

GUIA PEDAGOGICA N°2

° **ESCUELA : EPET N°1 CAUCETE**

DOCENTE: JOSE MANUEL GARCIA - BIBIANA TELLO

CURSO: 6° AÑO 2° DIVISION

TURNO: TARDE

ASIGNATURA: MAQUINAS ELECTICAS Y MANTENIMIENTO ELECTROMECHANICO

AREA: ELECTROMECHANICA

CICLO SUPERIOR

TITULO DE LA PROPUESTA: CICUITOS SERIE R L en Corriente Alterna

NOMBRE DE DIRECTIVO: MARIO GOMES

Respecto a la consigna los alumnos **tienen que copiar en la carpeta todos los contenidos y resolver los problemas sacando los resultados con dos decimales** corrigiendo los ejercicios que están redondeados luego van a estudiarlos y si existen algunas dudas pueden hacerme algunas preguntas a mi correo y dependiendo como siga esto ya veremos la forma de evaluarlos si no seguiremos avanzando con las guías sucesivas.

Joseharcia422@gmail.com (Diciendo quien es y formulando la pregunta o lo que no entiendan, previo estudio)

4

Circuitos serie R-L-C en C.A.

Acoplamiento en serie de bobinas y resistencias

En la práctica es difícil encontrar circuitos que sean exclusivamente inductivos, ya que para la fabricación de las bobinas se utilizan hilos metálicos conductores (normalmente de cobre) con una cierta resistencia. Este tipo de circuitos es muy común, como es el caso de los motores, circuitos de arranque en las lámparas fluorescentes, contactores, electroimanes, etc.

En la Figura 4.1 se ha representado el circuito equivalente de una bobina real, que en este caso está formado por una resistencia de valor óhmico R conectada en serie con una bobina pura de reactancia X_L .

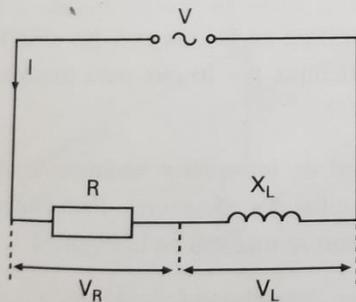


Figura 4.1

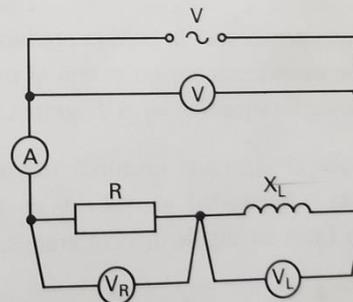


Figura 4.2

Si a este circuito le conectamos una serie de aparatos de medida, tal como se muestra en la Figura 4.2 y aplicamos una tensión alterna al conjunto se obtienen las siguientes conclusiones:

- Dado que se trata de un circuito serie, aparece una única corriente I por el circuito que queda reflejada en el amperímetro A . El valor de esta corriente depende de la combinación de los valores de R y X_L , de tal forma que, cuanto mayores sean éstos, menor es la corriente.

La combinación de los efectos limitadores de la corriente producidos por la resistencia y la bobina se le conoce por el nombre de **impedancia** y se representa por la letra Z .

Para determinar el valor de la corriente en el circuito ahora aplicamos la ley de Ohm de esta manera:

$$I = \frac{V}{Z}$$

Tensión en Voltios
Impedancia

- Los voltímetros V_R y V_L nos indican respectivamente las tensiones que aparecen en la resistencia y la bobina. Se puede comprobar experimentalmente como en ambos casos se cumple la ley de Ohm para corriente alterna, de lo que se deduce que:

$$V_R = R \cdot I \qquad V_L = X_L \cdot I$$

Dado que se trata de un circuito serie, cabría pensar que la lectura del voltímetro V que indica la tensión total aplicada tendría que ser la suma de las lecturas de los voltímetros $V_R + V_L$. Al hacer la experiencia comprobamos que esta relación no se cumple. ¿Cuál es la explicación?

En realidad sí que se cumple que la tensión total aplicada al circuito es igual a la suma de las tensiones que aparecen en la resistencia y la bobina, pero de forma vectorial:

$$\vec{V} = \vec{V}_R + \vec{V}_L$$

Hay que pensar que la bobina produce un desfase en las magnitudes eléctricas que hace que estas tensiones no varíen al mismo tiempo, por lo que para sumarlas habrá que conocer su situación en el diagrama vectorial.

Para que el diagrama vectorial sea más fácil de interpretar vamos a tomar como referencia la intensidad, ya que ésta es común a los dos receptores. Para ello situamos el vector I con un ángulo de cero grados, tal como se muestra en la Figura 4.3.

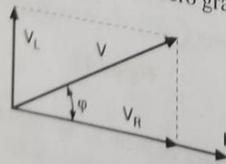


Figura 4.3

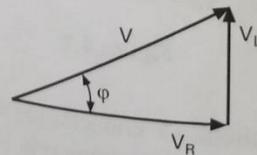


Figura 4.4

Dado que la resistencia óhmica no provoca ningún tipo de desfase, dibujamos en el diagrama vectorial la caída de tensión V_R en fase con la intensidad de corriente.

Una bobina provoca un retraso de 90° de la corriente respecto de la tensión. Como hemos dibujado a la corriente en el ángulo cero, habrá que situar el vector de la tensión en la bobina V_L adelantado respecto a la misma un ángulo de 90° .

Una vez situados correctamente en el diagrama los vectores de tensión, la tensión del conjunto V la obtenemos haciendo la suma vectorial de V_R y V_L . Si se observa el resultado obtenido podemos comprobar como la tensión V queda adelantada un ángulo φ respecto de la corriente.

Dicho de otra manera, en un circuito R-L la corriente queda retrasada un ángulo φ respecto de la tensión, que ya no es 90° como en el caso de la bobina pura. El valor de este ángulo dependerá de los valores de la resistencia respecto de la bobina. Así, por ejemplo, si en un circuito es mucho mayor la resistencia que la reactancia de la bobina este ángulo será pequeño. Al contrario, si predomina la reactancia inductiva sobre la resistencia el ángulo alcanzará valores próximos a los 90° .

- **Triángulo de tensiones.** Observando el diagrama vectorial de la Figura 4.3 detectamos que los vectores de las tensiones forman un triángulo rectángulo, donde V es la hipotenusa y V_R y V_L los catetos, tal como se muestra en la Figura 4.4. Si aplicamos el teorema de Pitágoras a este triángulo podemos obtener la siguiente relación:

$$V = \sqrt{V_R^2 + V_L^2}$$

- **Triángulo de impedancias.** Vamos a expresar en el triángulo de tensiones las relaciones de la ley de Ohm, tal como se muestra en la Figura 4.5. Si ahora dividimos cada uno de los lados de este triángulo entre la intensidad I , común a todo ellos, obtendremos el triángulo de impedancias que se muestra en la Figura 4.6.

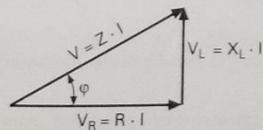


Figura 4.5

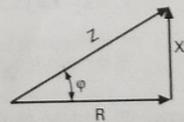


Figura 4.6

Con el triángulo de impedancias podemos obtener el valor de la impedancia Z :

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

Para determinar el ángulo φ de desfase entre V e I se puede utilizar la relación trigonométrica de la tangente:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{X_L}{R}$$

Una vez obtenida la tangente, mediante unas tablas trigonométricas o una calculadora científica, se determina el ángulo que le corresponde.

Ejemplos

- 4.1 El circuito equivalente de la bobina de un contactor es el que se representa en la Figura 4.7. El circuito consta de una resistencia de 20 ohmios y de una bobina pura con un coeficiente de autoinducción de 50 milihenrios. Se trata de averiguar los valores de Z , I , φ , V_R y V_L si aplicamos una tensión senoidal de 125 voltios y 50 hertzios. Dibujar el diagrama vectorial de V e I .

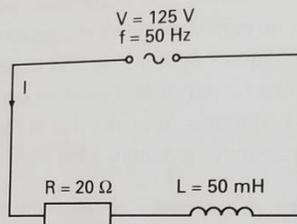


Figura 4.7

Solución: $X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0,05 = 15,7 \Omega$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{20^2 + 15,7^2} = 25,4 \Omega$$

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{125}{25,4} = 4,9 \text{ A}$$

$$V_R = R \cdot I = 20 \cdot 4,9 = 98 \text{ V}$$

$$V_L = X_L \cdot I = 15,7 \cdot 4,9 = 76,9 \text{ V}$$

$$\text{tg } \varphi = \frac{X_L}{R} = \frac{15,7}{20} = 0,79, \text{ que le corresponde un ángulo } \varphi \text{ de } 38^\circ$$

El ángulo de desfase es de 38° de retraso de la corriente respecto de la tensión, tal como se ha representado en el diagrama vectorial correspondiente en la Figura 4.8.

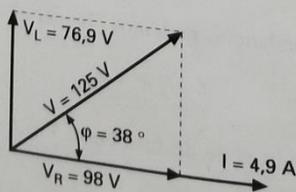


Figura 4.8

Potencia en un circuito R-L

En un circuito con resistencia y bobina se puede observar como existe un consumo de energía eléctrica que se transforma en calor a causa de la resistencia R . Por otro lado, en la bobina se producen constantes cargas y descargas de energía en forma de campo electromagnético. Esto da lugar a que en el mismo circuito coexisten diferentes tipos de potencias:

- **Potencia activa:** Este tipo de potencia es el que se transforma en calor en la resistencia. Se puede decir que es la única potencia que realmente se consume en el circuito y, por tanto, es la que debe aportar el generador al mismo.

Esta potencia es la que miden los vatímetros y en una resistencia se puede calcular mediante la siguiente expresión:

$$P = R \cdot I^2$$

Su unidad de medida es el vatio (W). Para calcular la potencia activa de cualquier circuito podemos utilizar la siguiente expresión:

$$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

- **Potencia reactiva:** Es la potencia con la que se carga y descarga constantemente la bobina. Realmente es una potencia que no se consume, únicamente se intercambia entre el generador y la bobina, haciendo fluir una corriente extra por los conductores de alimentación. En una bobina la potencia reactiva se calcula mediante la expresión:

$$Q_L = X_L \cdot I^2$$

Su unidad de medida es el voltio-amperio-reactivo (VAR.) Para calcular la potencia reactiva de cualquier circuito utilizamos la expresión:

$$Q_L = V \cdot I \cdot \sin \varphi$$

- **Potencia aparente:** Es la potencia total que transportan los conductores que alimentan al circuito. Dado que en un circuito R-L existe potencia activa y reactiva, por los conductores que alimentan a dicho circuito se transportan ambas potencias. Si sumamos vectorialmente estas potencias obtendremos la potencia aparente.

Se suele representar por la letra S y su unidad de medida el voltio-amperio (VA). Para calcular la potencia aparente de cualquier circuito utilizamos la expresión:

$$S = V \cdot I$$

- **Triángulo de potencias:** Al igual que hacíamos con las tensiones e impedancias, también se puede construir un triángulo que relacione las tres potencias que se dan en un circuito de C.A. Si partimos, por ejemplo, del triángulo de impedancias

(Figura 4.9 a) y multiplicamos a los vectores del mismo por I^2 (Figura 4.9 b) obtendremos el triángulo de potencias de la Figura 4.9 c.

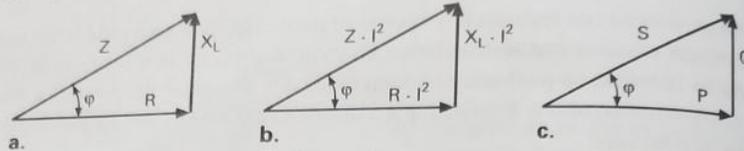


Figura 4.9

Del triángulo de potencias se deduce que la potencia aparente también es igual a

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

- **Factor de potencia (FP):** Este valor nos indica la relación que existe entre la potencia activa y la aparente:

$$FP = \frac{P}{S} = \cos \varphi$$

Si observamos el triángulo de potencias, comprobamos que el factor de potencia coincide con el valor del coseno de φ .

De alguna manera el factor de potencia o coseno de φ (ángulo de desfase entre V e I) nos indica la cantidad de potencia activa que existe en un circuito respecto a la potencia total aparente.

Ejemplos

- 4.2 Se conectan en serie una bobina de reactancia inductiva igual a 20 ohmios con una resistencia de 40 ohmios a una tensión de 100 V. Averiguar la potencia activa, reactiva y aparente del circuito, así como el factor de potencia. Dibujar el triángulo de potencias y valorar el significado del FP obtenido.

Solución: Con la ayuda del triángulo de impedancias (véase Figura 4.10) averiguamos la impedancia del circuito, el $\cos \varphi$ y el ángulo φ de desfase entre V e I .

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{40^2 + 20^2} = 44,7 \Omega$$

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z} = \frac{40}{44,7} = 0,89$$

Le corresponde un ángulo $\varphi = 27^\circ$

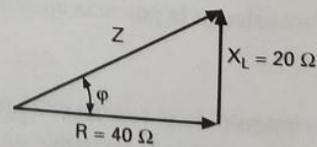


Figura 4.10

