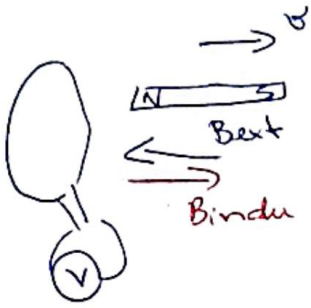
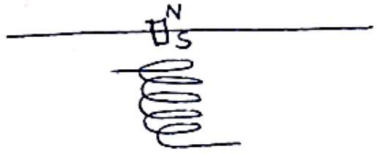



• Se $v \neq 0$ ⇒ uma corrente é induzida. ⇒ B induzido

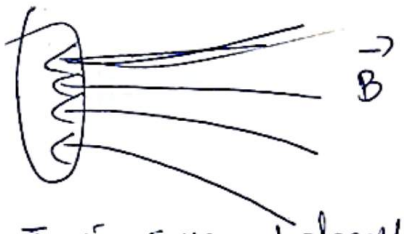
• Se $v = 0$ ⇒ não existe indução de corrente.

Lei de Lenz: O campo gerado pela corrente induzida se opõe à variação do campo magnético externo.

(A guitarra elétrica



cada funciona como um imã. cada oscila ⇒ a corrente muda de direção com a mesma frequência da oscilação da corda)




Ter variação de $\vec{B}$ implica em variar o fluxo. (# linhas que atravessam a superfície)

não é sup. fechada! ⌐ vetor ⊥ a área




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

• Se $v = cte \Rightarrow \Phi_B = cte \Rightarrow i_{ind} = 0$

• Se $v \neq 0 \Rightarrow$ é possível que $\Phi_B \neq cte$ $\frac{d\Phi_B}{dt} \neq 0$ $i_{ind} \neq 0$

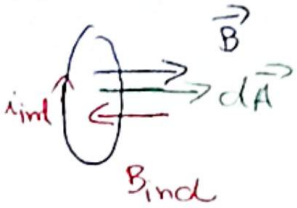
Digitalizado com CamScanner

# Lei de Indução de Faraday

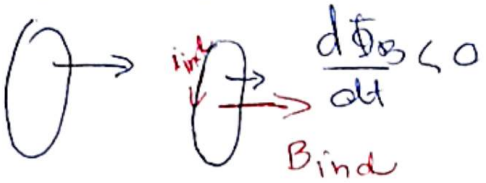
$$\frac{d\Phi_B}{dt} = -\mathcal{E}_{ind}$$

↓

contrária à variação do fluxo




$$\frac{d\Phi_B}{dt} > 0$$




- Para N espiras

$$\mathcal{E} = -N\frac{d\Phi_B}{dt}$$

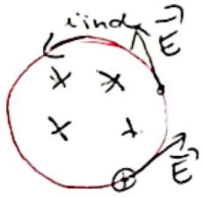
- Para calcular $i_{ind}$ é preciso saber a resistência do fio:

$$\Delta V = iR$$

$$\mathcal{E} = i_{ind} R$$

$$i_{in} = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

- Reformulação da Lei de Faraday




$$\mathcal{E}_{ind} = \Delta V \qquad \Delta V = -\int \vec{E}.ds$$

$$W = \int \vec{F}.d\vec{s}$$

$$\frac{W}{q_0} = \int \frac{q_0 \vec{E}\, d\vec{s}}{q_0}$$

$$\mathcal{E} = \oint \vec{E}\, d\vec{s}$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{d\Phi_B}{dt} = -\oint \vec{E}.d\vec{s}}$$ Lei de Faraday

* não é uma lei: não é válido para campos elétricos produzidos por indução.

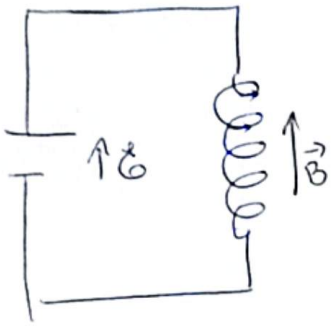
mas vimos

$$V_f - V_i = -\int_i^f \vec{E}.d\vec{s} \quad \text{se } i = f$$

$$\Rightarrow V_f - V_i = -\oint \vec{E}.d\vec{s} = 0$$ caminho fechado

Digitalizado com CamScanner

# Indutores e indutância: L




. se $i = cte \Rightarrow \vec{B} = cte$

se $\frac{di}{dt} \neq 0 \Rightarrow \vec{B} \neq cte \Rightarrow \frac{d\Phi_B}{dt} \neq 0$

$\Rightarrow$ Indutância (L): (Fusível)

$$L = \frac{N\Phi_B}{i} \quad T \cdot m^2/A \quad (1) \quad [L]$$

$= 1\ \Omega \cdot s = henry$

- Para solenoides:

Vimos que $\Phi_B = \int \vec{B} \cdot d\vec{A}$ (de) $\qquad \Phi_B = B \cdot A$ ($\downarrow$ $\mu_0 i n$)

$\Rightarrow L = \frac{N \mu_0 i n A}{i}$ $\qquad n = \frac{N}{h}$ (comp.) $\Rightarrow N = nh$

$L = \mu_0 n^2 h A$

$\frac{L}{h} = \mu_0 n^2 A$

( indutância/comprimento

Voltando em (1)

$L \cdot i = N \Phi_B$

$L \frac{di}{dt} = N \frac{d\Phi_B}{dt}$ $\qquad -\mathcal{E}_L$

. se $i = cte \Rightarrow \frac{d\Phi_B}{dt} = 0 \quad \mathcal{E}_{ind} = 0$

. se $i$ varia

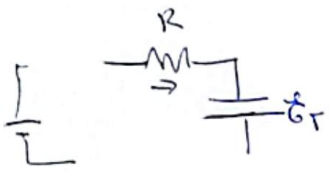



$\Rightarrow \mathcal{E}_L = -L \frac{di}{dt}$

$\mathcal{E}_L$ força eletromotriz auto induzida

Digitalizado com CamScanner

Logo depois
no momento em que a chave é fechada a corrente é igual a zero pois a força eletromotriz induzida é "capaz anular a corrente"




Quando a chave abre

$$-iR + \mathcal{E}_L = 0$$

$$\left( -iR - L\frac{di}{dt} = 0 \right) \times i \Rightarrow \text{Potência}$$

$$-i^2R - iL\frac{di}{dt} = 0$$

$-i^2R$ ↓ dissipada

$iL\frac{di}{dt}$ Potência fornecida

$$\frac{dU_L}{dt} = P_L$$

$$\frac{dU_L}{dt} = +Li\frac{di}{dt}$$

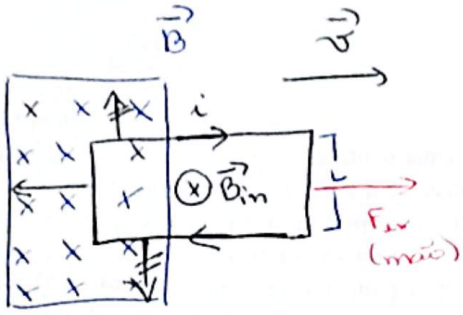
$$\int dU_L = +\int Li\,di$$

$$U_L = +L\frac{i^2}{2} \Rightarrow \boxed{U_L = \frac{Li^2}{2}}$$

energia armazenada no indutor.

Digitalizado com CamScanner

# Indução e transferência de Energia:




$\Rightarrow \frac{d\Phi_B}{dt} \neq 0$

$F = \cancel{i_0} i \vec{L}_{im} \times \vec{B}_{ext}$

> . Se $\vec{v} = cte \Rightarrow F_R = 0$
>
> $F_{ext} = \cancel{i_0} i L B$

$P = \frac{\Delta W}{\Delta t} = F \frac{\Delta s}{\Delta t}$

$P = F.v$

$\Rightarrow P = \cancel{i_0} i_{ind} L B_{ext} v$ $\quad \frac{\text{trabalho}}{\text{tempo}}$

~~$P = iV$ (Potência térmica)~~

$\frac{d\Phi_B}{dt}$

$i_{ind} =$ mas quem é $i_{ind}$.

$\Delta V = i_{ind} R$

$i_{ind} = \frac{\mathcal{E}}{R}$

$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$

$\Phi_B = \int B.dA$

$= BL.x$

$v = -\frac{dx}{dt}$

$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi_B}{dt} = -BL\frac{dx}{dt} = BLv$

$i_{ind} R = BLv$

$i = \frac{BLv}{R}$

$\Rightarrow P = \frac{\cancel{B_0} B^2 L^2 v^2}{R}$

$P = i_{ind} V$ $\quad \left(\frac{\text{energia térmica}}{\text{tempo}}\right)$

$= \frac{BLv}{R} BLv$

$= \frac{B^2 L^2 v^2}{R}$

O Trabalho para puxar a espira = energia térmica.

Digitalizado com CamScanner