

**1ª Questão:** a) Determine a função de transferência do sistema linear invariante no tempo causal descrito pela equação diferencial

$$\ddot{y} + 12y = \ddot{x} + 16x$$

b) Determine a solução forçada  $y_f(t)$  quando a entrada é  $x(t) = \text{sen}(3t)$

$$H(s) = \frac{s^2 + 16}{s^2 + 12}$$

$$y_f(t) = H(j3)\text{sen}(3t) = \left( \frac{s^2 + 16}{s^2 + 12} \right) \Bigg|_{s=j3} \text{sen}(3t) = \frac{7}{3}\text{sen}(3t)$$

**2ª Questão:** Determine a resposta ao impulso (condições iniciais nulas) do sistema linear invariante no tempo causal descrito pela equação diferencial

$$\underbrace{(p^3 + 2p^2 + 9p + 18)}_{(p^2+9)(p+2)}y = (7p^2 + 4p + 45)x, \quad p = \frac{d}{dt}$$

$$h(t) = (5 \exp(-2t) + 2 \cos(3t))u(t)$$

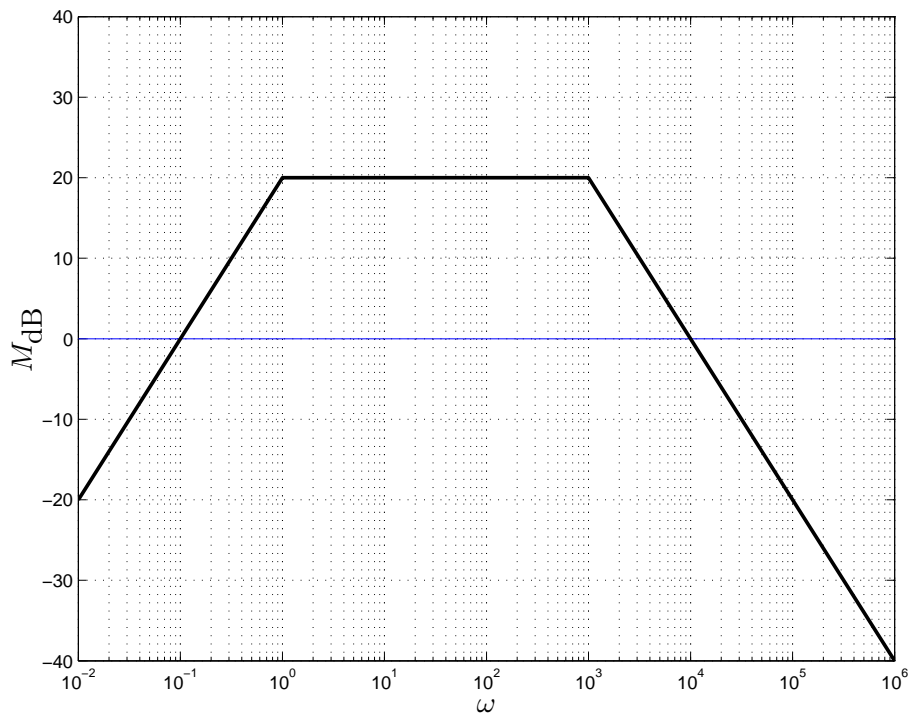
**3ª Questão:** a) Determine a transformada unilateral de Laplace  $Y(s) = \mathcal{L}\{y(t)\}$ , sendo  $y(t)$  a solução da equação diferencial abaixo com  $x(t) = 0$

$$\ddot{y} + 2\dot{y} - 15y = x, \quad y(0), \dot{y}(0) \text{ dados}$$

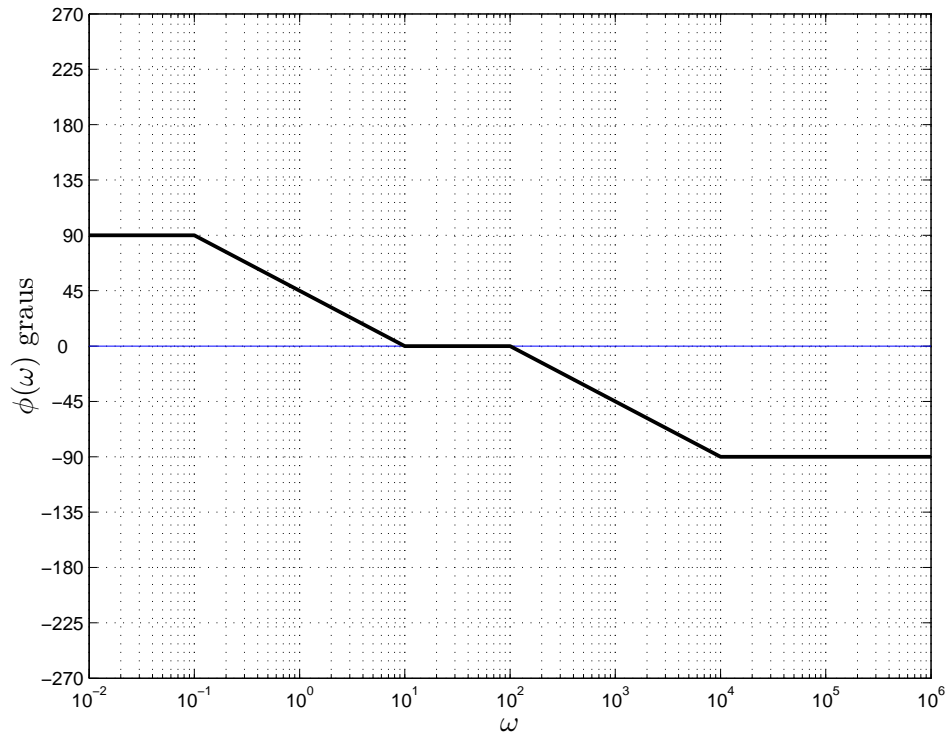
b) Determine  $y(t)$ , para  $y(0) = 2$ ,  $\dot{y}(0) = 30$

$$Y(s) = \frac{sy(0) + \dot{y}(0) + 2y(0)}{s^2 + 2s - 15} = \frac{(s+2)y(0) + \dot{y}(0)}{(s-3)(s+5)}, \quad y(t) = (5 \exp(3t) - 3 \exp(-5t))u(t)$$

4ª Questão: Considere as assíntotas do módulo (em dB) do diagrama de Bode em escala logarítmica da função de transferência de um sistema linear invariante no tempo da figura abaixo.



a) Esboce as assíntotas da fase (diagrama de Bode em graus) do sistema

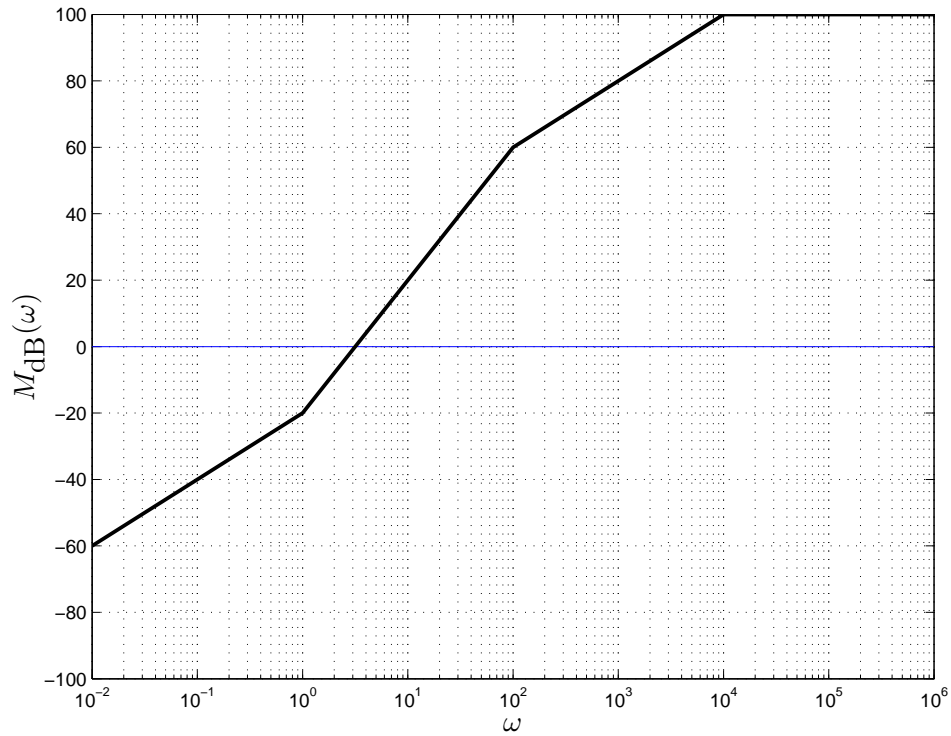


b) Baseando-se nos diagramas assintóticos de módulo e fase, determine a solução forçada do sistema para a entrada  $x(t) = \cos(1000t)$

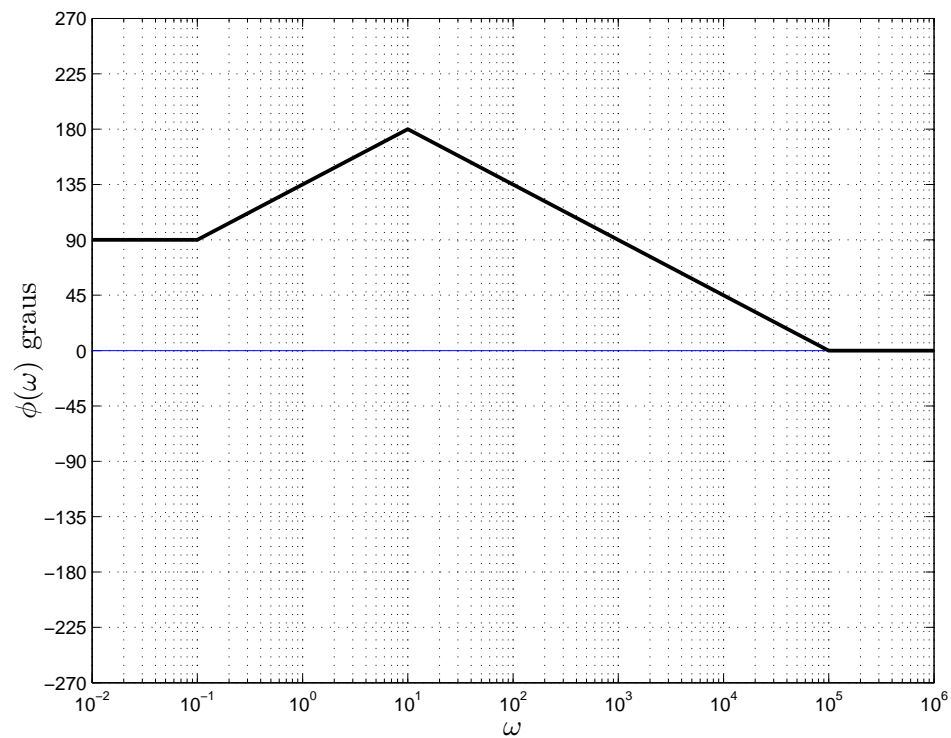
$$y_f(t) = 10 \cos(1000t - 45^\circ)$$

5<sup>a</sup> Questão: a) Esboce as assíntotas do módulo (diagrama de Bode em escala logarítmica) do sistema linear invariante no tempo descrito pela função de transferência

$$H(s) = \frac{s(s+1)10^5}{(s+100)(s+10000)}$$



b) Esboce as assíntotas da fase (diagrama de Bode em graus) do sistema.



**6ª Questão:** Determine a solução forçada quando a entrada é dada por  $x(t) = 5 \exp(-2t)$  para o sistema linear invariante no tempo cuja resposta ao impulso é dada por

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

$$H(s) = \frac{1}{(s+2)^2}, \quad (p^2 + 4p + 4)y = x, \quad y_f(t) = \frac{5}{2}t^2 \exp(-2t)$$

**7ª Questão:** Determine a equação diferencial homogênea e as condições iniciais que produzem como solução

$$y(t) = (t^2 + 5t + 10) \exp(-2t)$$

$$(p+2)^3 y(t) = (p^3 + 6p^2 + 12p + 8) = 0, \quad y(0) = 10, \quad \dot{y}(0) = -15, \quad \ddot{y}(0) = 22$$

**8ª Questão:** Determine a solução  $y(t)$  da equação diferencial

$$p(p+1)y = t - \exp(-t), \quad y(0) = \dot{y}(0) = 0, \quad p = \frac{d}{dt}$$

$$y(t) = \frac{1}{2}t^2 - t + t \exp(-t)$$

**9ª Questão:** a) Determine  $Y(z)$ , isto é, a transformada  $Z$  da solução da equação a diferenças abaixo

$$y[n+2] + y[n+1] - 2y[n] = 0, \quad y[0] = 1, \quad y[1] = 13$$

b) Determine a solução  $y[n] = \mathcal{Z}^{-1}\{Y(z)\}$

$$Y(z) = \frac{z^2 + 14z}{z^2 + z - 2} = \frac{z^2 + 14z}{(z-1)(z+2)}, \quad y[n] = (5(1)^n - 4(-2)^n)u[n]$$

**10ª Questão:** a) Determine a solução forçada  $y_f[n]$  da equação a diferenças

$$(p-3)y[n] = 12n3^n, \quad py[n] = y[n+1]$$

b) Determine a solução para  $y[0] = 1$

$$y_f[n] = (-2n + 2n^2)3^n, \quad y[n] = (1 - 2n + 2n^2)3^n = 3^n - 2n3^n + 2n^23^n$$