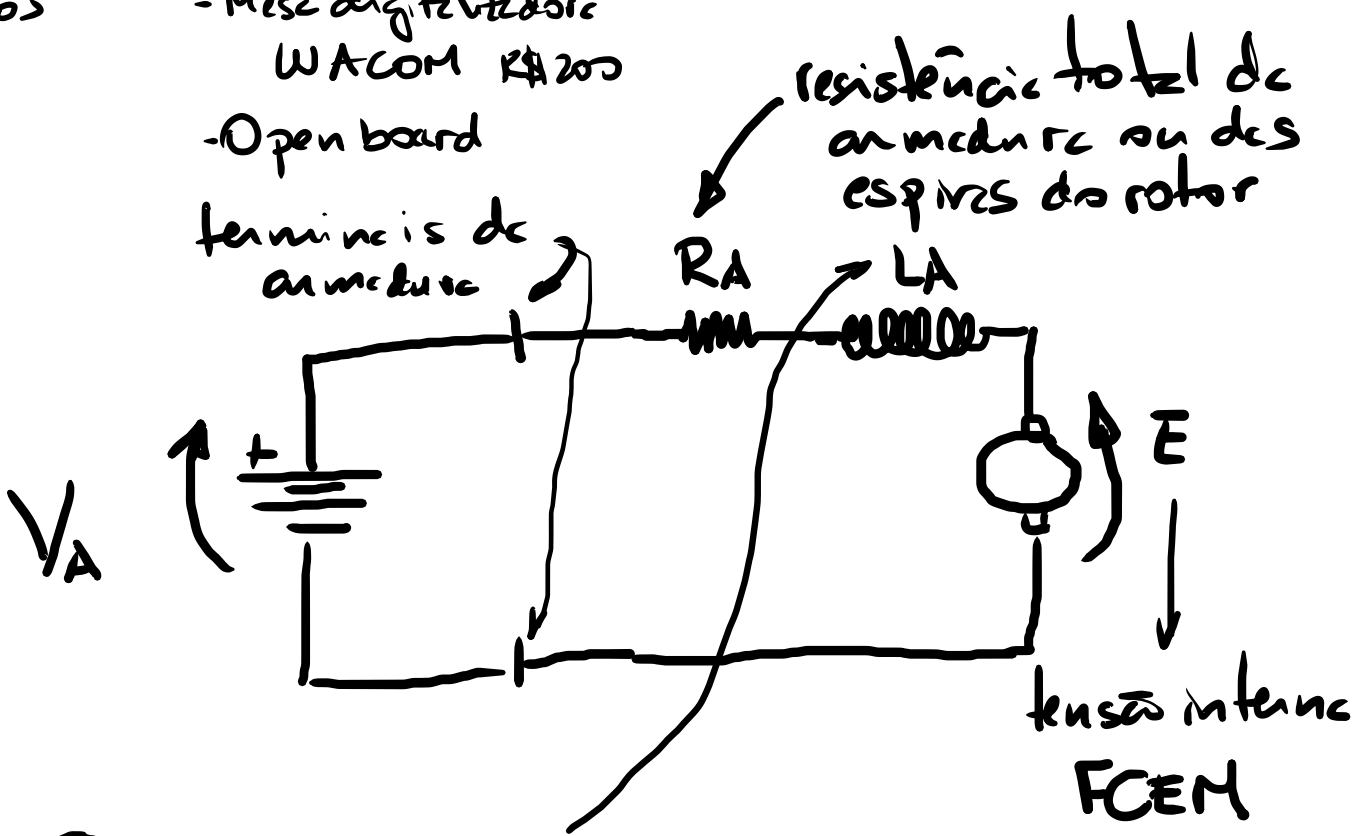
# Equacionamento

- circuitos elétricos
- física
- mecânica
- cálculo

- Mesa digitalizadora WACOM R$ 200
- Open board


terminais de alimentação do rotor ou armadura



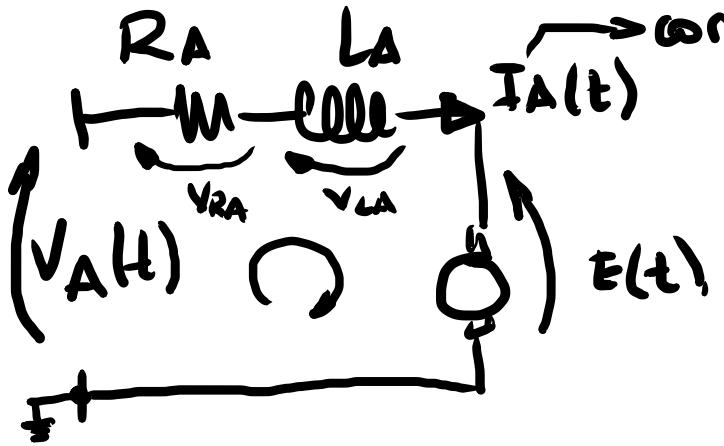

$V_A$

tem polaridade ?

SIM →



## Circuito elétrico




$$V_{RA}(t) = R_A \cdot I_A(t)$$

$$V_{LA}(t) = L_A \cdot \frac{d\,I_A(t)}{dt}$$

2ª lei Kirchhoff $\rightarrow \sum_{malha} V = 0$

$$V_A(t) - V_{RA}(t) - V_{LA}(t) - E(t) = 0$$

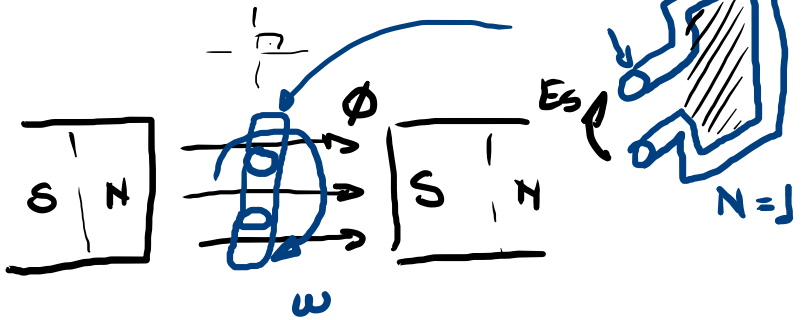
E.D.O 1ª ordem

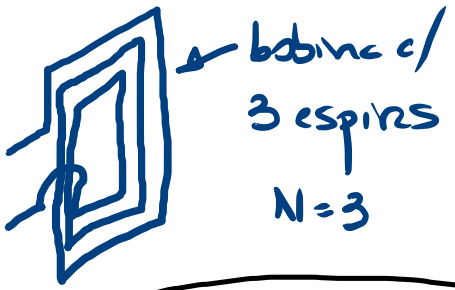
$$\boxed{V_A(t) - R_A \cdot I_A(t) - L_A \frac{d\,I_A(t)}{dt} - E(t) = 0}$$

FCEM.

Equação elétrica

# FCEM - força contra eletromotriz



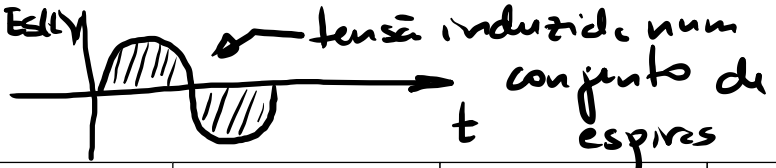

- tensão induzida por efeito magnético / movimento

$E_s = N \cdot \frac{d\Phi(t)}{dt}$ → imã permanente tem fluxo constante!

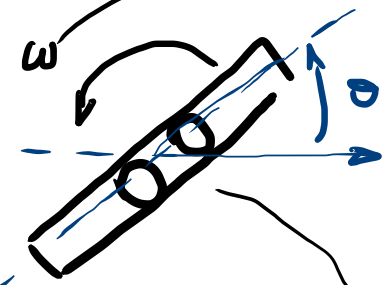
$\Phi$

$\Phi(t) = \Phi_m \cdot \cos(\theta) = \Phi_m \cos(\omega t)$

$E_s(t) = N \, d\left[\frac{\Phi_m \cos(\omega t)}{dt}\right] = -N\Phi_m \omega \sin(\omega t)$




tensão induzida num conjunto de espiras




$\omega = \dot{\theta} = \frac{d\theta}{dt}$

$\theta = \int \omega \, dt$

$\theta = \omega \int dt$

$\theta$ rad

$\boxed{\theta = \omega t}$

freq. angular = $2\pi f$

rad/s — ciclos p/ segundo — Hz — Hertz

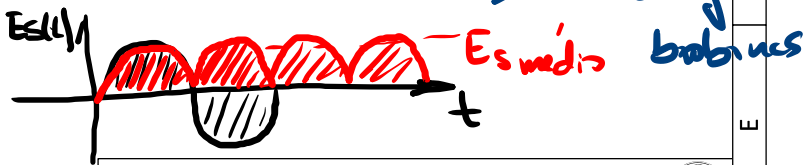
velocidade de rotação $n = f \cdot 60$ [RPM]

se um rotor gira c/ f = 20 Hz

$\omega = 2\pi \cdot 20 = 40\pi$ rad/s

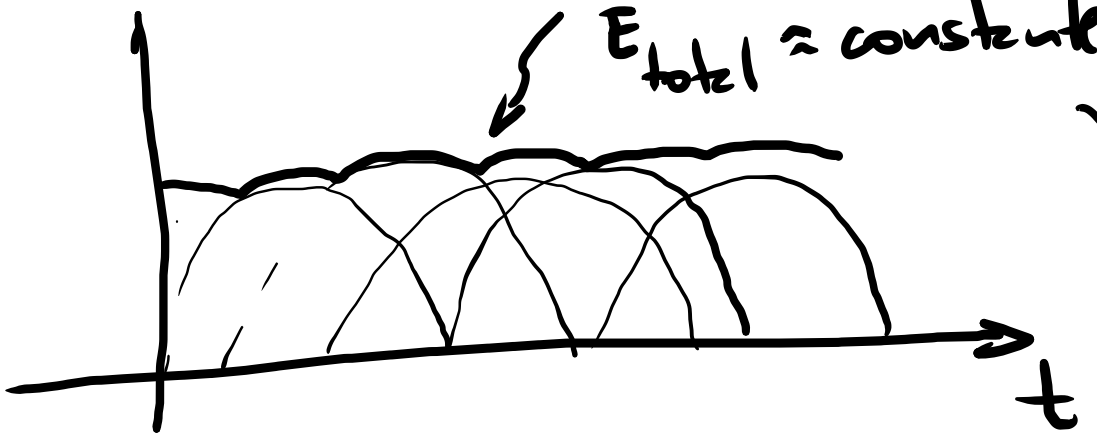
$n = 20 \cdot 60 = 1200$ RPM

coletores e comutador




apenas um conj. de bobinas

# FCEM




$E = K\phi \cdot \omega$

FCEM

tensão induzida ⟶ rotação do rotor

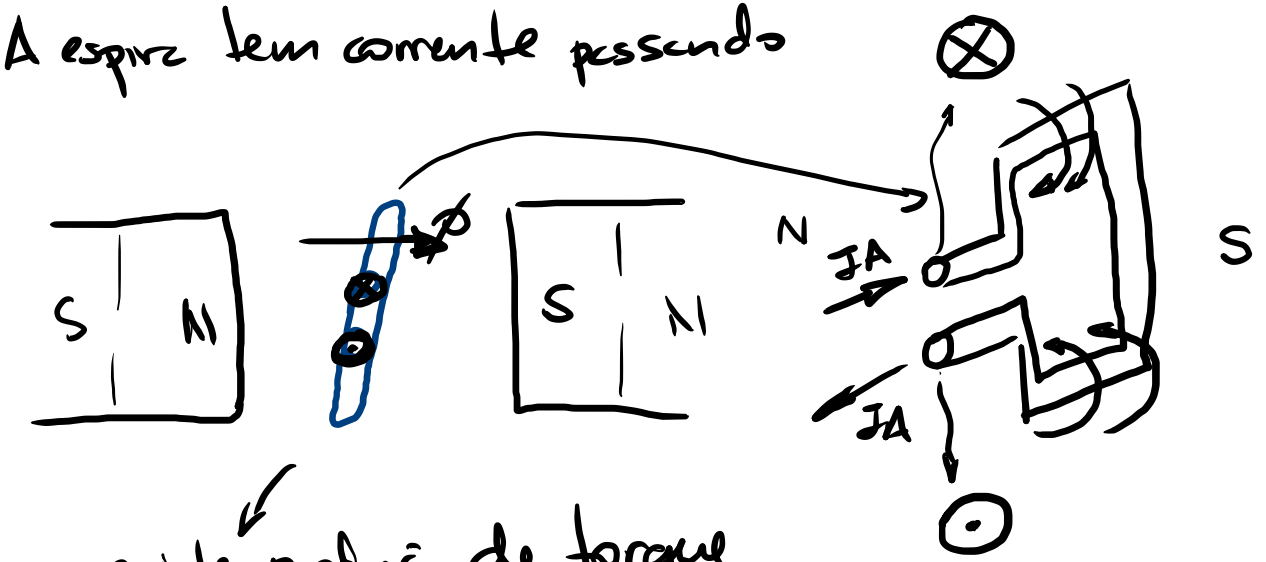
$E = K\phi\omega$

Eq. Eletromecânica

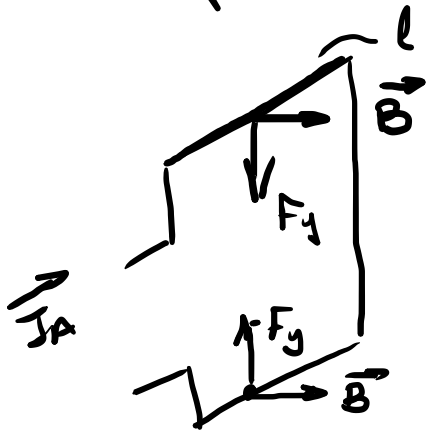
Ex: rotor travado

$\omega = 0 \rightsquigarrow E = 0$

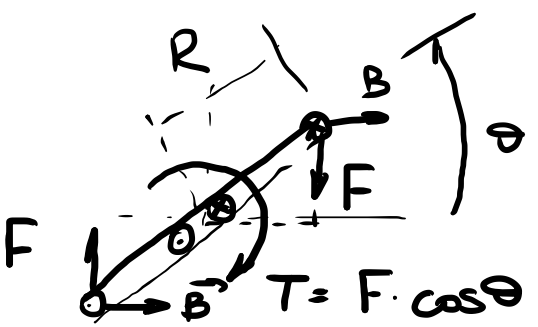
- A espira tem corrente passando




existe produção de torque binário de forças p/ movimentar a espiras




$\vec{F} = I \cdot \vec{l} \times \vec{B}$



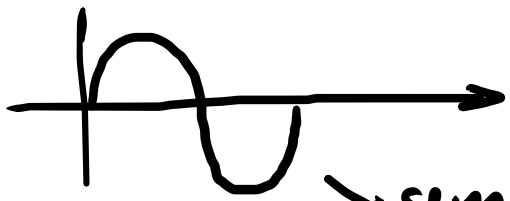

$T = F \cdot \cos\theta$

$T(t) = 2F \cdot \cos\theta$

- torque em uma bobina com N espiras, tem a seguinte característica

$T(t) = 2 \cdot |F| \cdot R \cos(\omega t)$

$T(t) = 2 \cdot \Phi \cdot I \, R \cos(\omega t)$

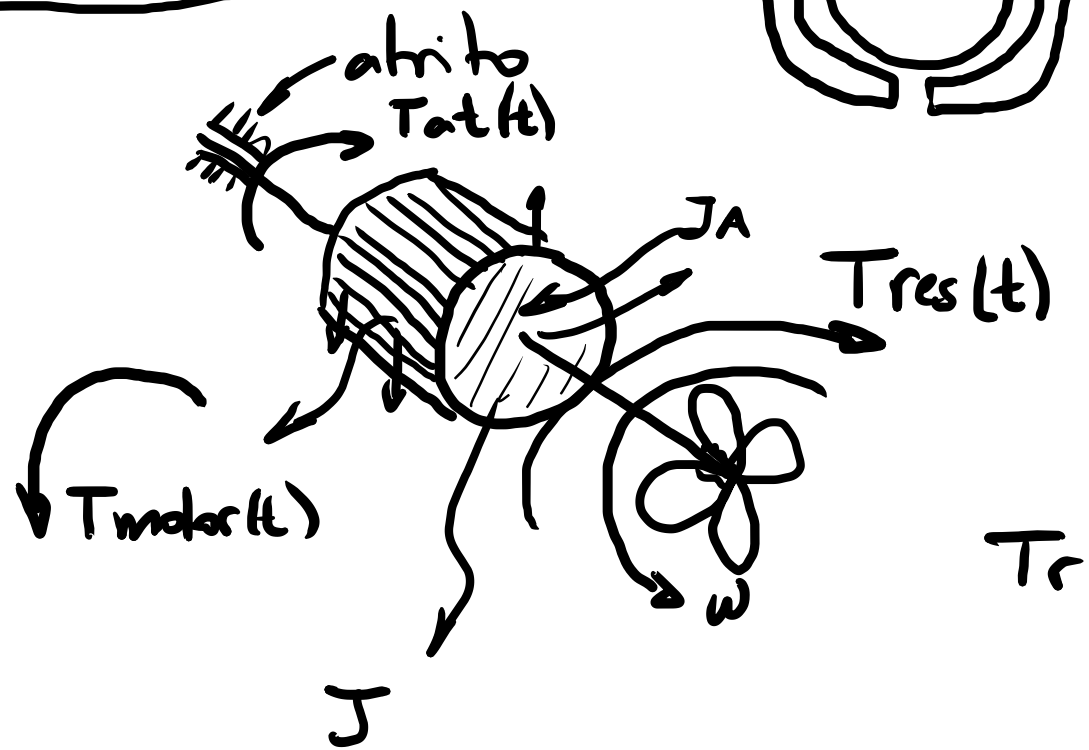


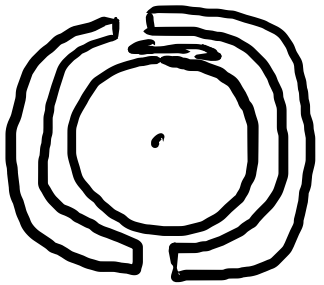
→ sem comutador

$T = K \cdot \Phi \cdot I$

eq. eletromecânica

# Motor CC



$$\vec{F_R} = m \cdot \vec{a}$$

$$\vec{T_r} = J \cdot \frac{d\vec{w}}{dt}$$

atrito rotacional

$$T_r = J\frac{dw}{dt} = T_{motor}(t) - T_{at}(t) - T_{res}(t)$$

$T_{motor}(t)$ → torq. eletromag.

$T_{res}(t)$ → carga

$$J\frac{dw}{dt} = T_{motor}(t) - T_{at}(t) - T_{res}(t)$$

→ Equação mecânica!

↳ $T_{at}(t) = D \cdot w(t)$