

ΤΕΙ ΚΑΒΑΛΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ & ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ Ι

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 2^η
ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΑΣΗΣ (ΔΙΑΦΟΡΑΣ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ)

A. ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός της εργαστηριακής αυτής άσκησης είναι :

- η κατανόηση της λειτουργίας των οργάνων μέτρησης της διαφοράς δυναμικού μεταξύ δύο σημείων ενός ηλεκτρικού κυκλώματος και
- η πραγματοποίηση μέτρησης της διαφοράς δυναμικού μεταξύ δύο σημείων ενός ηλεκτρικού κυκλώματος.

B. ΘΕΩΡΙΑ

Η ηλεκτρική τάση σε ένα κύκλωμα μπορεί να είναι είτε συνεχής είτε εναλλασσόμενη. Η συνεχής τάση συμβολίζεται με DC, ενώ η εναλλασσόμενη με AC. Την τάση – διαφορά δυναμικού την μετρούμε με ειδικά όργανα που ονομάζονται βολτόμετρα.

Η μέτρηση της διαφοράς δυναμικού στα άκρα μιας αντίστασης γίνεται συνδέοντας το βολτόμετρο παράλληλα. Λόγω του ότι η σύνδεση του βολτομέτρου δεν πρέπει να επηρεάζει την προς μέτρηση διαφορά δυναμικού, η εσωτερική αντίσταση του βολτομέτρου πρέπει να είναι μεγάλη (μεγαλύτερη κατά μία ή δύο τάξεις μεγέθους από την αντίσταση του αντιστάτη στα άκρα του οποίου μετρείται η τάση). Η αύξηση της κλίμακας του βολτομέτρου πραγματοποιείται συνδέοντας ένα άλλο ωμικό αντιστάτη σε σειρά με το όργανο, έτσι ώστε να υπάρχει πτώση τάσης.

Όταν πρέπει να επιλέξουμε ένα βολτόμετρο για την μέτρηση μίας τάσης πρέπει :

- α. να ελέγξουμε το εάν η κλίμακα του βολτομέτρου που θα χρησιμοποιήσουμε είναι κοντά στην περιοχή της υπό μέτρηση τάσης &
- β. να ελέγξουμε την εσωτερική του αντίσταση. Αυτή πρέπει να είναι αρκετά μεγαλύτερη από την αντίσταση στα άκρα της οποίας θέλουμε να μετρήσουμε την διαφορά δυναμικού. Το πόσο μεγαλύτερη είναι η εσωτερική αντίσταση του βολτομέτρου, καθορίζεται από την επιθυμητή ακρίβεια της μέτρησης.

Τα βολτόμετρα διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, στα ψηφιακά και στα αναλογικά (η ανάγνωση γίνεται μέσω του δείκτη). Και στις δύο αυτές περιπτώσεις η βαθμολογία των κλιμάκων των βολτομέτρων γίνεται με την βοήθεια πρότυπων ηλεκτρικών πηγών.

Στα βολτόμετρα με δείκτη, το αποτέλεσμα της μέτρησης είναι σε γενικές γραμμές ένας αριθμός με τρία ψηφία. Τα δύο πρώτα σημαντικά ψηφία προκύπτουν άμεσα και χωρίς σφάλμα από το όργανο. Το τρίτο σημαντικό ψηφίο βρίσκεται κατ' εκτίμηση. Επομένως το τρίτο

σημαντικό ψηφίο είναι αυτό που περιέχει το σφάλμα ανάγνωσης. Η ακρίβεια της μέτρησης δίνεται από τον κατασκευαστή του βολτομέτρου σε ποσοστό % της ένδειξης μέγιστης απόκλισης του δείκτη του οργάνου.

Στην περίπτωση ψηφιακών βολτομέτρων δεν υπάρχει σφάλμα ανάγνωσης. Στην περίπτωση αυτή η ακρίβεια της μέτρησης της διαφοράς δυναμικού προσδιορίζεται από τον αριθμό των σημαντικών ψηφίων του οργάνου και αποτελεί κατασκευαστικό του στοιχείο.

Η αρχή λειτουργίας των βολτομέτρων με δείκτη βασίζεται στην ύπαρξη της δύναμης Laplace η οποία ασκείται σε ένα πλαίσιο το οποίο βρίσκεται εντός ενός μαγνητικού πεδίου. Τα βολτόμετρα αυτά χρησιμοποιούνται μόνο για την μέτρηση συνεχούς. Όταν θέλουμε να μετρήσουμε εναλλασσόμενη τάση πρέπει να παρεμβάλλουμε το κύκλωμα ανόρθωσης και στην περίπτωση αυτή μετρούμε την ενεργό τιμή της εναλλασσόμενης τάσης. Μία άλλη κατηγορία βολτομέτρων με δείκτη είναι αυτή με μαλακό σίδηρο. Η βελόνα συνδέεται σταθερά με μαλακό σίδηρο ο οποίος έλκεται από το αναπτυσσόμενο μαγνητικό πεδίο. Τα βολτόμετρα αυτής της κατηγορίας χρησιμοποιούνται και για την μέτρηση εναλλασσόμενων τάσεων.

Στα ψηφιακά βολτόμετρα υπάρχει μία διάταξη που μετατρέπει το αναλογικό σήμα σε ψηφιακό. Σε κάθε μέτρηση υπολογίζεται ο χρόνος εκφόρτισης ενός πυκνωτή ολοκλήρωσης που υπάρχει στο βολτόμετρο. Ο μετρητής χρόνου σταματά να λειτουργεί κάθε φορά που η τάση μηδενίζεται. Η τιμή του χρόνου αυτού κάθε φορά αντιστοιχεί σε τιμή διαφοράς δυναμικού, μέσω κατάλληλης βαθμονόμησης, η οποία είναι και η ένδειξη του οργάνου.

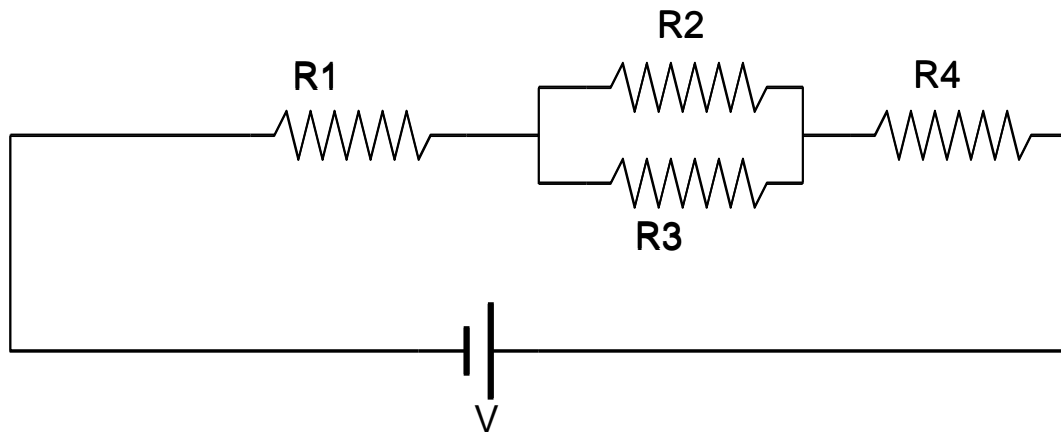
Σε κάθε περίπτωση χαρακτηριστικά των βολτομέτρων είναι η μέγιστη τάση που μπορεί να εφαρμοστεί, έτσι ώστε να υπάρχει μέγιστη απόκλιση του δείκτη (αναλογικά βολτόμετρα) ή μέγιστη ένδειξη της κλίμακας (ψηφιακά βολτόμετρα).

Γ. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ – ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Τα όργανα που απαιτούνται στην εργαστηριακή αυτή άσκηση είναι το πολύμετρο, το βολτόμετρο, μία ηλεκτρική πηγή (τροφοδοτικό) και οι ωμικοί αντιστάτες.

Στη συνέχεια ακολουθεί η πειραματική διαδικασία της εργαστηριακής άσκησης και η επεξεργασία των πειραματικών μετρήσεων.

Θεωρούμε το ηλεκτρικό κύκλωμα του παρακάτω σχήματος. Στο κύκλωμα αυτό, οι τέσσερις ωμικοί αντιστάτες έχουν ωμικές αντιστάσεις $R_1=56\Omega$, $R_2=82\Omega$, $R_3=27\Omega$ και $R_4=39\Omega$. Οι αντιστάτες R_2 και R_3 συνδέονται μεταξύ τους παράλληλα. Ο παράλληλος αυτός συνδυασμός συνδέεται εν σειρά με τις ωμικές αντιστάσεις R_1 και R_4 . Το κύκλωμα τροφοδοτείται με συνεχή τάση $V=30V$.



Σχήμα 1. Ηλεκτρικό Κύκλωμα

1. Να υπολογίσετε θεωρητικά την ολική αντίσταση του κυκλώματος.
2. Να υπολογίσετε θεωρητικά την τάση στα άκρα των αντιστατών R_1 , R_2 , R_3 , R_4 .
3. Να υπολογίσετε θεωρητικά την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα.
4. Να υπολογίσετε θεωρητικά την τάση στα άκρα της συνδεσμολογίας των αντιστατών R_2 , R_3 .
5. Να υπολογίσετε θεωρητικά την τάση στα άκρα της συνδεσμολογίας των αντιστατών R_1 , R_2 , R_3 .
6. Να υπολογίσετε θεωρητικά την τάση στα άκρα της συνδεσμολογίας των αντιστατών R_2 , R_3 , R_4 .
7. Να κατασκευάσετε το ανωτέρω ηλεκτρικό κύκλωμα χωρίς να το τροφοδοτήσετε με τάση).
8. Να υπολογίσετε πειραματικά τις παραπάνω ωμικές αντιστάσεις R_1 , R_2 , R_3 , R_4 .
9. Να υπολογίσετε πειραματικά την ολική αντίσταση του κυκλώματος.
10. Να υπολογίσετε σε κάθε μέτρηση ωμικής αντίστασης το απόλυτο και το σχετικό σφάλμα.
11. Που οφείλεται η απόκλιση μεταξύ των θεωρητικών και πειραματικών τιμών των ωμικών αντιστάσεων ;
12. Τροφοδοτήστε το ηλεκτρικό κύκλωμα με τάση $V=30V$.
13. Να υπολογίσετε πειραματικά με την χρήση βολτομέτρου την τάση στα άκρα των αντιστατών R_1 , R_2 , R_3 , R_4 .
14. Να υπολογίσετε πειραματικά με την χρήση βολτομέτρου την τάση στα άκρα της συνδεσμολογίας των αντιστατών R_2 , R_3 .
15. Να υπολογίσετε πειραματικά με την χρήση βολτομέτρου την τάση στα άκρα της συνδεσμολογίας των αντιστατών R_1 , R_2 , R_3 .
16. Να υπολογίσετε πειραματικά με την χρήση βολτομέτρου την τάση στα άκρα της συνδεσμολογίας των αντιστατών R_2 , R_3 , R_4 .
17. Να υπολογίσετε πειραματικά με την χρήση βολτομέτρου την τάση στα άκρα της συνδεσμολογίας των αντιστατών R_1 , R_2 , R_3 , R_4 .
18. Να υπολογίσετε πειραματικά με την χρήση βολτομέτρου την τάση τροφοδοσίας.

19. Που οφείλεται η απόκλιση μεταξύ των θεωρητικών και πειραματικών τιμών των ανωτέρω τάσεων (διαφορών δυναμικού)
20. Να υπολογίσετε σε κάθε μέτρηση διαφοράς δυναμικού το απόλυτο και το σχετικό σφάλμα.
21. Με βάση τα ανωτέρω βήματα, να συμπληρώσετε τους ακόλουθους πίνακες :

	U_1 (V)	U_2 (V)	U_3 (V)	U_4 (V)	U_{23} (V)	U_{123} (V)	U_{234} (V)	U_{1234} (V)	U (V)
Πειραματικές τιμές									
Θεωρητικές τιμές									
Απόλυτο σφάλμα									
Σχετικό Σφάλμα (%)									

	R_1 (Ω)	R_2 (Ω)	R_3 (Ω)	R_4 (Ω)	R_{23} (Ω)	R_{123} (Ω)	R_{234} (Ω)	$R_{ολ}$ (Ω)	U (V)
Πειραματικές τιμές									
Θεωρητικές τιμές									
Απόλυτο σφάλμα									
Σχετικό Σφάλμα (%)									

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Χατζαράκης Γεώργιος Ε., Ηλεκτρικά Κυκλώματα, Τόμος Α, Έκδοση 2η, ΕΚΔΟΣΕΙΣ Α. ΤΖΙΟΛΑ & ΥΙΟΙ Ο.Ε.
2. Ν. Κολλιόπουλου, Η.Λόη, “Ηλεκτροτεχνία”, Τόμος 1, 1η Έκδοση, ΣΤΕΛΛΑ ΠΑΡΙΚΟΥ & ΣΙΑ ΟΕ.
3. Ε.Ν. Πρωτονοτάριου, “Μαθήματα Ειδικής Ηλεκτροτεχνίας”.
4. Η.Η. Skilling, “Electrical Engineering Circuits”, John Wiley and Sons.
5. D.F.Tuttle, “Circuits”, McGraw-Hill.
6. Μ.Ε. Valhenburg, “Network Analysis”, 3rd Edition, Prentice-Hall, Englewood Cliffs.
7. Παντελή Χρ. Βαφειάδη, “Ανάλυση Ηλεκτρικών Κυκλωμάτων”, 2^η Έκδοση, Αθήνα 2000.
8. W.H.Hayt, J. E. Kemmerly, “Engineering Circuit Analysis”, 2nd Edition, McGraw-Hill.
9. Χ. Κωνσταντινίδης, Εργαστηριακές ασκήσεις : Ηλεκτρικά Κυκλώματα Ι, ΤΕΙ Καβάλας, 2009