

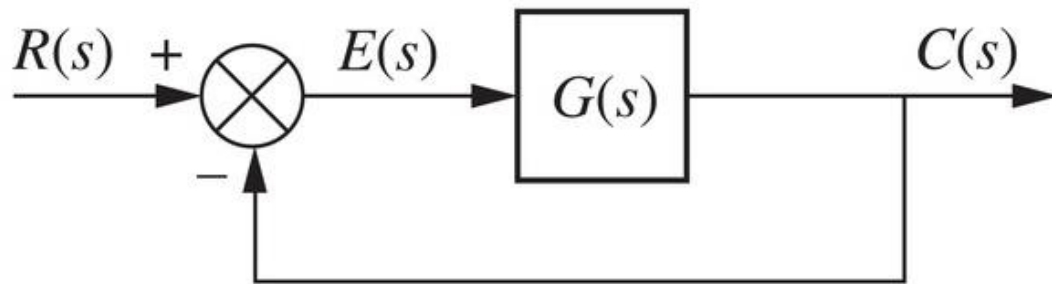


Biomecatrónica

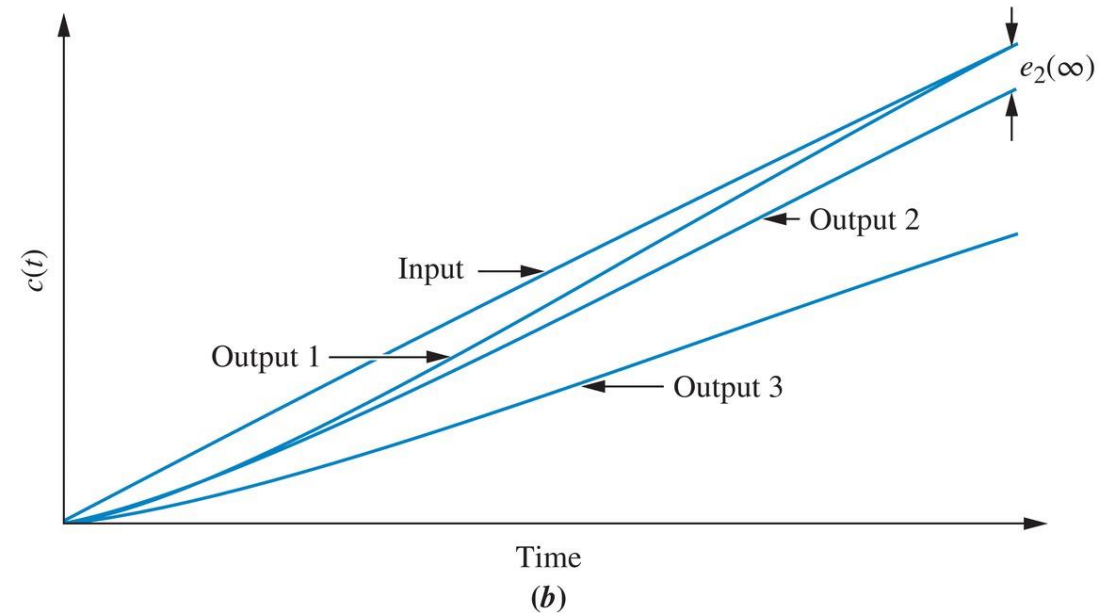
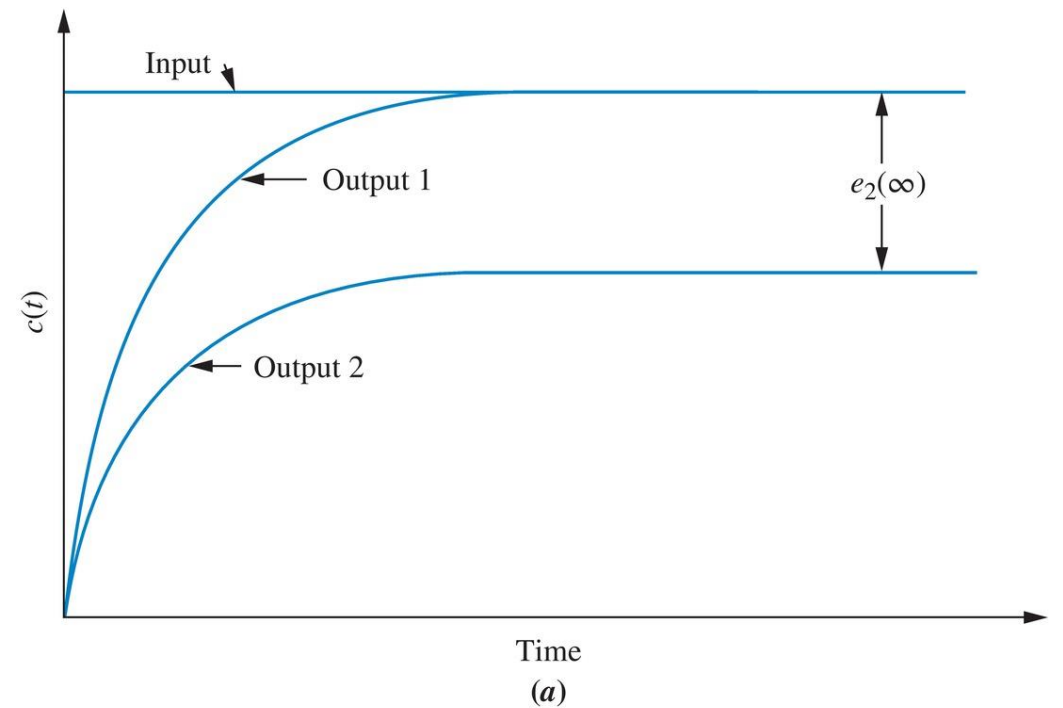
Error en estado estacionario

Error en estado estacionario

Es la diferencia entre la entrada y la salida para una señal de prueba establecida cuando $t \rightarrow \infty$



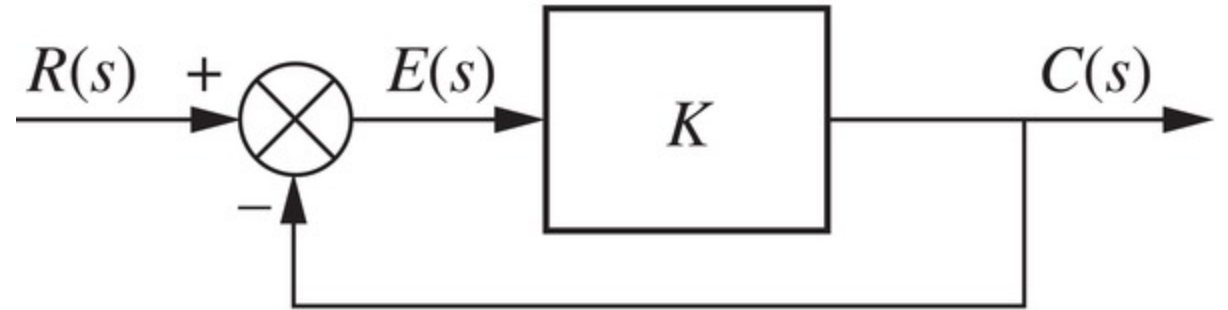
$$e_{ss} = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{sR(s)}{1 + G(s)}$$



e_{ss} para un control proporcional

Considerando el caso en el que:

- Referencia es un escalón unitario
- La planta tiene polos con parte real estrictamente negativa
- El controlador es solo un bloque de ganancia

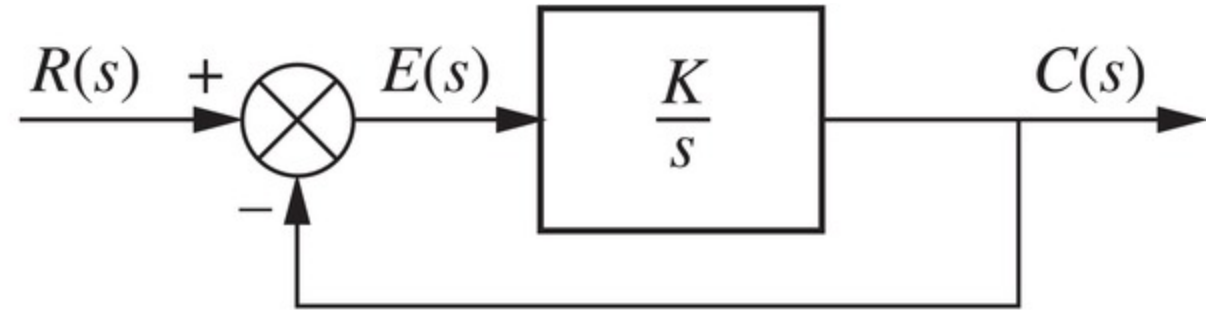


$$\begin{aligned} e_{ss} &= \lim_{s \rightarrow 0} \frac{s R(s)}{1 + G(s)} \\ &= \lim_{s \rightarrow 0} \frac{s \frac{1}{s}}{1 + K} \\ &= \frac{1}{1 + K} \end{aligned}$$

e_{ss} para un control integral

Considerando el caso en el que:

- Referencia es un escalón unitario
- La planta tiene polos con parte real estrictamente negativa
- El controlador es un bloque integrador

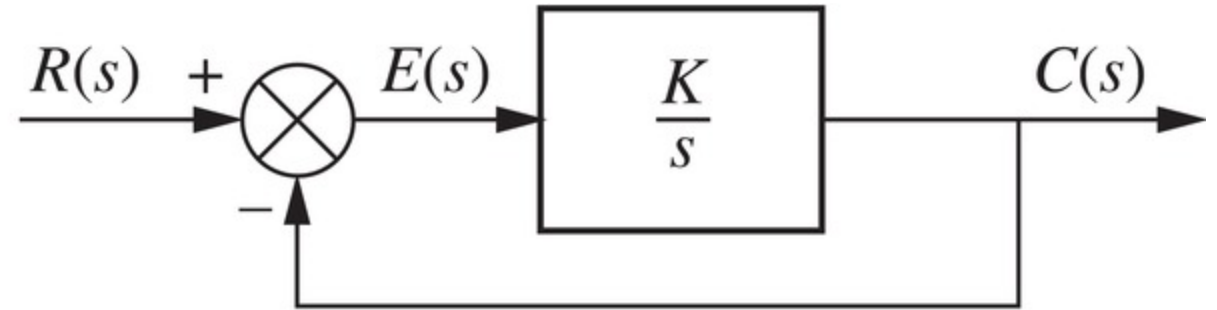


$$\begin{aligned} e_{ss} &= \lim_{s \rightarrow 0} \frac{s R(s)}{1 + G(s)} \\ &= \lim_{s \rightarrow 0} \frac{s \frac{1}{s}}{1 + \frac{K}{s}} \\ &= 0 \end{aligned}$$

e_{ss} para un control integral

Considerando el caso en el que:

- Referencia es una rampa de pendiente unitaria
- La planta tiene polos con parte real estrictamente negativa
- El controlador es un bloque integrador



$$e_{ss} = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{s R(s)}{1 + G(s)}$$

$$= \lim_{s \rightarrow 0} \frac{s \frac{1}{s^2}}{1 + \frac{K}{s}}$$

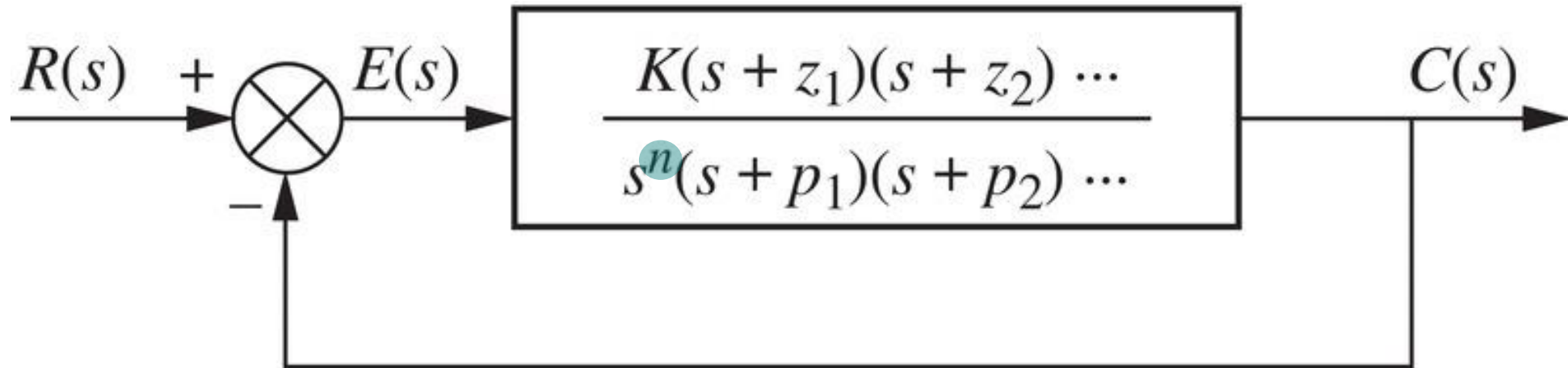
$$= \frac{1}{K}$$

Tipo de sistema

Es el número de integradores (polos en el origen) del sistema en lazo abierto y sus errores son:

- **Tipo 0:** error finito y no nulo en respuesta a una entrada de escalón
- **Tipo 1:** error finito y no nulo en respuesta a una entrada de rampa
- **Tipo 2:** error finito y no nulo en respuesta a una entrada parabólica

Tipo de sistema



e_{ss} para entrada escalón

$$e_{ss} = \frac{1}{1 + \lim_{s \rightarrow 0} G(s)}$$

Sistema tipo 0

$$G(s) = \frac{K (s + z_1)(s + z_2) \cdots}{(s + p_1)(s + p_2) \cdots}$$

$$\lim_{s \rightarrow 0} G(s) = \frac{K z_1 z_2 \cdots}{p_1 p_2 \cdots} \neq \infty$$

Sistema tipo n ($n \geq 1$)

$$G(s) = \frac{K (s + z_1)(s + z_2) \cdots}{s^n (s + p_1)(s + p_2) \cdots}$$

$$\lim_{s \rightarrow 0} G(s) \rightarrow \infty$$

Constantes de error estático

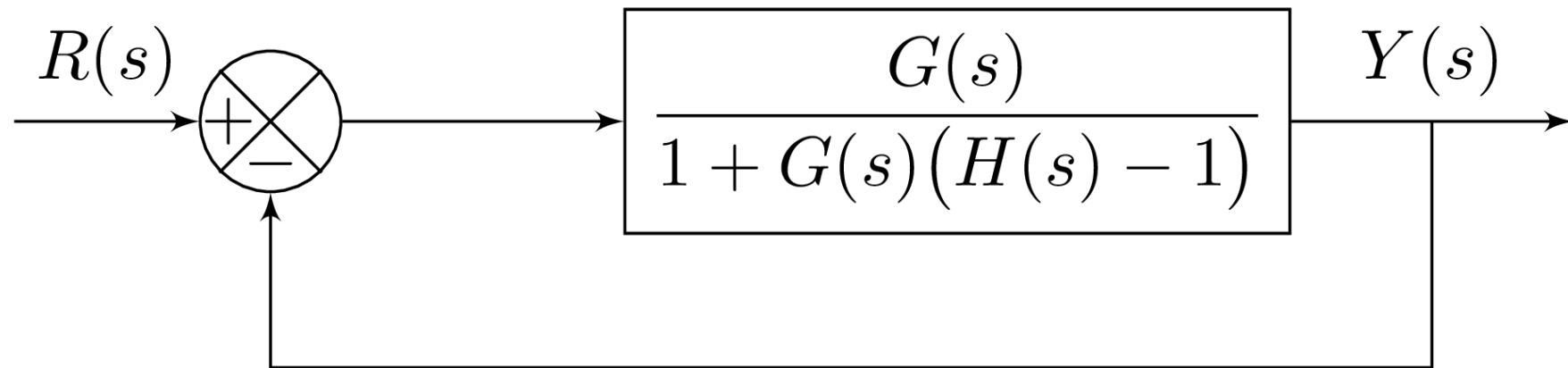
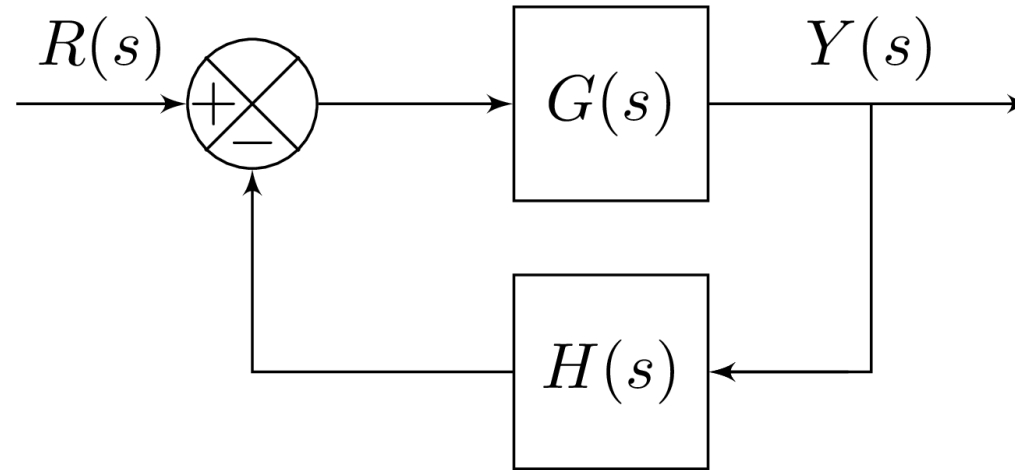
$$K_p = \lim_{s \rightarrow 0} G(s)$$

$$K_v = \lim_{s \rightarrow 0} s G(s)$$

$$K_a = \lim_{s \rightarrow 0} s^2 G(s)$$

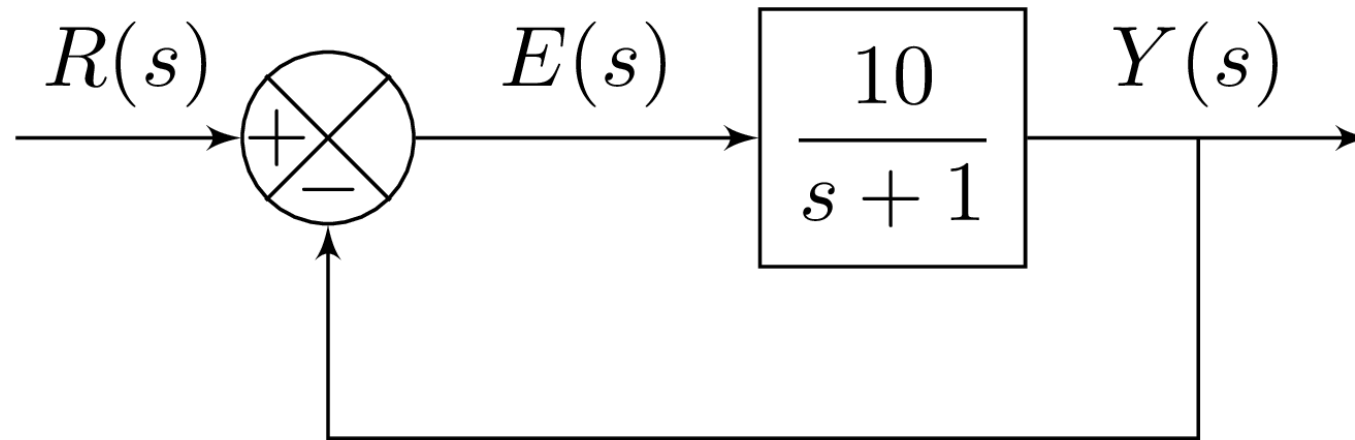
Tipo de sistema	Entrada		
	Escalón	Rampa	Parábola
0	$\frac{1}{1 + K_p}$	∞	∞
1	0	$\frac{1}{K_v}$	∞
2	0	0	$\frac{1}{K_a}$

e_{ss} para realimentación no unitaria



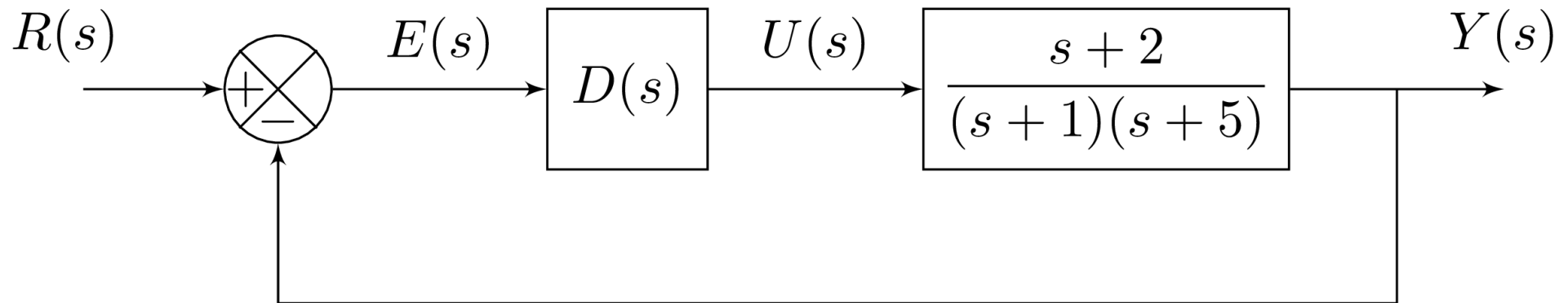
Ejemplo 1

¿Cuál es el error en estado estacionario del sistema mostrado en la figura ante una entrada escalón de amplitud 3?



Ejemplo 2

Diseñe el controlador, $D(s)$, tal que el sistema de la figura exponga un error de 0.05 ante una entrada tipo rampa



Ejemplo 3

Determine la ganancia del controlador, K , para que el sistema de la figura exhiba un error en estado estacionario del 2% ante una entrada de referencia constante

