3AE FISA GRP2
RAJI Ismail
CASTANIER Romain

TP : Commande des Systèmes Linéaires Continus

TP 1 : Modélisation d'un moteur à courant continu

Introduction :

Le but de ce TP est de modéliser un moteur à courant continu en utilisant des analyses temporelles et fréquentielles. Pour cela, nous allons identifier les paramètres clés du moteur, comme les gains des capteurs et les constantes dynamiques. Ces étapes sont nécessaires pour mieux comprendre le fonctionnement du moteur et établir un modèle qui décrit mieux le comportement de ce dernier.

1.2 Description du module électromécanique

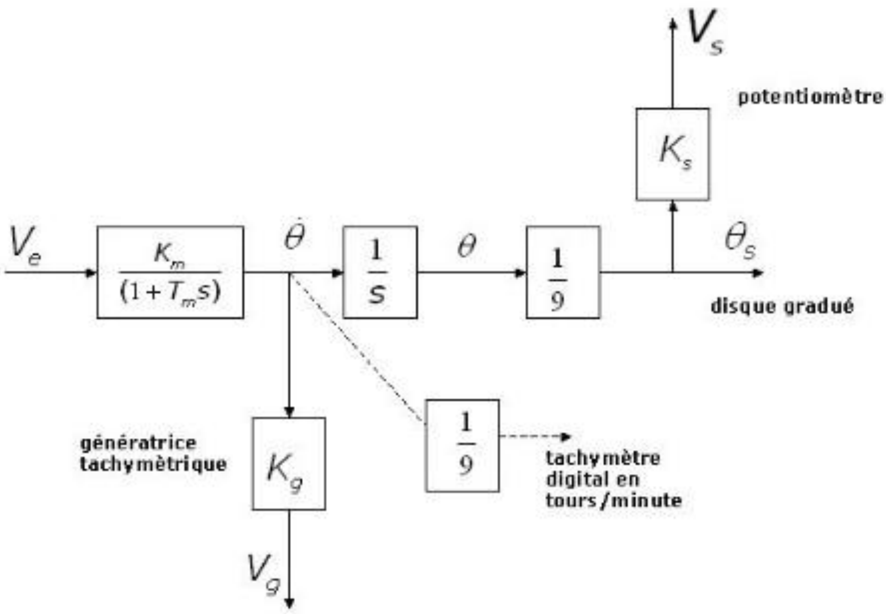


Schéma bloc du système

1.3 Identification des paramètres Ks et Kg

1.3.1 Travail à effectuer (aimant position levée)

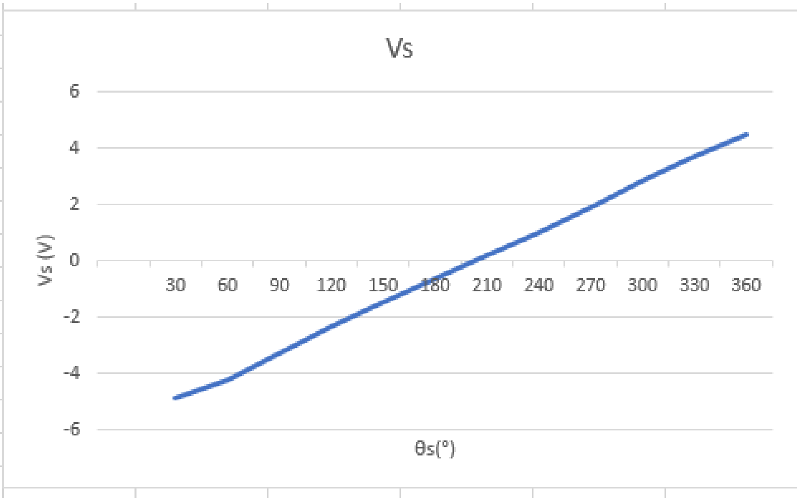
Pour relever le paramètre Ks et d'après le schéma bloc, nous avons relevé la tension de sortie du potentiomètre pour chaque position angulaire du disque gradué asservie au moteur :

$$Ks = \frac{Vs(s)}{\theta s(s)}$$

Pour relever le paramètre Kg, nous avons mesurer la tension de sortie de la génératrice par rapport chaque valeur de RPM du moteur associé :

$$Kg = \frac{Vg(s)}{\mathrm{d}\theta(s)/\mathrm{dt}}$$

Angle S	Vs
30	-4,85
60	-4,22
90	-3,29
120	-2,34
150	-1,46
180	-0,64
210	0,19
240	1,02
270	1,91
300	2,84
330	3,72
360	4,5



Relevé mesure paramètre Ks

Nous avons utilisé MATLAB afin de déterminer le coefficient de la courbe affine, qui représente le coefficient Ks :

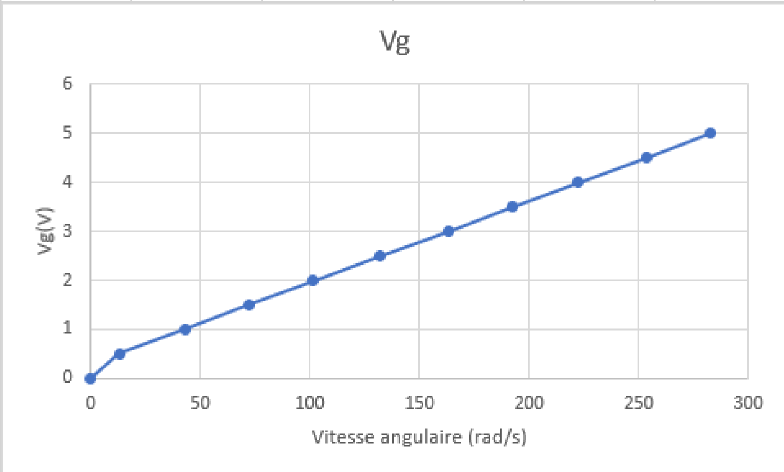
```
Os = [30 60 90 120 150 180 210 240 270 300 330 360];
Vs = [-4.85 -4.22 -3.29 -2.34 -1.46 -0.64 0.19 1.02 1.91 2.84 3.72 4.5];
Ks = polyfit(Os,Vs,1) % calcul Ks = as+b

Ks =

    0.0288   -5.8261
```

La même démarche a été réalisé pour Kg :

Teta tr/min	Teta rad/s	Vg
0	0	0
126	13,188	0,5
414	43,332	1
693	72,534	1,5
972	101,736	2
1260	131,88	2,5
1557	162,966	3
1836	192,168	3,5
2124	222,312	4
2421	253,398	4,5
2700	282,6	5



Relevé mesure paramètre Kg

Nous avons pris en compte le rapport de réduction du tachymètre (tr/min)

```
Opoint = [0
13.188
43.332
72.534
101.736
131.88
162.966
192.168
222.312
253.398
282.6];


Vg = [0 0.5 1.0 1.5 2.0 2.5 3 3.5 4 4.5 5];

Kg = polyfit(Opoint,Vg,1) %calcul Kg = as+b on prend a
```

3AE FISA GRP2
RAJI Ismail
CASTANIER Romain

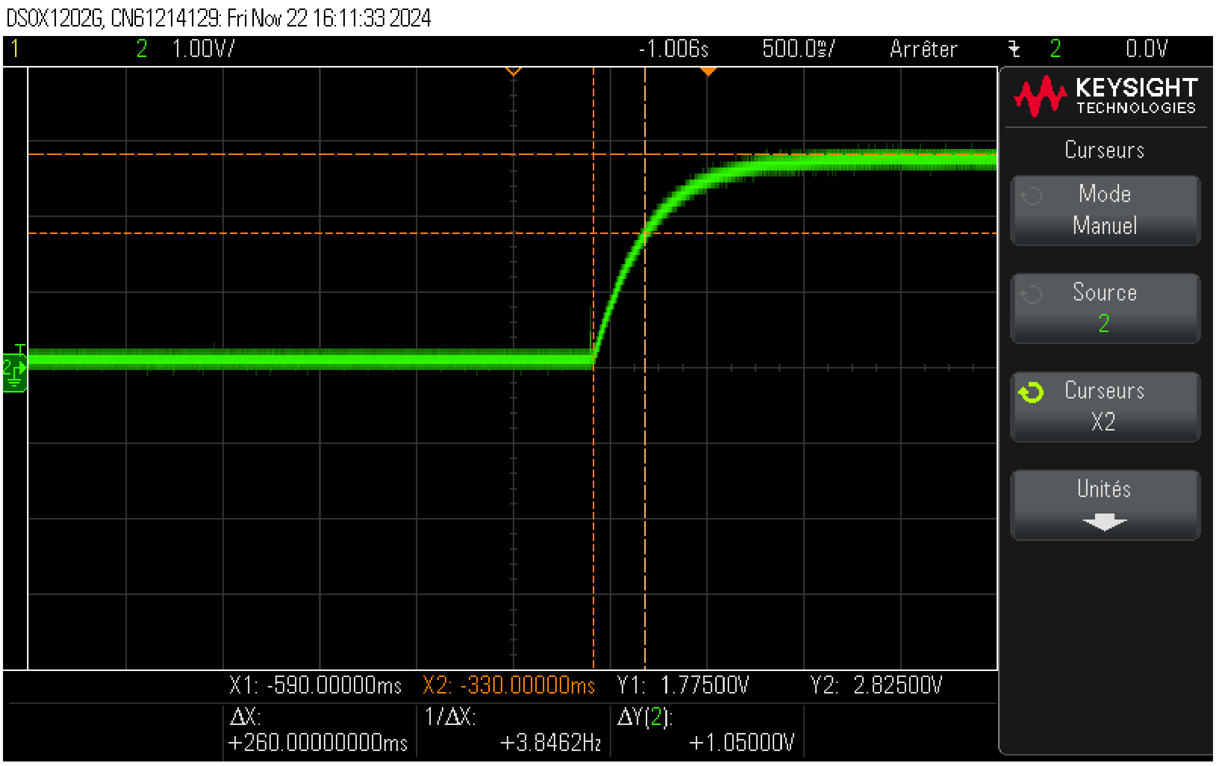
```
Kg =

    0.0171    0.2067
```

1.4 Identification du moteur dans le domaine temporel

1.4.2 Travail à effectuer

Pour un échelon de tension sur le signal Ve(t), V0 = 3V, on a mesuré en réponse de Vg = 2.82V et Tm = 260 ms



Relevé réponse à un échelon de 3V du système

On en déduit donc :

$Kg * Km * V0 = 2.82\ V$

$Km = \frac{2.82}{Kg*V0}$ = 54.97 rad/(Volt.s)

Et on relevé Tm car on sait qu'à 63% de la valeur finale t = Tm.

On simule notre fonction de transfert sur Simulink :

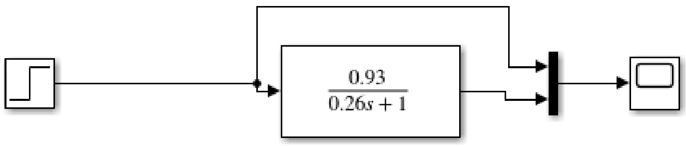
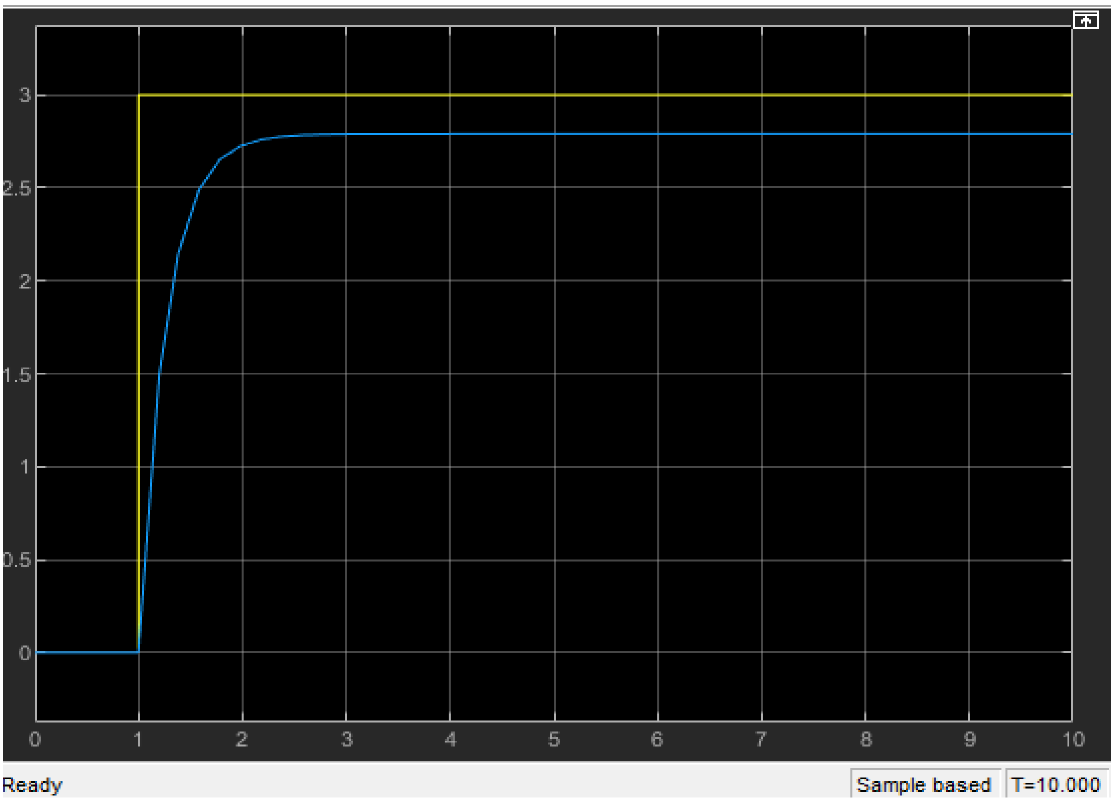


Schéma bloc simulink



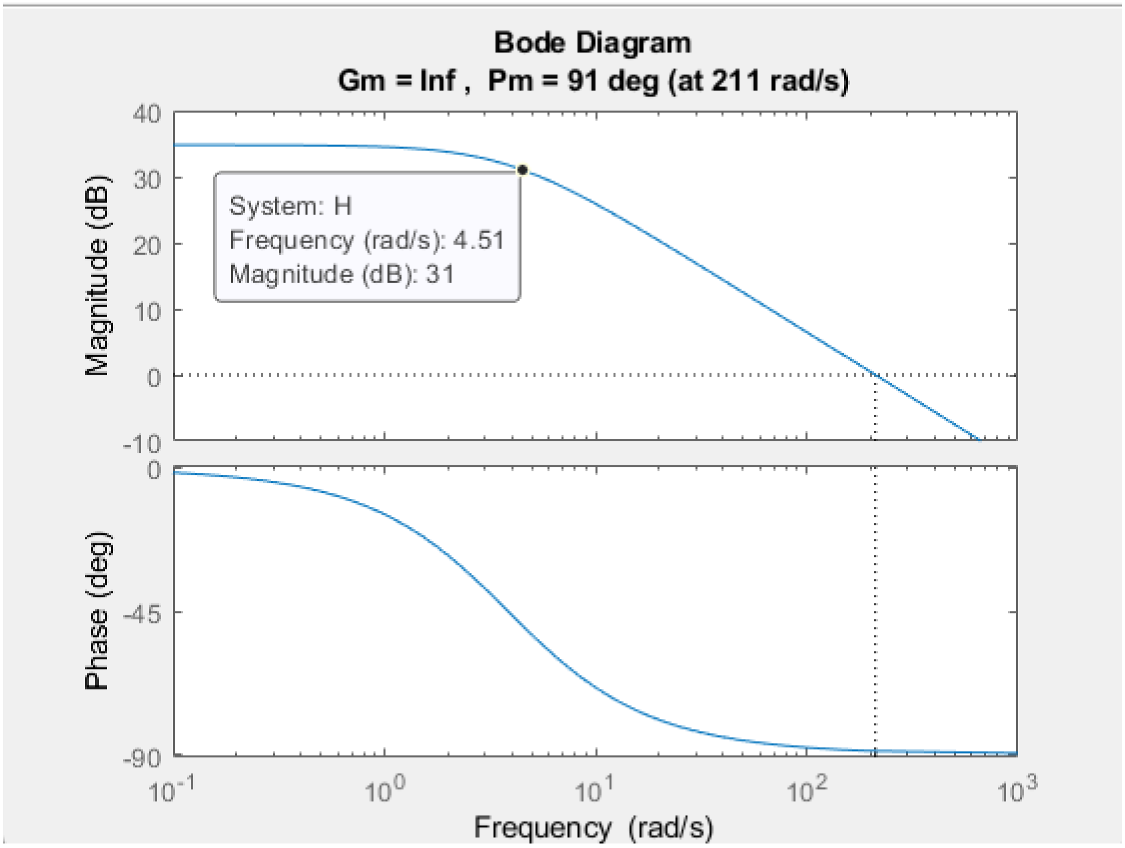
Réponse indicielle du système

<u>Conclusion :</u> on retrouve bien la courbe mesurée à l'oscilloscope.

1.5 Identification du moteur dans le domaine fréquentiel

1.5.2 Préparation

```
H=tf([54.97],[0.260 1])
margin(H)
```



3AE FISA GRP2
RAJI Ismail
CASTANIER Romain

1.5.3 Travail à effectuer

1) Cela n'est pas possible, puisqu'il faut prendre en compte l'intégrateur entre θ et $d\theta/\mathrm{dt}$, puisque la présence d'un intégrateur pur dans la FTBO implique que l'erreur de position est nulle.

2) On réalise l'analyse fréquentielle entre Ve et Vg, ce sont des tensions en Volt.

3)

Freq	Vg module	Ve module	Vg/Ve	Gain DB	Dt	Déphasage rad
0,01	2,3	2,17	1,05990783	0,505362043	0	0
0,02	2,25	2,17	1,03686636	0,314455685	0	0
0,05	1,69	2,17	0,77880184	-2,171460585	0	0
0,1	1,69	2,17	0,77880184	-2,171460585	0	0
1	0,97	2,17	0,44700461	-6,993759992	0,15	0,942
2	0,58	2,17	0,26728111	-11,46063481	0,093	1,16808
3	0,4	2,17	0,1843318	-14,68799485	0,07	1,3188
4	0,32	2,17	0,14746544	-16,62619511	0,055	1,3816
5	0,26	2,17	0,11981567	-18,42972772	0,046	1,4444
6	0,22	2,17	0,10138249	-19,88074106	0,04	1,5072
7	0,18	2,17	0,08294931	-21,62374457	0,035	1,5386
8	0,16	2,17	0,07373272	-22,64679502	0,032	1,60768
10	0,14	2,17	0,06451613	-23,80663396	0,024	1,5072

Mesure analyse fréquentielle du système

4)

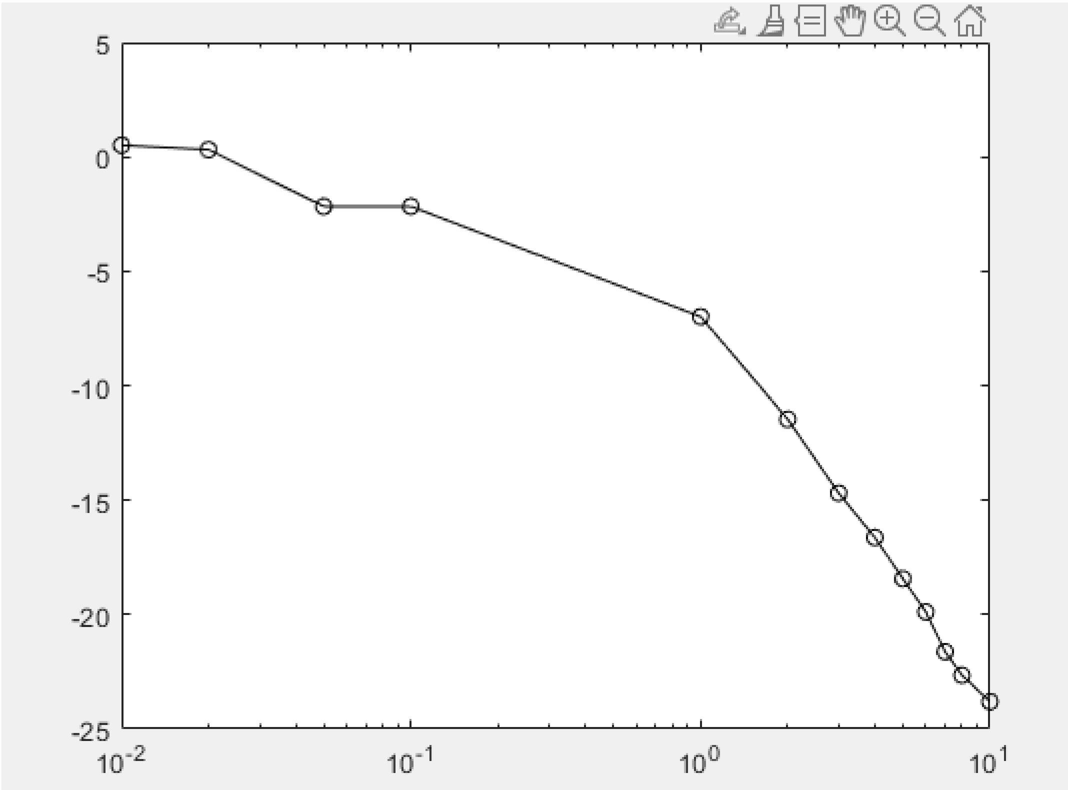


Diagramme de Bode des mesures

5) On en déduis donc KmKg(Db) = 0.505 Db soit KmgKg = 1.05 Km = 1.05/0.0171 = 61.4

   Et on cherche Tm : on veut fc à 0.5-3 = -2.5 dB on trouve, on trace et on trouve environ fc = 0.6 Hz soit Tm = 1/(2*pi*fc)= 265 ms

   On retrouve bien nos coefficients comme réaliser à la partie 1.4.2

Conclusion du tp :

Ce TP nous a permis de modéliser le moteur à courant continu en identifiant ses paramètres principaux, notamment Ks, Kg, Km et Tm. Les mesures expérimentales et les simulations ont montré une bonne cohérence avec le modèle théorique. Cette première manipulation a été essentielle pour poser les bases nécessaires à la commande du moteur dans les prochains travaux pratiques.

3AE FISA GRP2
RAJI Ismail
CASTANIER Romain

INSA INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUÉES TOULOUSE

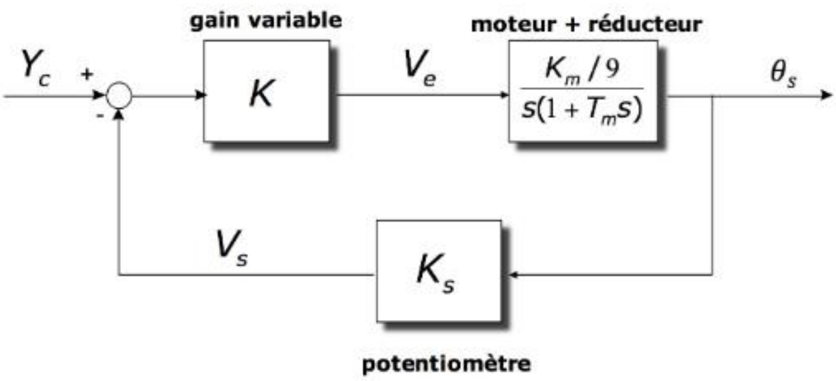
TP 2 Commande d'un moteur à courant continu

Introduction au TP :

Dans ce TP, nous allons utiliser le modèle obtenu précédemment pour élaborer et tester des lois de commande du moteur à courant continu. Nous commencerons par déterminer un correcteur proportionnel, puis un correcteur proportionnel-dérivé, et enfin, nous mettrons en place une commande par retour d'état. Ces méthodes nous permettront d'asservir la position du moteur tout en optimisant sa réponse dynamique.

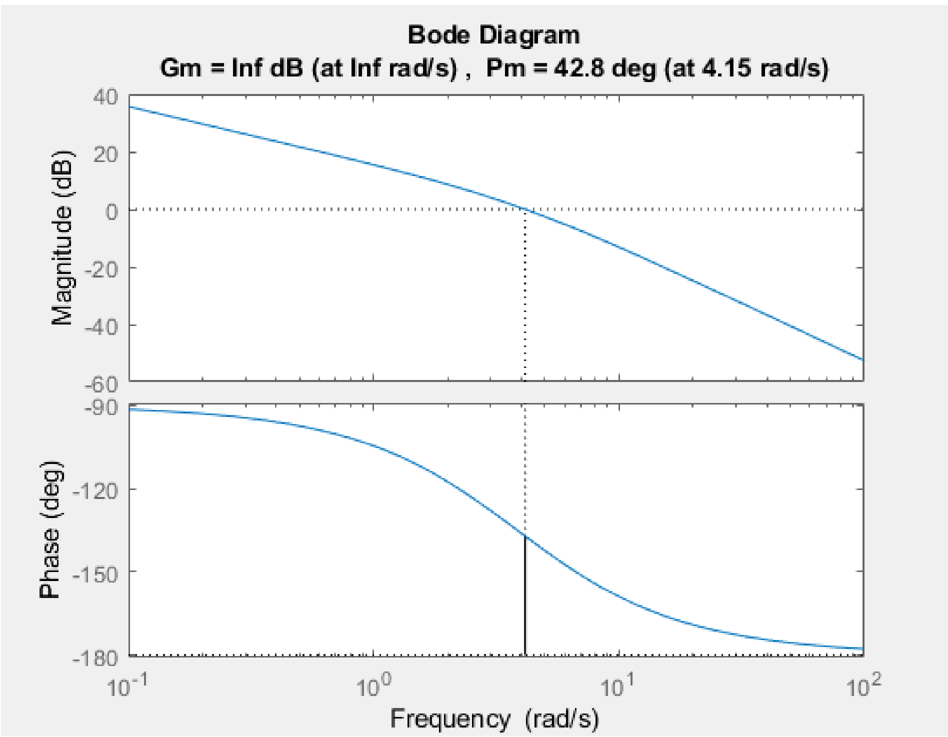
2.2 Calcul d'un correcteur proportionnel

On boucle le système suivant le schéma suivant :



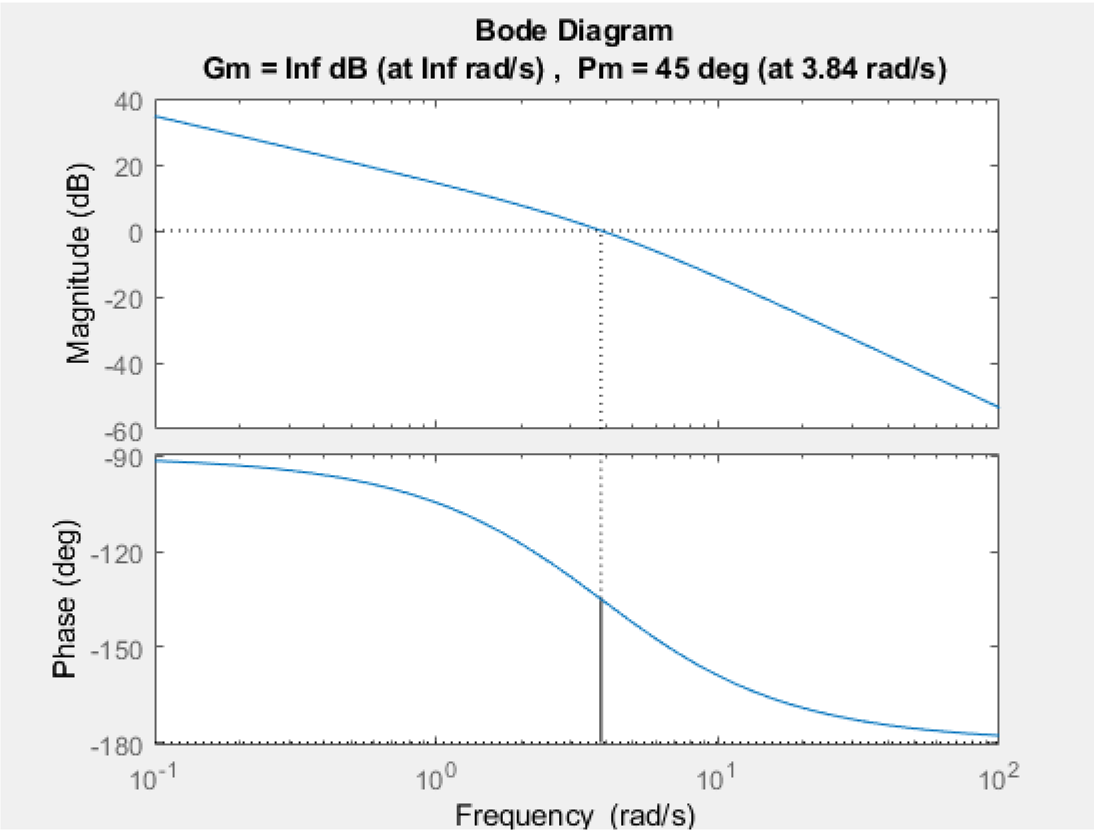
2.2.1 Travail de préparation

1)



Calcul marge de phase avec MATLAB avec K=1

2)



Calcul marge de phase avec MATLAB avec K=0.89

En faisant varier K sur MATLAB on trouve Mg = 45° pour K= 0.89

3)

$$G(s) = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}$$

```
H =

          5.436
  -----------------------
  0.26 s^2 + s + 0.005066
```

```
Ks= 0.0288;
K=0.89;
Km = 54.97/9;
Tm = 0.260

H=tf([Km*K],[Tm 1 Km*Ks*Ks])
```

On divise par Tm pour trouver une forme canonique et faire l'identification

```
Ks= 0.0288;
K=0.89;
Km = 54.97/9;
Tm = 0.260

H=tf([Km*K/Tm],[Tm/Tm 1/Tm Km*Ks*Ks/Tm])
```

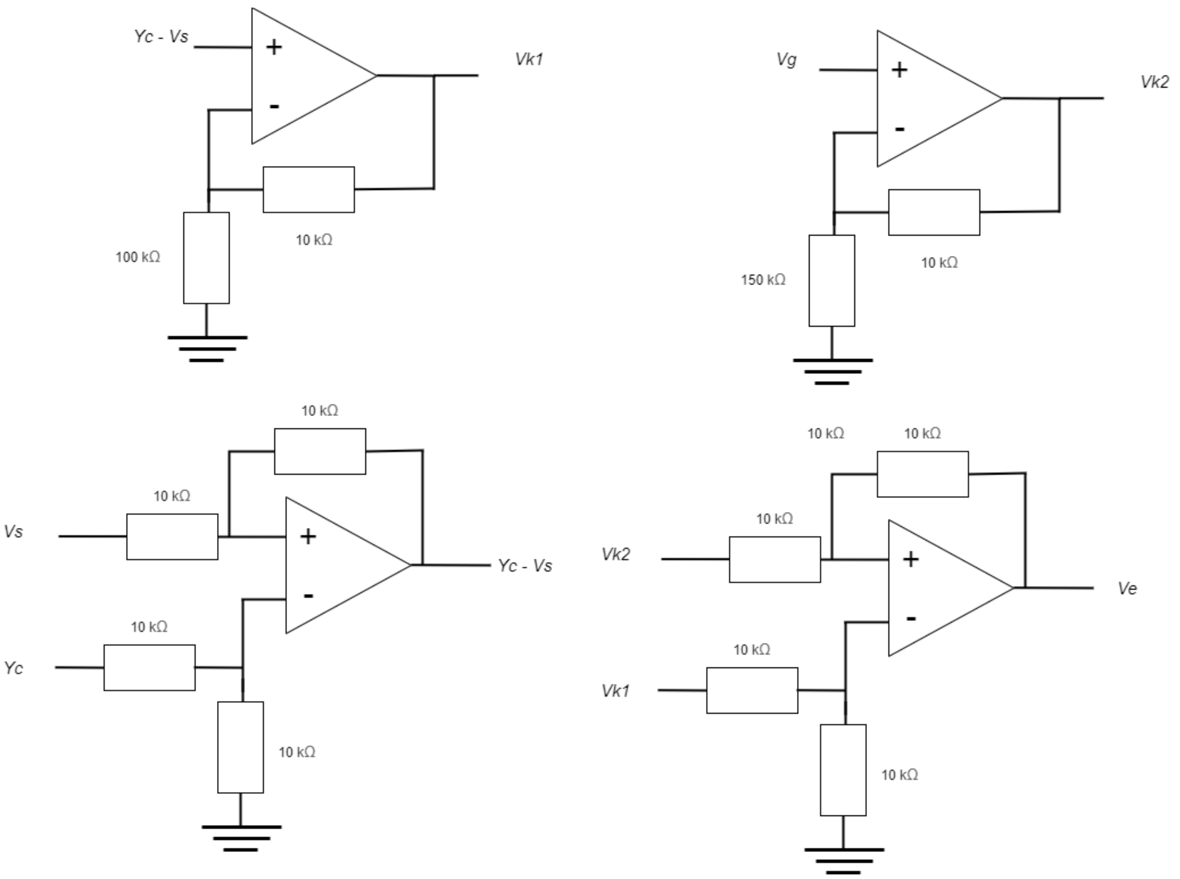
```
H =

          20.91
  -----------------------
  s^2 + 3.846 s + 0.01948
```

Par identification on trouve :

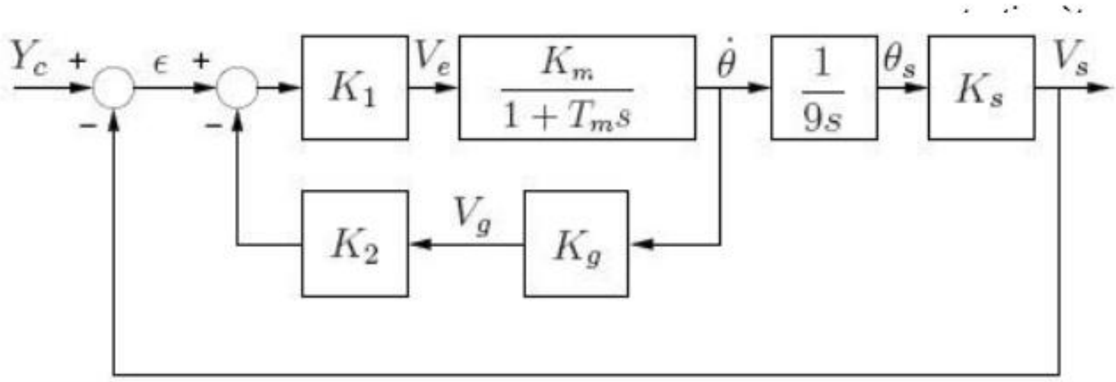
2.2.2 Travail à effectuer

2.3.4.



- Tracé du schéma des inverseurs

2.4.1 Travail de préparation



1) La fonction de transfert du système en boucle ouverte :

```
>> feedback(H,Ks)

ans =

       5.436
  ---------------
  s^2 + s + 57.89
```

2)

On a : $$wn = \frac{tr}{\varepsilon - Tm}$$

$$\omega n^2 = \frac{K1*Km*Ks}{9Tm} = 4.57$$

&

$$\frac{1+k2*Km*Ks}{9Tm} = 2\varepsilon\omega n = 0.7$$

On obtient donc : $$K1 = \frac{9*wn^2*Tm}{Km*Kg} = 1.31$$

$$K2 = \frac{2*\varepsilon*wn*Tm-1}{Km*Kg} = 1.70$$

3)

On a :

$$G_{BF}(s) = \frac{G_{BO}(s)}{1 + G_{BO}(s)}$$

Donc :

$$G_{BF}(s) = \frac{5.436}{s^2 + s + 57.89 + 5.436}$$

$$G_{BF}(s) = \frac{5.436}{s^2 + s + (57.89 + 5.436)}$$

$$G_{BF}(s) = \frac{5.436}{s^2 + s + 63.326}$$

4)

La valeur du premier dépassement s'exprime :

$$D = e^{-\frac{\xi\pi}{\sqrt{1-\xi^2}}} = e^{-\frac{0.7\cdot\pi}{\sqrt{1-0.7^2}}} = 0.046$$

```
>> exp(-(0.7*pi)/(sqrt(1-0.7^2)))

ans =

    0.0460
```

Les pôles du système sont :

$$\Delta = 1^2 - 4\cdot 57.89 = -230$$

$$p_1 = \frac{-1 - j\sqrt{-(-230)}}{2} = -0.5000 - j\,7.5980$$

$$p_2 = \frac{-1 - j\sqrt{(-230)}}{2} = -0.5000 + j\,7.5980$$

```
>> pole(Hbf)

ans =

  -0.5000 + 7.5980i
  -0.5000 - 7.5980i
```

Conclusion TP :

À travers ce TP, nous avons pu expérimenter différentes techniques de commande, allant des correcteurs aux méthodes plus avancées de retour d'état. Les résultats obtenus, aussi bien en simulation qu'en pratique, ont confirmé que ces approches permettent d'améliorer la précision et les performances du moteur. Ce TP nous a donné une meilleure compréhension des stratégies de commande appliquées aux systèmes électromécaniques.