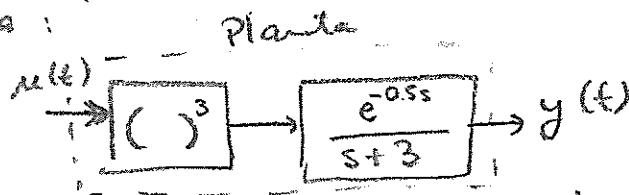


Problema Q2.1 Una planta está descrita por la ecuación diferencial

$$\frac{dy(t)}{dt} + 3y(t) = [u(t - 0,5)]^3$$

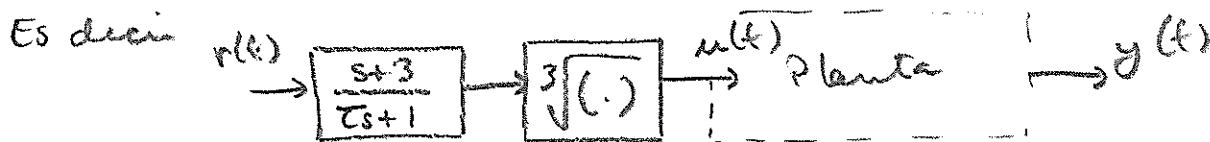
- (a) Proponga un esquema de control en lazo abierto que permita buen seguimiento a una referencia $r(t) = \cos(\pi t)$.
 (b) Para el esquema propuesto, determine $y(t)$ en estado estacionario

(a) Para resolver el problema se observa que existe solo una no linealidad en la entrada:



por tanto se puede preparar un controlador de lazo abierto que:

- compensar la no linealidad, e
- imitar aproximadamente el bloque lineal,
 - No puede inventarse el retardo
 - Debe agregarse un polo rápido para hacer el controlador realizable y que el ancho de banda resultante permita buen seguimiento a la referencia de frecuencia $\omega = \pi \approx 3$



De esta forma

$$\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{e^{-0.5s}}{Ts+1}$$

Para que esta transferencia sea cercana a 1 para frecuencias hasta al menos la de la referencia ($\omega \approx 3$) se requiere $T \ll \frac{1}{3}$

(b) Para calcular la respuesta estacionaria basta calcular

$$\left. \frac{Y(j\omega)}{R(j\omega)} \right|_{\omega=\pi} = \left. \frac{e^{-0.5j\omega}}{j\omega T + 1} \right|_{\omega=\pi} = \frac{e^{-\frac{\pi}{2}j}}{j\pi T + 1}$$

JYE = 26 de septiembre de 2017

$$= \frac{1}{\sqrt{(\pi T)^2 + 1}} \angle -\frac{\pi}{2} - \text{Arctg}(\pi T) \Rightarrow y(t) = \frac{1}{\sqrt{(\pi T)^2 + 1}} \cos\left(\pi t - \frac{\pi}{2} - \text{Arctg}(\pi T)\right)$$

en estado estacionario

Otro camino posible es linealizar el sistema:

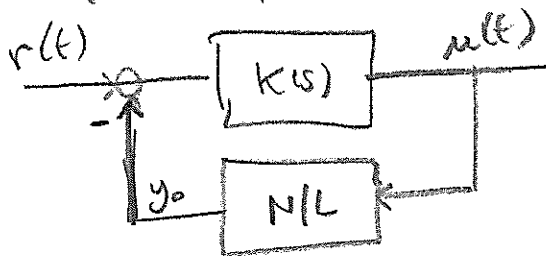
El punto de operación se elige $y_0 = 0$ (pues $r(t) = \cos(\pi t)$)

Para tanto $\left(\frac{dy}{dt}\right)_0 + 3 \underset{0}{y}_0 = (\mu_0)^3 \Rightarrow \mu_0 = 0$

Es decir $\left. \begin{array}{l} y(t) = \Delta y(t) \\ u(t) = \Delta u(t) \end{array} \right\} \frac{d}{dt} \Delta y + 3 \Delta y = \underset{0}{3 \mu_0} \cdot \Delta \mu = 0$

Note que no es un modelo útil pues elimina el efecto de la entrada.

O bien se puede preparar un esquema de "alta ganancia"



en que y_0 se obtiene de la EDO No lineal $\frac{dy_0}{dt} + 3y_0 = (u(t-0.5))^3$ *

y $K(s)$ se elige muy grande, o bien puede hacerse "resonante" para garantizar $K(\pm j\pi) = \infty$
es decir $K(s) = \frac{1}{s^2 + \pi^2}$

* Sin embargo, No es posible invertir el retardo. De hecho el esquema resulta inestable. Este problema del retardo que genera inestabilidad se puede evitar... NO invirtiéndolo, es decir, considerando

$$\frac{dy_0}{dt} + 3y_0 = (u(t))^3$$

... pero de todas formas No hay garantía de estabilidad