Nombre: Solución JYE – 17 de marzo de 2020

ELO270 – S2 2019 – Control #6 (Fase 2, *online*)

Problema 6.1 *Considere una planta como la de la figura inferior, en que los bloques tienen modelo nominal*

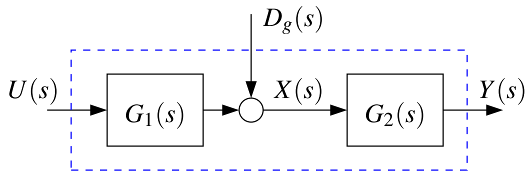
$$G_1(s) = \frac{1}{s - mm} \qquad G_2(s) = \frac{s - dd}{s^2}$$

respectivamente, en que dd y mm son el día y mes de su cumpleaños, respectivamente. La referencia a seguir es de tipo escalón. La perturbacion $d_g(t)$ es medible con ruido apreciable a contar de 5 rad/s. El sensor disponible para medir $y(t)$ es preciso hasta aproximadamente 20 rad/s, mientras que el sensor para $x(t)$ es preciso hasta aproximadamente 10 rad/s.

(a) *Indique su fecha de cumpleaños: dd/mm.*

(b) *Indique los criterios de diseño de un sistema de control que se derivan de la información disponible.*

(c) *Proponga un sistema de control que considere adecuadamente los criterios anteriores (indicando claramente cómo diseñaría cada bloque), pero que a su vez sea lo mas simple posible.*



(a) Fecha de cumpleaños: dd/mm

(b) i) Referencia tipo escalón: $T_0(0) = 1$ para seguimiento estacionario perfecto

ii) Perturbación $d_g(t)$ medible: se podría usar prealimentación, pero limitando Bw por su ruido de medición.

iii) Ruido de medición en $y(t)$ limita Bw del lazo a que sea MENOR que 20 rad/s

iv) Ruido de medición en $x(t)$, si se usa control en cascada, limita Bw del lazo interno: MENOR que 10 rad/s

v) Polo inestable: Bw > mm para reducir OVERSHOOT

vi) Cero de fase no mínima: Bw < dd para reducir UNDERSHOOT

2/5

Nombre: Solución JYE – 17 de marzo de 2020

ELO270 – S2 2019 – Control #6 (Fase 2, *online*)

Problema 6.1 *Considere una planta como la de la figura inferior, en que los bloques tienen modelo nominal*

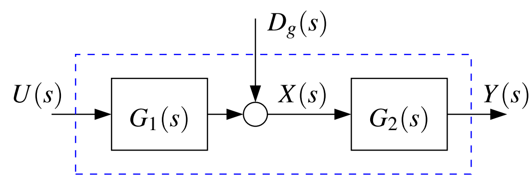
$$G_1(s) = \frac{1}{s - mm} \qquad G_2(s) = \frac{s - dd}{s^2}$$

respectivamente, en que dd y mm son el día y mes de su cumpleaños, respectivamente. La referencia a seguir es de tipo escalón. La perturbacion $d_g(t)$ es medible con ruido apreciable a contar de 5 rad/s. El sensor disponible para medir $y(t)$ es preciso hasta aproximadamente 20 rad/s, mientras que el sensor para $x(t)$ es preciso hasta aproximadamente 10 rad/s.

(a) Indique su fecha de cumpleaños: dd/mm.

(b) Indique los criterios de diseño de un sistema de control que se derivan de la información disponible.

(c) Proponga un sistema de control que considere adecuadamente los criterios anteriores (indicando claramente cómo diseñaría cada bloque), pero que a su vez sea lo mas simple posible.

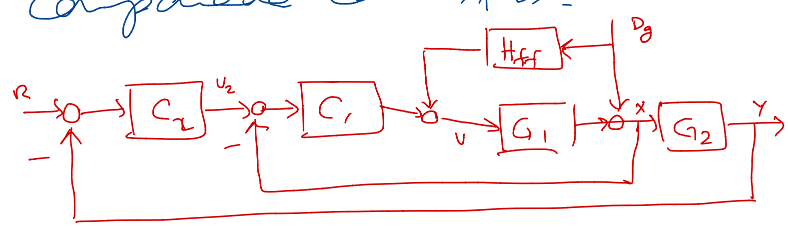


(c) Hay contradicción entre los requisitos de diseño si $dd < mm$ en cuyo caso se debería usar <u>control en cascada</u>(*), de otra forma es suficiente con un lazo de un grado de libertad ((*): salvo que $mm > 10$ por ruido en $d_g(t)$)

Nota que el ruido de medición en $y(t)$ NO establece limitación extra pues $mm < 20$

Se puede usar la prealimentación de $d_g(t)$ pues $G_2(s)$ es "lenta" comparado con $G_1(s)$.

Se diseñará el sistema de control:



Nombre: $\boxed{\text{Solución}}$ JYE – 17 de marzo de 2020

ELO270 – S2 2019 – Control #6 (Fase 2, *online*)

Problema 6.1 *Considere una planta como la de la figura inferior, en que los bloques tienen modelo nominal*

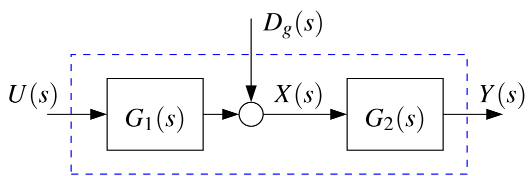
$$G_1(s) = \frac{1}{s - mm} \qquad G_2(s) = \frac{s - dd}{s^2}$$

respectivamente, en que dd y mm son el día y mes de su cumpleaños, respectivamente. La referencia a seguir es de tipo escalón. La perturbacion $d_g(t)$ es medible con ruido apreciable a contar de 5 rad/s. El sensor disponible para medir $y(t)$ es preciso hasta aproximadamente 20 rad/s, mientras que el sensor para $x(t)$ es preciso hasta aproximadamente 10 rad/s.

(a) Indique su fecha de cumpleaños: dd/mm.

(b) Indique los criterios de diseño de un sistema de control que se derivan de la información disponible.

(c) Proponga un sistema de control que considere adecuadamente los criterios anteriores (indicando claramente cómo diseñaría cada bloque), pero que a su vez sea lo mas simple posible.



(continuación (c))

i) Diseño de $H_{ff}(s)$:

Idealmente $H_{ff}(s) = \frac{-1}{G_1(s)}$ pero debe ser ESTABLE y PROPIO

$$\Rightarrow H_{ff}(s) = -\frac{(s-mm)}{\tau s + 1}$$

en que $\tau = \frac{1}{5}$ considerando el ruido de medición en $d_g(t)$.

ii) Diseño de $C_1(s)$:

$G_1(s) = \frac{1}{s-mm}$: $n=1$

$C_1(s)$ con integración : $r=1$ (para compensar $d_g(t)$ en baja frecuencia.)

$$\Rightarrow n_c = n-1+r = 1 \Rightarrow C(s) = \frac{p_1 s + p_0}{s}$$

Nombre: Solución JYE – 17 de marzo de 2020

ELO270 – S2 2019 – Control #6 (Fase 2, *online*)

Problema 6.1 *Considere una planta como la de la figura inferior, en que los bloques tienen modelo nominal*

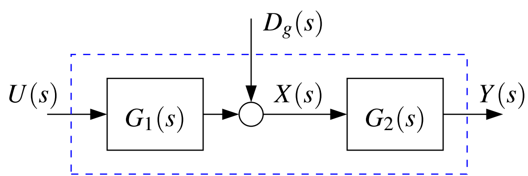
$$G_1(s) = \frac{1}{s-mm} \qquad G_2(s) = \frac{s-dd}{s^2}$$

respectivamente, en que dd y mm son el día y mes de su cumpleaños, respectivamente. La referencia a seguir es de tipo escalón. La perturbacion $d_g(t)$ es medible con ruido apreciable a contar de 5 rad/s. El sensor disponible para medir $y(t)$ es preciso hasta aproximadamente 20 rad/s, mientras que el sensor para $x(t)$ es preciso hasta aproximadamente 10 rad/s.

(a) Indique su fecha de cumpleaños: dd/mm.

(b) Indique los criterios de diseño de un sistema de control que se derivan de la información disponible.

(c) Proponga un sistema de control que considere adecuadamente los criterios anteriores (indicando claramente cómo diseñaría cada bloque), pero que a su vez sea lo mas simple posible.



(continuación (c))

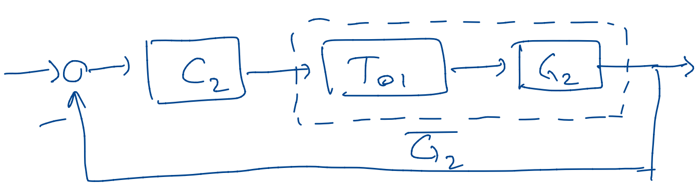
$$A_{cl_1} = (s-mm)s + (p_1 s + p_0) = s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^2$$

$\omega_n \geq mm$

$\xi \approx 0.7$

⊛ Si mm > 10 entonces NO es conveniente hacer control en cascada por el ruido de medición en x(t).

iii) Diseño de $C_2(s)$: $\quad \bar{G}_2 = T_{01} \cdot G_2 = \dfrac{p_1 s + p_0}{s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^2}\,\dfrac{s-dd}{s^2}$



$n = 4$

$r = 1$ (C_2 c/integración)

$\Rightarrow n_c = 4$

Para reducir complejidad se pueden forzar cancelaciones estables:

$$C_2(s) = \frac{(s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^2)}{(s + p_0/p_1)}\,\frac{(\bar{p}_2 s^2 + \bar{p}_1 s + \bar{p}_0)}{s(s^2 + \bar{l}_1 s + \bar{l}_0)}$$

5/5

Nombre: Solución JYE – 17 de marzo de 2020

ELO270 – S2 2019 – Control #6 (Fase 2, *online*)

Problema 6.1 *Considere una planta como la de la figura inferior, en que los bloques tienen modelo nominal*

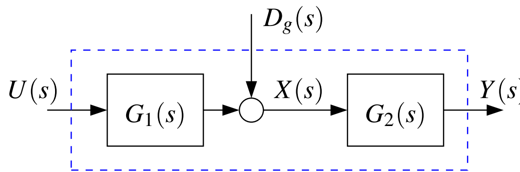
$$G_1(s) = \frac{1}{s-mm} \qquad G_2(s) = \frac{s-dd}{s^2}$$

respectivamente, en que dd y mm son el día y mes de su cumpleaños, respectivamente. La referencia a seguir es de tipo escalón. La perturbacion $d_g(t)$ es medible con ruido apreciable a contar de 5 rad/s. El sensor disponible para medir $y(t)$ es preciso hasta aproximadamente 20 rad/s, mientras que el sensor para $x(t)$ es preciso hasta aproximadamente 10 rad/s.

(a) *Indique su fecha de cumpleaños: dd/mm.*

(b) *Indique los criterios de diseño de un sistema de control que se derivan de la información disponible.*

(c) *Proponga un sistema de control que considere adecuadamente los criterios anteriores (indicando claramente cómo diseñaría cada bloque), pero que a su vez sea lo mas simple posible.*



(continuación (c))

La ecuación diofantina o de asignación de polos es

$$A_{cl_2} = (s^2+2\xi\omega_n s+\omega_n^2)\, s^2\, (s+p_0/p_1)\, s\, (s^2+\bar{l}_1 s+\bar{l}_0) + p_1(s+p_0/p_1)(s^2+2\xi\omega_n s+\omega_n^2)(\bar{p}_2 s^2+\bar{p}_1 s+\bar{p}_0)$$

y elegimos

$$A_{cl_2} = \underbrace{(s^2+2\xi_2\omega_{n2} s+\omega_{n2}^2)}_{\substack{\omega_{n2} \leq dd \\ \xi = 0.7}} \underbrace{(s+p_0/p_1)(s^2+2\xi\omega_n s+\omega_n^2)}_{\text{cancelaciones}}(s+a)^3$$

$a > \omega_{n2}$
polos rápidos