



# LABORATORIO REMOTO INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA

## 1. Inducción Electromagnética

### 1.1 Objetivos

#### 1.1.1 General

Estudiar de una forma interactiva los principios de la Inducción Electromagnética.

#### 1.1.2 Específicos

- Reforzar conceptos básicos del magnetismo
- Desarrollar un análisis matemático y práctico sobre la Ley de Faraday
- Realizar una introducción teórica a la Ley de Lenz

### 1.2 Referentes Conceptuales y Marco Teórico

A la generación de campos eléctricos a través de campos magnéticos se le llama *Inducción Electromagnética*, un ejemplo común es la relación de imán-bobina.

El movimiento de un imán dentro de una bobina formada por espiras de cobre, genera una inducción magnética, reflejada en una corriente que fluye por las espiras de esta bobina, creando así una FEM inducida (Fuerza Electromotriz). El comportamiento de esta FEM inducida, provocada por fuentes externas a las eléctricas, se pueden explicar desde la Ley de Faraday.

#### 1.2.1 Ley de Faraday

*“La fuerza electromotriz inducida (f.e.m.),  $\varepsilon$ , en una espira cerrada viene dada por la derivada, cambiada de signo, del flujo magnético a través de la espira con respecto al tiempo”<sup>1</sup>*

Ver ecuación 1.2

$$\varepsilon = - \frac{d\Phi_B}{dt} \quad (1.1)$$

<sup>1</sup><https://www.scielo.br/pdf/rbef/v37n1/0102-4744-rbef-37-01-1313.pdf>

Para una bobina de  $N$  espiras, la ecuación se reescribe como:

$$\varepsilon = -N \frac{d\Phi_B}{dt} \quad (1.2)$$

Donde  $\Phi_B$  es el flujo que atraviesa una de las espiras.

El flujo magnético ( $\Phi_B$ , unidad: Tesla (**T**)), en campos uniformes y superficies planas, es el producto escalar entre el vector que representa el campo magnético ( $\vec{B}$ , unidad el weber (**Wb**) y el vector que representa el área de la superficie ( $\vec{S}$ ). Ver ecuación 1.3

$$\Phi_B = \vec{B} \cdot \vec{S} \quad (1.3)$$

Para la Inducción Magnética (**B**) constante se cumple la ecuación 1.4:

$$\Phi_B = \int_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = \int_S B dS \cos \alpha = B \cos \alpha \int_S dS = BS \cos \alpha. \quad (1.4)$$

Donde  $\alpha$  es el ángulo entre la superficie normal y el vector de inducción magnética (**B**). Ver figura 1.1

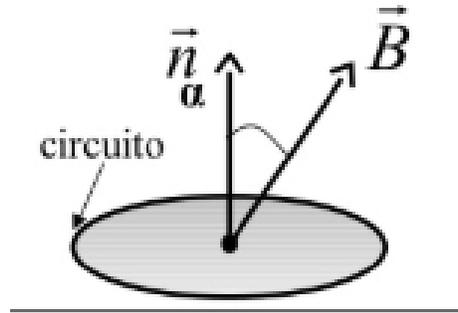


Figura 1.1: Composición del Flujo Magnético

Este campo magnético puede verse alterado por tres situaciones:

- Variación del tiempo o variación de distancia, entre el imán y el circuito.
- Cambios en el área superficial  $S(t)$
- Cambio del ángulo  $\alpha(t)$ , lo que es igual a cambio de orientación mutua de los vectores  $\vec{n}$  y  $\vec{B}$

### 1.3 Actividades Previas al Laboratorio

Use sus apuntes de clase, lecturas adicionales, referencias bibliográficas propuestas en esta guía y/o adicionales, para contestar en forma adecuada las situaciones relacionadas con la Inducción Electromagnética:

1. Cuáles son las propiedades magnéticas de los materiales, de una breve explicación de cada una.
2. Explique con un ejemplo la relación entre la inducción magnética y la inducción electromagnética

3. Explique el signo negativo en la ecuación 1.2
4. Se tiene una bobina plana que gira alrededor de un eje dentro de un imán, su velocidad de giro depende del voltaje ingresado para producir tal movimiento. Cuál de las tres situaciones de alteración de campo magnético está actuando sobre el ejercicio
5. Dado un campo constante homogéneo,  $B(t) = constante$  y  $S(t) = constante$ , explique teórica y matemáticamente cómo se obtiene la expresión:

$$\varepsilon = U_0 \sin(\omega t) \quad (1.5)$$

Tenga en cuenta el marco teórico planteado y/o herramientas bibliográficas adicionales

## 1.4 Materiales

Para la práctica de laboratorio se necesitan los siguientes elementos:

1. Navegador en preferencia Chrome, Opera o FireFox.
2. Disponibilidad de Traductor: Checo-Español o Checo-Inglés
3. Complementos de Java (JER) y Adobe Flash instalados.
4. Encender su computador y e ir al siguiente link: <https://www.ises.info/index.php/cs/laboratory/experiment/electromagnetic-induction/motivation>

## 1.5 Procedimiento: Análisis Cuantitativo y Cualitativo

1. Sobre esta página no es necesario realizar inscripción, sin embargo la página se encuentra en idioma checo, por lo cual se recomienda el uso directo del traductor desde el navegador de Google (En otro navegador puede presentar problemas en la visualización del ejercicio al hacer el traslado de idioma), ver figura 1.2, o abrir la página desde los navegadores recomendados normalmente (Opera o FireFox) para este laboratorio y en una pestaña independiente abrir el traductor.

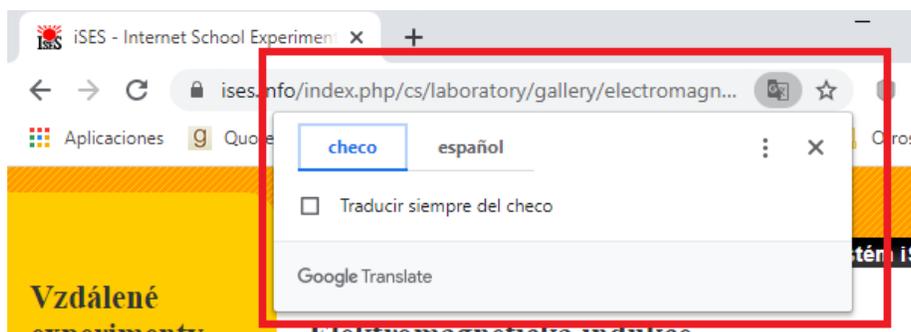


Figura 1.2: Traducción página

2. Al ingresar al laboratorio remoto hay una barra lateral que se titula “**Experimentos Remotos**”, ver Figura 1.3. Sobre esta dar click en la opción: “**Ejecutando Experimento**”.



Figura 1.3: Correr experimento

- Una vez se ingresa en la interfaz que cuenta con: un panel de visualización al experimento, un panel de gráficos, otro de herramientas y por último uno de visualización sobre las características del montaje. Ver Figura 1.4

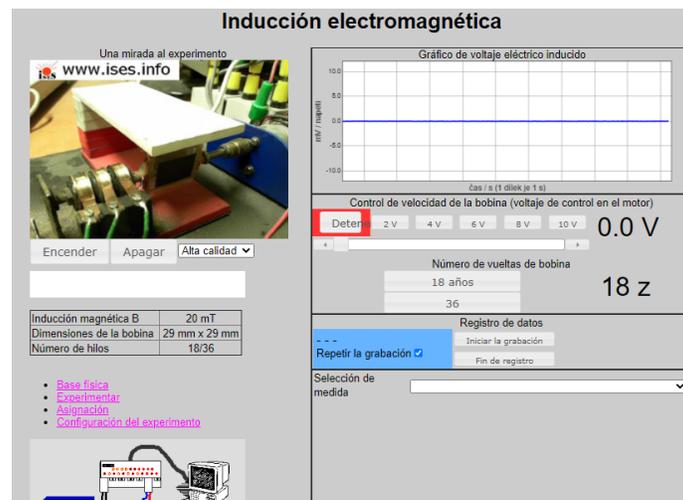


Figura 1.4: Interfaz de Experimento Remoto

- Elegir el número de vueltas para la bobina
- Variar la velocidad de Control para la Bobina
- Iniciar la grabación de datos.
- Teniendo en cuenta que el hilo gira en una frecuencia angular constante, ecuación 1.6, siendo  $T$  el periodo de movimiento. Variar la velocidad de giro con el slider, dejando cada valor un tiempo considerable para el registro de datos que permitan calcular al menos ocho frecuencias angulares.

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad (1.6)$$

8. Detener la grabación
9. Exportar los datos registrados, esto se puede hacer a archivo .csv o HTML. Ver figura 1.6.  
**NOTA:**En la herramienta gráfica no se pueden traducir de forma automática los ejes, tener en cuenta:  
**čas (1 dílek je 1 s).** Indica que la división de tiempo a visualizar por recuadro es de 1s.  
**mV/napéti.** Tensión está dada en mV (mili voltios).

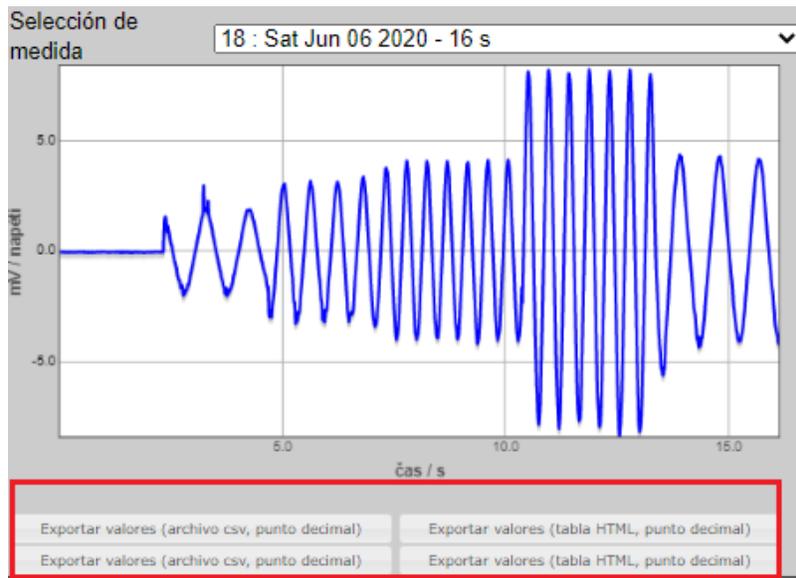


Figura 1.5: Exportar Datos Registrados

10. Usando los datos exportados, calcule las frecuencias angulares con la ecuación 1.6, registre los datos en la Tabla 1.1. Ver Figura 1.6.

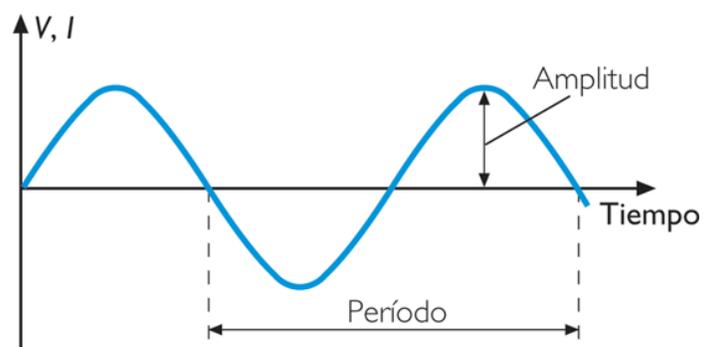


Figura 1.6: Datos Sobre Herramienta Visual

11. Registre en la tabla 1.1 la amplitud ( $U_0(mV)$ ) de onda que corresponde a cada frecuencia angular.

	$U_0(mV)$	$T (s)$	$\omega(rad/s)$	$\varepsilon(V)$
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

Tabla 1.1

### 1.5.1 Análisis Datos Registrados

Luego de haber trabajado sobre el marco teórico expuesto y haber realizado el laboratorio:

12. Con la ecuación 1.5 y los datos obtenidos, verificar la Ley de Faraday.
13. Cómo depende  $\int_0^{\frac{T}{2}}$  de  $\omega$ , para distintos valores de esta frecuencia angular.
14. Cómo depende la FEM inducida de la frecuencia angular  $\omega$ . Hacer una gráfica donde se explique esta dependencia
15. Explique el principio de funcionamiento de un Galvanómetro
16. A manera de conclusión explique teórica y gráficamente el Flujo Magnético

## 1.6 Conclusiones

¿Qué puede concluir de este laboratorio?

## 1.7 Referencias

1. Gutiérrez, Carlos (2005). «1». Introducción a la Metodología Experimental (1 edición). Editorial Limusa. p. 15. ISBN 968-18-5500-0.
2. Tipler, P.A. Física Vol 1. Ed Reverté, México, (1985)
3. Sears, F.- Zemansky, M. Física Universitaria I. Ed Pearson, México (1999)
4. Serway, R. Física I para ciencias e ingeniería. Ed Thomson, México (2005)