

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

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 8^η
ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ
RC, RL & RLC ΣΕ ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ

A. ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός της εργαστηριακής αυτής άσκησης είναι η μελέτη των κυκλωμάτων εναλλασσομένου ρεύματος RC, RL & RLC σε παράλληλη συνδεσμολογία.

B. ΘΕΩΡΙΑ

B1. ΚΥΚΛΩΜΑ RC σε παράλληλη συνδεσμολογία

Έστω ένα κύκλωμα εναλλασσομένου ρεύματος RC σε παράλληλη συνδεσμολογία, το οποίο διεγείρεται από μία πηγή εναλλασσόμενης τάσης πλάτους U_0 και συχνότητας f .

Στο κύκλωμα αυτό, ο αντιστάτης ωμικής αντίστασης R και ο πυκνωτής χωρητικότητας C συνδέονται μεταξύ τους παράλληλα. Στα άκρα αυτής της παράλληλης συνδεσμολογίας εφαρμόζεται εναλλασσόμενη τάση, η οποία περιγράφεται από την ακόλουθη εξίσωση :

$$U(t) = U_0 \cos(\omega t)$$

όπου ω είναι η γωνιακή ταχύτητα της εναλλασσόμενης τάσης και δίνεται από την ακόλουθη σχέση :

$$\omega = 2\pi f$$

Το ηλεκτρικό αυτό κύκλωμα είναι ένας διαιρέτης ρεύματος. Η διαίρεση της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος, που παρέχει η πηγή στο κύκλωμα, στον αντιστάτη και στον πυκνωτή εξαρτάται από την ωμική αντίσταση R του αντιστάτη, την χωρητικότητα C του πυκνωτή και την συχνότητα f της εναλλασσόμενης τάσης.

Σε κύκλωμα εναλλασσομένου ρεύματος, η σύνθετη αντίσταση (εμπέδηση) του πυκνωτή χωρητικότητας C , σε μιγαδική μορφή, δίνεται από την ακόλουθη σχέση :

$$Z_C = \frac{1}{jC\omega}$$

Η συνολική σύνθετη αντίσταση (εμπέδηση) Z του κυκλώματος δίνεται από την ακόλουθη σχέση :

$$\frac{1}{Z} = jC\omega + \frac{1}{R}$$

B2. ΚΥΚΛΩΜΑ RL σε παράλληλη συνδεσμολογία

Θεωρούμε ένα κύκλωμα εναλλασσομένου ρεύματος RL σε παράλληλη συνδεσμολογία το οποίο διεγείρεται από μία πηγή εναλλασσόμενης τάσης πλάτους U_0 και συχνότητας f .

Στο κύκλωμα αυτό ο αντιστάτης και το πηνίο συνδέονται μεταξύ τους παράλληλα. Στα άκρα αυτής της παράλληλης συνδεσμολογίας εφαρμόζεται εναλλασσόμενη τάση η οποία περιγράφεται από την εξίσωση :

$$U(t) = U_0 \cos(\omega t)$$

όπου ω είναι η γωνιακή ταχύτητα της εναλλασσόμενης τάσης και δίνεται από την ακόλουθη σχέση :

$$\omega = 2\pi f$$

Το ηλεκτρικό αυτό κύκλωμα είναι ένας διαιρέτης ρεύματος. Θεωρούμε ότι το πηνίο του κυκλώματος είναι πραγματικό, δηλαδή έχει και ωμική αντίσταση R_L . Η διαίρεση της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος, που παρέχει η πηγή στο κύκλωμα, στον αντιστάτη και στο πηνίο εξαρτάται από την ωμική αντίσταση R του αντιστάτη, τον συντελεστή αυτεπαγωγής L του πηνίου, την ωμική αντίσταση του πηνίου R_L και την συχνότητα f της εναλλασσόμενης τάσης.

Η σύνθετη αντίσταση (εμπέδηση) του πραγματικού πηνίου του κυκλώματος, σε μιγαδική μορφή, δίνεται από την ακόλουθη σχέση :

$$Z_{\pi} = R_L + jL\omega$$

Η συνολική σύνθετη αντίσταση (εμπέδηση) Z του κυκλώματος δίνεται από την ακόλουθη σχέση :

$$\frac{1}{Z} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R_L + jL\omega}$$

B3. ΚΥΚΛΩΜΑ RLC σε παράλληλη συνδεσμολογία

Θεωρούμε ένα κύκλωμα RLC σε παράλληλη συνδεσμολογία, το οποίο διεγείρεται από μία πηγή εναλλασσόμενης τάσης πλάτους U_0 και συχνότητας f . Στο κύκλωμα αυτό ο αντιστάτης, ο πυκνωτής και το πηνίο συνδέονται μεταξύ τους παράλληλα. Στα άκρα αυτής της παράλληλης συνδεσμολογίας, εφαρμόζεται εναλλασσόμενη τάση η οποία περιγράφεται από την εξίσωση :

$$U(t) = U_0 \cos(\omega t)$$

όπου ω είναι η γωνιακή ταχύτητα της εναλλασσόμενης τάσης και δίνεται από την ακόλουθη σχέση :

$$\omega = 2\pi f$$

Το ηλεκτρικό αυτό κύκλωμα είναι ένας διαιρέτης ρεύματος. Θεωρούμε ότι το πηνίο του κυκλώματος είναι πραγματικό, δηλαδή έχει και ωμική αντίσταση R_L . Η διαίρεση της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος, που παρέχει η πηγή στο κύκλωμα, στον αντιστάτη, στον πυκνωτή και στο πηνίο εξαρτάται από την ωμική αντίσταση R του αντιστάτη, τον συντελεστή αυτεπαγωγής L του πηνίου, την ωμική αντίσταση R_L του πηνίου, την χωρητικότητα C του πυκνωτή και την συχνότητα f της εναλλασσόμενης τάσης.

Η σύνθετη αντίσταση (εμπέδηση) του πηνίου, σε μιγαδική μορφή, δίνεται από την ακόλουθη σχέση :

$$Z_{\pi} = R_L + jL\omega$$

Η σύνθετη αντίσταση (εμπέδηση) του πυκνωτή χωρητικότητας C , σε μιγαδική μορφή, δίνεται από την ακόλουθη σχέση :

$$Z_C = \frac{1}{jC\omega}$$

Η συνολική σύνθετη αντίσταση (εμπέδηση) Z του κυκλώματος δίνεται από την ακόλουθη σχέση :

$$\frac{1}{Z} = jC\omega + \frac{1}{R} + \frac{1}{R_L + jL\omega}$$

Γ. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ – ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Τα όργανα που απαιτούνται στην εργαστηριακή αυτή άσκηση είναι τα εξής :

- Πηγή εναλλασσομένου ρεύματος
- Αμπερόμετρο εναλλασσομένου ρεύματος
- Βολτόμετρο Εναλλασσομένου ρεύματος
- Πολύμετρο
- Ωμόμετρο
- Ωμική αντίσταση
- Πυκνωτής
- Πηνίο

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

Γ1. ΚΥΚΛΩΜΑ RC σε παράλληλη συνδεσμολογία

1. Να σχεδιάσετε και να πραγματοποιήσετε το ηλεκτρικό κύκλωμα της παραγράφου Β1 χρησιμοποιώντας τον αντιστάτη ωμικής αντίστασης $R=10\Omega$ και τον πυκνωτή χωρητικότητας $C=50\mu F$.
2. Ρυθμίστε την τάση της πηγής ως εξής : $8V/50Hz$.
3. Μετρήστε την ωμική αντίσταση R του αντιστάτη που σας δίνεται.
4. Μετρήστε την χωρητικότητα C του πυκνωτή που σας δίνεται.
5. Μετρήστε πειραματικά την ενεργό τιμή της πτώσης τάσης $U_{R_{rms}}$ στα άκρα του αντιστάτη, την ενεργό τιμή της πτώσης τάσης $U_{C_{rms}}$ στα άκρα του πυκνωτή και την ενεργό τιμή της τάσης της πηγής.
6. Υπολογίστε θεωρητικά την ενεργό τιμή της πτώσης τάσης $U_{R_{rms}}$ στα άκρα του αντιστάτη και την ενεργό τιμή της πτώσης τάσης $U_{C_{rms}}$ στα άκρα του πυκνωτή.
7. Να μετρήσετε και να υπολογίσετε θεωρητικά την ενεργό τιμή της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος $I_{C_{rms}}$ που διαρρέει τον πυκνωτή.
8. Να μετρήσετε και να υπολογίσετε θεωρητικά την ενεργό τιμή της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος $I_{R_{rms}}$ που διαρρέει τον αντιστάτη.
9. Να μετρήσετε και να υπολογίσετε θεωρητικά την ενεργό τιμή της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος I_{rms} που παρέχει η πηγή στο κύκλωμα.
10. Να υπολογίσετε θεωρητικά και πειραματικά την σύνθετη αντίσταση Z του κυκλώματος.
11. Να υπολογίσετε θεωρητικά και πειραματικά το συνφ του κυκλώματος.
12. Να σχεδιάσετε διανυσματικό διάγραμμα των τάσεων και των ρευμάτων.
13. Να σχολιάσετε τα πειραματικά αποτελέσματα.
14. Να συγκρίνετε τις θεωρητικές και πειραματικές τιμές όλων των ανωτέρω φυσικών μεγεθών της παραγράφου Γ1.

Γ2. ΚΥΚΛΩΜΑ RL σε παράλληλη συνδεσμολογία

1. Να σχεδιάσετε και να πραγματοποιήσετε το ηλεκτρικό κύκλωμα της παραγράφου Β2 χρησιμοποιώντας τον αντιστάτη ωμικής αντίστασης $R=10\Omega$ και το πηνίο με συντελεστή αυτεπαγωγής $L=15mH$ και ωμική αντίσταση $R_L=3\Omega$.
2. Ρυθμίστε την τάση της πηγής ως εξής : $8V/50Hz$.

3. Μετρήστε την ωμική αντίσταση R του αντιστάτη που σας δίνεται.
4. Μετρήστε πειραματικά την ενεργό τιμή της πτώσης τάσης $U_{R_{rms}}$ στα άκρα του αντιστάτη, την ενεργό τιμή της πτώσης τάσης $U_{\pi_{rms}}$ στα άκρα του πηνίου και την ενεργό τιμή της τάσης της πηγής.
5. Υπολογίσετε θεωρητικά την ενεργό τιμή της πτώσης τάσης $U_{R_{rms}}$ στα άκρα του αντιστάτη και την ενεργό τιμή της πτώσης τάσης $U_{\pi_{rms}}$ στα άκρα του πηνίου.
6. Να μετρήσετε και να υπολογίσετε θεωρητικά την ενεργό τιμή της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος I_{π} που διαρρέει το πηνίο.
7. Να μετρήσετε και να υπολογίσετε θεωρητικά την ενεργό τιμή της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος I_R που διαρρέει τον αντιστάτη.
8. Να μετρήσετε και να υπολογίσετε θεωρητικά την ενεργό τιμή της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος I που παρέχει η πηγή στο κύκλωμα.
9. Να υπολογίσετε θεωρητικά και πειραματικά την σύνθετη αντίσταση Z του κυκλώματος.
10. Να υπολογίσετε θεωρητικά και πειραματικά το $\sin\phi$ του κυκλώματος.
11. Να σχεδιάσετε διανυσματικό διάγραμμα των τάσεων και των ρευμάτων.
12. Να σχολιάσετε τα πειραματικά αποτελέσματα.
13. Να συγκρίνετε τις θεωρητικές και πειραματικές τιμές όλων των ανωτέρω φυσικών μεγεθών της παραγράφου Γ2.

Γ3. ΚΥΚΛΩΜΑ RLC σε παράλληλη συνδεσμολογία

1. Να σχεδιάσετε και να πραγματοποιήσετε το ηλεκτρικό κύκλωμα της παραγράφου Β3 χρησιμοποιώντας τον αντιστάτη ωμικής αντίστασης $R=10\Omega$, τον πυκνωτή χωρητικότητας $C=50\mu F$ και το πηνίο με συντελεστή αυτεπαγωγής $L=15mH$ και ωμική αντίσταση $R_L=3\Omega$.
2. Μετρήστε την ωμική αντίσταση R του αντιστάτη που σας δίνεται.
3. Μετρήστε την χωρητικότητα C του πυκνωτή που σας δίνεται.
4. Ρυθμίστε την τάση της πηγής ως εξής : $6V/50Hz$.
5. Μετρήστε πειραματικά την ενεργό τιμή της πτώσης τάσης $U_{R_{rms}}$ στα άκρα του αντιστάτη, την ενεργό τιμή της πτώσης τάσης $U_{C_{rms}}$ στα άκρα του πυκνωτή, την ενεργό τιμή της πτώσης τάσης $U_{\pi_{rms}}$ στα άκρα του πηνίου και την ενεργό τιμή της τάσης της πηγής.
6. Υπολογίστε θεωρητικά την ενεργό τιμή της πτώσης τάσης $U_{R_{rms}}$ στα άκρα του αντιστάτη, την ενεργό τιμή της τάσης στα άκρα του πυκνωτή $U_{C_{rms}}$ και την ενεργό τιμή της πτώσης τάσης $U_{\pi_{rms}}$ στα άκρα του πηνίου.
7. Να μετρήσετε και να υπολογίσετε θεωρητικά την ενεργό τιμή της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος $I_{C_{rms}}$ που διαρρέει τον πυκνωτή.
8. Να μετρήσετε και να υπολογίσετε θεωρητικά την ενεργό τιμή της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος $I_{\pi_{rms}}$ που διαρρέει το πηνίο.
9. Να μετρήσετε και να υπολογίσετε θεωρητικά την ενεργό τιμή της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος $I_{R_{rms}}$ που διαρρέει τον αντιστάτη.
10. Να μετρήσετε και να υπολογίσετε θεωρητικά την ενεργό τιμή της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος I_{rms} που παρέχει η πηγή στο κύκλωμα.
11. Να υπολογίσετε θεωρητικά και πειραματικά την σύνθετη αντίσταση Z του κυκλώματος.
12. Να υπολογίσετε θεωρητικά και πειραματικά το $\sin\phi$ του κυκλώματος.
13. Να σχεδιάσετε διανυσματικό διάγραμμα των τάσεων και των ρευμάτων.
14. Να σχολιάσετε τα πειραματικά αποτελέσματα.
15. Να συγκρίνετε τις θεωρητικές και πειραματικές τιμές όλων των ανωτέρω φυσικών μεγεθών της παραγράφου Γ3.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ :

1. G. M Miller, “Modern Electronic Communication”, Prentice Hall, Inc., 1978.
2. Ε.Ν. Πρωτονοτάριου, “Μαθήματα Ειδικής Ηλεκτροτεχνίας”.
3. Η.Η. Skilling, “Electrical Engineering Circuits”, John Wiley and Sons.
4. D.F.Tuttle, “Circuits”, McGraw-Hill.
5. Μ.Ε. Valhenburg, “Network Analysis”, 3rd Edition, Prentice-Hall, Englewood Cliffs.
6. Παντελή Χρ. Βαφειάδη, “Ανάλυση Ηλεκτρικών Κυκλωμάτων”, 2^η Έκδοση, Αθήνα 2000.
7. W.H.Hayt, J. E. Kemmerly, “Engineering Circuit Analysis”, 2nd Edition, McGraw-Hill.
8. Ε. Παπαδημητράκη- Χλίχλια, “Ηλεκτρομαγνητισμός”, 1978.
9. Χατζαράκης Γεώργιος Ε. , "Ηλεκτρικά Κυκλώματα", Τόμος Β., Έκδοση 1η, ΕΚΔΟΣΕΙΣ Α. ΤΖΙΟΛΑ & ΥΙΟΙ Ο.Ε.
10. Ν. Κολλιόπουλου, “Ηλεκτροτεχνία ΙΙ”, Τόμος 2, Έκδοση 2η, Εκδόσεις ΣΤΕΛΛΑ ΠΑΡΙΚΟΥ & ΣΙΑ ΟΕ.