LEY DE AMPERE

La ley de Biot (1774-1882) y Savart (1791-1841) expresa la relación existente entre la intensidad, *I*, de una corriente eléctrica rectilínea y estacionaria (de valor constante) y el campo magnético, *B*, que dicha corriente crea a una cierta distancia, *r*, de la misma:

$$B = \frac{\mu \cdot I}{2 \cdot \pi \cdot r}$$

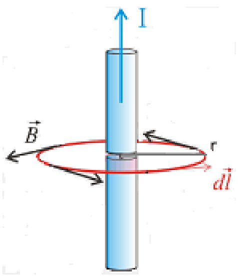
Ampère (1775-1836), inspirándose en esta expresión, estableció en 1826 una relación general entre estas dos magnitudes, sea cual sea la forma del conductor por el que circula la corriente de intensidad constante, *I*:

$$\oint \mathbf{B} \cdot \mathbf{dl} = \mu \cdot \sum I_i$$

Indica que la circulación del vector campo magnético, **B**, a lo largo de una línea cerrada es igual al producto de la permeabilidad magnética, *μ*, por la intensidad eléctrica resultante creadora de dicho campo (suma algebraica de las intensidades de corriente que atraviesan la superficie limitada por esa línea cerrada).

Seguidamente se muestra la utilidad de la ley de Ampere para obtener el campo magnético producido por diversos tipos de corriente.

Corriente rectilínea indefinida.



En la figura adjunta se representa una corriente rectilínea de intensidad constante, *I*. Alrededor de ella se ha dibujado una circunferencia de radio, *r*, que es el camino cerrado elegido para hacer circular al vector **B**.

Al tratarse del primer ejemplo, aplicamos la ley de Ampere, calculando por separado cada término de la ecuación.

<u>Circulación del vector campo magnético</u>: **B**, es constante a lo largo de todo el camino elegido: la circunferencia de longitud, $L=2 \cdot \pi \cdot r$.

$$\oint \mathbf{B} \cdot \mathbf{dl} = \mathbf{B} \cdot \oint \mathbf{dl} = B \cdot 2 \cdot \pi \cdot r \qquad (1)$$

<u>μ por la suma de intensidades</u>: La corriente rectilínea de intensidad, I, atraviesa la superficie circular delimitada por la circunferencia de radio, r.

$$\mu \cdot \sum I_i = \mu \cdot I \qquad (2)$$

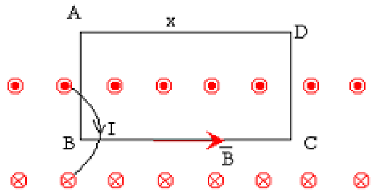
Por tanto, igualando (1) a (2) se obtiene:

$$B \cdot 2 \cdot \pi \cdot r = \mu \cdot I \quad \rightarrow \quad B = \frac{\mu \cdot I}{2 \cdot \pi \cdot r}$$

Solenoide

Si suponemos que el solenoide es muy largo comparado con el radio de sus espiras, el campo es aproximadamente uniforme y paralelo al eje en el interior del solenoide y es nulo fuera del solenoide.

A la derecha se representa un corte de un pedazo del solenoide. Los puntos representan las corrientes que se dirigen hacia nosotros y las aspas las que se dirigen hacia el interior de la hoja, de modo que cada espira, recorrida por la corriente de intensidad, *I*, da una media vuelta saliendo por un punto y volviendo a entrar por el aspa correspondiente.



Para aplicar la ley de Ampere tomamos un camino cerrado ABCD que es atravesado por varias espiras. Como el campo magnético, *B*, es constante en el segmento BC y nulo en los otros cuatro segmentos, se obtiene:

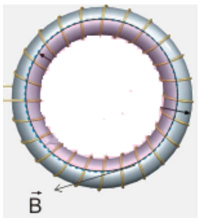
$$\oint \mathbf{B} \cdot \mathbf{dl} = \mu \cdot \sum I_i \rightarrow \mathbf{B} \cdot L_{BC} = \mu \cdot N_{BC} \cdot I \rightarrow B = \frac{\mu \cdot N_{BC} \cdot I}{L_{BC}}$$

N_{BC}/L_{BC} es el número de espiras por unidad de longitud considerada y, por tanto, coincide con N/L (siendo N el número de espiras de todo el solenoide y L su longitud total). Por tanto, bajo las condiciones establecidas, el campo, *B*, en cualquier punto interior del solenoide es:

$$B = \frac{\mu \cdot I \cdot N}{L}$$

Toroide

Si curvamos un solenoide y pegamos sus extremos obtenemos un anillo o toroide. Las líneas de campo magnético, que en el solenoide son segmentos rectos, se transforman en circunferencias concéntricas en el toroide. El campo magnético es tangente en cada punto a dichas circunferencias.



Elegimos como camino cerrado una circunferencia de radio *r*, cuyo centro está en el eje del toroide, y situada en su plano meridiano. En este caso, el campo magnético **B** está completamente confinado en el interior del toroide, es tangente a la circunferencia de radio, *r*, y tiene el mismo módulo en todos los puntos de dicha circunferencia. Por tanto, aplicando la ley de Ampere se obtiene:

$$\oint \mathbf{B} \cdot \mathbf{dl} = \mu \cdot \sum I_i \rightarrow \oint B \cdot dl \cos 0^o = \mu \cdot N \cdot I \rightarrow B \cdot \oint dl = \mu \cdot N \cdot I \rightarrow \rightarrow B \cdot 2 \cdot \pi \cdot r = \mu \cdot N \cdot I \rightarrow B = \frac{\mu \cdot N \cdot I}{2 \cdot \pi \cdot r}$$