



Univerza v Ljubljani



Fakulteta za elektrotehniko

**PASOVNO PREPUSTNI FILTER DRUGEGA REDA
(Seminarska naloga)**

Predmet: Komunikacijska vezja

Kamnik, marec 2002

Klemen Romšak

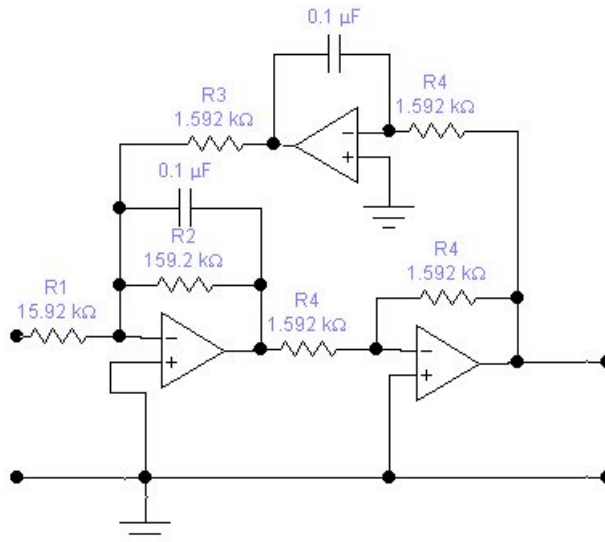
1. Uvod

Za seminarsko nalogo sem si zadal izračun in izdelavo pasovno prepustnega filtra 2. reda. Izbrano vezje na spodnji sliki ima naslednje dobre lastnosti:

enostavno nastavljanje parametrov (ojačanje, kvaliteta, centralna frekvenca)

kvaliteta 100 ali več (dobra selektivnost)

stabilnost

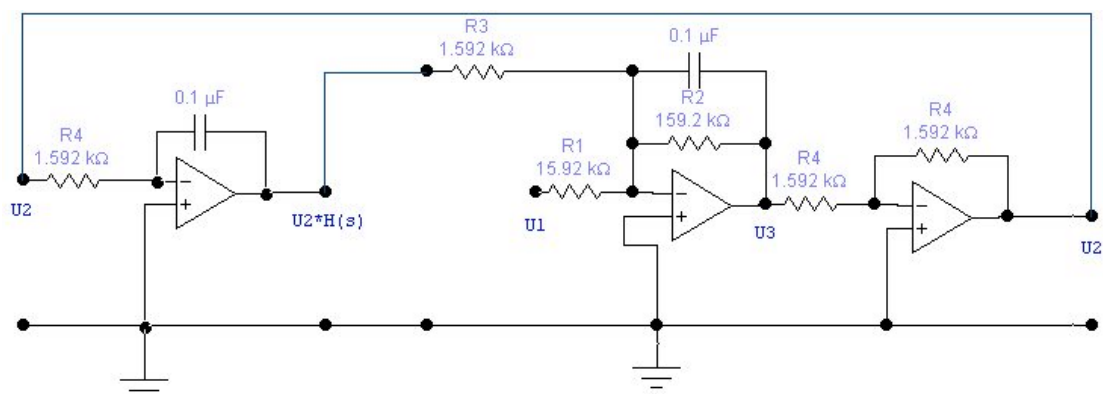


Slika 1: Shema pasovno prepustnega filtra 2. reda

Ojačanje nastavljam s spreminjanjem R_1 , kvaliteto Q s spreminjanjem R_2 , sprememba R_3 pa vpliva na centralno frekvenco.

2. Izračun prevajalne funkcije vezja

Zaradi boljše preglednosti sem vezje razdelil na dva dela:



Slika 2: Shema istega vezja nekoliko drugače

Iz slike je razvidno:

$$H(s) = -\frac{X_c}{R_4}$$

Sedaj lahko napišemo vozliščno enačbo:

$$\frac{U_2 \cdot H(s)}{R_3} + \frac{U_1}{R_1} + U_3 \cdot Y_1 = 0$$

$$U_3 = -U_2$$

$$Y_1 = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{X_c}$$

Te tri enačbe združimo v eno in iz nje izrazimo razmerje U_2/U_1 oziroma prevajalno funkcijo $H_f(j\omega)$:

$$\frac{U_2 \cdot H(s)}{R_3} + \frac{U_1}{R_1} = U_2 \cdot Y_1$$

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{\frac{1}{R_1}}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{X_c} + \frac{X_c}{R_3 \cdot R_4}}$$

Sedaj pomnožimo števec in imenovalac s faktorjem s/C . Dobimo izraz, ki je prevajalna funkcija izbranega filtra:

$$H_f(s) = \frac{U_2}{U_1} = \frac{\frac{1}{R_1 C} \cdot s}{s^2 + \frac{1}{R_2 C} \cdot s + \frac{1}{R_3 R_4 C^2}}$$

Zgornja funkcija ima ničlo $s_n=0$ ter pola $s_{p1}=31,4+j6281,3$ in $s_{p2}=31,4-j6281,3$ (ob upštevanju vrednosti elementov, ki so navedene na naslednji strani).

Zamenjamo še s z $j\omega$ in dobimo:

$$H_f(j\omega) = \frac{U_2}{U_1} = \frac{\frac{1}{R_1 C} \cdot j\omega}{(j\omega)^2 + \frac{1}{R_2 C} \cdot j\omega + \frac{1}{R_3 R_4 C^2}}$$

Dobljeni rezultat sem preveril tudi s pomočjo knjige Rapid practical design of active filters.

Filter višjega reda enostavno naredimo s kaskadno vezavo večih filtrov 2. reda. Npr.: pasovno prepustni filter 4. reda dobimo s kaskado dveh filtrov 2. reda.

3. Realizacija filtra

Narediti želim filter s centralno frekvenco $f_0=1$ kHz, ojačanjem $G=10$ in kvaliteto $Q=100$. Iz grafa v knjigi [1] vidim, da je za to frekvenco potreben kondenzator $C=0,1 \mu\text{F}$ ($C'=0,1$). Izračunam faktor K , ki ga potrebujemo za izračun vseh upornosti.

$$K = \frac{100}{f_0 \cdot C'} = 1$$

Vrednosti upornosti so:

$$R_1 = 1,592 \cdot \frac{Q}{G} \cdot K = 15,92 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 1,592 \cdot Q \cdot K = 159,2 \text{ k}\Omega$$

$$R_3 = 1,592 \cdot K = 1,592 \text{ k}\Omega$$

$$R_4 = R_3 = 1,592 \text{ k}\Omega$$

Ker so izračunane vrednosti upornosti nestandardne, sem izbral najbližje standardne vrednosti, kakršne je možno dobiti v trgovini. Izbrane vrednosti so:

$$R_1 = 16 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 160 \text{ k}\Omega$$

$$R_3 = 1,6 \text{ k}\Omega$$

$$R_4 = 1,6 \text{ k}\Omega$$

Pri meritvi sem preveril še dejansko kvaliteto izdelanega filtra. Z izmerjenega grafa prenosne karakteristike sem odčital centralno frekvenco in obe frekvenci, pri katerih pade ojačenje za 3 dB.

$$Q = \frac{f_0}{B} = \frac{1087,8\text{Hz}}{1095,5\text{Hz} - 1079,7\text{Hz}} = 68,8$$

Kvaliteta sicer odstopa od željene vrednosti (100), vendar je kljub temu zadovoljiva.

Literatura:

- [1] David L. Johnson, John L. Hilburn: *Rapid practical design of active filters* (John Wiley and sons, 1975)
- [2] C.J. Savant, Martin S. Roden, Gordon L. Carpenter: *Electronic design* (The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., 1991)