

1

TEMA

Introducción. El inicio del magnetismo

1. INTRODUCCIÓN

1.1. HISTORIA DEL MAGNETISMO

Hasta 1820, el único magnetismo conocido era el de los imanes y el de las "magnetitas" (imanes naturales de mineral rico en hierro).

Se creía que el interior de la Tierra estaba imantada de la misma forma y los científicos se sintieron muy perplejos cuando vieron que la dirección de la aguja del compás magnético se desviaba ligeramente en todos los lugares, década tras década, sugiriendo que existía una pequeña variación del campo magnético terrestre.

¿Cómo puede un imán producir estos cambios? Edmond Halley (famoso por el cometa) propuso ingeniosamente que la Tierra contenía un cierto número de capas esféricas, una dentro de la otra, cada una imantada de forma diferente y que giraban lentamente entre sí.

Hans Christian Oersted fue un profesor de ciencias en la Universidad de Copenhague. En 1820 preparó en su casa una demostración científica para sus estudiantes y amigos. Planeaba demostrar el calentamiento de un hilo mediante una corriente eléctrica y también llevar a cabo demostraciones sobre el magnetismo, para lo que dispuso de una aguja montada en una peana de madera.

Mientras llevaba a cabo su demostración eléctrica, Oersted observó para su sorpresa que cada vez que conectaba la corriente eléctrica, la aguja se movía. Silenció esto y finalizó sus demostraciones, pero en los meses siguientes trabajó duro intentando buscarle un sentido al nuevo fenómeno.

Lo que veía Oersted... pero no pudo demostrar. La aguja era atraída hacia el hilo o repelida por él. Más bien tendía a permanecer formando ángulos rectos. Al final publicó sus hallazgos (en latín) sin ninguna explicación.

Andre-Marie Ampere, en Francia, advirtió que si una corriente en un hilo ejercía una fuerza magnética sobre la aguja, dos hilos semejantes también deberían interactuar magnéticamente. Mediante una serie de ingeniosos experimentos mostró que esta interacción era simple y fundamental: las corrientes paralelas (rectas) se atraen, las corrientes antiparalelas se repelen. La fuerza entre dos largas corrientes rectas y paralelas era inversamente proporcional a la distancia entre ellas y proporcional a la intensidad de la corriente que pasaba por cada una.

Sólo para los que demandan matemáticas: ésta no es la fórmula básica. Dadas dos cortas corrientes paralelas I_1 y I_2 , fluyendo en segmentos de hilo de longitudes L_1 y L_2 y separados por una distancia R , la fórmula básica nos proporciona la fuerza entre ellas como proporcional a: $I_1 I_2 L_1 L_2 / R^2$

Se hace más complicada si las corrientes fluyen en direcciones inclinadas entre sí por un ángulo. Entonces, para hallar la fuerza entre hilos de forma complicada que transportan corrientes eléctricas, deben sumarse todas esas pequeñas aportaciones a la fuerza. Para dos hilos rectos, el resultado final es como arriba, una fuerza inversamente proporcional a R , no a R^2 .

Así que existen dos tipos de fuerzas asociadas con la electricidad: la eléctrica y la magnética.

En 1864 James Clerk Maxwell demostró una sutil relación entre los dos tipos de fuerza, implicando inesperadamente a la velocidad de la luz. De esta relación surgieron: la idea de que la luz era un fenómeno eléctrico, el descubrimiento de las ondas de radio, la teoría de la relatividad y una gran consecución de la física actual.

Para hacer el Experimento de Oersted.

Necesitaremos:

- Una brújula de bolsillo.
- Un alambre bastante grueso de 30 cm. de largo, aislado o descubierto.
- Una pila eléctrica (batería) de 1.5 voltios de tamaño "D" o "C". El voltaje es demasiado bajo para correr riesgo.

Coloque la brújula sobre la mesa, mirando hacia arriba. Espere a que apunte al norte.

Coloque el medio del alambre sobre la aguja de la brújula, también en dirección norte-sur (compare con la imagen de arriba, "Lo que Oersted vio"). Doble los extremos del alambre de modo que queden cerca uno del otro.

Tome un extremo del alambre con una mano y presiónelo contra uno de los extremos de la batería.

Tome el otro extremo con la otra mano y presiónelo momentáneamente sobre el otro extremo de la batería. La aguja oscilará fuertemente 90 grados.

Desconecte rápidamente (no es bueno para la batería atraer una corriente tan grande). La aguja oscilará volviendo a la posición norte-sur. Note que no hay hierro involucrado para producir el efecto magnético.

Repita con las conexiones de la batería invertidas. Note que ahora la aguja oscila 90 grados en dirección opuesta.

Tome un pedazo de papel de 2"x4" (5x10 centímetros) y doble el lado más largo en dobleces, de alrededor de 3/8" (1 centímetro) de alto. Coloque el alambre sobre la mesa, su parte media en el medio de la dirección norte-sur, coloque el papel doblado sobre éste de modo que el alambre quede debajo de uno de los dobleces, y coloque la brújula arriba de los dobleces. (O si no, use un pequeño bloque de madera, con un surco en la parte inferior para el alambre).

Ahora puede repetir el experimento con la brújula sobre el alambre (Si el experimento es realizado por dos personas, no necesitan dobleces ni mesa, uno puede sostener la brújula, el otro el alambre y la batería). Note que la aguja oscila en la dirección opuesta que cuando la brújula estaba debajo del alambre.

1.2. LA HISTORIA DE LA IMAGEN POR RESONANCIA MAGNÉTICA NUCLEAR.

Ya en 1938 I. Rabi (Premio Nobel, 1944) sugiere que la información acerca de los núcleos atómicos podría ser obtenida estudiando su magnetismo. Ésta es la base fundamental para las tecnologías de las actuales imágenes por Resonancia Magnética.

Los físicos E. Purcell (Harvard) y F. Bloch (Stanford) descubren la Resonancia Magnética Nuclear (Premio Nobel, 1952) independientemente en 1946.

En el período entre 1950 y 1970, la Resonancia Magnética Nuclear siguió avanzando y fué utilizada para análisis moleculares químicos y físicos.

En 1971 Raymond Damadian mostró que los tiempos de relajación magnética nuclear de los tejidos sanos y tumorales eran distintos, esto motivó a la comunidad científica para utilizar la Resonancia Magnética en la detección de enfermedades.

En 1973 Hounsfield introdujo la Tomografía Computerizada basada en rayos X. Este dato fue importante, pues mostró a los hospitales que tendrían que invertir grandes cantidades de dinero en hardware para imagen.

Ese mismo año Paul Lauterbur realizó exámenes de Resonancia Magnética sobre pequeñas muestras en tubos de ensayo y junto con otros aplican el principio de Resonancia Magnética Nuclear para la creación de imágenes de estructuras internas del cuerpo.

En 1975 Richard Ernst propuso la Resonancia Magnética Nuclear utilizando la codificación en fase y frecuencia y la transformada de Fourier.

El 3 de julio de 1977 tiene lugar el primer examen de Resonancia Magnética Nuclear realizado a un ser humano. Se tardaron cinco horas para producir una imagen. En la actualidad se emplean segundos. El Dr. Raymond Damadian, médico y científico, junto con sus colegas emplearon siete años para conseguir la llamada *field-focusing* Resonancia Magnética Nuclear. Esta técnica se desarrolló en los años siguientes para producir imágenes de video (30 ms/imagen).

Entre 1980 y 1990 las imágenes por Resonancia Magnética Nuclear evolucionan rápidamente, haciéndose conocidas como MRI (Magnetic Resonance Imaging). Los electroimanes superconductores, las rápidas computadoras y los nuevos detectores, todos desarrollados independientemente, son utilizados en MRI, obteniéndose imágenes de mayor calidad en menor tiempo. Se desarrolla la MRI funcional, capaz de mostrar al cerebro en acción, identificándose los centros de actividad cerebral y las anomalías (como la epilepsia).

Edelstein y sus colaboradores demostraron la imagen del cuerpo utilizando la técnica de Ernst en 1980. Una imagen simple podía ser tomada en 5 minutos con esta técnica. En 1986, el tiempo se redujo aproximadamente a 5 segundos, sin sacrificar mucho la calidad de la imagen. Ese mismo año se consiguió una resolución de 10 m en muestras de un cm.

En 1987 la imagen eco-planar fue utilizada para obtener películas en tiempo real de un ciclo cardíaco. Ese mismo año Charles Dumoulin perfeccionó la angiografía con Resonancia Magnética, que permitió visualizar el flujo de sangre sin el uso de contrastes.

En 1991, Richard Ernst fue galardonado con el premio Nobel por su investigación en la Imagen por Resonancia Magnética que podría permitir observar directamente la acción química de los medicamentos sobre el cuerpo.

En 1992 se desarrolló la imagen por Resonancia Magnética funcional. Esta técnica permite el mapeo de la función de varias regiones del cerebro humano, sobre todo con las técnicas EPI se puede localizar las regiones responsables del pensamiento y del control motor.

En 1994, investigadores de la universidad de Nueva York mostraron el uso de Xe¹²⁹ hiperpolarizado para la obtención de imágenes en estudios de respiración.

En 2003, Paul C. Lauterburg de la Universidad de Illinois y Sir Peter Mansfield de la Universidad de Nottingham fueron galardonados con el premio Nobel en Medicina por sus descubrimientos en Imagen por Resonancia Magnética.

En 2005 ya eran aproximadamente 10.000 unidades de IRM las que habían en todo el mundo y aproximadamente 75 millones de exploraciones realizadas por año. La IRM es claramente joven, pero es una ciencia creciente.