Laboratório de Oscilações e Ondas

Estudo das Oscilações de um Galvanómetro

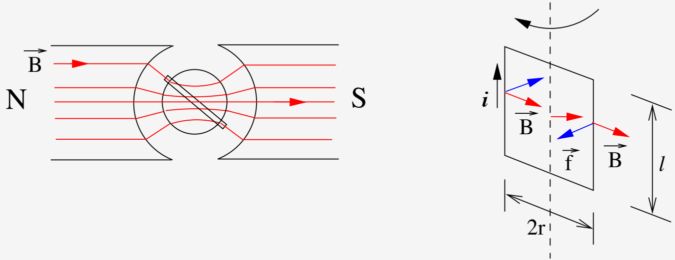
Pedro Sebastião

1º Semestre, 2016/2017

Laboratório de Oscilações e Ondas
Estudo das Oscilações de um Galvanómetro

Cópia das transparências

Força de Laplace (força de Lorentz) aplicada ao quadro do galvanómetro



Lei de Laplace

$$\overrightarrow{df} = i\overrightarrow{ds} \times \overrightarrow{B}$$

Força exercida cada lado vertical do quadro (n espiras)

$$\overrightarrow{ds} \perp \overrightarrow{B} \Rightarrow f = ni\ell B$$

Momento do binário

$$N_1 = 2r\ell niB = A_q niB$$

Binários das forças presentes no sistema

$$I_{zz}\frac{d^2\alpha}{dt^2} = \sum_k N_k$$

Binário motor

$$N_1 = A_q n i B$$

Binário de torção

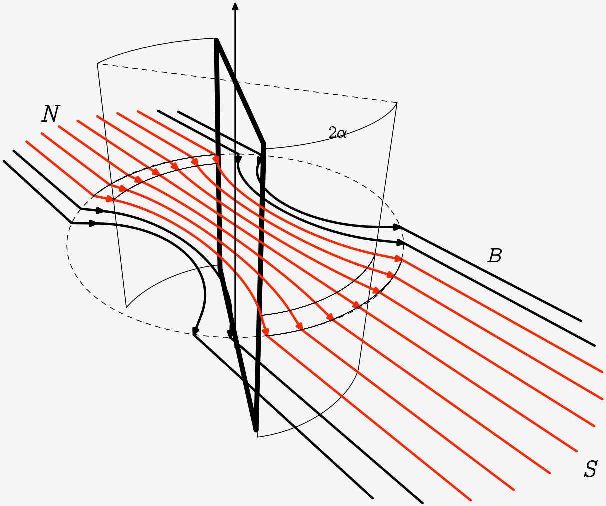
$$N_2 = -C\alpha$$

Binário de amortecimento (atrito no ar)

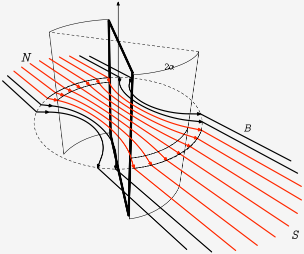
$$N_3 = -A_1\frac{d\alpha}{dt}$$

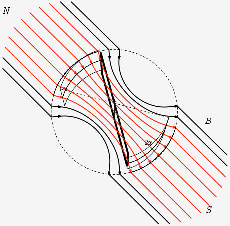
$$I_{zz}\frac{d^2\alpha}{dt^2} + A_1\frac{d\alpha}{dt} + C\alpha = A_q n i B$$

Factores de amortecimento

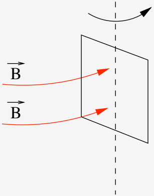


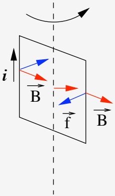
Lei de indução de Faraday



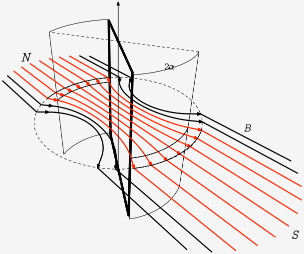


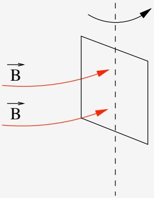
(http://www.ctan.org/tex-archive/help/Catalogue/entries/featpost.html)

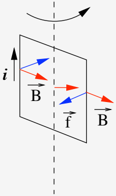




Factores de amortecimento







Lei de indução de Faraday

$$\epsilon_{ind} = -\frac{d\phi}{dt}, \quad \phi = \int_S \overrightarrow{B}.\overrightarrow{ds}$$

Para as n espiras

$$\phi = n2\alpha r\ell B = \alpha A_q nB$$

Equação final

$$\epsilon_{ind} = -\frac{d\phi}{dt} = -A_q n B \frac{d\alpha}{dt}$$

Auto indução

$$\epsilon_{auto} = -L_g \frac{di}{dt} \sim 0 \quad (L_g \to 0,\, \frac{di}{dt} \to 0)$$

$$\epsilon_{ind} + \epsilon_{auto} = R i_{ind} = (R_S + R_G) i_{ind} \sim -A_q n B \frac{d\alpha}{dt}$$

$$I_{zz} \frac{d^2\alpha}{dt^2} + A_1 \frac{d\alpha}{dt} + C\alpha = A_q n i_{ind} B = -\frac{(A_q n B)^2}{R_S + R_G} \frac{d\alpha}{dt}$$

$$I_{zz} \frac{d^2\alpha}{dt^2} + (A_1 + A_2) \frac{d\alpha}{dt} + C\alpha = 0$$

$$A_2 = \frac{(A_q n B)^2}{R_S + R_G}$$

Equação final

$$\frac{d^2\alpha}{dt^2} + 2\lambda\frac{d\alpha}{dt} + \omega_0^2\alpha = 0$$

$$2\lambda = \frac{A_1 + A_2}{I_{zz}} = 2\lambda_1 + 2\lambda_2$$

$$2\lambda_1 = \frac{A_1}{I_{zz}},\ 2\lambda_2 = \frac{A_2}{I_{zz}}$$

$$A_2 = \frac{(A_q n B)^2}{R_S + R_G}$$

$$\omega_0^2 = \frac{C}{I_{zz}}$$

Regimes de oscilação

Polinómio característico

$$S^2 + 2\lambda S + \omega_0^2 = 0$$

$$S_{1,2} = -\lambda \pm \sqrt{\lambda^2 - \omega_0^2}$$

1) $\omega_0 > \lambda$

$$S_{1,2} = -\lambda \pm j\omega$$

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \lambda^2}$$

$$\alpha(t) = Ae^{-\lambda t}\cos(\omega t - \delta)$$

2) $\omega_0 = \lambda$

$$S_{1,2} = -\lambda$$

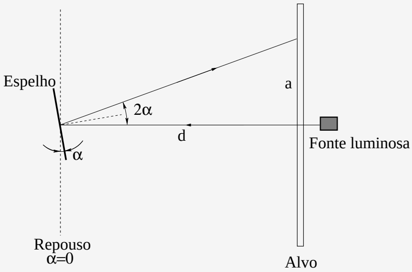
$$\alpha(t) = (B_1 + B_2 t)e^{-\lambda t}$$

3) $\omega_0 < \lambda$

$$S_{1,2} = -\lambda \pm \sqrt{\lambda^2 - \omega_0^2}$$

$$\alpha(t) = B_1 e^{S_1 t} + B_2 e^{S_2 t}$$

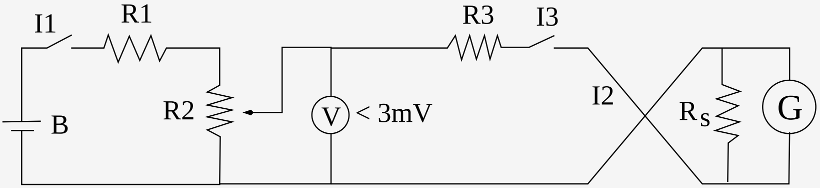
Diagrama



$$\tan(2\alpha) = \frac{a}{d}$$

$$\alpha = \frac{1}{2}\arctan\left(\frac{a}{d}\right)$$

Circuito



1. Estudo do regime $R_S \to \infty$ Regime oscilante amortecido. Medir o período T. Determinar λ e ω_0
2. Estudo do regime para $R_S = 50\ 000\Omega, 100\ 000\Omega$
3. Determinar R_S correspondente ao regime aperiódico limite
4. Determinar C, I_{zz}, A_1 e nA_qB