



REGULADORES DE CANCELACIÓN

DISEÑO DE REGULADORES DE CANCELACIÓN

Control de $G_p(s) = \frac{0,1 \cdot (s + 10)}{(s + 1)(s + 3)}$ $T_m = 0,1 \text{ seg}$

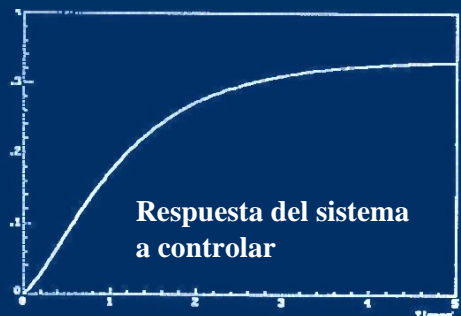
para obtener $M(s) = \frac{25}{s^2 + 6 \cdot s + 25}$

$$BG(z) = \frac{0,0126 \cdot (z - 0,3467)}{(z - 0,9)(z - 0,74)}$$

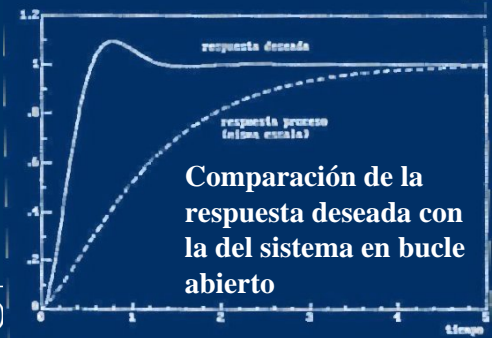
$$M(z) = \frac{0,103 \cdot (z + 0,818)}{(z - 0,68)^2 + 0,288^2}$$

$$G_R(z) = \frac{1}{BG(z)} \cdot \frac{M(z)}{1 - M(z)}$$

$$G_R(z) = \frac{8,04 \cdot (z - 0,9)(z - 0,74)(z + 0,82)}{(z - 1)(z - 0,46)(z - 0,34)}$$



Respuesta del sistema a controlar



Comparación de la respuesta deseada con la del sistema en bucle abierto



Respuesta del sistema controlado

- Control del mismo proceso para obtener

$$M(z) = 1 \Rightarrow G_R(z) = \frac{1}{BG(z)} \cdot \frac{1}{0} \quad \text{No solución}$$

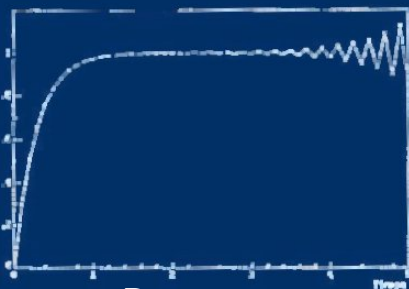
- Control para $e_p = 1\%$

$$M(z) = 0,99 \Rightarrow G_R(z) = \frac{99}{Gp(z)} = \frac{7857,1 \cdot (z-0,9)(z-0,74)}{(z-0,35)} \quad \text{No causal}$$

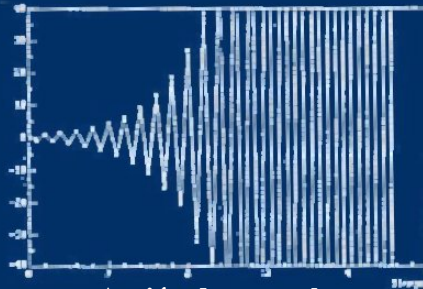
- Control de $Gp(z) = \frac{0,4 \cdot (z+1,2)}{(z-0,7)(z-0,86)}$ para $M(z) = \frac{0,3}{(z-0,7)} \Rightarrow G_R(z) = \frac{0,75 \cdot (z-0,7)(z-0,86)}{(z+1,2)(z-1)}$

$$U(z) = \frac{G_R(z)}{1 + Gp(z)G_R(z)} \cdot W(z) = \frac{0,75(z-0,86)}{(z+1,2)} \cdot W(z)$$

$$Y(z) = Gp(z) \cdot U(z) = \frac{0,4 \cdot (z+1,2)}{(z-0,7)(z-0,86)} \cdot \frac{0,75(z-0,86)}{(z+1,2)} \cdot W(z)$$



Respuesta



Acción de control

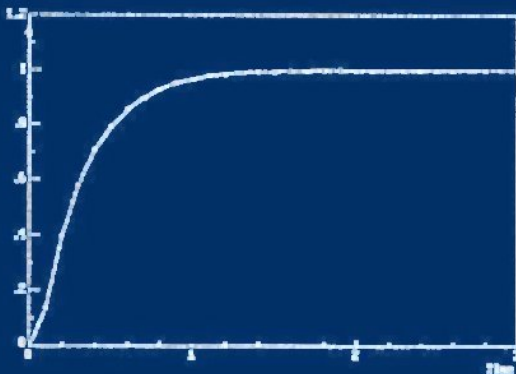
$$Y(z) = \frac{0,3}{(z-0,7)} \cdot W(z)$$

Evitar cancelación con

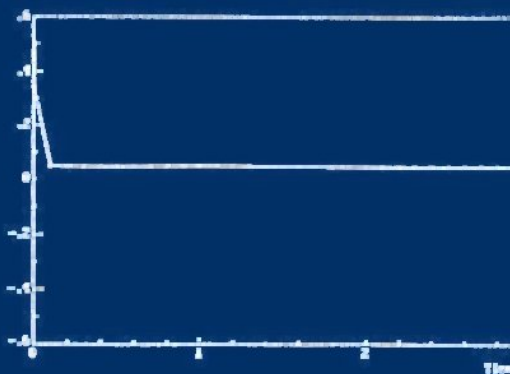
$$M''(z) = (z+1,2) \cdot M'(z) \cdot M(z) = \frac{0,136 \cdot (z+1,2)}{z \cdot (z-0,7)}$$

$$M''(1) = 1$$

$$G_R(z) = \frac{0,34 \cdot (z-0,7)(z-0,86)}{(z+0,16)(z-1)}$$



Respuesta

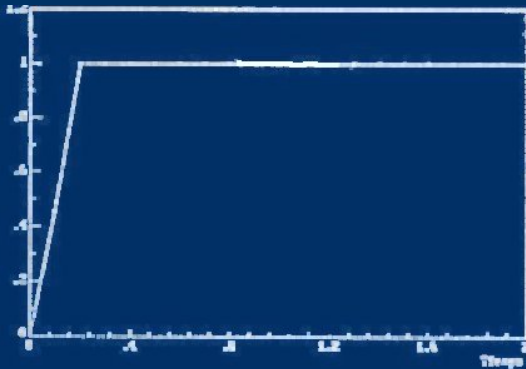


Acción de control

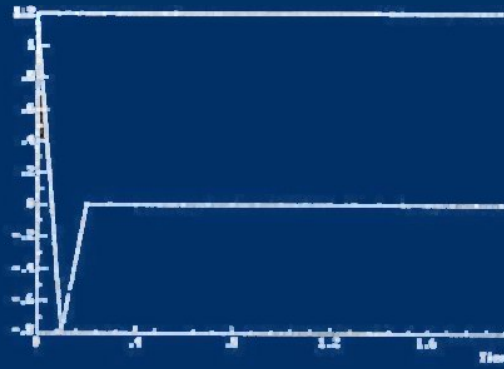
Control de $BG(z) = \frac{0,4 \cdot (z + 1,2)}{(z - 0,7)(z - 1)}$

con $M(z) = 0,46 \cdot z^{-1} + 0,54 \cdot z^{-2}$ (Tiempo finito)

$$G_R(z) = \frac{1,13 \cdot (z - 0,7)}{z + 0,54}$$



Respuesta



Acción de control

Control de $Gp(s) = \frac{1}{(s+1)(s+3)}$ con $M(z) = z^{-1}$ (Tiempo finito)

$Tm = 0,1seg$

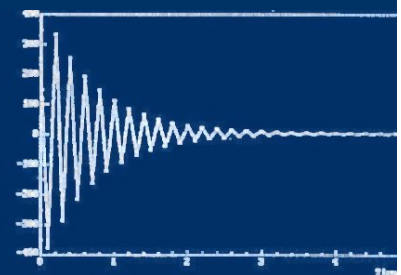
$$BG(z) = \frac{0,0043 \cdot (z + 0,87)}{(z - 0,9)(z - 0,74)}$$

Si se cancelan ceros y polos

$$G_R(z) = \frac{250 \cdot (z - 0,9)(z - 0,74)}{(z + 0,87)(z - 1)}$$



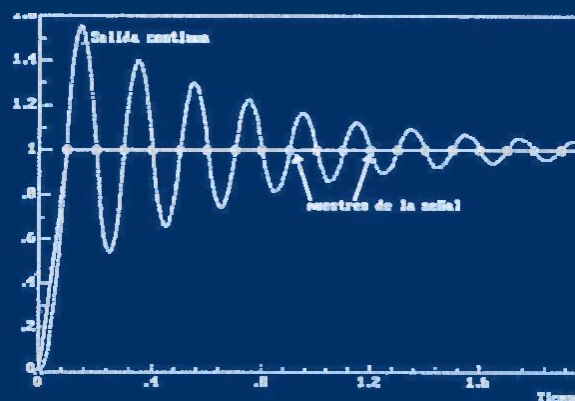
Respuesta



Acción de control

Aunque la salida parece alcanzar el régimen permanente, la acción de control está oscilando alrededor de su valor de r.p.

La salida continua del sistema controlado, marcando las muestras, permite ver el efecto.



Oscilaciones ocultas: Respuesta continua

Causa: cancelación del cero

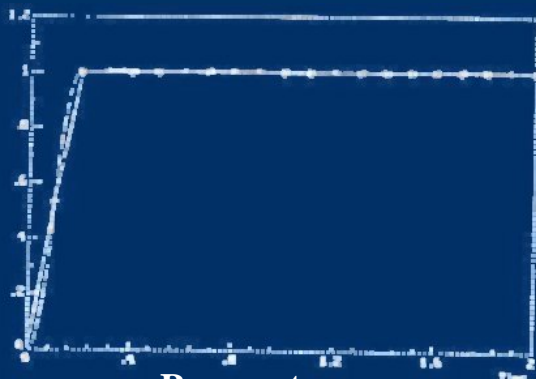
Solución: Forzar que la acción de control sea de tiempo finito

$$\frac{U(z)}{W(z)} = \frac{G_R(z)}{1 + G_R(z)Gp(z)} = \frac{1}{Gp(z)} \cdot M(z) = \frac{\prod(1 - p_i \cdot z^{-1})}{K \cdot z^{-d} \cdot \prod(1 - z_i \cdot z^{-1})} \cdot M(z)$$

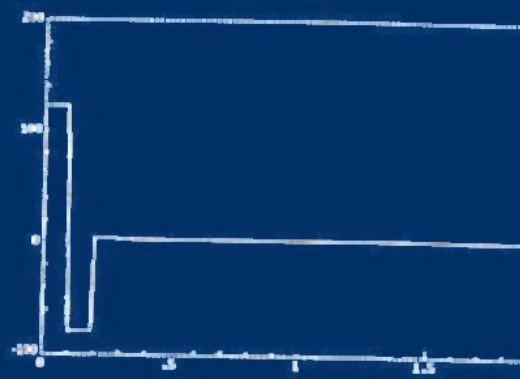
para evitar polos no en el origen: $M(z) = M'(z) \cdot \prod(1 - z_i \cdot z^{-1})$

$$M(z) = (1 + 0,87 \cdot z^{-1}) \cdot M'(z) = 0,53 \cdot z^{-1} + 0,47 \cdot z^{-2}$$

$$G_R(z) = \frac{132,5 \cdot (z - 0,74)(z - 0,9)}{(z + 0,47)(z - 1)}$$



Resposta



Acción de control de tiempo finito

Desventajas de la aplicación

Acción de control inicial elevada \Rightarrow

Sobreoscilaciones grandes

Oscilaciones de la respuesta

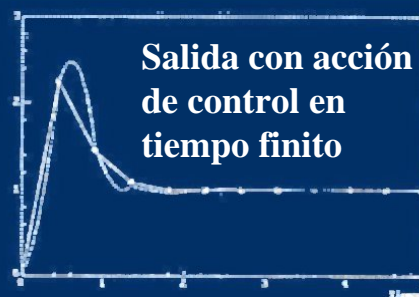
$$Gp(s) = \frac{0,1 \cdot [(s+4)^2 + 4^2]}{(s-1)[(s+2)^2 + 2^2]}$$

$Tm = 0,45$

$$G_R(z) = \frac{23,6 \cdot (z - 0,61) \cdot [(z - 0,25)^2 + 0,32^2]}{(z - 1) \cdot [(z + 0,16)^2 + 0,18^2]}$$

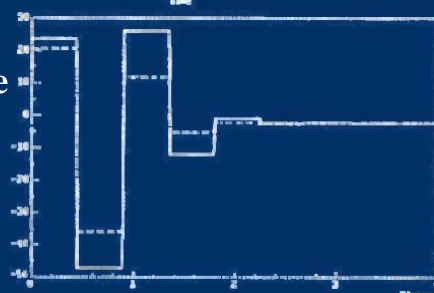


Salida con hipótesis iniciales



Salida con acción de control en tiempo finito

Comparación de las acciones de control en los dos casos



$$G_R(z) = \frac{20,7 \cdot (z - 0,67) \cdot [(z - 0,25)^2 + 0,32^2]}{(z - 1) \cdot [(z + 0,159)^2 + 0,17^2]}$$

