

Indução eletromagnética





Fluxo magnético (Φ_m)

O fluxo magnético que atravessa uma determinada superfície é dado pela expressão

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

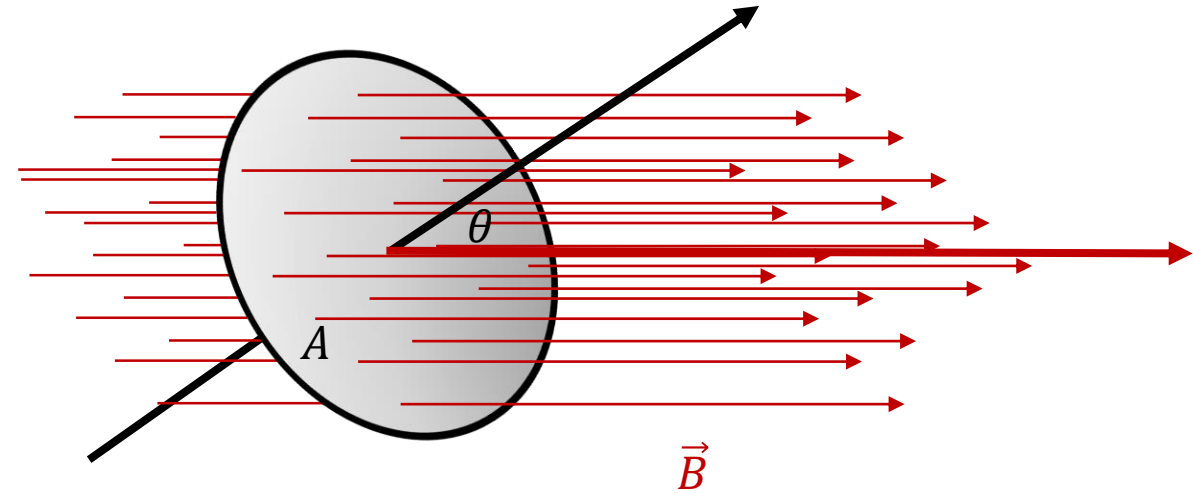
em que:

\vec{B} – campo magnético (tesla, T)

A – área da superfície (metro quadrado, m^2)

θ – ângulo entre o campo magnético e a normal à superfície

A unidade SI do fluxo magnético é **weber (Wb)**.

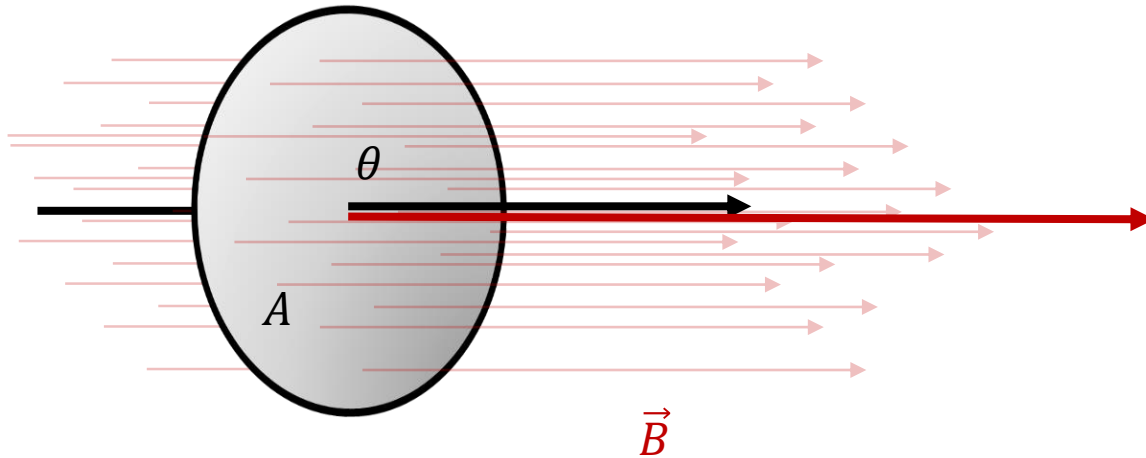


[Φ é a letra grega 'fi' maiúscula]

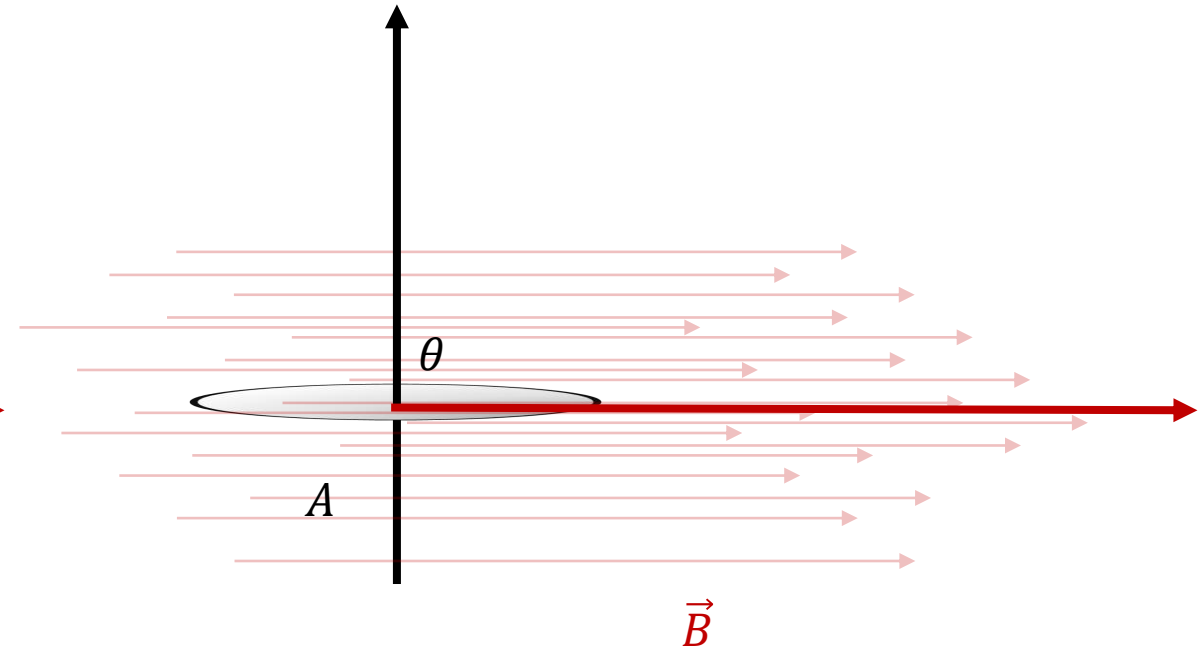
Fluxo magnético

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

O fluxo é:



Máximo quando $\theta = 0^\circ$



Mínimo quando $\theta = 90^\circ$

O fluxo é negativo quando $\theta > 90^\circ$.

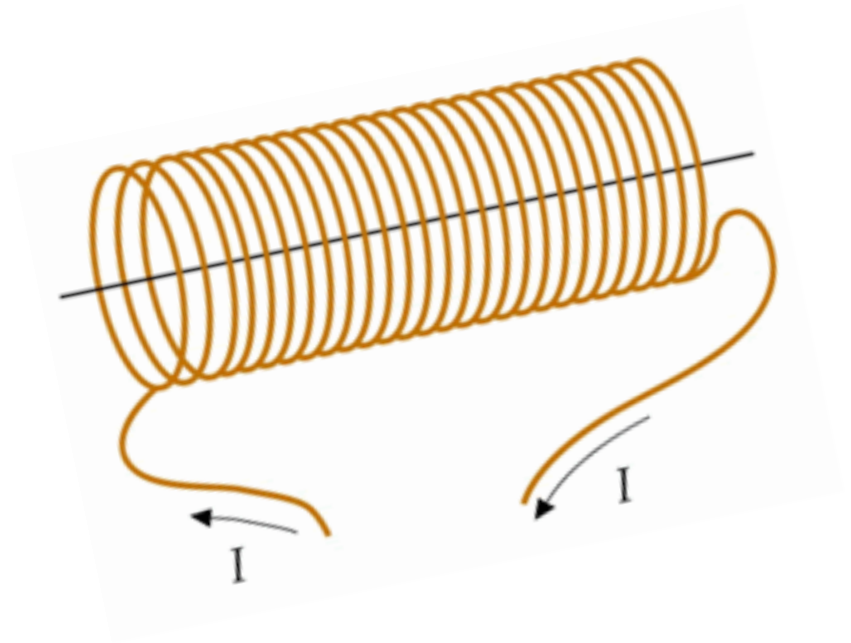
Fluxo magnético

Multiplicando o efeito de uma **espira** (volta)...

obtemos uma **bobina/solenóide**!!

O fluxo através de uma bobina com N espiras:

$$\Phi_m (bobina) = N \Phi_m (espira)$$



The image shows two electrical wires against a dark blue background. The wires have black and red insulation. The copper strands at the ends are exposed and are surrounded by bright, glowing sparks and light, suggesting an electrical discharge or a short circuit. A red horizontal bar is overlaid across the middle of the image, containing the text.

Como *criar* corrente elétrica?

[Imagem: inlearno.ru]

Produção de energia elétrica

Processos químicos

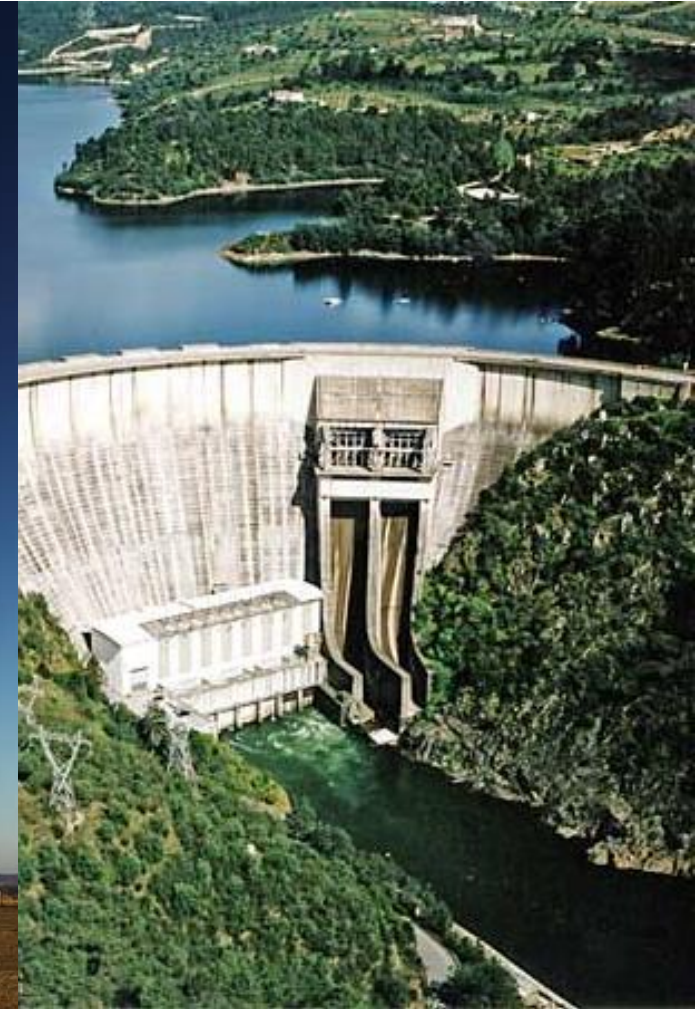


[Imagem: meioambiente.culturamix.com]

Indução eletromagnética



[Imagem: Noctula]



[Imagem: pequenoscientistassanjoanenses.wordpress.com]

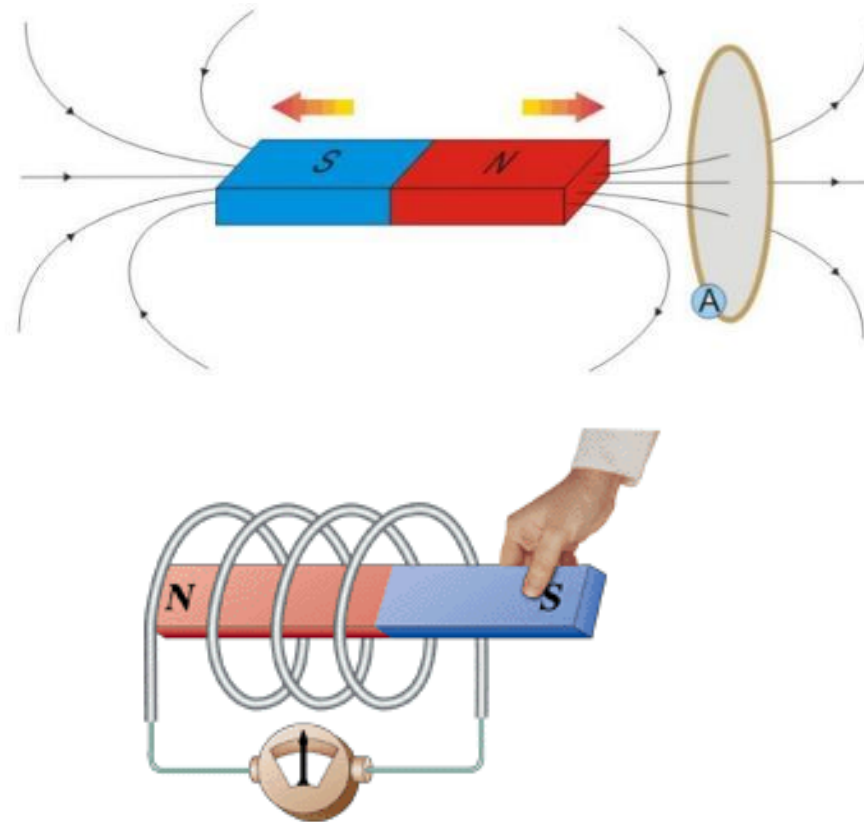
Indução eletromagnética

Faraday (em 1831) **produziu uma corrente elétrica** por **indução eletromagnética** provocando a **variação do fluxo magnético num circuito!**

...É necessário que ocorra:

Movimento relativo de um **ímã** relativamente ao **circuito**;

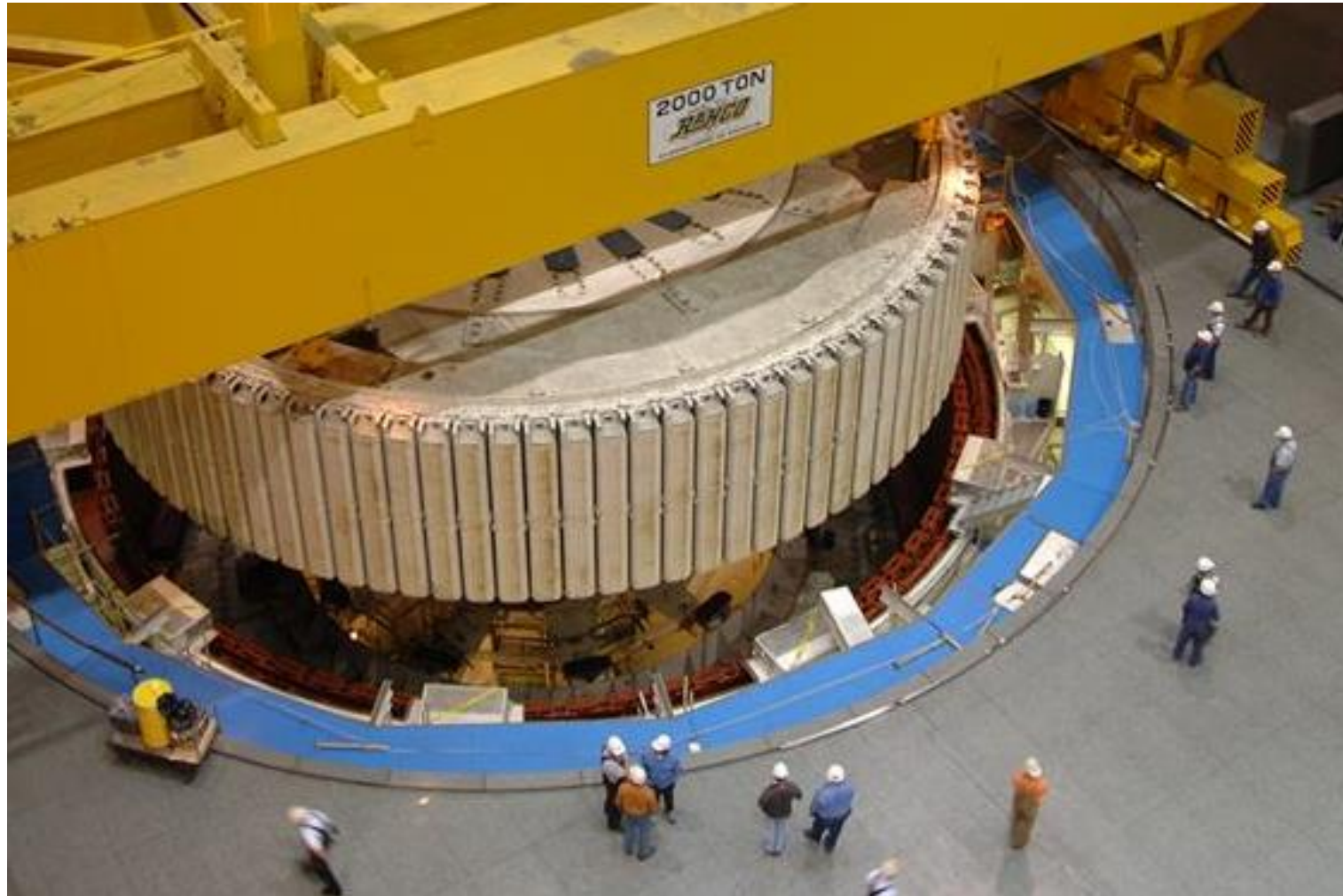
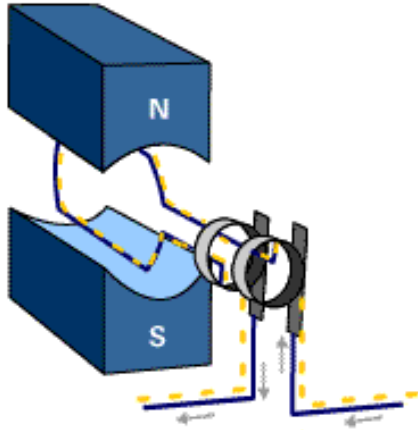
Alteração da área do circuito ou **orientação espacial da bobina** relativamente ao ímã.



[Michael Faraday](#) (1791-1867).

[[Lei de Faraday](#)]

Indução eletromagnética



[Michael Faraday](#) (1791-1867).

Força eletromotriz induzida (ε_i)

A corrente induzida eletromagneticamente é gerada por uma d.d.p. (tensão) que se chama **força eletromotriz induzida** (ε_i).



Michael Faraday (1791-1867).

Lei de Faraday

Sempre que há **alteração do fluxo magnético, ao longo do tempo**, há produção de corrente elétrica criada por uma **força eletromotriz induzida (ε_i)**.

A Lei de Faraday estabelece a **relação** entre a **variação do fluxo magnético** e o **intervalo de tempo**:

$$\varepsilon_i = \frac{|\Delta\Phi_m|}{\Delta t}$$

A unidade SI da força eletromotriz induzida é o **volt (V)**.

Para N espiras (bonina):

$$\varepsilon_i = N \frac{|\Delta\Phi_m|}{\Delta t}$$

[ε é a letra grega 'épsilon' maiúscula]



[Michael Faraday](#) (1791-1867).



[Alessandro Volta](#) (1745-1827).

Lei de Faraday

$$\varepsilon_i = N \frac{|\Delta\Phi_m|}{\Delta t}$$

Uma **maior variação do fluxo magnético** provoca uma **maior força eletromotriz induzida**.

Quanto mais rápida for a variação de fluxo (**menor Δt**) **maior é a força eletromotriz induzida**.

Uma bobina com **mais espiras** produzirá uma **maior força eletromotriz induzida**.



[Michael Faraday](#) (1791-1867).



[Alessandro Volta](#) (1745-1827).

Lei de Faraday

$$\varepsilon_i = N \frac{|\Delta\Phi_m|}{\Delta t}$$

Potência elétrica disponível

$$P = U I = \varepsilon_i I$$



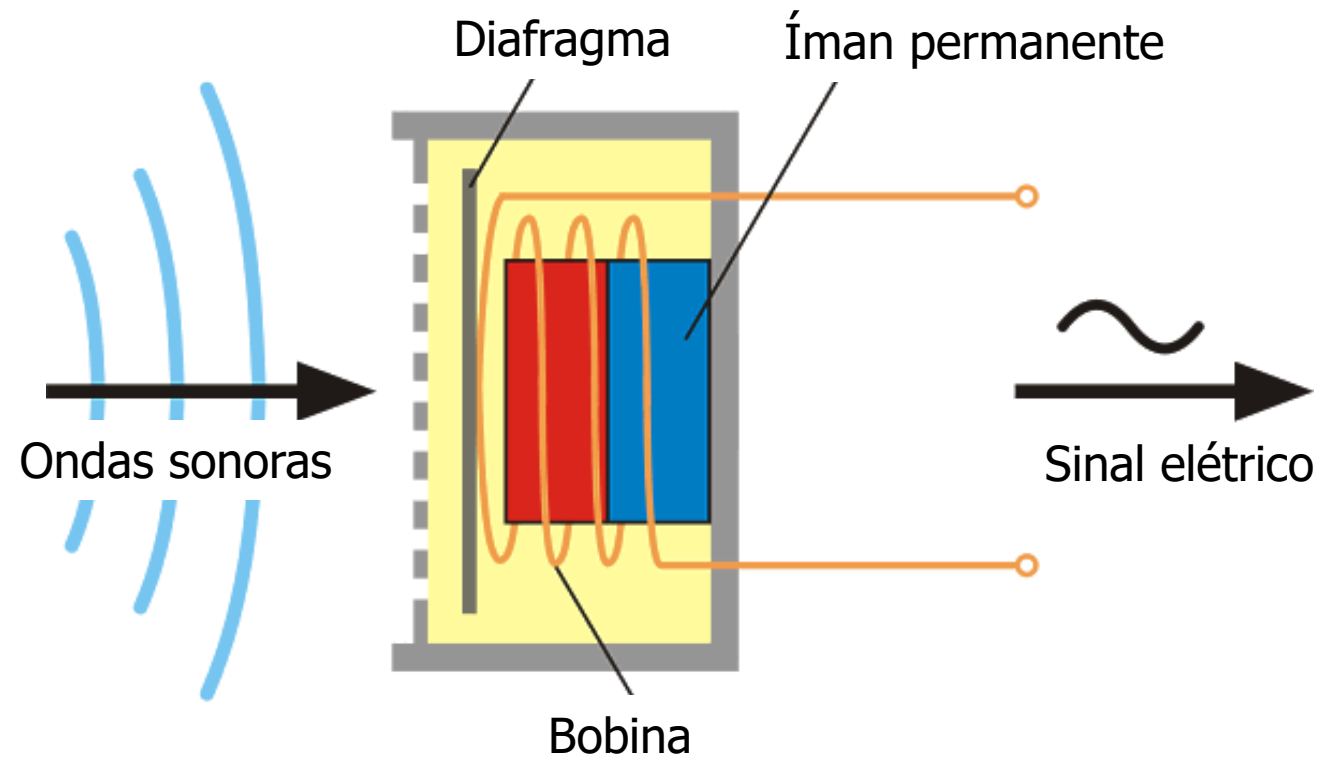
[Michael Faraday](#) (1791-1867).



[Alessandro Volta](#) (1745-1827).

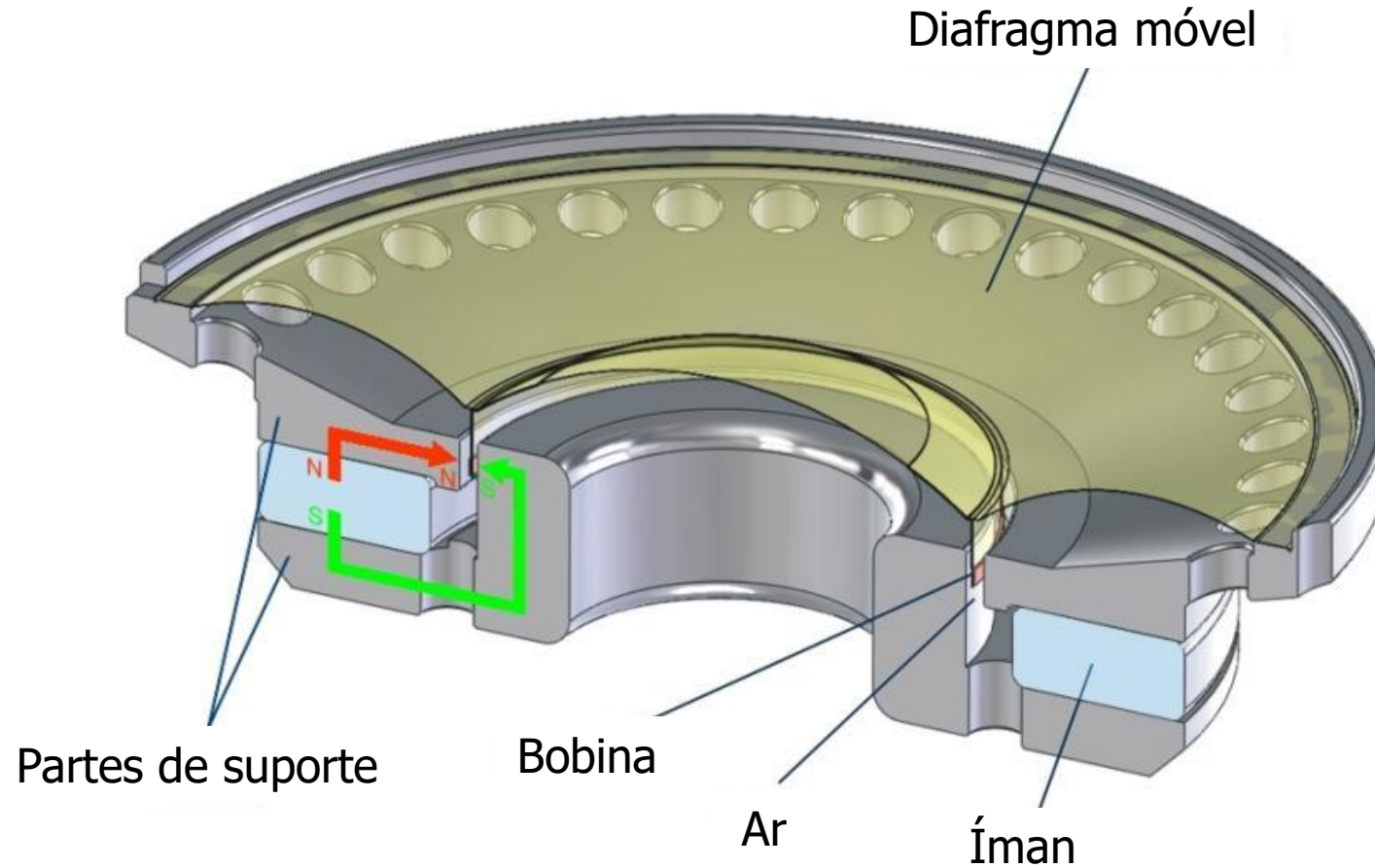
Microfone

No microfone o **som** (ondas mecânicas) são transformadas em **corrente elétrica** por indução eletromagnética.



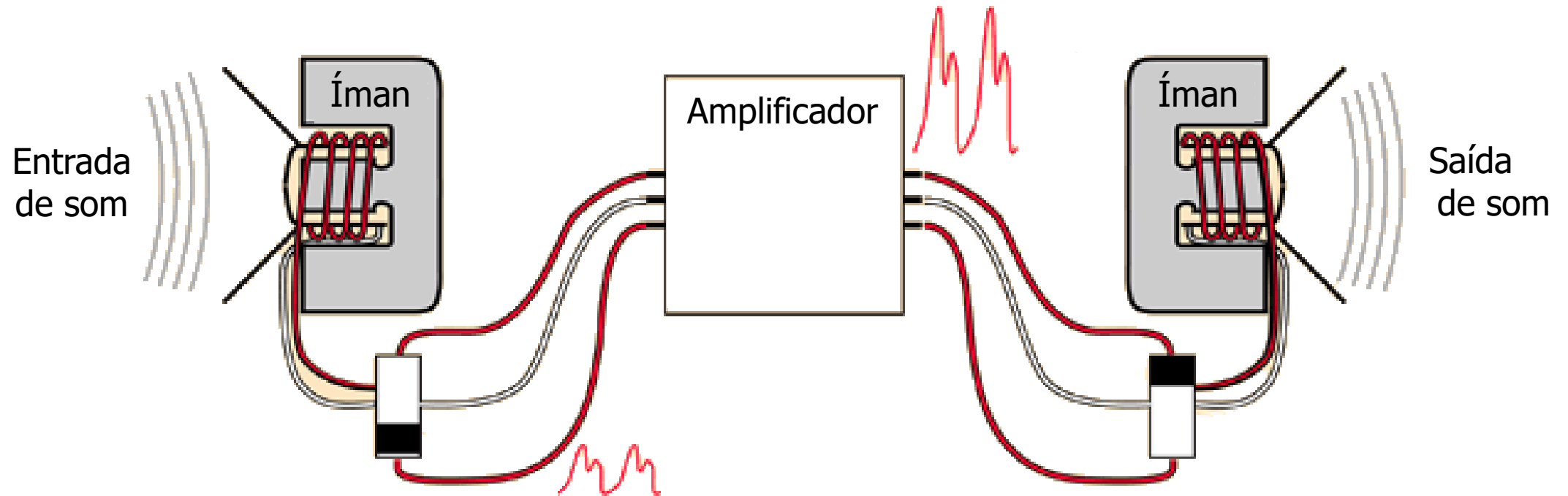
Altifalante

No altifalante a **corrente elétrica** é transformada em **som** através do processo contrário: indução do movimento devido à passagem da corrente elétrica.



Microfone e altifalante

Os dois processos...



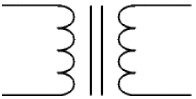
Transformador

Um transformador de tensão modifica o valor de tensão num circuito elétrico.

Inventado por Michael Faraday em 1831.

Funciona através da indução de corrente.

Só funciona com corrente alternada.

Símbolo: 



[Michael Faraday](#) (1791-1867).

Fluxo magnético

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

Bobina

$$\Phi_m (bobina) = N \Phi_m (espira)$$

Força eletromotriz induzida

$$\varepsilon_i = \frac{|\Delta \Phi_m|}{\Delta t}$$

Transformador

$$\varepsilon_p = U_p = \frac{N_p \Delta\Phi_m}{\Delta t}$$

$$\varepsilon_s = U_s = \frac{N_s \Delta\Phi_m}{\Delta t}$$

em que:

N_p - número de espiras no enrolamento primário

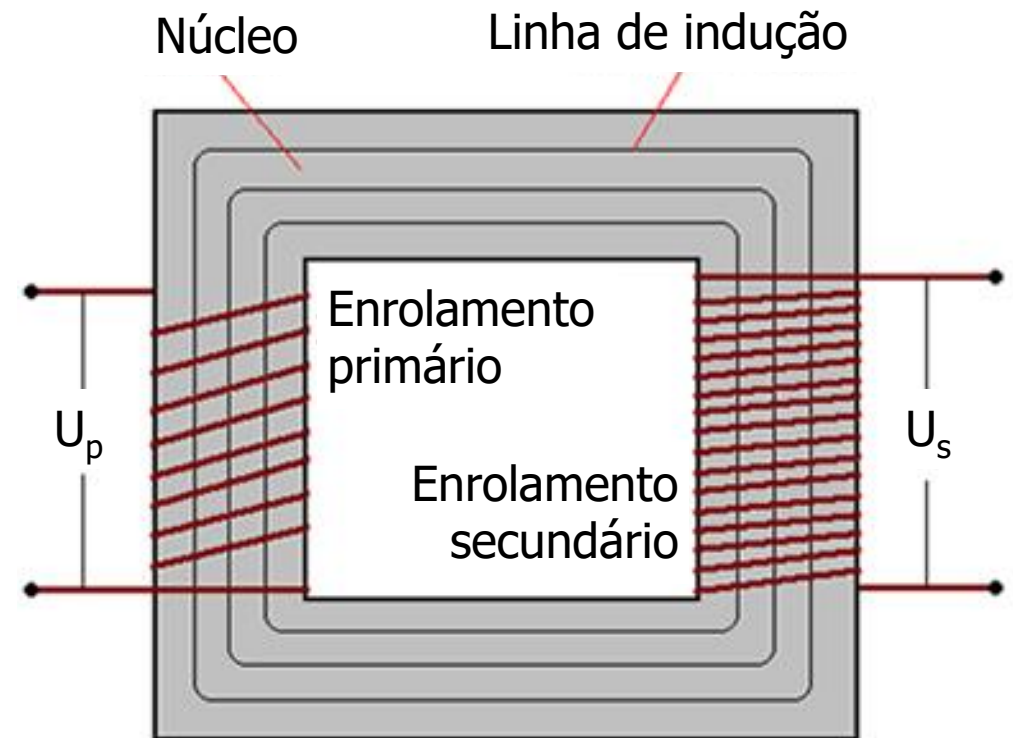
N_s - número de espiras no enrolamento secundário

U_p - tensão no enrolamento primário (V)

U_s - tensão no enrolamento secundário (V)

I_p - corrente no enrolamento primário (A)

I_s - corrente no enrolamento secundário (A)



Transformador

$$\varepsilon_p = U_p = \frac{N_p \Delta\Phi_m}{\Delta t}$$

$$\varepsilon_s = U_s = \frac{N_s \Delta\Phi_m}{\Delta t}$$

$$U_p = \frac{N_p \Delta\Phi_m}{\Delta t}$$

$$U_s = \frac{N_s \Delta\Phi_m}{\Delta t}$$

$$\frac{U_p}{N_p} = \frac{\Delta\Phi_m}{\Delta t}$$

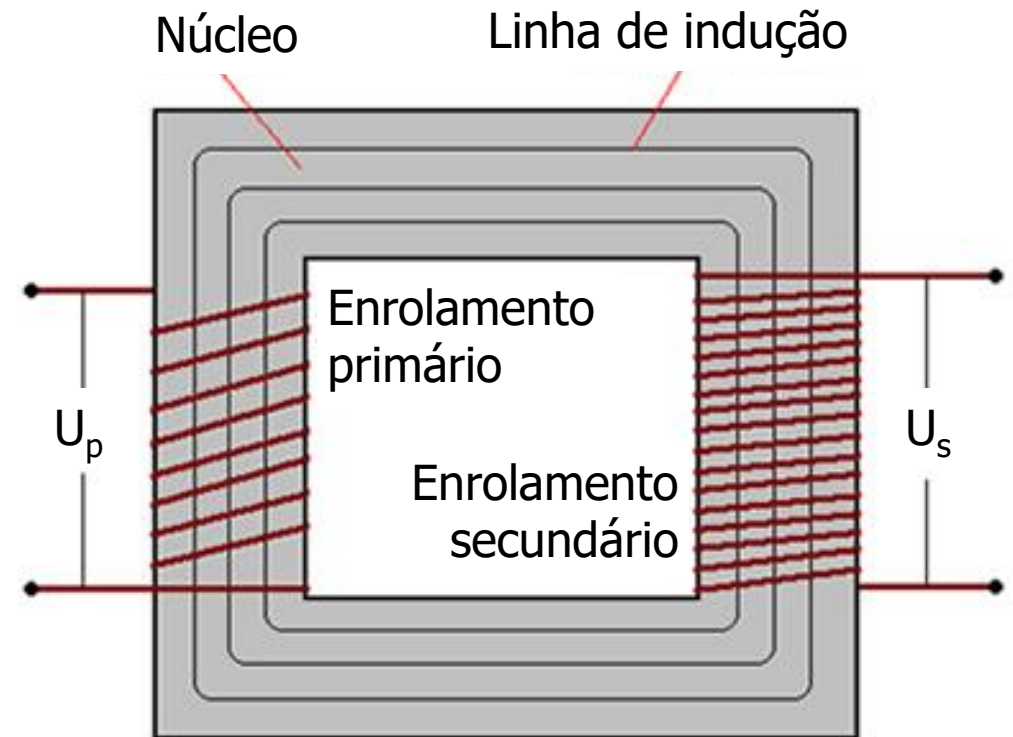
$$\frac{U_s}{N_s} = \frac{\Delta\Phi_m}{\Delta t}$$

Como o núcleo é o mesmo, $\frac{\Delta\Phi_m}{\Delta t}$ é igual para os dois enrolamentos...

$$\frac{U_p}{N_p} = \frac{U_s}{N_s}$$

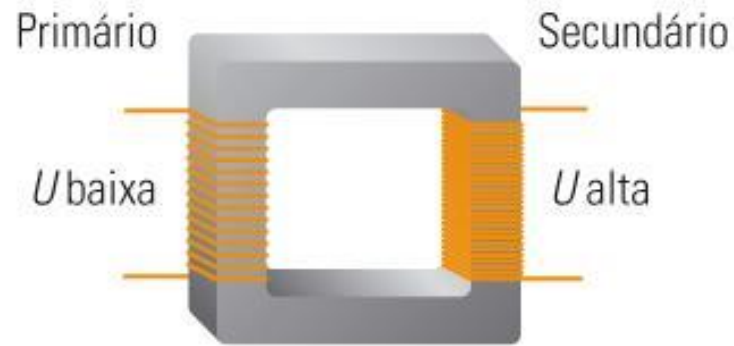
ou

$$\frac{U_p}{U_s} = \frac{N_p}{N_s}$$



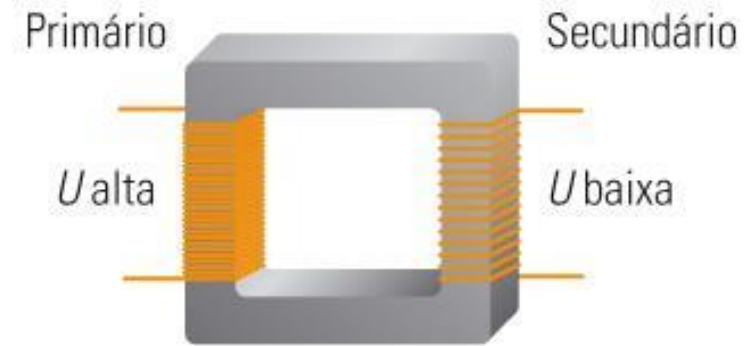
Transformador

Elevador de tensão



$$N_p < N_s$$

Abaixador de tensão



$$N_p > N_s$$

em que:

N_p - número de espiras no enrolamento primário

N_s - número de espiras no enrolamento secundário

Transformador



[Imagem: www.curto-circuito.com]

[Imagem: www.electricleague.net]

[Imagem: China Electrical Power Transformers Manufacturer]

Transporte de energia elétrica

Dissipação de energia

A perda de energia, ao longo do transporte, é grande!

Maior distância percorrida



Aumento da R



Aumento da E dissipada!



Efeito Joule

$$E = R I^2 \Delta t$$

Transporte de energia elétrica

Dissipação de energia

A perda de energia pode ser diminuída com o uso de tensões elétricas mais altas.

Aumento da tensão (x 20)



Diminuição da corrente (x 20)



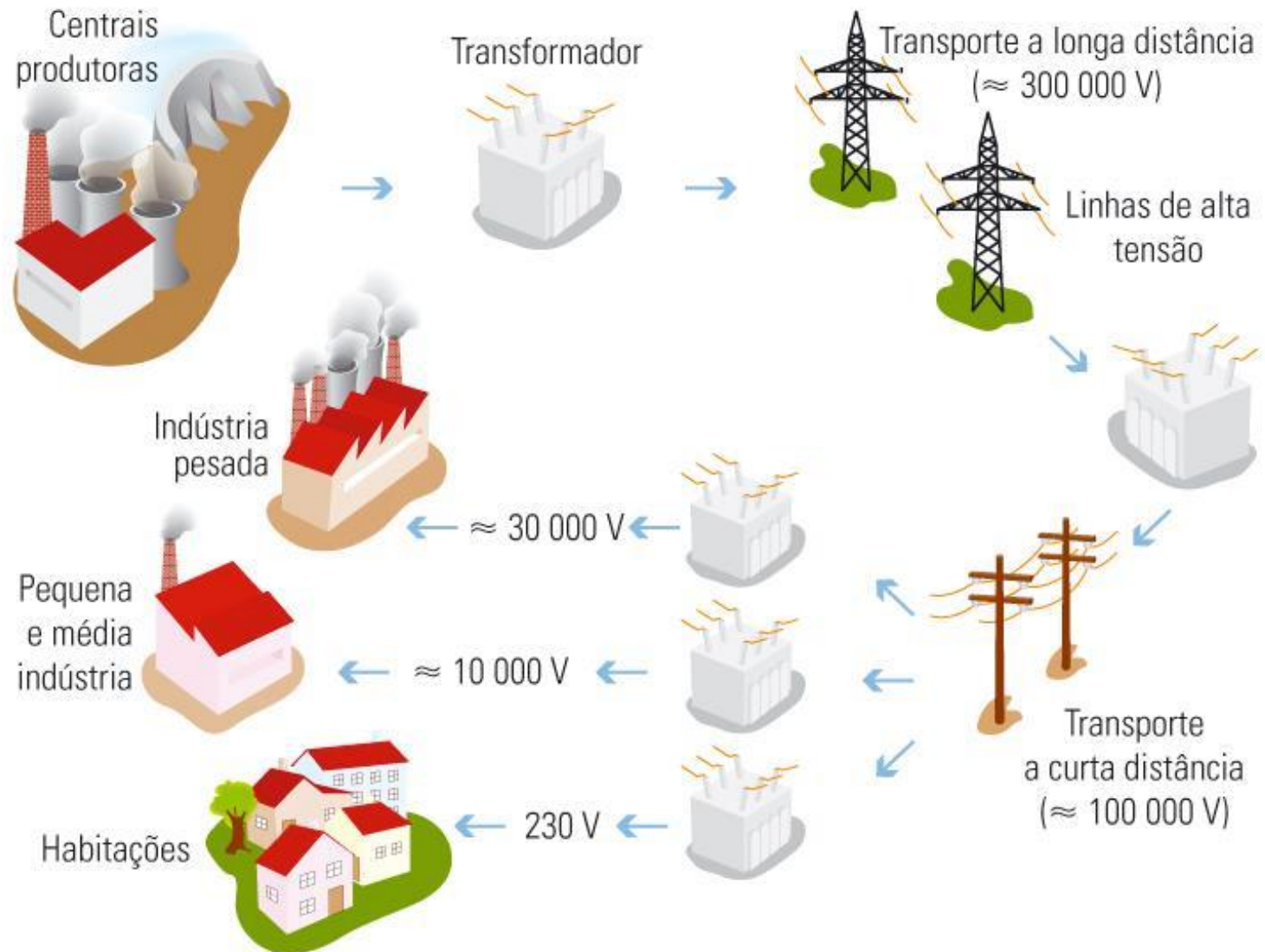
Diminuição da energia dissipada (x 20²)



Efeito Joule

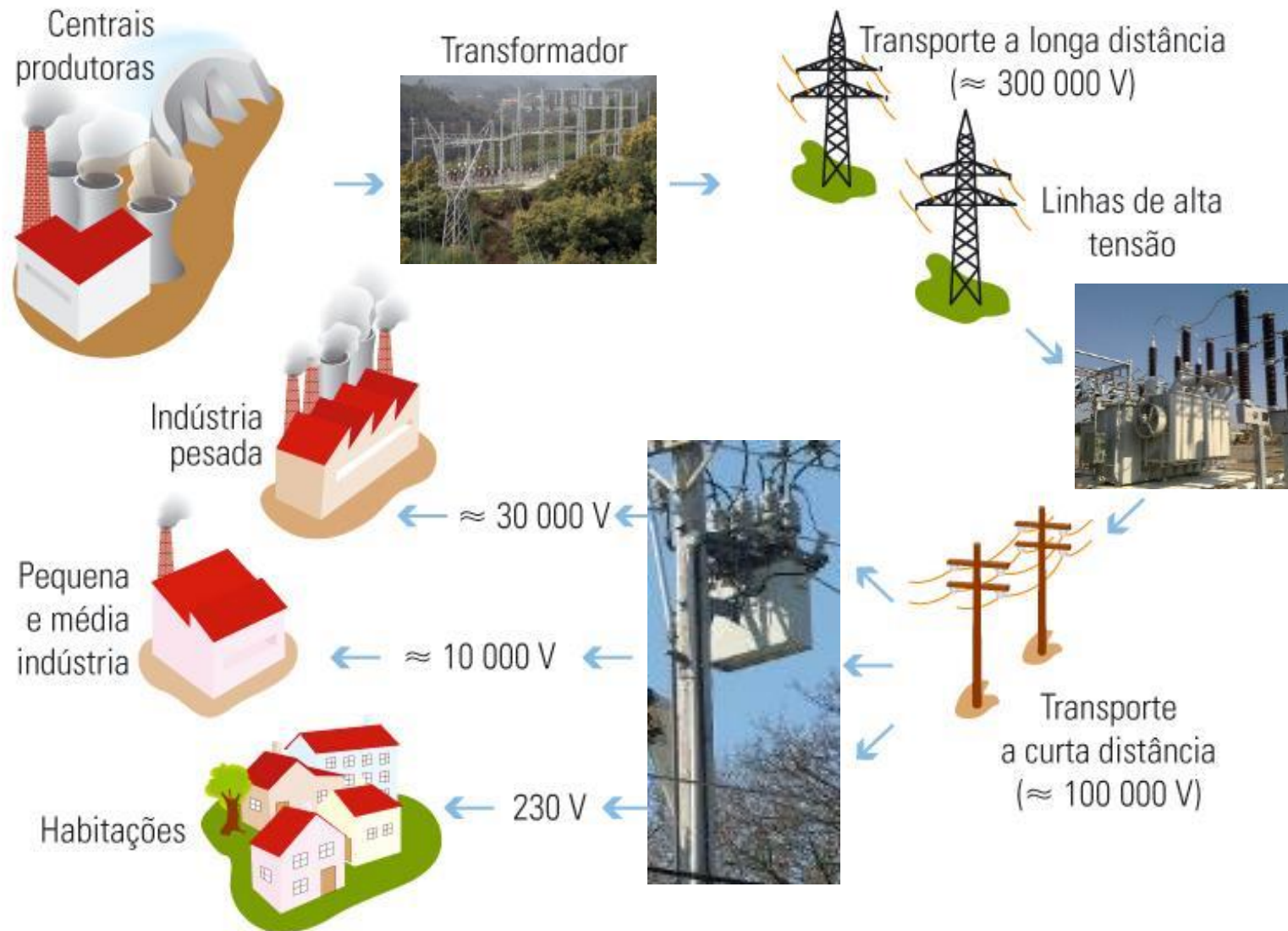
$$E = R I^2 \Delta t$$

Transporte de energia elétrica



[Imagem: Texto Editores]

Transporte de energia elétrica



[Imagem: Texto Editores]

Bibliografia

- C. Rodrigues, C. Santos, L. Miguelote, P. Santos, S. Machado, "Física 11 A", Areal Editores, Porto, 2016.
- M. Alonso, E. J. Finn, "Física", Escolar Editora, 2012, Lisboa.

Ligações

- [Lei de Faraday](#), 05/01/2018.