

Circuite RLC

1. Scopul lucrării

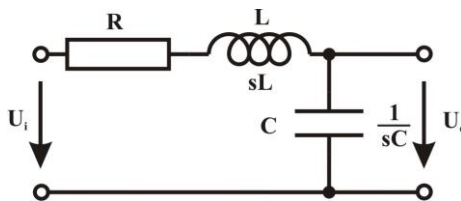
Lucrarea prezintă o modalitate de realizare practică a filtrelor analogice, prin utilizarea unor circuite formate din 3 elemente: R, L, C.

2. Considerații teoretice

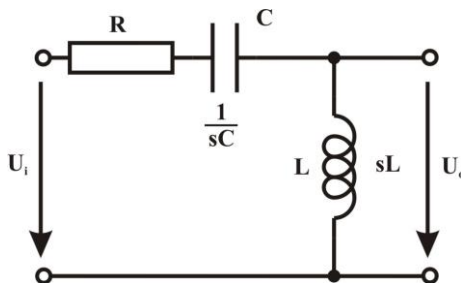
Circuitele RLC sunt filtre analogice care, prin aranjarea corespunzătoare ale celor 3 elemente, implementează oricare din cele 4 tipuri: FTJ, FTS, FTB, FOB. Există două tipuri de conectare a elementelor: topologia (conexiunea) „serie” și topologia „paralel”.

A. Conexiunea serie.

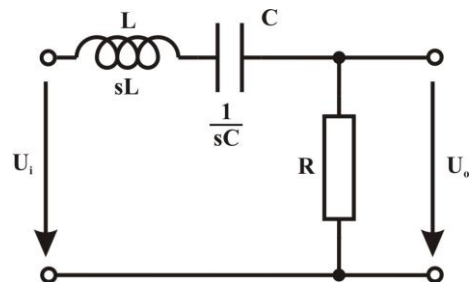
a) Filtrul trece-jos



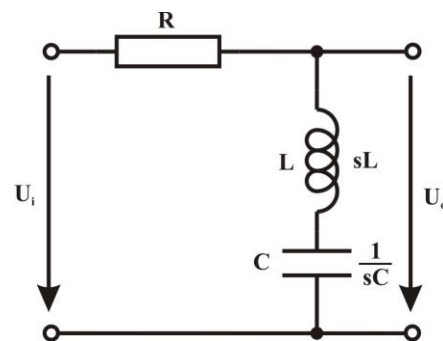
b) Filtrul trece-sus



c) Filtrul trece-bandă



d) Filtrul oprește-bandă



3. Exemple

Pentru circuitul RLC serie de la punctul a) determinarea funcției de transfer se face astfel:

$$G(s) = \frac{U_o(s)}{U_i(s)}$$

cu $U_i(s) = \left(R + sL + \frac{1}{sC}\right) \cdot I(s)$ și $U_i(s) = \frac{1}{sC} \cdot I(s)$ de unde obținem

$$G(s) = \frac{1}{s^2 LC + sRC + 1} = \frac{\frac{1}{LC}}{s^2 + \frac{R}{L}s + \frac{1}{LC}} = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^2}$$

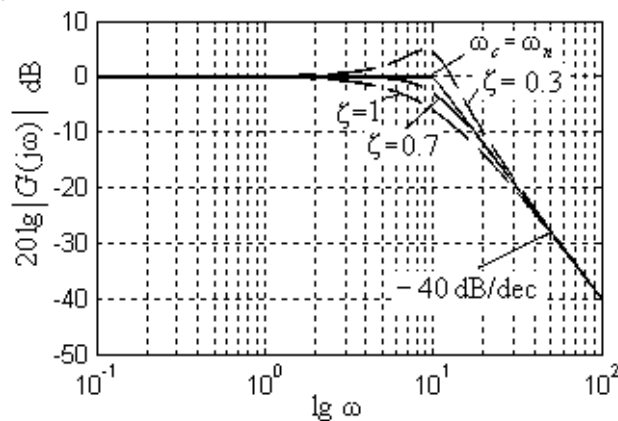
în care am notat $\omega_n = \sqrt{\frac{1}{LC}}$ și $\xi = \frac{1}{2\omega_n} \frac{R}{L}$.

Se observă că acest circuit este un element de ordinul 2.

Caracteristica Bode de amplitudine este:

$$|G(j\omega)| = \left| \frac{\omega_n^2}{(j\omega)^2 + 2\xi\omega_n \cdot j\omega + \omega_n^2} \right| = \frac{1}{\left| 1 - \left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2 + 2j\xi \frac{\omega}{\omega_n} \right|} = \frac{1}{\sqrt{\left[1 - \left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2 \right]^2 + 4\xi^2 \left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2}}$$

$$\bar{G}(\omega) = 20\lg|G(j\omega)| = -20\lg \sqrt{\left[1 - \left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2 \right]^2 + 4\xi^2 \left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2} \cong \begin{cases} 0, & \text{pentru } \omega < \omega_n \\ -40\lg\left(\frac{\omega}{\omega_n}\right), & \text{altfel} \end{cases}$$



4. Exerciții

1. Determinați funcțiile de transfer ale celor 4 tipuri de filtre RLC. Determinați expresiile $|G(j\omega)|$ și $|G(j\omega)|^{dB}$ ⁽¹⁾.
2. Scrieți un program Matlab care trasează caracteristicile de frecvență (Bode) ale celor 4 filtre și răspunsurile lor la intrări de tip treaptă unitară și impuls Dirac. (Notați graficele obținute.). Se vor considera inițial valorile

¹ Caracteristica logaritmică de frecvență este $|G(j\omega)|^{dB} = 20\lg|G(j\omega)|$

$R = 1$ $L = 0.1$ $C = 0.001$, apoi se vor alege alte 5 seturi pentru fiecare filtru. *Indicație.* Se vor folosi funcțiile Matlab **step**, **impulse** și **bode**.

3. Studiați efectul modificării factorului de amortizare ξ asupra caracteristicii Bode de amplitudine. Modificarea valorii ξ se va face prin modificarea valorilor R , L , C . *Indicație:* Utilizați programul de la ex. 2.
4. Proiectați un FTB pentru filtrarea vocii umane. (Vocea umană are spectrul de frecvențe în domeniul $[300, 3400]$ Hz.
5. Desenați schemele filtrelor RLC în conexiune „paralel”.