

# Clase 06

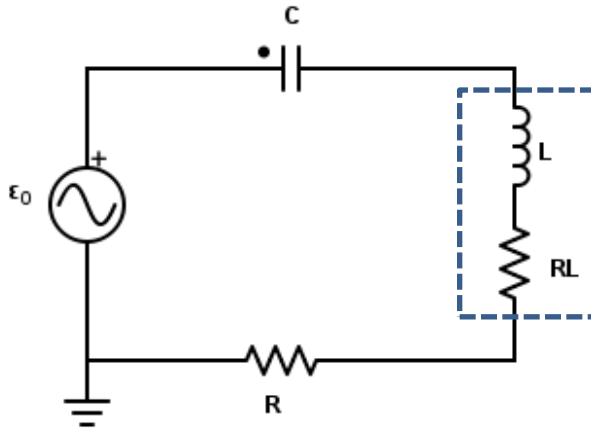
## Circuitos RLC

### Laboratorio de física 2 para químicos

# 1) Explicación teórica

## a) Circuito RLC serie

-Se tiene un circuito compuesto por un capacitor C, una inductancia L y una resistencia R conectados en serie a un generador de funciones, como se muestra en la figura:



**Figura 1**

Observación: si  $R_L$  es de un valor considerable, se debe sumar a la R del circuito.

-Aplicando las leyes de Kirchhoff al circuito:

$$V = V_R + V_C + V_L = iR + \frac{q}{C} + L \frac{di}{dt}$$

$$\Rightarrow \frac{dV}{dt} = R \frac{di}{dt} + L \frac{d^2 i}{dt^2} + \frac{i}{C}$$

# 1) Explicación teórica

## a) Circuito RLC serie

-Si el circuito es alimentado por una fuente de tensión armónica:

$$V(t) = V_0 \text{sen}(\omega t) \quad \longrightarrow \quad I(t) = I_0 \text{sen}(\omega t + \varphi)$$

Donde  $\omega = 2\pi f$  y  $f$  es la frecuencia suministrada por el generador.

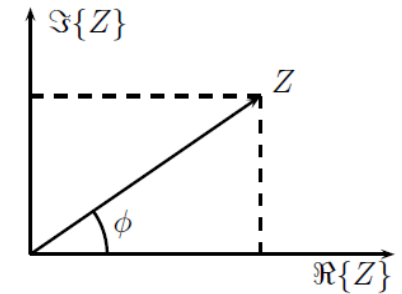
-La impedancia del circuito es:

$$Z = Z_R + Z_L + Z_C = R + j\omega L - \frac{j}{\omega C}$$

Donde  $j$  es la unidad imaginaria ( $j^2 = -1$ ).

-Módulo de la impedancia:  $|Z|^2 = R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2$

-Tangente del ángulo de desfase:  $\text{tg}(\varphi) = \frac{\text{Im}(Z)}{\text{Re}(Z)} = \frac{(\omega L - 1/\omega C)}{R}$



Representación  $Z$  en el plano complejo.

-Planteando la ley de ohm:  $V = I Z = I [R + j(\omega L - \frac{1}{\omega C})]$

$$\longrightarrow |I| = \frac{|V|}{[R^2 + (\omega L - 1/\omega C)^2]^{1/2}}$$

Para  $\omega \rightarrow 0$ :  $X_C = 1/\omega C \rightarrow \infty$ , en consecuencia:  $|I| \rightarrow 0$   
 Para  $\omega \rightarrow \infty$ :  $X_L = \omega L \rightarrow \infty$ , en consecuencia:  $|I| \rightarrow 0$

# 1) Explicación teórica

## a) Circuito RLC serie

-Para este circuito puede verificarse que:

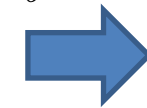
- Si  $\varphi$  (ángulo de desfase entre I y V)  $> 0 \rightarrow$  Circuito capacitivo
- Si  $\varphi < 0 \rightarrow$  Circuito inductivo
- Si  $\varphi = 0 \rightarrow$  Circuito resistivo  $\rightarrow$  V e I están en fase



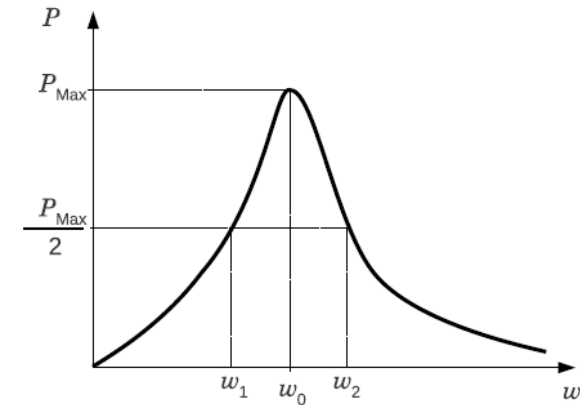
$$\text{Im}(Z) = 0 \Rightarrow \omega L - \frac{1}{\omega C} = 0$$

Condición que se cumple para la *frecuencia de resonancia*,  $\omega_0$ :

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \rightarrow f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

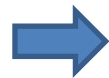


$$|I|_{\text{max}} = |V|/R$$



-De esta forma se puede definir:

• Ancho de banda:  $\Delta\omega = \frac{R}{L}$



Intervalo de frecuencias para el que la **potencia** disipada cae a la mitad de la máxima

• Factor de calidad o factor de mérito:

$$Q = \frac{\omega_0 L}{R}$$



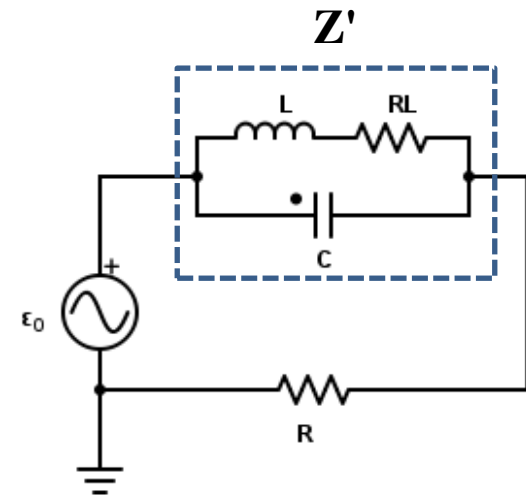
$$Q \equiv \frac{\omega_0}{\Delta\omega} = \omega_0 \frac{L}{R} = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$$

# 1) Explicación teórica

## b) Circuito RLC paralelo

- Se tiene un circuito de la figura.
- La impedancia de este circuito viene dada por la impedancia del paralelo L y C, llamada  $Z'$ , y a su vez en serie con la impedancia de la resistencia R.

$$\frac{1}{Z'} = \frac{1}{Z_C} + \frac{1}{Z_L + R_L} \quad \Rightarrow \quad Z' = \frac{(R_L + j\omega L)\left(\frac{-j}{\omega C}\right)}{R_L + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)}$$



**Figura 2**

- Para la condición de resonancia se tiene que:

$$\omega_{0\parallel} = \frac{1}{\sqrt{LC}} \sqrt{1 - R_L^2 \frac{C}{L}} = \omega_0 \sqrt{1 - Q^{-2}}$$

Observación: si  $R_L = 0$  se tiene la misma  $\omega_0$  que en caso anterior

Donde  $\omega_0 = 1/(LC)^{1/2}$  es la frecuencia de resonancia del circuito RLC serie y Q el factor de mérito.

## 2) Objetivos de la práctica

- Encontrar la frecuencia de resonancia, el factor de mérito y el ancho de banda para un circuito RLC serie y paralelo y comparar.
- Estudiar la transferencia en función de la frecuencia para un filtro pasabanda o para uno eliminabanda.

## 3) Arreglo experimental:

### a) RLC serie

-Para estudiar su comportamiento del RLC serie:

- Armar el circuito según el esquema de la **Figura 1** y realizar mediciones de la corriente en función de la frecuencia del generador de funciones  $f$  (Ver sugerencia de valores y cómo conectar el osciloscopio).
- Graficar  $P$  en función de la frecuencia  $\omega$  (tener en cuenta la  $R_L$ ).
- Marcar en el gráfico  $\omega_0$  y el ancho de banda  $\Delta\omega$  y comparar con los valores teóricos.
- Hallar el factor de mérito  $Q$ .
- Repetir la medición (si hay tiempo) y análisis para otro valor de  $R$  ¿Cómo se puede mejorar el factor de mérito?

Observación:  $\omega = 2\pi f$  y la potencia **disipada** por el circuito es  $P(\omega) = (|I|^2 R)/2$

### 3) Arreglo experimental:

#### a) RLC paralelo

-Para estudiar su comportamiento del RLC paralelo:

- Armar el circuito según el esquema de la **Figura 2**.
- Repetir las mediciones para el caso en serie (P vs  $\omega$ ).
- Halla la *frecuencia de antirresonancia*  $\omega_{0||}$  y marcarla en el gráfico.
- Calcular el ancho de banda y el factor de mérito y comparar con el caso anterior.

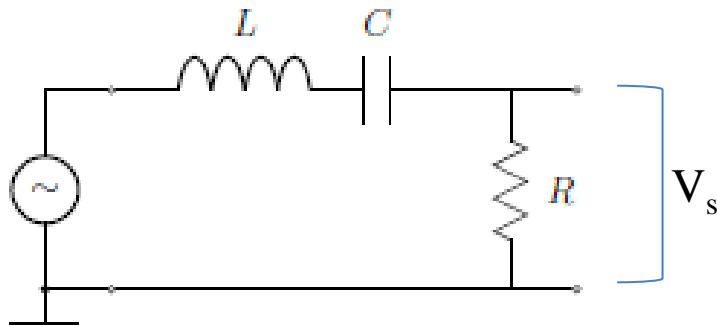
**Observación:** Ver los Anexo I (apuntes del Profesor César Moreno).

### 3) Arreglo experimental:

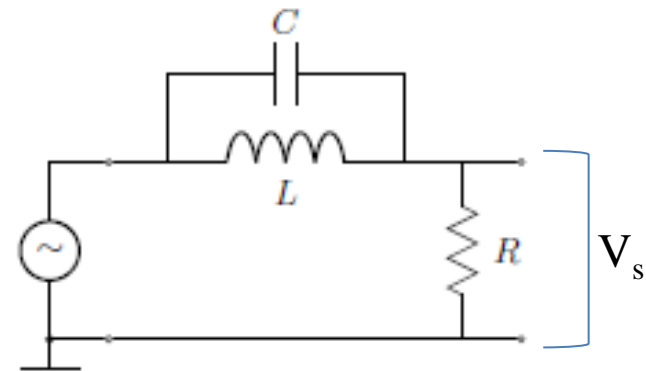
#### c) Filtro pasabanda y eliminabanda

-Elija alguno de los dos circuitos anteriores (RLC serie o RLC paralelo con  $R_L = 0$ ) y graficar y analizar la Transferencia ( $|T| = |V_s/V|$ ) vs  $\omega/\omega_0$ , donde  $V_s$  se mide como la caída de tensión en la  $R$  y  $\omega_0 = 1/(LC)^{1/2}$  (No hace falta medir de nuevo!)

RLC serie:



RLC paralelo:



-Se puede comprobar que los circuitos se comportan como un filtro pasabanda y eliminabanda, respectivamente.



Pausa

Volvemos en 10 min

# Armado de salas de trabajo con Zoom en grupos de 2 personas

Subir figuras a:

[https://docs.google.com/document/d/1KnF4oiXD42JDmgwT5j\\_wwhyKSpWN\\_3ynoX6CxI5vHV8/edit?usp=sharing](https://docs.google.com/document/d/1KnF4oiXD42JDmgwT5j_wwhyKSpWN_3ynoX6CxI5vHV8/edit?usp=sharing)

## Trabajo en salas por 1 hora