

**Práctico de Laboratorio N° 4**

**Circuito RL Serie.**

**Objetivos:**

1. Observar y medir la diferencia de fase entre  $V_R$  y  $V_L$  en un circuito serie RL.
2. Medir la diferencia de fase entre la tensión aplicada  $V$  y la corriente  $i$  en un circuito serie RL y observar el efecto que produce variar la inductancia y la frecuencia en un bobina.

**Información preliminar:**

Como hemos visto, en los circuitos de corriente alterna la resistencia limita la intensidad de la corriente. En cambio, *las bobinas*, se oponen a la variación de la corriente. Esta propiedad de las bobinas de oponerse al cambio en la corriente se denomina *inductancia* de la bobina. La unidad de inductancia es el henrio\* [H].

Una bobina se compone de varias vueltas o espiras de hilo aislado arrolladas sobre un núcleo. Puede haber sólo algunas espiras o pueden haber miles. Cuantas más espiras hay, mayor es la inductancia de la bobina. El diámetro del hilo empleado depende de la corriente máxima que tendrá que soportar dicha bobina. Cuanto mayor es el diámetro del hilo, mayor es la capacidad de corriente de la bobina. Si se deja que por una bobina circule una corriente mayor a la nominal, la bobina se calentará y el aislamiento de los arrollamientos se puede quemar, produciéndose un cortocircuito. El calentamiento también puede provocar la rotura del hilo. En cualquiera de los dos casos la bobina se estropeará.

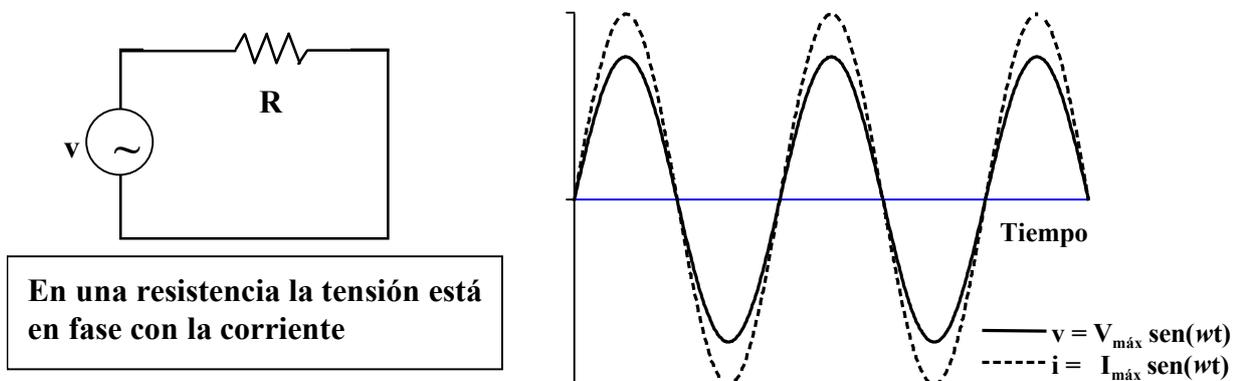
En electrónica se trabaja con corrientes relativamente pequeñas, por esto en la construcción se emplean normalmente hilos de diámetro pequeño. Como la resistencia de un hilo es proporcional a su longitud, a mayor número de espiras, mayor será la resistencia de la bobina.

La resistencia asociada con la longitud del hilo del arrollamiento sugiere un método para probar una bobina. Consiste en conectar un tester en modo óhmetro en paralelo con los terminales de la bobina y medirle su resistencia:

- Si el valor medido es igual (o muy próximo) al valor nominal, se puede sacar la conclusión de que el arrollamiento es continuo, es decir, no está abierto ni en cortocircuito.
- Si la resistencia medida es infinita, el arrollamiento está abierto.
- Si la resistencia es mucho menor que el valor nominal, por ejemplo  $15 \Omega$  en lugar de  $1000 \Omega$ , se puede deducir que una gran parte del arrollamiento está en cortocircuito.

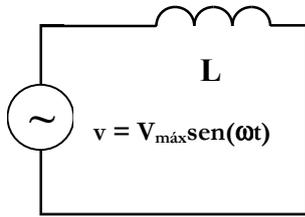
**I) Introducción teórica.**

**a) Relación de fase entre la tensión aplicada y la corriente en un circuito resistivo puro.**



**b) Relación† de fase entre la tensión aplicada y la corriente en un circuito inductivo puro.**

\* En honor al físico Joseph Henry, co-descubridor de la Ley de inducción.



En una bobina la tensión adelanta  $90^\circ$  a la corriente.

En una bobina la diferencia de potencial y la corriente están relacionadas por:

$$v = L \frac{di}{dt}$$

Por lo que la corriente está dada por:

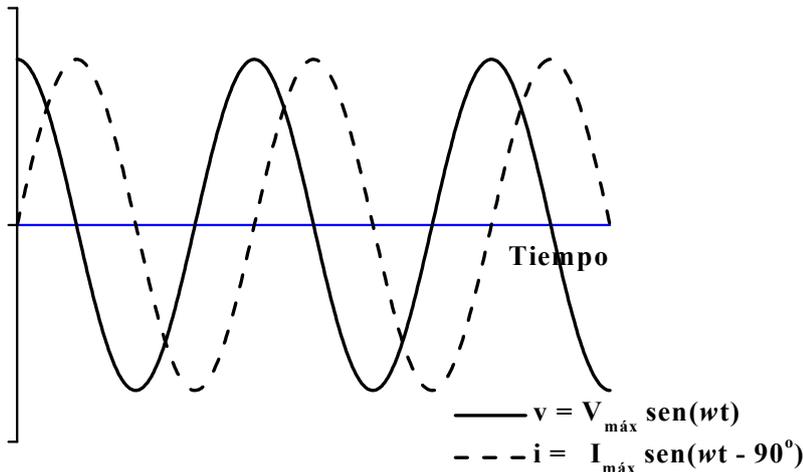
$$i = I_{\text{máx}} \text{sen}(\omega t - 90^\circ)$$

En donde:

$$I_{\text{máx}} = \frac{V_{\text{máx}}}{\omega L} \Rightarrow \omega L = \frac{V_{\text{máx}}}{I_{\text{máx}}} = X_L = 2\pi fL$$

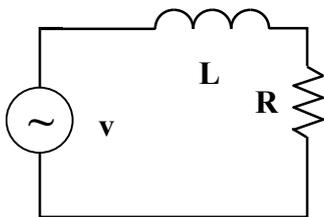
$X_L$  es la reactancia inductiva, se la mide en Ohms y como se ve es proporcional a  $f$  y a  $L$ .

En la gráfica se observa la relación entre la corriente y la tensión en una bobina.



c) **Relación de fase entre la tensión aplicada y la corriente en un circuito alterno RL.**

En este caso la diferencia de fase entre la corriente y la tensión tomará un valor intermedio  $\phi$ , mostrado en el diagrama de fase y en el triángulo de impedancia.



Circuito RL

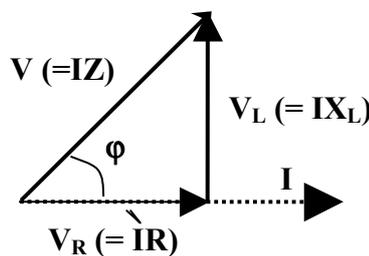
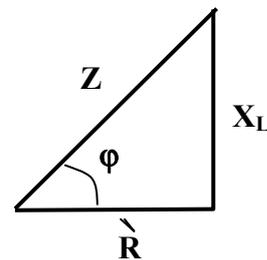


Diagrama de Fase



Triángulo de Impedancia

**Pregunta 1:**

- ¿Qué ocurre con el defasaje entre  $V$  e  $I$  si  $R \gg X_L$ ?
- Y si  $R \ll X_L$ ?

**Pregunta 2:** Para una inductancia dada, como puede lograr que  $X_L$  aumente o disminuya?

† Ver apuntes de Teoría.

Compare estas preguntas y respuestas con las similares del Práctico de RC y escriba las diferencias.

En la práctica, para el caso de la inductancia, nunca se puede contar con una inductancia pura, ya que siempre debemos tener en cuenta la resistencia del bobinado  $R_L$  la cual no podemos eliminar.

Para ver un defasaje de aproximadamente  $90^\circ$  entre la tensión en la inductancia y la corriente del circuito, se necesita que la tensión que se toma en los extremos de la inductancia sea puramente inductiva. Dado que la resistencia de la bobina no puede evitarse se debe seleccionar una frecuencia de trabajo tal que:

$$X_L > 10R_L.$$

De este modo se puede desprestigiar el efecto de la resistencia de la bobina y considerar a esta como una inductancia pura. Para que se pueda cumplir esta relación y la frecuencia este en el rango que puede proveer el generador, debe usarse una bobina con L suficientemente grande, es decir, debemos elegir una con núcleo de hierro.

**Pregunta 3:** Para la bobina del primario (terminales negro) del:

Transformador N:..... con  $L = \dots\dots\dots$  y  $R_L = \dots\dots\dots$  ¿Qué frecuencia usaría?

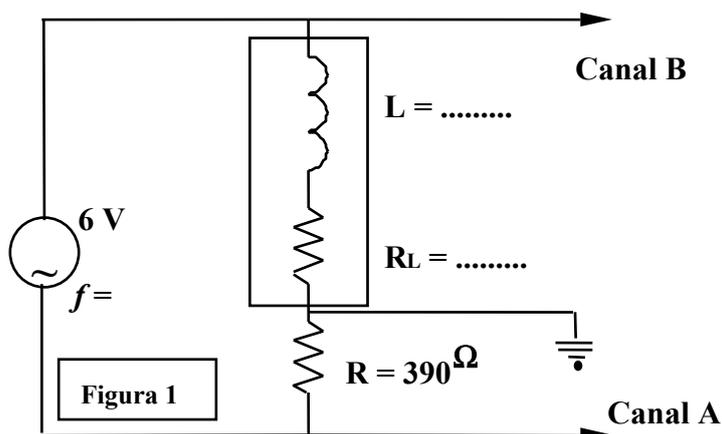
**Salvo que se indique lo contrario, todas las cantidades son valores eficaces.**

## Experiencia

### Materiales Necesarios:

1. Generador de Onda Sinusoidal
2. Osciloscopio.
3. Puntas de prueba. (2)
4. Resistencia de  $390 \Omega$ .
5. Bobina con núcleo de hierro y de aire.

I) Arme el circuito de la Fig. 1 (con la frecuencia de la Pregunta 3) y observe y mida la diferencia de fase entre  $V_R$  y  $V_L$  y anote el resultado.



**Pregunta 4:** ¿Cómo debe estar la perilla *Pull Inv* para ver correctamente las señales?

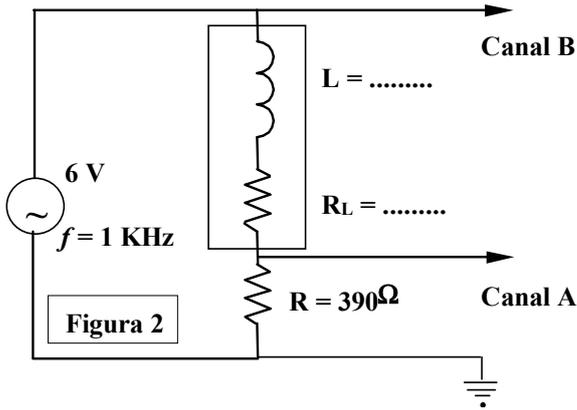
**Nota 1:** Asegúrese que la perilla de ganancia variable esta en la posición “calibrated” (calibrada) cuando se realizan mediciones de tensión.

**Nota 2:** Los mismos cuidados establecidos anteriormente se deben tener con la perilla *VAR* a la hora de medir frecuencia.

*Escriba en el informe la función de las perillas de las Nota 1 y 2. Aclare cuando están en modo calibrado.*

II) Arme el circuito de la Fig. 2 y mida la diferencia de fase entre la corriente y la tensión. Para esta experiencia use la bobina con núcleo de aire (terminales negro):

Nº: ..... donde  $L = \dots\dots\dots$   $R_L = \dots\dots\dots$  y la frecuencia de  $1000 \text{ Hz}$ :



**Pregunta 5:** ¿Cómo debe estar la perilla *Pull Inv* para ver correctamente las señales?

**Nota 3:** Gire la perilla *Trig. Level (Nivel de Disparo)* y observe el efecto en las señales.

**Nota 4:** Tire hacia fuera la perilla *Slope (-) (Pendiente negativa)*, es la misma perilla que controla el nivel de disparo) y observe el efecto en las señales.

Calcule con los datos del circuito el ángulo de fase  $\phi$  y compárelo con el medido.

II) Realice un esquema del circuito que muestre como se debe conectar el tester para medir la corriente.

IV) En el circuito anterior, introduzca un material ferromagnético dentro de la bobina y observe el efecto sobre I. Mida la I del circuito con y sin el material. Explique lo que ocurre.

V) Para distintos valores de la frecuencia calcule, mida y complete la siguiente tabla: (Controle que V se mantenga constante en 6 V cuando varía la frecuencia). Detalle que relación usó para medir las diferentes magnitudes.

f (Herz)	V <sub>L</sub> [Volts]=			V <sub>R</sub> [Volts]=			I [mA]=			X <sub>L</sub> =	Z =	φ =
	Analítico	Exp.	ε %	Analítico	Exp.	ε %	Analítico	Exp.	ε %			
1000												
2000												
3000												
4000												
5000												

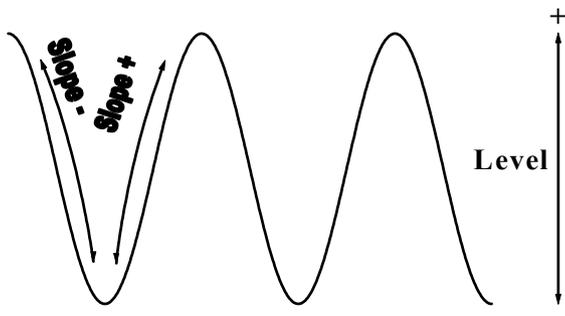
VI) Efectúe la gráfica X<sub>L</sub> versus f. ¿Obtiene la curva deseada?

VII) ¿A qué es igual la pendiente de dicha curva? Calcule dicha pendiente.

VIII) Con todo lo realizado, explique si cumplió el objetivo del Práctico.

**Nivel de Disparo y Control de Pendiente. (Trig. Level / Slope)**

Como usted comprobó, el control del nivel de disparo (*Trig. Level*) permite ajustar el comienzo del barrido en algún punto determinado de la onda. Si gira la perilla *Trig. Level* en el sentido + (horario), el nivel de disparo se desplaza a valores más positivos, en cambio, si la gira en el sentido - (antihorario), el nivel se desplaza a valores más negativos.



Cuando el *slope* está en +, el barrido comienza en el nivel seteado por el trigger level y en una dirección positiva, si está en - (perilla tirada hacia afuera) el barrido comenzará en una dirección negativa como indica la figura.