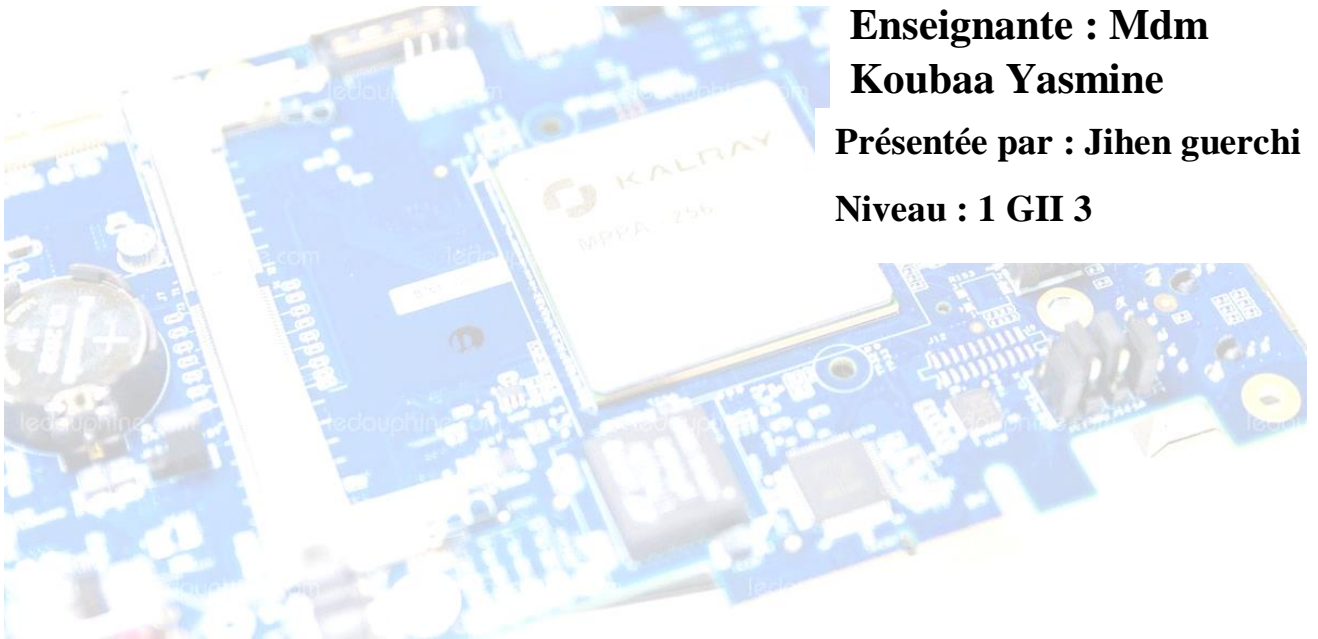


2022/2023

TP



Enseignante : Mdm

Koubaa Yasmine

Présentée par : Jihen guerchi

Niveau : 1 GII 3

TP3 : Régulateur discret avec placement des pôles

Manipulation :

I. Détermination de la réponse du système en utilisation un régulateur PID analogique :

Q1) En utilisant les valeurs numériques des paramètres du moteur, déterminer la fonction de transfert du système à contrôler, soit $G(p)$.

$$G(p) = \frac{K}{JLp^2 + (RJ + bL)p + Rb + K^2}$$

Code MATLAB :

```
J=0.01;
b= 0.1;
K=0.01;
R=1;
L=0.5;
num=[K];
dem=[J*L R*J+b*L R*b+K^2];
G=tf(num,dem)
```

G =

$$\frac{0.01}{0.005 s^2 + 0.06 s + 0.1001}$$

Continuous-time transfer function.

II. Discrétisation du système et introduction du régulateur PID discret :

Q1) En utilisant la commande adéquate de Matlab pour la discrétisation du la fonction de transfert du système ; déterminer la fonction de transfert discrète du système, soit $G(z)$ cette fonction :

Code MATLAB :

```
T=0.12;  
Gz=c2d(G,T,'zoh')  
  
Gz =  
  
0.009201 z + 0.005709  
-----  
z^2 - 1.088 z + 0.2369  
  
Sample time: 0.12 seconds  
Discrete-time transfer function.
```

Q2) En utilisant la commande C2D de Matlab, ainsi que les valeurs des paramètres K_p , K_I et K_D du régulateur PID analogique au niveau du Question 1, déterminer la fonction de transfert discrète du régulateur PID, soit $R(z)$ cette fonction.

Remarque : il ne faut pas oublier de spécifier la période d'échantillonnage ainsi que la méthode **tustin** pour la discrétisation.

Code MATLAB :

```
Kp=100;
Ki=200;
Kd=10;
num1=[Kd Kp Ki];
dem1=[1 0];
R=tf(num1,dem1)

Rz=c2d(R,T,'tustin')
```

R =

$$\frac{10 s^2 + 100 s + 200}{s}$$

Continuous-time transfer function.

Rz =

$$\frac{278.7 z^2 - 309.3 z + 78.67}{z^2 - 1}$$

Sample time: 0.12 seconds
Discrete-time transfer function.

Q3) Détermination la fonction de transfert du système global, soit $H(z)$ cette fonction. Déduire les valeurs des pôles et zéros de cette fonction de transfert.

Remarque : utiliser la commande **zpkdata** de Matlab.

Code MATLAB :

```
Hz=feedback(Rz*Gz,1)
```

H_z =

$$\frac{2.564 z^3 - 1.255 z^2 - 1.042 z + 0.4491}{z^4 + 1.476 z^3 - 2.018 z^2 + 0.0455 z + 0.2122}$$

Sample time: 0.12 seconds
Discrete-time transfer function.

```
[z,p,K1]=zpkdata(Hz,'v')
```

TP Automatique Echantillonnée
A.U : 2022/2023
Nom & Prénom : Guerchi Jihen
Classe : 1^{ère} GII
Groupe : 3

`z =`

```
-0.6205  
0.7155  
0.3945
```

`p =`

```
-2.3331  
0.6980  
0.4490  
-0.2902
```

`K1 =`

```
2.5641
```

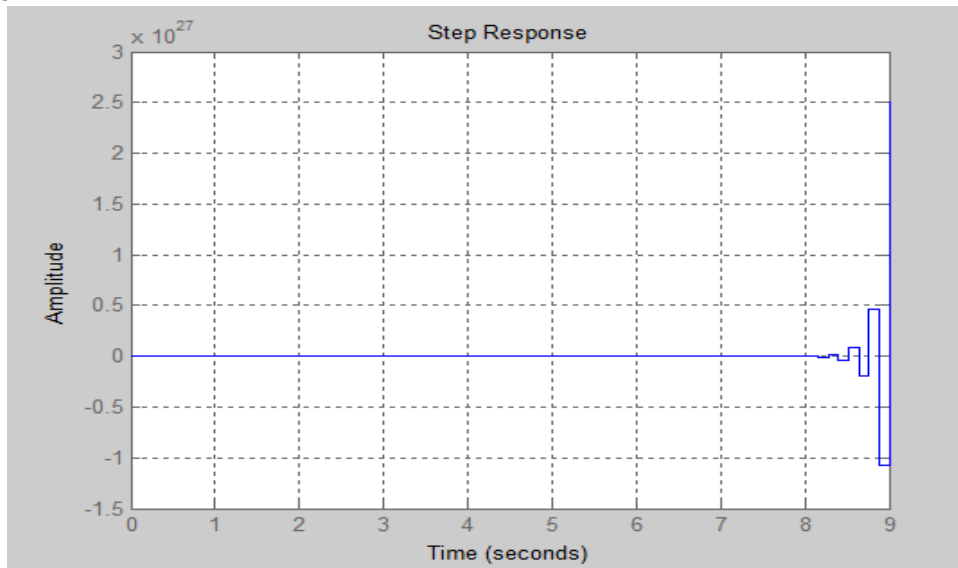
Q4) Commentaire sur la stabilité du système :

Le système est instable car $|p| > 1$

Q5) Déterminer et tracer la réponse indicielle discrète (réponse à une entrée échelon unité du système global.

Code MATLAB :

```
figure(1)  
step(Hz)  
grid
```



Q6) Commentaire de la courbe obtenue.

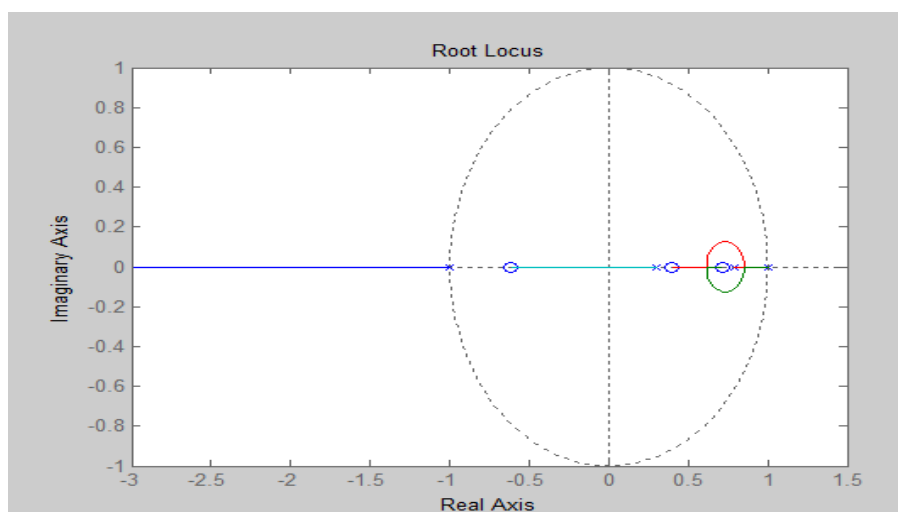
La sortie de notre courbe est **divergente** donc le système est instable

III. Compensation des pôles et zéros du système :

Q1) En utilisant la commande **rlocus**, tracer le lieu des racines du **système en boucle ouverte**.

Code MATLAB :

```
figure(2)  
rlocus(Rz*Gz)
```



Q2) Afin de compenser le pôle $z=-1$ et le zéro $Z=-0.62$, vous allez introduire la modification nécessaire sur la fonction de transfert du régulateur de sorte que le dénominateur sera représenté par le code Matlab suivant :

```
denominateur=conv([1 -1],[1/0.62 1]);
```

- Donner la nouvelle fonction de transfert du régulateur.

Code MATLAB :

```
denominateur=conv([1 -1],[1/0.62 1]);  
R2=tf([278.7 -309.3 78.67],denominateur,0.12)
```

R2 =

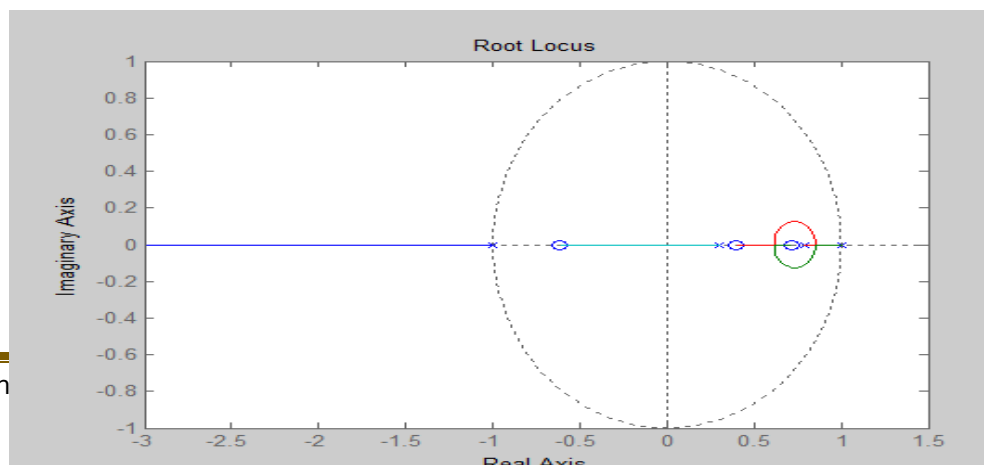
```
278.7 z^2 - 309.3 z + 78.67  
-----  
1.613 z^2 - 0.6129 z - 1
```

Sample time: 0.12 seconds

Discrete-time transfer function.

Q3) En utilisant de nouveau la commande **rlocus** ainsi que la nouvelle fonction de transfert du régulateur, tracer le lieu des racines du système en **boucle ouverte**.

Code MATLAB :

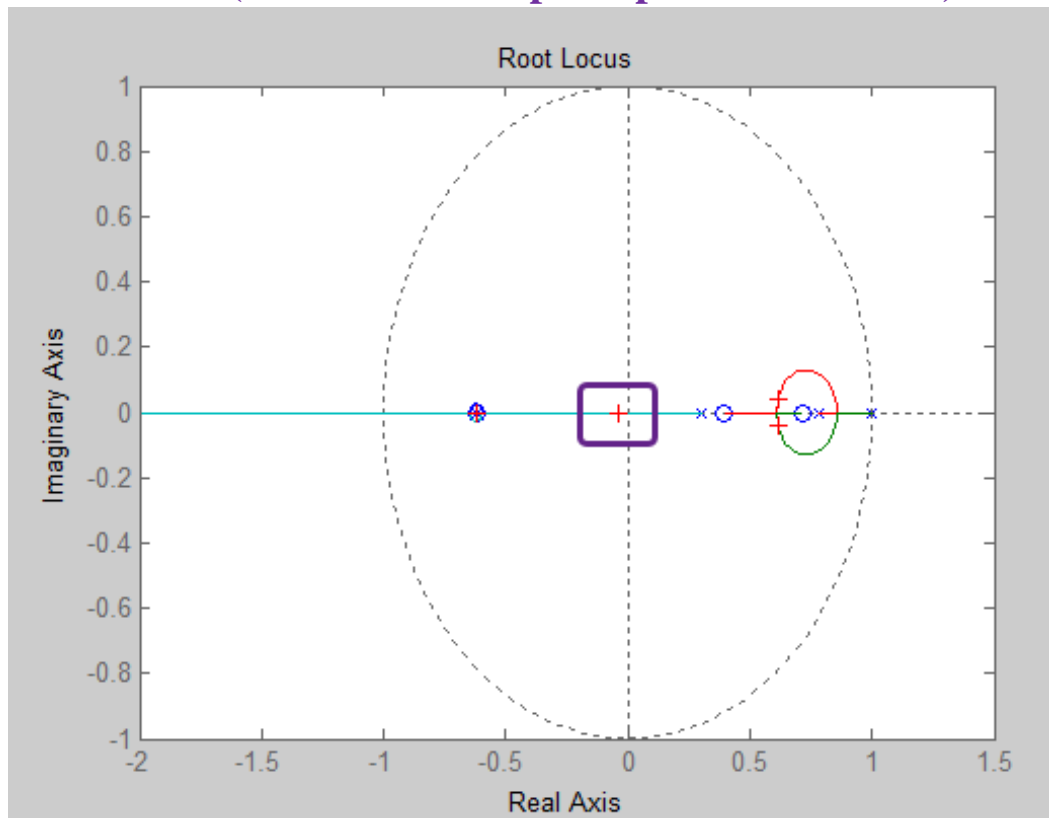


Q4) En utilisant la commande **rlocfind** ainsi que la fonction de transfert du système en boucle ouverte, déterminer la valeur du gain K ainsi que les pôles qui répondront aux exigences du système contrôlé.

Code MATLAB :

```
[Kf,poles]=rlocfind(R2*Gz)
```

(On a choisit un point proche du centre)



`Kf =`

`0.5608`

`poles =`

`-0.6194 + 0.0000i`

`0.6173 + 0.0401i`

`0.6173 - 0.0401i`

`-0.0391 + 0.0000i`

Q5) Pour la valeur obtenue du gain K, tracer la réponse indicielle discrète (réponse à un entrée échelon unité) du système global. Déduire le temps de montée, le dépassement, le temps de dépassement, le temps de réponse et l'erreur en régime permanent.

Code MATLAB :

`Hc=feedback(Kf*R2*Gz,1)`

`figure(4)`

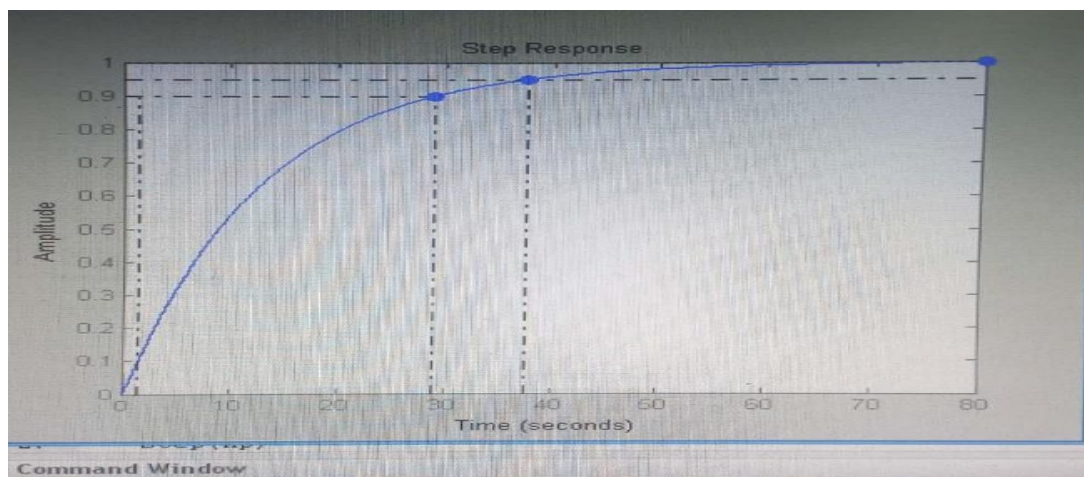
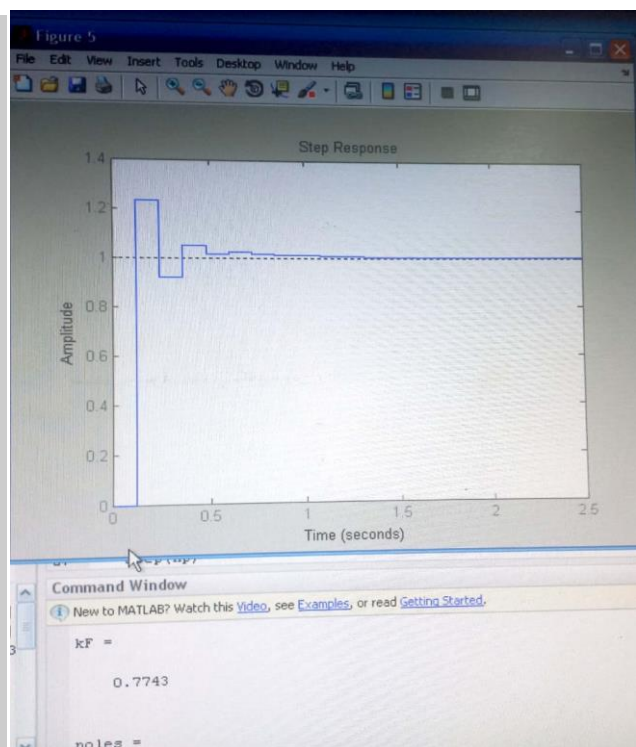
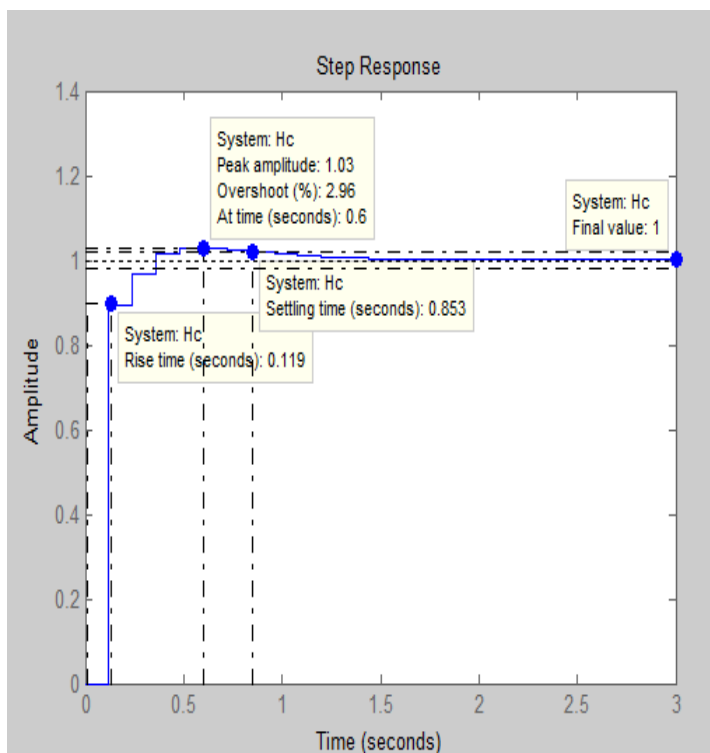
`step(Hc)`

TP Automatique Echantillonnée
A.U : 2022/2023
Nom & Prénom : Guerchi Jihen
Classe : 1^{ère} GII
Groupe : 3

```
Hc =

      1.438 z^3 - 0.7037 z^2 - 0.5844 z + 0.2519
-----
      1.613 z^4 - 0.929 z^3 - 0.655 z^2 + 0.3581 z + 0.01496

Sample time: 0.12 seconds
Discrete-time transfer function.
```



Point	K	Pole	Temps de montée	Temps de réponse à 5%	Erreur en régime permanent
1	0.5608	-0.6194+0.0000i 0.6173+0.0401i 0.6173-0.0401i -0.0391 + 0.0000i	0,119	0,853	0
2	0.7743	0.6766 -0.5041 -0.6182 -0.3259	0.078	0.362	0
3	0.4256	-0.6196+0i 0.6528+0.0997i 0.6528-0.0997i 0.1051+0i	0.248	0.332	0
4	0.039	-0.6200 0.9191 0.8129 0.2937	3.37	4.56	0
5	0.0052	-0.6200 0.9904 0.7887 0.3003	27.4	37.5	0

Q6) Commentaire des résultats

Si l'on sélectionne des points proches de l'origine, on constate une amélioration de la stabilité et de la précision. Ainsi, la convergence vers zéro est plus rapide lorsque les pôles complexes se situent à proximité de l'origine, ce qui satisfait les critères du cahier des charges, notamment en ce qui concerne le dépassement, qui doit être inférieur à 5%.