

Electrotecnia

Prof. Ing. G. Belliski



- **ELECTRICIDAD: HISTORIA**
- **DESCUBRIMIENTOS Y SU EXPLICACIÓN**
- **EXPERIENCIAS DE AMPERE**
 - **LEY DE FARADAY**
 - **LEYES DE KIRCHHOFF**
- **MÉTODOS DE RESOLUCIÓN**



Breve tendiendo a brevísima Historia de la Electricidad



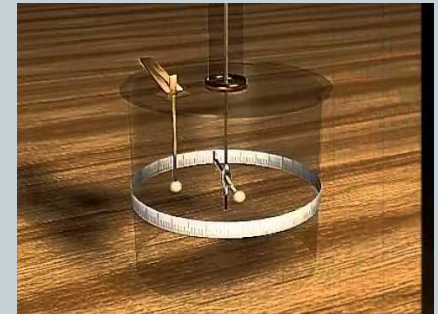
- Hasta 1777, los aportes de distintos investigadores (Gilbert, von Guericke, Du Fay, van Musschenbroek) fueron escasos y el avance exasperantemente lento. La electricidad era una curiosidad de laboratorio, sólo existía un estudio de la electrostática y se había identificado la existencia de dos tipos de cargas eléctricas.
- En 1777 Coulomb, al inventar la balanza de torsión, pudo cuantificar la fuerza de atracción electrostática como $F = k (q Q) / d^2$
- En 1800, Volta logra fabricar una pila que genera químicamente tensión eléctrica



Botella de Leyden

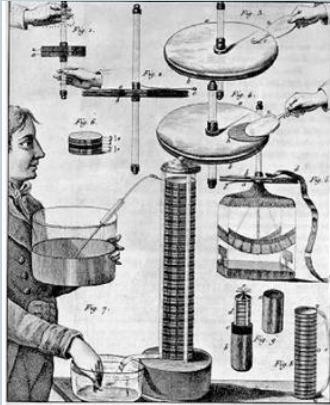


Pila de Volta

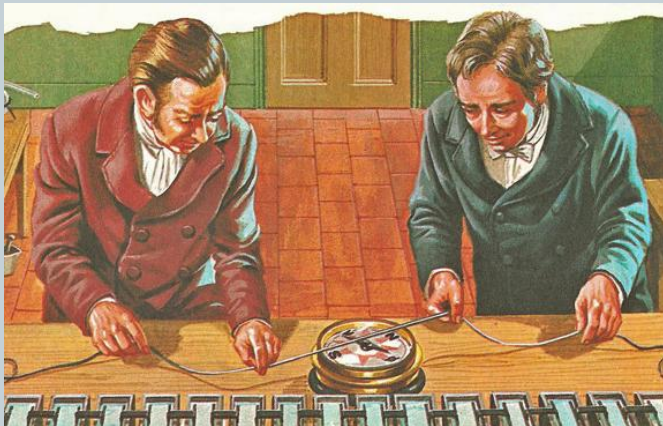


Balanza de torsión
de Coulomb

El siglo XIX: tiempo de teóricos



Sir H. Davy y la electrólisis



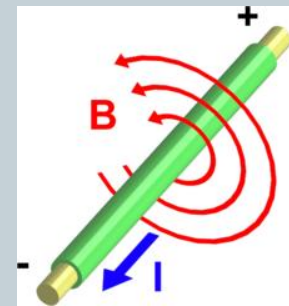
Oersted y la Brújula desviada

- En 1807 Humpry Davy logra la electrólisis del magnesio, bario, estroncio, calcio, sodio, potasio y boro, y finalmente, del cloro. Pero probablemente, su mayor aportación a la electricidad sea la de haber recomendado a un joven prometedor, llamado Michael Faraday para el cargo de ayudante en la Royal Institution.
- En 1809 Hans Christian Oersted se encuentra con el problema de la desviación de la brújula cerca de un cable conectado a la electricidad y predice la existencia del fenómeno electromagnético, aunque no logra desentrañarlo y decide presentar el problema a la comunidad científica de Europa en distintas conferencias. Una de esas conferencias, dada en París en 1820, interesa a un matemático francés llamado Jean Marie Ampere, quien finalmente da forma matemática (y física) a la explicación del fenómeno: Existe un campo magnético alrededor de una corriente circulando, y eso es lo que desvía la aguja de la brújula. Además, establece la hoy llamada *Ley de Ampere*:

$$\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \vec{J} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

o para medios materiales

$$\vec{\nabla} \times \vec{H} = \vec{J} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$$

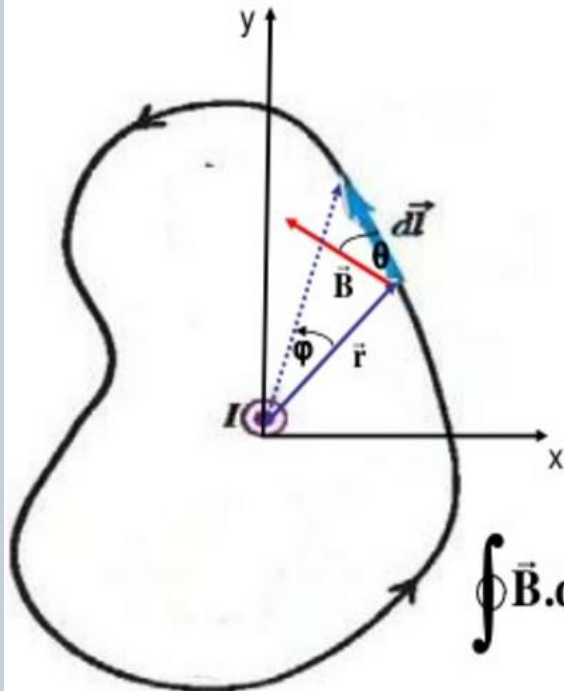


Ley de Ampere en detalle:

LEY DE AMPERE

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{\text{concatenada}}$$

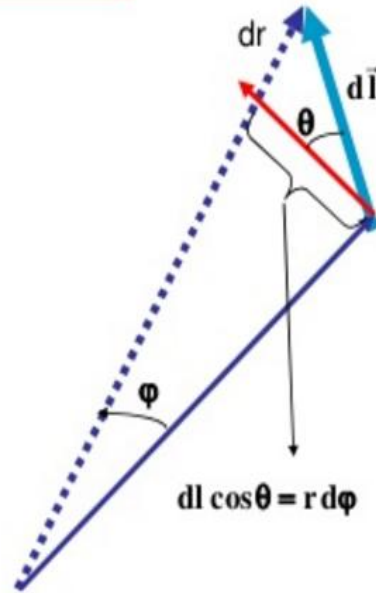
Conductor infinito que transporta I en la dirección z



$$\vec{B} \cdot d\vec{l} = B \cos\theta dl$$

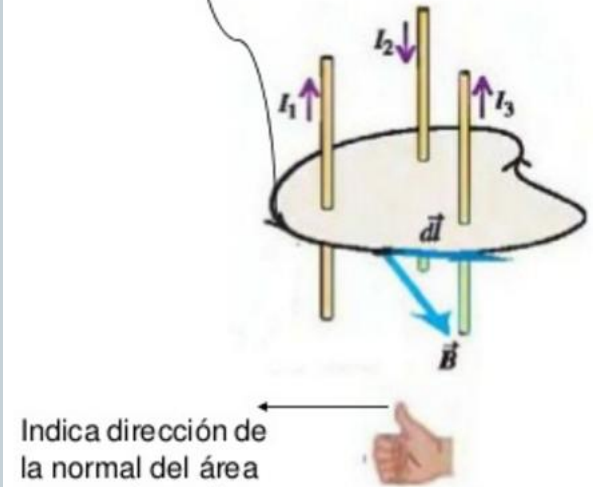
$$B(r) = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \oint \frac{\mu_0 I}{2\pi r} r d\phi = \frac{\mu_0}{2\pi} I \int_0^{2\pi} d\phi = \mu_0 I$$



$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \sum I_{\text{concatenada}}$$

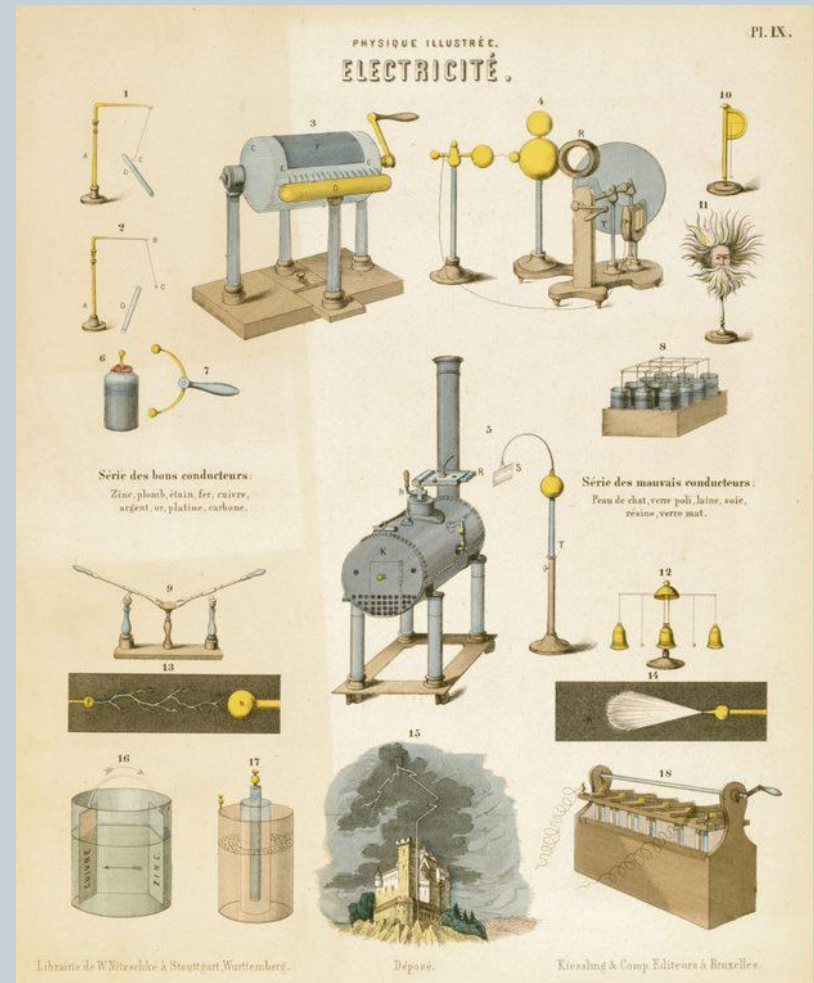
Curva arbitraria de Ampere



Indica dirección de la normal del área encerrada por la curva, y por lo tanto, sentido positivo de I

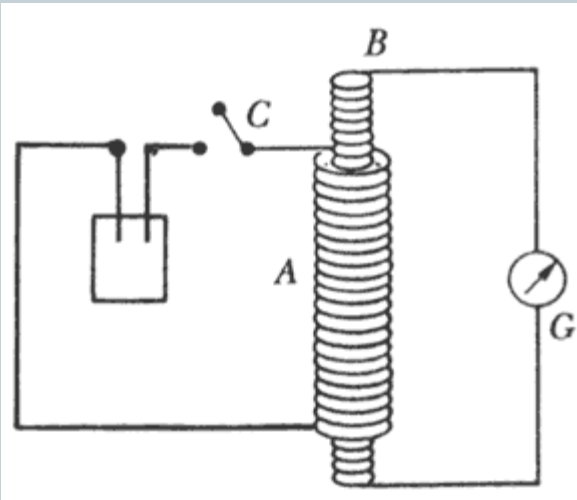
Sigamos con Historia: Ohm y Faraday

- En 1827, Ohm presenta el resultado de investigar la relación entre la tensión de una pila, la longitud de cables de distintos materiales y la corriente que circulaba por ellos. Mide la disminución de la fuerza electromagnética que se da al aumentar la longitud del cable con una balanza de torsión de Coulomb a la que incorpora una barra magnética, debido a su conocimiento de la experiencia de Oersted. Como hoy sabemos que la fuerza magnética de un cable energizado se debe a la corriente que circula por él, podemos expresar modernamente la *ley de Ohm* como: $V = I \times R$. Ohm inventa el término “resistencia” para referirse a la disminución de fuerza electromagnética debida a la longitud del cable.



Trabajos de Ohm

Faraday



Experiencia de Faraday

$$\oint_C \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \frac{d}{dt} \int_S \vec{B} \cdot d\vec{A}$$

$$V_\epsilon = -N \frac{d\Phi}{dt}$$

Ley de Faraday

- El físico y químico inglés Michael Faraday (1791-1867), discípulo de Humphry Davy, es conocido principalmente por su descubrimiento de la inducción electromagnética, que ha permitido la construcción de generadores y motores eléctricos, y de las leyes de la electrólisis por lo que es considerado como el verdadero fundador del electromagnetismo y de la electroquímica. En 1831 trazó el campo magnético alrededor de un conductor por el que circula una corriente eléctrica, ya descubierto por Oersted, y ese mismo año descubrió la inducción electromagnética, demostró la inducción de una corriente eléctrica por otra, e introdujo el concepto de líneas de fuerza para representar los campos magnéticos. Durante este mismo periodo, investigó sobre la electrólisis y descubrió las dos leyes fundamentales que llevan su nombre

Leyes de Kirchhoff



LCK (*Ley de corrientes de Kirchhoff*)

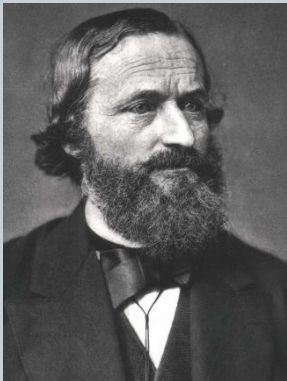
“La suma de las corrientes que entran en un nodo cualquiera de un circuito eléctrico es igual a la suma de las corrientes que salen de él”

“La suma algebraica de TODAS las corrientes en un nodo es cero”

LVK (*Ley de Voltajes de Kirchhoff*)

“La suma de los incrementos de tensión a lo largo de una malla cerrada cualquiera de un circuito que empiece y termine en el mismo punto es igual a la suma de las caídas de tensión a lo largo de la misma malla”

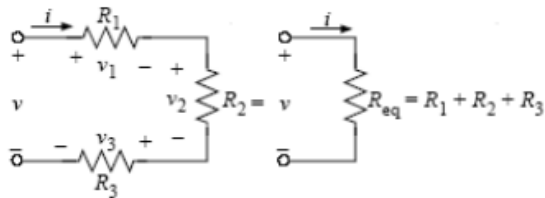
“La suma algebraica de TODAS las tensiones en una malla cerrada es cero”



Gustav Robert Kirchhoff (Königsberg, 12 de marzo de 1824-Berlín, 17 de octubre de 1887) fue un físico prusiano cuyas principales contribuciones estuvieron en el campo de los circuitos eléctricos, la teoría de placas, la óptica, la espectroscopia y la emisión de radiación de cuerpo negro. Inventó el espectroscopio, descubrió el rubidio y el cesio por métodos espectrales. Identificó la raya D del espectro solar como producida por sodio. Descubrió las leyes generales que rigen el comportamiento de un circuito eléctrico. Se dedicó al estudio de la termodinámica y realizó investigaciones sobre la conducción del calor. Es responsable de dos conjuntos de leyes fundamentales, en la teoría clásica de circuitos eléctricos y en la emisión térmica. Aunque ambas se denominan Leyes de Kirchhoff, probablemente esta denominación es más común en el caso de las Leyes de Kirchhoff de la ingeniería eléctrica.

Circuitos Eléctricos con resistencias: resolución

Resistencias en Serie

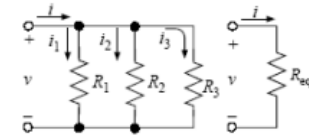


$$v_1 = i R_1 \quad v = v_1 + v_2 + v_3 \quad R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$$

$$v_2 = i R_2 \quad v = i R_1 + i R_2 + i R_3 \quad v = R_{eq} i$$

$$v_3 = i R_3 \quad v = i (R_1 + R_2 + R_3)$$

Resistencias en Paralelo

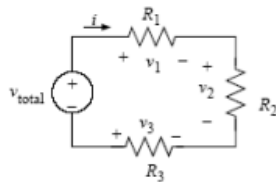


$$i_1 = \frac{v}{R_1}; i_2 = \frac{v}{R_2}; i_3 = \frac{v}{R_3} \quad i = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) v$$

$$i = i_1 + i_2 + i_3 \quad \frac{1}{R_{eq}} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right)$$

$$i = \frac{v}{R_1} + \frac{v}{R_2} + \frac{v}{R_3}$$

Divisor de Tensiones



$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$$

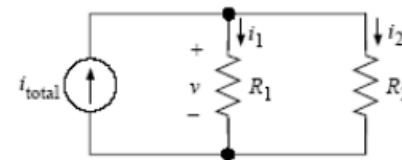
$$v_1 = R_1 i = \frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_3} v_{total}$$

$$v_2 = R_2 i = \frac{R_2}{R_1 + R_2 + R_3} v_{total}$$

$$v_3 = R_3 i = \frac{R_3}{R_1 + R_2 + R_3} v_{total}$$

$$i = \frac{v_{total}}{R_{eq}} = \frac{v_{total}}{R_1 + R_2 + R_3}$$

Divisor de Corriente



$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad v = R_{eq} i_{total} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} i_{total}$$

$$i_1 = \frac{v}{R_1} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} i_{total} \quad i_2 = \frac{v}{R_2} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} i_{total}$$