Característica voltaje-corriente de una autoinductancia

Autores

Frigerio, Paz mapaz@vlb.com.ar
La Bruna,Gimena labrugi@yahoo.com
Larreguy, María merigl@yahoo.com
Romani, Julieta julietaromani@hotmail.com

Laboratorio de Física 2 – Universidad Favaloro-Buenos Aires Octubre 2001

Resumen

Este experimento tiene como fin el estudio de un circuito RL. Podemos obtener del mismo el valor del inductor, además de poder comprobar la teoría sobre circuitos RL. Los gráficos que se realizan con los datos que se obtienen de las mediciones muestran los desfasajes que se producen en este tipo de circuitos.

Introducción

Cuando hay una corriente por un circuito, esta corriente crea un campo magnético ligado al mismo circuito y varía cuando lo hace la corriente. En consecuencia, cualquier circuito con una corriente variable tiene inducida una fem debida a la variación de su propio campo magnético. Esta fem, ε, se denomina *fuerza electromotriz autoinducida* y según la Ley de inducción de Faraday(1) es:

$$\varepsilon = -\frac{d\phi(i)}{dt} = -\frac{d\phi(i)}{di}\frac{di(t)}{dt} = -L\frac{di(t)}{dt} \qquad (1)$$

donde $\phi(i)$ es el flujo magnético, L es la autoinductancia del circuito y i(t) la corriente.

Aplicando las leyes de Kirchhoff(1), se obtiene la ecuación diferencial que describe al circuito RL:

$$\frac{d}{dt}i(t) + \frac{R}{L}i(t) = \frac{1}{L}v(t) \qquad (2)$$

La condición inicial para la ecuación (2) es i(0) = 0. Si la fuente de tensión v(t) es de la forma:

$$v(t) = V_o \operatorname{sen}(\omega t) \qquad (3)$$

de la ecuación diferencial se obtiene la corriente i en función del tiempo:

$$i(t) = I_o \operatorname{sen}(\omega t - \delta)$$
$$\delta = \operatorname{arctg}\left(\frac{X_L}{R}\right) \qquad (4)$$

donde ω es la frecuencia, $I_o = RV_o$ y $X_L = \omega L$.

Además, la tensión en el inductor $v_L(t)$ es:

$$v_L(t) = I_o X_L \operatorname{sen}\left(\omega t - \delta + \frac{\pi}{2}\right) \qquad (5)$$

Experimento

Para la realización de este experimento, utilizamos el circuito que se ilustra en la figura 1 midiendo con un sistema de adquisición de datos que utiliza un modo común, las tensiones v(t) y $v_R(t)$.

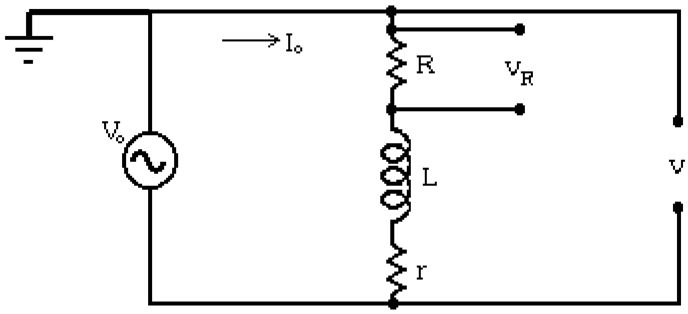

Figura 1. Circuito utilizado para estudiar la característica voltaje-corriente de una autoinductancia donde R es la resistencia, L la autoinductancia y r la resistencia interna del inductor.

A partir de estas mediciones pudimos obtener la corriente y la tensión en el inductor mediante operaciones matemáticas basadas en la Ley de Ohm y las leyes de Kirchhoff [1]:

$$i(t) = \frac{v_R(t)}{R} \qquad (6)$$
$$v_L(t) = v(t) - v_R(t) - i(t)r$$

Resultados

Derivamos la corriente obtenida en la ecuación (6) y la graficamos junto a la tensión en el inductor, v_L. En la figura 2 se puede observar que ambos mantienen una relación lineal, que según la ecuación (1) corresponde a L.

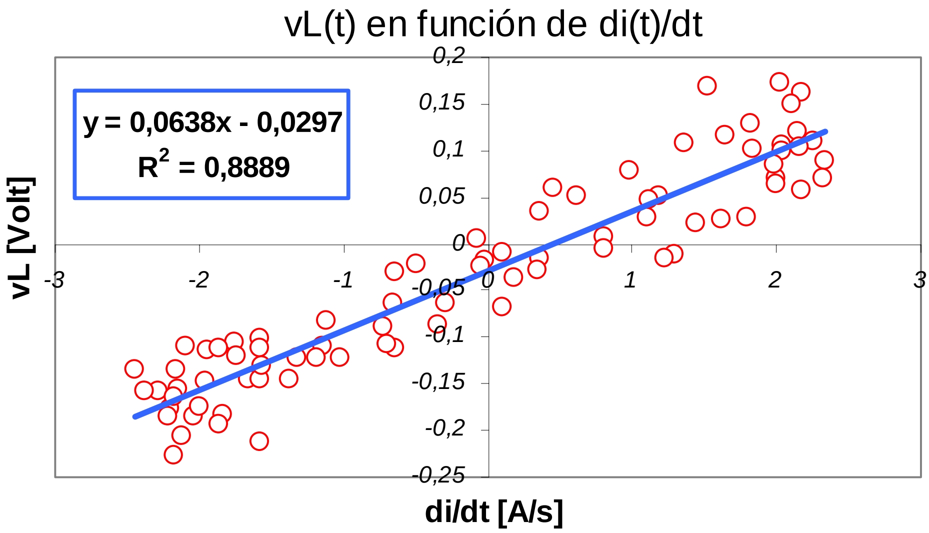

Figura 2. Gráfico de la tensión en el inductor en función de la derivada de la corriente.

Obtuvimos un valor de 65mH ± 2mH para el inductor L.

En la figura 3 se muestran la tensión en el inductor y la corriente en función del tiempo. Se puede notar que existe un defasaje entre estas dos.

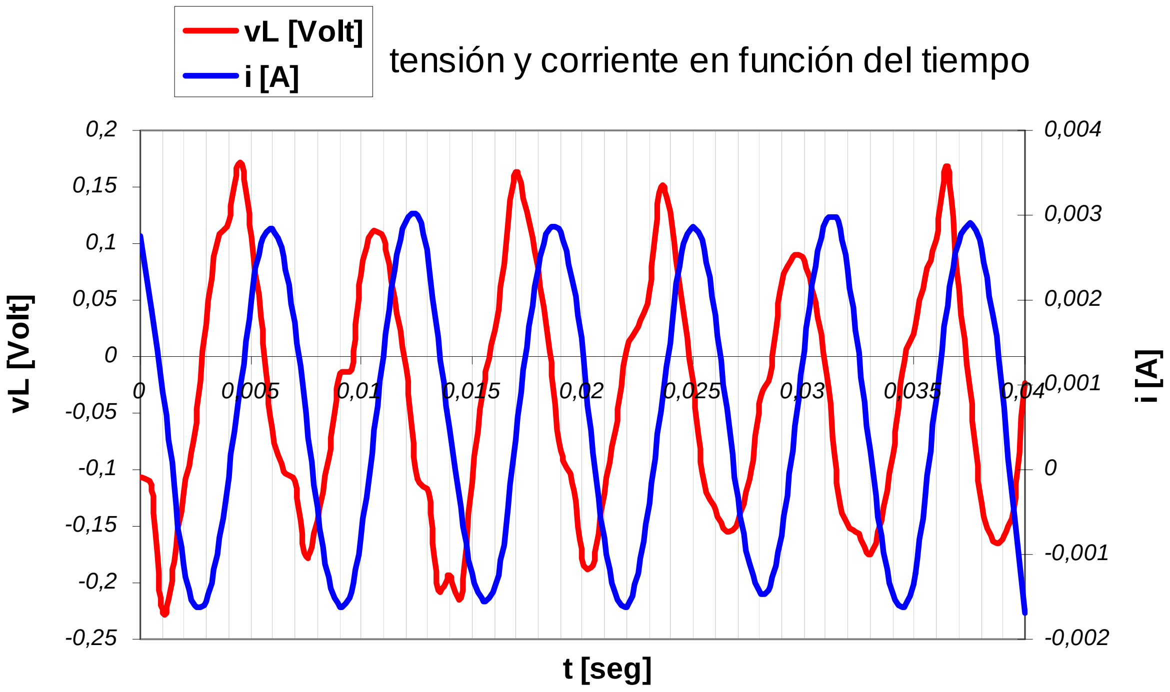

Figura 3. Gráfico de la tensión en el inductor y la corriente en función del tiempo.

Realizamos el gráfico de la figura 4 para analizar el defasaje entre la tensión en el inductor y la corriente.

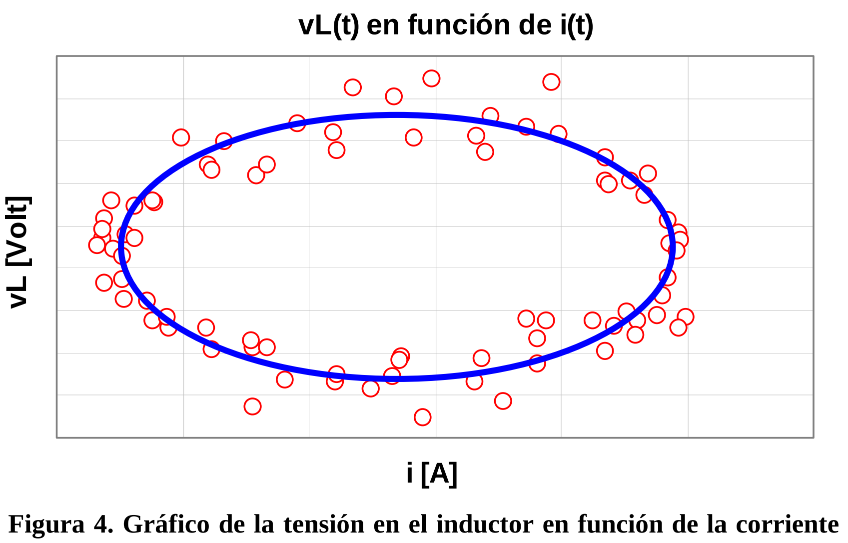

Figura 4. Gráfico de la tensión en el inductor en función de la corriente para el análisis del defasaje.

Cuando se tienen dos señales senoidales(2), a y b, desfasadas en φ:

$$a = A\text{sen}\,\theta \qquad b = B\text{sen}(\theta + \varphi) \tag{7}$$

si se grafica b(a) se puede obtener el valor del defasaje φ:

$$\varphi = \text{arsen}\left(\frac{B}{B\text{sen}\,\varphi}\right) \tag{8}$$

donde B es el máximo de b(a) y B.senφ se obtiene de pedir que a=0, según se indica en la figura 5.

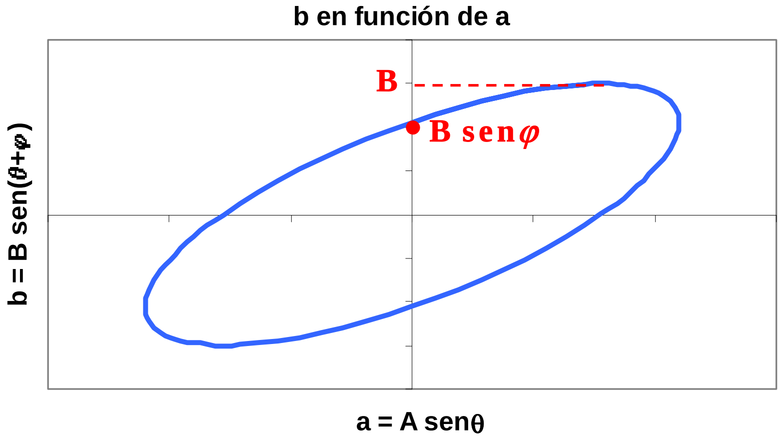

Figura 5. Gráfico para el análisis del defasaje φ.

Se puede concluir para la figura 4 y según la ecuación (8), que, como el máximo de $v_L(i)$ coincide con el valor de v_L cuando i=0, el defasaje entre $v_L(t)$ y i(t) es de 90°.

Conclusión

En la figura 2 se corroboran las ecuaciones (1) y (5) de la linealidad entre la tensión del inductor y la derivada de la corriente, que son consecuencia de la ley de inducción de Faraday. Además, del gráfico pudimos obtener el valor del inductor L de 65mH $\pm$ 2mH.

De las figuras 3 y 4 y del análisis posterior a ellas, podemos ver claramente que la tensión en el inductor adelanta a la corriente en $\pi/2$. De esta forma se comprueban las ecuaciones (4) y (5) de la tensión en el inductor y la corriente en circuitos RL.

Bibliografía

(1) *Física Universitaria*, F. W. Sears, M. W. Zemansky y H. D. Young, 6ta. Ed., Editorial Fondo Educativo Interamericano, México (1986).

(2) *Física Re-Creativa*, S. Gil y E. Rodriguez, 1ra. Ed., Argentina (2000).