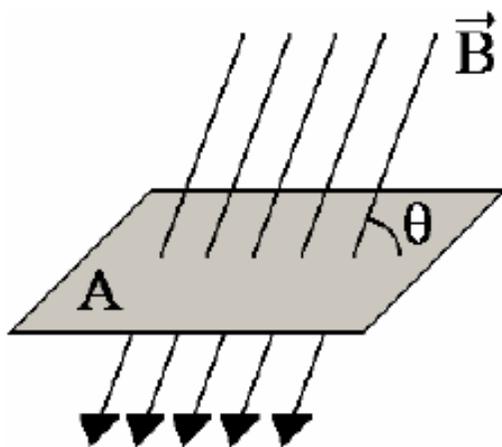


# Variação de fluxo magnético

## Fluxo magnético:

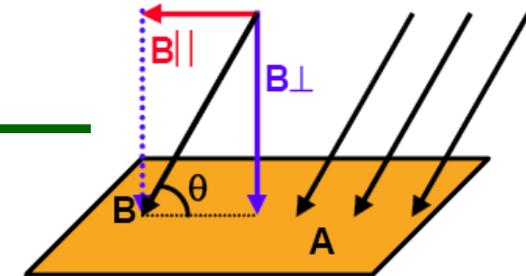
- Fluxo magnético ( $\Phi$ ) é o conjunto de todas as linhas de campo que atingem perpendicularmente uma área.
- Unidade é Weber [Wb];
- Um Weber corresponde a  $1 \times 10^8$  linhas de campo.

Equação do fluxo:  $\longrightarrow \Phi = \int \vec{B} \cdot dA$



$$B_{\perp} = B \cdot \text{sen}\theta$$

$$\Phi = B \cdot A \cdot \text{sen}\theta$$



$B$  - vetor densidade de campo magnético [T]

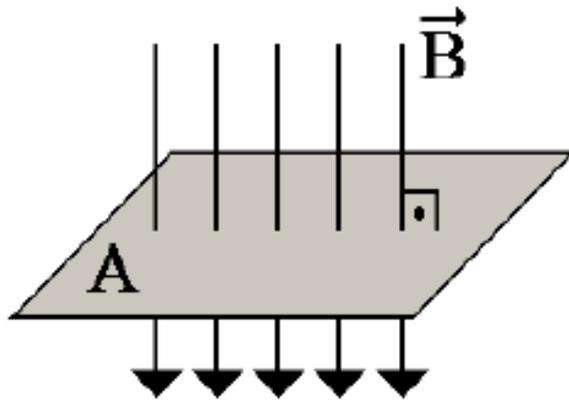
$A$  - área de incidência das linhas [ $\text{m}^2$ ]

$\theta$  - ângulo de incidência das linhas de campo com a superfície [ $^{\circ}$  ou rad]

$\Phi$  - Fluxo Magnético [Wb]

# Varição de fluxo magnético

Conforme o ângulo de incidência:

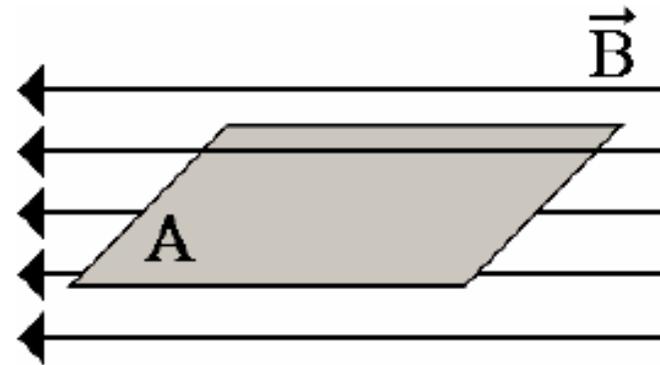


$90^\circ$

$$\text{sen}(90) = 1$$



Fluxo magnético será máximo.



$0^\circ$  ou  $180^\circ$

$$\text{sen}(0) = \text{sen}(180) = 0$$

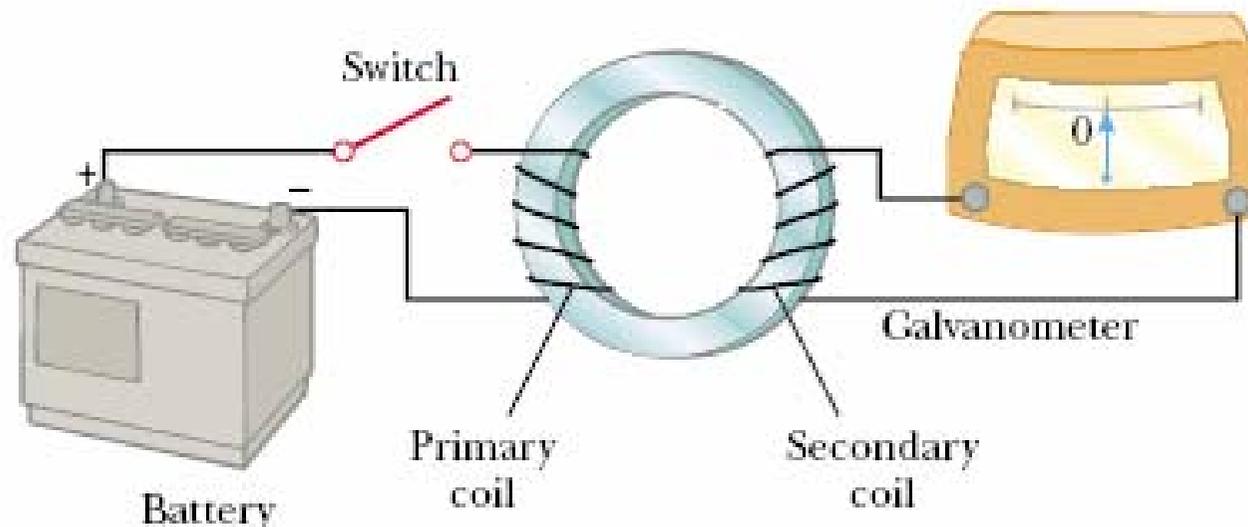


Fluxo magnético será nulo.

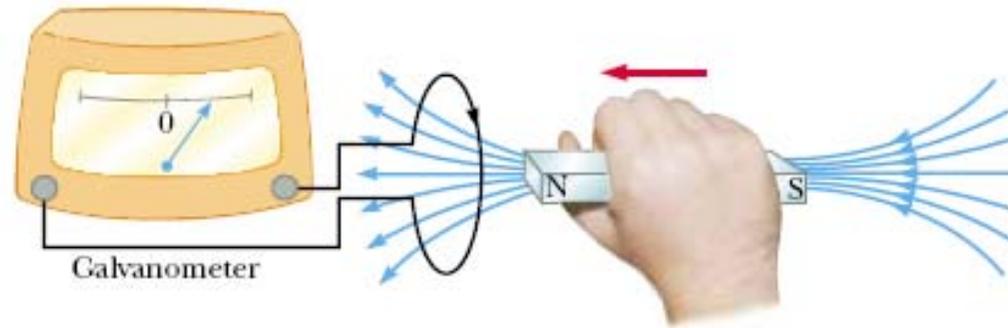
# Indução eletromagnética

## Experiência de Faraday:

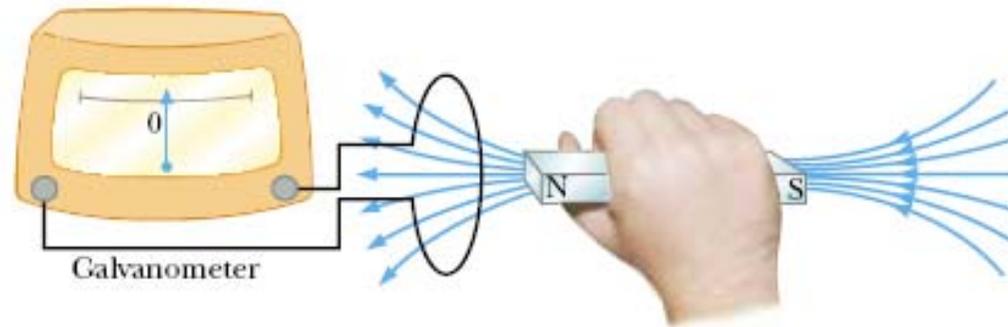
- No momento que a chave é fechada, o galvanômetro acusa uma pequena corrente de curta duração;
- Após a corrente cessar e durante tempo em que a chave permanecer fechada, o galvanômetro não mais acusa corrente;
- Ao abrir-se a chave, o galvanômetro volta a indicar uma corrente de curta duração, em sentido oposto ao observado no momento de fechamento da chave.



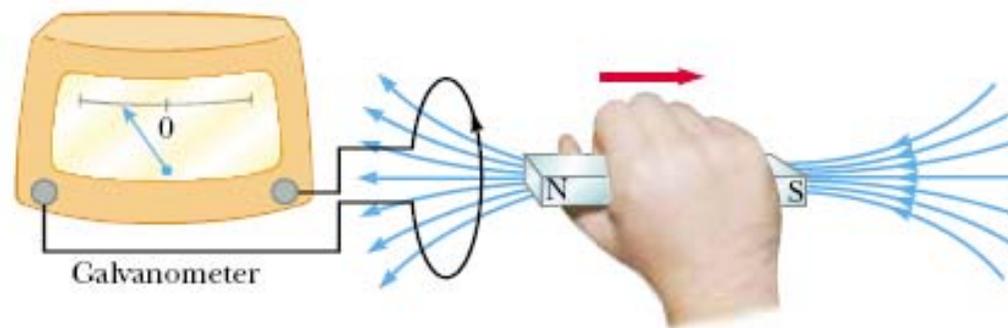
# Indução eletromagnética



(a)



(b)

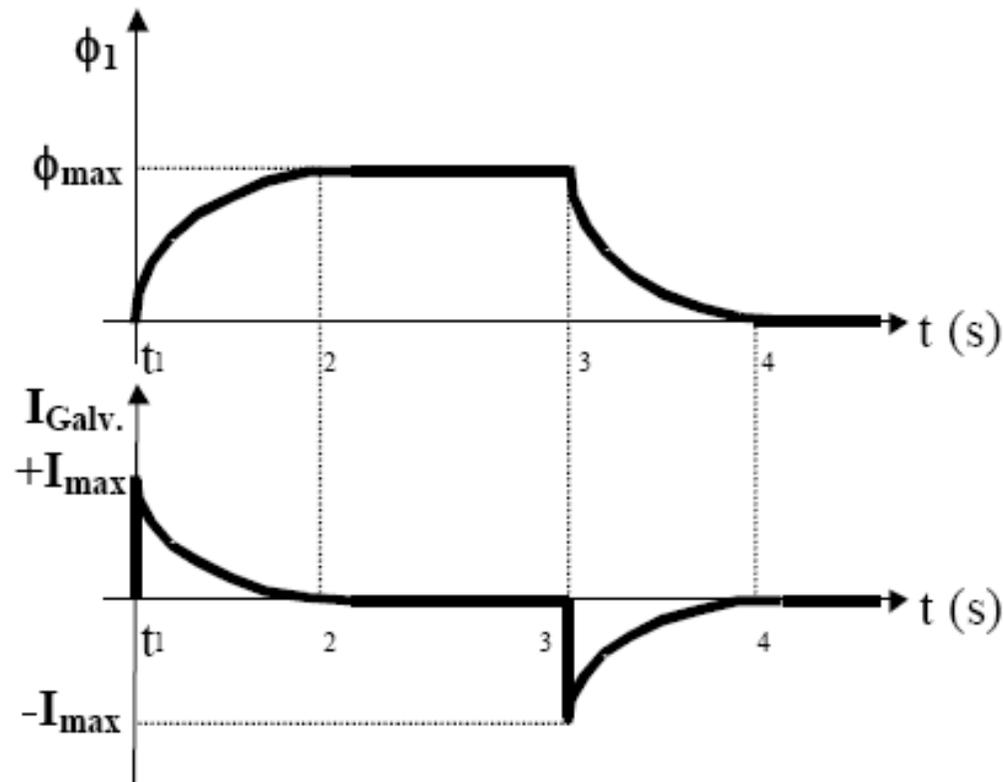


(c)

# Indução eletromagnética

## Observação de Faraday:

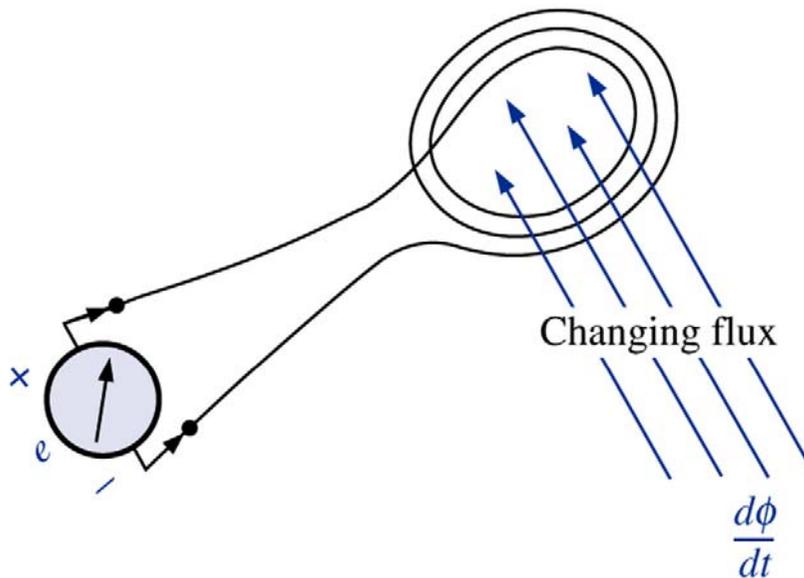
A simples presença do campo magnético não gera corrente elétrica. Para gerar corrente é necessário ocorrer variação do fluxo magnético.



# Indução eletromagnética

## Lei da indução eletromagnética de Faraday:

Em todo condutor enquanto sujeito a uma variação de fluxo magnético é estabelecida uma força eletromotriz (tensão) induzida.



$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi_B}{dt}$$

$$\rightarrow \Phi_B = \int \mathbf{B} \cdot d\mathbf{A}$$

$$\mathcal{E} = -N \frac{d\Phi_B}{dt}$$

$e$  - força eletromotriz induzida (tensão induzida) [V]

$d\phi/dt$  - taxa de variação do fluxo magnético no tempo [Wb/s]

$N$  - número de espiras.

# Indução eletromagnética

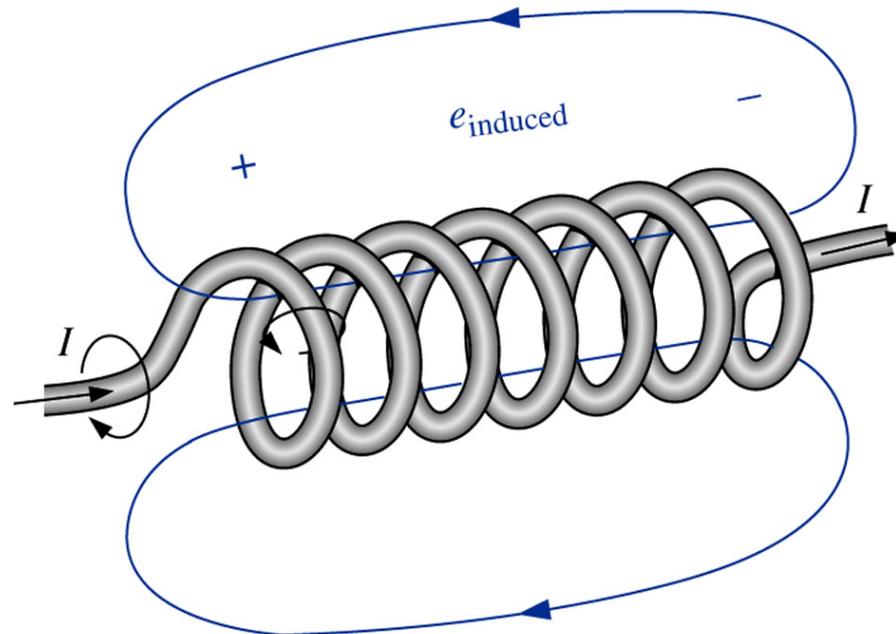
**A indução eletromagnética é regida por duas leis:**

- Lei de Faraday;
- Lei de Lenz.

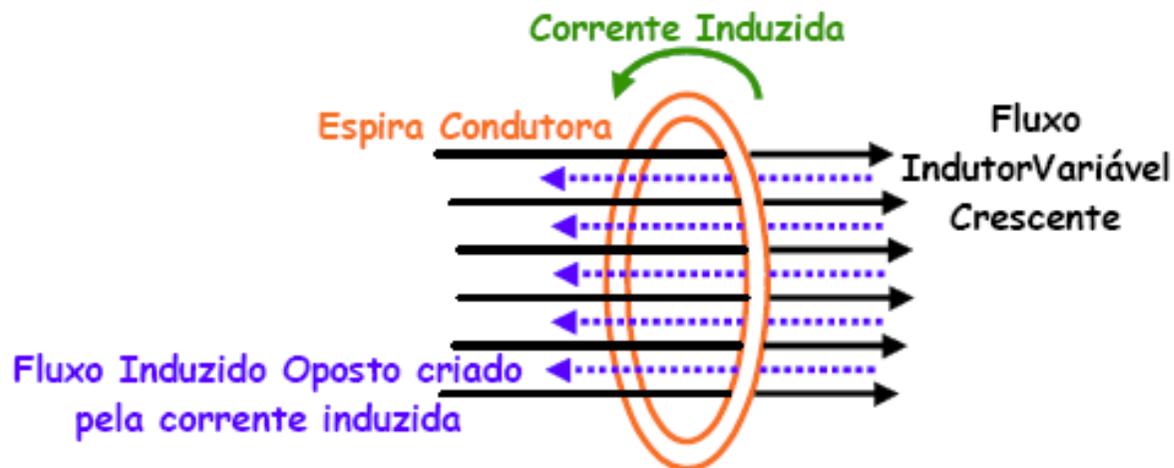
**Lei de Lenz:**

O sentido da corrente induzida é tal que origina um fluxo magnético induzido, que se opõe à variação do fluxo magnético indutor.

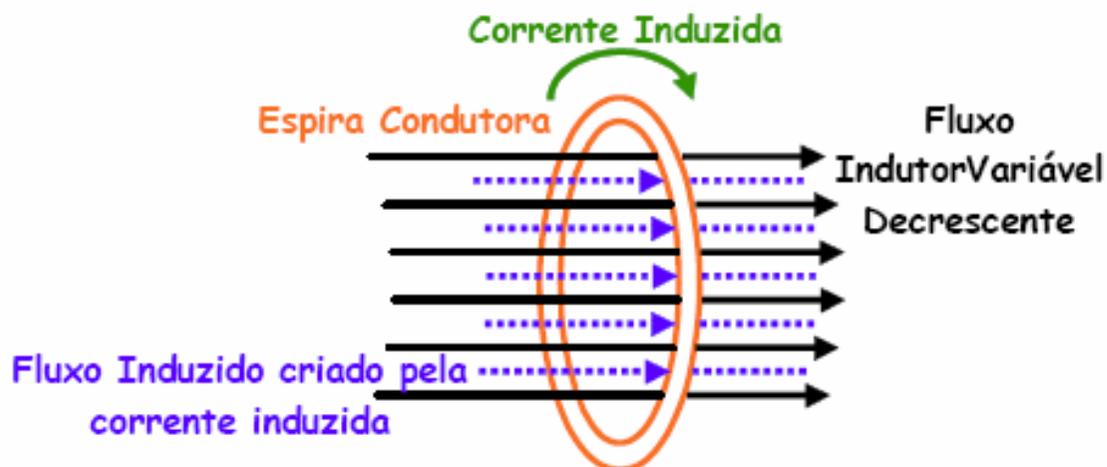
$$\mathcal{E} = -N \frac{d\Phi_B}{dt}$$



# Indução eletromagnética

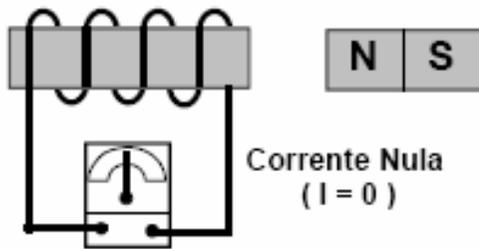


*Fluxo indutor variável crescente induz uma corrente que produz um fluxo induzido oposto.*

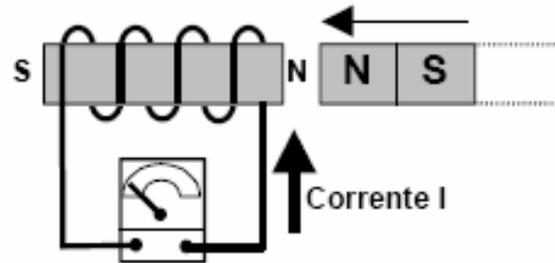


*Fluxo indutor variável decrescente induz uma corrente de produz um fluxo induzido de mesmo sentido.*

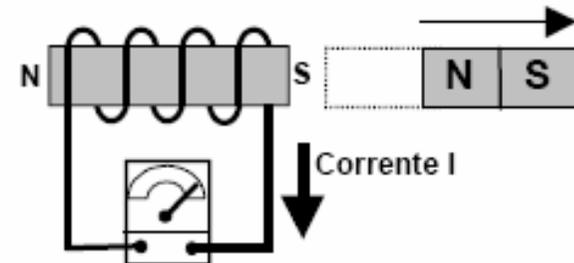
# Indução eletromagnética



a) Ímã parado não induz corrente

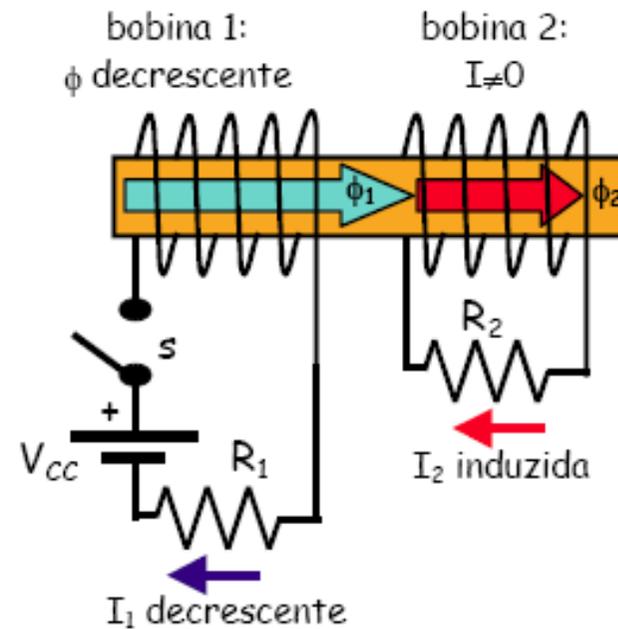
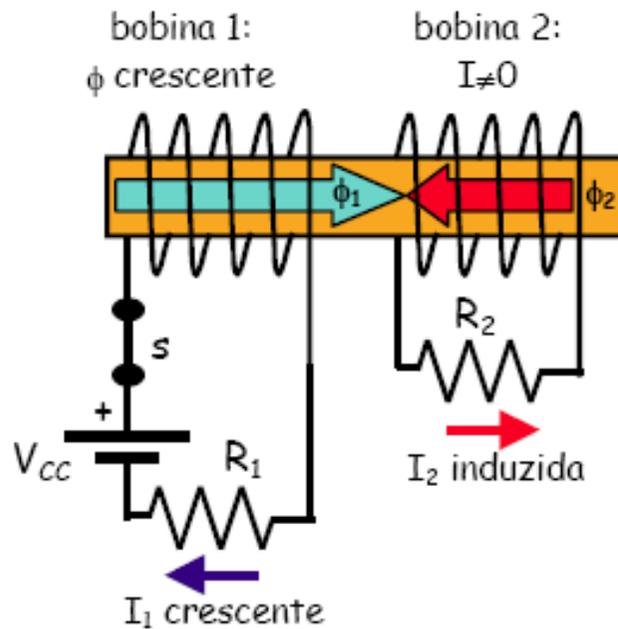
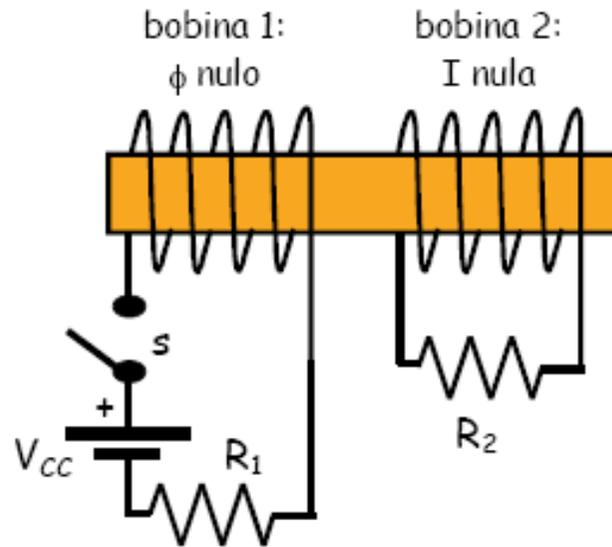


b) Ímã se aproximando



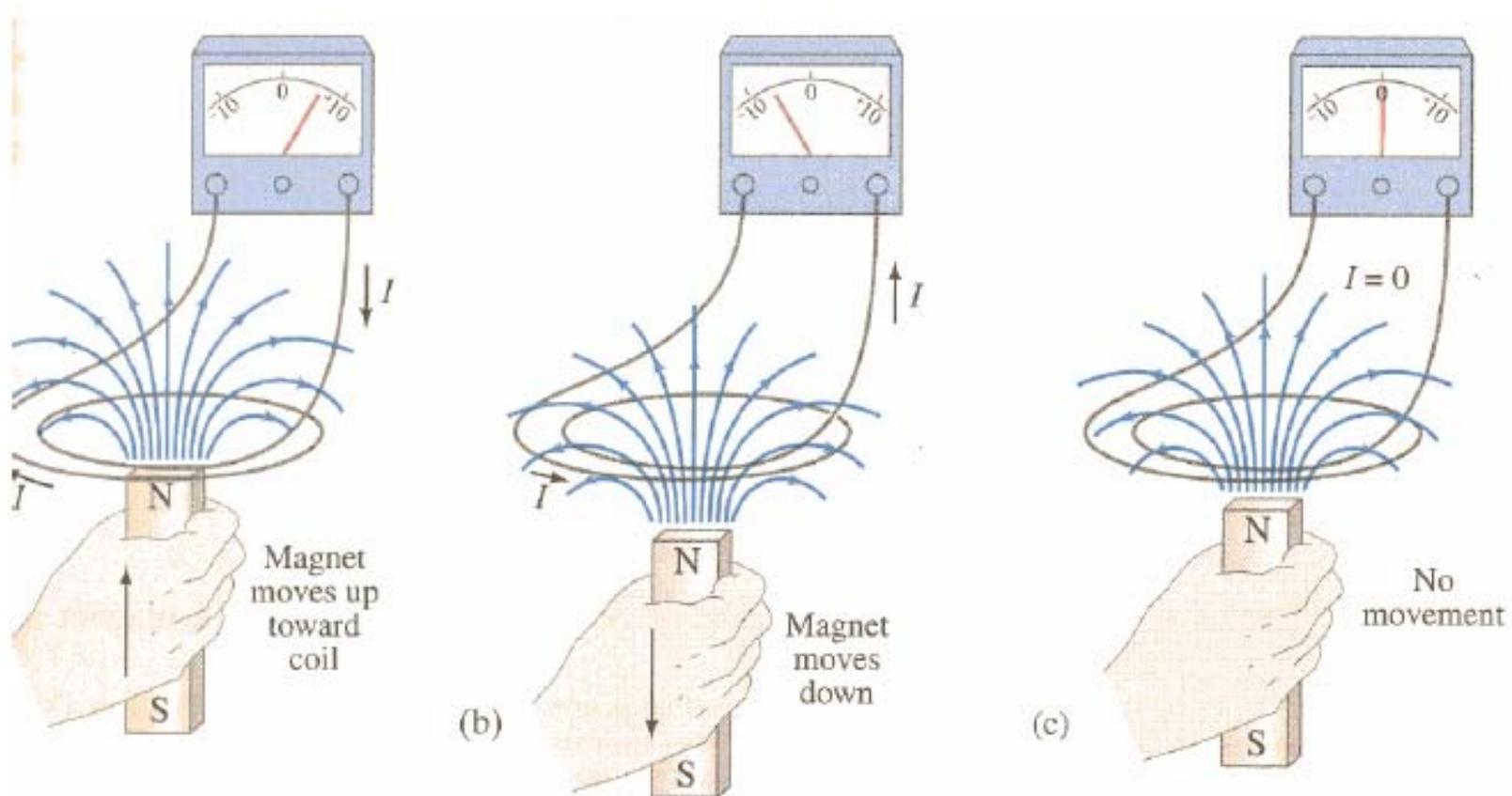
c) Ímã se afastando

# Indução eletromagnética



# Indução eletromagnética

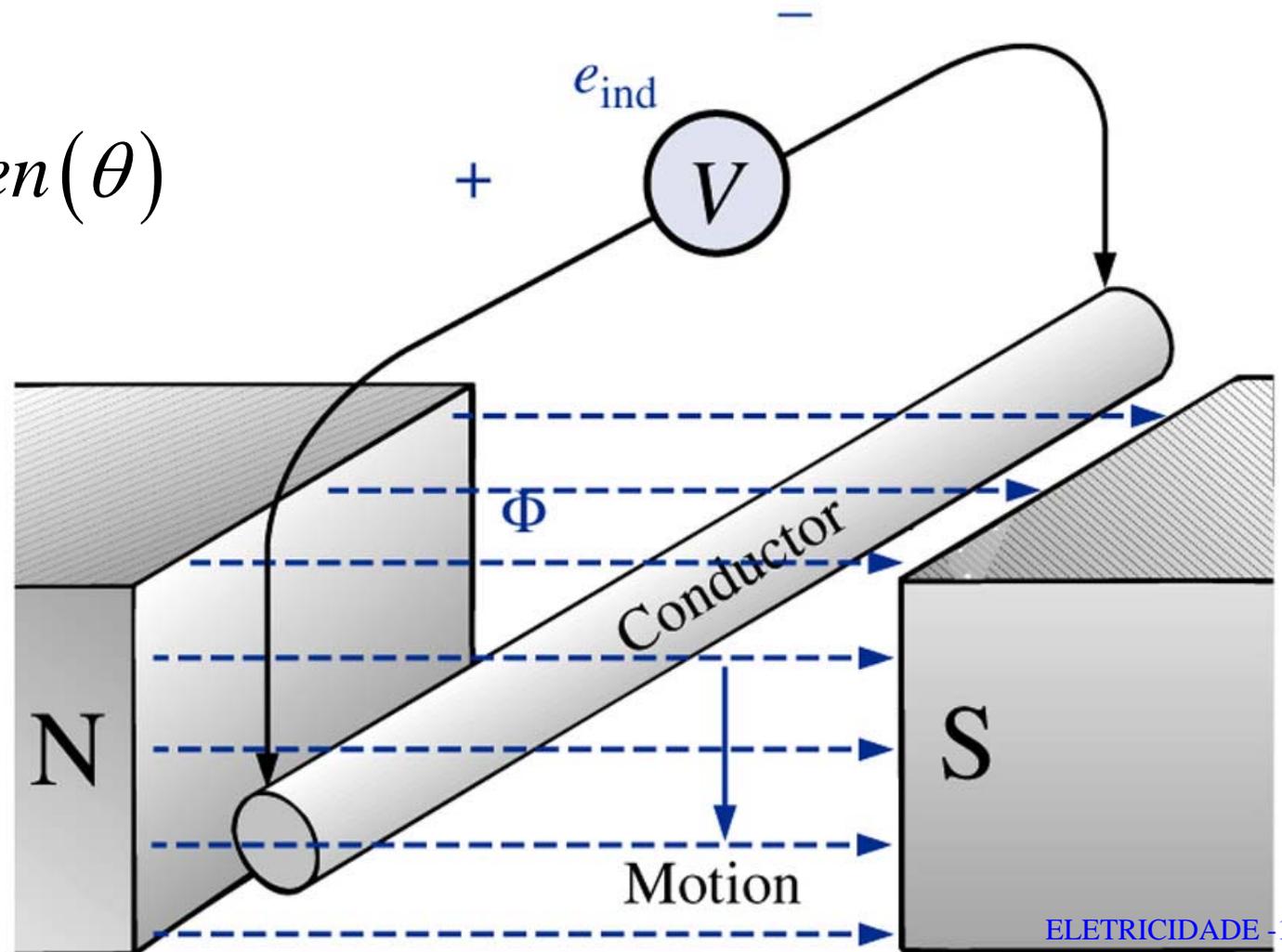
Com base nas leis da indução, explicar o comportamento do amperímetro na figura abaixo:



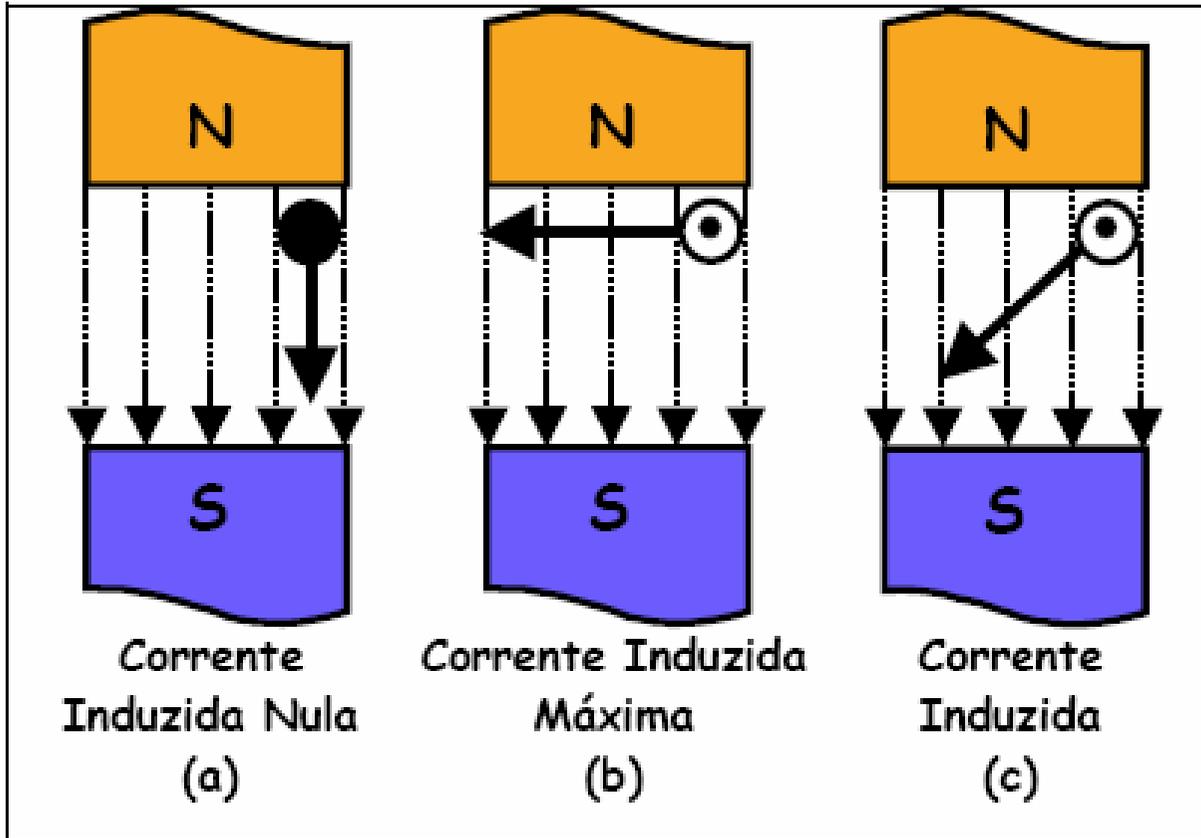
# Tensão induzida em condutores num campo

$$\varepsilon = -N \frac{d\phi}{dt}$$

$$\phi = B \cdot A \cdot \text{sen}(\theta)$$



# Tensão induzida em condutores num campo



$$\theta = 0^\circ$$



$$\phi = 0$$

$$\theta = 90^\circ$$



$$\phi = \phi_{\max}$$

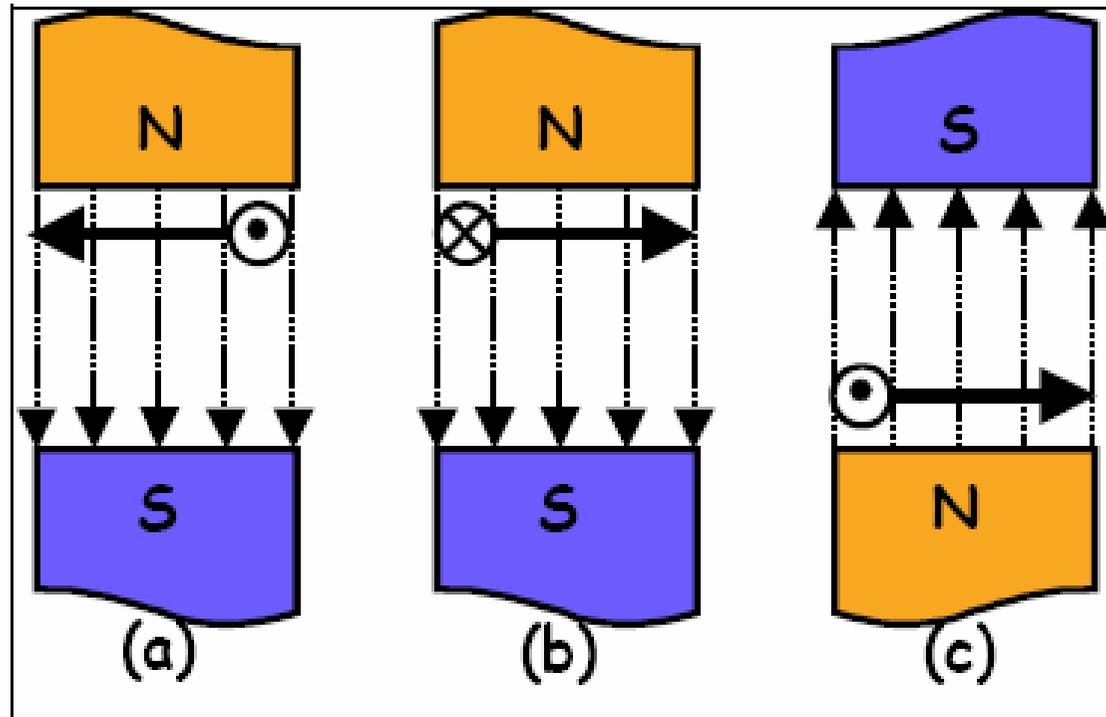
$$0^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$$



$$0 \leq \phi \leq \phi_{\max}$$



# Tensão induzida em condutores num campo



Inversão na direção do movimento ou a polaridade do movimento, muda o sentido da corrente induzida.

# Tensão induzida em condutores num campo

$$e = - \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

$$\Delta\phi = B \cdot \Delta A \cdot \text{sen}90^\circ$$

$$B = \frac{\Delta\phi}{\Delta A}$$

$$e = - \frac{B \cdot \Delta A}{\Delta t}$$

$$e = - \frac{B \cdot (\Delta x \cdot \ell)}{\Delta t}$$

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$e = -B \cdot \ell \cdot v$$

$e$  - Força Eletromotriz induzida num condutor que corta um campo magnético [V];

$B$  - Densidade de Fluxo Magnético [T];

$\ell$  - comprimento ativo do condutor no campo magnético [m];

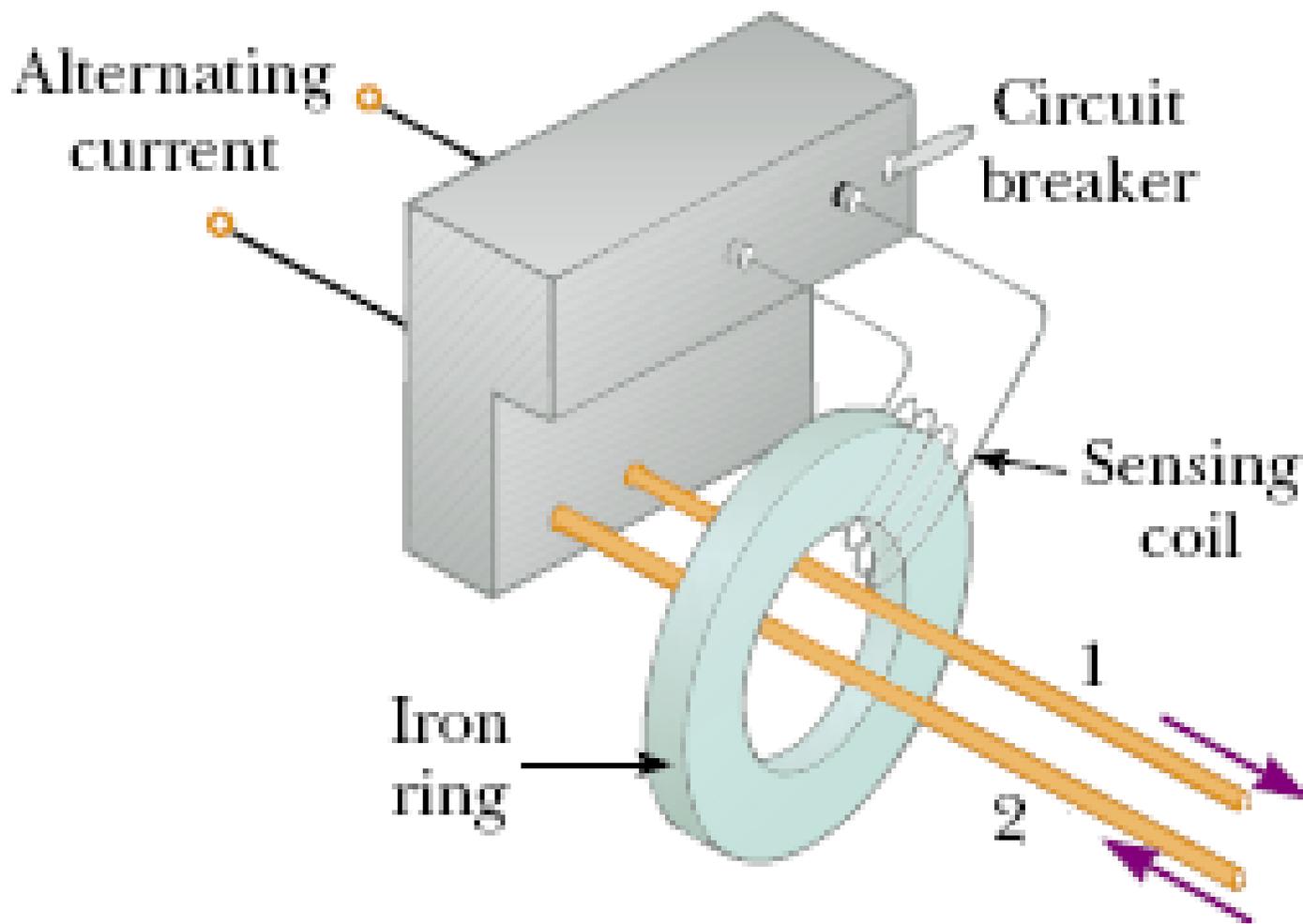
$v$  - velocidade do condutor, perpendicular ao campo [m/s].

# Tensão induzida em condutores num campo

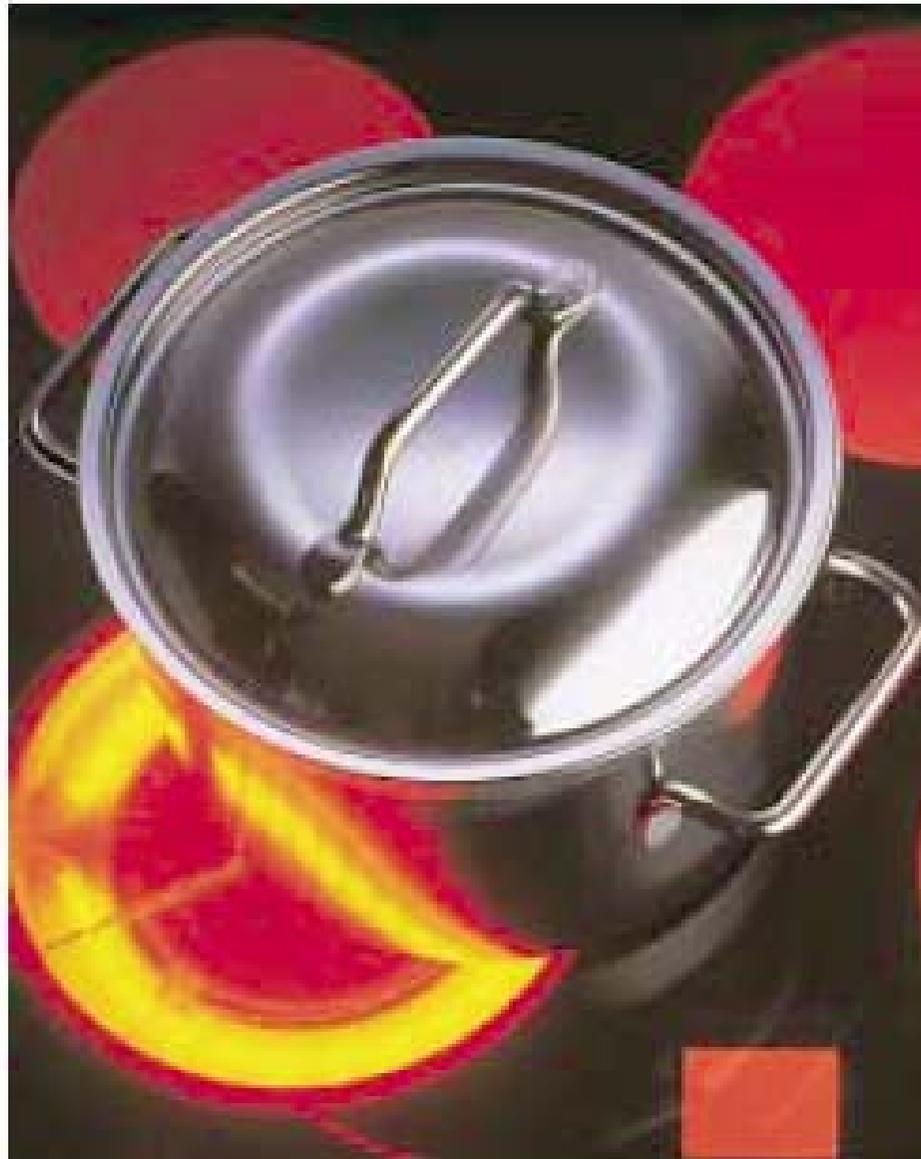
A corrente pode ser induzida em um condutor através de três maneiras:

- a) O condutor é movido através de um campo magnético estacionário. Este princípio se aplica nos geradores de corrente contínua, por exemplo.
- b) O condutor está estacionário e o campo magnético se movimenta. Este princípio se aplica nos geradores de corrente alternada, por exemplo.
- c) O condutor e o eletroímã que gera o campo magnético estão estacionários e a corrente alternando do estado ligado para desligado causa a pulsação do campo magnético. Este princípio se aplica nas bobinas das velas de ignição nos motores dos automóveis e também nos transformadores.

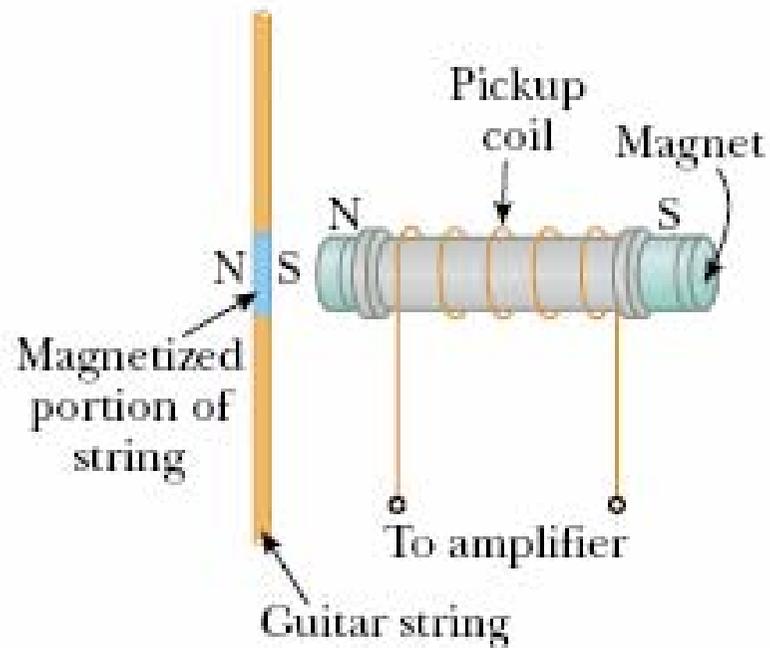
# Aplicações – Disjuntor diferencial



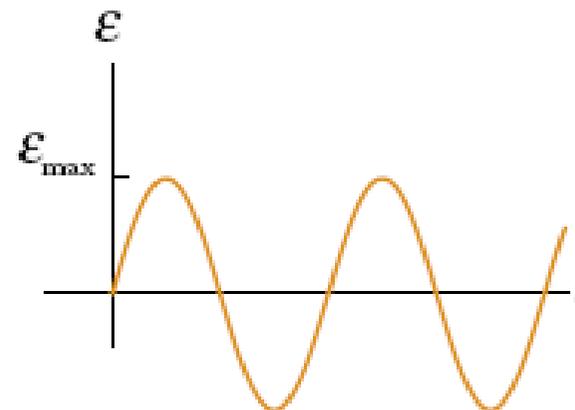
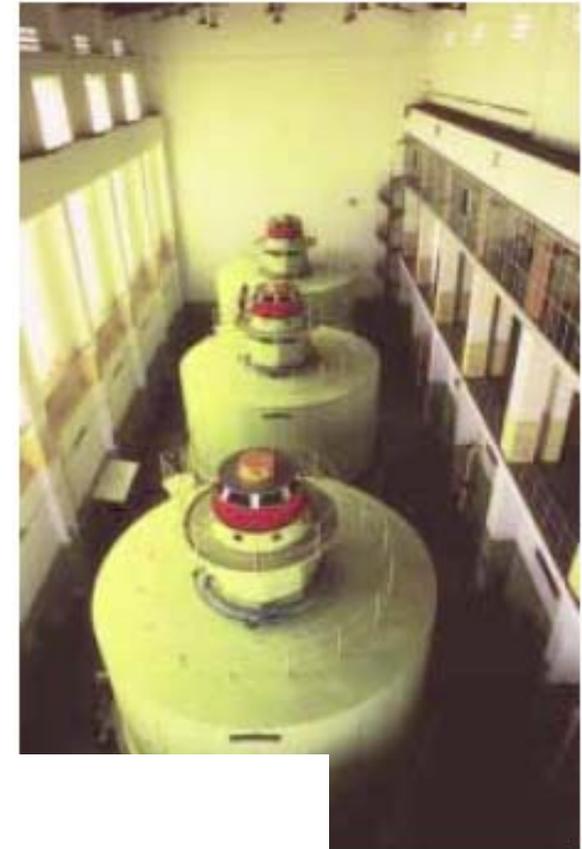
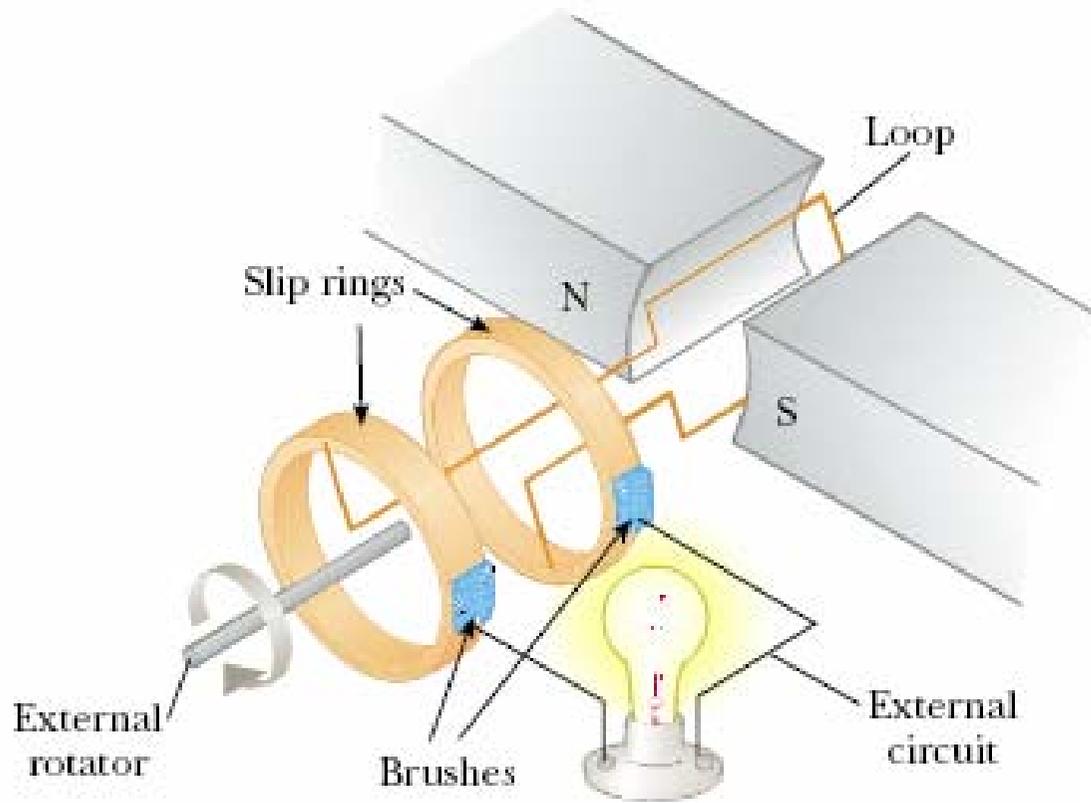
# Aplicações – Forno ou panela de indução



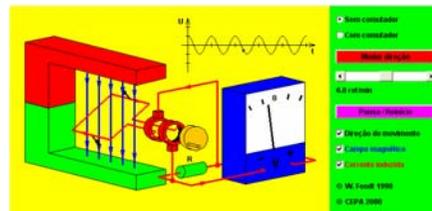
# Aplicações – Guitarra elétrica



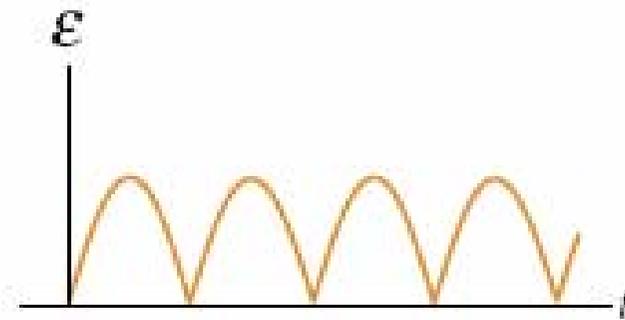
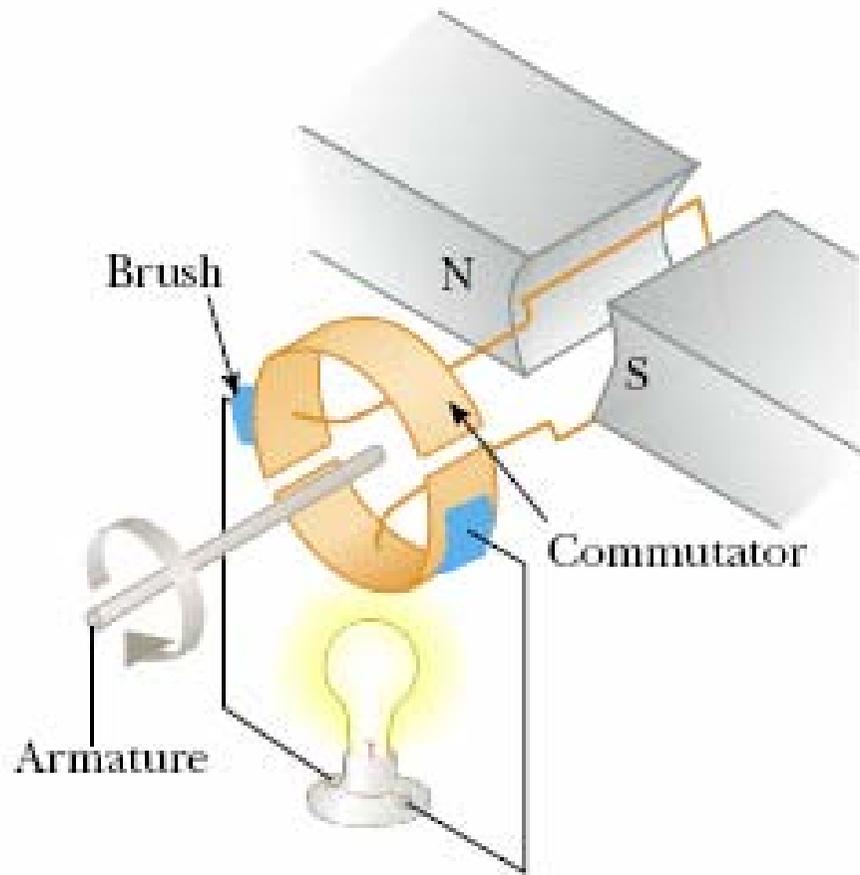
# Aplicações – Geração de CA



Applets em java →



# Aplicações – Gerador CC



Applets em java →

