Función de transferencia de primer orden

$$\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{k}{\tau s + 1} e^{-\theta s}$$

Y(s) = salida del sistema
R(s) = entrada del sistema
k = ganancia estática
τ = constante de tiempo
θ = retardo del tiempo

Ganancia estática $K = \frac{Y(s)_{max} - Y(s)_{min}}{R(s)_{max} - R(s)_{min}}$

Tiempo de establecimiento $t_s = 4\tau$

Teorema del valor final: $y(t) = \lim_{t \to \infty} AK\left(1 - e^{-t/\tau}\right) = AK$

En general:

Respuesta escalón: $C(S) = R(S)G(S) = \frac{a}{S(S+a)}$

Constante de tiempo: $t = \frac{1}{a}$

Función de transferencia de segundo orden

$$\frac{X(s)}{F(s)} = K \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}$$

X(s) = salida del sistema
F(s) = entrada del sistema
K = ganancia estática
ω_n = frecuencia natural no amortiguada
ζ = factor de amortiguamiento

Periodo: $T = \frac{2\pi}{\omega_n}$

Frecuencia natural amortiguada: $\omega_d = \omega_n\sqrt{1-\zeta^2}$

Tiempo de subida: $t_r = \frac{\pi - \beta}{\omega_d} = \frac{\pi - \tan^{-1}\left(\frac{\omega_d}{\zeta\omega_n}\right)}{\omega_d}$

Tiempo pico: $\boldsymbol{t_p} = \frac{\boldsymbol{\pi}}{\boldsymbol{\omega_n}\sqrt{\mathbf{1}-\boldsymbol{\zeta}^{\mathbf{2}}}}$

Sobre elongación máxima (%): $M_p = 100e^m$ tal que $m = \frac{-\pi\zeta}{\sqrt{1-\zeta^2}}$

Tiempo de asentamiento (2%): $t_s = \frac{4}{\zeta\omega_n}$

Tiempo de asentamiento (5%): $t_s = \frac{3}{\zeta\omega_n}$

Error en estado estacionario

Entrada unitaria: $e_{ss} = \lim_{s \to 0} \frac{A}{1+G(s)H(s)}$ $k_p = \lim_{s \to 0} G(s)H(s)$ $e_{ss} = \frac{A}{1+K_p}$

Entrada de escalón: $e_{ss} = \lim_{s \to 0} \frac{A}{s\,G(s)H(s)}$ $k_v = \lim_{s \to 0} s\,G(s)H(s)$ $e_{ss} = \frac{A}{K_v}$

Entrada de parábola: $e_{ss} = \lim_{s \to 0} \frac{A}{s^2G(s)H(s)}$ $k_a = \lim_{s \to 0} s^2G(s)H(s)$ $e_{ss} = \frac{A}{K_a}$

Dominios en el tiempo- Ecuaciones de estado

$$x' = Ax + Bu$$

$$y = Cx + Du$$

polos

$$det(sI - A) = 0$$

$$X(s) = \frac{adj(sI-A)}{det(sI-A)}[x(0) + BU(s)]$$

$$Y(s) = cX(s) + DU(s)$$