

Materiales magnéticos

Excitación magnética

El campo magnético en el interior de un solenoide tiene por valor:

$$\beta = \mu_0 \frac{N \cdot I}{L}$$

Permeabilidad del vacío
 $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$

Para crear altas inducciones en la bobina se pueden utilizar dos caminos:

- **Incrementar la intensidad:** pocas espiras gruesas con un alto consumo.
- **Incrementar el número de espiras:** muchas espiras delgadas con pequeñas intensidades.

A la combinación de ambos se le conoce como el concepto de "ampervueltas" (**N·I**) y permite mantener la inducción en los valores deseados.

Definiendo como "excitación magnética":

$$H = \frac{N \cdot I}{L}$$

La inducción creada en el interior de la bobina toma la forma:

$$\beta = \mu_0 \cdot H$$

Permeabilidad del vacío
 $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$

Permeabilidad relativa

La permeabilidad del aire es aproximadamente igual a la del vacío que toma el valor:

$$\mu_0 = \frac{\beta}{H}$$

Permeabilidad del vacío $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$

Esta cifra se toma como referencia para evaluar la permeabilidad magnética de otros materiales que se expresa como producto de una constante adimensional llamada **permeabilidad relativa** por la permeabilidad del vacío.

Permeabilidad absoluta:

$$\mu = \mu_0 \cdot \mu_r$$

Permeabilidad del vacío
 $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$

Perm. absoluta = Perm. del vacío · Perm. relativa

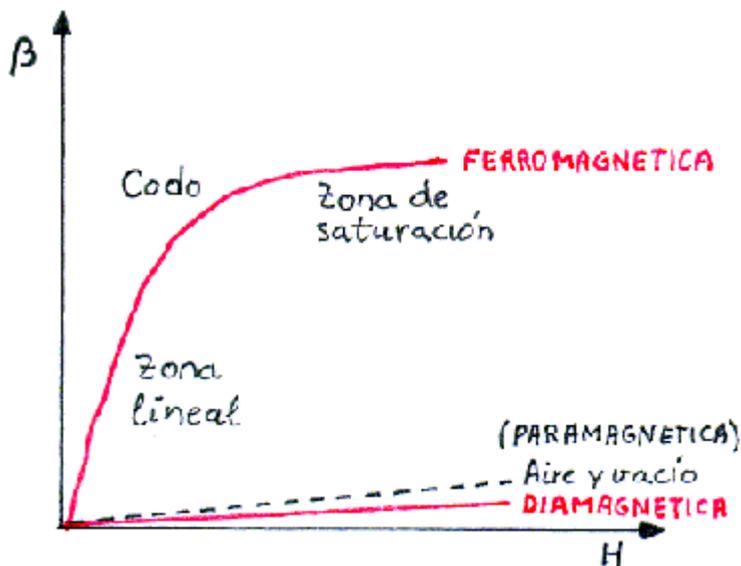
Saturación magnética

En función del valor de la permeabilidad relativa los materiales se clasifican en:

DIAMAGNETICOS $m_r < 1$ El campo magnético en su interior es menor que el correspondiente al vacío.

PARAMAGNETICOS $m_r = 1$ El campo magnético en su interior es igual o ligeramente superior que en el vacío.

FERROMAGNETICOS $m_r > 1$ En su interior el campo es mucho mayor que en el vacío, incluso miles de veces mayor.

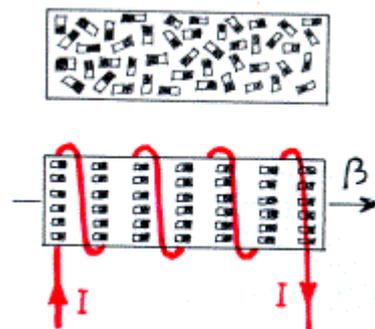


En los materiales ferromagnéticos la permeabilidad magnética no es constante y se expresa mediante una curva que presenta

- una **zona lineal**,
- un **codo de saturación**
- una **zona de saturación**.

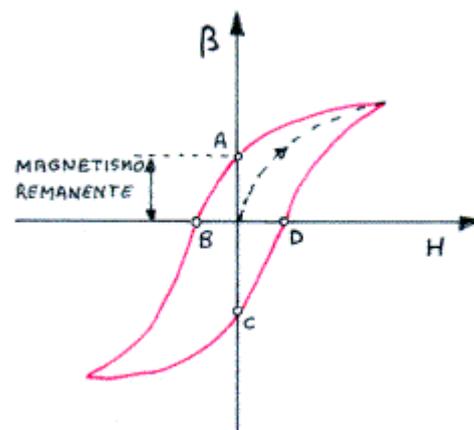
Este fenómeno se puede explicar suponiendo que el material ferromagnético está compuesto por un gran número de imanes elementales:

- Sin campo exterior los imanes elementales están dispuestos de forma caótica y sus efectos se neutralizan.
- Ante un campo externo, los imanes elementales se van alineando en la dirección de las líneas de fuerza del campo, reforzándolo.
- Cuando la totalidad de los imanes elementales están alineados con el campo ya no pueden reforzarlo más: se ha alcanzado la saturación.



Ciclo de histéresis

Si una vez creado un campo en un material ferromagnético reducimos la excitación magnética hasta hacerla nula, el campo no desaparece por completo, punto "A", quedando un **magnetismo remanente**. Algunos de los *imanes elementales* no regresan a su posición inicial y para eliminar el campo al que dan lugar se necesita una excitación magnética negativa (de dirección contraria), punto "B". También se puede eliminar el magnetismo aportando energía: calentando el material o mediante un golpe brusco.



Si se somete el material a una corriente alterna (que cambia periódicamente de dirección) se da lugar a la curva cerrada de la figura, llamada

curva de histéresis

donde alternativamente va quedando magnetismo remanente de una y otra polaridad, puntos "A" y "C".

Pérdidas en los circuitos magnéticos

Una característica de los materiales ferromagnéticos es la de dar lugar a unas pérdidas de energía por calentamiento proporcionales al área encerrada por el ciclo de histéresis. Por ello para algunas aplicaciones se buscan materiales con gran permeabilidad relativa y ciclo de histéresis estrecho.

Debido a la ley de Faraday, los flujos variables dan lugar a **corrientes parásitas** o de **Foucault** en los núcleos magnéticos que giran en torno al flujo. Su valor puede ser tan alto que se utilizan en la industria para fundir metales. Para evitarlas, los núcleos de las máquinas eléctricas se construyen con chapas paralelas en el sentido del flujo aisladas entre sí.

