

Tren Eléctrico Experimento

Objetivo

Construir un "tren eléctrico", utilizando alambre de cobre sin aislamiento, una batería, e imanes potentes. El resultado es un experimento fascinante y de bajo costo que demuestra los principios básicos de electromagnetismo y la ingeniería. Este experimento está dirigido hacia la educación y el alcance a la comunidad en el área de STEM, en particular para las escuelas con pocos recursos. El producto final es un tren hecho de una batería y los imanes que se impulsa a través de una bobina de alambre usando fuerza electromagnética. La Figura 1 representa el producto final.



Figura 1: Pista del solenoide terminado y el tren de la batería

Principios de funcionamiento

Pondremos dos principios básicos de electromagnetismo y magnetismo a trabajar para crear un tren eléctrico. El primero es el campo magnético creado por un solenoide. Un solenoide es simplemente una bobina de alambre envuelto en una forma de hélice apretada como se demuestra por las líneas blancas en la Figura 2.

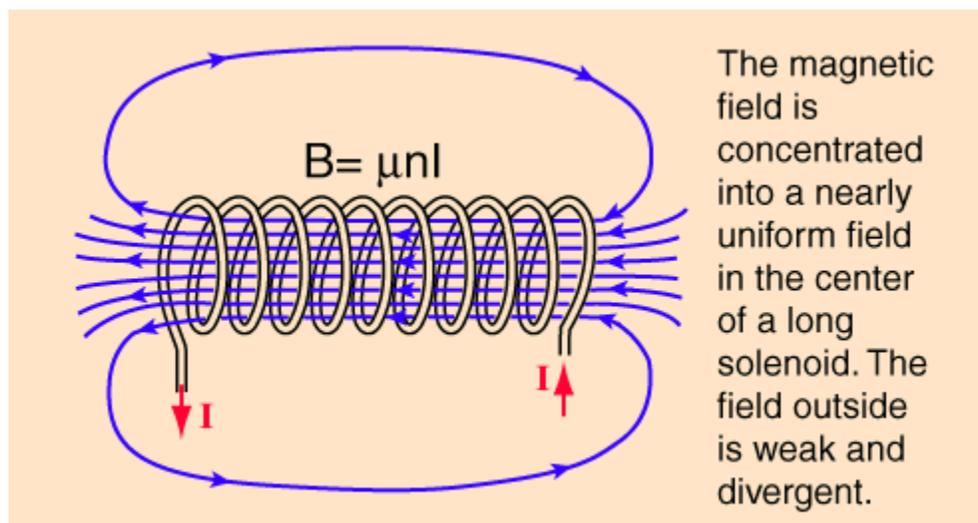


Figura 2: El solenoide y su campo magnético

(Fuente: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/magnetic/solenoid.html>)

Cuando el solenoide está conectado a una fuente de tensión, una corriente (I) se proporciona a lo largo del alambre. La corriente, que va a través de este alambre circular enrollado, resulta en un campo magnético (ideal) (B) uniforme y constante a través del centro de la bobina de alambre. Las líneas de campo magnético resultantes están demostradas por las líneas azules en la figura 2. Por lo tanto, se crea un electroimán. La fuerza del campo magnético ($B = \mu nI$) es proporcional a tanto el número de vueltas del alambre por unidad de longitud ($n = N / L$) y la fuerza de la corriente que pasa a través del alambre.

Con referencia a la figura 3, la ley de la mano derecha ilustra que un cable con corriente genera un campo magnético alrededor del alambre. Apunte el pulgar de su mano derecha en la dirección de la corriente a lo largo de un alambre y entonces dirija sus dedos hacia adentro. La dirección de los dedos que apuntan hacia adentro dan la dirección del campo magnético (las líneas rojas en la figura 3). El campo magnético se irradia hacia fuera y la fuerza disminuye a medida que se aleja del cable que conduce la corriente. Esta información se puede utilizar para confirmar las líneas del campo magnético para un solenoide representado en la Figura 2. Simplemente, siga a lo largo de la curva del solenoide con el pulgar y confirme que la dirección del campo magnético será siempre a través del centro del solenoide.

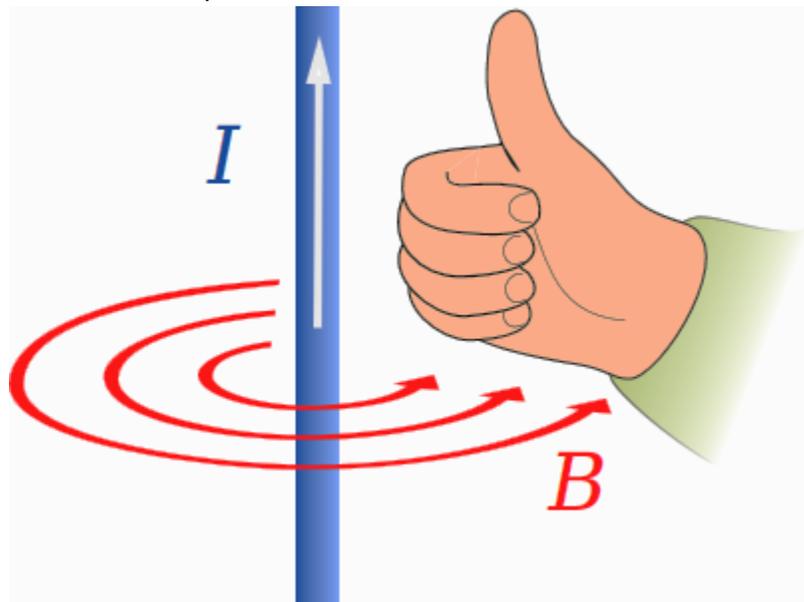


Figura 3: La ley de la mano derecha de Ampere
(Fuente: http://en.wikipedia.org/wiki/Right-hand_rule)

El segundo principio utilizado es la premisa de polos magnéticos. Un imán siempre tiene un polo norte y otro sur. La figura 4 demuestra que si se rompe un imán por la mitad, las dos mitades crearán nuevos polos de tal manera que cada imán todavía tiene un polo norte y otro sur.

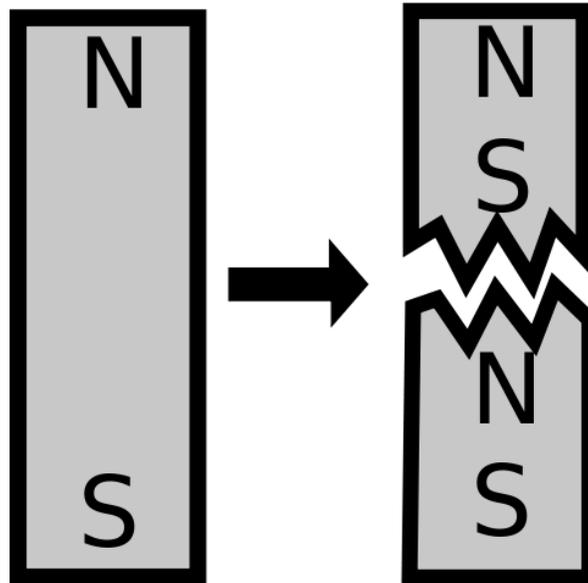


Figura 4: Polos Magnéticos

Los polos opuestos Norte y Sur se atraen entre sí y los polos iguales (N-N y S-S) se repelen. Un campo magnético también puede interactuar con los imanes y causar una fuerza sobre el imán que está en el interior del campo magnético.

¿Cómo se conectan estos dos principales para crear un tren eléctrico? La clave es que los imanes son de neodimio. Los imanes de neodimio son imanes artificiales formados por una combinación de hierro, boro y neodimio (estos están en la tabla periódica de elementos). Estos tres materiales se funden, se combinan, y luego pasan por un campo electromagnético muy fuerte para ser magnetizados. Esta combinación de materiales conductores en los imanes de neodimio les permite conducir la electricidad. La mayoría de los otros imanes, tales como imanes de cerámica, no son conductores. Imanes de cerámica son también hechas por el hombre, compuesto de una combinación de polvos como el óxido de hierro y carbonite² estroncio. Basado en los materiales que los componen, imanes cerámicos no conducen la electricidad. Así, cuando los imanes de neodimio están unidos a cada extremo de la batería y que descansa sobre el alambre de cobre sin aislamiento, un circuito local está hecha a lo largo de la longitud de la batería. El circuito se realiza desde el terminal positivo de la batería, en los imanes, a través del alambre de cobre del solenoide y de vuelta a los imanes en el terminal negativo de la batería. Este circuito local proporciona la corriente para crear el campo magnético dentro del solenoide. A continuación, la geometría de la batería es tal que los imanes son en cada extremo de la batería. Esto hace que los polos magnéticos de los imanes unidos a la batería a la vez ser empujadas dentro y fuera del circuito local (dependiendo del imán que estás viendo). Esta fuerza hace que el tren de la batería para mover. Sin embargo, cuando el tren se mueve crea un circuito localizado nueva que perpetúa la moción. Nota: Los imanes deben estar orientadas de tal manera que el mismo polo se enfrenta entre sí. Esto permite que los obliga a ser en la misma dirección y combinar; de lo contrario, las fuerzas se anulan y el tren no se moverán. Si ambos imanes voltear a tener otro dipolo hacia afuera, la fuerza se invertirá dirección que se muestra en la siguiente figura.

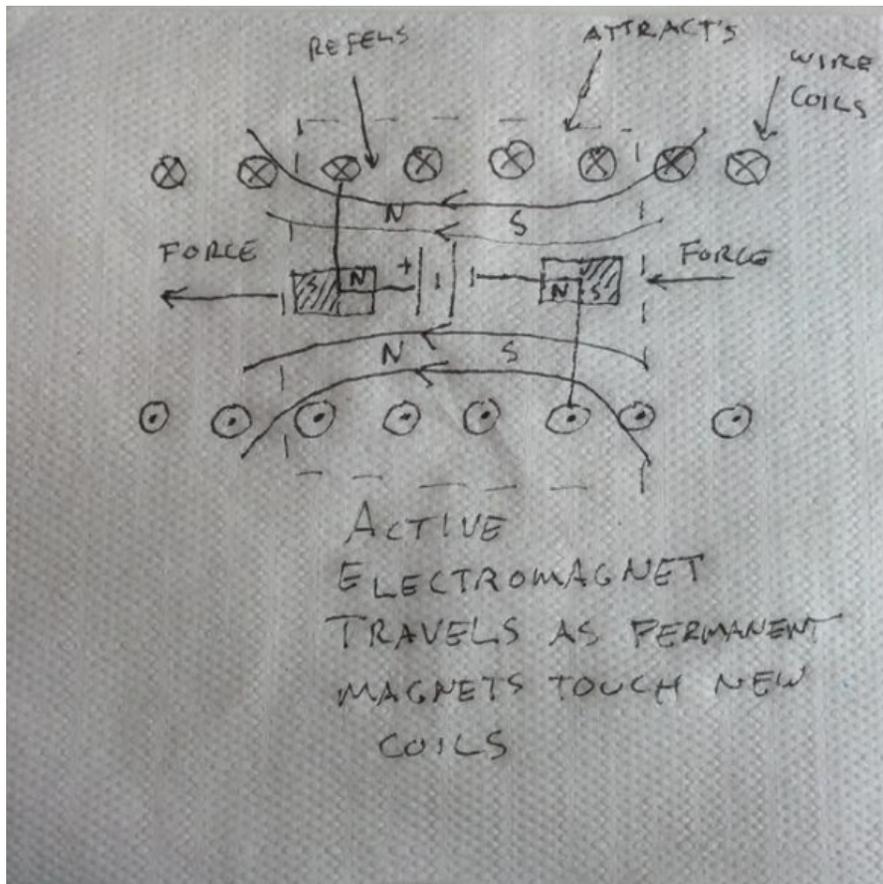


Figura 5: Representación de la Física del Tren Eléctrico

(Fuente: Dan Zimmerman, <http://thekidshouldseethis.com/post/how-to-make-the-worlds-simplest-electric-toy-train>)

Lista De Piezas

Por cada grupo de realizar el experimento:

- 4 o 6 imanes de neodimio 1/2 x 1/8 pulgada disco N48
- 6 silla carrete de 20 gauge, cable de cobre sin aislamiento (5.5m, d=.032in .812mm)
- 1 pila AAA
- Varilla 1 pasador (u otro cilindro largo) de 3/4 pulgadas de diámetro

Las partidas no esenciales

- Cinta adhesiva
- Cortadores de alambre
- Alicates pequeños

Procedimiento Experimental

Antes de empezar, si usted está interesado en la combinación de varias "pistas" de solenoide juntos, asegúrese de prestar atención a la Nota 1 de la sección Procedimiento avanzada al iniciar enrollar el cable de cobre. Es posible que desee combinar varias "pistas" en

conjunto para obtener el máximo provecho de la experiencia, ya que esto le permite crear una pista más larga, para experimentar con lo poderoso que la propulsión del tren es, y qué tan bien el tren seguirá la pista si añadir en las curvas. Siga la Nota 2 de la sección Procedimiento Avanzado cuando haya completado la sección Procedimiento experimental y están listos para combinar múltiples "pistas" de solenoide.

Creación de la pista es mucho más fácil si se hace con dos personas. Para empezar a crear un pista de solenoide, una persona (persona A) debe tomar una hebra de hilo de cobre de aproximadamente 6 yardas de longitud y otra persona (la persona B) deben tomar una sola varilla de 6 pulgadas. Mientras que la persona B tiene la vara, la persona A debe desenrollarse 3-4 pulgadas de alambre de cobre de la bobina 6 yardas. La persona A continuación, debe enroscarse que la cantidad de alambre sobre la parte superior de la varilla y luego bajo y de nuevo hacia sí mismo. A continuación, tire de que apretado y mantener esa parte del cable con el dedo. Entonces rizar el resto del alambre. Tenga en cuenta, es más fácil de rodar la varilla para rizar el cable en lugar de tratar de rizar físicamente el cable alrededor de la varilla. Tenga mucho cuidado para hacer un lazo muy estrecho, suave alrededor de la varilla con muy pocos espacios entre los rizos, y no se superponen el hilo. Si el solenoide no tiene curvas suaves y bien redondeados, el tren no va a funcionar tan bien.

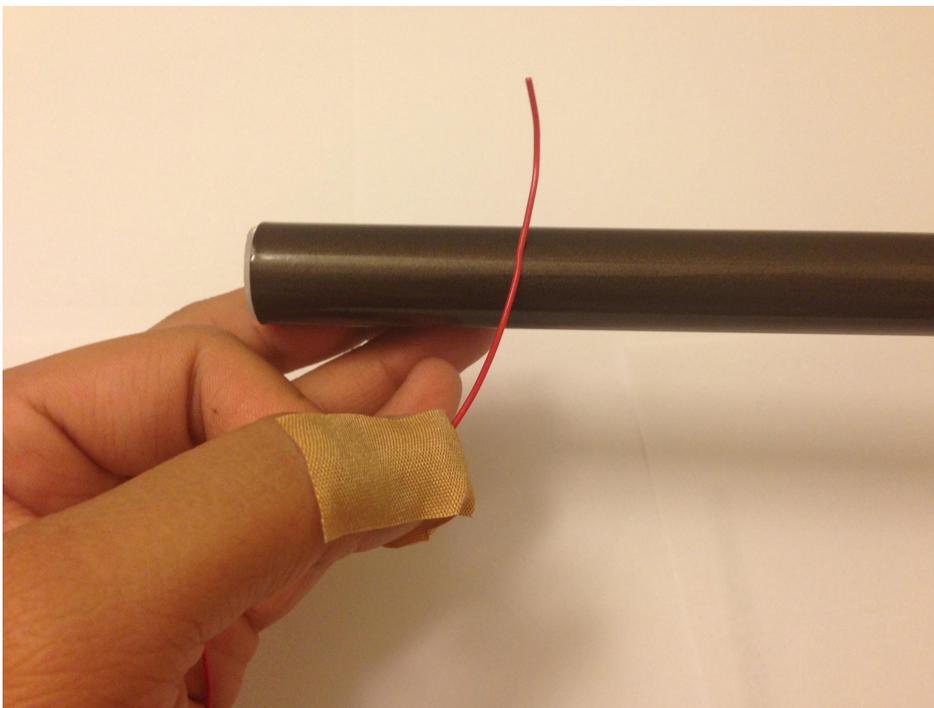


Figura 6a: el encrespase solenoide

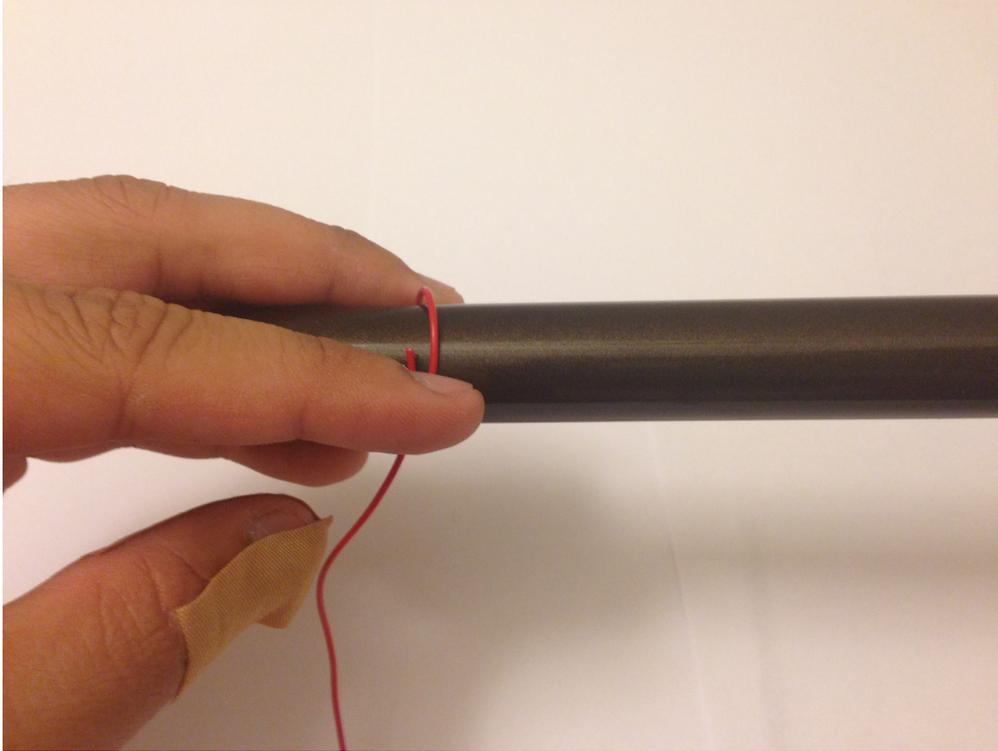


Figura 6b: el encrespase solenoide

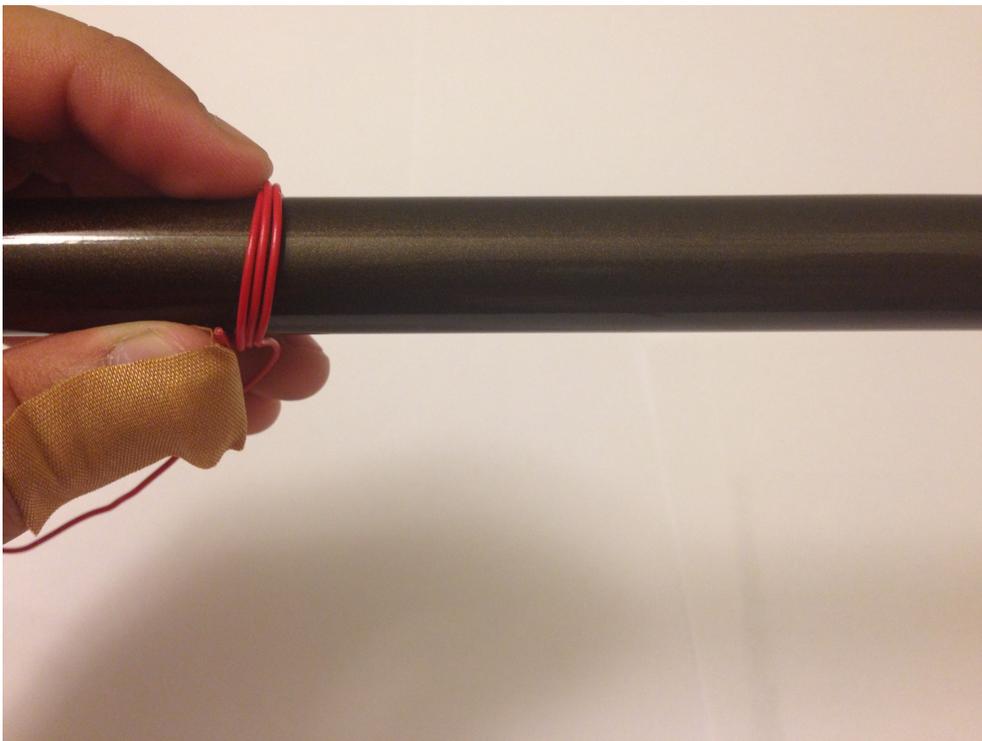


Figura 6c: el encrespase solenoide

Los cortadores de alambre y pequeñas pinzas son muy útiles aquí si te equivocas y quieren desenrollar un tramo de alambre o simplemente cortarlo y vuelva a intentarlo para una

curva suave. Continúe envolviendo la bobina hasta que termine el carrete de alambre. Esto debería crear, más o menos, una "pista" de solenoide 6 pulgadas de largo. Retire con cuidado la varilla de dentro de la bobina. Tenga cuidado de no aplastar el solenoide. Una vez que el solenoide está libre de la varilla, ponga el solenoide de lado.



Figura 7: Solenoide Finalizado

A continuación, tomar una pila de 2 o 3 imanes (la mitad de lo que tiene), que se adjuntarán juntos en un extremo de la batería (no importa de qué lado usted elija). Tome el otro pila de 2 o 3 imanes y encontrar cuidadosamente el lado que repele desde la cara hacia el exterior de la pila de imán ya unido a la batería. Coloque la pila de imanes en la mano hacia el lado opuesto de la batería, con el lado de repulsión hacia afuera. Esto es con el fin de comprobar el sentido de la polaridad magnética relativa entre esta pila y la pila ya en la batería. Para que esto funcione, debe asegurarse de que la misma polaridad se enfrenta hacia el exterior (así que ambas caras N de los imanes se enfrentan lejos de la batería o ambas caras S enfrentan a cabo).

Ponga su tren eléctrico de nueva creación dentro de la "pista" de solenoide y ver que se vaya. Si la batería repele fuera de la pista en lugar de ir a través, simplemente gire el tren alrededor. Si el tren no se mueve en absoluto, la orientación de los imanes puede ser incorrecta. En este caso, saque una pila de imanes, dar la vuelta a su alrededor, vuelva a conectar a la batería, y vuelva a intentarlo.

Procedimiento Avanzado

Las notas de esta sección le guiarán cuando se trata de combinar varias "pistas" de solenoide en una pista más grande.

Nota 1: Tenga cuidado qué camino se recorre la bobina alrededor de la espiga (sobre y bajo la vara de la clavija de la izquierda a la derecha frente a menores y mayores de la varilla de izquierda a derecha). Esto sólo tendrá efecto cuando se combinan solenoide "pistas" separadas. Si dos "pistas" de solenoide están en bucle alrededor en direcciones opuestas van a generar campos magnéticos en direcciones opuestas. Por lo tanto, si el tren va por un lado a

través de una de las "pistas", tan pronto como entra en la otra pista que será rechazado el camino opuesto.

Nota 2: Para combinar dos pistas de solenoide que se envuelven la misma manera, es mejor para insertar una vara de la clavija en el extremo de una pista y el inicio de la otra con el fin de solapar los extremos de cada. Entonces, la cinta los extremos juntos para asegurar que la batería se mueve limpiamente a través de dos vías. Tenga cuidado de no deformar el área circular del solenoide demasiado, o el tren no podría ser capaz de pasar a través.

Referencias:

<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/magnetic/solenoid.html>

<http://en.wikipedia.org/wiki/Solenoid>

http://en.wikipedia.org/wiki/Right-hand_rule

<http://thekidshouldseethis.com/post/how-to-make-the-worlds-simplest-electric-toy-train>

Lecturas suplementarias:

<http://science.howstuffworks.com/magnet3.htm>

<http://science.howstuffworks.com/electromagnet1.htm>

<http://en.wikipedia.org/wiki/Electromagnet>