

Nombre.....

Grupo de Prácticas.....Titulación.....Fecha.....

## PRÁCTICA N° 5: INDUCCIÓN MAGNETICA

**1. OBJETIVO.-** Medida de los voltajes inducidos en bobinas situadas en el interior de un solenoide, en función de la intensidad del campo magnético creado, de su frecuencia, del número de espiras de la bobina y de su sección..

**2. MATERIAL.-**

Multímetro digital (2)  
Cables conexión (5)  
Bobina de campo, 750 mm, 485 espiras/m  
Bobina de inducción, 300 espiras, d=41 mm  
Bobina de inducción, 300 espiras, d=33 mm  
Bobina de inducción, 300 espiras, d=26 mm  
Bobina de inducción, 200 espiras, d=41 mm  
Bobina de inducción, 100 espiras, d=41 mm  
Generador de funciones 20 Hz-200 kHz

**3. INTRODUCCIÓN TEÓRICA.-** La variación del flujo magnético  $\phi$  con el tiempo en una espira circular produce una f.e.m.:

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} \quad (1)$$

En un solenoide largo, de sección  $A$ , el campo magnético en su interior,  $B$ , es constante e igual a:

$$\phi = \bar{B}A \quad (2)$$

El módulo del campo magnético en el interior de un solenoide largo de longitud  $l$ , con  $n'$  vueltas por el que pasa una corriente de intensidad  $I$  es:

$$B = \frac{(\mu_0 n' I)}{l} \quad (3)$$

donde  $\mu_0$  es la permitividad del vacío y su valor es:  $1.26 \cdot 10^{-6}$  Vs/Am.

Si por el solenoide primario circula una corriente alterna de frecuencia angular  $\omega$ :

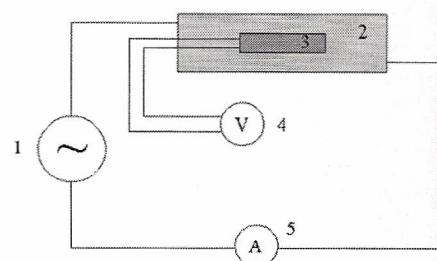
$$I = I_0 \operatorname{sen}(\omega t) \quad (4)$$

el voltaje inducido en el solenoide secundario ( $n$  vueltas, sección A) es:

$$V_{ind} = -\frac{(\mu_0 n A n' \omega I_0)}{l} \cos(\omega t) \quad (5)$$

**4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.-**

Una vez leída y comprendida la introducción teórica del apartado anterior, montar el circuito, con el generador de funciones y el contador





parlante desconectados, de acuerdo con el esquema de la figura 1, en el que se han señalado los diferentes componentes del mismo: (1) generador de frecuencias; (2) solenoide primario; (3) solenoide secundario; (4) voltímetro y (5) amperímetro. Una vez montado el circuito y antes de realizar ninguna medida debe ser revisado por el profesor.

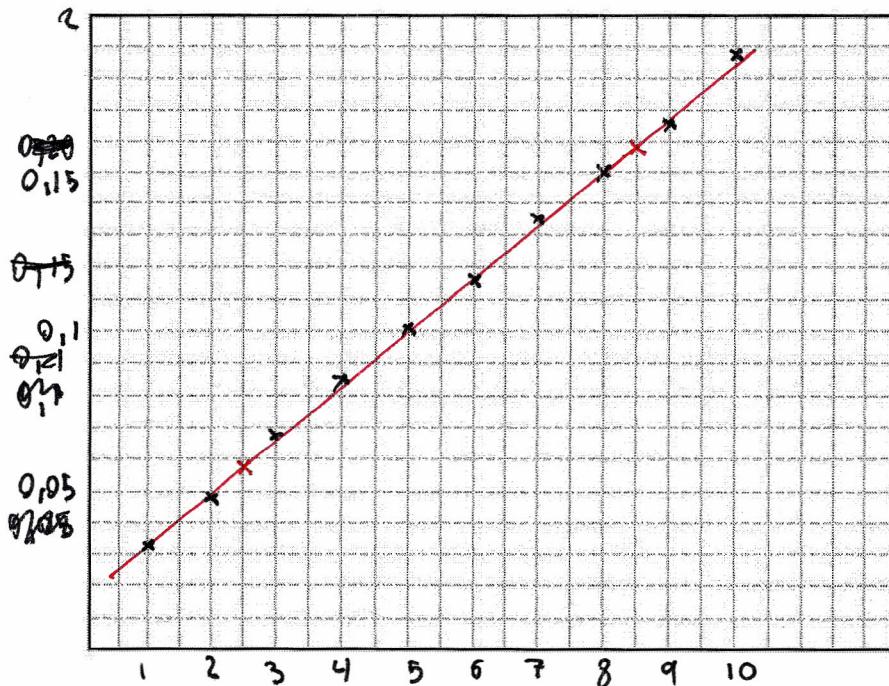
#### 4.1 Variación de $V$ en función de la intensidad que circula por el solenoide primario.

Seleccionar la frecuencia  $f=10.7$  kHz. Para medir intensidad, seleccionar la escala del voltímetro de 200 mV y la del amperímetro de 200 mA (**importante: no variar la escala durante cada experiencia**). Utilizar la bobina de 300 espiras y 41 mm de diámetro. Variar la intensidad desde 1 hasta 10 mA (tomar 10 puntos) y tomar 2 cifras decimales como precisión.

4.1.1.- Representa una gráfica el voltaje frente a intensidad, se obtendrá una serie de puntos dispuestos según una línea recta.

4.1.2.- Ajustar dichos valores por mínimos cuadrados a una recta y obtener su pendiente y ordenada en el origen así como el coeficiente de regresión  $r$  y, sobre el mismo gráfico, pintar la recta.

$I$ (mA)	$V$ (V)
1	0,033
2	0,049
3	0,067
4	0,083
5	0,100
6	0,116
7	0,133
8	0,150
9	0,166
10	0,183



Resultados del ajuste:

Pendiente: 0,0167

Ordenada: 0,0163

R: 0,999

Puntos para dibujar la recta:

(2,5, 0,058)

(8,5, 0,158)



4.1.3.- Teniendo en cuenta la ecuación 5, comparar los valores de la pendiente y la ordenada en el origen obtenidos con los valores teóricos.

Resultado Teórico:  $0,0163$  El valor teórico de la pend. es 0

Resultado experimental:  $0,0167$

Error relativo (%):  $2,45\%$ .

#### 4.2 Variación de $V$ en función de la frecuencia en el solenoide primario.

Regular la intensidad hasta que la que pase por el amperímetro sea de 3 mA. Utilizando una bobina de 300 espiras y 41 mm de diámetro, variar la frecuencia desde 2 kHz hasta 12 kHz de 1 kHz en 1 kHz.

4.2.1.- Representar gráficamente los valores de  $V$  frente a la frecuencia.

4.2.2.- Realizara un ajuste por mínimos cuadrados de los datos y explica: teóricamente, ¿a qué correspondería la pendiente de la recta?

f (kHz)	V (V)
2	0,006
3	0,009
4	0,011
5	0,013
6	0,014
7	0,016
8	0,018
9	0,019
10	0,020
11	0,021
12	0,022

Resultados del ajuste:

Pendiente:  $0,0016$

Ordenada:  $0,0045$

R:  $0,9754$

Puntos para dibujar la recta:

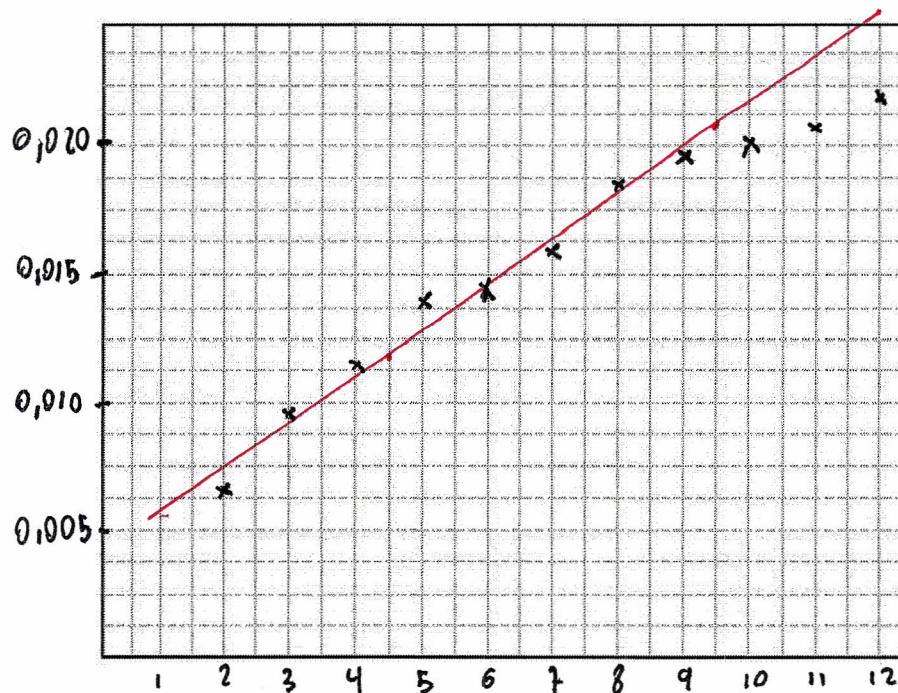
$(4,5, 0,0117), (9,5, 0,0197)$

4.2.3.- Teniendo en cuenta la ecuación 5, comparar los valores de la pendiente y la ordenada en el origen obtenidos con los valores teóricos.

Resultado Teórico:  $0,0045$  n-teorico es 0.

Resultado experimental:  $0,0016$

Error relativo (%):  $65,51\%$



#### 4.3 Variación de $V$ en función del número de espiras en el solenoide secundario.

Seleccionar una intensidad de 3 mA y una frecuencia de 10.7 kHz. Medir el voltaje colocando las bobinas de 100, 200 y 300 espiras y 41 mm de diámetro.

4.3.1.- Representar gráficamente los valores de  $V$  frente al número de espiras.

4.3.2.- Ajustar por mínimos cuadrados a una recta, obteniendo su pendiente y su ordenada en el origen.

n (espiras)	V (V)
100	0,03
200	0,032
300	0,068

Resultados del ajuste:  
Pendiente: 0,0002  
Ordenada: 0,0053  
R: ~~0,7894~~ 0,884

Puntos para dibujar la recta:

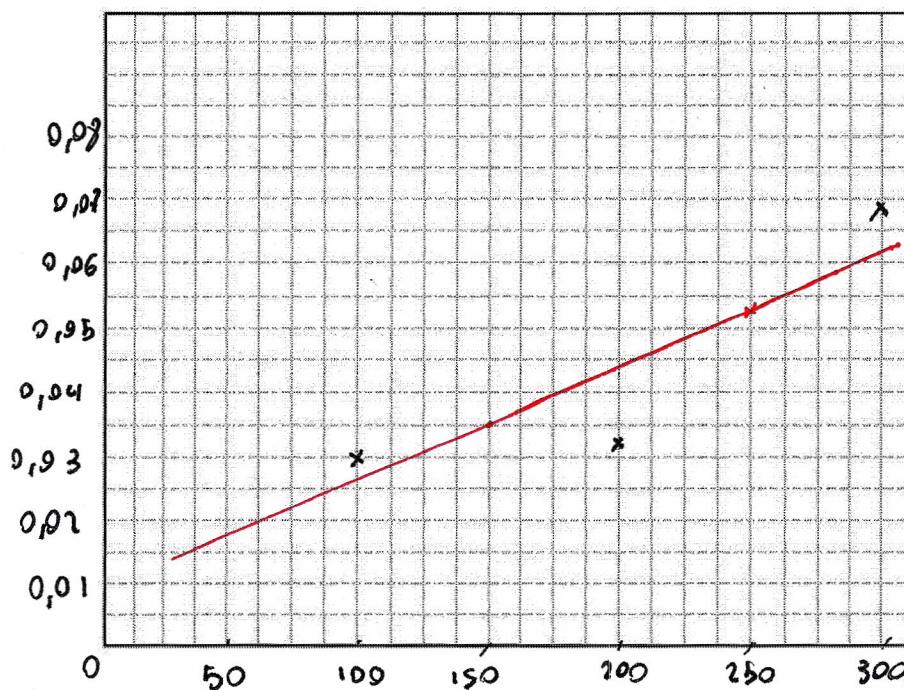
(150, 0,00353)  
(250, 0,0053)

4.3.3.- Teniendo en cuenta la ecuación 5, comparar los valores de la pendiente y la ordenada en el origen obtenidos con los valores teóricos.

Resultado Teórico: 0,000162

Resultado experimental: 0,0002

Error relativo (%): 23,41%



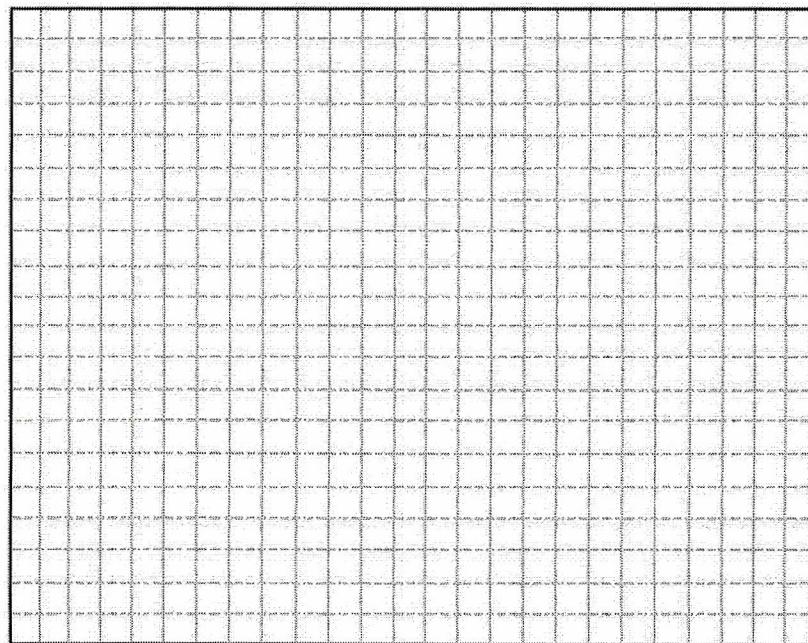
#### 4.4 Variación de $V$ en función del diámetro del solenoide secundario.

Seleccionar  $I = 3$  mA y frecuencia de 2 kHz. Medir el voltaje colocando las bobinas de 300 espiras diámetro 41, 33 y 26 mm.

4.4.1.- Representar gráficamente los valores de  $V$  frente al diámetro elevado al cuadrado.

4.4.2.- Ajustar por mínimos cuadrados a una recta, obteniendo su pendiente y su ordenada en el origen.

¿Es lógico el comportamiento lineal observado?





$d^2 (\text{mm}^3)$	V (V)
676	0,001
1089	0,003
1681	0,015

Resultados del ajuste:

Pendiente:  $10^{-5}$

Ordenada:  $0,0102$

R:  $0,958$

Puntos para dibujar la recta:

4.4.3.- Teniendo en cuenta la ecuación 5, comparar los valores de la pendiente y la ordenada en el origen obtenidos con los valores teóricos.

Resultado Teórico:  $10^{-5}$

Resultado experimental:  $2,16 \cdot 10^{-5}$

Error relativo (%):  $53,82\%$

① Procedemos al ajuste como en prácticas anteriores

#### 4.1 Resultados teóricos:

$$V = \mu_0 N' A n z \pi f I$$

↓                    ↓                    ↓                    ↓  
 y                    m                    n                    x

$$\mu_0 = 1,26 \cdot 10^{-6} \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{A} \cdot \text{m}}$$

$$N' = \frac{n}{l} = 485$$

$$A = \pi r^2 = \pi \cdot \left( \frac{91 \cdot 10^{-3}}{2} \right)^2 = 1,32 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$n = 300$$

$$\omega = 2\pi \cdot 10,7 \cdot 10^3$$

$$m_{\text{teórica}} = 1,26 \cdot 10^{-6} \cdot 485 \cdot 1,32 \cdot 10^{-3} \cdot 300 \cdot 2\pi \cdot 10,7 \cdot 10^3 \cdot 10^{-3} = 0,0163$$

$$m_{\text{teórica}} = 1,26 \cdot 10^{-6} \cdot 485 \cdot 1,32 \cdot 10^{-3} \cdot 300 \cdot 2\pi \cdot 10,7 \cdot 10^3 \cdot 10^{-3} = 0,0163$$

↓  
 por estar la  
 intensidad en mA.

$$m_{\text{experimental}} = 0,0167$$

$$\text{Error relativo: } \frac{|0,0167 - 0,0163|}{0,0163} = 2,45 \cdot 10^{-2}$$

$$\text{Error relativo \%} = \text{Error relativo} \times 100 = 2,45\%.$$

$$4.2 \text{ Resultados teóricos: } V = \left[ \mu_0 N' \cdot A \cdot n \cdot 2\pi \cdot I \cdot f \right] =$$

↓                    ↓                    · x  
 y                    m

$$= 0,0045 \quad (\text{la frecuencia est\'a en kHz})$$

$$\text{Error relativo: } \frac{0,0045 - 0,0016}{0,0045} \times 100 = 65,54\%$$

4.3.3

$$V = \mu_0 N^2 A \cdot 2\pi \cdot I \cdot f - m$$

↓      ↓      ↓  
y      m.

~~$\Delta R = 2\mu$~~   $m_{\text{teoria.}} = 0,000162$

4.3.4.

$$V = \mu_0 N^2 n^2 \pi I f \cdot \pi \cdot \frac{1}{4} \cdot d^2$$

$$m = \mu_0 N^2 n^2 \pi I f \cdot \pi \cdot \frac{1}{4} \cdot \boxed{10^{-6}} \rightarrow \text{por cada d en mm.}$$
$$= 2,16 \cdot 10^{-9}$$