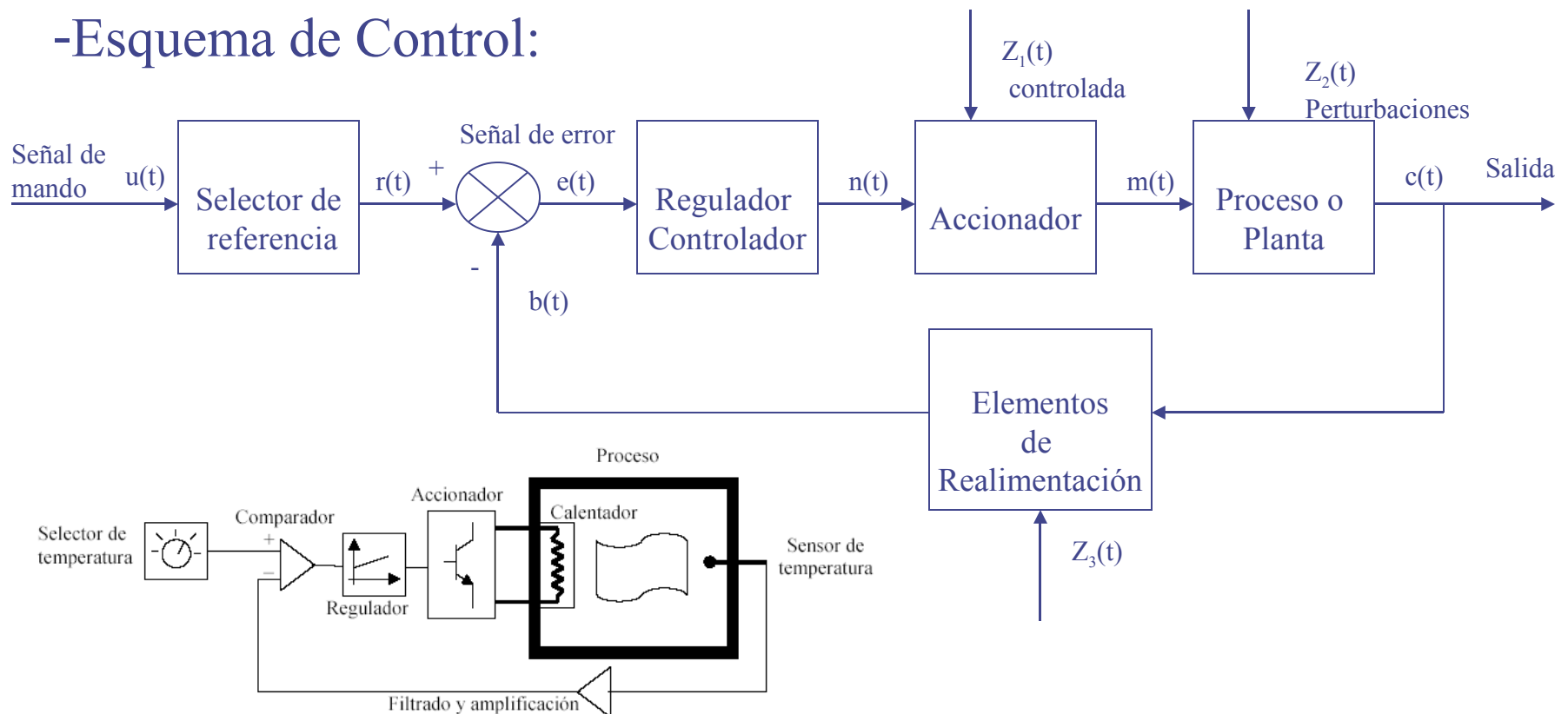


1. Introducción

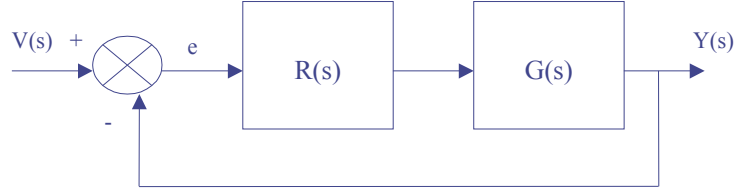
-Misión de un sistema de regulación: Controlar la respuesta temporal de una planta o proceso sometido a ordenes o perturbaciones.

-Esquema de Control:



2. Análisis estático de los sistemas de control.

➤ Esquema simple

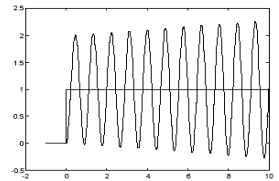


➤ Diseño de R(s):

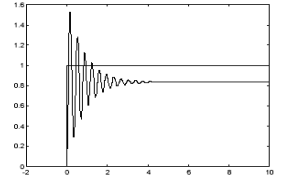
- Estabilidad
- Respuesta Transitoria
- Error en régimen permanente

➤ Estudio en régimen permanente:

-Estabilidad-



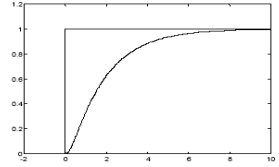
Inestable » Estable



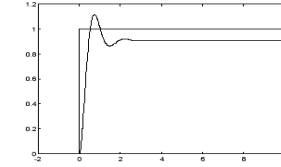
"Poco" estable » "Más" Estable



-Respuesta Transitoria-



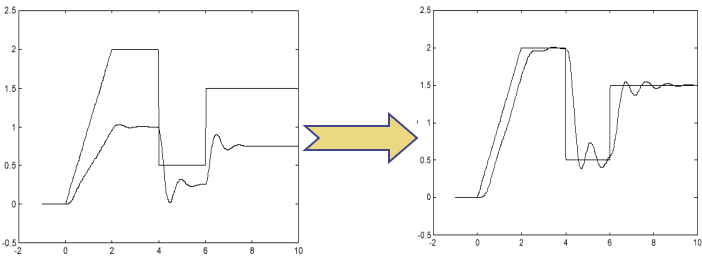
Transitorio Rápido



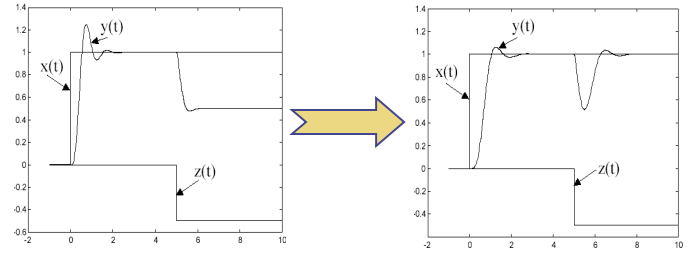
Amortiguamiento Adecuado



- PRECISIÓN -



Seguimiento señal referencia



Efecto de las perturbaciones

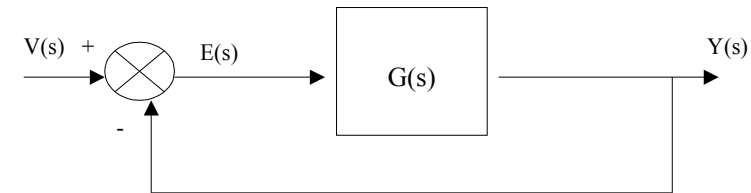
2.1. Error en régimen permanente

- Precisión del sistema: Expresada en términos de error en régimen permanente ante unas entradas específicas
- Lo deseable: Que el error sea 0, en la realidad casi imposible.
- Error del sistema: Diferencia entre el valor deseado y el real:

- Para sistemas con realimentación unitaria:

$$e(t) = v(t) - y(t)$$

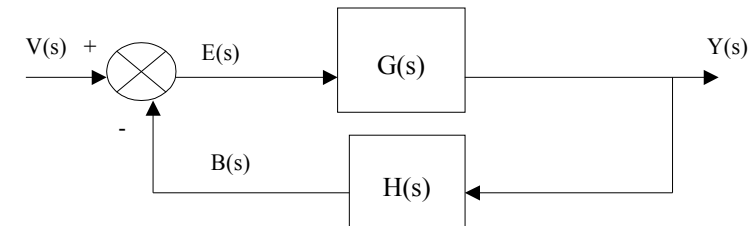
$$E(s) = V(s) - Y(s)$$



-Para sistemas con realimentación no unitaria

$$E(s) = V(s) - B(s) = V(s) - H(s) \cdot Y(s)$$

$$\text{Si } H(s)=1 \quad E(s) = E(s)$$



- Error en régimen permanente (S. Unitarios):

$$e_{rp} = \lim_{t \rightarrow \infty} e(t) = \lim_{s \rightarrow 0} sE(s) = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{sV(s)}{1 + G(s)}$$

- Entrada en escalón.(Posición) $v(t) = u_o(t) \Rightarrow V(s) = \frac{1}{s}$
- Entrada en rampa.(Velocidad) $v(t) = t \cdot u_o(t) \Rightarrow V(s) = \frac{1}{s^2}$
- Entrada en parábola(Aceleración) $v(t) = \frac{1}{2}t^2 \cdot u_o(t) \Rightarrow V(s) = \frac{1}{s^3}$

➤ Función de transferencia en bucle abierto:

$$G(s) = K \frac{(1 + T_{c1}s)(1 + T_{c2}s)\dots(1 + T_{cm}s)}{s^r (1 + T_{p1}s)(1 + T_{p2}s)\dots(1 + T_{pq}s)}$$

$r =$ índice del sistema (indicador de tipo de sistema)

2.3. Errores ante entradas típicas

➤ Entrada en escalón.(error de posición)

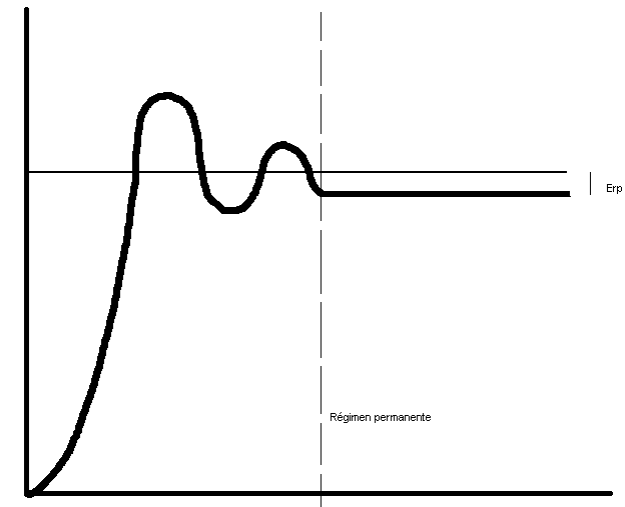
$$e_{rp} = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{sV(s)}{1 + G(s)} = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{s \cdot 1/s}{1 + G(s)} = \frac{1}{1 + \lim_{s \rightarrow 0} G(s)} = \frac{1}{1 + K_p}$$

K_p Constante de error de posición

a) Sistema de tipo 0:
$$e_{rp} = \frac{1}{1 + K}$$

c) Sistema de tipo 1 o superior:

$$e_{rp} = 0$$



➤ Entrada en rampa.(error de velocidad)

$$e_{rp} = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{sV(s)}{1 + G(s)} = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{s \cdot 1/s^2}{1 + G(s)} = \frac{1}{\lim_{s \rightarrow 0} sG(s)} = \frac{1}{K_v}$$

K_v Constante de error de velocidad

a) Sistema de tipo 0:

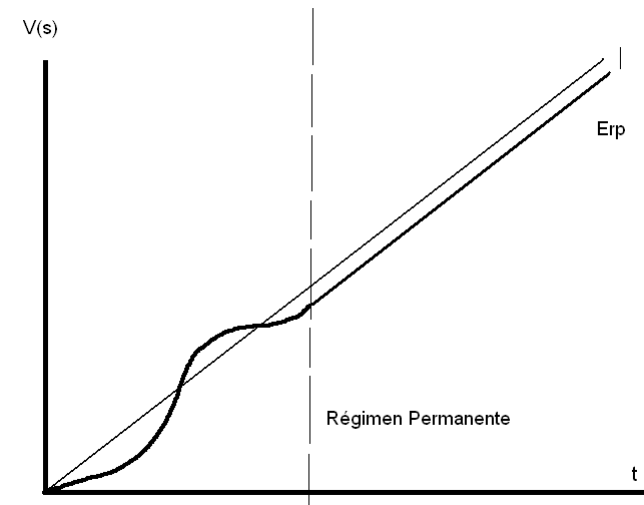
$$e_{rp} = \infty$$

c) Sistema de tipo 1:

$$e_{rp} = \frac{1}{K}$$

e) Sistema de tipo 2 o superior:

$$e_{rp} = 0$$



➤ Entrada en parábola.(error de aceleración)

$$e_{rp} = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{sV(s)}{1+G(s)} = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{s \cdot 1/s^3}{1+G(s)} = \frac{1}{\lim_{s \rightarrow 0} s^2 G(s)} = \frac{1}{K_a}$$

K_a Constante de error de aceleración

a) Sistema de tipo 0:

$$e_{rp} = \infty$$

c) Sistema de tipo 1:

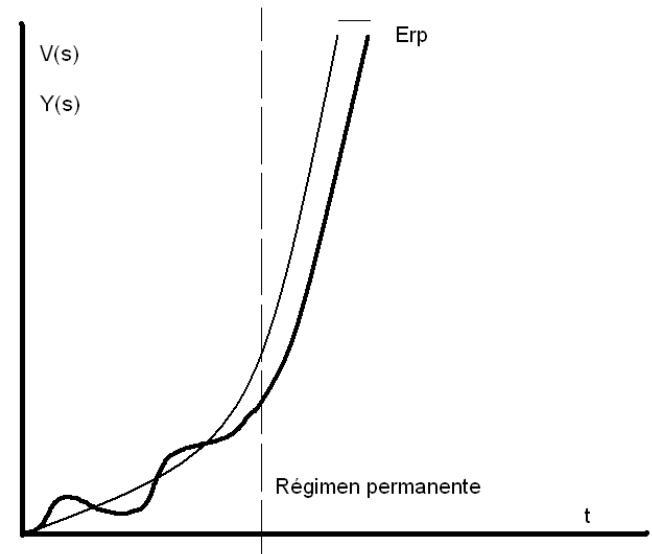
$$e_{rp} = \infty$$

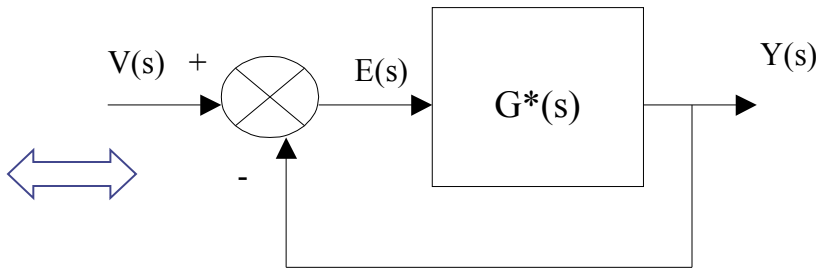
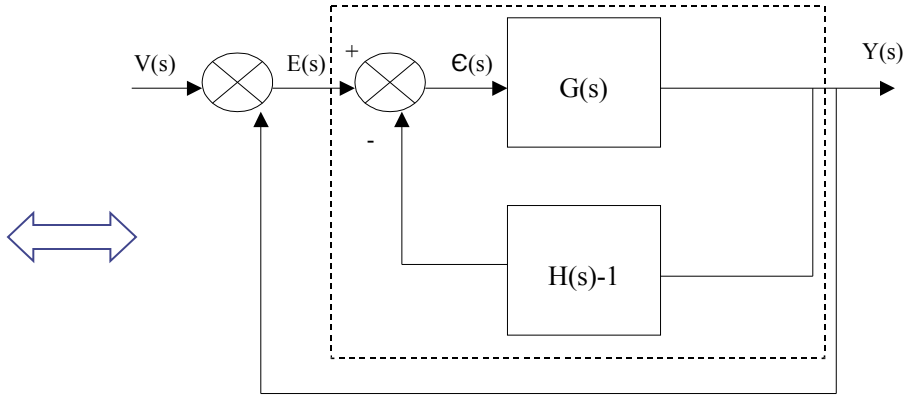
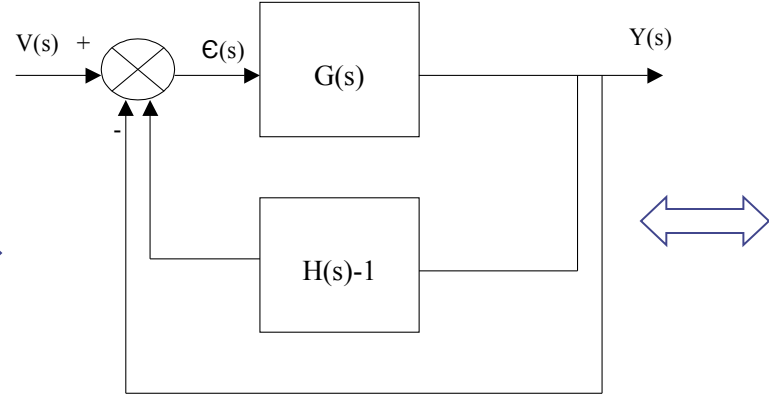
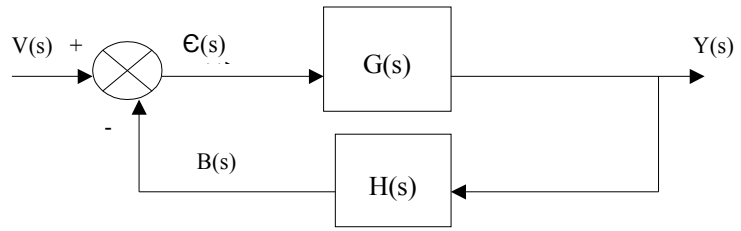
e) Sistema de tipo 2

$$e_{rp} = \frac{1}{K}$$

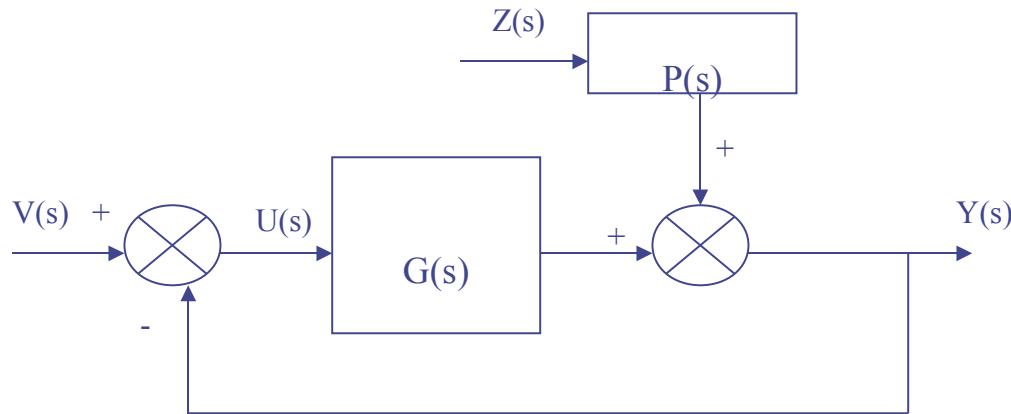
g) Sistema de tipo 3 o superior:

$$e_{rp} = 0$$





$$G^*(s) = \frac{G(s)}{1 + G(s)[H(s) - 1]}$$



$$E(s) = \underbrace{\frac{V(s)}{1+G(s)}}_{E_v} - \underbrace{\frac{P(s)}{1+G(s)}Z(s)}_{E_z}$$

E_v Cálculo del error en régimen permanente visto

$$E_z \quad e_{rpz} = \lim_{t \rightarrow \infty} e_z(t) = \lim_{s \rightarrow 0} sE_z(s) = - \lim_{s \rightarrow 0} \frac{sP(s)Z(s)}{1+G(s)}$$