

EA721 - Princípios de Controle e Servomecanismo

Turma A

Trabalho Computacional 04

Thiago Maximo Pavão - 247381
Vinícius Esperança Mantovani - 247395

Códigos:

tarefa1_alunos.m:

```
JavaScript
function tarefa1_alunos()

%definicao da planta
m=0.5;
k=20;
b=1.5;
G=tf([1],[m b k]);

Kp = 4;
Kd = 1;
ganhoDeBusca=2;
ganhosFixos = [Kp 0 Kd];
faixaBusca = linspace(0.001,50,100);
tempoSimulacao = 0:0.01:5;
[saidas] =
calculaSaida(faixaBusca,G, ganhosFixos, ganhoDeBusca, tempoSimulacao);

gravarVideo=1;
animateStep(gravarVideo,saidas,tempoSimulacao, faixaBusca, ganhoDeBusca, ganhos
Fixos);

%_____
function [saida] = calculaSaida(faixaBusca,G,
ganhosFixos, ganhoDeBusca, tempoSimulacao)

saida = [];
for i=1:size(faixaBusca,2)
    ganhosFixos(ganhoDeBusca)=faixaBusca(i);
    C = pid(ganhosFixos(1), ganhosFixos(2), ganhosFixos(3));
    Gcl=feedback(C*G,1);
    s=step(Gcl,tempoSimulacao);
    saida = [saida;s'];
end
```

```

%-----
function animateStep(gravarVideo,saida,tempo,k,ganhoDeBusca,anhosFixos)

fig = figure();

box=[0 tempo(end) 0 1.5];

f=1;
while f <= size(saida,1)

    hold on;

    axis(box);
    s = printGanhos(k(f),ganhoDeBusca,anhosFixos);
    text(box(2)-2.5,box(3)+1,s);

    plot(tempo,saida(f,:));

    xlabel t;
    ylabel y;
    axis(box);
    hold off;
    if gravarVideo
        F{f} = getframe();
    else
        pause(0.1);
    end
    clf(fig);
    fprintf('f=%d -> k=%.3f\n',f,k(f));
    f=f+1;
end
if gravarVideo
    geraVideo('tarefa1.avi',F);
end
close(fig);

%-----
function geraVideo(nome,F)

writerObj = VideoWriter(nome,'Motion JPEG AVI');
open(writerObj);
minL=1e10;
minC=1e10;
for f=1:size(F,2)
    if size(F{f}.cdata,1) < minL
        minL = size(F{f}.cdata,1);
    end
end
writerObj.writeFrame(F{f});
end
close(writerObj);

```

```

        end
        if size(F{f}.cdata,2) < minC
            minC = size(F{f}.cdata,2);
        end
    end
    for f=1:size(F,2)
        F2.colormap = [];
        for i=1:3
            F2.cdata(1:minL,1:minC,i) =F{f}.cdata(1:minL,1:minC,i);
        end
        writeVideo(writerObj,F2);
    end
    close(writerObj);

%-----
function s = printGanhos(k, ganhoDeBusca, ganhosFixos)

if ganhoDeBusca==1
    s=sprintf('kp = %.2f ki=%.2f kd=%.2f\n',k, ganhosFixos([2 3]));
elseif ganhoDeBusca==2
    s=sprintf('kp = %.2f ki=%.2f
kd=%.2f\n', ganhosFixos(1),k, ganhosFixos(3));
else
    s=sprintf('kp = %.2f ki=%.2f
kd=%.2f\n', ganhosFixos(1), ganhosFixos(2),k);
end

```

extra1.m:

```

JavaScript
function extra1()

%definicao da planta
m=0.5;
k=20;
b=1.5;
G=tf([1],[m b k]);

z1 = 5-8i;
z2 = 5+8i;
p1 = 0;
p2 = 0;
ganhoDeBusca = 4;
ganhosFixos = [z1 z2 p1 p2];
faixaBusca = linspace(0.001,5,100);

```

```

tempoSimulacao = 0:0.01:5;
[saidas] =
calculaSaida(faixaBusca,G, ganhosFixos, ganhoDeBusca, tempoSimulacao);

gravarVideo=1;
animateStep(gravarVideo, saidas, tempoSimulacao, faixaBusca, ganhoDeBusca, ganhos
Fixos);

%-----
function [saida] = calculaSaida(faixaBusca,G,
ganhosFixos, ganhoDeBusca, tempoSimulacao)

saida = [];
for i=1:size(faixaBusca,2)
    ganhosFixos(ganhoDeBusca)=faixaBusca(i);

    s = tf([1 0], 1);

    z1 = ganhosFixos(1);
    z2 = ganhosFixos(2);
    p1 = ganhosFixos(3);
    p2 = ganhosFixos(4);

    C = (s + z1)*(s + z2) / ( (s + p1)*(s + p2) );
    Gcl=feedback(C*G,1);
    s=step(Gcl,tempoSimulacao);
    saida = [saida;s'];
end

%-----
function animateStep(gravarVideo, saida, tempo, k, ganhoDeBusca, ganhosFixos)

fig = figure();

set(fig, 'Position', [100, 100, 800, 600]); % Exemplo: 800x600 pixels

box=[0 tempo(end) 0 1.5];

f=1;
while f <= size(saida,1)

    hold on;

    axis(box);
    s = printGanhos(k(f), ganhoDeBusca, ganhosFixos);
    text(box(2)-2.5, box(3)+1, s);

```

```

    plot(tempo,saida(f,:));

    xlabel t;
    ylabel y;
    axis(box);
    hold off;
    if gravarVideo
        F{f} = getframe();
    else
        pause(0.1);
    end
    clf(fig);
    fprintf('f=%d -> k=%.3f\n',f,k(f));
    f=f+1;
end
if gravarVideo
    geraVideo('extra1.avi',F);
end
close(fig);

%-----
function geraVideo(nome,F)

writerObj = VideoWriter(nome,'Motion JPEG AVI');
open(writerObj);
minL=1e10;
minC=1e10;
for f=1:size(F,2)
    if size(F{f}.cdata,1) < minL
        minL = size(F{f}.cdata,1);
    end
    if size(F{f}.cdata,2) < minC
        minC = size(F{f}.cdata,2);
    end
end
for f=1:size(F,2)
    F2.colormap = [];
    for i=1:3
        F2.cdata(1:minL,1:minC,i) =F{f}.cdata(1:minL,1:minC,i);
    end
    writeVideo(writerObj,F2);
end
close(writerObj);

%-----
function s = printGanhos(k,ganhoDeBusca,ganhosFixos)

```

```

if ganhoDeBusca==1
    s=sprintf('z1 =%.2f z2=%.2f+%.2fi p1=%.2f p2=%.2f\n',k,
    real(ganhosFixos([2])), imag(ganhosFixos([2])), ganhosFixos([3 4]));
elseif ganhoDeBusca==2
    s=sprintf('z1 =%.2f%.2fi z2=%.2f p1=%.2f
p2=%.2f\n',real(ganhosFixos(1)), imag(ganhosFixos(1)), k, ganhosFixos([3
4]));
elseif ganhoDeBusca==3
    s=sprintf('z1=%.2f%.2fi z2=%.2f+%.2fi p1=%.2f
p2=%.2f\n',real(ganhosFixos([1])), imag(ganhosFixos([1])),
real(ganhosFixos([2])), imag(ganhosFixos([2])),k, ganhosFixos(4));
else
    s=sprintf('z1=%.2f%.2fi z2=%.2f+%.2fi p1=%.2f
p2=%.2f\n',real([ganhosFixos([1]])], imag([ganhosFixos([1]])],
real([ganhosFixos([2]])], imag([ganhosFixos([2]])], ganhosFixos([3]),k);
end

```

tarefa2_alunos.m:

```

JavaScript
function tarefa2_alunos()

Kp = 4;
Kd = 1;
ganhoDeBusca=2;
ganhosFixos = [Kp 0 Kd];
faixaBusca = linspace(0.001,50,100);
[polos] = calculaRaizes(faixaBusca, ganhosFixos, ganhoDeBusca);

kpEscolhido = 10;
gravarVideo=1;
animateRlocus(gravarVideo, polos, faixaBusca, ganhoDeBusca, ganhosFixos, kpEscolhido);

%-----
function [polos] = calculaRaizes(faixaBusca, ganhosFixos, ganhoDeBusca)

polos = [];
for i=1:size(faixaBusca,2)
    ganhosFixos(ganhoDeBusca)=faixaBusca(i);
    kp = ganhosFixos(1);
    ki = ganhosFixos(2);
    kd = ganhosFixos(3);

    m = 0.5;

```

```

    b = 1.5;
    k = 20;
    raizes = roots([m b+kd k+kp ki]);

    %raizes sendo acumuladas na matriz polos (substitua -1 -2 -3 pelas
    %raizes calculadas pelo comando roots.
    polos = [polos; raizes(1) raizes(2) raizes(3)];
end

%-----
function
animateRlocus(gravarVideo,polos,faixaBusca,ganhoDeBusca, ganhosFixos, ganhoEsc
olhido)

cores = {'b','r','g','k','m'};

fig = figure();

box=calculaDimCanvas(polos);
f=1;
while f <= length(polos)

    ganhoVariavel = faixaBusca(f);

    s = printGanhos(ganhoVariavel, ganhoDeBusca, ganhosFixos);
    text(box(2)-2.5,box(3)+1,s);
    hold on;
    grid;
    xlabel real;
    ylabel imag;
    %desenha todos os polos até a posicao 'f'
    for i=1:size(polos,2)
        plot(real(polos(1:f,i)),imag(polos(1:f,i)),cores{i});
    end
    %desenha todos os polos na posicao 'f'
    for i=1:size(polos,2)
        plot(real(polos(f,i)),imag(polos(f,i)),strcat(cores{i}, '*'));
    end

    axis(box);
    if gravarVideo
        F{f} = getframe();
    else
        pause(0.1);
    end
    clf(fig);
    fprintf('f=%d -> k=%.3f\n',f,faixaBusca(f));

```

```

        f=f+1;
    end
    if gravarVideo
        geraVideo('tarefa2.avi',F);
    end
    close(fig);

%-----
function geraVideo(nome,F)

writerObj = VideoWriter(nome,'Motion JPEG AVI');
open(writerObj);
minL=1e10;
minC=1e10;
for f=1:size(F,2)
    if size(F{f}.cdata,1) < minL
        minL = size(F{f}.cdata,1);
    end
    if size(F{f}.cdata,2) < minC
        minC = size(F{f}.cdata,2);
    end
end
for f=1:size(F,2)
    F2.colormap = [];
    for i=1:3
        F2.cdata(1:minL,1:minC,i) =F{f}.cdata(1:minL,1:minC,i);
    end
    writeVideo(writerObj,F2);
end
close(writerObj);

%-----
function s = printGanhos(k,ganhoDeBusca,ganhosFixos)

if ganhoDeBusca==1
    s=sprintf('kp = %.2f ki=%.2f kd=%.2f\n',k,ganhosFixos([2 3]));
elseif ganhoDeBusca==2
    s=sprintf('kp = %.2f ki=%.2f kd=%.2f\n',ganhosFixos(1),k,ganhosFixos(3));
else
    s=sprintf('kp = %.2f ki=%.2f kd=%.2f\n',ganhosFixos(1),ganhosFixos(2),k);
end

%-----
function box=calculaDimCanvas(polos)

box = [1e10 -1e10 1e10 -1e10];

```



```

for i=1:length(polos)
    p=polos(i,:);
    xma=max(real(p));
    xmi=min(real(p));
    yma=max(imag(p));
    ymi=min(imag(p));
    if xma > box(2)
        box(2) = xma;
    end
    if xmi < box(1)
        box(1) = xmi;
    end
    if yma > box(4)
        box(4) = yma;
    end
    if ymi < box(3)
        box(3) = ymi;
    end
end
box(1) = box(1) -1;
box(2) = box(2) +1;
box(3) = box(3) -1;
box(4) = box(4) +1;

```

tarefa2_alunos_op.m:

```

JavaScript
function tarefa2_alunos_op()

Kp = 4;
Kd = 1;
ganhoDeBusca=2;
ganhosFixos = [Kp 0 Kd];
faixaBusca = linspace(0.001,100,200);
[polos] = calculaRaizes(faixaBusca, ganhosFixos, ganhoDeBusca);

kiEscolhido = 40;
gravarVideo=1;
animateRlocus(gravarVideo, polos, faixaBusca, ganhoDeBusca, ganhosFixos, kiEscolhido);

%-----
function [polos] = calculaRaizes(faixaBusca, ganhosFixos, ganhoDeBusca)

polos = [];

```

```

for i=1:size(faixaBusca,2)
    ganhosFixos(ganhoDeBusca)=faixaBusca(i);
    kp = ganhosFixos(1);
    ki = ganhosFixos(2);
    kd = ganhosFixos(3);

    m = 0.5;
    b = 1.5;
    k = 20;
    raizes = roots([m b+kd k+kp ki]);

    %raizes sendo acumuladas na matriz polos (substitua -1 -2 -3 pelas
    %raizes calculadas pelo comando roots.
    polos = [polos; raizes(1) raizes(2) raizes(3)];
end

%-----
function
animateRlocus(gravarVideo,polos, faixaBusca, ganhoDeBusca, ganhosFixos, ganhoEsc
olhido)

m = 0.5;
b = 1.5;
k = 20;
kp=4;
ki=40;
kd=1;
polosEscolhidos = roots([m b+kd k+kp ki]);

cores = {'b','r','g','k','m'};

fig = figure();

box=calculaDimCanvas(polos);
f=1;
while f <= length(polos)

    ganhoVariavel = faixaBusca(f);

    s = printGanhos(ganhoVariavel, ganhoDeBusca, ganhosFixos);
    text(box(2)-2.5, box(3)+1, s);
    hold on;
    grid;
    xlabel real;
    ylabel imag;
    %desenha todos os polos até a posicao 'f'
    for i=1:size(polos,2)

```

```

        plot(real(polos(1:f,i)),imag(polos(1:f,i)),cores{i});
    end
    %desenha todos os polos na posicao 'f'
    for i=1:size(polos,2)
        plot(real(polos(f,i)),imag(polos(f,i)),strcat(cores{i},'*'));
    end

    if ganhoVariavel >= ganhoEscolhido
        for i=1:size(polos,2)

plot(real(polosEscolhidos(i)),imag(polosEscolhidos(i)),strcat(cores{i},'^'))
;
            end
        end

        axis(box);
        if gravarVideo
            F{f} = getframe();
        else
            pause(0.1);
        end
        clf(fig);
        fprintf('f=%d -> k=%.3f\n',f,faixaBusca(f));
        f=f+1;
    end
    if gravarVideo
        geraVideo('tarefa2.avi',F);
    end
    close(fig);

%-----
function geraVideo(nome,F)

writerObj = VideoWriter(nome,'Motion JPEG AVI');
open(writerObj);
minL=1e10;
minC=1e10;
for f=1:size(F,2)
    if size(F{f}.cdata,1) < minL
        minL = size(F{f}.cdata,1);
    end
    if size(F{f}.cdata,2) < minC
        minC = size(F{f}.cdata,2);
    end
end
for f=1:size(F,2)
    F2.colormap = [];
    for i=1:3

```

```

        F2.cdata(1:minL,1:minC,i) =F{f}.cdata(1:minL,1:minC,i);
    end
    writeVideo(writerObj,F2);
end
close(writerObj);

%-----
function s = printGanhos(k,ganhoDeBusca,ganhosFixos)

if ganhoDeBusca==1
    s=sprintf('kp = %.2f ki=%.2f kd=%.2f\n',k,ganhosFixos([2 3]));
elseif ganhoDeBusca==2
    s=sprintf('kp = %.2f ki=%.2f
kd=%.2f\n',ganhosFixos(1),k,ganhosFixos(3));
else
    s=sprintf('kp = %.2f ki=%.2f
kd=%.2f\n',ganhosFixos(1),ganhosFixos(2),k);
end

%-----
function box=calculaDimCanvas(polos)

box = [1e10 -1e10 1e10 -1e10];
for i=1:length(polos)
    p=polos(i,:);
    xma=max(real(p));
    xmi=min(real(p));
    yma=max(imag(p));
    ymi=min(imag(p));
    if xma > box(2)
        box(2) = xma;
    end
    if xmi < box(1)
        box(1) = xmi;
    end
    if yma > box(4)
        box(4) = yma;
    end
    if ymi < box(3)
        box(3) = ymi;
    end
end
box(1) = box(1) -1;
box(2) = box(2) +1;
box(3) = box(3) -1;
box(4) = box(4) +1;

```

JavaScript

```
function tarefa3_alunos()

m=0.5;
k=20;
b=1.5;

G=tf([1],[m b k]);

%declare seus ganhos aqui
kp=4;
ki=40;
kd=1;
C = pid(kp,ki,kd);
G=feedback(G*C,1);

tempoSimulacao=0:0.1:5;
%degrau unitario
u=ones(1,length(tempoSimulacao))';
%simulacao
y=lsim(G,u,tempoSimulacao);

gravarVideo=1;
videoMassaMola(gravarVideo,tempoSimulacao,y')

%-----
function videoMassaMola(gravarVideo,tempo,saida)

fig = figure();

f=1;
tamCar1 = [1 0.5];
tamMola = [0.7];
ori = [0 -1];
while f <= length(saida)
    y = saida(1,f);

    hold on;
    axis equal;
    axis([-1 3.5 -1 1]);
    stringy=sprintf('y = %.2f\n',y);
    text(2.5,0.5,stringy);
    desenhaCarros(ori,y,tamCar1,tamMola);

    hold off;
    if gravarVideo
        F{f} = getframe();
    else
        pause(0.1);
    end
    f=f+1;
end
```

```

        end
        fprintf('frame=%d tempo=%.2f s -> [y] = [%.3f]\n',f,tempo(f),y);
        clf(fig);
        f=f+1;
    end
    if gravarVideo
        geraVideo('tarefa3.avi',F)
    end
    close(fig);

%-----
function geraVideo(nome,F)

writerObj = VideoWriter(nome,'Motion JPEG AVI');
open(writerObj);
minL=1e10;
minC=1e10;
for f=1:size(F,2)
    if size(F{f}.cdata,1) < minL
        minL = size(F{f}.cdata,1);
    end
    if size(F{f}.cdata,2) < minC
        minC = size(F{f}.cdata,2);
    end
end
for f=1:size(F,2)
    F2.colormap = [];
    for i=1:3
        F2.cdata(1:minL,1:minC,i) =F{f}.cdata(1:minL,1:minC,i);
    end
    writeVideo(writerObj,F2);
end
close(writerObj);

%-----
function desenhaCarros(ori,y,tamCar1,tamMola)

%carro
p1 = [ori(1)+y ori(2)];
p2 = [ori(1)+y + tamCar1(1) ori(2)];
p3 = [ori(1)+y + tamCar1(1) ori(2)+tamCar1(2)];
p4 = [ori(1)+y ori(2)+tamCar1(2)];

pts = [p1;p2;p3;p4];
f=fill(pts(:,1),pts(:,2),'b');

para=1;

```

```

%bola
folgaNaDireita=2;
ro = 0.1;
xa = ori(1)+tamCar1(1)+y;
ya = ori(2)+tamCar1(2)/2;
xb = ori(1)+tamCar1(1)+folgaNaDireita;
yb = ori(2)+tamCar1(2)/2;
ne = 5;
a = tamMola(1);
[xs,ys] = spring(xa,ya,xb,yb,ne,a,ro);
plot(xs,ys, 'LineWidth',2, 'Color', 'r')

%fixacao da direita
r=ori(1)+tamCar1(1)+folgaNaDireita;
p1 = [r ori(2)];
p2 = [r+0.1 ori(2)];
p3 = [r+0.1 ori(2)+0.7];
p4 = [r ori(2)+0.7];
pts = [p1;p2;p3;p4];
f=fill(pts(:,1),pts(:,2), 'k');

%pisso
p1 = [ori(1)-0.1 ori(2)];
p2 = [ori(1)+tamMola(1)+tamCar1(1)+folgaNaDireita, ori(2)];
plot([p1(1) p2(1)], [p1(2) p2(2)], 'LineWidth',0.5, 'Color', 'k');

```

extra3.m:

```

JavaScript
function tarefa3_alunos()

m=0.5;
k=20;
b=1.5;

G=tf([1],[m b k]);

%declare seus ganhos aqui
kp=4;
ki=40;
kd=1;
C = pid(kp,ki,kd);

```

```

G=feedback(G*C,1);

tempoSimulacao=0:0.1:5;
%degrau unitario
u=ones(1,length(tempoSimulacao))';
%simulacao
y=lsim(G,u,tempoSimulacao);

gravarVideo=1;
videoMassaMola(gravarVideo,tempoSimulacao,y')

%-----
function videoMassaMola(gravarVideo,tempo,saida)

fig = figure();

f=1;
tamCar1 = [1 0.7];
tamMola = [0.7];
ori = [0 -1];
while f <= length(saida)
    y = saida(1,f);

    hold on;
    axis equal;
    axis([-1 3.5 -1 1]);
    stringy=sprintf('y = %.2f\n',y);
    text(2.5,0.5,stringy);
    desenhaCarros(ori,y,tamCar1,tamMola);

    hold off;
    if gravarVideo
        F{f} = getframe();
    else
        pause(0.1);
    end
    fprintf('frame=%d tempo=%.2f s -> [y] = [%.3f]\n',f,tempo(f),y);
    clf(fig);
    f=f+1;
end
if gravarVideo
    geraVideo('extra3.avi',F)
end
close(fig);

%-----
function geraVideo(nome,F)

```



```

writerObj = VideoWriter(nome,'Motion JPEG AVI');
open(writerObj);
minL=1e10;
minC=1e10;
for f=1:size(F,2)
    if size(F{f}.cdata,1) < minL
        minL = size(F{f}.cdata,1);
    end
    if size(F{f}.cdata,2) < minC
        minC = size(F{f}.cdata,2);
    end
end
for f=1:size(F,2)
    F2.colormap = [];
    for i=1:3
        F2.cdata(1:minL,1:minC,i) =F{f}.cdata(1:minL,1:minC,i);
    end
    writeVideo(writerObj,F2);
end
close(writerObj);

```

```

%-----
function desenhaCarros(ori,y,tamCar1,tamMola)

```

```

%carro
p1 = [ori(1)+y ori(2)];
p2 = [ori(1)+y + tamCar1(1) ori(2)];
p3 = [ori(1)+y + tamCar1(1) ori(2)+tamCar1(2)];
p4 = [ori(1)+y ori(2)+tamCar1(2)];

pts = [p1;p2;p3;p4];
f=fill(pts(:,1),pts(:,2),'b');

para=1;

```

```

%mola
folgaNaDireita=2;
ro = 0.1;
xa = ori(1)+tamCar1(1)+y;
ya = ori(2)+tamCar1(2)/2 + 0.1;
xb = ori(1)+tamCar1(1)+folgaNaDireita;
yb = ori(2)+tamCar1(2)/2 + 0.1;
ne = 5;
a = tamMola(1);
[xs,ys] = spring(xa,ya,xb,yb,ne,a,ro);
plot(xs,ys,'LineWidth',2,'Color','r')

```

```

% desenha o amortecedor
plot([2.1 2.7], [-0.7 -0.7], 'LineWidth', 1, 'Color', 'k');
plot([2.1 2.7], [-0.9 -0.9], 'LineWidth', 1, 'Color', 'k');
plot([3 2.7], [-0.8 -0.8], 'LineWidth', 1, 'Color', 'k');
plot([2.7 2.7], [-0.7 -0.9], 'LineWidth', 1, 'Color', 'k');

len = 1.2-y/1.8;
plot([xa xa+len], [-0.8 -0.8], 'LineWidth', 1, 'Color', 'k');
plot([xa+len xa+len], [-0.7 -0.9], 'LineWidth', 1, 'Color', 'k');

%fixacao da direita
r=ori(1)+tamCar1(1)+folgaNaDireita;
p1 = [r ori(2)];
p2 = [r+0.1 ori(2)];
p3 = [r+0.1 ori(2)+0.7];
p4 = [r ori(2)+0.7];
pts = [p1;p2;p3;p4];
f=fill(pts(:,1),pts(:,2), 'k');

%pisso
p1 = [ori(1)-0.1 ori(2)];
p2 = [ori(1)+tamMola(1)+tamCar1(1)+folgaNaDireita, ori(2)];
plot([p1(1) p2(1)], [p1(2) p2(2)], 'LineWidth', 0.5, 'Color', 'k');

```