EJERCICIOS DE TEORIA DE CONTROL AUTOMATICO
SISTEMAS CONTINUOS (I)

C1. Sea el sistema dado por la función de transferencia:

$$G(s) = \frac{10}{(s+2)}$$

Se desea calcular el valor al que tenderá la salida ante una entrada en escalón de amplitud 3:
a) Sin calcular explícitamente la señal temporal *y(t)*.
b) Corroborar el resultado obtenido en el apartado (a) calculando *y(t)*.

C2. Para el sistema del ejercicio anterior, realizar los dos mismos apartados pero, en este caso, se pretende obtener el valor inicial de la salida ante un impulso unitario a la entrada.

C3. Probar que un sistema con exceso de polos mayor o igual a dos, su respuesta impulsiva siempre comienza en cero, a diferencia de lo que ocurre con un sistema con exceso de polos inferior a dos (como el del ejercicio anterior).

C4. Un termómetro se encuentra a la temperatura ambiente de 20ºC y se introduce en un recipiente cuya temperatura interior es 10ºC. Se recoge la siguiente tabla de temperaturas marcadas por el termómetro y tomadas cada segundo:

Tiempo (seg.)	0	1	2	3	4	5	6	…	20	21
Tª (ºC)	20	17.8	16.1	14.7	13.7	12.9	12.3	…	10	10

Calcular la función de transferencia más simple que se le ocurra para el termómetro. ¿Cuál sería la variable de entrada y la de salida?

C5. Sea *y(t)* la salida de un sistema continuo que se obtiene como respuesta a una entrada *u(t)*. Se sabe que la ecuación diferencial que describe el comportamiento de dicho sistema, y que relaciona ambas variables es la siguiente:

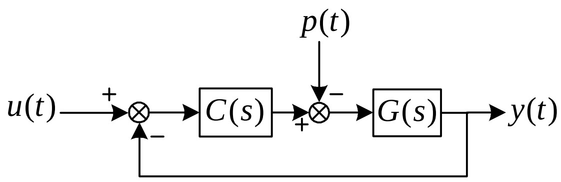
$$5\frac{d^2 y(t)}{dt^2} - 2\frac{d\,y(t)}{dt} + 3\,y(t) - 5\frac{d\,u(t)}{dt} + u(t) = 0$$

Calcular la expresión de la función de transferencia *G(s)*, suponiendo condiciones iniciales nulas. Justifique si se trata de un sistema estable.

C6. Para un sistema de segundo orden subamortiguado genérico, de la forma: $G(s) = \dfrac{\omega_n^2}{s^2 + 2\,\delta\,\omega_n s + \omega_n^2}$

Calcule el error en régimen permanente ante entrada en rampa unitaria. Haga un boceto de cómo sería la forma de la respuesta transitoria.

C7. Dado el siguiente diagrama de bloques, obtenga la expresión de la salida, *y(t)*, cuando se está aplicando al sistema una entrada escalón unitario en *u(t)* y simultáneamente, está actuando una perturbación *p(t)* en el punto indicado, ésta también en forma de escalón unitario.

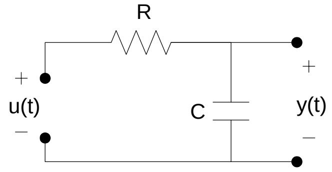


siendo : $C(s) = \dfrac{2}{s}, \quad G(s) = \dfrac{1}{(2s+4)}$

C8. Dado un sistema continuo de segundo orden, indicar los comportamientos esperados en la respuesta ante una entrada en escalón, en función de la situación de los polos en el plano s.

EJERCICIOS DE TEORIA DE CONTROL AUTOMATICO
SISTEMAS CONTINUOS (I)

C9. Dado el circuito RC de la figura, en el que la entrada es el voltaje *u(t)* y la salida el voltaje *y(t)*



Se pide:

a) Obtener la señal de salida (así como su transformada de Laplace) que se obtendría si se aplica como entrada un impulso unitario, $u(t)=\delta(t)$, siendo las condiciones iniciales $u(0)=u_0$, $y(0)=y_0$, ambos valores no nulos.
b) A la vista de lo anterior, ¿ podría explicar por qué se decía, al definir el concepto de función de transferencia, que se suponían condiciones iniciales nulas ?

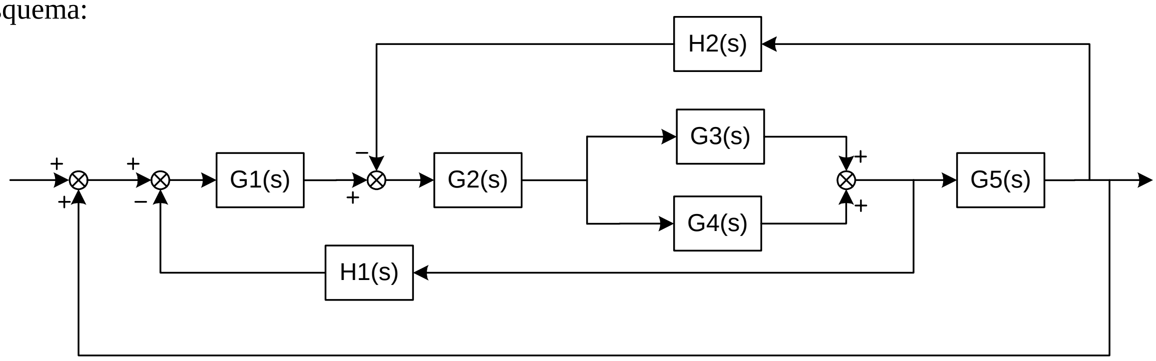
C10. Dados los sistemas siguientes:

$$G_1(s)=\frac{K_1}{((s+\sigma_1)^2+\omega_1^2)(s+p_1)}\ ,\quad G_2(s)=\frac{K_2}{(s+\sigma_2)^2+\omega_2^2}$$

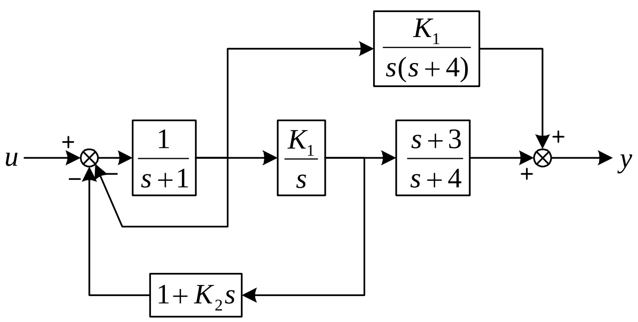
Determinar las condiciones que deben satisfacer los parámetros para que:
a) El sistema $G_1(s)$ tenga menor sobreoscilación que $G_2(s)$
b) El sistema $G_2(s)$ tenga una respuesta escalón lo más rápida posible sin sobreoscilar.
c) El sistema $G_1(s)$ presente un comportamiento con oscilaciones mantenidas de amplitud constante.

Nota: En el primer apartado puede suponerse que el polo p_1 es poco dominante. Suposición que no puede hacerse en los otros dos apartados.

C11. Mediante operaciones de bloques, obtenga la función de transferencia equivalente para el siguiente esquema:



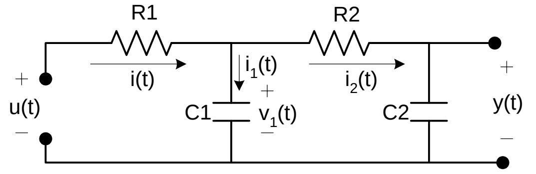
C12. **a)** Obtener la función de transferencia equivalente para el sistema de la figura.
b) Indicar la zona donde han de ubicarse los polos, para que la respuesta del sistema ante escalón tenga un tiempo de establecimiento (correspondiente a la banda del 5%) menor o igual a 2 segundos, una sobreoscilación máxima del 10% y un coeficiente de amortiguamiento que no supere 0.8.



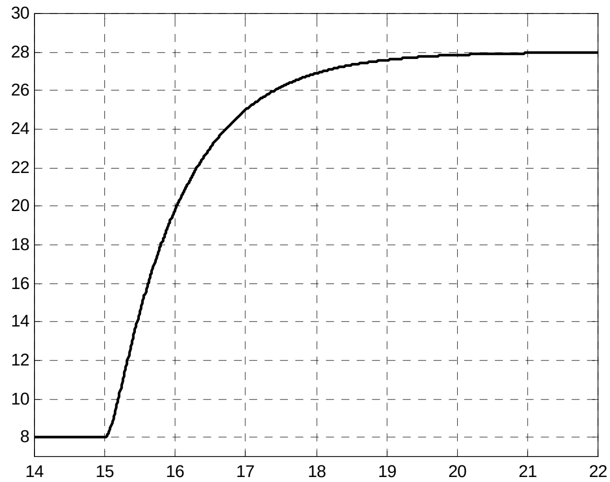
C13. Calcular la función de transferencia del doble circuito RC de la figura. Hacerlo de dos formas:

a) Manipulando a nivel de las ecuaciones para llegar a una expresión en la que aparezcan exclusivamente la entrada y la salida.

b) Implementando cada ecuación como parte del diagrama de bloques e interconectando a través de las distintas señales.



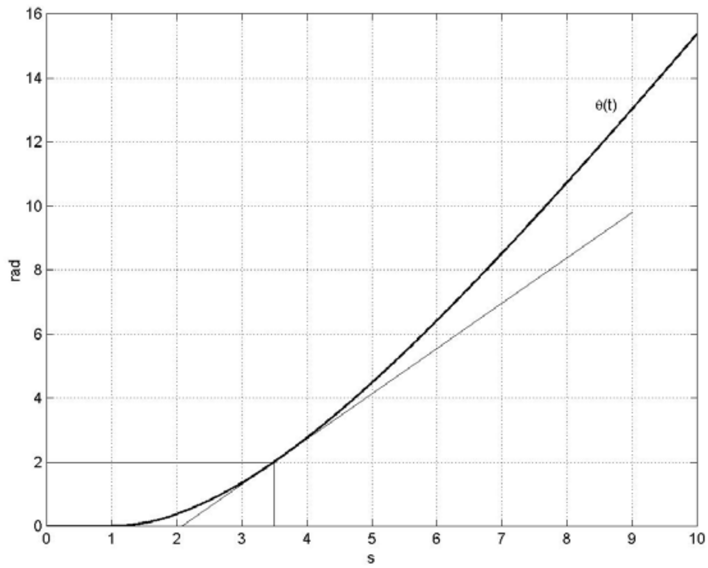
C14. Se dispone de un circuito electrónico del cual no se conocen sus componentes, pero se sabe que se comporta como un sistema de segundo orden, con dos constantes de tiempo, de las cuales una es 10 veces superior a la otra (por tanto, la constante de tiempo más rápida tiene un efecto poco apreciable en la respuesta). Para identificar este sistema se aplica un escalón a la entrada de 3 a 5 voltios, en el instante *t=10s*. La gráfica que puede obtenerse en la salida como respuesta aparece en la figura siguiente. Obtener la función de transferencia del sistema.



C15. Se desea identificar un motor de corriente continua, siendo la entrada el voltaje aplicado *u(t)*, y la salida el ángulo de posicionamiento del eje, $\theta(t)$. Se desea realizar esta identificación mediante un modelo de primer orden con integrador y un retardo (sin ceros). Para ello se hace un experimento en el que se le proporciona al sistema en *t=0 s* una entrada escalón entre 0 y 5 voltios y se obtiene como salida la gráfica mostrada en la figura.

Como ayuda se ha trazado la tangente a la curva en *t=3.5s*. Además, se sabe que la pendiente de la respuesta en régimen permanente es *m* = 2.5 rad/seg.

Se pide identificar los parámetros de la función de transferencia deseada.

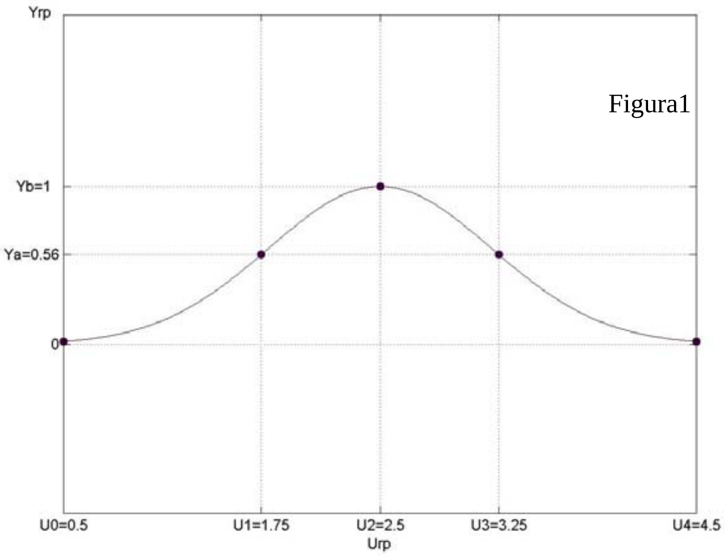


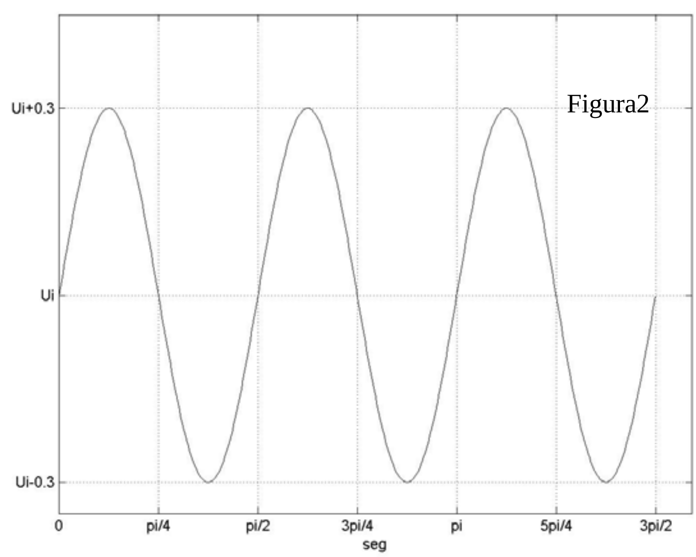
C16. Sea un sistema cuya relación entrada/salida en estado estacionario, para un determinado rango de valores de entrada, viene dada por lo que se denomina *característica estática del sistema*, que aparece en la figura 1. Se sabe que el ingeniero encargado del control de este sistema (repentinamente desaparecido de la empresa), utilizaba como modelo dinámico, para poder trabajar con el sistema mediante **pequeños incrementos en torno a un punto de operación**, el siguiente:

$$G(s) = \frac{-K}{1+\tau s}, \text{ con } K = 0.85, \quad \tau = 0.25s$$

a) Se nos encarga averiguar para qué punto de operación (de los cinco marcados en la figura) sería más adecuado el empleo de este modelo. La respuesta no será aceptable sin una correcta justificación.

b) ¿Qué salida cabe esperar del sistema en régimen estacionario si se le introduce como entrada la función representada en la figura 2 ? Obtener la expresión matemática de dicha salida. No es necesario dibujarla. *Ui* coincide con el valor de la entrada en el punto de operación identificado en el apartado (a).





Nota: No realizar el apartado (b) hasta que se vea el tema de respuesta frecuencial.

C17. Identificar la función de transferencia que describe el comportamiento de un sistema frente a cambios en la entrada. Para ello, utilícese la figura que aparece a continuación (entrada *u(t)*, salida *y(t)* en la figura). Téngase en cuenta que el sistema en cuestión es de tercer orden, sin ceros, y que el polo real es de magnitud 20 veces superior a la parte real de los polos complejos conjugados.