

```

clc
clear all
close all

%% #####
% %
% %
% %
% %
% %#####

%% règles

% décommenter les modules
% ne JAMAIS commenter les trucs avec ecrit % NE PAS COMMENTER

% %Données de base

Ka=0.2;          % NE PAS COMMENTER
Rm=2.6;          % NE PAS COMMENTER
Km=0.00767;      % NE PAS COMMENTER
Kg=70;           % NE PAS COMMENTER
Jmot=3.87e-7;    % NE PAS COMMENTER
Ks=0.75;         % NE PAS COMMENTER
b=0.004;         % NE PAS COMMENTER
Jmod=3.944e-4;   % NE PAS COMMENTER
Jbr=0.0037;      % NE PAS COMMENTER
Jm=Jmod+(Kg^2*Jmot); % NE PAS COMMENTER

% %definition des fonctions de transfert

s=tf('s');       % NE PAS COMMENTER

G=(Ks*Kg*Km*Ka)/( (Jbr*s^2+Ks)*(Rm*Jm*s^2+Rm*b*s+Km^2*Kg^2*s)+Rm*Ks*Jbr*s^2);
% NE PAS COMMENTER
K=8;             % NE PAS COMMENTER

%% #####
% %
% %
% %
% %
% %#####

%% question 1_2 a 1_3_4-----

YoR=feedback(K*G,1); % NE PAS COMMENTER
UoR=feedback(K,G);   % NE PAS COMMENTER
EoR=feedback(1,K*G); % NE PAS COMMENTER
YoW=feedback(G,K);   % NE PAS COMMENTER

S=EoR;              % NE PAS COMMENTER
U=UoR;              % NE PAS COMMENTER
T=YoR;              % NE PAS COMMENTER
V=YoW;              % NE PAS COMMENTER

```

```

% zpk(G)
% zpk(S)
% zpk(U)
% zpk(T)
% zpk(V)

%% question 1_3_a-----

% figure()
% hold on
%
% subplot(2,2,1)
% step(S)
% title('reference signal to the tracking error')
% subplot(2,2,2)
% step(U)
% title('reference signal to the control')
% subplot(2,2,3)
% step(T)
% title('reference signal to the output')
% subplot(2,2,4)
% step(V)
% title('disturbance signal to the output')
% hold off

%% question 1_3_b-----

% figure()
% pole(T)
% title('13b');

%% question 1_3_c-----
%
% figure()
%
% plot(pole(T), 'x')
% title('13c');

%% question 1_4-----
%
% figure()
% title('14');
%
% rlocus(T,0:0.01:5)
% rlocus(G)
% rlocus(G,17:0.01:19)

%% question 1_5-----

% step(T)
% stepinfo(T)
% bandwidth(T)
% bodemag(T)

```

```
%% #####
% #####
% # Module 2 #
% #####
%#####
```

```
%% question 211-----
```

```
% step(G,0:0.001:0.5)
% hold on
% xstep=0.2:0.01:0.3;
% xstep=xstep';
% ystep=step(G,xstep);
% %ystep=ystep';
% %plot(xstep,ystep,"o")
%
% pstep=polyfit(ystep,xstep,1)
%
%
% plot(polyval(pstep,0:0.01:0.5),0:0.01:0.5,"r")
```

```
%% question 213 -----
```

```
R=1.962;          % NE PAS COMMENTER
L=0.1153;         % NE PAS COMMENTER

Kp=1/(R*L);       % NE PAS COMMENTER
Ti=2*L;           % NE PAS COMMENTER
Td=0.5*L;         % NE PAS COMMENTER
```

```
%% question 214 -----
```

```
Dc=Kp*(1+1/(Ti*s))*(1+Td*s) ; % NE PAS COMMENTER

Tpid=feedback(Dc*G,1) ; % NE PAS COMMENTER
%
% pole(Tpid)
% plot(pole(Tpid),'x')
```

```
%% question 221 -----
```

```
Ku=18.15258174; % NE PAS COMMENTER
Pu=0.348; % NE PAS COMMENTER

Tku=feedback(Ku*G,1) ; % NE PAS COMMENTER

% step(Tku,0:0.001:1.5);
```

```
%% question 223 -----
```

```
Kp2=0.6*Ku; % NE PAS COMMENTER
Ti2=0.5*Pu; % NE PAS COMMENTER
Td2=0.125*Pu; % NE PAS COMMENTER
```

```

Dc2=Kp2*(1+1/(Ti2*s))*(1+Td2*s) ;           % NE PAS COMMENTER

Tpid2=feedback(Dc2*G,1);                     % NE PAS COMMENTER
%
% step(Tpid2);

%% question 224 -----

Vpid2=feedback(G,Dc2) ;                      % NE PAS COMMENTER
%
% step(Vpid2)

%% question 231 -----

G1=G*s;                                       % NE PAS COMMENTER

% step(G1)
% stepinfo(G1)

Kss=0.359;                                   % NE PAS COMMENTER
Peak=0.5239;                                % NE PAS COMMENTER
Tp=0.2338;                                   % NE PAS COMMENTER

Mp=(Peak-Kss)/(Kss);                         % NE PAS COMMENTER

Damp=((log(Mp).^2)/(pi^2+(log(Mp)).^2)).^0.5; % NE PAS COMMENTER

Wn=pi/(Tp*sqrt(1-Damp.^2));                  % NE PAS COMMENTER

%% question 232 -----

BWinner=40;
taum1=1/BWinner;

model=1/(1+0.025*s);
dc=(model)/(G*(1-model));

gamma=Kss;

kp=(2*Damp)/(gamma*Wn*taum1);
ki=1/(gamma*taum1);
kd=1/(gamma*Wn^2*taum1);

%% question 233 -----

BWouter=4;                                   % NE PAS COMMENTER
taum2=1/BWouter;                             % NE PAS COMMENTER

model_2=1/(1+0.25*s);                        % NE PAS COMMENTER

kp=BWouter;                                  % NE PAS COMMENTER

dc2=minreal((model_2)/(G*(1-model_2)));      % NE PAS COMMENTER

```

```

%% question 234 -----

kp=3.8696;           % NE PAS COMMENTER
ki=111.4206;         % NE PAS COMMENTER
kd=0.5814;           % NE PAS COMMENTER


dc=4;                % NE PAS COMMENTER
dcp=kp+kd*s+ki/s;    % NE PAS COMMENTER


Gcas=( (dc*dcp*G1)/(s+dcp*G1*s+dc*dcp*G1)); % NE PAS COMMENTER
zpk(Gcas);


%% question 235 -----

Vcas=(G1)/(s+G1*dcp*s+dc*dcp*G1); % NE PAS COMMENTER
zpk(Vcas);


%% question 236 -----

%%% reference ZN + cascade

% figure
% step(Tpid2)
% hold on
% step(Gcas)
% title('Step reference input response')
% legend('ZN controller','Cascade controller')


%%% disturbance ZN + cascade
%
% figure
% step(Vpid2)
% hold on
% step(Vcas)
% title('Step disturbance rejection response')
% legend('ZN controller','Cascade controller')


%% #####
% #####
% #           Module 3           #
% #####
% #####

%% question 311 -----

% figure
% bode(G)
%
kp=14.62;            % NE PAS COMMENTER
%
% bode(kp.*G)
%
```

```

% [GM,PM]=margin(kp*G);

%% question 321 -----

Klead=44.5;          % NE PAS COMMENTER
%
% bode(Klead*G)
%
changeinmagnitude=-23;      % NE PAS COMMENTER
changeinphase=-12.6;      % NE PAS COMMENTER
%
phi=changeinmagnitude*2*pi/360;      % NE PAS COMMENTER
magup=10^(changeinphase/20);      % NE PAS COMMENTER
p=tan(phi)      ;      % NE PAS COMMENTER
c=magup^2      ;      % NE PAS COMMENTER

%%% calcul de alpha (noté a)

syms a % NE PAS COMMENTER
eqn = (p.^2-c+1).*a.^2+2.*p.^2.*c.*a+p.^2.*c.^2+c.^2-c==0;
sola = solve(eqn,a); % NE PAS COMMENTER
vpa(sola); % NE PAS COMMENTER
a=vpa(sola(2)); % NE PAS COMMENTER

tau=(1./4).*((1-c)./(c-a.^2)).^0.5;      % NE PAS COMMENTER

atau=a*tau;          % NE PAS COMMENTER

% Bon ici, faut retaper les valeurs de tau et atau
% a la main dans DC car ca beug je sais pas pk

Dc=Klead*((1+0.439*s)/(1+2.14*s));      % NE PAS COMMENTER

Glead=(G*Dc)/(1+G*Dc);      % NE PAS COMMENTER
Vlead=(G)/(1+G*Dc);      % NE PAS COMMENTER

%% question 322 -----

% bode(Glead)
%
% BW=bandwidth(Glead,'lower');
% [GM,PM]=margin(Glead);
% bodemag(1/(1+Glead));

%% question 323 -----

peakvalue=6.31      ;      % NE PAS COMMENTER

MM=1/(10^(peakvalue/20));

%% question 331 -----

figure
step(Gcas)

```

```

hold on
step(Glead)
title('Step reference input response')
legend('Cascade controller','Leadlag controller')

%% question 332 -----

figure
step(Vcas)
hold on
step(Vlead)
title('Step disturbance rejection')
legend('Cascade controller','Leadlag controller')

%% #####
% #####
% # Module 4 #
% #####
%#####

%% ----- question 411 -----

A = [(-Kg^2*Km^2/(Rm*Jm)- b/Jm) 0 0 Ks/Jm ; 1 0 0 0; (Kg^2*Km^2/(Rm*Jm)+ b/Jm)
0 0 (-Ks*(Jm+Jbr)/(Jm*Jbr)); 0 0 1 0];
B = [Kg*Km*Ka/(Rm*Jm); 0; -Kg*Km*Ka/(Rm*Jm); 0];
C = [0 1 0 1];
D = 0;
Gss = tf(ss(A,B,C,0));
% Gss = G (state space)%Gss = C*inv((s*eye(4)- A))*B;
minreal(zpk(minreal(Gss)));

%% ----- question 412 -----
subplot(2,1,1)

bode(Gss)

subplot(2,1,2)

bode(G)

figure

%% ----- question 413 -----

CO = [B A*B A^2*B A^3*B]; %control
O = [C; C*A; C*(A^2); C*(A^3)]; %observable
controllable=det(CO);

%% ----- question 414 -----

observable=det(O);

```

```

%% ----- question 421 -----

% Ac = [-50.16 -529.9 -10158.18 0; 1 0 0 0; 0 1 0 0; 0 0 1 0];
% Bc = [1; 0; 0; 0];
c = 0.8;
w = 7;

alpha = 70;
alpha >> wn ---> 10*wn = alpha = 70
alphaC = (s^2 + 2*c*w*s + w^2)*(s + alpha)^2;
p = zero(alphaC);
K = acker(A,B,p);

%% ----- question 422 -----

Ao = transpose(A);
Bo = transpose(C);
Co = transpose(B);
pe = 5*zero(alphaC);
L = acker(Ao,Bo,pe);

% [num,den] = tfdata(minreal(Gss));
% num = num{1}; den = den{1};
% [Ac,Bc,Cc,Dc] = tf2ss(num,den);

K = [0 0 0 1]*inv(CO)*(A^2 + 2*0.8*7*A + 7^2);

%% ----- question 423 -----

Acl = [A -B*K; L'*C A-B*K-L'*C];
Ccl = [C 0 0 0 0];
Bc = [B;B];
Nb = -(inv(Ccl*inv(Acl)*Bc));
Bcl = [B*Nb;B*Nb];
% T = Ccl*inv(s*eye(8)-Acl)*Bcl;
% U = [0 0 0 0 -K]*inv(s*eye(8)-Acl)*Bcl + Nb;

%% ----- question 424 -----

I = eye(8);

I = eye(8);
T = zpk(tf(ss(Acl,Bcl,Ccl,0)));
(zpk(T));

%% ----- question 425 -----

U = tf(ss(Acl,Bcl,[0 0 0 0 -K],Nb));
(zpk(U));

%% ----- question 426 -----

step(U)

```

```
figure
step(T)
```

```
%% ----- question 431 -----
```

```
Z = [0;0;0;0]
Abarre = [A Z;-C 0]
Bbarre = [B; 0]
```

```
%% ----- question 432 -----
```

```
[num,den] = tfdata(minreal(Gss*1/s));
num=num{1};den=den{1};
[Abarre2, Bbarre2, Cbarre, Dbarre]=tf2ss(num,den)
```

```
% test=ss(Abarre2,Bbarre2,Cbarre,D);
% figure
% bode(test)
%
% figure
% bode(minreal(Gss*1/s))
```

```
c = 0.8;
w = 7;
alpha = 15;
alpha >> wn ---> 10*wn = alpha = 70
alphaC = (s^2 + 2*c*w*s + w^2)*(s + alpha)^3;
```

%

```
p = zero(alphaC);
```

```
K = acker(Abarre,Bbarre,p)
```

```
K0=[K(1) K(2) K(3) K(4)];
K1=K(5);
K=[K0 K1];
```

```
%% ----- question 433 -----
```

```
Ao = transpose(Abarre);
Co = transpose(Cbarre);
pe = 5*zero(alphaC); % nous cest fois 5 lui c'est fois 70
L = acker(Ao,Co,pe)
%
% Vectzero=[0;0;0;0];
% Abarre=[A,Vectzero;-C, 0];
% Bbarre=[B;0];
% Kint=acker(Abarre, Bbarre, [P;-15]);
% %L=acker(Abar',[C, 0]',[Pe; -45]);
%
% Bint = [0 ; 0;0 ; 0; 1];
```

```

% closedloop = ss(Abarre-Bbarre*nt,Bint,[C, 0],0);
%
% ell=transpose(Abarre-Bbarer*Kint)
%
% acker(ell,[C, 0]',[Pe; -45])

%% ----- question 434 -----

Acl = [Abarre -Bbarre*K; L'*Cbarre Abarre-Bbarre*K-L'*Cbarre];
Ccl = [Cbarre 0 0 0 0 0];
Bc = [Bbarre;Bbarre];
Nb = -(inv(Ccl*inv(Acl)*Bc));
Bcl = [Bbarre*Nb;Bbarre*Nb];

I = eye(8);
T = tf(ss(Acl,Bcl,Ccl,0));
(zpk(T))

%% ----- question 435 -----

I = eye(8);
U = (tf(ss(Acl,Bcl,[0 0 0 0 0 -K],Nb)));
(zpk(U))

%% ----- question 436 -----

step(U)
figure
step(T)

%% ----- question 437 -----

pole(Gss);
bode(G)
hold on
bode(Gss)
grid on

figure
step(Tpid2)
hold on
step(Gcas)
step(Glead)
step(T)
title('Step reference input response')
legend('ZN controller','Cascade controller','Leadlag controller','State Space Controller')

```

```
% % Control = det(CO);  
% % Observable = det(O);  
% %K = acker(A,B,p)
```

```
%% ----- question 438 -----
```