

En esta práctica se analiza el comportamiento de un circuito *RLC* en corriente alterna. Un circuito *RLC* está constituido por una resistencia, una autoinducción y un condensador unidos a un generador de corriente alterna. Reduciremos nuestro estudio a la unión en serie de estos elementos.

El fenómeno de la resonancia se produce cuando un dispositivo o sistema capaz de oscilar con una cierta frecuencia propia (una cuerda, un péndulo, una molécula, un circuito...) es estimulado con una frecuencia que coincide precisamente con la anterior. Usando un símil mecánico, podemos considerar la situación de un columpio que oscila con una frecuencia determinada por sus características propias. Si queremos suministrarle energía es evidente que no podemos comunicársela más que a esa frecuencia, no a una cualquiera. Si lo empujáramos con una frecuencia distinta, la transmisión de energía sería ineficaz. Un ejemplo clásico de resonancia en un sistema mecánico es el de una copa de vidrio: el vidrio de la copa puede vibrar con una cierta frecuencia como consecuencia de sus propiedades mecánicas. Si se emite una nota musical con una frecuencia que coincida exactamente con esta, podemos llegar a fracturarla si además es de una amplitud suficiente; a otras frecuencias la transmisión de energía es menor. Se pueden citar otros ejemplos muy diversos que abarcan desde aplicaciones de tipo mecánico relacionadas con la arquitectura y la sismología hasta la resonancia magnética nuclear.

En el caso de un circuito *RLC*, la impedancia de éste (relación entre tensión eficaz en los extremos del dipolo *RLC* e intensidad eficaz que circula por él) se puede calcular como:

$$Z = \frac{V_{ef}}{I_{ef}} = \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2} \quad \omega = 2\pi f$$

Esta relación contiene valores constantes como *R*, *L* y *C* y otro que no lo es: ω es la frecuencia angular de la corriente alterna utilizada y se puede observar que para cierto valor de $\omega = \omega_0$ el término entre paréntesis se anula. Entonces si se le proporciona al circuito una tensión alterna que tenga precisamente esa frecuencia se producirá una impedancia mínima y por tanto una intensidad máxima. Se dice que el circuito está en resonancia. A partir de la ecuación anterior, despejando ω cuando $L\omega_0 = 1/C\omega_0$, la frecuencia de resonancia es:

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}; \quad f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

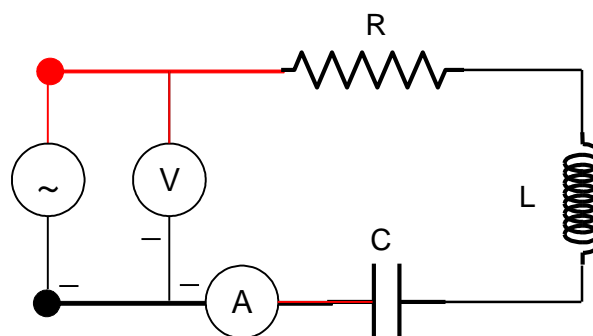
Se observa que depende solo de los valores de *L* y *C*, no de la resistencia.

PROCEDIMIENTO

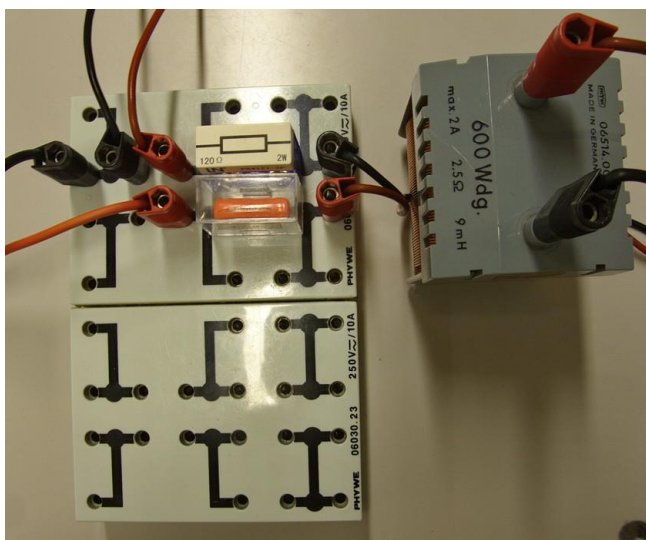
A) Determinación de la frecuencia de resonancia con la bobina vacía.

En primer lugar montaremos el circuito RLC uniendo en serie los tres elementos y estos a un generador de corriente alterna donde podremos variar la frecuencia de ésta. Usaremos como autoinducción L , una bobina vacía cuyo coeficiente de autoinducción en henrios figura en su armazón.

Colocaremos un voltímetro en paralelo con la fuente y un amperímetro en serie. Recuerda que ambos funcionarán en régimen de corriente alterna. Las tierras del generador y polímetros deben de coincidir (ver figura). Ajustaremos la amplitud del generador para conseguir una tensión eficaz de 2 V.



f (Hz)	V_{ef} (V)	I_{ef} (mA)	$Z = V_{ef}/I_{ef}$ (Ω)
100			
200			
300			
400			
500			
600			
700			
800			
900			
1000			
1200			
1400			
1600			
1800			
2000			
2500			
3000			
3500			

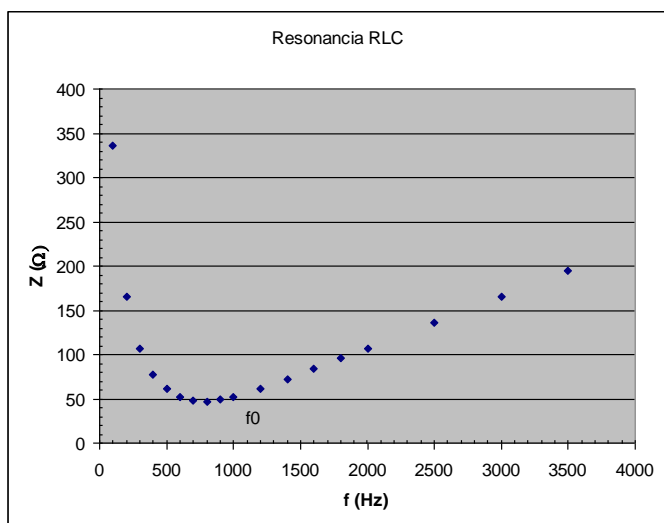


A continuación haremos un barrido de frecuencias, es decir variamos la frecuencia de la corriente en el generador y medimos los valores que marcan el voltímetro (V_{ef}) y el amperímetro (I_{ef}). En el símil mecánico es como si proporcionásemos a la copa de vidrio una gama de distintas frecuencias para conocer a cuál presenta la resonancia. Hay que tener en cuenta que los valores medidos por los polímetros son los eficaces.

La impedancia del circuito será entonces:

$$Z = \frac{V_{ef}}{I_{ef}}$$

Estamos comunicando al circuito energía a distintas frecuencias y midiendo su respuesta a través de la intensidad. Observaremos el fenómeno de la resonancia por la presencia de un mínimo de la impedancia (un máximo de la intensidad). Este mínimo se produce en la frecuencia



de resonancia f_0 .

Para estudiar mejor la variación de Z , representaremos gráficamente Z vs f . Se observará un mínimo en la impedancia que se produce justo en la frecuencia de resonancia. Encuentra este mínimo y la frecuencia de resonancia (mínimo de la curva). Comprobaremos que se cumple la ecuación:

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

B) Determinación del coeficiente de autoinducción de la bobina con núcleo de hierro.

Hay que tener en cuenta que el coeficiente de autoinducción, L utilizado es el que marca la bobina y es el establecido por su fabricante, y se corresponde con el de la bobina vacía. Si el espacio interior de la bobina se rellena con hierro u otro material, el coeficiente es indeterminado, ya no es el indicado en el armazón de la bobina. Para determinarlo vamos a repetir la experiencia anterior siendo ahora el coeficiente de autoinducción de la bobina “rellena” la incógnita a determinar. Realizaremos el mismo montaje utilizando una bobina con un núcleo de hierro en su interior, el mismo condensador y resistencia y sometiendo al circuito a un barrido de frecuencias. Determinaremos el nuevo mínimo de impedancia y la nueva frecuencia de resonancia f'_0 . A partir de aquí, el obtendremos el nuevo valor de L' a partir de la ecuación:

$$f'_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L'C}}$$

http://personales.upv.es/jguiles/PracticasFFI/hojaexcel_resonancia.xls

