

Noções de Eletromagnetismo

É o estudo dos campos magnéticos e suas interações com as correntes elétricas.

- ***Campos magnéticos:***

Os elétrons giram em torno do núcleo dos átomos, mas também em torno de si mesmos (translação), isto é semelhante ao que ocorre com os planetas e o sol. Há diversas camadas de elétrons, e em cada uma, os elétrons se distribuem em *orbitais*, regiões onde executam a rotação, distribuídos aos pares.

Ao rodarem em torno de si, os elétrons da camada mais externa produzem um campo magnético mínimo, mas dentro do orbital, o outro elétron do par gira também, em sentido oposto, cancelando este campo, na maioria dos materiais.

Porém nos materiais imantados (*ferromagnéticos*) há regiões, chamadas *domínios*, onde alguns dos pares de elétrons giram no mesmo sentido, e um campo magnético resultante da soma de todos os pares e domínios é exercido em volta do material: são os *ímãs*.

O que é de fato um campo magnético ?

A palavra campo significa, na Física, uma tendência de influenciar corpos ou partículas no espaço que rodeia uma fonte.

Ex.: O campo gravitacional, próximo à superfície de um planeta, que atrai corpos, produzindo uma força proporcional à massa destes, o *peso*.

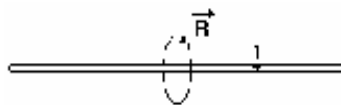
Assim, o campo magnético é a tendência de atrair partículas carregadas, elétrons e prótons, e corpos metálicos magnetizáveis (materiais ferromagnéticos, como o ferro, o cobalto, o níquel e ligas como o alnico).

O campo pode ser produzido pôr ímãs e eletroímãs, que aproveitam o efeito magnético da corrente elétrica.

- ***Correntes e eletromagnetismo:***

A corrente elétrica num condutor produz campo magnético em torno dele, com intensidade proporcional à corrente e inversamente à distância.

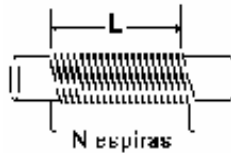
$$\mathbf{B} = 4\pi 10^{-7} \mathbf{I} / r$$



Nesta equação, válida para um condutor muito longo, I é a corrente, r a distância ao centro do condutor e B é a *densidade de fluxo*, ou *indução magnética*, que representa o campo magnético. É medida em Tesla, T.

Se enrolarmos um condutor, formando um *indutor* ou bobina, em torno de uma forma, o campo magnético no interior deste será a soma dos produzidos em cada espira, e tanto maior quanto mais espiras e mais juntas estiverem

$$\mathbf{B} = 4\pi 10^{-7} \mathbf{NI} / L$$



L é o comprimento do enrolamento, e N o número de espiras, válida para núcleo de ar.

Permeabilidade

Os materiais se comportam de várias maneiras, sob campos magnéticos.

- Os *diamagnéticos*, como o alumínio e o cobre, os repelem, afastando as linhas de campo.
- Os *paramagnéticos* se comportam quase como o ar.
- Os *ferromagnéticos* concentram o campo, atuando como condutores magnéticos.
- A *permeabilidade* é a propriedade dos materiais de permitir a passagem do *fluxo magnético*, que é a quantidade de campo que atravessa o material.

$$\mathbf{f} = \mathbf{BA}$$

A é a área transversal ao campo do material, em m^2 . O fluxo é medido em Webers, Wb.

Os materiais mais permeáveis são os ferromagnéticos. Eles tem permeabilidades centenas a vários milhares de vezes a do ar, e são usados como núcleos de indutores, transformadores, motores e geradores elétricos, sempre concentrando o fluxo, possibilitando grandes campos (e indutâncias).

Os diamagnéticos são usados como blindagem magnética (ou às ondas eletromagnéticas), pela permeabilidade menor que a do ar, m_0 .

$$\mathbf{m}_0 = 4\pi 10^{-7} \text{ Tm/A}$$

• **Indutância:**

Vimos que os indutores produzem campo magnético ao conduzirem correntes. A *indutância* é a relação entre o fluxo magnético e a corrente que o produz. É medida em Henry, H.

$$\mathbf{L} = \mathbf{f} / \mathbf{I}$$

Uma propriedade importante da indutância, e da qual deriva o nome, é o fato do campo resultante da corrente induzir uma tensão no indutor que se opõe à corrente, esta é chamada a **Lei de Faraday**.

$$\mathbf{E} = \mathbf{N} \mathbf{df} / \mathbf{dt}$$

N é o número de espiras do indutor, e df / dt é a velocidade de variação do fluxo, que no caso de CA é proporcional à frequência. E é a tensão induzida, em V.

É interessante observar como isto se relaciona ao conceito de *reatância indutiva*, a oposição à passagem de corrente pelo indutor.

$$\mathbf{X}_L = 2 \pi \mathbf{fL}$$

L é a indutância, e f a frequência da corrente, em Hz.

A corrente alternada produz no indutor um campo, induzindo uma tensão proporcional à frequência, que se opõe à corrente, reduzindo-a, esta é a explicação da reatância.

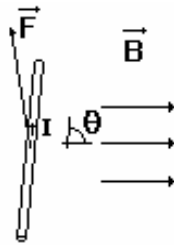
As bobinas nos circuitos elétricos são chamadas indutores. Quando usadas para produzir campos magnéticos, chamam-se *eletroímãs* ou *solenóides*. Já dentro de *máquinas elétricas* (motores e geradores), fala-se em *enrolamentos*.

Campos e forças

Um campo magnético produz uma força sobre cargas elétricas em movimento, que tende a fazê-las girar. Quando estas cargas deslocam-se em um condutor, este sofre a ação de uma força perpendicular ao plano que contém o condutor e o campo.

$$F = B I L \text{ sen}q$$

F é a força em Newtons, L o comprimento do condutor, em m, e q o ângulo entre o condutor e as linhas do campo.



É esta força que permite a construção dos *motores elétricos*. Nestes o ângulo é de 90° , para máximo rendimento, B é produzido pelos enrolamentos, e há N espiras (nos casos em que o *rotor*, parte rotativa central, é bobinado), somando-se as forças produzidas em cada uma. O núcleo é de material ferromagnético, para que o campo seja mais intenso, e envolve o rotor, com mínima folga, o *entreferro*, formando um *circuito magnético*.

O processo é reversível: uma força aplicada a um condutor, movendo-o de modo a “cortar” as linhas de um campo magnético (perpendicularmente), induz uma tensão neste, conforme a Lei de Faraday, proporcional à velocidade e ao comprimento do condutor, e ao campo, é o princípio do *gerador elétrico* e do *microfone dinâmico*.

$$E = B L v$$

E é a tensão em V, L o comprimento, em m, e v a velocidade do condutor, em m/s.

Além desta força, há a de atração exercida pôr um campo num material ferromagnético, que age orientando os domínios (e os “spins”), podendo imantá-los (conforme a intensidade e a duração). Esta é usada nos eletroímãs, nos relés e *contatores* (relés de potência usados em painéis de comando de motores), etc.

É também usada na fabricação de imãs, usados entre outras aplicações nos auto-falantes, microfones e pequenos motores C.C. (campo), como aqueles usados em toca - discos e gravadores.