

## Sistemas Eléctricos Lineales II

Facultad: Ingeniería  
Eléctricos Lineales II

Escuela: Ingeniería Eléctrica

Asignatura: Sistemas

Tema: **Circuitos magnéticamente Acoplados.**

### Contenidos

- Desfase de una señal.
- Inductancia.
- Inductancia Mutua.
- Coeficiente de Acoplamiento.

### Objetivo Específico

- Observar el cambio en el comportamiento de un circuito que contiene inductancias al acoplarlas sin utilizar núcleo magnético.
- Observar el cambio en el comportamiento de un circuito que contiene inductancias al acoplarlas magnéticamente por medio de un núcleo de un material determinado.
- Determinar en forma aproximada el coeficiente de acoplamiento en un circuito.

### Material y Equipo

Item	Cantidad	Descripción
1	2	Bobina de 2.2mH (o similar)
2	1	Núcleo ferromagnético
3	1	Resistencia 15 $\Omega$ / 10W (como alternativa, puede usar R de 10 o 20 $\Omega$ )
4	2	Resistencias de 47 $\Omega$ / 11W
5	1	Resistencia de 22 $\Omega$ / 11W
6	1	Amplificador de separación
7	1	Medidor RMS
8	1	Panel de ejercicios
9	1	Osciloscopio

### Introducción Teórica

Al igual que los valores que adquiere la corriente alterna en un conductor al recorrer un ciclo completo, el campo magnético alrededor del conductor se presenta en una forma alterna (aparece y luego desaparece). En seguida, se origina nuevamente en la dirección opuesta y nuevamente desaparece. Cuando el campo magnético comienza a crecer desde cero, las líneas de fuerza o líneas de flujo se expanden desde el centro del conductor hacia fuera. Al expandirse hacia fuera, se puede considerar que cortan al conductor. Téngase presente que se induce una FEM en cualquier conductor que se mueva, pero se daría el mismo efecto si el alambre se moviera y el campo se mantuviera estacionario. Todo lo que se requiere es un movimiento entre el campo magnético y el electrón. Por lo tanto, al expandirse el campo magnético hacia fuera del conductor, tiende a producir un flujo de corriente propio. En forma similar, cuando el campo magnético desaparece, las líneas de flujo vuelven a atravesar el conductor y nuevamente se induce una FEM.

Obsérvese que todo cambio en la corriente produce una expansión o una reducción del campo magnético alrededor de un conductor, lo cual a su vez induce una FEM en el mismo. A éste fenómeno se le llama **autoinducción**.

Pero si las líneas de flujo de campo generadas en una bobina cortan los conductores de una segunda, se produce un segundo voltaje. Así podemos decir que cuando existe una inducción mutua entre dos bobinas, ésta provoca cuatro efectos, los cuales son:

- a) La tensión aplicada a la bobina 1.
- b) La FEM autoinducida en la bobina 1.
- c) La FEM inducida en la bobina 2.
- d) La FEM inducida de nuevo en la bobina 1 por la corriente que pasa en la bobina 2.

Por lo tanto, la inductancia real o efectiva general de las dos bobinas mutuamente acopladas es compleja debido a las interacciones complejas entre los campos magnéticos. La inductancia efectiva de dos bobinas acopladas mutuamente recibe el nombre de **inductancia mutua**.

El grado de la inductancia mutua dependerá del grado de encadenamiento del flujo entre bobinas. Éste grado se expresa por el coeficiente de acoplamiento.

En forma de ecuación se puede expresar como:

$$K = \frac{M}{\sqrt{L1 * L2}}$$

### Análisis de bobinas acopladas magnéticamente.

Para simplificar el problema de obtener flujos aditivos o sustractivos en bobinas, los devanados están marcados con los puntos en los terminales (generalmente aunque no siempre es así) y son instantáneamente de la misma polaridad.

Regla del punto.

- a) Cuando las corrientes supuestas entran o salen de un par de devanados acoplados por las terminales punteadas, los signos en los términos de M serán los mismos que los signos en los términos de L. (En el caso de las bobinas utilizadas en los laboratorios).
- b) Pero si una corriente entra por una terminal punteada y si la otra sale por una terminal punteada los signos en los términos de M serán opuestos a los signos de los términos L.

Procedimiento

**Parte I. Comportamiento de un Circuito RL con Bobinas no Acopladas.**

1. Arme el circuito que se observa en la figura 2.1. En esta parte, las bobinas no deberán colocarse todavía en el núcleo magnético.

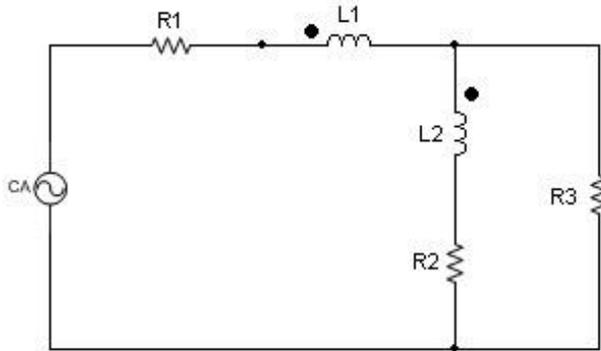


Figura 2.1. Circuito RL no acoplado.

$R1= 15\Omega / 10W$ ,  $R2= 22\Omega / 11W$ ,  $R3= 94\Omega$  (2 de  $47\Omega / 11W$ ),  $L1=L2= 2.2mH$ .

Energice el circuito bajo las siguientes consideraciones:

- Aplique 15Vac. Será el mismo para el transcurso de toda la práctica.
- Observe el punto de polaridad de las bobinas (observación visual), el cual deberá estar marcado de alguna forma (terminal rojo, con una letra A, una cruz, un punto negro, etc.), la polaridad se deberá respetar al armar el circuito de la figura 2.1.

2. Complete la tabla siguiente.

Mediciones	R1	L1	L2	R2
Magnitud de tensión (V)				
Valor de corriente medida (A)				
Desfase medido con cosímetro (°)				

Tabla 1.

3. Dibuje el diagrama fasorial de los dispositivos presentados en el circuito de la figura 2.1

4. Ahora introduzca la bobina L1 en uno de los brazos del núcleo sin colocar la parte desmontable del núcleo. Mida la corriente total.

$$I_1 = I_{TOTAL} = \text{_____} \text{ (sin parte desmontable)}$$

Ahora asegure la parte desmontable del núcleo y repita la medición.

$$I_1 = I_{TOTAL} = \text{_____} \text{ (con parte desmontable)}$$

Explique el efecto observado:

---

5. Investigue a qué se debe el fenómeno sucedido anteriormente.

**Desconecte y ordene su mesa de trabajo.**

## Parte II. Comportamiento de un Circuito RL con Bobinas Acopladas Magnéticamente.

1. Arme el circuito de la figura 2.2, en el cual, las bobinas estarán con el acople magnético (núcleo de hierro). Considere lo siguiente:
- Identifique las terminales punteadas o marcadas de las bobinas de 2.2mH
  - Coloque las bobinas en cada uno de los brazos del núcleo ferromagnético y cierre el circuito magnético colocando la parte superior en el lugar correspondiente.
  - Asegúrese que las terminales de las bobinas están en el lugar correspondiente dentro del circuito, respetando los puntos de polaridad marcados en cada una de ellas.

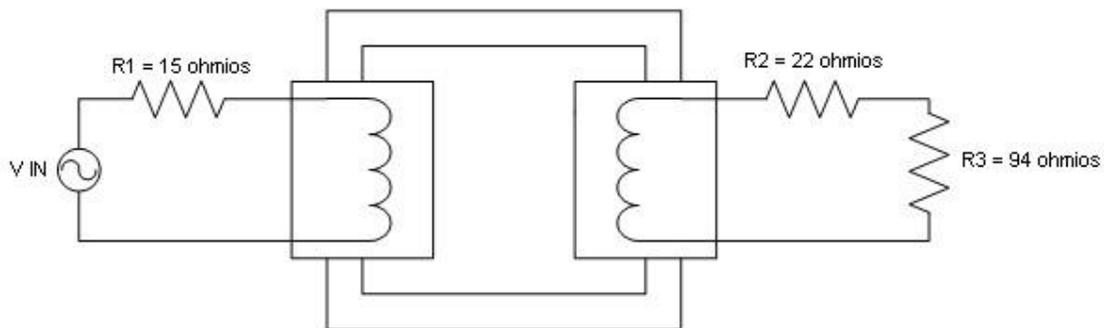


Figura 2.2.

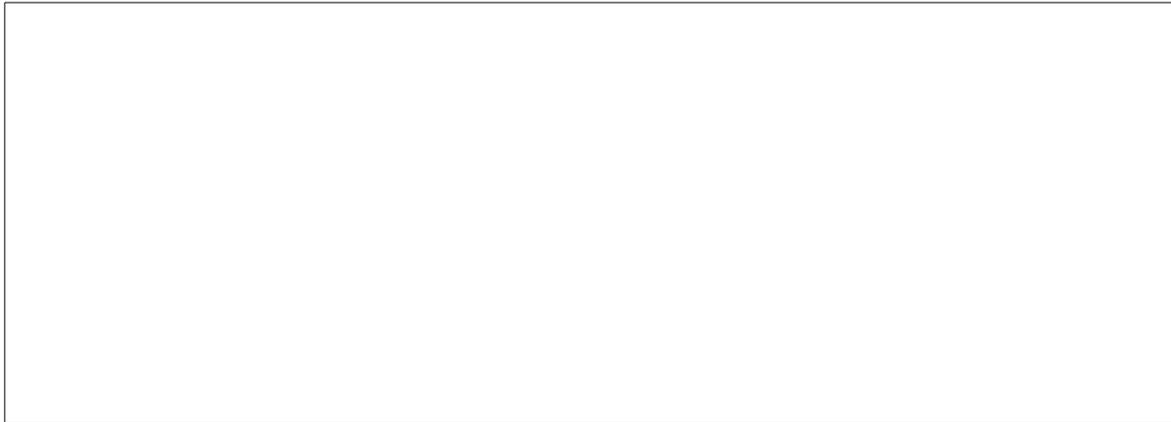
**Sistemas Eléctricos Lineales II**

2. Complete la tabla siguiente.

Mediciones	R1	L1 (Primario)	L2 (Secundario)	R2
Magnitud de tensión				
Valor de corriente medida.				
Desfase en cada elemento respecto a la fuente de Vac (medido con osciloscopio: consultar conexión)				

Tabla 2.

3. Dibuje el diagrama fasorial de los dispositivos presentados en el circuito de la figura 2.2.



4. Conteste las siguientes preguntas:

Explique si es igual el desfase existente con respecto a la primera parte del procedimiento:

---

---

---

Explique si son iguales los voltajes con respecto a la primera parte del procedimiento:

---

---

---

5. A continuación, permute<sup>1</sup> las terminales de la bobina 2 y complete la tabla.

---

<sup>1</sup> Intercambie bornes positivo con negativo en bobina del secundario

## Sistemas Eléctricos Lineales II

Mediciones	R1	L1 (Primario)	L2 (Secundario)	R2	R3
Magnitud de tensión					
Valor de corriente medida.					
Desfase en cada elemento respecto a la fuente de Vac (medido con osciloscopio: consultar conexión)					

Tabla 3.

6. Visualice las formas de onda en el osciloscopio para ver el efecto de la permutación.

**Apague la fuente, desconecte y ordene su mesa de trabajo.**

### Discusión de resultados

- Conteste las preguntas que se mostraron en el procedimiento de la guía.

### Bibliografía

- Skilling, Hugh. Circuitos en ingeniería eléctrica. Editorial CECSA 1987.  
Alexander / Sadiku. Fundamentos de circuitos eléctricos.
- Hayt, William. Kemmerly, Jack E. Análisis de circuitos en ingeniería. Sexta Edición.  
MCGRAW HILL.

**Guía 2. Circuitos magnéticamente Acoplados.**

Alumnos:

<b>EVALUACION</b>					
	<b>%</b>	<b>1-4</b>	<b>5-7</b>	<b>08/-10</b>	<b>Nota</b>
CONOCIMIENTO	20%	Conocimiento deficiente de los fundamentos teóricos durante la evaluación previa de la práctica.	Conocimiento y explicación incompleta de los fundamentos teóricos	Conocimiento completo y explicación clara de los fundamentos teóricos	
APLICACIÓN DEL CONOCIMIENTO	20%	Un porcentaje de mediciones, entre el 0% y 45% son satisfactorias en términos de exactitud y precisión esperadas.	Un porcentaje de mediciones, entre el 45% y 75% son satisfactorias en términos de exactitud y precisión esperadas.	Un porcentaje de mediciones, entre el 75% y 100% son satisfactorias en términos de exactitud y precisión esperadas.	
	20%	La información brindada en los reportes, tareas e investigación complementaria es insuficiente.	La información brindada en los reportes, tareas e investigación complementaria contiene menos elementos de lo solicitado.	La información brindada en los reportes, tareas e investigación complementaria es suficiente.	
	20%	No interpreta correctamente todos los resultados obtenidos durante la práctica, aún con apoyo del docente.	Interpreta correctamente, aunque con apoyo docente, los resultados que se obtienen durante la práctica.	Interpreta correctamente los resultados obtenidos durante la práctica.	
ACTITUD	10%	Se ha tardado un tiempo mucho mayor al esperado para realizar la práctica.	Se ha tardado un tiempo poco mayor al esperado para realizar la práctica.	El tiempo de realización de la práctica es mejor que el esperado.	
	10%	No tiene actitud proactiva para realizar las mediciones durante la práctica.	Su actitud es parcialmente proactiva para realizar las mediciones durante la práctica.	Muestra claramente una actitud proactiva para realizar las mediciones durante la práctica.	
TOTAL	100%				