



Inductance and Electromagnetism



MATRIX

CP4976

www.matrixtsl.com

Copyright 2023-2025 Matrix Technology Solutions Limited

	Introducción	3
Ficha 1	Medición del campo magnético terrestre	5
Ficha 2	Medición de un campo electromagnético	7
Ficha 3	Campo electromagnético alrededor de una bobina	9
Ficha 4	Materiales ferromagnéticos	11
Ficha 5	B y H en el magnetismo	12
Ficha 6	Regla (motora) de la mano izquierda de Fleming	14
Ficha 7	Generar electricidad	16
Ficha 8	Generador rotativo	18
Ficha 9	El electromagnetismo genera electricidad	20
Ficha 10	Autoinductancia	22
Ficha 11	Aplicaciones de inductancia	24
Ficha 12	Transformers	26
	Folleto para el alumno	30
	Notas para el instructor	43

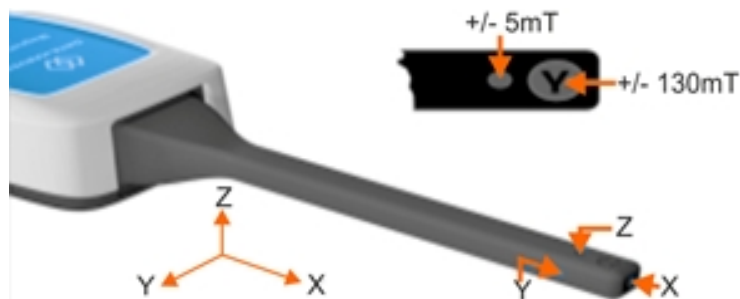
El kit de electromagnetismo se completa con tres sensores Data Harvest:

- un sensor de campo magnético;
- dos sensores "Tensión-Corriente", capaces de medir tanto la tensión como la corriente.

Cosecha de datos del sensor de campo magnético:

El sensor de campo magnético inalámbrico inteligente puede utilizarse para explorar tanto la magnitud como el dirección de un campo magnético en tres dimensiones, X, Y y Z.

Tiene dos rangos, ± 5 o ± 130 mT y es compatible tanto con USB como con Bluetooth.



El sensor utiliza dos dispositivos de detección Hall 3D situados cerca del extremo de la varilla. El dispositivo de ± 5 mT está situado directamente detrás del punto de la cubierta del extremo.

El dispositivo ± 130 mT está situado justo detrás de la letra "Y".

Cosecha de datos del sensor "Tensión-Corriente":



El kit incluye dos sensores, uno capaz de leer tensiones de hasta ± 20 V y corrientes de ± 1 A, la otra lectura ± 5 V y $\pm 0,1$ A. Estos rangos están impresos en las etiquetas de los sensores.

Conexión de los sensores:

- Inicie el software "EasySense2", disponible en el sitio web de Data Harvest: <https://store.data-harvest.co.uk/easysense2>.
- Conexión mediante Bluetooth:
 - Pulse el botón situado en la base del sensor para iniciar el proceso de conexión. Cuando se establece el enlace, un LED verde en el sensor parpadea encendiéndose y apagándose.
 - En la pestaña Dispositivos de la App, busque el sensor de campo magnético y conéctese a él. (Cuando varios grupos utilizan sensores, puede utilizarse el número de 6 dígitos impreso en la etiqueta para identificar un sensor concreto).
- Conexión mediante USB:
 - Conecta el sensor al PC o tableta que ejecuta el software "EasySense2".

Ficha 1

Medición del campo magnético terrestre

La Tierra está rodeada por un campo magnético con polos magnéticos actualmente cerca de los polos geográficos norte y sur.

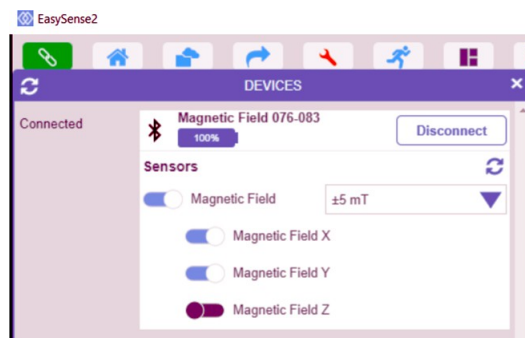
Es el resultado de las corrientes de convección en una mezcla de hierro y níquel fundidos en el núcleo externo de la Tierra.

Desvía la mayor parte del viento solar, partículas cargadas expulsadas por el Sol que protegen la capa de ozono que protege la Tierra de las radiaciones ultravioletas nocivas. El campo dista mucho de ser uniforme y varía a lo largo de la superficie del globo.

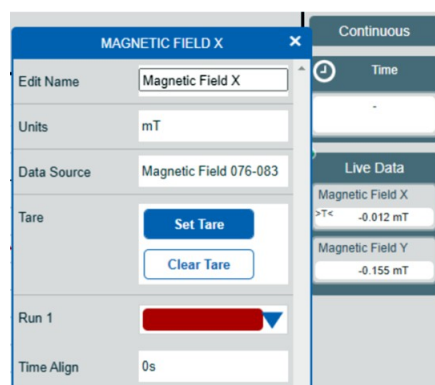


Te toca a ti:

- Inicie el software "EasySense2" y elija un experimento gráfico.
- Conéctese al sensor magnético y seleccione el rango $\pm 5\text{mT}$ y compruebe que tanto el campo X como el Y (pero no el Z) están activados.



- Mantenga el sensor horizontal en el aire, lejos de materiales magnéticos como muebles con estructura de acero.
- Haga clic en los campos "Datos en vivo" situados a la derecha de la pantalla para establecer una tara ("cero") tanto para X como para Y. Observe que las dos direcciones



deben "tararse" individualmente.

- Haga clic en el botón "Inicio" situado en la parte inferior de la pantalla.
- Gire el sensor una vuelta completa en el sentido de las agujas del reloj manteniéndolo en posición horizontal.
- Una vez completada una rotación completa, pulse el botón "Detener" para detener la grabación.

Ficha 1

Medición del campo magnético terrestre

Y qué:

- El gráfico se aproxima a dos ondas sinusoidales desplazadas alrededor de 90° una respecto a la otra. El sensor X da valores máximos y mínimos cuando apunta al Norte / Sur mientras que el sensor Y lo hace cuando apunta al Este / Oeste.
- Por defecto, el eje y del gráfico muestra el rango completo del sensor. Haga clic en las etiquetas del eje y para abrir el cuadro de diálogo 'Y-AXIS' y sustituya 'Rango por defecto' por 'Mín a Máx' o 'Rango de usuario' para que los datos medidos sean más visibles.
- La intensidad de campo total medida para cada eje es la diferencia entre las lecturas máxima y mínima, calculada para usted mediante la función "Estadísticas", en la pestaña "Herramientas".
- Prueba a utilizar la herramienta "Suavizar" para mejorar el aspecto de los trazos.
- Cuando esté satisfecho con el gráfico, guárdelo en formato '.es2' en la pestaña 'Archivo' o haga una captura de pantalla y guárdela en el Student Handout utilizando una aplicación de edición de imágenes.
- Utiliza el gráfico para estimar la intensidad de campo total para cada eje.
- Anota tus respuestas en el Student Handout.
- Compara tus respuestas con las encontradas en Internet, por ejemplo por el British Geological Survey.

Desafíos:

1. Utiliza el sensor de campo magnético para encontrar la dirección del norte magnético de tu ubicación. (Puede que te resulte más fácil utilizar la opción "Números" para el tipo de experimento).
Recuerde que el norte magnético es la dirección indicada por el extremo norte de la aguja de una brújula. Dado que los polos opuestos se atraen, esto significa que el norte magnético es, de hecho, el polo sur del campo magnético terrestre. Por lo tanto, el sensor de campo da una lectura máxima cuando apunta hacia el sur y una mínima cuando apunta hacia el norte.
Comprueba tu resultado comparándolo con el comportamiento de una brújula o colgando una barra magnética de un trozo de algodón para ver en qué dirección se asienta.

Ficha 2

Medición de un campo electromagnético

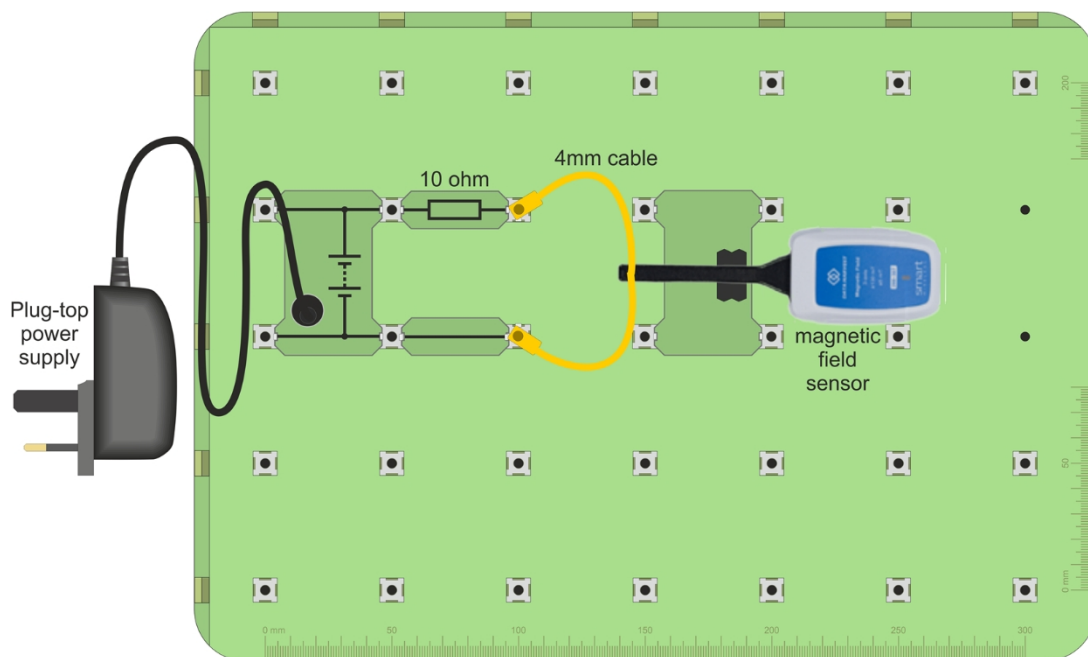
Siempre que circula corriente eléctrica por un conductor se crea un campo magnético. Su origen está en el comportamiento de los electrones que forman la corriente.

Este campo es transitorio: sólo está presente mientras fluye la corriente. Su intensidad es mayor cerca del cable y aumenta cuando aumenta la corriente.



Te toca a ti:

- Enchufa el soporte de la fuente de alimentación y la resistencia de 10Ω en la placa Locktronics y monta el sensor de campo magnético en su soporte cercano.
- Utiliza un cable con clavija de 4 mm para completar el circuito. El diseño de Locktronics debe parecerse al que se muestra a continuación.



- Ajuste la fuente de alimentación del enchufe a 5 V.
- Configure el sensor de campo magnético en el rango de $\pm 5\text{mT}$ con los tres ejes del sensor activados y 'tarados'.
- Inicie la opción "Números" del software EasySense y coloque el cable en línea recta a través de la varilla, cerca del punto grabado en ella, como se muestra en el diagrama.
- Encienda la fuente de alimentación. (Precaución: la resistencia se calentará).
- Registra la intensidad del campo magnético en cada uno de los tres ejes.

Ficha 2

Medición de un campo electromagnético

Hasta la vista.....

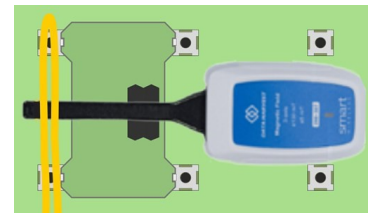
- Coloque el cable a través del sensor verticalmente de forma que quede en ángulo recto con respecto al paso anterior. Registre de nuevo la intensidad de campo de los tres ejes.
- Por último, coloque el cable a largo de la varilla, en ángulo recto con respecto a las dos pruebas anteriores. Registre las intensidades de campo.
- Intenta relacionar las lecturas con la forma del campo magnético.

Desafíos:

1. Diferentes formas de alambre:

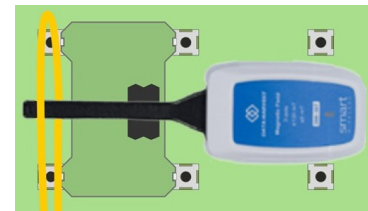
Dobla el cable para formar un bucle sobre la parte superior del , como se muestra en el diagrama de al lado.

¿Qué ocurre con las lecturas del campo magnético?



A continuación, forma un bucle con el cable alrededor del sensor, como se muestra en la figura.

Compara ahora las lecturas del campo magnético de las dos disposiciones.



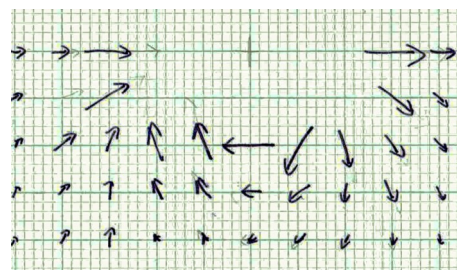
Anota tus conclusiones en el Student Handout y explica por qué estas dos situaciones producen resultados diferentes.

2. Campo magnético alrededor de una barra magnética:

Utiliza el sensor para investigar el campo magnético alrededor de una barra magnética.

Procedimiento sugerido:

- Coloca el imán en el centro de una hoja de papel cuadriculado.
- Seleccione el intervalo de ± 130 mT y tare (ponga a cero) cada eje para eliminar los efectos del campo magnético terrestre.
- Baje el sensor verticalmente sobre cada esquina de la rejilla de 10 mm.
- Para cada posición, dibuja en el papel un vector cuya longitud y dirección sean proporcionales a las medidas del campo magnético.

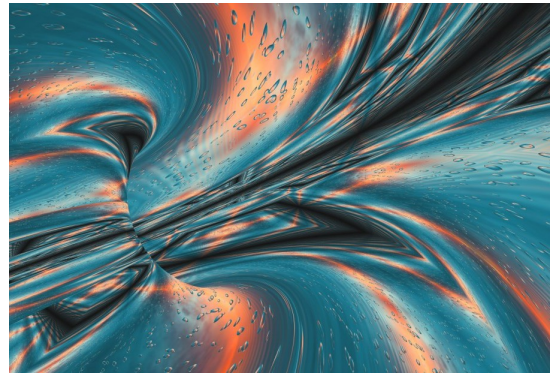


- Al lado se muestran los resultados típicos.
- Utiliza tus resultados para dibujar el patrón de flujo alrededor de una barra magnética en el Student Handout.

Ficha 3

Campo electromagnético alrededor de una bobina

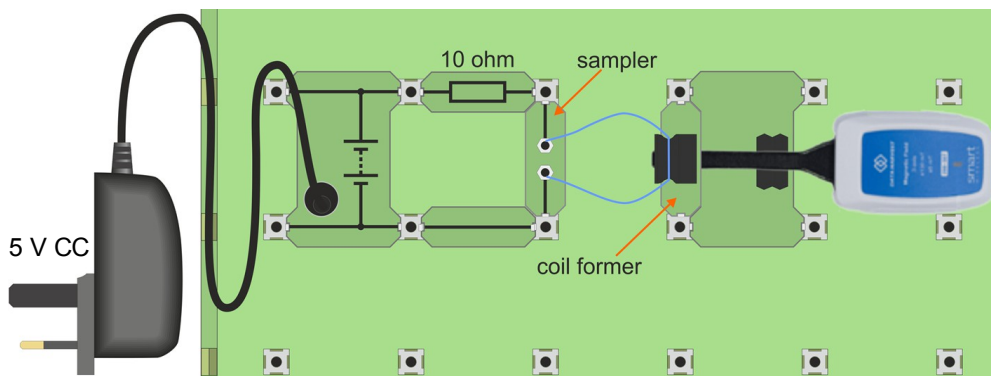
Las bobinas portadoras de corriente son el núcleo de numerosos dispositivos comunes, como motores eléctricos, generadores, electroimanes y transformadores. En los circuitos electrónicos, se convierten en inductores, utilizados para controlar circuitos de corriente alterna. En medicina, aparecen en los dispositivos de imagen por resonancia magnética.



1. Número de vueltas de la bobina:

Te toca a ti:

- El esquema de Locktronics es similar al anterior, salvo que incluye un formador de bobinas con dos vueltas de alambre unipolar de 0,6 mm enrollado a su alrededor y conectado al muestreador. (Haga una torsión en el alambre para mantener las espiras en posición).



- Configure el sensor de campo magnético en el rango de $\pm 5\text{mT}$ con los tres ejes del sensor activados y 'tarados'. Localícelo con la punta de la 'varita' dentro de la bobina.
- Inicie la opción "Números" del software EasySense y encienda la fuente de alimentación de 5 V. (Precaución: la resistencia se calentará).
- Ajuste la posición del sensor dentro de la bobina para obtener la máxima lectura.
- Registra la intensidad del campo magnético en los tres ejes del Student Handout.
- Desconecte la alimentación y enrolle dos vueltas más de alambre alrededor del formador de la bobina para obtener cuatro vueltas en total.
- Realice ahora el mismo procedimiento pero con bobinas que tengan más vueltas de alambre. Empiece con una bobina de seis vueltas y aumente el número a ocho vueltas y, por último, a diez.
- Anota los resultados en el Student Handout.
- Averigua qué ocurre cuando inviertes la dirección de la corriente invirtiendo el muestreador.
- Comenta tus conclusiones en el Student handout.

Ficha 3

Campo electromagnético alrededor de una bobina

Y qué:

El campo magnético en el centro de una bobina viene dado por $B = \mu_0 N I / D$ donde N es el número de espiras de la bobina, I es la corriente (A) que la atraviesa y D es su diámetro (m).

El formador de rollos tiene un diámetro de 15 mm. ¿Cómo se comparan los resultados con el valor previsto?

La permeabilidad del espacio libre, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T mA}^{-1}$.

- Utilice esta fórmula para calcular el valor teórico de la intensidad de campo magnético en el centro de las bobinas que utilizó.
- Completa la tabla del Student Handout con tus resultados.

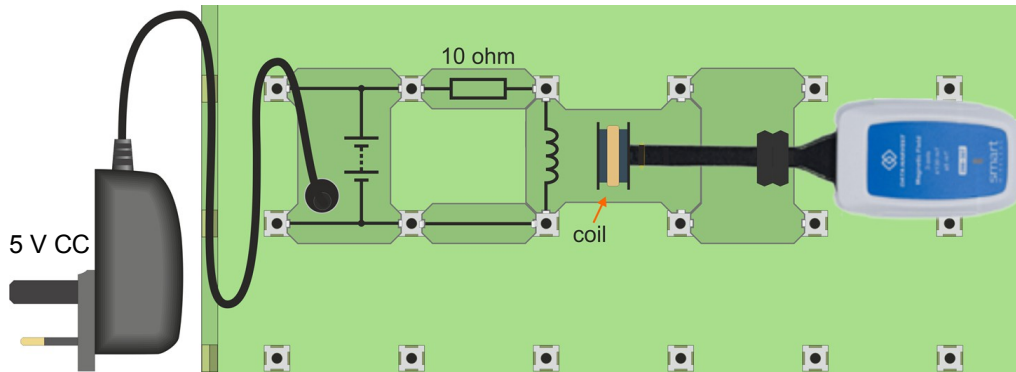
Desafío:

- Pruebe del mismo las demás bobinas suministradas en el kit.
- Anota tus resultados en el Student Handout.

2. Distancia de la bobina

Over a usted:

- El diseño de Locktronics es similar anterior, salvo que incluye un bobina.



- Sitúe el sensor de campo magnético con la punta de la "varita" dentro de la bobina.
- Inicie la opción "Números" del software EasySense y conecte la alimentación de 5 V. suministro.
- Ajuste la posición del sensor dentro de la bobina para obtener la máxima lectura.
- Registra la intensidad del campo magnético en los tres ejes del Student Handout.
- Coloque una regla junto al cuerpo del sensor.
- Retire el sensor de la bobina 1 cm y vuelva a medir el campo magnético.
- Repite esta operación para distancias de 2 cm, 3 cm y 4 cm.
- Anota los resultados en el Student Handout.
- Utiliza estos resultados para trazar un gráfico de la intensidad del campo magnético en función de la distancia a la bobina.

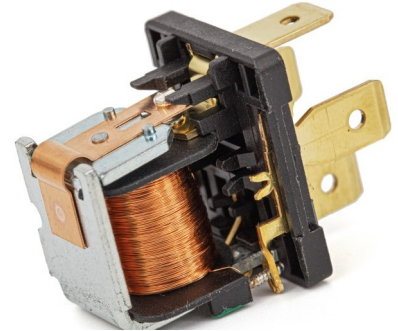
Ficha 4

Materiales ferromagnéticos

Un pequeño número de materiales interactúan con un campo magnético para intensificarlo, lo que da lugar a numerosas aplicaciones.

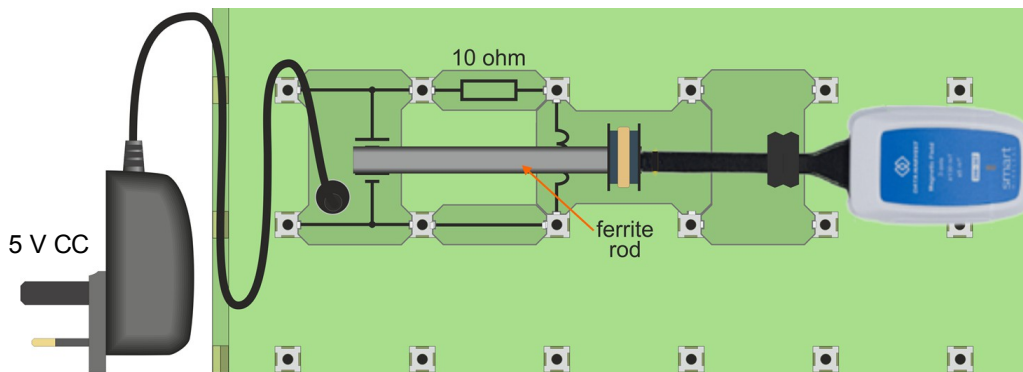
Estos materiales se magnetizan y experimentan una fuerza debida al campo magnético.

Según la naturaleza del material puede magnetizarse permanentemente o perder su magnetización una vez que abandona el campo magnético.



Te toca a ti:

- El esquema Locktronics es idéntico al utilizado en la hoja de trabajo 3 parte 2, excepto por adición de la barra de ferrita.
- Se inserta en la bobina y se empuja hasta la punta de la varilla del sensor.



- El sensor de campo magnético se configura de la misma manera que anteriormente.
- Inicie la opción "Números" del software EasySense y encienda la fuente de alimentación.
- Repite la misma investigación que en la ficha 3 parte 2, midiendo la intensidad del campo magnético a distancias de 1 cm, 2 cm, 3 cm y 4 cm de la bobina.
- Registra la intensidad del campo magnético en los tres ejes en el Student Handout y utiliza este datos para trazar de nuevo un gráfico de la intensidad del campo magnético frente a la distancia desde la bobina.
- Compáralo con el gráfico anterior (sin núcleo de ferrita) y comenta la comparación en el Student Handout.

Desafío:

- Mantenga el sensor de campo magnético a 4 cm de la bobina.
- Sustituya la barra de ferrita por otros objetos, como tijeras de acero, alambre de cobre, un destornillador de acero, un clavo, etc., y mida la intensidad de campo producida por cada uno de ellos.
- Anota tus resultados en el Student Handout.

Ficha 5

B y H en el magnetismo

Es un poco como la **gravedad** y el **peso**. La **gravedad** es un campo de fuerza creado por trozos de materia. Hay campos gravitatorios fuertes y débiles.

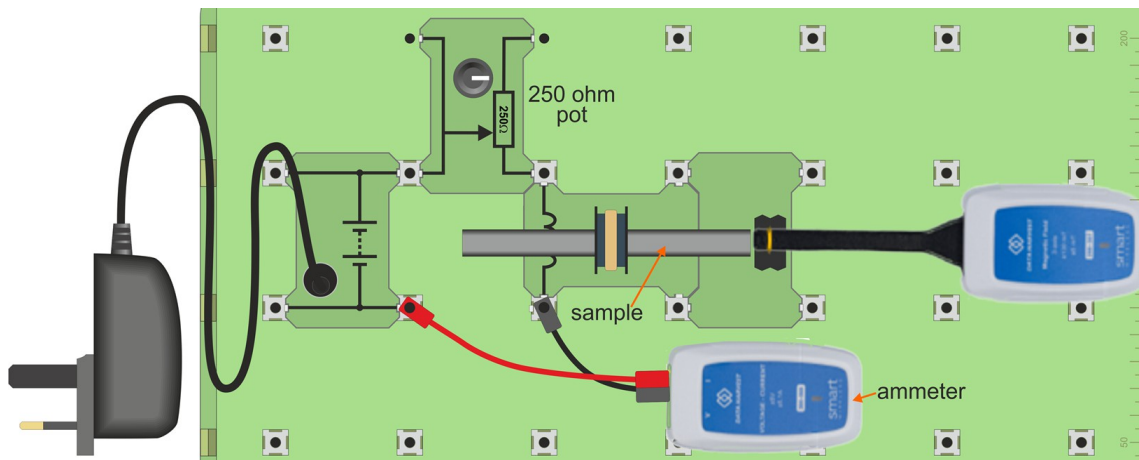
La **intensidad del campo gravitatorio** mide su fuerza. En presencia de materia, este campo produce el efecto que llamamos **peso**.

Un campo magnético, creado por imanes permanentes o cables conductores de corriente, se mide por la **intensidad del campo magnético**. En presencia de material magnético, provoca la magnetización -crea un imán- cuya intensidad se mide por su **densidad de flujo magnético**.



Te toca a ti:

- Construye el esquema de Locktronics que se muestra a continuación. Incluye una fuente de alimentación de 12VDC, un 250 Ω potenciómetro, conectado como una resistencia variable y el sensor de corriente Data Harvest.
- Para empezar, utilice la barra de ferrita como muestra, introducida en la bobina como antes y empujada hasta la punta de la varilla del sensor de campo magnético.



- Ajuste la fuente de alimentación de la clavija para que suministre 12 V, pero no la encienda.
- El sensor de campo magnético está configurado con sólo el sensor del eje X activo, en el +/- 5mT gama.
- Gire el "pote" para obtener la máxima resistencia.
- Conecte el software EasySense2 tanto al eje X del sensor de campo magnético como eje de corriente del sensor 'Tensión - Corriente'.
- Haz clic en la etiqueta del eje temporal del gráfico y cambia de "tiempo" a "corriente".

Ficha 5

B y H en el magnetismo

Hasta la vista.....

- Inicie la grabación y conecte la alimentación.
- Gira lentamente el "pote" para disminuir su resistencia y aumentar así la corriente.
- Ahora, gire lentamente el 'pote' hacia atrás para dar la corriente mínima.
- A continuación, invierta la polaridad de la fuente de alimentación retirando el soporte de la fuente de alimentación, girándolo 180° y volviéndolo a . Gire de nuevo el potenciómetro para ajustar la corriente del mínimo al máximo y de nuevo al mínimo. A continuación, desconecte la alimentación y detenga la grabación.
- Cuando esté satisfecho con el gráfico, guárdelo en formato '.es2', a través de la pestaña 'Archivo', o haga una captura de pantalla y guárdela en el Student Handout, utilizando una aplicación de edición de imágenes.

Desafío:

- Si dispone de una fuente de alimentación de laboratorio con función de corriente constante, utilícela para trazar curvas para corrientes de hasta 1 A. (Esto debe hacerse rápidamente, ya que la bobina se calentará durante la prueba).
- Registra el gráfico resultante como antes.

Y qué:

Al aumentar intensidad de campo en una muestra no magnetizada, aumenta también la densidad de flujo (de los puntos "a" a "b").

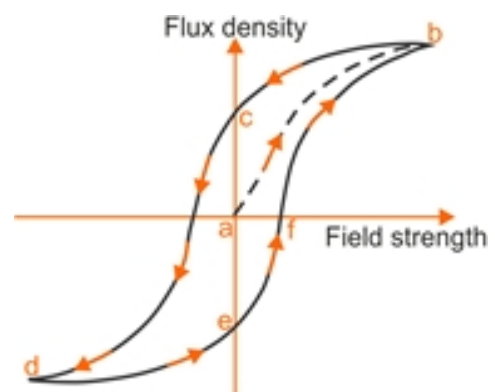
La curva se aplana cuando la muestra alcanza la saturación. Cuando se reduce la intensidad de campo, el magnetismo residual de la muestra hace que el gráfico siga la curva de los puntos 'b' a 'c'.

Al invertir la fuerza de magnetización, se reorganiza la estructura molecular. Finalmente, la muestra vuelve a desmagnetarse en el punto "c". Más , la

La muestra se magnetiza en la opuesta. Aumentando aún más esta magnetización, la muestra alcanzará el punto de saturación pero en la dirección opuesta, el punto "d" de la curva, un punto simétrico al punto "b".

Si el magnetismo se reduce de nuevo a cero, el magnetismo residual presente en el núcleo será igual al valor anterior, pero a la inversa, en el punto "e".

Al aumentar de nuevo la intensidad de campo en sentido positivo la densidad de flujo magnético llegará a cero, en el punto "f", antes de volver a la saturación en el punto "a" .



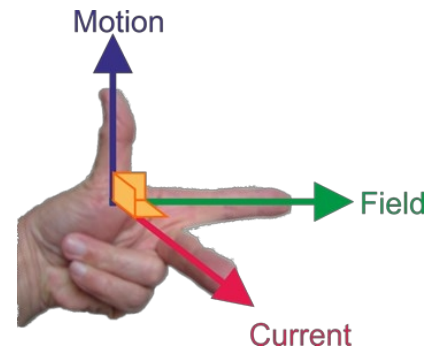
Ficha 6

Regla (motora) de la mano izquierda de Fleming

Cuando dos imanes se colocan uno cerca del otro, es probable que se muevan, ya sea acercándose o alejándose.

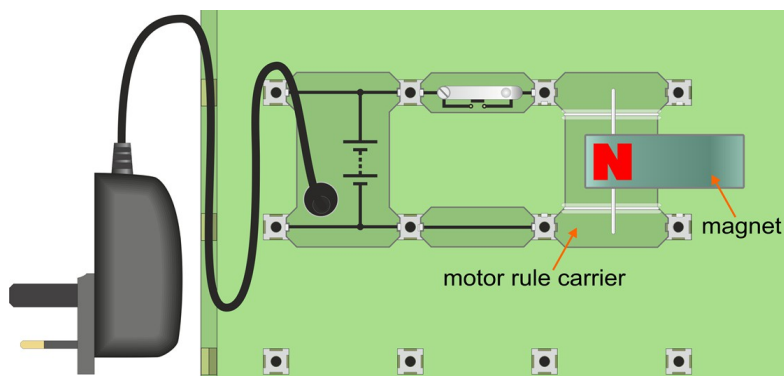
Una corriente eléctrica siempre produce un campo magnético. Cuando hay otro imán cerca, es probable se produzca movimiento.

Lo inusual es la dirección en la que se produce el movimiento. Ahí es donde ayuda la regla de la mano izquierda de Fleming.



Te toca a ti:

- Construye el sistema que se muestra a continuación. Para mayor claridad, el imán no se ha colocado justo encima de la varilla metálica. Empújalo hacia la derecha, de modo que la varilla móvil se sitúe en centro del campo magnético.



- La fuente de alimentación está ajustada a 3V.
- Pulsa el interruptor y observa lo que ocurre.
- A continuación, dale la vuelta al imán para que el polo sur quede arriba.
- Vuelve a pulsar el interruptor. ¿Cuál es la diferencia?
- Invierta el sentido de la corriente girando el soporte de la fuente de alimentación de modo que el negativo final (línea corta en el símbolo) está en la parte superior.
- ¿Qué ocurre ahora al pulsar el interruptor?
- Aumente la tensión de alimentación a 12 V para aumentar la corriente que circula por la varilla.
- ¿Se aprecia alguna diferencia al cerrar el pulsador?
- Anota tus conclusiones en el Student Handout.

Ficha 6

Regla (motora) de la mano izquierda de Fleming

Y qué:

Los polos del imán del aparato crean un campo entre ellos. Cuando la corriente circula por la barra metálica, genera líneas circulares de flujo magnético alrededor del conductor. Éstas refuerzan el campo magnético en un lado de la barra y lo reducen en el otro. Este desequilibrio provoca la fuerza que mueve la barra.

Este es el principio en el que se basan todos los motores eléctricos. En un motor práctico, la barra metálica sería un alambre de cobre o aluminio. Forma parte de un haz de hilos que transportan corriente para aumentar la fuerza producida. También parte del inducido, produciendo un movimiento rotatorio en lugar de lineal.

Desafío:

- Completa la plantilla que aparece en el Material para el alumno añadiendo líneas que representen las líneas de flujo magnético. Explica por qué al invertir la corriente se invierte el sentido del movimiento.

Ficha 7

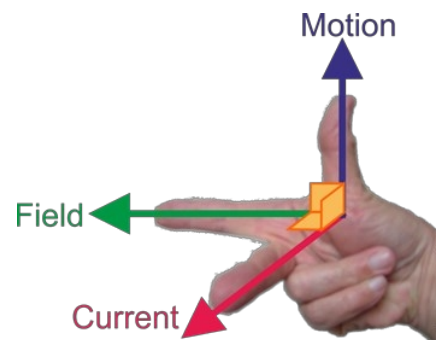
Generar electricidad

La última hoja de trabajo ilustra el funcionamiento de la regla de la mano izquierda de Fleming: "campo más corriente produce movimiento".

Fleming tenía dos manos, ¡por supuesto! Su regla de la mano derecha es una guía para un efecto diferente:

Cuando un conductor y un campo magnético se mueven uno respecto al otro, se induce una corriente eléctrica en el conductor.

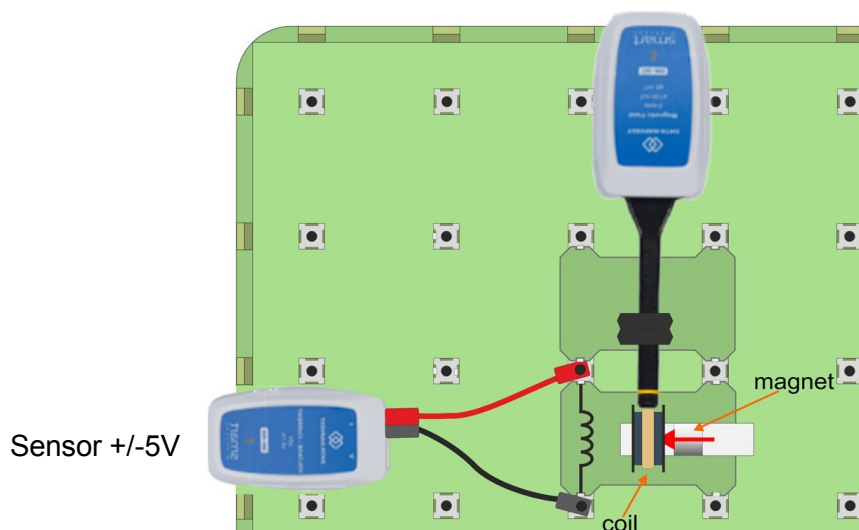
Las mismas tres magnitudes, pero entradas y salidas diferentes: "campo más movimiento produce corriente".



Te toca a ti:

Este efecto puede demostrarse moviendo un imán a través de una bobina.

- Construye el sistema que se muestra a continuación. El tubo que contiene el imán de neodimio se coloca de forma que pueda deslizarse fácilmente en la bobina.



- Conecte la bobina al sensor de tensión del Data Harvest.
- En el software EasySense, conecte tanto el sensor de tensión-corriente $\pm 5V$ como el sensor de campo magnético. Seleccione el eje X del sensor de campo y ajústelo al rango de 130mT. Seleccione la traza de tensión del sensor de tensión-corriente.
- Haz clic en el icono "Configuración" situado en la parte inferior izquierda de la ventana y cambia el intervalo de grabación a 10 ms.

Ficha 7

Generar electricidad

Hasta la vista.....

- En un gráfico de tensión en función del campo magnético, no es fácil ver la tensión, ya que las mediciones son muy pequeñas. Una solución es multiplicar las mediciones de tensión para que tengan un tamaño comparable al de las mediciones del campo magnético. Para ello, haga clic en el botón 'Calcular' para añadir un trazo matemático al software EasySense. Visualice la tensión x 100. (Fórmula = "ax", Valor para a = 100, x = Tensión).
- Haga clic en el botón "Inicio" del software y deslice el imán por la bobina.
- Haz clic en el botón "Detener" para detener la grabación
- El gráfico muestra un doble pico cuando primero un polo y luego el otro pasan por la bobina.
- Cuando esté satisfecho con el gráfico, guárdelo en formato '.es2', a través de la pestaña 'Archivo', o haga una captura de pantalla y guárdela en el Student Handout utilizando una aplicación de edición de imágenes.
- Observa el efecto de la velocidad sobre la tensión producida. El pico de tensión depende de la velocidad. Cuanto más rápido se mueve el imán, mayor es la tensión producida.



Y qué:

A medida que el imán se acerca a la bobina, aumenta la intensidad del campo magnético. Luego, al pasar el imán por la bobina, se observa un campo de polaridad opuesta.

El campo cambiante induce una tensión en la bobina, medida por el sensor de tensión-corriente. Cuando el movimiento es lento, tensión inducida es de unos 100 mV. Un más rápido puede generar alrededor de 1,0 V.

Este principio es la base de todos los generadores electromecánicos. En los generadores prácticos se suele utilizar el movimiento rotatorio en del alternativo, y es más habitual que la bobina gire mientras el imán está inmóvil.

Ficha 8

Generador rotativo

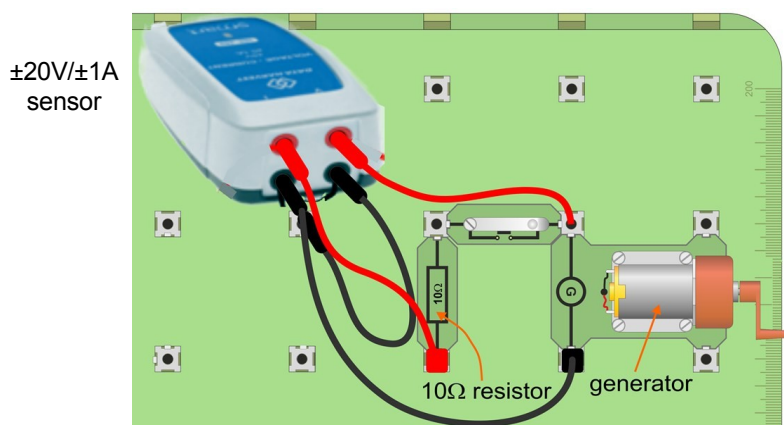
Generar electricidad haciendo pasar un imán por una bobina no es muy útil en el mundo real. La mayoría de los generadores prácticos convierten el movimiento rotatorio en electricidad.

El generador rotativo está construido de forma muy similar a un motor. De hecho, el componente del generador Locktronics es un motor de corriente continua con una manivela acoplada.



Te toca a ti:

- Construye el sistema que se muestra a continuación. El sensor de tensión-corriente $\pm 20V / \pm 1A$ se conecta de modo que las entradas de tensión se conectan para medir la tensión a través del generador y las entradas de corriente miden la corriente que fluye a través de la resistencia de 10Ω y el generador cuando se pulsa el interruptor.



- Inicie la grabación del software EasySense.
- Gire la manivela del generador. La tensión aumentará con la velocidad de giro. (Este experimento requiere idealmente dos manos, una para girar el generador y la otra para evitar que salte de posición.
- Pulsa el interruptor para conectar la resistencia al circuito y .
- Haz clic en el botón "Detener" para detener la grabación
- Anota lo que ves (y sientes) mientras lo haces en el Student Handout.
- Añade dos funciones matemáticas al gráfico EasySense:
 - (i) El cálculo de "Potencia", tensión x corriente, da la potencia suministrada en mW .
 - (ii) El cálculo 'Voltios x 100' escala la tensión para que todas las trazas puedan verse fácilmente en los mismos ejes.

Ficha 8

Generador rotativo

Hasta la vista.....

Funciones matemáticas:

(i)

The screenshot shows a 'CALCULATION' dialog box with the following settings: Name: Power, Number decimals: 3, Series Unit: (empty), Section: All, Formula: axy, Value for 'a': 1, Series for x: Voltage (V), Series for y: Current (mA), and an Apply button.

(ii)

The screenshot shows a 'CALCULATION' dialog box with the following settings: Name: Volts x100, Number decimals: 3, Series Unit: (empty), Section: All, Formula: ax, Value for 'a': 100, Series for x: Voltage (V), and an Apply button.

- Cuando esté satisfecho con el gráfico, guárdelo en formato '.es2', a través de la pestaña 'Archivo', o haga una captura de pantalla y guárdela en el Student Handout utilizando una aplicación de edición de imágenes.

Y qué:

El motor contiene un conmutador, que conecta los contactos del generador a la bobina que se encuentra en el campo magnético en ese momento. El resultado es una tensión continua de salida.

(Un generador de corriente alterna utilizaría anillos colectores en lugar del conmutador. Cada bobina impulsa la corriente primero en un sentido y luego en el otro al pasar por el campo magnético).

En el gráfico aparecen tres secciones distintas, según el estado del interruptor.

1. El interruptor no está pulsado.

- El generador es fácil de hacer girar y la tensión aumenta a medida que aumenta la velocidad.
- No se desarrolla potencia, ya que no fluye corriente a través del interruptor abierto.
- La tensión varía porque es difícil hacer girar el generador a una velocidad constante.

2. El interruptor está pulsado.

- La corriente fluye a través del interruptor cerrado, suministrando energía a la resistencia.
- Se hace claramente más difícil hacer girar el generador. Se ralentiza y la tensión cae.

3. El interruptor se suelta.

- La corriente cae a cero. El generador es más fácil de girar y la tensión aumenta.

Ficha 9

El electromagnetismo genera electricidad

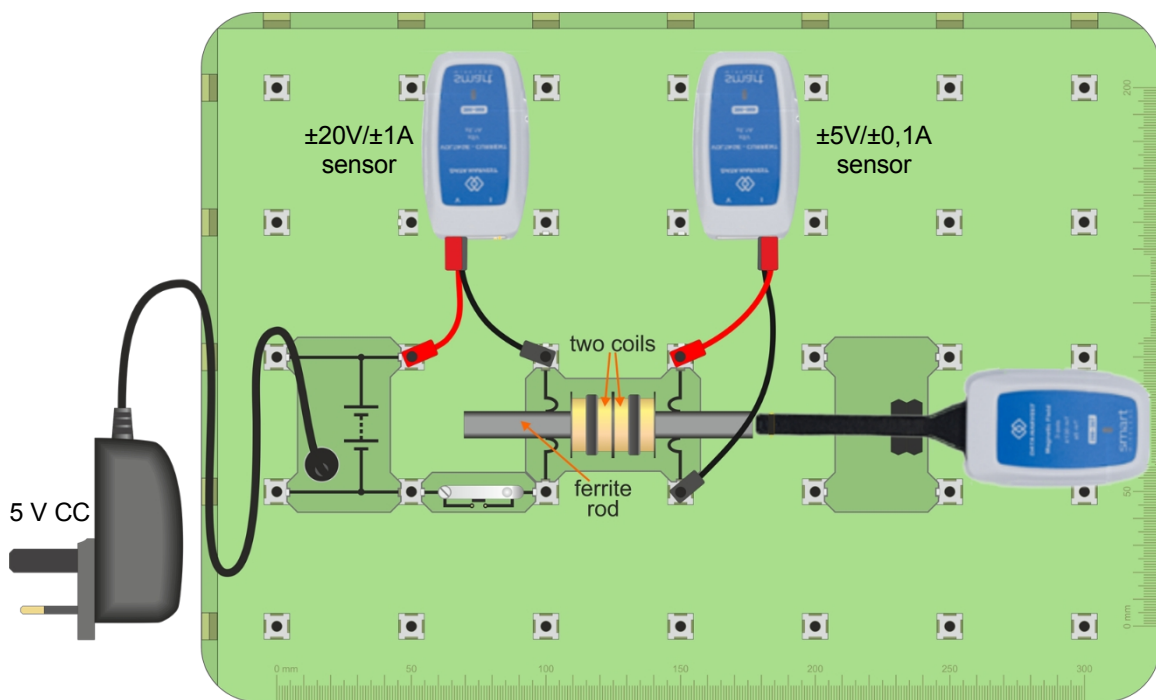
En lugar de mover físicamente un imán para crear un campo magnético móvil y generar electricidad, es más habitual utilizar un campo magnético móvil generado eléctricamente.

Las bobinas de encendido de los coches, los transformadores de potencia y las placas de inducción de las cocinas utilizan este . La fotografía muestra un cargador de smartphone que utiliza este método para cargar la batería.



Te toca a ti:

- Construya el sistema que se muestra a continuación. Un sensor de tensión-corriente está configurado para medir la corriente suministrada a la bobina izquierda. El otro está preparado para medir la tensión generada en la bobina derecha.



Paso 1 - Demuestre que la corriente en la bobina de la izquierda produce un campo magnético:

- Conecte el software EasySense al sensor de corriente y al sensor de campo magnético. Ignore por el momento el sensor de tensión.
- Retire la barra de ferrita y coloque el sensor de campo de forma que quede en el centro de las dos bobinas. Añada un trazo matemático al gráfico EasySense con el nombre "Corriente / 100" y la fórmula " ax ". Utilice el valor 0,01 para " a " y la medida de corriente (mA) para " x ". El gráfico debería representar la corriente x100 y la intensidad del campo magnético en función del tiempo.

Ficha 9

El electromagnetismo genera electricidad

Te toca a ti:

- Encienda la fuente de alimentación de 5 V.
- Inicie el gráfico y pulse el . Anota las mediciones de corriente e intensidad de campo al pulsar el interruptor.
- Retire la sonda de las bobinas e introduzca la de ferrita. Coloca sonda de forma que toque el extremo de la varilla y repite el experimento.

Paso 2 - Demuestre que una corriente en la bobina de la izquierda induce una tensión en la otra bobina:

- Inicie un nuevo gráfico EasySense y conecte el software tanto al sensor de corriente como al de tensión.
- En esta ocasión, no utilizamos el sensor de campo magnético. (El software EasySense está limitado a la velocidad del dispositivo más lento y el sensor de campo magnético es demasiado lento para captar el efecto que estudiamos aquí).
- Añade una traza matemática al gráfico con el nombre "Corriente / 1000" y la fórmula " ax ". Utilice el valor 0,001 para "a" y la medida de corriente (mA) para "x". Muestre la tensión y la corriente / 1000 en el gráfico, (en lugar de la medida de corriente bruta.)
- Haz clic en el icono de configuración situado en la parte inferior del gráfico y establece el intervalo de medición en 1 ms.
- Arranca la gráfica y pulsa y suelta el interruptor.
Pruebe esto con y sin la barra de ferrita en su lugar.

Paso 3 - Demuestre que el campo magnético en movimiento induce una tensión.

- Inicie un nuevo gráfico EasySense y pulse el interruptor.
- Manteniendo pulsado el interruptor, mueve la barra de ferrita hacia dentro y hacia fuera de la bobina.
- Observa los resultados en el gráfico.
- Intenta moverte a diferentes velocidades.

Y qué:

Cuando la corriente circula por la de la izquierda, produce un campo magnético que aumenta a partir de cero y luego permanece constante. Este campo penetra en la segunda bobina. Mientras cambia (inicialmente aumenta), induce una tensión en la segunda bobina.

La introducción de la barra de ferrita intensifica el campo magnético, acoplando las bobinas.

Mover la barra de ferrita dentro y fuera de las bobinas aumenta enormemente la tensión inducida.

Es el *cambio* de flujo, no el flujo en sí, lo que induce la tensión. Cuando el campo magnético es estático no induce tensión.

Ficha 10

Autoinductancia

Un campo magnético cambiante en una bobina inducirá una tensión en una bobina vecina.

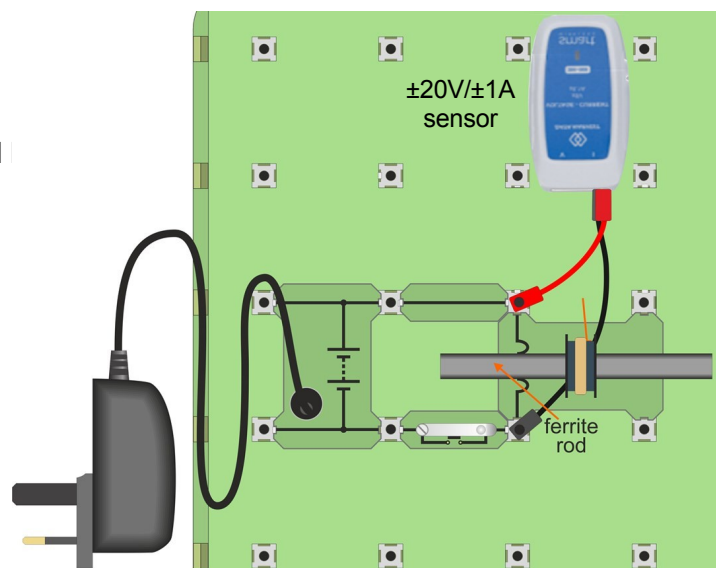
La bobina que crea un campo magnético está ella misma dentro de ese campo.

La pregunta es si la bobina induce una tensión en sí misma.



Te toca a ti:

- Construye el sistema que se muestra al



Este experimento trata de captar un evento transitorio. Para ello se requiere un disparador en el software EasySense. Haga clic en el botón 'Configurar' que está debajo del gráfico.

- Configure lo siguiente:
 - intervalo de grabación - 100 μ s;
 - condición de arranque - 'Superior a 1V',
(cuando se pulsa el botón "Inicio", el software espera una tensión superior a 1V antes de registrar los datos en el gráfico);
 - tiempo de pre-disparo - 100ms,
(el gráfico muestra los eventos desde 100 ms antes de que se produzca el disparo);
 - duración - 1s,
(la grabación se detiene 1s después de que se produzca el disparo).

Ficha 10

Autoinductancia

Hasta la vista.....

- Pulse el botón "Inicio" en el gráfico EasySense. Aparecerá el mensaje "Esperando disparo".
- Pulse y suelte rápidamente el interruptor para capturar la forma de onda.
- Cuando esté satisfecho con el gráfico, guárdelo en formato '.es2', a través de la pestaña 'Archivo', o haga una captura de pantalla y guárdela en el Student Handout utilizando una aplicación de edición de imágenes.

Y qué:

Cuando circula corriente por la bobina, se genera un campo magnético. Cuando se corta la corriente, el campo desaparece. Como la bobina está dentro del campo magnético cuando se produce este cambio, se induce una tensión en ella.

El resultado práctico de esto es que se induce una tensión cada vez que una corriente cambiante fluye a través de un conductor. Esta tensión siempre se opone a cualquier cambio en la corriente.

Este efecto se conoce como inductancia. Todos los conductores presentan inductancia, pero el efecto aumenta si se disponen los conductores en una bobina y se hace pasar por ella un núcleo ferromagnético.

Ficha 11

Aplicaciones de inductancia

Las placas de inducción son cada vez más comunes en las cocinas. Debajo de una placa de cristal hay bobinas de alambre de cobre.

Cuando pasa una corriente eléctrica, las bobinas crean un campo magnético. Una sartén, con base de metal magnético, colocada sobre la placa de cocción, calienta debido a las corrientes eléctricas inducidas en ella. La placa y los utensilios no magnéticos permanecen fríos.

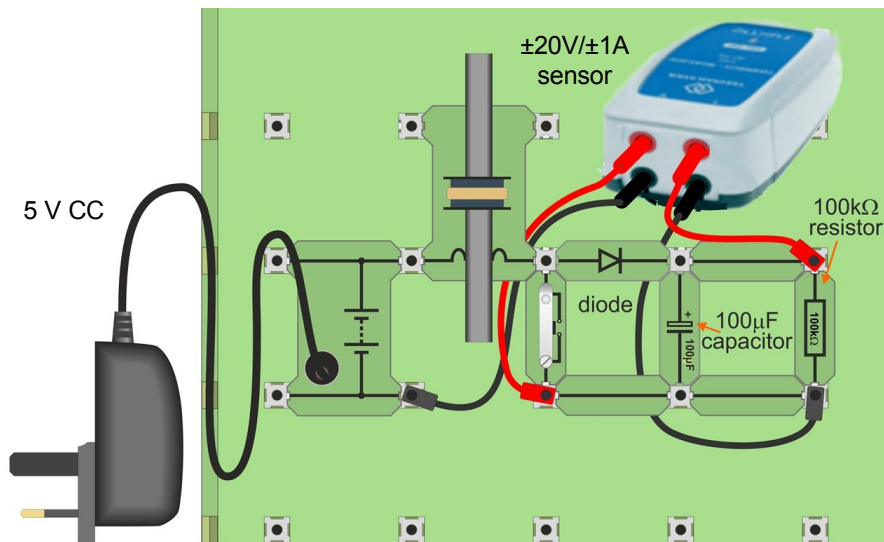


Te toca a ti:

Cada vez que cambia la corriente que circula por un conductor, se produce un cambio en el campo magnético. Este cambio de campo magnético induce una tensión que se opone al cambio de corriente. Desde el punto de vista eléctrico, los inductores se oponen a los cambios de corriente.

En esta hoja de examinamos una aplicación práctica de este principio.

- Construye el sistema que se muestra a continuación.
Observa la orientación del diodo y la polaridad del condensador.



- El sensor de Tensión/Corriente mide la corriente suministrada por la fuente de alimentación y también mide la tensión a través de la resistencia de 100kΩ.
- Conecte el sensor al software EasySense y configúrelo para generar un , como en investigaciones anteriores. El intervalo de medición por defecto de 50 ms es adecuado para esta tarea.

Ficha 11

Aplicaciones de inductancia

Hasta la vista.....

- Haga clic en el botón "Inicio" situado en la parte inferior de la pantalla.
- Encienda la fuente de alimentación. Una pequeña corriente circula por la bobina y el diodo y la tensión a través de la resistencia es algo inferior a 5V.
- Pulse y suelte brevemente el interruptor. La tensión sube y luego baja.
- Sigue pulsando y soltando el interruptor para ver hasta dónde llega la tensión de salida.
- Selecciona una tensión de salida entre 5V y este máximo y comprueba lo cerca que puedes mantener la salida de este valor pulsando el cada vez que la tensión empiece a caer.
- Como antes, cuando estés satisfecho con el gráfico, guárdalo en formato '.es2' o guarda un volcado de pantalla del mismo en el Student Handout.

Desafío:

- Investiga qué efecto tiene retirar el núcleo de ferrita.

Y qué:

Este tipo de circuito es un ejemplo de fuente de alimentación conmutada boost (SMPS).

Un SMPS es un dispositivo que regula la tensión de una fuente de alimentación no regulada mediante conmutación. Reduce el consumo de energía y disminuye la cantidad de calor disipado, en un ordenador por ejemplo.

Se basa en el hecho de que un inductor se opone a los cambios de corriente. Cuando se pulsa el interruptor, aumenta la corriente en el inductor. Cuando se suelta, se genera una tensión que intenta mantener la corriente. La tensión hace que la corriente fluya a través del diodo hacia el . El condensador puede cargarse por encima de la tensión de entrada porque el diodo impide que la carga fluya de vuelta a la fuente de alimentación.

Un SMPS práctico tendría un controlador que controla la tensión de salida. El regulador pulsa un interruptor electrónico para mantener una tensión de salida constante.

Ficha 12

Transformers

Tradicionalmente, la electricidad se genera como corriente alterna (CA) y se transforma y distribuye por todo el país a alta tensión. Después, se transforma de nuevo a un voltaje adecuado para el hogar o la industria.

La ventaja: las tensiones de distribución más altas requieren corrientes más bajas para la misma transferencia de energía. Las corrientes más bajas reducen las pérdidas de energía causadas por la resistencia de los cables utilizados para transmitir la energía.

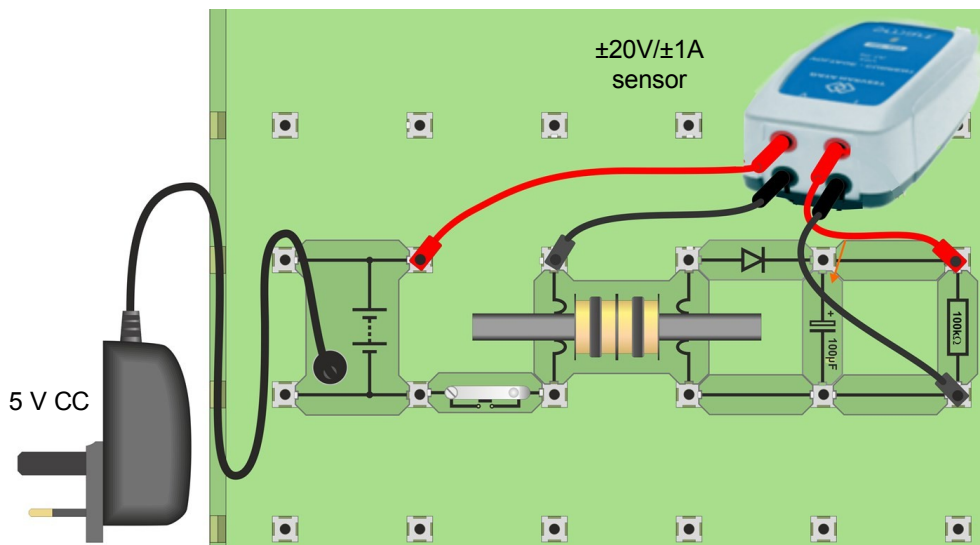


Te toca a ti:

1. El principio:

En esta hoja de examinamos otra aplicación práctica de la inducción: el transformador.

- Construye el sistema que se muestra a continuación. Es muy similar al de la última hoja de ejercicios, pero utiliza dos bobinas, separadas eléctricamente entre sí.



- Ajuste la fuente de alimentación a 5 V y enciéndala.
- Compara el rendimiento de este circuito con el de una sola bobina.
- Una vez más, vea qué diferencia hace el núcleo de ferrita.

Y qué:

Este tipo de SMPS tiene la ventaja de que la salida está aislada eléctricamente de la entrada. Sin embargo, la tensión de salida de este SMPS es menor.

En un transformador ideal, toda la energía contenida en la bobina primaria se transfiere al secundario. Este transformador no es ideal y una parte importante de esa energía se desperdicia.

Ficha 12

Transformers

Te toca a ti:

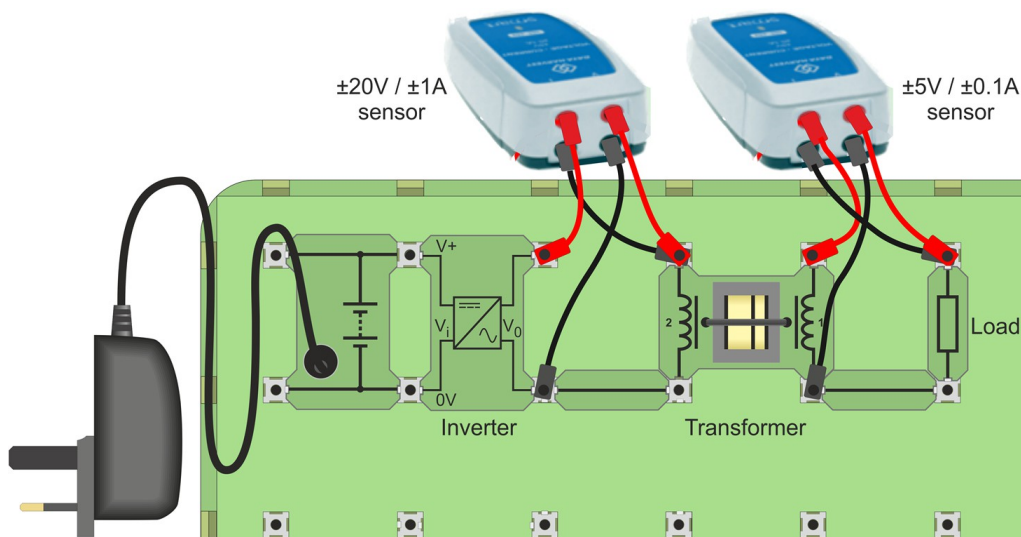
2. Transformador reductor:

Esta parte de la investigación utiliza un transformador más eficiente que tiene el doble de vueltas en la bobina primaria que en la secundaria.

En lugar de variar la corriente pulsando y soltando repetidamente el interruptor, este circuito utiliza un inversor para generar CA, un valor de pico de unos 4V. Esta tensión genera un campo magnético que varía continuamente, lo que a su vez produce una tensión de salida de CA.

- Construye el circuito que se muestra a continuación.

El sensor $\pm 20V$ se utiliza para medir la tensión a través de la bobina primaria y el sensor $\pm 1A$ mide la corriente a través de ella. El sensor $\pm 5V$ mide la tensión a través de la bobina secundaria y el sensor $\pm 0,1A$ mide la corriente de salida a través de la carga.



Paso 1 - Comportamiento de la tensión:

- Ajuste la fuente de alimentación a 12 V y enciéndala.
- Conecta una resistencia de 10Ω como carga.
- Para empezar, no necesitamos los sensores actuales. En la pestaña "Dispositivos", desactive ambos sensores de corriente.
- Con el intervalo predeterminado de 50 ms, haz clic en "Inicio" para generar un gráfico que muestre cómo V_{IN} , la tensión en la bobina primaria, y V_{OUT} , la tensión en el secundario, varían con el tiempo.
(Puede identificar qué tensión es cada una haciendo clic en los campos de "Tensión" en "Datos en directo" en la aplicación de software EasySense. Le indica qué fuente de datos (sensor) está asociada a qué traza de color).
- Una vez que obtengas un gráfico satisfactorio, anótalo y añádelo en el Student Handout.

Objetivos de aprendizaje

Al finalizar con éxito este curso, el alumno será capaz de:

- afirmar que el tesla es la unidad de densidad de flujo magnético;
- explicar qué se entiende por efecto Hall;
- conectar un sensor Data Harvest a un PC;
- utilizar un sensor de campo magnético Data Harvest para controlar el campo magnético terrestre;
- utilizar un sensor de campo magnético Data Harvest para localizar el polo norte magnético;
- explicar qué se entiende por utilizar una instalación de tara y su importancia cuando se miden campos magnéticos débiles;
- predecir y explicar el resultado sobre el campo magnético generado de tener una espira de alambre en parte superior sensor;
- predecir y explica el resultado sobre el campo magnético generado de tener un bucle de alambre enrollado alrededor del bastón sensor;
- utilizar un sensor de campo magnético para cartografiar el campo magnético alrededor de un imán permanente;
- explicar el efecto sobre el campo magnético producido al añadir más vueltas de alambre a una bobina que transporta una corriente;
- indique qué ocurre con el campo magnético producido por una bobina de alambre cuando se invierte el sentido de la corriente;
- indique cómo varía el campo magnético producido con la distancia a una bobina portadora de corriente;
- utilizar la fórmula $\mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{N I} / \mathbf{D}$ para calcular la densidad de flujo magnético en el centro de un bobina circular de alambre;
- describir el efecto de colocar una sustancia ferromagnética en un campo magnético;
- distinguir entre intensidad de campo magnético y densidad de flujo magnético;
- esbozar y explicar las características significativas de una curva de histéresis magnética;
- enunciar la regla del motor izquierdo de Fleming y el efecto de invertir la dirección de la corriente o el campo magnético en el movimiento resultante;
- esboza el patrón del campo magnético de un imán de herradura;
- describir y explicar las características de la tensión generada cuando un imán atraviesa una bobina de alambre;
- describir el efecto sobre la energía necesaria para generar una tensión cuando se conecta una carga al generador;
- describir experimentos que lo demuestren:
 - una corriente que circula por una bobina genera un campo magnético;
 - una corriente que circula por una bobina genera una tensión en una segunda bobina unida magnéticamente a ella;
 - un campo magnético que se desplaza en el interior de una bobina induce una tensión en sus bornes;
- explicar cómo se produce la autoinductancia;
- describen una aplicación de la inductancia;

Hoja de trabajo	Notas
Introducción	<p>Conceptos implicados: <i>campo magnético Conectividad Bluetooth Efecto Hall</i></p> <p>En esta sección se presentan los dos tipos de sensor incluidos en el kit de electro magnetismo. Se detalla cómo conectar el sensor de campo magnético utilizando Bluetooth inalámbrico o una conexión USB por cable. Los instructores elegirán el más apropiado para su institución.</p>
Ficha 1 Medición del campo magnético terrestre	<p>Conceptos implicados: Densidad de flujo magnético <i>Magnetismo</i> <i>terrestre Norte magnético Tara</i></p> <p>El reto consiste en mantener un movimiento constante en un círculo. Hay que animar a los alumnos a repetir la tarea hasta que consigan trazos suaves en el gráfico. La función "Suavizar" del programa puede utilizarse para mejorar el aspecto de los trazos. A continuación, deben descargar una copia permanente del gráfico para sus archivos.</p> <p>Una tarea periférica para los alumnos podría investigar la cuestión "El campo magnético de la Tierra: una herramienta o un peligro en el mundo moderno".</p>
Ficha 2 Medición de un campo electromagnético	<p>Dependiendo de su experiencia previa, algunos estudiantes pueden necesitar ayuda con la construcción del circuito.</p> <p>Debe fomentarse cualquier modificación sensata de la disposición física, por ejemplo, el uso de gomas elásticas para mantener el cable de en su sitio. Es importante que limiten el tiempo durante el cual la fuente de alimentación está conectada, ya que la resistencia se calentará rápidamente.</p> <p>Se podría discutir en clase por qué las tres situaciones producen resultados diferentes para la misma corriente.</p> <p>Explicación: En la segunda situación, el campo magnético producido por una sección del cable es anulado por el campo magnético de la otra sección. porque las corrientes en las dos secciones fluyen en direcciones opuestas. Cuando el bucle de alambre rodea el sensor, los dos campos magnéticos se suman.</p>

Hoja de trabajo	Notas
<p>Ficha 3 Campo electromagnético alrededor de una bobina</p>	<p>No conceptos nuevos.</p> <p>Una vez más, hay margen para la iniciativa de los alumnos a la hora crear y sujetar la bobina de alambre. Como antes, conviene limitar el tiempo de conexión de la fuente de alimentación para evitar un calentamiento excesivo. Es mejor repetir el proceso de tara antes de probar cada nueva configuración para mejorar la precisión y la fiabilidad.</p>
<p>Ficha 4 Materiales ferromagnéticos</p>	<p>Conceptos implicados: <i>ferromagnetismo paramagnetismo diamagnetismo</i></p> <p>El reto consiste en idear un método preciso para medir la distancia entre la bobina y el sensor. Al igual que antes, los alumnos deben limitar el tiempo durante el que la fuente de alimentación está encendida, para evitar un calentamiento excesivo.</p>
<p>Ficha 5 B y H en magnetismo</p>	<p>Conceptos implicados: <i>Densidad de flujo magnético magnético Intensidad del campo histéresis</i></p> <p>Es la primera vez que se utiliza un sensor de corriente-tensión en el módulo. Es posible que el instructor tenga que ayudar a algunos a configurarlo. Del mismo modo, se pide a los alumnos que manipulen la configuración de la aplicación informática por primera vez.</p> <p>Es posible que el significado del gráfico no resulte obvio de inmediato y necesiten un debate en clase y/o la intervención del profesor.</p>
<p>Ficha 6 Regla (motora) de la mano izquierda de Fleming</p>	<p>Conceptos implicados: <i>Regla de Fleming de la mano izquierda de herradura patrón de flujo para un imán</i></p> <p>El trabajo experimental es relativamente sencillo y no debería plantear grandes dificultades.</p> <p>El reto es más exigente y puede requerir algunas "indicaciones" por parte del instructor (aunque las semillas de la explicación se han plantado en sección "Y qué").</p>

Hoja de trabajo	Notas
<p>Ficha 12 Transformers</p>	<p>Conceptos implicados: <i>red nacional inversor transformador reductor</i> <i>transformador elevador eficiencia energética</i></p> <p>Quizá haya que por qué sale a cuenta a la Red Nacional generar electricidad a un voltaje, subirla a un voltaje más alto y luego volver a bajarla.</p> <p>Se pide al alumno que compare el rendimiento del SMPS de dos bobinas con el investigado en la hoja de trabajo 11. Puede que no sea obvio por qué este segundo circuito hace el mismo trabajo.</p> <p>Es posible que el instructor tenga que explicar por qué, en el segundo, el inversor puede sustituir al interruptor del primer circuito.</p> <p>Al investigar el transformador reductor, es importante que los alumnos combinen los pares correctos de corriente y tensión para obtener potencia. Antes de abordar el segundo reto, los alumnos deben saber qué esperar de un elevador, que puede parecer muy misterioso porque aumenta la tensión. Lo importante es que gasta energía</p>