

Άσκηση 11η

ΔΙΑΦΟΡΙΣΤΗΣ

E11.1 Σκοπός

Η μελέτη της διαφορίσισης με δικτύωμα RC και με κύκλωμα με ΤΕ.

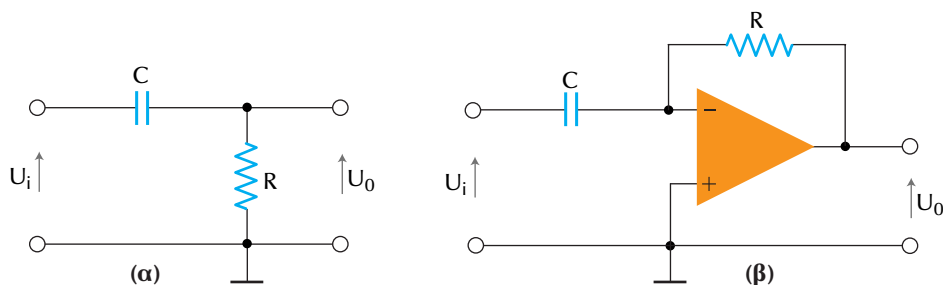
E11.2 Συσκευές

1. Γεννήτρια παλμών
2. CRO διπλής δέσμης

E11.3 Θεωρητικό Υπόβαθρο

Ένα δικτύωμα RC (φίλτρο Υ.Σ), Σχ.Ε11.1(α), λέγεται **διαφοριστής**, όταν εκτελεί διαφορίση, δηλ. όταν η έξοδός του είναι το διαφορικό της τάσης εισόδου του, δηλ.

$$v_0 = \tau \frac{dv_i}{dt} \quad (\text{E11.1})$$



Σχ.Ε11.1. Διαφοριστής με δικτύωμα RC (α) και με ΤΕ (β).

Αντίστοιχα, στην έξοδο του διαφοριστή με ΤΕ, θα έχουμε:

$$v_0 = -\tau \frac{dv_i}{dt} \quad (\text{E11.2})$$

όπου,

$$\tau = RC \quad (\text{E11.3})$$

η σταθερά χρόνου του κυκλώματος.

Για να συμπεριφέρεται το δικτύωμα σα σωστός διαφοριστής, πρέπει να ισχύει η συνθήκη:

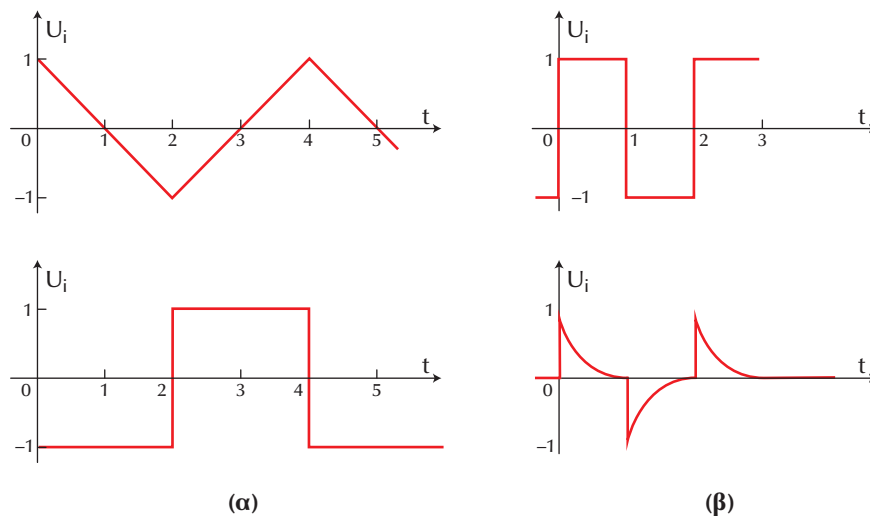
$$t_p \gg \tau \quad (\text{E11.4})$$

Στην πράξη, δεχόμαστε ως επαρκή συνθήκη την ισότητα,

$$t_p = 10 \tau \quad (\text{E11.5})$$

Ο διαφοριστής με ΤΕ δε χρησιμοποιείται συχνά στην πράξη, επειδή ο θόρυβος που υπεισάγει είναι μεγάλος.

Η συνήθης πρακτική σκοπιμότητα του διαφοριστή είναι, ότι αν διεγείρουμε την είσοδό του με *τριγωνική* κυματομορφή, στην έξοδό του θα πάρουμε *τετραγωνική*, Σχ.Ε11.2 (α). Επίσης, αν διεγείρουμε την είσοδο με *τετραγωνική* κυματομορφή, στην έξοδο θα πάρουμε κυματομορφή *αιχμών*, Σχ.11.2β.



Σχ.Ε11.2. Κυματομορφές εισόδου και εξόδου ενός διαφοριστή.

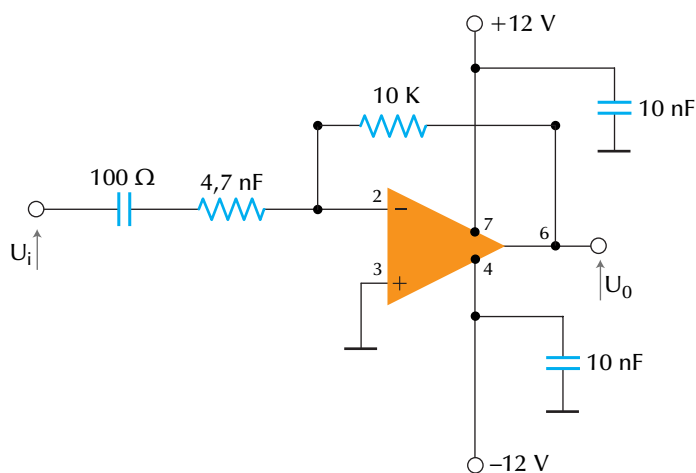
E11.4 ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

1. Συνδεσμολογήστε το κύκλωμα του Σχ.Ε11.1 (α) με τις εξής τιμές:

$$C = 4.7 \text{ nF},$$

$$R = 10 \text{ k}\Omega$$

2. Διεγείρετε το δικτύωμα του Σχ.Ε11.1 (α) με γεννήτρια παλμών συχνότητας 1.5 kHz και διάρκειας παλμού 0.5 ms.
3. Σχεδιάστε στο ειδικό φύλλο χαρτιού (την μιά κάτω από την άλλη) την κυματομορφή εισόδου και εξόδου που βλέπετε με τον CRO.
4. Αλλάξτε την αντίσταση R σε τιμή $R=1\text{ k}\Omega$ και επαναλάβετε το βήμα 2.
5. Αλλάξτε την αντίσταση R σε τιμή $R=100\text{ k}\Omega$ και επαναλάβετε το βήμα 2.
6. Συνδεσμολογήστε το κύκλωμα του Σχ.Ε11.3.



Σχ.Ε11.3. Πρακτικό κύκλωμα διαφόρισης με ΤΕ.

7. Επαναλάβετε τα βήματα 2 και 3.
8. Αλλάξτε τον πυκνωτή με τιμή $C=0.47\text{ nF}$ και επαναλάβετε τα βήματα 2 και 3.
9. Αλλάξτε τον πυκνωτή με τιμή $C=470\text{ nF}$ και επαναλάβετε τα βήματα 2 και 3.

Ε11.5 Συμπεράσματα

Άσκηση 12η

ΣΥΝΤΟΝΙΖΟΜΕΝΟΣ ΕΝΙΣΧΥΤΗΣ ΜΕ ΤΕ

Ε12.1 Σκοπός

1. Ο υπολογισμός ενός συντονιζόμενου ενισχυτή με ΤΕ.
2. Η εξαγωγή και ο σχολιασμός της καμπύλης απόκρισής του.
3. Ο προσδιορισμός του εύρους ζώνης διέλευσής του.

Ε12.2 Συσκευές

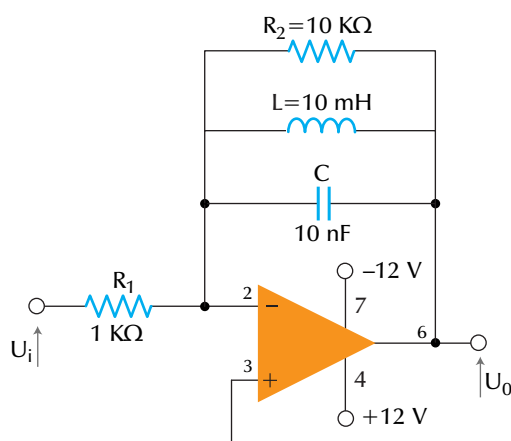
1. ΗΒ ή ΨΒ.
2. CRO διπλής δέσμης.

Ε12.3 Θεωρητικό Υπόβαθρο

Ο **συντονιζόμενος ενισχυτής**, που δείχνει το κύκλωμα του Σχ.Ε12.1, είναι ενισχυτής που συντονίζει σε κάποια συγκεκριμένη συχνότητα. Όπως βλέπουμε, αποτελείται από έναν ΤΕ συνδυασμένο με ένα παράλληλο κύκλωμα LC και τοποθετημένο στη γραμμή ανασύζευξης του ΤΕ.

Η **συχνότητα συντονισμού** του ενισχυτή δίνεται από τη σχέση:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (\text{Ε12.1})$$



Σχ.Ε12.1. Συντονιζόμενος ενισχυτής με ΤΕ.

Η ενίσχυση ή απολαβή τάσης του ενισχυτή στη συχνότητα συντονισμού δίνεται από τη σχέση:

$$A_f = - \frac{R_2 // R_D}{R_1} \quad (E12.1)$$

όπου, R_D είναι η δυναμική αντίσταση του παράλληλου κυκλώματος με,

$$R_D = Q_{\pi\eta\nu}^2 r \quad (E12.2)$$

Το r είναι η ωμική αντίσταση του πηνίου.

Τέλος, το εύρος διέλευσης συχνοτήτων του συντονιζόμενου ενισχυτή που εξετάζουμε βρίσκεται από τη σχέση:

$$BW = \frac{f_0}{Q_p} \quad (E12.3)$$

όπου Q_p είναι το Q του παράλληλου συντονισμένου κυκλώματος και δίνεται από τη σχέση:

$$Q_p = \frac{R_2 // R_D // X_L}{\omega_0 L} \quad (E12.4)$$

E12.4 ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

1. Πριν συνδεσμολογήσετε το κύκλωμα μετρείστε και καταγράψτε την ωμική αντίσταση του πηνίου.

$$r = \dots \Omega$$

2. Υπολογίστε το κύκλωμα για ενίσχυση 10, με $R_1=1 \text{ k}\Omega$ και $C=10 \text{ nF}$ και $f_0=16 \text{ kHz}$.
3. Συνδεσμολογήστε το κύκλωμα.
4. Για σήμα εισόδου τέτοιο ώστε στη συχνότητα 16 kHz στην έξοδο να έχουμε το μέγιστο δυνατό σήμα αλλά χωρίς παραμόρφωση, σημειώστε την τάση εισόδου καθώς και την αντίστοιχη τάση εξόδου.

$$v_i = \dots V, \quad v_o = \dots V$$

5. Υπολογίστε την ενίσχυση στη συχνότητα αυτή (και σε dB).

6. Μεταβάλετε τη συχνότητα γύρω από τη συχνότητα των 16 kHz μέχρις ότου η τάση εξόδου γίνει ίση με το 0.707 της τάσης που αντιστοιχεί στην ενίσχυση του βήματος 5. Σημειώστε τις συχνότητες για τις οποίες επιτυγχάνεται αυτό. (σημειώστε την αντίστοιχη ενίσχυση και σε dB).

$$f_1 = \dots \text{ kHz}, \quad f_2 = \dots \text{ kHz}$$

7. Από τις πιο πάνω τιμές υπολογίστε το Q του κυκλώματος και το BW.

$$Q = \dots \quad BW = \dots \text{ Hz}$$

8. Υπολογίστε τα πιο πάνω στοιχεία θεωρητικά.
 9. Συγκρίνατε τα πρακτικά με τα θεωρητικά στοιχεία.
 10. Δικαιολογήστε αν υπάρχουν τυχόν διαφορές.
 11. Με σήμα εισόδου αυτό του βήματος 4, πάρτε μετρήσεις και συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα:

$$v_i = \dots \text{ V},$$

f(kHz)	v_o (V)	v_o/v_i	A_v (dB)
1			
3			
5			
7			
10			
13			
15			
17			
20			
30			
50			
40			
100			

12. Αλλάξτε την τιμή της R_2 σε $R_2=4.7\text{ k}\Omega$ και επαναλάβετε το βήμα 11.
13. Στο ίδιο ημι-λογ χαρτί σχεδιάστε τις καμπύλες απόκρισης των βημάτων 11 και 12.
14. Από τα διαγράμματα αυτά βρείτε τη συχνότητα συντονισμού, τις συχνότητες μισής ισχύος, το Q και το εύρος διέλευσης και για τις δύο αποκρίσεις.

E12.5 Συμπεράσματα

Άσκηση 13η

ΦΙΛΤΡΟ ΧΣ 1ου ΒΑΘΜΟΥ

E13.1 Σκοπός

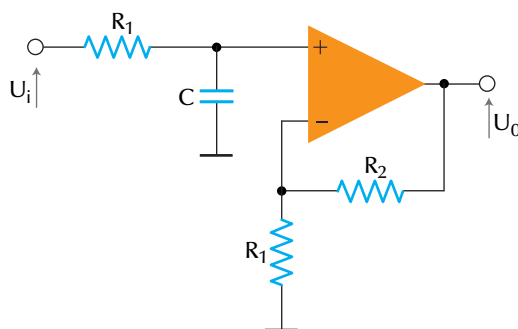
1. Να υπολογισθεί φίλτρο χαμηλών συχνοτήτων (ΦΧΣ) 1ου βαθμού με ενίσχυση.
2. Να χαραχθεί πειραματικά και θεωρητικά η καμπύλη απόκρισής του.

E13.2 Συσκευές

1. Γεννήτρια Χ.Σ.
2. CRO διπλής δέσμης.

E13.3 Θεωρητικό Υπόβαθρο

Το Σχ.Ε13.1 δείχνει το ΦΧΣ 1ου βαθμού με ενίσχυση (Κ).



Σχ.Ε13.1. ΦΧΣ Sallen-Key 1ου βαθμού με ενίσχυση Κ.

Αποδεικνύεται, ότι η συνάρτηση μεταφοράς του δίνεται από τη σχέση:

$$H(s) = \frac{V_o}{V_i} = \frac{K}{1 + \frac{s}{\omega_1}} \quad (\text{E13.1})$$

όπου όπου V_i και V_o είναι οι τάσεις εισόδου και εξόδου, σε μιγαδικές εκφράσεις και $s = j\omega$

Επίσης,

$$K = 1 + \frac{R_2}{R_1} \quad (\text{E13.2})$$

και,

$$\omega_1 = \frac{1}{RC} \quad (\text{E13.3})$$

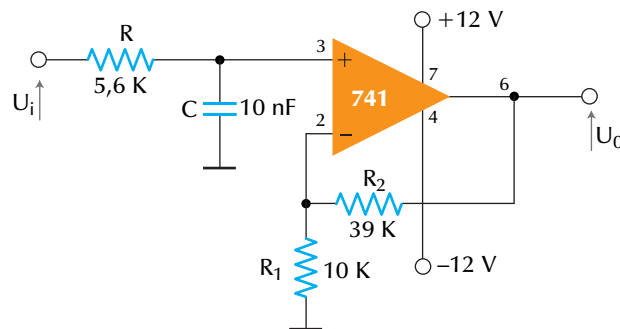
ή

$$f_1 = \frac{1}{2\pi RC} \quad (\text{E13.4})$$

f_1 είναι η συχνότητα αποκοπής ή συχνότητα μισής ισχύος.

Ε13.4 ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

- Υπολογίστε ΦΧΣ με $f_1 = 3 \text{ kHz}$, $K = 5$, $C = 10 \text{ nF}$ και $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$.
- Συνδεσμολογήστε το φίλτρο, όπως δείχνει το Σχ.Ε13.2.



Σχ.Ε13.2. ΦΧΣ 1ου βαθμού, με $f_1 = 3 \text{ kHz}$ και $K = 5$.

- Συνδέστε γεννήτρια στην είσοδο του φίλτρου και ρυθμίστε το πλάτος της, ώστε στη συχνότητα 100 Hz να έχουμε το μέγιστο δυνατό, αλλά όχι παραμορφωμένο σήμα εξόδου. Σημειώστε τις αντίστοιχες τάσεις εισόδου και εξόδου.

$$v_i = \dots \text{ V},$$

$$v_o = \dots \text{ V}$$

4. Με τάση εισόδου σταθερή με πλάτος 1 V p-p, σε όλη τη διάρκεια των μετρήσεων, συμπληρώστε τον πιο κάτω πίνακα.

f(Hz)	$u=f/f_1$	$v_0(V)$	v_0/v_i	A(dB) πειρ	A(dB) θεω
300					
500					
700					
1 K					
2 K					
2.5K					
3 K					
3.5 K					
5 K					
7 K					
10 K					
20 K					
25 K					
30 K					

5. Χαράξτε την πειραματική καμπύλη απόκρισης του φίλτρου χρησιμοποιώντας τη σχέση:

$$A = 20 \log \left(\frac{V_0}{V_i} \right) \text{ dB} \quad (\text{E13.5})$$

6. Χαράξτε τη θεωρητική καμπύλη απόκρισης του φίλτρου, στο ίδιο ημιλογ χαρτί, χρησιμοποιώντας τον τύπο:

$$A = 20 \log \frac{K}{\sqrt{1 + u^{2n}}} \quad (\text{E13.6})$$

όπου,

$$u = \frac{f}{f_1} \quad (\text{E13.7})$$

K είναι η ενίσχυση του φίλτρου, f_i η συχνότητα αποκοπής και n είναι ο βαθμός του φίλτρου.

7. Από την πειραματική καμπύλη απόκρισης, βρείτε τη συχνότητα αποκοπής και την κλίση του φίλτρου.
8. Υπολογίστε τη συχνότητα αποκοπής του φίλτρου με βάση τα στοιχεία του.

E13.5 Συμπεράσματα

Άσκηση 14η

ΦΙΛΤΡΟΥΣ 1ου ΒΑΘΜΟΥ

Ε14.1 Σκοπός

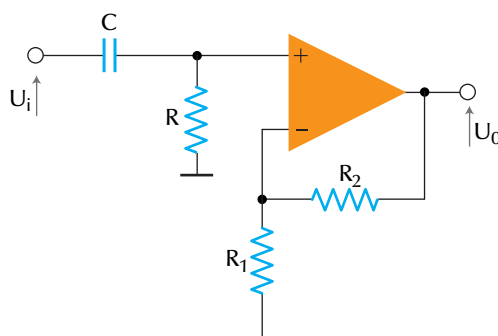
1. Να υπολογισθεί φίλτρο υψηλών συχνοτήτων (ΦΥΣ) 1ου βαθμού.
2. Να χαραχθεί πειραματικά και θεωρητικά η καμπύλη απόκρισής του.

Ε14.2 Συσκευές

1. Γεννήτρια Χ.Σ.
2. CRO διπλής δέσμης.

Ε14.3 Θεωρητικό Υπόβαθρο

Το Σχ.Ε14.1 δείχνει το ΦΥΣ Sallen-Key 1ου βαθμού με ενίσχυση K .



Σχ.Ε14.1. ΦΥΣ Sallen-Key 1ου βαθμού με ενίσχυση K .

Αποδεικνύεται ότι η συνάρτηση μεταφοράς του δίνεται από τη σχέση:

$$H(s) = \frac{V_0}{V_i} = \frac{K \left(\frac{s}{\omega_2} \right)}{1 + \left(\frac{s}{\omega_2} \right)} \quad (\text{E14.1})$$

όπου $s = j\omega$ και $\omega = 2\pi f$, ενώ

$$\omega_2 = \frac{1}{RC} \quad (\text{E14.2})$$

ή

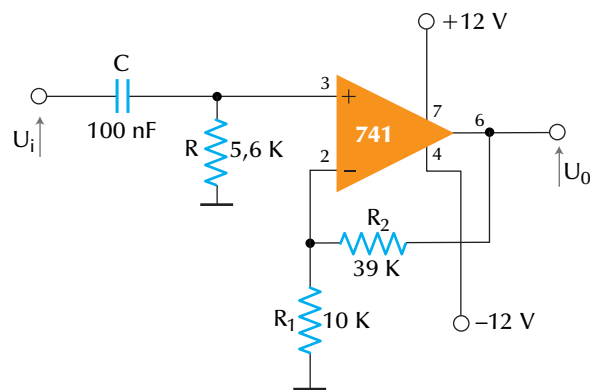
$$f_2 = \frac{1}{2\pi RC} \quad (\text{E14.3})$$

f_2 είναι η συχνότητα αποκοπής και έχουμε

$$K = 1 + \frac{R_2}{R_1} \quad (\text{E14.4})$$

E14.4 ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

1. Υπολογίστε ΦΥΣ με $f_2=300$ Hz, $K=5$, $C=100$ nF και $R_1=10$ kΩ.
2. Συνδεσμολογήστε το φίλτρο του Σχ.Ε14.2.



Σχ.Ε14.2. ΦΥΣ 1ου βαθμού με $f_2=300$ Hz και $K=5$.

3. Συνδέστε γεννήτρια Χ.Σ στην είσοδο του φίλτρου με τάση εισόδου $v_i=1$ V p-p στη συχνότητα 3 kHz και μετρείστε και καταγράψτε το πλάτος της τάσης εξόδου του.

$$v_i = 1 \text{ V}$$

$$v_o = \dots \text{ V}$$

4. Μεταβάλετε τη συχνότητα της γεννήτριας, μέχρις ότου η τάση εξόδου του φίλτρου γίνει ίση με τα 0.707 της τάσης το βήματος 3 και καταγράψτε τη συχνότητα αυτή (συχνότητα μισής ισχύος ή συχνότητα αποκοπής του φίλτρου)

$$f_2 = \dots \text{ Hz}$$

5. Με σήμα εισόδου σταθερό και με πλάτος αυτό του βήματος 3, μεταβάλετε τη συχνότητα και πάρτε μετρήσεις, ώστε να συμπληρώσετε τον πιο κάτω πίνακα

f(Hz)	$u=f_2/f$	$v_0(V)$	v_0/v_i	A(dB) πειρ	A(dB) θεω
10					
30					
50					
100					
200					
250					
300					
350					
500					
700					
1 K					
3 K					
5 K					
10 K					

6. Χαράξτε τη πειραματική καμπύλη απόκρισης του φίλτρου σε ημι-λογ χαρτί.
7. Στο ίδιο διάγραμμα χαράξτε τη θεωρητική καμπύλη του φίλτρου χρησιμοποιώντας τη σχέση

$$A = 20 \log \frac{K}{\sqrt{1 + u^{2n}}} \text{ dB} \quad (\text{E14.5})$$

όπου,

$$u = \frac{f_2}{f} \quad (\text{E14.6})$$

K είναι η ενίσχυση του φίλτρου και f_2 είναι η συχνότητα αποκοπής και n ο βαθμός του φίλτρου.

8. Από την πειραματική καμπύλη απόκρισης βρείτε τη συχνότητα αποκοπής και την κλίση του φίλτρου.
9. Υπολογίστε τη συχνότητα αποκοπής του φίλτρου από τα στοιχεία του.

E14.5 Συμπεράσματα

Άσκηση 15η

ΦΧΣ 2ου ΒΑΘΜΟΥ Sallen-Key με ενίσχυση

Ε15.1 Σκοπός

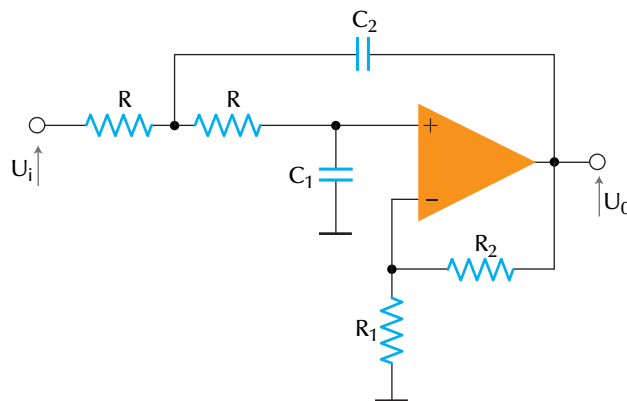
1. Να υπολογισθεί ΦΧΣ Sallen-Key 2ου βαθμού Butterworth, με ενίσχυση K .
2. Να χαραχθεί πειραματικά και θεωρητικά η καμπύλη απόκρισής του.

Ε15.2 Συσκευές

1. Γεννήτρια Χ.Σ.
2. CRO διπλής δέσμης.

Ε15.3 Θεωρητικό Υπόβαθρο

Το Σχ.Ε15.1 δείχνει το ΦΧΣ Sallen-Key 2ου βαθμού με ενίσχυση K .



Σχ.Ε15.1. ΦΧΣ Sallen-Key 2ου βαθμού με ενίσχυση K .

Αποδεικνύεται ότι η συνάρτηση μεταφοράς του φίλτρου δίνεται από τη σχέση:

$$H(s) = \frac{V_o}{V_i} = \frac{K}{\left(\frac{s}{\omega_1}\right)^2 + \alpha\left(\frac{s}{\omega_1}\right) + 1} \quad (\text{Ε15.1})$$

όπου α είναι συντελεστής που δίνεται σε πίνακα (συντελεστών Butter-

worth), το $s = j\omega$ και $\omega_1 = 2\pi f_1$, όπου f_1 , είναι η συχνότητα αποκοπής του φίλτρου, ίση με

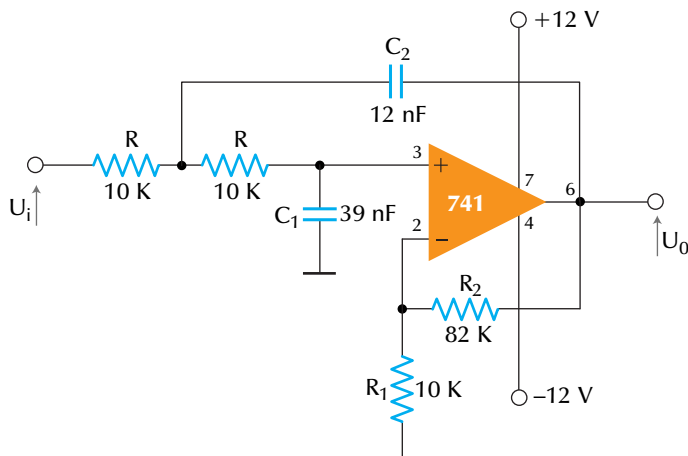
$$f_1 = \frac{1}{2\pi R \sqrt{C_1 C_2}} \quad (\text{E15.2})$$

Τέλος, η ενίσχυση K δίνεται από τη σχέση

$$K = 1 + \frac{R_2}{R_1} \quad (\text{E15.3})$$

E15.5 ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

- Υπολογίστε ΦΧΣ 2ης τάξης, Butterworth ($\alpha=1.414$), με ενίσχυση 10 και συχνότητα αποκοπής $f_1=500$ Hz.
- Συνδεσμολογήστε το φίλτρο του Σχ.Ε15.2.



Σχ.Ε15.2. ΦΧΣ 2ου βαθμού Sallen-Key Butterworth, με $f_1=500$ Hz, $K=10$.

- Συνδέστε στην είσοδο του φίλτρου γεννήτρια Χ.Σ και στη συχνότητα 50 Hz δώστε σήμα εισόδου με πλάτος $v_i=1$ V p-p. Μετρήστε και καταγράψτε την τάση εξόδου του φίλτρου:

$$v_o = \quad \text{V}$$

4. Χωρίς να αλλάξετε την τάση εισόδου ρυθμίστε τη συχνότητα ώστε να επιτύχετε τάση εξόδου ίση με το 0.707 της τάσης εξόδου του βήματος 3 και σημειώστε τη συχνότητα αυτή:

$$f_1 = \quad \text{Hz}$$

5. Διατηρώντας την τάση εισόδου του βήματος 3 σταθερή, πάρτε μετρήσεις και συμπληρώστε τον πιο κάτω πίνακα.

f(Hz)	$u=f/f_1$	$v_0(V)$	v_0/v_i	A(dB) πειρ	A(dB) θεω
10					
30					
50					
70					
100					
300					
400					
500					
600					
700					
1 K					
3 K					
5 K					

6. Υπολογίστε την πειραματική καμπύλη του φίλτρου και συμπληρώστε τον πιο πάνω πίνακα, χρησιμοποιώντας τη σχέση:

$$A = 20 \log \left(\frac{V_0}{V_i} \right) \text{ dB}$$

7. Υπολογίστε τη θεωρητική καμπύλη απόκρισης του φίλτρου και συμπληρώστε τον πιο πάνω πίνακα, χρησιμοποιώντας τη σχέση:

$$A = 20 \log \frac{K}{\sqrt{1 + u^{2n}}} \text{ dB}$$

όπου n είναι ο βαθμός του φίλτρου ($n=2$ είναι στην περίπτωση αυτή)

και

$$u = \frac{f}{f_1}$$

8. Χαράξτε στο ίδιο ημι-λογ χαρτί τις δύο καμπύλες απόκρισης.
9. Από την πειραματική καμπύλη απόκρισης βρείτε τη συχνότητα αποκοπής, την ενίσχυση του φίλτρου, καθώς και την κλίση του.
10. Υπολογίστε τη συχνότητα αποκοπής και την ενίσχυση του φίλτρου με βάση τα στοιχεία του κυκλώματος.

E15.6 Συμπεράσματα

Άσκηση 16η

ΦΥΣ 2ου ΒΑΘΜΟΥ Sallen-Key με ενίσχυση

Ε16.1 Σκοπός

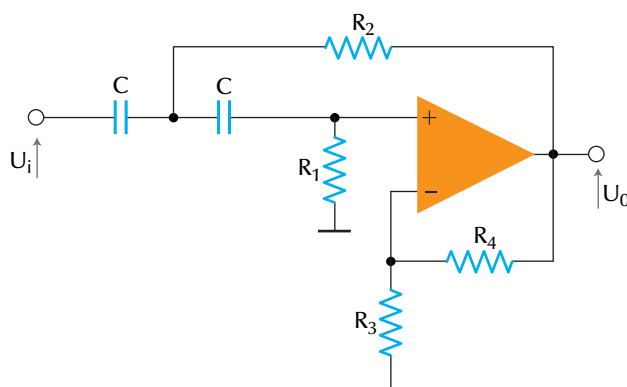
1. Να υπολογισθεί ΦΥΣ Sallen-Key Butterworth, 2ου βαθμού.
2. Να οικοδομηθεί το φίλτρο αυτό.
3. Να πάρουμε μετρήσεις και να χαραχθεί η καμπύλη απόκρισής του.

Ε16.2 Συσκευές

1. Γεννήτρια Χ.Σ.
2. Παλμογράφος διπλής δέσμης.

Ε16.3 Θεωρητικό Υπόβαθρο

Το Σχ.Ε16.1 δείχνει το ΦΥΣ Sallen-Key 2ου βαθμού. Αποδεικνύεται, ότι η συνάρτηση μεταφοράς του δίνεται από τη σχέση:



Σχ.Ε16.1. ΦΥΣ 2ου Sallen-Key βαθμού.

$$H(s) = \frac{V_0}{V_i} = \frac{K \left(\frac{s}{\omega_2} \right)^2}{\left(\frac{s}{\omega_2} \right)^2 + \alpha \left(\frac{s}{\omega_2} \right) + 1} \quad (\text{E16.1})$$

όπου $s = j\omega$ και $\omega_2 = 2\pi f_2$ όπου f_2 είναι η συχνότητα αποκοπής του

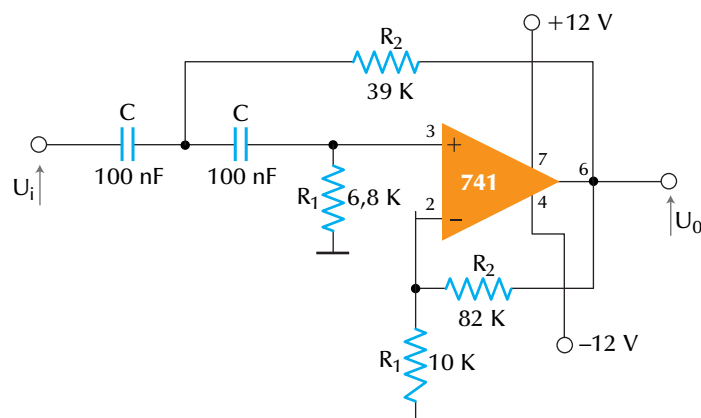
φίλτρου, το K είναι η ενίσχυση του φίλτρου. Η συχνότητα αποκοπής και η ενίσχυση δίνονται από τους εξής τύπους:

$$f_2 = \frac{1}{2\pi C \sqrt{R_1 R_2}} \quad (\text{E16.2})$$

$$K = 1 + \frac{R_4}{R_3} \quad (\text{E16.3})$$

E16.4 ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

1. Να υπολογισθεί ΦΥΣ Butterworth με $f_2 = 100 \text{ Hz}$ και $K = 10$.
2. Συνδεσμολογήστε το φίλτρο του Σχ.Ε16.2



Σχ.Ε16.2. ΦΥΣ Sallen-Key 2ου βαθμού Butterworth, $f_2 = 100 \text{ Hz}$ και $K = 10$.

3. Συνδέστε γεννήτρια Χ.Σ με τάση εισόδου 1 V p-p , συχνότητας 1 kHz και σημειώστε την αντίστοιχη τάση εξόδου.

$$v_0 = \dots \text{V}$$

4. Μεταβάλλετε τη συχνότητα της γεννήτριας, διατηρώντας την τάση εισόδου σταθερή, όπως στο βήμα 3, μέχρις ότου η τάση εξόδου γίνει ίση με τα 0.707 της τάσης εξόδου του βήματος 3 και σημειώστε την αντίστοιχη συχνότητα.

$$f_2 = \dots \text{ Hz}$$

5. Με την τάση της γεννήτριας Χ.Σ σταθερή και ίση με εκείνη του βήματος 3, πάρτε μετρήσεις και συμπληρώστε τον πιο κάτω πίνακα.

f(Hz)	$u=f_2/f$	$v_0(V)$	v_0/v_i	A(dB) πειρ	A(dB) θεω
10					
30					
50					
70					
80					
90					
100					
110					
120					
200					
300					
500					
700					
1 K					

6. Υπολογίστε την πειραματική καμπύλη απόκρισης του φίλτρου και συμπληρώστε τον πιο πάνω πίνακα, χρησιμοποιώντας τον τύπο

$$A = 20 \log \left(\frac{V_0}{V_i} \right) \text{ dB}$$

7. Υπολογίστε τη θεωρητική καμπύλη απόκρισης και συμπληρώστε τον πιο πάνω πίνακα, χρησιμοποιώντας τον τύπο

$$A = 20 \log \frac{K}{\sqrt{1 + u^{2n}}} \text{ dB}$$

όπου $u = f_2 / f$ και n είναι ο βαθμός του φίλτρου ($n = 2$).

8. Στο ίδιο ημι-λογ χαρτί σχεδιάστε την πειραματική καμπύλη απόκρισης και βρείτε τη συχνότητα αποκοπής και την ενίσχυση του φίλτρου (από την πειραματική καμπύλη).

9. Υπολογίστε τη συχνότητα αποκοπής του φίλτρου και την ενίσχυσή του από τα στοιχεία του.

E16.5 Συμπεράσματα

Άσκηση 17η

ΦΙΛΤΡΟ ΣΤΕΝΗΣ ΖΩΝΗΣ ΔΙΕΛΕΥΣΗΣ

Ε17.1 Σκοπός

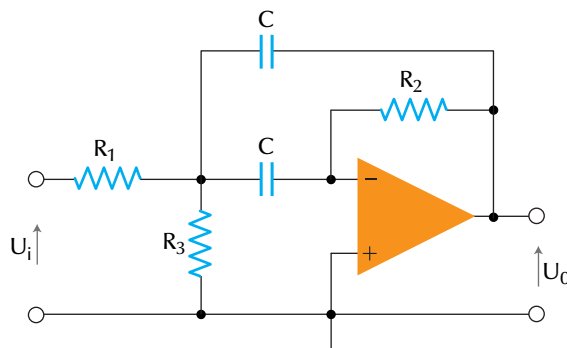
1. Να υπολογισθεί ένα φίλτρο στενής ζώνης διέλευσης (ΦΖΔ στενής).
2. Να ληφθούν μετρήσεις και να χαραχθεί η πειραματική και η θεωρητική καμπύλη απόκρισης.

Ε17.2 Συσσκευές

1. Γεννήτρια Χ.Σ.
2. CRO διπλής δέσμης.

Ε17.3 Θεωρητικό Υπόβαθρο

Το Σχ.Ε17.1 δείχνει το ΦΖΔ (στενής) πολλαπλών ανασυζεύξεων. Αποδεικνύεται, ότι η συνάρτηση μεταφοράς του δίνεται από τη σχέση:



Σχ.Ε17.1. Φίλτρο στενής ζώνης διέλευσης πολλαπλών ανασυζεύξεων.

$$H(s) = \frac{V_o}{V_i} = - \frac{\frac{K}{Q} \left(\frac{s}{\omega_0} \right)}{\left(\frac{s}{\omega_0} \right)^2 + \frac{1}{Q} \left(\frac{s}{\omega_0} \right) + 1} \quad (\text{Ε17.1})$$

όπου, $s = j\omega$, Q ο συντελεστής ποιότητας ή συντελεστής μεγέθυνσης και $\omega_0 = 2\pi f_0$, f_0 , η συχνότητα συντονισμού του φίλτρου.

Η συχνότητα συντονισμού του φίλτρου δίνεται από τη σχέση:

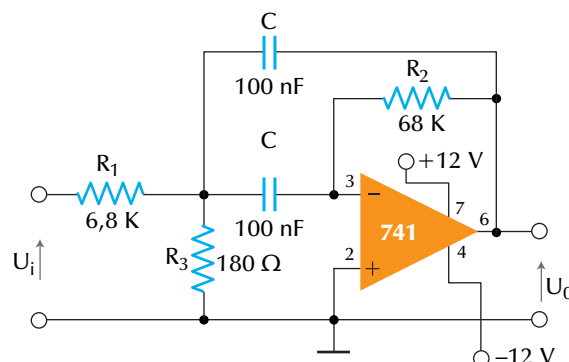
$$f_0 = \frac{1}{2\pi C} \sqrt{\frac{1}{R_2} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3} \right)} \quad (\text{E17.2})$$

Η ενίσχυση δίνεται από τη σχέση:

$$K = \frac{R_2}{2R_1} \quad (\text{E17.3})$$

E17.4 ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1. Υπολογίστε ΦΖΔ (στενής) με $f_0=500$ Hz, ενίσχυση 5 και $Q=10$.
2. Συνδεσμολογήστε το κύκλωμα του Σχ.17.2 και συνδέστε στην είσοδό του γεννήτρια Χ.Σ και στην έξοδό του CRO.



Σχ.Ε17.2. ΦΖΔ (στενής), $f_0=500$, $Q=10$ & $K=5$.

3. Δώστε από τη γεννήτρια σήμα εισόδου σταθερού πλάτους 1 V p-p. Μεταβάλλετε τη συχνότητα εισόδου, μέχρις ότου η τάση εξόδου γίνει μέγιστη και σημειώστε την τάση και τη συχνότητα αυτή.

$$v_0 = \dots \text{ V}, \quad f_0 = \dots \text{ Hz}$$

4. Μεταβάλλετε τη συχνότητα κάτω και πάνω από τη συχνότητα συντονισμού μέχρις ότου η τάση εξόδου γίνει ίση με τα 0.707 της τάσης εξόδου του βήματος 3 και καταγράψτε τις αντίστοιχες συχνότητες.

$$f_1 = \dots \text{ Hz}, \quad f_2 = \dots \text{ Hz}$$

5. Υπολογίστε το εύρος ζώνης διέλευσης του φίλτρου χρησιμοποιώντας τον τύπο:

$$BW = f_2 - f_1$$

6. Υπολογίστε το Q του φίλτρου χρησιμοποιώντας τον τύπο:

$$Q = \frac{f_0}{BW}$$

7. Υπολογίστε το Q από τα στοιχεία του κυκλώματος χρησιμοποιώντας τον τύπο:

$$Q = \frac{\omega_0 CR_2}{2}$$

8. Διατηρώντας την τάση εισόδου σταθερή, βήμα 3, πάρτε μετρήσεις και συμπληρώστε τον πιο κάτω πίνακα:

f(Hz)	u=f/f ₀	v ₀ (V)	v ₀ /v _i	A(dB) πειρ	A(dB) θεω
10					
30					
50					
100					
200					
300					
400					
500					
600					
800					
1 K					
2 K					
5 K					
10 K					

9. Υπολογίστε την καμπύλη απόκρισης του φίλτρου και συμπληρώστε την αντίστοιχη στήλη του πίνακα χρησιμοποιώντας τον τύπο:

$$A = 20 \log \left(\frac{V_o}{V_i} \right) \text{ dB}$$

10. Υπολογίστε και συμπληρώστε την αντίστοιχη στήλη του πίνακα χρησιμοποιώντας τον τύπο:

$$A = 20 \log \frac{\left(\frac{K}{Q} \right) u}{\sqrt{1 + u^2 n}}$$

όπου, $u = f / f_0$ και n ο βαθμός του φίλτρου.

11. Στο ίδιο ημι-λογ χαρτί σχεδιάστε την πειραματική και τη θεωρητική καμπύλη απόκρισης του φίλτρου.
12. Από την πειραματική καμπύλη απόκρισης, βρείτε τη συχνότητα συντονισμού, τις δυο συχνότητες μισής ισχύος, την ενίσχυση του φίλτρου στη συχνότητα συντονισμού και το Q του κυκλώματος. Επίσης βρείτε τις κλίσεις της καμπύλης απόκρισης με βάση τα στοιχεία του κυκλώματος καθώς και την ενίσχυσή του.

Ε17.5 Συμπεράσματα

Άσκηση 18η

ΦΙΛΤΡΟ ΣΤΕΝΗΣ ΖΩΝΗΣ ΑΠΟΚΟΠΗΣ

Ε18.1 Σκοπός

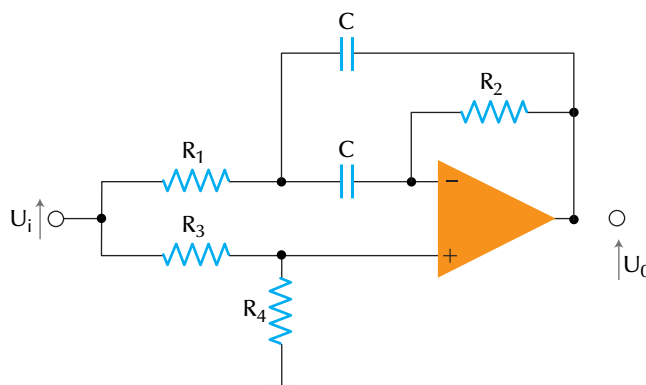
1. Να υπολογισθεί φίλτρο στενής ζώνης αποκοπής (ΦΣΖΑ).
2. Να χαράχθει πειραματικά και θεωρητικά η καμπύλη απόκρισής του ως προς τη συχνότητα.

Ε18.2 Συσκευές

1. Γεννήτρια Χ.Σ.
2. CRO διπλής δέσμης.

Ε18.3 Θεωρητικό Υπόβαθρο

Το Σχ.Ε18.1 δείχνει ένα φίλτρο στενής ζώνης αποκοπής ή φίλτρο δοντιού. Αποδεικνύεται, ότι η συνάρτηση μεταφοράς του δίνεται από τη σχέση:



Σχ.Ε18.1. ΦΣΖΑ ή φίλτρο δοντιού.

$$H(s) = \frac{V_0}{V_i} = \frac{\left(\frac{s}{\omega_0}\right)^2 + 1}{\left(\frac{s}{\omega_0}\right)^2 + \frac{1}{Q}\left(\frac{s}{\omega_0}\right) + 1} \quad (\text{Ε18.1})$$

όπου, $s = j\omega$ και $\omega_0 = 2\pi f_0$, f_0 , η συχνότητα συντονισμού του φίλτρου και Q ο συντελεστή ποιότητας.

Η συχνότητα συντονισμού δίνεται από τη σχέση:

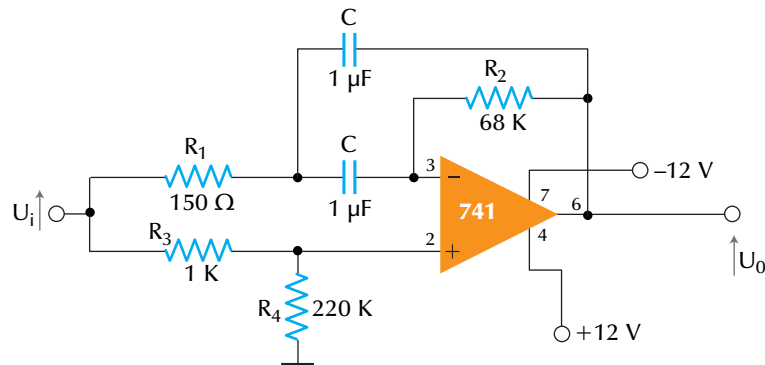
$$f_0 = \frac{1}{2\pi C \sqrt{R_1 R_2}} \quad (\text{E18.2})$$

Ο συντελεστής ποιότητας δίνεται από τη εξίσωση,

$$Q = \frac{2}{\omega_0 R_2 C} \quad (\text{E18.3})$$

E18.4 ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

1. Να υπολογισθεί φίλτρο δοντιού που θα κόβει τα 50 Hz και θα έχει $Q=10$.
2. Συνδεσμολογήστε το πιο κάτω φίλτρο.



Σχ.E18.2. Φίλτρο δοντιού με $f_0=50$ και $Q=10$.

3. Στην είσοδο του φίλτρου συνδέστε γεννήτρια με τάση εισόδου 1 V p-p σταθερή και στην έξοδο του φίλτρου CRO. Μεταβάλλετε τη συχνότητα της γεννήτριας μέχρις ότου δείτε στον παλμογράφο μια ελάχιστη τάση (βύθισμα). Σημειώστε τη συχνότητα και την αντίστοιχη τάση.

$$f_0 = \dots \text{ Hz}, \quad v_0 = \dots \text{ mV}$$

4. Υπολογίστε την ενίσχυση στο συντονισμό χρησιμοποιώντας τον τύπο:

$$A = 20 \log \left(\frac{V_0}{V_i} \right) \text{ dB}$$

5. Μεταβάλλετε τη συχνότητα εισόδου πάνω και κάτω από τη συχνότητα συντονισμού, διατηρώντας την τάση σταθερή, όπως στο βήμα 3, μέχρις ότου η τάση εξόδου γίνει ίση με τα 0.707 της τάσης του βήματος 3. Σημειώστε την τάση αυτή και τις συχνότητες αυτές:

$$f_1 = \dots \text{ Hz}, \quad f_2 = \dots \text{ Hz}$$

6. Υπολογίστε τη συχνότητα συντονισμού με βάση τα στοιχεία του κυκλώματος.
7. Υπολογίστε το Q του κυκλώματος, χρησιμοποιώντας τον τύπο:

$$Q = \frac{f_0}{f_2 - f_1}$$

8. Βρείτε το εύρος διέλευσης συχνοτήτων του φίλτρου ($BW = f_2 - f_1$).
9. Με την τάση εισόδου σταθερή και ίση με 1 V p-p, πάρτε μετρήσεις και συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα:

f(Hz)	v ₀ (V)	v ₀ /v _i	A(dB)
5			
7			
10			
20			
30			
40			
45			
50			
55			
60			
70			
100			
300			
500			

- 10.** Υπολογίστε την καμπύλη απόκρισης του φίλτρου και συμπληρώστε τον πιο πάνω πίνακα, χρησιμοποιώντας τον πιο κάτω τύπο:

$$A = 20 \log \left(\frac{V_o}{V_i} \right) \text{ dB}$$

- 11.** Χαράξτε την πειραματική καμπύλη απόκρισης του φίλτρου.
12. Από αυτή την καμπύλη του φίλτρου βρείτε τη συχνότητα δοντιού, τον υποβιβασμό στη συχνότητα αυτή, το εύρος διέλευσης συχνότητας και το Q του φίλτρου.
13. Υπολογίστε το Q του φίλτρου με βάση τις τιμές του κυκλώματος.

E18.5 Συμπεράσματα

Άσκηση 19η

ΤΑΛΑΝΤΩΤΗΣ COLPITTS

E19.1 Σκοπός

1. Να υπολογισθεί και να κατασκευαστεί ταλαντωτής Colpitts.
2. Να μελετηθεί η συμπεριφορά του δικτύωμάτος ανασύζευξης.
3. Να μελετηθεί ο ταλαντωτής.

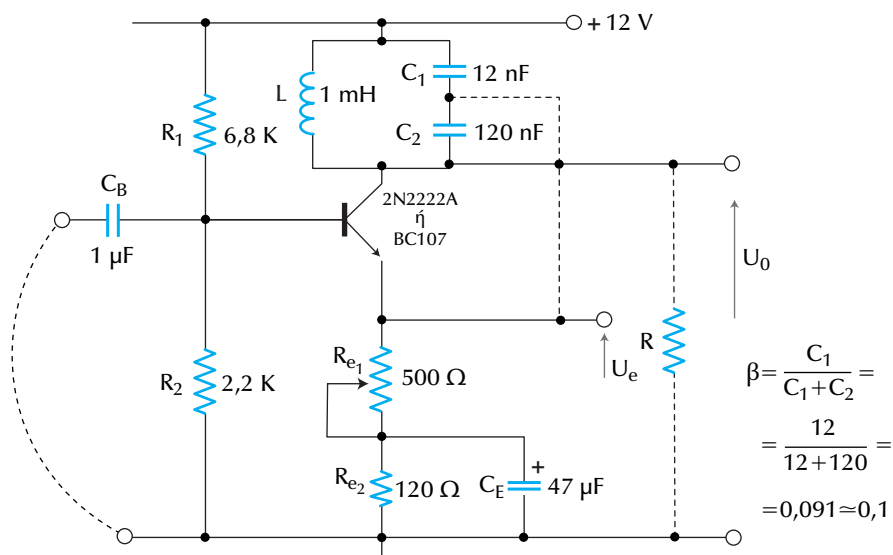
E19.2 Συσσκευές

1. Γεννήτρια Χ.Σ.
2. CRO διπλής δέσμης.

E19.3 Θεωρητικό Υπόβαθρο

Για να ξεκινήσουν οι ταλαντώσεις σε έναν ταλαντωτή, η απολαβή A_v του ενισχυτή πρέπει να είναι αρκετή ώστε να υπερνικά τις απώλειες που οφείλονται στο δίκτυωμα ανασύζευξης. Επίσης, το σήμα ανασύζευξης σε μια ορισμένη συχνότητα, που αποτελεί τη συχνότητα ταλάντωσης, πρέπει να είναι σε φάση με το σήμα εισόδου.

Το Σχ.Ε19.1 δείχνει τον ταλαντωτή Colpitts με BJT. Αποδεικνύεται ότι η συχνότητα ταλάντωσης δίνεται από τη σχέση:



Σχ.Ε.19.1. Ταλαντωτής Colpitts με BJT.

$$f_2 = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC_0}} \quad (\text{E19.1})$$

όπου,

$$\frac{1}{C_0} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \quad (\text{E19.2})$$

Για να έχουμε συντήρηση των ταλαντώσεων, πρέπει:

$$A_v \geq \frac{C_2}{C_1} \quad (\text{E19.3})$$

E19.4 ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

1. Συνδεσμολογήστε τον ταλαντωτή του Σχ.Ε19.1.
2. Χωρίς να έχετε βραχυκυκλώσει τον εκπομπό με το μέσο μεταξύ των δύο πυκνωτών (διακεκομμένη γραμμή), μετρήστε με τον CRO (ή με HB) και καταγράψτε τις dc τάσεις στα διάφορα σημεία του κυκλώματος (βάση, εκπομπό, συλλέκτη)

$$V_{CE1} = \dots V, \quad V_{BE} = \dots V, \quad V_{CE} = \dots V$$

3. Συνδέστε στην είσοδο του ενισχυτή γεννήτρια Χ.Σ, και δώστε ένα τέτοιο σήμα, ώστε στην έξοδο, στη συχνότητα συντονισμού (που είναι γύρω στα 50 kHz), το σήμα να μην είναι παραμορφωμένο και να έχει μέγιστο. Σημειώστε τη συχνότητα και την τάση εξόδου.

$$f_0 = \dots \text{ kHz}, \quad v_i = \dots V, \quad v_o = \dots V$$

4. Υπολογίστε την ενίσχυση του ενισχυτή στη συχνότητα συντονισμού,

$$A_v = \frac{v_o}{v_i}$$

5. Διατηρώντας το σήμα εισόδου σταθερό και ίσο με 1 V p-p πάρτε μετρήσεις και συμπληρώστε τον πιο κάτω πίνακα:

f(KHz)	$v_o(V)$	v_o/v_i	A(dB)
5			
7			
10			
20			
30			
40			
45			
50			
55			
70			
100			
300			
500			

6. Σχεδιάστε σε ημι-λογ χαρτί την καμπύλη απόκρισης συχνοτήτων του ενισχυτή.
7. Από την καμπύλη αυτή βρείτε τη συχνότητα συντονισμού, τις συχνότητες μισής ισχύος, το εύρος διέλευσης και το Q του κυκλώματος και καταγράψτε τις.
8. Βραχυκυκλώστε τον πυκνωτή εισόδου ($1 \mu F$) με τη γη.
9. Βραχυκυκλώστε το μέσο μεταξύ των δύο πυκνωτών με τον εκπομπό.
10. Με τον CRO (CH1 & CH2) παρατηρήστε και τις κυματομορφές του.
11. Ρυμίστε το ποτενσιόμετρο R_{E1} ώστε να έχετε έξοδο με τη μικρότερη δυνατή παραμόρφωση, και σχεδιάστε τις αντίστοιχες κυματομορφές στο ειδικό χαρτί.
12. Μετρήστε τη συχνότητα ταλάντωσης.
13. Συνδέστε στην έξοδο (συλλέκτη-γη) διάφορες αντιστάσεις και μελετήστε την επίδραση στη συχνότητα ταλάντωσης.
14. Βρείτε την αντίσταση φόρτου (μεταβλητή αντίσταση ή κιβώτιο αντιστάσεων), ώστε η τάση εξόδου να γίνει η μισή από όση είναι χωρίς αντίσταση. Ποια είναι η σημασία της μέτρησης αυτής;

15. Μεταβάλλετε την τάση τροφοδοσίας (στην περιοχή 9-15 V) και μελετήστε την επίδραση στον ταλαντωτή.
16. Ποιος είναι ο ρόλος του ποτ. R_{E1} και του C_E .
17. Υπολογίστε θεωρητικά τη συχνότητα ταλάντωσης.

E19.5 Συμπεράσματα

Άσκηση 20η

ΤΑΛΑΝΤΩΤΗΣ CLAPP

E20.1 Σκοπός

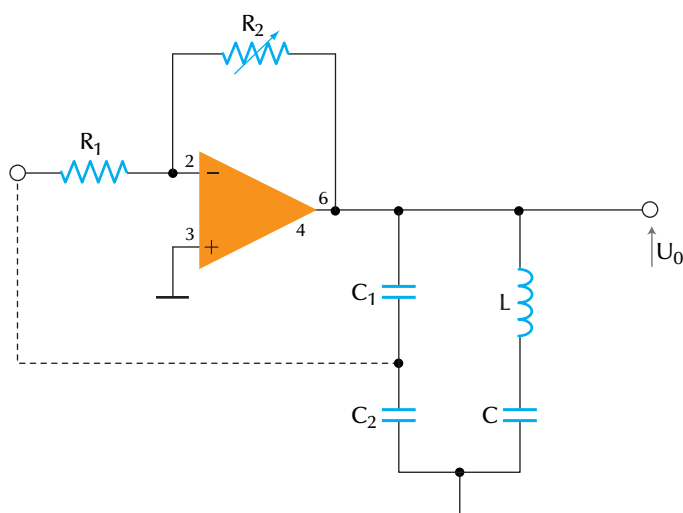
1. Ο υπολογισμός του ταλαντωτή Clapp.
2. Η μελέτη του δικτυώματος ανασύζευξης.
3. Η μελέτη της συμπεριφοράς του ταλαντωτή.

E20.2 Συσκευές

1. Γεννήτρια συχνοτήτων.
2. CRO διπλής δέσμης.

E20.3 Θεωρητικό Υπόβαθρο

Τροποποίηση του ταλαντωτή Colpitts κατά την οποία ένας πυκνωτής συνδέεται σε σειρά με το πηνίο και δίνει τον ταλαντωτή Clapp, όπως δείχνει το Σχ.Ε20.1. Αποδεικνύεται, ότι η συχνότητα ταλάντωσής του δίνεται από τη σχέση:



Σχ.Ε20.1. Ταλαντωτής Clapp με ΤΕ.

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC_0}}$$

(E20.1)

όπου,

$$\frac{1}{C_0} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C} \quad (\text{E20.2})$$

Για να έχει ο ταλαντωτής συντηρούμενες ταλαντώσεις θα πρέπει να ισχύει:

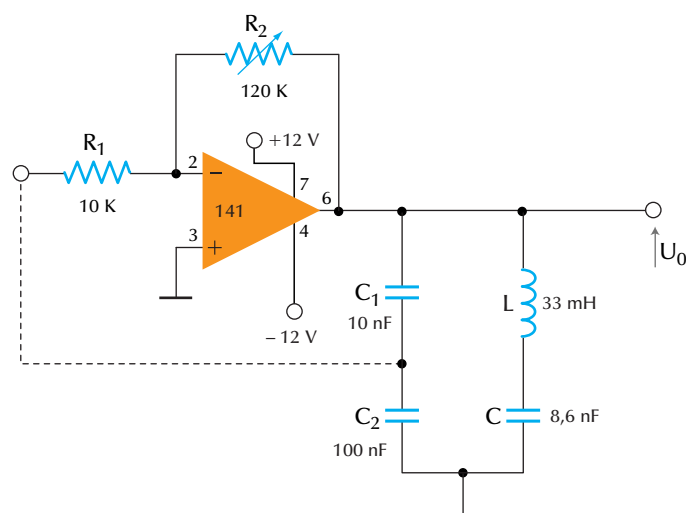
$$A_v \geq 1 + \frac{C_1}{C_2} \quad (\text{E20.3})$$

Η ενίσχυση ή απολαβή τάσης A_v του ενισχυτή δίνεται από τη γνωστή σχέση:

$$A_v = -\frac{R_2}{R_1} \quad (\text{E20.4})$$

E20.4 ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

1. Να υπολογισθεί ταλαντωτής Clapp σε ΤΕ με συχνότητα συντονισμού 50 kHz.
2. Συνδεσμολογήστε τον παρακάτω ταλαντωτή Clapp.



Σχ.E20.1. Ταλαντωτής Clapp με ΤΕ.

3. Χωρίς να έχετε συνδέσει την είσοδο του ενισχυτή με το μέσον των δυο πυκνωτών δώστε σήμα από τη γεννήτρια σταθερού πλάτους 1 V p-p.
4. Μεταβάλλετε τη συχνότητα της γεννήτριας (γύρω στα 50 kHz) μέχρις ότου η τάση στην έξοδο του ενισχυτή γίνει μέγιστη. Καταγράψτε τις αντίστοιχες τιμές.

$$v_i = 1 \text{ V}, \quad v_o = \dots \text{ V}, \quad f_o = \dots \text{ kHz}$$

5. Υπολογίστε την ενίσχυση του ενισχυτή.
6. Μεταβάλλετε τη συχνότητα της γεννήτριας (κρατώντας σταθερή τάση εισόδου 1 V p-p) κάτω και πάνω από τη συχνότητα συντονισμού f_o μέχρις ότου η τάση εξόδου του ενισχυτή γίνει ίση με τα 0.707 της τάσης εξόδου του βήματος 4. Σημειώστε τις αντίστοιχες συχνότητες

$$f_1 = \dots \text{ kHz}, \quad f_2 = \dots \text{ kHz}$$

7. Υπολογίστε το εύρος διέλευσης και το Q του κυκλώματος.
8. Υπολογίστε θεωρητικά τη συχνότητα συντονισμού του κυκλώματος από τα στοιχεία του.
9. Διατηρώντας την τάση εισόδου σταθερή, όπως στο βήμα 4, πάρτε μετρήσεις και συμπληρώστε τον πιο κάτω πίνακα.

f(KHz)	v_o (V)	v_o/v_i	A(dB)
5			
7			
10			
20			
30			
40			
45			
50			
55			
70			
100			
300			
500			

10. Σχεδιάστε σε ημι-λογ χαρτί την καμπύλη απόκρισης συχνότητας του ενισχυτή.
11. Από την καμπύλη απόκρισης βρείτε τη συχνότητα συντονισμού, τις συχνότητες μισής ισχύος, το εύρος διέλευσης και το Q του κυκλώματος και καταγράψτε τα.
12. Συνδέστε την είσοδο του ενισχυτή με το μέσο των δύο πυκνωτών (η γεννήτρια εκτός). Μεταβάλλετε το ποτ. R_2 μέχρις ότου στην έξοδο πάρετε ημιτονικό σήμα με τη μικρότερη παραμόρφωση.
13. Σχεδιάστε την κυματομορφή εξόδου στο ειδικό χαρτί όπως αυτή παρουσιάζεται στον CRO.
14. Μετρήστε τη συχνότητα του σήματος εξόδου.

E20.5 Συμπεράσματα

Άσκηση 21η

ΤΑΛΑΝΤΩΤΗΣ HARTLEY

E21.1 Σκοπός

1. Να υπολογισθεί ταλαντωτής Hartley.
2. Να μελετηθεί ο ταλαντωτής αυτός.

E21.2 Συσκευές

1. Γεννήτρια Χ.Σ
2. CRO διπλής δέσμης.

E21.3 Θεωρητικό Υπόβαθρο

Ο ταλαντωτής Hartley, με ΤΕ, Σχ.Ε21.1, μοιάζει με τον ταλαντωτή Colpitts, με τη διαφορά ότι χρησιμοποιεί δύο πηνία L_1 και L_2 , αντί δύο πυκνωτών. Αποδεικνύεται, ότι η συχνότητα ταλάντωσής του δίνεται από τη σχέση:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_0 C}} \quad (\text{E21.1})$$

όπου,

$$L_0 = L_1 + L_2 \quad (\text{E21.2})$$

Για να είναι συντηρούμενες οι ταλαντώσεις πρέπει να ισχύει η σχέση:

$$|A_v| \geq 1 + \frac{L_1}{L_2} \quad (\text{E21.2})$$

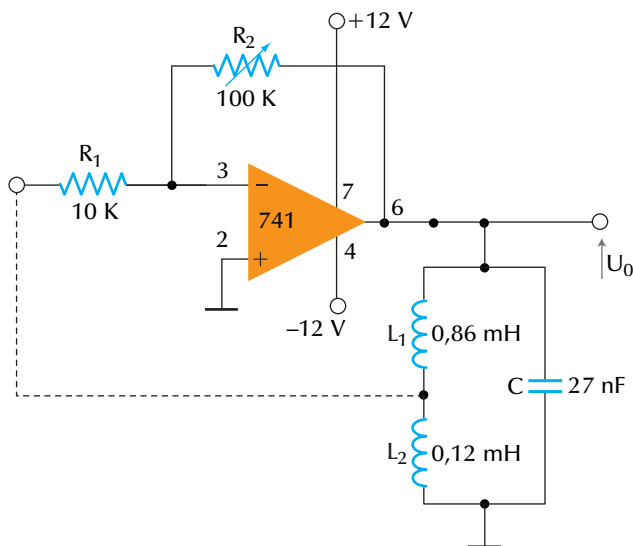
όπου, A_v είναι η ενίσχυση του ενισχυτή και στην περίπτωση αυτή είναι:

$$|A_v| = \frac{R_2}{R_1} \quad (\text{E21.3})$$

20.4 ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

1. Να υπολογισθεί ταλαντωτής Hartley με ΤΕ σε συχνότητα συντονισμού 30 kHz.

2. Συνδεσμολογήστε το κύκλωμα του Σχ.Ε21.1.



Σχ.Ε21.1. Ταλαντωτής Hartley με TE.

3. Χωρίς να έχετε συνδέσει την είσοδο του ενισχυτή με τη μεσαία λήψη μεταξύ των πηνίων (ανασύζευξη), συνδέστε στην είσοδο του ενισχυτή γεννήτρια Χ.Σ και στην έξοδό του CRO. Δώστε σήμα σταθερού πλάτους 1 V p-p στην είσοδο του ενισχυτή και μεταβάλλετε τη συχνότητα της γεννήτριας (γύρω στα 30 kHz), μέχρις ότου να πάρετε μέγιστη τάση εξόδου. Καταγράψτε τις αντίστοιχες τιμές.

$$v_i = 1 \text{ V}, \quad v_o = \dots \Omega, \quad f_0 = \dots \text{ Hz}$$

4. Υπολογίστε την ενίσχυση (απολαβή τάσης) στη συχνότητα αυτή.
5. Μεταβάλλετε τη συχνότητα της γεννήτριας (με σταθερή τάση 1 V p-p) πάνω και κάτω από τη συχνότητα συντονισμού, βήμα 4, και σημειώστε τις συχνότητες αυ-τές.

$$f_1 = \dots \text{ kHz}, \quad f_2 = \dots \text{ kHz}$$

6. Υπολογίστε το εύρος ζώνης διέλευσης και το Q του κυκλώματος.
7. Υπολογίστε θεωρητικά τη συχνότητα συντονισμού του κυκλώματος με βάση τα στοιχεία του.

8. Διατηρώντας την τάση εισόδου σταθερή, όπως στο βήμα 3, πάρτε μετρήσεις και συμπληρώστε τον πιο κάτω πίνακα.

$f(\text{kHz})$	$v_o(\text{V})$	v_o/v_i	$A(\text{dB})$
3			
5			
7			
10			
20			
25			
30			
35			
50			
70			
100			
200			
300			

9. Σχεδιάστε σε ημι-λογ χαρτί την πειραματική καμπύλη απόκρισης κατά συχνότητα του ενισχυτή.
10. Από την καμπύλη αυτή βρείτε τη συχνότητα συντονισμού, τις συχνότητες μισής ισχύος, το εύρος διέλευσης και το Q του κυκλώματος και καταγράψτε τα.
11. Συνδέστε την είσοδο του ενισχυτή με τη μεσαία λήψη μεταξύ των πηνίων (με τη γεννήτρια εκτός). Μεταβάλλετε το ποτ. R_2 μέχρις ότου στην έξοδο πάρετε ημιτονικό σήμα με τη μικρότερη δυνατή παραμόρφωση.
12. Σχεδιάστε στο ειδικό χαρτί την κυματομορφή εξόδου, όπως παρουσιάζεται αυτή στον CRO.
13. Μετρήστε τη συχνότητα του σήμα εξόδου.

E21.5 Συμπεράσματα

Άσκηση 22η

ΤΑΛΑΝΤΩΤΗΣ WIEN

E22.1 Σκοπός

1. Υπολογισμός του ταλαντωτή Wien.
2. Μελέτη του δικτυώματος Wien.
3. Μελέτη του συνδυασμού του δικτυώματος Wien με ΤΕ για τη δημιουργία ταλαντωτή.

E22.2 Συσκευές

1. Γεννήτρια Χ.Σ.
2. CRO διπλής δέσμης.

E22.3 Θεωρητικό Υπόβαθρο

Ο ταλαντωτής γέφυρας Wien είναι μια μορφή ταλαντωτή RC. Το δικτύωμα RC χρησιμοποιείται ως δικτύωμα επιλογής συχνοτήτων. Το δικτύωμα υποβιβάζει το σήμα εισόδου στην έξοδό του κατά 1/3.

Αποδεικνύεται ότι η συχνότητα συντονισμού του δικτυώματος δίνεται από τη σχέση:

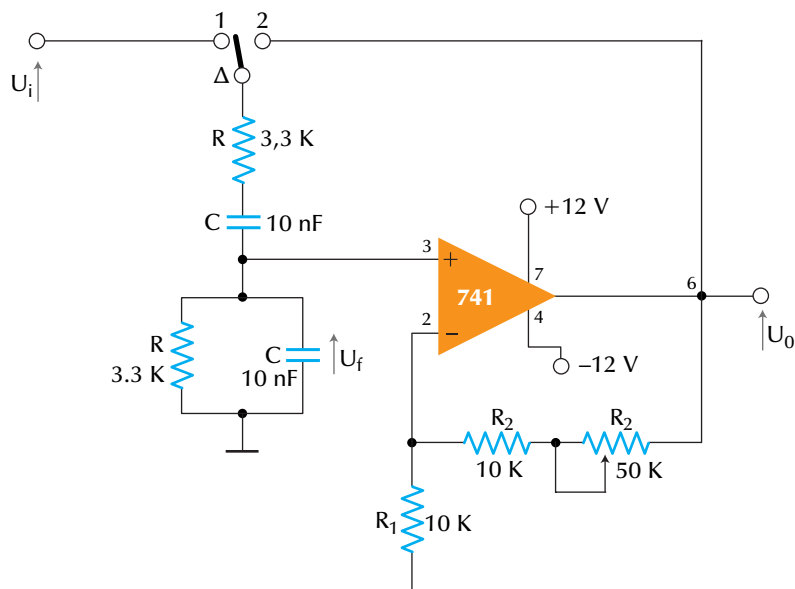
$$f_0 = \frac{1}{2\pi RC} \quad (E22.1)$$

Για να υπάρχει συντήρηση των ταλαντώσεων πρέπει η ενίσχυση του ενισχυτή να είναι:

$$A_v \geq 3 \quad (E22.2)$$

Το Σχ.Ε22.1 δείχνει τον ταλαντωτή Wien με ΤΕ. Το δικτύωμα στη συχνότητα συντονισμού δημιουργεί διαφορά φάσης 0° μεταξύ εισόδου και εξόδου και επομένως ο ΤΕ πρέπει να συνδεσμοποιηθεί, ώστε να μην κάνει αναστροφή του σήματος (μη αναστρέφων ενισχυτής). Επομένως, η ενίσχυση του ενισχυτή δίνεται από τη σχέση:

$$A_v = 1 + \frac{R_2}{R_1} \quad (E22.3)$$



Σχ.Ε22.1. Ταλαντωτής Wien με ΤΕ.

ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

- Υπολογίστε ταλαντωτή Wien με ΤΕ με συχνότητα ταλάντωσης 5 kHz. Πάρτε $C=10\text{ nF}$ και $R_1=10\text{ k}\Omega$.
- Συνδεσμολογήστε το κύκλωμα του Σχ. Ε22.1.
- Με το διακόπτη Δ στη θέση 1 συνδέστε στην είσοδο του κυκλώματος γεννήτρια Χ.Σ με τάση εισόδου πλάτους $v_i = 3\text{ V}$ και CRO στην έξοδό του (v_f).
- Μεταβάλλετε τη συχνότητα της γεννήτριας μέχρι να βρείτε τη μέγιστη τάση εξόδου του δικτυώματος και σημειώστε τις παρακάτω τιμές:

$$v_i = 3\text{ V}, \quad v_f = \dots\text{ V}, \quad f_0 = \dots\text{ kHz}$$

- Υπολογίστε τον υποβιβασμό του δικτυώματος, δηλ.

$$\beta = \frac{v_f}{v_i} = \dots$$

- Διατηρώντας την τάση εισόδου σταθερή και ίση με 3 V p-p, πάρτε μετρήσεις και συμπληρώστε τον πιο κάτω πίνακα.

f(KHz)	v_f (V)	β = v_f /v_i	β(dB)
0.5			
0.7			
1			
3			
4			
4.5			
5			
5.5			
7			
10			
30			
40			
50			

7. Σχεδιάστε σε ημι-λογ χαρτί την πειραματική καμπύλη απόκρισης του δικτυώματος Wien.
8. Από την καμπύλη αυτή βρείτε τη συχνότητα συντονισμού, τις συχνότητες μισής ισχύος, το εύρος διέλευσης και το Q του κυκλώματος.
9. Βρείτε τον υποβιβασμό του δικτυώματος στη συχνότητα συντονισμού.
10. Υπολογίστε θεωρητικά από τα στοιχεία του κυκλώματος, τη συχνότητα συντονισμού του δικτυώματος.
11. Με τη γεννήτρια εκτός, βάλτε το διακόπτη Δ στη θέση 2. Μεταβάλλετε το ποτ. R₂, ώστε στην έξοδο να έχετε ημιτονικό σήμα με τη μικρότερη δυνατή παραμόρφωση. Σχεδιάστε στο ειδικό χαρτί την τάση εξόδου και την τάση εισόδου του ΤΕ. Κατάγραψτε τις τάσεις αυτές και τη συχνότητά τους.

Ε22.5 Συμπεράσματα

Άσκηση 23η

ΤΑΛΑΝΤΩΤΗΣ ΜΕΤΑΘΕΣΗΣ ΦΑΣΗΣ

E23.1 Σκοπός

1. Η μελέτη του δικτύωματος μετάθεσης φάσης.
2. Η μελέτη του συνδυασμού του δικτύωματος μετάθεσης φάσης με ενισχυτή για τη δημιουργία ταλαντωτή.

E23.2 Συσκευές

1. Γεννήτρια Χ.Σ.
2. CRO διπλής δέσμης.

E23.3 Θεωρητικό Υπόβαθρο

Ο ταλαντωτής μετάθεσης φάσης χρησιμοποιεί ένα δίκτυωμα τριών RC που δημιουργούν μεταβολή φάσης 180° (60° το καθένα). Επομένως, για να έχουμε ταλάντωση ο ενισχυτής πρέπει να δίνει άλλες 180° διαφορά φάσης, ώστε να έχουμε θετική ανασύζευξη (360° ή 0°).

Ο υποβιβασμός του δικτύωματος στη συχνότητα ταλάντωσης αποδεικνύεται ότι είναι:

$$\beta = \frac{V_f}{V_i} = \frac{1}{29} \quad (\text{E23.1})$$

η συχνότητα ταλάντωσης f_0 δίνεται από τη σχέση:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi RC\sqrt{6}} \quad (\text{E23.2})$$

Η ενίσχυση που πρέπει να έχει ο ενισχυτής για να έχουμε συντήρηση ταλαντώσεων πρέπει να είναι:

$$A_v \geq 29 \quad (\text{E23.3})$$

Το Σχ.Ε23.1 δείχνει τον ταλαντωτή μετάθεσης φάσης με BJT.

4. Υπολογίστε το λόγο

$$\beta = \frac{v_f}{v_i} \quad \text{και} \quad \beta \text{ (dB)} = \dots$$

5. Διατηρώντας την τάση εισόδου σταθερή, όπως στο βήμα 2, μεταβάλλετε τη συχνότητα της γεννήτριας και πάρτε μετρήσεις για να συμπληρώσετε τον πιο κάτω πίνακα:

f(Hz)	v_f (V)	$\beta = v_f / v_i$	β (dB)
10			
30			
50			
70			
100			
300			
500			
600			
650			
700			
1K			
3K			
10K			
30K			

6. Σχεδιάστε την καμπύλη απόκρισης συχνότητα του δικτυώματος σε ημιλογ χαρτί.
7. Από την καμπύλη αυτή βρείτε τη συχνότητα συντονισμού και τον υποβιβασμό του δικτυώματος στη συχνότητα αυτή. Από την καμπύλη αυτή πώς συμπεραίνουμε τι δικτύωμα έχουμε;
8. Υπολογίστε θεωρητικά από τις τιμές του κυκλώματος τη συχνότητα συντονισμού.
9. Ενώστε την είσοδο του δικτυώματος με το συλκίτη του τρανζίστορ (η γεννήτρια εκτός).

10. Παρατηρήστε την τάση εξόδου στον παλμογράφο. Σχεδιάστε την στο ειδικό χαρτί.
11. Μετρείστε τη συχνότητά της.
12. Είναι η κυματομορφή παραμορφωμένη; Αν ναι γιατί;
13. Πώς μπορούμε να βελτιώσουμε την κυματομορφή εξόδου;
14. Ελαττώστε σταδιακά την τάση V_{CC} , ώστε μόλις να έχουμε συντήρηση των ταλαντώσεων. Σχεδιάστε την κυματομορφή της αντίστοιχης τάσης εξόδου.

E23.5 Συμπεράσματα

Άσκηση 24η

ΤΑΛΑΝΤΩΤΗΣ ΜΕ ΚΡΥΣΤΑΛΛΟ

E24.1 Σκοπός

1. Να κατασκευασθεί ταλαντωτής με κρύσταλλο.
2. Να μετρηθούν τα χαρακτηριστικά της εξόδου του.

E24.2 Συσκευές

1. Γεννήτρια συχνοτήτων
2. CRO διπλής δέσμης.

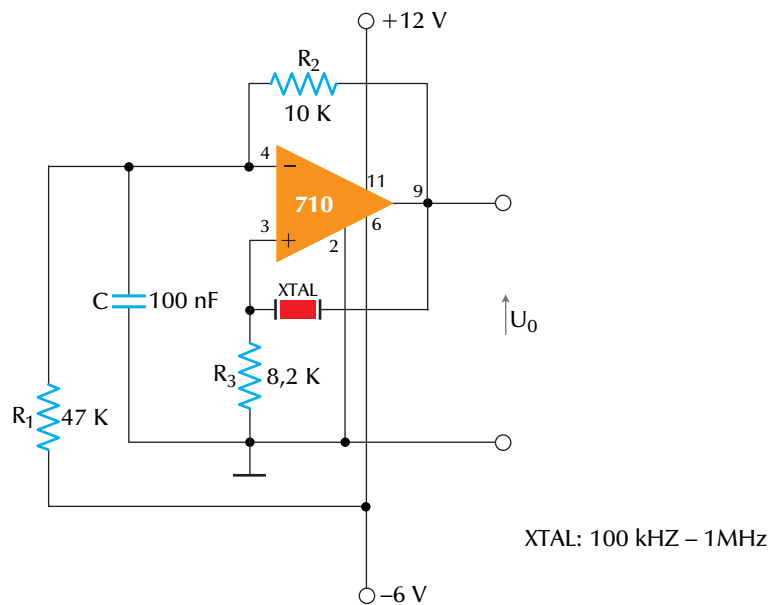
E24.3 Θεωρητικό Υπόβαθρο

Η σταθερότητα της συχνότητας ενός ταλαντωτή καθορίζεται κυρίως από το Q του συντονιζόμενου κυκλώματος. Αν το Q είναι μεγάλο τότε και η σταθερότητα της συχνότητας ταλάντωσης θα είναι πολύ καλή. Οι κρυσταλλικοί ταλαντωτές χρησιμοποιούνται ευρύτατα εκεί που απαιτείται πολύ σταθερή συχνότητα ταλάντωσης.

Το ισοδύναμο κύκλωμα ενός κρυστάλλου χαλαζία (quartz) είναι συνδυασμός συντονιζόμενου κυκλώματος σειράς και παράλληλου κυκλώματος. Η παράλληλη συχνότητα συντονισμού είναι ελαφρώς υψηλότερη από τη συχνότητα συντονισμού σειράς, αλλά για τις περισσότερες περιπτώσεις μπορεί να θεωρηθούν ότι είναι ίδιες. Λόγω αυτής τη συμπεριφοράς του κρυστάλλου, δηλ. του ότι συντονίζει, μπορεί να χρησιμοποιηθεί με πολλούς τρόπους στο βρόχο ανασύζευξης για να δημιουργήσουμε ταλαντώσεις. Με τους κρυστάλλους μπορεί να έχουμε Q μέχρι 10000 λόγω των μικρών εσωτερικών τους απωλειών. Οι συχνότητες συντονισμού των κρυστάλλων είναι από 100 kHz έως μερικές δεκάδες MHz.

E24.4 ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

1. Συνδεσμολογήστε το κύκλωμα του κρυσταλλικού ταλαντωτή του Σχ.Ε24.1.



Σχ.Ε24.1. Κρυσταλλικός ταλαντωτής με τετραγωνικούς παλμούς εξόδου.

2. Παρατηρήστε και σχεδιάστε στο ειδικό χαρτί την κυματομορφή εξόδου του κυκλώματος.
3. Μετρείστε το πλάτος και τη συχνότητα της τάσης εξόδου του.

$$v_0 = \dots \text{ V}, \quad f_0 = \dots \text{ kHz}$$

4. Μετρείστε το χρόνο ανύψωσης (rise time) και πτώσης (fall time) του παλμού.

$$t_r = \dots \quad t_f = \dots$$

Ε24.5 Συμπεράσματα

Άσκηση 25η

ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΩΝ ΠΑΛΜΩΝ ΜΕ ΤΟ 555

E25.1 Σκοπός

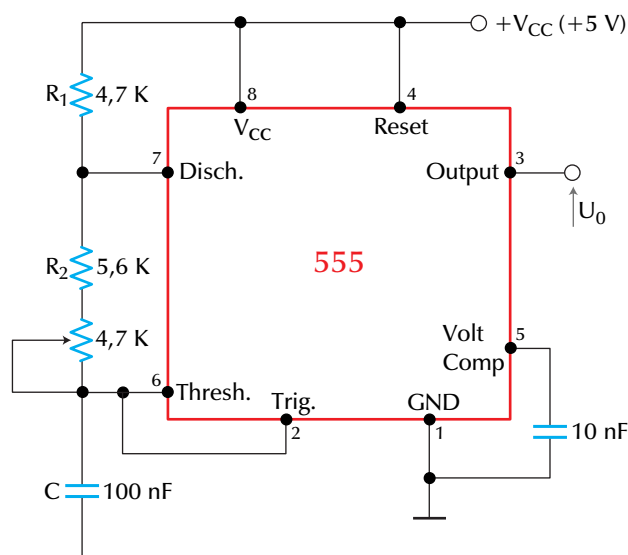
1. Να υπολογισθεί γεννήτρια τετραγωνικών παλμών
2. Να κατασκευαστεί μια τέτοια γεννήτρια.
3. Να μετρηθούν τα χαρακτηριστικά της.

E25.2 Συσκευές

1. CRO διπλής δέσμης.

E25.3 Θεωρητικό Υπόβαθρο

Το Σχ.Ε25.1 δείχνει το 555 συνδεσμοποιημένο ως γεννήτρια τετραγωνικών παλμών, δηλ. σαν αυτοδιεγειρόμενος πολυδονητής. Ο πυκνωτής C φορτίζεται μέσω των αντιστάσεων R_1 και R_2 και εκφορτίζεται μόνο μέσω της R_2 . Όταν ο πυκνωτής φορτίζεται, η έξοδος είναι H (high), ενώ όταν εκφορτίζεται είναι L (low). Η αντίσταση $R_1 + R_2$ δημιουργεί το χρόνο t_1 ενώ η R_2 το χρόνο t_2 του παλμού.



Σχ.Ε25.1. Γεννήτρια τετραγωνικών παλμών με το 555.

Οι εξισώσεις του κυκλώματος, είναι:

$$t_1 = 0.69 (R_1 + R_2)C \quad (E25.1)$$

$$t_2 = 0.69 R_2 C \quad (E25.2)$$

Περίοδος:

$$T = t_1 + t_2 = 0.69 (R_1 + 2R_2)C \quad (E25.3)$$

$$f_2 = \frac{1}{T} = \frac{1.44}{(R_1 + 2R_2) C} \quad (E25.4)$$

E25.4 ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

1. Υπολογίστε γεννήτρια τετραγωνικών παλμών κατά το Σχ.Ε25.1, με $t_1=0.7$ ms και $t_2=0.3$ ms. Πάρτε $C=100$ nF.
2. Συνδεσμολογήστε το κύκλωμα του Σχ.Ε.25.1 που υπολογίσατε προηγούμενως. Συνδέστε στην έξοδο του κυκλώματος CRO.
3. Με το ποτενσιόμετρο μηδενισμένο σχεδιάστε τις κυματομορφές στην έξοδο και στα άκρα του πυκνωτή C.
4. Καταγράψτε τους χρόνους t_1 και t_2 .
5. Μετρήστε την περίοδο και τη συχνότητα της κυματομορφής εξόδου και καταγράψτε τα αποτελέσματα.
6. Μετρήστε τους χρόνους t_r και t_f του παλμού εξόδου.
7. Υπολογίστε, από τις τιμές του κυκλώματος, τους χρόνους t_1 , t_2 , T και τη συχνότητα ταλάντωσης f_0 και καταγράψτε τις τιμές τους.
8. Βάλτε το ποτενσιόμετρο στη μέση περίπτωση και επαναλάβετε τα βήματα 4 και 5.
9. Βάλτε το ποτενσιόμετρο στη μέγιστη τιμή του και επαναλάβετε τα βήματα 4 και 5.

E25.5 Συμπεράσματα

Άσκηση 26η

ΔΙΕΓΕΡΤΗΣ SCHMITT ΜΕ ΤΟ 555

E26.1 Σκοπός

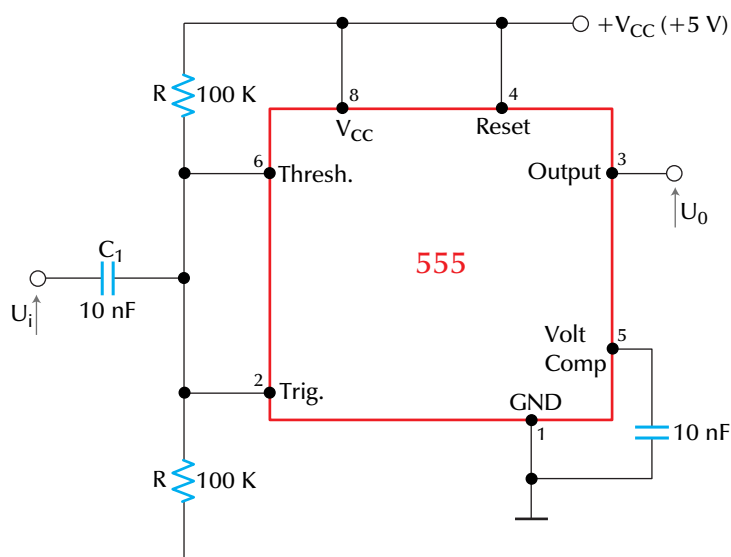
1. Η κατασκευή ενός διεγέρτη Schmitt με το 555.
2. Η μελέτη της τάσης εξόδου του.

E26.2 Συσσκευές

1. Γεννήτρια Χ.Σ.
2. CRO διπλής δέσμης.

E26.3 Θεωρητικό υπόβαθρο

Το κύκλωμα του Σχ.Ε26.1 δείχνει το χρονιστή 555 συνδεσμολογημένο ως διεγέρτη Schmitt. Το κύκλωμα αυτό μετατρέπει ένα ημιτονικό σήμα σε παλμό της ίδιας συχνότητας.



Σχ.Ε26.1. Διεγέρτης Schmitt με το 555.

Οι είσοδοι των συγκριτών, ακροδέκτες 2 και 6, συνδέονται μαζί και πολώνονται εξωτερικά στην τάση $V_{cc}/2$ μέσω δύο ίσων αντιστάσεων R . Επειδή

ο συγκριτής threshold (κατωφλιού), ακροδέκτης 6, διεγείρεται στην τάση $2V_{cc}/3$, η πόλωση που δημιουργούν οι αντιστάσεις R, βρίσκεται στο μέσο των δυο κατωφλιών.

Όταν το κύκλωμα διεγερθεί από ημιτονικό σήμα κατάλληλου ύψους, ώστε να ξεπερνά τις στάθμες των κατωφλιών, έχουμε στην έξοδο τετραγωνικό παλμό (λόγω αλλαγής κατάστασης του flip-flop). Επειδή οι αντιστάσεις είναι ίδιες, δηλ. R, το 555 πολώνεται αυτόματα για τάσεις τροφοδοσίας από 5 έως 16 V.

E26.4 ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

1. Συνδεσμολογήστε το κύκλωμα του διεγέρτη Schmitt του Σχ.Ε26.1.
2. Διεγείρετε το κύκλωμα με ημιτονικό σήμα πλάτους 3 V p-p και συχνότητας 5 kHz.
3. Σχεδιάστε στο ειδικό χαρτί τις κυματομορφές εισόδου και εξόδου.
4. Σημειώστε τις τάσεις για τις οποίες αλλάζει κατάσταση το κύκλωμα.
5. Μετρήστε το ύψος (πλάτος) και τη συχνότητα του σήματος εξόδου.
6. Μετρήστε τους χρόνους t_r και t_f .
7. Αλλάξτε την τάση τροφοδοσίας V_{cc} από 5 σε 10 V.
8. Επαναλάβετε τα βήματα 3 έως 6, αφού διεγείρετε το κύκλωμα με κατάλληλο ύψος παλμού και συχνότητα 100 kHz.

E26.5 Συμπεράσματα

E27.1 Σκοπός

E27.2 Συσκευές

- ### E27.3 Θεωρητικό Υπόβαθρο

The diagram shows a circuit with a red rectangular boundary enclosing four main components: a blue box labeled "Πηγή ρεύματος" (Current Source), a red box labeled "Διεγέρτης Schmitt" (Schmitt Trigger), a yellow box labeled "Απομονωτής τετρ. παλμ." (Square Wave Isolator), and a green box labeled "Απομονωτής τριγ. παλμ." (Triangular Wave Isolator). The circuit is powered by $+V_{CC}$ and ground. A resistor R is connected between $+V_{CC}$ and node 6. A capacitor C is connected between node 7 and ground. A voltage divider with resistors R_1 , R_2 , and R_3 is connected between $+V_{CC}$ and ground, with node 5 at the junction of R_1 and R_2 . A 1 nF capacitor is connected between node 5 and node 6. The Schmitt trigger (red box) has its input connected to node 6 and its output connected to node 3. The square wave isolator (yellow box) has its input connected to node 3 and its output connected to node 4. The triangular wave isolator (green box) has its input connected to node 4 and its output connected to node 1. The current source (blue box) has its input connected to node 1 and its output connected to node 5. The output of the Schmitt trigger is shown as a square wave, and the output of the triangular wave isolator is shown as a triangular wave.

Αποτελείται από μια πηγή σταθερού ρεύματος, δύο ενισχυτές απομόνωσης (buffer), (ένα για τον τετραγωνικό και ένα για τον τριγωνικό παλμό)

και ένα διεγέρτη *Schmitt*. Η συχνότητα εξόδου μπορεί να μεταβάλλεται σε δυναμική περιοχή 10:1 από την τάση ελέγχου V_C που εφαρμόζεται στην πηγή ρεύματος. Η τάση ελέγχου αυτή παρέχεται από το διαιρέτη τάσης R_1 , R_2 , R_3 .

Προσεγγιστικά, η συχνότητα ως συνάρτηση της τάσης ελέγχου V_C , της αντίστασης ελέγχου R και του πυκνωτή C , δίνεται από τη σχέση:

$$f_0 = \frac{2(V_{CC} - V_C)}{CRV_{CC}} \quad (\text{E27.1})$$

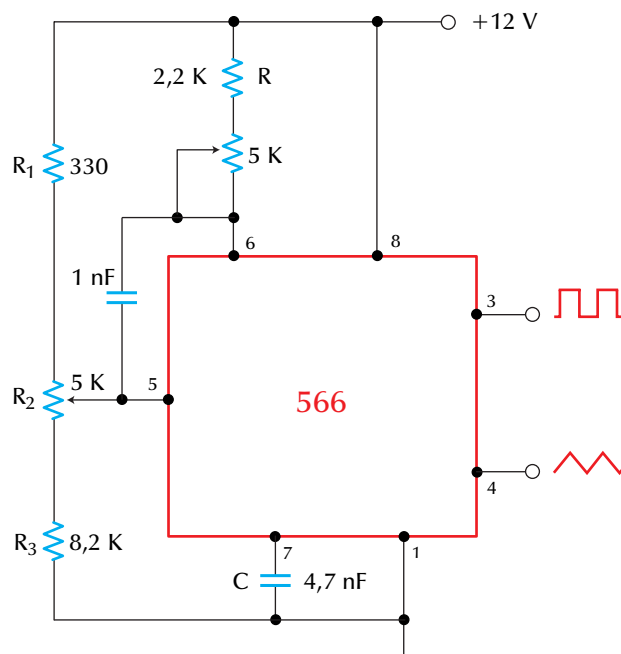
Η σχέση αυτή ισχύει με την προϋπόθεση ότι:

$$V_{CC} \geq V_C \geq 0.75V_{CC} \quad \text{και} \quad 2 \text{ k}\Omega < R < 20 \text{ k}\Omega$$

Δηλ. η τάση ελέγχου V_C δεν μπορεί να είναι μικρότερη από τα $3/4$ (0.75) V_{CC} και μεγαλύτερη από V_{CC} . Η τάση V_{CC} μπορεί να πάρει τιμές από 10 έως 24 V.

E27.4 ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

1. Συνδεσμολογήστε το παρακάτω κύκλωμα.



Σχ.Ε27.2. Ταλαντωτής VCO με το 566.

2. Τοποθετήστε το ποτ. $5\text{ k}\Omega$ της R σε τέτοια θέση ώστε στην έξοδο να πάρετε συχνότητα 10 kHz .
3. Στο ειδικό χαρτί σχεδιάστε τις κυματομορφές εξόδου (ακροδέκτες 3 και 4).
4. Μετρήστε την περίοδο και τη συχνότητα της τετραγωνικής κυματομορφής εξόδου.
5. Μετρήστε τους χρόνους t_r και t_f του τετραγωνικού παλμού εξόδου.
6. Τοποθετήστε το ποτ. R_2 στις δύο ακραίες θέσεις του και σχεδιάστε στο ειδικό χαρτί τις αντίστοιχες κυματομορφές εξόδου.
7. Μετρήστε και στις δυο πιο πάνω περιπτώσεις τη συχνότητα και την περίοδο του τετραγωνικού παλμού εξόδου.
8. Μετρήστε και στις δυο πιο πάνω περιπτώσεις τους χρόνους t_r και t_f .
9. Με τα ποτ. R_2 και R στις δυο ακραίες θέσεις τους υπολογίστε τη συχνότητα ταλάντωσης με βάση τα στοιχεία του κυκλώματος.

E27.5 Συμπεράσματα

Άσκηση 28η

ΕΝΙΣΧΥΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΜΕ ΤΕ ΚΑΙ ΒJT

Ε28.1 Σκοπός

1. Η κατασκευή ενισχυτή ισχύος 3 Watt.
2. Η μελέτη του ενισχυτή.

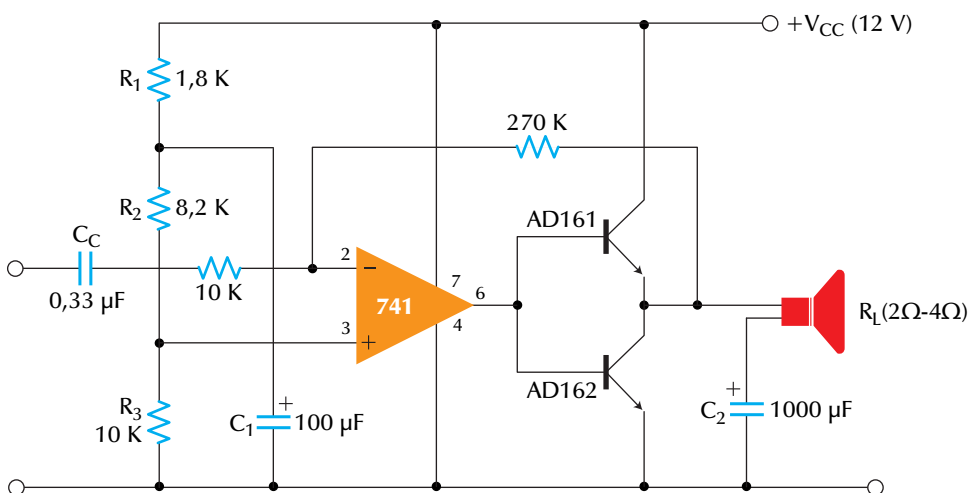
Ε28.2 Συσκευές

1. Γεννήτρια Χ.Σ.
2. CRO διπλής δέσμης.
3. ΗΒ.

Ε28.3 Θεωρητικό Υπόβαθρο

Ο τελικός σκοπός της ενίσχυσης ενός σήματος είναι να τροφοδοτήσει την τελική βαθμίδα που είναι ένα μεγάφωνο για τα συστήματα ήχου.

Οι ενισχυτές ισχύος ταξινομούνται σε τρεις βασικές κατηγορίες, ανάλογα με τον τρόπο πόλωσης του τρανζίστορ: Ενισχυτές τάξης Α, τάξης Β και τάξης C. Μερικές φορές, ο ενισχυτής σχεδιάζεται να λειτουργεί σε κάποια ενδιάμεση τάξη μεταξύ Α και Β, η οποία και ονομάζεται τάξη AB. Το Σχ.Ε28.1 δείχνει έναν ενισχυτή ισχύος 3 W που αποτελείται από έναν



Για κάθε τρανζίστορ να χρησιμοποιηθεί απαγωγέας θερμότητας 3x3 cm.

Σχ.Ε28.1. Ενισχυτής ισχύος 3 W.

ενισχυτή τάσης με τον τελεστικό IC 741 και δυο τρανζίστορ συμπληρωματικής συμμετρίας σε τάξη AB. Τα τρανζίστορ εξόδου πρέπει να ταιριάζουν (να έχουν δηλαδή τις ίδιες χαρακτηριστικές) και να έχουν μεγάλο ρεύμα.

E28.4 ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1. Συνδεσμολογήστε το κύκλωμα του Σχ.Ε28.1.
2. Μετρήστε την dc τάση στον ακροδέκτη 3 του 741 και σημειώστε την.
3. Στην έξοδο του ενισχυτή στα άκρα της θέσης του μεγαφώνου, συνδέστε CRO.
4. Στην ίδια έξοδο συνδέστε μεγάφωνο 4 Ω.
5. Διεγείρετε την είσοδο με τάση ac εισόδου συχνότητας 1 kHz και αυξήστε το πλάτος μέχρις ότου δείτε στον CRO ημιτονική μέγιστη τάση χωρίς παραμόρφωση και σημειώστε την.
6. Υπολογίστε την ισχύ στη συχνότητα αυτή χρησιμοποιώντας τη γνωστή σχέση $P = V^2 / R_L$.
7. Διεγείρετε τον ενισχυτή με τάση εισόδου πλάτους $v_i=0.5$ V συχνότητας 1 kHz, μετρήστε την αντίστοιχη τάση και σημειώστε την.
8. Μεταβάλλετε τη συχνότητα της γεννήτριας πάνω και κάτω από τη συχνότητα του βήματος 7 και σημειώστε τις συχνότητες μισής ισχύος.
9. Βρείτε τη ζώνη διέλευσης του ενισχυτή και την ενίσχυσή του σε dB.
10. Διεγείρετε τον ενισχυτή με σήμα εισόδου σταθερού πλάτους $v_i=0.5$ V και πάρτε μετρήσεις για να συμπληρώσετε τον πιο κάτω πίνακα.

f(Hz)	v_o(V)	v_o/v_i	A(dB)
10			
30			
50			
70			
100			
300			
500			
700			
1 K			
3 K			
5 K			
7 K			
10 K			
20 K			
30 K			

- 11.** Αλλάξτε την αντίσταση 270 kΩ και κάντε την 120 kΩ. Επαναλάβετε το βήμα 10.
- 12.** Στο ίδιο ημι-λογ χαρτί σχεδιάστε την καμπύλη απόκρισης των βημάτων 10 και 11.

E28.5 Συμπαράσματα

