Punto 2

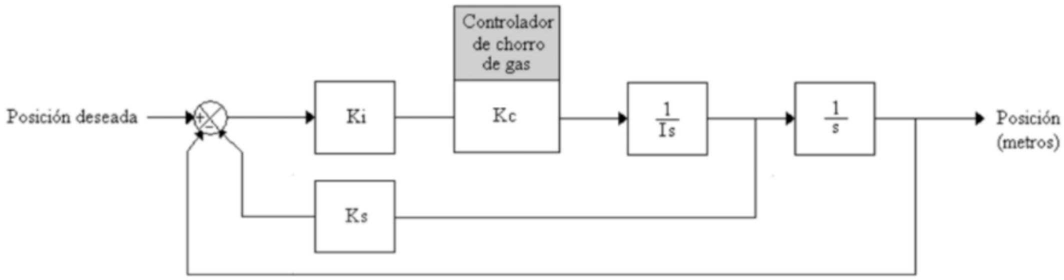
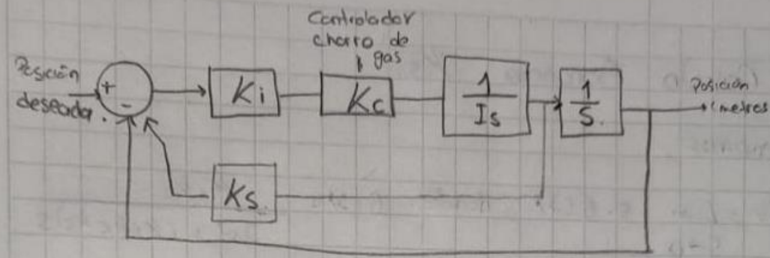


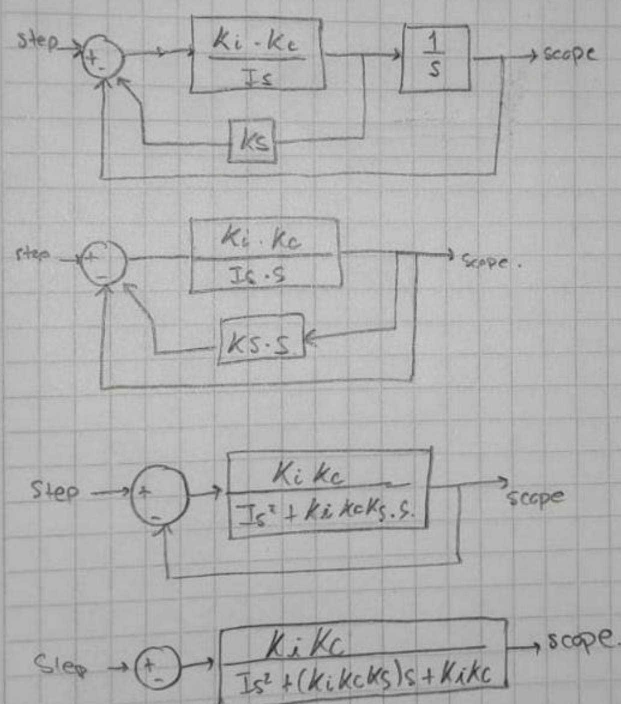
Figura 2.6. Control de propulsión a chorro

Para el diseño y análisis del sistema de propulsión a chorro para los astronautas Control System solicita el siguiente desarrollo:

Obtener la función de transferencia del sistema de control automático.



Reducción de bloques



$$\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{K_i K_c}{Is^2 + (K_i K_c K_s)s + K_i K_c}$$, Dividiendo todo por I

$$\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{K_i K_c / I}{s^2 + \frac{(K_i K_c K_s)s}{I} + \frac{K_c K_i}{I}}$$

- Para I = 25Kgm2 , determinar la ganancia necesaria Ks para mantener un error en estado estacionario igual a 1cm cuando la entrada es una rampa r(t) = t metros. Con esta ganancia, hallar la ganancia necesaria Ki Kc para restringir el porcentaje de sobreelongación al 10%. Obtener, además, todas las especificaciones restantes de la respuesta transitoria: tiempo de subida, tiempo pico y el tiempo de asentamiento con un criterio del 5%.

Ganancia Ks

Calculo Ganancia ks.

Tenemos,

$$K_v = \lim_{s \to 0} s \cdot G(s), \text{ donde } G(s) = \frac{k_i k_c}{Is^2 + (k_i k_c k_s)s}$$

$$K_v = \lim_{s \to 0} s\left(\frac{k_i k_c}{Is^2 + (k_i k_c k_s)s}\right)$$

$$K_v = \lim_{s \to 0} \cancel{s}\left(\frac{k_i k_c}{\cancel{s}(Is + k_i k_c k_s)}\right)$$

$$K_v = \lim_{s \to 0} \left(\frac{k_i k_c}{0 \cancel{Is} + (k_i k_c k_s)}\right) =$$

$$k_v = \frac{\cancel{k_i k_c}}{\cancel{k_i k_c} k_s} = \frac{1}{k_s}.$$

Sabendo que.

$$e_{ss} = \frac{1}{K_v}, \text{ se tiene que.}$$

$$K_s = \frac{1}{k_v} = 0{,}01$$

Ganancia KiKc

Hallar ganancia K_iK_c, tambien tiempo pico, subida, asentamiente

$I = 25$

$\omega_n^2 = \frac{K_i K_c}{I}$, teniendo coeficiente de amortiguamento.

$$\xi = \sqrt{\frac{Ln^2 \cdot (0,10)}{\pi^2 + Ln^2(0,10)}} = 0,59$$

y, $2\xi\omega_n = \frac{K_iK_cK_s}{I}$

Se despeja K_iK_c en las ecuaciones

$K_iK_c = \omega_n^2 \cdot I$; $K_iK_c = \frac{\omega_n \cdot 2\xi \cdot I}{K_s}$

$\omega_n^2 \cdot \cancel{I} = \frac{\omega_n \cdot 2\xi \cancel{I}}{K_s}$

$\omega_n = \frac{2\xi}{K_s} = \frac{1,18}{0,01}$ 118 rad/seg

$M_p = 0,10$ sobreelongación

$K_iK_c = \omega_n^2 \cdot I = (118)^2 \cdot 25 = 348.100$

$$\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{348100/25}{s^2 + \left(\frac{348100}{25}\right)s + \left(\frac{348100}{25}\right)}$$

$$\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{13924}{s^2 + 13924s + 13924}$$

Tiempo pico, subida, asentamiento

$$t_r = \frac{1}{\omega_n\sqrt{1-\xi^2}} \tan^{-1}\left(\frac{\sqrt{1-\xi^2}}{-\xi}\right)$$

$t_r = 0,01$ seg

$$t_p = \frac{\pi}{\omega_n\sqrt{1-\xi^2}} = 0,033 \text{ seg}$$

$$t_s = \frac{3}{\omega_n \xi} = 0,043 \text{ seg.}$$

- Obtener los errores en estado estacionario del sistema ante las entradas escalón, rampa y aceleración.

Error en estado estacionario.

- Escalón unitario.

$$K_p = \lim_{s \to 0} G(s)$$

$$k_p = \lim_{s \to 0} \left(\frac{k_i k_c}{\underset{0}{Is^2} + (k_i k_c k_s) \underset{0}{s}} \right) = \frac{k_i k_c}{0} = \infty$$

$$e_{ss} = \frac{1}{1 + k_p} = 0.$$

- Rampa.

$$K_v = \lim_{s \to 0} s \cdot G(s).$$

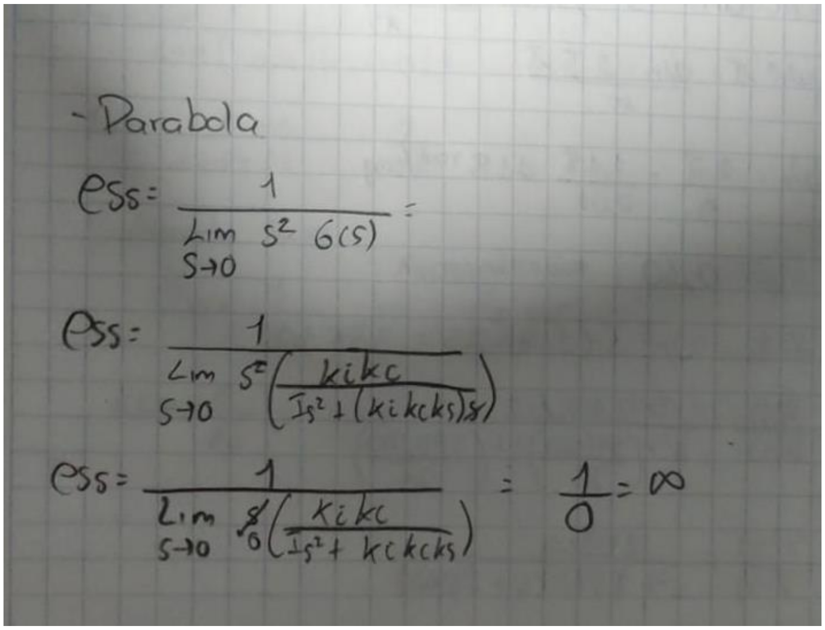
$$k_v = \lim_{s \to 0} \cancel{s} \left(\frac{k_i k_c}{Is^2 + (k_i k_c k_s) \cancel{s}} \right)$$

$$k_v = \lim_{s \to 0} \left(\frac{k_i k_c}{\underset{0}{\cancel{Is}} + k_i k_c k_s} \right)$$

$$k_v = \frac{\cancel{k_i k_c}}{\cancel{k_i k_c} k_s} = \frac{1}{k_s} = \frac{1}{0{,}01} = 100.$$

$$e_{ss} = \frac{1}{100} = 0{,}01.$$

-



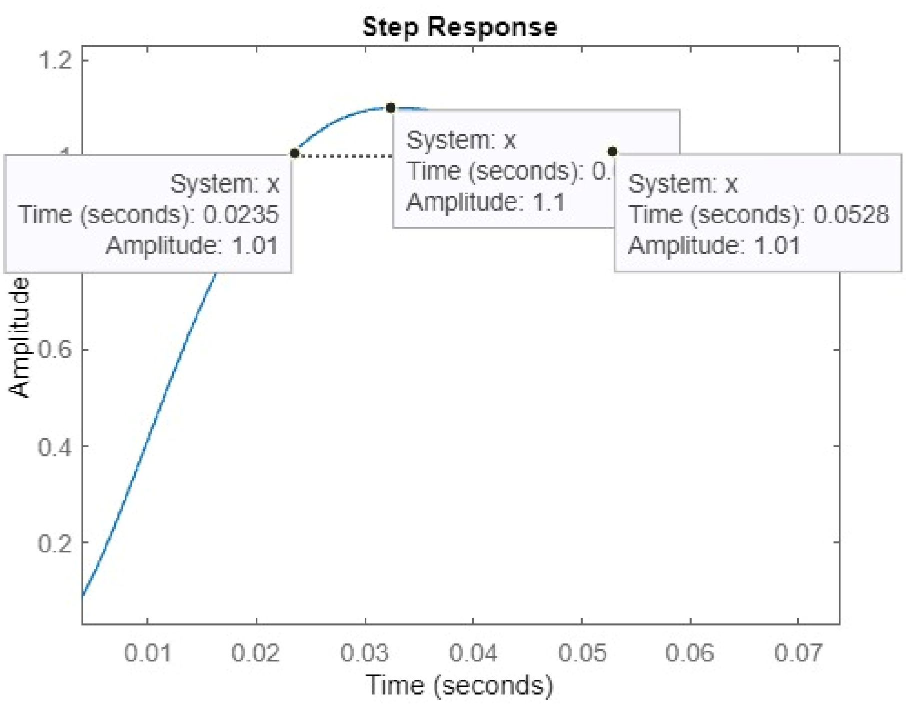
- Parabola

$$e_{ss} = \frac{1}{\lim_{s \to 0} s^2 G(s)} =$$

$$e_{ss} = \frac{1}{\lim_{s \to 0} s^2 \left(\frac{k_i k_c}{Is^2 + (k_i k_c k_s)s} \right)}$$

$$e_{ss} = \frac{1}{\lim_{s \to 0} \cancel{s} \left(\frac{k_i k_c}{Is^2 + k_c k_c k_s} \right)} = \frac{1}{0} = \infty$$

- Utilizando Matlab, generar la gráfica de la respuesta al escalón unitario y mostrar en ella todos los parámetros anteriormente obtenidos, de forma que se comprueben los resultados. Indicar, además, el valor del error en estado estacionario.



- Suponiendo ahora que al sistema se le agrega un cero, es decir, un término de la forma (as+b) en el numerador de la función de transferencia. Obtener, utilizando Matlab, la respuesta temporal al escalón unitario del nuevo sistema, y mostrar en una misma gráfica la respuesta al escalón del anterior sistema y del nuevo. Comparar y concluir respecto a los resultados obtenidos al variar los parámetros a y b.