

CIRCUITO RL SERIE EN AC

Repasando algunos conceptos vistos en el curso de Circuitos Eléctricos I, una bobina es un cable recubierto de un aislante, doblado en forma de anillos que se denominan arrollamientos. Cuando fluye una corriente por la bobina, se desarrolla un campo magnético dentro de sus arrollamientos.

Cuando fluye corriente directa por la bobina, el campo magnético no cambia y el comportamiento de la bobina es similar a un cable conductor de este largo. La resistencia eléctrica de la bobina es muy baja, e inclusive nosotros podemos asumir que la resistencia equivale a cero.

Cuando conectamos la bobina a una corriente alterna, cambia la corriente a través suyo y esto es un factor para el cambio de campo magnético que existe dentro de los arrollamientos. De acuerdo a la ley Lenz se desarrolla en la bobina una tensión eléctrica, que se resiste a un cambio de la corriente que pasa a través suyo.

Acá también existe una diferencia de fase de 90° , pero contraria a la fase del capacitor.

Un cálculo del valor efectivo de la corriente nos dará:

$$I_{\text{eff}} = \frac{0.707V_P}{2\pi fL} = \frac{V_{\text{eff}}}{2\pi fL}$$

De aquí podremos encontrar la relación entre el voltaje y la corriente:

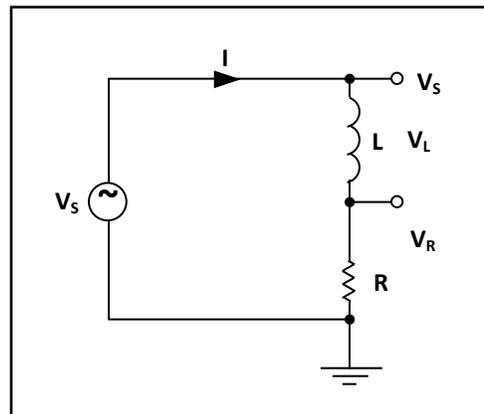
$$\frac{V_{\text{eff}}}{I_{\text{eff}}} = 2\pi fL$$



También a esta relación se le denomina reactancia, en este caso reactancia inductiva y se simboliza con la letra X_L .

$$X_L = 2\pi fL$$

Al unir una bobina y una resistencia en serie a una fuente de voltaje alterno, recibiremos una corriente alterna I .



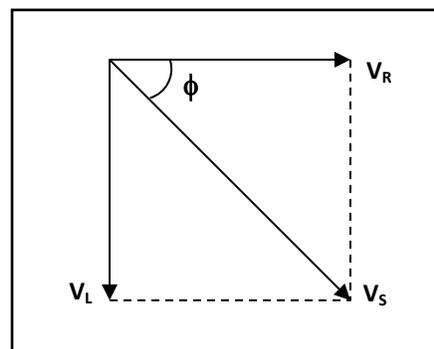
El voltaje que se desarrolla en la bobina equivale a:

$$V_L = I * X_L$$

El voltaje que se desarrolla en la resistencia equivale a:

$$V_R = I * R$$

También aquí, para encontrar la sumatoria de los voltajes, debemos realizar una suma vectorial de estos voltajes.



De acuerdo al teorema de Pitágoras:

$$V_S^2 = V_R^2 + V_L^2$$

$$V_S^2 = I^2 R^2 + I^2 X_L^2 = I^2 (R^2 + X_L^2)$$

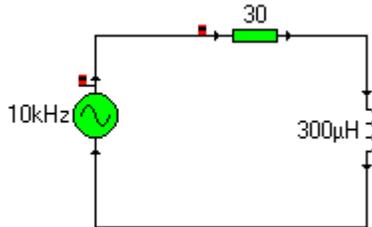
La impedancia del circuito será:

$$Z = \frac{V_S}{I} = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

La forma de las señales de V_R y V_L con relación a V_S se parecen a las señales que obtuvimos en el circuito con la resistencia y el capacitor, sólo que en forma contraria.

PRÁCTICA:

Se proporciona un circuito RL conectado a la fuente de voltaje, con voltaje alterno, de acuerdo a los siguientes datos:



$V_{gen} = 10V$

Calcule:

- La impedancia del circuito
- La corriente en el circuito
- El voltaje en R
- El voltaje en XL

Respuestas:

- La impedancia del circuito

$$X_L = 2\pi fL = 2\pi * 10000 * 300 * 10^{-6} = 18.8\Omega$$

$$R = 30\Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{30^2 + 18.8^2} = 35.4\Omega$$

- La corriente en el circuito

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{10}{35.4} = 282mA$$

- VR:

$$V_R = I * R = 0.282 A * 30 = \underline{8.46 V}$$

- VXL:

$$V_{XL} = I * X_L = 0.282 A * 18.8 = \underline{5.30 V}$$

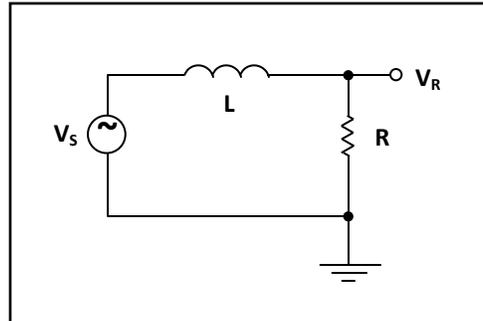
FILTRO PASO BAJO RL:



La impedancia de la bobina depende de la frecuencia. Entre más alta esté la frecuencia, la impedancia va a aumentar de acuerdo a la fórmula:

$$X_L = 2\pi fL$$

Revisaremos el comportamiento de un circuito RL dependiendo de la frecuencia.



La impedancia del circuito equivale a:

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

El voltaje de la resistencia equivale a:

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

Para frecuencias muy baja, la impedancia de la bobina es muy pequeña, y obtenemos:

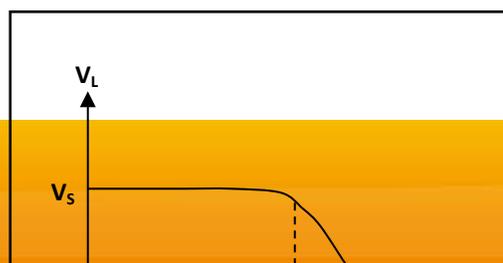
$$V_R = \frac{V_S * R}{\sqrt{R^2}} = V_S$$

Para frecuencias muy altas, la impedancia de la bobina es muy alta y obtenemos:

$$V_R = 0$$

La parte más dominante en las respuestas del circuito a la frecuencia, proviene de la relación entre X_L^2 y R^2 . R^2 es un tamaño fijo y X_L^2 es (en su respuesta a la frecuencia) una hipérbola al cuadrado.

La dependencia del voltaje V_L en la frecuencia, se comportará de acuerdo a la gráfica siguiente.





Este circuito es usado para eliminar señales de frecuencias altas y por lo tanto se denomina filtro paso bajo.

Así como lo observamos en el gráfico, existe un punto de corte, en el cual el voltaje en la bobina disminuye de manera considerable.

Este punto de quiebre o frecuencia de corte es muy cerca al punto donde $X_L = R$.

Calculemos el valor V_R en este punto.

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

$$V_{R (X_L=R)} = \frac{V_S}{2} = 0.707V_S$$

El valor V_R que se obtiene a la frecuencia de corte f_1 es $0.707V_S$.

Atención:

No hay ninguna relación entre el valor del voltaje en el punto de quiebre, con el cálculo del voltaje efectivo. Esos son dos valores que no están relacionados para nada.

Se puede calcular la frecuencia de corte f_1 .

$$X_L = R$$

$$2\pi f_1 L = R$$

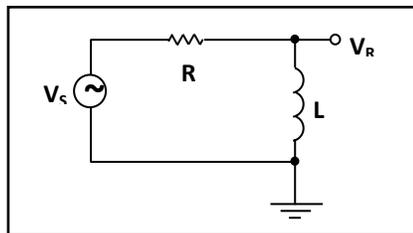
$$\Rightarrow f_1 = \frac{R}{2\pi L}$$





FILTRO PASO ALTO RL:

También este filtro está compuesto de una resistencia y una bobina, sólo que ésta vez el voltaje de salida es el voltaje en la bobina.

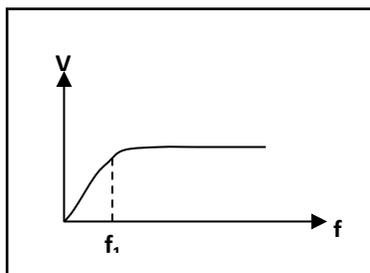


A mayor aumento de la frecuencia, la impedancia de la bobina aumenta y el voltaje en la bobina aumenta igualmente.

A una frecuencia 0 Hz, la impedancia de la bobina es 0Ω y el voltaje en ella es también 0V.

A una frecuencia muy alta, la impedancia de la bobina es muy alta y el voltaje en la bobina es cercano al voltaje de la fuente.

La respuesta del circuito con respecto a la frecuencia, se verá de la siguiente forma:



Usamos este circuito para obstruir señales en frecuencias bajas y por lo tanto este circuito se denomina filtro paso alto.

También acá se encuentra un punto de quiebre o de corte. El cálculo de la frecuencia en este punto se hace cuando $X_L = R$ obtiene el mismo valor como en el cálculo anterior.

$$V_{L (X_L=R)} = \frac{V_S}{\sqrt{2}} = 0.707V_S$$

$$f_1 = \frac{R}{2\pi L}$$

