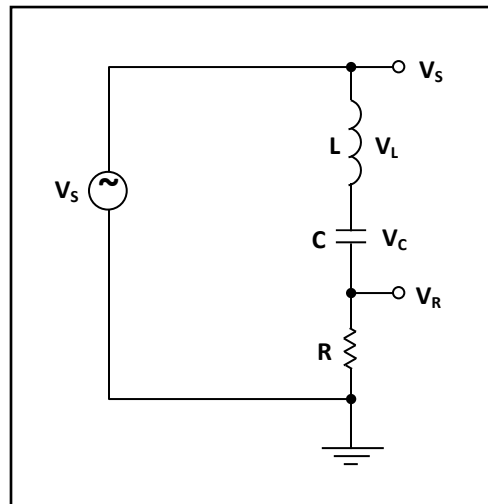
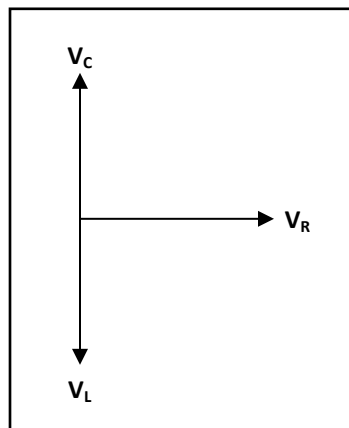


CIRCUITO RLC SERIE EN CORRIENTE ALTERNA

Analizaremos un circuito que incluya una resistencia, una bobina y un capacitor en serie.



En este circuito obtendremos tres vectores de los voltajes V_L , V_C y V_R de la siguiente manera:

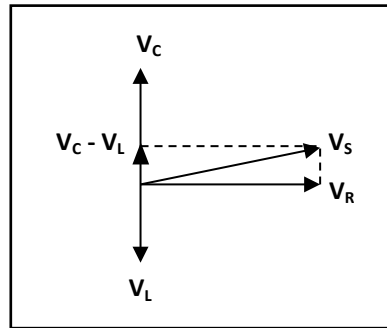


Es necesario recordar, que cuanto más aumente la frecuencia, la impedancia de la bobina crece (y con ella el voltaje hacia ella), y la impedancia del capacitor disminuye (y con ella el voltaje hacia él). La resistencia no depende de la frecuencia.

En este caso podemos obtener las siguientes opciones:

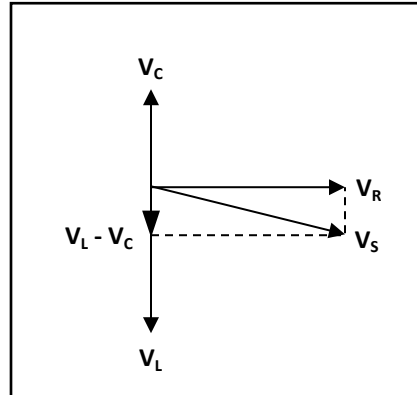
a) Circuito con reactancia capacitiva:

$$V_C > V_L$$



b) Circuito con reactancia inductiva:

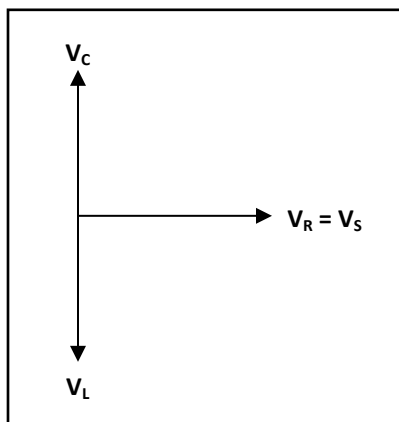
$$V_L > V_C$$





c) Circuito resistivo:

$$V_C = V_L$$



La impedancia del circuito es:

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

El valor V_R es:

$$V_R = \frac{V_S * R}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}}$$

El valor máximo obtenido cuando $X_C = X_L$, en este caso obtenemos:

$$V_R = \frac{V_S * R}{\sqrt{R^2}} = V_S$$

A la frecuencia en la que $X_C = X_L$ la denominamos frecuencia de resonancia y la simbolizamos como F_0 o Fr .

$$\frac{1}{2\pi f_0 C} = 2\pi f_0 L$$

$$\Rightarrow f_0^2 = \frac{1}{4\pi^2 LC}$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

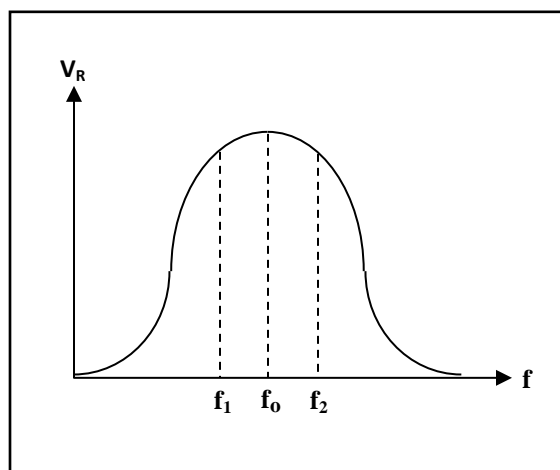




Atención:

A la frecuencia de resonancia f_0 , todo el voltaje de la fuente recae sobre la resistencia. A pesar de esto, fluye corriente alterna en el circuito y sobre el capacitor y la bobina se dan caídas de tensión. Los voltajes son inversos en esta fase y se anulan entre ellos. A pesar de esto, estos voltajes pueden llegar a un valor incluso más alto que el voltaje de la fuente.

La respuesta al voltaje sobre la resistencia dependiendo de la frecuencia, se ilustra de la siguiente forma:



Este circuito transmite señales en frecuencias determinadas. El bloquea las frecuencias bajas y altas. Por lo tanto, este circuito se denomina Filtro Pasa Banda.

Para definir el espacio de las frecuencias que el circuito pasa, definimos dos frecuencias como frecuencias de quiebre o de corte. Estas frecuencias se denominan f_1 y f_2 .

En estas frecuencias:

$$(X_L - X_C)^2 = R^2$$

Existen dos frecuencias que responden a esta exigencia:

$$f_1 = \frac{1}{4\pi LC} \left(RC - \sqrt{R^2 C^2 + 4LC} \right)$$

$$f_2 = \frac{1}{4\pi LC} \left(RC + \sqrt{R^2 C^2 + 4LC} \right)$$





Lo más importante para nosotros es el Ancho de Banda (AB) en inglés Band Wide (BW). El espacio de las frecuencias permitido por el filtro se da por la diferencia entre la frecuencia máxima y la frecuencia mínima (Δf). Este espacio está definido como:

$$\Delta f = f_2 - f_1$$

$$\Delta f = f_2 - f_1 = \frac{RC}{2\pi LC} = \frac{R}{2\pi L}$$

$$\Delta f = \frac{R}{2\pi L}$$

Es mucho más fácil calcular ahora a f_1 y a f_2 de la siguiente forma:

$$f_1 = f_0 - \frac{\Delta f}{2}$$

$$f_2 = f_0 + \frac{\Delta f}{2}$$

La calidad del filtrado se determina de acuerdo al parámetro que se denomina factor de calidad Q, que se define como la relación entre la frecuencia de resonancia y el ancho de banda.

$$Q = \frac{f_0}{\Delta f}$$

En el caso de este circuito:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$\Delta f = \frac{R}{2\pi L}$$

Obtendremos:

$$Q = \frac{f_0}{\Delta f} = \frac{\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}}{\frac{R}{2\pi L}} = \frac{L}{R\sqrt{LC}} = \frac{\sqrt{L} * \sqrt{L}}{R\sqrt{L} * \sqrt{C}} = \frac{\sqrt{L}}{R\sqrt{C}}$$

$$Q = \frac{\sqrt{L}}{R\sqrt{C}}$$





PRÁCTICA:

Se tiene un circuito en serie RLC conectado a una fuente de voltaje alterno con los siguientes datos:

$$V_s = 10V$$

$$R = 50\Omega$$

$$L = 0.5mH$$

$$C = 0.1\mu F$$

Calcule:

- Frecuencia de resonancia f_o
- Ancho de banda Δf
- Factor de calidad Q
- Frecuencia media fuente f_1, f_2
- Corriente en el circuito en una frecuencia de resonancia
- El voltaje en la resistencia en una frecuencia de resonancia
- El voltaje en el capacitor en una frecuencia de resonancia
- El voltaje en la bobina en una frecuencia de resonancia

Respuestas:

- Frecuencia de resonancia f_o

$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{0.5 * 10^{-3} * 0.1 * 10^{-6}}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{0.5}} = 22KHz$$

- Ancho de banda Δf

$$\Delta f = \frac{R}{2\pi L} = \frac{50}{2\pi * 0.5 * 10^{-3}} = 16KHz$$

- Factor de calidad Q

$$Q = \frac{f_o}{\Delta f} = \frac{22K}{16K} = 1.4$$



d) Frecuencia de media fuente o de corte f_1 y f_2

$$f_1 = f_0 - \frac{\Delta f}{2} = 22\text{K} - 8\text{K} = 14\text{KHz}$$

$$f_2 = f_0 + \frac{\Delta f}{2} = 22\text{K} + 8\text{K} = 30\text{KHz}$$

e) Corriente en el circuito en una frecuencia de resonancia

$$I_0 = \frac{V_s}{R} = \frac{10}{50} = 0.2\text{A}$$

f) El voltaje en la resistencia en la frecuencia de resonancia

$$V_R = V_s = 10\text{V}$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi f_0 C} = \frac{1}{2\pi * 22 * 10^{-3} * 0.1 * 10^{-6}} = \frac{10^3}{13.8} = 72.4\Omega$$

g) El voltaje en el capacitor en una frecuencia de resonancia

$$V_L = I * X_C$$

$$V_L = 0.2 * 72.4 = 14.5\text{V}$$

h) El voltaje en la bobina en una frecuencia de resonancia

$$X_L = X_C$$

$$V_L = V_C = 14.5\text{V}$$