

Primeira Prova - 25/09
João Guilherme Martins Jatobá
18.01790-8
ECM303 - Sistemas de Controle

Código escrito em Matlab, junto com todas as explicações teóricas em Latex que se encontram no arquivo SC_P1_JoaoJatoba.mlx

Boas Práticas

```
clear all;      % Limpa as variáveis
clc;           % limpa a tela
close all;     % limpa os gráficos
```

Questão 1

```
% Valores imutáveis
num1=[0 1 1];
denMa_1=[1 4 -32];
% Definindo ganho de malha aberta com Kp = 1
Kp_1=1;
Gma_1=tf(num1*Kp_1,denMa_1); % Ganho de malha aberta
```

```
denMf_1 = denMa_1+num1*Kp_1;
Gmf_1 = tf(num1*Kp_1,denMf_1); % Ganho de malha fechada
```

```
figure
step(Gmf_1) % Sistema eh instavel para Kp = 1
title("Resposta ao degrau com Kp = 1");
grid;
% Simulink mostra como esta comparação funciona
```

```
% Testando resultados
% Teste antes do limite
Kp_1=31;
denMf_1 = denMa_1+num1*Kp_1;
Gmf_1 = tf(num1*Kp_1,denMf_1); % Ganho de malha fechada
```

```
figure
step(Gmf_1)
title("Resposta ao degrau com Kp = 31");
grid;
```

```
%Teste logo no limite
Kp_1 = 32;
denMf_1 = denMa_1+num1*Kp_1;
Gmf_1 = tf(num1*Kp_1,denMf_1); % Ganho de malha fechada
```

```

figure
step(Gmf_1)
title("Resposta ao degrau com Kp = 32");
grid;

%Teste dentro do domínio de Kp
Kp_1 = 33;
denMf_1 = denMa_1+num1*Kp_1;
Gmf_1 = tf(num1*Kp_1,denMf_1); % Ganho de malha fechada

figure
step(Gmf_1)
title("Resposta ao degrau com Kp = 33 e 160");
grid;hold;
Kp_1 = 160;
denMf_1 = denMa_1+num1*Kp_1;
Gmf_1 = tf(num1*Kp_1,denMf_1);
step(Gmf_1)

% Aceitei que pelo controlador ser proporcional ao ganho, pode se dizer que
% Gma também é, já que  $G_{ma}(s) = G_{projeto}(s) \cdot G_{controlador}(s)$ 

% Início da análise da questão
Kp_2=2; % Chute inicial para Kp
s = tf('s');
Gma_2=tf(4,[1 4 0]); % Ganho de malha aberta
Gmf_2 = tf(4*Kp_2,[1 4 4*Kp_2]) % Ganho de malha fechada

num_mf = cell2mat(Gmf_2.Numerator);
den_mf = cell2mat(Gmf_2.Denominator);

figure
step(Gmf_2)
title("Resposta ao degrau");

% Erro ao degrau é nulo
% Kp não influencia na estabilidade do sistema, logo o erro sempre é zero
% para um degrau

% Erro à rampa é menor que 10% - dado do enunciado
% Pela regra 2, Kp deve ser maior que 10

% Agora analisando Gmf com as conclusões anteriores
% Descobrindo Wn
% Descobrindo o ganho do sistema
% Considerações

```

```
% Respostas assim têm como entrada em Laplace denominadores de terceira
% ordem, logo vamos criar uma função de transferência exemplar.
% Esta análise é feita pelo gráfico ter três lugares de raízes diferentes,
% logo o sistema é de terceira ordem.
% raízes: -0,1+1,4i -0,1-1,4i -1.5
```

```
var2 = 2.27
var1 = sqrt(var2)
var3 = 2.955
```

```
Kp_3_1 = var1*var2-var3
numM_3_1=[0 0 0 Kp_3_1];
denM_3_1 = [1 var1 var2 var3];
Gma_3_1= tf(numM_3_1,denM_3_1)
% Cálculo de Ganho de malha aberta
figure
rlocus(Gma_3_1)
ylim([-10 10])
xlim([-10 5])
```

```
Gmf_3_1 = tf(numM_3_1,denM_3_1+numM_3_1)
% Um gráfico
figure
step(Gmf_3_1)
% Vendo a resposta, vemos que o resultado tem aparência parecida, mas
% temos erro na amplitude, de aproximadamente 2,5 vezes.
```

```
% Isso provavelmente ocorreu por causa de uma leitura errada do gráfico, já
% que não há delimitações exatas de onde se encontram as raízes da função.
```

```
% Admitindo a primeira forma canonica de Gmf:
Kp_3_2 = 1;
Gma_3_2 = tf(Kp_3_2,[1 1])
figure
rlocus(Gma_3_2)
ylim([-10 10])
xlim([-10 5])
```

```
% Pelo gráfico, percebe-se que o gráfico está parecido com o segundo da segunda
% coluna. Colocando no sisotool(Gmf_3_2), vemos que o lugar das raízes é
% igual ao do segundo gráfico da primeira coluna.
% Ainda nesse software, quando a raiz é igual a -2, o gráfico fica mais
% próximo do pedido, como mostrado a seguir:
Gmf_3_2 = tf(Kp_3_2,[1 1+Kp_3_2])
```

```
figure
step(Gmf_3_2)
```

```
ylim([0 0.6])
xlim([0 4.5])
```

```
% Por ter circunferência, sabemos que há numerador dependente de s,
% enquanto embaixo se mantém dependendo de s^2
% Numerador = s+4, pois o centro da circunferência se aproxima de -4
numMA_3_3 = [0 1 4];
denMA_3_3 = [1 1 0];
Gma_3_3 = tf(numMA_3_3,denMA_3_3)
```

```
figure
rlocus(Gma_3_3)
ylim([-5 5])
xlim([-15 5])
```

```
% Por meio do sisotool, vemos que sua resposta ao degrau é parecida com a
% em análise, logo podemos calcular o ganho em malha fechada
```

```
Gmf_3_3 = tf(numMA_3_3,denMA_3_3+numMA_3_3)
figure
step(Gmf_3_3)
ylim([0 1.5])
xlim([0 6])
grid;
```

```
% Ainda nessa malha aberta, usando a função sisotool, vemos que há uma raiz na qual
% o gráfico aparenta ser o do meio na coluna dos degraus, com erro de
% amplitude em 2 vezes maior, como mostrado a seguir.
```

```
% Questão 4
Mp_4 = 0.18;
Ts_4 = 3.8;
zeta_4 = sqrt((log(Mp_4)^2)/(pi^2+(log(Mp_4)^2)));
wn_4 = 4/(Ts_4*zeta_4);
```

```
Gmf_4 = tf(wn_4^2,[1 2*zeta_4*wn_4 wn_4^2])
```

```
figure
info = stepinfo(Gmf_4);
step(Gmf_4)
hold;
plot(info.SettlingTime,0.98,'bo')
plot(xlim,0.98*[1 1],'k-.')
plot(xlim,1.02*[1 1],'k-.')
grid;
```