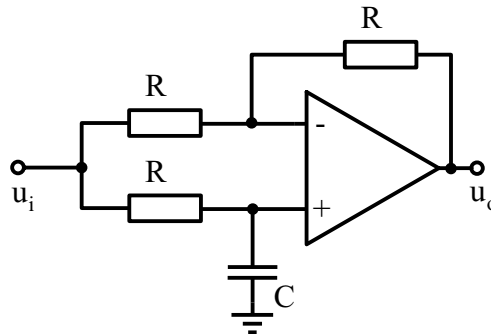


Koska suodattimien ulostulosignaalin vaihe riippuu taajuudesta, tarvitaan joskus ylimääräinen kytkentä, joka muuttaa pelkästään vaihetta. Kuvan 5.41 suodattimen jännitevahvistus on yksi taajuudesta riippumatta (kunhan pysyttyäytään operaatiovahvistimen yksikkövahvistuskaistalla).



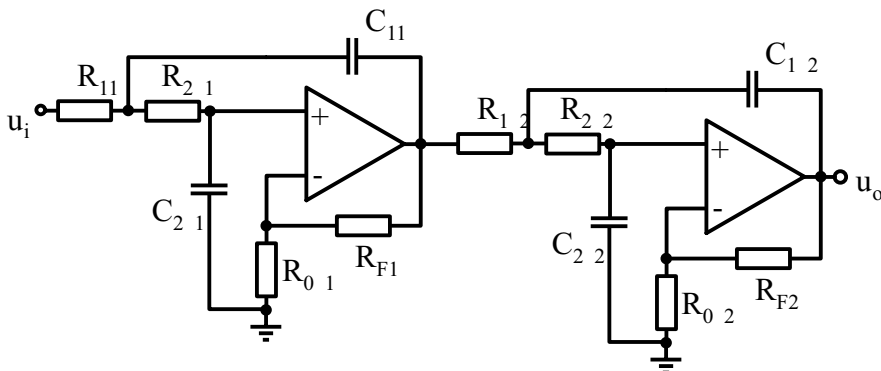
Kuva 5.41. Vaihetta muuttava all-pass suodatin.

Aikavakiota RC säätämällä voidaan lisätä $0 \rightarrow -180^\circ$ vaihe-eroa signaaliin taajuusalueella $\frac{1}{10} \cdot 2\pi RC < \omega < 10 \cdot 2\pi RC$.

Esimerkki 5.1

Mitota 4. kertaluvun Butterworthin ja Besselin alipäästösuodattimet (ylärajaaajuus 20 kHz). Valitse kapasitanssiarvot taulukon 1.3 sarakkeesta E12 ja vastusarvot sarakkeesta E96 (1% vastukset).

Tarvitaan kaksi 2. kertaluvun suodatinta peräkkäin:



Butterworth

1. aste, valitaan esim. $C_{11} = C_{21} = 820 \text{ pF}$, jolloin

$$R_{11} = R_{21} = \frac{1}{2\pi \cdot 20\text{kHz} \cdot 820\text{pF}} = 9705\Omega \approx 9,76\text{k}\Omega \quad (1\% \text{ vastus})$$

ja vahvistus ($A_{V1} = 1,152$ taulukosta 5.1)

olkoon $R_{01} = 10\text{k}\Omega$, jolloin $R_{F1} = (A_{V1} - 1) \cdot R_{01} = 1,52\text{k}\Omega \approx 1,54\text{k}\Omega$.

2. aste, vastus- ja kapasitanssiarvot voidaan asettaa samoiksi eli

$$C_{12} = C_{22} = 820 \text{ pF ja } R_{12} = R_{22} = 9,76 \text{ k}\Omega$$

ja vahvistus ($A_{V2} = 2,235$)

olkoon $R_{02} = 10\text{k}\Omega$, jolloin $R_{F2} = (A_{V2} - 1) \cdot R_{02} = 12350\Omega \approx 12,4\text{k}\Omega$.

Bessel

1. aste, valitaan esim. $C_{11} = C_{21} = 820 \text{ pF}$, jolloin (kaavasta 5.35)

$$R_{11} = R_{21} = \frac{1}{2\pi \cdot 1,432 \cdot 20\text{kHz} \cdot 820\text{pF}} = 6777\Omega \approx 6,81\text{k}\Omega$$

ja vahvistus ($A_{V1} = 1,084$)

olkoon $R_{01} = 10\text{k}\Omega$, jolloin $R_{F1} = (A_{V1} - 1) \cdot R_{01} = 840\Omega \approx 845\Omega$.

2. aste, valitaan esim. $C_{12} = C_{22} = 820 \text{ pF}$, jolloin

$$R_{12} = R_{22} = \frac{1}{2\pi \cdot 1,606 \cdot 20\text{kHz} \cdot 820\text{pF}} = 6043\Omega \approx 6,04\text{k}\Omega$$

ja vahvistus ($A_{V2} = 1,759$)

olkoon $R_{02} = 10\text{k}\Omega$, jolloin $R_{F2} = (A_{V2} - 1) \cdot R_{02} = 7590\Omega \approx 7,5\text{k}\Omega$.