UNIDAD 6. PROPIEDADES MAGNÉTICAS DE LA MATERIA.

6.1 Exposición de la teoría microscópica de las propiedades magnéticas de la materia y explicación del diamagnetismo paramagnetismo y ferromagnetismo.

6.2 Definición de susceptibilidad magnética, permeabilidad y permeabilidad relativa.

6.2.1 Clasificación de los materiales en paramagnéticos, diamagnéticos y ferromagnéticos.

6.3 Definición de los campos vectoriales en magnetización e intensidad de campo magnético y obtención de su relación con el campo magnético y la permeabilidad.

6.3.1 Explicación del trazado de una curva de magnetización y del ciclo de histéresis de un material ferromagnético.

6.3.2 Definición de los conceptos: fuerza coercitiva y magnetismo, remanente, y explicación de su significado en un imán permanente.

6.4 Concepto de circuito magnético y su utilidad.

6.4.1 Definición de fuerza magnetomotriz y reluctanica y deducción de su relación

6.4.2 Aplicación de estos conceptos en circuitos magnéticos simples.

6.5 Explicación del principio de operación de un transformador eléctrico monofásico.

6.1 Exposición de la teoría microscópica de las propiedades magnéticas de la materia y explicación del diamagnetismo paramagnetismo y ferromagnetismo.

Diamagnetica:

Ley de Lenz

Momento magnético de inducción

“De acuerdo con la Ley de Lenz, la dirección de este momento magnético de inducción debe ser opuesta a la del campo magnético aplicado, por lo que este efecto lleva a una susceptibilidad diamagnética débil” p.886

Diamagnetismo de Lamor

“En las sustancias diamagnéticas y las paramagnéticas, es importante notar que aunque el alineamiento de los momentos atómicos está influido por el campo aplicado externo, la acción magnética de los momento atómicos entre sí es despreciable. Esto se debe a que los campos magnéticos que experimentan los átomos por efecto de los momentos magnéticos de otros átomos son bastantes pequeños y también porque la energía del campo magnético asociada a los momentos atómicos es menor que la energía térmica de los átomos.”p.886

“En el caso de sustancias cuyos átomos o moléculas tienen momentos magnéticos permanentes, estos momentos experimentan fuerzas magnéticas que tienden a alinearlos paralelamente a campos magnéticos en el exterior. En consecuencia, estos materiales son paramagnéticos. Al mismo tiempo la energía térmica aleatoria de los átomos de la sustancia tiende a destruir esta alineación y producir una disposición completamente desordenada en momentos atómicos, cuya suma para el momento magnético total es igual a cero.”p.889

“En los gases esta energía térmica es casi totalmente igual a la energía cinética de las moléculas, y la desordenación en los momentos atómicos ocurre en las colisiones intermoleculares. En las sustancias sólidas, la energía de vibración de la red cristalina, la que es responsable del desordenamiento de los momentos. En los líquidos están presentes ambos efectos en forma apreciable. En todas las sustancias una oposición entre la influencia alineadora del campo aplicado exteriormente y el efecto de desorden asociado a la energía térmica interna de la sustancia.”p.890

Ley de distribución de la energía de Maxwell-Botzman (quizá)

“La susceptibilidad magnética se determina de la relación magnetización a la intensidad magnética H. Pero la permeabilidad que experimentan los momentos magnéticos individuales de los átomos es esencialmente la del vacío, ya que, son magnéticamente independientes entre sí.”p.893

“La susceptibilidad magnética es constante en el sentido que no depende del campo magnético. Pero si depende inversamente de la temperatura. Esta dependencia ocurre conforme aumenta la temperatura, también aumenta la energía interna térmica aleatoria de los átomos o moléculas, lo que tienden a disminuir el grado de alineación de los momentos atómicos para cualquier valor fijo del campo externo.” P.893

“Para campos magnéticos muy grandes, o para temperaturas muy bajas, el valor de alfa puede exceder de la unidad, y en condiciones extremas, puede incluso ser mucho mayor que la unidad. (…) A la temperatura ambiente, los campos magnéticos que se requieren para hacer a alfa mucho mayor que la unidad y saturar la magnetización, son tan grandes que no pueden lograrse experimentalmente; pero a temperaturas más bajas se necesitan campos magnéticos proporcionalmente menores.” P.893

“Para metales paramagnéticos como el aluminio y el magnesio, el paramagnetismo se debe sólo a los electrones de conducción, y los iones metálicos en los puntos de red cristalina no tienen momentos magnéticos netos, debido a que sus momentos orbitales y sus momentos de espín están en pares y la suma es igual a cero. El paramagnetismo que muestran los electrones de conducción se debe sólo a sus momentos magnéticos de espín, puesto que no tienen movimiento orbital. (…) Entonces este efecto reduce mucho su susceptibilidad paramagnética, lo que produce susceptibilidades comparativamente bajas, que se observan en la mayoría de las sustancias metálicas paramagnéticas”p.894

6.2 Definición de susceptibilidad magnética, permeabilidad y permeabilidad relativa.

6.2.1 Clasificación de los materiales en paramagnéticos, diamagnéticos y ferromagnéticos.

“En las sustancias ferromagnéticas como el hierro, el níquel y el cobalto, hay interacciones tan intensas entre los momentos magnéticos de átomos vecinos que los momentos atómicos pueden alinearse con poca o ninguna ayuda de campos aplicados exteriormente.”p.895

“Los materiales ferromagnéticos presentan permeabilidades magnéticas muy granes, y en general, se pueden imantar o magnetizar permanentemente. Puesto que los momentos atómicos casi se alinean del todo, incluso con campos externos relativamente poco intensos el valor saturante de la magnetización se obtiene fácilmente con valores pequeños de la intensidad magnética y la magnetización no es una función lineal del campo alineado H. La susceptibilidad magnética de las sustancias magnéticas no es constante, sino que varía con la intensidad del campo externo H.”p.895

“El hierro, cobalto, níquel, gadolinio, disprosio y manganeso, en que la forma de la distribución de los electrones que rodean al átomo produce acoplamientos muy fuertes entre átomos vecinos, que tiende a alinear sus momentos magnéticos paralelamente entre sí. Estos elementos son sustancias ferromagnéticas”. P.895

“Aunque el acoplamiento entre átomos vecinos en las sustancias ferromagnéticas pueda ser muy intenso, el efecto de desordenamiento de la energía térmica del cristal y a una temperatura suficientemente alta, puede ser tan intenso que llegara a vencer del todo al efecto del acoplamiento ferromagnético. Dependiendo de la intensidad del acoplamiento ferromagnético entre los átomos, arriba de la temperatura de Curie, los materiales pierden bruscamente su magnetización espontánea y presentan un comportamiento esencialmente paramagnético.”p.896

|  |  |
| --- | --- |
| Sustancia | Temperatura de Curie, °C |
| Hierro | 770 |
| Cobalto | 1122 |
| Níquel | 358 |
| Gadolinio | 16 |
| Disprosio | -188 |

*Tabla n. Temperaturas de Curie de sustancias ferromagnéticas*

* Sustancias ferromagnéticas duras:

Ciertas clases de acero pueden retener su magnetización aunque se suprima la corriente magnetizante. Producen fácilmente imanes permanentes poderosos.

* Sustancias ferromagnéticas suaves:

El hierro dulce, aunque se magnetiza fácilmente pierde casi toda su imantación cuando se interrumpe la corriente de magnetización. 8u