

## TRABAJO PRÁCTICO Nº 9 MAGNETISMO–PARTE II

**RESUMEN.** El presente Documento aporta información sobre las mediciones de laboratorio que aportan los datos necesarios para Desarrollar y Elaborar el Informe del Trabajo Práctico de Laboratorio. Dada la situación especial y de excepción por la que atraviesa el País debido a la pandemia por el coronavirus (covid-19) es que se desarrolla esta modalidad especial de cursado para el desarrollo de los trabajos prácticos de laboratorio.

El trabajo práctico sigue los mismos lineamientos que al inicio del cursado. Cada Comisión ya designada elabora el trabajo y entrega por vía electrónica (email)

**NOTA 1.** Valores experimentales están en **color rojo**.

**NOTA 2.** Este Documento es complementario al Trabajo Práctico.

**NO Usar como modelo de trabajo práctico. Usar Solo como fuente de datos**

-----

### Experiencia 9.1

#### Inductor. Energía almacenada en un inductor.

##### Objetivo

Considerar detalles constructivos de un inductor y corroborar su propiedad de almacenar energía.

##### Equipamiento

Inductor: El inductor que disponemos se utiliza como reactancia o “balasto” para funcionamiento de lámparas de vapor de mercurio. Está construido con una bobina de alambre de cobre y núcleo de hierro laminado cerrado. Proporciona una inductancia **L** del orden de **200 mH**; la resistencia **R** de la bobina es del orden de **2,5  $\Omega$** .

Fuente de corriente continua.

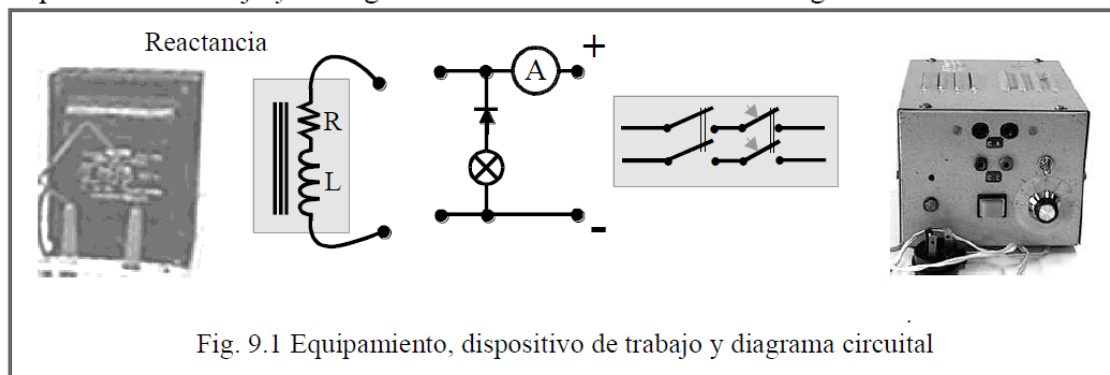
Una lámpara 24 V, 4 W.

Un diodo semiconductor.

Tester digital.

Módulo con interruptores y accesorios para conexión, comando y protección del circuito.

El dispositivo de trabajo y el diagrama circuitual es mostrado en la Fig.9.1.



#### Procedimiento

Reconocer el equipamiento y dispositivo de trabajo. Con el tester en la función óhmetro determinar la resistencia del inductor y controlar la continuidad eléctrica de la rama que conecta la lámpara en serie con el diodo. Observar que la continuidad eléctrica de esta rama se interrumpe, conforme a la propiedad característica **de conducción unidireccional de los diodos** y que esto permite asegurar que la lámpara no encenderá con energía proveniente de la fuente.

Activar la fuente y regular su tensión aproximadamente a **9 V**. Incorporar al circuito el tester como amperímetro función seleccionada en un alcance superior a 4 A. Conectar el circuito a la fuente por intermedio del módulo de comando. Controlar que la polaridad sea la indicada en el esquema.

*Con el inductor desconectado:* cerrar el interruptor del módulo de comando, mantenerlo cerrado brevemente y abrirlo. Observar: la lámpara no enciende y el amperímetro indica que la corriente es nula.

Conectar el inductor.

*Con el inductor conectado:* repetir cierre del interruptor, mantenerlo cerrado brevemente y abrirlo. Tomar lectura del amperímetro al mantener cerrado el interruptor. Observar lo señalado por la lámpara; en particular, en el instante de apertura del interruptor.

Explicar lo observado, en el ensayo del circuito con el inductor conectado, en términos de las leyes de Faraday y Lenz y del concepto “energía almacenada en un inductor”. ¿Cual es el valor de la corriente estacionaria establecida en el inductor? ¿Qué valor tiene, aproximadamente, la energía almacenada en el elemento? Explique las dificultades que presenta el sistema operado para realizar determinaciones cuantitativas, de los transitorios de carga y descarga de la energía, similares a las efectuadas al operar circuitos **RC** (T.P. Nº 7). Graficar cualitativamente (puesto que no se realizan mediciones) la corriente **i** en el inductor en función del tiempo  $i = f(t)$  del circuito **RL** operado.

#### Resultados Experimentales.

Se determina la resistencia del inductor. Se observa que la continuidad eléctrica de la rama que conecta la lámpara en serie con el diodo se interrumpe.

Se activa la fuente y se regula la tensión a 9V y corriente de 4 Amp. Se utiliza el amperímetro para verificar. Se verifica la polaridad y se conecta.

Con el inductor desconectado, se cierre el interruptor del módulo comando, luego se abre y cierra rápidamente. Se observa que la lámpara no enciende, el amperímetro no indica corriente de circulación.  $I=0$  Amp.

Con el inductor conectado, se repite la experiencia. Se toma la lectura en el amperímetro cuando el interruptor está cerrado. La lectura es  $I= 2,03$  Amp

NOTA. Analice lo descrito y realice una conclusión considerando las leyes de Faraday y Lenz. El experimento es cualitativo o cuantitativo? Que sucede con el tiempo y el experimento?

Realizar una gráfica cualitativa (sin valores) que represente la experiencia.

¿Cuál sería el comportamiento de la red en el proceso de apertura del interruptor:

si no estuviera presente la rama que contiene la lámpara y el diodo?

si en el lugar de dicha rama se colocara otra con un capacitor?

Dibuje el diagrama circuital con interruptor abierto

#### Resultados Experimentales.

Corriente estacionaria = 2,03 Amp

Valor de la energía almacenada en el elemento (U) ¿??

$L= 200$  mH  $I= 2,03$  Amp

$$U = \frac{1}{2} LI^2$$

Responder las Preguntas.  
Dibuje el diagrama circuital con el interruptor abierto

### Experiencia 9.2

**Electroimanes; magnetización. Inducción mutua. Fuerza por inducción. Corrientes parásitas o de remolinos.**

#### Objetivo

Considerar detalles constructivos y de funcionamiento de electroimanes. Comprobar cualitativamente efectos de inducción mutua, de corrientes parásitas y de fuerzas de interacción campo magnético - corrientes de remolino.

#### Equipamiento

En la Fig. 9.2 se puede observar detalles del equipamiento a utilizar.

Un electroimán recto construido con un solenoide (1.) de varias capas y como núcleo una barra cilíndrica de hierro dulce.

Un solenoide (2.) con núcleo de aire y terminales conectados a una pequeña lámpara de filamento.

Una barra cilíndrica (3.) de igual diámetro y material del núcleo del electroimán.

Un anillo de aluminio (4.). Debidamente ubicado en el sistema, actuará como secundario (espira en cortocircuito).

Fuente de corriente alterna 110 V y accesorios para conexión. Comando con pulsador.

- Para efectos de interacción “campo magnético – corrientes de remolino”:

Un disco de aluminio (5.) con eje y montado en una estructura que posibilita su rotación (Nota: este accesorio lo hemos obtenido de un medidor de energía; obsérvese que está construido con metales y aleaciones de materiales no ferromagnéticos).

Un imán permanente de sección circular (6.), de alta magnetización (imán de neodimio).

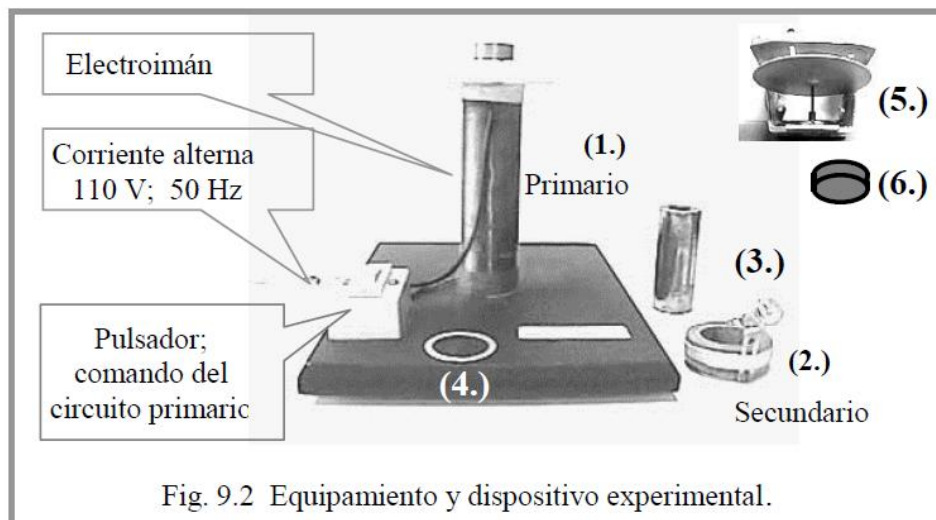


Fig. 9.2 Equipamiento y dispositivo experimental.

### Procedimiento

Conectar el solenoide (1.) a la fuente de corriente alterna accionando el pulsador.  
Apreciar que el campo obtenido es variable y de mayor valor al que se lograría con el solenoide núcleo de aire. En estos primeros ensayos utilizará al electroimán como sistema inductor primario.  
Desplazar el solenoide (2.) por los alrededores del electroimán a efectos de que actúe como secundario.  
Observar que el encendido de la lámpara tiene correspondencia con el respectivo acoplamiento magnético.  
Controlar la distancia entre arrollamientos y su posición relativa.  
¿En cual posición se logra el mejor encendido de la lámpara?  
Colocar la barra (3.) prolongando el núcleo del primario; incorporar nuevamente el solenoide (2.)  
¿Observa mejoras en el encendido de la lámpara? ¿Cómo las explica?

### Resultados Experimentales.

Al conectar el primer solenode, se acerca lentamente el segundo solenode, se observa que la luz del foco aumenta de intensidad en la misma proporción que el acercamiento del solenode.

La luz alcanza la máxima intensidad cuando el solenode secundario se coloca sobre el núcleo de hierro del solenode primario. Sucede por el aumento de flujo que atraviesa el solenode secundario. Aumenta así la inductancia mutua, genera aumento de la fem inducida y por lo tanto, mayor luminosidad de la luz.

Al prolongar el núcleo del solenode del primario (se logra colocando encima la barra de hierro) provoca un aumento del flujo que atraviesa el solenode secundario, esto es porque se produce un redireccionamiento de las líneas de flujo, por lo que aumenta la intensidad de luz.

Sustituir el solenoide (2.) por el anillo (4.)

¿Por qué salta el anillo? ¿Cómo encararía el análisis teórico de este efecto?

El anillo salta porque al circular corriente alterna genera un campo magnético que es variable, esto produce fuerza sobre el anillo. Lo mantiene suspendido pero oscilando. La corriente alterna cambia el sentido en el tiempo, al suceder esta situación la fuerza desaparece. Se observa que el anillo baja y vuelve el proceso a repetirse.

Tocar el núcleo del electroimán.

¿Por qué ha aumentado la temperatura del núcleo?

¿Cómo se puede disminuir este calentamiento sin alterar el comportamiento magnético del material?

Observación. Aumento de la temperatura en el núcleo, se produce por las corrientes parásitas.

NOTA. Analice el alumno como podría eliminar estas corrientes sin afectar el comportamiento magnético. Idea: hacer algo con el núcleo. Responda.

Demostración efectos de interacción “campo magnético – corrientes de remolino”

**Efecto frenado:** Impulsar con la mano al disco (5.) de manera que gire; en estas condiciones ubicar el imán permanente (6.) de manera que su flujo de inducción actúe sobre el disco.

**Efecto motor:** Mover el imán desplazándolo paralelamente a la superficie del disco en reposo. Explicar estos efectos: mencionar aplicaciones prácticas.

Efecto frenado.

Cuando el disco gira, al acercar el imán permanente, este genera un campo magnético que origina una fem inducida en el disco. La ley de Lenz dice que aparece una fuerza opuesta a la corriente inducida, el disco así se frena.

#### Efecto Motor

Iniciando con el Disco en reposo, se mueve el imán en forma paralela al disco.

Se produce como consecuencia un efecto contrario a la experiencia anterior, la fuerza provoca el giro del disco.

**NOTA.** Con la información aportada elabore una Conclusión.

### Experiencia 9.3

#### Transformadores.


##### I. Bobinas magnéticamente acopladas.

###### Objetivo

Estudiar condiciones de acoplamiento en bobinas de transformadores.

###### Equipamiento

Dos bobinas iguales, de 400 vueltas (primaria y secundaria).

Núcleos de hierro laminado en forma de “I”, de “U” y de “ ”.

Fuente de corriente alterna. La usará en la salida de 6 V.

Tester. (Se usará como voltímetro en AC).

Conductores de conexión con terminales.

###### Procedimiento:

Armar cuatro (a.; b.; c.; y d.) dispositivos con las dos bobinas; cada dispositivo se diferenciará de los otros por el medio de acoplamiento que vincule la bobina primaria con la secundaria. Los dispositivos y circuitos eléctricos a ensayar los muestra la Fig. 9.3.

En cada caso medir la tensión en el secundario, manteniendo el primario conectado a la fuente en 6 V, lo que dará idea de la efectividad del acoplamiento.

De los cuatro dispositivos ensayados: ¿Cuál se aproxima más al comportamiento de un transformador ideal? Fundamente su respuesta.

#### Resultados Experimentales.

Medio de acoplamiento es aire. Tensión en el secundario = 1 V

Medio de acoplamiento es una barra I. Tensión en el secundario = 1,8 V

Medio de acoplamiento es una barra U. Tensión en el secundario = 2,2 V

Medio de acoplamiento es una barra Cuadrada. Tensión en el secundario = 5,1 V

#### NOTA.

Para saber el comportamiento ideal Se analizan los datos. Analice y responda sobre cuál es el del comportamiento ideal. Fundamente respuesta.

##### II. Relación de transformación.


###### Objetivo

Construir transformadores montando bobinas con diferente número de vueltas y verificar las correspondientes relaciones de transformación.



#### Equipamiento

Juego completo de bobinas (cantidad y número de vueltas indicadas en la Fig. 9.4)

Núcleos de hierro laminado en forma de “”.

Fuente de corriente alterna.

Tester digital (se usará como voltímetro en AC)

Conductores de conexión con terminales.

#### Procedimiento

Armar el dispositivo **d-** de la experiencia anterior utilizando como primario una bobina de **400** vueltas ( $N_p$ ) y, para los ensayos sucesivos, utilizar las restantes como secundario tomando nota de su número de vueltas ( $N_s$ ).

Conectar la bobina primaria a la fuente regulada a **6 V** ( $V_p$ ), y medir las tensiones ( $V_s$ ) que aparecen en las bobinas secundarias de los transformadores así formados.

Confeccionar cuadro de valores y comparar los valores obtenidos con los que corresponden a la relación ideal:

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} \quad (9.7)$$

#### Resultados Experimentales.

Primario $N_p$	Secundario $N_s$	Valor de formula (V)	Valor experimental (V)
400	400	6	5
400	800	12	10,4
400	200	3	2,1
400	1600	24	21,8
400	3200	48	44

**NOTA.** Analice y obtenga una conclusión.

### III. Relación de transformación. Acoplamiento en circuito magnético de dos mallas.

#### Objetivo

Verificar relaciones de transformación en bobinas de un transformador cuyo circuito magnético es de dos mallas.

#### Equipamiento

Juego de seis bobinas (número de vueltas indicada en la Fig. 9.4.

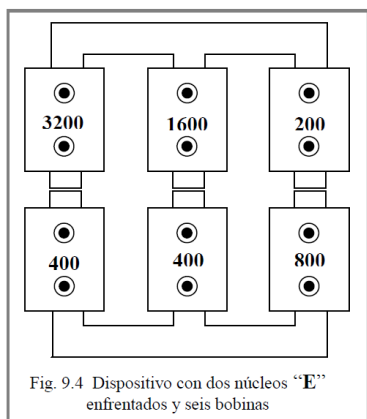
Dos núcleos de hierro laminado en forma de “**E**”

Fuente de corriente alterna. Accesorios para conexiones.

Tester. (Se usará como voltímetro en **AC**).

#### Procedimiento:

Enfrentando los dos núcleos “**E**”, armar un circuito magnético de dos mallas y montar el juego de bobinas de acuerdo a lo indicado en la Fig. 9.4.



Usar como primario la bobina de **400** vueltas ubicada en la rama central. El campo magnético generado en la rama central, encuentra, para cerrarse, dos caminos iguales por las ramas laterales. Debe esperar, entonces, una bifurcación simétrica del flujo magnético generado por el primario.

Aplicar **6 V** de tensión a la bobina primaria y medir las tensiones que aparecen en los bobinados secundarios. Comparar los valores medidos con los obtenidos de las relaciones ideales. Confeccionar cuadro de valores.

#### Resultados Experimentales.

Primario $N_p$	Secundario $N_s$	Valor de formula (V)	Valor experimental (V)
400	400	3	3,2
400	800	6	5,4
400	200	1,5	0,9
400	1600	24	24,5
400	3200	24	24,2

**NOTA.** Analice y obtenga una conclusión.

### Experiencia 9.4 Generadores dinamoeléctricos.

#### Objetivo

Considerar el principio de funcionamiento de generadores dinamoeléctricos y efectuar ensayos demostrativos.

Nota: Los generadores han sido preparados en este Laboratorio de FISICA II recuperando pequeños motores de corriente continua, rebobinándolos y preparándolos para las correspondientes demostraciones.

#### Procedimiento

Examinar los generadores e identificar en cada uno de ellos los elementos que los conforman de acuerdo a lo descripto en equipamiento.

I.) Ensayos de los generadores de accionamiento manual.

Conectar el micro amperímetro al generador de corriente continua y observar la señalización que se obtiene al operarlo con diferentes velocidades, inclusive cambiando el sentido de giro. Informar justificando observaciones.

Proceder en igual forma operando el generador de corriente alterna e informar.

II.) Ensayos del generador accionado por el motor de ca, utilizando el osciloscopio.

Poner en funcionamiento el equipo y analizar las señales, de la fem generada, utilizando el osciloscopio.

Resultados experimentales.

- I) Ensayos de los generadores de accionamiento manual.  
La corriente en el generador de corriente continua varia en magnitud pero no en sentido de circulación. El Amperímetro mide en una sola dirección.  
Depende del sentido de giro de la manivela.  
Para el segundo generador la fem varia de forma sinusoidal y genera una corriente alterna de dirección y magnitud que varían sinusoidal.  
En el Amperímetro la aguja oscila de negativo a positivo.
- II. Ensayos del generador accionado por el motor de ca. Utilizando osciloscopio  
El osciloscopio permite ver la fem alterna y el movimiento sinusoidal
- Se mide la amplitud máxima  $V_{max} = 3,3 \text{ V}$  (dato experimental)  
Se mide el periodo de la señal,  $T = 160 \text{ us}$ . (dato experimental)  
Se obtiene la frecuencia como  $1/T$  ¿?  
Se obtiene el valor eficaz según la fórmula.  $V_{ef} = V_{max} / \sqrt{2}$  ¿?  
Se obtiene la velocidad de giro en RPM,  $n =$  ¿?

NOTA. Analice y elabore las conclusiones.

-----fin trabajo práctico laboratorio