

## Indução electromagnética

Força electromotriz induzida num circuito: Lei de Faraday e Lei de Lenz



Correntes eléctricas  $\Rightarrow$  criam campos magnéticos (cap. IV).



Faraday (1791-1867)

Nos início dos anos 30 do séc. XIX, Michael Faraday, em Inglaterra, e Joseph Henry, nos Estados Unidos, descobriram outros efeitos interessantes entre a electricidade e o magnetismo



**corrente eléctrica induzida.**



Henry (1797- 1878)



### 1ª experiência



(a)

Quando o íman é deslocado na direcção da bobina, a agulha do galvanómetro desvia-se num sentido.



(b)

Quando o íman é mantido em repouso, em relação à bobina, não há desvio da agulha do galvanómetro.



(c)

Quando o íman é deslocado no sentido oposto da bobina, a agulha do galvanómetro desvia-se num outro sentido

A partir destas observações, concluímos que o circuito "sabe" que o íman está a ser movimentado.



- Verifica-se o aparecimento de uma corrente quando existe movimento relativo entre a bobina e o íman.
- Não existe corrente quando não existe movimento relativo
- Quanto mais rápido for o movimento relativo maior é a intensidade da corrente.
- O sentido da corrente depende da orientação relativa do íman em relação à bobina.

### Processo de Indução

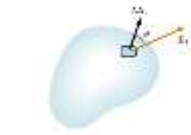
**A corrente produzida no circuito é uma corrente induzida**



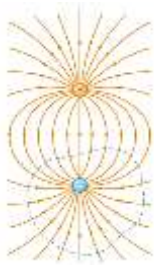
Quando o **fluxo do campo magnético** através de uma espira varia no tempo, surge na espira uma corrente eléctrica (**corrente induzida**).



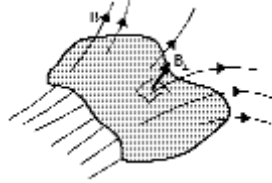
## fluxo do campo eléctrico



$$\Phi_E = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A}$$

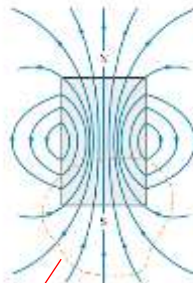


## fluxo do campo magnético



$$\Phi_B = \int \vec{B} \cdot d\vec{A}$$

$$\Phi_B = B A \cos \theta$$



$$\Phi_B = \oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0$$

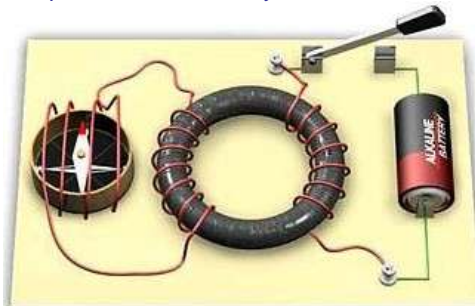
Unidade SI: Wb (Weber)  
(Tesla metro quadrado)



## 2ª experiência

Experiência de Faraday

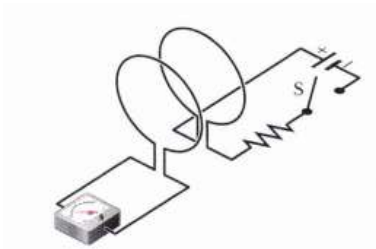
<http://micro.magnet.fsu.edu/electromag/java/faraday/index.html>



- Se **fechamos** o **interruptor**, verificamos que a **agulha** da bússola se **move**, regressando de seguida à posição inicial.
- **Nada** acontece enquanto a **corrente** no primeiro circuito se mantém **estacionária (constante)**
- Quando se **abre** o **interruptor** acontece algo **semelhante** ao que acontece quando se **liga** o circuito, com a diferença da **agulha** se **deslocar para o sentido oposto** ao inicial.

Que se passa?





Quando se fecha o circuito da bobina do lado direito, verifica-se que há uma corrente induzida na bobina do lado esquerdo.

Mantendo o circuito fechado (mantendo a corrente na bobina da direita constante) não se verifica a existência de corrente induzida, na bobina da esquerda.

Quando se abre o circuito, verifica-se de novo que há corrente induzida na bobina do lado esquerdo.



**Só há corrente induzida, quando há variação na corrente do circuito primário**



Michael Faraday e Joseph Henry descobriram que **campos magnéticos variáveis** criam correntes eléctricas num fio condutor – **Correntes induzidas**.

Como se podem criar campos magnéticos variáveis?



**Através do movimento relativo entre condutores e magnetes, ou através dos campos magnéticos variáveis produzidos por correntes variáveis.**



Quando o fluxo do campo magnético através de uma espira varia no tempo, surge na espira uma corrente eléctrica (**corrente induzida**).

Chama-se **força electromotriz induzida** ao trabalho realizado por unidade de carga durante o movimento dos portadores de carga que constituem a corrente induzida.

Quando o número de linhas de campo que atravessa uma espira se altera, surge na espira uma força electromotriz induzida.



- Nas duas experiências descritas houve uma *fem* induzida num circuito quando o fluxo magnético ( $\Phi_B$ ) através do circuito variou no tempo.
- Uma corrente eléctrica pode ser produzida por um campo magnético variável. Uma força electromotriz ( $\mathcal{E}$ ) induzida produz-se no circuito secundário em virtude do campo magnético variável.
- A *fem* induzida num circuito é directamente proporcional à taxa temporal de variação do  $\Phi_B$  através do circuito.



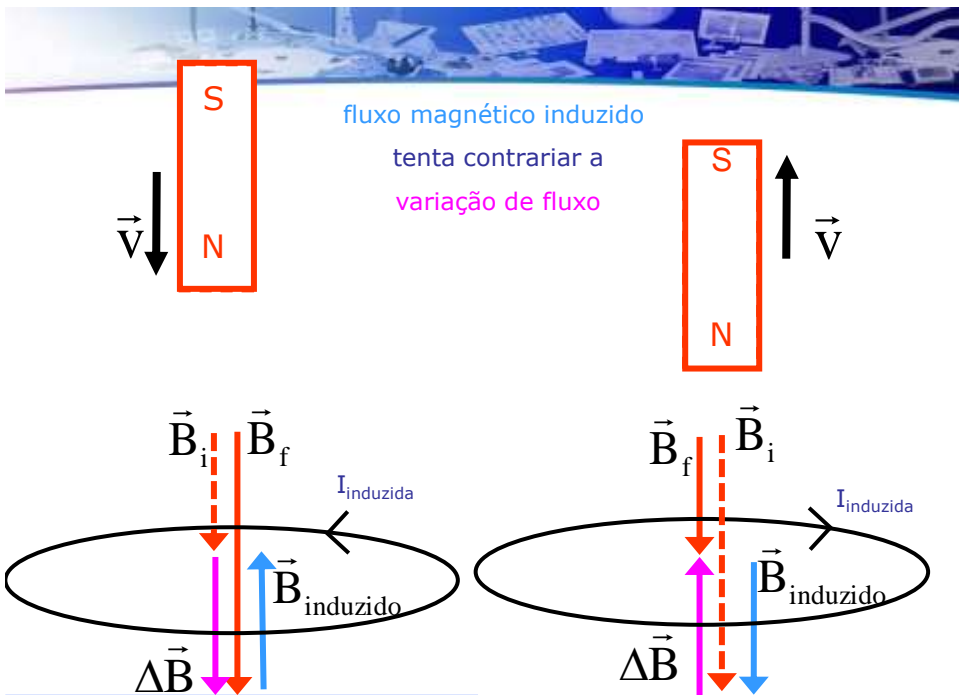
## Lei de Faraday da indução magnética

A *fem* induzida instantaneamente num circuito corresponde à taxa de variação do fluxo magnético através do circuito

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

## Lei de Lenz:

O sentido da *fem* induzida é tal que produz uma corrente eléctrica cujo campo magnético se opõe à variação do fluxo magnético através da espira. Isto significa que a corrente induzida tende a manter o fluxo inicial através do circuito.



## Sentido da Corrente Induzida

