



ELT110 – Materiais Eléctricos

Prof. Rodolpho Neves

Departamento de Engenharia Eléctrica

rodolpho.neves@ufv.br

Leis da magnetização

ELT110 – Materiais Elétricos

Aula de hoje:

- Campo magnético
- Lei de Ampère
- Lei de Faraday
- Lei de Lenz

Introdução

- André-Marie Ampère (1775-1836)

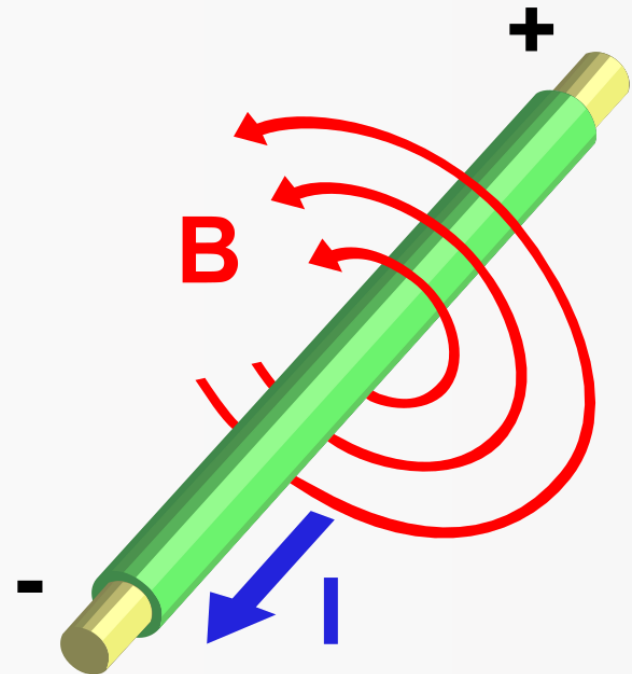
- Natural de Lyon
- Profissão: Professor
- Estudou em casa, supervisionado pelo pai Jean-Jacques Ampère
- Na Física:
 - Teoria dos Fenômenos Eletrodinâmicos
 - Formalizou os estudos de Oersted
 - Idealizou o galvanômetro
 - Inventou o primeiro telégrafo
 - Inventou o eletroímã
 - Junto com François Jean Dominique Arago



Lei de Ampère

- O campo magnético \vec{B} gerado por cargas em movimento é dado por:

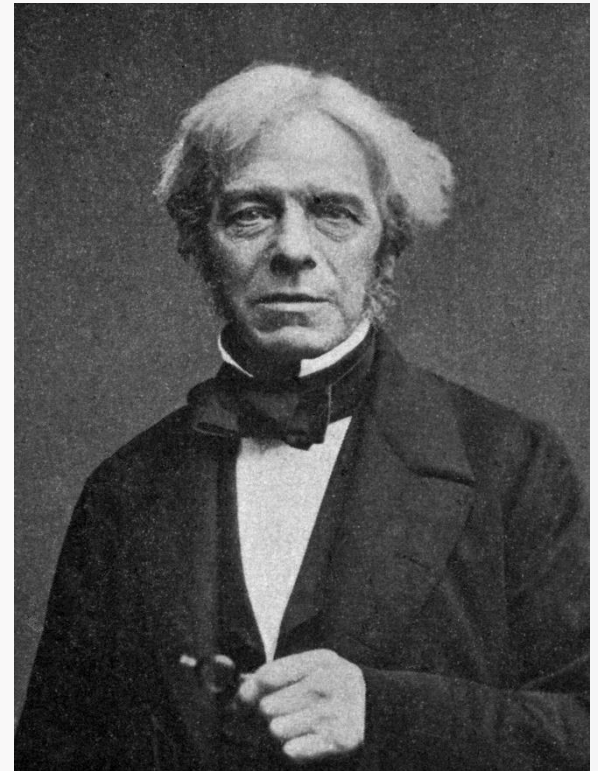
$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{L} = \mu_0 I$$



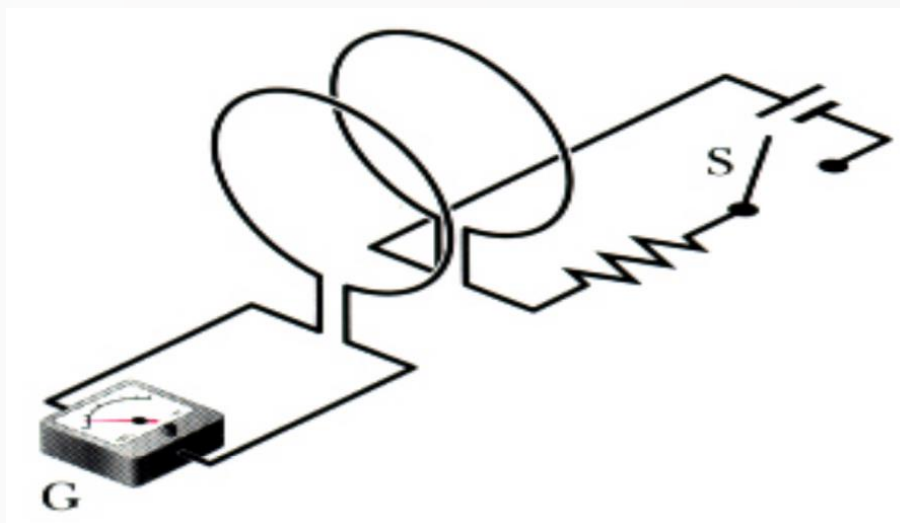
Introdução

- Michael Faraday (1791-1867)

- Natural de Londres
- Profissão: Químico e Físico
- Estudou até o ensino fundamental
 - Cientista experimental
- Na Química:
 - Descobriu o benzeno
 - Segunda lei da eletrólise
- Na Física (Eletromagnetismo):
 - Conceitos de Linhas de Força
 - Bateria e arco elétrico (plasma)
 - Gaiola de Faraday
 - Motor elétrico e dínamo (gerador)



Experimento de Faraday



Lei de Faraday

- “A **fem induzida** V_{fem} (volts), em qualquer **circuito fechado**, é igual a **taxa de variação** no tempo do **fluxo magnético** enlaçado pelo circuito”.

$$V_{fem} = \frac{d\Phi}{dt} \text{ [V]}$$

Introdução

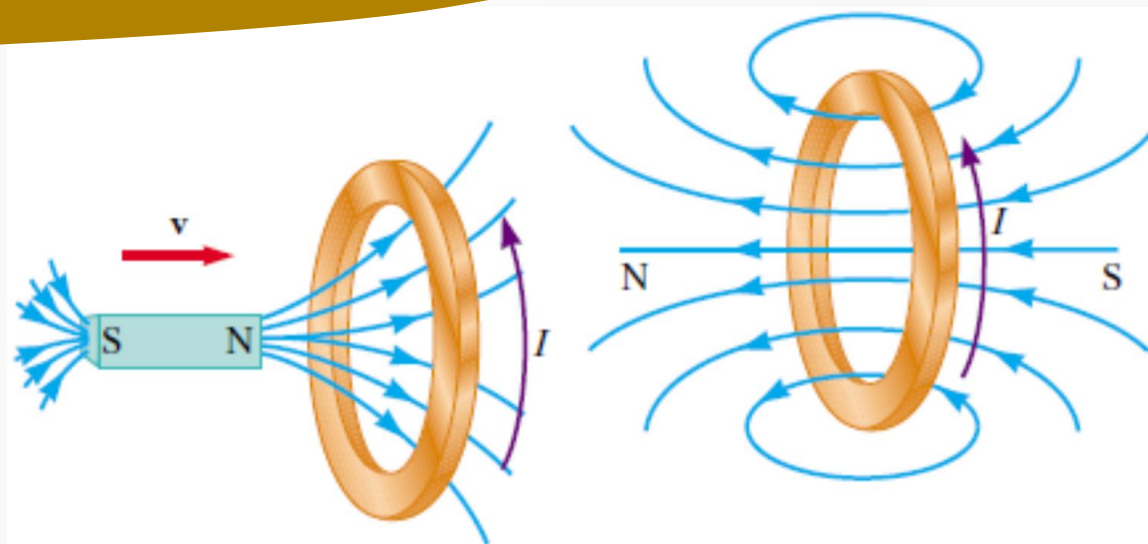
- Heinrich Lenz (1804-1865)
 - Natural de Tartu, Estônia
 - Profissão: Físico
 - Estudou Química e Física
 - Na Física:
 - Formulou a Lei de Lenz para corrigir a Lei de Faraday
 - Definiu a Lei de Joule para potência dissipada em um resistor
 - A letra L da indutância foi em homenagem a Lenz



Lei de Faraday

- Lei de Lenz afirma que a **fem induzida** age de tal forma a se opor à variação de fluxo que a induziu

$$V_{fem} = - \frac{d\Phi}{dt} \text{ [V]}$$



Força eletromotriz induzida

- Se o caminho fechado (circuito) for formado uma única espira:

$$V_{fem} = -\frac{d\Phi}{dt} \text{ [V]}$$

- Se o caminho fechado (circuito) for tomado por N espiras:

$$V_{fem} = -N \frac{d\Phi}{dt} \text{ [V]}$$

Força eletromotriz induzida

- Da eletrostática:

$$V_{fem} = \oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{L}$$

- Relacionando \mathbf{E} e \mathbf{B} :

$$V_{fem} = \oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{L} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d}{dt} \int_S \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S}$$

- Na presença de campos variáveis no tempo, \mathbf{E} e \mathbf{B} estão relacionados pela fem induzida

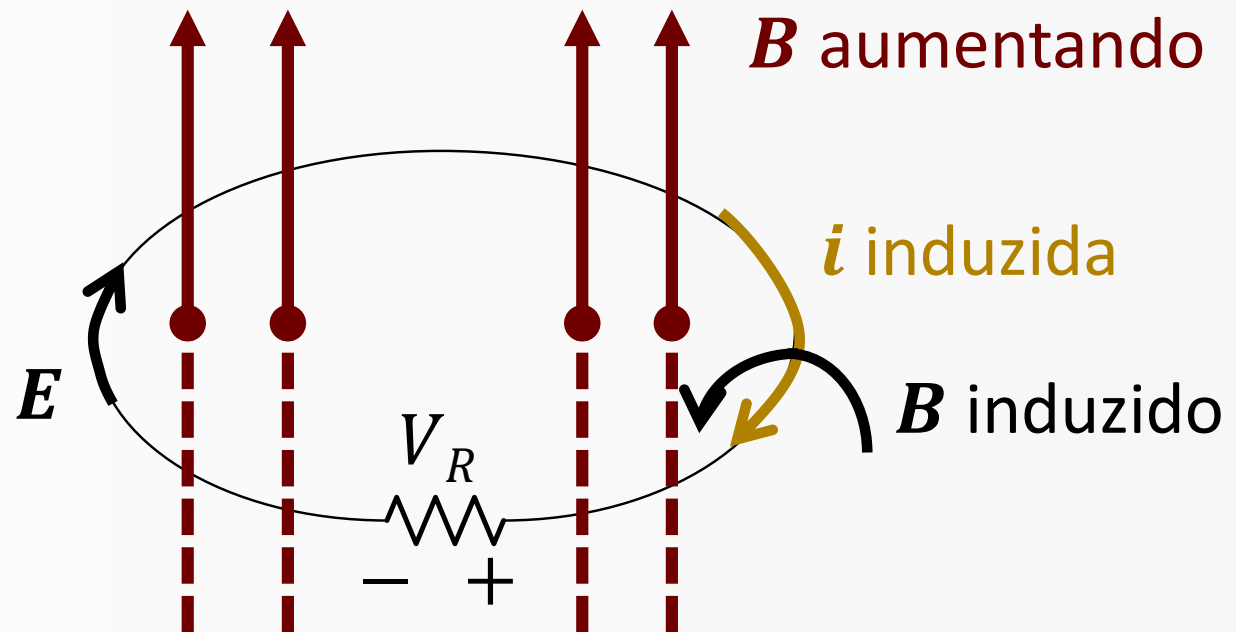
Força eletromotriz induzida

- A variação do fluxo pode acontecer para diferentes situações:

$$\frac{d\Phi}{dt} = \frac{d}{dt} \int_S \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S} \neq 0$$

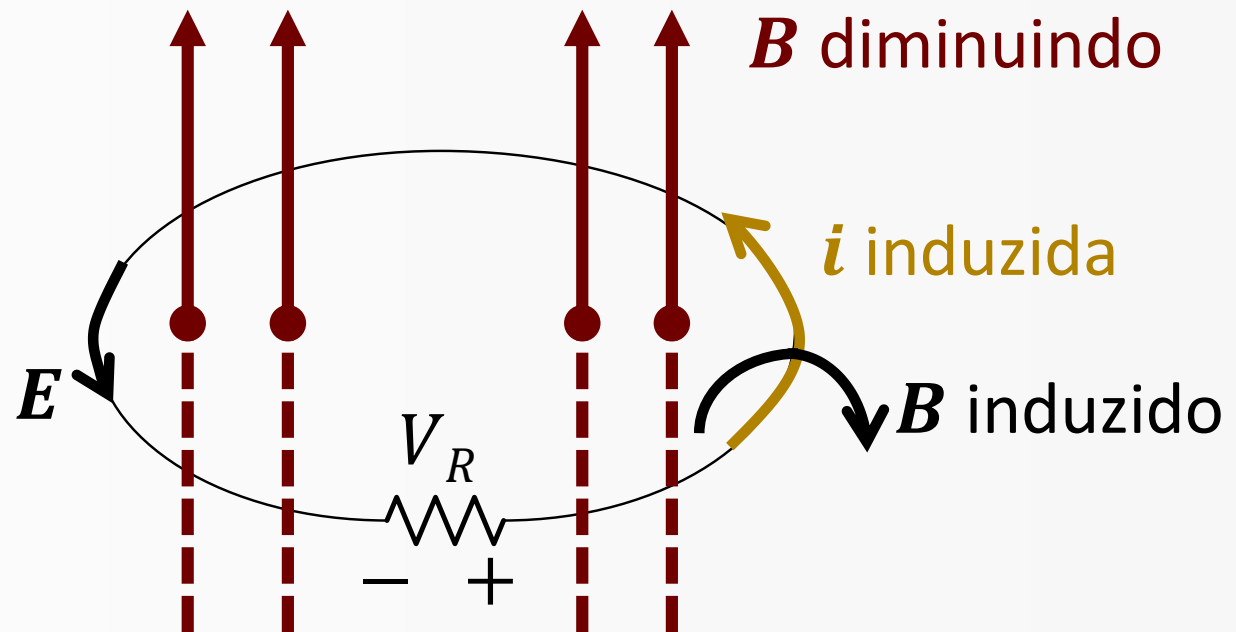
1. Fluxo magnético variante (fem de transformador)
2. Área do enlace variando (fem de movimento)
3. Os dois ao mesmo tempo (fem de transformador e de movimento)

Fem de transformador



$$V_R = V_{fem}$$

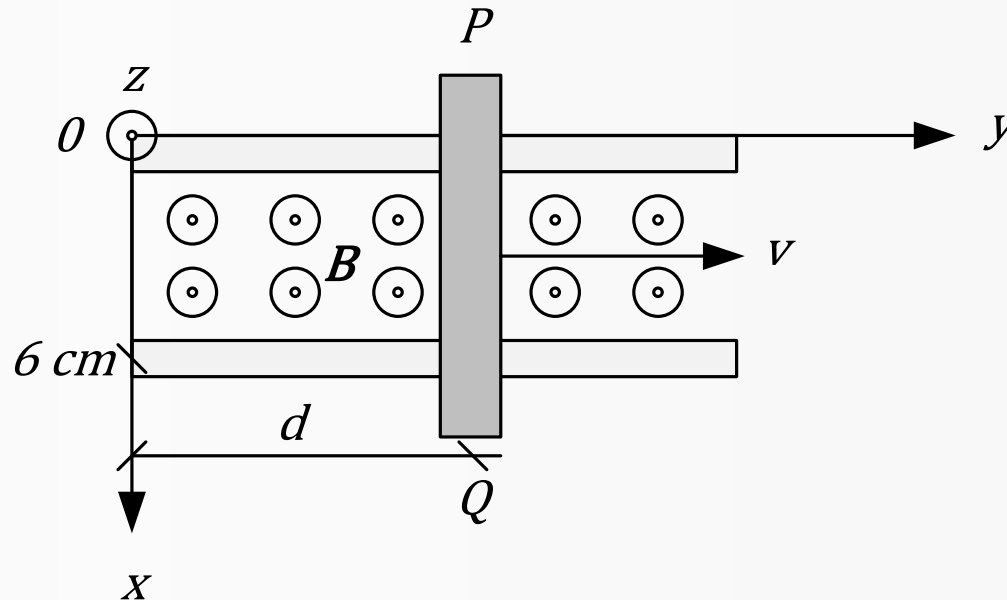
Fem de transformador



$$V_R = -V_{fem}$$

Fem de movimento

- A área $d\vec{S}$ é variável com o tempo.



Repassando

- Leis de magnetização
- Lei de Ampère
- Lei de Faraday-Lenz
- Fem de transformador
- Fem de movimento

- Equações de Maxwell

Bibliografia

- Hayt, William. H. e Buck, John A. “Eletromagnetismo”. São Paulo: McGraw-Hill, 2008.

ELT110 – Materiais Eléctricos

Prof. Rodolpho Neves

Departamento de Engenharia Eléctrica

rodolpho.neves@ufv.br

Campus Viçosa:

Avenida Peter Henry Rolfs, s/n

CEP 36570-900

Viçosa - MG - Brasil | + 55 31 3899-2200

Campus Florestal:

Rodovia LMG 818, km 6

CEP 35690-000

Florestal - MG - Brasil | + 55 31 3536-3300

Campus Rio Paranaíba:

Rodovia MG-230, Km 8

CEP 38810-000

Rio Paranaíba - MG - Brasil | + 55 34 3855-9300

www.ufv.br



Universidade Federal de Viçosa