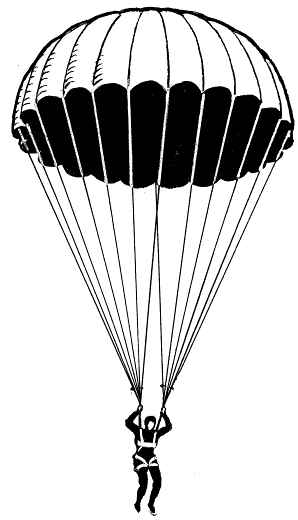
1-) Uma aeronave militar de treinamento sofre uma pane em vôo e o piloto é obrigado a ejetar. O piloto possui uma massa de 90 kg e após a ejeção alcança uma velocidade de regime permanente de 30 m/s com apenas um dos paraquedas aberto. Formule um modelo dinâmico de segunda ordem para o conjunto piloto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



(a) Determine a constante de amortecimento do modelo.
(b) 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.
(c) Resolva esta equação diferencial, determine os parâmetros do modelo e determine a velocidade terminal do piloto.
(d) Esboce o gráfico da velocidade do piloto em função do tempo.
(e) Obtenha a equação diferencial que descreve a força que atua no piloto e esboce seu gráfico em função do tempo.
(f) 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 $m = 500\ kg$, $k = 4 \times 10^3\ N/m$ e $b = 2 \times 10^3\ Ns/m$.
(a) Determine a equação característica do sistema, obtendo em seguida seus pólos. Determine também a resposta transiente do sistema à condições iniciais dadas por $x_0 = 0\ m$ e $v_0 = 1\ m/s$ bem como $x_0 = 1\ m$ e $v_0 = 0\ m/s$.
(b) 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.
(c) Discuta o que ocorre com o sistema se a constante de amortecimento b variar.
(d) 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

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

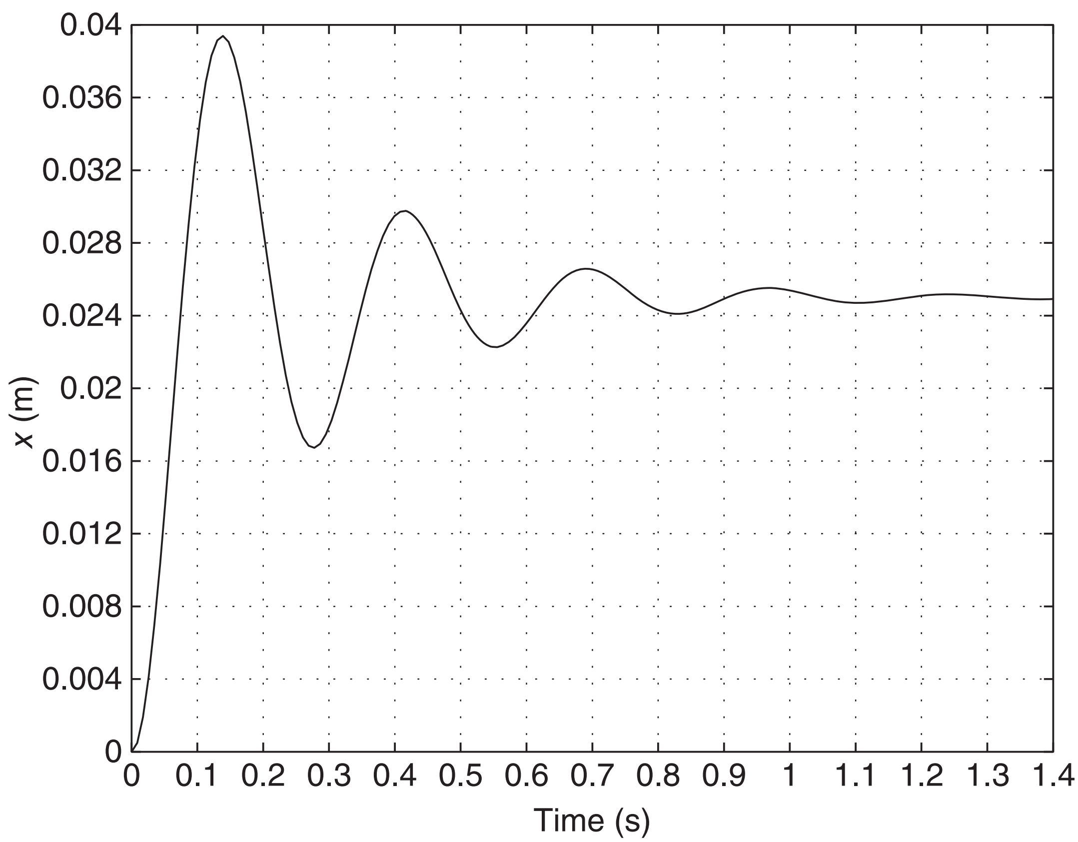
onde $u(t)$ representa uma entrada *degrau* e $y(t)$ é a variável de saída do sistema.

(a) Qual é o valor da constante de tempo para este sistema ?
(b) 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 ?
(c) Esboce o gráfico da resposta do sistema relativa ao item (b).
(d) Em que instante a resposta alcança 2 % do valor inicial ?
(e) 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.:

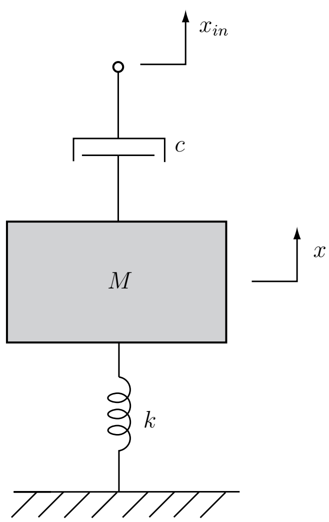
$$m\ddot{x} + b\dot{x} + kx = f(t)$$

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 $M = 0,1\ kg$, $k = 10\ N/m$ e $c = 0,2\ Ns/m$ determine os valores de ζ e ω_n.
c) Assuma que o sistema encontra-se no repouso. O sistema recebe uma entradao do tipo degrau unitário $x_{in}(t) = u(t)\ m$. 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

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

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

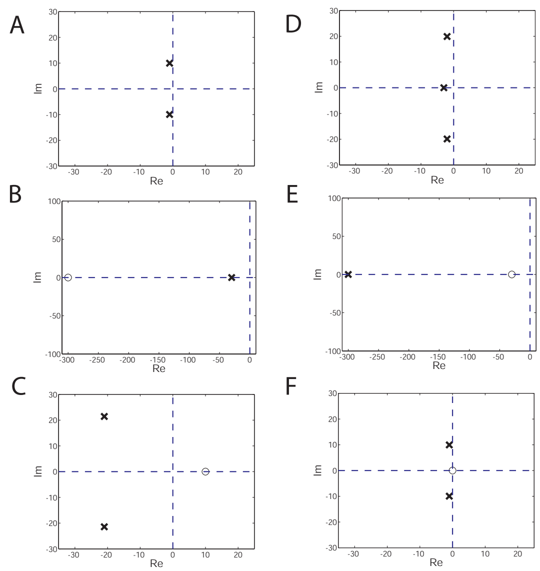
$$y(t) = c_1 e^{s_1 t} + c_2 e^{s_2 t}$$

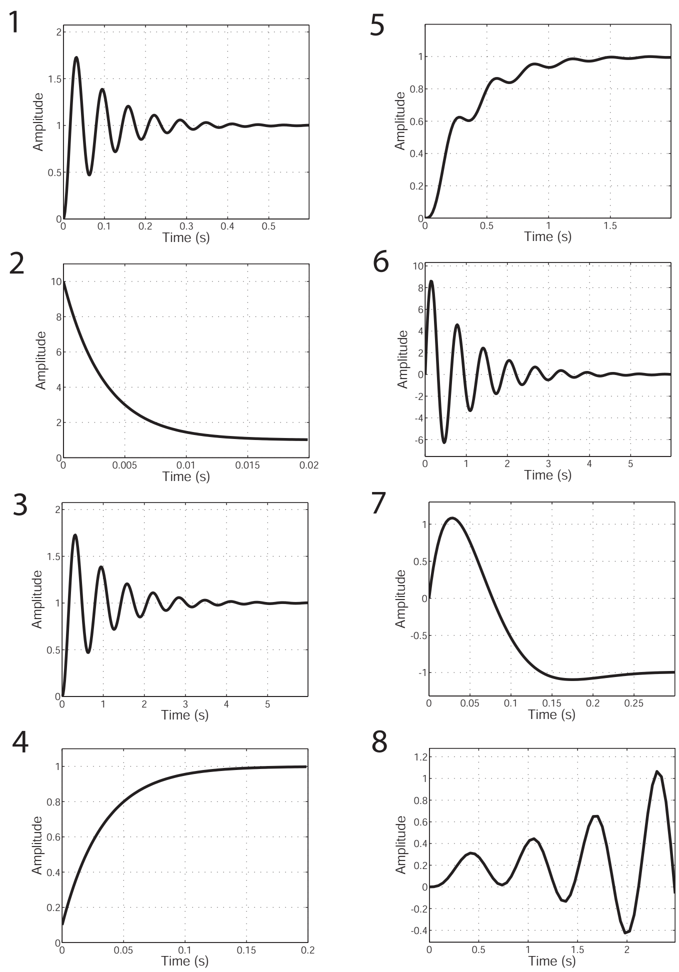
obtenha os valores das constante de integração para $y(0) = \dot{y}(0) = 1$.
c) A solução também pode ser expressa como

$$y(t) = Me^{-\sigma t} \cos\left(\omega_d t + \phi\right)$$

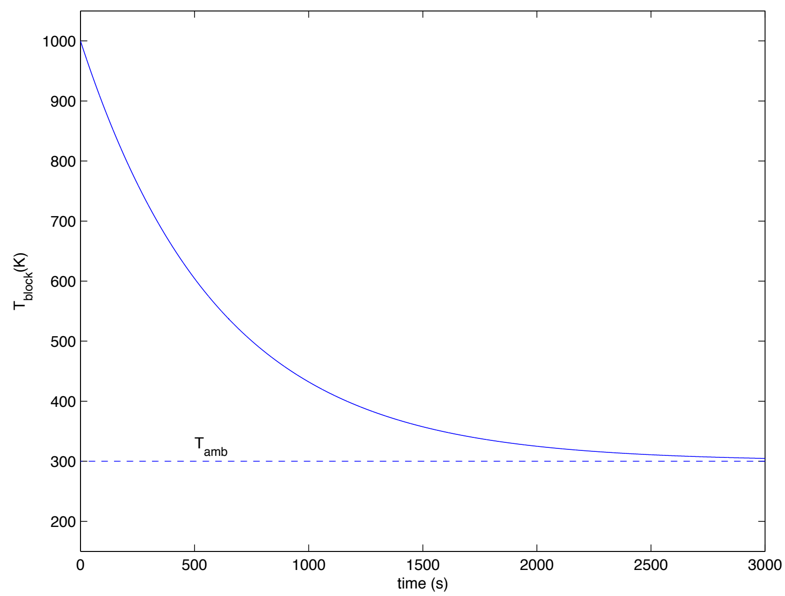
Quais são os valores de M e ϕ ?

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 !


A
B
C
D
E
F
Re
Im


1
2
3
4
5
6
7
8
Time (s)
Amplitude

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 $0,1\ kg$ e seu calor específico é 385 $\frac{J}{kg^oC}$. Com base na informação fornecida proponha um modelo dinâmico que descreva o fenômeno e escreva a equação diferencial do modelo.



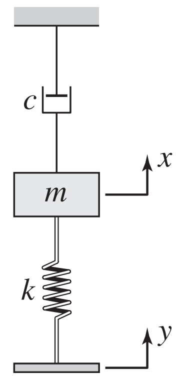
9-) São dadas abaixo as F.T. de três sistemas dinâmicos. Para cada uma delas esboçe os gráficos da relação de amplitudes e ângulo de fase das correspondentes respostas em frequência.

(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 $m = 1\ kg$, $k = 600\ N/m$, $c = 10\ Ns/m$. 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: $I_1 = I_2 = 0,02\ kgm^{-2}$, $c_1 = 0,04\ Nmsrad^{-1}$ e $c_2 = 0,02\ Nmsrad^{-1}$ 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:

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