

PROGETTO DI FILTRI LC

Soluzioni

1. Il filtro LC a scala passa basso normalizzato (NLP) risulta avere $\Omega_s = 3,25$. Le specifiche richieste sono soddisfatte dal filtro C032518, tratto dal catalogo. I valori dei componenti letti dal catalogo sono:

$$c_1 = c_3 = 1.293850 \quad , \quad c_2 = 0.067346 \quad , \quad l_2 = 1.076654 \quad , \quad r_g = r_u = 1$$

Il filtro finale si ottiene denormalizzando rispetto a $f_0 = 8 \times 10^3$ e $R_0 = 600$.

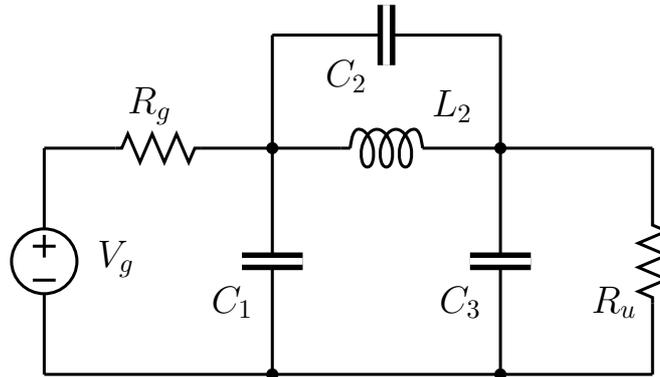


Figura 1. Filtro passa basso LC

I valori finali dei componenti sono:

$$C_1 = \frac{c_1}{R_0 \omega_0} = 42,90 \text{ nF} \quad , \quad C_3 = C_1$$

$$C_2 = \frac{c_2}{R_0 \omega_0} = 2,233 \text{ nF}$$

$$L_2 = l_2 \frac{R_0}{\omega_0} = 12,85 \text{ mH}$$

$$R_g = r_g \times R_0 = 600 \Omega \quad , \quad R_u = R_g$$

2. La trasformazione NLP \rightarrow HP richiede $f_0 = 15 \text{ kHz}$. Il filtro passa basso normalizzato corrispondente al filtro passa alto da progettare risulta avere $\Omega_s = 15/8 = 1,875$. Gli altri parametri di progetto sono legati alla risposta alla Chebyshev richiesta:

$$\epsilon = \sqrt{10^{0.1\alpha_M} - 1} = 0.590731$$

$$n \geq \frac{\text{arccosh}\left(\sqrt{10^{0.1\alpha_m} - 1}/|\epsilon|\right)}{\text{arccosh}(\Omega_s)} = 4.7 \quad , \quad \text{da cui si può assumere } n = 5.$$

Le specifiche richieste sono soddisfatte dal filtro C0550T, tratto dal catalogo. Per poter avere una soluzione finale con il minor numero di induttori, scelgo il filtro NLP con il maggior numero di induttori.

I valori dei componenti letti dal catalogo sono:

$$c_2 = c_4 = 1.035140 \quad , \quad l_1 = l_5 = 2.319533 \quad , \quad l_3 = 3.204718 \quad , \quad r_g = r_u = 1$$

Il filtro finale si ottiene usando le formule legate alla trasformazione di frequenza NLP \rightarrow HP, con $f_0 = 15 \times 10^3$ e denormalizzando rispetto a $R_0 = 50$.

I valori finali dei componenti sono:

$$C_1 = \frac{1}{R_0 \omega_0 l_1} = 91,487 \text{ nF} \quad , \quad C_5 = C_1$$

$$C_3 = \frac{1}{R_0 \omega_0 l_3} = 66,217 \text{ nF}$$

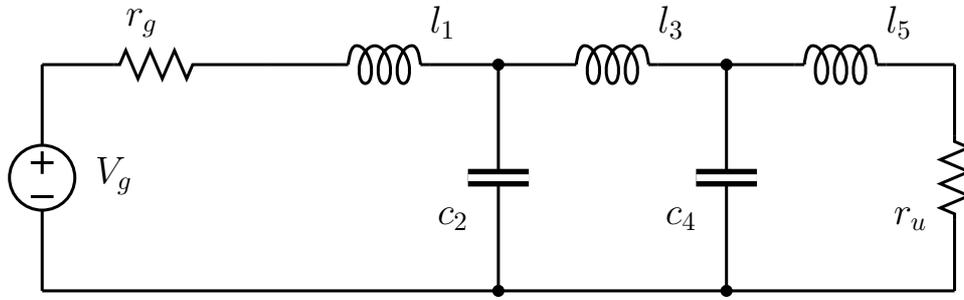


Figura 2. Filtro passa basso normalizzato, con più induttori che condensatori

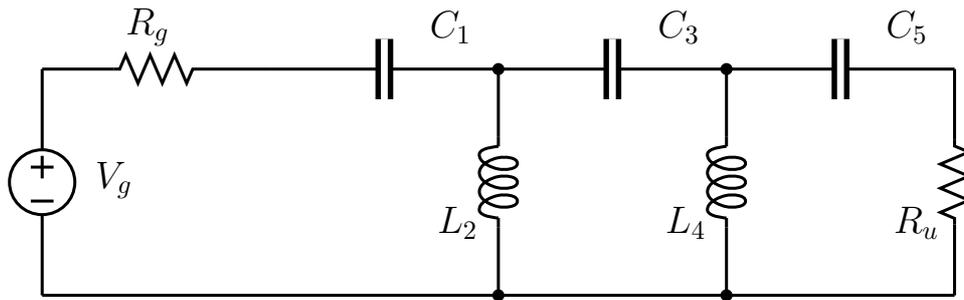


Figura 3. Filtro passa alto finale

$$L_2 = \frac{R_0}{\omega_0 c_2} = 512,52 \mu\text{H} \quad , \quad L_4 = L_2$$

$$R_g = r_g \times R_0 = 50 \Omega \quad , \quad R_u = R_g$$

3. La trasformazione NLP \rightarrow BP richiede:

$$f_0 = \sqrt{3000 \times 3400} = 3193.74 \text{ Hz}$$

$$Q_0 = f_0 / (3.4 - 3.0) = 7.984$$

Il filtro passa basso normalizzato corrispondente al filtro passa banda da progettare risulta avere $\Omega_s = 5.204$.

Gli altri parametri di progetto sono legati alla risposta alla Butterworth richiesta:

$$\epsilon = \sqrt{10^{0.1\alpha_M} - 1} = 0.258$$

$$n \geq \frac{\alpha_m - 20 \log \epsilon}{20 \log(\Omega_s)} = 2.91 \quad , \quad \text{da cui si può assumere } n = 3.$$

Le specifiche richieste sono soddisfatte dal filtro C0325P, tratto dal catalogo. La scelta tra le due soluzioni possibili è indifferente. Si sceglie la configurazione indicata in figura.

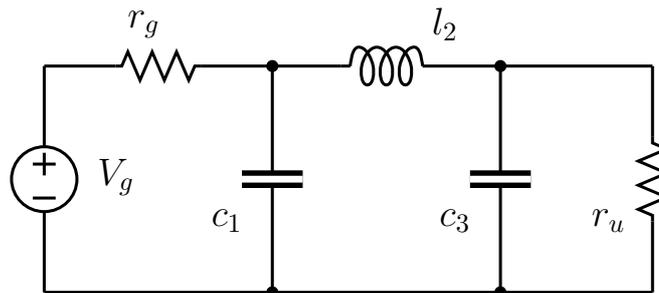


Figura 4. Filtro passa basso normalizzato C0325P

I valori dei componenti letti dal catalogo sono:

$$c_1 = c_3 = 0.636773 \quad , \quad l_2 = 1.273546 \quad , \quad r_g = r_u = 1$$

Il filtro finale si ottiene applicando le formule legate alla trasformazione di frequenza NLP \rightarrow BP e denormalizzando rispetto a $R_0 = 75$.

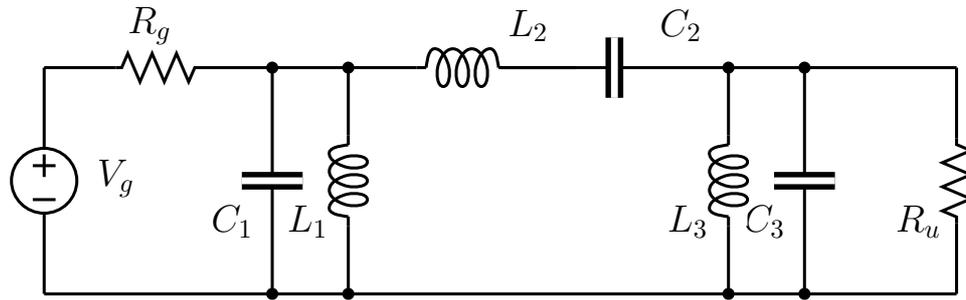


Figura 5. Filtro passa banda finale

I valori finali dei componenti sono:

$$L_1 = \frac{R_0}{Q_0 \omega_0 c_1} = 735.117 \mu\text{H} \quad , \quad L_3 = L_1$$

$$C_1 = \frac{Q_0 c_1}{R_0 \omega_0} = 3.37818 \mu\text{F} \quad , \quad C_3 = C_1$$

$$L_2 = \frac{Q_0 R_0 l_2}{\omega_0} = 38.00459 \text{ mH}$$

$$C_2 = \frac{1}{R_0 Q_0 \omega_0 l_2} = 65.34375 \text{ nF}$$

$$R_g = r_g \times R_0 = 75 \Omega \quad , \quad R_u = R_g$$

4. Filtro passa banda caricato all'entrata e con l'uscita a vuoto.

Le specifiche richieste sono ancora soddisfatte dal filtro C0325P, tratto dal catalogo. La scelta tra le due soluzioni possibili è indifferente. Si sceglie la configurazione indicata in figura.

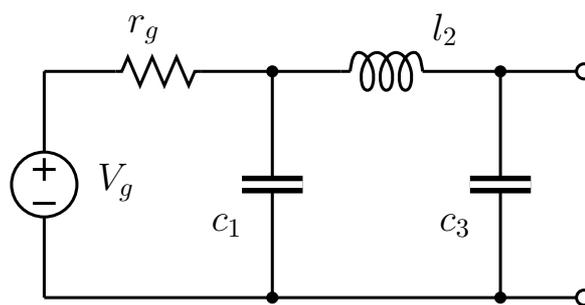


Figura 6. Filtro passa basso normalizzato C0325P, caricato da un lato solo

I valori dei componenti letti dal catalogo sono:

$$c_1 = 0.318387 \quad c_3 = 0.955160 \quad , \quad l_2 = 0.849031 \quad , \quad r_g = 1$$

Il filtro finale si ottiene applicando le formule legate alla trasformazione di frequenza NLP \rightarrow BP, usando i valori di f_0 e Q_0 ottenuti in precedenza e denormalizzando rispetto a $R_0 = 50$.

I valori finali dei componenti sono:

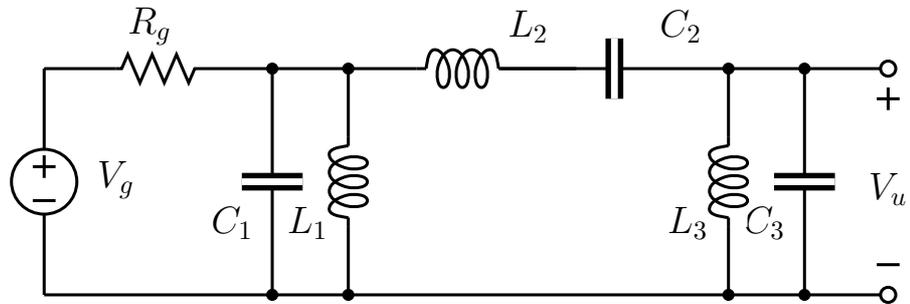


Figura 7. Filtro passa banda finale caricato all'entrata e con l'uscita a vuoto

$$L_1 = \frac{R_0}{Q_0 \omega_0 c_1} = 980.155 \mu\text{H} \quad , \quad L_3 = \frac{R_0}{Q_0 \omega_0 c_3} = 326.719 \mu\text{H}$$

$$C_1 = \frac{Q_0 c_1}{R_0 \omega_0} = 2.53364 \mu\text{F} \quad , \quad C_3 = \frac{Q_0 c_3}{R_0 \omega_0} = 7.60092 \mu\text{F}$$

$$L_2 = \frac{Q_0 R_0 l_2}{\omega_0} = 16.8909 \text{ mH}$$

$$C_2 = \frac{1}{R_0 Q_0 \omega_0 l_2} = 147.023 \text{ nF}$$

$$R_g = r_g \times R_0 = 50 \Omega$$