

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

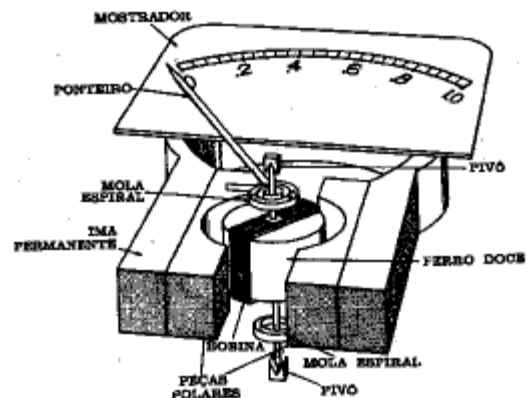
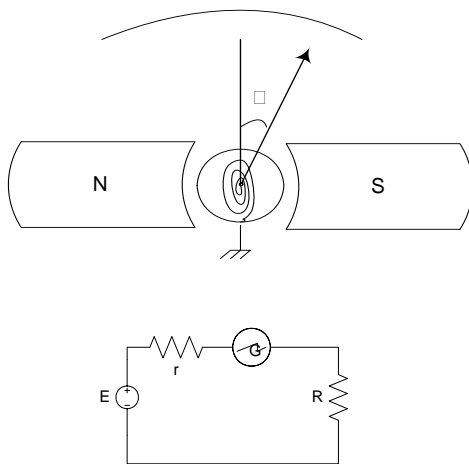
DISCIPLINA: LABORATÓRIO DE SISTEMA DE CONTROLE

ENSAIO 03: COMPORTAMENTO DE SISTEMAS DE 2ª E 3ª 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 e permanente de um sistema de 2ª ordem
3. Predizer a influência de parâmetros no comportamento transitório de um sistema de 2ª ordem.
4. Realizar função de transferência e diagramas de simulação analógica
5. Observar o comportamento de um sistema de 3ª ordem.
6. Compreender o conceito de pólo dominante e utilizá-lo para prever o comportamento dinâmico de sistemas com ordem igual ou superior a 3.

Formulação do Problema: O desenho abaixo representa um galvanômetro



O galvanômetro, quando inserido no circuito elétrico acima, pode ser descrito matematicamente

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

- J – Momento de inércia do conjugado móvel
- B – Coeficiente de atrito viscoso do mancal
- K – Constante de elasticidade da mola de restrição
- L – Indutância da bobina móvel (Desprezível)
- R – Resistência do circuito elétrico que se quer medir
- r - Resistência interna do galvanômetro
- Φ_m – Fluxo no entreferro

O polinômio característico de um sistema de 2ª ordem é dado por

$$\Delta(s) = s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2$$

onde ω_n é a frequência natural não-amortecida, ζ é a taxa de amortecimento, $\zeta\omega_n$ é o amortecimento e $\omega_d = \omega_n \sqrt{1 - \zeta^2}$ é a frequência natural amortecida

$0 < \zeta < 1$ Comportamento subamortecido

$\zeta = 1$ Comportamento de amortecimento crítico

$\zeta > 1$ Comportamento Superamortecido

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

a) Qual o valor de regime permanente? Justifique.

b) Qual o tipo de comportamento do sistema? Justifique.

c) O que representa tecnicamente o termo $\frac{\Phi_m^2}{r + R}$

2ª) Observe a influência de R no comportamento dinâmico do sistema

a) Qual o valor de $R_{eq} = r + R$ para se obter amortecimento crítico? Este valor é chamado de resistência crítica R_c .

b) Simule o sistema para valores de R de modo que o sistema apresente os comportamentos: superamortecido e amortecimento crítico. Comente sobre a influência de R no comportamento do sistema.

c) 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.

a) Faça uma realização usando somente blocos de computador analógico (sum, integrator, gain). para o galvanômetro.. Simule para os valores de parâmetros dados na questão 1. À luz de Mason, compare a resposta desta realização com os resultados da questão 1.

b) Faça um ensaio para determinar o período próprio do galvanômetro