RODRIGO ALVES DE ALMEIDA

01

$u = K_p (v_r - v)$

$m\dot{v} + bv = K_p v_r - K_p v$

$m\dot{v} + (b + K_p) v = K_p \cdot v_r$

em regime, o equilíbrio é atingido:

$\dot{v}(t \to \infty) = 0$

$$v(t \to \infty) = \frac{K_p}{b + K_p} v_r$$

O erro calculado:

$$e_\infty = v_r - \frac{K_p}{b + K_p} v_r = \frac{b}{b + K_p} v_r$$

Queremos K_p' de modo que $e'_\infty = \frac{1}{2} e_\infty$

Queremos K_p' de modo que $e'_\infty = \frac{1}{2} e_\infty$
como será mantido o mesmo tipo de lei de controle:

$$e'_\infty = \frac{b\, N_r}{b + K_p'}$$

$$\frac{\cancel{b N_r}}{b + K_p'} = \frac{1}{2} \frac{\cancel{b N_r}}{b + K_p}$$

$$2b + 2K_p = b + K_p'$$

$$\boxed{K_p' = b + 2K_p}$$

02

$$m\ddot{x} + b\dot{x} + kx = u$$

$$m\ddot{x} + b\dot{x} + kx = c_1\dot{x} + c_2 x + c_3$$

$$m\ddot{x} + (b-c_1)\dot{x} + (k-c_2)x = c_3 \quad (1)$$

$$m\ddot{x} + b'\dot{x} + k'x = f' \quad (2)$$

Para que as equações (1) e (2) tenham a mesma equação $x(t)$ como resultado, é necessário que os coeficientes sejam iguais:

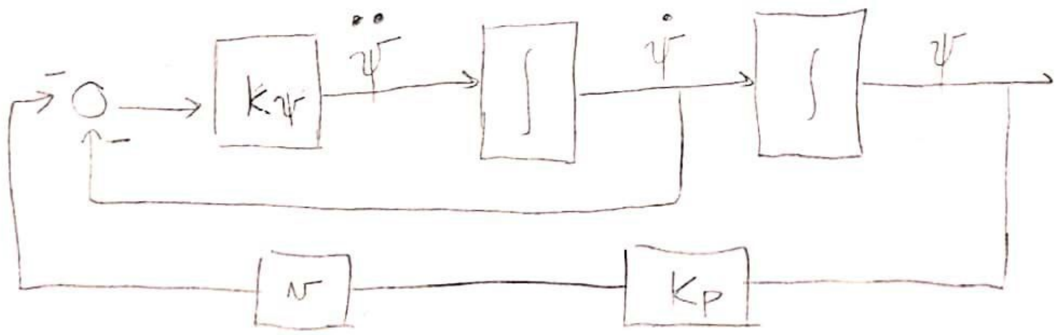
$$\begin{cases} b - c_1 = b' \\ k - c_2 = k' \\ c_3 = f' \end{cases} \rightarrow \begin{cases} c_1 = b - b' \\ c_2 = k - k' \\ c_3 = f' \end{cases}$$

Q3 a) A velocidade angular é controlada por

$$\omega = K_\psi (K_p(h_r - h) - \psi) = K_\psi K_p h_r - K_\psi K_p h - K_\psi \psi$$

derivando: $$\dot{\omega} = - K_\psi K_p \dot{h} - K_\psi \dot{\psi} \quad (1)$$

$$\begin{cases} \dot{h} = v\,\psi \\ \dot{\omega} = \ddot{\psi} \end{cases} \rightsquigarrow$$ substituindo: $$\ddot{\psi} = -K_\psi(\dot{\psi} + K_p v \psi)$$



b) $\ddot{\psi} + K_\psi \dot{\psi} + K_\psi K_p v \psi = 0$

Sabendo que um sistema de 2ª ordem padrão é dado por

$$\ddot{y} + 2\xi w_n y + w_n^2 y = w_n^2 u$$

temos, nesse caso:

$$\left\{\begin{array}{l} 2\xi w_n = K_\psi \\ w_n^2 = K_\psi K_p v \\ u = 0 \end{array}\right. \Rightarrow \begin{array}{l} K_\psi = 2\xi w_n \\ 2\xi \cancel{w_n} \cdot K_p v = w_n^{\cancel{2}} \\ K_p = \dfrac{w_n}{2\xi v} \end{array}$$

$$\boxed{K_\psi = 2\xi w_n \qquad K_p = \frac{w_n}{2\xi v}}$$

04) equação Fig. 2:

$$\ddot{x} = \frac{1}{m}\left(\left(k_p(x_r - x) - \dot{x}\right)k_v - \dot{x}b\right)$$

$$m\ddot{x} + b\dot{x} = k_v\left(k_p(x_r - x) - \dot{x}\right)$$

$$m\ddot{x} + (b + k_v)\dot{x} + k_v k_p x = k_v k_p x_r \qquad (1)$$

equação Fig 3:

$$\ddot{x} = \frac{1}{m}\left((x_r - x)k'_p - k'_v\dot{x} - b\dot{x}\right)$$

$$m\ddot{x} + (b + k'_v)\dot{x} + k'_p x = k'_p x_r \qquad (2)$$

Para que (1) e (2) sejam equivalentes, seus coeficientes devem ser iguais:

$$\begin{cases} b + k_v = b + k'_v \\ k_v k_p = k'_p \end{cases}$$

$$\boxed{\begin{aligned} k'_v &= k_v \\ k'_p &= k_v k_p \end{aligned}}$$