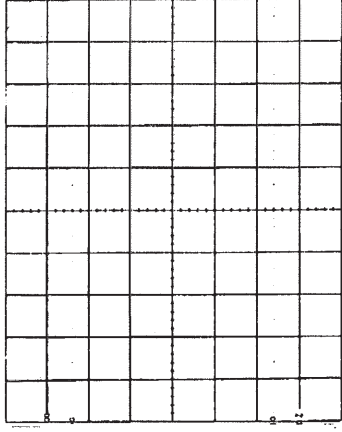
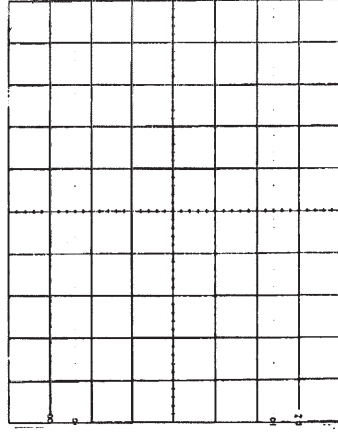
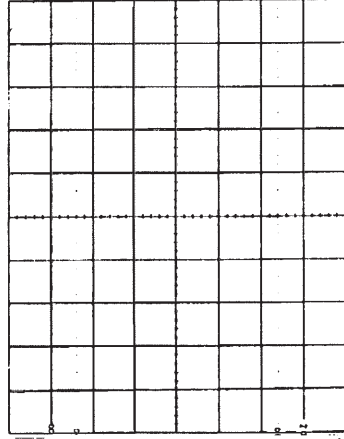
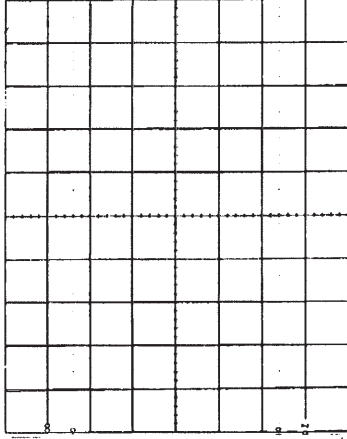
Επιβεβαιώστε με την τιμή της διαφοράς φάσεως που βρήκατε στο βήμα B.1 του πειράματος. Επανάλάβετε για 500 και 5000HZ.

ΠΡΟΧΕΙΡΟ

B.2



B.3



Σ.Ν.Δ.
ΕΔΡΑ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ
Αο Έτος
“ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ - ΘΕΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ”

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ - 6 -

Φόρτιση / Εκφόρτιση πυκνωτή / πηνίου
Κυκλώματα RC / RL

Ν.ΔΟΚΙΜΟΣ :

Μέλη Ομάδας :
:
:
:

ΕΤΟΣ / ΤΜΗΜΑ :
Τετράμηνο / Εκπ. Έτος :
Ημερομηνία Παράματος :
Θέση εργασίας :

Σ.Ν.Δ. - ΕΔΡΑ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ

“ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ - ΘΕΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ” Αριθμός (12)
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ - 6 -

Φόρτιση / Εκφόρτιση πυκνωτή / πηνίου
Κυκλώματα RC / RL

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Εγχειρίδιο Εργαστηρίου Ηλεκτροτεχνίας και Ηλεκτροτεχνικών εφαρμογών
2. Όργανα Μετρήσεων Εργαστηρίων Ηλεκτροτεχνίας
3. Ηλεκτροτεχνία Τόμος 1, Ν.Κορίκη
4. Εγχειρίδιο Ηλεκτρονικών Εξαρτημάτων και Υλικών, Θ. Γκίκα

Γενικές Οδηγίες

Κατά την διάρκεια του πειράματος εκτελέστε την ενότητα “IV ΠΕΙΡΑΜΑ” και καταχωρήστε τα αποτελέσματα των μετρήσεων, όσων υπολογισμών είναι απαραίτητο να γίνουν κατά τη διάρκεια του Πειράματος και ότι παρατηρήσεις έχετε στο “ΠΡΟΧΕΙΡΟ” ενότητας “IV”.

Μετά το εργαστηριακό πείραμα, την ώρα της μελέτης, θα γίνει η ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ (η ΕΚΘΕΣΗ) του Πειράματος στην ενότητα “V ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ”.

ΣΕ ΟΛΕΣ τις μετρήσεις, υπολογισμούς και σχήματα που κάνετε να σημειώσετε τις φορές αναφορές Τάσεων και Ρευμάτων βάσει των οποίων έγιναν αυτά

I ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

1. Η παρατήρηση και μελέτη του φαινομένου της “Φόρτισης - Εκφόρτισης” ενός πυκνωτή.
2. Η παρατήρηση και μελέτη των μεταβατικών φαινομένων σε απλά κυκλώματα RC - RL.

II ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ

- Βασικές αρχές μετρήσεων, μέτρα ασφαλείας και τρόπος εργασίας στο εργαστήριο
 - Βασικοί νόμοι Ηλεκτροτεχνίας περί επλύσεως κυκλωμάτων
 - Γνώσεις που αποκτήθηκαν κατά τα προηγούμενα εργαστηριακά πειράματα
 - Θεωρία εφαρμογών σχετική με εξαρτήματα R, C, και L
- (Υπενθυμίζονται οι παράγραφοι, όπως σας έχουν δοθεί και κατά το αντίστοιχο μάθημα εφαρμογών [σελ. 5 “Κώδικες γραμμάτων και τεχνικά στοιχεία αντιστάσεων / πηνίων / πυκνωτών”], και οι οποίες πρέπει να μελετηθούν ΞΑΝΑ, και όπως αυτές αναφέρονται στο φυλλάδιο ΥΛΗ & ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ στο μάθημα ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ Τμήμα ύλης ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ-ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ).

- Θεωρία σχετική με κυκλώματα RC και RL.
- (Υπενθυμίζονται οι παρακάτω παράγραφοι, όπως σας έχουν δοθεί και κατά το αντίστοιχο μάθημα θεωρίας, και οι οποίες πρέπει να μελετηθούν ΞΑΝΑ).

Ν.Κορίκη Ηλεκτροτεχνία Τόμος 3ος, σελ. 64-67
Ι.Κ. Χατζηγάου, Μέθοδοι Επλύσεως Ηλεκτρικών Δικτύων, οι εφαρμογές Γ 6.2 και Γ 6.3 (σελ. 96-103),
Π.Νικολόπουλου, Εισαγωγή στη Θεωρητική Ηλεκτροτεχνία, Παράγραφοι: 15.31 (σελ. 504-509) και 16.12.3 (σελ. 539-549).

III ΟΡΓΑΝΑ / ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΘΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΟΥΝ

- Πολύμετρα (σαν Ωμόμετρο, Βολτόμετρο και Αμπερόμετρο) (Αναλογικά - Ψηφιακά).
- Παλμογράφος διπλής δέσμης
- Σηματογεννήτρια χαμηλών συχνοτήτων
- Σηματολήπτες τάσεως και ρεύματος
- Σειρά αντιστάσεων, πυκνωτών, πηνίων και διακοπών

IV ΠΕΙΡΑΜΑ

ΜΕΡΟΣ Α

Εκτελέστε τα πειράματα όπως αυτά αναφέρονται στις χειρογράφες σημειώσεις που ακολουθούν.

ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΤΗΝ ΠΟΛΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΙΚΩΝ ΠΥΚΝΩΣΕΩΝ

α) ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΣ

Η χωρητικότητα είναι ένα φυσικό μέγεθος και μπορεί να οριστεί εάν το πηλίο του φορτίου Q που βρίσκεται κατανεμημένο σε ένα αγωγό στο εσωτερικό του ηλεκτρικού δυναμικού V του σώματος αυτού. Δηλαδή η χωρητικότητα είναι η ιδιότητα της ύλης να συγκρατεί ηλεκτρικά φορτία υπό δεδομένο δυναμικό

Στην περίπτωση που εξετάζουμε την χωρητικότητα ενός μόνου αγωγίου σώματος το δυναμικό του σώματος αυτού λαμβάνεται ως προς κάποιο σημείο αναφοράς (π.χ. το άπειρο). Συνήθως όμως ενδιαφέρει η περίπτωση κατά την οποία έχουμε δύο σταθεράς φορτισμένα αγωγικά σώματα που βρίσκονται κοντά το ένα στο άλλο και διαχωρίζονται από κάποιο μονωτικό ή διηλεκτρικό, όπως αλλιώς λέγεται, μέσο. Η διάταξη αυτή λέγεται πυκνωτής και η χωρητικότητά C του πυκνωτού ορίζεται εάν το πηλίο του φορτίου Q που βρίσκεται κατανεμημένο στον ένα οπλισμό επί της διαφοράς δυναμικού μεταξύ των οπλισμών V . Ο πυκνωτής ορά εάν διακόπτης στο συνεχές ρεύμα ενώ στο εναλλασσόμενο ρεύμα επιτρέπει μερικώς τη ροή του. Επίσης αναφέρουμε ότι όταν πυκνωτή χύεται ροή κινείται ηλεκτρικής ενέργειας μέχρι του ηλεκτροστατικού πεδίου που αναπτύσσεται μεταξύ των οπλισμών

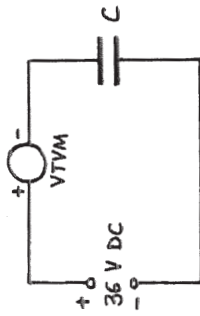
Εφαρμοχές

1.) Λάβετε τους κατάλληλους πυκνωτές και εκτελέστε τις ακόλουθες μετρήσεις.

α) Ωμική αντίσταση (κλίμακα ωμόμετρου σε $R \times 1 M\Omega$)

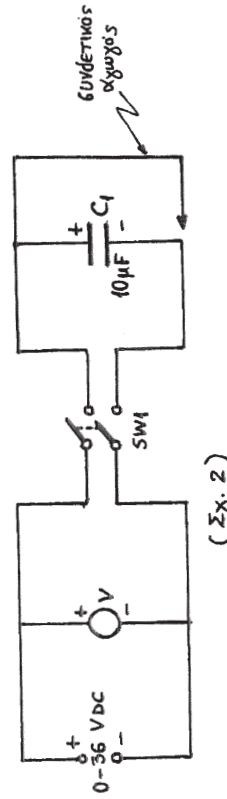
β) Συνδεσμολογία στο καλύτερο κύκλωμα και σημειώστε την ένδειξη του V_{TVM} . Προσοχή στις πολικότητες!

Συμπληρώστε τον αντίστοιχο πίνακα :



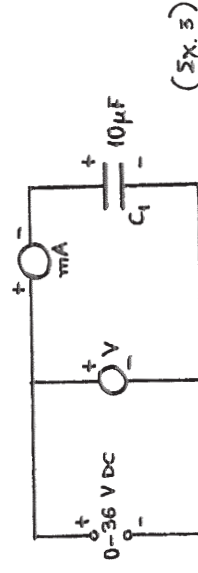
	Π	Υ	Κ	Ν	Ω	Τ	Ε	Σ
ΤΑΣΗ ΛΕΠΤΟΤΡΑΣ ΣΕ VOLTS DC	0.05 μF			1. μF				10 μF
ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ								
ΕΝΔΕΙΞΗ VTVM								

2.) Συνδέστε το κύκλωμα του (Σχ.2) και τροφοδοτήστε με τη μέγιστη τάση Σ.Ρ. (περίπου 40 V) Θεώστε τόν διακόπτη SW1 εντός και βεβαιωθείτε ότι ο συνδετικός αγωγός είναι συνδεδεμένος μόνον στον θετικό ακροδέκτη. Θεώστε τόν διακόπτη SW1 εκτός. Φέρστε σε επαφή τον ελεύθερο ακροδέκτη του συνδετικού αγωγού με τόν αρνητικό ακροδέκτη του πυκνωτού. Περιγράψτε τι συνέβη :



3.) Συνδέστε το κύκλωμα του (Σχ.3) προσέχοντας τις πολικότητες. Αυξήστε αρχικά την τάση από 0 έως 36 V DC και παρατηρήστε τη ροή της εντάσεως του ρεύματος καθώς φορτίζεται ο πυκνωτής. Σταματήστε στα 25 V. Η ένταση συνεχίζει να διαρρέει το κύκλωμα;

Αυξήστε την τάση στα 35 V και παρατηρήστε την διείσδυση του ρεύματος. Αντιστρέψτε την ένταση των ακροδεκτών του υπερμετρητού και ελαττώστε την τάση στα 25 V, Γιατί ήταν αναρωτήθη η αντιστροφή της πολικότητας;



β) ΣΤΑΘΕΡΕΣ ΧΡΟΝΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ RC

Λέγοντας σταθερά χρόνου κυκλώματος RC εννοούμε ένα χρονικό διάστημα T σε sec, το οποίο χαρακτηρίζεται τη φόρτιση ή την εκφόρτιση ενός πυκνωτού C μέσω μιας αντιστάσεως R .

Τό χρονικό διάστημα $T = RC$ όπου R σε Ω και C σε F ανά μ δείχνει αυτό που απαιτείται για να ολοκληρωθεί κατά το μεγαλύτερο ποσοστό της η φόρτιση ή η εκφόρτιση του πυκνωτού μέσω της αντιστάσεως. Μετά παρέλευση 5 σταθερών χρόνου ($t = 5RC$) η φόρτιση ή η εκφόρτιση έχει πλήρως (κατά 99%) ολοκληρωθεί.

Εφαρμογές

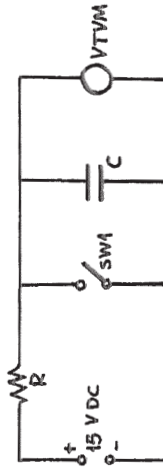
1.) Λάβετε τα κάτωθι εξαρτήματα:

Πυκνωτές: $C_1 = 1\mu F$, $C_2 = 10\mu F$ ηλεκτρολυτικός, $C_3 = 10\mu F$ ηλεκτρολυτικός
Αντιστάσεις: $R_1 = 100\text{ k}\Omega$, $R_2 = 470\text{ k}\Omega$, $R_3 = 1\text{ M}\Omega$, $R_4 = 2,2\text{ M}\Omega$
Υπολογίστε και καταχωρήστε στον πίνακα Α τις σταθερές χρόνου κάθε αναχρησιμοποιεμένου συνδυασμού R και C

ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ	ΣΤΑΘΕΡΑ ΧΡΟΝΟΥ	ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ	ΣΤΑΘΕΡΑ ΧΡΟΝΟΥ	ΣΤΑΘΕΡΑ ΧΡΟΝΟΥ
1) $R_2 C_1$		4) R_2 και C_3 εν σειρά	7) $R_2 C_2$	
2) $R_3 C_1$		5) C_2 και C_3 εν σειρά	8) $R_3 C_2$	
3) $R_4 C_1$		6) R_4 και C_3 εν σειρά	9) $R_4 C_2$	

πίνακας Α

2.) Συνδέστε το κύκλωμα του (σχ. 4). Ρυθμίστε την τάση στα 15 V DC. Θέστε τον διακόπτη SW1 εντός οπότε ο πυκνωτής θα αρχικοκλωθεί. Θέστε τον διακόπτη εκτός και ακριβώς την ίδια στιγμή αρχίστε να μετράτε με χρονομέτρο τον χρόνο φόρτισης του πυκνωτού. Χρησιμοποιείτε συνδυασμούς των R και C ακριβώς αυτούς που αναγράφονται στον πίνακα Α.



(σχ. 4)

Συμπληρώστε με τις μετρήσεις έως τον πίνακα Β.

ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ	ΣΤΑΘΕΡΑ ΧΡΟΝΟΥ	ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ	ΣΤΑΘΕΡΑ ΧΡΟΝΟΥ	ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ	ΣΤΑΘΕΡΑ ΧΡΟΝΟΥ
1) $R_2 C_1$		4) R_2 και C_3 εν σειρά	7) $R_2 C_2$		
2) $R_3 C_1$		5) C_2 και C_3 εν σειρά	8) $R_3 C_2$		
3) $R_4 C_1$		6) R_4 και C_3 εν σειρά	9) $R_4 C_2$		

πίνακας Β

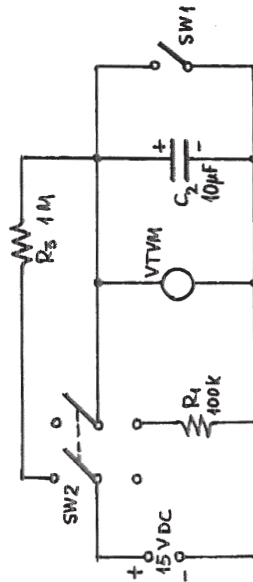
3.) Οι χρόνοι που βρήκατε στην εφαρμογή 2.) πληκτρολογήστε τις υπολογιζόμενες τιμές των σταθερών χρόνου στην εφαρμογή 1.)

4.) Συνδεσμολογήσατε το κύκλωμα του (σχ. 5). Θέτοντας τον διακόπτη SW1 εκτός και τον διακόπτη SW2 στη θέση όπου η πηγή ισχύος συνδέεται στην αντίσταση R_3 , ρυθμίσατε ώστε το όργανο VTVM να δείχνει 15V DC.

Υπολογίσατε τη σταθερά χρόνου για την εκφόρτιση του κυκλώματος $R_1 C_2$.

$R_1 C_2 = \text{--- sec.}$

$5R_1 C_2 = \text{--- sec}$



(σχ. 5)

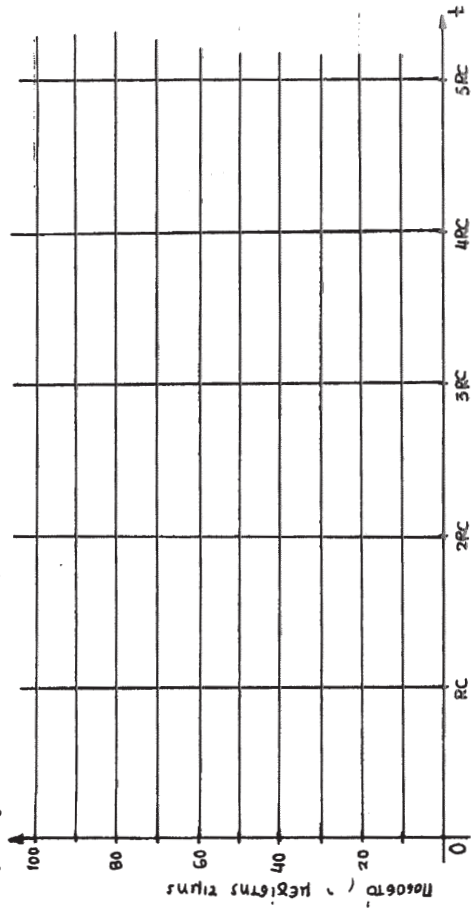
Θεσάτε εντός τον διακόπτη SW2, μέσω του οποίου συνδέεται η R_1 στα άκρα του C_2 και μετρήσατε τον χρόνο εκφόρτισης του C_2

Χρόνος εκφόρτισης του $C_2 = \text{--- sec}$

Συγκρίνατε την υπολογισθείσα με την μετρηθείσα τιμή.

5.) Χρησιμοποιήσατε το ανωτέρω κύκλωμα γι' να χαράξετε τις καμπύλες φόρτισης - εκφόρτισης πυκνωτού. Λάβετε τιμές των τάσεων του πυκνωτού για 1, 2, 3, 4 και 5 σταθερές χρόνου κατά την φόρτιση και την εκφόρτιση. Ο διακόπτης SW1 θα επιτρέψει να εκφορτίσετε ταχύτητα τον πυκνωτή C_2 βραχυκυκλώνοντάς τον.

— Χαραξάτε τις σχέσεις καμπύλες.



ΕΛΕΓΧΟΣ ΓΝΩΣΕΩΝ

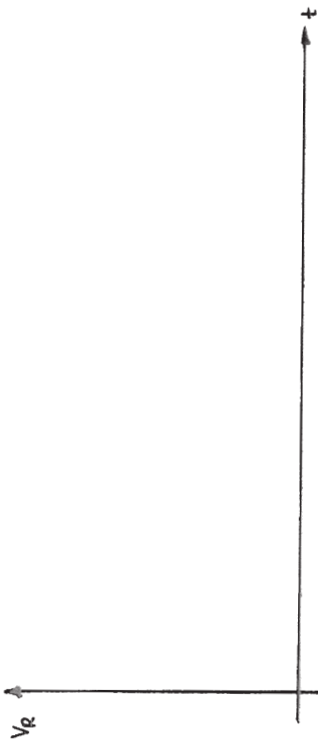
1) Η χωρητικότητα μετράται σε: ---

2) Η χωρητικότητα ορίζεται ως: ---

3) Τι εννοείται με τη φράση δυναμική σταθερά και πως επηρεάζει την χωρητικότητα;

4) Κατά ποιο τρόπο η επιφάνεια των πλακών ενός πυκνωτού επηρεάζει την χωρητικότητά του;

5) Χαραρίστε μια καμπύλη που να δείχνει την τάση στα άκρα της αντίστασης φορτίσως ε' ένα κύκλωμα RC κατά τη διάρκεια της φόρτισως του



6) Τι τιμή πρέπει να έχει ο C ώστε μαζί με μια αντίσταση $R = 1\Omega$ να έχουν σταθερό χρόνο $T_1 = 1\text{sec}$;

$$C = \underline{\hspace{2cm}}$$

για να έχουν σταθερό χρόνο $T_2 = 2\text{sec}$;

$$C = \underline{\hspace{2cm}}$$

7) Τι τιμή πρέπει να έχει η R ώστε μαζί με ένα πυκνωτή $C = 0.1\mu\text{F}$ να έχουν σταθερό χρόνο $T_1 = 0.5\text{sec}$;

$$R = \underline{\hspace{2cm}}$$

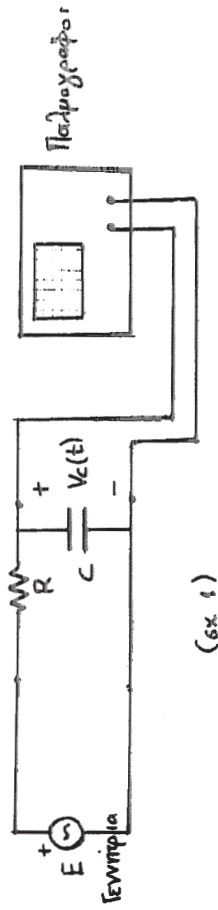
για να έχουν σταθερό χρόνο $T_2 = 0.1\text{sec}$;

$$R = \underline{\hspace{2cm}}$$

ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ RC και RL ΜΕΤΑΒΑΤΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ ΚΥΜΑΤΟΜΟΡΦΩΝ ΣΤΟΝ ΠΑΛΜΟΓΡΑΦΟ

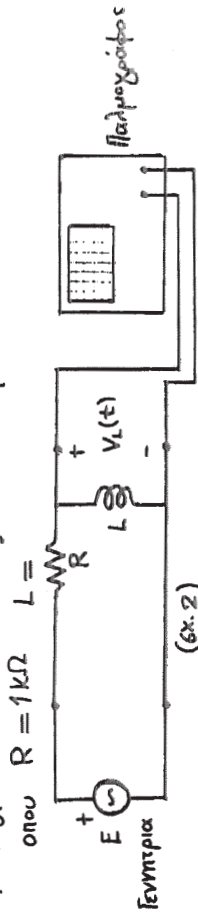
1) Πραγματοποιήστε την διάταξη του σχήματος 1.
όπου $R = 1\text{k}\Omega$ $C = 0.47\mu\text{F}$



Τροφοδοτείτε το κύκλωμα RC με τετραγωνικό παλμό συχνότητας $f = 100\text{Hz}$

Παρατηρείτε στην οθόνη την κυματομορφή της τάσης $V_C(t)$

2) Πραγματοποιήστε την διάταξη του σχήματος 2.



Τροφοδοτείτε το κύκλωμα RL 8.5mH συχνότητας $f = 100\text{Hz}$

Παρατηρείτε στην οθόνη του παλμογράφου την κυματομορφή της τάσης $V_L(t)$

ΠΡΟΧΕΙΡΟ

(ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ - 6 -)

Υ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

Μετά το εργαστηριακό πείραμα, την ώρα της μελέτης, ΑΝΑΠΤΥΞΤΕ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ, κατά την κρίση σας, προσθέτοντας ότι παρατηρήσεις, συμπεράσματα και σχόλια κρίνετε χρήσιμα, κλπ.

Σκοπός της ανάπτυξης είναι βοηθούμενοι και από τις χειρόγραφες σημειώσεις να παρουσιάσετε αφ' ενός το πείραμα που κάνατε και αφετέρου να δείξετε την επαλήθευση ή όχι της θεωρίας με το πείραμα, και να απαντήσετε στις ερωτήσεις του Ελέγχου γνώσεων.

Για τις ζητούμενες καμπύλες θα χρησιμοποιήσετε μιλιμετρέ ή καρρέ χαρτί και το οποίο θα κολλήσετε στην αντίστοιχη θέση της ανάπτυξης.

Αν και η εργασία κατά την εκτέλεση του πειράματος έγινε σε ομάδες η ανάπτυξη του πειράματος θα πρέπει να γίνει ΧΩΡΙΣ την συνεργασία των μελών κάθε ομάδας.

(Οι Σπουδαστές να ΜΗΝ γράφουν οτιδήποτε, από εδώ και κάτω)

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗ

Σ.Ν.Δ.
ΕΔΡΑ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ
Αο Έτος

“ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ - ΘΕΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ”

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ - 7 -

Κυκλώματα Συντονισμού

Ν.ΔΟΚΙΜΟΣ :

Μέλη Ομάδας :
:
:
:

ΕΤΟΣ / ΤΜΗΜΑ :
Τετράμηνο / Εκπ. Έτος :
Ημερομηνία Πειράματος :
Θέση εργασίας :

Σ.Ν.Δ. - ΕΔΡΑ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ
“ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ - ΘΕΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ” Αριθμός (13)
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ - 7 -

Κυκλώματα Συντονισμού

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Εγχειρίδιο Εργαστηρίου Ηλεκτροτεχνίας και Ηλεκτροτεχνικών εφαρμογών
2. Όργανα Μετρήσεων Εργαστηρίων Ηλεκτροτεχνίας
3. Ηλεκτροτεχνία Τόμος 1, Ν.Κορίκη
4. Εγχειρίδιο Ηλεκτρονικών Εξαρτημάτων και Υλικών, Θ. Γκιόκα

Γενικές Οδηγίες

Κατά την διάρκεια του πειράματος εκτελέστε την ενότητα “IV ΠΕΙΡΑΜΑ” και καταχωρήστε τα αποτελέσματα των μετρήσεων, όσων υπολογισμών είναι απαραίτητο να γίνουν κατά τη διάρκεια του Πειράματος και ότι παρατηρήσεις έχετε στο “ΠΡΟΧΕΙΡΟ” ενότητας “IV”.

Μετά το εργαστηριακό πείραμα, την ώρα της μελέτης, θα γίνει η ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ (η ΕΚΘΕΣΗ) του Πειράματος στην ενότητα “V ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ”.

ΣΕ ΟΛΕΣ τις μετρήσεις, υπολογισμούς και στήματα που κάνετε να σημειώσετε τις φορές αναφοράς Τάσεων και Ρευμάτων βάσει των οποίων έγιναν αυτά

I ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

1. Η παρατήρηση και μελέτη του φαινομένου του Συντονισμού .

II ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ

- Βασικές αρχές μετρήσεων, μέτρα ασφαλείας και τρόπος εργασίας στο εργαστήριο
- Βασικοί νόμοι Ηλεκτροτεχνίας περί επλύσεως κυκλωμάτων
- Γνώσεις που αποκτήθηκαν κατά τα προηγούμενα εργαστηριακά πειράματα
- Θεωρία εφαρμογών σχετική με εξαρτήματα R, C, και L
- Θεωρία σχετική με Συντονισμό (Σειρές - Παράλληλο).

(Υπενθυμίζονται οι παρακάτω παράγραφοι, όπως σας έχουν δοθεί και κατά το αντίστοιχο μάθημα θεωρίας, π.α. οι οποίες πρέπει να μελετηθούν ΞΑΝΑ).

Ν.Κορίκη Ηλεκτροτεχνία Τόμος 3ος, σελ. 143-149

III ΟΡΓΑΝΑ / ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΘΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΟΥΝ

- Πολύμετρα (σαν Ωμόμετρο, Βολτόμετρο και Αμπερόμετρο) (Αναλογικά - Ψηφιακά).
- Παλμογράφος διαλής δέσμης
- Σηματογεννήτρια χαμηλών συχνοτήτων
- Σηματολήπτες τάσεως και ρεύματος
- Σειρά αντιστάσεων, πυκνωτών, πηνίων και διακοπών

IV ΠΕΙΡΑΜΑ

ΜΕΡΟΣ Α Προετοιμασία Πειράματος

Συντονισμός Σειράς

Υπολογίσατε τη συχνότητα συντονισμού και την περίοδο του κυκλώματος Σχήμα 1, χρησιμοποιώντας τις τιμές των εξαρτημάτων που αντιστοιχούν στο κύκλωμα του Σχήματος 1.
Επλόισατε το κύκλωμα, και υπολογίσατε τις τάσεις, το ρεύμα $I_{ω_{\text{ωκ}}}$ και τον συντελεστή ποιότητας Q που κυκλώματος, για τη συχνότητα συντονισμού, αν η τάση της γεννήτριας είναι 8 Volt peak to peak (από κορυφή σε κορυφή).

Παράλληλος Συντονισμός

Υπολογίσατε τη συχνότητα συντονισμού και την περίοδο του κυκλώματος Σχήμα 1, χρησιμοποιώντας τις τιμές των εξαρτημάτων που αντιστοιχούν στο κύκλωμα του Σχήματος 2.
Επλόισατε το κύκλωμα, και υπολογίσατε τις τάσεις, το ρεύμα $I_{ω_{\text{ωκ}}}$ και τον συντελεστή ποιότητας Q που κυκλώματος, για τη συχνότητα συντονισμού, αν η τάση της γεννήτριας είναι 8 Volt peak to peak (από κορυφή σε κορυφή).

ΜΕΡΟΣ Β

Συντονισμός Σειράς

B.1 Θέσατε τη Σηματογεννήτρια στη συχνότητα συντονισμού όπως αυτή προκύπτει από τις ονομαστικές τιμές των εξαρτημάτων. (Για την μέτρηση της συχνότητας χρησιμοποιείστε το ψηφιακό πολύμετρο στην αντίστοιχη κλίμακα). Ρυθμίσατε την τάση εξόδου στα 8 Volt από κορυφή σε κορυφή.

B.2 Συνδέσατε το κύκλωμα του Σχήματος 1, και μεταβάλλατε τη συχνότητα της Σηματογεννήτριας ώστε να βρείτε με τη βοήθεια του παλμογράφου την ακριβή τιμή της συχνότητας συντονισμού. (Ρυθμίσατε τη συχνότητα ώστε η τάση στα άκρα των C_1-L_1 , η E_R , να είναι η μικρότερη δυνατή. Με χρήση του πολυμέτρου μετρήσατε τη συχνότητα. Καταγράψατε την τιμή της συχνότητας f_0 . Αυτή είναι η συχνότητα συντονισμού του κυκλώματος).

B.3 Πάρτε μετρήσεις των τάσεων V_1 , V_2 , V_3 , και ρεύματος I_{ω} . Μεταβάλλατε την συχνότητα της Σηματογεννήτριας ανά 100 HZ, τόσο προς τα πάνω όσο και προς τα κάτω της συχνότητας συντονισμού και πάρτε κατάλληλες μετρήσεις ώστε να χαράξετε την καμπύλη συντονισμού του κυκλώματος. Παρατηρήσατε (και σχολιάσατε) τι συμβαίνει στις τιμές των τάσεων στη συχνότητα συντονισμού αλλά και για συχνότητες μικρότερες και μεγαλύτερες αυτής.

ΜΕΡΟΣ Γ

Παράλληλος Συντονισμός

Γ.1 Θέσατε τη Σηματογεννήτρια στη συχνότητα συντονισμού όπως αυτή προκύπτει από τις ονομαστικές τιμές των εξαρτημάτων. (Για την μέτρηση της συχνότητας χρησιμοποιείστε το ψηφιακό πολύμετρο στην αντίστοιχη κλίμακα). Ρυθμίσατε την τάση εξόδου στα 8 Volt από κορυφή σε κορυφή.

Γ.2 Συνδέσατε το κύκλωμα του Σχήματος 2, και μεταβάλλατε τη συχνότητα της Σηματογεννήτριας ώστε να βρείτε με τη βοήθεια του παλμογράφου την ακριβή τιμή της συχνότητας συντονισμού. Φροντίστε η τάση που δίνει η Σηματογεννήτρια να παραμένει σταθερή.

Γ.3 Πάρτε μετρήσεις των τάσεων V_1 , V_2 , και ρεύματος I_{ω} .

Μεταβάλλατε την συχνότητα της Σηματογεννήτριας ανά 100 HZ, τόσο προς τα πάνω όσο και προς τα κάτω της συχνότητας συντονισμού και πάρτε κατάλληλες μετρήσεις ώστε να χαράξετε την καμπύλη συντονισμού του κυκλώματος.

Παρατηρήσατε (και σχολιάσατε) τι συμβαίνει στις τιμές των τάσεων στη συχνότητα συντονισμού αλλά και για συχνότητες μικρότερες και μεγαλύτερες αυτής.

Ερωτήσεις Ελέγχου γνώσεων

Αναφερόμενοι στα αποτελέσματα του τμήματος “Συντονισμός Σειράς”

1. Πως βρήκατε πειραματικά (με τη βοήθεια του παλμογράφου και του πολυμέτρου/περιοχή μέτρησης συχνότητας) την ακριβή συχνότητα συντονισμού; Εξηγήσατε.
2. Υπολογίσατε μέσω των μετρήσεων το Z για κάθε συχνότητα. Εξηγήσατε τις τιμές των μετρομένων μεγεθών.
3. Σχεδιάσατε την καμπύλη $I_{\text{line}}(f)$ και $Z_T(f)$
4. Ποιο το εύρος ζώνης του κυκλώματος (BW);
5. Υπολογίσατε γραφικά τα σημεία μισής ισχύος
6. Σχεδιάσατε το διανυσματικό διάγραμμα των E_R , E_L , E_C ώστε να φαίνεται ότι στη συχνότητα συντονισμού $E_S=E_R$.
7. Σχεδιάσατε κατά προσέγγιση την καμπύλη $I(f)$ αν η αντίσταση R_1 συνδέονταν σε σειρά με την R_2 .

ΠΡΟΧΕΙΡΟ

ΜΕΡΟΣ Α Προετοιμασία Πειράματος Συντονισμός Σειράς

Συχνότητα Συντονισμού	Περίοδος

V	V ₁	V ₂	V ₃	I _{ολικό}	Q

[illegible]

(ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ - 7 -)

V ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

Μετά το εργαστηριακό πείραμα, την ώρα της μελέτης, **ΑΝΑΠΤΥΞΤΕ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ**, κατά την κρίση σας, προσθέτοντας ότι παρατηρήσεις, συμπεράσματα και σγόλια κρίνετε χρήσιμα, κλπ.

Σκοπός της ανάπτυξης είναι να παρουσιάσετε αφ' ενός το πείραμα που κάνετε και να απαντήσετε στις ερωτήσεις του Ελέγχου γνώσεων, και αφετέρου να δείξετε (και σχολιάζοντας κατάλληλα) την επαλήθευση ή όχι της θεωρίας με το πείραμα.

Για τις ζητούμενες καμπύλες θα χρησιμοποιήσετε μιλιμετρέ ή καρρέ χαρτί και το οποίο θα κολλήσετε στην αντίστοιχη θέση της ανάπτυξης.

Αν και η εργασία κατά την εκτέλεση του πειράματος έγινε σε ομάδες η ανάπτυξη του πειράματος θα πρέπει να γίνει ΧΩΡΙΣ την συνεργασία των μελών κάθε ομάδας.

(Οι Σπουδαστές να ΜΗΝ γράφουν οτιδήποτε, από εδώ και κάτω)

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗ

Σ.Ν.Δ.
ΕΔΡΑ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ
Αο Έτος

“ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ - ΘΕΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ”

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ - 8 -

Τριφασικά Κυκλώματα
Μέτρηση Τριφασικής ισχύος

Ν.ΛΟΚΙΜΟΣ :

Μέλη Ομάδας :
:
:
:

ΕΤΟΣ / ΤΜΗΜΑ :
Τετράμηνο / Εκπ. Έτος :
Ημερομηνία Πειράματος :
Θέση εργασίας :

Σ.Ν.Δ. - ΕΔΡΑ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ

“ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ - ΘΕΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ” Αριθμός (14)
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ - 8 -

Τριφασικά Κυκλώματα
Μέτρηση Τριφασικής ισχύος

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Εγχειρίδιο Εργαστηρίου Ηλεκτροτεχνίας και Ηλεκτροτεχνικών εφαρμογών (Με ιδιαίτερη έμφαση σελ. 7.29 - 7.36)
2. Όργανα Μετρήσεων Εργαστηρίων Ηλεκτροτεχνίας
3. Ηλεκτροτεχνία Τόμος 3, Ν.Κορίκη

Γενικές Οδηγίες

Κατά την διάρκεια του πειράματος εκτελέστε την ενότητα “IV ΠΕΙΡΑΜΑ” και καταχωρήστε τα αποτελέσματα των μετρήσεων, όλων υπολογισμών είναι απαραίτητο να γίνουν κατά τη διάρκεια του Πειράματος και ότι παρατηρήσεις έχετε στο “ΠΡΟΧΕΙΡΟ” ενότητας “IV”.
Μετά το εργαστηριακό πείραμα, την ώρα της μελέτης, θα γίνει η ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ (η ΕΚΘΕΣΗ) του Πειράματος στην ενότητα “V ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ”.

ΣΕ ΟΛΕΣ τις μετρήσεις, υπολογισμούς και σχήματα που κάνετε να σημειώσετε τις φορές αναφορές Τάσεων και Ρευμάτων βάσει των οποίων έγιναν αυτά

ΠΡΟΣΟΧΗ.

ΣΤΟ ΠΑΡΟΝ ΠΕΙΡΑΜΑ ΘΑ ΕΡΓΑΣΤΕΙΤΕ ΜΕ ΥΨΗΛΗ ΤΑΣΗ 110 VOLTS. ΓΙΑ ΤΟ ΛΟΓΟ ΑΥΤΟ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΕΙΣΤΕ ΙΔΙΑΙΤΕΡΑ ΠΡΟΣΕΚΤΙΚΟΙ

I ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

1. Εξάσκηση σε μετρήσεις τάσεως ρεύματος και ισχύος σε τριφασικά δίκτυα
2. Κατασκευή τεχνητού ουδέτερου
3. Μετρήσεις σε συμμετρικά τριφασικά δίκτυα

II ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ

- Βασικές αρχές μετρήσεων, μέτρα ασφαλείας και τρόπος εργασίας στο εργαστήριο
- Βασικοί νόμοι Ηλεκτροτεχνίας περί επιλύσεως κυκλωμάτων
- Γνώσεις που αποκτήθηκαν κατά τα προηγούμενα εργαστηριακά πειράματα
- Θεωρία επί τριφασικών κυκλωμάτων, μέτρηση 3φ ισχύος κλπ.

III ΟΡΓΑΝΑ / ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΘΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΟΥΝ

- Πολύμετρα (σαν Ωμόμετρο, Βολτόμετρο και Αμπερόμετρο) (Αναλογικά - Ψηφιακά).
- Παλμογράφος διπλής δέσμης
- Σηματολήπτες τάσεως και ρεύματος
- Σειρά αντιστάσεων, πυκνωτών, πηνίων και διακοπών (συστήματα τραπεζών LAB VOLT)

IV ΠΕΙΡΑΜΑ

ΜΕΡΟΣ Α

Σύντομη παρουσίαση των τραπεζών πειραμάτων LAB VOLT.

ΜΕΡΟΣ Β

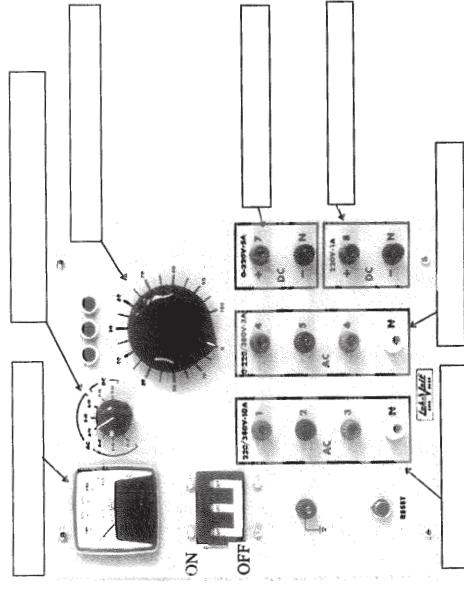
- B.1** Μετρήστε και καταγράψτε την πολική και φασική τάση της τριφασικής πηγής του εργαστηρίου (σταθερή έξοδος).
- B.2** Παρατηρήστε στον παλμογράφο 4 καναλιών τις κυματομορφές των τριών φάσεων. Καταγράψτε (σχήμα 1) και επιβεβαιώστε την διαφορά φάσεως.
- B.3** Συνδέστε το κύκλωμα του Σχήματος 2. Τροφοδοτήστε με 110V AC. Για τιμές των φορτίων του πίνακα 1 καταγράψτε τις τιμές των V , I και W . Παρατηρήστε τα V και I στον παλμογράφο. Καταγράψτε τις μετρήσεις σας και υπολογίστε τον συντελεστή ισχύος Κλείστε το διακόπτη δ .
- B.4** Επαναλάβετε τα προηγούμενα (B3)
- B.5** Συνδέστε το κύκλωμα του Σχήματος 5. Τροφοδοτήστε με 110V AC. Επαναλάβετε τις μετρήσεις / παρατηρήσεις της ενότητας B.3

Ερωτήσεις Ελέγχου γνώσεων

ΠΡΟΧΕΙΡΟ

ΜΕΡΟΣ Α

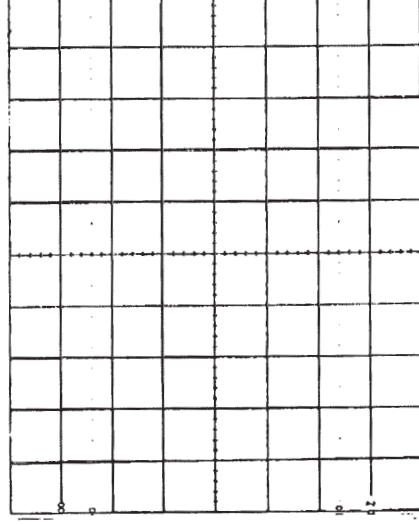
Σύντομη παρουσίαση των τραπεζιών πειραμάτων LAB VOLT.



ΜΕΡΟΣ Β

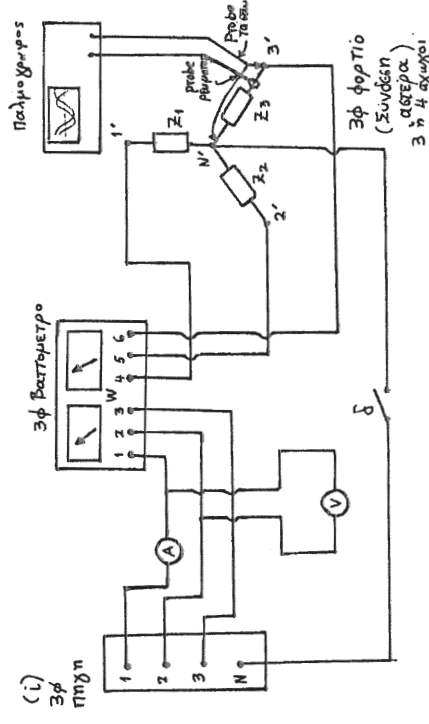
- B.1** Μετρήστε και καταγράψτε την πολική και φασική τάση της τριφασικής πηγής του εργαστηρίου (σταθερή έξοδος).

- B.2** Παρατηρήστε στον παλμογράφο 4 καναλιών τις κυματομορφές των τριών φάσεων. Καταγράψτε και επιβεβαιώστε την διαφορά φάσεως.



Σχήμα 1

B.3



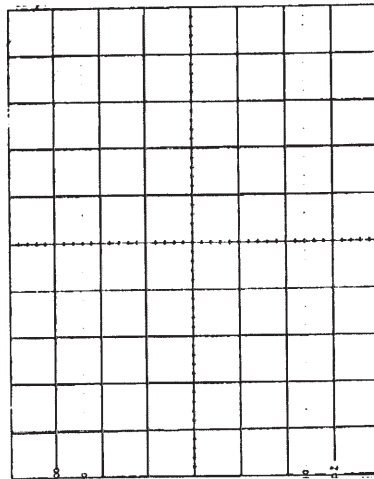
Σχήμα 2

Καταγράψτε τις τιμές των V , I και W . Παρατηρήστε τα V και I στον παλμογράφο. Καταγράψτε τις μετρήσεις σας και υπολογίστε τον συντελεστή ισχύος

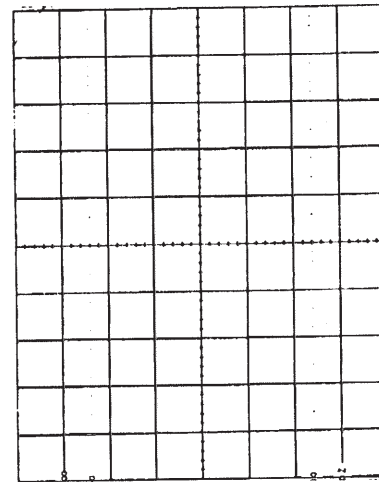
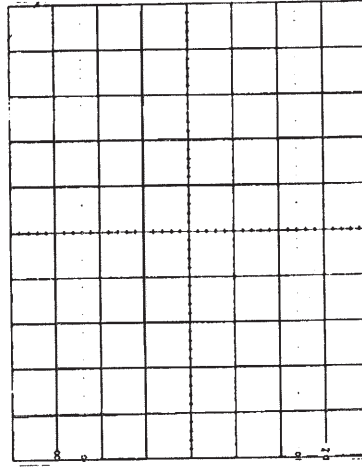
ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ / ΑΥΤΕΠΑΓΩΓΩΝ

Μονάδα EMS 8319, 8328, 8338 (220 V)

ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΕΠΙΘΥΜΗΤΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ	ΕΡΥΘΡΑ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΙΣΤΟΙ ΔΙΑΚ. (ΠΑΡΑΛΛΗΛΑ)	ΜΑΥΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΙΣΤΟΙ ΔΙΑΚ. (ΠΑΡΑΛΛΗΛΑ ΜΕ ΕΡΥΘΡΑ ΠΕΡΙΟΧΗ)	ΚΥΑΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΙΣΤΟΙ ΔΙΑΚ. (ΠΑΡΑΛΛΗΛΑ ΜΕ ΜΑΥΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ)
4400Ω	4400	None	None
2200Ω	2200	None	None
1100Ω	1100	None	None
1467Ω	4400 & 2200	None	None
880Ω	4400 & 1100	None	None
733Ω	2200 & 1100	None	None
629Ω	4400 & 2200 & 1100	None	None
550Ω	4400	4400 & 2200 & 1100	None
489Ω	2200	4400 & 2200 & 1100	None
440Ω	1100	2200 & 1100	None
400Ω	1100	4400 & 2200 & 1100	None
367Ω	4400 & 1100	4400 & 2200 & 1100	None
338Ω	2200 & 1100	4400 & 2200 & 1100	None
314Ω	4400 & 2200 & 1100	4400 & 2200 & 1100	None
293Ω	4400	4400 & 2200 & 1100	4400 & 2200 & 1100
275Ω	2200	4400 & 2200 & 1100	4400 & 2200 & 1100
259Ω	1100	2200 & 1100	4400 & 2200 & 1100
244Ω	1100	4400 & 2200 & 1100	4400 & 2200 & 1100
232Ω	4400 & 1100	4400 & 2200 & 1100	4400 & 2200 & 1100
220Ω	2200 & 1100	4400 & 2200 & 1100	4400 & 2200 & 1100
210Ω	4400 & 2200 & 1100	4400 & 2200 & 1100	4400 & 2200 & 1100



Σχήμα 6



MONADES TRAIEZAS IEPAMATON LAB - VOLT

Πηγή Τροφοδοσίας

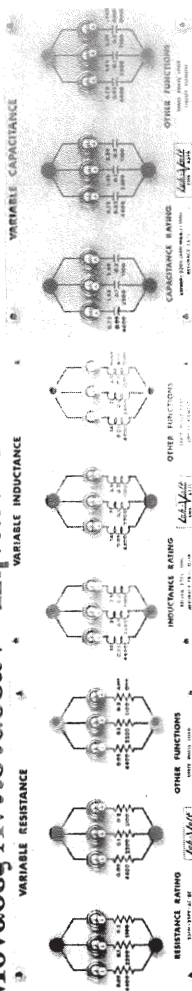


Ρυθμιζόμενη έξοδος AC

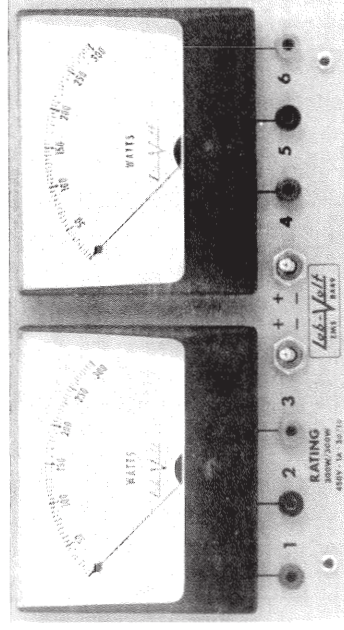
Πυθμιζόμενη έξοδος DC

Σταθερή έξοδος DC

Μονήδες Αντιστάσεων - Πηνίων - Πυκνωτών



Τριφασικό Βατόμετρο



(ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ - 8 -)

Υ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

Μετά το εργαστηριακό πείραμα, την ώρα της μελέτης, ΑΝΑΠΤΥΞΤΕ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ, κατά την κρίση σας, προσθέτοντας ότι παρατηρήσεις, συμπεράσματα και σχόλια κρίνετε χρήσιμα, κλπ.

Σκοπός της ανάπτυξης είναι να παρουσιάσετε αφ' ενός το πείραμα που κάνετε και να απαντήσετε στις ερωτήσεις των Ελεγκτών γνώσεων, και αφετέρου να δείξετε (και σχολιάζοντας κατάλληλα) την επαλήθευση ή όχι της θεωρίας με το πείραμα.

Για τις ζητούμενες καμπύλες θα χρησιμοποιήσετε μιλιμετρέ ή καρτέ χαρτί και το οποίο θα κολλήσετε στην αντίστοιχη θέση της ανάπτυξης.

Αν και η εργασία κατά την εκτέλεση του πειράματος έγινε σε ομάδες η ανάπτυξη του πειράματος θα πρέπει να γίνει ΧΩΡΙΣ την συνεργασία των μελών κάθε ομάδας.

(Οι Σπουδαστές να ΜΗΝ γράφουν οτιδήποτε, από εδώ και κάτω)

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗ

Σ.Ν.Δ.

ΕΔΡΑ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ

Αο Έτος

“ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ - ΘΕΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ”

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ - 9 -

Πειραματική Επαλήθευση

Βασικών Θεωρημάτων Ηλεκτροτεχνίας

Ν.ΛΟΚΙΜΟΣ :

Μέλη Ομάδας :
:
:
:

ΕΤΟΣ / ΤΜΗΜΑ :
Τετράμηνο / Εκπ. Έτος :
Ημερομηνία Πειράματος :
Θέση εργασίας :

Σ.Ν.Δ. - ΕΔΡΑ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ

“ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ - ΘΕΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ” Αριθμός (15)

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ - 9 -

Πειραματική Επαλήθευση

Βασικών Θεωρημάτων Ηλεκτροτεχνίας

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Θέματα Εφαρμογών και Εργαστηριακά Πειράματα στη “Θεωρία Κυκλωμάτων Ι”
2. Όργανα Μετρήσεων Εργαστηρίων Ηλεκτροτεχνίας
3. Ηλεκτροτεχνία Τόμος 1, Ν.Κορίκη
4. Εγχειρίδιο Ηλεκτρονικών Εξαρτημάτων και Υλικών, Θ. Γκιόκα

Γενικές Οδηγίες

Κατά την διάρκεια του πειράματος εκτελέσετε την ενότητα “IV ΠΕΙΡΑΜΑ” και καταχωρήστε τα αποτελέσματα των μετρήσεων, όσων υπολογισμών είναι απαραίτητο να γίνουν κατά τη διάρκεια του πειράματος και ότι παρατηρήσεις έχετε στο “ΠΡΟΧΕΙΡΟ” ενότητας “IV”.

Μετά το εργαστηριακό πείραμα, την ώρα της μελέτης, θα γίνει η ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ (η ΕΚΘΕΣΗ) του Πειράματος στην ενότητα “V ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ”.

ΣΕ ΟΛΕΣ τις μετρήσεις, υπολογισμούς και σχήματα που κάνετε να σημειώσετε τις φωρές αναφοράς Τύσεων και Γεωμάτων βάσει των οποίων έγιναν αυτά

I ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Η παρατήρηση και επαλήθευση βασικών θεωρημάτων ηλεκτροτεχνίας.

II ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ

- Βασικές αρχές μετρήσεων, μέτρα ασφαλείας και τρόπος εργασίας στο εργαστήριο
 - Βασικοί νόμοι Ηλεκτροτεχνίας περί επλύσεως κυκλωμάτων (Thevenin, Norton, Επαλληλίας, Μέγιστης μεταφοράς ισχύος)
 - Γνώσεις που αποκτήθηκαν κατά τα προηγούμενα εργαστηριακά πειράματα
- (Υπενθυμίζονται οι παρακάτω παράγραφοι, όπως σας έχουν δοθεί και κατά το αντίστοιχο μάθημα θεωρίας, και οι οποίες πρέπει να μελετηθούν ΞΑΝΑ).

Ν. ΚΟΡΙΚΗ, Ηλεκτροτεχνία Τόμος 1, Κεφάλαιο έβδομο, Θεωρήματα ηλεκτρικών κυκλωμάτων

III ΟΡΓΑΝΑ / ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΘΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΟΥΝ

- Πολύμετρα (σαν Ωμόμετρο, Βολτόμετρο και Αμπερόμετρο) (Αναλογικά - Ψηφιακά).
- Παλμογράφος διτλής δέσμης
- Σηματολήπτες τάσεως και ρεύματος
- Σειρά αντιστάσεων, πυκνωτών, πηνίων και διακοπών

IV ΠΕΙΡΑΜΑ

ΜΕΡΟΣ Α Προετοιμασία Πειράματος

1. Μελετήστε, από τις σημειώσεις σας και το βιβλίο τα αντίστοιχα θεωρήματα, στα οποία θα πειραματιστείτε στο παρόν εργαστηριακό πείραμα.
2. Εφαρμόστε το θεώρημα Thevenin, για το κύκλωμα του σχήματος 1.

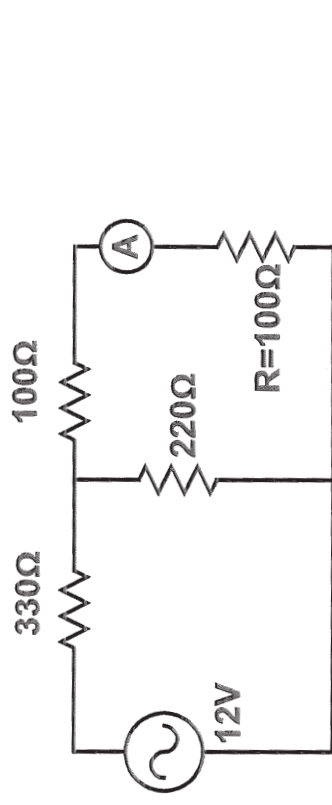
ΜΕΡΟΣ Β “ΠΕΙΡΑΜΑ”

1. Θεώρημα Ισοδύναμης Διπολικής Πηγής τάσεως (Thevenin)

Θα γίνει πειραματική επαλήθευση του Θεωρήματος Ισοδύναμης Διπολικής Πηγής τάσεως (θεώρημα Thevenin).

Μετρήστε τις ακριβείς τιμές των εξαρτημάτων του σχήματος 1.

Συνδέστε το κύκλωμα του σχήματος 1, και εφαρμόστε το θεώρημα ισοδύναμης διπολικής πηγής τάσεως (θεώρημα Thevenin).

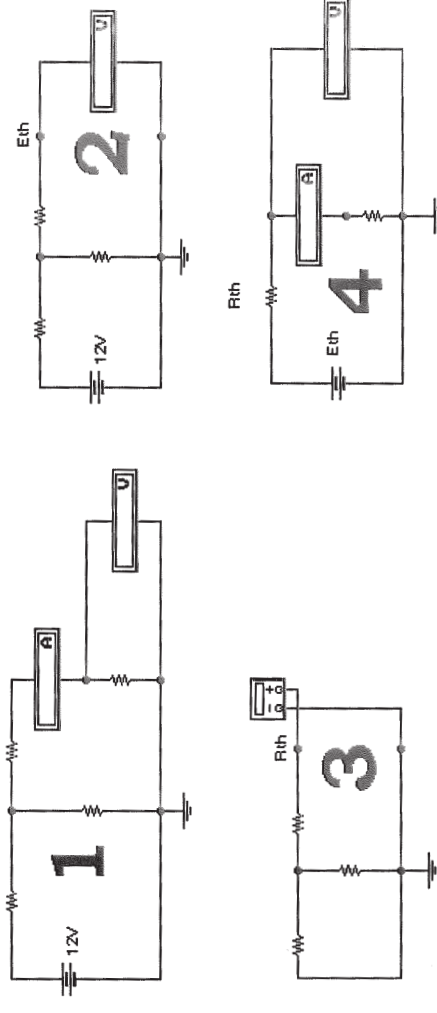


Σχήμα 1

Σημείωση:

Στο σχήμα που ακολουθεί φαίνονται τα βήματα που θα πρέπει να ακολουθήσετε. Καταχωρήστε τις πραγματικές τιμές των αντιστάσεων

Μετρήστε την αντίσταση Thevenin (βήμα 3), και για την αντίσταση R_{th} (βήμα 4), χρησιμοποιείστε συνδυασμό αντίστασης και ποτενσιόμετρου για να έχετε καλύτερη ακρίβεια.



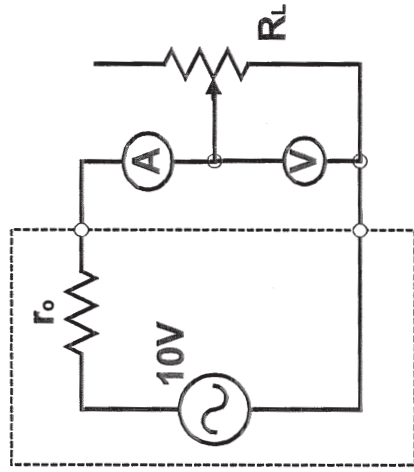
Σχήμα 2

2. Θεώρημα Μέγιστης Μεταφοράς Ισχύος

Θα γίνει πειραματική επαλήθευση του Θεωρήματος Μέγιστης Μεταφοράς Ισχύος.

Συνδέστε το κύκλωμα του σχήματος 3. Θα χρησιμοποιήσετε την πηγή AC, της τράπεζας εργασίας σε σειρά με μια αντίσταση Γ_0 η οποία θα “παίζει” το ρόλο της εσωτερικής αντίστασης της πηγής.

Γιατί χρειάζεται να γίνει αυτό και δεν χρησιμοποιούμε την πηγή μόνο με την εσωτερική της αντίσταση (χωρίς την αντίσταση Γ_0);



Σχήμα 3

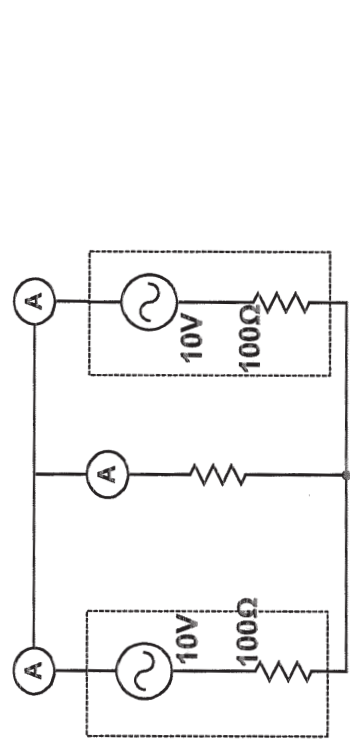
Θέστε τιμή Γ_0 τέτοια ώστε να είναι περίπου μισή της μεταβλητής αντίστασης R_L .

Πάρτε μετρήσεις, V , I , R_L , ώστε να χαράξετε την καμπύλη μέγιστης μεταφοράς ισχύος. **ΠΡΟΣΟΧΗ** κατά την μέτρηση της αντίστασης. **ΝΑ ΑΠΟΣΥΝΑΕΤΕ** την τάση, για να μην καταστραφεί το ωμόμετρο.

3. Θεώρημα Επαλληλίας

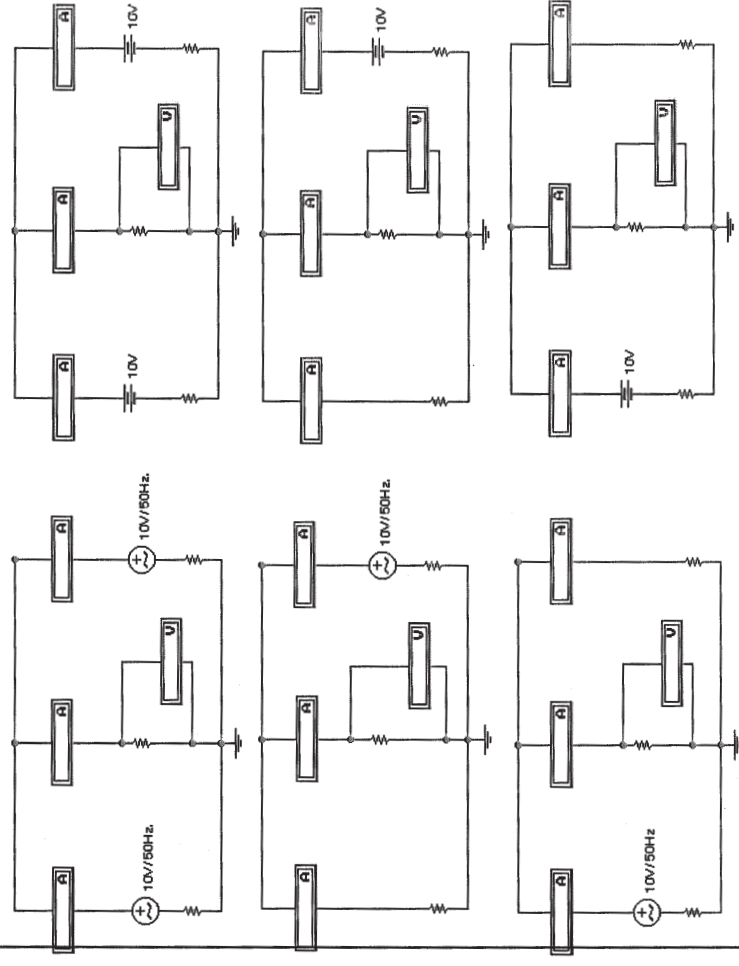
Για το πείραμα αυτό θα δουλέψετε σε συνεργασία με την ομάδα που βρίσκεται στην τράπεζα δεξιά σας.

Χρησιμοποιώντας τις δύο πηγές AC, των δύο τραπεζών, κατασκευάστε το κύκλωμα του σχήματος 4, και επαληθεύστε το θεώρημα της επαλληλίας ή υπέρθεσης (Θεώρημα Helmholtz)



Σχήμα 4

Επαναλάβετε για πηγές Συνεχούς. Προσέξτε και Παρατηρήστε την πολικότητα των πηγών και των αμπερομέτρων



Ερωτήσεις Ελέγχου γνώσεων

- 1. Με χρήση των παραδειγμάτων του πειράματος, διατυπώστε τα τρία θεωρήματα
- 2. Σχεδιάστε την καμπύλη μέγιστης μεταφοράς ενέργειας.
- 3. Σχολιάστε τις πειραματικές μετρήσεις, και την πειραματική επαλήθευση ή όχι των τριών θεωρημάτων.

ΠΡΟΧΕΙΡΟ

ΜΕΡΟΣ Α Προετοιμασία Πειράματος

ΜΕΡΟΣ Β Πείραμα

1. Θεώρημα Ισοδύναμης Διπολικής Πηγής τάσεως (Thevenin)

2. Θεώρημα Μέγιστης Μεταφοράς Ισχύος

R _L	V	I	P

3. Θεώρημα Επαλληλίας

ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ - 9 -)

Ν ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

Μετά το εργαστηριακό πείραμα, την ώρα της μελέτης, ΑΝΑΠΤΥΞΤΕ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ, κατά την κρίση σας, προσθέτοντας ότι παρατηρήσεις, συμπεράσματα και σχόλια κρίνετε χρήσιμα, κλπ.

Σκοπός της ανάπτυξης είναι να παρουσιάσετε αφ' ενός το πείραμα που κάνατε και να απαντήσετε στις ερωτήσεις του Ελέγχου γνώσεων, και αφετέρου να δείξετε (και σχολιάζοντας κατάλληλα) την επαλήθευση ή όχι της θεωρίας με το πείραμα.

Για τις ζητούμενες καμπύλες θα χρησιμοποιήσετε μιλιμετρέ ή καρρέ χαρτί και το οποίο θα κολλήσετε στην αντίστοιχη θέση της ανάπτυξης.

Αν και η εργασία κατά την εκτέλεση του πειράματος έγινε σε ομάδες η ανάπτυξη του πειράματος θα πρέπει να γίνει ΧΩΡΙΣ την συνεργασία των μελών κάθε ομάδας.

(Οι Σπουδαστές να ΜΗΝ γράφουν οτιδήποτε, από εδώ και κάτω)

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗ

10 - 62

Σ.Ν.Δ.
ΕΔΡΑ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ
Αο Έτος

“ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ - ΘΕΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ”

ΕΠΙΛΥΣΗ ΗΛ. ΔΙΚΤΥΩΝ
ΜΕ
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ

Ι. ΠΡΟΥΣΑΛΙΔΗΣ
Α. ΜΑΓΟΥΛΑΣ
Κ. ΦΩΣΤΙΕΡΗΣ

Επίλυση Ηλεκτρικών Δικτύων με υπολογιστικά πακέτα - Πρόγραμμα EMTF

1. Εισαγωγή

Τα ηλεκτρικά δίκτυα μπορούν να αναλύονται και να επιλύονται δανειζόμενοι καταξιωμένα μαθηματικά εργαλεία. Πιο συγκεκριμένα, όπως είναι γνωστό, οι περιγραφικές εξισώσεις ενός ηλεκτρικού δικτύου προκύπτουν από:

- A) τους νόμους τάσεων Kirchhoff (NTK)
- B) τους νόμους ρευμάτων Kirchhoff (NPK)
- Γ) τις περιγραφικές εξισώσεις τάσεων-ρεύματος των στοιχείων του ηλεκτρικού δικτύου, οι οποίες στις περισσότερες περιπτώσεις είναι διαφορικές, σε αντίθεση με τις εξισώσεις NTK και NPK που είναι αλγεβρικές.

Συγκεντρωτικά προκύπτει ένα σύστημα ολοκληρωτικο-διαφορικών εξισώσεων (το πλήθος των εξισώσεων προκύπτει ίσο με το πλήθος αγνώστων). Συνήθως στα προβλήματα επίλυσης κυκλωμάτων, γνωστές ποσότητες είναι οι πηγές τάσεως και ρεύματος του δικτύου, ενώ άγνωστες ποσότητες είναι τα ρεύματα των κλάδων και οι τάσεις των κόμβων. Εάν υπολογιστούν οι τάσεις των κόμβων τότε μπορούν να υπολογιστούν και τα ρεύματα των κλάδων.

Το συνιστώμενο σύστημα εξισώσεων μπορεί να επιλυθεί με διάφορους τρόπους στο περιβάλλον ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή. Οι εν λόγω τρόποι επίλυσεως (αλγόριθμοι) έχουν αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια και εξελίσσονται συνεχώς όσον αφορά στην ταχύτητα αλλά και την ακρίβεια επίλυσεως.

Επιπλέον για να γίνει η εργασία του τελικού χρήστη ευκολότερη, κατά καιρούς έχουν αναπτυχθεί διάφορα εργαλεία υποβοήθησεως του έργου του. Στη συνέχεια ακολουθεί μία σύντομη περιγραφή, των εργαλείων αυτών που ουσιαστικά αποτελούν και στάδια της μετεξέλιξης των υπολογιστικών πακέτων που ειδικεύονται στην επίλυση ηλεκτρικών δικτύων.

2. Ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων στοιχείων ηλεκτρικών δικτύων

Σύμφωνα με αυτή τη λογική, ο χρήστης δεν είναι ανάγκη να προγραμματίζει κάθε φορά τις διαφορικές / αλγεβρικές εξισώσεις για το κάθε στοιχείο, αλλά εκ των προτέρων έχουν αναπτυχθεί εσωτερικά στο υπολογιστικό πρόγραμμα τα μαθηματικά μοντέλα που συναντώνται στην πράξη. Οι εξισώσεις είναι έτοιμες να δεχθούν μόνον τις παραμέτρους της εφαρμογής. Ο χρήστης ορίζει με κάποιο τρόπο, που εξηγείται στη συνέχεια, την τοπολογία του ηλεκτρικού δικτύου καθώς και τα ηλεκτρικά στοιχεία που τη συνιστούν.

Έτσι για παράδειγμα, ο χρήστης δεν προγραμματίζει τις εξισώσεις ενός πηνίου, αλλά ορίζει μόνον πού συνδέεται καθώς και την τιμή της αυτεπαγωγής του. Παρόμοια, σε ένα πιο σύνθετο μοντέλο, όπως είναι αυτό ενός μετασχηματιστή ή μίας στρεφόμενης μηχανής, ορίζει τα τεχνικά κατασκευαστικά χαρακτηριστικά τους (ονομαστική τάση, ισχύς, συχνότητα, αντιστάσεις και επαγωγές των τυλιγμάτων τους) καθώς και τους κόμβους τους δικτύου όπου συνδέονται.

Μάλιστα επειδή συχνά απαιτείται κάποια προεργασία μετατροπής των δεδομένων, όπως αυτά προέρχονται από τα δελτία του κατασκευαστή σε σχέση με τον τρόπο που εισάγονται στις διαφορικές εξισώσεις, έχουν αναπτυχθεί και βοηθητικές υπορουτίνες

που πραγματοποιούν αυτήν την ενδο-μετατροπή (interface modules). Μία τυπική τέτοια εφαρμογή είναι η μετατροπή των δεδομένων των δελτίων δοκιμών (ανοικτοκύκλωσης και βραχυκύκλωσης) ενός μετασχηματιστή, όπως ακριβώς αυτά παρέχονται από τον κατασκευαστή, σε αριθμητικά δεδομένα των αντιστάσεων και επαγωγών, R και L αντίστοιχα, του γνωστού μονοφασικού ισοδύναμου μοντέλου με τους εγκαρσίους και εν σειρά κλάδους.

Συγκεντρωτικά, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να εισάγει σε ένα ηλεκτρονικό αρχείο με ένα συγκεκριμένο τρόπο (formatted) την τοπολογία του δικτύου, τα στοιχεία του δικτύου αυτού και τα αριθμητικά χαρακτηριστικά τους. Το υπολογιστικό πρόγραμμα στη συνέχεια καλείται να ελέγξει τα στοιχεία για την ορθότητά τους, να συστήσει το σύνολο των εξισώσεων (αλγεβρικών και διαφορικών) που προκύπτουν, να το επιλύσει και να αποθηκεύσει τα αποτελέσματα.

Το πλεονέκτημα της μεθόδου είναι ότι ο χρήστης δεν προγραμματίζει την επίλυση, προγραμματίζοντας σε γλώσσα προγραμματισμού τις υπορουτίνες ολοκλήρωσης και επίλυσης του συστήματος των εξισώσεων καθορίζοντας μέθοδο ολοκλήρωσης σε συνδυασμό με μέθοδο αντιστροφής πινάκων κ.ο.κ, αλλά δίνει μόνον τα αριθμητικά δεδομένα του προβλήματος. Το υπολογιστικό πρόγραμμα είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να αναλάβει την κατάστροψη των εξισώσεων, τη σύνθεση και αντιστροφή των εμπλεκόμενων πινάκων του συστήματος των εξισώσεων σύμφωνα με το βέλτιστο κανόνα επίλυσης.

3. Ανάπτυξη γραφικών πακέτων εισαγωγής του ηλεκτρικού δικτύου

Τα προβλήματα που περιγράφηκαν παραπάνω, ξεπερνώνται με την ανάπτυξη γραφικών μεθόδων εισαγωγής των προς ανάλυση δικτύων (pre-processing graph tools).

Ο χρήστης πλέον σχεδιάζει την τοπολογία του δικτύου, ζωγραφίζοντας γραμμές που συνδέουν τα ηλεκτρικά στοιχεία που επιλέγει. Σε κάθε στοιχείο μπορεί να εισάγει τα αριθμητικά δεδομένα του αντίστοιχου μοντέλου, ενώ ορίζει και τα αποτελέσματα που τον ενδιαφέρουν να δει στην οθόνη του υπολογιστή του. Έτσι, εάν ενδιαφέρεται για την απεικόνιση του ρεύματος ενός κλάδου, πρέπει στον αντίστοιχο κλάδο να εισάγει ένα "καταγραφικό στοιχείο ρεύματος". Παρόμοια για καταγραφή τάσης.

Στο περιβάλλον αυτό, λοιπόν, ο χρήστης μελετά το ηλεκτρικό δίκτυο με τον απλούστερο δυνατό τρόπο. Ωστόσο, αξίζει να αναφερθεί, ότι στα πλαίσια της εξέλιξης των υπολογιστικών πακέτων, νέα μαθηματικά μοντέλα αναπτύσσονται και εντάσσονται στις βιβλιοθήκες μαζί με τα αντίστοιχα γραφικά εικονίδια τους, όπως και νέοι τρόποι ακριβέστερης και ταχύτερης επίλυσης του συστήματος των εξισώσεων των δικτύων.

4. Υπολογιστικά Προγράμματα για επίλυση ηλεκτρικών Δικτύων

Τα τελευταία τριάντα χρόνια έχουν αναπτυχθεί πολλά υπολογιστικά πακέτα που μπορούν να επιλύσουν ηλεκτρικά δίκτυα με τους τρόπους που περιγράφηκαν παραπάνω:

4.1 Πρόγραμμα EMTP/ATP

Το πρώτο πρόγραμμα του είδους, που αναπτύχθηκε από τον καθηγητή H. Dommel στην εταιρεία BPA (ΗΠΑ). Ξεκίνησε ως πρόγραμμα ανάλυσης μεταβατικών φαινομένων σε γραμμές μεταφοράς Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας και γρήγορα επεκτάθηκε σε κάθε είδους ηλεκτρικό στοιχείο ισχύος

4.2 Πρόγραμμα EMTDC

Αναπτύχθηκε στο Πανεπιστήμιο Manitoba (Καναδάς), αρχικά ως εξειδικευμένο εργαλείο για μελέτη φαινομένων σε Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας Συνεχούς Ρεύματος, αλλά πλέον χρησιμοποιείται σε κάθε είδους ηλεκτρικό στοιχείο ισχύος

4.3 Προγράμματα SPICE (P-,Z-,E- SPICE)

Αναπτύχθηκε από διάφορες εταιρείες των ΗΠΑ, γι' αυτό το λόγο συναντάται και με διαφορετικά ονόματα, με σκοπό την ανάλυση ηλεκτρονικών κυκλωμάτων. Από της αναπτύξεως των ηλεκτρονικών ισχύος, όμως, και την αξιοποίησή τους για τον έλεγχο των ηλεκτρικών μηχανών, το πρόγραμμα επεκτάθηκε για να συμπεριλάβει και ηλεκτρικά στοιχεία ισχύος με ιδιαίτερη βαρύτητα σε μηχανές και μετασχηματιστές.

4.4 Υποπρόγραμμα Simulink/Power System Blocksets (PSB) Toolbox στο MATLAB

Το γνωστό μαθηματικό πακέτο της εταιρείας The Mathworks Inc, που καταξιώθηκε διεθνώς για την ευκολία προγραμματισμού που παρέχει ιδίως σε μηχανικούς, παρέχει μεταξύ των άλλων και πολύ ισχυρά εργαλεία για την επίλυση ηλεκτρικών δικτύων μέσω του toolbox Simulink και του Power System Blocksets

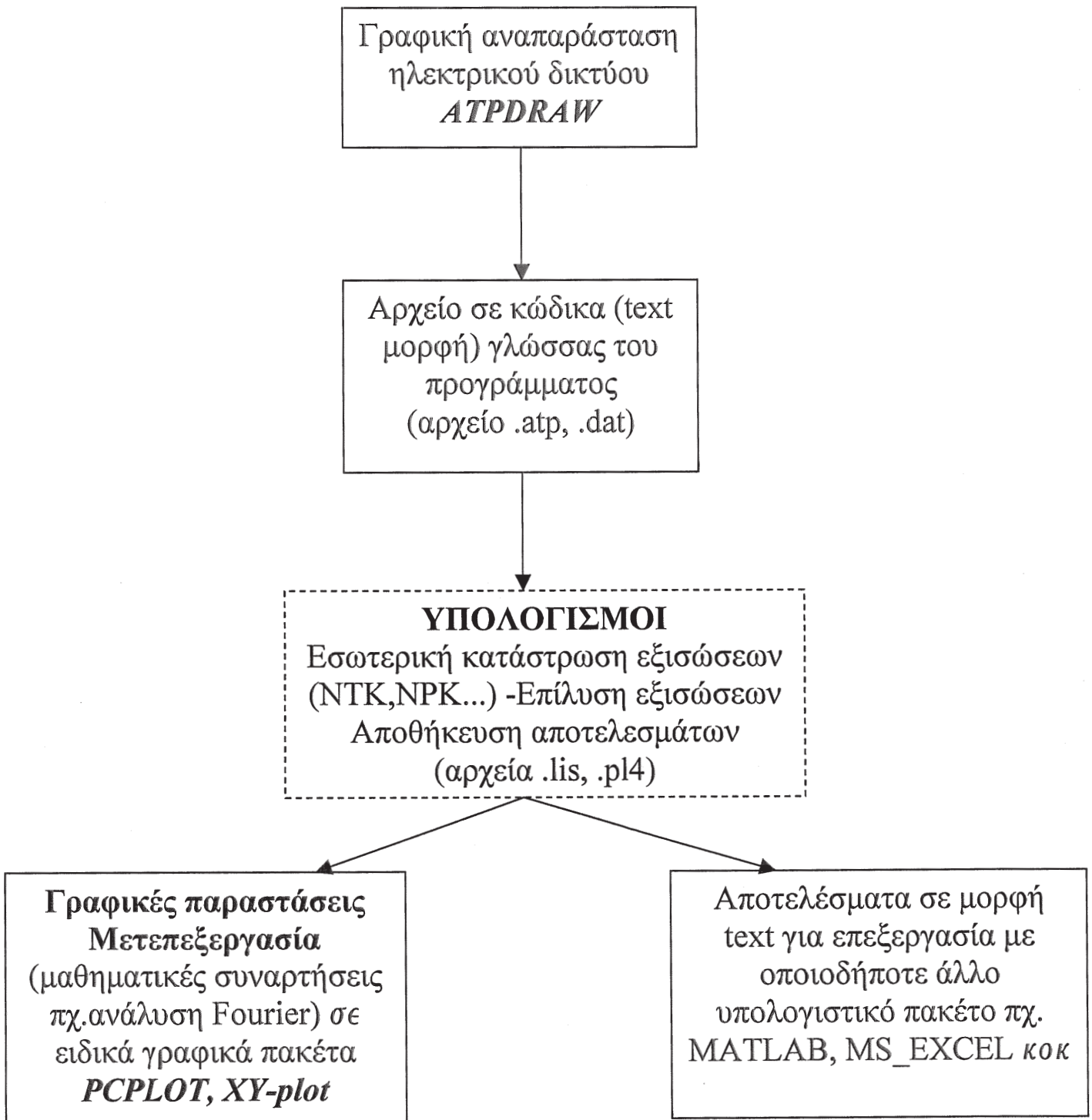
4.5 Πρόγραμμα EUROSTAG

Πρόκειται για πρόγραμμα ανάλυσης προβλημάτων ευστάθειας που απαντώνται σε μεγάλα Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας. Προέκυψε ως αποτέλεσμα της συνεργασίας των Εθνικών Ηλεκτρικών Εταιρειών Γαλλίας (EDF) και Βελγίου (TRACTEBEL), αλλά τα μοντέλα και κυρίως οι αλγόριθμοι επιλύσεως των εξισώσεων που έχουν ενσωματωθεί είναι από τους βέλτιστους που έχουν αναπτυχθεί.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται με τρόπο περιεκτικό μία εφαρμογή στο πρόγραμμα EMTP/ATP.

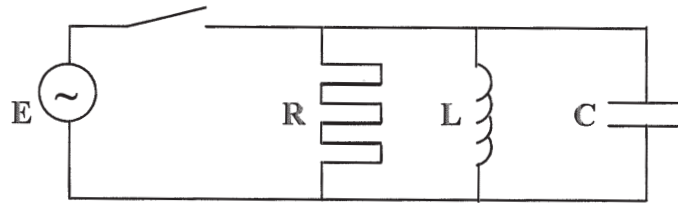
5. Εφαρμογή στο πρόγραμμα EMTP/ATP

Το λειτουργικό διάγραμμα του προγράμματος παρουσιάζεται στο σχήμα 1



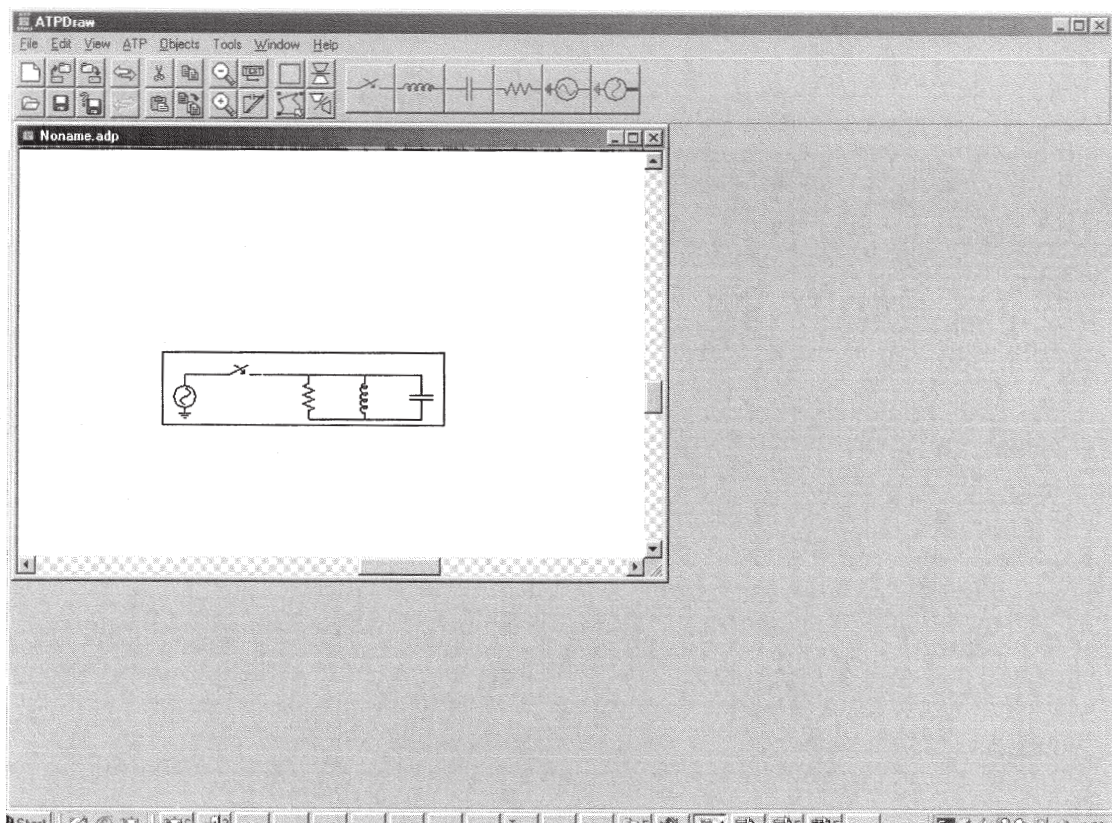
Μελέτη του φαινομένου διακοπής RLC κυκλώματος

Εστω το απλό κύκλωμα RLC που φαίνεται στο παρακάτω σχήμα



Μας ενδιαφέρει να μελετηθεί τι συμβαίνει κατά τη διακοπή τροφοδότησης του κυκλώματος.

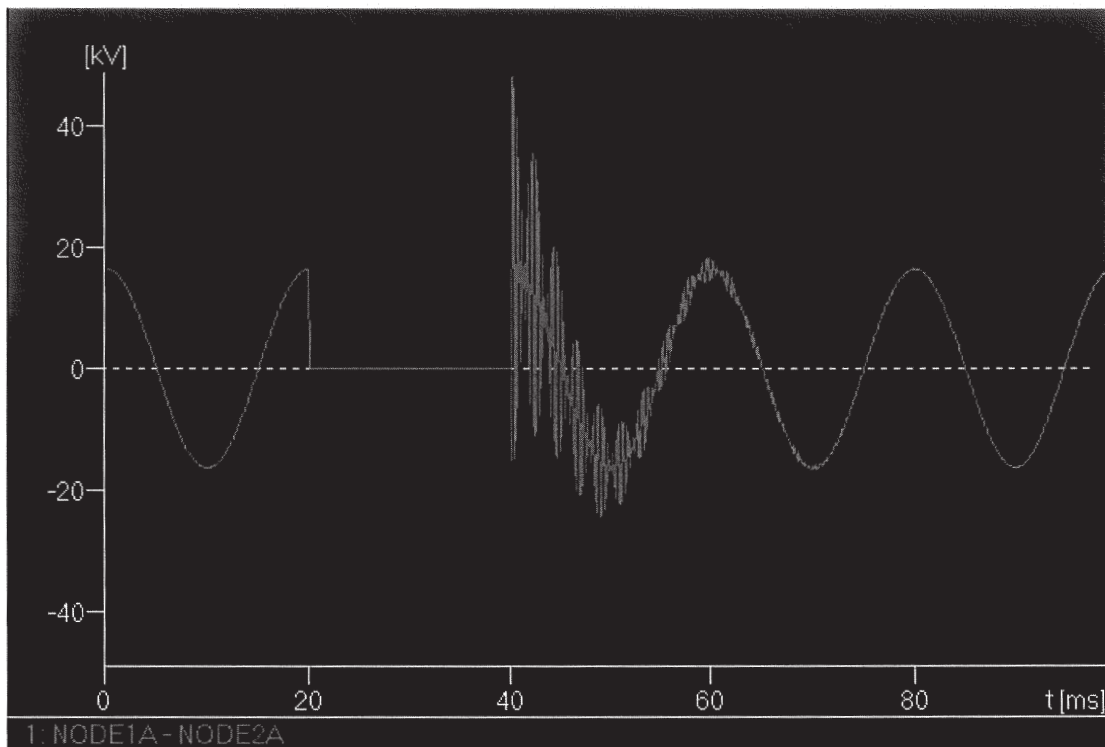
Σχεδιάζουμε το κύκλωμα (βλ. ακόλουθο σχήμα) στο περιβάλλον ATPDRAW ακολουθώντας τα εξής βήματα



- Καθορισμός αντίστασης
- Καθορισμός επαγωγικού στοιχείου
- Καθορισμός χωρητικού στοιχείου
- Καθορισμός διακόπτη
- Καθορισμός πηγής τάσης

- Καθορισμός κόμβου γείωσης
- Αποθήκευση
- Προσομοίωση (υπολογισμός)
- Απεικόνιση αποτελεσμάτων

Τρέχουμε το πρόγραμμα και ενδεικτικά παρουσιάζουμε την κυματομορφή της τάσεως στα άκρα του διακόπτη



Ποιοτικά αυτό που συμβαίνει, είναι ότι κατά την έντονη διαταραχή της διακοπής το κύκλωμα αντιδρά ταλαντούμενο με τη φυσική του ιδιοσυχνότητα ($2\pi/\sqrt{LC}$).

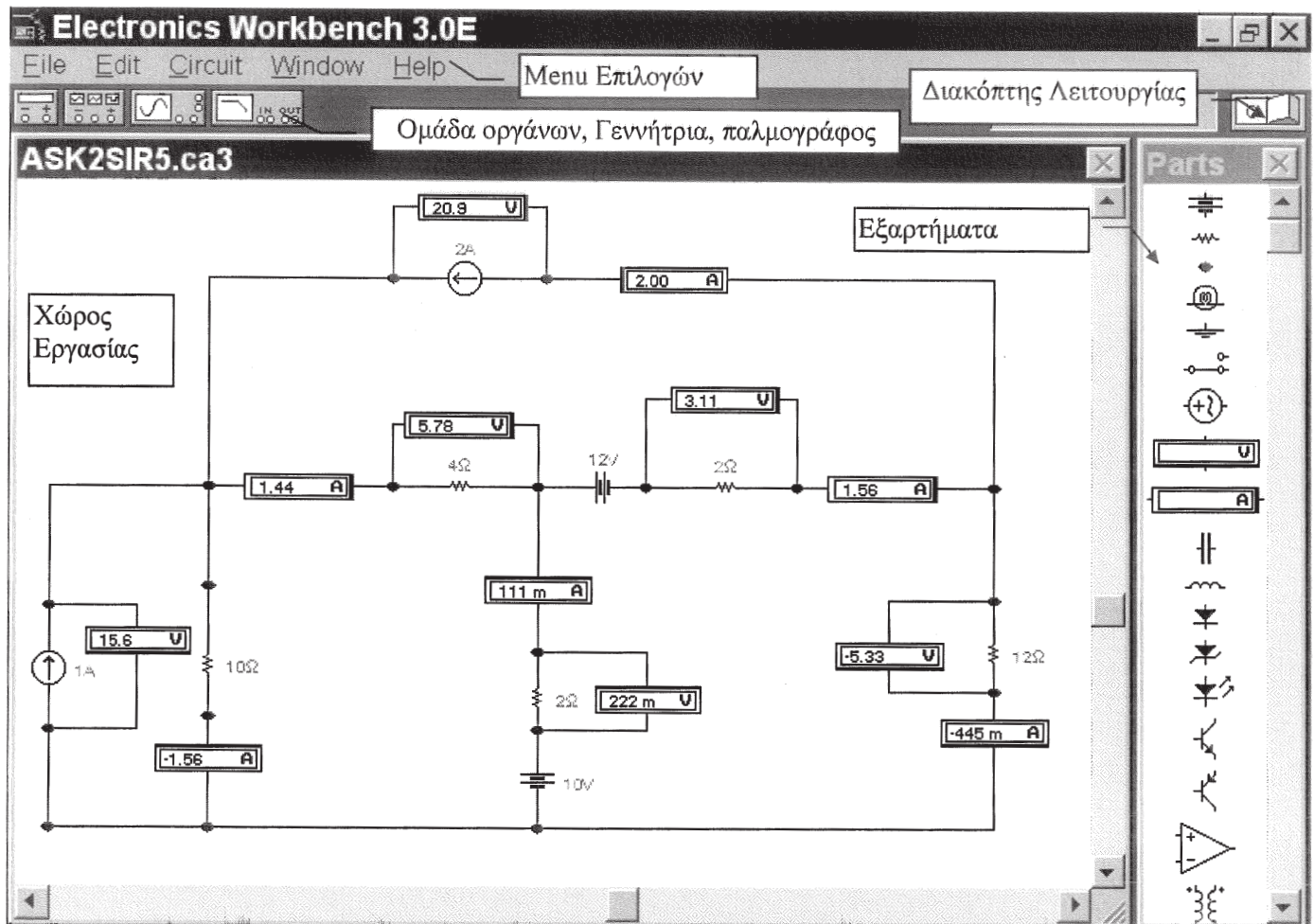
Κατά την ταλάντωση αυτή, αναπτύσσεται *υπέρταση* (τάση αρκετά μεγαλύτερη από την ονομαστική τάση λειτουργίας) στα άκρα του διακόπτη (σχήμα ...) η οποία αποσβέννεται προοδευτικά όσο περνά ο χρόνος λόγω της αντιστάσεως R που δρά ο ως μηχανισμός αποσβέσεως

Σημειώνεται ότι η επίλυση αυτού του τόσο απλού κυκλώματος είναι δυνατόν να γίνει με το χέρι (επίλυση με μετασχηματισμούς Laplace κοκ) αλλά είναι εξαιρετικά χρονοβόρα.

Electronic Work Bench

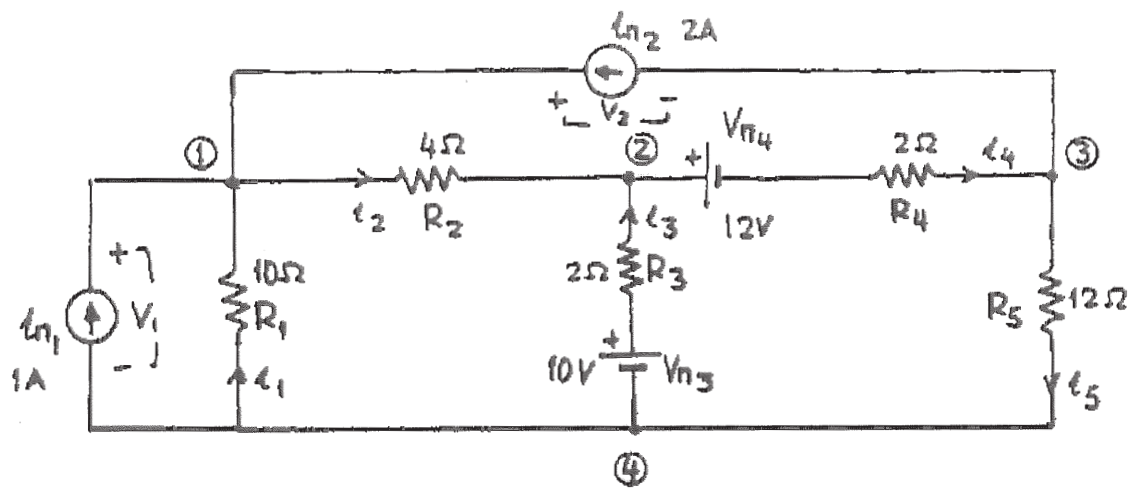
Το πρόγραμμα Electronic Work Bench, είναι ένα απλό πρόγραμμα, προσομοίωσης αναλογικών και ψηφιακών κυκλωμάτων. Είναι ένα shareware πρόγραμμα, δηλαδή ένα πρόγραμμα που διανέμεται δωρεάν και εφ' όσον μας αρέσει πληρώνουμε κάποιο συμβολικό ποσό, ώστε να ενισχύσουμε οικονομικά αυτούς που το έφτιαξαν. Έχει βασικές δυνατότητες μόνο. Για παράδειγμα στην έκδοση που έχουμε δεν υποστηρίζει μιγαδική ανάλυση στα κυκλώματα. Έτσι είναι κατάλληλο για πειραματισμούς στο συνεχές ρεύμα, αλλά όχι στο εναλλασσόμενο.

Στα πλαίσια αυτά θα δούμε πως μπορεί κάποιος να προσομοιώσει κυκλώματα συνεχούς, χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα "Electronic Workbench".



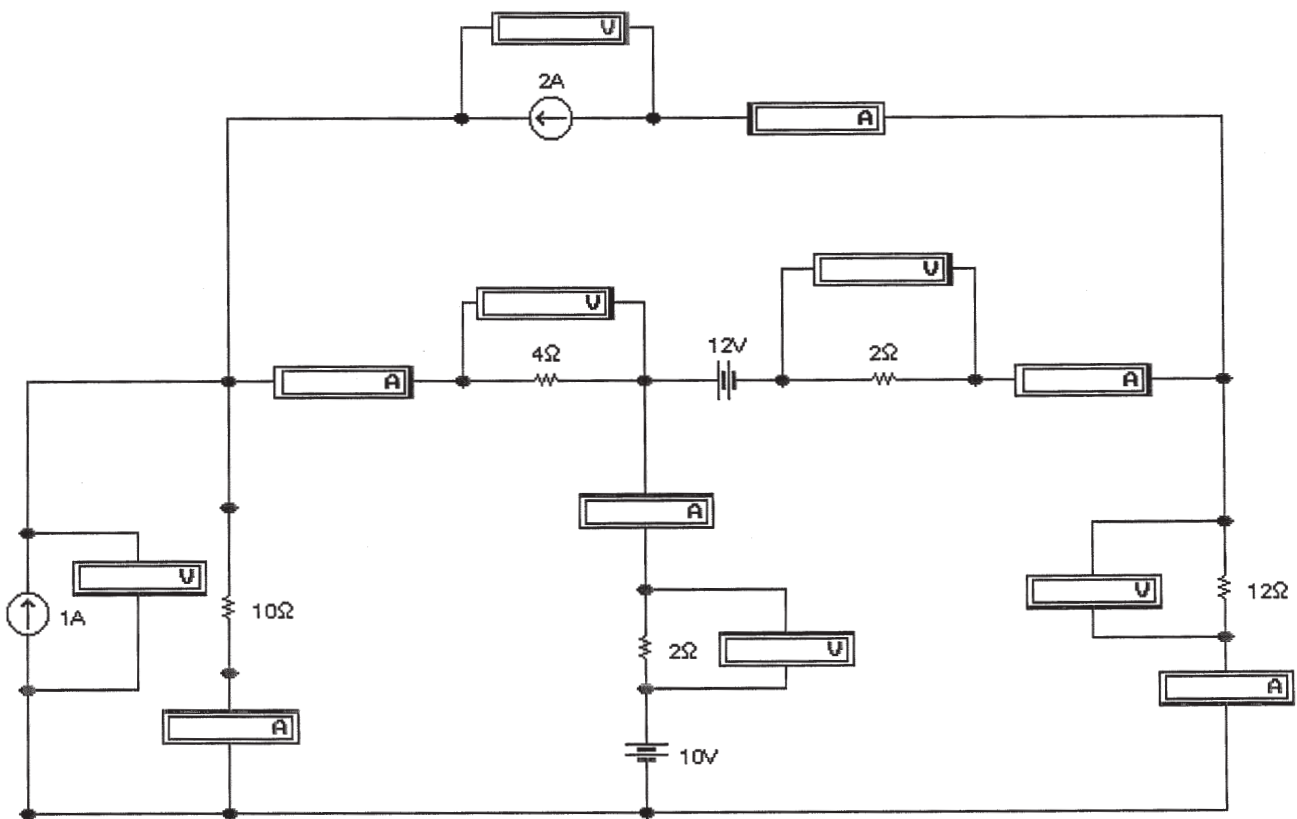
Ο χειρισμός του είναι αρκετά εύκολος. Η κατασκευή ενός κυκλώματος, για έναν με βασικές γνώσεις χειρισμού προγραμμάτων όπως το Paint Brush των Windows, είναι πολύ εύκολη. Απλά παίρνουμε τα εξαρτήματα που χρειαζόμαστε από την "αποθήκη εξαρτημάτων" και τα τοποθετούμε στο χώρο εργασίας. Με διπλό click ανοίγει το παράθυρο ιδιοτήτων του εξαρτήματος για να ορίσουμε τα χαρακτηριστικά του. Οι συνδέσεις των εξαρτημάτων γίνεται με το ποντίκι. Όταν ολοκληρώσουμε το κύκλωμα, "λειτουργούμε" το κύκλωμα με τον διακόπτη On/OFF.

Παράδειγμα 1
Δίδεται το ακόλουθο δίκτυο



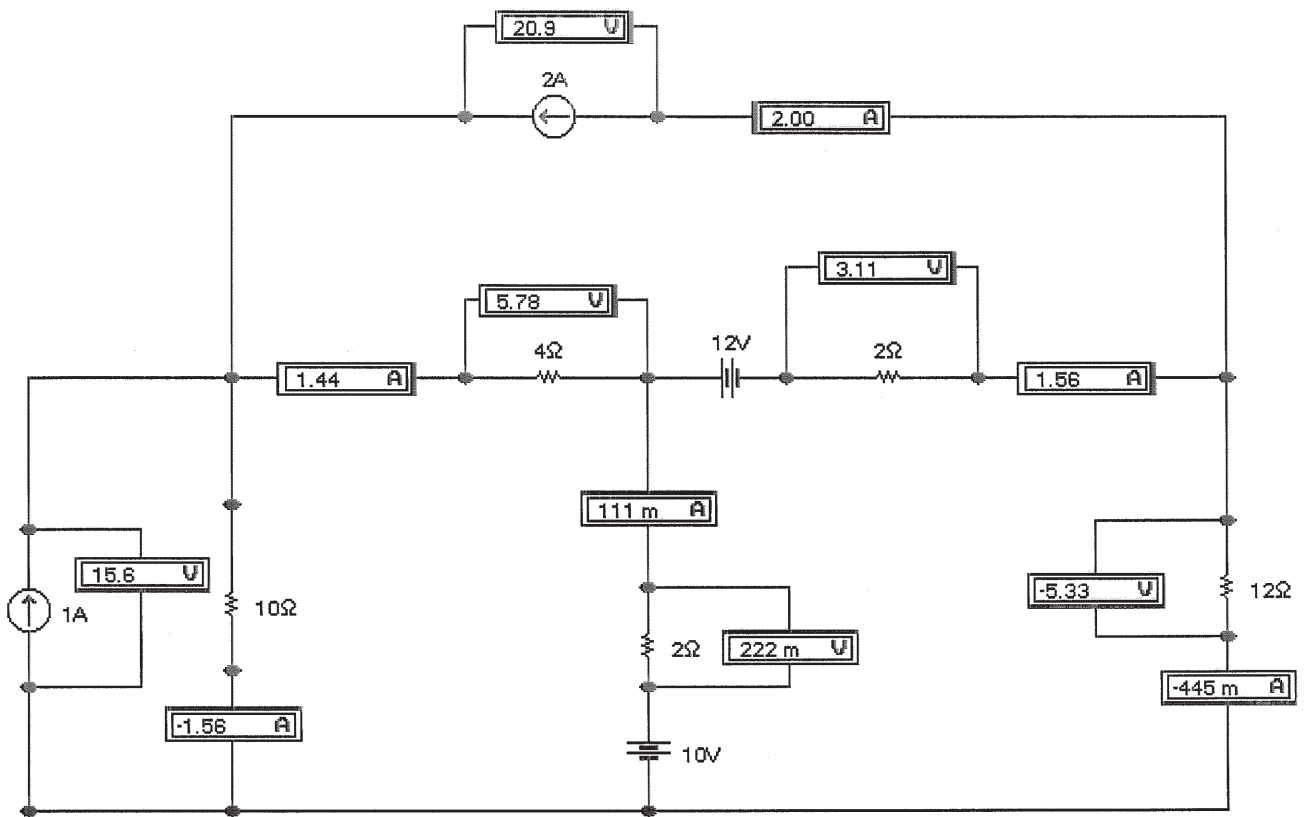
Να υπολογισθούν τα ρεύματα και οι τάσεις. (Η άσκηση είναι από την 5η σειρά ασκήσεων ΑΣΚ. 2)

Κατασκευάζουμε το κύκλωμα, βάζοντας αντίστοιχα όργανα (βολτόμετρα και αμπερόμετρα).



και στη συνέχεια το “τρέχουμε”.

10-71

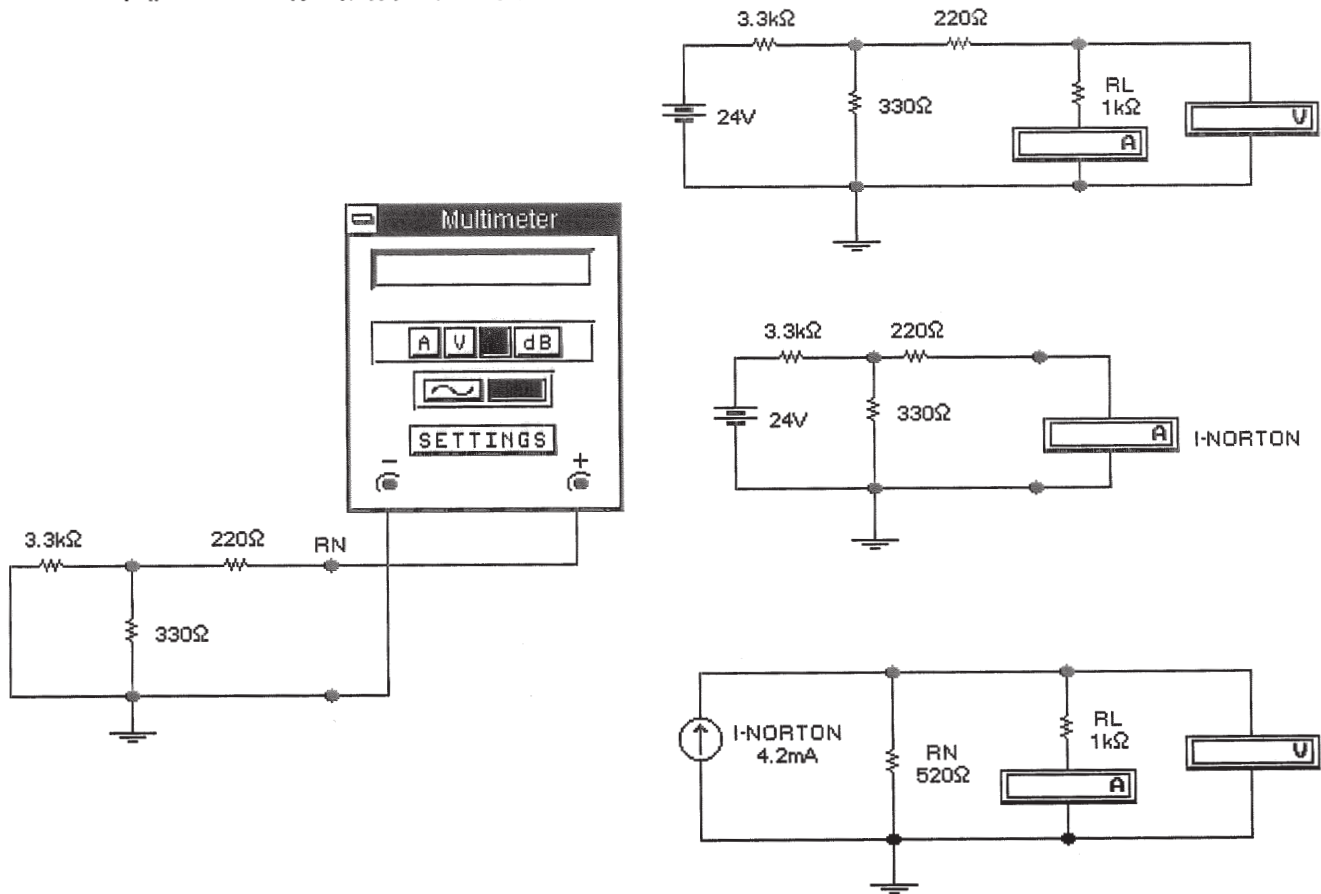


Επαληθεύστε τις τιμές, με αυτές που έχετε βρει κατά την επίλυση της άσκησης.

10-72

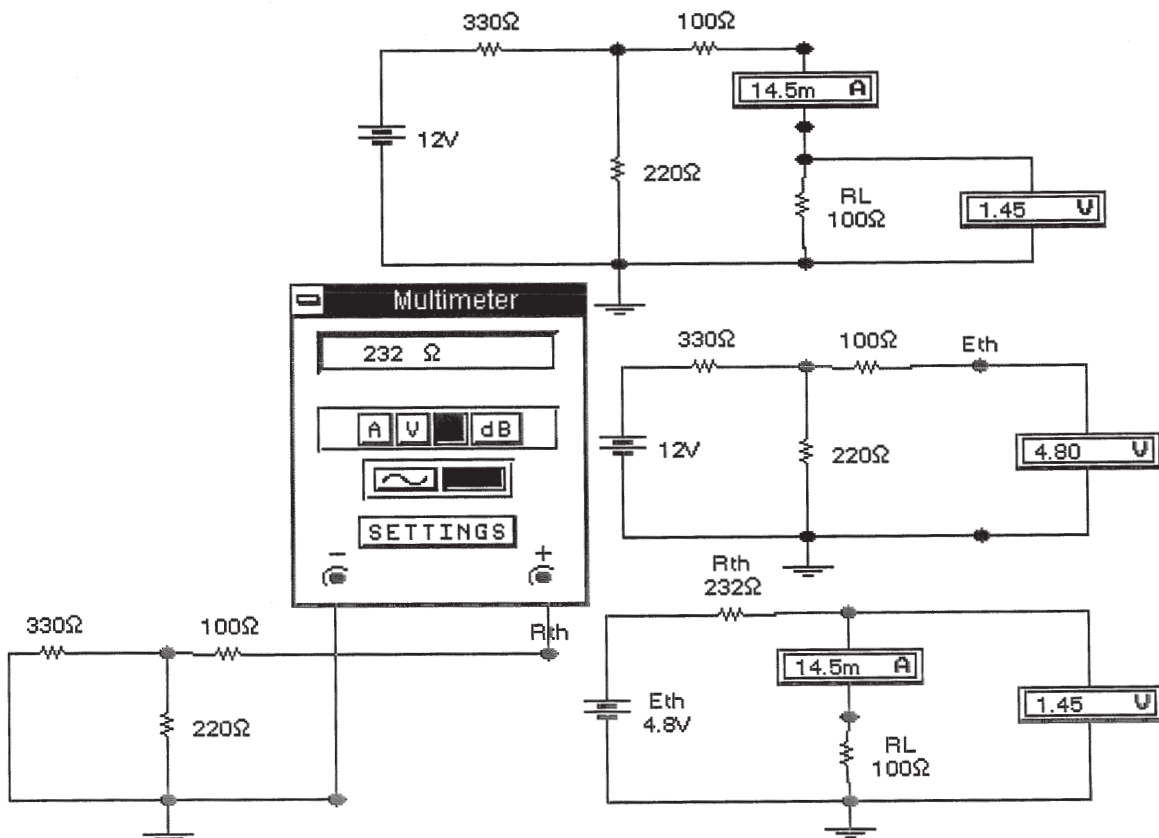
Παράδειγμα 2

Θεώρημα διπολικής πηγής ρεύματος (NORTON)



Παράδειγμα 3

Θεώρημα διπολικής πηγής τάσεως (Thevenin)



10-73

Παράδειγμα 4
Θεώρημα Επαλληλίας

