Problema 2

Dado su buen desempeño en la asignación anterior se le ha pedido hacerse cargo de la evaluación del modelo de un proceso de destilación aguas abajo en el proceso. La función de transferencia para la cabeza de la torre de destilación está dada por:

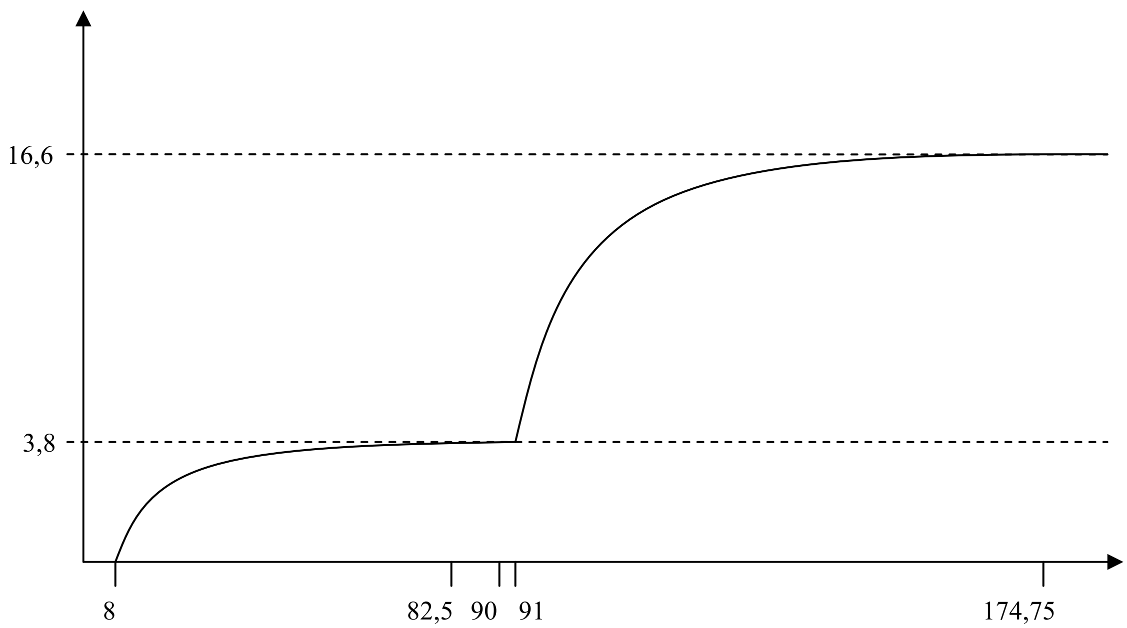
$$\overline{y'}(s) = \frac{12.8e^{-s}}{16.7s+1}\overline{u'}(s) + \frac{3.8e^{-8s}}{14.9s+1}\overline{d'}(s)$$

Modelo que sigue la forma: $\overline{y'}(s) = G_P(s) \cdot \overline{u'}(s) + G_d \cdot \overline{d'}(s)$, donde $\overline{d'}(s)$ es la perturbación y $\overline{u'}(s)$ es la entrada.

(a) Obtenga la respuesta del proceso cuando ocurre un cambio escalón unitario en la perturbación, seguido de un cambio escalón unitario en la entrada 90 unidades de tiempo después. Identifique y señale claramente todos los puntos importantes en su esquema.

Ganancia de G_p = 12,8.
Ganancia de G_d = 3,8.
Ganancia final = 16,6.

Tiempo estado estacionario de G_d = 8 + 5*14,95 = 8274,5 < 90.
Tiempo estado estacionario de G_p = 90 + 1 + 5*16,75 = 174,75



(b) Suponga ahora que configura la entrada $\overline{u'}(s)$ para que esté determinada por la siguiente expresión:

$$\overline{u'}(s) = G_{FF} \cdot \overline{d'}(s)$$

con G_{FF} dado por:

$$G_{FF} = \frac{-G_d(s)}{G_P(s)}$$

¿Cómo será la respuesta del sistema frente a un cambio escalón en la perturbación? Discuta el efecto de distintos tipos de perturbaciones. Obtenga una expresión para el comportamiento dinámico de $u'(t)$ como resultado de un escalón unitario en la perturbación. ¿Cuál será el estado estacionario de $u'(t)$?

$$\overline{y}' = G_p \times \overline{u}' + G_d \times \overline{d}'$$

Reemplazando

$$\overline{y}' = G_p \times \frac{G_d}{G_p} \times \overline{d}' + G_d \times \overline{d}'$$

$$\overline{y}' = 0$$

El sistema es inmune a cualquier perturbación.

Comportamiento dinámico de u'(t)

$$\overline{u}'(s) = -\frac{3{,}8e^{-8s}}{14{,}95s+1} \times \frac{1}{\frac{12{,}8e^{-s}}{16{,}7s+1}} \times \overline{d}'$$

$$\overline{u}'(s) = -0{,}2969\frac{(16{,}7s+1)}{(14{,}9s+1)}e^{-7s} \times \frac{1}{s}$$

$$\overline{u}'(s) = -0{,}2969\frac{16{,}7s}{(14{,}9s+1)}\frac{1}{s}e^{-7s} - 0{,}2969\frac{1}{(14{,}9s+1)}\frac{1}{s}e^{-7s}$$

$$\overline{u}'(s) = -\frac{4{,}9}{(14{,}9s+1)}e^{-7s} - \frac{0{,}2969}{(14{,}9s+1)}\frac{1}{s}e^{-7s}$$

Antitransformando:

$$L^{-1}\left\{\frac{1}{s+a}\right\} = e^{-at}$$

$$-\frac{4{,}9}{(14{,}9s+1)}e^{-7s} \rightarrow -\frac{4{,}9}{14{,}9}e^{\frac{-(t-7)}{14{,}9}}$$

$$-\frac{0{,}2969}{(14{,}9s+1)}\frac{1}{s}e^{-7s} \rightarrow -0{,}2969\left(1-e^{\frac{-(t-7)}{14{,}9}}\right)$$

$$u' = -0{,}3329e^{\frac{-(t-7)}{14{,}9}} - 0{,}2969\left(1 - e^{\frac{-(t-7)}{14{,}9}}\right)$$

(c) Suponga que ha habido un error en la determinación de G_d en la expresión anterior y se ha configurado G_{FF} para ser igual a:

$$G_{FF} = \frac{-\widetilde{G_d}(s)}{G_P(s)}$$

con

$$\widetilde{G_d}(s) = \frac{3.42}{11.92s+1}e^{-8s}$$

¿Qué efecto tendrá este error en la dinámica de respuesta del sistema frente a un cambio escalón unitario en la perturbación?

$$\overline{y}' = -\frac{3{,}42}{(11{,}92s+1)} \times e^{-8s} \times \frac{1}{s} + \frac{3{,}8}{(14{,}9s+1)} \times e^{-8s} \times \frac{1}{s}$$

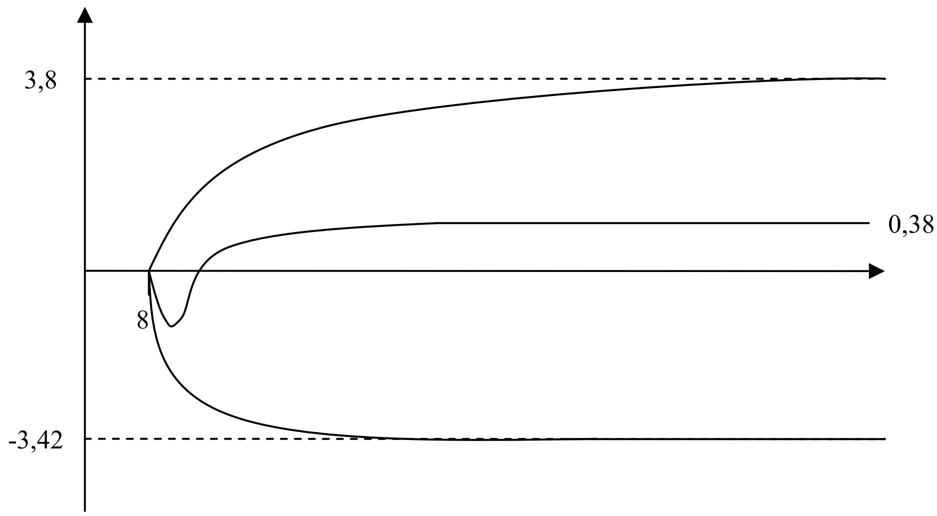
Mismo retardo para ambas partes del sistema.

Pendiente de la parte negativa: -3,42/11,92 = -0,28
Valor final parte negativa: -3,42

Pendiente de la parte positiva: 0,25
Valor final parte positiva: 3,8

Valor final del sistema: 0,38

Como el inicialmente la pendiente de la parte negativa es mayor que la positiva, la respuesta del sistema es negativa. Sin embargo, como la ganancia de la parte positiva es mayor que la negativa, el valor final del sistema es positivo. En conclusión se tiene respuesta inversa.


3,8
0,38
8
-3,42