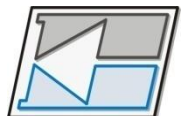
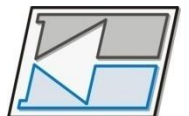
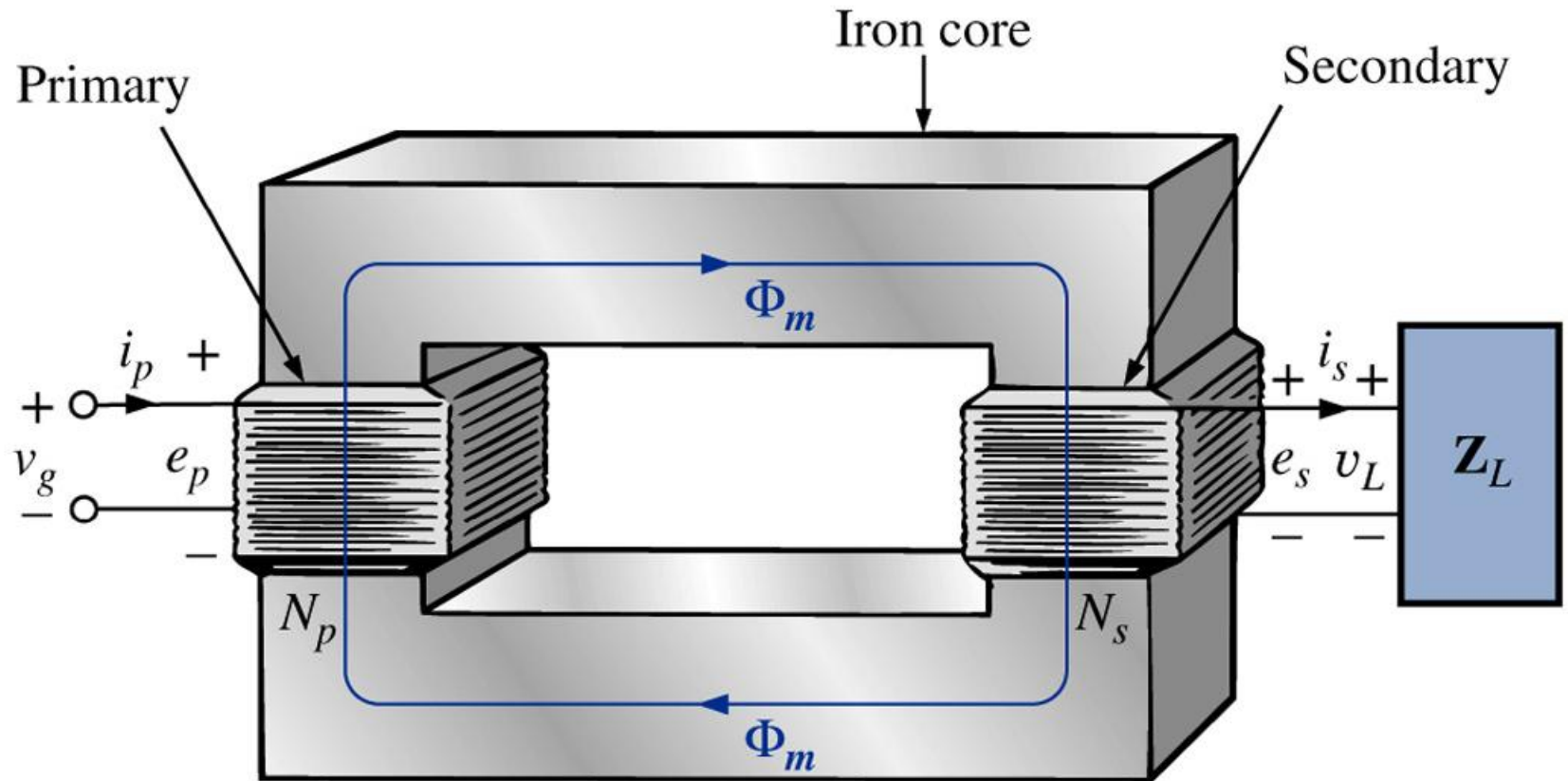


Transformadores



Transformador



Campo Magnético em um Ímã

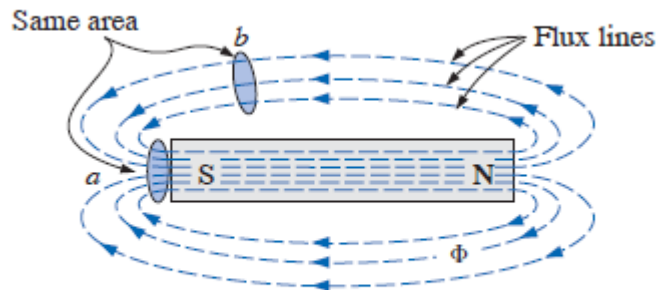


FIG. 11.1

Flux distribution for a permanent magnet.

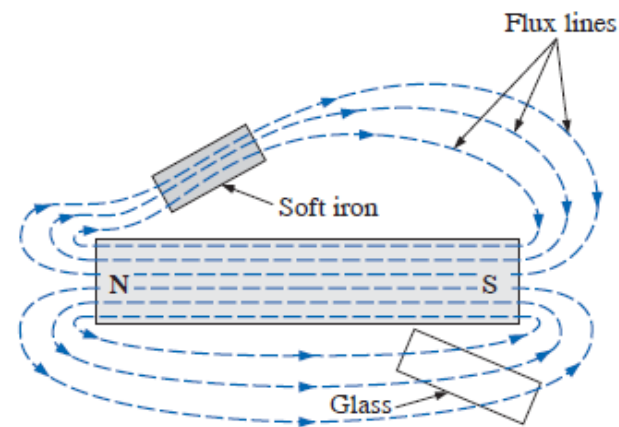


FIG. 11.4

Effect of a ferromagnetic sample on the flux distribution of a permanent magnet.

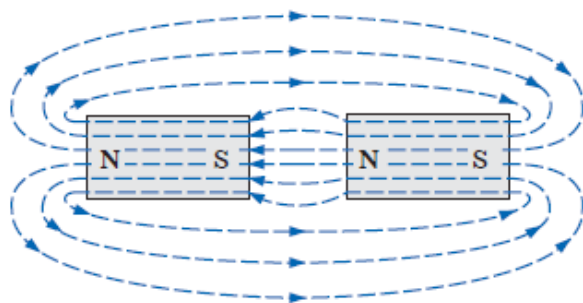


FIG. 11.2

Flux distribution for two adjacent, opposite poles.

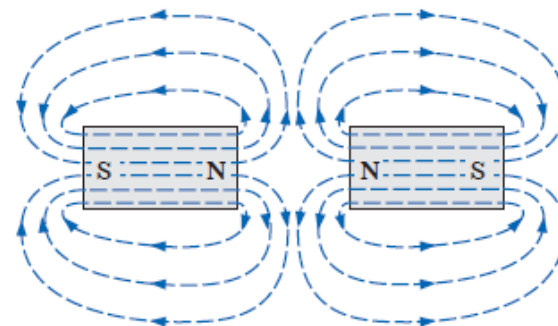


FIG. 11.3

Flux distribution for two adjacent, like poles.



Campo magnético em um condutor elétrico

Lei de Oersted

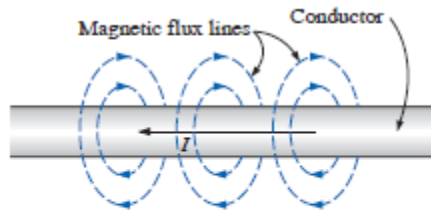


FIG. 11.6

Magnetic flux lines around a current-carrying conductor.



FIG. 11.7

Flux distribution of a single-turn coil.

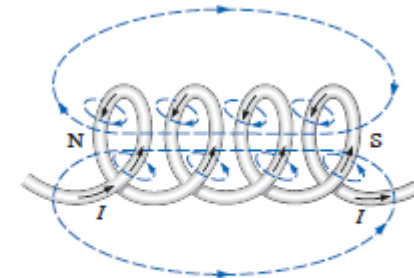


FIG. 11.8

Flux distribution of a current-carrying coil.

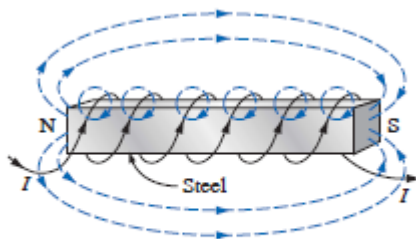
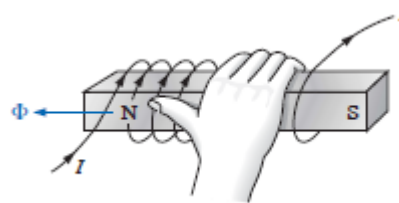


FIG. 11.9

Electromagnet.

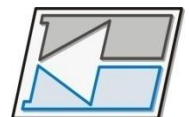


$$\mu_o = 4\pi \times 10^{-7} \frac{\text{Wb}}{\text{A} \cdot \text{m}}$$

$$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_o}$$

(11.2)

In general, for ferromagnetic materials, $\mu_r \geq 100$, and for nonmagnetic materials, $\mu_r = 1$.



Lei de Faraday e Lenz

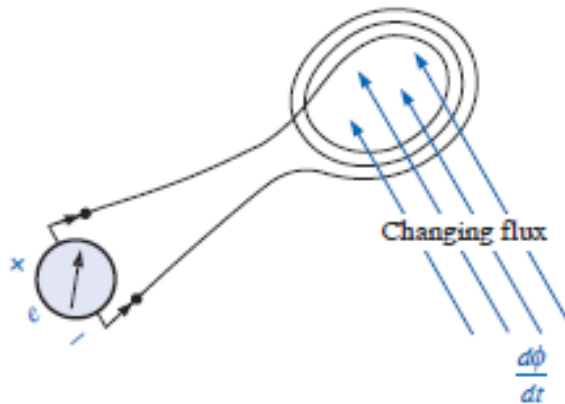


FIG. 12.2
Demonstrating Faraday's law.

$$e = N \frac{d\phi}{dt} \quad (\text{volts, V})$$

Lei de Faraday:

Quando submetemos um material condutor a uma variação de fluxo magnético, induzimos neste uma FEM que disponibilizará uma DDP. Se o circuito submetido ao campo magnético for fechado, teremos também a circulação de uma corrente elétrica.

$$v_L = -N \cdot \frac{d\phi}{dt}$$

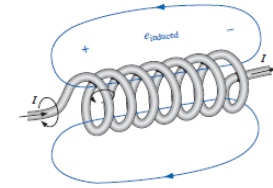
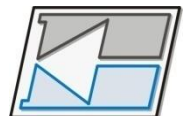


FIG. 12.3
Demonstrating the effect of Lenz's law.

Lei de Lenz:

A corrente induzida em um circuito aparece sempre com um sentido tal que o campo magnético que ele cria tende a contrariar a variação do fluxo magnético através da espira.

- A bobina reagirá à variação de fluxo provocada pela aproximação ou afastamento do imã.
- Esta variação é denominada “inércia magnética”, devido a tentativa da bobina manter o seu estado magnético.
- O resultado desta reação é a indução de uma FEM na bobina que irá fazer circular uma corrente elétrica no enrolamento da bobina, que por sua vez irá gerar um campo magnético de reação (se opondo à aproximação ou afastamento do imã).
- Como reação a aproximação ou afastamento do imã é diferente, a polaridade da FEM induzida é consequentemente o sentido de circulação da corrente induzida e dos pólos magnéticos gerados será diferente.



Lei de Faraday e Lenz

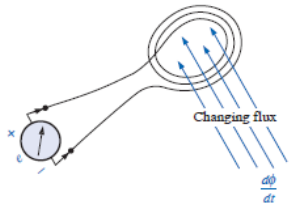
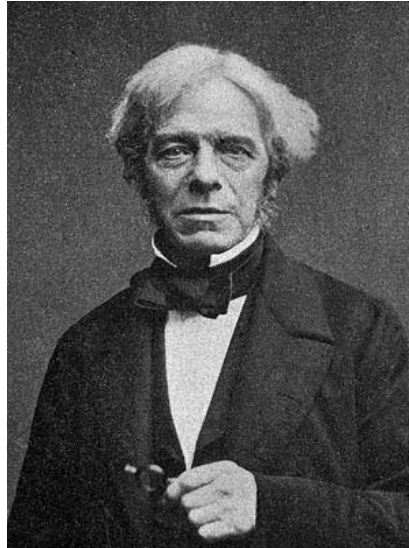


FIG. 12.2
Demonstrating Faraday's law.

$$\epsilon = N \frac{d\Phi}{dt} \quad (\text{volts, V})$$



Michael Faraday

| | |
|------------------|---|
| Nacionalidade |  britânico |
| Nascimento | 22 de setembro de 1791 |
| Local |  Sul de Londres, Inglaterra |
| Morte | 25 de agosto de 1867 (75 anos) |
| Local |  Hampton Court, Londres, Inglaterra |
| Atividade | |
| Campo(s) | Química, física |
| Instituições | Royal Institution |
| Conhecido(a) por | Indução eletromagnética |

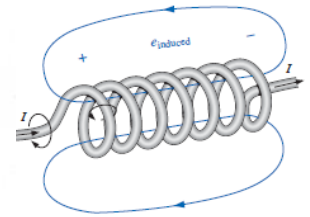
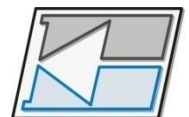


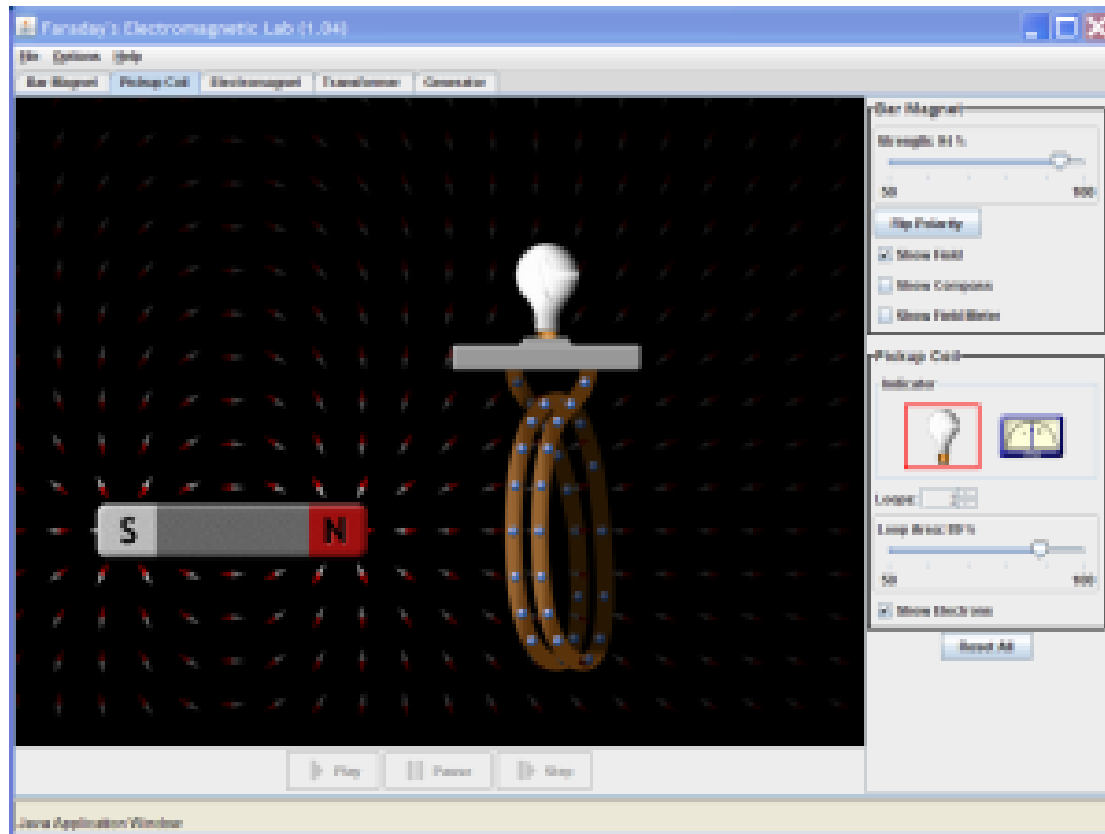
FIG. 12.3
Demonstrating the effect of Lenz's law.

Heinrich Lenz

| | |
|------------------|--|
| Nacionalidade |  Alemão |
| Nascimento | 12 de fevereiro de 1804 |
| Local | Tartu |
| Morte | 10 de fevereiro de 1865 (60 anos) |
| Local | Roma |
| Atividade | |
| Campo(s) | Física |
| Instituições | Universidade Estatal de São Petersburgo |
| Alma mater | Universidade de Tartu |
| Conhecido(a) por | Lei de Lenz |

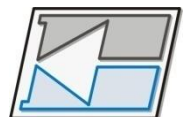


Princípio de funcionamento do transformador

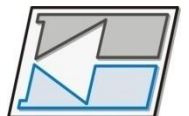
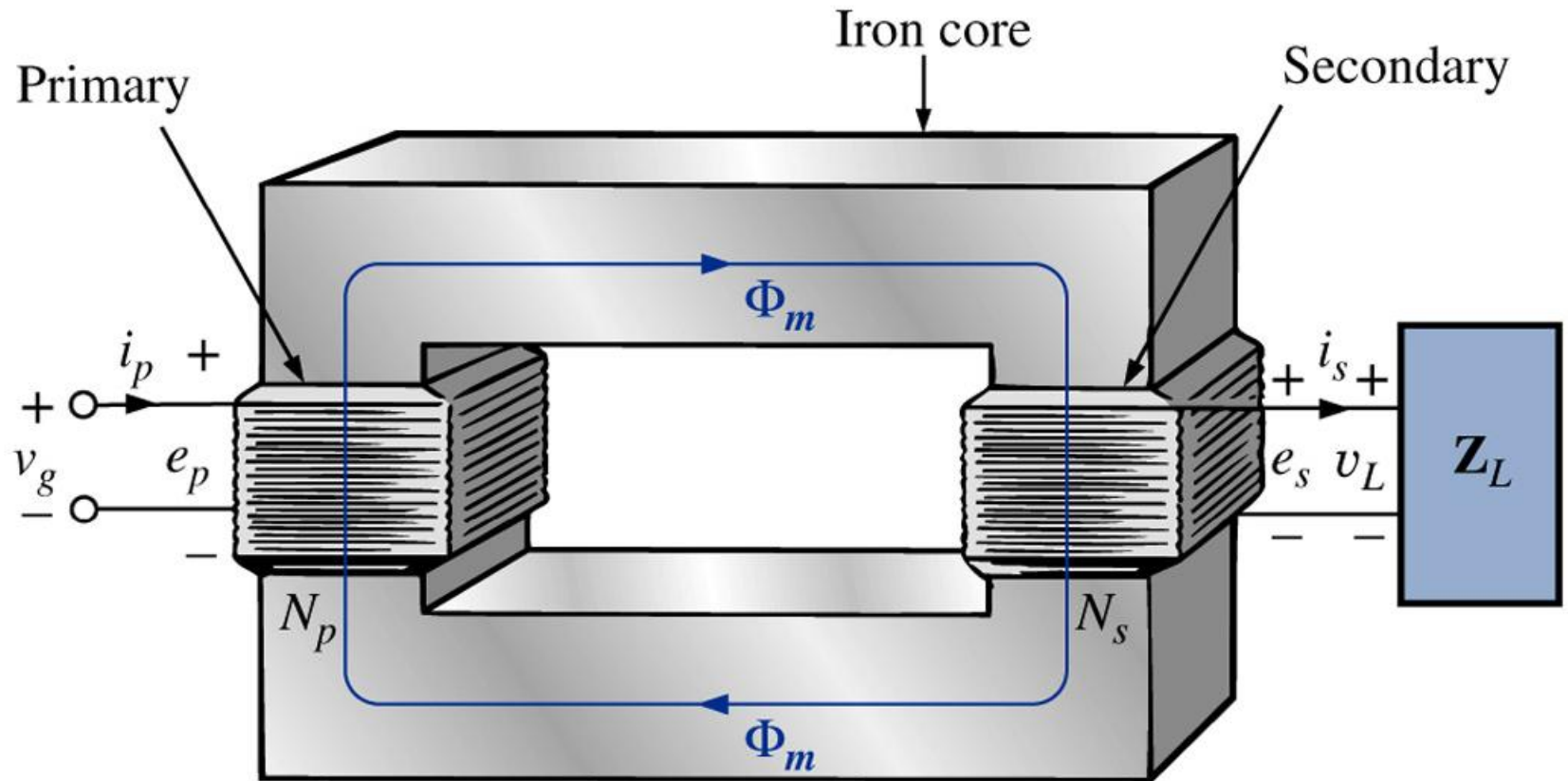


<http://phet.colorado.edu>

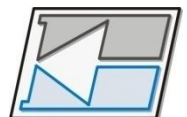
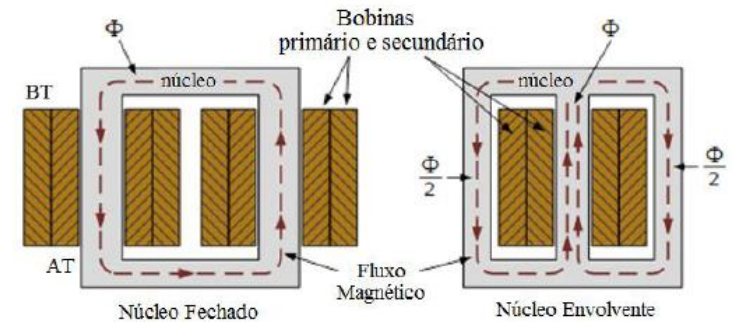
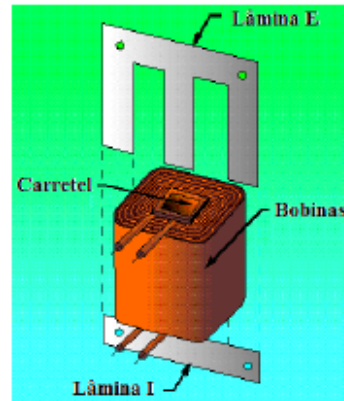
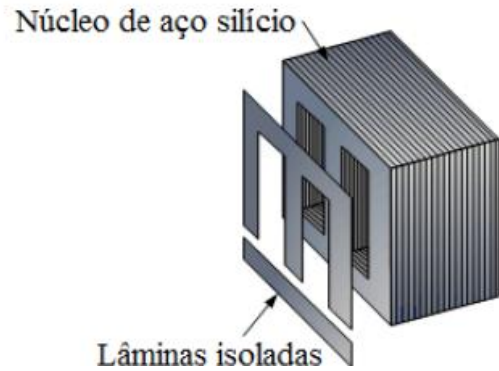
<http://phet.colorado.edu/en/simulation/faraday>



Transformador



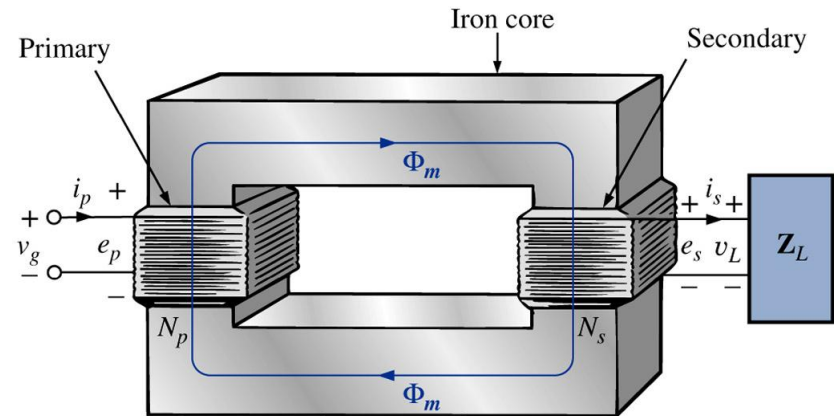
Transformador



Relação de transformação

Relação entre primário e secundário:

$$\frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s}$$



Em termos de valores instantâneos:

$$\frac{e_p}{e_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

Se $a < 1$:

$$a < 1 \rightarrow N_s > N_p$$

Transformador elevador de tensão

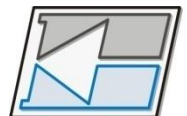
Relação de transformação:

$$a = \frac{N_p}{N_s}$$

Se $a > 1$:

$$a > 1 \rightarrow N_p > N_s$$

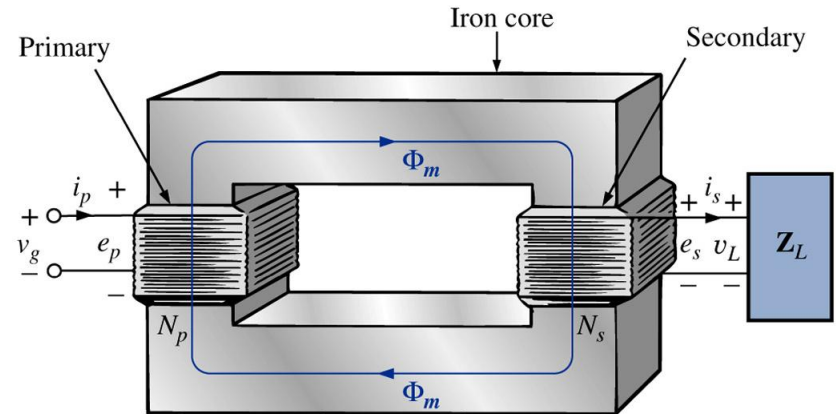
Transformador abaixador de tensão



Relação de transformação

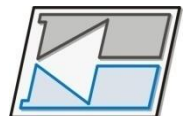
Relação entre primário e secundário:

$$\frac{I_s}{I_p} = \frac{N_p}{N_s}$$



Em termos de valores instantâneos:

$$\frac{i_p}{i_s} = \frac{N_s}{N_p}$$

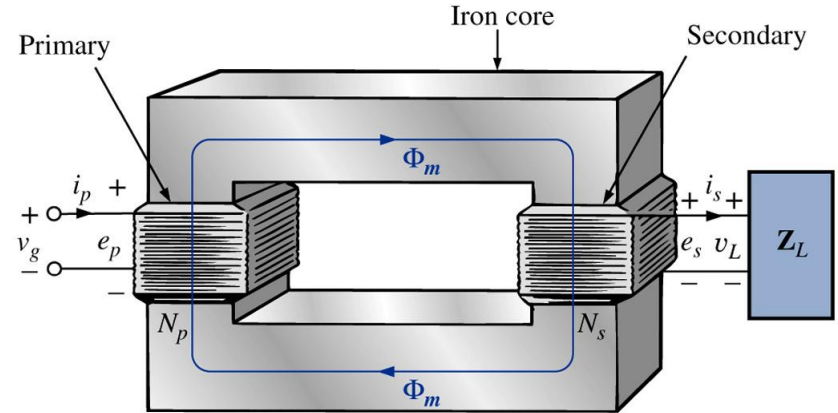


Relação de transformação

Relação das tensões:

$$\frac{e_p}{e_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

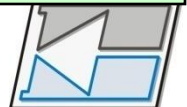
A razão entre as tensões do primário e do secundário é diretamente proporcional à relação entre o número de espiras.



Relação das correntes:

$$\frac{i_p}{i_s} = \frac{N_s}{N_p}$$

A razão entre as correntes no primário e no secundário de um transformador é inversamente proporcional à relação de espiras.



Potência de um Transformador

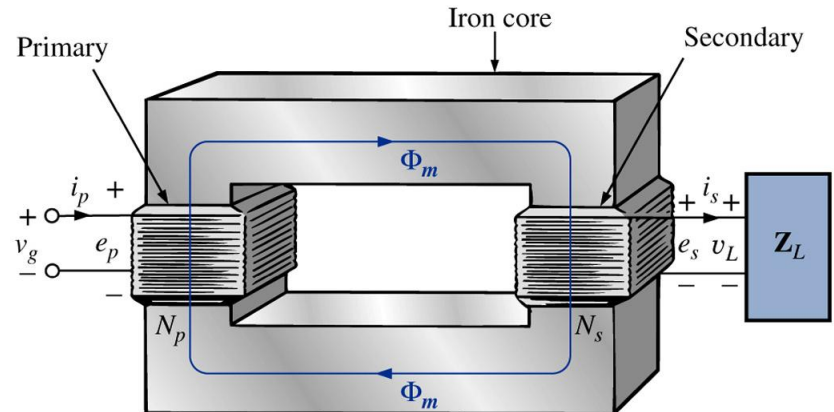
Potência (transformador ideal):

$$\frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s} = a = \frac{I_s}{I_p}$$

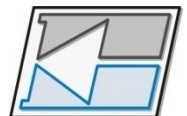
$$E_p \cdot I_p = E_s \cdot I_s$$

$$P_p = P_s$$

$$P_{\text{entrada}} = P_{\text{saída}}$$

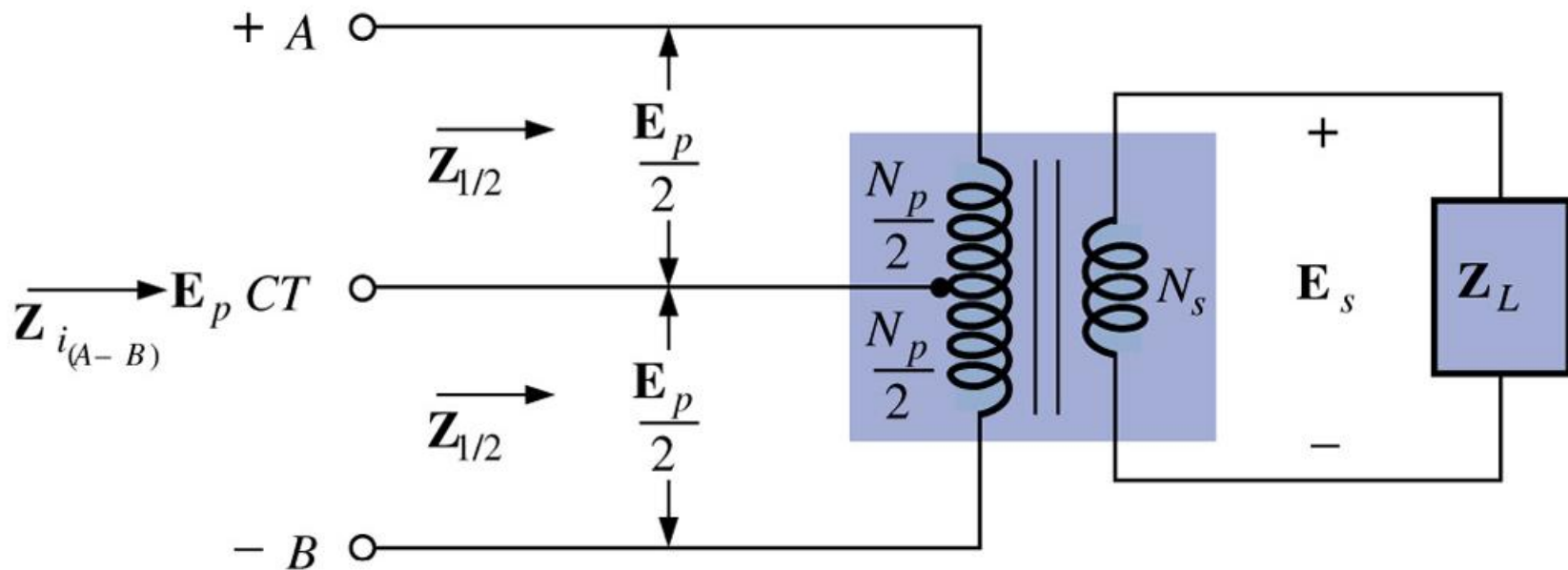


Para um transformador ideal, a potência de entrada é igual a potência da saída, ou seja, o transformador não possui perdas.



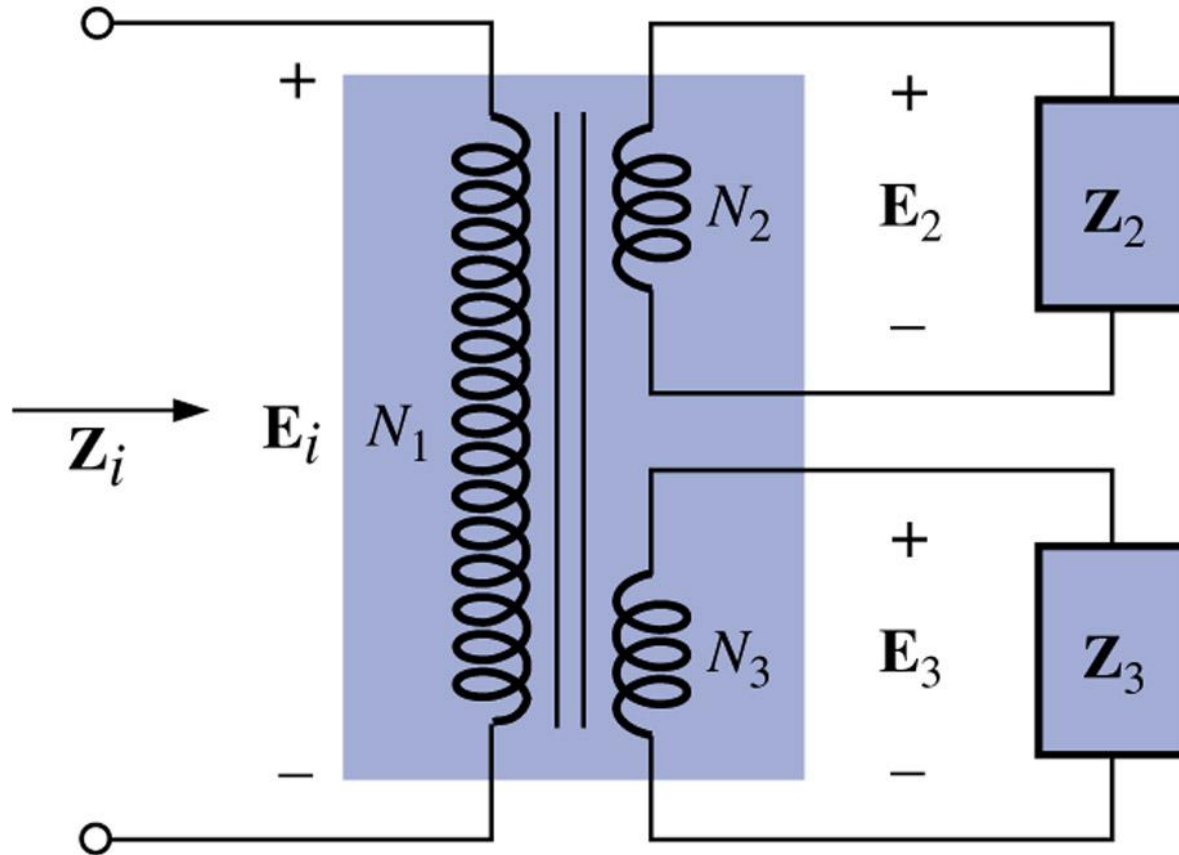
Transformador

Transformador com derivação central:

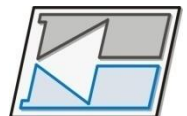
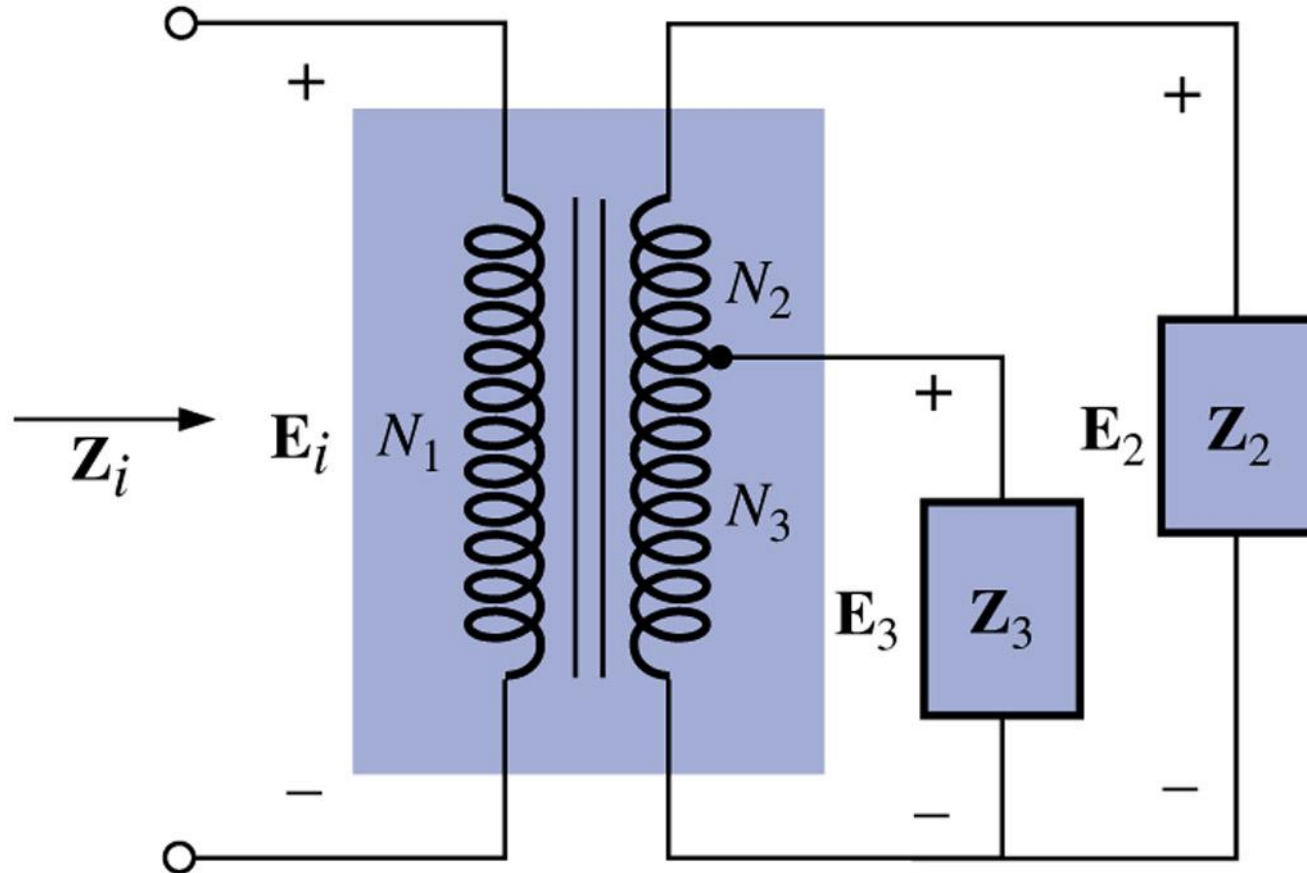


Transformador

Transformador com dois secundários:

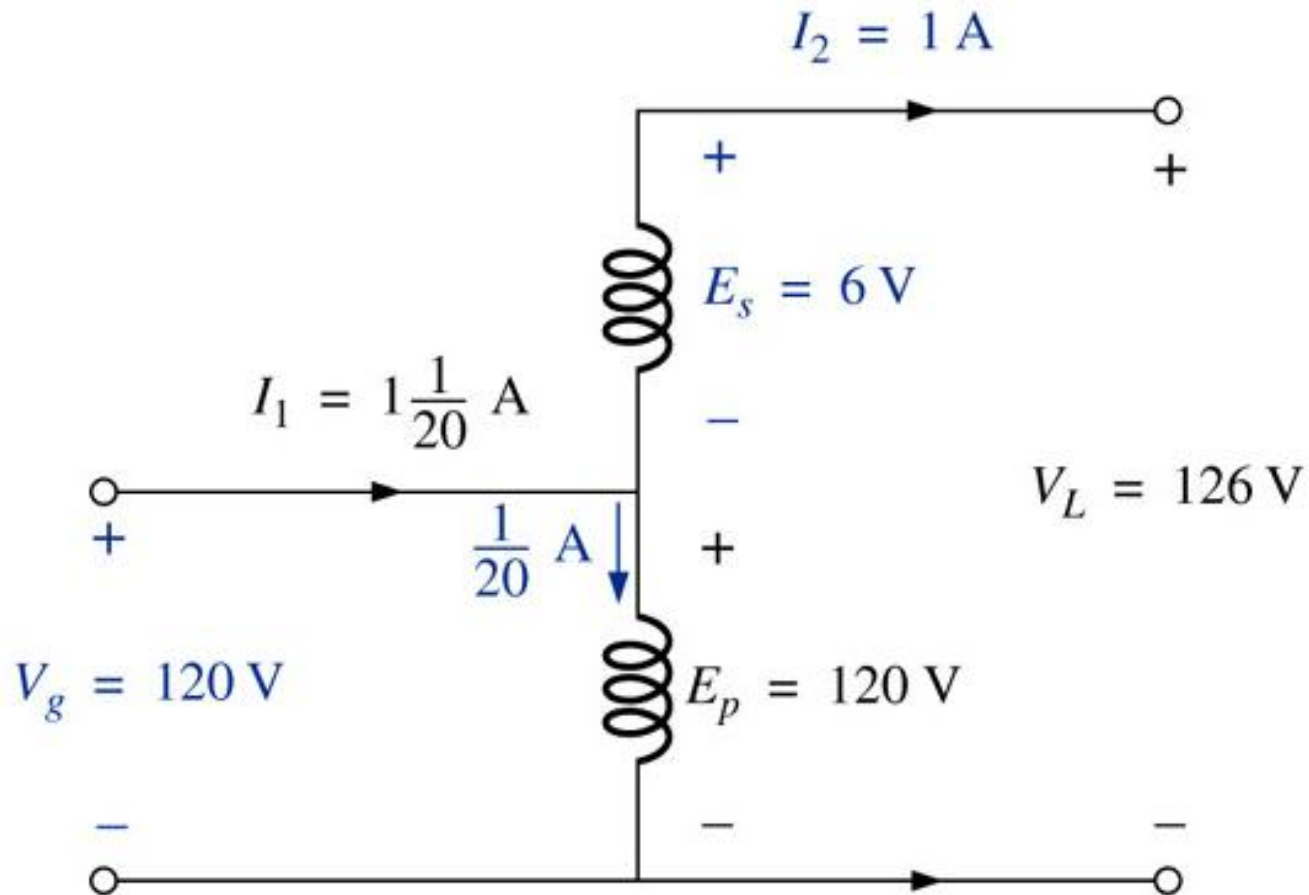


Transformador



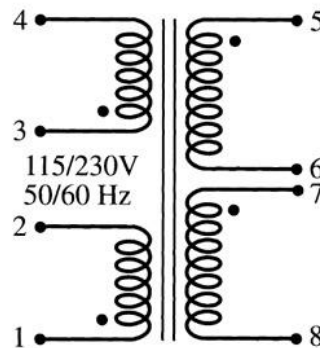
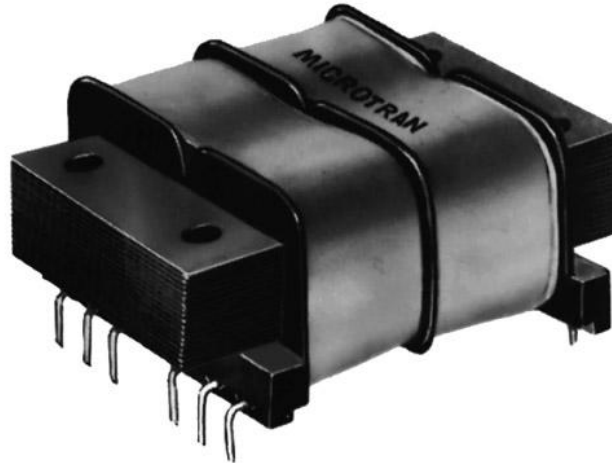
Transformador

Autotransformador:



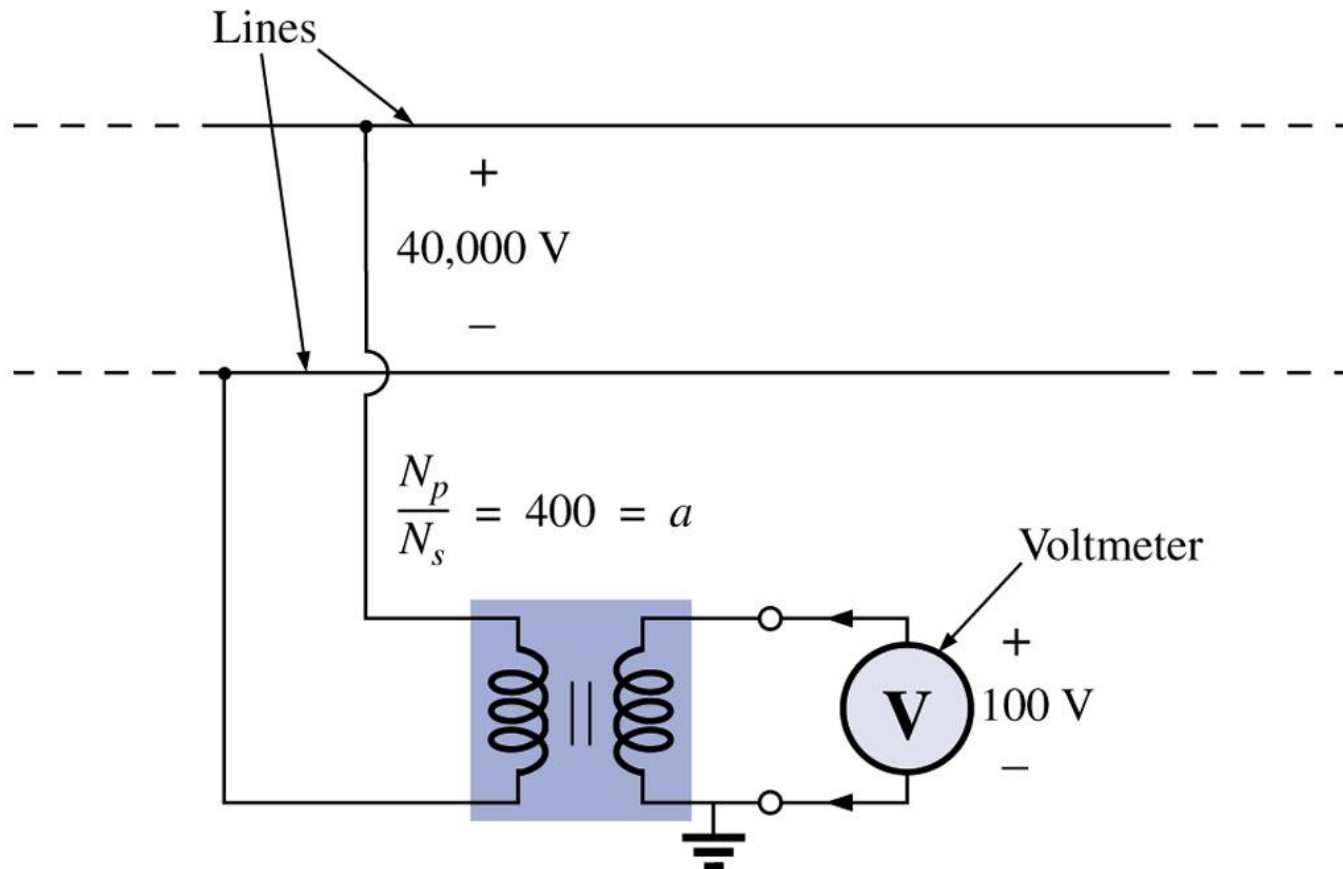
Transformador

Transformador de pequenas dimensões com 2p e 2s:



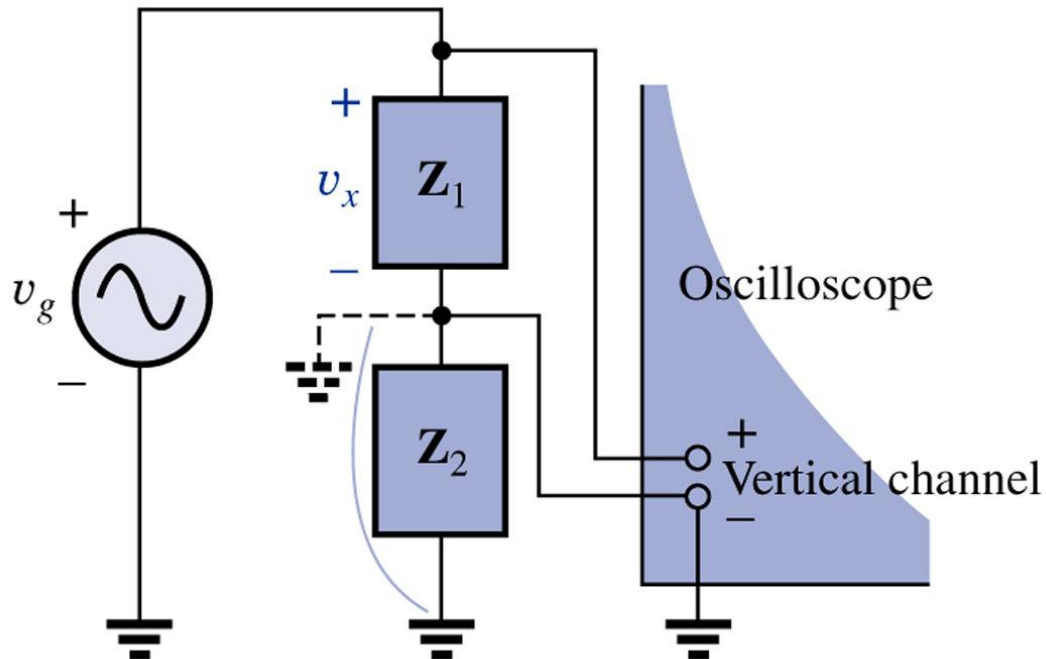
Transformador

Transformador para medidas:



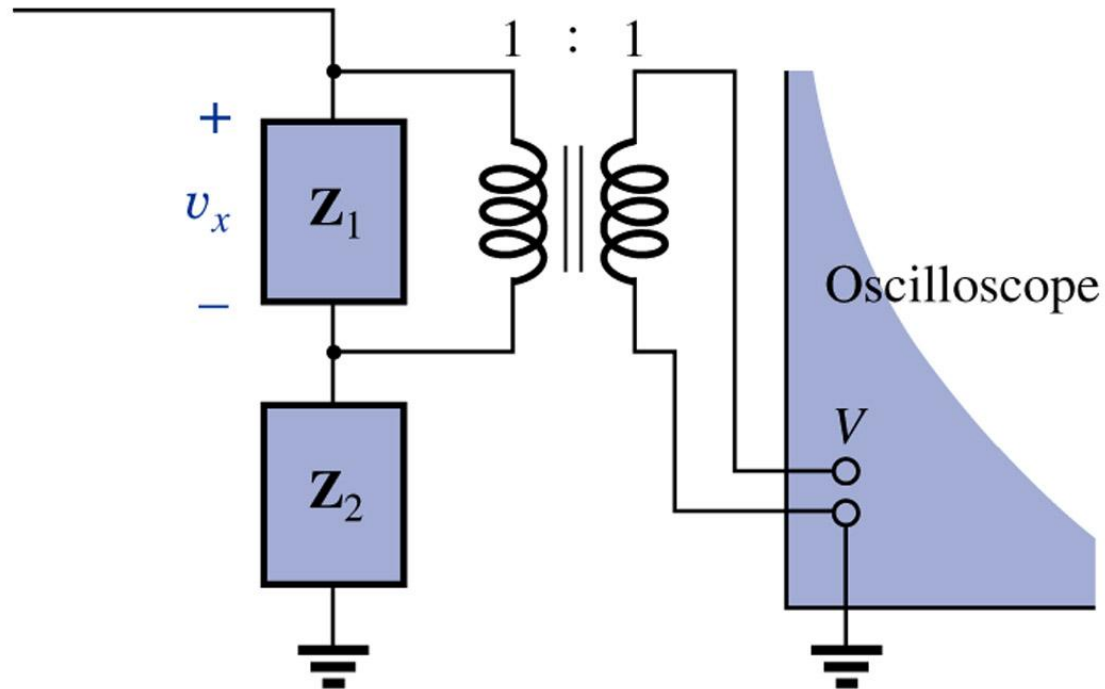
Transformador

Transformador para medidas (isolamento):



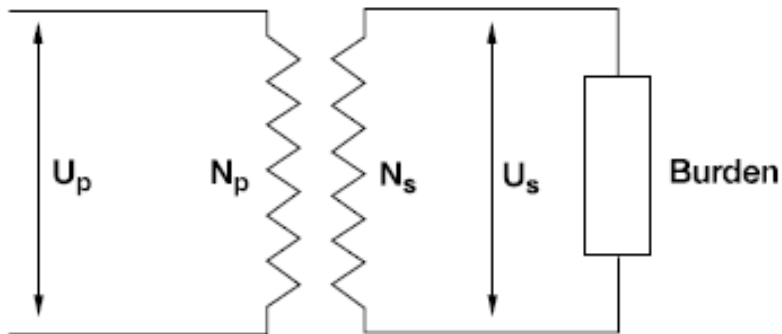
Transformador

Transformador para medidas (isolamento):



Transformador

Transformador para medidas (de potencial):

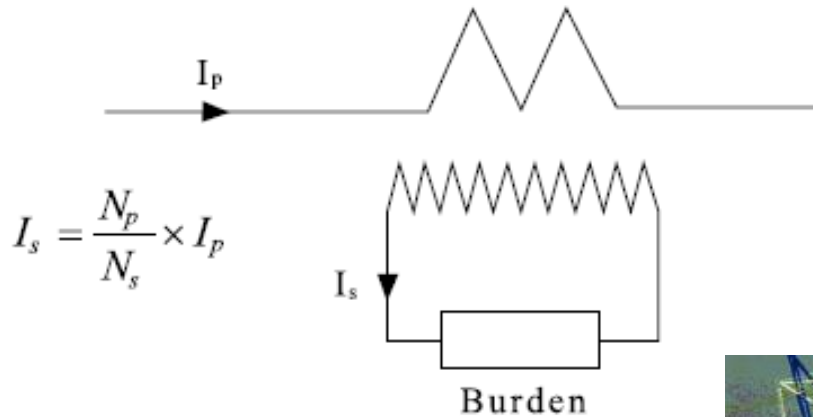


$$U_s = \frac{N_s}{N_p} \times U_p$$



Transformador

Transformador para medidas (de corrente):



Transformador

Bibliografia:

Cap. 21 – Transformadores (Boylestad)

