

Rapport TP6

La pendule inverse

Table des matières

Stabilité	2
Commandabilité & Observabilité	2
Représentation d'état du système augmenté	2
Pôles de l'observateur de Kalman	2
La matrice de gain de l'observateur	2
La matrice K	3
Observation du système	3
Simulation du système	4

Stabilité

En calculant les pôles de la fonction de transfert de la pendule inverse, on conclut que le système est instable : un des pôles est négatif.

De plus, si l'on trace la réponse du système à une marche, alors on peut voir que le système n'est pas stable.

Dans mon programme, la fonction `ss2tf` n'a pas fonctionné. J'ai également essayé de plot le système, mais encore une fois, cela n'a pas marché.

Commandabilité & Observabilité

En utilisant la fonction `ctrb` de python, on obtient -43.92 : ce résultat est différent de 0 donc le système est commandable.

Pour ce qui est de l'observabilité, on utilise la fonction `obsv` qui nous donne le rang de la matrice d'observabilité : pour ce système, le rang est égal à 4, ce qui nous permet de dire que le système est observable puisque le rang de la matrice d'observabilité est égal au rang de la matrice A.

Représentation d'état du système augmenté

$\tilde{A} =$

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -0.449 & -1.84 & 2.85e^{-3} & -0.293 \\ 0 & 10.9 & 1.96 & -6.94e^{-2} & 0.316 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\tilde{C} = \begin{bmatrix} 0 & 14.9 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -52.27 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -7.64 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\tilde{B} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0.77 \\ -0.82 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\tilde{D} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Pôles de l'observateur de Kalman

p_{1d}	p_{2d}	p_{3d}	p_{4d}	p_{5d}
0.9801	0.9811	0.9821	0.9831	0.9792

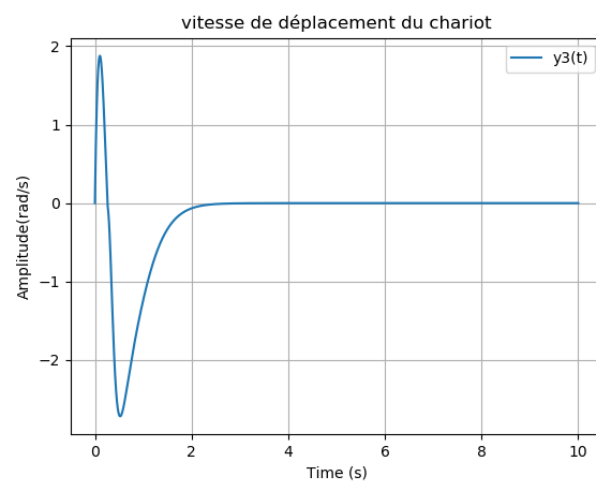
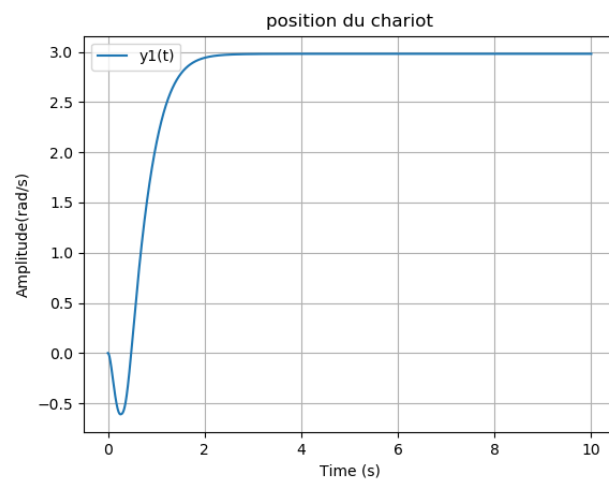
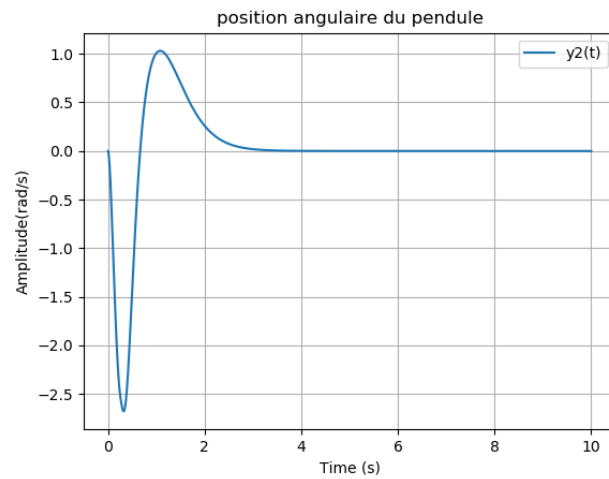
La matrice de gain de l'observateur

$$L_d = \begin{bmatrix} 1.26e^{-3} & 1.17e^{-8} & -1.32e^{-4} \\ 3.57e^{-7} & -7.13e^{-4} & 2.63e^{-4} \\ 7.55e^{-7} & 2.59e^{-5} & -4.73e^{-3} \\ 5.81e^{-6} & -6.8e^{-3} & 7.32e^{-3} \\ -4.74e^{-5} & -1.16e^{-3} & 1.59e^{-1} \end{bmatrix}$$

La matrice K

$$K = \begin{bmatrix} -44.29 & -201.3 & -44.76 & -64.44 \end{bmatrix}$$

Observation du système



Simulation du système

Le format PDF ne supporte pas les fichiers animés (GIF ou MP4). Vous trouverez donc un gif de la simulation.