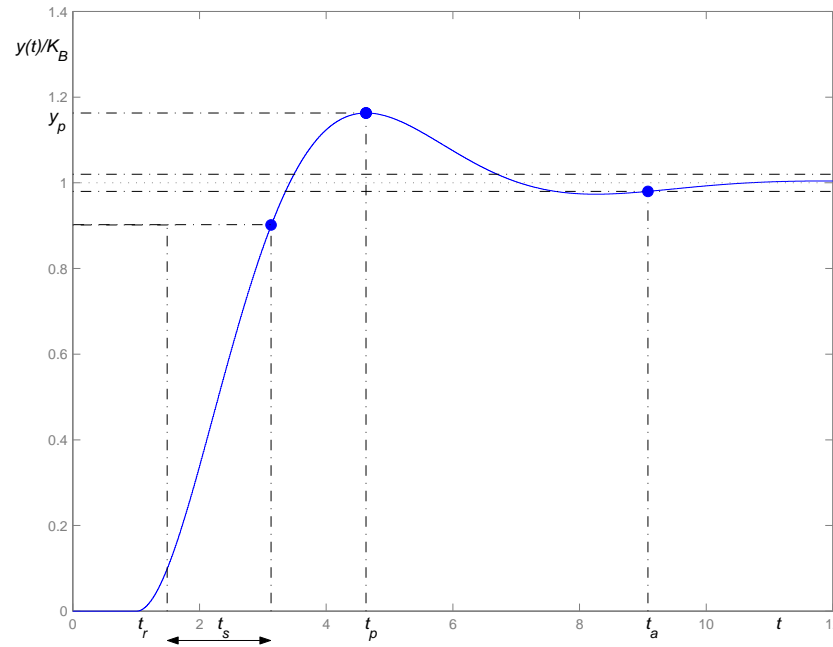


## PARAMETRI CARATTERISTICI RISPOSTA AL GRADINO



- Massima sovraelongazione:  $y_p$
- Istante di massima sovraelongazione:  $t_p$
- Massima sovraelongazione percentuale:  $y_{p\%} = \frac{y_p - K_B}{K_B}$
- Tempo di ritardo:  $t_r$
- Tempo di salita:  $t_s$
- Tempo di assestamento:  $t_a$

## RISPOSTA AL GRADINO: SISTEMI PRIMO ORDINE

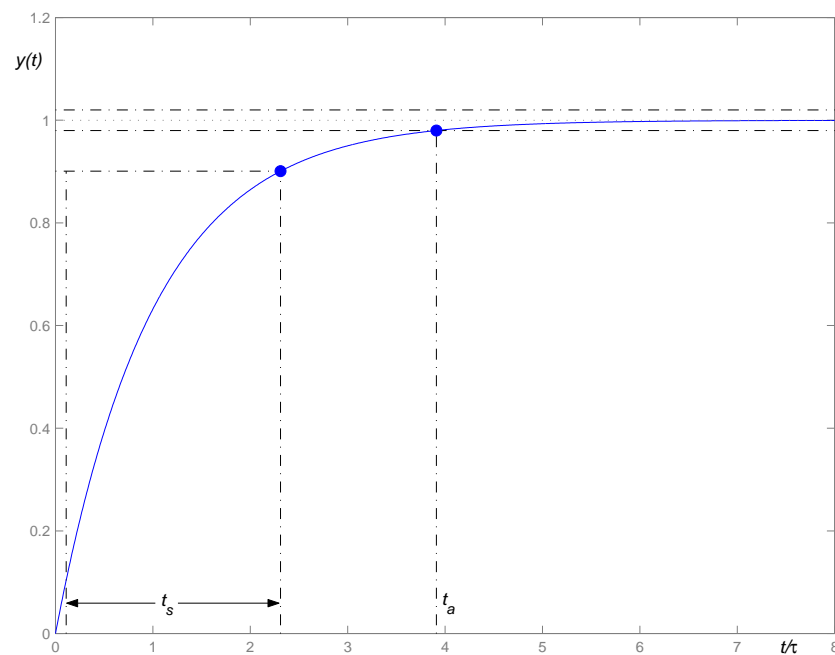
- Sistema del primo ordine.

$$G(s) = \frac{K_B}{1 + \tau s} \qquad g(t) = \frac{K_B}{\tau} e^{-t/\tau}$$

- Risposta al gradino ( $K_B = 1$ )

$$y(t) = \mathcal{L}^{-1} \left\{ \frac{1}{s(1 + \tau s)} \right\} = \mathcal{L}^{-1} \left\{ \frac{1}{s} - \frac{\tau}{(1 + \tau s)} \right\} = 1 - e^{-t/\tau}$$

- Andamento nel tempo ( $\tau > 0$ ).



## RISPOSTA AL GRADINO: SISTEMI SECONDO ORDINE

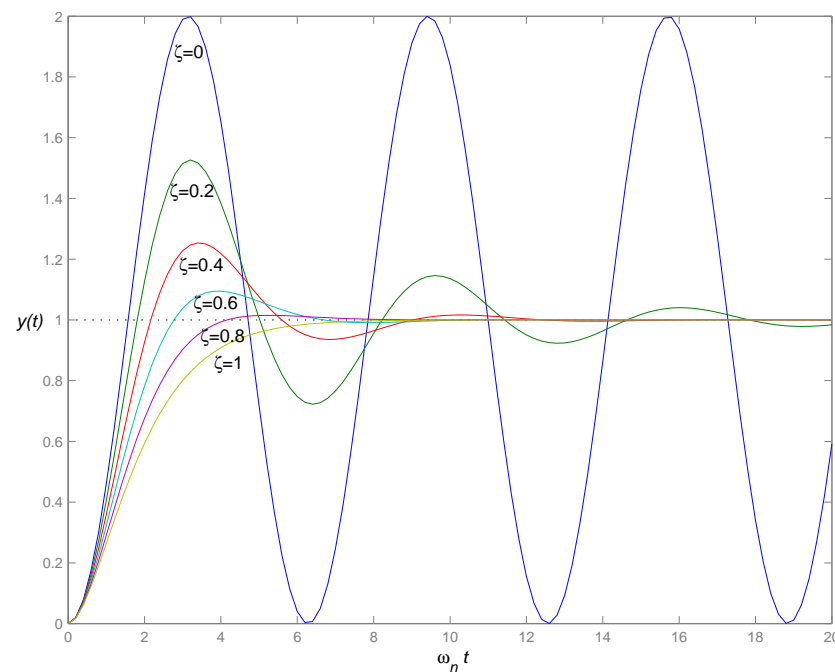
- Sistema del secondo ordine

$$G(s) = \frac{K_B}{1 + 2\zeta \frac{s}{\omega_n} + \frac{s^2}{\omega_n^2}}$$

- Risposta al gradino ( $K_B = 1$ )

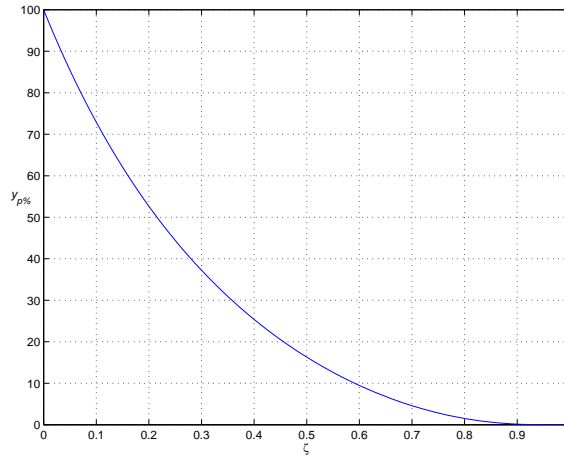
$$y(t) = \mathcal{L}^{-1} \left\{ \frac{1}{s \left( 1 + 2\zeta \frac{s}{\omega_n} + \frac{s^2}{\omega_n^2} \right)} \right\} = 1 - \frac{1}{\sqrt{1 - \zeta^2}} e^{-\zeta \omega_n t} \sin \left( \omega_n \sqrt{1 - \zeta^2} t + \arctan \frac{\sqrt{1 - \zeta^2}}{\zeta} \right)$$

- Andamento nel tempo ( $0 \leq \zeta \leq 1$ ).

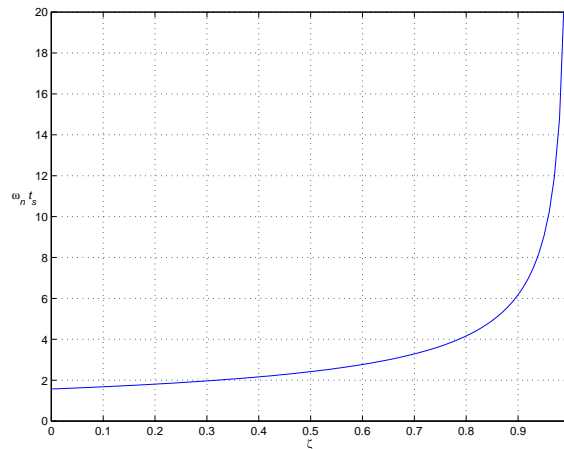


## RISPOSTA AL GRADINO: SISTEMI SECONDO ORDINE (1/2)

- Massima sovraelongazione percentuale:  $y_{p\%} = 100 e^{-\pi\zeta/\sqrt{1-\zeta^2}}$



- Tempo di salita:  $t_s = \frac{1}{\omega_n \sqrt{1-\zeta^2}} \left( \pi - \arctan \frac{\sqrt{1-\zeta^2}}{\zeta} \right)$



## RISPOSTA AL GRADINO: SISTEMI SECONDO ORDINE (2/2)

- Tempo di assestamento:  $t_a \approx \frac{4}{\zeta \omega_n}$

