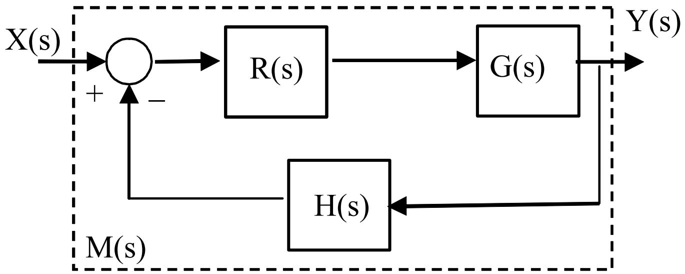
PROBLEMA:

Dado el sistema de la figura:

$$G(s) = \frac{5}{s+1} \quad H(s) = \frac{10}{s+5}$$



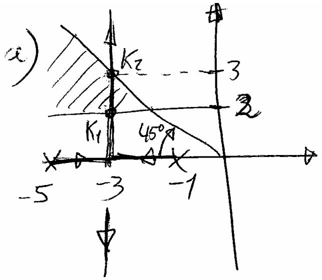
a) Determine que valores de "Kr" permitirían a un regulador proporcional "R(s)=Kr" llevar al sistema de la figura a cumplir las siguientes especificaciones ante entradas de tipo escalón en la variable "x(t)":
   Sobreoscilación: $M_p \leq 4.32$ %
   Tiempo de pico: $t_p \leq \pi/2$ s.

b) Calcule los errores en régimen permanente del sistema para un valor de "Kr" cualquiera. (Utilice preferiblemente el valor de Kr más alto obtenido en el apartado anterior)

c) Si el error de posición del sistema no es nulo, e_p=0, diseñe el regulador R(s) para que cumpla también esta nueva especificación.

d) Donde tendría aproximadamente sus polos y ceros M(s) con el regulador que ha diseñado.

a)



$$\begin{cases} M_p \leq 4'32\% \Rightarrow \theta \leq 45^\circ \\ t_p \leq \pi/2 \Rightarrow \omega_d \geq 2 \end{cases}$$

Según el criterio del modulo:

$$K_1 = \frac{\sqrt{2^2+2^2}\cdot\sqrt{2^2+2^2}}{1} = 8$$

$$K_2 = \frac{\sqrt{2^2+3^2}\cdot\sqrt{2^2+3^2}}{1} = 13$$

La constante que corresponde al regulador en cada caso

$$\left.\begin{array}{l} K_1 = K_{r_1}\cdot 5\cdot 10 = 8 \Rightarrow K_{r_1} = 0'16 \\ K_2 = K_{r_2}\cdot 5\cdot 10 = 13 \Rightarrow K_{r_2} = 0'26 \end{array}\right\} \underline{0'16 < K_r < 0'26}$$

b) Sistema de tipo 0: $e_p = \frac{1}{1+K_p}$; $e_v = \infty$; $e_a = \infty$

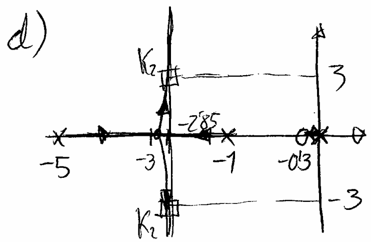
$$K_p = \lim_{s\to 0} h_0 \cdot G_{eq}(s) \quad \begin{cases} h_0 = \lim_{s\to 0} H(s) = 2 \\ G_{eq}(s) = \frac{R(s)G(s)}{1+R(s)G(s)[H(s)-h_0]} \end{cases}$$

$$G_{eq}(s) = \frac{K_r\cdot\frac{5}{s+1}}{1+K_r\frac{5}{s+1}\left[\frac{10}{s+5}-2\right]} \Rightarrow \boxed{K_p = 2\cdot K_r\cdot 5 = 10K_r}$$

Si se toma $\underline{K_{r_2} = 0'26}$ $\Rightarrow$ $\boxed{e_p = \frac{1}{1+2'6} = 0'278 = 27'8\%}$

c) Considerando $\sigma_{dom} = 3$ $\quad \boxed{R(s) = \frac{s+0'3}{s}\cdot 0'26}$

d)



$$c = \frac{-5-1+0-(-0'3)}{3-1} = 2'85$$

1 polo real entre 0 y −0'3
2 polos complejos conjugados cerca de −3±3j
1 cero en (s+0'3) del numerador de R
1 cero en (s+5) del denominador de H