TRANSFORMADORES
INTRODUÇÃO

© Prof. Engº esp Luiz Antonio Vargas Pinto

Transformadores

© Prof. Vargas

Definições

É uma máquina elétrica capaz de transformar

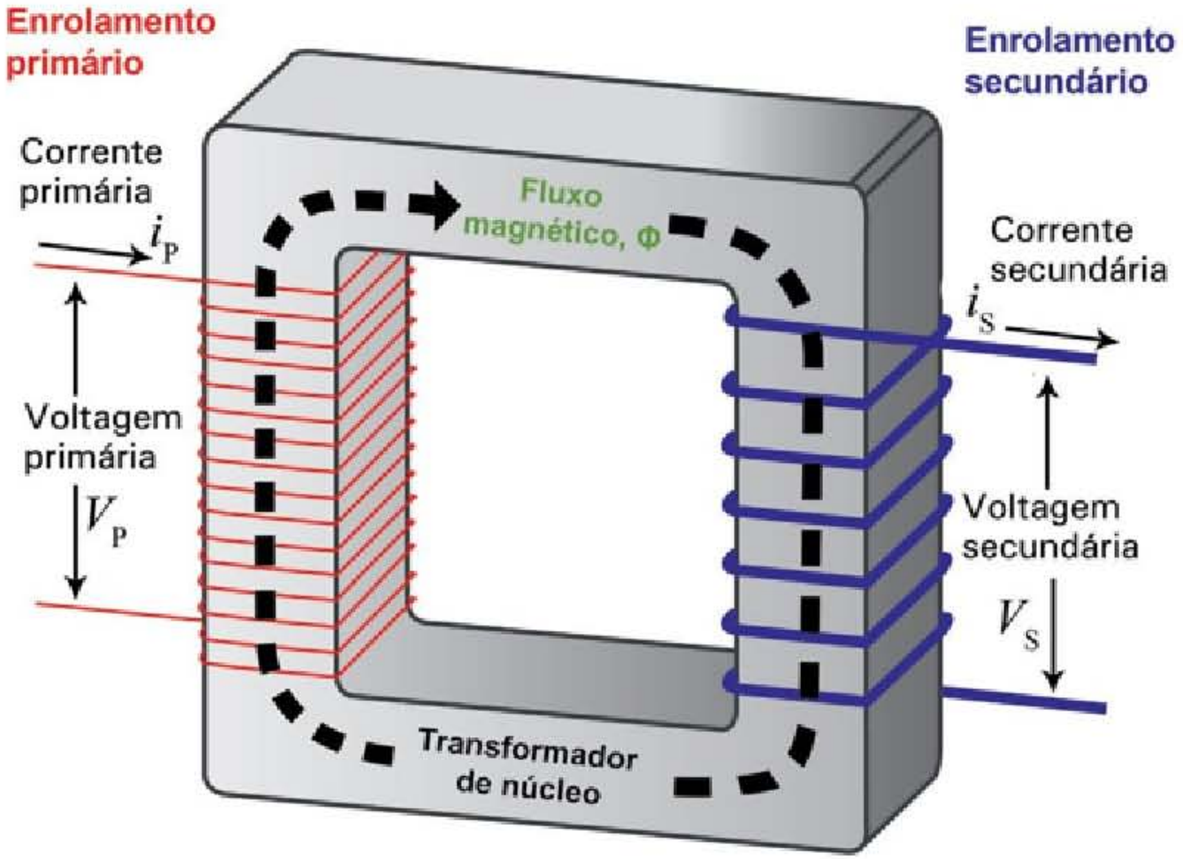
$\mathscr{E}_{\text{elétrica}} \Rightarrow \mathscr{E}_{\text{Emagnética}} \Rightarrow \mathscr{E}_{\text{elétrica}}$

- Embora hajam muitas variedades, existe uma classificação clássica de três tipos:
  - Elevadores
  - Abaixadores
  - Autotransformadores

© Prof. Magoga

Estrutura básica

- Na sua forma mais simples temos:
  - Um núcleo de ferro laminado
  - Dois enrolamentos: o primário (entrada) e o secundário(saída)

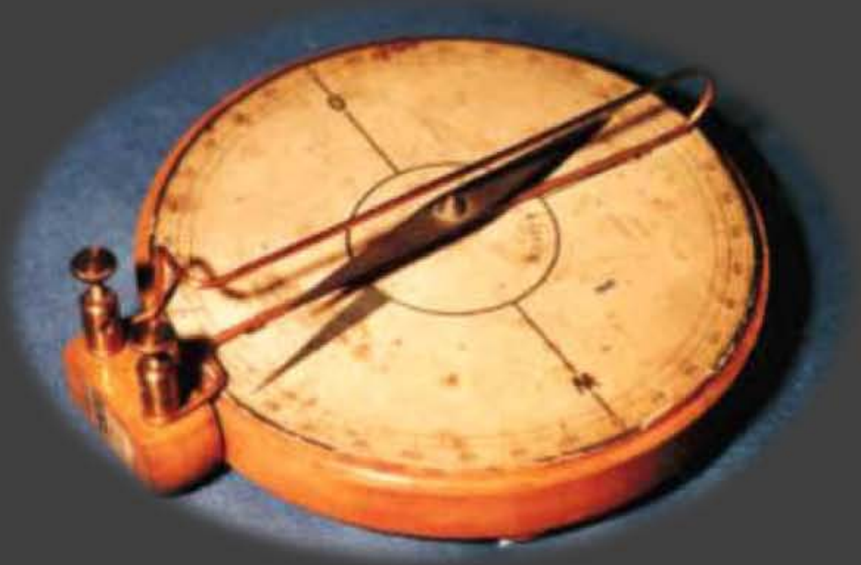


© Prof. Magoga

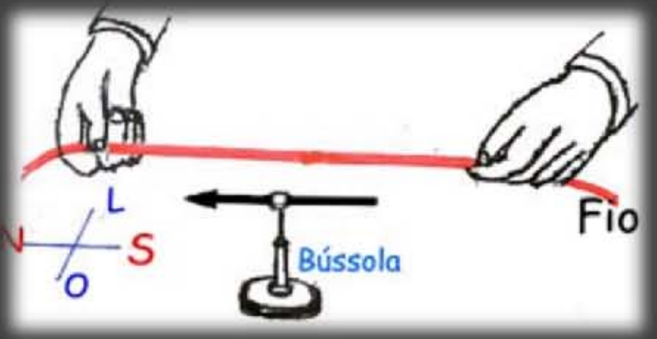
Prof. Vargas

Hans Christian Oersted

- Durante uma aula de eletricidade em 1819, Oersted aproximou uma bússola de um fio percorrido por corrente. Surpreso observou a agulha se posicionando perpendicularmente ao fio.



- Quando a corrente era invertida, a agulha girava 180°, continuando a se manter nesse plano.
- Essa foi a primeira demonstração da relação entre eletricidade e magnetismo.



© Prof. Magoga
Prof. Vargas

Indução eletromagnética e lei de Faraday

- Em 1821 Michael Faraday propôs a existência de um campo circular uniforme em volta do fio, e com um experimento conhecido como o *motor de Faraday* ele provou sua tese frente a comunidade científica

- E em 1831, com outro brilhante experimento, Faraday comprovou que campo magnético induz corrente elétrica

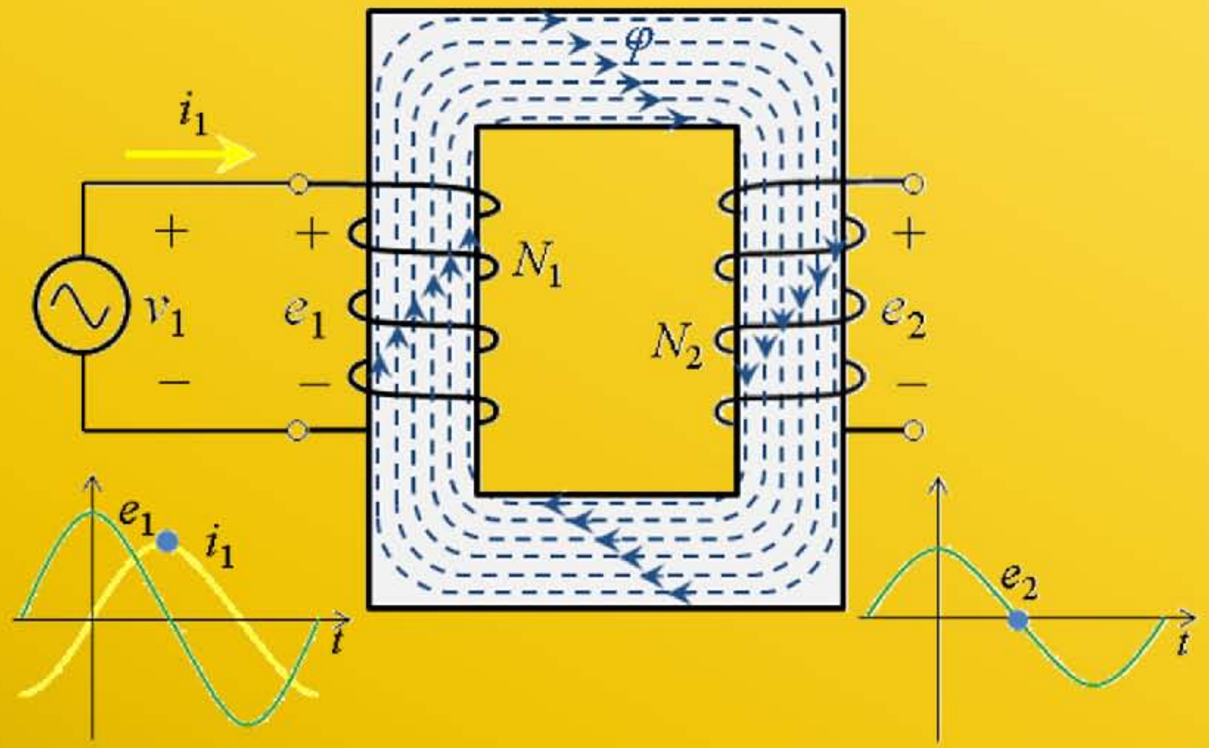
Bobina de Faraday

© Prof. Magoga
Prof. Vargas

Indução eletromagnética

- De acordo com a lei de Faraday, quando há variação de fluxo de campo magnético em algum circuito condutor, como em uma bobina, uma força eletromotriz induzida (tensão elétrica) surge nesse condutor.

- E quando uma bobina é percorrida por corrente elétrica alternada, dará origem a um campo magnético variável proporcional a variação da corrente.



$$\mathcal{E} = \frac{\Delta_{\phi}}{\Delta_t}$$

© Prof. Magoga
Prof. Vargas

Transformadores de Energia

- Como sabemos há o princípio da conservação da energia, assim salvo as perdas do material, temos que:

$$P_1 = P_2$$

- E se $P = V \times i$, então:

  $P_1 = V_1 \times i_1$ e $P_2 = V_2 \times i_2$

  Daí: $V_1 \times i_1 = V_2 \times i_2$

E como consequência:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{i_2}{i_1}$$

© Prof. Magoga

Assim:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{i_2}{i_1}$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta_\emptyset}{\Delta_t}$$

Tensão em UMA espira

Tensão em N1 espiras

$V_1 = N_1 \times \frac{d\emptyset}{dt}$ $V_2 = N_2 \times \frac{d\emptyset}{dt}$	$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1 \times \frac{d\emptyset}{dt}}{N_2 \times \frac{d\emptyset}{dt}}$	$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$

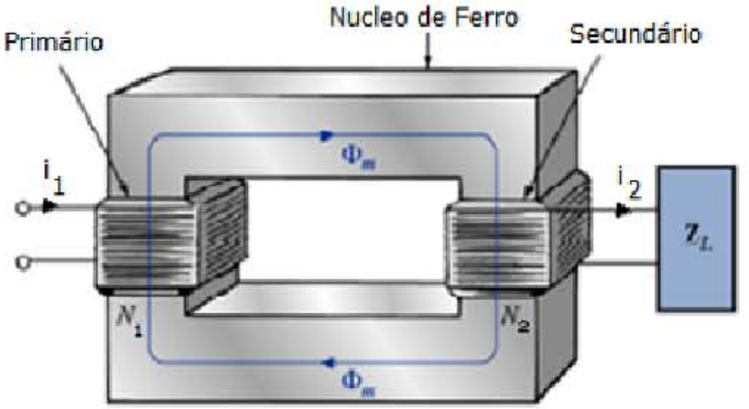
© Prof. Magoga

Prof. Vargas

Relações de transformação

Primário = 1
Secundário = 2

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{i_2}{i_1} = \frac{N_1}{N_2}$$



Demonstração:

Se $V_2 > V_1$

$\frac{V_1}{V_2} < 1$, *por exemplo* 0.1

Transformador elevador

$N_2 > N_1$

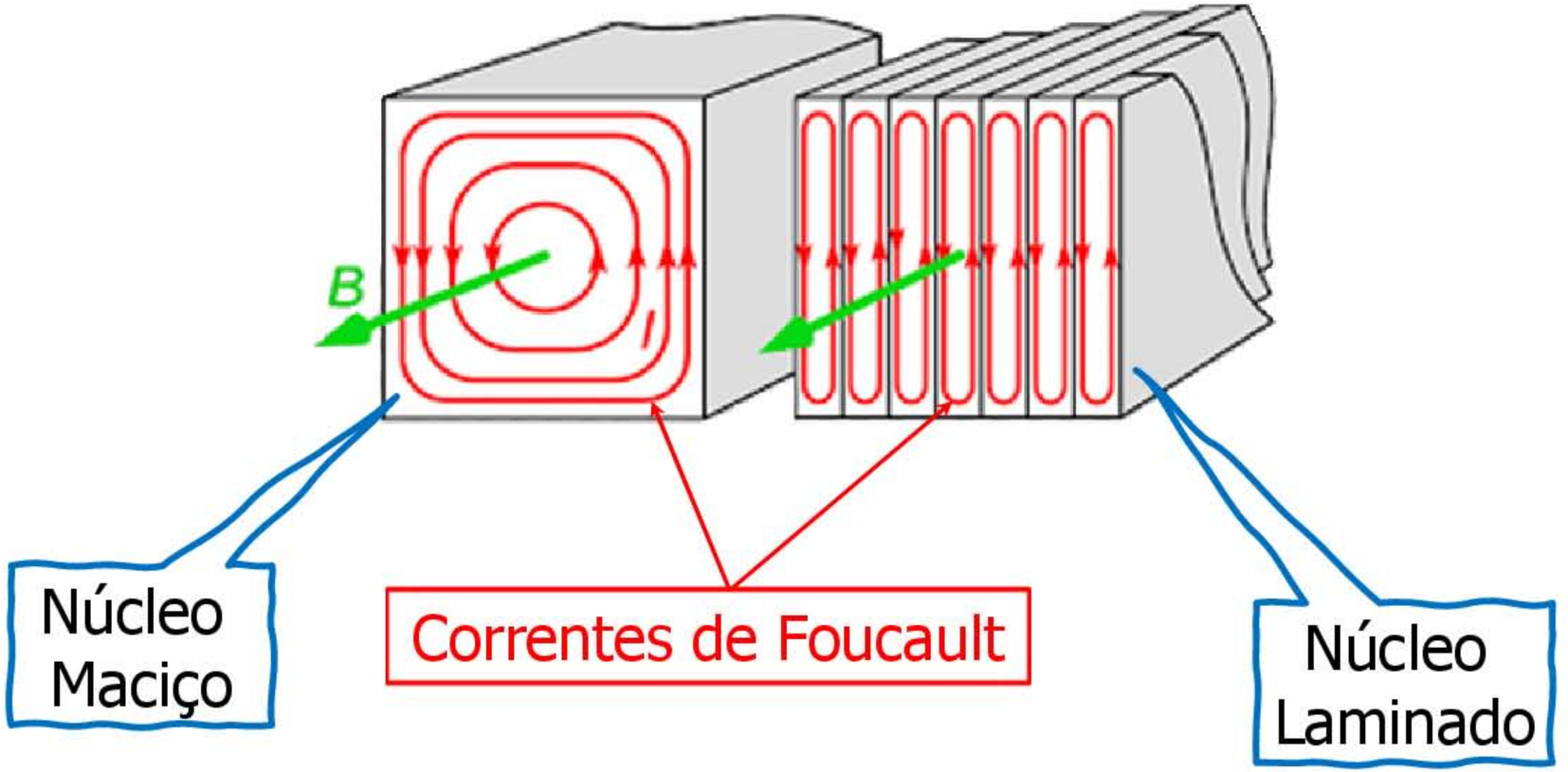
Transformador Abaixador

$N_1 > N_2$

$$0.1 = \frac{N_1}{N_2} \Rightarrow N_2 \times 0.1 = N_1 \Rightarrow N_2 = \frac{N_1}{0.1} = \frac{N_1}{1} \times \frac{1}{0.1} \; ou \; N_2 = 10 \times N_1$$

© Prof. Magoga
Prof. Vargas

As perdas no ferro

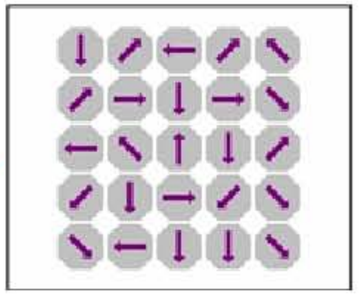


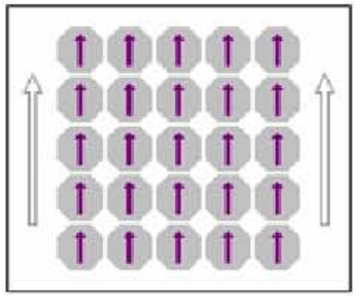
© Prof. Magoga

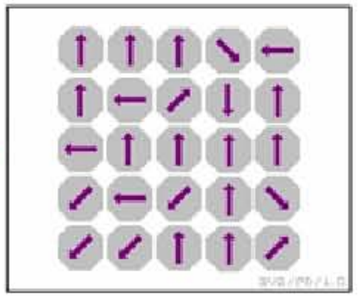
Prof. Vargas

Perda por histerese

Normal

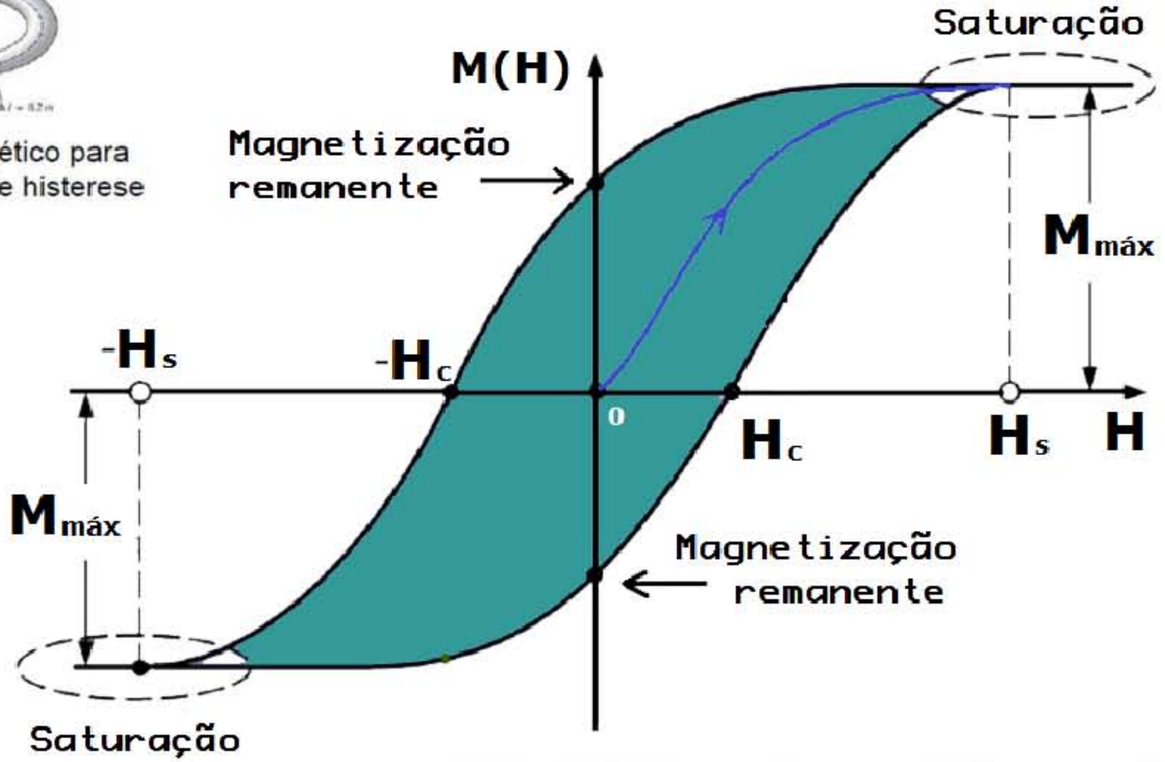






Ao retirar o campo magnético

Circuito magnético para obter a curva de histerese

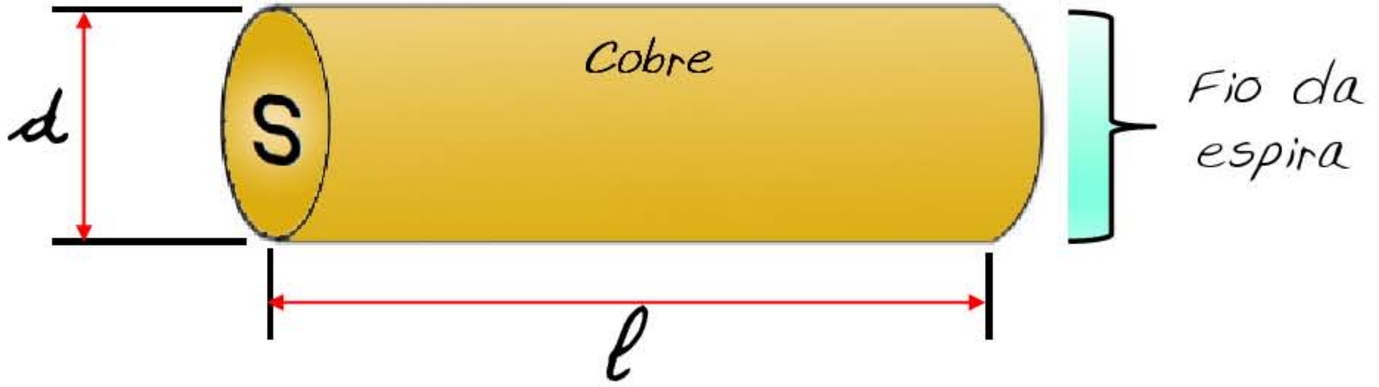


http://www.madsci.org/posts/archives/2008-08/1219953614.Ph.r.html

© Prof. Magoga

Prof. Vargas

Perdas ôhmicas (fio)



$$V = R \times i$$

$$R = \frac{\rho l}{S}$$

Energia

$$P = V \times i$$

© Prof. Magoga
Prof. Vargas

- Podemos por fim considerar que as perdas poderiam ser definida como:
- Potência no primário é igual a potência no secundário descontando-se as perdas, ou:

$$P_1 = P_2 - (Perda_{Ohm} + Perda_{Histerese} + P_{Foucault})$$

© Prof. Magoga

© Prof. Vargas