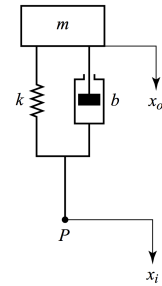


Exercici 1.- El sistema de suspensió d'un cotxe de massa m pot modelar-se per una molla de constant k i un esmorteïdor de constant b , tal com es mostra en el diagrama lateral. Sense tenir en compte l'efecte del pes del cotxe degut a la gravetat:



- Determineu l'equació que relaciona el moviment del cotxe $x_o(t)$ amb el moviment del terra $x_i(t)$.
- Calculeu la funció de transferència entre $X_i(s)$ i $X_o(s)$

Exercici 2.- Tenim un sistema de dos tancs de líquid cilíndrics en sèrie amb la mateixa àrea de la base A . El primer tanc té un flux d'entrada $F_A(t)$, un nivell $h_1(t)$ i un flux de sortida $F_1(t) = \beta_1 h_1(t)$. El segon tanc té un flux d'entrada $F_1(t)$, un nivell $h_2(t)$ i un flux de sortida $F_B(t) = \beta_2 h_2(t)$. L'equació que relaciona els fluxos d'entrada i sortida d'un tanc amb la seva alçada és la següent:

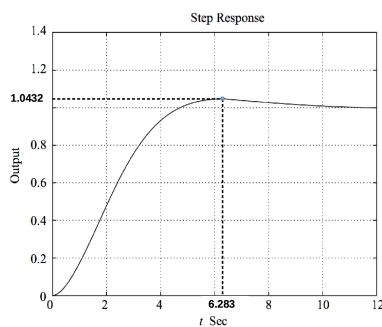
$$A \frac{dh}{dt} = F_{in} - F_{out}$$

- Fes un esbós del muntatge global.
- Escriu les equacions que governen el sistema complet dels dos tancs.
- Assumint que el sistema està inicialment en repòs, calcula la funció de transferència des del flux d'entrada $F_A(s)$ fins al nivell del segon tanc $H_2(s)$.

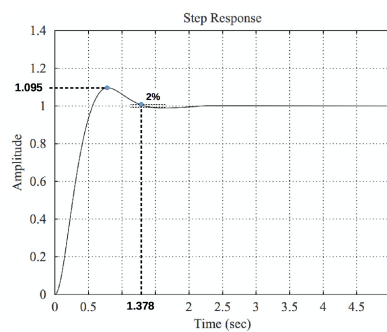
Exercici 3: Donat un sistema de segon ordre amb pols $s_{1,2} = -3 \pm 7j$ i guany canònic $k = 8$:

- Quina és la freqüència d'oscil·lació de la seva resposta al graó en rad/s?
- Calcula el sobre-impuls absolut del senyal de sortida davant un graó d'entrada d'amplitud 3.
- Es tracta d'un sistema estable? Justifica la resposta.

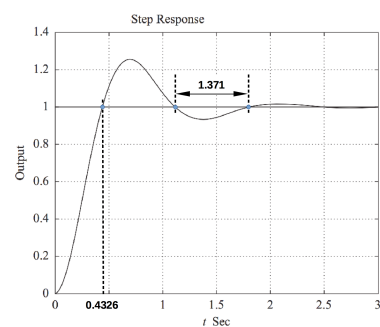
Exercici 4.- Donades les següents respostes al graó unitari d'alguns sistemes desconeguts:



(a)



(b)

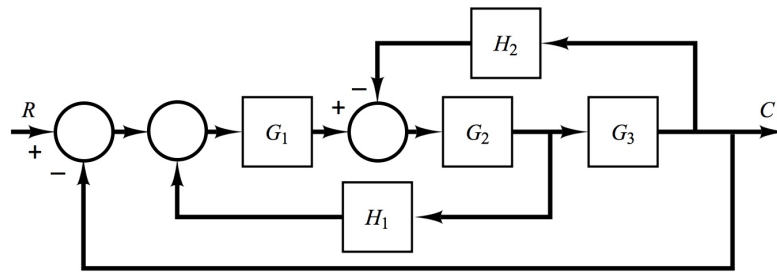


(c)

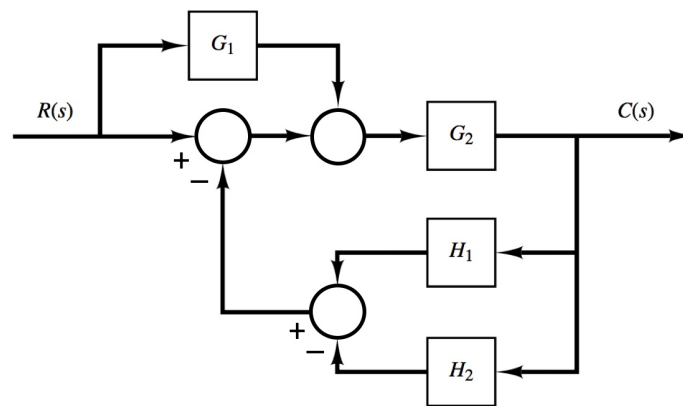
- Determina la seva funció de transferència i els valors de T , t_r i t_s (2%).
- Determina la seva funció de transferència i els valors de t_p , T and t_r .
- Determina la seva funció de transferència i els valors de M_p , t_p and t_s (2%).

Exercici 5: Introduïm un senyal $x(t) = 0.5u(t)$ a un sistema de segon ordre i mesurem les característiques següents del seu senyal de sortida: el valor màxim és 1.5, el valor final al que tendeix en senyal és 1, la freqüència de les oscil·lacions és 2 rad/s i el temps d'establiment al 2% és 8.92s. Determineu, amb el mínim nombre de càlculs, aquestes mateixes característiques dels senyal de sortida davant un graó d'entrada unitari. Calculeu la funció de transferència d'aquest sistema. Comproveu que no hi hagi cap inconsistència en els paràmetres mesurats.

Exercici 6.- Simplifica el diagrama de blocs següent per obtenir la funció de transferència de $R(s)$ a $C(s)$:

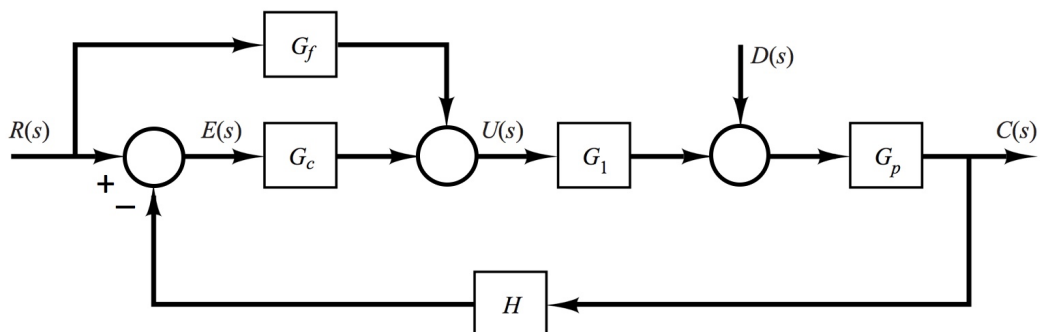


(a)



(b)

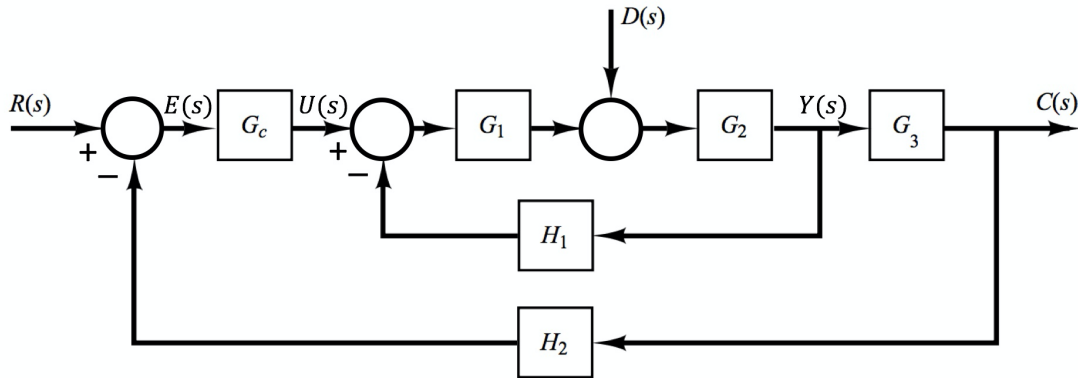
Exercici 7.- El diagrama de blocs de sota és un sistema de control complet, on $R(s)$ és el senyal de referència, $D(s)$ és el senyal de pertorbació, $C(s)$ és el senyal de sortida, $E(s)$ és el senyal d'error, i $U(s)$ és el senyal de control. Les funcions de transferència individuals $G_f(s)$ i $G_c(s)$ són controladors, $G_1(s)$ és l'actuador, $G_p(s)$ és el procés, i $H(s)$ és el sensor.



Aplicant el principi de superposició i simplificant el diagrama de blocs resultant, calcula l'expressió de les sis funcions de transferència i dels tres senyals de sortida resultants:

- | | | | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| a) $\frac{C(s)}{R(s)}$ | b) $\frac{C(s)}{D(s)}$ | c) $\frac{E(s)}{R(s)}$ | d) $\frac{E(s)}{D(s)}$ | e) $\frac{U(s)}{R(s)}$ | f) $\frac{U(s)}{D(s)}$ |
| g) $C(s)$ | h) $E(s)$ | i) $U(s)$ | | | |

Exercici 8.- El diagrama de blocs de sota modelitza una estructura de control en cascada. El procés a controlar es pot separar en dues funcions de transferència $G_2(s)$ i $G_3(s)$. La primera d'elles està afectada per una pertorbació $D(s)$ i es controla pel llaç de control intern a través de $G_1(s)$, generant una sortida $Y(s)$. El llaç de control extern conté el controlador $G_c(s)$, la sortida del qual $U(s)$ és l'entrada de referència del llaç de control intern. Els sensors intern i extern tenen funcions de transferència $H_1(s)$ i $H_2(s)$, respectivament.



Calculeu les funcions de transferència següents, en l'ordre suggerit:

- a) $\frac{Y(s)}{U(s)}$ b) $\frac{Y(s)}{D(s)}$ c) $\frac{C(s)}{R(s)}$ d) $\frac{C(s)}{D(s)}$ e) $\frac{E(s)}{R(s)}$ f) $\frac{E(s)}{D(s)}$

Exercici 9: Quins dels sistemes següents són estables? Justifiqueu la resposta:

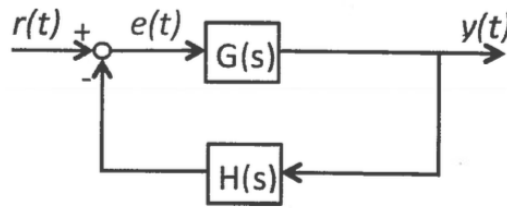
- a) $\frac{4(s-3)}{(s+2)(s+10)}$ b) $\frac{5}{s^2(s+1)(s+2)}$
- c) $\frac{5s^2+4s+1}{2s^3-3s^2+s+1}$ d) $\frac{4s+1}{s(2s+1)}$

Exercici 10: Considereu un sistema de control en llaç tancat amb realimentació negativa on la transmitància de la cadena directa conté una planta modelada per $G_p(s) = 10/(s^2 + 4s + 9)$ i un controlador $G_c(s) = K_i/s$. La cadena de realimentació té un sensor amb funció de transferència.

Quin rang de valors de K_i fan estable el sistema en llaç?

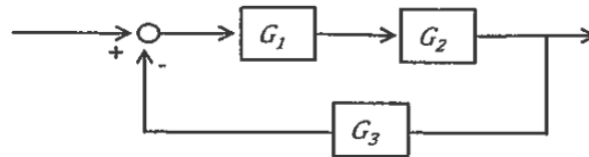
Exercici 11: Generalitzeu l'exercici 10 al cas d'una planta de segon ordre genèrica $G_p(s) = \frac{k\omega_n^2}{s^2+2\xi\omega_ns+\omega_n^2}$ utilitzant un controlador PI $G_c(s) = K_p + \frac{K_i}{s}$ i realimentació unitària negativa.

Exercici 12: Donat el diagrama de blocs següent, determineu l'error estacionari a un graó d'entrada unitari en els casos següents:



- a) $G(s) = \frac{13s+2}{s(8s+1)}$ i $H(s) = 2$.
- b) $H(s) = \frac{13s+2}{s(8s+1)}$ i $G(s) = 2$.
- c) $G(s) = \frac{13s+2}{s(8s+1)}$ i $H(s) = -2$.

Exercici 13: Per al sistema següent, on $G_1(s) = 5$, $G_2(s) = \frac{4}{(2s+1)^2}$ i $G_3(s) = \frac{1}{s}$



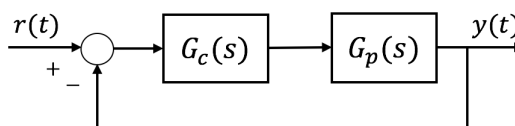
indica el valor de l'error estacionari als senyals d'entrada:

- a) $x(t) = 3u(t)$
- b) $x(t) = 4tu(t)$
- c) $x(t) = 5t^2u(t)$

Exercici 14: Dissenyeu el controlador PID més simple de forma que el sistema amb transmitància de llaç $GH(s) = \frac{1}{s-2}$ esdevingui estable i no tingui error permanent al graó unitari d'entrada.

Exercici 15: Un determinat procés pot modelar-se per la funció de transferència $G_p(s) = \frac{1}{(s+1)(\frac{s}{3}+1)}$. El nostre sensor és un integrador $H(s) = \frac{1}{s}$. Determina els paràmetres d'un controlador PID, el més simple possible, que faci estable el sistema de control en llaç tancat amb un error permanent menor de 0.2 per una entrada en rampa $x(t) = tu(t)$.

Exercici 16: Considereu el següent diagrama de blocs d'un sistema de control realimentat, on el procés pot modelitzar-se com $G_p(s) = \frac{10(s+20)}{s(s+1)}$:

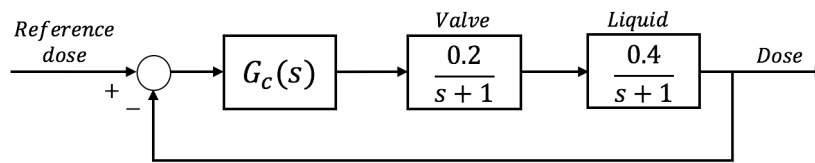


- (a) Determineu els paràmetres d'un controlador PID, el més simple possible, amb el qual el sistema en llaç tancat tingui un error estacionari nul $e_{ss} = 0$ a una entrada de referència en rampa, tingui un pol localitzat a $s = -10$ i dos pols més amb part real $\sigma = -1$.
- (b) Calculeu l'error estacionari e_{ss} al senyal d'entrada $x(t) = t^2u(t)$.

Exercici 17: Un sistema de control realimentat té una transmitància de llaç $GH(s) = \frac{3}{s(s+1)(s+2)}$:

- Calculeu el guany K_p d'un controlador proporcional de forma que el sistema realimentat tingui un error estacionari $e_{ss} = 0.05$ a un senyal de referència en rampa.
- Substituïu el controlador previ per un PID de forma que l'equació característica del sistema de llaç tancat tingui tres arrels reals iguals.

Exercici 18: El diagrama de blocs següent descriu el control realimentat d'un sistema de dosificació de líquid:



- Determineu el controlador més senzill possible per tal que l'error estacionari e_{ss} a una referència en forma de graó unitari sigui constant i la resposta al graó tingui un sobre-impuls relatiu $M_p < 5\%$.
- Volem reemplaçar el controlador previ per un altre de manera que la resposta del sistema no tingui cap sobre-impuls, i l'error estacionari a un graó d'entrada sigui nul. Els pols desitjats per tal que el sistema de llaç tancat tingui una resposta satisfactòria són $s = -4/3$, $s = -1/3$ and $s = -1/3$. Quin és el controlador més simple que compleix aquests requeriments?