Circuitos RLC como Filtros

José Humberto de Araújo[1]

[1]DFTE-UFRN

3 de maio de 2022

Sumário

Introdução

- Quando queremos um sinal, numa dada frequência, sem qualquer interferência de alta ou baixa frequência, utilizamos um filtro passa-faixa.

- Quando queremos um sinal, numa dada frequência, sem qualquer interferência de alta ou baixa frequência, utilizamos um filtro passa-faixa.
- Filtro passa-faixa necessita de um circuito ressonante ou LRC.

Introdução

- Quando queremos um sinal, numa dada frequência, sem qualquer interferência de alta ou baixa frequência, utilizamos um filtro passa-faixa.
- Filtro passa-faixa necessita de um circuito ressonante ou LRC.
- Quando capacitores são combinados com indutores ou são usados em circuitos especiais chamados filtros ativos, é possível obter circuitos que têm frequências características muito estreitas, quando comparadas com as frequências características graduais dos filtros RC que estudamos até agora.

Introdução

- Quando queremos um sinal, numa dada frequência, sem qualquer interferência de alta ou baixa frequência, utilizamos um filtro passa-faixa.
- Filtro passa-faixa necessita de um circuito ressonante ou LRC.
- Quando capacitores são combinados com indutores ou são usados em circuitos especiais chamados filtros ativos, é possível obter circuitos que têm frequências características muito estreitas, quando comparadas com as frequências características graduais dos filtros RC que estudamos até agora.
- Estes circuitos encontram apliações em dispositivos de audio e radiofrequência.

O circuito de um filtro passa-faixa é mostrado abaixo,

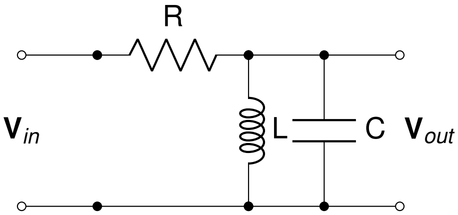


Figura: Circuito de um filtro Passa-Faixa

Filtro Passa-Faixa

- Considere o circuito mostrado na figura anterior.

- Considere o circuito mostrado na figura anterior.
- A impedância equivalente da associação em paralelo LC é dada por:

$$\frac{1}{Z_{LC}} = \frac{1}{Z_L} + \frac{1}{Z_C} = \frac{1}{i\omega L} - \frac{\omega C}{i} \tag{1}$$

$$\frac{1}{Z_{LC}} = i(\omega C - \frac{1}{\omega L}) \tag{2}$$

$$Z_{LC} = \frac{i}{(\frac{1}{\omega L}) - \omega C} \tag{3}$$

$$Z_{LC} = \frac{i\omega L}{(1 - \omega^2 LC)} \tag{4}$$

Filtro Passa-Faixa

- Em associação com R este circuito forma um divisor de voltagem.

- Em associação com R este circuito forma um divisor de voltagem.
- Usando a equação para um divisor de voltagem generalizado,

$$\mathbf{V_{out}} = \frac{\mathbf{i}\omega\mathbf{L}}{\mathbf{R}(\mathbf{1} - \omega^{\mathbf{2}}\mathbf{LC}) + \mathbf{i}\omega\mathbf{L}}\mathbf{V_{in}} \tag{5}$$

- Em associação com R este circuito forma um divisor de voltagem.
- Usando a equação para um divisor de voltagem generalizado,

$$\mathbf{V_{out}} = \frac{\mathbf{i\omega L}}{\mathbf{R(1 - \omega^2 LC) + i\omega L}} \mathbf{V_{in}} \tag{5}$$

- Em módulo,

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{\omega L}{[R^2(1 - \omega^2 LC)^2 + \omega^2 L^2]^{1/2}}. \tag{6}$$

Filtro Passa-Faixa

- Em associação com R este circuito forma um divisor de voltagem.
- Usando a equação para um divisor de voltagem generalizado,

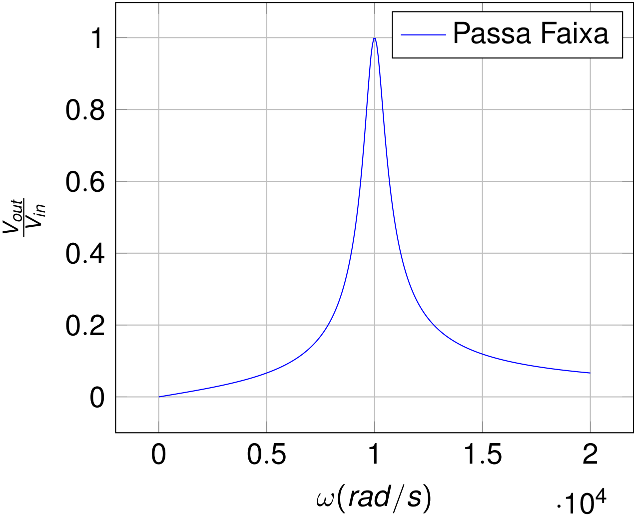
$$\mathbf{V_{out}} = \frac{\mathbf{i}\omega\mathbf{L}}{\mathbf{R}(\mathbf{1} - \omega^{\mathbf{2}}\mathbf{LC}) + \mathbf{i}\omega\mathbf{L}}\mathbf{V_{in}} \tag{5}$$

- Em módulo,

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{\omega L}{[R^2(1 - \omega^2 LC)^2 + \omega^2 L^2]^{1/2}}. \tag{6}$$

- Devido a associação em paralelo do capacitor com o indutor, a impedância equivalente $\mathbf{Z_{LC}}$ vai ao infinito quando $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ ou equivalentemente, na frequência $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$.

Filtro Passa-Faixa



O circuito de um filtro rejeita-faixa é mostrado abaixo,

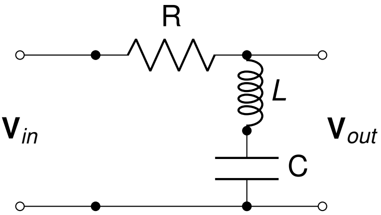


Figura: Filtro Rejeita-Faixa

- A impedância da associação em série LC é dada por,

$$\mathbf{Z_{LC}} = \mathbf{i}\omega\mathbf{L} + \frac{-\mathbf{i}}{\omega\mathbf{C}} \tag{7}$$

$$\mathbf{Z_{LC}} = \mathbf{i}(\omega\mathbf{L} - \frac{\mathbf{1}}{\omega\mathbf{C}}) \tag{8}$$

$$\mathbf{Z_{LC}} = \mathbf{i}(\frac{\omega^{\mathbf{2}}\mathbf{LC} - \mathbf{1}}{\omega\mathbf{C}}) \tag{9}$$

Filtro Rejeita-Faixa

- A impedância da associação em série LC é dada por,

$$\mathbf{Z_{LC}} = \mathbf{i}\omega\mathbf{L} + \frac{-\mathbf{i}}{\omega\mathbf{C}} \tag{7}$$

$$\mathbf{Z_{LC}} = \mathbf{i}(\omega\mathbf{L} - \frac{\mathbf{1}}{\omega\mathbf{C}}) \tag{8}$$

$$\mathbf{Z_{LC}} = \mathbf{i}(\frac{\omega^{\mathbf{2}}\mathbf{LC} - \mathbf{1}}{\omega\mathbf{C}}) \tag{9}$$

- A impedância vai a zero na frequência de ressonância $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$.

- Usando a equação para um divisor de voltagem generalizado, a tensão de saída pode ser escrita como,

$$\mathbf{V_{out}} = \frac{\mathbf{i}(\omega^2 \mathbf{LC} - \mathbf{1})}{\mathbf{R}\omega\mathbf{C} + \mathbf{i}(\omega^2 \mathbf{LC} - \mathbf{1})}\mathbf{V_{in}} \tag{10}$$

Filtro Rejeita-Faixa

- Usando a equação para um divisor de voltagem generalizado, a tensão de saída pode ser escrita como,

$$\mathbf{V_{out}} = \frac{\mathbf{i}(\omega^2\mathbf{LC} - \mathbf{1})}{\mathbf{R}\omega\mathbf{C} + \mathbf{i}(\omega^2\mathbf{LC} - \mathbf{1})}\mathbf{V_{in}} \tag{10}$$

- Em módulo,

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{\mid \omega^2 LC - 1 \mid}{[R^2\omega^2 C^2 + (\omega^2 LC - 1)^2]^{1/2}}. \tag{11}$$

Filtro Rejeita-Faixa