1ª Questão: Determine a solução forçada (i.e. regime permanente) do sistema descrito pela função de transferência $H(s)$ abaixo quando a entrada é dada por $x(t) = 10 + 2\exp(t) + 5\cos(2t)$

$$H(s) = \frac{s+5}{s^2+2s+1}$$

$$H(0) = 5 \ , \ H(1) = 1.5 \quad , \quad H(j2) = 1.08\exp(-j1.83)$$

$$y_f(t) = 50 + 3\exp(t) + 5.40\cos(2t - \underbrace{1.83}_{105^o}) =$$

$$= (4.70 - j7.26)\exp(j5t) + (4.70 + j7.26)\exp(-j5t) + (-6.12 - j10.5)\exp(j2t) + (-6.12 + j10.5)\exp(-j2t)$$

2ª Questão: a) Determine a função de transferência $H(s) = Y(s)/X(s)$ do sistema descrito pelas equações

$$\dot{v}_1 = v_2 \ , \ \dot{v}_2 = -13v_1 - 4v_2 + x \ , \ y = 14v_1 + v_2$$

$$H(s) = \frac{s+14}{s^2+4s+13} = 4\frac{3}{(s+2)^2+3^2} + \frac{(s+2)}{(s+2)^2+3^2}$$

b) Determine a resposta causal ao impulso $h(t) = \mathcal{L}^{-1}\{H(s)\}$ (condições iniciais nulas)

$$h(t) = \exp(-2t)\big(4\text{sen}(3t) + \cos(3t)\big)u(t)$$
$$= \big((0.5 - j2)\exp((-2+j3)t) + (0.5+j2)\exp((-2-j3)t)\big)u(t)$$

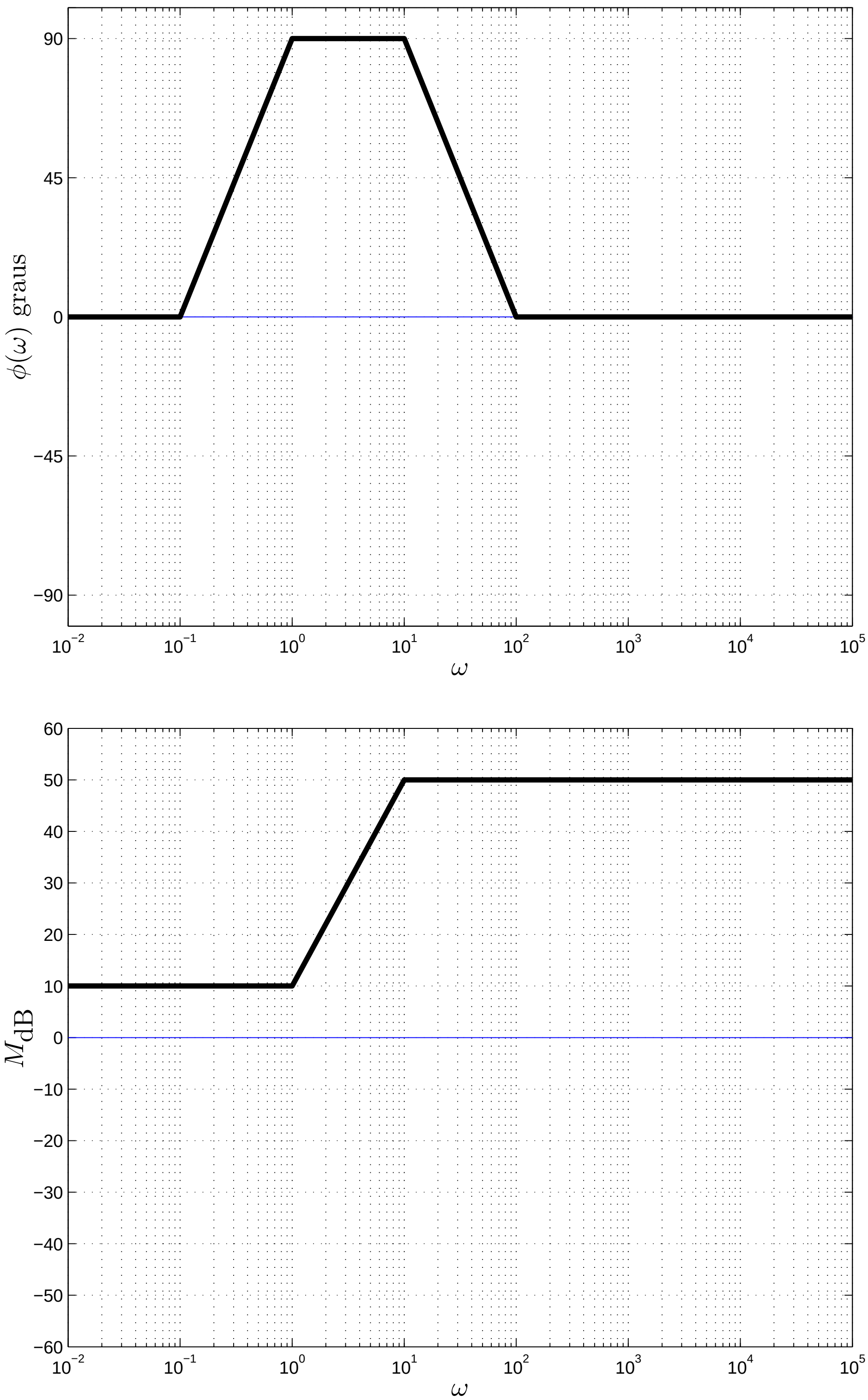
3ª Questão: Determine $Y(s)$ para o sistema descrito pela equação diferencial

$$\ddot{y} + 5\dot{y} + 6y = 0 \quad , \quad y(0) = 0, \ y(2) = 2$$

$$y(t) = \dot{y}(0)\exp(-2t)u(t) - \dot{y}(0)\exp(-3t)u(t)$$

$$Y(s) = \left(\frac{2}{\exp(-4) - \exp(-6)}\right)\frac{1}{(s+2)(s+3)} = \frac{126.3}{(s+2)(s+3)} = \frac{126.3}{s+2} - \frac{126.3}{s+3}$$

4ª Questão: a) Sabendo que o valor DC é 10 dB, esboce as assíntotas de módulo (em dB) do sistema linear invariante no tempo de fase mínima (pólos e zeros com parte real negativa) cujo diagrama assintótico de fase (em graus) é mostrado abaixo.

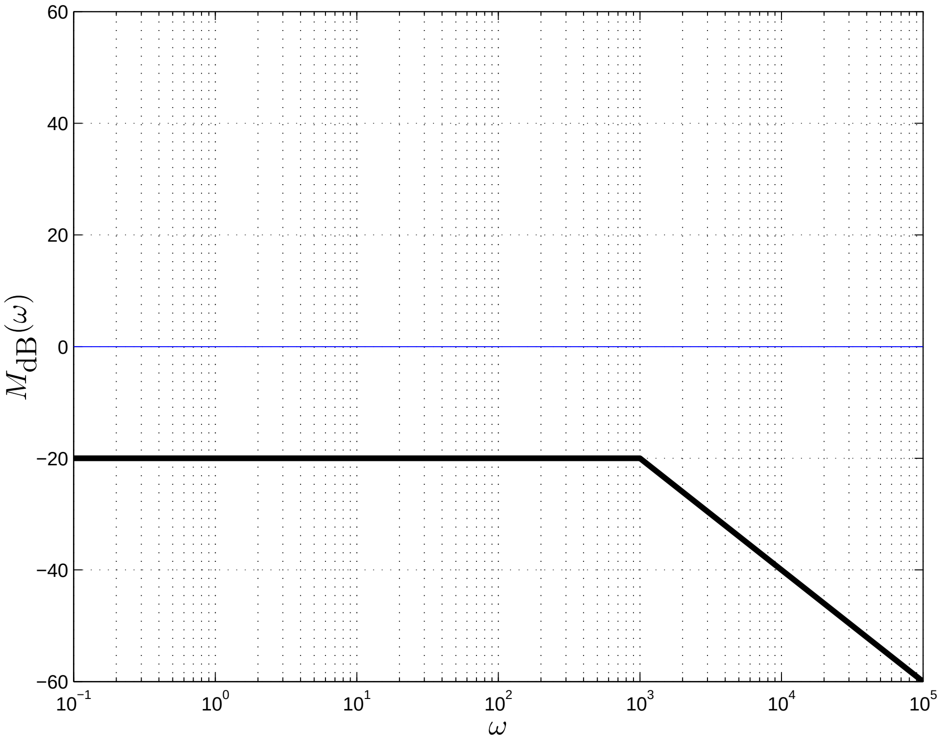


b) Determine a função de transferência $H(s)$ do sistema

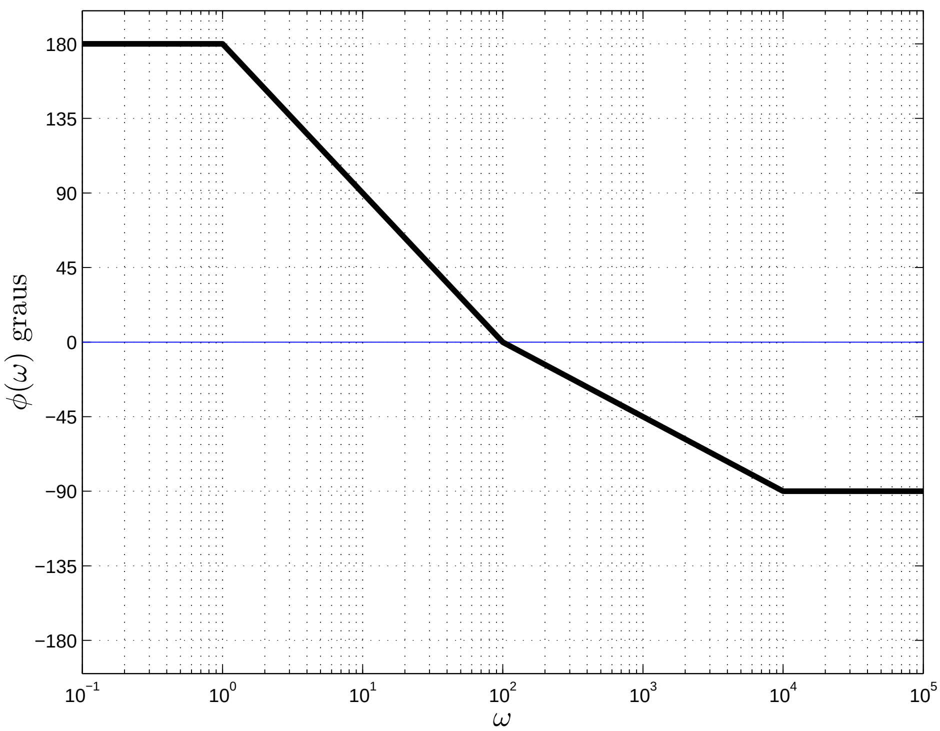
$$H(s) = \frac{\sqrt{10}(s+1)^2}{(s/10+1)^2}$$

5$^{\underline{a}}$ Questão: a) Esboce as assíntotas do módulo (diagrama de Bode em escala logarítmica) do sistema linear invariante no tempo descrito pela função de transferência

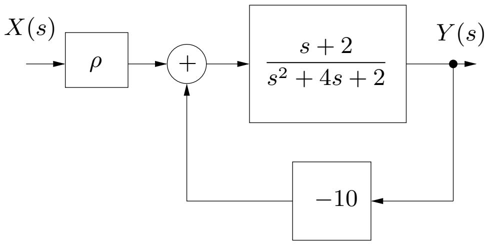
$$H(s) = \frac{100(s-10)}{(s+10)(s+1000)}$$



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



6ª Questão: Determine o valor de $\rho \in \mathbb{R}$ para que o sistema da figura ao lado apresente, em regime permanente, erro nulo para entrada degrau, isto é, quando $X(s) = 1/s$.



$$\frac{Y(s)}{X(s)} = G(s) = \frac{\rho(s+2)}{(s^2+4s+2)+10(s+2)} \quad , \quad \lim_{t\to+\infty} y(t) = \lim_{s\to 0} sG(s)\frac{1}{s} = G(0) = \frac{\rho}{11} = 1 \;\Rightarrow\; \rho = 11$$

7ª Questão: Determine a entrada $x(t)$ sabendo que $y_f(t) = t\exp(-2t)\text{sen}(3t)$ é a solução forçada da equação diferencial

$$(p^2 + 4p + 13)y(t) = x(t) \quad , \quad p = \frac{d}{dt}$$

$$x(t) = 6\exp(-2t)\cos(3t)$$

8ª Questão: a) Determine a solução forçada da equação

$$(p^2 + 4)y(t) = 8t\cos(2t)$$

$$y_f(t) = t^2\text{sen}(2t) + \frac{1}{2}t\cos(2t)$$

b) Determine a solução da equação para as condições iniciais $y(0) = 0$, $\dot{y}(0) = 0$

$$y(t) = t^2\text{sen}(2t) - \frac{1}{4}\text{sen}(2t) + \frac{1}{2}t\cos(2t)$$

9ª Questão: a) Determine $Y(z) = \mathcal{Z}\{y[n]u[n]\}$ para a equação a diferenças com condições iniciais nulas ($u[n]$ é a função degrau)

$$y[n+2] + 4y[n+1] + 4y[n] = 9u[n]$$

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

$$Y(z) = \frac{9z}{(z-1)(z+2)^2} \quad , \quad y[n] = \big(-(-2)^n + \frac{3}{2}n(-2)^n + 1\big)u[n]$$

10ª Questão: a) Determine a solução forçada da equação a diferenças

$$y[n+1] - 3y[n] = n^2 3^n$$

$$y_f[n] = \frac{1}{9}n^3 3^n - \frac{1}{6}n^2 3^n + \frac{1}{18}n 3^n$$

b) Determine a solução da equação a diferenças acima para $y[0] = 0$

$$y[n] = \frac{1}{9}n^3 3^n - \frac{1}{6}n^2 3^n + \frac{1}{18}n 3^n$$