

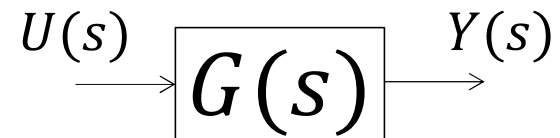
# Sistemas de Controle

Análise Temporal de Sistemas

# Análise Temporal de Sistemas de Primeira Ordem

---

Considere um sistema linear na forma:



A função de transferência  $G(s)$  de um sistema de *primeira ordem* é dada por:

$$G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{k}{\tau s + 1}$$

Para uma entrada do tipo degrau de amplitude  $A$ , tem-se:

$$U(s) = \frac{A}{s}$$

## Análise Temporal de Sistemas de Primeira Ordem

---

Assim, a saída  $Y(s)$  será de:

$$Y(s) = \frac{Ak}{s(\tau s + 1)}$$

e a resposta temporal é descrita por:

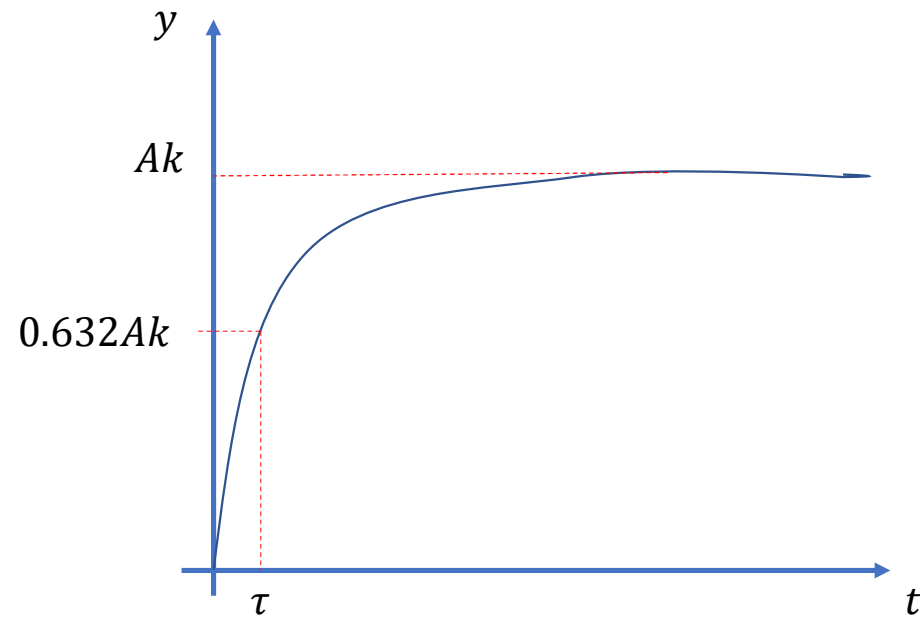
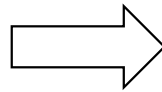
$$y(t) = Ak\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$$

# Análise Temporal de Sistemas de Primeira Ordem

---

Tempo de Resposta ( $\tau$ ):

$$y(t) = Ak(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$



# Análise Temporal de Sistemas de Primeira Ordem

---

Tempo de Subida ( $t_r$ ): Tempo que leva para a resposta ir de 10% a 90% do valor final  $Ak$

$$t_r = t_2 - t_1$$

Assim:

$$y(t_1) = Ak(1 - e^{-\frac{t_1}{\tau}}) = 0.1Ak$$

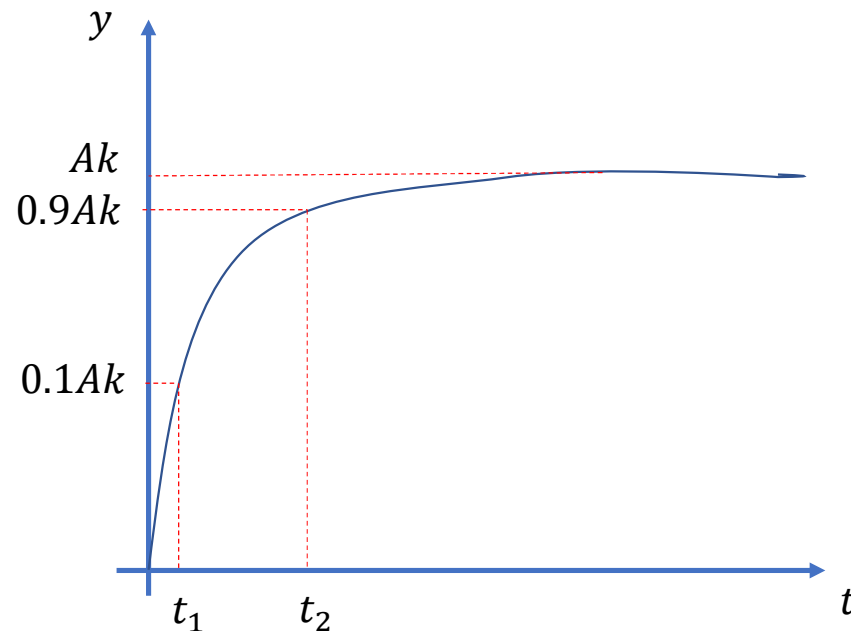
$$y(t_2) = Ak(1 - e^{-\frac{t_2}{\tau}}) = 0.9Ak$$

ou

$$e^{-\frac{t_1}{\tau}} = 0.9 \quad \text{e} \quad e^{-\frac{t_2}{\tau}} = 0.1$$

resultando em:

$$t_r \cong 2.2\tau$$



# Análise Temporal de Sistemas de Primeira Ordem

---

Tempo de Acomodação ( $t_s$ ): Tempo mínimo para que a resposta alcance 98% do valor final  $Ak$

$$y(t_s) = 0.98Ak$$

ou

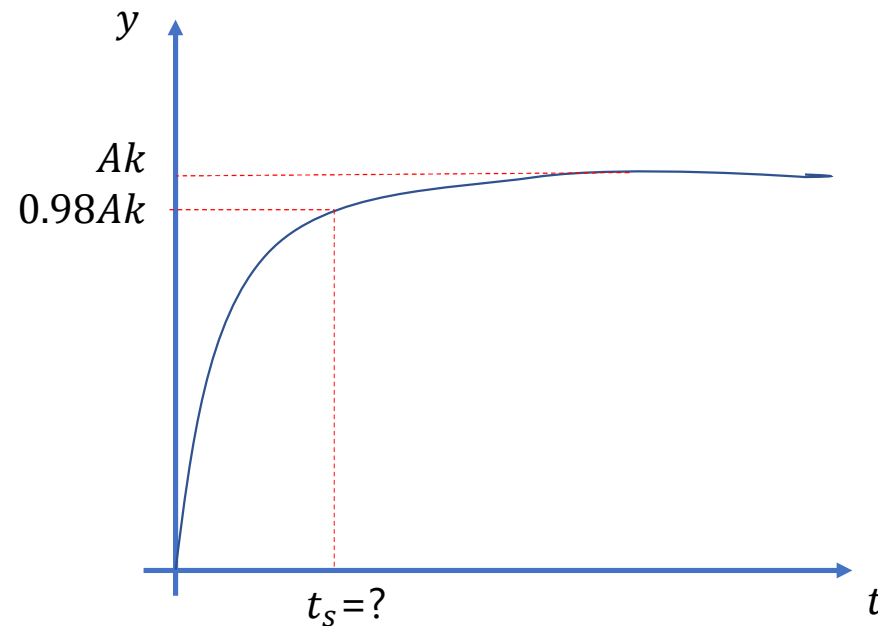
$$y(t_s) = Ak(1 - e^{-\frac{t_s}{\tau}}) = 0.98Ak$$

Assim

$$e^{-\frac{t_s}{\tau}} = 0.02$$

resultando em:

$$t_s \cong 3.91\tau$$



# Dúvidas?

Grupo Whatsapp