



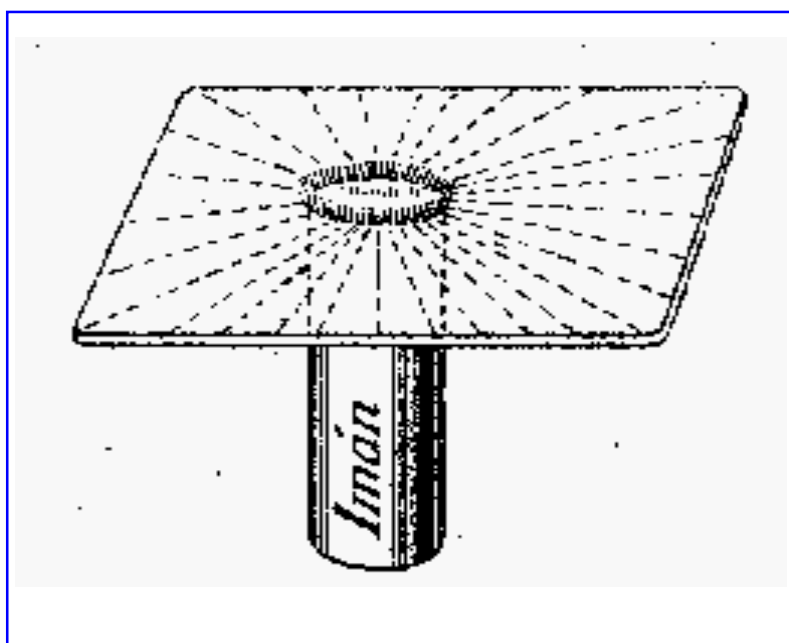
MINISTERIO DE EDUCACIÓN

DINFOCAD/UCAD

DINESST/UDCREES

**PLANCAD
SECUNDARIA 2000**

**CIENCIA, TECNOLOGÍA
Y AMBIENTE**



Fascículo Autoinstructivo
ELECTROMAGNETISMO

4.3

Producción y Publicación:
MINISTERIO DE EDUCACIÓN
DINFOCAD/UCAD/PLANCAD
Van de Velde 160 San Borja
Lima.

Autoría:
Universidad Peruana Cayetano Heredia
Facultad de Educación
Equipo de Trabajo:
Alina Gómez Loarte
Luis Huamán Mesía
Carmen Lauro Guzmán
César Quiróz Peralta
Adela Rodríguez
Corrección de Estilo:
Miguel Incio Barandiarán
Diagramación:
Rosa Támara Sarmiento

Revisión de textos:
PLANCAD:
Jorge Jhoncon Kooyip
UDCREES:
Elizabeth Quinteros Hajar
Héctor Yauri Benites

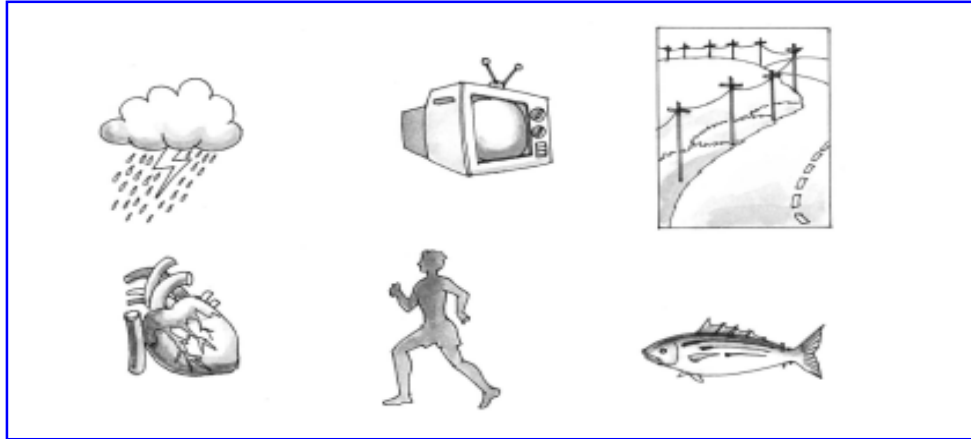
Índice

I. Electricidad	
1.1. Concepto	1
1.2. Conductividad	1
1.3. La corriente eléctrica	2
II. Magnetismo:	
2.1. Concepto	5
2.2. Línea de tiempo	6
2.3. Campo Magnético de la tierra	7
2.4. Fuerza Magnética	8
III. Electromagnetismo	
3.1. Concepto	10
3.2. FEM inducida	10
3.2.1 Principio del experimento de Faraday	11
3.2.2 Ley de Lenz	14
Respuestas	16
Autoevaluación	17
Claves	19
Glosario	20
Bibliografía	21

I. ELECTRICIDAD

1.1 CONCEPTO

¿Qué tienen en común las siguientes imágenes?



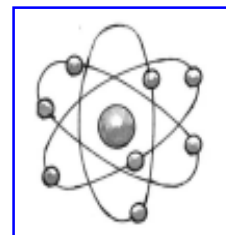
Respuesta:

En forma general, sabemos que la electricidad resulta del movimiento de las partículas subatómicas, especialmente de los electrones.

¿Por qué se mueven los electrones?

Recordemos que los electrones se mueven en órbitas alrededor del núcleo atómico, pero también pueden salir expulsados de estas órbitas a consecuencia del impacto con otro electrón.

El calor y la actividad química igualmente pueden expulsar un electrón de su órbita, ya que hacen crecer la agitación del átomo y la energía del electrón.



1.2 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

Luigi Galvani (1737 - 1798) demostró que existe una relación directa entre las actividades musculares y la electricidad.

Así, por ejemplo, el corazón está conformado por un tejido muscular que produce pequeñas

cantidades de corriente eléctrica, las que pueden ser amplificadas y registradas para analizar su frecuencia, mediante la técnica denominada **electrocardiograma**, con la finalidad de encontrar alguna irregularidad en este órgano.

Los electrones pueden moverse con mayor facilidad en algunos materiales que en otros: esta propiedad se la conoce como **conductividad eléctrica**.

Existen los *buenos conductores*, como son la mayoría de metales, los gases calientes y ciertos líquidos, es decir, aquellos que permiten que los electrones fluyan fácilmente a través de ellos.

De otro lado, también existen los *malos conductores* como el aire, el caucho, el aceite o el vidrio. En estos materiales el flujo de electrones es mínimo o casi nulo, por lo que son utilizados para **aislar** a los materiales que conducen la electricidad. Una muestra de ello lo constituyen los cables aislantes, a través de los cuales recibimos la corriente eléctrica.

1.3 LA CORRIENTE ELÉCTRICA:

Observa el siguiente dibujo:



Tomás, al conectar el enchufe de su minicomponente, no se percató que el cable del enchufe estaba pelado. Al introducir el enchufe al tomacorriente sintió una descarga eléctrica que lo dejó muy impresionado.

Este caso de choque eléctrico nos ilustra la manera en que fluyen los electrones a través de un conductor. A este flujo de carga se le denomina corriente eléctrica.

El flujo de electrones se realiza desde la carga negativa hacia la carga positiva, o viceversa. En los sistemas continuos de conductores los electrones fluyen desde el punto de menor potencial hacia el de mayor potencial.

- La corriente que fluye en este sentido es denominado **corriente directa** (Dc) por que fluye en una dirección.
- También existe la llamada **corriente alterna** (Ac), la cual fluye alternadamente en cualquier dirección.

La unidad de corriente eléctrica o Intensidad es el coulomb, el cual recibe el nombre de **amperio** (A).

¿Sabías que?

Musschenbroek, científico holandés, demostró por primera vez la presencia de la corriente eléctrica.

Además, para obtener la dirección en el flujo de electrones es necesario aplicar algún tipo de energía que puede ser la **luz solar**, un campo magnético o una actividad química.

Se emplean dos dispositivos para generar el flujo de electrones:

• GENERADOR

• BATERÍA

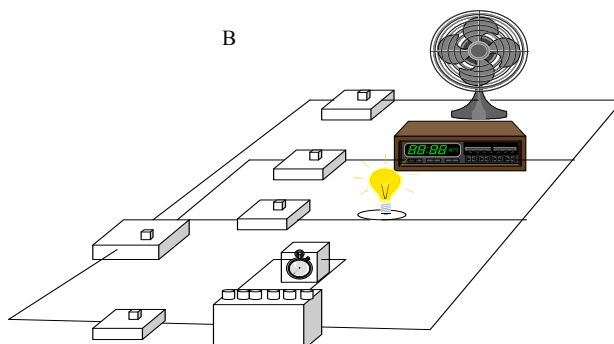
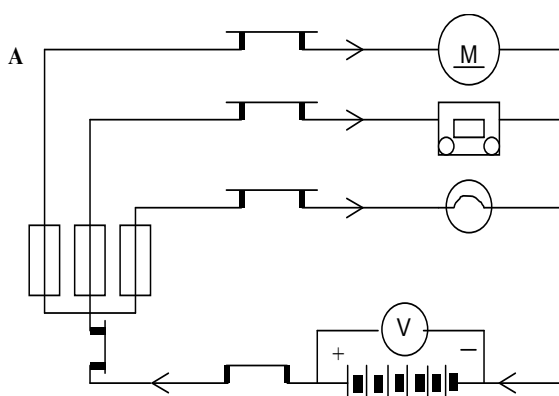
Los generadores pueden producir electricidad a partir de energía mecánica, como ocurre en una central hidroeléctrica.

Las baterías dependen de procesos químicos, como sucede con una pila.

En ambos casos se obliga a los electrones a moverse en una dirección, en un **circuito**, gracias a la fuerza electromotriz que generan (*fem*).

Fuerza electromotriz: es la cantidad de energía por unidad de carga necesaria para hacer circular una pequeña carga eléctrica alrededor del circuito completo.

La unidad de la fem es el **voltio**.



Todas las sustancias, ya sean conductoras o no ofrecen cierta oposición a la corriente eléctrica, a esta oposición se le denomina resistencia (R).

La unidad de la resistencia es el **Ohm**. (Ω)

En 1827 el físico alemán Georg Simon Ohm enunció lo siguiente:

"El valor de la Intensidad de la corriente (*I*) que recorre un circuito está determinado por dos factores: el **voltaje** (*V*) y la **resistencia** (*R*)".

Este enunciado se resume en la siguiente fórmula:

$$R = \frac{V}{I}$$

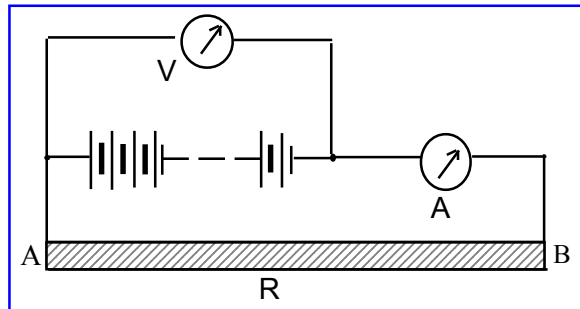
Donde: R = Resistencia

V = Voltaje

I = Intensidad de la corriente

Una forma de explicar la ley de Ohm es construyendo el siguiente circuito:

Si a este circuito se le agrega cada vez más energía (V), entonces la intensidad de la corriente en el circuito (A) aumentará también, sin embargo, la resistencia (R) se mantiene constante.



Por otra parte, antes de que fuera descubierta la naturaleza de la electricidad se acordó aceptar que la corriente directa fluía del polo positivo (+) al polo negativo (-); pero ahora, sabemos que los electrones se mueven en sentido contrario.

Ahora investiga:

Sabemos que existen fenómenos asociados a la corriente eléctrica, tales como los efectos químicos, magnéticos y el calor.

¿Podrías dar un ejemplo de cada uno de ellos?

II. MAGNETISMO

2.1 CONCEPTO

¡Ahora debes realizar el siguiente experimento!

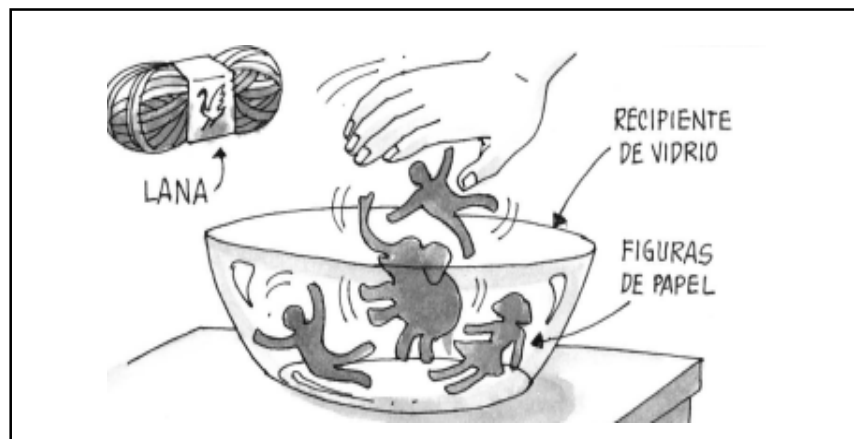


Materiales:

- ✓ Un recipiente de aluminio. (Olla, budinera, kequera)
- ✓ Un vidrio.
- ✓ Papel de seda o cometa.
- ✓ Una chompa de lana o franela.
- ✓ Tijeras

Procedimiento:

- ✓ Cortar siluetas de niños, animalitos, árboles utilizando el papel de seda, el tamaño de los siluetas debe ser menor a la altura del recipiente.
- ✓ Colocar los siluetas dentro del recipiente.
- ✓ Tapar el recipiente con el vidrio y luego frotar el vidrio con la chompa hasta observar el movimiento de las siluetas.



Bien, ahora responde a las siguientes preguntas:

¿Qué demuestra el experimento anterior?

¿Cuál es la función de cada uno de los materiales utilizados?

El magnetismo y a la electricidad deben verse como fenómenos íntimamente relacionados.

En 1819, Hans Christian Oersted, científico danés, demostró que la corriente eléctrica que circulaba a través de un hilo podía desviar la aguja de una brújula.

La existencia de corriente eléctrica siempre implica la creación de un campo magnético.

Entonces, ¿Qué es el magnetismo?

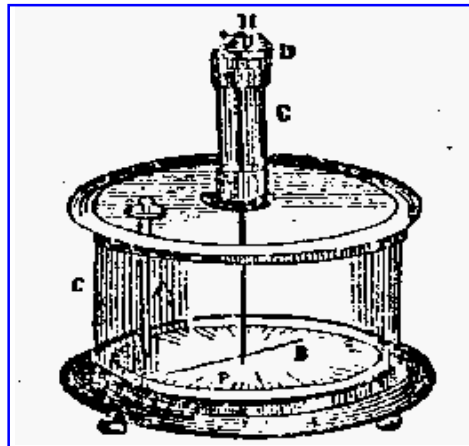
Magnetismo se define como la propiedad que ejercen algunos cuerpos, llamados imanes, de atraer a determinados cuerpos.

2.2 LÍNEA DE TIEMPO

Existen evidencias en antiguos documentos chinos que indican que el magnetismo era conocido ya en el año 2000 aC. El mismo término tiene su origen en el nombre que, en la Grecia antigua, recibía una región de Asia Menor (Turquía): Magnesia. En ella abundaba una piedra negra o imán, conocida ahora como magnetita (Fe_3O_4), capaz de atraer objetos de hierro y de comunicarles por contacto un poder similar. Además, en el siglo VII los filósofos griegos conocían el fenómeno que ocurría al frotar un pedazo de ámbar: atraía briznas de paja o plumas. Ellos intuyeron que había una relación entre electricidad y magnetismo.

Sin embargo, el magnetismo como disciplina recién comienza a desarrollarse veinte siglos después:

- En 1600, William Gilbert descubrió que la electrificación no era un fenómeno peculiar del ámbar, sino un fenómeno generalizado de los cuerpos.
- En 1785, Charles Coulomb enunció que la fuerza de atracción o repulsión de dos esferas cargadas por frotamiento es inversa al cuadrado de su separación ($F \propto 1/r^2$). Esto lo comprobó con los experimentos realizados en un aparato denominado "Balanza de Torsión". A este enunciado se le denomina "Ley del Inverso al cuadrado".
- En 1820, H.C. Oersted demostró la relación entre electricidad y magnetismo, que ya había sido intuido por los filósofos griegos.
- En 1831, Joseph Henry y Michael Faraday, en EE.UU. e Inglaterra, casi simultáneamente, demostraron que cuando un alambre se mueve cerca de un imán, se carga eléctricamente.



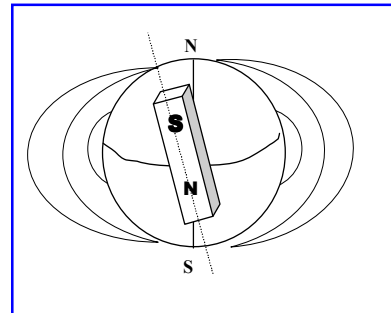
Actividades:

¿Podrías desarrollar una línea de tiempo ubicando los hechos antes descritos y colocando los sucesos más importantes ocurridos en el Perú y el mundo en esas mismas fechas?

2.3 CAMPO MAGNÉTICO DE LA TIERRA

Cuando se coloca en un recipiente con agua un corcho atravesado por una aguja imantada, observamos que uno de sus extremos se orienta siempre hacia una dirección. Se cree que un aparato similar fue utilizado por los antiguos chinos para fabricar las primeras brújulas.

También se cree que la tierra tiene su propio campo magnético y que actúa como una gran barra imantada cuyos extremos casi coinciden con los polos norte y sur geográficos, pero en orden inverso (ver gráfica).



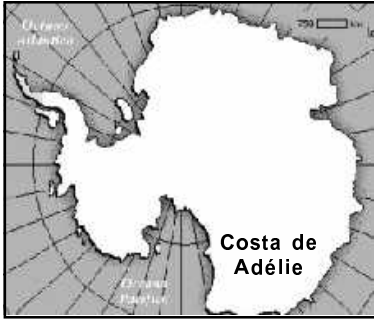
Así, el Polo sur magnético está ubicado al Norte de la Bahía de Hudson en Canadá.

Es decir a 1300 millas (2,100 km) del polo norte geográfico.

Aunque tanto el polo norte como el sur se siguen desplazando con el tiempo.

Así, el polo norte magnético está ubicado en un lugar denominado la Costa de Adélie en el Polo Sur a 1930 km del Polo Sur.



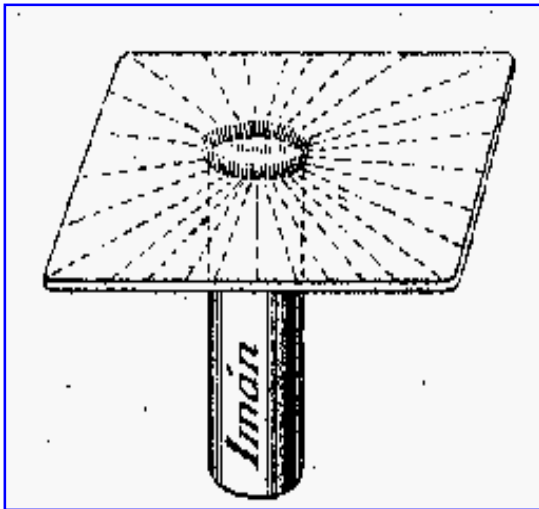


También se sabe que estos puntos van variando con el tiempo y que la intensidad del campo magnético de un planeta se relaciona con su velocidad de rotación. Por ejemplo, los últimos vuelos espaciales han determinado que Júpiter tiene un campo magnético más intenso que el de la Tierra, mientras que el del planeta Venus es de menor intensidad, debido a que el primero gira más rápido y este último es más lento en su velocidad de rotación.

Responde:

¿Cuál es la relación entre campo magnético y velocidad de rotación?

2.4 FUERZA MAGNÉTICA



El magnetismo se comprende mejor si consideramos las líneas de las fuerzas magnéticas o líneas de flujo; por convención se ha determinado que éstas salen del polo norte y entra al polo sur.

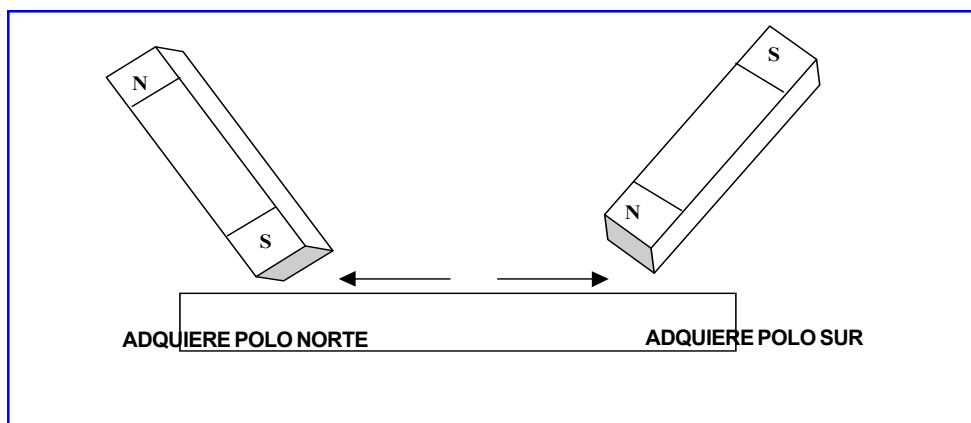
¿Se pueden observar las líneas de flujo?

Aunque no directamente, sí pueden quedar en evidencia al colocarse limadura de hierro alrededor de un imán.

Una manera sencilla de magnetizar algunos materiales consiste en frotarlos con un imán. Cada polo (Norte y Sur) intenta seguir el movimiento del polo contrario, así, al frotar el polo norte de un imán contra el extremo de una barra de metal, esta ad-

quirirá la carga correspondiente al polo sur.

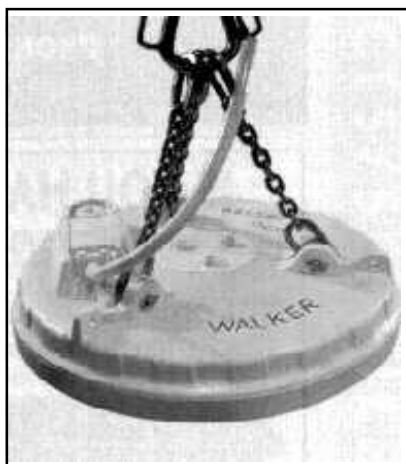
Según el tiempo de contacto de la barra a imantarse (imán artificial) con los imanes ya existentes, como la magnetita, puede obtenerse **imanes temporales**, si el tiempo de contacto es corto, e **imanes permanentes**, si el tiempo de contacto es mayor. A este proceso de obtención de imanes se denomina **imantación**.



¿Cuáles son las propiedades generales de los imanes?

III. ELECTROMAGNETISMO

3.1 CONCEPTO



*Electroimán para rescatar
desechos metálicos*

La relación entre magnetismo y electricidad fue descubierta en 1820 por Hans Christian Oersted, como ya hemos visto en el capítulo anterior.

Poco después, André Ampère (1775-1836) formuló leyes cuantitativas para calcular la fuerza magnética entre conductores por los que circula corriente. En 1820, Michael Faraday y Joseph Henry demostraron, independientemente uno del otro, que una corriente eléctrica puede producirse en un circuito ya sea moviendo un imán cerca del circuito o cambiando la corriente en otro circuito cercano, con lo que quedó confirmado que un campo magnético produce un campo eléctrico. Años después, James Clerk Maxwell demostró que también ocurría lo inverso: un campo eléctrico variable origina un campo magnético, siendo esto último la definición de **electromagnetismo**.

De esta manera, la corriente eléctrica puede servir para producir campos eléctricos de gran intensidad, como en el caso de los electroimanes utilizados para levantar chatarra.

3.2 FEM INDUCIDA

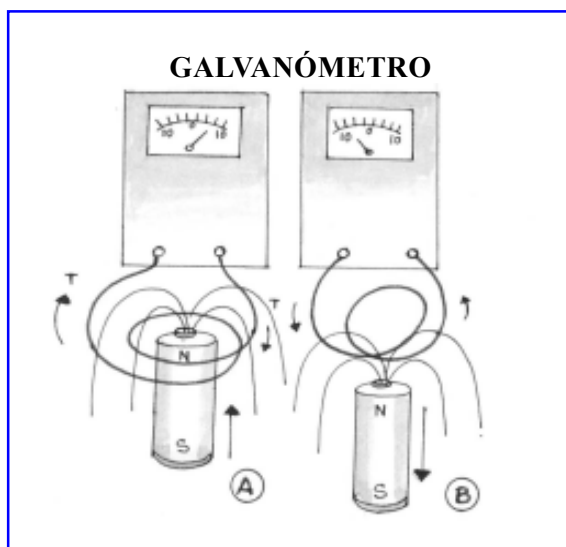
Un campo magnético, como ya hemos visto, puede producir una corriente eléctrica. Cuando un imán se mueve a través de un conductor se produce una fuerza electromotriz inducida. Así, un imán que gira entre dos bobinas producen corriente eléctrica, como es el caso de los generadores de electricidad.

El voltaje producido depende de:

- La potencia del imán
- La velocidad de rotación del mismo

Todo esto se explica con el siguiente experimento realizado por Michael Faraday en 1831: Si se introduce rápidamente un imán en una bobina de alambre, se induce una corriente en el alambre. Si se retira el imán con rapidez, se induce una corriente en la dirección opuesta.

Por otro lado, si el imán se mantiene estático y la espiral se mueve, acercándose o



alejándose de él, la aguja también se desviará.

3.2.1 Principio del Experimento de Faraday

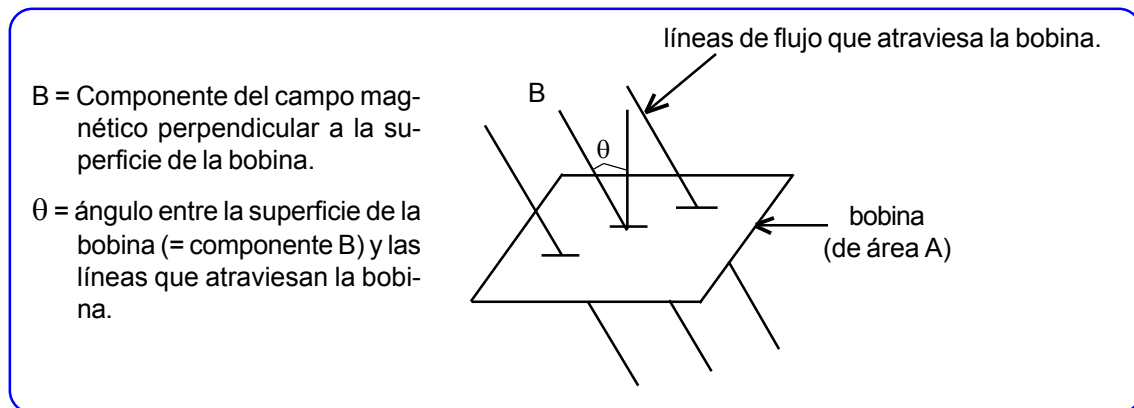
"Se establece una corriente en un circuito siempre que haya un movimiento relativo entre el imán y la espira".

La importancia de este hallazgo es que se establece una corriente en el circuito ¡aún cuando no haya en él baterías!. Esta es una corriente inducida, la cual se produce por una *fem* inducida.

Ley de Faraday de la Inducción

Faraday realizó investigaciones cuantitativas de los factores que influyen en la magnitud de la *fem* inducida. Obteniendo los siguientes resultados.

1. La *fem* inducida depende del tiempo: mientras más rápido cambia el campo magnético, mayor es la *fem* inducida.
2. La *fem* es proporcional a la tasa de cambio del flujo magnético que pasa a través del conductor.



de donde:

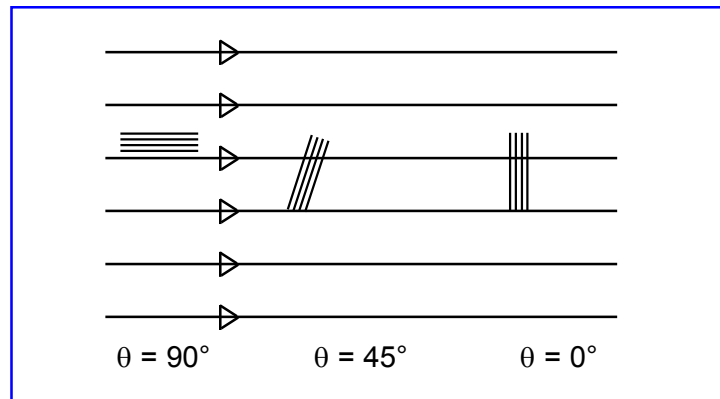
$$\phi_B = B \cdot A \cdot \cos \theta$$

El flujo magnético (ϕ) puede concebirse como el número de líneas que atraviesan la bobina, como se ilustra a continuación:

Cuando $\theta = 90^\circ$, no existe ninguna línea que atraviesa la bobina (flujo nulo)

Cuando $\theta = 0^\circ$, el flujo de líneas es máximo.

La unidad de flujo magnético es la tesla - metro², relación que se conoce como **Weber**:



$$1\text{Wb} = 1\text{ T} \cdot \text{m}^2$$

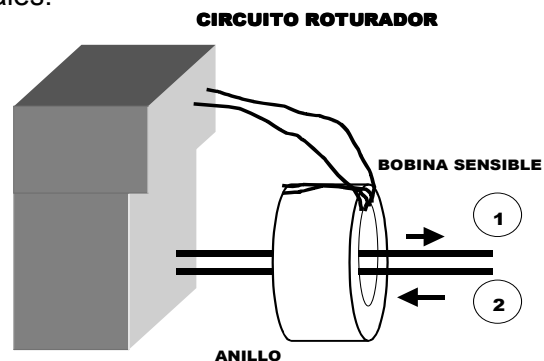
Cuando el flujo magnético se produce en un intervalo determinado de tiempo, varía en cantidad entonces se habla de diferencial de flujo $\Delta\phi$, de esto se puede enunciar la Ley de Faraday:

"La fuerza electromotriz (ε) inducida en un circuito es igual a la variación con respecto al tiempo (Δt) del flujo magnético ($\Delta\phi$) que atraviesa un circuito."

Lo cual puede ser expresado:

$$\varepsilon = - \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

Una aplicación de esta ley se da en el denominado **Interruptor de falla a tierra (IFT)** que es un dispositivo de seguridad destinado a proteger al usuario de aparatos de energía eléctrica contra choques eléctricos ocasionales.



El IFT funciona así:

- El alambre 1 va del tomacorriente de la pared al aparato a proteger.
- El alambre 2 regresa al tomacorriente.
- Un anillo de acero rodea a los dos alambres, de modo que se confina el campo eléctrico de cada uno de ellos.
- Una bobina de detección se enrolla al anillo de hierro; ésta activa un interruptor de circuito cuando ocurren cambios en el flujo magnético.

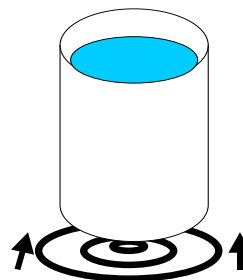
Como las corrientes de los alambres pasan por el centro del anillo, el flujo magnético de la bobina es cero.

Debido a que la corriente es alterna, existe un cambio respecto al tiempo (ver Ley de Faraday), lo cual produce un voltaje inducido en la bobina, este voltaje se usa para activar

un interruptor de circuito, interrumpiendo el paso de corriente eléctrica antes de que pueda causar daño.

Las cocinas eléctricas también trabajan bajo este principio de inducción:

Se hace pasar una corriente a través de una bobina situada debajo de la superficie de la olla. La corriente produce un campo magnético oscilante y como tiene cierta resistencia eléctrica, hace que la energía eléctrica asociada a la *fem* inducida se transforme en energía calorífica.



Otra aplicación:

Una cuerda de guitarra eléctrica al vibrar induce también una *fem* en una bobina la que alimenta un amplificador, con una salida hacia los altavoces.

Actividad

Desarrolla un mapa conceptual sobre la ley de Faraday y sus aplicaciones.

MICHAEL FARADAY (1791-1867)

El 29 de agosto del 1831, Michael Faraday, el gran químico y físico inglés, descubrió la inducción electromagnética, cuando observó que moviendo un imán a través de una bobina de alambre de cobre, se originaba una corriente eléctrica que fluía por el alambre. Puesto que el motor y el generador eléctricos se basan en ese principio, el descubrimiento de Faraday cambió a fondo el curso de la historia del mundo.

Faraday nació en Newington, era hijo de un herrero, por lo cual recibió escasa formación. Mientras trabajaba de aprendiz con un encuadernador de Londres, leyó libros sobre temas científicos y realizó experimentos con la electricidad. En 1812, después de asistir a las conferencias de Humphry Davy, éste contrató a Faraday como ayudante en su laboratorio químico de la Royal Institution y al año siguiente le llevó con él a un largo viaje por Europa. En 1824 Faraday entró en la Royal Society, único honor que aceptó en su vida, y al año siguiente fue nombrado director del laboratorio de la Royal Institution. Faraday realizó sus primeras investigaciones en el campo de la química bajo la dirección de Davy, descubriendo el benceno.

Faraday ha sido quizás el mas grande experimentador que jamas haya vivido, a quien se le acreditan realizaciones en casi todas la áreas de la ciencia física que se investigaban en su tiempo. Para describir los fenómenos que investigaba, él y un amigo suyo, filósofo de la ciencia, inventaron palabras nuevas como electrólisis, electrolito, ion, ánodo, cátodo. En su honor, la unidad de capacitancia se denomina faradio.



3.2.2 Ley de Lenz

La dirección de la *fem* y de la corriente inducida puede encontrarse por medio de la Ley de Lenz, la cual dice:

"La polaridad de una fem inducida es tal que tiende a producir una corriente que creará un flujo magnético que se opone al cambio del flujo magnético original".

En la figura de la página 10, podemos apreciar que cuando acercamos el imán al campo con corriente eléctrica (figura A) hay un aumento de flujo de corriente (ver galvanómetro), justamente debido al aumento de campo magnético. El flujo de energía se produce de arriba abajo, es decir, en dirección contraria al imán.

Todo lo contrario ocurre en la figura B, en donde el flujo de energía disminuye a consecuencia de la disminución de campo magnético, además de que la dirección del flujo de corriente es hacia arriba mientras que bajamos el imán.

¿Por qué el flujo de corriente eléctrica y la corriente magnética siguen direcciones opuestas?

En este sentido, la Ley de Lenz nos permite encontrar siempre el sentido de la corriente inducida.

Las fuerzas electromotrices inducidas pueden utilizarse para medir ritmos de flujo, tales como el ritmo del flujo sanguíneo de las arterias. También, los detectores de respiración, utilizados en las salas de cuidados intensivos, funcionan bajo estos principios. Las bobinas que son pequeñísimas se colocan en lados opuestos del tórax. Una de las bobinas es activada por una corriente continua, induciendo una señal en la segunda bobina, la que está conectada a un amplificador. La señal aumenta y disminuye por el ritmo respiratorio, en el momento en que la señal se mantiene constante al juntarse las bobinas, el sistema emite una señal.

Los marcapasos, también son accionados por una *fem*. La energía es suministrada por una bobina implantada en el pecho y cerca al corazón. El marcapaso emite impulsos al corazón a intervalos correspondientes al latido del corazón.

I. ELECTRICIDAD

1.1 Concepto: La electricidad resulta del movimiento de las partículas sub atómicas, especialmente de los electrones.

1.2 Conductividad eléctrica: - El experimento de Galvani.

- FEM: cantidad de energía por unidad de carga eléctrica para hacer circular la corriente en un circuito eléctrico.

1.3 Corriente eléctrica - Resistencia y Ley de Ohm:

$$R = \frac{V}{I}$$

2.1 Concepto: Propiedad que ejercen algunos cuerpos, llamados imanes, de atraer a determinados cuerpos

II. MAGNETISMO

2.2. Línea de tiempo del magnetismo

2000 aC	- chinos
siglo VII	- Grecia
1600	- Gilbert
1785	- Coulomb
1820	- Oersted
1831	- Faraday

2.3 Campo magnético de la tierra

2.4 Fuerza magnética

3.1 Concepto: Ocurre cuando un campo eléctrico puede servir para producir campos eléctricos de gran intensidad.

3.2.1 Principio del Experimento de Faraday:

"Se establece una corriente en un circuito siempre que haya un movimiento relativo entre el imán y la espira."

$$\phi_B = B \cdot A \cdot \cos \theta$$

3.2.2 Ley de Faraday

"La fuerza electromotriz (ε) inducida en un circuito es igual a la variación con respecto al tiempo (Δt) del flujo magnético ($\Delta \phi$) que atraviesa un circuito."

$$\varepsilon = - \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$$

3.2.3 Ley de Lenz

"La polaridad de una fem inducida es tal que tiende a producir una corriente que creará un flujo magnético que se opone al cambio del flujo magnético original".

3.2 FEM inducida

III. ELECTRO-MAGNETISMO

RESPUESTAS A PREGUNTAS DEL FASCÍCULO

Página 1 : *Todas son manifestaciones de la electricidad.*

Página 5: *a) Demuestra la propiedad magnética que adquieren ciertos elementos.*
b) El vidrio se magnetiza al ser frotado con la lana de la chompa. Los pedazos de papel son atraídos por estos electrones del campo magnético que se forma.

Página 8: *Mientras mayor sea la velocidad de rotación mayor será el campo magnético.*

Página 14: *Porque si no siguiera direcciones opuestas, estas corrientes aumentarían demasiado y se alejarían del equilibrio, lo que iría en contra de la ley de la conservación de la energía.*

AUTOEVALUACIÓN

1. La electricidad resulta del movimiento de..... especialmente de aquellos denominados

2. La experiencia de Galvani nos demuestra:

- a) Electricidad atmosférica
- b) Que el calor puede expulsar electrones de su órbita
- c) La relación entre músculo y electricidad
- d) La relación entre electrón y electricidad
- e) Que magnetismo es igual a electricidad

3. Es ejemplo de mal conductor de la electricidad:

- a) Metal
- b) Gas caliente
- c) Agua
- d) Aceite
- e) Cobre

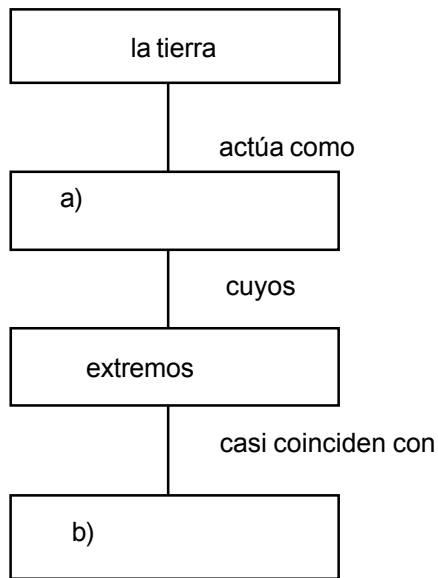
4. Al flujo de una carga eléctrica a través de un conductor se denomina.....

5. La cantidad de energía por unidad de carga eléctrica necesaria para que fluya alrededor de un circuito se denomina:

- a) Corriente
- b) Choque
- c) Resistencia
- d) Generador
- e) *Fem*

6. ¿Cuál fue la experiencia que demostró la relación íntima entre magnetismo y electricidad?

7. En relación al campo magnético terrestre:



8. El..... ocurre cuando un campo eléctrico variable origina un campo magnético.

9. La fem inducida produce:

- a) Batería
- b) Resistencia
- c) Corriente inducida
- d) Bobina inducida
- e) Flujo

10. La ley de Lenz nos permite:

- a) Ver las líneas de flujo
- b) Encontrar el sentido de la corriente inducida
- c) Determinar la intensidad de la resistencia
- e) Equilibrar la resistencia y la intensidad
- d) Inducir a un flujo eléctrico original

RESPUESTAS DE LA AUTOEVALUACIÓN

1. Partículas sub atómicas, electrones
2. c
3. d
4. Corriente eléctrica
5. e
6. Hans Christian Oersted demostró la relación íntima entre magnetismo y electricidad, acercando un hilo cargado electricamente a un imán y observando que este último desviaba su aguja.
7. a) Un gran imán
b) Los polos geográficos
8. Electromagnetismo
9. c
10. b

GLOSARIO

Ánodo: es el componente de un circuito eléctrico de carga positiva.

Campo: región en la que se ejerce sobre un objeto una fuerza gravitatoria, magnética, electrostática o de otro tipo. Estas regiones están recorridas por líneas de fuerza imaginarias, muy juntas donde el campo es más intenso y más espaciadas donde es más débil.

Cátodo: es el componente de un circuito eléctrico de carga negativa

Frecuencia: número de veces que se repite en un segundo cualquier fenómeno periódico.

Longitud de Onda: distancia entre dos puntos consecutivos de una onda que tienen el mismo estado de vibración.

Wolframio: elemento químico de símbolo W, es un elemento metálico con un punto de fusión más alto que cualquier otro metal. Su número atómico es: 74.

BIBLIOGRAFÍA

Hewitt, Paul G. 1995. *Física Conceptual*. Addison Wesley Iberoamericana.

Lehninger, Albert L. 1975. *Bioenergética*. Fondo Educativo Interamericano S.A.

Mac Donald, Simon G.G., y Burns, Desmond M. 1996. *Física para las ciencias de la vida y de la salud*. Fondo Educativo Interamericano S.A.

Microsoft. 1999. *Enciclopedia Electrónica Encarta*. USA.

Rojas, Ausberto S. F1994. *Física II*. Editorial San marcos

Serway, Raymond A. 1997. *Física*. Tomo II. Saunders College Publishing.