

## Trabajo Práctico de Laboratorio N° 5 Experiencias demostrativas del fenómeno de inducción

### Objetivo general

Mediante la experimentación con diversos dispositivos entraremos en contacto con diversos aspectos del fenómeno de inducción. El objetivo de esta práctica es aplicar, en forma esencialmente cualitativa, la Ley de Inducción de Faraday para interpretar distintos experimentos. En forma matemática la ley de Faraday se expresa:

$$V_{ind} = \oint_C \vec{E}_{ind} \cdot d\vec{l} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d}{dt} \int_S \vec{B} \cdot d\vec{S}$$

donde  $V_{ind}$  es la fuerza electromotriz inducida a lo largo de un camino cerrado  $C$  debido a la presencia del campo eléctrico inducido  $\vec{E}_{ind}$  y  $\Phi$  es el flujo del campo magnético a través de una superficie  $S$  delimitada por el camino  $C$ .

La expresión anterior manifiesta el hecho experimental que la fuerza electromotriz inducida en un circuito es proporcional al cambio del flujo magnético por unidad de tiempo. La dirección de la corriente inducida (si circula) es tal que se opone al cambio de flujo magnético el que puede suceder por distintas causas:

- 1) El campo magnético varía con el tiempo y el circuito permanece quieto en relación al campo.
- 2) El campo magnético es estacionario pero no uniforme (depende de la posición) y el circuito se mueve en relación a dicho campo.
- 3) El campo magnético es estacionario y la forma del circuito varía con el tiempo.
- 4) La orientación relativa entre el campo y el circuito cambia a lo largo del tiempo.
- 5) Combinaciones de las anteriores y otras no mencionadas.

### EXPERIMENTO 1: *Fuerzas sobre corrientes inducidas*

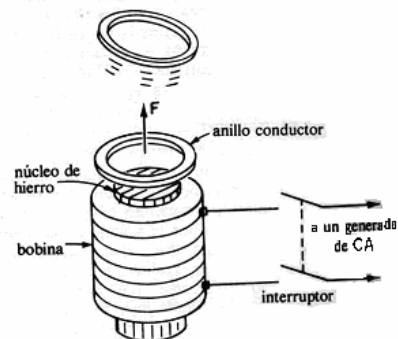
**Descripción general del dispositivo:** Consta de un electroimán conectado a un generador de corriente alterna (transformador conectado a la línea) y de una barra cilíndrica de “madera” de un metro de altura concéntrica con el eje del bobinado.

#### Procedimiento y observación:

**1.1)** Se coloca un anillo conductor (de aluminio) cerrado sobre el polo superior del electroimán. Se conecta la bobina al generador a través del interruptor.

El anillo se eleva hasta quedar en equilibrio a cierta altura sobre el polo superior del electroimán.

**Avisos importantes:** i) Por razones de seguridad este dispositivo **SOLO** debe ser operado en alguna de las mesas centrales del laboratorio que disponen de protección de un disyuntor diferencial. Los tomacorrientes de la pared carecen de protección y son peligrosos.



ii) Esta experiencia es espectacular y goza de mucho favor en el auditorio, sin embargo es la más difícil de comprender sin ayuda. No hay que desmoralizarse si no se descubre a primera vista la respuesta

**Tarea:** determinar las razones por las cuales se produce este fenómeno. ¿Cuál es la dirección de la fuerza actuante en la espira? ¿Cuál la dirección de la corriente inducida en la espira? ¿Qué componente del campo magnético es necesaria para que la espira se eleve? ¿Ocurrirá el fenómeno si la barra es de un material ferromagnético con  $\mu$  muy grande? ¿Por qué?

**1.2)** Reemplazar el anillo cerrado por uno abierto. Repetir el procedimiento y explicar por qué en este caso el anillo no se eleva.

**1.3)** Ajustar al electroimán el recipiente con forma anular. Colocar una pequeña cantidad de agua en el recipiente y conectar la bobina. La temperatura del agua comenzará a ascender gradualmente.

**Tarea:** explicar el fenómeno de calentamiento del agua apelando a los conceptos de corriente inducida y potencia disipada.

**1.4)** Colocar ahora la espira conectada a un diodo led rojo. Cuando se conecta la bobina, el diodo se enciende.

**Tarea:** describir el fenómeno observado en términos de la corriente inducida en las espiras.

## **EXPERIMENTO 2: *Péndulos de inducción, corrientes parásitas***

**Descripción general del dispositivo:** Consiste en una barra cilíndrica horizontal sobre la que puede balancearse un péndulo y un imán con distancia entre polos ajustable. El péndulo consiste de un pivote del cual se suspenden placas de distintas formas.

**Procedimiento:** En primer lugar, verificar que todos los péndulos pivotean libremente cuando se los pone lejos del imán. Una vez realizado esto, colocar el imán de modo que la placa del péndulo corte perpendicularmente las líneas del campo magnético del imán.

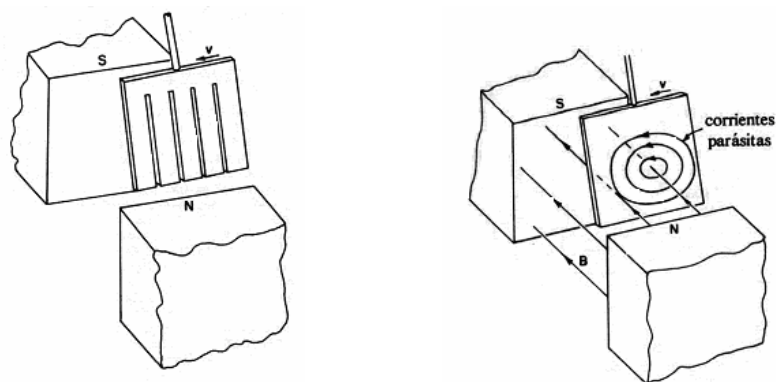
**2.1)** Hacer balancear la placa maciza entre los polos del imán.

**2.2)** Cambiar la placa por la que tiene forma de enrejado y repetir el experimento.

**2.3)** Colocar ahora el péndulo con forma de peine.

**Observaciones:** la placa maciza, al moverse entre los polos del imán, se frena rápidamente. La placa con forma de enrejado efectúa más oscilaciones antes de detenerse y la que tiene forma de peine oscila durante más tiempo aún.

**Tarea:** Explicar las observaciones en términos de las corrientes parásitas inducidas en los “péndulos” de aluminio.



### EXPERIMENTO 3: *Fuerza electromotriz y corriente inducida*

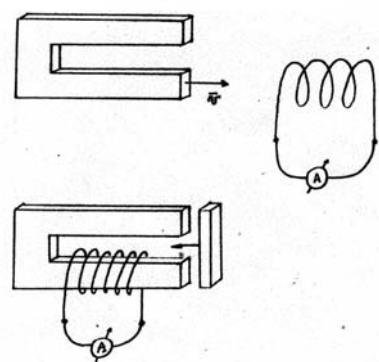
**Descripción general del dispositivo:** Consta de un imán de herradura, un bobinado y un amperímetro de aguja.

**Procedimiento y observación:** El imán de herradura se cierra mediante una pieza rectangular metálica plana. Se conecta el bobinado al amperímetro de aguja.

3.1) Desplazar el imán, haciéndolo pasar por el eje del bobinado.

3.2) Cerrar el imán mediante la pieza rectangular y moverlo con respecto al bobinado. Extraer rápidamente la pieza rectangular.

Cuando se mueve el imán respecto al bobinado o se extrae la pieza rectangular, se observará que el amperímetro registra el paso de una corriente por el bobinado.



**Tarea:** explicar este fenómeno en términos de la ley de inducción de Faraday.

### EXPERIMENTO 4: *“Tubo mágico”*

**Descripción general del dispositivo:** un caño de aluminio que puede colgarse a un dinamómetro (balanza) por uno de sus extremos. Dos piezas cilíndricas de igual peso y forma que pueden deslizarse a lo largo del tubo. Una de ellas es un imán permanente.

**Procedimiento y observación:** suspender el tubo del dinamómetro y deslizar los cilindros (de a uno) por el tubo anotando el peso que registra la balanza.

Una de las piezas deslizará libremente por el tubo y caerá (casi) con la aceleración de la gravedad. La pieza cilíndrica imantada recorrerá el tubo en un tiempo mucho mayor. En el primer caso la balanza registrará solo el peso del tubo. En el segundo caso el peso registrado será mayor.

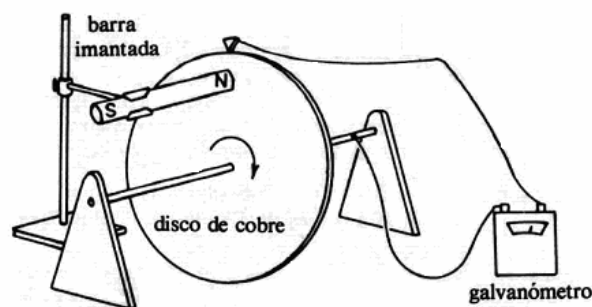
**Tarea:** describir el fenómeno observado en términos de la ley de inducción de Faraday.

### EXPERIMENTO 5: *Dínamo, Disco de Faraday*

**Descripción general del dispositivo:** Consta de un plato conductor (aluminio) que gira dentro de un campo magnético transversal. El centro del disco y el borde están conectados por contactos rozantes a los extremos de una resistencia o a un amperímetro.

**Procedimiento y observación:** al girar la manivela se produce una corriente observable en el amperímetro o una diferencia de potencial entre los bornes de la resistencia.

**Tarea:** este experimento ilustra una “excepción a la regla de flujo”. Describir el fenómeno observado utilizando la fuerza de: Lorentz.



### EXPERIMENTO 6: *Motor y Generador*

**Descripción general del dispositivo:** Un motor es un dispositivo que transforma energía eléctrica en energía mecánica. Los más sencillos constan de un bobinado con sus extremos conectados a un conmutador. El bobinado gira en torno a unos de sus ejes y está sumergido en un campo magnético constante.

Un generador es un dispositivo que transforma energía mecánica en energía eléctrica. Constructivamente es similar al anterior.

**Procedimiento y observación:** conectar el motor a la fuente. Comenzará a girar. Conectar el generador al amperímetro y girar la manivela. Se observará que la corriente se incrementa a medida que la velocidad de rotación aumenta.

**Tarea:** describir más precisamente los dispositivos que hay en el laboratorio y explicar su funcionamiento.

### EXPERIMENTO 7: *Inductor de sensaciones*

**Descripción del dispositivo:** una caja negra con dos bornes metálicos y una palanca.

**Procedimiento y observación:** Dos o más alumnos tomados de las manos. El primero y el último de la hilera apoyan el dedo índice de su mano libre sobre el dispositivo. Otro alumno o un docente bajan la palanca, con un golpe seco y enérgico (no tanto como para romper el dispositivo). Disfrutar la experiencia.

**Tarea:** abrir la caja e interpretar lo sucedido en términos de corriente inducida.