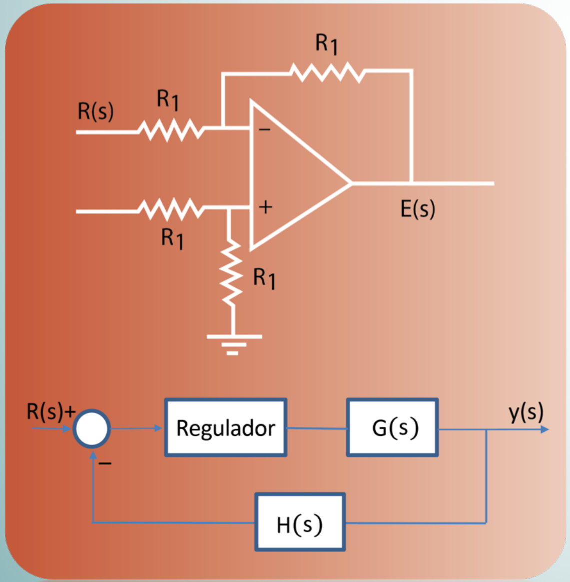
Electrónica Básica, Control e Instrumentación

Bloque II. Sistemas de Control

Tema 3. Respuesta estacional



Sandra Robla Gómez

Elena Hoyos Villanueva

José Ángel Miguel Díaz

DPTO. DE TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA E INGENIERÍA DE SISTEMAS Y AUTOMÁTICA

TEMA 3

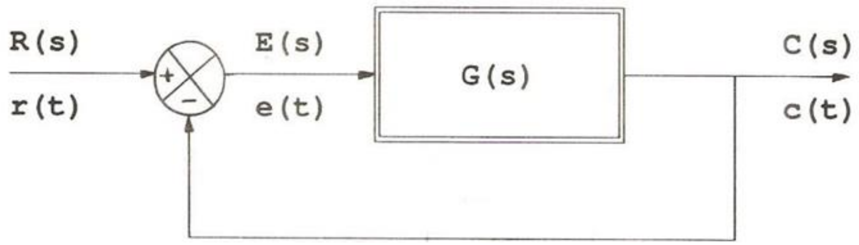
RESPUESTA ESTACIONARIA

1. Introducción
2. Comportamiento en régimen permanente
3. Tipo de un sistema
4. Entradas de prueba
5. Constantes de error
   - Constante de error de posición
   - Constante de error de velocidad
   - Constante de error de aceleración

1.INTRODUCCIÓN

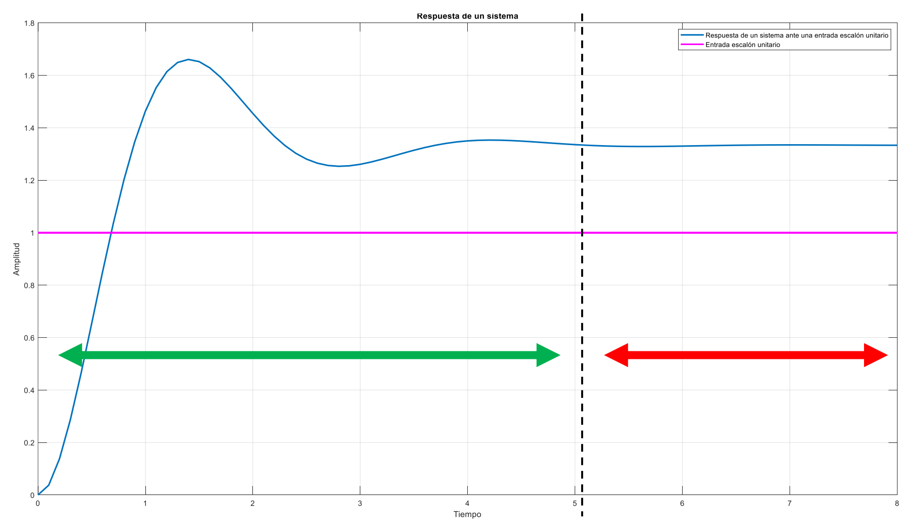
La señal de salida de un sistema, normalmente, no sigue de forma instantánea los cambios de la señal de referencia. Esto se refleja en un régimen transitorio de la respuesta que dura un determinado tiempo.

Cuando la respuesta se estabiliza, se dice que el régimen transitorio ha finalizado y la señal pasa a estar en régimen permanente o estacionario. Esto ocurre cuando el tiempo tiende a infinito.



$$c(t) = \boxed{c_t(t)} + \boxed{c_{rp}(t)}$$

$$\lim_{t \to \infty} c_t(t) = 0$$



2.COMPORTAMIENTO EN RÉGIMEN PERMANENTE

El error mide la **precisión de un sistema** cuando se aplica una entrada específica. Si la respuesta y la entrada no coinciden exactamente se dice que el sistema presenta un error en régimen permanente.

ERROR EN RÉGIMEN PERMANENTE

$$e_{rp} = \lim_{t \to \infty} e(t)$$

$$E(s) = R(s) - \mathrm{C(s)} = R(s) - \mathrm{E(s)}G(s)$$

$$E(s) = [1 + G(s)] = R(s)$$

$$\boxed{E(s) = \frac{R(s)}{1 + G(s)}}$$

Si la realimentación no fuera unitaria $H(s) \neq 1$

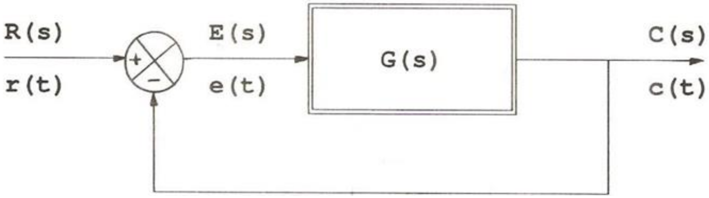
$$\frac{E(s)}{R(s)} = \frac{1}{1 + G(s)H(s)} \rightarrow \boxed{E(s) = \frac{R(s)}{1 + G(s)H(s)}}$$

2.COMPORTAMIENTO EN RÉGIMEN PERMANENTE

Aplicando el *teorema del valor final*:

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

$$\boxed{e_{rp} = \lim_{s\to 0}\frac{sR(s)}{1+G(s)H(s)}}$$



El error en régimen permanente depende de:

- Tipo de un sistema:
  - Sistema con realimentación unitaria: G(s)
  - Sistema con realimentación no unitaria: G(s)H(s)
- Señal de entrada: R(s)

3. TIPO DE UN SISTEMA

Si la función de transferencia en lazo abierto $G(s)$ se expresa de la forma:

$$G(s) = \frac{K(1+T_1 s)(1+T_2 s)\ldots}{s^j(1+T_a s)(1+T_b s)\ldots}$$

K: Ganancia de lazo abierto.

T : Constantes del sistema.

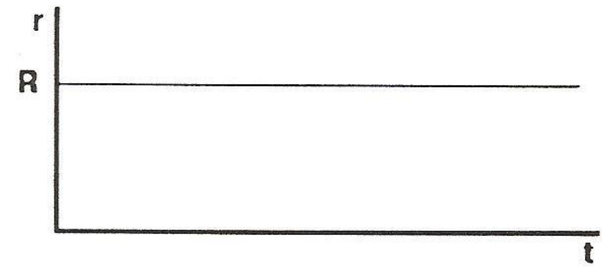
Tipo de un sistema: Determinado por el orden del polo en el origen (s=0) de la función de transferencia de la cadena abierta: ***j***

4. ENTRADAS DE PRUEBA

– **ESCALÓN DE POSICIÓN**

$$r(t) = R.u(t)$$

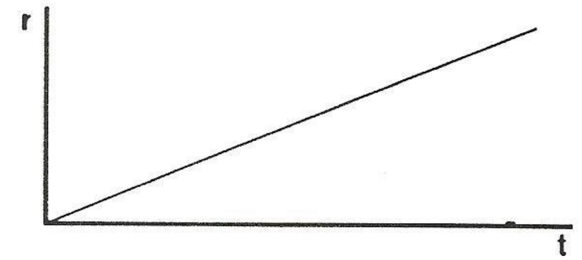
$$£[r(t)] = {}^{R}/_{s}$$



– **ESCALÓN DE VELOCIDAD (RAMPA)**

$$r(t) = R.t.u(t)$$

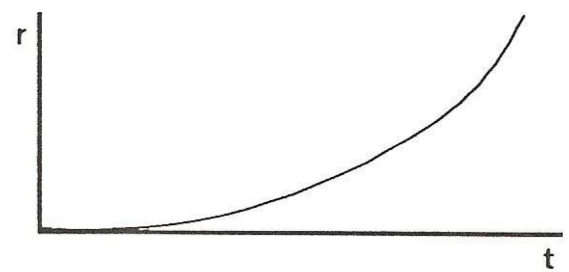
$$£[r(t)] = {}^{R}/_{s^2}$$



– **ESCALÓN DE ACELERACIÓN (PARÁBOLA)**

$$r(t) = R.{}^{t^2}/_{2}.u(t)$$

$$£[r(t)] = {}^{R}/_{s^3}$$



5. CONSTANTES DE ERROR

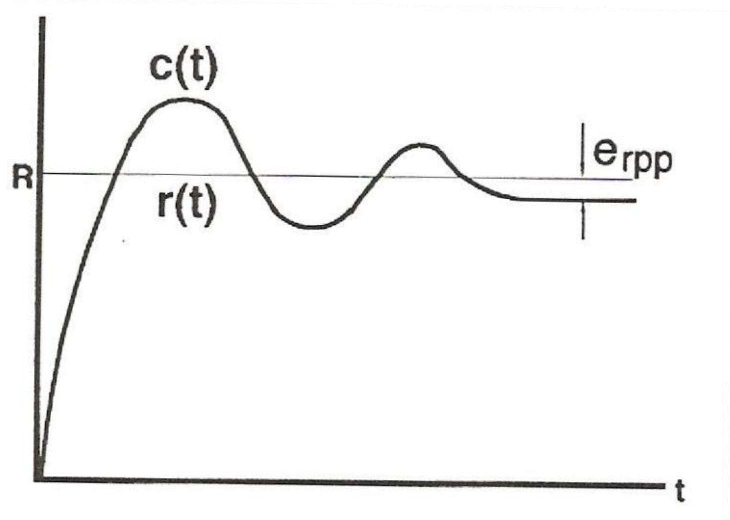
- **ERROR DE POSICIÓN**

$$e_{rpp} = \lim_{s \to 0} \frac{s\,{}^{R}/_{s}}{1 + G(s)} = \frac{R}{1 + \lim_{s \to 0} G(s)}$$

K_p ≡ CONSTANTE DE ERROR DE POSICIÓN

$$\lim_{s \to 0} G(s) \equiv K_p$$

$$\boxed{e_{rpp} = \frac{R}{1 + K_p}}$$



5. CONSTANTES DE ERROR

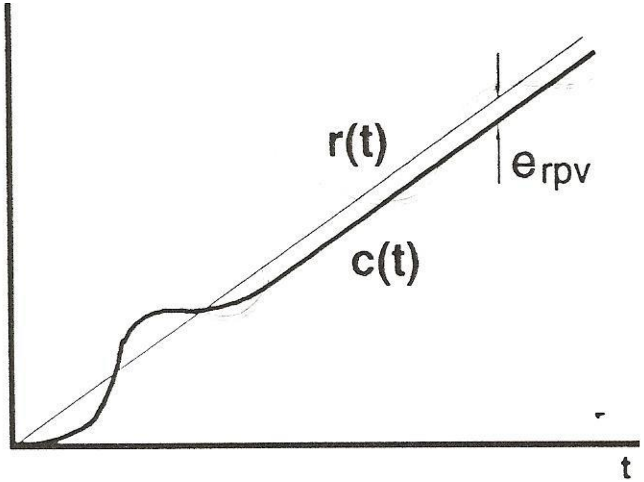
- **ERROR DE VELOCIDAD**

$$e_{rpv} = \lim_{s \to 0} \frac{s.\, {}^{R}/_{s^2}}{1 + G(s)} = \frac{R}{\lim\limits_{s \to 0} s.\, G(s)}$$

K_v ≡ CONSTANTE DE ERROR DE VELOCIDAD

$$\boxed{\lim_{s \to 0} s.\, G(s) \equiv K_v}$$

$$\boxed{e_{rpv} = \frac{R}{K_v}}$$



5. CONSTANTES DE ERROR

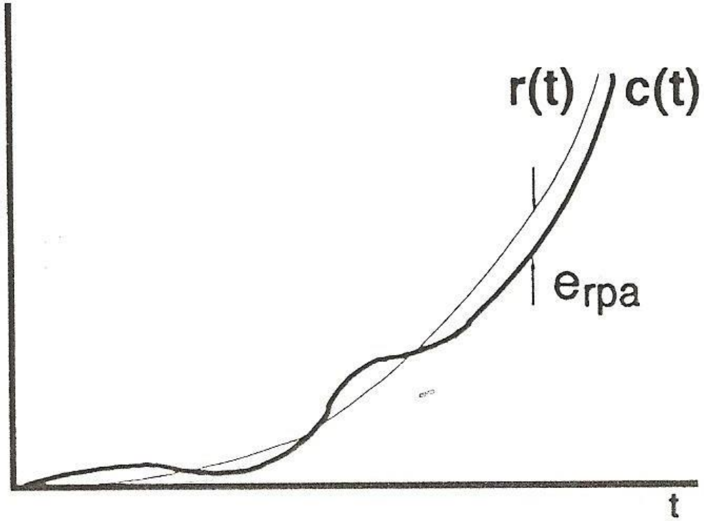
- **ERROR DE ACELERACIÓN**

$$e_{rpa} = \lim_{s\to 0} \frac{s.\,{}^{R}\!/_{s^3}}{1+G(s)} = \frac{R}{\lim\limits_{s\to 0} s^2.\,G(s)}$$

K_a ≡ CONSTANTE DE ERROR DE ACELERACIÓN

$$\boxed{\lim_{s\to 0} s^2.\,G(s) \equiv K_a}$$

$$\boxed{e_{rpa} = \frac{R}{K_a}}$$



SISTEMA DE TIPO 0

$$G(s) = \frac{K\ (1+T_1 s)\ (1+T_2 s)\ \cdots}{(1+T_a s)\ (1+T_b s)\ \cdots}$$

$$K_p = \lim_{s \to 0} G(s) = K \qquad e_{rpp} = R/(1+K)$$

$$K_v = \lim_{s \to 0} s \cdot G(s) = 0 \qquad e_{rpv} = \infty$$

$$K_a = \lim_{s \to 0} s^2 \cdot G(s) = 0 \qquad e_{rpa} = \infty$$

Una señal activa constante produce un valor constante de la variable controlada.

SISTEMA DE TIPO 1

$$G(s) = \frac{K\ (1+T_1 s)\ (1+T_2 s)\ \cdots}{s\ (1+T_a s)\ (1+T_b s)\ \cdots}$$

$$K_p = \lim_{s \to 0} G(s) = \infty \qquad e_{rpp} = 0$$

$$K_v = \lim_{s \to 0} s \cdot G(s) = K \qquad e_{rpv} = R/K$$

$$K_a = \lim_{s \to 0} s^2 \cdot G(s) = 0 \qquad e_{rpa} = \infty$$

Una señal activa constante produce un cambio constante (velocidad constante) de la variable controlada.

SISTEMA DE TIPO 2

$$G(s) = \frac{K\ (1+T_1 s)\ (1+T_2 s)\ \cdots}{s^2\ (1+T_a s)\ (1+T_b s)\ \cdots}$$

$$K_p = \lim_{s \to 0} G(s) = \infty \qquad e_{rpp} = 0$$

$$K_v = \lim_{s \to 0} s \cdot G(s) = \infty \qquad e_{rpv} = 0$$

$$K_a = \lim_{s \to 0} s^2 \cdot G(s) = K \qquad e_{rpa} = R/K$$

Una señal activa constante produce un cambio constante de velocidad (aceleración constante) de la variable controlada.