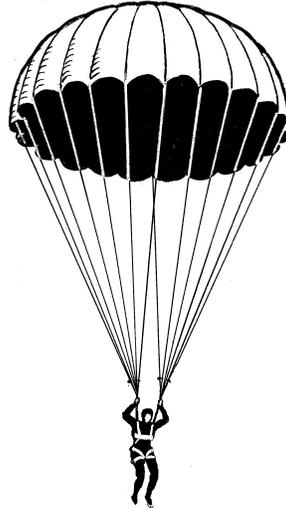


1-) Uma aeronave militar de treinamento sofre uma pane em vôo e o piloto é obrigado a ejetar. O piloto possui uma massa de 90 kg e após a ejeção alcança uma velocidade de regime permanente de 30 m/s com apenas um dos paraquedas aberto. Formule um modelo dinâmico de segunda ordem para o conjunto piloto e paraquedas. Faça considerações que julgar oportunas e sobretudo coerentes com o fenômeno físico. Após formular o modelo responda às seguintes questões:



- Determine a constante de amortecimento do modelo.
- Por acidente, o segundo paraquedas se abre após o piloto ter alcançado a condição de regime permanente. Se o segundo paraquedas abre em $t = 0$ determine a equação diferencial para a velocidade do piloto.
- Resolva esta equação diferencial, determine os parâmetros do modelo e determine a velocidade terminal do piloto.
- Esboce o gráfico da velocidade do piloto em função do tempo.
- Obtenha a equação diferencial que descreve a força que atua no piloto e esboce seu gráfico em função do tempo.
- Qual seria a distância viajada pelo piloto no intervalo de tempo decorrido entre duas constantes de tempo consecutivas ?

2-) A suspensão de um automóvel pode ser modelada através de um sistema massa-mola-amortecedor conforme visto em aula. Assuma $m = 500 \text{ kg}$, $k = 4 \times 10^3 \text{ N/m}$ e $b = 2 \times 10^3 \text{ Ns/m}$.

- Determine a equação característica do sistema, obtendo em seguida seus pólos. Determine também a resposta transiente do sistema às condições iniciais dadas por $x_0 = 0 \text{ m}$ e $v_0 = 1 \text{ m/s}$ bem como $x_0 = 1 \text{ m}$ e $v_0 = 0 \text{ m/s}$.
- Determine os seguintes parâmetros: (i) a frequência natural não amortecida; (ii) a frequência natural amortecida; (iii) o fator de amortecimento. Classifique o modelo quanto ao valor deste último parâmetro.
- Discuta o que ocorre com o sistema se a constante de amortecimento b variar.
- Se você estiver projetando o sistema de suspensão de um veículo discuta o comportamento dinâmico da suspensão quanto ao amortecimento para um carro esporte, um carro de luxo e uma pick-up.

3-) Um determinado sistemas dinâmico possui a seguinte equação diferencial

$$\dot{y} + 5y = 10u(t)$$

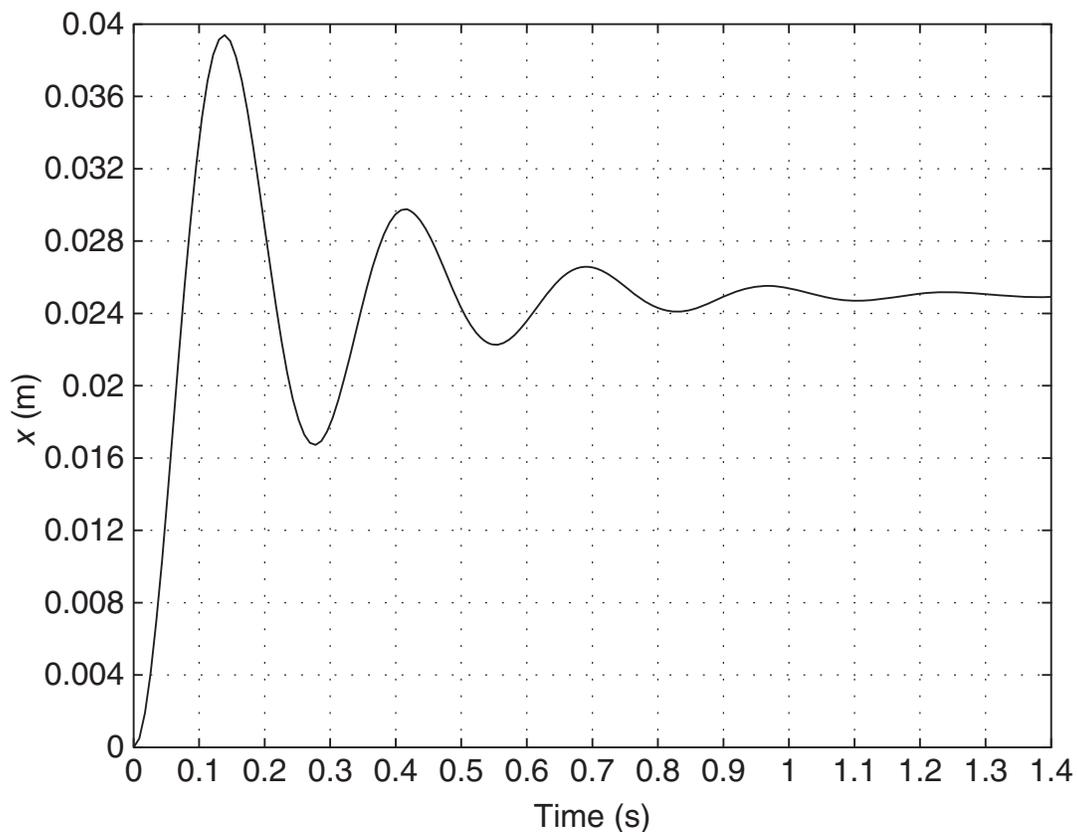
onde $u(t)$ representa uma entrada *degrau* e $y(t)$ é a variável de saída do sistema.

- Qual é o valor da constante de tempo para este sistema ?
- Se $u = 10$, determine o valor da resposta de regime permanente para $y(t)$. Agora assuma que $u = 0$, e o sistema iniciou em uma determinada posição inicial $y(0)$, a qual você não conhece. Mas você sabe que 0,5 s mais tarde o sistema estava na posição $y(0,5) = 2$. Qual seria a condição inicial $y(0)$ que resultaria neste resultado ?
- Esboce o gráfico da resposta do sistema relativa ao item (b).
- Em que instante a resposta alcança 2 % do valor inicial ?
- Em que instante a resposta do sistema alcança o valor de 0,02 ?

4-) Um sistema dinâmico possui modelo matemático dado pela seguinte E.D.O.:

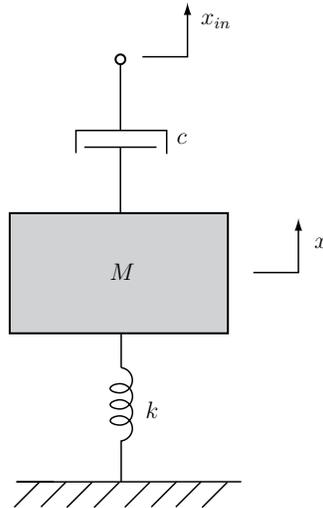
$$m\ddot{x} + b\dot{x} + kx = f(t)$$

e o gráfico abaixo mostra a resposta do referido sistema à uma entrada do tipo degrau unitário. Estime os valores de m , b e k .



5-) O sistema de segunda ordem mostrado ao lado possui uma entrada tipo deslocamento x_{in} conforme mostrado e sua saída é o deslocamento absoluto da massa M , representado por $x(t)$.

- a) Escreva a equação diferencial de movimento para o modelo.
 b) Agora assumindo $M = 0,1 \text{ kg}$, $k = 10 \text{ N/m}$ e $c = 0,2 \text{ Ns/m}$ determine os valores de ζ e ω_n .
 c) Assuma que o sistema encontra-se no repouso. O sistema recebe uma entrada do tipo degrau unitário $x_{in}(t) = u(t) \text{ m}$. Determine a solução analítica para a resposta do sistema à esta entrada.
 d) Faça um esboço do gráfico de $x(t)$.



6-) Um sistema dinâmico possui a seguinte equação diferencial

$$\frac{d^2y}{dt^2} + 2\frac{dy}{dt} + (1 + 100\pi^2)y = 0$$

- a) Obtenha os pólos do sistema. Represente os pólos no plano complexo
 b) Sabendo que a solução transiente do modelo segue a forma

$$y(t) = c_1 e^{s_1 t} + c_2 e^{s_2 t}$$

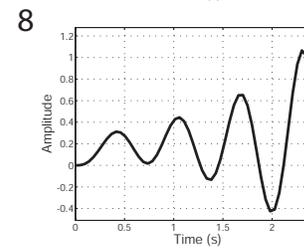
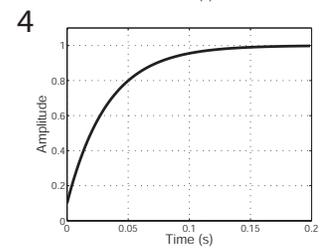
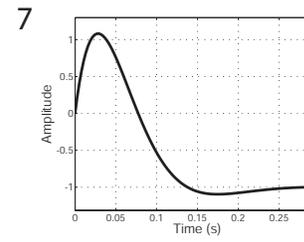
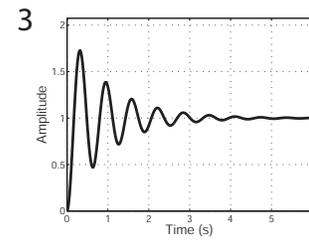
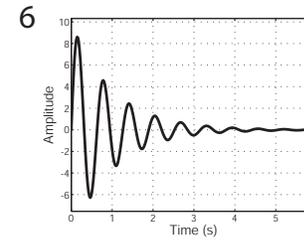
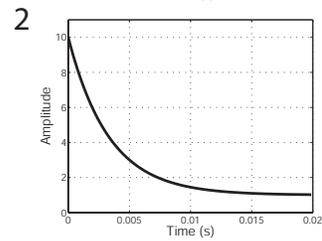
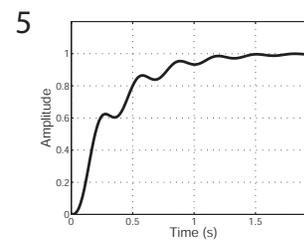
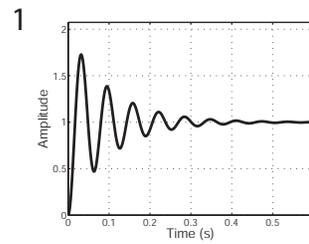
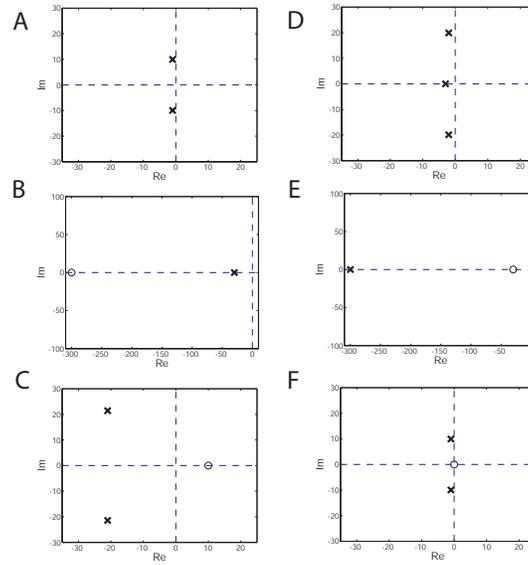
obtenha os valores das constante de integração para $y(0) = \dot{y}(0) = 1$.

c) A solução também pode ser expressa como

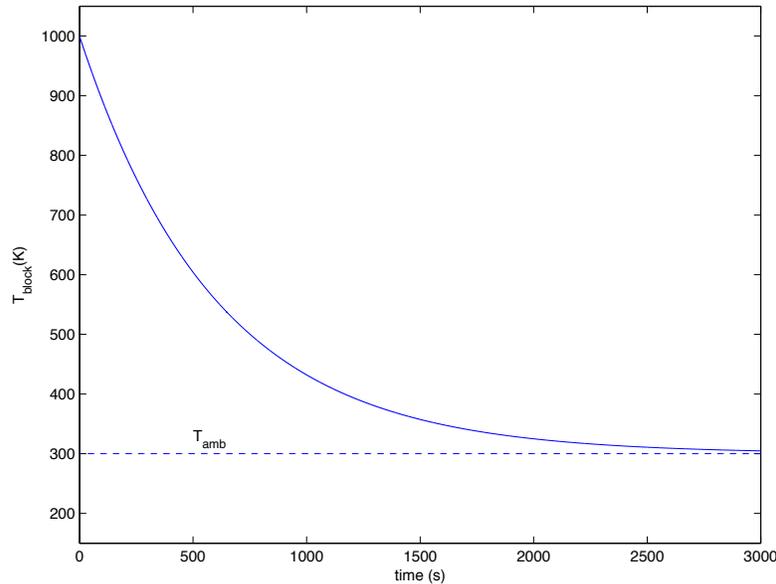
$$y(t) = M e^{-\sigma t} \cos(\omega_d t + \phi)$$

Quais são os valores de M e ϕ ?

7-) Abaixo são mostrados seis diagramas complexos A-F nos quais são indicados os pólos e zeros de seis sistemas dinâmicos. Na sequência são mostrados oito gráficos de resposta ao degrau. Seu trabalho é estabelecer a correspondência entre os diagramas complexos da primeira figura e as respostas ao degrau mostradas na segunda figura. Observação: as escalas de tempo e amplitude dos gráficos da resposta não necessariamente são as mesmas !



8-) Um bloco de cobre é retirado de um forno com temperatura inicial de 1000 K , e resfriado em temperatura ambiente de 300 K . O gráfico anexo mostra a evolução da temperatura da amostra. O bloco possui massa de $0,1\text{ kg}$ e seu calor específico é $385\frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$. Com base na informação fornecida proponha um modelo dinâmico que descreva o fenômeno e escreva a equação diferencial do modelo.



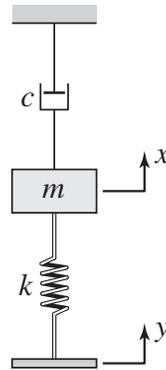
9-) São dadas abaixo as F.T. de três sistemas dinâmicos. Para cada uma delas esboce os gráficos da relação de amplitudes e ângulo de fase das correspondentes respostas em frequência.

$$(a) G(s) = \frac{5s+1}{s+10}$$

$$(b) G(s) = \frac{5s+1}{s^2+3s+1}$$

$$(c) G(s) = \frac{s+10}{(s+2)(s^2+10s+100)}$$

10-) Para o modelo mostrado abaixo assuma $m = 1\text{ kg}$, $k = 600\text{ N/m}$, $c = 10\text{ Ns/m}$. Determine as expressões para a relação de amplitudes e ângulo de fase para a resposta em frequência do sistema. Em seguida, esboce o gráfico das expressões obtidas. Por fim, faça uma discussão sobre o efeito da variação da constante de amortecimento viscoso nas características da resposta em frequência do sistema.



11-) A figura anexa mostra um modelo simplificado de uma embreagem de um veículo de passeio. Utilize os seguintes valores: $I_1 = I_2 = 0,02 \text{ kgm}^{-2}$, $c_1 = 0,04 \text{ Nmsrad}^{-1}$ e $c_2 = 0,02 \text{ Nmsrad}^{-1}$ e obtenha a F.T. $\Omega_2(s)/T_1(s)$ e em seguida derive a expressão para a resposta de regime permanente para $\omega_2(t)$ se o torque de entrada é dado por:

$$T_1(t) = 4 + 2\text{sen}1,5t + 0,9\text{sen}2t$$

