

1	% IMPORTANTE: para passar parametros ao Simulink, o programa nao pode ser
2	% uma funcao, mas um script
3	%% Problema 7.19 - projeto do controle de arfagem por alocao de polos
4	% com filtro de rejeicao de disturbio
5	%%
6	clc;clear all;close all;
7	% Dados
8	hmax=14e3; % lb.ft.s
9	hmax=hmax*0.3048*4.4482216; % N.m
10	n=0.0011; % rad/s
11	% Requisito - polos de malha fechada desejados
12	pr(1)=-1.5*n;pr(2)=-1*n;pr(3)=(-1.5+1i*1.5)*n;pr(4)=(-1.5-1i*1.5)*n;
13	pr(5)=(-0.3+1i*1)*n;pr(6)=(-0.3-1i*1)*n;pr(7)=(-0.3+1i*2)*n;pr(8)=(-0.3-1i*2)*n;
14	% Chama a funcao da dinamica
15	[A,B,B2,ftarf,ftrg]=modelo_iss_cmrg;
16	% Matrices do modelo de espaco de estados de ordem reduzida de arfagem
17	% 1 2 3 4 5 6 7 8 9
18	% [wx Dwy wz phi theta psi hx hy hz] -> [thetap theta hy] (Dwy=thetap)
19	% 1 2 3
20	% [ux uy uz] -> [uy].
21	Aa=[A(2,2) A(2,5) A(2,8)
22	A(5,2) A(5,5) A(5,8)
23	A(8,2) A(8,5) A(8,8)];
24	Ba=[B(2,2)
25	B(5,2)
26	B(8,2)];
27	B2a=[B2(2,2)
28	B2(5,2)
29	B2(8,2)];
30	% Insere uma variavel de estado adicional referente a integral do momento
31	% angular hy
32	Aa=[Aa zeros(3,1)
33	0 0 1 0];
34	Ba=[Ba;0];
35	B2a=[B2a;0];
36	% Matrices aumentadas inserindo o filtro de rejeicao de disturbio. Ele
37	% recebe o angulo theta como entrada. Suas 4 variaveis de estado compoem a
38	% realimentacao de estado
39	Af=[0 1 0 0
40	-n^2 0 0 0
41	0 0 0 1
42	0 0 -(2*n)^2 0];

```

43 - Bf=[0;1;0;1];
44 - Aaa=[Aa zeros(4,4)
45 -     zeros(4,1) Bf zeros(4,2) Af];
46 - Baa=[Ba;0;0;0;0];
47 - B2aa=[B2a;0;0;0;0];
48 - % Matriz de ganhos de realimentacao de estado determinada por alocao de
49 - % polos
50 - K=place(Aaa,Baa,pr);
51 - % Desmembra os ganhos do controlador - o diagrama usa o controle com sinal
52 - % positivo ao inves de negativo, necessario trocar nos ganhos.
53 - kyp=-K(2) % Realimentacao de theta
54 - kyd=-K(1) % Realimentacao de thetap
55 - kyh=-K(3) % Realimentacao de hy
56 - kyi=-K(4) % Realimentacao da int(hy)
57 - kya=-K(5) % Realimentacao de theta
58 - kyap=-K(6) % Realimentacao de thetap
59 - kyb=-K(7) % Realimentacao de hy
60 - kybp=-K(8) % Realimentacao da int(hy)
61 - % Matriz A de malha fechada
62 - Ac=Aaa-Baa*K;
63 - % Polos de malha fechada

```

```

64 - damp(Ac)
65 - % Modelo de espaco de estados de malha fechada - saidas theta e hy, entrada
66 - % dy
67 - C=[0 1 0 0 0 0 0;0 0 1 0 0 0 0];D=[0;0];
68 - mfarf=ss(Ac,B2aa,C,D);
69 - % Funcoes de transferencia de malha fechada
70 - mfftarf=zpk(mfarf)
71 - % Diagrama de bode da saida theta com respeito a entrada dy em malha
72 - % fechada
73 - figure();bode(mfftarf(1,1));grid;
74 - % Diagrama de bode da saida hy com respeito a entrada dy em malha
75 - % fechada
76 - figure();bode(mfftarf(2,1));grid;
77 - % Entradas do simulink
78 - global T disturbio_y
79 - T=5*2*pi/n; % 4 orbitas - intervalo da simulacao
80 - t=0:30:T; % Vetor de tempos
81 - t=t'; % Vetor coluna
82 - N=length(t);
83 - d=zeros(N,1); % Vetor de perturbacao dy em funcao do tempo
84 - for j=1:N

```

```

85 - d(j)=4+2*sin(n*t(j))+0.5*sin(2*n*t(j)); % foot.pound
86 - d(j)=d(j)*0.3048*4.4482216; % N.m
87 - end
88 - % Estrutura enviada ao Simulink
89 - disturbio_y.time=t;
90 - disturbio_y.signals.values=d;
91 - % Condições iniciais
92 - theta0=1*pi/180;thetap0=0.001*pi/180;
93 - % Simula
94 - sim('diagrama_problema7p19');
95 - % Resultados
96 - t=theta.time;
97 - N=length(t);
98 - theta=theta.signals.values;
99 - hy=hy.signals.values;
100 - u=u.signals.values;
101 - dy=dy.signals.values;
102 - % Graficos
103 - figure()
104 - subplot(221);plot(t,theta*180/pi);grid;xlabel('t (s)');ylabel('theta (°)')
105 - subplot(222);plot(t,hy,t,hmax*ones(1,N),t,-hmax*ones(1,N));grid;xlabel('t (s)');ylabel('h_y (N.m.s)');
106 - subplot(223);plot(t,dy);grid;xlabel('t (s)');ylabel('d_y (N.m)');
107 - subplot(224);plot(t,u);grid;xlabel('t (s)');ylabel('u_y (N.m)');

```



