

LEY DE FARADAY

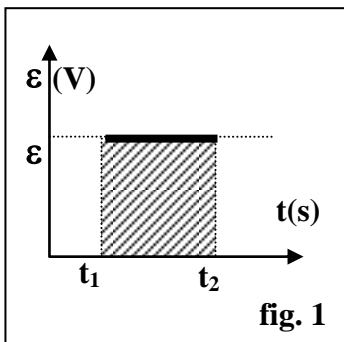
OBJETIVO: Comprobación experimental de la ley de Faraday.

Para ello utilizaremos la interface CASSY conjuntamente con el programa MEDIR Y EVALUAR, en la opción OSCILOSCOPIO.

FUNDAMENTO TEÓRICO: En el curso se estudió la ley enunciada por Michael Faraday, estableciéndose que la fem. inducida media en una espira era $\varepsilon_m = -(\Delta\phi_B/\Delta t)$, siendo ϕ_B el flujo de campo magnético B a través de la espira. Si se tenían N espiras muy, juntas el resultado era

$$\varepsilon_m = -N(\Delta\phi_B/\Delta t).$$

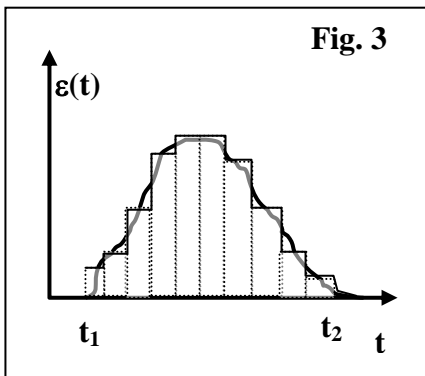
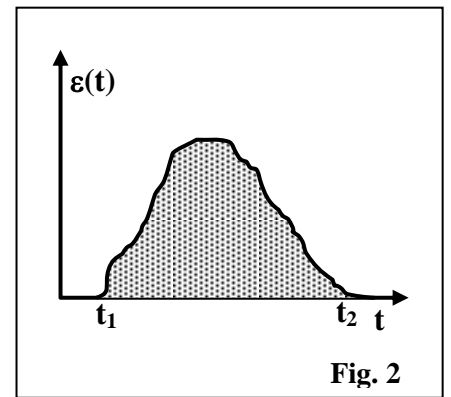
Cuando se da una variación de flujo magnético en una espira, lo que resulta aparecer, es una fem. inducida instantánea, que tendrá para cada tiempo t un valor de acuerdo a la configuración del sistema. De acuerdo a la ley de Faraday, el valor de la fem en cada instante es la **“rapidez instantánea de cambio”** del flujo de campo magnético a través de la espira, que no es otra cosa que la derivada de ϕ_B respecto al tiempo, cambiada de signo: $\varepsilon = -(d\phi_B/dt)$. Supongamos una situación hipotética donde la rapidez instantánea de cambio es tal que la fem. inducida es constante, entonces la gráfica $\varepsilon = \varepsilon(t)$ sería como la indicada en la fig. 1. En este caso $\varepsilon_m = \varepsilon$ pues se supuso que era constante, entonces podemos escribir que:



$|\varepsilon| = |\Delta\phi_B/\Delta t|$ o sea $|\Delta\phi_B| = |\varepsilon| \cdot \Delta t = |\varepsilon| \cdot (t_2 - t_1)$ es decir que el cambio de flujo viene dado por el área rayada.

Si la fem varía en el tiempo la gráfica que obtendríamos sería como la indicada en la fig. 2.

Para interpretar el significado físico del área bajo la curva recurrimos a la interpretación sugerida en la fig. 3, donde se ha considerado una fem de variación ficticia que en los intervalos



Δt , se mantiene constante en un valor intermedio, de los que toma la fem $\varepsilon(t)$ real en ese

intervalo. Es claro que el área de cada rectángulo representa el cambio de flujo magnético en el correspondiente intervalo Δt , el **“área bajo la escalera”** representará el cambio total de flujo magnético en el intervalo $t_1 \rightarrow t_2$ correspondiente a la fem de variación ficticia.

Si aproximamos la variación de la fem ficticia, a la real, reduciendo el tamaño de los intervalos Δt , se puede demostrar que cuando $\Delta t \rightarrow 0$ la “escalera” se confunde con la curva que representa a $\varepsilon(t)$. Por lo tanto el área bajo la curva $\varepsilon(t)$ en el intervalo $t_1 \rightarrow t_2$ será

el cambio total de flujo magnético $\Delta\phi_B$ a través de la espira en el intervalo $t_1 \rightarrow t_2$.

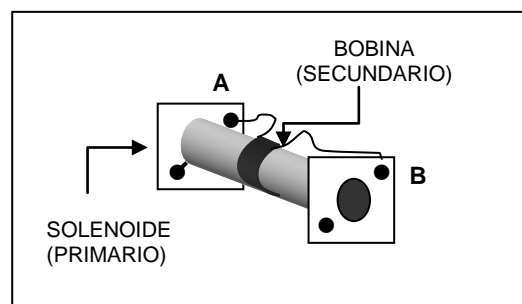
Si tenemos N' espiras, el cambio de flujo a través de una de ellas, será el área bajo la curva dividida por N', ya que el área representaría el $\Delta\phi_B$ para el total de espiras, pues la $\varepsilon(t)$ es la inducida en las N' espiras.

Por otro lado debemos saber que el campo en el interior de un solenoide en su zona central es colineal con el eje del solenoide y su valor esta muy bien aproximado por:

$$B = \mu_0 \cdot n \cdot i$$

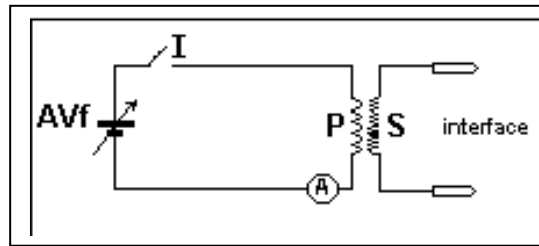
donde n es el número de espiras por unidad de longitud del solenoide; i la intensidad de corriente que lo recorre; y $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m} / \text{A}$.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL: Sobre un solenoide de sección circular de área A (PRIMARIO), se enrolló en su zona central una bobina (SECUNDARIO), de N' espiras muy apretadas de forma de poder considerar a ésta atravesada por un campo uniforme, que no es otro que el creado por el



solenoides, esta bobina que cuenta con 1000 vueltas termina en dos fichas de conexión (**A y B**), que podremos conectar con la interface.

Se armará el circuito indicado, donde el primario es alimentado por una fuente variable que genera una diferencia de potencial (ΔV_f).



Cuando el interruptor I se cierra, circula corriente por el primario (P) estableciéndose en el interior del solenoide un campo B que a su vez atraviesa al secundario (S) creando en este un cierto flujo magnético. Lo anterior hará que el flujo en el secundario pase de 0 a cierto valor por lo que la variación de flujo inducirá en este cierta fem $\varepsilon = \varepsilon(t)$ que registraremos por medio de la interfase y el programa osciloscopio en la computadora.

Por un lado evaluaremos el $\Delta\phi_B$ en cada espira como el área bajo la curva registrada, dividida por N^2 .

Por otro lado sabemos que suponiendo un campo uniforme, como prácticamente lo es, que además resulta perpendicular a cada espira, por lo que el ángulo entre el vector superficie y el campo es de 0° , quedaría:

$$\phi_F = 0 \text{ Wb.} \quad ; \quad \phi_I = B \cdot A \cdot \cos 0^\circ = B \cdot A = \mu_0 \cdot n \cdot i \cdot A \quad \text{en cada espira} \quad \therefore$$

$$\Delta\phi_B = A \cdot \Delta B = A \cdot \mu_0 \cdot n \cdot \Delta i$$

recordando que $A = \pi \cdot D^2/4$ con D diámetro del primario ($D=5,0 \times 10^{-2} \text{ m}$); $n = N/L$ siendo $N = 540$ espiras y $L=0,15 \text{ m}$ (las vueltas y longitud del solenoide respectivamente). Δi será el cambio de intensidad que registremos con el amperímetro.

Podemos comparar ambos resultados de $\Delta\phi_B$, en cada espira, obtenidos por área bajo la curva y cálculo directo para algunos valores de intensidad de corriente inicial y concluir con el cumplimiento de la ley de Faraday.

INSTRUCCIONES DE USO DEL SISTEMA:

- 0) Luego de encendida la fuente se cierra el circuito y variando el voltaje de la fuente se ajusta y registra el valor de la intensidad. (Se recomienda como valores finales de intensidad los comprendidos entre 1.5 A y 2.5 A). Luego se abre nuevamente el circuito mediante el interruptor.
- 1) Se enciende la computadora y se selecciona la opción 1 "MEDIR Y EVALUAR" (se oprime cualquier tecla para seguir)
- 2) Se selecciona el programa osciloscopio ↵
- 3) En el menú principal se va a "seleccionar rangos" ↵ (↵ = ENTER)
- 4) Rango B ↵ , dividir rangos, 0 a 10.0 V ↵ .
- 5) tiempo en ms ↵ , siendo el tiempo de medición 20 ms. ↵ .
- 6) Trigger ↵
- 7) Arranque con umbral de trigger ↵
 umbral de trigger : 0.2 V
 Impulso : +
 Avance : 0
 ↵
- 8) ESC
- 9) F1 Registrar nueva medición ↵
- 10) F2 (arrancar), para cerrar luego el interruptor de alimentación del primario.
- 11) ESC para volver al menú principal y seleccionar "EVALUACIÓN GRÁFICA" ↵
- 12) Con F5 pintamos el área bajo la curva y con ALT F5 obtenemos su valor neto (es decir con el signo correspondiente). Con CTRL F5 el valor absoluto del área. (Discuta y observe las diferencias)