

Az egyszeres negatív visszacsatolású sávszűrő műveleti erősítője, a negatív visszacsatolást végző hálózat mellett kap egy soros előtét hálózatot is. A 11.30. ábrán szemléltetett áramkör soros hálózata az R/a és aC felüláteresztő RC -tagból áll, az R/b és bC jellemzőjű RC -tag pedig aluláteresztő szűrőt alkot. A szűrőkarakterisztika meredekségét még a negatív visszacsatoló ágban elhelyezett kettős T szűrő is növeli, úgy hogy rezonanciafrekvencián visszacsatoló hatása elhanyagolható, rezonanciafrekvencián kívül azonban erősen visszacsatolja az áramkört. Az áramkör erősítésére az

$$A_v = -\frac{U_{ki}}{U_{be}} = \frac{2aRCp}{1 + 2bRCp + R^2C^2p^2}$$

összefüggést kapjuk.

$$f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$$

rezonanciafrekvencia helyettesítésével a normalizált képlet:

$$A_v = \frac{2aP}{1 + 2bP + P^2}$$

A (11.17) egyenlettel végzett együttható-összehasonlítás után az eredmény

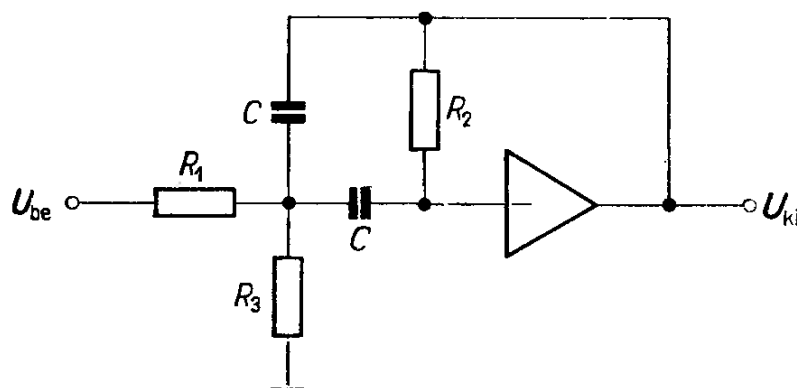
$$Q = \frac{1}{2b} \quad \text{és} \quad A_r = \frac{a}{b}$$

Látható, hogy a rezonanciafrekvencia, a jósági tényező és az erősítés rezonanciafrekvencián egymástól függetlenül vehető fel.

Az egyes részáramkörök viszonylag bonyolultak. Előnyös, ha készen kapható kis toleranciájú és hőmérsékletkompenzált kettős T szűrőket alkalmazunk. Nagy jósági tényező mellett a kis tolerancia feltétlenül szükséges, mert az áramkör különben begerjedhet.

Az R/b és bC jelű RC -tagot megtakaríthatjuk, ha a kettős T szűrő méretezésébe azt is bevonjuk, de az így meghatározott, aszimmetrikus kettős T szűrő nem kapható készen a kereskedelemben. Ebben az esetben a méretezés valamivel bonyolultabb [11.8.].

11.5.4. Többszörös visszacsatolású sávszűrő



11.31. ábra. Többszörös negatív visszacsatolású sávszűrő

Rezonanciafrekvencia:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi C} \sqrt{\frac{R_1 + R_3}{R_1 R_2 R_3}}$$

Erősítés f_0 frekvencián:

$$A_r = \frac{R_2}{2R_1}.$$

Jósági tényező:

$$Q = \pi R_2 C f_0.$$

Sávszélesség:

$$B = \frac{1}{\pi R_2 C}.$$

A 11.31. ábrán látható többszörös visszacsatolású szűrő alkatrészigénye nem nagy. Az áramkör erősítése:

$$A_v = \frac{\frac{R_2 R_3}{R_1 + R_3}}{1 + \frac{2R_1 R_3}{R_1 + R_3} C \omega_0 P + \frac{R_1 R_2 R_3}{R_1 + R_3} C^2 \omega_0^2 P^2}.$$

A (11.17) egyenlettel való összehasonlítás alapján P^2 együtthatója szükségszerűen: 1. Ebből a rezonanciafrekvencia:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi C} \sqrt{\frac{R_1 + R_3}{R_1 R_2 R_3}}. \quad (11.18)$$

Ha ezt az összefüggést behelyettesítjük a frekvenciamenet egyenletébe, akkor a (11.17) összefüggés együtthatóival való összehasonlítás után a következő eredményeket kapjuk:

$$A_r = \frac{R_2}{2R_1}, \quad (11.19)$$

$$Q = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{R_2(R_1 + R_3)}{R_1 R_3}} = \pi R_2 C f_0. \quad (11.20)$$

Látható, hogy az erősítés, a jósági tényező és a rezonanciafrekvencia ismét függetlenül választható meg.

A szűrő sávszélessége a (11.20) egyenletből:

$$B = \frac{f_0}{Q} = \frac{1}{\pi R_2 C}.$$

A sávszélesség R_1 -től és R_3 -tól független, de a (11.19) egyenlet szerint A_r R_3 -tól nem függ. Ezért R_3 -mal változtathatjuk a rezonanciafrekvenciát a sávszélesség és az erősítés megváltoztatása nélkül. Ha elhagyjuk az R_3 ellenállást, akkor a szűrő működésképes marad, azonban jósága A_r -től függ, ugyanis a (11.20) egyenletből, ha $R_3 \rightarrow \infty$, akkor

$$A_r = 2Q^2.$$

Ahhoz, hogy a kapcsolás hurokerősítése egynél sokkal nagyobb legyen, a műveleti erősítő nyílt hurkú erősítésének is lényegesen nagyobbak kell lennie $2Q^2$ -nél. Az R_3 ellenállást alkalmazva kis A_r erősítés esetén is lehet nagy a jósági tényező. A 11.31. ábra alapján belátható, hogy az erősítés azért csökken, mert a bemenő jelet az $R_1 R_3$ feszültségosztó leosztja, ezért ebben az esetben is olyan műveleti erősítőre van szükség, amelynek nyílt hurkú erősítése $2Q^2$ -nél lényegesen nagyobb. Ez a követelmény

azért szigorú, mert a rezonanciafrekvencián is teljesülnie kell. A műveleti erősítő kiválasztásánál ezt különösen nagyfrekvencián vegyük tekintetbe.

Az áramkör méretezését ismételjük át egy számpélda segítségével. A sávszűrő f_0 rezonanciafrekvenciája: 10 Hz, Q jósági tényezője pedig: 100. Az átvitel határfrekvenciái: 9,95 Hz és 10,05 Hz. Az A_r erősítés rezonanciafrekvencián legyen 10. Az egyik áramköri elemet szabadon megválaszthatjuk, legyen pl. $C=1 \mu\text{F}$. A (11.20) egyenletből:

$$R_2 = \frac{Q}{\pi f_0 C} = 3,18 \text{ M}\Omega.$$

Ezzel a (11.19) összefüggésből:

$$R_1 = \frac{R_2}{2A_{vr}} = 159 \text{ k}\Omega.$$

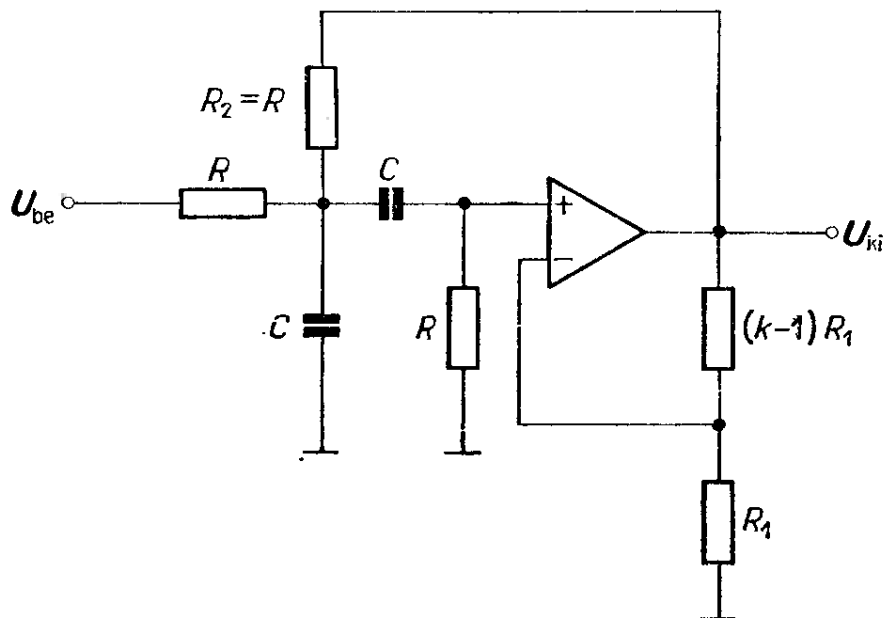
Az R_3 ellenállást a (11.18) egyenletből kapjuk meg:

$$R_3 = \frac{R_1}{4\pi^2 f_0^2 C^2 R_1 R_2 - 1} = 79,5 \Omega.$$

A műveleti erősítő nyílt hurkú erősítése rezonanciafrekvencián $2Q^2=20\,000$ -nél nagyobb legyen.

Az áramkör előnyös tulajdonsága az, hogy kissé pontatlan méretezés esetén sem hajlamos gerjedésre a rezonanciafrekvencián. A műveleti erősítőt természetesen frekvenciakompenzálással is el kell látni, mert egyébként nagyfrekvenciás gerjedés lép fel.

11.5.5. Egyszeres pozitív visszacsatolású sávszűrő



11.32. ábra. Egyszeres pozitív visszacsatolású sávszűrő

Rezonanciafrekvencia:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi RC}.$$

Erősítés f_0 rezonanciafrekvencián:

$$A_r = \frac{k}{3-k}.$$