

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

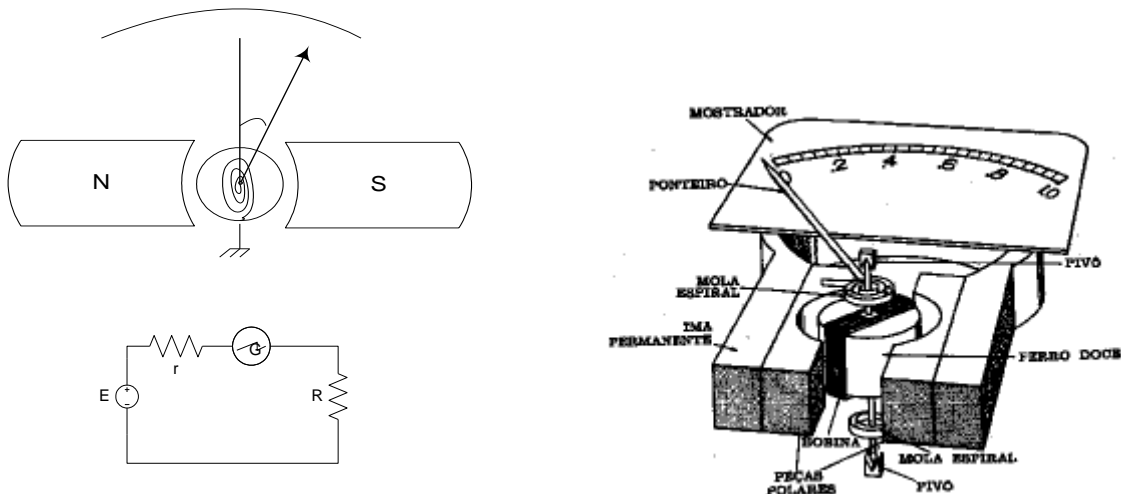
DISCIPLINA: LABORATÓRIO DE SISTEMA DE CONTROLE

ENSAIO 03: COMPORTAMENTO DE UM SISTEMA DE 2ª ORDEM

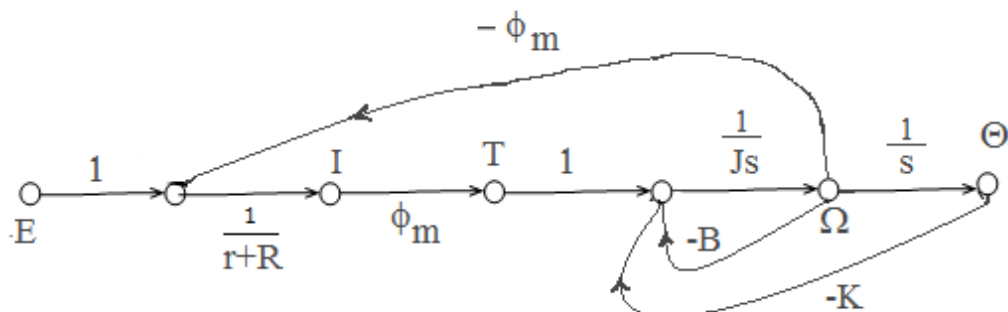
OBJETIVOS:

1. Compreender o funcionamento eletromagnético de um galvanômetro de bobina móvel e identificar os parâmetros relevantes para um modelo dinâmico
2. Identificar o comportamento transitório de um sistema de 2ª ordem
3. Predizer a influência de parâmetros no comportamento transitório de um sistema de 2ª ordem.
4. Determinar o período próprio de um galvanômetro
5. Realizar função de transferência e diagramas de simulação analógica

Formulação do Problema: O desenho abaixo representa um galvanômetro



Um diagrama de fluxo de sinal e a equação diferencial do galvanômetro, quando inserido no circuito elétrico são dados abaixo.



$$J \frac{d^2\theta}{dt^2} + \left(B + \frac{\Phi_m^2}{r+R} \right) \frac{d\theta}{dt} + K\theta = \frac{\Phi_m}{r+R} E, \text{ onde:}$$

J – Momento de inércia do conjugado móvel

B – Coeficiente de atrito viscoso do mancal

K – Constante de elasticidade da mola de restrição

R – Resistência do circuito que se quer medir a corrente

r - Resistência interna do galvanômetro

Φ_m – Fluxo no entreferro

E – Força eletromotriz da bateria

T – Torque do conjugado móvel

I – Corrente

Θ - Posição angular do ponteiro

Ω - velocidade angular do ponteiro

O polinômio característico de um sistema de 2ª ordem é dado por $s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2$ onde ω_n é a frequência natural não-amortecida, ζ é a taxa de amortecimento, $\zeta\omega_n$ é o amortecimento e $\omega_d = \omega \sqrt{1-\zeta^2}$ é a frequência natural amortecida

1ª) No Simulink, faça uma realização por função de transferência para o galvanômetro e simule para $J=0.5 \text{ N/s}^2$, $B=0$, $\Phi=10 \text{ Wb}$, $r=1 \Omega$ e $R=49 \Omega$, $K=4 \text{ N/m}$, $E=9 \text{ V}$

- O que representa tecnicamente o termo $\frac{\Phi_m^2}{r+R}$?
- Qual o valor de regime permanente? Justifique.
- Qual o tipo de comportamento do sistema? Justifique.

2ª) Faça uma realização utilizando o DFS, Observe a influência de R no comportamento dinâmico do sistema

- Certifique-se que o DFS e a função de transferência global são equivalentes.
- Qual o valor de $R_{eq} = r + R$ para se obter amortecimento crítico? Este valor é chamado de resistência crítica R_c .
- Simule o sistema para valores de R de modo que o sistema apresente os comportamentos: subamortecido, superamortecido e amortecimento crítico.
- Comente sobre a influência de R no comportamento do sistema.
- Comente sobre a influência de J, K e Φ no comportamento do sistema.

3ª) Chama-se período próprio do galvanômetro, o período de oscilação do galvanômetro em circuito aberto.

- Faça uma realização da função de transferência do galvanômetro usando somente blocos de computador analógico (sum, integrator, gain). Faça um ensaio para determinar o período próprio do galvanômetro

b) Determine o período de oscilação do galvanômetro. Despreze B, visto que

$$B \ll \frac{\Phi_m^2}{R_{eq}} \text{ e mostre que } T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{K}{J} \left[1 - \left(\frac{R_c}{R_{eq}} \right)^2 \right]}} \text{ onde: } R_c - \text{Resistência crítica}$$