Brischetto 110008

Problema 2:

(a)

$$P(s) = \frac{(50-s)^2}{(s-1)^2}$$

1

- Descompongo en fase mínima y pasatodo

$$P(s) = \frac{(50-s)^2}{(s+50)^2} \cdot (s+50)^2 \cdot \frac{(s+1)^2}{(s-1)^2\,(s+1)^2}$$

$$P_{mp} = \frac{(s+50)^2}{(s+1)^2}$$

$$P_{ap} = \frac{(50-s)^2}{(s+50)^2} \cdot \frac{(s+1)^2}{(s-1)^2}$$

El controlador será de la forma.

$$\boxed{C(s) = K/s \cdot \frac{(s+1)^2}{(s+50)^2}}$$

Es propio

- Compenso las dinámicas y elijo K tal de cumplir Estabilidad. con K = 17 dB es estable

No llegamos a M.F.=60° por el retraso de fase del pap

(b) Para hallar las respuestas al escalón uso T(s) y Ps(s) y las Exito con un Escalón.

Busqué el punto máximo del pap para que aparte el mínimo de fase

Conseguimos MF = 25,6°

(c) para calcular el margen de estabilidad evaluó el máximo de la sensibilidad y le tomo la inversa

El máximo de $S(f)$ es 7,46 dB $\longrightarrow$ 2,36

Entonces $S_m = 1/2{,}36 = 0{,}423$

Brischetto
110008

Problema 3:

Ecuaciones:

(2)

$$\dot{H}_1 = \frac{F_{in} - \sqrt{H_1 - H_2}}{H_1^2} \qquad y = H_2$$

$$\dot{H}_2 = \frac{\sqrt{H_1 - H_2} - \sqrt{H_2} + F_p}{H_2^2}$$

$$F_{in}(s) = \frac{1}{s/p + 1} \cdot U(s) \qquad p = 0{,}02 \text{ rad/s}$$

- planteo el sistema no lineal: variables de estado:

$X_1 = H_1$		Entrada	μ
$X_2 = H_2$		Salida	$y = X_2$
$X_3 = F_{in}$			

- Trabajo la dinámica del actuador.

$$X_3(s) = \frac{p}{s + p} \, U(s)$$

$$X_3(s) \cdot (s + p) = p \cdot U(s)$$

$$s\, X_3(s) + X_3(s)\, p = p \cdot U(s)$$

$\mathcal{L}^{-1}$

$$\dot{X}_3 + X_3\, p = p \cdot \mu$$

$$\dot{X}_3 = -X_3 \cdot p + p \cdot \mu$$

planteo las ecuaciones no lineales:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = \dfrac{x_3 - \sqrt{x_1 - x_2}}{x_1^2} \\ \dot{x}_2 = \dfrac{\sqrt{x_1 - x_2} - \sqrt{x_2} + F_p}{x_2^2} \\ \dot{x}_3 = p \cdot \mu - x_3 \cdot p \end{cases}$$

Hallo equilibrio para $y_0 = x_{20}$

Como punto de equilibrio entonces $\dot{x} = \bar{0}$

Entrada de perturbación

$$\begin{cases} 0 = x_{30} - \sqrt{x_{10} - x_{20}} \\ 0 = \sqrt{x_{10} - x_{20}} - \sqrt{x_{20}} + F_{p0} \\ 0 = p \cdot \mu_0 - x_{30} \cdot p \longrightarrow \boxed{\mu_0 = x_{30}} \end{cases}$$

$$\left.\begin{array}{l} 0 = \sqrt{x_{10} - x_{20}} - \sqrt{x_{20}} + F_{p0} \\ x_{30} = \sqrt{x_{10} - x_{20}} \end{array}\right\}$$

De acá salen los equilibrios.

(b) para $y_0 = 1$ tenemos $\boxed{x_{20} = 1}$ y $\boxed{F_{p0} = 0}$

$0 = \sqrt{x_{10} - x_{20}} - \sqrt{x_{20}} \Rightarrow \boxed{x_{10} = 2}$

$x_{30} = \sqrt{2 - 1} = 1 \Longrightarrow \boxed{x_{30} = 1}$

$\boxed{\mu_0 = 1}$

Brischetto
110008

Linealizo por Matlab

(3)

$$\begin{pmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \\ \dot{x}_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1/8 & 1/8 & 1/4 \\ 1/2 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -0{,}02 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0{,}02 \end{pmatrix} \cdot \mu$$

$$y = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} + 0\,\mu$$

• La transferencia de la planta resulta:

$$\boxed{P(s) = \frac{0{,}0025}{(s+0{,}059)\cdot(s+0{,}02)\,(s+1{,}066)}}$$

La transferencia es estable.

• Compenso con acción integral para poder seguir escalones de referencia. Queremos $M_f > 60°$ sobrepico menor al 10% y $S_m < 6\,dB \Rightarrow S_m < 2$

$$\boxed{C(s) = \frac{K}{s} \frac{(s+0{,}02)\cdot(s+0{,}059)}{(s+1{,}066)}}$$

• El muestreo no limita la frecuencia de cruce por cero. Hasta 2,3 rad/s donde aporta 30° de fase.

• El controlador es propio y para $K = 39{,}4\,dB$ tenemos un sobrepico del 2% y se cumple lo pedido. w_{gc} quedó en 0,2 rad/s con un $M_f = 66°$ y Ancho de banda 0,343 rad/seg

- Se podría haber mejorado el ancho de banda haciendo un controlador más complejo, compensando toda la dinámica y ~~...~~ agregando polos para hacer el controlador propio, pero preferí hacerlo más simple.

- En cuanto al $S_m < 6\,dB$ tenemos que el pico de la sensibilidad es $2,7\,dB \rightarrow 1,36$ por lo tanto la ~~...~~ S_m dio

$$\boxed{S_m = 20 \cdot \log\left(\frac{1}{1,36}\right) = -2,67\,dB < 6\,dB}$$

por lo que cumple lo pedido.

(c) Armo la simulación en simulink. Simulo con un escalón de 0,1 ya que quemos la salida en 1,1 (punto de eq + 0,1)

(d) ingreso en FP una perturbación tipo escalón de 0,1 ~~y~~ teniendo la referencia en cero.
Como el controlador tiene acción integral es capaz de rechazar perturbaciones de entrada del tipo escalón, lo cual se ve en la salida obtenida.

Bruschetto 110008

4 Ejercicio 4: Pude hacer funcionar la realimentación de estados con Acción Integral solamente sobre el modelo lineal de la planta. Para el modelo no lineal diverge. Calculé la ganancia de realimentación K y la de la acción integral KI.