

a) L.G.R. :

1.  $GH(s) = -1$

$$K \cdot \frac{40}{s(s+4)} = -1$$

2. polos e zeros

zeros :  $z = \text{não tem}$   $n = 0$

$p_1 = 0$

$d = 2$

$n - \text{zeros L.G.R} = d = 2$

$p_2 = -4$

3.

4. Assimp.  $d - n = 2$

$$\phi = \frac{(1+2h)180}{d-n} = 180$$

$h=0$   
 $h=1$

centroide :

$$\sigma = \frac{0-4}{d-n} = \frac{-4}{2} = -2$$

5. pontos quebra

$$\frac{\partial K}{\partial s} = 0$$

$$K \frac{40}{s(s+4)} = -1 \Rightarrow K = -\frac{s(s+4)}{40}$$

$$\frac{\partial}{\partial s} \left[ -\frac{s(s+4)}{40} \right] = 0 \Leftrightarrow -[(s+4)+s] \cdot 40 = 0$$

$$-[(2s+4) \cdot 40] \Leftrightarrow -(80s+160)$$

$$-80s-160=0$$

$$s = -2$$

7. intersecção c/ eixo imag.

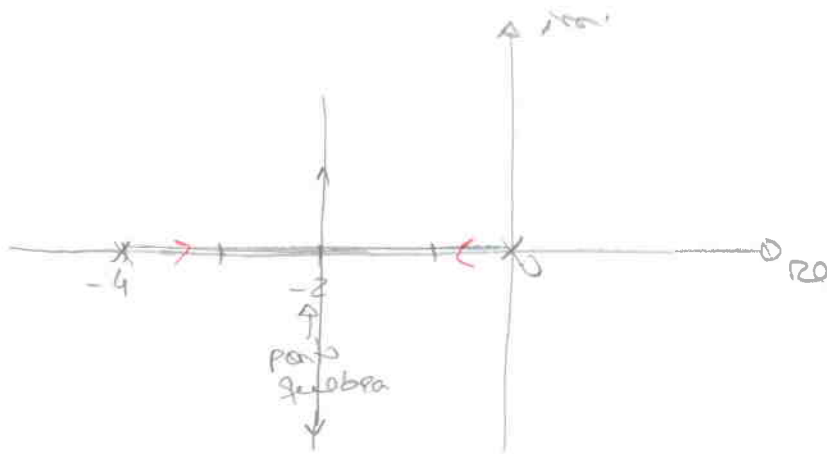
$$1 + GH(s) \Big|_{s=j\omega} = 0$$

$$1 + \frac{K40}{s(s+4)} \Big|_{s=j\omega} = 0$$

$$\Leftrightarrow s^2 + 4s + K40 \Big|_{s=j\omega} = 0 \Leftrightarrow (j\omega)^2 + 4(j\omega) + 40K = 0$$

$$-\omega^2 + 4j\omega + 40K = 0$$

$$\begin{cases} -\omega^2 + 40K = 0 \\ 4\omega = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} K = 0 \\ \omega = 0 \end{cases}$$



b) Para que o sistema apresente oscilação na saída, os polos do T.T.V.T não podem ser reais:

$$1 + G(s) = 0 \quad \Rightarrow \quad k \cdot \frac{40}{s(s+4)} \Big|_{s=-2} = -1 \quad \Rightarrow \quad k = -\frac{s(s+4)}{40} \Big|_{s=-2} = 0,1$$

Para  $k > 0,1$  o sistema apresenta oscilação

e)  $G(s) = \frac{40}{s(s+4)} \quad (\Rightarrow) \quad 40 \cdot \frac{1}{s} \cdot \frac{1}{s+4} \quad (\Rightarrow) \quad \frac{40}{4} \cdot \frac{1}{s} \cdot \frac{1}{\frac{s}{4} + 1}$

$(\Rightarrow) \quad 10 \cdot \frac{1}{s} \cdot \frac{1}{\frac{s}{4} + 1}$

$20 \log(10) = 20 \text{ dB}$

