



Técnicas Experimentales II: Módulo de Electromagnetismo

Dr. Victor Lavín della Ventura

Dr. Vicente D. Rodríguez Armas

Dr. Inocencio R. Martín Benenzuela

***Dpto. Física Fundamental y Experimental,
Electrónica y Sistemas***

Índice

- 1. Medidas de Fuerzas Magnéticas:**
 - A. Balanza de Cotton**
 - B. Balanza de Gouy**
- 2. Variación de la resistencia de un metal precioso y de un semiconductor con la temperatura**
- 3. Tubo de Braun y Efecto Hall en metales**
- 4. Fuerza electromotriz inducida. El Transformador**
- 5. Ciclo de Histéresis**

1.A Medida de Fuerzas Magnéticas: Balanza de Cotton

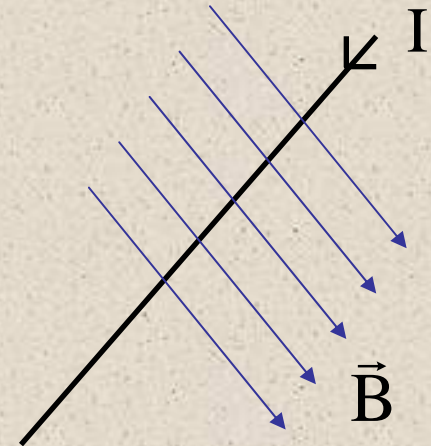
Abstract

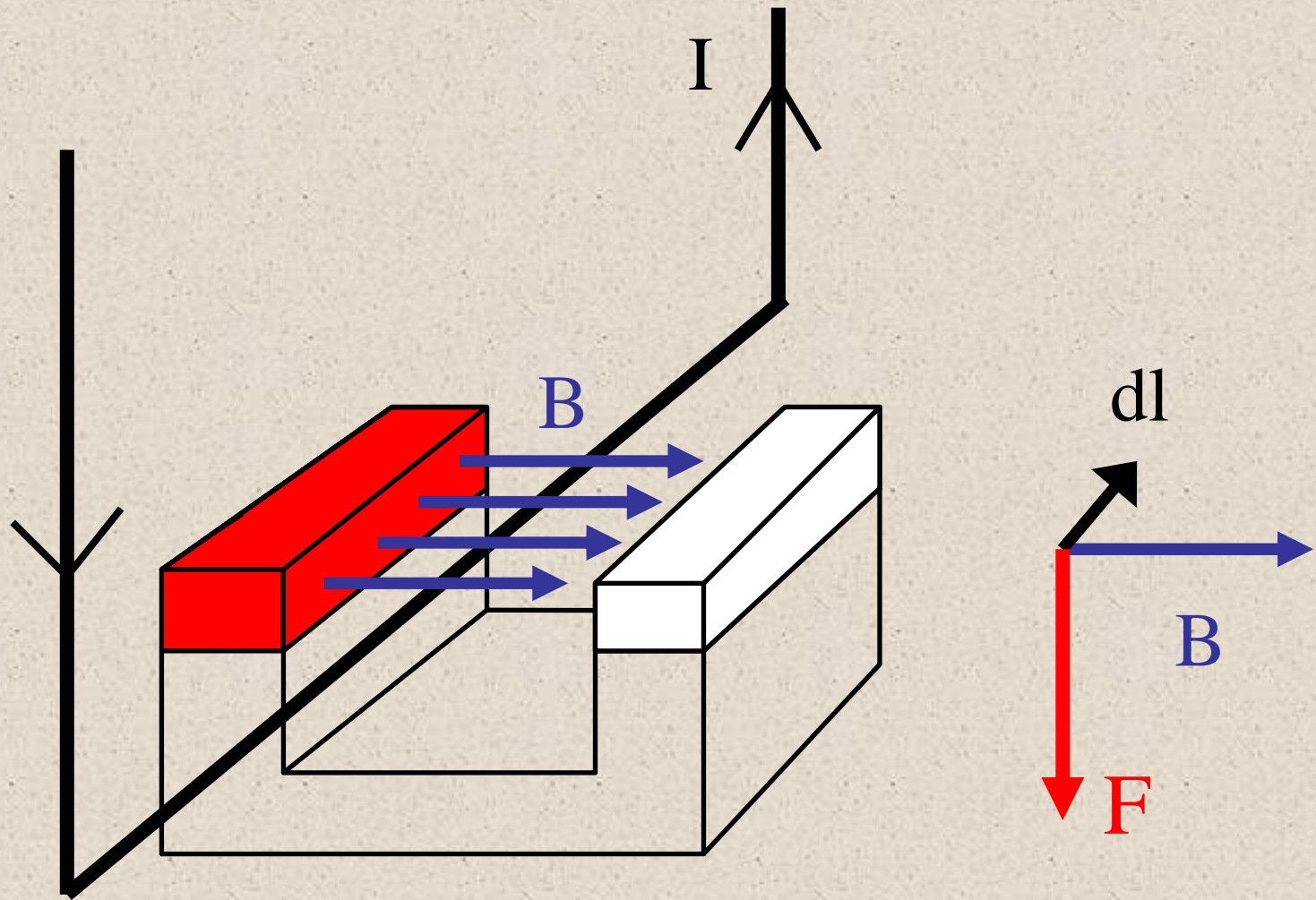
Se mide la fuerza de interacción entre un hilo conductor recorrido por una corriente eléctrica y el campo magnético producido por un imán permanente. Al medir esta fuerza podrá determinarse el campo magnético.

Introducción

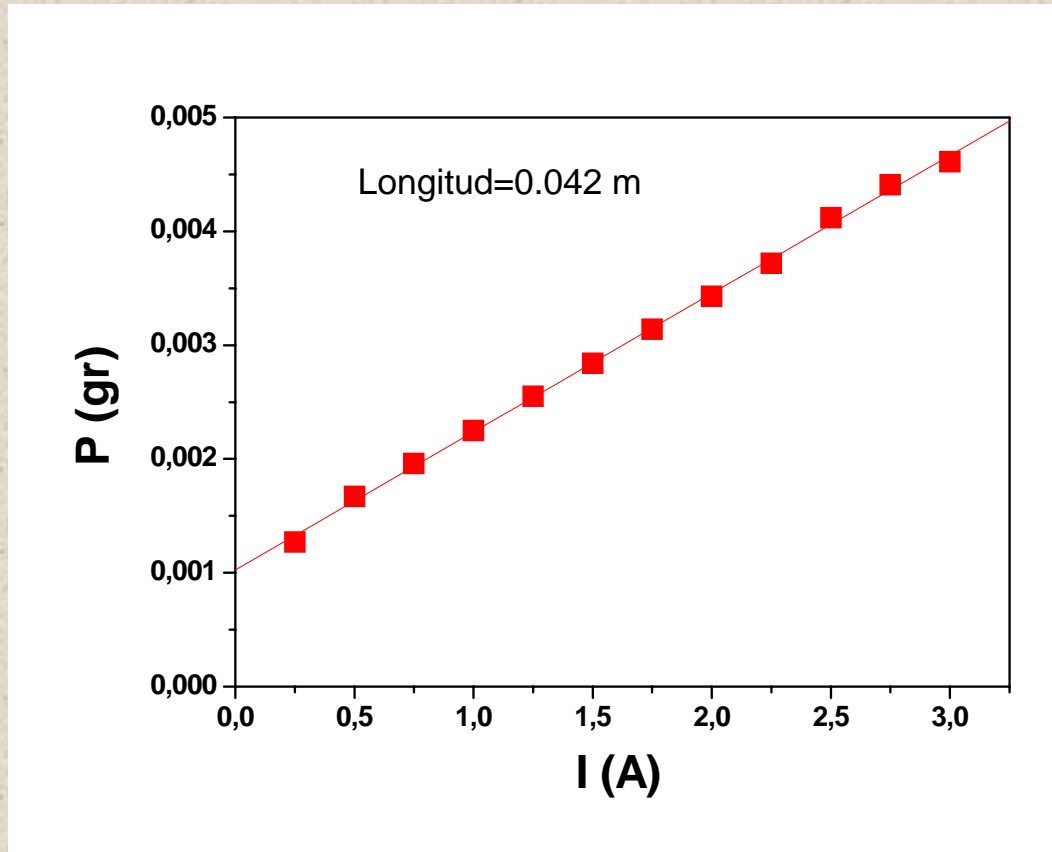
$$\vec{F} = I \int d\vec{\ell} \times \vec{B} = I \vec{\ell} \times \vec{B}$$

$$\vec{B} = \text{cte } \hat{u}$$





Nota: Sobre el alambre actúa una fuerza descendente y sobre el imán permanente (por la 3ª Ley de Newton) actuaría una fuerza ascendente. En la práctica el sentido de la corriente debería de ser el contrario al de la figura.



$$\vec{F} = I \int d\vec{\ell} \times \vec{B} = I \vec{\ell} \times \vec{B} = I \ell B \vec{r}$$

Cuestiones

- **Dirección y sentido del campo magnético B**
- **Ajuste por mínimos cuadrados y obtención de B**
- **Comparación del valor de B obtenido con el medido con el
Teslámetro**

1.B Medida de Fuerzas Magnéticas: Balanza de Gouy

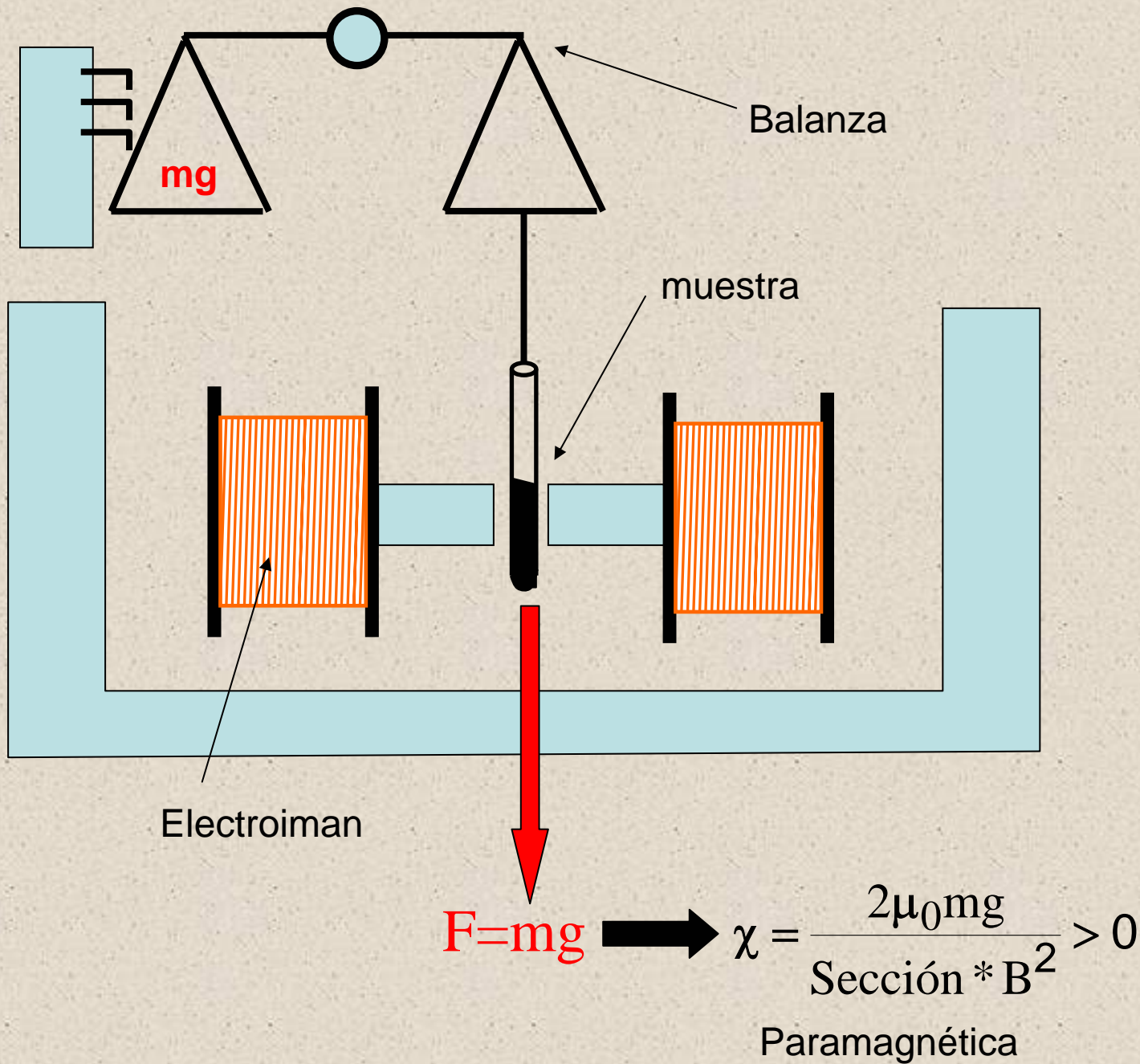
Abstract

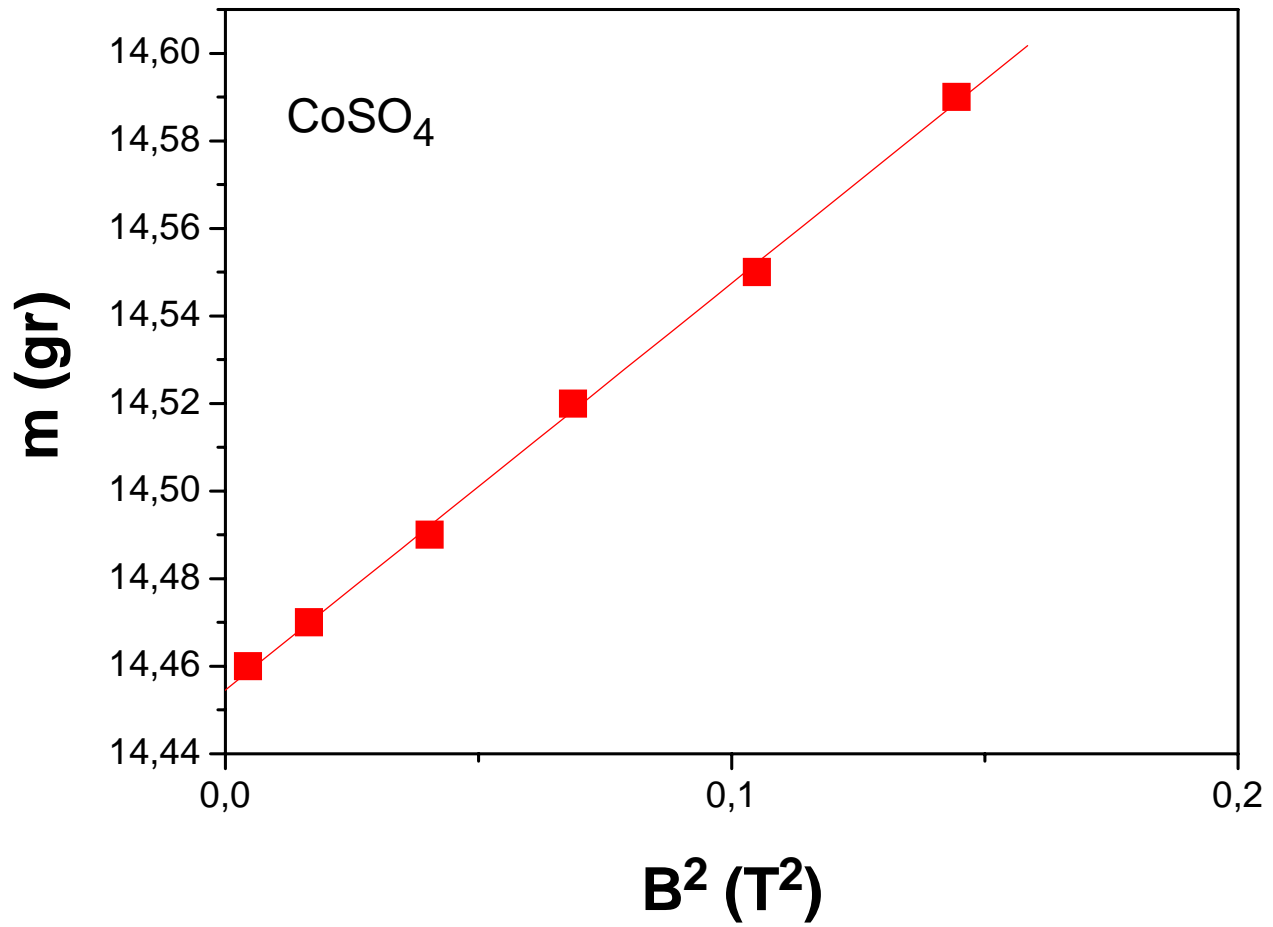
Se determina la susceptibilidad magnética de tres sales por el método de Gouy. Se introducen las muestras en tubos cilíndricos de vidrio suspendidos en una balanza y sometidos a un campo magnético producido por un electroimán.

Introducción

Se puede determinar la susceptibilidad magnética a partir de la siguiente expresión:

$$\chi = \frac{2\mu_0 mg}{\text{Sección} * B^2}$$





Cuestiones

- Calcular la susceptibilidad magnética de cada una de las sales y del vidrio.
- Razonar si habría que hacer alguna corrección a los resultados obtenidos (vidrio diamagnético).

Nota:

$\chi < 0$ diamagnético

$\chi > 0$ paramagnético

$\chi \gg 0$ ferromagnético (dominios)

$$\left. \begin{array}{l} \vec{M} = \chi \vec{H} \\ \vec{B} = \mu_0 \vec{H} + \mu_0 \chi \vec{H} = \mu \vec{H} \end{array} \right\} \vec{B} = \mu_0 \frac{1 + \chi}{\chi} \vec{M}$$

2. Variación de la resistencia de un metal precioso y de un semiconductor con la temperatura

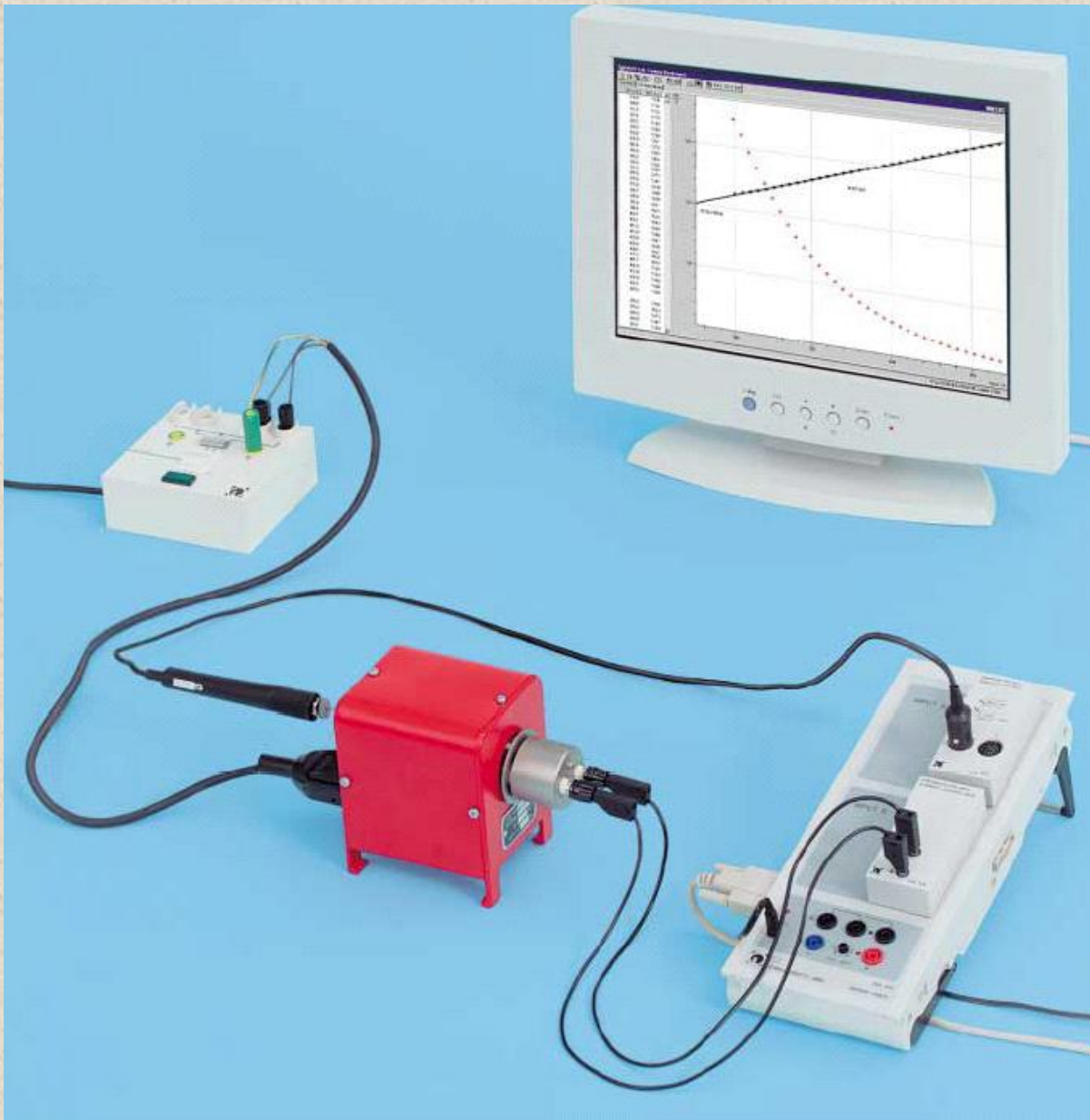
Abstract

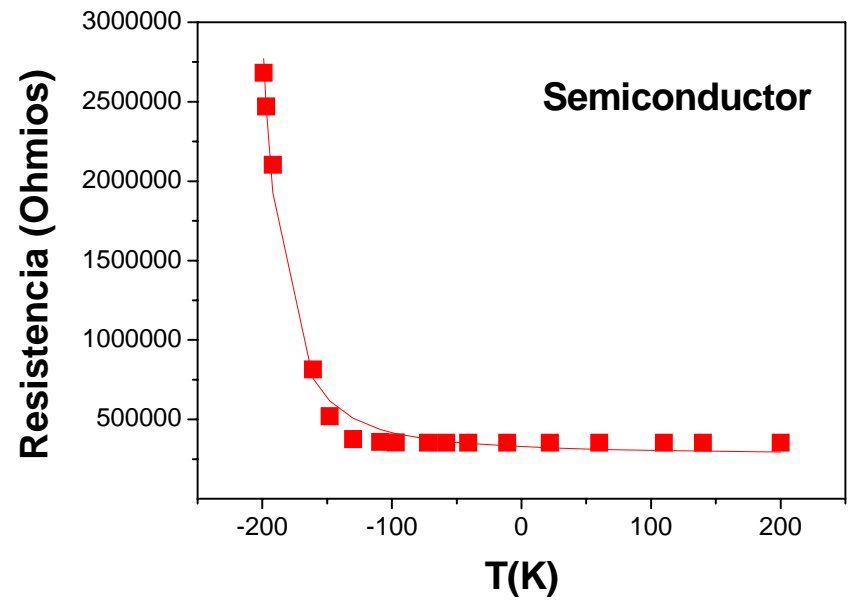
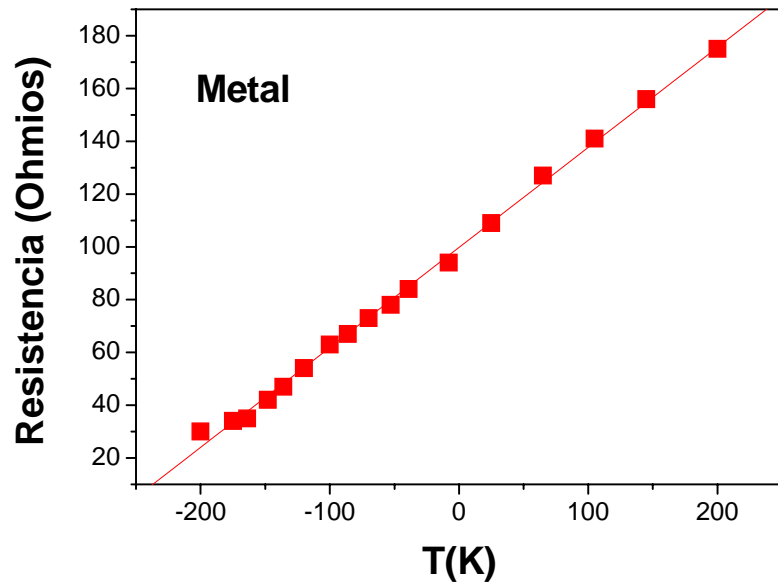
Se estudia la variación de la resistencia con la temperatura para un metal precioso y un semiconductor.

Introducción

En metales: $R = \rho \frac{l}{S}$ $\rho = \rho_0(1 + \alpha\Delta T)$

En semiconductores: $\rho \approx \rho_0 \exp(E_g / KT)$





Cuestiones

- **Ajustar las dependencias obtenidas para las resistividades para ambos materiales.**
- **Comparar el parametro E obtenido del ajuste para el semiconductor con valores tabulados.**

3. Tubo de Braun y efecto Hall en metales

Tubo de Braun

Abstract

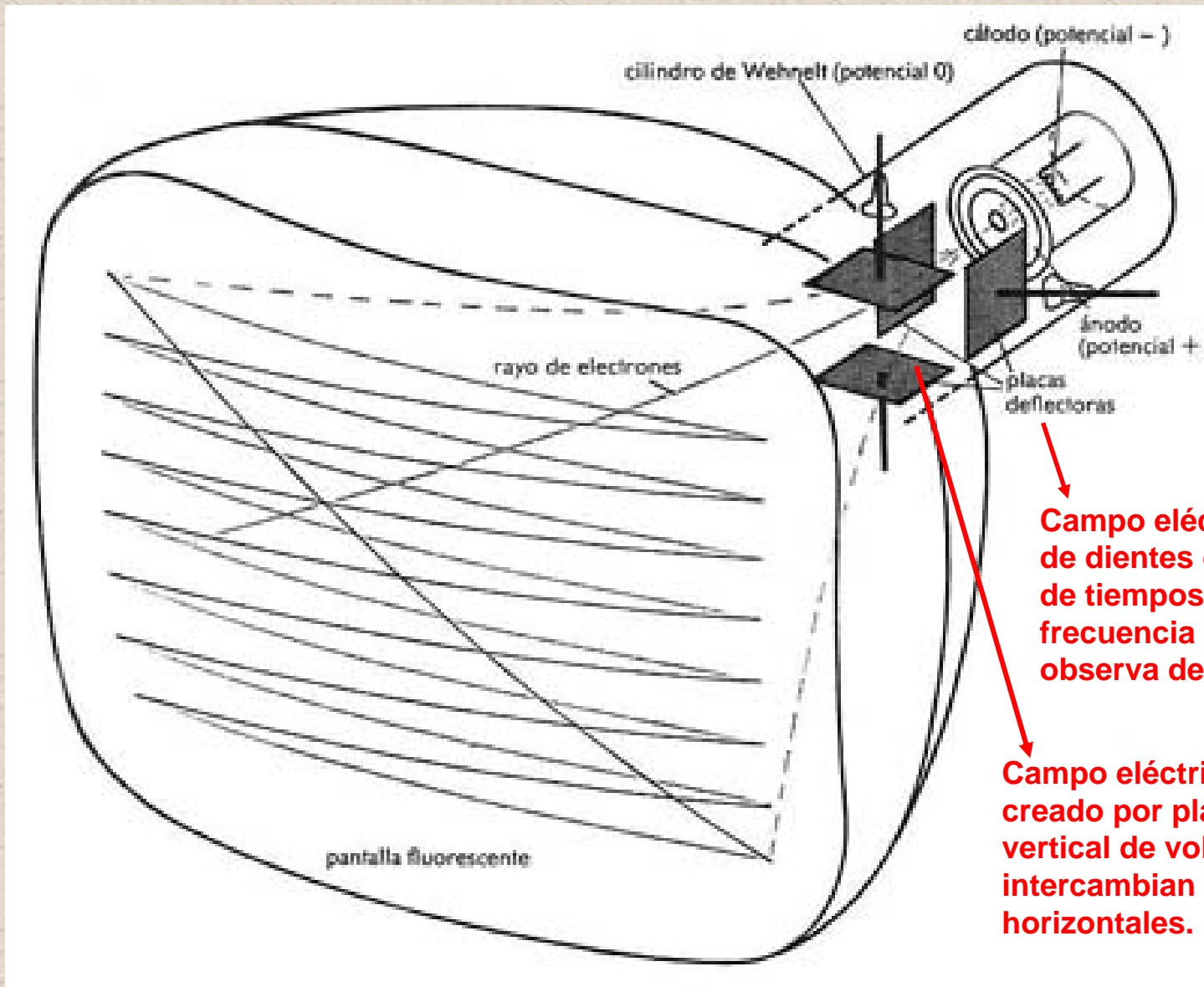
Se estudia el fundamento y funcionamiento del tubo de rayos catódicos (Tubo de Braun), así como su aplicación en los dispositivos llamados osciloscopios.

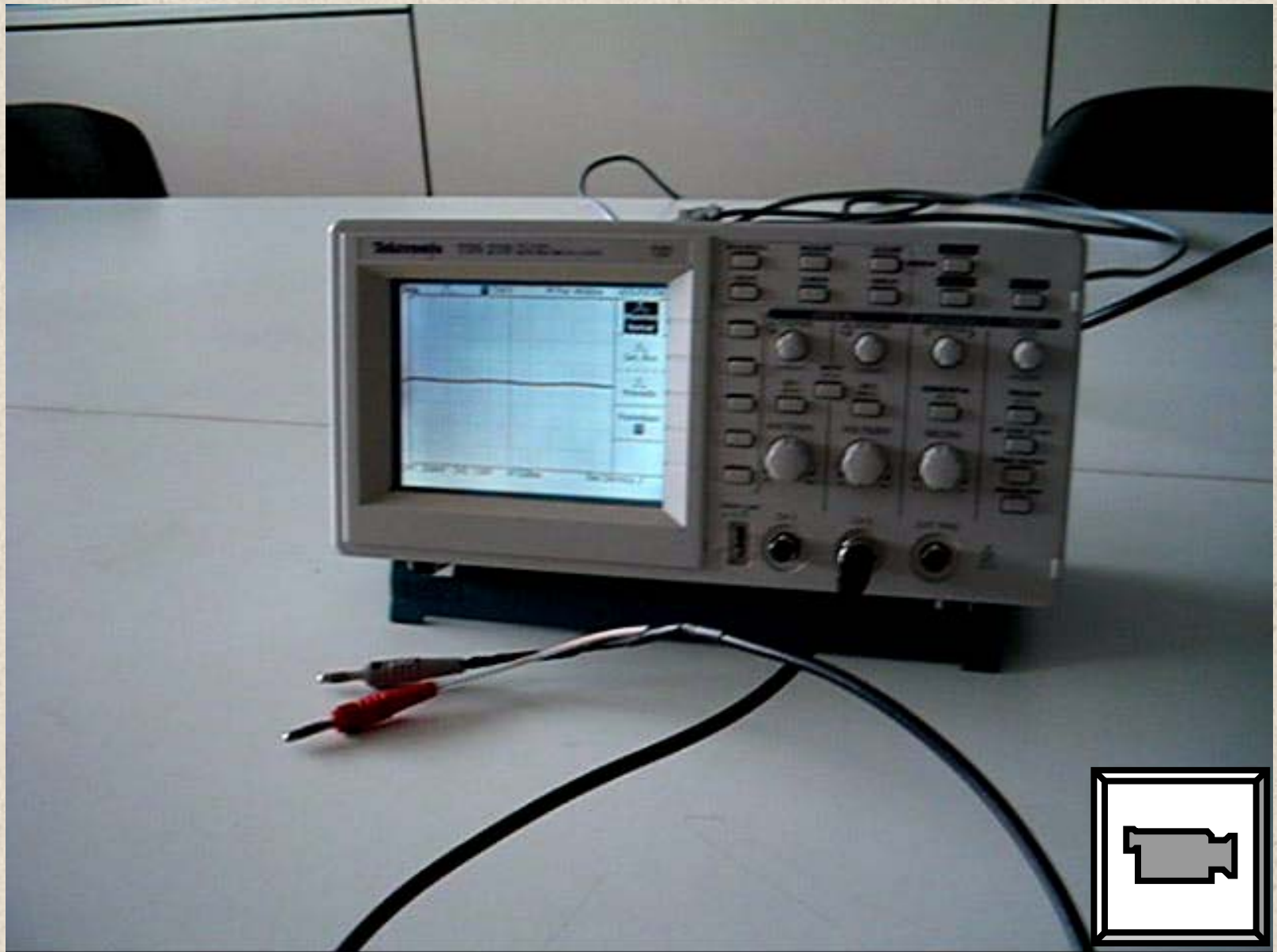
Introducción

El tubo de Braun consta de:

- Tubo de vidrio transparente con pantalla fluorescente (y un gas noble para ver el recorrido de los electrones).
- Ánodo más cátodo para crear electrones acelerados.
- Dos placas horizontales para crear la base de tiempos.
- Dos placas verticales para crear la escala de voltajes o se intercambian por dos bobinas horizontales.

$$\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$$





3. Tubo de Braun y efecto Hall en metales

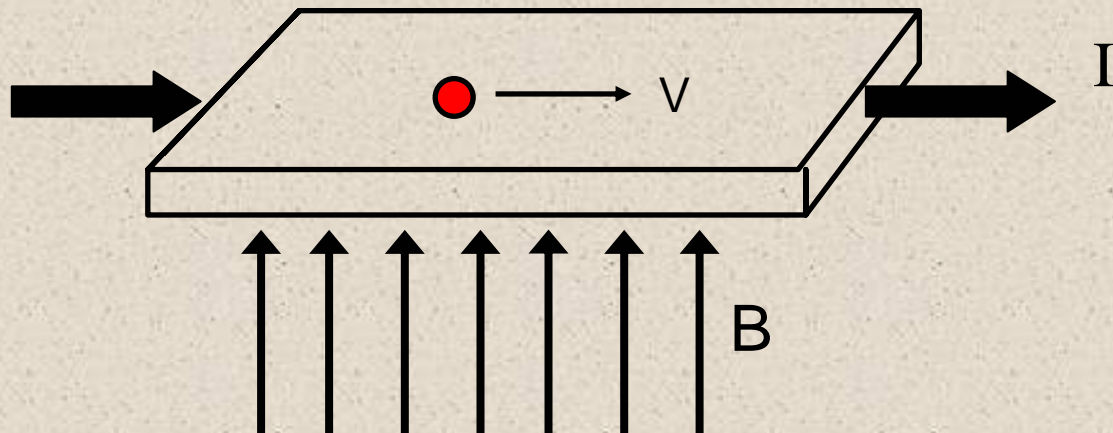
Efecto Hall en metales

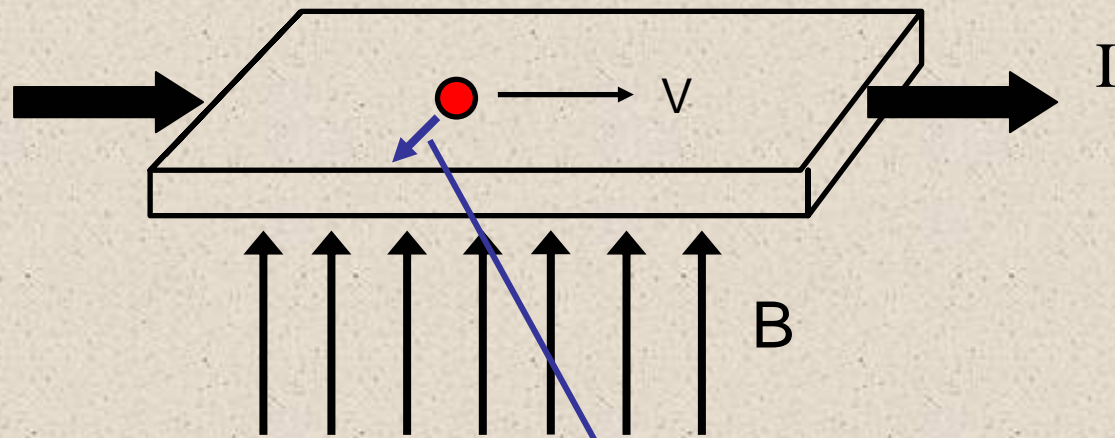
Abstract

Se estudia el efecto Hall en una lámina de cobre y una de cinc en función de la corriente que atraviesa la placa y el campo magnético.

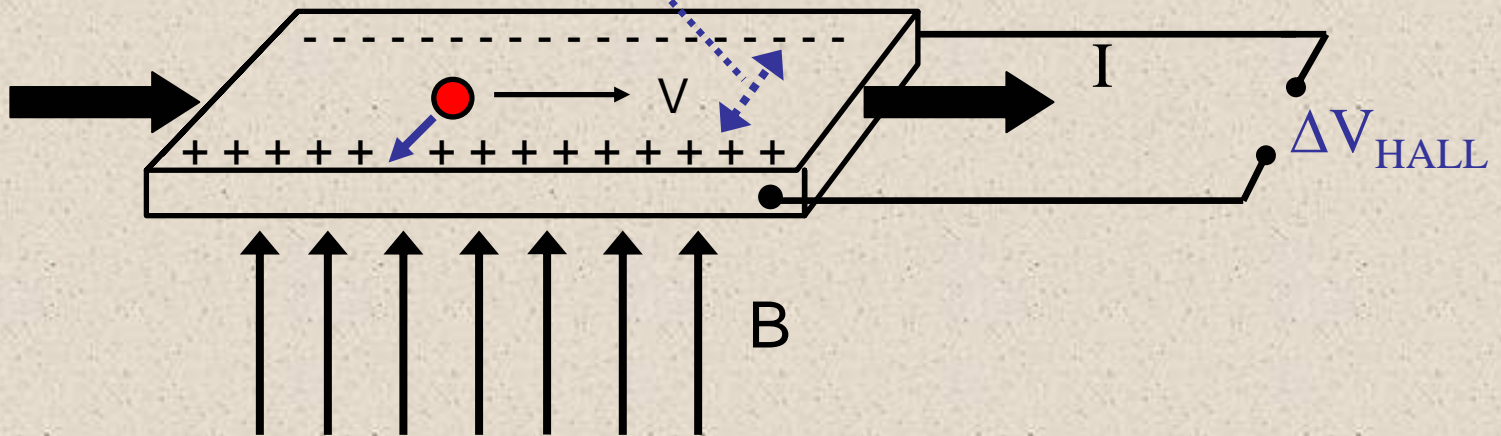
Introducción

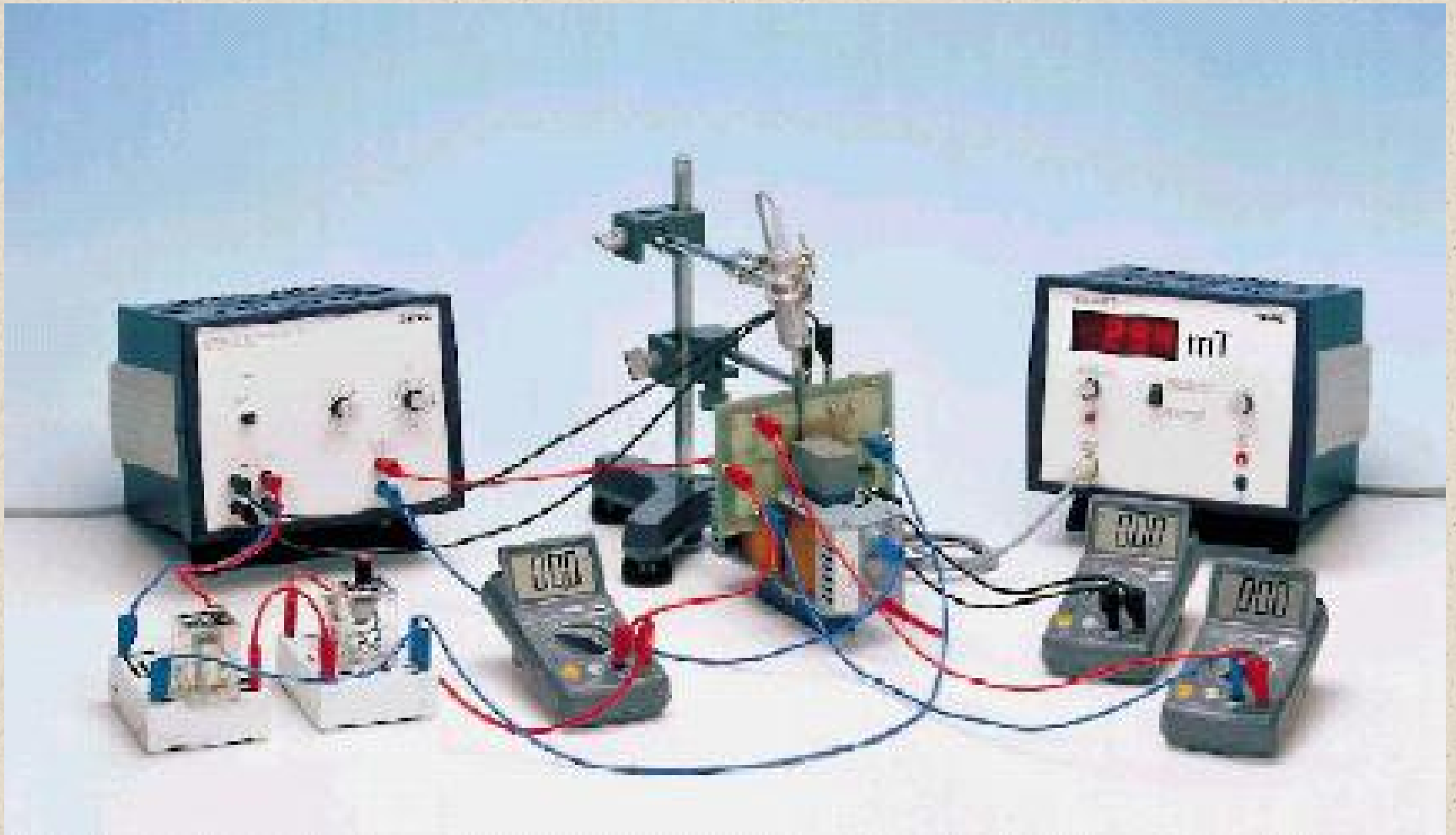
Un conductor en forma de cinta recorrido por una corriente I y en presencia de un campo magnético B .





$$\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$$





Cuestiones

- **Corrección de la d.d.p. Hall con campo magnético nulo.**

4. Fuerza Electromotriz inducida. El Transformador

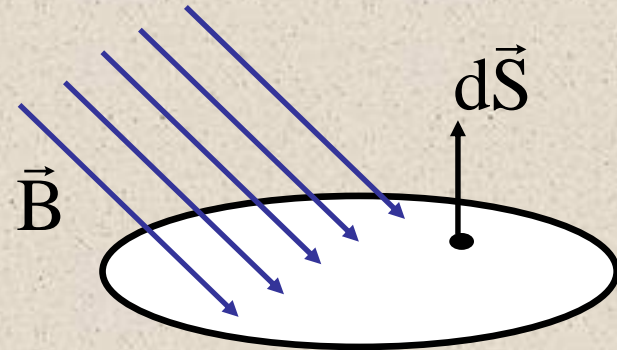
Fuerza Electromotriz inducida

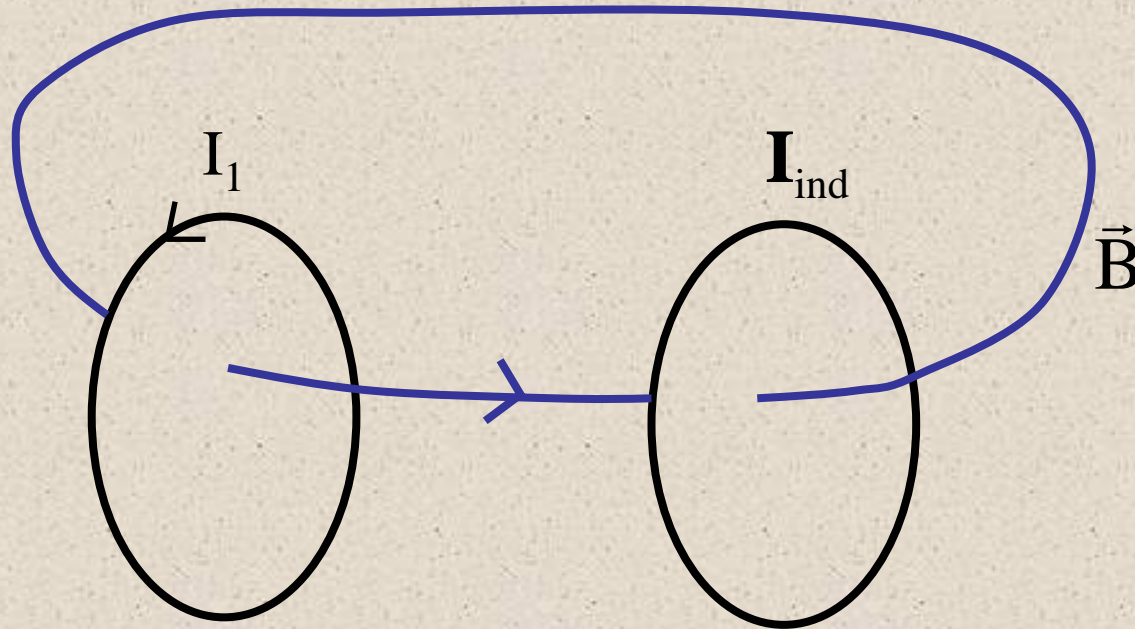
Abstract

Cálculo del coeficiente de inducción mútua M entre dos bobinas aisladas eléctricamente entre sí, una exterior (STATOR) a la que se le suministra una corriente alterna y otra situada en su interior capaz de rotar (ROTOR), donde se induce la fuerza electromotriz inducida.

Introducción

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -\frac{d}{dt} \left(\oint \vec{B} \cdot d\vec{S} \right)$$

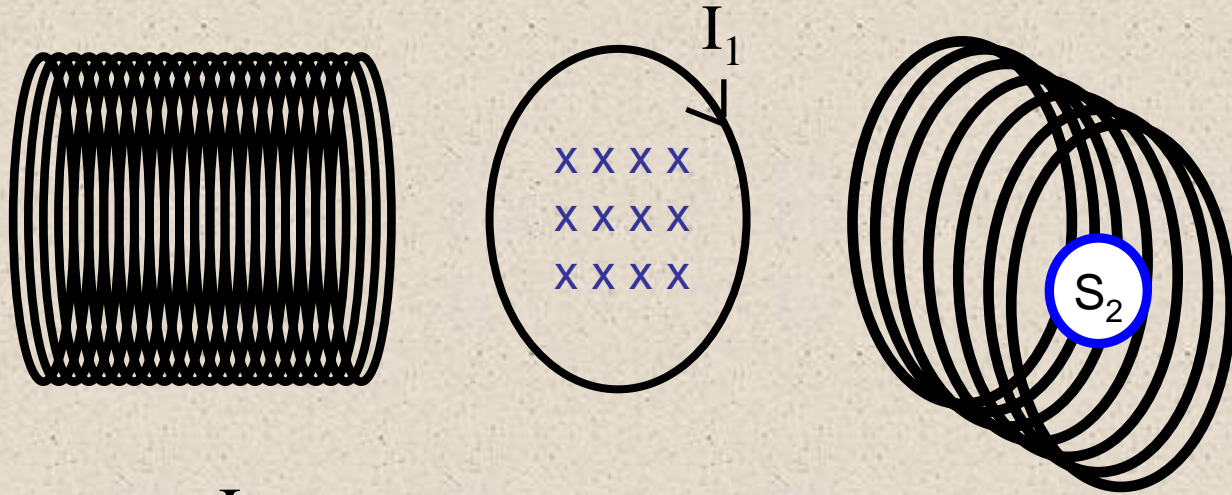




$$\varepsilon_2 = -\frac{d\phi}{dt} = -\frac{d}{dt} \left(\oint \vec{B}_1 \cdot d\vec{S}_2 \right)$$

Si el flujo creado por el circuito sobre 2 aumenta con el tiempo entonces aparecerá en este circuito una corriente inducida en el sentido horario.

Para una bobina: el campo magnético en su interior es constante



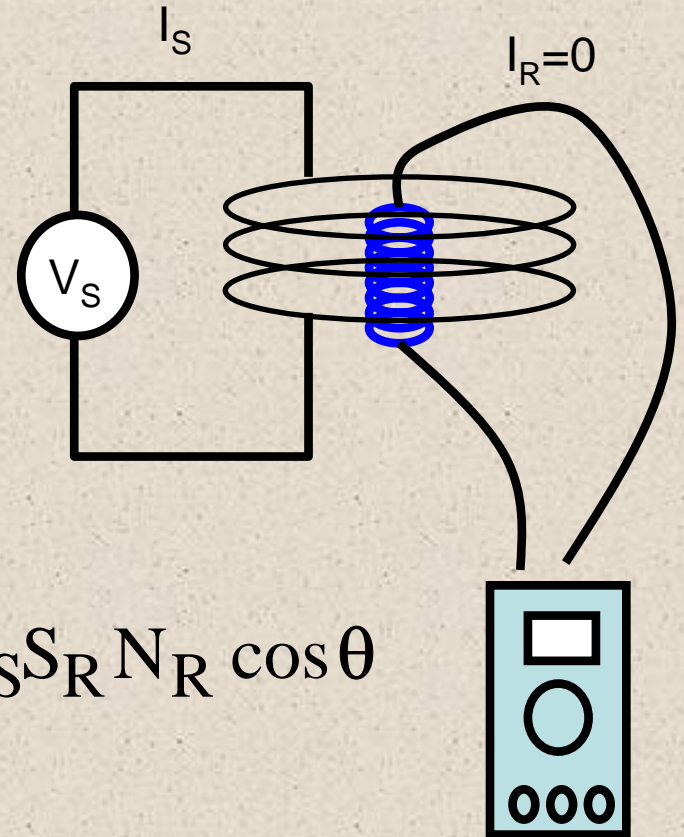
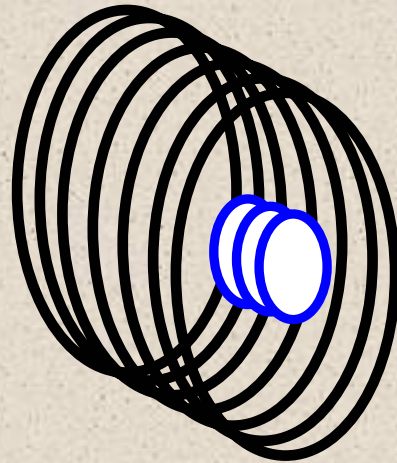
$$B_1 = \mu_0 n_1 I_1$$

$$\varepsilon_2 = -\frac{d\phi_2}{dt} = -\frac{d\phi_2}{dI_1} \frac{dI_1}{dt} = -M \frac{dI_1}{dt}$$

$$M = \frac{\phi_2}{I_1} \quad \left(L = \frac{\phi_1}{I_1} \right)$$

M = Coeficiente de ind. Mutua
(característica geométrica)

Para una bobina exterior (Stator) y una interior (Rotor): Los ejes de las Bobinas forman un ángulo θ

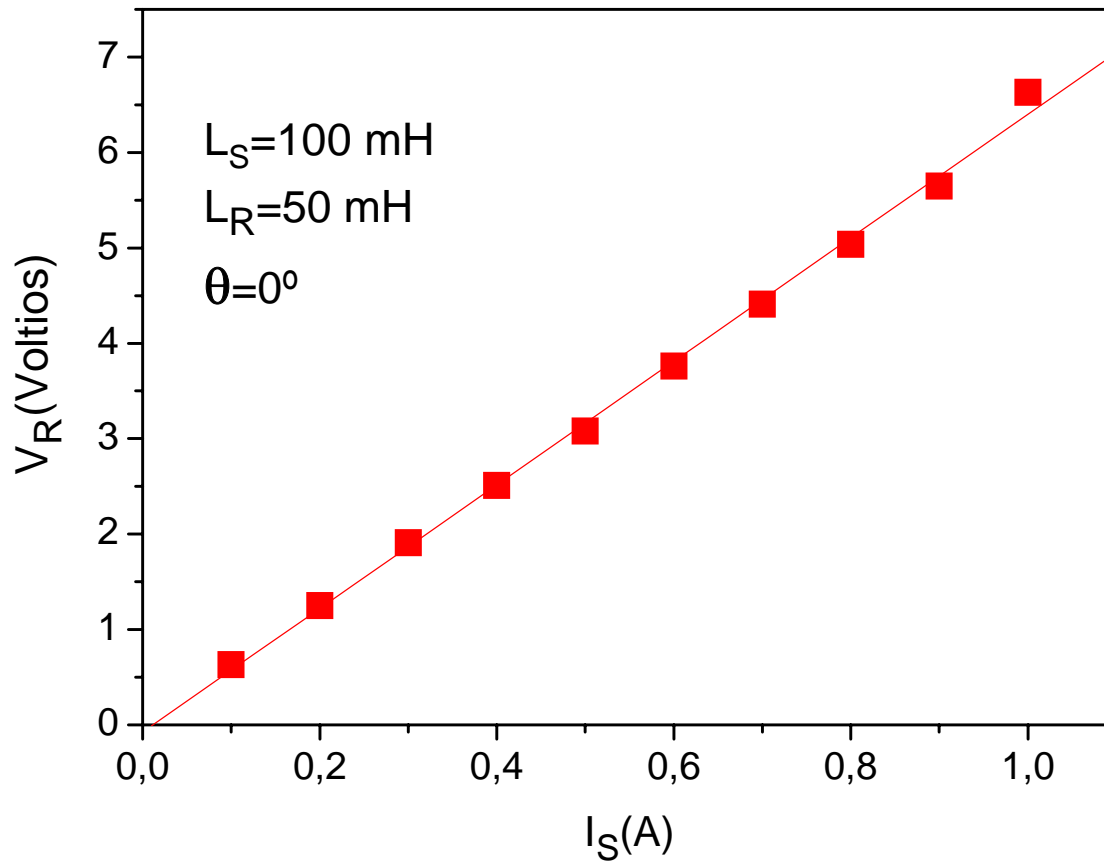


$$\left. \begin{aligned} B_S &= \mu_0 n_S I_S \\ \phi_R &= B_S S_R N_R \cos \theta \\ \phi_R &= L_R I_R + M I_S \end{aligned} \right\} M = \mu_0 n_S S_R N_R \cos \theta$$

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon_2 &= -M \frac{dI_S}{dt} \\ I_S &= I_{OS} \sin(\omega t) \end{aligned} \right\} \varepsilon_2 = -M \omega I_{OS} \sin(\omega t)$$

$$V_{ef-R} = M \omega I_{OS} / \sqrt{2}$$

En la práctica se puede cambiar los valores de L_S y L_R ya que se pueden elegir bobinas con diferentes vueltas. Para distintas combinaciones se preparan las siguientes gráficas de las que se obtiene M para distintos ángulos.



4. Fuerza Electromotriz inducida. El Transformador

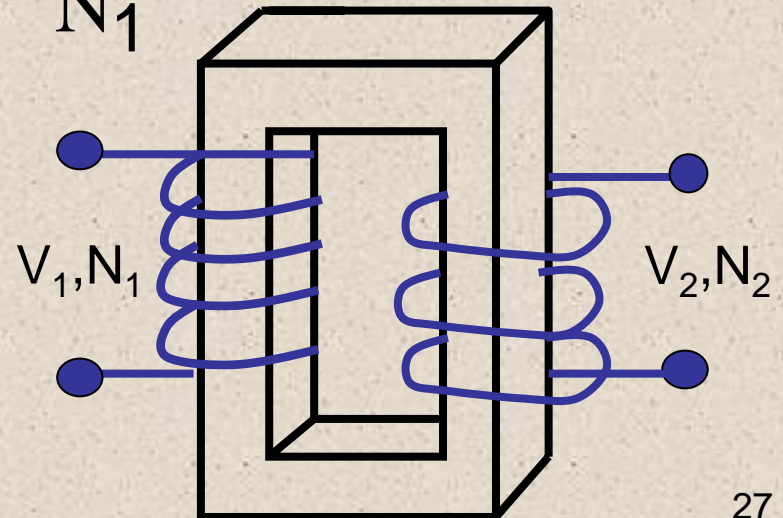
Transformador

Abstract

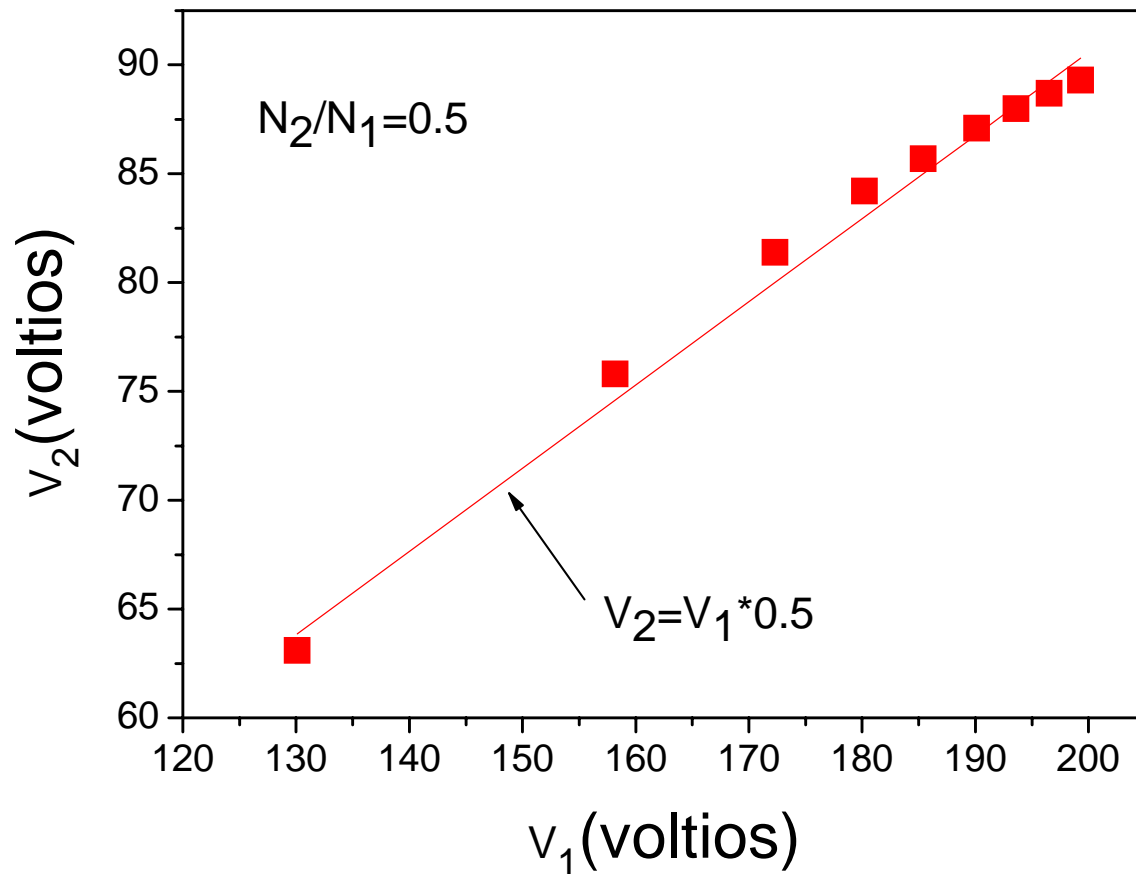
Conocimiento del funcionamiento de un transformador como elevador y reductor de voltaje.

Introducción

$$\left. \begin{aligned} V_2 &= -N_2 \frac{d\phi}{dt} \\ V_1 &= -N_1 \frac{d\phi}{dt} \end{aligned} \right\} V_2 = V_1 \frac{N_2}{N_1}$$



$$V_2 = V_1 \frac{N_2}{N_1}$$



5. Ciclo de Histéresis

Abstract

Obtención y caracterización del ciclo de histéresis de un material ferromagnético.

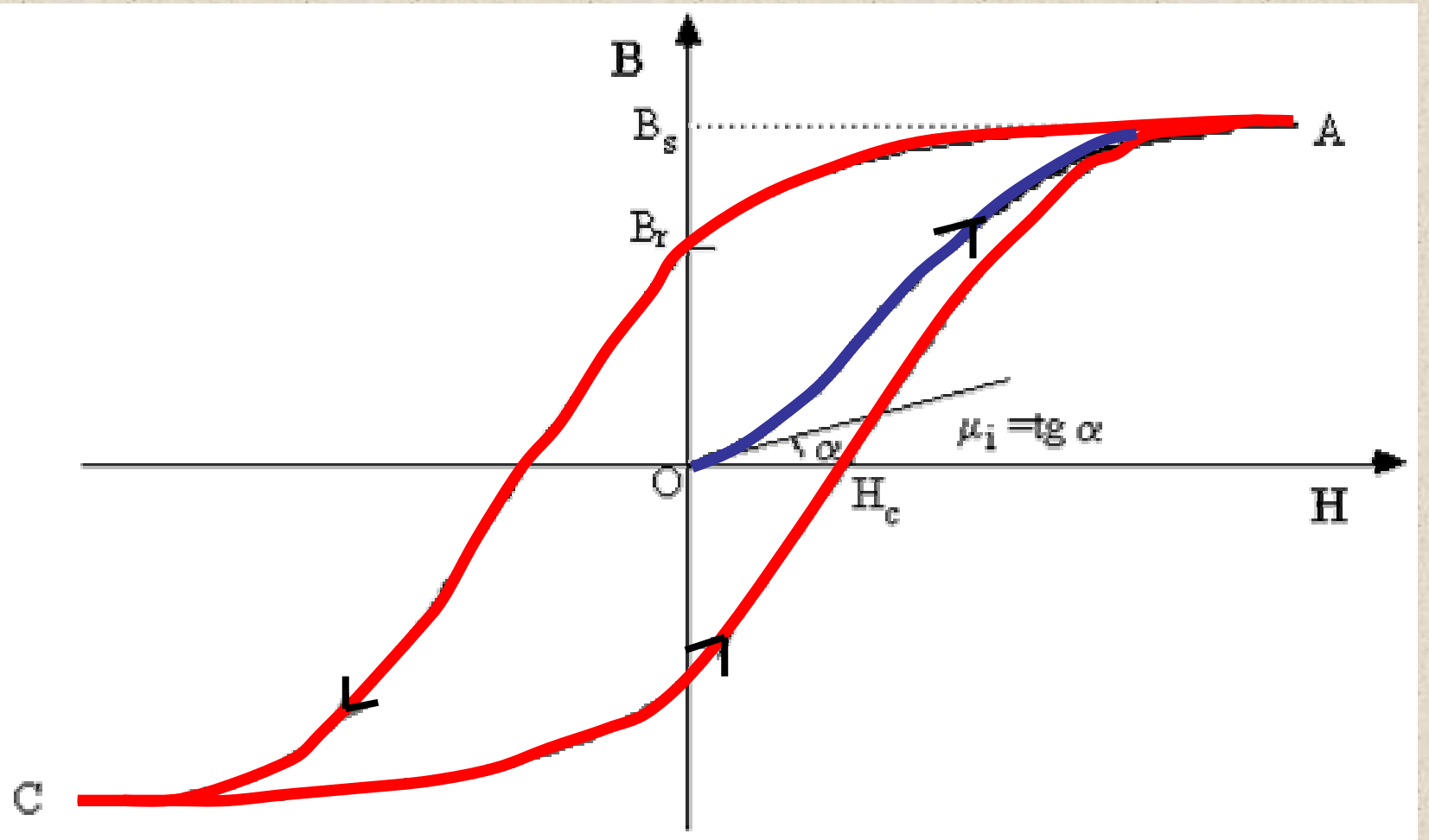
Introducción

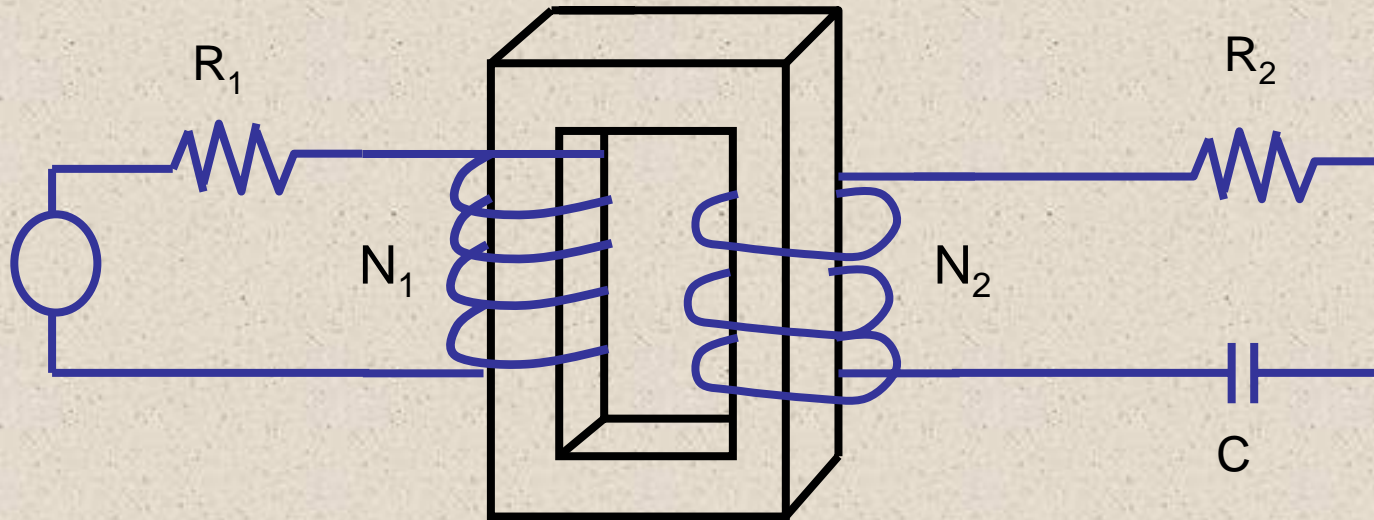
$\chi < 0$ diamagnético

$\chi > 0$ paramagnético

$\chi \gg 0$ ferromagnético (dominios, Temperatura de Curie)

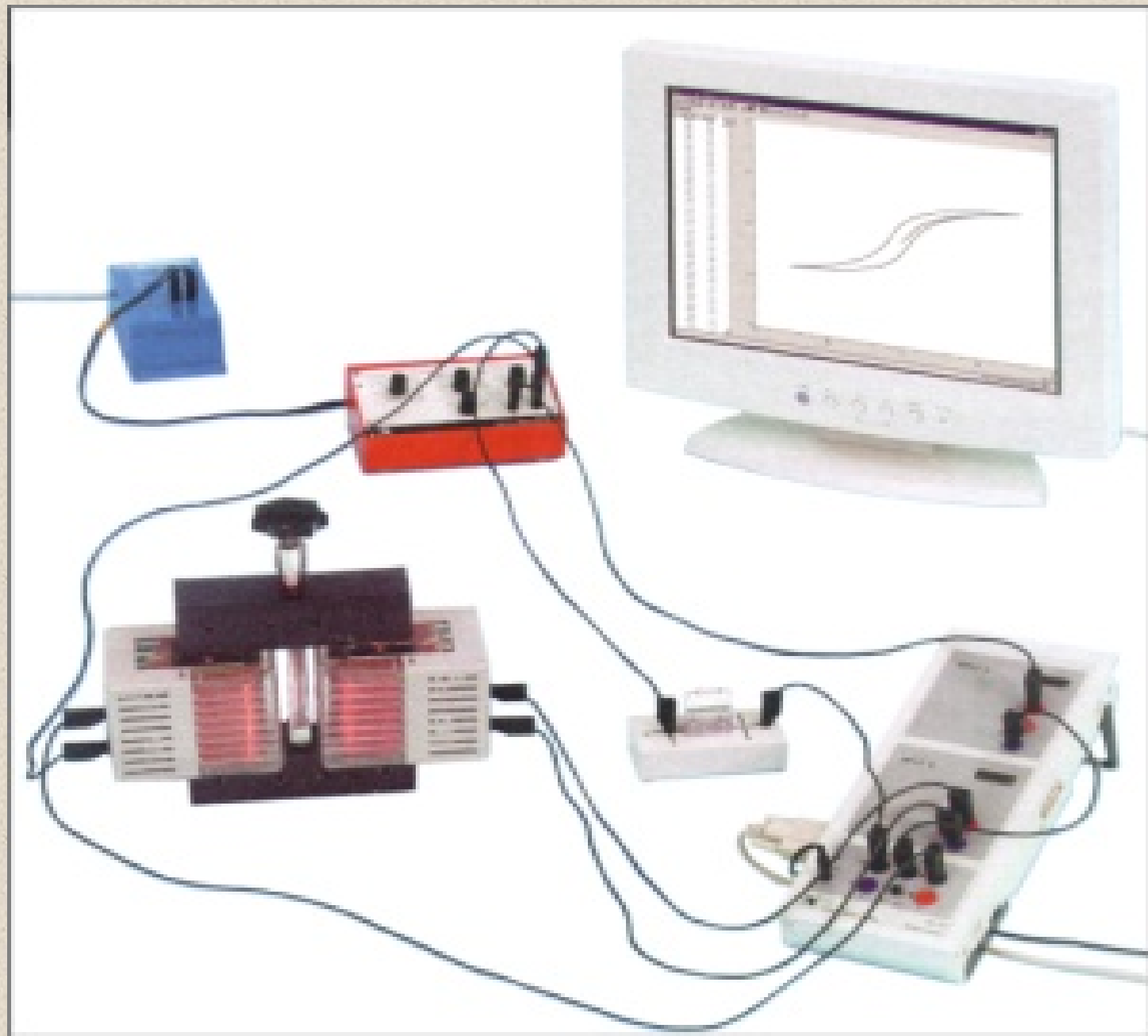
$$\left. \begin{aligned} \vec{M} &= \chi \vec{H} \\ \vec{B} &= \mu_0 \vec{H} + \mu_0 \chi \vec{H} = \mu \vec{H} \end{aligned} \right\} \vec{B} = \mu_0 \frac{1 + \chi}{\chi} \vec{M}$$





$$H = n_1 I_1 \quad \longrightarrow \quad H = \frac{N_1}{L} \frac{V_{R1}}{R_1}$$

$$\phi_2 = B \text{ Sección } N_2 \quad \longrightarrow \quad B = \frac{\phi_2}{\text{Sección } N_2} = \frac{V_C C R_2}{\text{Sección } N_2}$$





<http://www.originlab.com/>
(free demo)