

Electromagnetismo:

- Campo magnetico creado por un conductor rectilineo, por uno circular y por un solenoide
- Calculo del campo magnetico en el interior de un solenoide.
- Flujo magnetico y flujo de induccion.
- Electroimanes.
- Circuitos magneticos: ley de Hopkinson.
- Fuerza electromotriz y reluctancia.
- Unidad de f.m.m: el Gilbert.
- Campanilla electrica, Telegrafos y Relais

Efecto magnetico de la corriente electrica.

Ya hemos estudiado el efecto termico y el efecto quimico de la corriente. Pasaremos ahora a estudiar el efecto magnetico.

Campo magnetico creado por un conductor rectilineo.

Observemos de acuerdo con lo que hemos estudiado, que hay un paralelismo sugestivo entre electricidad y magnetismo: polos magneticos de igual nombre se repelen y de distinto nombre se atraen; cargas de distinto signo se repelen y de distinto signo se atraen: al hablar de imanes hemos nombrado polo norte y polo sur y al estudiar electricidad nos hemos referido a polo positivo y polo negativo. En 1819, el fisico Juan Cristian Oersted demostro la vinculacion entre los fenomenos electricos y magneticos realizando la siguiente experiencia:

En las proximidades de una aguja imanada orientada en el campo magnetico terrestre, coloquemos un conductor rectilineo paralelo al eje de la aguja y comprobamos que al circular la corriente electrica la aguja se desviaba de su posicion de equilibrio.

Conclusion. La corriente electrica crea un campo magnetico.

Esta experiencia de Oersted vinculando los fenomenos electricos y magneticos dio origen al electromagnetismo.

Como la corriente electrica se produce por desplazamiento de cargas electricas, podemos decir: Las cargas electricas en movimiento crean un campo magnetico.

Este fenomeno se designa con el nombre de efecto Oersted.

Sentido de la desviacion de la aguja.

Regla de ampere.

Colocando una aguja imanada que se pueda mover en el plano horizontal, orientada en el campo magnetico terrestre, bajo un conductor rectilineo, un observador situado sobre el conductor en forma tal que al corriente penetre por sus pies y salga por su caveza, mirando hacia la aguja, vera al polo norte desviarse hacia su izquienda.

En la siguiente figura el polo norte se mueve hacia atrás del plano del papel y el polo sur hacia delante.

Si la aguja imanada se halla sobre el conductor se desvia en el sentido contrario que al estar debajo de el.

Regla de la palma de la mano derecha.

La regla de ampere se puede reemplazar por esta otra regla denominada de la palma de la mano derecha.

Colocando la palma de la mano derecha sobre el conductor, con los dedoe en el sentido de la corriente, el polo norte de la aguja se desvia en la direccion del dedo pulgar extendido perpendicularmente a los otros dedos.

Lineas de fuerza del campo magnetico, espectros.

Para observar las lineas de fuerza del campo magnetico creado por la corriente electrica se atraviesa con un conductor rectilineo un carton colocado perpendicularmente al conductor vertiendo sobre el limaduras de hierro.

Al circular la corriente, golpeando suavemente el carton, se observara que las limaduras forman una imagen de lineas de fuerza constituyendo un espectro magnetico.

Se comprueba que las lineas de fuerza:

1°) Son cerradas.

2°) Tienen forma de circunferencia concentrica cuyo centro es el conductor.

3°) Se hallan en un plano normal al conductor.

4°) Su sentido esta dado por la regla de Maxwell o del tirabuzon: El sentido de las lineas de fuerza es el mismo que el de la rotacion de un tirabuzon que avanza en el sentido de la corriente.

Resumiendo:

La corriente electrica al circular por un conductor rectilineo crea un campo magnetico cuyas lineas de fuerza son circunferencias concentricas situadas en planos normales al conductor y cuyo sentido es aquel en el que hay que hacer girar un tirabuzon para que avance en el sentido de la corriente.

Campo magnetico de una corriente circular.

Si al conductor se le da forma de circunferencia y con el se atraviesa un carton, como indica la figura y se espolvorean limaduras de hierro, al circular la corriente se obtendra un espectro magnetico.

Aplicando la regla del tirabuzon a la parte de la espira marcada con a y lo mism a la parte b, obtenemos el sentido de las lineas de fuerza de la corriente circular.

Estas entran por la cara posterior de la espira –en el caso de la figuray salen por la cara anterior.

Invirtiendo el sentido de la corriente cambia el sentido de las líneas de fuerza.

Observando las figuras anterior y siguiente comprobamos que en la primera el sentido de la corriente es el contrario al del movimiento de las agujas del reloj y en la segunda figura el sentido de la corriente coincide con el del movimiento de las agujas del reloj.

Además, para corrientes circulares se ha convenido además que: Las líneas de fuerza tienen un sentido tal que entran por el polo sur de la espira y salen por el polo norte.

De acuerdo con esta convección en la ante–anterior figura estamos viendo el norte de la espira y en la figura anterior el polo sur.

Podemos, con estas consideraciones, enunciar la regla de las agujas del reloj: Cuando al observar de frente a una espira vemos circular a la corriente con sentido contrario de las agujas del reloj esa cara corresponde al polo norte, en caso contrario, será el polo sur.

La espira se comporta como un imán de pequeño espesor pues por una de sus caras penetran las líneas de fuerza y salen por la cara opuesta.

Campo magnético de un solenoide.

Se denomina solenoide a un arrollamiento en forma de bobina. Por ejemplo: la espiral de un cuaderno, el resorte de un sofá o sillón, etc.

Un solenoide está formado por un conjunto de espiras colocadas en serie.

Cuando por un solenoide circula corriente eléctrica se crea un campo magnético. Para estudiarlo se atraviesa con una lámina de cartón o algún dieléctrico y se espolvorean limaduras de hierro.

Al circular la corriente, golpeando suavemente la lámina se obtendrá el espectro magnético correspondiente, la bobina se comporta como un imán. Los polos del solenoide y el sentido de las líneas de fuerza del campo pueden establecerse por las reglas de las agujas del reloj o por la regla de Maxwell o del tirabuzón como cuando se trata de una única espira.

El sentido de las líneas de fuerza en el interior del solenoide es el avance de un tirabuzón que gira con el sentido de la corriente.

El polo sur del solenoide es aquel desde el cual se ve circular corriente con el mismo sentido en que se mueven las agujas del reloj.

Espectro originado por el solenoide.

Observando el espectro se pueden obtener las siguientes conclusiones:

- El campo magnético en el interior del solenoide es mucho más intenso que en el exterior pues es mayor la densidad de las líneas de fuerza dentro que fuera del solenoide.
- Las líneas de fuerza en el interior del solenoide son paralelas, lo que indica la uniformidad del campo magnético dentro de las espiras.
- Las líneas de fuerza en el interior del solenoide se orientan de sur a norte y en el exterior de norte a sur.
- De acuerdo con ello estas líneas son cerradas a diferencia de las correspondientes a los imanes, que son abiertas. Las analogías entre solenoides e imanes son válidas para el campo exterior.
- Existe una gran similitud entre el campo cerrado por espiras y solenoides y el de los imanes.

Las espiras se atraen y se repelen como los imanes.

Unidades de intensidad de campo magnetico, de flujo magnetico y densidad del flujo de induccion.

Es necesario volver a repasar algunos conceptos vistos al tratar magnetismo.

La intensidad H de campo magnetico, en el sistema C.G.S., se mide en oersted.

$$(H) = \text{dyn/u.C.G.S. (m.m)} = \text{oersted (Oe)}$$

Un campo magnetico tiene una intensidad de N Oe cuando por cada cm^2 de superficie perpendicular a la direccion del campo pasan n lineas de fuerza.

Flujo magnetico.

Es el numero total de lineas de fuerza que pasan a traves de una superficie S colocada normalmente a la direccion del campo.

$$(M_x) = H \cdot S$$

Unidad C.G.S. de flujo magnetico

$$(M_x) = \text{Oe} \cdot \text{Cm}^2$$

Densidad de flujo de induccion.

La densidad del flujo de induccion B representa la cantidad de lineas de fuerza que pasan por unidad de superficie de una sustancia de permeabilidad μ colocada en un campo magnetico de intensidad H .

$$B = \mu H$$

$$(B) = \mu \text{ Oe} = \text{Gauss}$$

La unidad de densidad de flujo de induccion se denomina Gauss. El Gauss y el oersted tienen la misma ecuacion dimencional.

Calculo del campo magnetico en el interior de un solenoide.

Para solenoides cuya longitud es grande respecto del radio de cada espira el campo en su interior es:

- directamente proporcional a la intensidad de la corriente (I)
- Directamente proporcional al numero de espiras (N)
- Inversamente proporcional a la longitud del solenoide (l)

$$H = (N \cdot I) / l$$

El cosiente N/l representa el numero de espiras por unidad de longitud.

$$\text{Si } N/l = n \quad H = n \cdot I$$

Flujo magnetico.

Hemos repasado el concepto de flujo magnetico. Para calcular el flujo magnetico que atraviesa un solenoide debe multiplicarse la intensidad del campo magnetico en su interior por la seccion de una espira $(4\pi \cdot R^2)$.

Siendo $h = (4\pi/10) \cdot n \cdot I$

Y $M_x = H \cdot S$

Es $M_x = (4\pi/10) \cdot n \cdot I \cdot S$

Electroimanes.

Sabemos que un solenoide por el que circula corriente crea un campo magnetico.

Entonces, si en su interior se coloca una barra de hierro (nucleo) esta se imanara por induccion. Si el nucleo es de hierro dulce la imanacion cesara cuando deje de circular la corriente. El aparato asi constituido se denomina electroiman.

Conclusion: Un electroiman es un iman cuya accion dura mientras circula corriente por el solenoide.

Cuando se cierra el circuito el nucleo se imana. Al abrir el circuito el nucleo deja de estar imanado, pues el hierro dulce posee poco magnetismo remanente. En el nucleo se forman dos polos S y N que coinciden con los del solenoide.

Flujo de induccion. Hemos visto que el flujo en el interior de un solenoide es. $M_x = H \cdot S$; $(M_x) = Oe \cdot cm^2$

Si la permeabilidad del material del nucleo es μ el flujo de induccion osea el conjunto de lineas de fuerza que pasan a traves del nucleo es: $m_x = \mu H \cdot S$

Reemplazado el valor H resulta $H = (4\pi/10) \cdot N \cdot I \cdot S$

Circuitos magneticos.

Ley de hopkinson:

La formula que representa el flujo de induccion en el interior de un solenoide es:

$(4\pi/10) \cdot S$

Hopkinson le dio a esta expresion otra forma :

$M_x = (4\pi/10) \cdot N \cdot I / (1/\mu) \cdot (l/S)$

Al numerador $(4\pi/10) \cdot N \cdot I$ se lo designa con la letra F y se lo denomina fuerza magnetomotriz, y al denominador $(1/\mu) \cdot (l/S)$ se lo llama reluctancia y se representa con la letra R.

De acuerdo con esto la formula queda convertida en: $M_x = F/R$

El flujo de induccion magnetica es directamente proporcional a la fuerza magnetomotriz e inversamente proporcional a la reluctancia.

Expresion que se conoce con el nombre de ley de Hopkinson.

Presenta una cierta analogía con la ley de ohm pues Mx desempeña el papel de la intensidad de la corriente de un circuito eléctrico y R (reluctancia) el de la resistencia eléctrica, siendo la fuerza magnetomotriz F la que produce la circulación de flujo Φ a través del núcleo, así como la fuerza electromotriz E produce la circulación de corriente eléctrica en un circuito. Recordemos y comparemos: en la ley de ohm es $R = \rho l/S$

Y en la ley de Hopkinson $R = l/\mu * 1/S$

Unidades F y R .

$$R = l/\mu * 1/S \therefore \text{cm/cm}^2 = 1/\text{cm}$$

$$F = Mx * R$$

$$(F) = Mx * 1/\text{cm} = \text{gilbert}$$

el gilbert (G) es la unidad de fuerza electromotriz equivalente al flujo de un maxwell por cada centímetro.

Aplicaciones de los electroimanes.

Campanilla eléctrica (timbre eléctrico)

Telegrafo.

Samuel Morse, norteamericano, logro que el telegrafo fuera utilizado para las comunicaciones.

El aparato consta de un transmisor y de un receptor Ambos se hallan unidos por un solo conductor, cerrándose el circuito por tierra.

El transmisor consta de un manipulador m conectado a un extremo A al polo positivo de la fuente electromotriz. El polo negativo de esta se halla unido a tierra T . El otro extremo B del manipulador se halla conectado al solenoide del electroiman receptor. El otro extremo del solenoide se halla conectado a T .

Sobre el electroiman del receptor se halla un tope T en el extremo de una palanca que gira alrededor de un punto P . En el otro extremo de la palanca hay una punta especialmente entintada. Al pulsar el manipulador la corriente llega a la estación receptora y el electroiman atrae al tope t . La punta entintada presiona sobre una cinta de papel que se desliza por medio de un mecanismo de relojería y, según el tiempo que se mantenga presionado el manipulador, deja sobre la cinta un punto o una raya.

Por medio de esas y utilizando el alfabeto Morse se pueden transmitir palabras.

Relais o reveladores.

Con el esquema de la siguiente figura y lo explicado al tratar el timbre y el telegrafo se entenderá el funcionamiento.

Al cerrar el interruptor a el electroiman atrae la lamina l de hierro dulce que entonces hace contacto T , cerrando el circuito de la lampara. Esta se enciende.

Al abrir el interruptor el electroiman deja de actuar, la lamina L vuelve y la lampara se apaga.

Los relais pueden funcionar con baja tensión y se emplean para el arranque de motores, portones eléctricos, encendido de las luces de los automotores, etc.