

INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA

Quase todos os aparelhos e dispositivos modernos que utilizamos atualmente possuem um circuito elétrico em suas partes internas. Ex.: televisores, computadores, ...

Para que esses aparelhos funcionem é necessário que uma força eletromotriz (*fem*) produza corrente elétrica nestes circuitos, até o semestre passado quase sempre tomamos uma bateria como fonte de *fem*. No entanto, na maior parte destes equipamentos a fonte de *fem* não é uma bateria e sim uma usina geradora de energia elétrica. Tal usina produz energia elétrica mediante a conversão de outras fontes de energia em energia elétrica.

Mas, como ocorre essa conversão de energia?

A resposta é um fenômeno chamado **INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA**.

No início da década de 1830, Michael Faraday, na Inglaterra, e Joseph Henry, nos EUA, descobriram independentemente que um campo magnético *variável* pode induzir uma corrente elétrica em um condutor. As correntes e tensões causadas por campos magnéticos variáveis são denominadas **correntes induzidas** e **tensões induzidas**.

EXPERIÊNCIAS DE INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA

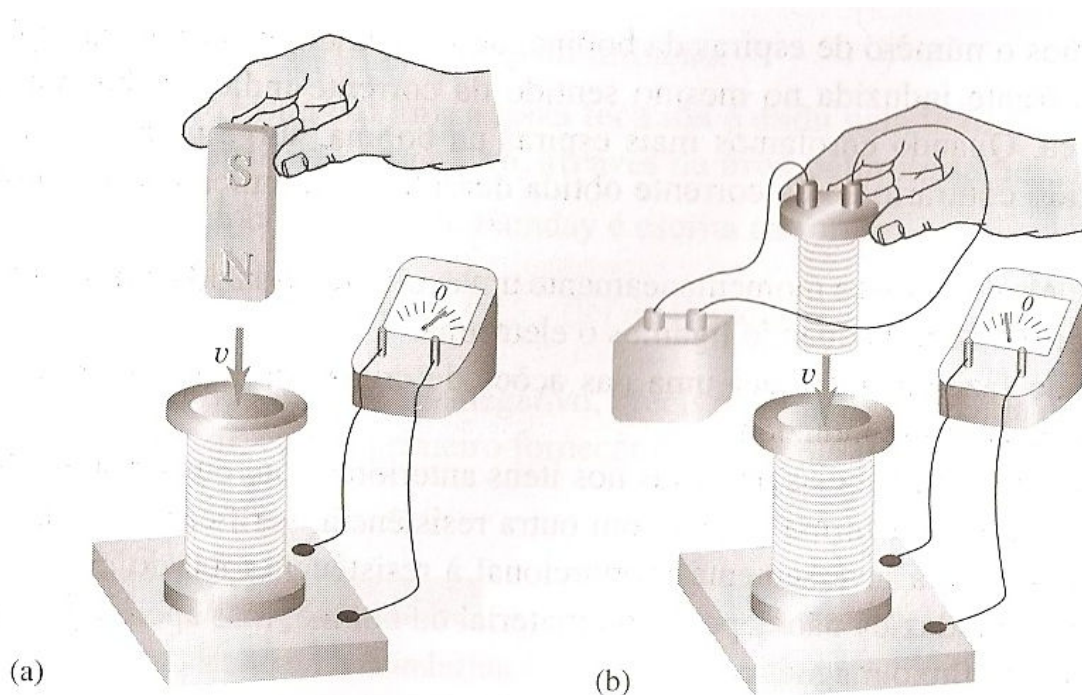
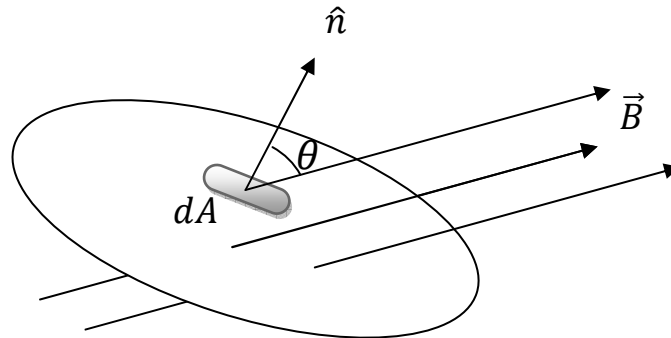


Figura (a) um ímã se aproximando de uma bobina conectada a um galvanômetro induz uma corrente na bobina. Quando o ímã se afasta da bobina, a corrente induzida possui sentido contrário ao anterior. Quando o ímã permanece em repouso, não existe nenhuma corrente induzida.

Figura (b) Uma segunda bobina conduzindo corrente contínua se aproximando da primeira bobina conectada ao galvanômetro induz uma corrente na segunda bobina. Quando a segunda se afasta da primeira, a corrente induzida possui sentido contrário ao anterior. Quando as duas bobinas permanecem paradas não existe nenhuma corrente induzida.

Fluxo Magnético

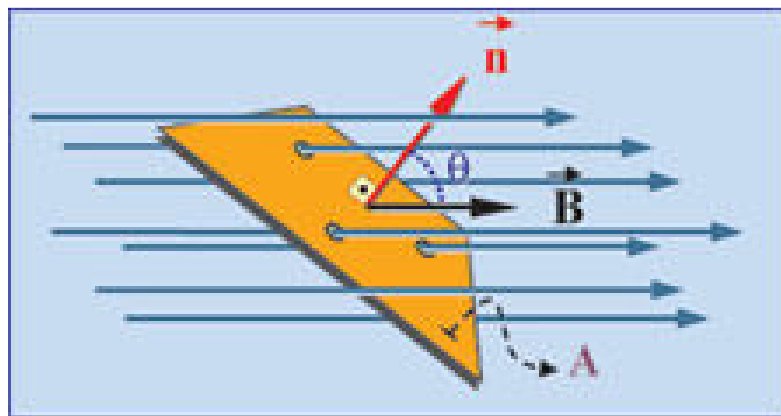
Suponha uma superfície S colocada na presença de um campo magnético uniforme e de indução magnética B . Em um elemento de S seja dA a área, \hat{n} o vetor normal (perpendicular) à superfície e θ o ângulo que \hat{n} faz com a direção do vetor campo magnético \vec{B} , veja:



Dessa forma, podemos definir fluxo magnético pela letra Φ (*fi*), como sendo:

$$\phi_S = \int_S \vec{B} \cdot \hat{n} dA$$

Em uma superfície plana de área A o campo uniforme de intensidade $|\vec{B}|$ produz o fluxo magnético



$$\Phi = |\vec{B}| A \cos \theta$$

Lembrando que a indução magnética se trata de grandeza vetorial, sendo assim, ela possui módulo, direção e sentido. No Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade de fluxo magnético (Φ) é o Weber (Wb) e a unidade da indução magnética (B) é o tesla (T).

O fluxo magnético pode ser entendido como sendo o número de linhas de indução que atravessam a superfície, assim sendo podemos concluir que quanto maior o número de linhas que atravessam a superfície maior será o valor do fluxo magnético.

Em uma superfície fechada (S) a normal é dirigida, por convenção na física, para fora; e em qualquer caso, verifica-se que o fluxo de indução magnética nesta superfície é nulo

$$\Phi_S = 0$$

Em um contorno fechado (C) pode-se apoiar uma superfície S_1 , ou outra S_2 , etc.... (como o corpo e a tampa de uma panela). Juntas as partes formam uma superfície S fechada e o fluxo sobre ela é nulo. Separadas o fluxo sobre essas superfícies será $|\Phi_{S_1}| = |\Phi_{S_2}|$

Em módulo, o fluxo de indução é o mesmo para todas as superfícies que se apoiarem sobre um mesmo contorno fechado (C).

Lei de Faraday

Faraday realizou inúmeras experiências e em todas elas ele percebeu um fato bem comum que ocorria sempre que aparecia uma força eletromotriz induzida. Ao analisar todos os seus trabalhos, ele verificou que quando a força eletromotriz aparecia no circuito ocorria a variação do fluxo magnético nesse mesmo circuito. Faraday observou que a intensidade da f.e.m é cada vez maior quanto mais rápido ocorrer a variação do fluxo magnético. De forma mais precisa, ele verificou que durante um intervalo de tempo Δt o fluxo magnético varia $\Delta\Phi$, e dessa forma ele concluiu que a f.e.m é dada pela razão entre variação do fluxo magnético e a variação do tempo, veja:

$$|\varepsilon| = \left| \frac{d\Phi}{dt} \right|$$

O aparecimento da força eletromotriz foi denominado de **indução eletromagnética** e a expressão descrita acima ficou conhecida como a **Lei de Faraday da indução eletromagnética**.

Lei de Lenz

A Lei de Lenz afirma a Conservação de Energia.

“Tensões induzidas e correntes induzidas sempre se opõem às variações que as produziram.”

$$\varepsilon = - \frac{d\Phi}{dt}$$

EXERCÍCIO

- 1) Uma bobina com 500 espiras circulares com raio igual a 4,00 cm é colocada entre os pólos de um grande eletroímã, onde o campo magnético é uniforme e forma um ângulo de 60° com o plano da bobina. O campo magnético diminui com uma taxa igual a 0,200 T/s. Qual é o módulo da fem induzida?

Resp.: 0,435V