

ELM 2020

TP04

Synthèse des régulateurs :

Exercice :

Soit le système de 5^{ème} ordre suivant :

$$G(s) = \frac{4.2}{302s^5 + 634s^4 + 449s^3 + 141s^2 + 20s + 1}$$

- A partir de la réponse en **échelon** de ce système, déterminer le modèle de **Broïda** équivalent au **G(s)** (Identification par le modèle de Broïda) ;
- Sur la base du modèle de Broïda déterminé précédemment, calculer les paramètres du régulateur PI permettant d'assurer une marge de gain de **MG=3** et une marge de phase de $\Phi_m = 60^\circ$

Formules de Calcul des paramètres du régulateur PI selon cette technique:

$$\begin{cases} K_p = \frac{\omega_\pi \tau}{MG.k} \\ T_i = \left(2. \omega_\pi - \frac{4. \omega_\pi^2 T}{\omega_\pi} + \frac{1}{\tau} \right)^{-1} \\ \omega_\pi = \frac{MG. \Phi_m + \frac{1}{2} \pi. MG. (MG-1)}{(MG^2-1)T} \end{cases}$$

Le modèle de Broïda est donnée par :

$$G(s) = k \frac{e^{-Ts}}{\tau.s + 1}$$

- Tracer la réponse indicielle du système bouclé avec le système donné (G(s)) et le régulateur calculé et faire la comparaison entre la réponse indicielle du système bouclé (système identifié et régulateur calculé).
- Donner les valeurs de marge de gain et de phase pour chaque système en boucle ouverte.

Pour modéliser le retard (delay - التأخر), vous pouvez utiliser les commandes suivantes :

```
% Approximation du retard en
utilisant la commande pade
GB0EE=pade(GB0E, 3)
%%% Fonction de Transfert de la
boucle fermée avec modèle
Identifié. %%%%%%%%%%%%%%
ycie=GB0EE*rPI/(1+GB0EE*rPI);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
figure(3);
step(yci);grid
hold on;
step(ycie);grid
figure(4);
GB0CI =series(rPI,GB0);
bode(GB0CI);grid;
%%%%%%%%%%%%%%\***
GB0CIE =series(rPI,GB0E);
hold on;
bode(GB0CIE);grid;
```

```
% Modèle Identifié
GBOE = tf(k, [tau 1], 'Inputdelay', T);

%correction avec PI ///////////////
kp= ?;
ki= ?;
% Foncn de Transfert du Régulateur
rPI=kp*(1 + Ti*tf(1, [1 0]));

% autre présentation d'une fonction
de transfert sous MATLAB
s=tf('s');
% yci=FTB0/(1+FTB0)
%% FTB0= GB0*rPI.
yci=GB0*rPI/(1+GB0*rPI);
```

```

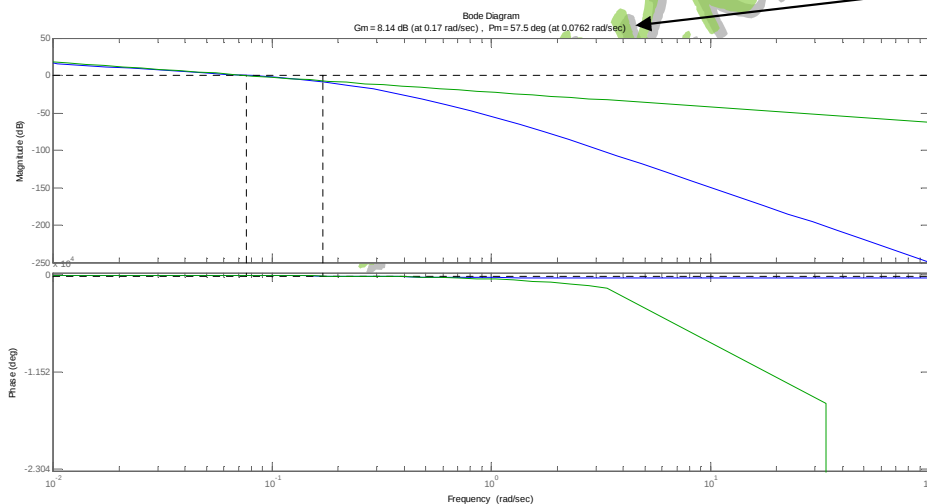
%%Système réel en boucle ouverte
GB0=4.2*tf(1,[302 634 499 141 20
1]);
%%%%%%%%%%%%%% boucle fermée
avec retour unitaire
GBF=feedback(GB0,1);

```

- Utiliser la commande `margin(GB0CI)` pour extraire les valeurs des marges de gain et phase.

Exemple :

`margin(GB0CI)`:



Les valeurs des marges de gain et phase

Exemple d'estimation du retard:

Transfer function:

`GBOE = tf(k,[tau 1], 'Inputdelay', T);`

Résultats :

$$GBOE = \exp(-7.84*s) * \frac{4.82}{14.85 s + 1}$$

Commande pour estimer le système identifié avec retard:

`GBOEE=pade(GBOE,7)% utilisée pour approximer le système avec retard :`

Résultats:

- Transfer function:**

$$-4.82 s^7 + 34.43 s^6 - 118.6 s^5 + 252.1 s^4 - 353.7 s^3 + 324.8 s^2 - 179.5 s + 45.79$$

$$GBOEE = \frac{\text{numerator}}{\text{denominator}}$$

$$14.85 s^8 + 107.1 s^7 + 372.4 s^6 + 801.2 s^5 + 1142 s^4 + 1074 s^3 + 620.4 s^2 + 178.3 s +$$

$$9.501$$

```

close all; clc; clear all;
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%% Système avec fonction de transfert%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

%%%%%%%%*****Fonction de transfert en boucle ouverte*****
num=4.2;
den=[14.85 1];
%GB0=tf(num,den,'Inputdelay',8.14)
s=tf('s');
GB0=4.2*tf(1,[302 634 499 141 20 1]);% Système Réel utilisé pour
identifier le modèle de Broida
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%% boucle fermée avec retour unitaire%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
GBF=feedback(GB0,1);
t=0:0.01:10;
u1=1*ones(size(t));
%etude linéarité
u2=2*t;
%[u,t]=gensig('sin',100,70);
figure(1);
step(GB0);grid;

figure(2)
%lsim(GG,u1,t);
step(GBF);

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
GBOE = tf(4.82,[14.85 1],'Inputdelay',7.84)% Présentation du modèle
Identifié par Broida
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%% Régulateur avec gain proportionnel
kp=0.236; % paramètres du régulateur calculés
ki=0.067;

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%% !correction avec PI%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
rPI=kp*(1 + ki*tf(1,[1 0]));% Fonction du transfert du régulateur PI
serie
s=tf('s');
yci=GB0*rPI/(1+GB0*rPI);%Boucle fermée avec Système réel et Régulateur PI
calculé
GBOEE=pade(GBOE,7)% utilisée pour approximer le système avec retard
ycie=GBOEE*rPI/(1+GBOEE*rPI); %boucle fermée du système identifié et
régulateur PI calculé
%yci=feedback(series(rPI,GB0),1);
figure(3);
step(yci);grid% réponse indicielle du système bouclé
hold on;
step(ycie);grid
%plot(ycstepi);grid;
%bode avec correcteur
figure(4);
GBOCI =series(rPI,GB0); % boucle ouverte du système réel et régulateur
calculé
bode(GBOCI);grid;
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
GBOCIE =series(rPI,GBOE);% boucle ouverte du système identifié et
régulateur calculé
hold on;
bode(GBOCIE);grid;

```