Compte rendu de TP

BE: COMMANDE STATIQUES ET DYNAMIQUES USUELLES CONCEPTION (SYNTHESE) AVEC MATLAB ET SIMULINK PERFORMANCES D'UN SYSTEME ASSERVI PRESENCE DE PERTUBATIONS

Fleytoux Yoann , Aurélien Bernier Levalois

18 novembre 2016

Table des matières

1 Modélisation **2**

2 Cahier des charges : Précision **2**

3 Cahier des charges : Précision **9**

4 Cahier des charges : Stabilité et régime transitoire **11**

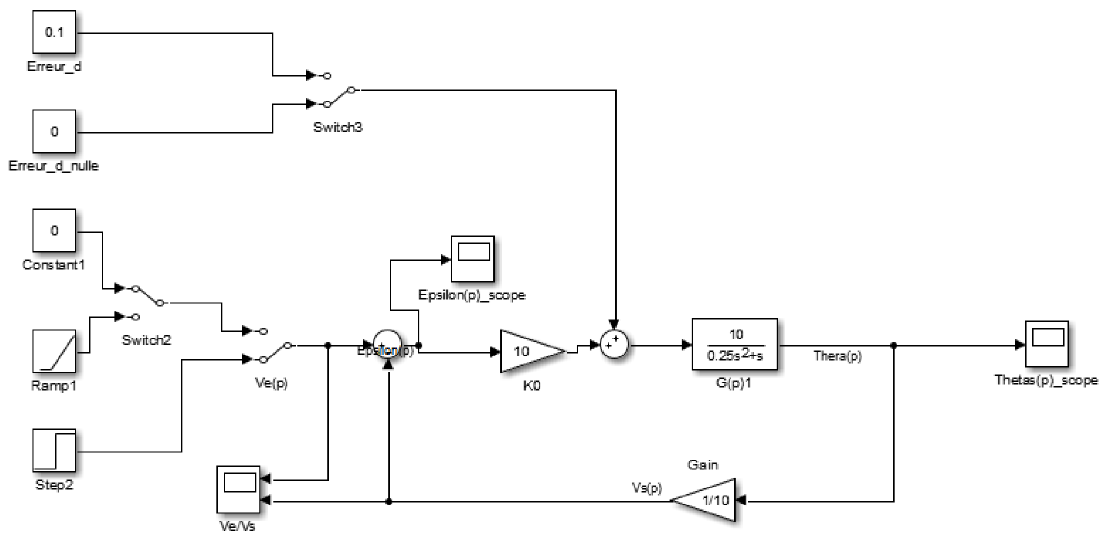
5 Cahier des charges : Stabilité et régime transitoire : **18**

6 Cahier des charges : Stabilité et régime transitoire : **20**

7 SYNTHESE DES RESULTATS **21**

1 Modélisation

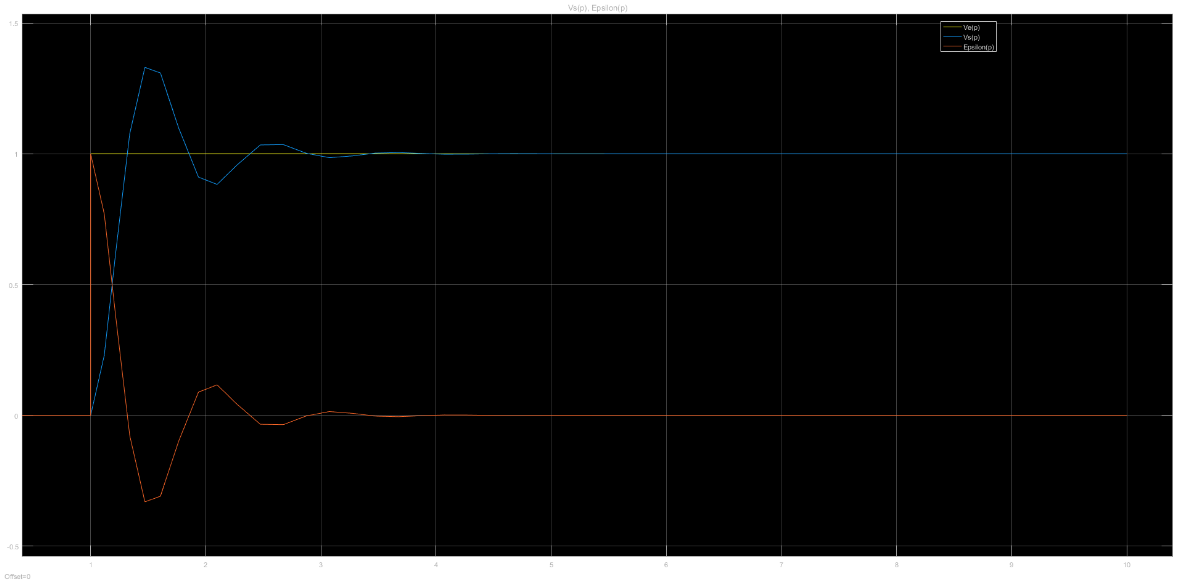
Avec SIMULINK, établir le schéma-bloc de l'asservissement :



2 Cahier des charges : Précision

1. Avec SIMULINK, déterminer $\epsilon(+\infty)$ lorsque $v_e(t) = e_0 * U(t)$:
On trouve que l'erreur avec un échelon en entrée est égale à 0 (qu'importe la valeur de K0.
exemple :

$$VeVs\epsilon(p)avecK0 = 10$$



2. Une loi simple proportionnelle permet d'avoir une erreur nulle car la la fonction de transfert G(p) à un dénominateur de la forme p(a+bp).

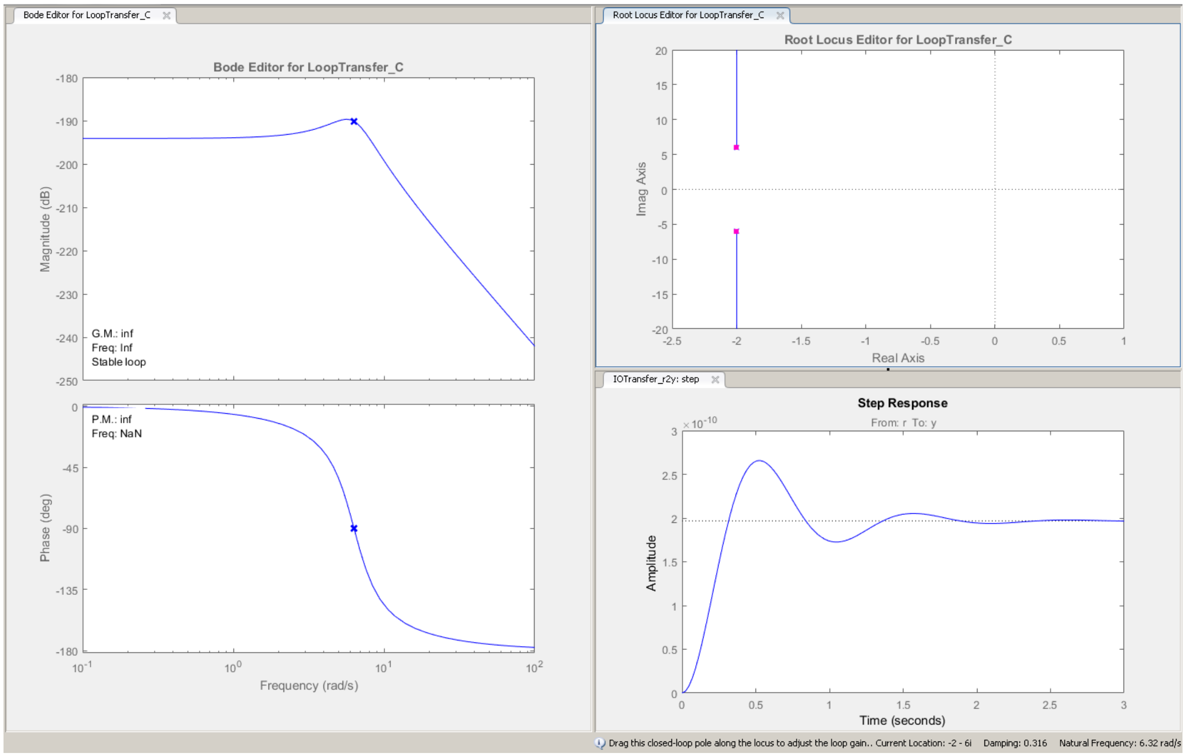
Calcul du gain K0 tel que $\epsilon(+\infty) = \frac{A}{10}$ avec $v_e(t) = A{*}t{*}U(t)$: $\epsilon(p) = Ve(p) - Vs(p)$
En regardant le schéma de l'asservissement de position (figure 2 Sujet) :
$Vs(p) = (K0 * \epsilon(p) + d(p)) * G(p) * \frac{1}{10}$ Donc :
$\epsilon(p) = Ve(p) - (K0 * \epsilon(p) + d(p)) * G(p) * \frac{1}{10}$
$\epsilon(p) * (1 + K0 * G(p) * \frac{1}{10}) = Ve(p) - d(p)) * G(p) * \frac{1}{10}$
$\epsilon(p) = \frac{Ve(p)}{(1+K0*G(p)*\frac{1}{10})} - \frac{d(p))*G(p)}{(1+K0*G(p))}$

En remplaçant G(p) par son expression :
$\epsilon(p) = \frac{Ve(p)*p(0.25p+1)}{p(0.25p+1)+K0} - \frac{d(p)}{p(0.25p+1)+K0)}$

Avec $Ve(p) = \frac{A}{p^2}$, $d(p) = 0$ et le théorème de la valeur finale on trouve que $\lim\limits_{t\to+\infty} \epsilon(t)$ donne en fréquentiel $\lim\limits_{p\to 0} p * \epsilon(p)$, on a donc :

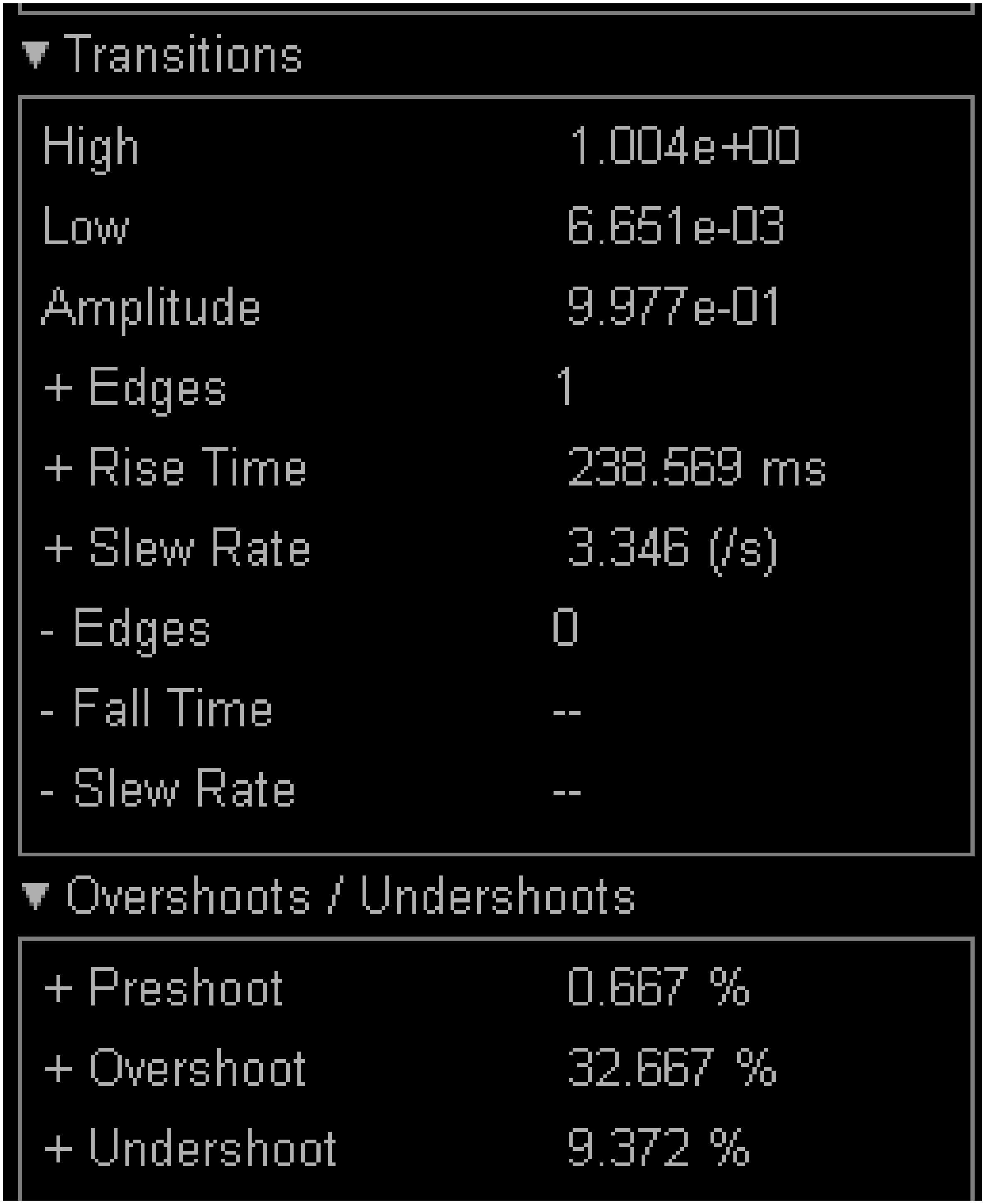
$\lim\limits_{p\to 0} p * \epsilon(p) = A/10$
$\lim\limits_{p\to 0} \frac{A(0.25p+1)}{p(0.25p+1)+K0} = A/10$
$\frac{A}{K0} = A/10$
On trouve donc que $K0 = 10$.

Conséquences d'un point de vue stabilité de l'asservissement :
Comme le gain du compensateur proportionnelle est grand on observe des oscillations (voir la courbe Vs de la Figure 2)
Nouveaux pôles de la fonction de transfert en boucle fermée, avec **Figure 3 sisotool**



On trouve $p1 = -2.0000 + 6.0000i$ et $p2 = -2.0000 - 6.0000$

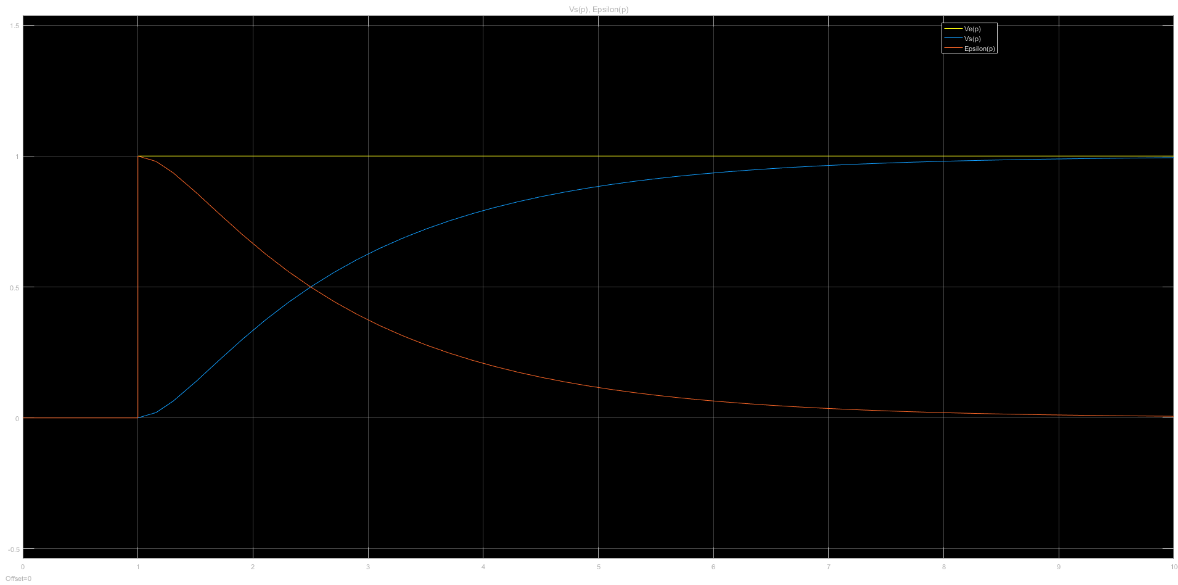
3.



On a donc des oscillations en régime transitoire, un dépassement de 33,un temps de réponse d'environ secondes et un temps de réponse de 238 ms. Le système est donc réactif mais instable.

4. $K0 = 0.5$:

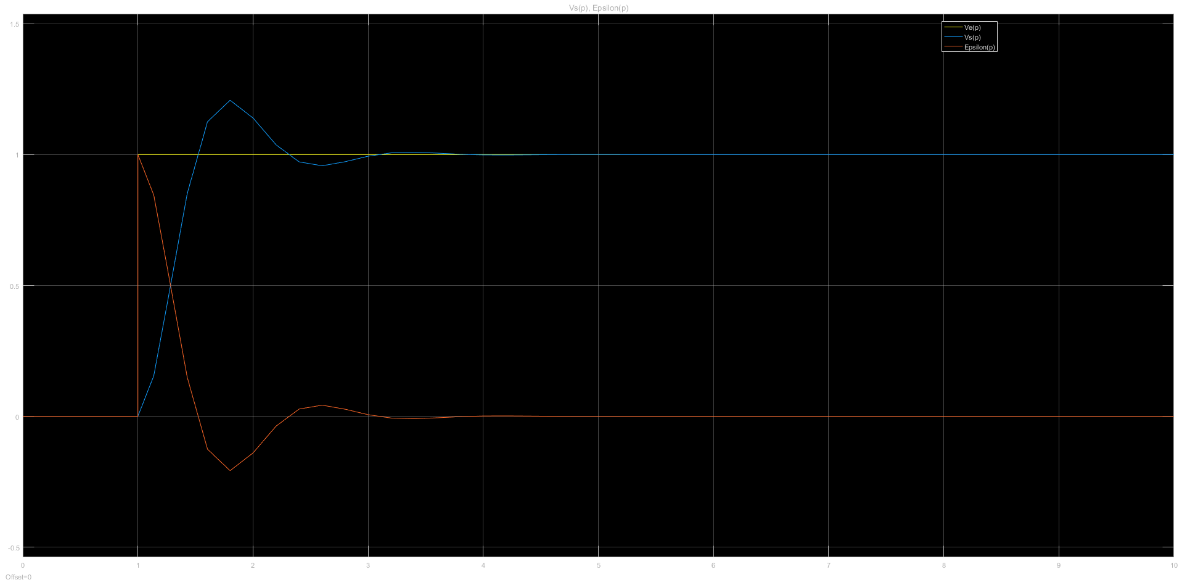
Le système est lent et sans oscillation.



$p1 = -3.4142$
$p2 = -0.5858$

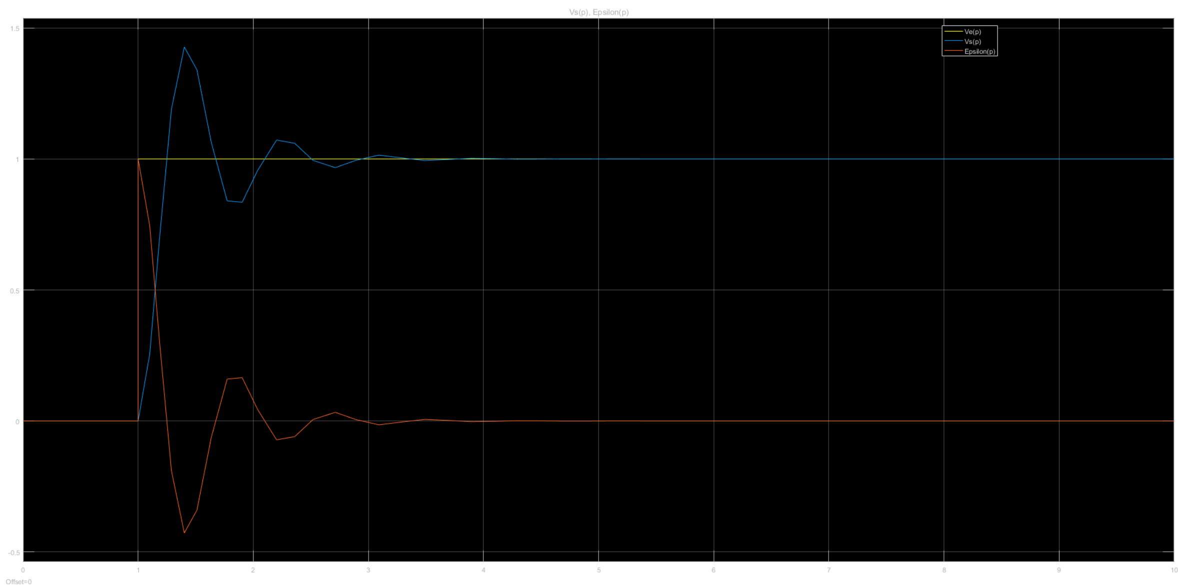
$K0 = 5$:

Le système est plus rapide et oscille.



$p1 = -2.0000 + 4.0000i$
$p1 = -2.0000 - 4.0000i$

$K0 = 15$:
Le système est rapide et oscille plus.

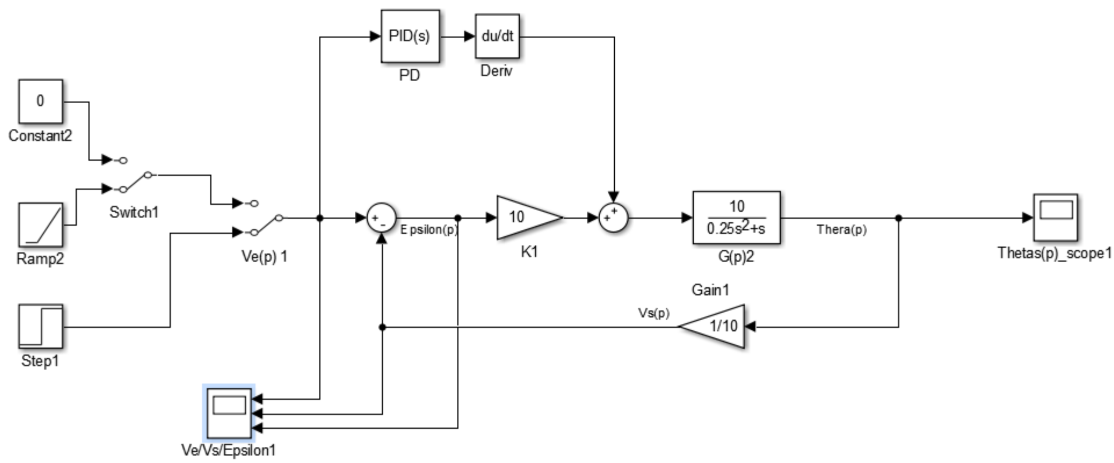


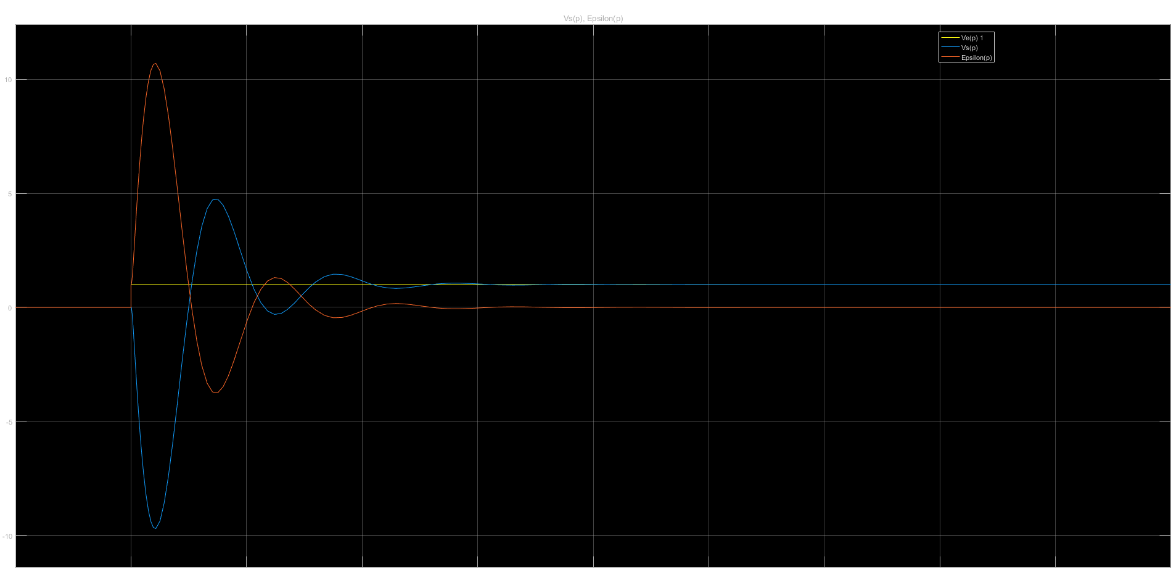
$p1 = -2.0000 + 7.4833i$
$p1 = -2.0000 - 7.4833i$

5. Avec $K0 = 10$ la tâche robotique n'est pas vraiment réalisé correctement due au dépassement et aux oscillations.

6.

$C2(p) = \frac{1}{G(p)/10} = p^2 * 0.25 + p$





On a donc bien compensé l'erreur, mais il reste encore des dépassements.

3 Cahier des charges : Précision

$d(p) = \frac{d0}{p}$ avec $d0 = 0.1$Volts (10 sur les graphes par soucis de visibilité)

1.

$\epsilon 2(p) = -\frac{d(p)}{p(0.25p+1)+K0)}$

Avec le théorème de la valeur finale et $d(p) = \frac{d0}{p}$:

$\lim\limits_{p\to 0} p * \epsilon 2(p) = -\frac{d0}{p(0.25p+1)+K0)} = -\frac{d0}{K0}$

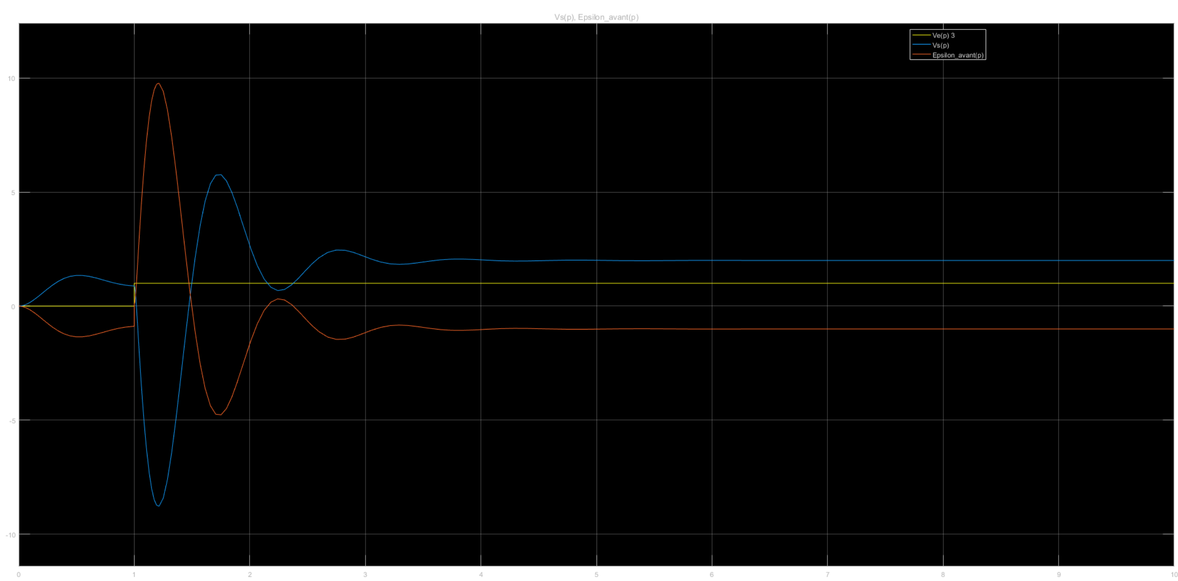
Donc (avec la limite de $C2(p) = 0$) :

$\lim\limits_{p\to 0} p * \epsilon(p) = \lim\limits_{p\to 0} p * \epsilon 1(p) + \lim\limits_{p\to 0} p * \epsilon 2(p)$

$\lim\limits_{p\to 0} p * \epsilon 1(p) = \frac{p*e0(0.25p+1}{p(0.25p+1)+K0} = 0$

$\lim\limits_{p\to 0} p * \epsilon(p) = -\frac{d0}{K0}$

Avec $d0 = 10$ pour mieux voir :



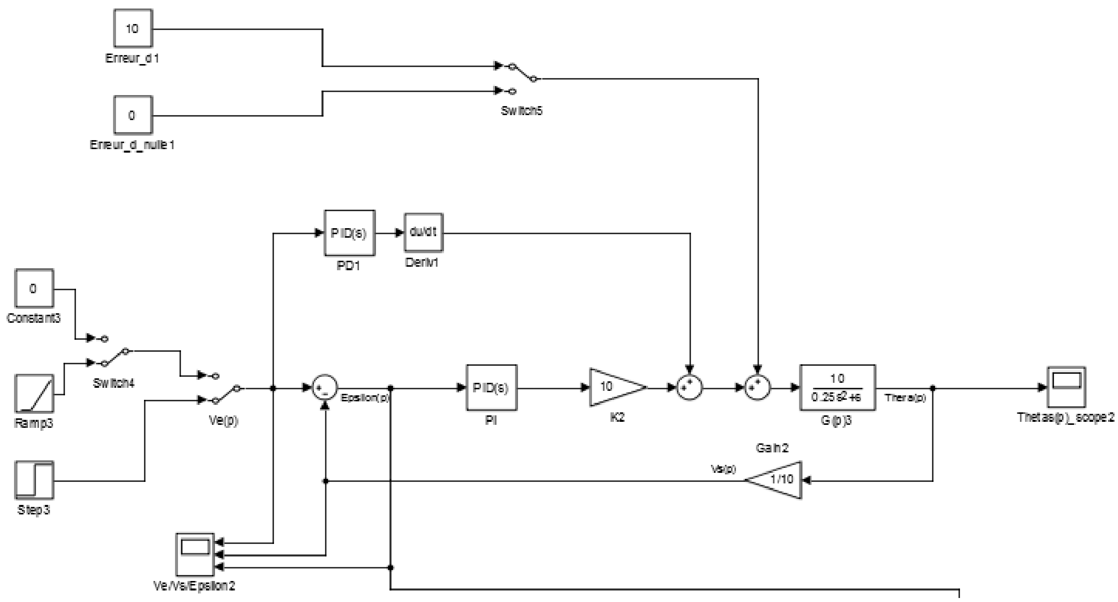
Ce qui est cohérent avec la théorie. La tache n'est donc pas correctement réalisé puisque en plus des problèmes précédents, on a perdu en précision.

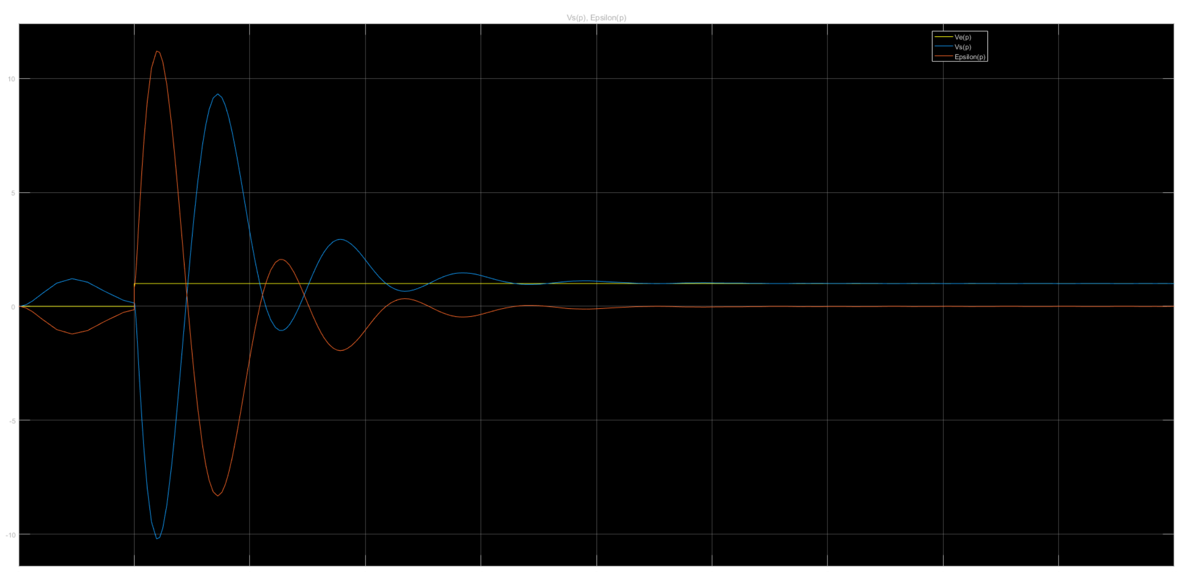
2.

$\epsilon 2(p) = \frac{Ti*d0}{(p(0.25p+1)Ti*p+K0(K+K*Ti*p)}$

$\lim\limits_{p\to 0} \epsilon 2(p) = -\frac{Ti*d0}{K0*K}$

$\lim\limits_{p\to 0} p * \epsilon 2(p) = 0$





Ce qui est cohérent, on a bien maintenant une erreur nulle.

3.

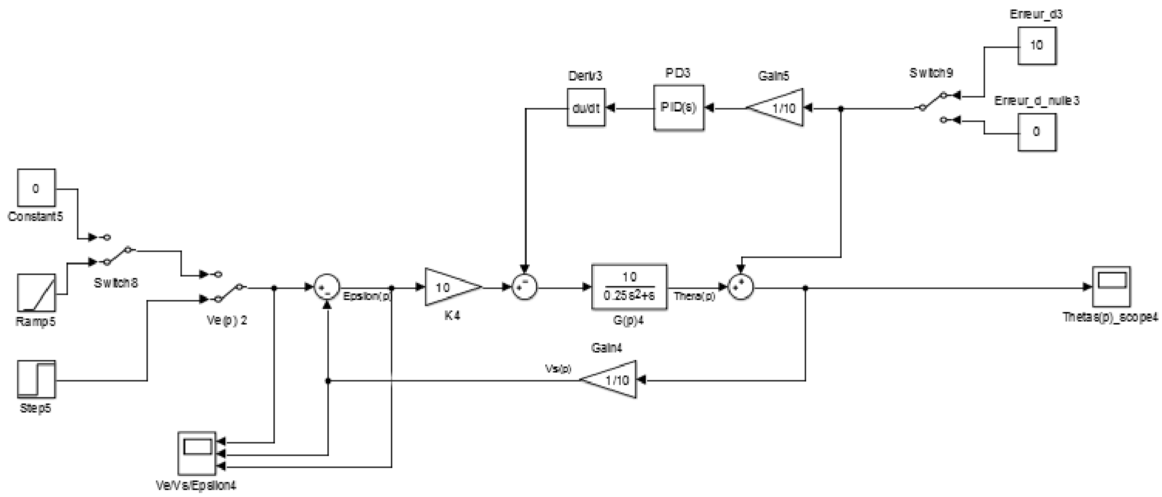
L'erreur sera toujours nulle quel que soit la valeur de K ou Ti, cependant on verra des changements sur le régime transitoire : plus K augmente plus il y a d'oscillation, plus Ti augmente plus l'erreur prend du temps à se stabiliser.

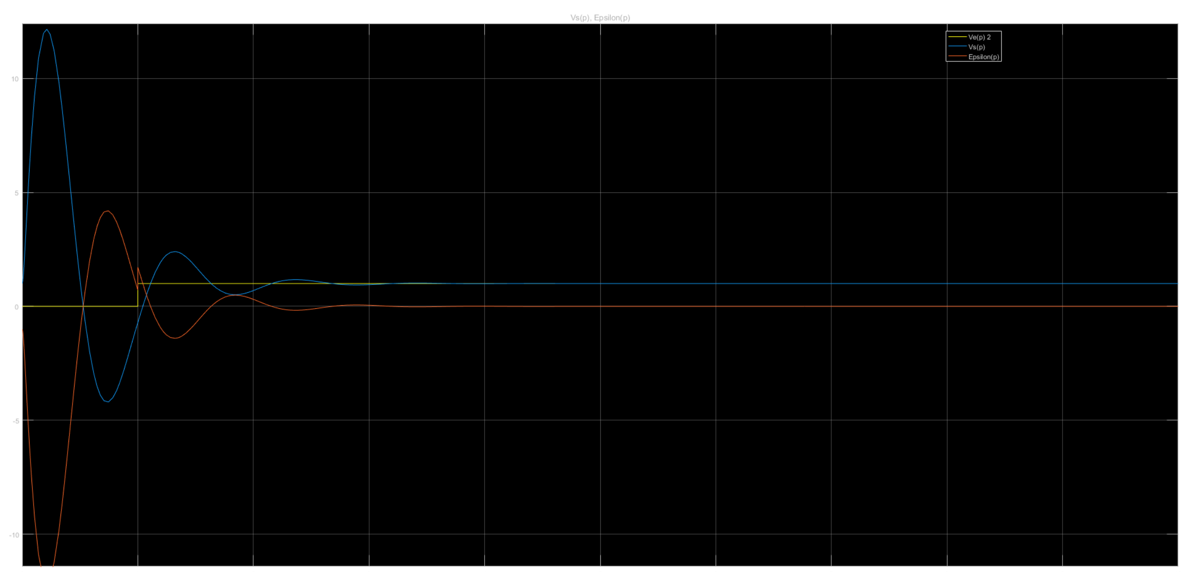
4.

Avec $K = 1$ et $Ti = 100$ la tâche robotique n'est pas vraiment réalisé correctement due au dépassement et aux oscillations.

6.

$C2(p = -\frac{1}{10} * (p(0.25p + 1))$





4 Cahier des charges : Stabilité et régime transitoire

1.

On utilise le code Matlab suivant pour calculer le rang de la matrice de commandabilité :

```matlab
A = [0 0; 0 -4];
B = [1; 2.2361];
C = [1 -0.4472];
D = 0;
sys = ss(A,B,C,D);
rank(ctrb(sys))
```

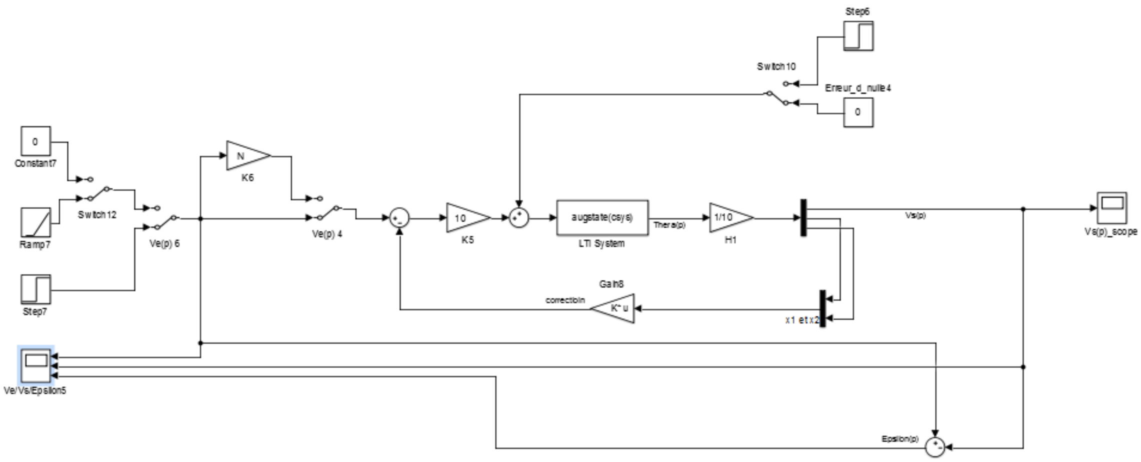
On obtient 2 comme le rang de A, Le système est donc commandable. Forme canonique de commande Matlab :

```matlab
[csys,T] = canon(sys,'companion')

  A =
       x1  x2
   x1   0   0
   x2   1  -4

  B =
       u1
   x1   1
   x2   0

  C =
              x1          x2
   y1  1.608e-05           4

  D =
       u1
   y1   0
```

2.

```matlab
K= acker([0 0; 1 -4],[1; 0],[-3 -3])
```

On trouve K=[2,1]

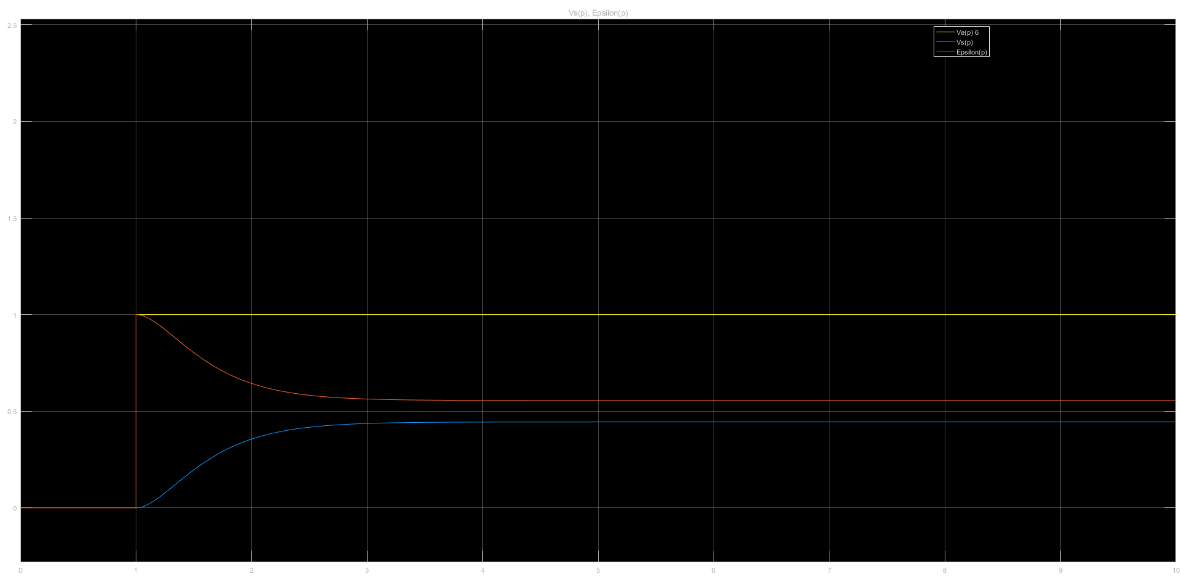


3.

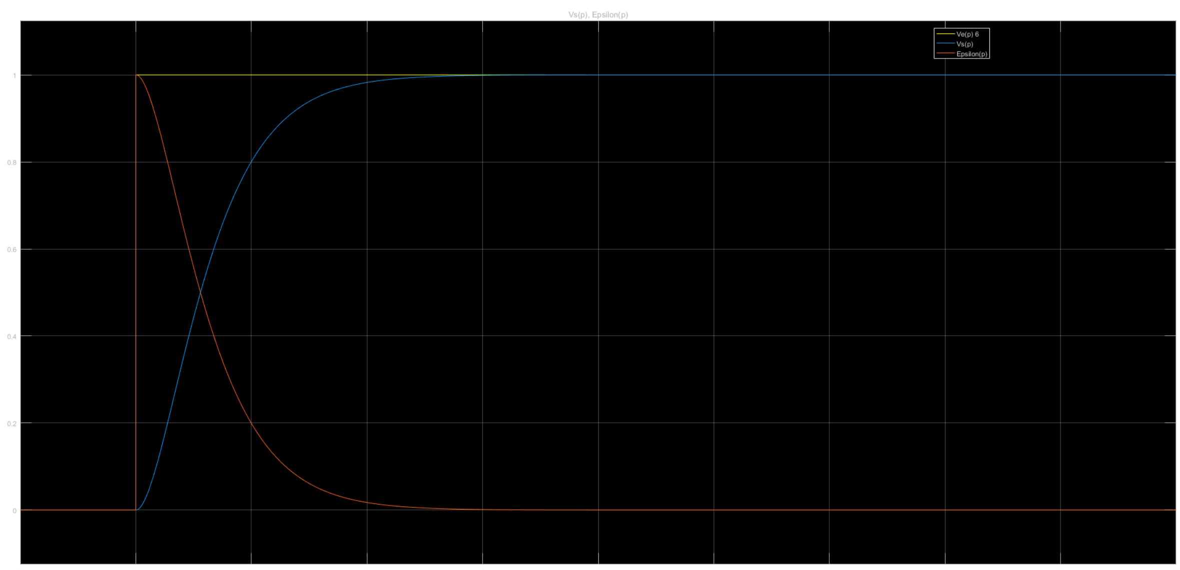
```
Ac = [0 0; 1 -4];
Bc = [1; 0];
Cc = [1.608e-05  4];
Dc = 0;

N = 1/(Cc * inv(-Ac + Bc * K) * Bc)
```

On trouve N=2.25
(On garde d0=10 pour mieux voir)

Impact pré-compensateur entrée échelon sans perturbation :
avant :

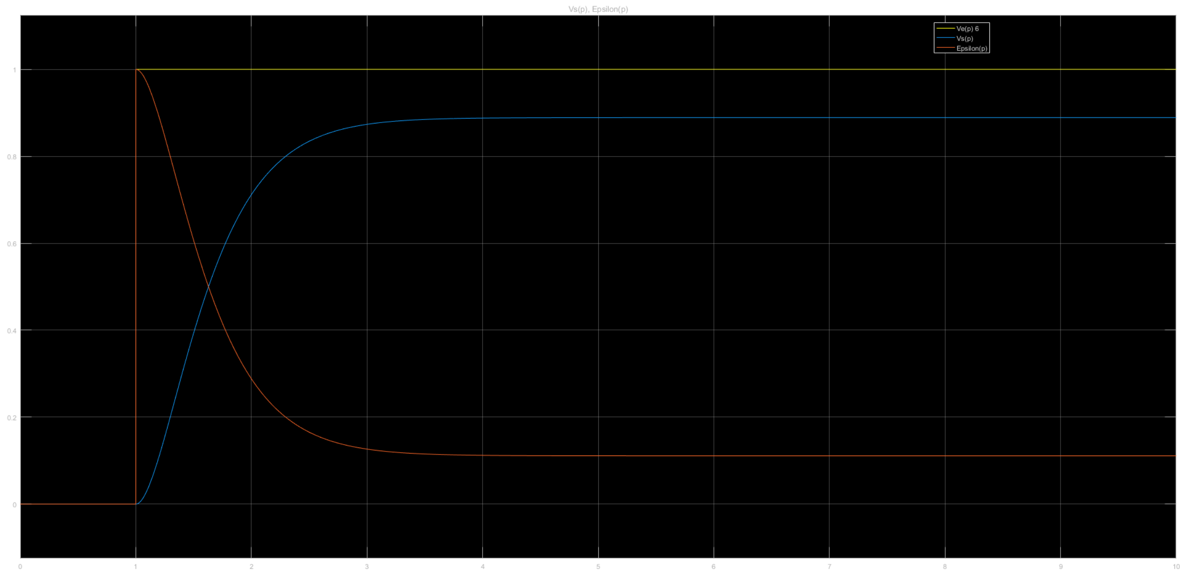


après :

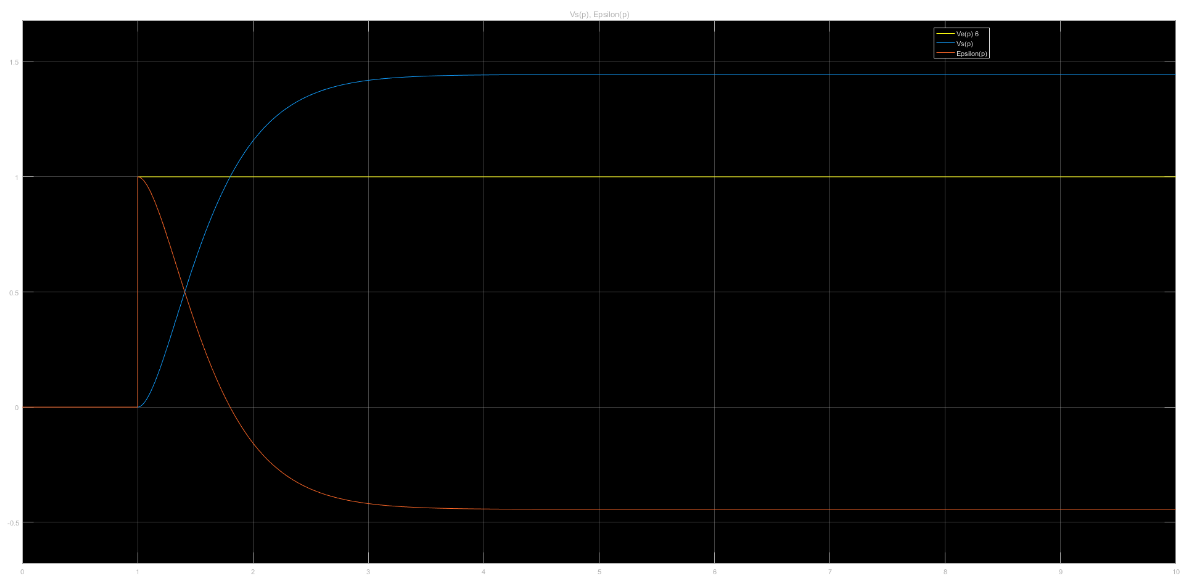


conclusion :
On observe que le pré-compensateur compense l'erreur (sans dépassement ni oscillation) ;

Impact pré-compensateur entrée échelon avec perturbation :
avant :

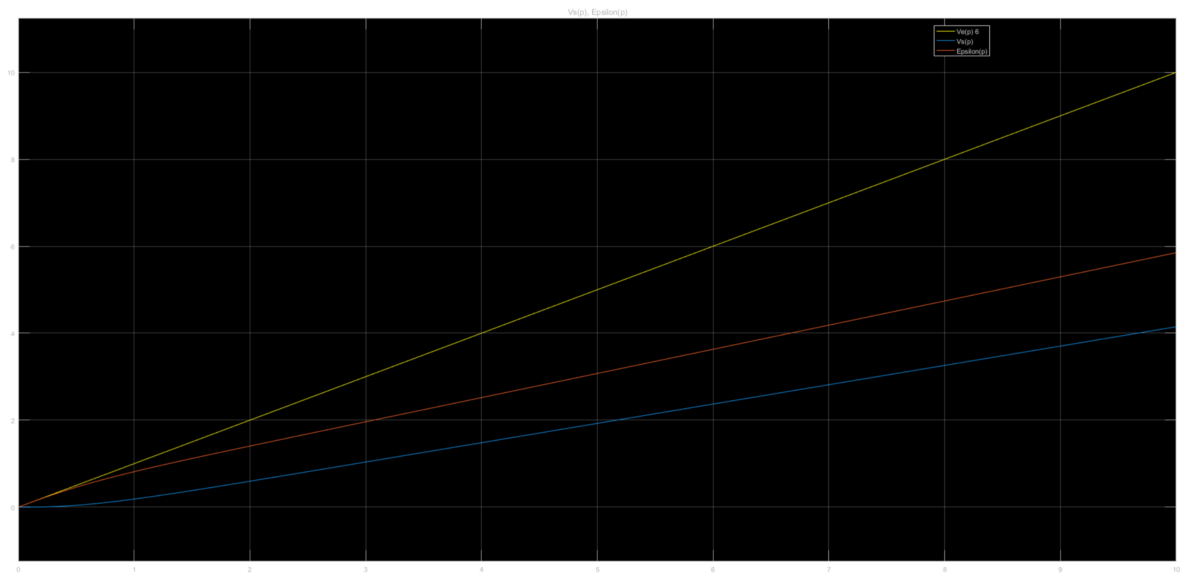


après :

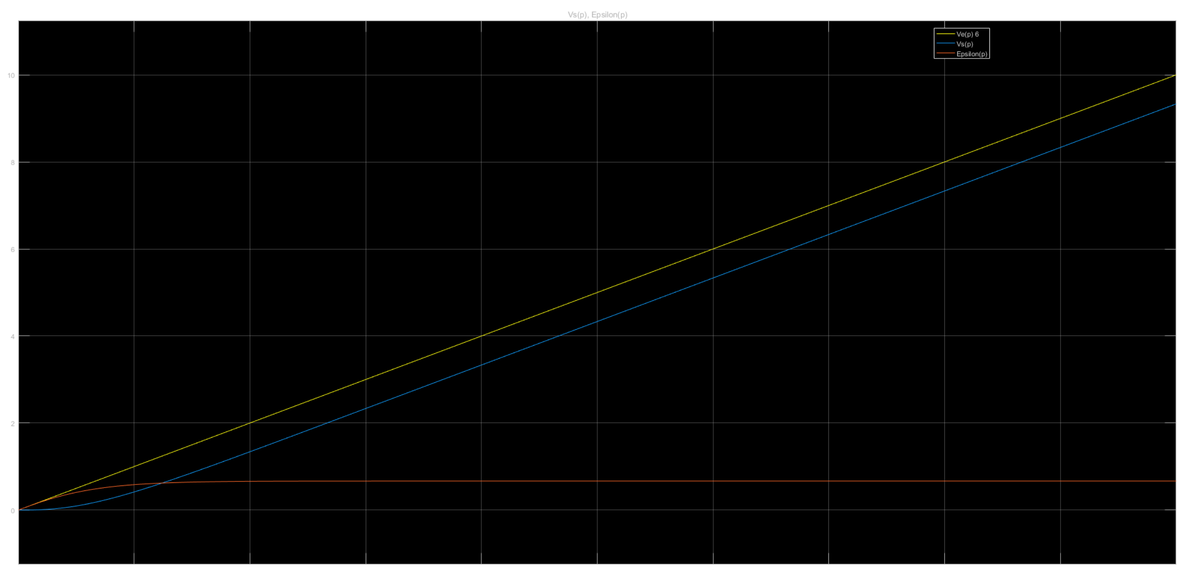


conclusion :
On observe que le pré-compensateur ne compense pas la perturbation ;

Impact pré-compensateur entrée rampe sans perturbation :
avant :

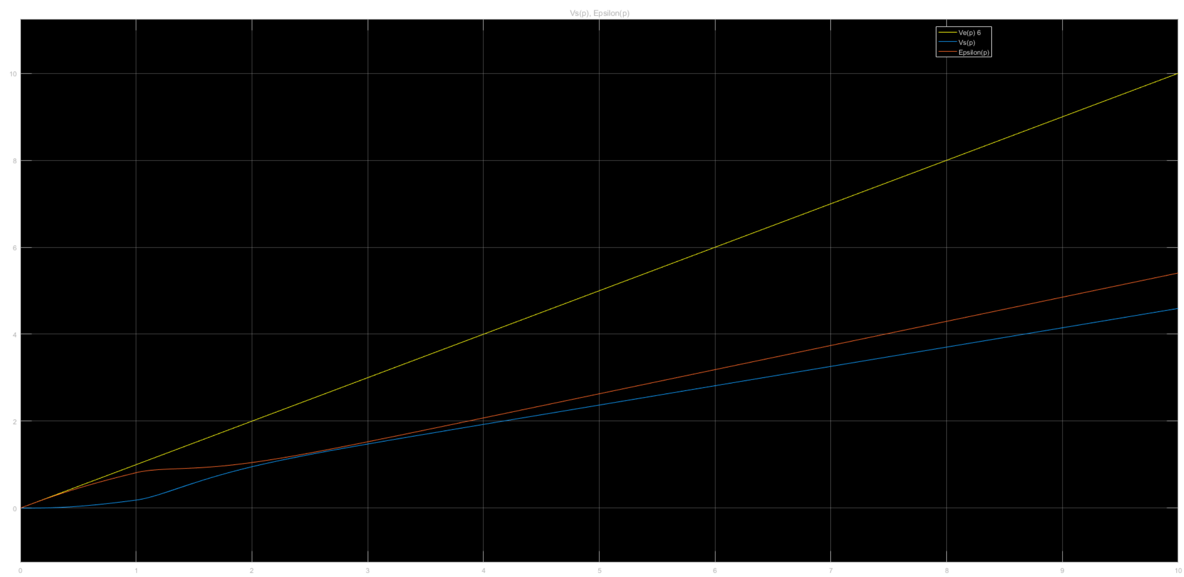


après :

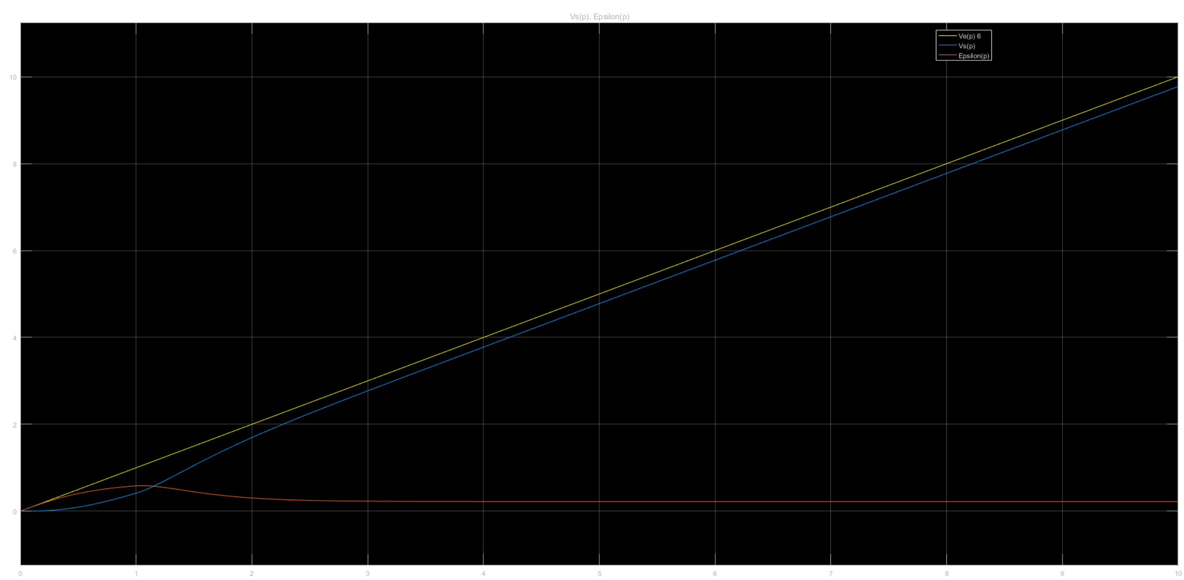


conclusion :
On observe que le pré-compensateur améliore la précision mais il reste une erreur ;

Impact pré-compensateur entrée rampe avec perturbation :
avant :



après :



conclusion :
On observe que le pré-compensateur améliore grandement la précision mais il reste une erreur ;

Qualité de la réalisation de la tache robotique :
La tache sera le mieux réaliser dans le cas avec pré-compensateur, sans perturbation, et un échelon en entrée.
Tableau synthèse :

Particularité	Effet pré-compensateur
Echellon	Erreur completement compensé
Echellon avec pertubation	Erreur pertubation non impacté
Rampe	Erreur bien compensé mais pas totalement
Rampe avec pertubation	Erreur mieu compensé mais pas totalement

5 Cahier des charges : Stabilité et régime transitoire :

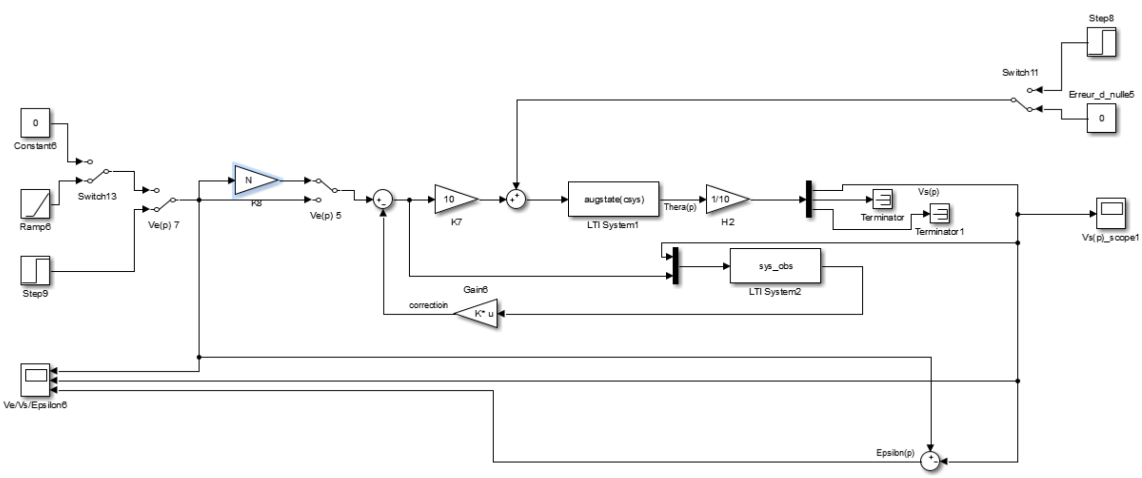
1.

```
%on prend des poles six fois plus rapide
G = acker(A', C', [-18 -18])'
F = A - G*C
H = B
M = eye(2)
N_observateur = [0 0; 0 0]
B_observateur = [ 81.0000 1.0000; 109.5707 2.2361]
sys_obs=ss(F,B_observateur,M,N_observateur);
```

On obtient : **1.**

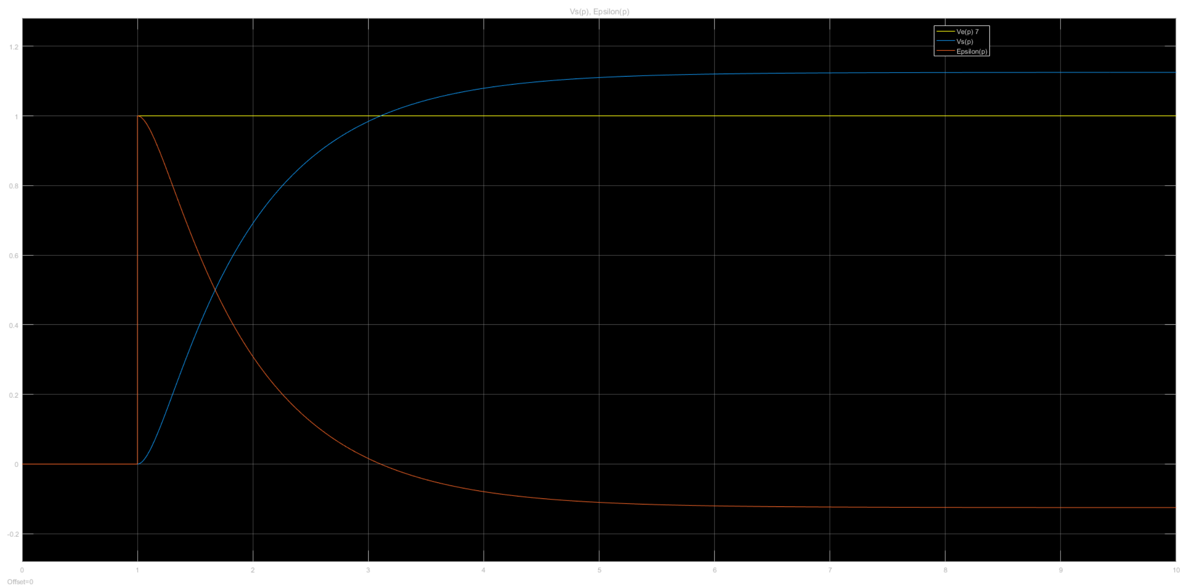
```
G =

   81.0000
  109.5707


F =

  -81.0000   36.2232
 -109.5707   45.0000


H =
```

```

    1.0000
    2.2361


M =

     1     0
     0     1


N_observateur =

     0     0
     0     0


B_observateur =

   81.0000    1.0000
  109.5707    2.2361
```



6 Cahier des charges : Stabilité et régime transitoire :

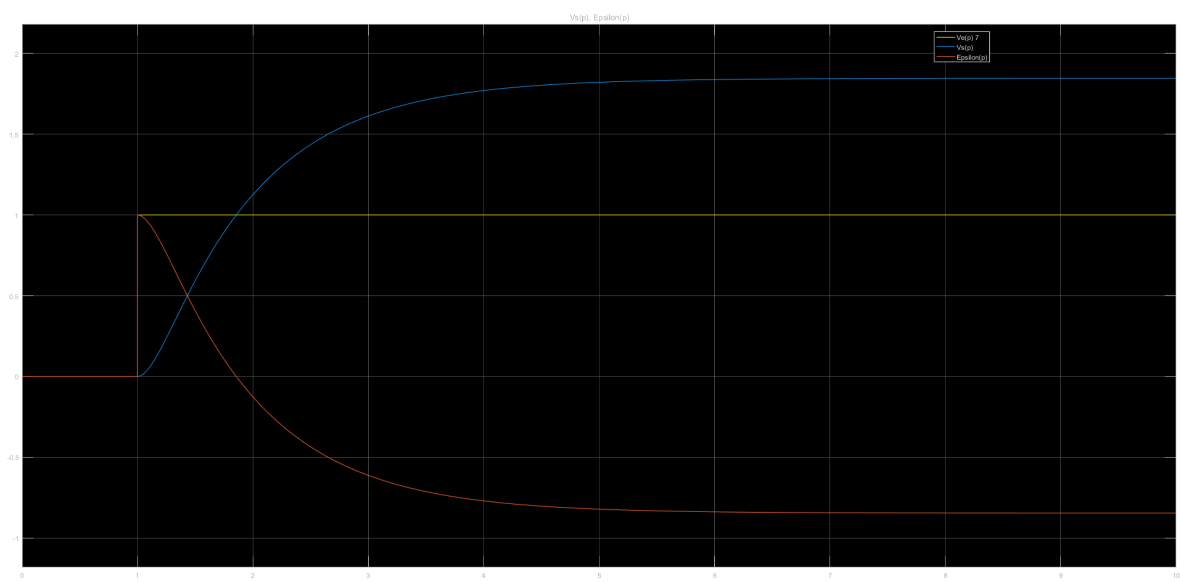
Test avec un échelon en entrée, le pré-compensateur et pas de perturbation :



On ne retrouve pas exactement la réponse au système précédent dans les même conditions ; On a perdu en précision.

2.

Test avec un échelon en entrée, le pré-compensateur et la perturbation (d0=10) :



Qualité de la réalisation de la tache robotique avec perturbation :
L'erreur causé par la perturbation empire encore la précision, la tache robotique n'est pas bien réalisé.

7 SYNTHESE DES RESULTATS

Particularité	Systeme de base partie 2	avec technique de compensation de l'erreur partie 2 et 3
Echellon	Erreur compensé malgré dépassement en fonction du gain proportionel K0	compense l'erreur, mais il reste encore des dépassements.
Echellon avec pertubation		il reste encore les dépassements et ne compense pas la pertubation
Rampe	Erreur proportionel à l'entree	
Rampe avec pertubation		
Particularité	et bloc de fronction de transfert K(1+1/Tip) partie 3	et avec technique compensation des pertubations partie 3
Echellon		
Echellon avec pertubation	compense l'erreur, il reste encore des dépassements (plus K augmente plus il y a d'oscillation, plus Ti augmente plus l'erreur prend du temps à se stabiliser.)	compense l'erreur avec moins de dépassements
Rampe		
Rampe avec pertubation		
Particularité	Effet pré-compensateur partie 5	Effet observateur partie 7
Echellon	Erreur completement compensé	Empire la précision
Echellon avec pertubation	Erreur pertubation non impacté	Empire la précision
Rampe	Erreur bien compensé mais pas totalement	
Rampe avec pertubation	Erreur mieu compensé mais pas totalement	