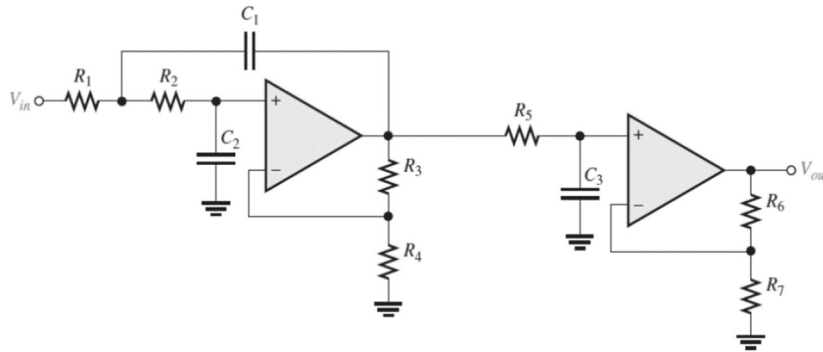


Στο ακόλουθο κύκλωμα, δίνεται ένα κύκλωμα ενεργού φίλτρου Butterworth.

α. Προσδιορίστε τον τύπο του φίλτρου (τάξης, παθητικό ή ενεργό, LP – HP – BP – BS).

β. Υποθέστε ότι όλοι οι πυκνωτές έχουν την ίδια τιμή ίση με 0,047 nF. Υπολογίστε τις τιμές των αντιστάσεων για συχνότητα αποκοπής 72 kHz θεωρώντας τις τιμές όλων των αντιστάσεων ίσες.

γ. Ποιο είναι το συνολικό κέρδος και το εύρος ζώνης του φίλτρου;



Λύση:

α. Ενεργό φίλτρο χαμηλής διέλευσης 3ης τάξης.

$$\beta. f_c = \frac{1}{2\pi R_2 C_2} = \frac{1}{2\pi R_5 C_3} \Rightarrow R = \frac{1}{2\pi f_c C} = \frac{1}{2\pi \cdot 72 \text{ kHz} \cdot 0.047 \text{ nF}} = 47 \text{ k}\Omega$$

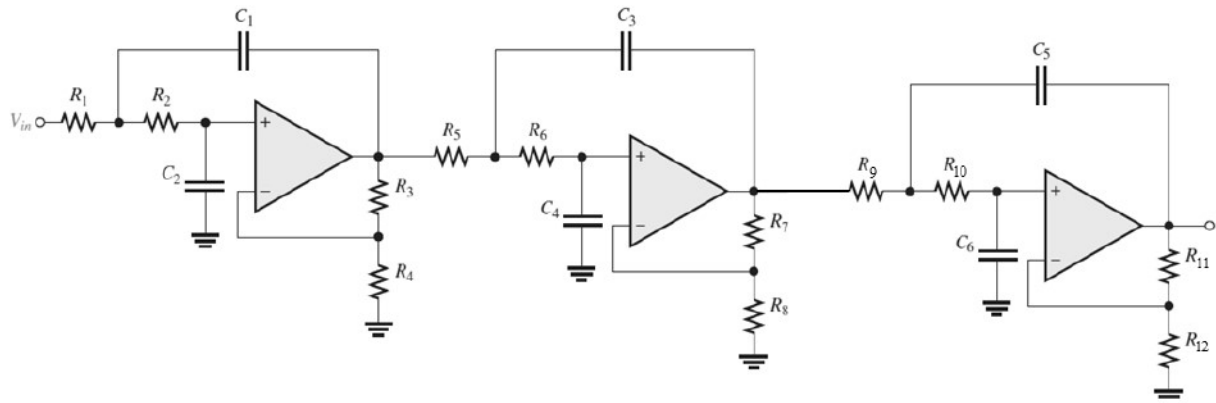
γ. $A_v = A_{v1} A_{v2} = \left(1 + \frac{R_3}{R_4}\right) \left(1 + \frac{R_6}{R_7}\right) = 2 \cdot 2 = 4$ (όλες οι αντιστάσεις θεωρούνται ίσες). Το εύρος ζώνης είναι 72 kHz.

Τροποποιήστε το παραπάνω κύκλωμα για να αυξήσετε τον ρυθμό απόρριψης στα -120 dB/δεκάδα. Η λύση θα πρέπει να περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

α. Διάγραμμα κυκλώματος.

β. Θεωρητικούς υπολογισμούς όλων των αντιστάσεων.

Λύση:



Το φίλτρο χαμηλής διέλευσης 1ης τάξης πρέπει να αντικατασταθεί με ένα φίλτρο χαμηλής διέλευσης 2ης τάξης και πρέπει να προστεθεί ένα τρίτο φίλτρο χαμηλής διέλευσης 2ης τάξης. Οι αντιστάσεις ανάδρασης και για τα δύο στάδια πρέπει να αντικατασταθούν σύμφωνα με τον πίνακα απόκρισης Butterworth:

1ο στάδιο: . Έτσι, αν επιλέξουμε $R_3=1\text{k}\Omega$ τότε η R_4 πρέπει να είναι $0,675 \cdot 1\text{k}\Omega = 675 \Omega$.

2ο στάδιο: . Έτσι, αν επιλέξουμε $R_7=1\text{k}\Omega$ τότε η R_8 πρέπει να είναι $1,7 \cdot 1\text{k}\Omega = 1,7 \text{ k}\Omega$.

2ο στάδιο: . Έτσι, αν επιλέξουμε $R_{11}=1\text{k}\Omega$ τότε η R_{12} πρέπει να είναι $14,66 \cdot 1\text{k}\Omega = 14,66 \text{ k}\Omega$.

Εφόσον η συχνότητα αποκοπής παραμένει η ίδια, όλες οι τιμές $R_1, R_2, R_5, R_6, R_9, R_{10}, C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6$ παραμένουν αμετάβλητες.

n	Factors of Butterworth Polynomials $B_n(s)$
1	$(s + 1)$
2	$(s^2 + 1.414214s + 1)$
3	$(s + 1)(s^2 + s + 1)$
4	$(s^2 + 0.765367s + 1)(s^2 + 1.847759s + 1)$
5	$(s + 1)(s^2 + 0.618034s + 1)(s^2 + 1.618034s + 1)$
6	$(s^2 + 0.517638s + 1)(s^2 + 1.414214s + 1)(s^2 + 1.931852s + 1)$
7	$(s + 1)(s^2 + 0.445042s + 1)(s^2 + 1.246980s + 1)(s^2 + 1.801938s + 1)$
8	$(s^2 + 0.390181s + 1)(s^2 + 1.111140s + 1)(s^2 + 1.662939s + 1)(s^2 + 1.961571s + 1)$
9	$(s + 1)(s^2 + 0.347296s + 1)(s^2 + s + 1)(s^2 + 1.532089s + 1)(s^2 + 1.879385s + 1)$
10	$(s^2 + 0.312869s + 1)(s^2 + 0.907981s + 1)(s^2 + 1.414214s + 1)(s^2 + 1.782013s + 1)(s^2 + 1.975377s + 1)$