

Nome: .....

RA: .....

Obs.: Resolva as questões nas folhas de papel almaço e copie o resultado no espaço apropriado.

**1ª Questão:** a) Determine a resposta ao impulso, ou seja,  $y(t) = h(t)$  para  $x(t) = \delta(t)$  (condições iniciais nulas) para o sistema cuja função de transferência é dada por (0,5 ponto)

$$H(s) = \frac{3s + 4}{s^2 + 4s + 4}$$

1	
2	
3	
4	
5	

Solução:

$$h(t) = (3 \exp(-2t) - 2t \exp(-2t))u(t),$$

b) Determine a resposta ao degrau  $x(t) = u(t)$  para o sistema descrito pela função de transferência da letra a) (0,5 ponto).

Solução:

$$y(t) = (1 - \exp(-2t) + t \exp(-2t))u(t).$$

c) Determine a saída persistente (resposta em regime permanente  $y_{reg}(t)$ ) para a entrada rampa ( $x(t) = tu(t)$ , condições iniciais nulas) para esse sistema (0,5 ponto).

Solução:

$$y_{reg}(t) = \left(t - \frac{1}{4}\right)u(t).$$

d) Esse sistema segue a entrada degrau com erro de regime nulo? E segue a entrada rampa com erro de regime nulo? Justifique sua resposta (0,5 ponto).

Solução: Segue ao degrau com erro de regime nulo pois

$$H(0) = 1 \Rightarrow y_{reg}(t) = H(0)u(t) = u(t).$$

Não segue a rampa com erro de regime nulo, pois embora  $H(0) = 1$ ,

$$\dot{H}(0) \neq 0 \Rightarrow y_{reg}(t) = H(0t)u(t) + \dot{H}(0)u(t) \neq tu(t).$$

**2ª Questão:** Determine a entrada  $x(t)$  da equação diferencial  $(p^2 + p)y = (p + 2)x$  que produz como solução (2,0 pontos)

$$y(t) = 5 \exp(-t) + 10t - t \exp(-t).$$

Solução:

$$x(t) = 5 + \exp(-t).$$

**3ª Questão:** a) Determine a equação diferencial homogênea ordinária linear a coeficientes constantes e as condições iniciais que produzem a mesma solução  $y(t)$  que a equação diferencial não homogênea abaixo (1,0 ponto)

$$(p + 2)y = 10 \cos(2t), \quad y(0) = 0.$$

**Solução:**

$$(p^2 + 4)(p + 2)y = 0, \quad y(0) = 0, \quad \dot{y}(0) = 10, \quad \ddot{y}(0) = -20.$$

b) Determine a solução da equação diferencial homogênea obtida como resultado na letra a). Expresse os modos próprios relacionados a autovalores complexos conjugados como senos e cossenos (1,0 ponto).

**Solução:**

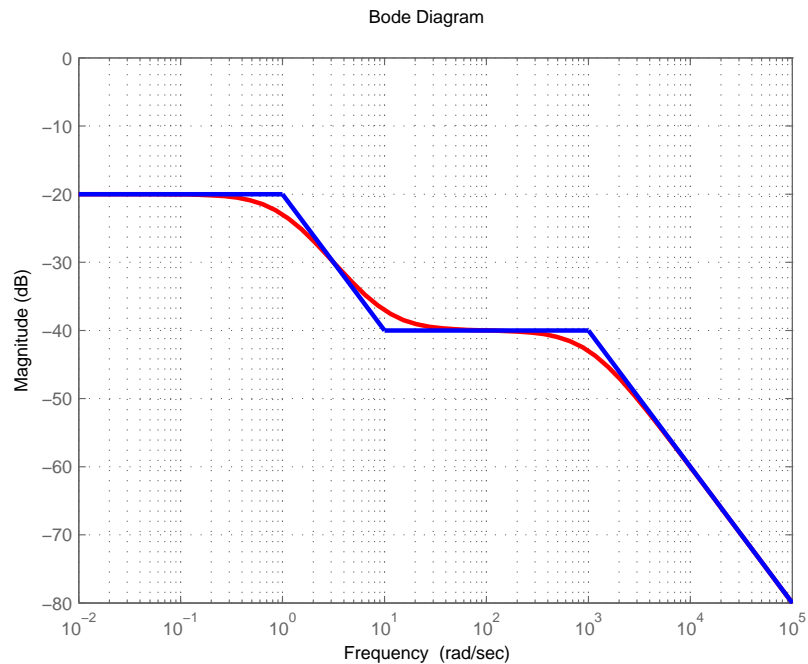
$$y(t) = -\frac{5}{2}\exp(-2t) + \frac{5}{2}\cos(2t) + \frac{5}{2}\text{sen}(2t).$$

c) Identifique as parcelas homogênea e forçada da saída  $y(t)$  obtida em b) (0,5 ponto).

**Solução:**

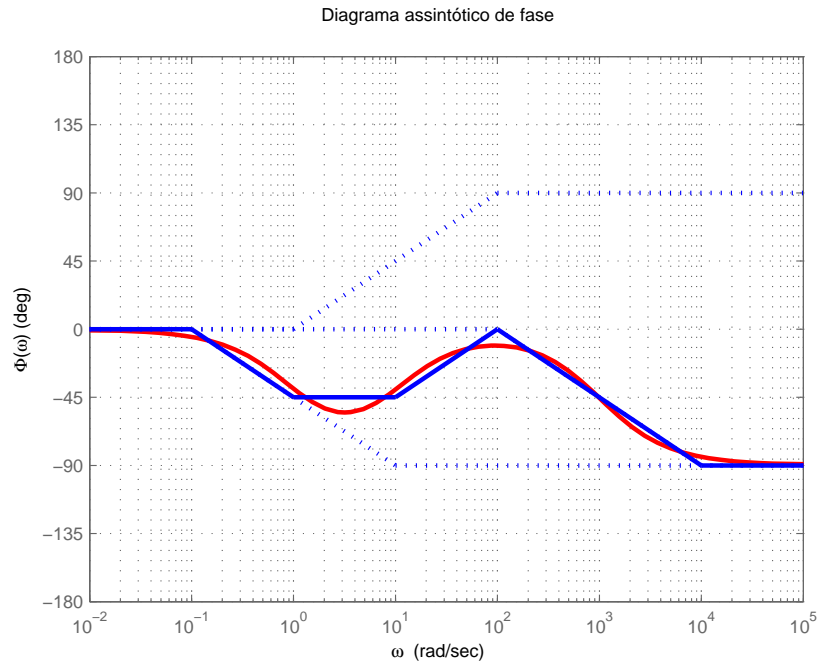
$$y_H(t) = -\frac{5}{2}\exp(-2t), \quad y_F(t) = \frac{5}{2}\cos(2t) + \frac{5}{2}\text{sen}(2t).$$

**4ª Questão:** a) Determine a função de transferência racional e esboce o diagrama assintótico de fase do sistema de fase mínima cujo módulo da resposta em frequência é dado pelo diagrama abaixo (1,0 ponto)



**Solução:**

$$H(s) = \frac{10(s + 10)}{(s + 1)(s + 1000)}.$$



b) A partir do diagrama de módulo apresentado na letra a) dessa questão, determine a relação sinal-ruído  $(S/N)_{dB}$  na saída do sistema para a seguinte entrada (0,5 ponto)

$$x(t) = \underbrace{100 \cos(0,5t)}_{\text{sinal}} + \underbrace{\text{sen}(100t)}_{\text{ruído}}.$$

**Solução:**  $(S/N)_{dB} = 60dB$ .

**5ª Questão:** a) Determine a função de transferência  $H(z) = Y(z)/X(z)$  e a resposta ao impulso, ou seja,  $y[n] = h[n]$  para  $x[n] = \delta[n]$  (condições iniciais nulas), para o sistema descrito pela seguinte equação a diferenças (1,0 ponto)

$$y[n+1] + 2y[n] = 3x[n+1] + 4x[n].$$

**Solução:**

$$H(z) = \frac{3z+4}{z+2}, \quad y[n] = 2\delta[n] + (-2)^n u[n].$$

b) Determine a solução forçada ( $y_F[n]$ ) para a entrada  $x[n] = (-2)^n$  (1,0 ponto)

**Solução:**

$$y_F[n] = n(-2)^n.$$

c) Determine a equação a diferenças homogênea com coeficientes constantes e as condições iniciais que produzem a mesma solução  $y[n]$  da equação a diferenças não homogênea dada a seguir

$$y[n + 1] + 2y[n] = 3x[n + 1] + 4x[n], \quad y[0] = 1,$$

para a entrada  $x[n] = (-2)^n$  (1,0 ponto).

**Solução:**

$$(p + 2)^2 y = 0, \quad y[0] = 1, \quad y[1] = -4.$$