

PROPIEDADES MAGNÉTICAS DE LOS MATERIALES

1.INTRODUCCIÓN.

Podemos considerar elementos magnéticos a aquellos elementos de la tabla periódica que tienen electrones desapareados, pero en realidad esto no sucede, ya que sólo existen 3 elementos que se magnetizan al aplicarles un campo magnético, son el Hierro (Fe), Cobalto (Co), Níquel (Ni). El magnetismo es dipolar, es decir, existen dos polos magnéticos separados por una determinada distancia.

Las propiedades magnéticas, son las determinadas respuestas de un material al campo magnético.

Se distinguen entre materiales magnéticos blandos y materiales magnéticos duros.

- Mat. Magnéticos blandos: Aquellos que se pueden desmagnetizar.
- Mat. Magnéticos duros: Aquellos que no se pueden desmagnetizar.

2.MAGNITUDES MAGNÉTICAS.

Campo magnético: Región del espacio en que se crea un estado magnético susceptible de convertirse en fuerzas de atracción o repulsión de cuerpos magnéticos. (7.2). Este campo se traduce en unas líneas de fuerza y dos polos de los que parten estas líneas (dipolar).

Otra forma de generar campos magnéticos es haciendo pasar por una bobina una corriente de intensidad I.

$$H = \frac{N}{l} I \text{ A/m}$$

(Oersted en CGS). $1 \text{ A/m} = 4\pi$

$\cdot 10^{-3}$ Oersted.

Si dentro de la bobina introducimos un material magnético, el campo magnético fuera del solenoide es ahora más fuerte, ya que es la suma del campo del propio solenoide y el campo magnético externo del material introducido, esto se conoce como **inducción magnética**. (7.4). El vector que define la inducción es

$$\vec{B} = \mu_0 H + \mu_0 M = \mu_0 (H + M)$$

En los materiales magnéticos $M \gg H$, por lo que $\vec{B} \approx \mu_0 M$

y se mide en Tesla o Wb/m^2 (7.5). La **permeabilidad magnética** μ

es característica de cada material, pero se suele utilizar la μ_0

que es la permeabilidad relativa en el vacío, cuyo valor es $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$

$\text{Wb/A}\cdot\text{m}$. La **permeabilidad relativa** vale : $\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0}$

y es una medida de la intensidad de campo magnético inducido. De todas formas, la permeabilidad magnética de un material ferromagnético no es una constante, y cambia dependiendo de cómo se magnetice el material.

Ya que la magnetización de un material magnético es proporcional al campo aplicado, se define un factor de proporcionalidad llamado susceptibilidad magnética $\chi_m = \frac{M}{H}$

3.TIPOS DE MAGNETISMO.

Cuando los materiales se someten a un campo magnético puede haber 4 tipos de respuestas (7.6).

Hay un tipo de materiales que cuando se someten a un campo, los dipolos se orientan produciendo campos magnéticos negativos, contrarios al campo aplicado, esto se conoce como **DIAMAGNÉTISMO**. Los valores de susceptibilidad de estos materiales es pequeña y negativa y su permeabilidad próxima a la unidad.

En los **PARAMAGNÉTICOS**, los momentos dipolares se orientan en dirección al campo, y tiene permeabilidades próximas a la unidad y su susceptibilidad es pequeña pero positiva. Este efecto desaparece al dejar de aplicar el campo magnético.

Ambos materiales no tienen un significado importante en ingeniería.

Los materiales **FERROMAGNÉTICOS** se caracterizan por ser siempre metálicos, y su intenso magnetismo no es debido a los dipolos. Este magnetismo puede ser conservado o eliminado según se desee, los 3 materiales ferromagnéticos son el hierro, el cobalto y el níquel. La causa de este magnetismo son los electrones desapareados de la capa 3d, que presentan estos elementos.

Los materiales **FERRIMAGNÉTICOS** son cerámicos y su magnetización es significativa pero menor que en los ferromagnéticos, sus conductividades son bajas, lo que hace que sean aplicables en electrónica.

La magnetización en los ferromagnéticos se debe a la **curva de histéresis** (7.7). Una vez producida la magnetización se intenta eliminar el campo magnético, pero para valor de campo magnético cero el material sigue magnetizado, y para poder desmagnetizarlo es necesaria la aplicación de un campo negativo o **fuerza coercitiva**.

Las curvas de histéresis varían a medida que varía la temperatura (7.10), a medida que aumenta la temperatura la magnetización disminuye, hasta llegar a la temperatura de Curie, en la que el material deja de comportarse como ferromagnético y pasa a comportarse como paramagnético.

Los materiales ferromagnéticos llegan a un momento en que aunque se siga aplicando el campo magnético no se magnetizan más y alcanza la inducción de saturación, y una vez retirado el campo no pierde toda la magnetización sino que la guarda en lo que se conoce como inducción remanente.

4. ESTRUCTURA DE DOMINIOS FERROMAGNÉTICOS.

Los 3 elementos magnetizables se caracterizan por que los momentos dipolares se orientan, en un determinado volumen, en una dirección, esto son los **DOMINIOS FERROMAGNÉTICOS** (7.11). Dentro del mismo grano pueden encontrar distintos dominios ferromagnéticos.

Cuando un campo magnético externo es aplicado a un material ferromagnético desmagnetizado, los dominios magnéticos cuyos momentos magnéticos están inicialmente paralelos al campo aplicado, crecen a favor de aquellos que están colocados de forma inversa al campo. Este movimiento lo hacen las **PAREDES DE BLOCH**, que son una zona de transición de un dominio a otro y su longitud es aprox. de $100 \text{ \AA}$.

La máxima magnetización se produce con la suma de estas 5 energías:

Energía de cambio

Energía magnetostática: Asociada al campo, depende del número de dominios (7.15), a mayor número de dominios mayor menor energía magnetostática

Energía magnetocristalina: Asociada a la estructura cristalina y a las distintas direcciones de la estructura cristalina.

Energía asociada a las paredes de Bloch.

Energía de magnetoestricción.

1