

# SISTEMAS DE CONTROLE II

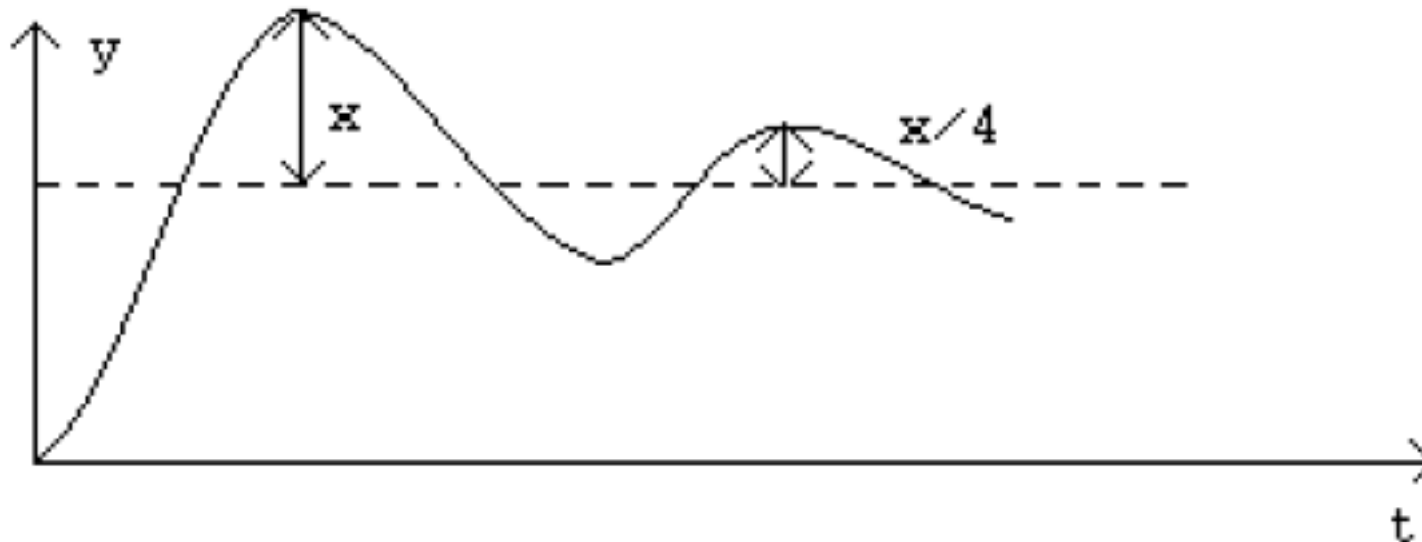
01/03/2011

Métodos de Sintonia – Ziegler Nichols

# Introdução

## □ Critério:

- A resposta do sistema em malha fechada é considerada satisfatória se apresenta uma taxa de decaimento de pelo menos  $1/4$  por período.



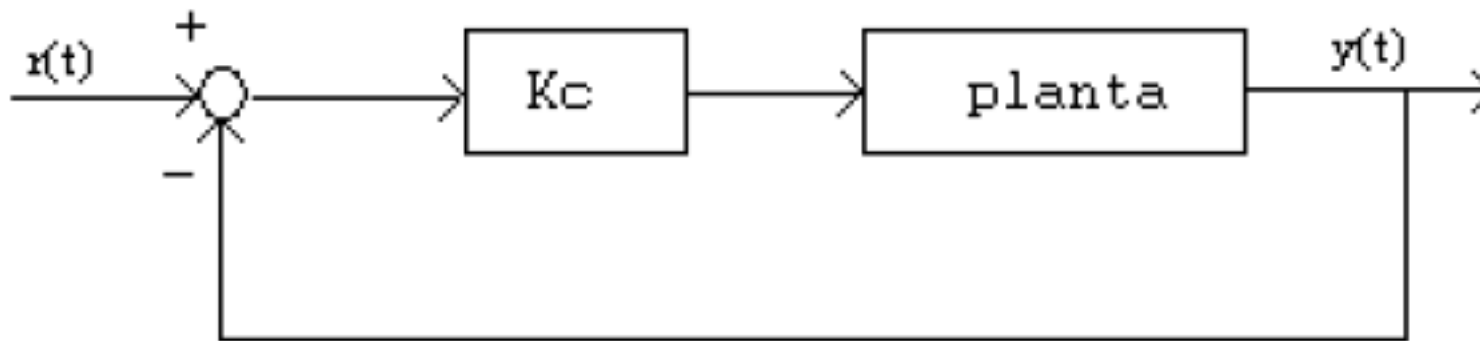
# Introdução

- Os métodos de Ziegler-Nichols (1942) **tentam** satisfazer o critério estabelecido (decaimento de  $1/4$ ).
- Métodos:
  - ▣ Método da sensibilidade.
  - ▣ Método da curva de reação.
- Modelo do PID

$$G_c(s) = K_c \left( 1 + \frac{1}{\tau_i s} + \tau_d s \right)$$

# Métodos de Ziegler-Nichols

## □ Método da Sensibilidade

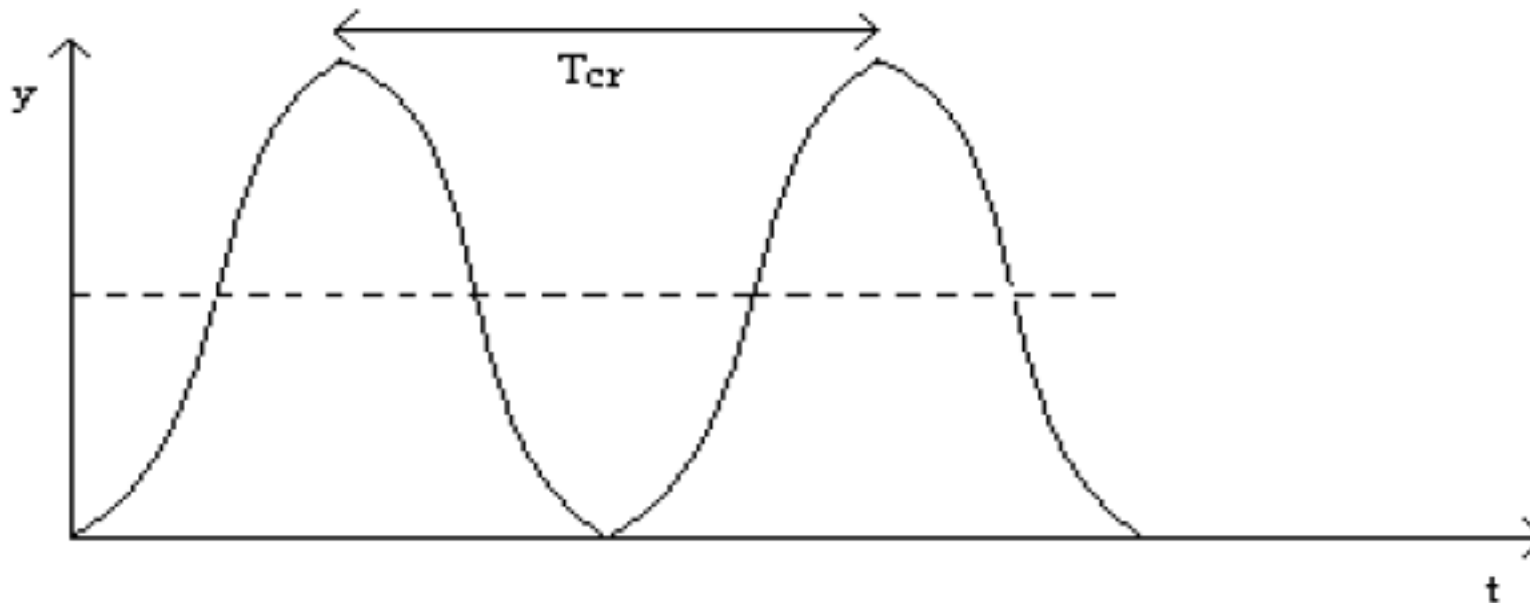


## □ Procedimento:

- Para uma referência constante, aumenta-se o ganho do controlador até o limite da estabilidade.

# Métodos de Ziegler-Nichols

## □ Método da Sensibilidade



## □ Medição:

- Ganho do controlador  $K_{ccr}$
- Período de oscilação  $T_{cr}$

# Métodos de Ziegler-Nichols

## □ Método da Sensibilidade

### ▣ Tabela de Ajuste

	$K_c$	$\tau_i$	$\tau_d$
P	$0,5 K_{ccr}$	-	-
PI	$0,45 K_{ccr}$	$\frac{T_{cr}}{1,2}$	-
PID	$0,6 K_{ccr}$	$\frac{T_{cr}}{2}$	$\frac{T_{cr}}{8}$

# Métodos de Ziegler-Nichols



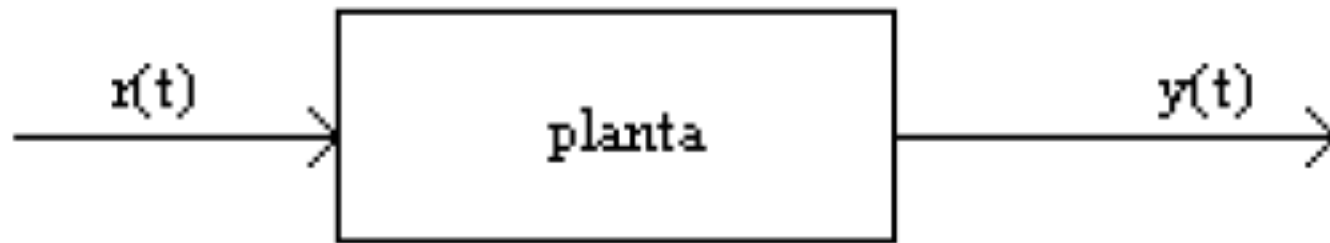
## □ Método da Sensibilidade

### □ Limitação:

- **Não pode** ser aplicado quando o **sistema não se instabiliza** ou quando existem **razões de segurança** no limite de estabilidade (por exemplo, reações exotérmicas).

# Métodos de Ziegler-Nichols

## □ Método da Curva de Reação



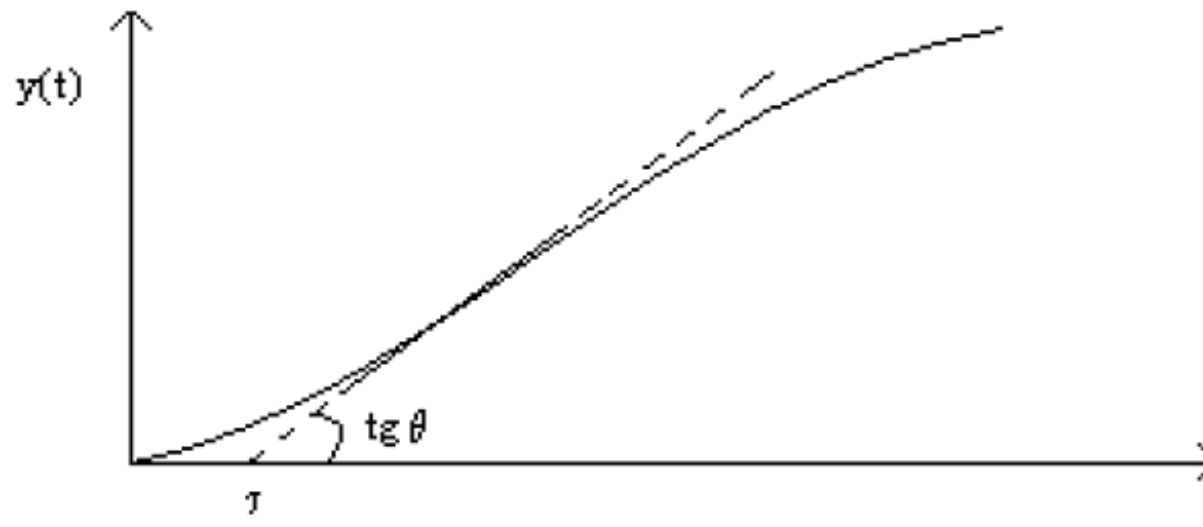
## □ Procedimento:

- ▣ Para o sistema em malha aberta e sem controlador, aplica-se um degrau em sua entrada.



# Métodos de Ziegler-Nichols

## □ Método da Curva de Reação



## □ Medição:

- Inclinação máxima de  $y(t)$  ( $\text{tg } \theta$ )
- Defasagem  $\tau$ .

# Métodos de Ziegler-Nichols

## □ Método da Curva de Reação

### ▣ Tabela de Ajuste

	$K_c$	$\tau_i$	$\tau_d$
P	$\frac{1}{\tau \cdot \text{tg}\theta}$	-	-
PI	$\frac{0,9}{\tau \cdot \text{tg}\theta}$	$\frac{\tau}{0,3}$	-
PID	$\frac{1,2}{\tau \cdot \text{tg}\theta}$	$\frac{\tau}{0,5}$	$0,5\tau$

# Métodos de Ziegler-Nichols



- Método da Curva de Reação

- Limitação:

- **Não pode** ser aplicado quando a **planta** apresenta **integradores** e, de uma maneira geral, quando a planta apresenta pólos no semiplano direito aberto (**plantas instáveis**).

# Métodos de Sintonia



## □ Outras Possibilidades

- ▣ Método CHR – [Chien, Hrones e Reswick, 1952]
- ▣ Método CC – [Cohen e Coon, 1953]
- ▣ Método da Integral do Erro – [Lopes *et al.*, 1967]
- ▣ Método dos Relés em Malha Fechada – [Aström e Hägglund, 1984]
- ▣ Método do Modelo Interno – [Rivera *et al.*, 1986]