

Aula 7: Introdução à Análise de Sistemas

UNIFEI – Universidade Federal de Itajubá

1º semestre de 2022

Prof. Fernando H. D. Guaracy
ECAC11 – Introdução à Análise de Sinais

1 Objetivo

A proposta desta aula é apresentar uma série de problemas referentes à análise de sistemas dinâmicos que podem ser facilmente resolvidos no Octave. Várias das funções que serão utilizadas para a solução desses problemas são do pacote `control`. Portanto, digite na Janela de Comandos do Octave o comando

```
pkg load control
```

para que essas funções possam ser utilizadas. Sugestão: posteriormente, consulte a documentação desse pacote (<https://octave.sourceforge.io/control/overview.html>) para mais exemplos e detalhes sobre as funções utilizadas nesse laboratório.

2 Problemas

Problema 1 (Representações de sistemas dinâmicos) *Represente os seguintes sistemas dinâmicos no Octave:*

$$(a) \ G_1(s) = \frac{2s + 1}{s^3 + 3s^2 + 5s + 1}$$

Solução:

```
NG1=[2 1];
```

```
DG1=[1 3 5 1];
```

```
G1 = tf(NG1,DG1)
```

%Alternativamente:

```
s=tf('s');
```

```
G1=(2*s+1)/(s^3+3*s^2+5*s+1)
```

$$(b) G_2(s) = \frac{5}{2s + 1}$$

$$(c) G_3(s) = \frac{5(s + 1)}{(s + 2)(s + 3)(s + 4)(s + 5)}$$

$$(d) G_4(z) = \frac{z + 1}{z^2 - z + 0.25} \text{ com } T = 0,01[s]$$

Funções relacionadas:

- **tf**
- **zpk**
- **tfddata**
- **zpkdata**
- **pzmap**

Problema 2 (Conversão de representação no tempo contínuo para tempo discreto)

(a) Encontre a função de transferência em tempo discreto referente à amostragem do sistema $G(s) = \frac{s + 1}{s^2 + 3s + 2}$ utilizando retentor de ordem zero (ZOH) e período de amostragem $T = 0,1[s]$.

Solução:

```
Gs=tf([1 1],[1 3 2]);
Gz=c2d(Gs,0.1,'zoh');
```

(b) Encontre o equivalente em tempo discreto do sistema $G(s) = \frac{s + 1}{s^2 + 3s + 2}$ utilizando a transformada bilinear com $T = 0,05[s]$.

Solução:

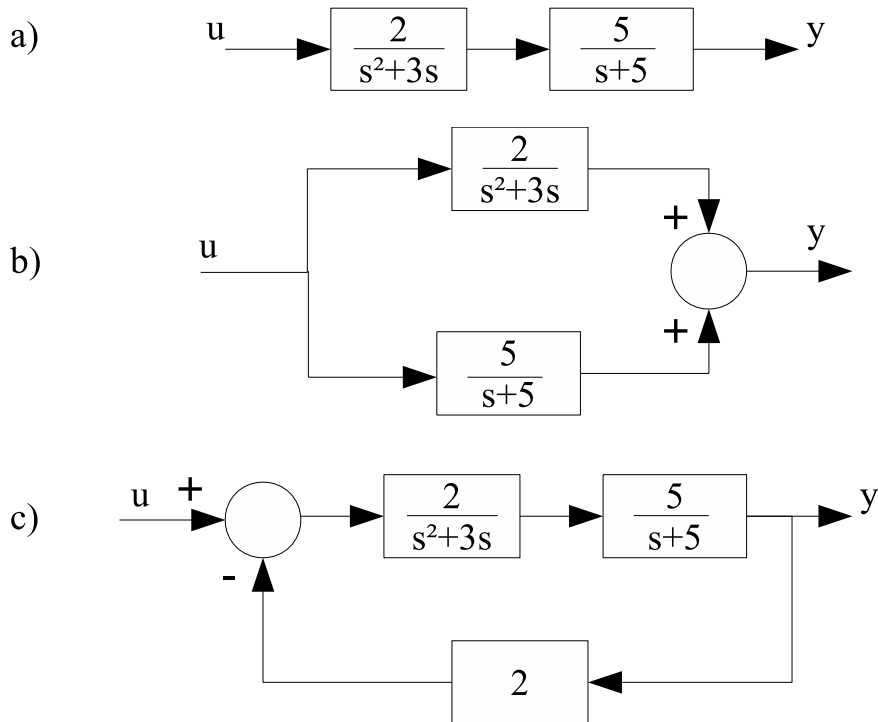
```
Gs=tf([1 1],[1 3 2]);
Gz=c2d(Gs,0.05,'bilinear');
```

(c) Encontre a função de transferência em tempo contínuo correspondente ao sistema amostrado $G(z) = \frac{z}{z - 0,8}$, o qual foi obtido utilizando ZOH e $T = 1[s]$

Funções relacionadas:

- **c2d**
- **d2c**

Problema 3 (Interconexão de sistemas) Encontre a função de transferência correspondente a cada um dos diagramas de blocos a seguir:



Solução:

```
G1 = tf(2,[1 3 0]);
G2 = zpk([],-5,5);
G3 = 2;
```

```
Gserie = series(G1,G2);
Gfdbk = feedback(Gserie,G3)
```

Funções relacionadas:

- **series**
- **parallel**
- **feedback**
- **connect**
- **sumblk**

Problema 4 (Resposta no tempo) Considere o sistema representado pela função de transferência

$$G(s) = \frac{9}{s^2 + 2s + 9}.$$

Obtenha:

(a) A resposta ao degrau unitário no intervalo $t = 0$ até $t = 8[s]$.

Solução:

```
G = tf([9],[1 2 9])

[y,t]=step(G,8);
plot(t,y), grid
title('Resposta ao degrau unitário')
xlabel('t [s]')
ylabel('y(t)')
```

(b) A resposta ao impulso correspondente à amostragem desse sistema utilizando ZOH e um período de amostragem $T = 0,5[s]$ no intervalo $t = 0$ até $t = 8[s]$.

(c) A resposta de $G(s)$ a uma entrada senoidal com amplitude unitária e frequência $50[Hz]$ para $t = 0$ até $t = 8[s]$.

Solução:

```
G = tf([9],[1 2 9])

t = 0:0.001:8;
u = sin(2*pi*50*t);

y = lsim(G,u,t);
figure
plot(t,y), grid
title('Resposta a entrada senoidal')
xlabel('t [s]')
ylabel('y(t)')
```

Funções relacionadas:

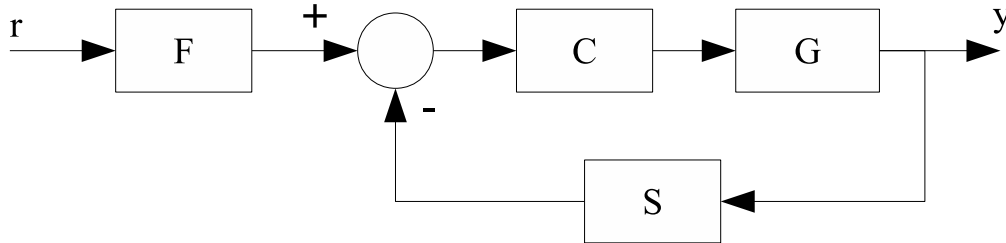
- **step**
- **impulse**
- **lsim**
- **ramp**

Problema 5 (Resposta em frequência) Obtenha o Diagrama de Bode do sistema dinâmico de tempo contínuo descrito no problema anterior. Funções relacionadas:

- **bode**
- **nyquist**

3 Exercício

Encontre a função de transferência $T(s) = \frac{Y(s)}{R(s)}$ correspondente ao diagrama de blocos



com funções de transferência definidas por

$$F(s) = \frac{1}{s+1}, \quad G(s) = \frac{100}{s^2 + 5s + 100}, \quad C(s) = \frac{20s^2 + 20s + 1200}{s^3 + 40s^2 + 400s}, \quad S(s) = \frac{10}{s+10}.$$

A partir da função de transferência $T(s)$ encontrada:

- (a) Plote a resposta ao impulso e a resposta ao degrau unitário.
- (b) Obtenha a resposta desse sistema para uma entrada do tipo

$$r(t) = t + e^{-3t}.$$

Utilize um passo de simulação de 10 [ms].

- (c) Obtenha a resposta em frequência (Diagrama de Bode) para esse sistema.