

FÍSICA

com Rogério Andrade

Eletromagnetismo III



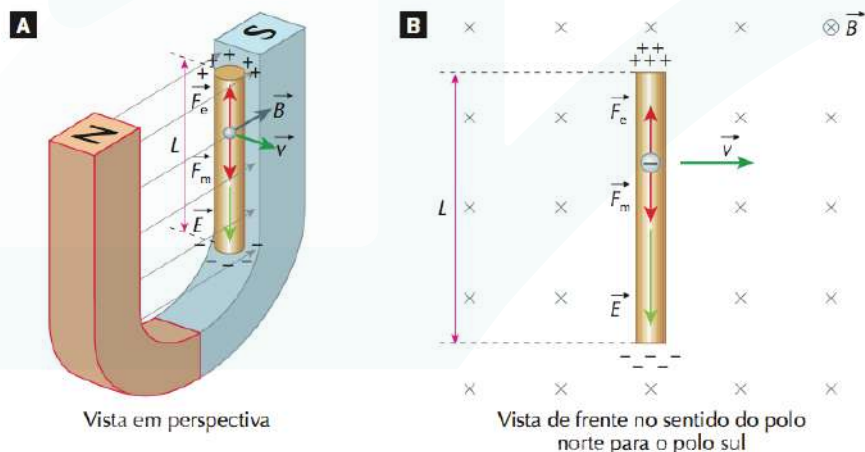
ELETROMAGNETISMO III

INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA

Considere um condutor retilíneo de comprimento L , movimentando-se com velocidade v dentro de um campo magnético uniforme B , originado, por exemplo, por um ímã.

Como os elétrons do material acompanham o movimento do condutor, eles ficam sujeitos a uma força magnética (F_m), cujo sentido é determinado pela regra da mão direita. Os elétrons livres deslocam-se para a extremidade inferior do condutor. A outra extremidade, por consequência, adquire cargas positivas.

Essa separação de cargas gera um campo elétrico interno (E). Assim, os elétrons passam a sofrer também a ação de uma força elétrica (F_e), que atua em sentido contrário à força magnética.



CORRENTE INDUZIDA

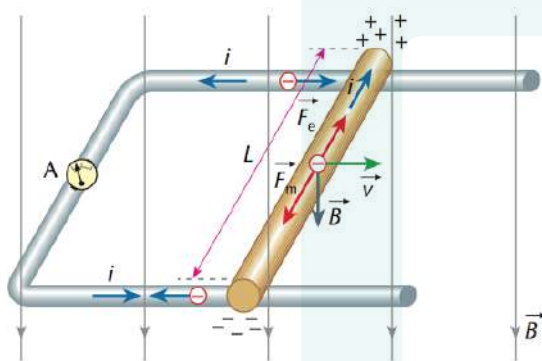
Se o condutor retilíneo móvel for colocado para deslizar sobre outro condutor fixo, dobrado em forma de **U**, e conectado a um **amperímetro A de zero central**, obtém-se um circuito fechado. Nesse caso, a **diferença de potencial (ddp)** estabelecida entre os extremos do condutor móvel faz surgir uma **corrente elétrica**.

Essa corrente recebe o nome de **corrente induzida**, pois não foi produzida por uma fonte geradora convencional, mas sim pelo movimento do condutor no campo magnético. O amperímetro indicará não apenas a intensidade, mas também o **sentido da corrente induzida**, que depende da direção do movimento do condutor e da orientação do campo magnético.

Esse fenômeno é essencialmente o mesmo que ocorre dentro de um **gerador elétrico**, onde a energia mecânica de movimento é convertida em energia elétrica por meio da **indução eletromagnética**.



CÁLCULOS E NOTAS

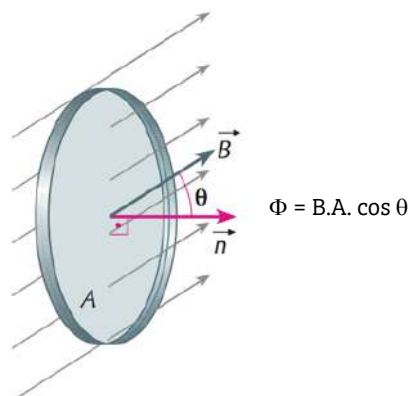


A ddp estabelecida corresponde a uma força eletromotriz que, nesse caso, é chamada **fem induzida** (ε), relacionada com a intensidade do vetor indução magnética B , como mostraremos a seguir.

$$\varepsilon = B \cdot v \cdot L$$

FLUXO MAGNÉTICO

A partir de suas experiências, **Faraday** observou que uma **força eletromotriz induzida (fem)** só aparece em uma espira quando ocorre **variação no número de linhas de indução magnética** que atravessam sua superfície. Para quantificar esse fenômeno, define-se o **fluxo magnético** (Φ) como a grandeza escalar que mede o “número de linhas de campo magnético” que atravessam uma área A imersa em um campo de indução magnética B .



onde:

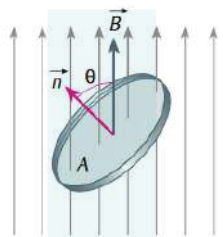
$B \rightarrow$ intensidade do campo magnético;

$A \rightarrow$ área da superfície atravessada pelo campo;

$\theta \rightarrow$ ângulo entre o vetor B e a normal à superfície da área A .

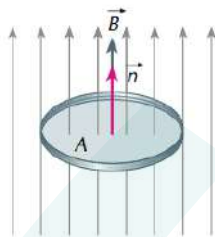
Assim, o fluxo magnético depende tanto da intensidade do campo, quanto da área considerada e da orientação dessa área em relação às linhas de indução magnética.

A



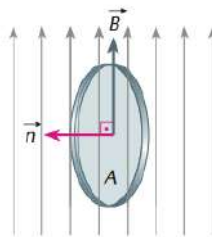
$$\cos \theta < 1 \text{ e } \Phi = BA \cdot \cos \theta$$

B



$$\cos \theta = 1 \text{ e } \Phi = BA$$

C



$$\cos \theta = 0 \text{ e } \Phi = 0$$

INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA – LEI DE LENZ

Sempre que o **fluxo magnético** que atravessa um circuito varia, surge nesse circuito uma **força eletromotriz induzida (fem)**, que dá origem a uma **corrente induzida**. O princípio fundamental, enunciado pela **Lei de Lenz**, afirma:



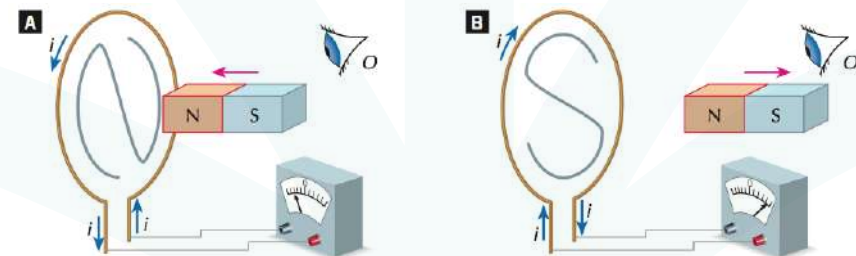
CÁLCULOS E NOTAS

O sentido da corrente induzida é tal que os efeitos que ela produz se opõem à causa que lhe deu origem.

EM OUTRAS PALAVRAS:

A corrente induzida cria um **fluxo magnético próprio**, chamado **fluxo magnético induzido**.

Esse fluxo induzido sempre age de modo a se opor à **variação do fluxo magnético inicial (indutor)**.



Essa oposição é uma consequência direta da **lei da conservação da energia**, pois impede que a energia elétrica seja criada “do nada”: sempre será necessária uma **fonte de energia mecânica** para manter a variação do fluxo magnético.

LEI DE FARADAY–NEUMANN

A **lei de Faraday–Neumann** descreve quantitativamente o fenômeno da indução eletromagnética.

Ela afirma que:

$$\varepsilon_M = - \frac{\Delta \phi}{\Delta \tau}$$

o sinal **negativo** expressa a **Lei de Lenz**, indicando que a corrente induzida surge de forma a se opor à variação do fluxo que a gerou.

Em termos práticos, a Lei de Faraday–Neumann mostra que **quanto mais rápida for a variação do fluxo magnético, maior será a corrente induzida**.

TRANSFORMADORES

O transformador é um dispositivo utilizado para modificar uma diferença de potencial (ddp) alternada, **podendo aumentá-la (transformador elevador) ou reduzi-la (transformador abaixador)**, conforme a necessidade.

ELE É CONSTITUÍDO POR:

- **Duas bobinas independentes** (enrolamentos), denominadas:
- **Primário (P)**: recebe a ddp de entrada.
- **Secundário (S)**: fornece a ddp transformada.
- **Um núcleo de ferro laminado**, cuja função é concentrar e conduzir o fluxo magnético, além de minimizar as **correntes de Foucault** (perdas por aquecimento).

Funcionamento

Quando uma corrente alternada percorre o primário, cria-se um fluxo magnético alternado no núcleo.

Esse fluxo atravessa também o secundário, induzindo nele uma corrente alternada, devido à indução eletromagnética. O valor da tensão induzida depende da razão entre o número de espiras de cada bobina.

Relação Fundamental

Sejam:

N_p → número de espiras do primário

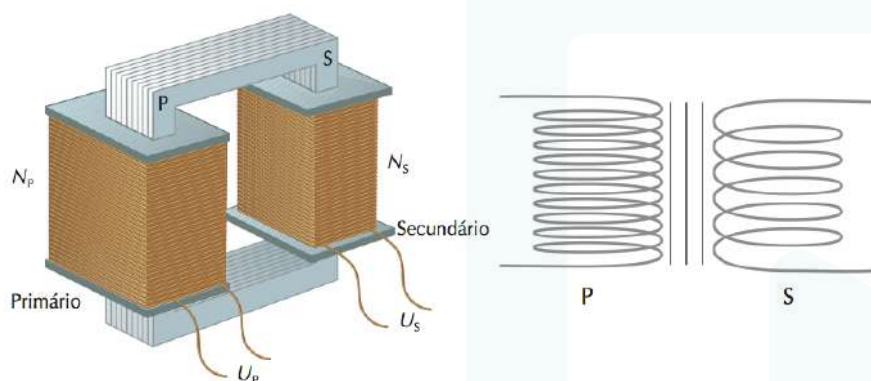
N_s → número de espiras do secundário

U_p → tensão eficaz no primário

U_s → tensão eficaz no secundário



CÁLCULOS E NOTAS



A relação entre essas grandezas é:

$$\frac{U_P}{U_S} = \frac{N_P}{N_S}$$

OBSERVAÇÕES IMPORTANTES:

Quando $N_S > N_P$, o transformador é **elevador** (aumenta a tensão).

Quando $N_S < N_P$, o transformador é **abaixador** (reduz a tensão).

Na prática, há perdas de energia (aquecimento, correntes de Foucault, histerese), mas em condições ideais a potência é conservada:

$$P_P = P_S \Rightarrow i_P \cdot U_P \approx i_S \cdot U_S$$



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Escaneie o Qrcode ao lado para ter acesso as referências bibliográficas



ANOTAÇÕES



CÁLCULOS E NOTAS

Estamos juntos nessa!



C U R S O
FERNANDA PESSOA
ONLINE

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS.