

## Práctica 2

# Práctica de Inducción electromagnética.



Luis Iñiguez de Onzoño Sanz

## Práctica 2

### Práctica de Inducción electromagnética.

1.	Introducción Teórica	II
2.	Materiales	III
3.	Descripción de la práctica	IV
4.	Procedimiento	IV
5.	Resultados	V
6.	Errores	IX
7.	Comentarios	X
8.	Conclusiones	X

## Introducción Teórica:

En un principio, el magnetismo se estudio como la característica de ciertos materiales de atracción entre ellos u otros distintos de similares características y no fue hasta 1820 cuando Hans Christian Ørsted descubrió que el paso de una corriente eléctrica a través de un conductor producía un campo magnético a su alrededor surgiendo del mismo el electromagnetismo, rama de la física que estudia los fenómenos eléctricos y magnéticos asentada por Faraday (1791 - 1867) y complementada por Maxwell (1831 - 1879).

Cuando una corriente circula por un solenoide esta produce en su interior un campo magnético según la siguiente expresión.

$$B = \mu_0 \frac{N}{l} I$$

Según la primera ecuación de Maxwell cuando un solenoide es atravesado por un campo magnético se crea un flujo magnético por espira de valor correspondiente al de la siguiente fórmula.

$$\phi_{\text{espira}} = \int_S \vec{B} \cdot d\vec{s} = \vec{B} \cdot \vec{S} = B \cdot S \quad (\text{producto del campo por la sección del solenoide})$$

En esta situación, si introducimos dentro del solenoide en cuestión otro de  $N'$  espiras, el flujo equivale a:

$$\Phi = N' \phi_{\text{espira}} = N' B S'$$

Se puede apreciar que al variar la intensidad de la corriente que circula por el primer solenoide el campo magnético por el producido varía y por tanto el flujo magnético también lo hará y de acuerdo con la ley de Faraday se induce una fuerza electromotriz que tiende a oponerse a la variación del flujo magnético a través de circuito, por tanto obtenemos una f.e.m. instantánea inducida en el solenoide interior debido al campo magnético producido por el exterior de valor:

$$E_i = -N \frac{d\Phi}{dt} = -N' S' \frac{dB}{dt} = -\mu_0 N' S' \frac{N}{l} \frac{dI}{dt}$$

Que sabiendo que alimentamos el circuito con una intensidad senoidal de amplitud  $I_0$  y frecuencia  $n$  obtenemos una f.e.m.

$$E_i = \mu_0 N' S' \frac{N}{l} I_0 2\pi n \sin(\omega t)$$

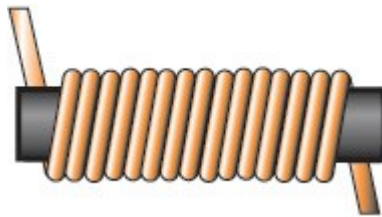
A nosotros nos interesa la f.e.m. máxima inducida, que es cuando la función seno es igual a la unidad así como que nos interesa el valor eficaz puesto que es el valor que recogen los multímetros dando como expresión final:

$$E = \mu_0 N' S' \frac{N}{l} I_0 2\pi n$$

En ella se aprecia que el valor eficaz de la f.e.m. inducida depende de la intensidad eficaz, de la frecuencia y del número de espiras y superficie transversal del solenoide secundario.

## Materiales

### Solenoides



El solenoide es un alambre aislado enrollado en forma de hélice por el que cuando circula una corriente eléctrica se produce un campo magnético en su interior. El solenoide que usamos en la práctica es de una longitud de 0,75 m con un diámetro de 0,079 m. Sus características técnicas son: 485 espiras/m un coeficiente de autoinducción de 1 mH con una intensidad máxima permitida de 8 amperios.

También usaremos otros solenoides de menor tamaño, en concreto:

1. 100 espiras, 41 mm de diámetro y 160 mm de longitud.
2. 200 espiras, 41 mm de diámetro y 160 mm de longitud.
3. 300 espiras, 41 mm de diámetro y 160 mm de longitud.
4. 300 espiras, 26 mm de diámetro y 160 mm de longitud.
5. 300 espiras, 33 mm de diámetro y 160 mm de longitud.

### Amperímetro



Es un instrumento que sirve para medir la intensidad de corriente que está circulando en un circuito eléctrico. En este se pueden regular la escala para adecuarla a nuestro experimento en el que hemos usado una intensidad variable entre 0 y 0,06 amperios.

### Voltímetro



Este aparato sirve para medir el voltaje de un circuito, la mayor parte de ellos son llamados multímetros debido a su capacidad de poder medir distintas magnitudes. Así mismo permite cambiar la escala de medición.

## Generador de funciones

Este apartado sirve para hacer una corriente alterna en la que podremos variar tanto la frecuencia como la intensidad, variables necesarias para la consecución de nuestra experiencia. Este aparato, al igual que la fuente de intensidad permite realizar un ajuste muy fino de cada uno de sus parámetros gracias a sus ruedas de selección, una de rápido desplazamiento y otra para el ajuste detallado.

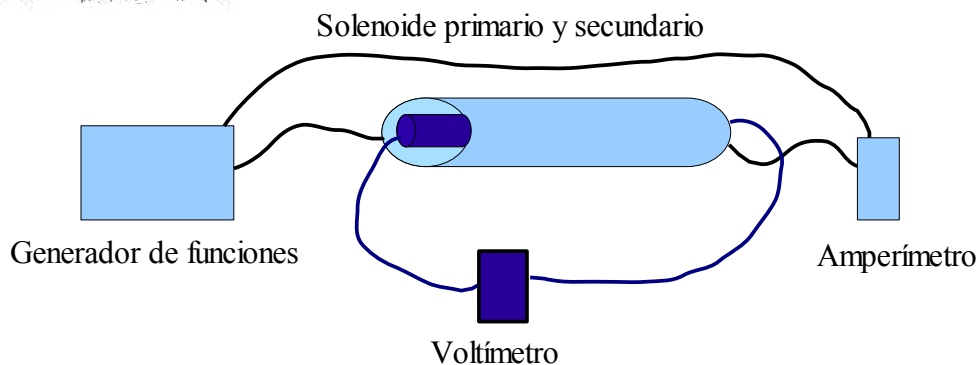


## Descripción de la práctica

Esta práctica tiene como objetivo comprobar experimentalmente la variación de la fuerza electromotriz inducida en función de la amplitud de la señal, de la frecuencia del campo magnético, el número de espiras de la bobina secundaria y de la sección recta de la bobina de inducción.

Así mismo debemos comparar los datos obtenidos experimentalmente con los obtenidos teóricamente representando los resultados en gráficas para una correcta visualización.

## Procedimiento



El montaje a realizar consta de dos circuitos separados físicamente. Por una parte está el circuito primario que está formado por el solenoide principal, un generador de corriente alterna y un amperímetro.

El circuito secundario está formado por una bobina de menor tamaño, alojada en el interior del solenoide mayor, así como de un voltímetro gracias al cual medimos la f.e.m. inducida.

## Resultados

Sabiendo  $E = \mu_0 \cdot \frac{N}{l} \cdot N' \cdot S' \cdot I \cdot 2 \cdot \pi \cdot n$

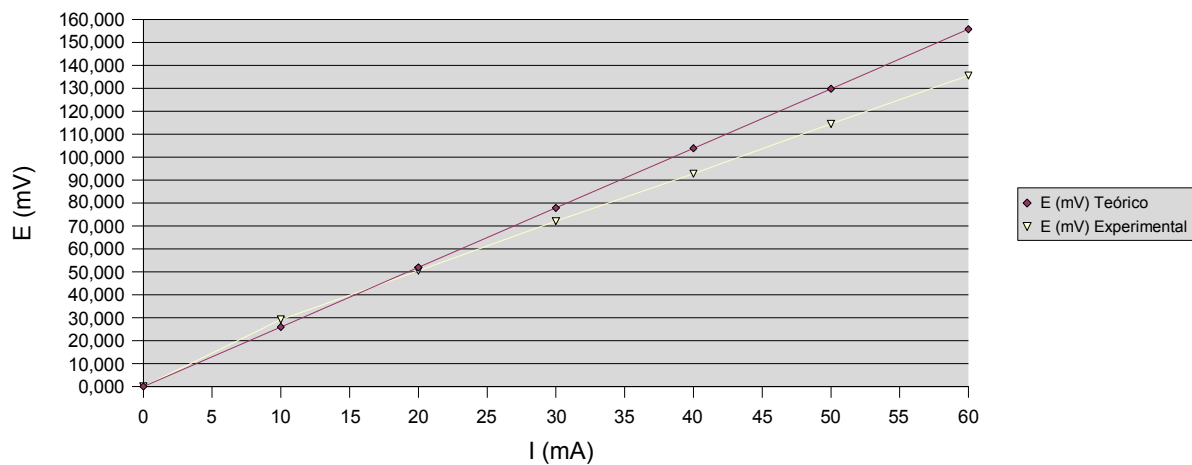
### 1. Variación de la f.e.m. frente a la variación de la intensidad.

Fijamos una frecuencia (n) constante de 10700 Hz, con una bobina secundaria de 300 espiras, longitud 0,16 m y un diámetro de 0,041 m mientras variamos la intensidad.

$$E = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 485 \cdot 300 \cdot 0,16 \cdot \left(\frac{0,041}{2}\right)^2 \cdot \pi \cdot I \cdot 2 \cdot \pi \cdot 10700$$

I (mA)	E (mV) Teórico	E (mV) Experimental
0	0,000	0
10	25,967	29,2
20	51,933	50,5
30	77,900	72,1
40	103,866	92,8
50	129,833	114,5
60	155,799	135,6

### Variación de la f.e.m. frente a la variación de la intensidad



Por tanto, la ecuación de la recta según la teoría expuesta sería:

$$E(mV) = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 485 \cdot 300 \cdot 0,16 \cdot \left(\frac{0,041}{2}\right)^2 \cdot \pi \cdot 2 \cdot \pi \cdot 10700 \cdot I(mA) = 2,596654 \cdot I(mA)$$

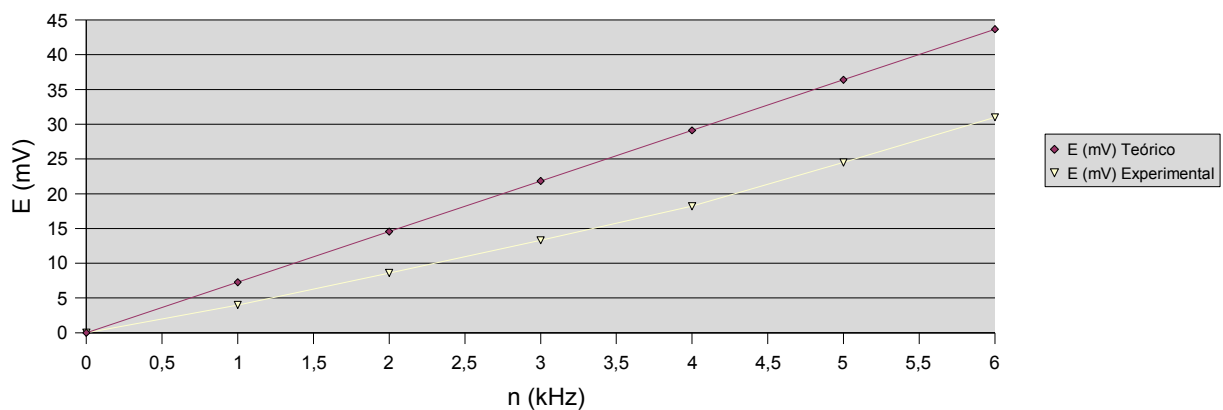
2. Variación de la f.e.m. frente a la variación de la frecuencia del campo magnético.

Fijamos una intensidad (I) constante de 30 mA, con una bobina secundaria de 300 espiras, longitud 0,16 m y un diámetro de 0,041 m mientras variamos la frecuencia.

$$E = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 485 \cdot 300 \cdot 0,16 \cdot \left(\frac{0,041}{2}\right)^2 \cdot \pi \cdot 30 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot \pi \cdot n$$

n (kHz)	E (mV) Teórico	E (mV) Experimental
0	0	0
1	7,28	4
2	14,56	8,6
3	21,84	13,3
4	29,11	18,2
5	36,4	24,5
6	43,68	31

Variación de la f.e.m. frente a la variación de la frecuencia del campo mangnético



Así mismo se puede concluir que la ecuación de esta recta siguiendo la teoría es:

$$E(mV) = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 485 \cdot 300 \cdot 0,16 \cdot \left(\frac{0,041}{2}\right)^2 \cdot \pi \cdot 30 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot \pi \cdot 10^6 \cdot n(kHz) = 7,28034 \cdot n(kHz)$$

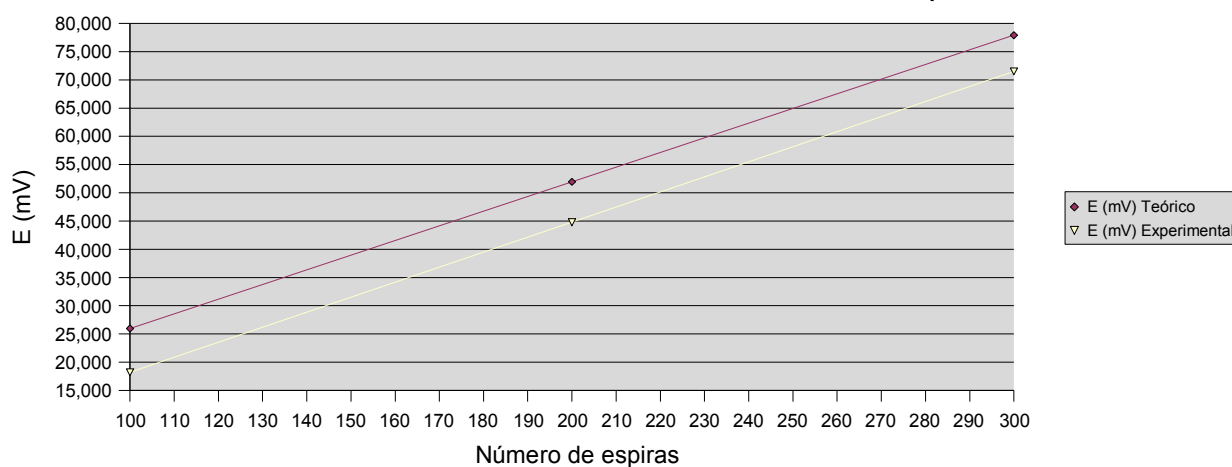
### 3. Variación de la f.e.m. frente al número de espiras.

Fijamos una frecuencia ( $n$ ) constante de 10700 Hz, con una intensidad de 30 mA , longitud 0,16 m y un diámetro de 0,041 m mientras variamos el número de espiras.

$$E = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 485 \cdot n \cdot 0,16 \cdot \left(\frac{0,041}{2}\right)^2 \cdot \pi \cdot 30 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot \pi \cdot 10700$$

I (mA)	E (mV) Teórico	E (mV) Experimental
100	25,967	18,2
200	51,933	44,8
300	77,900	71,5

Variación de la f.e.m. frente al número de espiras



Siguiendo la teoría vemos que la ecuación de la recta es:

$$E(mV) = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 485 \cdot 0,16 \cdot \left(\frac{0,041}{2}\right)^2 \cdot \pi \cdot 30 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot \pi \cdot 10700 \cdot n(\text{espiras}) = 0,25966 \cdot n(\text{espiras})$$



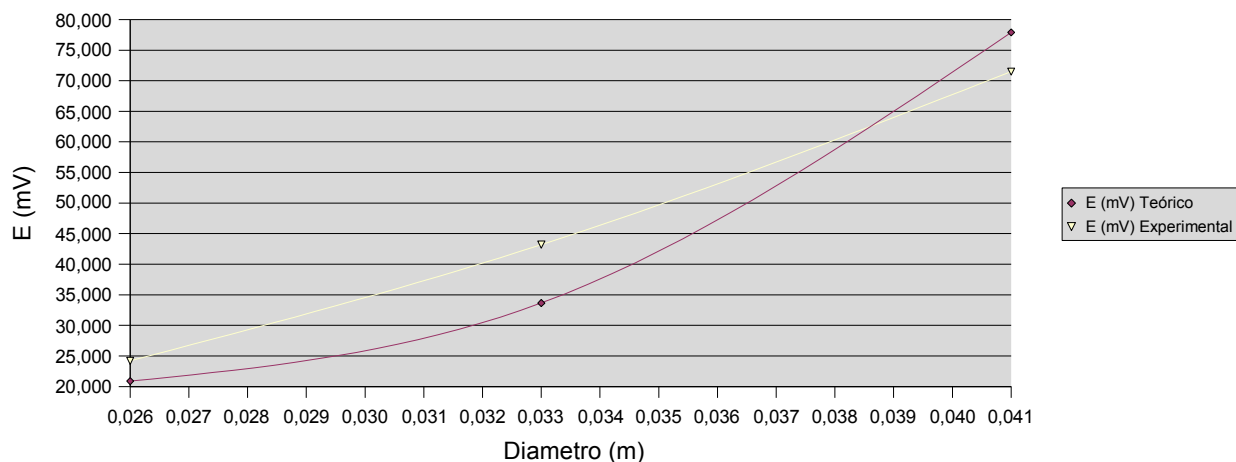
#### 4. Variación de la f.e.m. frente a sección recta de la bobina.

Fijamos una frecuencia ( $n$ ) constante de 10700 Hz, con una intensidad de 30 mA , 300 espiras y un diámetro de 0,041 m mientras variamos la longitud .

$$E = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 485 \cdot 300 \cdot 0,16 \cdot \left(\frac{l'}{2}\right)^2 \cdot \pi \cdot 30 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot \pi \cdot 10700$$

Diametro (m)	E (mV) Teórico	E (mV) Experimental
0,026	20,885	24,2
0,033	33,644	43,2
0,041	77,900	71,5

Variación de la f.e.m. frente a sección recta de la bobina

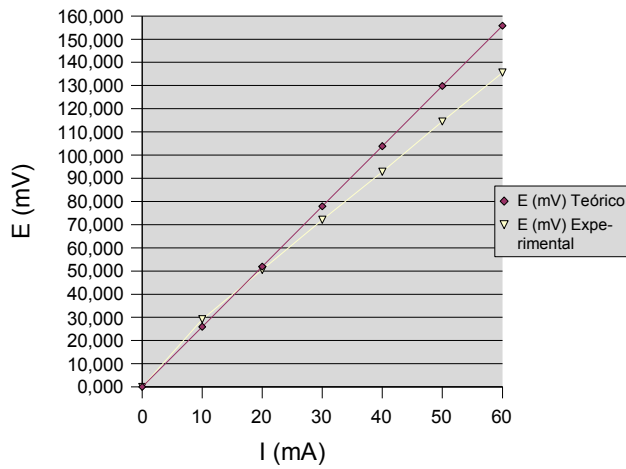


Siendo la ecuación de la recta:

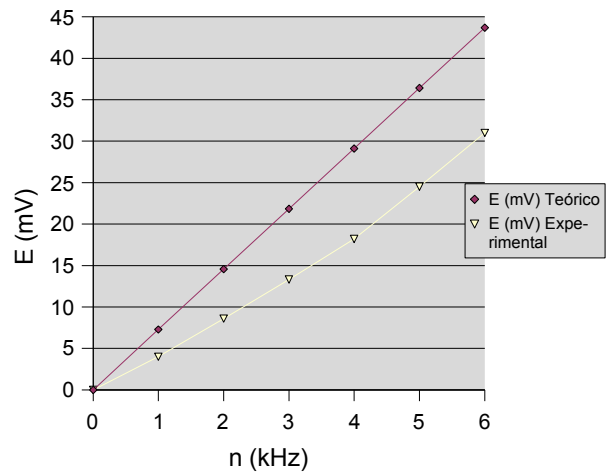
$$E (mV) = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 485 \cdot 300 \cdot 0,16 \cdot \left(\frac{1}{4}\right) \cdot \pi \cdot 30 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot \pi \cdot 10700 \cdot l'^2 (mm^2) = 46,34123 \cdot l'^2 (mm^2)$$

# Errores

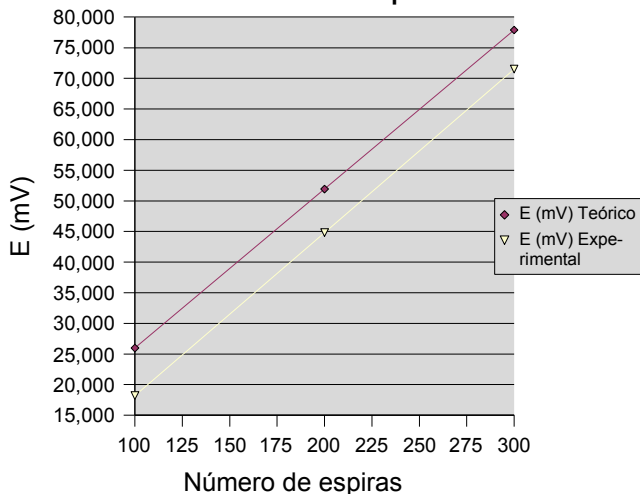
variación de la intensidad



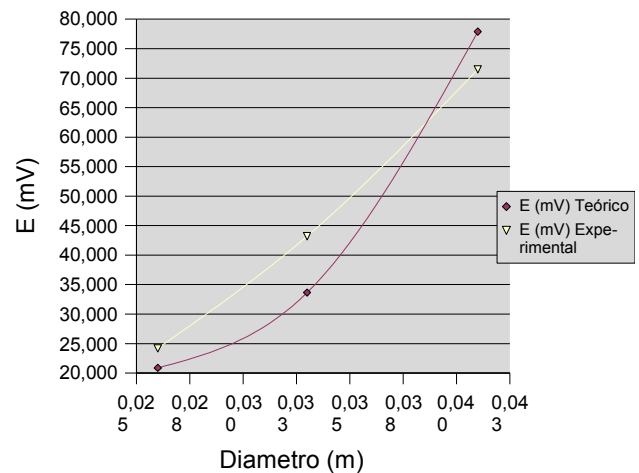
frecuencia del campo magnético



número de espiras



sección recta de la bobina



Con las gráficas a las vista se puede apreciar el error de forma fácil e ilustrativa. En todos los casos excepto en el último las medidas tomadas experimentalmente son menores que las calculadas teóricamente debido esto a la influencia de otros campos externos al experimento. También se puede comprobar una cierta tendencia de que cuantos mayores sean los datos que estemos midiendo, mayor es el error producido, hecho que se ve fácilmente en la gráfica que relaciona la fuerza electromotriz inducida y la frecuencia de la corriente.

En el caso donde más se diferencian las medidas es en el que se estudia la relación entre el número de espiras y la f.e.m. inducida aunque apreciando la diferencia constante entre los datos teóricos y experimentales se puede presuponer que tuvo que existir algún problema de medición.

## **Comentarios**

A la hora de tomar las medidas nuestro mayor problema fue el ajuste fino de los aparatos por su poca tolerancia así como la escala en que tomábamos las medidas en algunos momentos resultó ser la equivocada.

En la memoria el problema derivó de los errores de escala de la práctica puesto que, al no haber tomado correctamente la escala la diferencia entre los experimentales y los teóricos eran muy grandes, problema solucionado una vez arreglé las escalas de medición.

Con la realización del resumen teórico encontré dificultades para llegar entender la teoría expuesta en la práctica puesto que el nivel alcanzado en clase aún no llegaba a lo necesario en la práctica.

## **Conclusiones**

Gracias a esta experiencia hemos podido estudiar uno de los fenómenos eléctricos gracias al cual logramos tener nuestra forma de vida pues, sin el, el transporte de energía eléctrica no sería algo fácil y cotidiano como lo tenemos si no algo tedioso y costoso imposibilitando el desarrollo tecnológico actual.

Así mismo ha facilitado el entendimiento de los conceptos básicos de la inducción así como en que medida afectan sus diferentes variables, desde las variables físicas del transformador o las características de la corriente.