

Egyszerű aktív sávszűrő

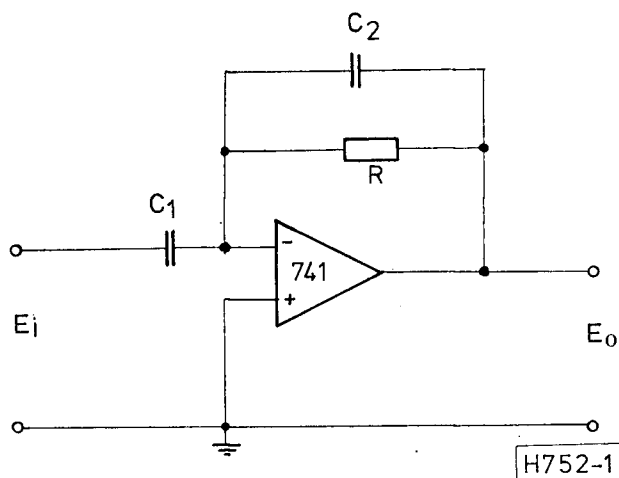
DULLU, U. K.—
DR. SHARMA, R. S.
University of Kashmir
Department of Physics

Bevezetés

A műveleti erősítő egypólusú helyettesítő képe alapján a nyitott hurkú frekvenciamenet a következő egyenlettel írható le:

$$A(s) = \frac{A_0 \omega_0}{s + \omega_0}, \quad (1)$$

ahol A_0 a nyitott hurkú egyenáramú erősítés és ω_0 a nyitott hurkú 3 dB-es sávzélesség rad/s-ban. Ezt a helyettesítő képet használjuk fel gazdaságos, stabil és nagy frekvenciatartományban alkalmazható aktív szűrők szintéziséhez [1...5].



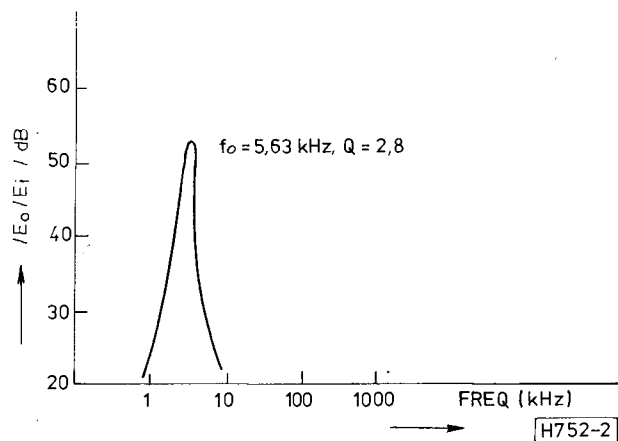
1. ábra. Aktív szűrő

A cikk egy gazdaságos aktív sávszűrőt ismertet, amely az aktív elemen kívül csak két kondenzátort és egy ellenállást tartalmaz, és amelynek érzékenysége az aktív és passzív elemek megváltozására egyaránt igen csekély.

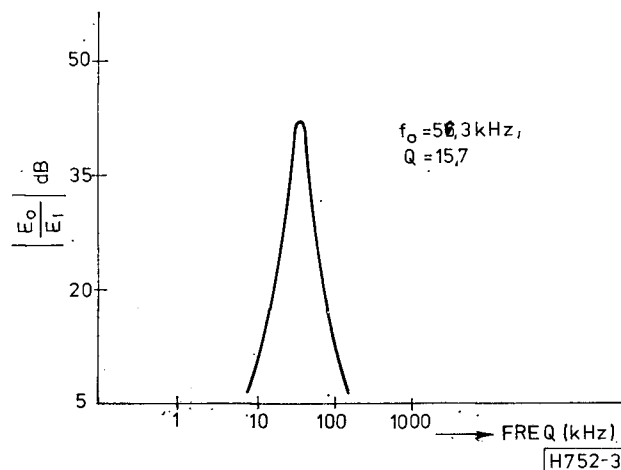
A szűrő elmélete

Az 1. ábrán látható áramkör átviteli függvénye a következő:

Fordította: May Péter
Beérkezett: 1980. VII. 22.



2. ábra. Az áramkör átvitele a frekvencia függvényében



3. ábra. Az áramkör átvitele a frekvencia függvényében

$$\frac{E_0}{E_i} = \frac{Z_f(s)}{Z_i(s)} \frac{1}{1 + \frac{1}{A} \left[1 + \frac{Z_f(s)}{Z_i(s)} \right]}, \quad (2)$$

ahol

$$Z_f(s) = \frac{R}{1 + sRC_2}$$

és

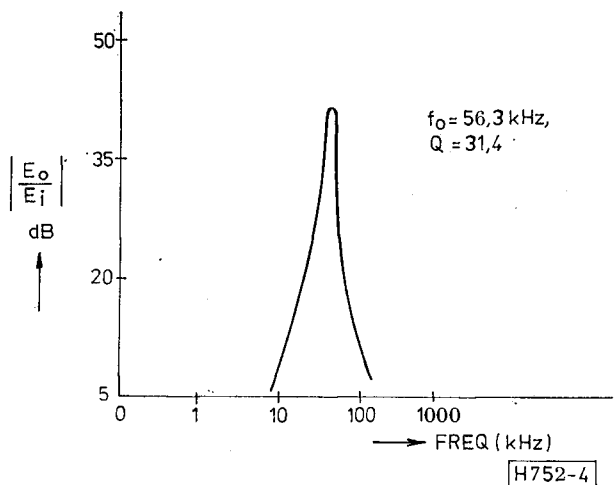
$$Z_i(s) = \frac{1}{sC_1}$$

1. táblázat

R ohm	C ₁ F	C ₂ F	f ₀ kHz	Q	Átvitel (ábra)
10 ⁵	10 ⁻⁷	10 ⁻¹⁰	5,63	2,8	2
10 ³	10 ⁻⁷	10 ⁻¹⁰	56,3	15,7	3
10 ³	10 ⁻⁷	10 ⁻¹¹	56,3	31,4	4
10 ⁴	10 ⁻⁹	10 ⁻¹³	178,1	11,0	5
10 ⁵	10 ⁻¹¹	10 ⁻¹³	563,6	3,1	6

2. táblázat

ω _c -érzékenység	Q-érzékenység
$S_{A_0}^{\omega_c} = -\frac{A_0}{2(A_0+1)}$	$S_{A_0}^Q = \frac{A_0}{2(A_0+1)} \frac{A_0\omega_0 RC_2}{\omega_0 R[C_2 A_0(C_1+C_2)]+1}$
$S_{\omega_0}^{\omega_c} = \frac{1}{2}$	$S_{\omega_0}^Q = \frac{1}{2} \frac{\omega_0 R[C_2 A_0 + (C_1+C_2)]}{\omega_0 R[C_2 A_0 + (C_1+C_2)]+1}$
$S_R^{\omega_c} = -\frac{1}{2}$	$S_R^Q = \frac{1}{2} \frac{\omega_0 R[C_2 A_0 + (C_1+C_2)]}{\omega_0 R[C_2 A_0 + (C_1+C_2)]+1}$
$S_{C_1}^{\omega_c} = -\frac{C_1}{2(C_1+C_2)}$	$S_{C_1}^Q = \frac{C_1}{2(C_1+C_2)} \frac{\omega_0 C_1 R}{\omega_0 R[C_2 A_0 + (C_1+C_2)]+1}$
$S_{C_2}^{\omega_c} = -\frac{C_2}{2(C_1+C_2)}$	$S_{C_2}^Q = \frac{C_2}{2(C_1+C_2)} \frac{C_2\omega_0 R(A_0+1)}{\omega_0 R[C_2 A_0 + (C_1+C_2)]+1}$



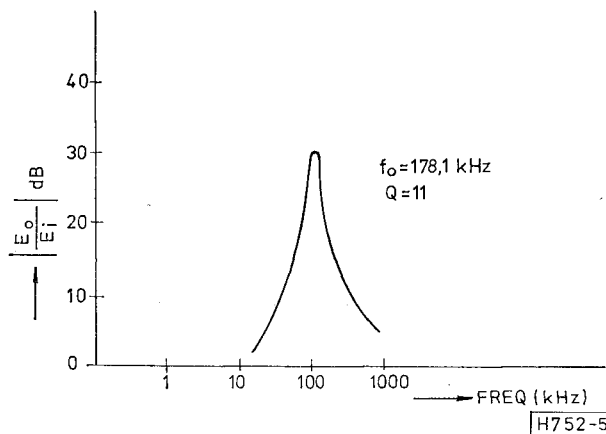
4. ábra. Az áramkör átvitele a frekvencia függvényében

Így

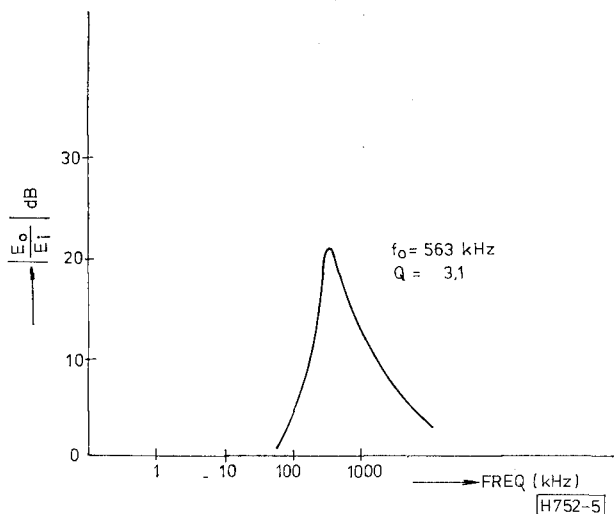
$$\frac{E_0}{E_i} = \frac{-sRC_1 A}{A(1+sRC_2) + [1+sR(C_1+C_2)]} \quad (3)$$

Helyettesítsük be (3)-ba az erősítő A erősítésének az egypólusú helyettesítő kép alapján kapott (1) kifejezését:

$$\frac{E_0}{E_i} = \frac{\frac{sA_0\omega_0 RC_1}{R(C_1+C_2)}}{s^2 + s \left[\frac{A_0\omega_0 RC_2}{R(C_1+C_2)} + \frac{1}{R(C_1+C_2)} \right] + \frac{(A_0+1)\omega_0}{R(C_1+C_2)}} \quad (4)$$



5. ábra. Az áramkör átvitele a frekvencia függvényében



6. ábra. Az áramkör átvitele a frekvencia függvényében

A (4) egyenletből látható, hogy az áramkör sáváteresztő jellegű; az ω_c sávközép-frekvenciát, a Q jósági tényezőt és a H₀ sávközépi erősítést a következő kifejezések adják:

$$\omega_c = \left[\frac{(A_0+1)\omega_0}{R(C_1+C_2)} \right]^{1/2} \quad (5)$$

$$Q = \frac{[(A_0+1)\omega_0 R(C_1+C_2)]^{1/2}}{\omega_0 RC_1 + \omega_0 RC_2(A_0+1) + 1} \quad (6)$$

$$H_0 = \frac{A_0\omega_0 RC_1}{\omega_0 RC_1 + \omega_0 RC_2(A_0+1) + 1} \quad (7)$$

Tételezzük fel, hogy a műveleti erősítő jellemzői a következők: A₀ = 2 · 10⁵, ω₀ = 20π rad/s.

Különböző R, C₁ és C₂ értékek behelyettesítése esetén a sávszűrő paramétereit az 1. táblázat tartalmazza.

Az eredményekből látható, hogy C₁ állításával ω_c könnyen beállítható úgy, hogy Q megváltozása elhanyagolható legyen. Ugyanígy C₂ állításával Q állítható be ω_c jelentősebb megváltozása nélkül.

Érzékenység

Az N változó X paraméterre vonatkozó érzékenységét a következő kifejezés adja:

$$S_X^N = \frac{X}{N} \frac{dN}{dX}. \quad (8)$$

Az általunk tárgyalt áramkör ω_c és Q változójának a különböző paraméterekre vonatkozó érzékenységét a 2. táblázat tartalmazza.

Az áramkör ω_c és Q érzékenysége gyakorlatilag független az áramköri elemek értékének megváltozásától.

I R O D A L O M

- [1] Gramme, J. G.—Tobey, G. E.—Muelsman, L. P.: Operational amplifier design and application. MacGraw Hill, 1971. p. 301.
- [2] Muelsman, L. P.: Active Filters — Lumped, Distributed, Integrated, Digital and Parametric. MacGraw Hill, 1970.
- [3] Ryder, J. D.: Electronic fundamentals and applications integrated and discrete systems. Prentice Hall of India
- [4] Meulsman, L. P.: Theory and Design of Active R. C. Circuits. Tata—MacGraw Hill
- [5] Fawzy, M.—Soliman, A. M.: A bandpass filter using the operational amplifier pole. IEEE. J. Solid State Circuits, Vol. Sc. 12. pp. 429—430. Aug. 1977.