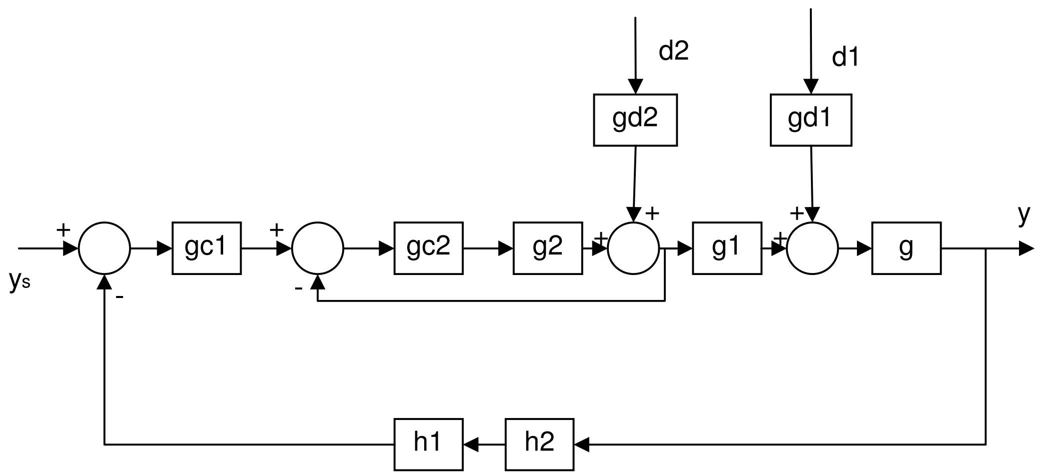
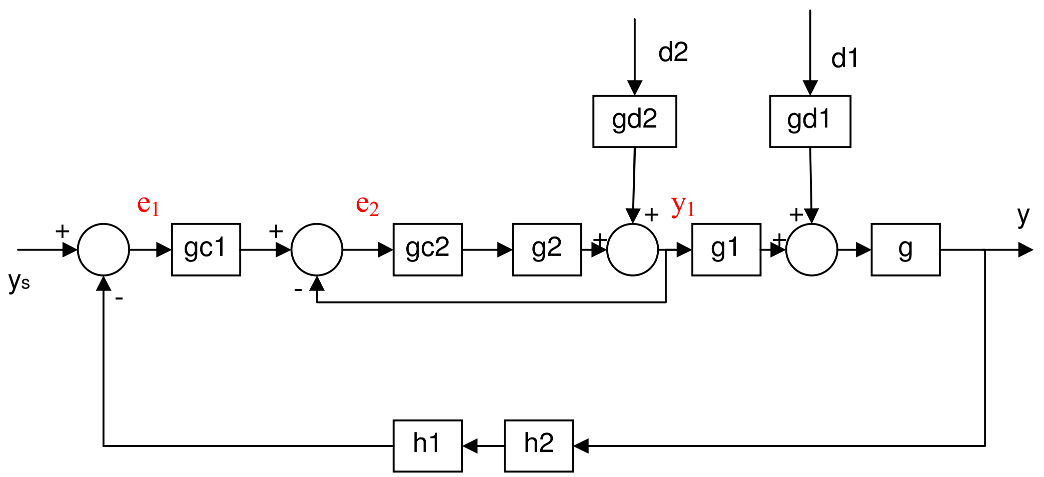
IQ57A – Dinámica y Control de Procesos
Auxiliar Control 2

Profesor: J. Cristian Salgado.
Auxiliar: Maurice Menadier.

P1)
a) Obtenga la función de transferencia en lazo cerrado de:



Para encontrar la función de transferencia le colocaremos nombres a algunas señales:



$$e_2 = e_1 g_{c1} - y_1$$
$$y_1 = g_{c2} g_2 e_2 + g_{d2} d_2$$

reemplazando:

$$y_1 = g_{c2} g_2 g_{c1} e_1 - g_{c2} g_2 y_1 + g_{d2} d_2$$

$$y_1 = \frac{g_{c2} g_2 g_{c1}}{(1 + g_{c2} g_2)} e_1 + \frac{g_{d2}}{(1 + g_{c2} g_2)} d_2$$

Ahora, vemos el sistema completo:

$$e_1 = y_{sp} - h_1 h_2 y$$

$$y = g g_1 y_1 + g g_{d1} d_1$$

reemplazando y_1

$$y = \frac{g g_1 g_{c2} g_2 g_{c1}}{(1 + g_{c2} g_2)} e_1 + \frac{g g_1 g_{d2}}{(1 + g_{c2} g_2)} d_2 + g g_{d1} d_1$$

reemplazando e_1

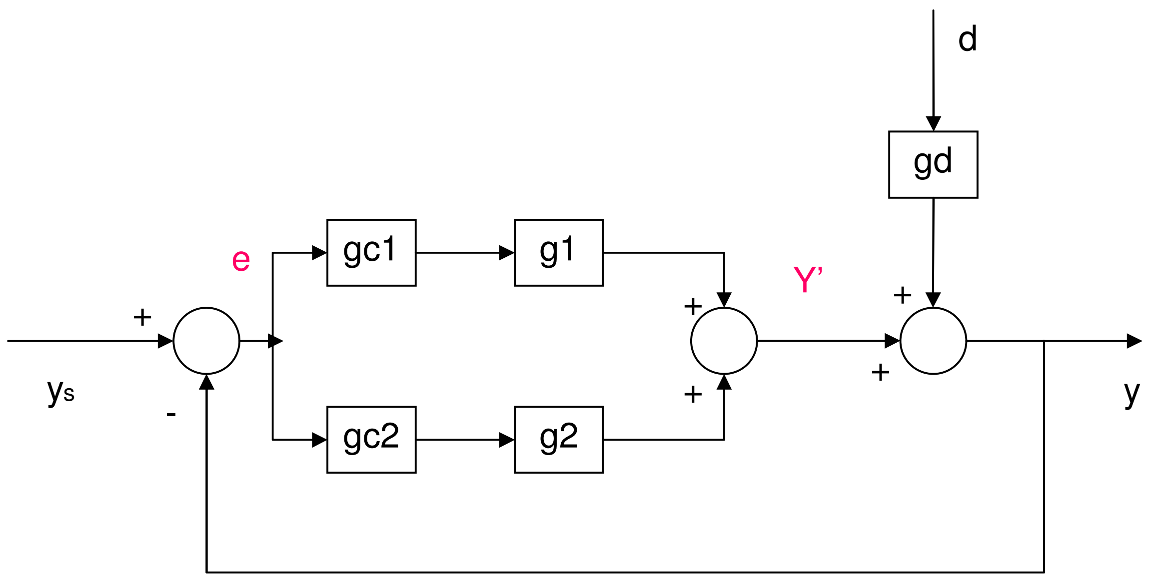
$$y = \frac{g g_1 g_{c2} g_2 g_{c1}}{(1 + g_{c2} g_2)} y_{sp} - \frac{h_1 h_2 g g_1 g_{c2} g_2 g_{c1}}{(1 + g_{c2} g_2)} y + \frac{g g_1 g_{d2}}{(1 + g_{c2} g_2)} d_2 + g g_{d1} d_1$$

reordenando:

$$y = \frac{g g_1 g_{c2} g_2 g_{c1}}{(1 + g_{c2} g_2 + h_1 h_2 g g_1 g_{c2} g_2 g_{c1})} y_{sp} + \frac{g g_1 g_{d2}}{(1 + g_{c2} g_2 + h_1 h_2 g g_1 g_{c2} g_2 g_{c1})} d_2 + \frac{(1 + g_{c2} g_2) g g_{d1}}{(1 + g_{c2} g_2 + h_1 h_2 g g_1 g_{c2} g_2 g_{c1})} d_1$$

b)

i) Obtenga la función de transferencia de:



$$e = y_{sp} - y$$
$$y' = (g_1 g_{c1} + g_2 g_{c2})e$$
$$y = y' + g_d d$$

reemplazando:

$$y = \frac{(g_1 g_{c1} + g_2 g_{c2})}{(1 + g_1 g_{c1} + g_2 g_{c2})} y_{sp} + \frac{g_d}{(1 + g_1 g_{c1} + g_2 g_{c2})} d$$

ii) Demostrar que el sistema no tiene offset si gc2 es un integral puro y gc1 es un proporcional puro, ante un cambio en la referencia.

Supongamos un estímulo escalón unitario.

Teorema del valor final:

$$\lim_{s \to 0} s * \frac{(g_1 K + g_2 \frac{K'}{\tau s})}{(1 + g_1 K + g_2 \frac{K'}{\tau s})} * \frac{1}{s} \approx \frac{(g_1 K + g_2 \frac{K'}{\tau s})}{(1 + g_1 K + g_2 \frac{K'}{\tau s})} \approx \frac{(g_2 \frac{K'}{\tau s})}{(g_2 \frac{K'}{\tau s})} = 1$$

Como el valor final tiende a la unidad y el estímulo era unitario, el sistema no tiene offset.

P2) Dibuje el diagrama de bode de:

$$G_{OL} = 4\left(1 + \frac{1}{0,25s}\right)\frac{10}{0,1s+1}\frac{5e^{-0,2s}}{(2s+1)(s+1)}\frac{2}{(0,5s+1)}$$

que es idéntico a:

$$G_{OL} = 100\left(1 + \frac{1}{0,25s}\right)\frac{1}{(0,1s+1)}\frac{1}{(2s+1)}\frac{1}{(s+1)}\frac{1}{(0,5s+1)}e^{-0,2s}$$

Como se observa, hay un controlador PI, cuatro primeros órdenes y un retardo.

Para el PI:

$$AR = K\sqrt{1 + \frac{1}{\tau_I{}^2 s^2}}$$

Para bajas frecuencias: log(AR/K) = pendiente -1.
Para altas frecuencias: log(Ar/K) = 1.

$$\phi = \tan^{-1}\left(\frac{-1}{\tau_I \omega}\right)$$

Para bajas frecuencias: Φ = -90º
Para altas frecuencias: Φ = 0º
Para frecuencia de corte: Φ = -45º

Para un primer orden:

$$AR = K\sqrt{\frac{1}{1 + \tau_I{}^2 s^2}}$$

Para bajas frecuencias: log(AR/K) = 1.
Para altas frecuencias: log(Ar/K) = pendiente -1.

$$\phi = \tan^{-1}\left(-\tau_p \omega\right)$$

Para bajas frecuencias: Φ = 0º
Para altas frecuencias: Φ = -90º
Para frecuencia de corte: Φ = -45º

Para el retardo:

$$AR = 1$$

$$\phi = -t_d \omega$$

Para bajas frecuencias: Φ = 0º
Para altas frecuencias: Φ = -∞º

<u>Frecuencias de corte:</u>

$$\left(1+\frac{1}{0,25s}\right), \; 0{,}25*\omega_c=1 \;\rightarrow\; \omega_c = 4$$

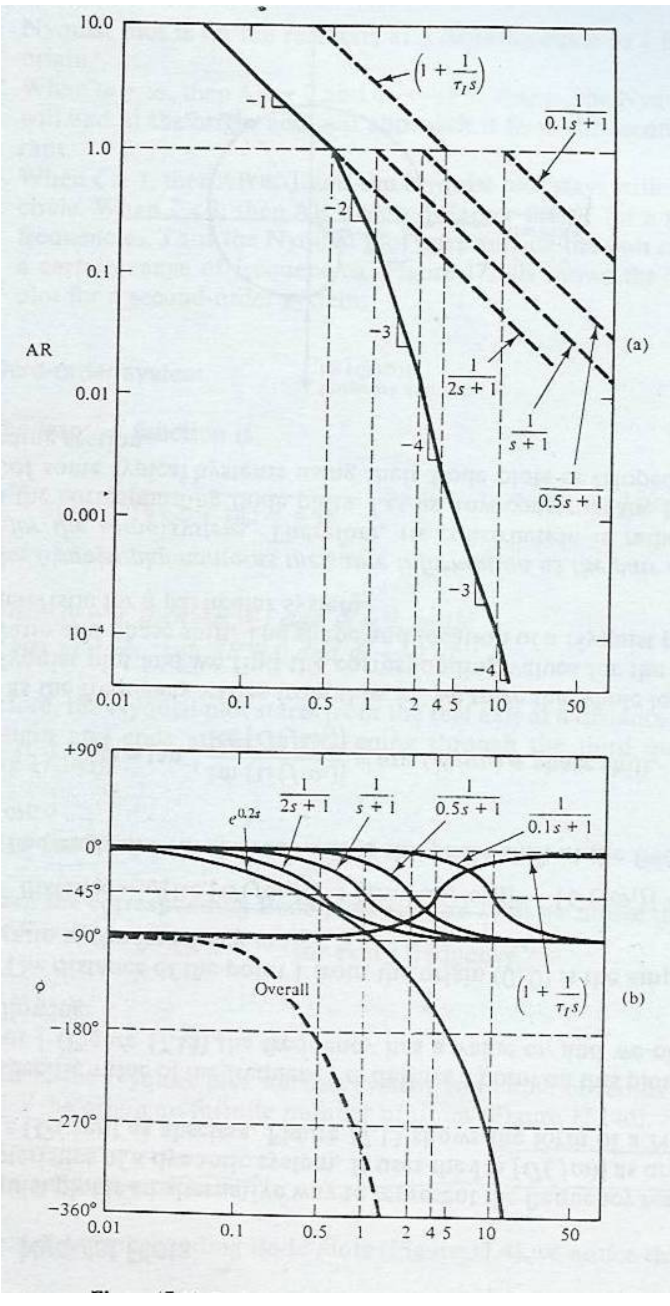
$$\frac{1}{(0,1s+1)}, \; 0{,}1*\omega_c=1 \;\rightarrow\; \omega_c = 10$$

$$\frac{1}{(2s+1)}, \; 2*\omega_c=1 \;\rightarrow\; \omega_c = 0{,}5$$

$$\frac{1}{(s+1)}, \; 1*\omega_c=1 \;\rightarrow\; \omega_c = 1$$

$$\frac{1}{(0,5s+1)}, \; 0{,}5*\omega_c=1 \;\rightarrow\; \omega_c = 2$$

Graficando:



10.0
1.0
0.1
0.01
0.001
10^{-4}
AR
$\left(1+\frac{1}{\tau_I s}\right)$
$\frac{1}{0.1s+1}$
$\frac{1}{2s+1}$
$\frac{1}{s+1}$
$\frac{1}{0.5s+1}$
(a)
−1
−2
−3
−4
0.01
0.1
0.5
1
2
4
5
10
50
+90°
0°
−45°
−90°
φ
−180°
−270°
−360°
$e^{0.2s}$
Overall
(b)