

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

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 2<sup>η</sup>**

**ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ R,C ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΣΕ ΣΕΙΡΑ**

**A. ΣΚΟΠΟΣ**

Σκοπός της εργαστηριακής αυτής άσκησης είναι :

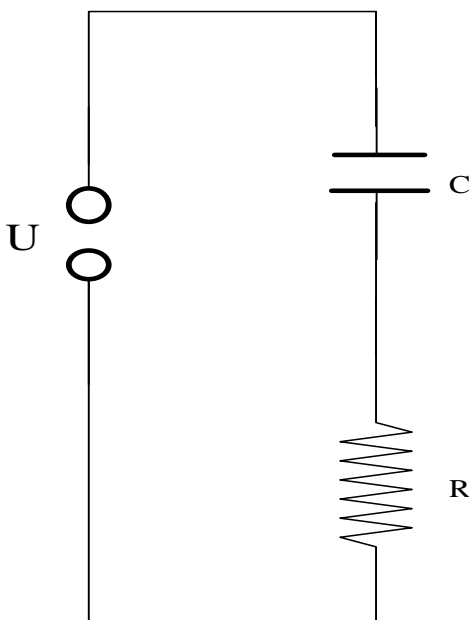
- η μελέτη του κυκλώματος εναλλασσομένου ρεύματος RC σε σειρά και
- η μελέτη της συνάρτησης μεταφοράς του κυκλώματος εναλλασσομένου ρεύματος RC σε σειρά.

**B. ΘΕΩΡΙΑ**

Έστω ένα κύκλωμα RC σε σειρά (σχήμα 1) το οποίο διεγείρεται από μία πηγή εναλλασσόμενης τάσης πλάτους  $U_0$  και συχνότητας  $f$ . Η εναλλασσόμενη αυτή τάση περιγράφεται από την ακόλουθη εξίσωση :

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

όπου  $\omega$  είναι η γωνιακή ταχύτητα της εναλλασσόμενης τάσης και δίνεται από την σχέση :  $\omega=2\pi f$ .



Σχήμα 1. Κύκλωμα RC σε σειρά

Το ηλεκτρικό αυτό κύκλωμα είναι ένας διαιρέτης εναλλασσόμενης τάσης. Η διαίρεση της τάσης της πηγής 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.

Χωρητικότητα  $C$  ενός πυκνωτή ονομάζουμε τον σταθερό λόγο του φορτίου του κάθε οπλισμού του πυκνωτή προς την τάση που επικρατεί μεταξύ των οπλισμών. Σε ένα πυκνωτή με δύο επίπεδους οπλισμούς η χωρητικότητα δίνεται από την σχέση:

$$C = \varepsilon \frac{S}{l}$$

όπου

$\varepsilon$  : μια σταθερά που εξαρτάται από το υλικό του διηλεκτρικού που υπάρχει μεταξύ των οπλισμών του πυκνωτή,

$S$  : η επιφάνεια του κάθε οπλισμού του πυκνωτή και

$l$  : η απόσταση μεταξύ των οπλισμών του πυκνωτή.

Ένας πυκνωτής χωρητικότητας  $C$  που διαρρέεται από εναλλασσόμενο ρεύμα παρουσιάζει αντίσταση στη διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος που ονομάζεται χωρητική αντίσταση και συμβολίζεται με  $X_C$ . Αξίζει να σημειωθεί ότι, ο πυκνωτής σε κύκλωμα συνεχούς ρεύματος παρουσιάζει πολύ μεγάλη αντίσταση (άπειρη θεωρητικά), δηλαδή συμπεριφέρεται ως διακόπτης. Στο διεθνές σύστημα μονάδων (SI) η μονάδα μέτρησης της σύνθετης αντίστασης του πυκνωτή είναι το  $1\Omega$ .

Η ολική χωρητικότητα της εν σειράς και της παράλληλης συνδεσμολογίας πυκνωτών χωρητικότητας  $C_1, C_2, \dots, C_n$  δίνεται από τους ακόλουθους τύπους:

$$\text{Συνδεσμολογία σειράς: } C_{ολ}^{-1} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

$$\text{Συνδεσμολογία εν παράλληλω: } C_{ολ} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$$

αντίστοιχα.

Η χωρητική αντίσταση  $X_C$  του πυκνωτή δίνεται από τον τύπο:

$$X_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{C2\pi f}$$

Η χωρητική αντίσταση του πυκνωτή για μικρές τιμές της συχνότητας  $f$  της πηγής είναι πολύ μεγάλη, με αποτέλεσμα το μεγαλύτερο ποσοστό της εφαρμοζόμενης τάσης να εφαρμόζεται στα άκρα του πυκνωτή, ενώ η τάση στα άκρα του αντιστάτη να είναι μικρή.

Η χωρητική αντίσταση του πυκνωτή για μεγάλες τιμές της συχνότητας  $f$  της πηγής είναι πολύ μικρή, με αποτέλεσμα το μεγαλύτερο ποσοστό της εφαρμοζόμενης τάσης να εφαρμόζεται στα άκρα του αντιστάτη, ενώ η τάση στα άκρα του πυκνωτή να είναι μικρή.

Επομένως το κύκλωμα αυτό συμπεριφέρεται ως φίλτρο συχνοτήτων, το οποίο ανάλογα με το ποια τάση θεωρούμε ως έξοδο, αποκόπτει τις χαμηλές ή υψηλές συχνότητες.

Στο ηλεκτρικό αυτό κύκλωμα υπάρχουν δύο πτώσεις τάσης, μία κατά μήκος του αντιστάτη ωμικής αντίστασης  $R$  ( $U_R$ ) και μία κατά μήκος του πυκνωτή χωρητικότητας  $C$  ( $U_C$ ). Η πτώση τάσης  $U_R = IR$  είναι συμφασική με την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος  $I$  που διαρρέει το κύκλωμα. Η τάση  $U_C$  στα άκρα του πυκνωτή υστερεί της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα κατά  $\pi/2$  ( $90^\circ$ ).

Η ενεργός τιμή της τάσης τροφοδοσίας  $U_{rms}$  του κυκλώματος RC σε σειρά δίνεται από την ακόλουθη σχέση :

$$U_{rms} = \sqrt{U_{Rrms}^2 + U_{Crms}^2} = \sqrt{I_{rms}^2 R^2 + \frac{I_{rms}^2}{C^2 \omega^2}} = I_{rms} \sqrt{R^2 + \frac{1}{C^2 \omega^2}}$$

όπου

$U_{Rrms}$  : ενεργός τιμή της τάσης στα άκρα του αντιστάτη ωμικής αντίστασης R,

$U_{Crms}$  : ενεργός τιμή της τάσης στα άκρα του πυκνωτή και

$I_{rms}$  : ενεργός τιμή της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα.

Σύμφωνα με τον νόμο του Ohm, το πηλίκο  $U_{rms}/I_{rms}$  ισούται με την σύνθετη αντίσταση (εμπέδηση) του κυκλώματος, η οποία συμβολίζεται με Z. Οπότε ισχύει :

$$\frac{U_{rms}}{I_{rms}} = \sqrt{R^2 + \frac{1}{C^2 \omega^2}} \quad \text{και} \quad Z = \sqrt{R^2 + \frac{1}{C^2 \omega^2}}$$

Η ενεργός τιμή της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα δίνεται από την σχέση :

$$I_{rms} = \frac{U_{rms}}{Z} = \frac{U_{rms}}{\sqrt{R^2 + X_C^2}}$$

Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα προηγείται της τάσης τροφοδοσίας κατά γωνία φ. Η διαφορά φάσης φ μεταξύ της τάσης τροφοδοσίας και της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα δίνεται από τις σχέσεις :

$$\begin{aligned} \epsilon\phi\phi &= \frac{X_C}{R} = \frac{1}{RC\omega} \\ \sigma\nu\phi &= \frac{R}{Z} \end{aligned}$$

### **B1. Λειτουργία του R-C κυκλώματος ως υψιπερατό φίλτρο**

Όταν το κύκλωμα αυτό λειτουργεί ως υψιπερατό φίλτρο, η τάση στα άκρα του αντιστάτη είναι η έξοδος (απόκριση) του κυκλώματος. Το μέτρο της συνάρτησης μεταφοράς και το όρισμά της δίνονται από τις σχέσεις :

$$\begin{aligned} H(\omega) &= \frac{U_{Rrms}}{U_{rms}} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + X_C^2}} \\ \epsilon\phi\phi &= \frac{X_C}{R} = \frac{1}{RC\omega} \end{aligned}$$

Το όρισμα της συνάρτησης μεταφοράς εκφράζει τη διαφορά φάσης μεταξύ των τάσεων  $U_R$  &  $U$ . Η τάση στα άκρα του αντιστάτη προηγείται της τάσης της πηγής κατά γωνία φ.

Στην περιοχή πολύ υψηλών συχνοτήτων ισχύει  $X_C \ll R$  με αποτέλεσμα το μέτρο της συνάρτησης μεταφοράς να τείνει στη μονάδα. Όσο μειώνεται η συχνότητα της πηγής που τροφοδοτεί το κύκλωμα, η χωρητική αντίσταση του πυκνωτή αυξάνεται και το ποσοστό της τάσης της πηγής που εφαρμόζεται στον αντιστάτη μειώνεται. Στην περιοχή πολύ χαμηλών

συχνοτήτων η τάση στα άκρα του αντιστάτη τείνει στο μηδέν, οπότε το μέτρο της συνάρτησης μεταφοράς τείνει στο μηδέν και η γωνία  $\varphi$  τείνει στο  $\pi/2$ .

Σύμφωνα με τα παραπάνω στην περιοχή των υψηλών συχνοτήτων το κύκλωμα αυτό, με έξοδο την τάση στα άκρα του αντιστάτη, παρουσιάζει την τάση εισόδου στην έξοδο χωρίς σημαντική απόσβεση και χωρίς αλλαγή φάσης. Δηλαδή το κύκλωμα αυτό επιτρέπει την διέλευση των υψηλών συχνοτήτων και ονομάζεται υψιπερατό κύκλωμα ή υψιπερατό φίλτρο.

Επιπλέον, στην περιοχή των χαμηλών συχνοτήτων το κύκλωμα αυτό, με έξοδο την τάση στα άκρα του αντιστάτη, παρουσιάζει την τάση εισόδου στην έξοδο με μεγάλη απόσβεση και με σημαντική αλλαγή φάσης. Δηλαδή το κύκλωμα αυτό δεν επιτρέπει την διέλευση των χαμηλών συχνοτήτων. Στην περίπτωση της συνεχούς τάσης ( $f=0$ ) η τάση εξόδου του κυκλώματος είναι μηδέν.

Όταν η συχνότητα  $f$  της πηγής έχει τέτοια τιμή  $f_1$ , έτσι ώστε η χωρητική αντίσταση του πυκνωτή να ισούται με την ωμική αντίσταση του αντιστάτη, η ισχύς που καταναλώνεται στον αντιστάτη είναι ίση με το μισό της μέγιστης ισχύος και ισχύουν οι παρακάτω σχέσεις :

$$U_{Rrms} = \frac{U_{rms}}{\sqrt{2}} \quad \& \quad \varphi = \pi/4$$

Στην περίπτωση αυτή η τάση στα άκρα του αντιστάτη είναι μικρότερη κατά 3dB από την τάση της πηγής και για το λόγο αυτό η συχνότητα  $f_1$  ονομάζεται και συχνότητα -3dB.

Όταν η συχνότητα της πηγής είναι μεγαλύτερη από  $f_1$ , η τάση στα άκρα του αντιστάτη είναι μεγαλύτερη από  $U/2^{1/2}$  και η γωνία  $\varphi$  μειώνεται. Στην περίπτωση αυτή η απόκριση του κυκλώματος είναι ικανοποιητική, δηλαδή η απόσβεση της τάσης της πηγής δεν είναι μεγάλη και δεν υπάρχει σημαντική αλλαγή της φάσης. Η συχνότητα  $f_1$ , που δίνεται από την ακόλουθη σχέση

$$f_1 = \frac{1}{2\pi RC}$$

ονομάζεται συχνότητα κάτω αποκοπής (το κύκλωμα δεν επιτρέπει τη διέλευση συχνοτήτων που είναι μικρότερες από την  $f_1$  και επιτρέπει τη διέλευση συχνοτήτων που είναι μεγαλύτερες από την  $f_1$ ).

## B2. Λειτουργία του R-C κυκλώματος ως κατωδιαβατό φίλτρο

Όταν το κύκλωμα αυτό λειτουργεί ως κατωδιαβατό φίλτρο, η τάση στα άκρα του πυκνωτή είναι η έξοδος (απόκριση) του κυκλώματος. Το μέτρο της συνάρτησης μεταφοράς και το όρισμά της δίνονται από τις σχέσεις :

$$H(\omega) = \frac{U_{Crms}}{U_{rms}} = \frac{1}{\sqrt{1+(\omega RC)^2}}$$

$$\text{αφφ} = -\omega RC$$

Σε υψηλές συχνότητες το μέτρο της συνάρτησης μεταφοράς είναι πολύ μικρότερο της μονάδας. Στην περίπτωση αυτή η γωνία  $\varphi$  τείνει στο  $-\pi/2$ . Όσο μειώνεται η συχνότητα της πηγής που τροφοδοτεί το κύκλωμα, η χωρητική αντίσταση του πυκνωτή αυξάνεται, το ποσοστό της τάσης της πηγής που εφαρμόζεται στον αντιστάτη μειώνεται.

Σε πολύ χαμηλές συχνότητες η τάση στα άκρα της αντίστασης τείνει στο μηδέν, οπότε το μέτρο της συνάρτησης μεταφοράς τείνει στη μονάδα και η γωνία  $\varphi$  τείνει στο μηδέν.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, στην περιοχή των χαμηλών συχνοτήτων το κύκλωμα αυτό, με έξοδο την τάση στα άκρα του πυκνωτή, παρουσιάζει την τάση εισόδου στην έξοδο χωρίς

σημαντική απόσβεση και χωρίς αλλαγή φάσης. Δηλαδή το κύκλωμα αυτό επιτρέπει την διέλευση των χαμηλών συχνοτήτων και ονομάζεται κατωδιαβατό κύκλωμα ή κατωδιαβατό φίλτρο.

Επιπλέον στην περιοχή των υψηλών συχνοτήτων το κύκλωμα αυτό, με έξοδο την τάση στα άκρα του πυκνωτή, παρουσιάζει την τάση εισόδου στην έξοδο με μεγάλη απόσβεση και με σημαντική αλλαγή φάσης. Δηλαδή το κύκλωμα αυτό δεν επιτρέπει την διέλευση των υψηλών συχνοτήτων.

Όταν η συχνότητα  $f$  της πηγής έχει τέτοια τιμή  $f_1$  έτσι ώστε η χωρητική αντίσταση του πυκνωτή να ισούται με την ωμική αντίσταση του αντιστάτη, η ισχύς που καταναλώνεται στον πυκνωτή είναι ίση με το μισό της μέγιστης ισχύος και ισχύουν οι παρακάτω σχέσεις :

$$U_{Crms} = \frac{U_{rms}}{\sqrt{2}} \quad \& \quad \varphi = -\pi/4$$

Στην περίπτωση αυτή η τάση στα άκρα του πυκνωτή είναι μικρότερη κατά 3dB από την τάση της πηγής και για το λόγο αυτό η συχνότητα  $f_1$  ονομάζεται και συχνότητα -3dB. Η συχνότητα  $f_1$ , που δίνεται από την ακόλουθη σχέση

$$f_1 = \frac{1}{2\pi RC}$$

ονομάζεται συχνότητα άνω αποκοπής (το κύκλωμα επιτρέπει τη διέλευση συχνοτήτων που είναι μικρότερες από την  $f_1$  και δεν επιτρέπει τη διέλευση συχνοτήτων που είναι μεγαλύτερες από την  $f_1$ ).

## Γ. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ – ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ – ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

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

- Πηγή εναλλασσομένου ρεύματος
- Γεννήτρια συχνοτήτων
- Παλμογράφος
- Αμπερόμετρο εναλλασσομένου ρεύματος
- Βολτόμετρο Εναλλασσομένου ρεύματος
- Πολύμετρο
- Ωμόμετρο
- Ωμική αντίσταση
- Πυκνωτής

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

### ΜΕΡΟΣ Α

1. Να πραγματοποιήσετε το ηλεκτρικό κύκλωμα του σχήματος 1 χρησιμοποιώντας τον αντιστάτη ωμικής αντίστασης  $R=15\Omega$  και τον πυκνωτή χωρητικότητας  $C=50\mu F$ .
2. Ρυθμίστε την τάση της πηγής εναλλασσόμενου ρεύματος ως εξής : 20V/50Hz.
3. Μετρήστε την ωμική αντίσταση  $R$  του αντιστάτη που σας δίνεται.
4. Μετρήστε την χωρητικότητα  $C$  του πυκνωτή που σας δίνεται.

5. Με την βοήθεια του βολτομέτρου μετρήστε την ενεργό τιμή της τάσης τροφοδοσίας του κυκλώματος.
6. Με την βοήθεια του βολτομέτρου μετρήστε 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. Με την βοήθεια αμπερομέτρου μετρήστε την ενεργό τιμή της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το ηλεκτρικό κύκλωμα.
8. Να υπολογίσετε θεωρητικά την ενεργό τιμή της πτώσης τάσης  $U_{C_{rms}}$  στα άκρα του πυκνωτή.
9. Να υπολογίσετε θεωρητικά την ενεργό τιμή της πτώσης τάσης  $U_{R_{rms}}$  στα άκρα του αντιστάτη.
10. Να υπολογίσετε θεωρητικά την ενεργό τιμή της έντασης  $I_{rms}$  του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα.
11. Να υπολογίσετε θεωρητικά και πειραματικά την σύνθετη αντίσταση  $Z$  του κυκλώματος.
12. Να υπολογίσετε θεωρητικά και πειραματικά το συνφ.
13. Να σχεδιάσετε διανυσματικό διάγραμμα των τάσεων και των ρευμάτων του κυκλώματος.
14. Να συμπληρώσετε τους πίνακες 1 & 3.
15. Να σχολιάσετε τα ανωτέρω πειραματικά αποτελέσματα και να συγκρίνετε τις θεωρητικές και πειραματικές τιμές όλων των φυσικών μεγεθών.
16. Που οφείλονται οι τυχόν αποκλίσεις των θεωρητικών από τις πειραματικές τιμές όλων των ανωτέρω φυσικών μεγεθών ;

### ΜΕΡΟΣ Β

17. Να πραγματοποιήσετε το ηλεκτρικό κύκλωμα του σχήματος 1 χρησιμοποιώντας την πηγή εναλλασσόμενης τάσης (έξοδος της γεννήτριας) ενεργού τιμής 2V, τον αντιστάτη ωμικής αντίστασης  $R=1000\Omega$  και τον πυκνωτή χωρητικότητας  $C=0,1\mu F$ .
18. Μετρήστε την ωμική αντίσταση  $R$  του αντιστάτη που σας δίνεται.
19. Μετρήστε την χωρητικότητα  $C$  του πυκνωτή που σας δίνεται.
20. Με την βοήθεια πολύμετρου, για τις συχνότητες  $f$  του πίνακα 2, μετρήστε την ενεργό τιμή της τάσης τροφοδοσίας, 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 έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το ηλεκτρικό κύκλωμα.
21. Με την βοήθεια παλμογράφου, για τις συχνότητες  $f$  του πίνακα 2, μετρήστε το πλάτος και την συχνότητα της τάσης τροφοδοσίας, το πλάτος και την συχνότητα της πτώσης τάσης  $U_{R_{rms}}$  στα άκρα του αντιστάτη & το πλάτος και την συχνότητα της πτώσης τάσης  $U_{C_{rms}}$  στα άκρα του πυκνωτή.
22. Χρησιμοποιώντας τα πειραματικά αποτελέσματα του βήματος 21 υπολογίστε την ενεργό τιμή της τάσης τροφοδοσίας, 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.
23. Να σχολιάσετε τα πειραματικά αποτελέσματα των βημάτων 20 & 22.
24. Να υπολογίσετε θεωρητικά την ενεργό τιμή της πτώσης τάσης  $U_{C_{rms}}$  στα άκρα του πυκνωτή για τις συχνότητες  $f$  του πίνακα 2.
25. Να υπολογίσετε θεωρητικά την ενεργό τιμή της πτώσης τάσης  $U_{R_{rms}}$  στα άκρα του αντιστάτη για τις συχνότητες  $f$  του πίνακα 2.
26. Να υπολογίσετε θεωρητικά την ενεργό τιμή της έντασης  $I_{rms}$  του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα για τις συχνότητες  $f$  του πίνακα 2.
27. Να υπολογίσετε θεωρητικά και πειραματικά την σύνθετη αντίσταση  $Z$  του κυκλώματος για τις συχνότητες  $f$  του πίνακα 2.

28. Να υπολογίσετε θεωρητικά και πειραματικά το συνφ για τις συχνότητες f του πίνακα 2.
29. Να υπολογίσετε πειραματικά και θεωρητικά την συχνότητα κάτω αποκοπής.
30. Να υπολογίσετε πειραματικά και θεωρητικά την συχνότητα άνω αποκοπής.
31. Να συμπληρώσετε τους πίνακες 2 & 4.
32. Να σχεδιάσετε διανυσματικό διάγραμμα των τάσεων και των ρευμάτων του κυκλώματος.
33. Να σχεδιάσετε την γραφική παράσταση της συνάρτησης μεταφοράς του RC κυκλώματος εναλλασσομένου ρεύματος, όταν λειτουργεί ως κατωδιαβατό φίλτρο.
34. Να σχεδιάσετε την γραφική παράσταση της συνάρτησης μεταφοράς του RC κυκλώματος εναλλασσομένου ρεύματος, όταν λειτουργεί ως υψιπερατό φίλτρο.
35. Ποια η συμπεριφορά του πυκνωτή στο εναλλασσόμενο ρεύμα και ποια στο συνεχές ;
36. Να σχολιάσετε τα ανωτέρω πειραματικά αποτελέσματα και να συγκρίνετε τις θεωρητικές και πειραματικές τιμές όλων των φυσικών μεγεθών.
37. Που οφείλονται οι τυχόν αποκλίσεις των θεωρητικών από τις πειραματικές τιμές όλων των ανωτέρω φυσικών μεγεθών ;

f (Hz)	Πειραματικές τιμές							
	U <sub>Rrms</sub> (V)	U <sub>Crms</sub> (V)	U <sub>rms</sub> (V)	I <sub>rms</sub> (A)	U <sub>Rrms</sub> /U <sub>rms</sub> (dB)	U <sub>Crms</sub> /U <sub>rms</sub> (dB)	Z (Ω)	συνφ
50								

**Πίνακας 1 (R=15Ω, C=50μF, 20V/50Hz)**

f (KHz)	Πειραματικές τιμές								Μετρήσεις με
	U <sub>Rrms</sub> (V)	U <sub>Crms</sub> (V)	U <sub>rms</sub> (V)	I <sub>rms</sub> (A)	U <sub>Rrms</sub> /U <sub>rms</sub> (dB)	U <sub>Crms</sub> /U <sub>rms</sub> (dB)	Z (Ω)	συνφ	
0,05									παλμογράφο
0,05									βολτόμετρο
0,5									παλμογράφο
0,5									βολτόμετρο
1									παλμογράφο
1									βολτόμετρο
1,5									παλμογράφο
1,5									βολτόμετρο
5									παλμογράφο
5									βολτόμετρο
10									παλμογράφο
10									βολτόμετρο
15									παλμογράφο
15									βολτόμετρο
50									παλμογράφο
50									βολτόμετρο

**Πίνακας 2 (R=1000Ω , C=0,1μF , 2V)**

f (Hz)	Θεωρητικές τιμές							
	$U_{Rrms}$ (V)	$U_{Crms}$ (V)	$U_{rms}$ (V)	$I_{rms}$ (A)	$U_{Rrms}/U_{rms}$ (dB)	$U_{Crms}/U_{rms}$ (dB)	Z (Ω)	συνφ
50								

**Πίνακας 3 (R=15Ω, C=50μF, 20V/50Hz)**

f (KHz)	Θεωρητικές τιμές							
	$U_{Rrms}$ (V)	$U_{Crms}$ (V)	$U_{rms}$ (V)	$I_{rms}$ (A)	$U_{Rrms}/U_{rms}$ (dB)	$U_{Crms}/U_{rms}$ (dB)	Z (Ω)	συνφ
0,05								
0,5								
1								
1,5								
5								
10								
15								
50								

**Πίνακας 4 (R=1000Ω , C=0,1μF , 2V)**



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Τα φυσικά μεγέθη, που χρησιμοποιούνται για την περιγραφή και τη μελέτη της λειτουργίας των συστημάτων, μεταβάλλονται συχνά εντός ενός πολύ μεγάλου εύρους τιμών. Μερικά τέτοια φυσικά μεγέθη είναι η ενίσχυση - εξασθένηση ενός σήματος, το κέρδος μιας κεραίας.

Η χρήση του Decibel (dB), ως μονάδας μέτρησης, διευκολύνει την επεξεργασία πολύ μεγάλων ή πολύ μικρών τιμών τέτοιων φυσικών μεγεθών. Το Decibel, στην περίπτωση της ισχύος ενός σήματος, ορίζεται ως εξής :  $1\text{dB}=10\log(P/P_0)$  όπου :

- $P_0$  : ισχύς αναφοράς της υπό μέτρηση ισχύος και
- $P$  : υπό μέτρηση ισχύς του σήματος.

Είναι φανερό ότι οι  $P$  και  $P_0$  έχουν τις ίδιες μονάδες μέτρησης, οπότε το πηλίκο τους είναι αδιάστατος αριθμός. Δηλαδή το dB δεν είναι μονάδα μέτρησης της ισχύος ή ενός φυσικού μεγέθους γενικότερα, διότι εκφράζει το λόγο δύο ποσοτήτων (τιμών ισχύος) με ίδιες μονάδες μέτρησης. Στην πραγματικότητα το Decibel χρησιμοποιείται για να εκφράσει την ενίσχυση ή την απώλεια ενός σήματος σε σχέση με την τιμή αναφοράς. Για παράδειγμα αύξηση (μείωση) κατά 10dB της ισχύος του σήματος σε σχέση με την αρχική τιμή, σημαίνει ότι η ισχύς του σήματος είναι δέκα φορές μεγαλύτερη (μικρότερη) από την αρχική τιμή της.

Όταν το υπό μέτρηση μέγεθος είναι η τάση (διαφορά δυναμικού) ή η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος σε ένα σύστημα, το Decibel ορίζεται ως εξής :  $1\text{dB}=20\log(V/V_0)$  ή  $1\text{dB}=20\log(I/I_0)$ , όπου :

- $V_0$  : τάση αναφοράς της υπό μέτρηση τάσης,
- $V$  : υπό μέτρηση τάση,
- $I_0$  : ένταση αναφοράς της υπό μέτρηση έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος και
- $I$  : υπό μέτρηση ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος.

Είναι φανερό ότι οι παράμετροι  $V$  και  $V_0$  έχουν τις ίδιες μονάδες μέτρησης, οπότε το πηλίκο τους είναι αδιάστατος αριθμός. Το ίδιο ισχύει και για τις  $I$  και  $I_0$ , οπότε το πηλίκο τους είναι επίσης αδιάστατος αριθμός. Δηλαδή το dB δεν είναι μονάδα μέτρησης της τάσης ή της έντασης, διότι εκφράζει το λόγο δύο ποσοτήτων (τιμών τάσης ή τιμών έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος) με ίδιες μονάδες μέτρησης.

Εάν χρησιμοποιηθούν ορισμένες ποσότητες ως μεγέθη αναφοράς, ορίζονται οι ακόλουθες μονάδες μέτρησης

Μονάδα μέτρησης	Περιγραφή μονάδας μέτρησης	Μέγεθος αναφοράς
dBm	dB ισχύος ως προς 1mW	1mW
dBW	dB ισχύος ως προς 1W	1W
dBμV	dB τάσης ως προς 1μV	1μV
dBmV	dB τάσης ως προς 1mV	1mV

**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ :**

1. G. M Miller, "Modern Electronic Communication", Prentice Hall, Inc., 1978.
2. Ι. Βραδέλης, 'Εργαστηριακές ασκήσεις του μαθήματος Τηλεπικοινωνιακά Συστήματα', ΤΕΙ Καβάλας, 2002.
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<sup>η</sup> Έκδοση, Αθήνα 2000.
8. W.H.Hayt, J. E. Kemmerly, "Engineering Circuit Analysis", 2nd Edition, McGraw-Hill.
9. James Trulove, Lan Wiring : An illustrated guide to Network cabling, Computing McGraw-Hill, N. York 1997.
10. Ε. Παπαδημητράκη- Χλίχλια, "Ηλεκτρομαγνητισμός", 1978.
11. Χατζαράκης Γεώργιος Ε. , "Ηλεκτρικά Κυκλώματα", Τόμος Β., Έκδοση 1η, ΕΚΔΟΣΕΙΣ Α. ΤΖΙΟΛΑ & ΥΙΟΙ Ο.Ε.
12. Ν. Κολλιόπουλου, "Ηλεκτροτεχνία ΙΙ", Τόμος 2, Έκδοση 2η, Εκδόσεις ΣΤΕΛΛΑ ΠΑΡΙΚΟΥ & ΣΙΑ ΟΕ.