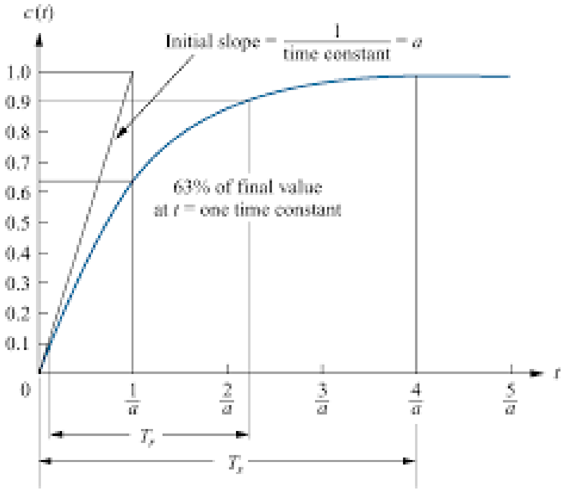
Sistemas Embarcados (C213)

Prof. Samuel Baraldi Mafra

Inatel
Instituto Nacional de Telecomunicações

Resposta Típica de Primeira Ordem



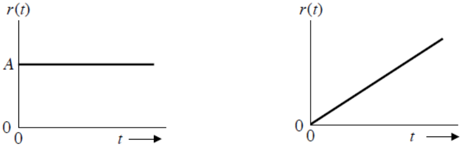
Fases do projeto

- Modelagem;
- Análise do sistema;
- Testes;
- Implementação

A partir da modelagem é retirada a função de transferência (F.T.)

- A F.T. é uma propriedade do sistema, independe da magnitude e da natureza da entrada ou função de excitação.
- A F.T. inclui as unidades necessárias para relacionar a entrada com a saída, não fornecendo qualquer informação relativa à estrutura física do sistema.
- Se a F.T. for conhecida, a saída pode ser estudada para várias formas de entrada.
- A F.T. pode ser obtida experimentalmente.

Sinais de teste



(a) (b)

Os sinais de testes são escolhidos de acordo com a natureza do sinal de entrada

- Pólos: São os valores de s de uma função de transferência, que fazem com que a FT se torne infinita.
- Zeros: São os valores de s de uma função de transferência, que fazem com que a FT se torne zero.

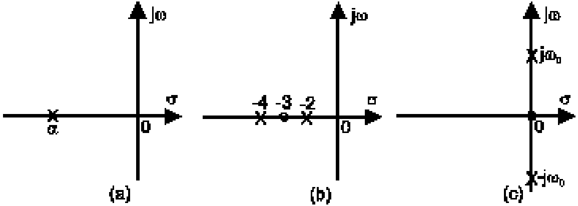
$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{s+2}{(s+3)*(s+1)} \tag{1}$$

Quais são os pólos e zeros destas funções de transferência?

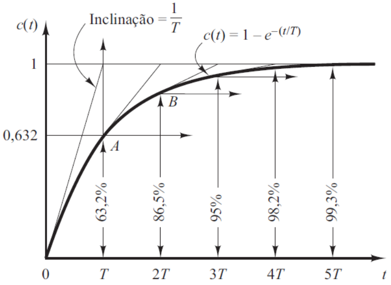
- $\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{s+1}{s^2+1}$
- $\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{s+4}{s^2-5s+6}$

- Zeros são identificados com o símbolo 'o';
- Pólos são identificados com o símbolo 'x'.

Exemplos



- A resposta temporal de um sistema tem duas partes: A resposta transitória e a estacionária.
- A resposta transitória é a resposta que vai do estado inicial ao estado final.
- A reposta estacionária descreve a saída do sistema quando t tende parar infinito.

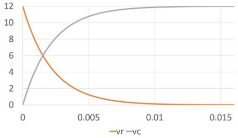


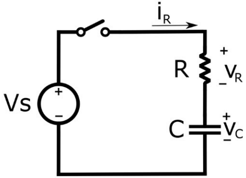
Pela imagem vemos que na prática, podemos considerar resposta estacionária ou permanente a partir de $t = 4T$.

Um sistema de controle de primeira ordem é definido como um tipo de sistema de controle cuja relação entrada-saída (também conhecida como função de transferência) é uma equação diferencial de primeira ordem. Exemplos:

- Circuitos RC;
- Térmicos.

$$V_s = RC\frac{dv_c(t)}{dt} + v_c(t)$$





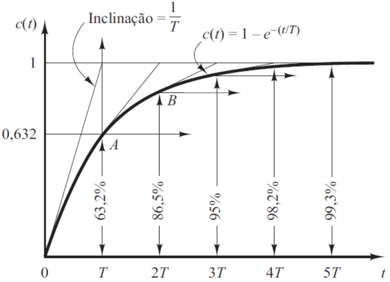
A função de transferência (relação entrada-saída) para este sistema de controle é definida como:

$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{K}{Ts + 1} \tag{2}$$

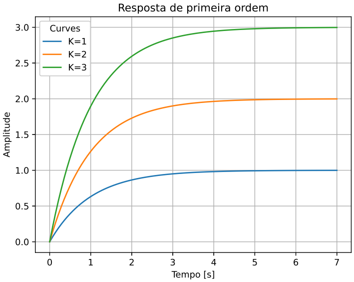
- K é o ganho DC (ganho DC da relação do sistema entre o sinal de entrada e o valor de estado estacionário de saída)
- T é a constante de tempo do sistema (a constante de tempo é uma medida da rapidez com que um sistema de primeira ordem responde a uma entrada de degrau unitário)

$$c(t) = 1 - e^{(-t/T)}$$

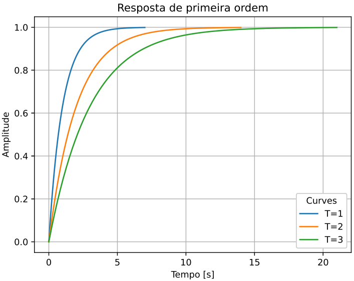
T	0.632
$2T$	0.865
$3T$	0.95
$4T$	0.982



Variação de K T=1



Variação de T K=1



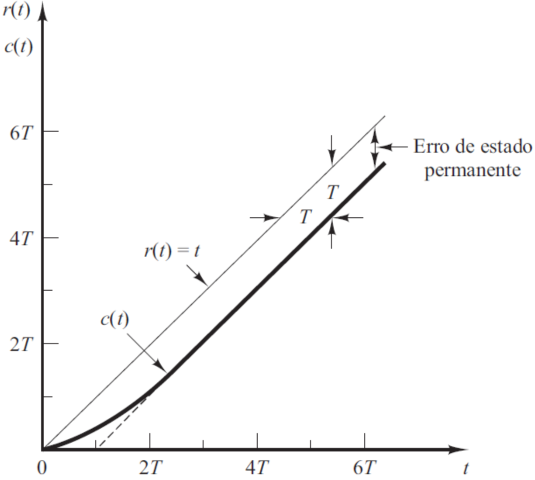
- O tempo de subida é definido como o tempo para a forma de onda ir de 0,1 a 0,9 do seu valor final

$$T_r = 2.2T \tag{3}$$

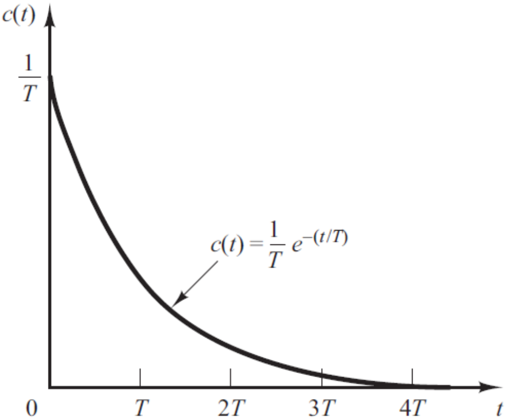
- O tempo de acomodação é definido como o tempo para a resposta atingir e permanecer dentro de 2% do seu valor final

$$T_a = 4T \tag{4}$$

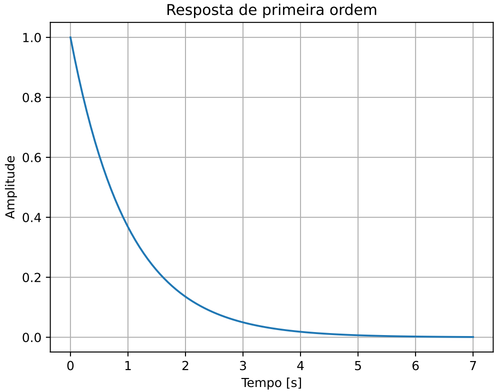
Resposta de rampa unitária



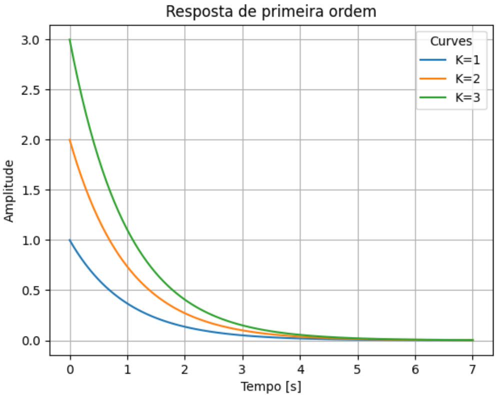
Resposta de impulso unitário



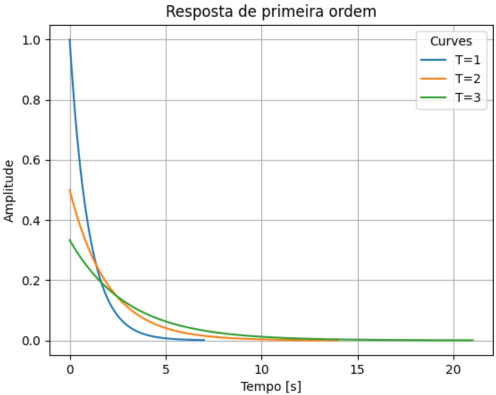
Resposta de impulso unitário:K=1,T=1



Resposta de impulso unitário Variação de K,T=1



Resposta de impulso unitário Variação de T,K=1



Teorema do valor final:

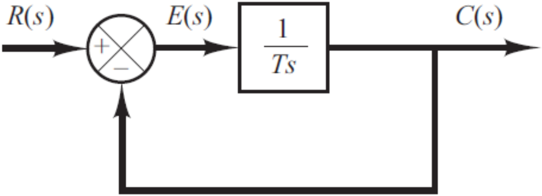
$$c(t \to \infty) = \lim_{s \to 0} s * H(s) * R(s) \qquad (5)$$

Exemplo: Considere um circuito RC com a seguinte função de Transferência:

$$\frac{v_o(s)}{v_i(s)} = \frac{1}{4{,}5s + 1}$$

a) Determine a tensão de saída do capacitor em regime permanente, quando for aplicado na entrada uma tensão de 1 V.
b) Determine a tensão de saída no capacitor em regime permanente, quando for aplicado na entrada um impulso com amplitude 1 V.

Retirar a relação entre a saída C(s) e a entrada R(s), $K = 1$



Calcule os tempos de subida, acomodação e valor de regime permanente. Traçar os gráficos do sinal de saída para:

- $\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{2}{3s+1}$ para $R(s) = 1/s$
- $\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{0.5}{s+10}$ para $R(s) = 2/s$