

Sistemas Realimentados

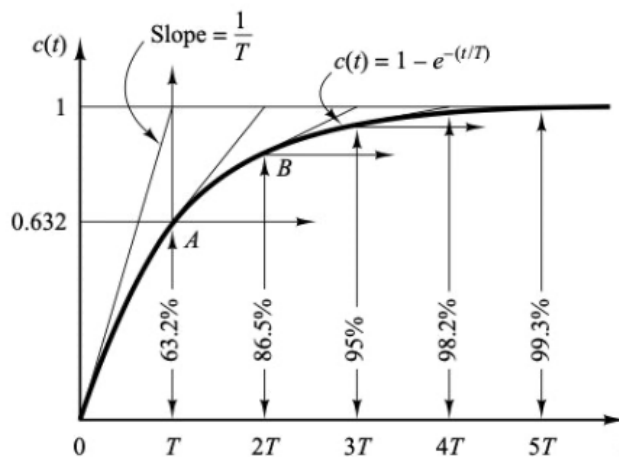
EP - Exemplo de exercício proposto e sua solução

Nome de quem fez o exercício: Nome1 e Nome 2

1) Sugira um modelo de ordem 1 tal que seu tempo de estabelecimento seja de 8s e a saída seja igual à entrada em regime. Explique como obteve os parâmetros do modelo e simule sua resposta confirmando as características desejadas.

Solução:

De acordo com as notas de aula, a resposta de um sistema de primeira ordem dado por $G(s) = \frac{1}{Ts + 1}$ e a



mostrada na figura abaixo.

A constante de tempo T é o tempo necessário para a saída atingir 63.2% do valor de regime. O tempo de estabelecimento, considerando uma saída em 98.2% do valor do regime é igual a $4T$. Portanto, para um tempo de estabelecimento de 8 segundos tem-se $T = 2$.

O valor em regime para entrada degrau é obtido usando o teorema do valor final, ou seja, $\lim_{t \rightarrow \infty} y(t)$ quando $t \rightarrow \infty$ é dado por $\lim_{s \rightarrow 0} s Y(s) = \lim_{s \rightarrow 0} s G(s) U(s) = \lim_{s \rightarrow 0} s G(s) \frac{1}{s} = \lim_{s \rightarrow 0} G(s) = 1$.

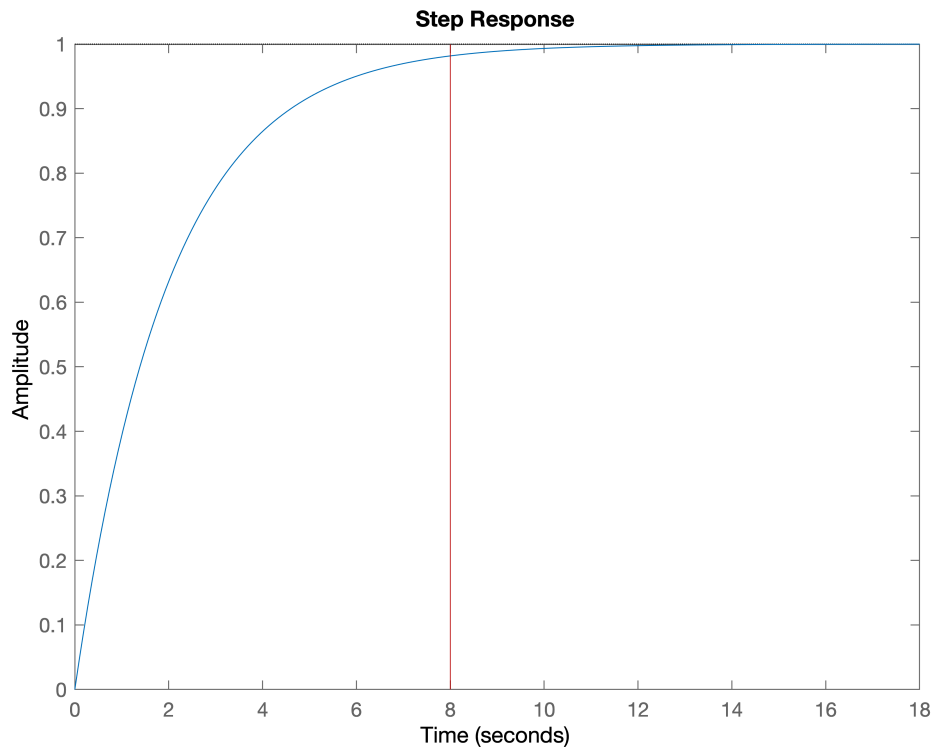
Caso o numerador de $G(s)$ seja K , o valor de regime será K .

Portanto, $G(s) = \frac{1}{2s + 1}$ fornece a resposta desejada.

Agora a confirmação via simulação:

```
g=tf(1,[2 1]);  
figure;  
step(g);
```

```
xline(8, 'r');
```



2) Sugira um modelo de ordem 2 tal que sua sobrelevação seja de 10% e o tempo de estabelecimento seja 100s.

Explique como obteve os parâmetros do modelo e simule sua resposta confirmando as características desejadas.

Solução:

A relação entre sobre-elevação e amortecimento é dada por $UP = 100e^{-\zeta\pi/\sqrt{1-\zeta^2}}$.

Calculando ζ a partir de UP :

```
UP=10;  
a=log(UP/100);  
zeta=sqrt(a^2/(pi^2+a^2))
```

```
zeta = 0.5912
```

O tempo de estabelecimento t_s pode ser aproximado por $t_s = \frac{4}{\zeta\omega_n}$.

Portanto, pode-se obter $\omega_n = \frac{4}{\zeta ts}$, e tem-se

```
ts=100;  
wn=4/(zeta*ts)
```

```
wn = 0.0677
```

O modelo que dá a resposta desejada é $G(s) = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}$

```
g1=tf(wn^2,[1 2*zeta*wn wn^2])
```

```
g1 =
```

```
      0.004578  
-----  
s^2 + 0.08 s + 0.004578
```

```
Continuous-time transfer function.
```

A resposta ao degrau deste modelo é:

```
figure;  
step(g1);  
xline(100,'r');  
yline(1.10,'r');  
yline(1.02,'g');  
yline(0.98,'g');
```

