

---

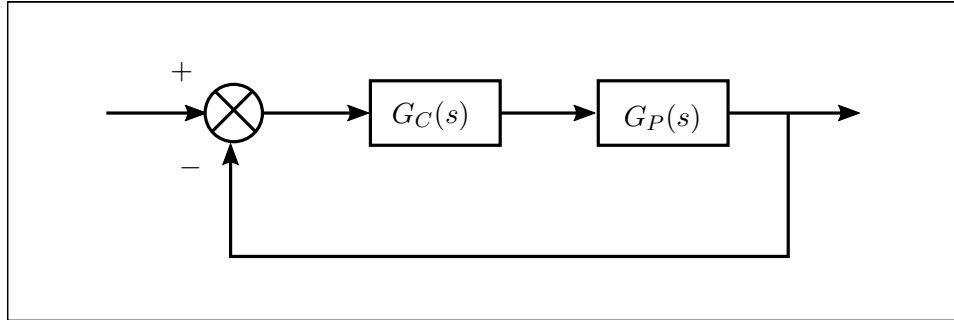
## Sistemas de Control (EYAG-1005): Taller 02

**Semestre:** 2017-2018 Término I

**Instructor:** Luis I. Reyes Castro

Integrantes del Grupo:

**Nota:** Para los siguientes problemas asuma un lazo de control en cascada con planta  $G_P(s)$ , compensador  $G_C(s)$  y sensor perfecto, tal como se muestra en la figura de abajo.



**Problema 2.1.** [2 Puntos] Para la planta

$$G_P(s) = \frac{s + 2}{s(s + 4)(s + 6)(s + 10)}$$

diseñe un compensador proporcional, *i.e.*,  $G_C(s) = K$ , tal que en circuito abierto el sistema tenga 10 decibeles de margen de ganancia.

*Solución:* Usando la aplicación Control System Designer de MATLAB ingresamos la planta y solicitamos el Diagrama de Bode en lazo abierto. Luego incrementamos la ganancia arrastrando el diagrama de magnitud hacia arriba con el mouse hasta llegar a 10 decibeles de margen de ganancia en lazo abierto. Para este margen encontramos que:

$$K \approx 488$$

**Problema 2.2.** [4 Puntos] Para la planta

$$G_P(s) = \frac{1}{s(s + 8)(s + 15)}$$

diseñe un compensador proporcional, *i.e.*,  $G_C(s) = K$ , tal que en circuito cerrado el sistema tenga 20% de sobrepaso.

*Solución:* Para  $OS = 0.20$  tenemos  $\zeta = 0.456$ , lo que implica que en circuito abierto debemos tener el siguiente margen de fase.

$$\phi_M = \tan^{-1} \left( \frac{2\zeta}{\sqrt{-2\zeta^2 + \sqrt{1 + 4\zeta^4}}} \right) = 0.84 \text{ rad} = 48.15^\circ$$

Usando la aplicación Control System Designer de MATLAB ingresamos la planta y solicitamos el Diagrama de Bode en lazo abierto. Luego incrementamos la ganancia arrastrando el diagrama

---

de magnitud hacia arriba con el mouse hasta llegar a 48 grados de margen de fase en lazo abierto. Para este margen encontramos que:

$$K \approx 566$$

**Problema 2.3.** [4 Puntos] Para la planta

$$G_P(s) = \frac{s + 4}{(s + 2)(s + 6)(s + 8)(s + 12)}$$

diseñe un compensador de atraso de fase, *i.e.*,

$$G_C(s) = K \frac{s + z}{s + p}, \quad \text{donde } 0 < p < z,$$

tal que (i) en circuito abierto el sistema tenga 45° de margen de fase y (ii) en circuito cerrado el sistema tenga 1% de error en estado estable ante una entrada escalón.

*Solución:* Para el error en estado estable especificado requerimos que la constante de error de posición  $K_p = 99 \simeq 100$ . Esto implica que la asíntota de baja frecuencia de la función de transferencia en circuito abierto  $G_C(s)G_P(s)$  debe llegar hasta los 40 decibels. Luego, usando la aplicación Control System Designer de MATLAB ingresamos la planta y solicitamos el Diagrama de Bode en lazo abierto. Luego ingresamos un polo real y un cero real, asegurándonos de que el polo esté más cerca del origen que el cero. De aquí en adelante tenemos que experimentar con distintos valores de la locación del polo, del cero y de la ganancia para poder satisfacer los requerimientos, puesto que no hay una selección única de parámetros. Un diseño de compensador que he validado es:

$$K = 1187.5 \frac{(s + 0.259)}{(s + 0.0104)}$$