

TP n°3

Stabilité et stabilisation par rétroaction

Modélisation du coeur d'une centrale nucléaire

La dérivée y' du flux de neutrons dans un réacteur est proportionnelle ($k = 1$) au flux de neutrons y déjà créé moins celui absorbé par les barres de carbone que l'on supposera égal à un signal de contrôle x .

1. Écrire l'équation différentielle décrivant l'évolution du flux de neutrons dans le réacteur.
2. Simuler cette équation différentielle en supposant un flux initial de neutrons égal à 1 et pas d'absorption. Observer la courbe. Que dit-elle sur la nature du phénomène ?
3. Écrire la fonction de transfert produisant y en fonction de x . Que nous dit-elle sur la nature du phénomène ?

Pilotage de cette centrale

Pilotage en boucle ouverte

1. Quelle absorption constante faut-il mettre pour que le flux de neutrons n'explose pas ?
2. Simuler cette solution.
3. Malheureusement, le système n'est pas parfaitement connu et on traduit cela en ajoutant un petit bruit à l'absorption. Que se passe-t-il ? Essayer de réduire le phénomène en diminuant le bruit.

Pilotage en boucle fermée

On se propose de piloter le système en boucle fermée avec un pilote de type

$$\frac{as + b}{cs + d}$$

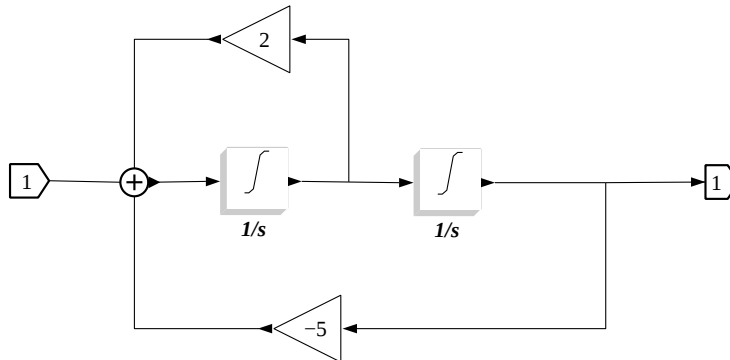
1. Calculer les paramètres a, b, c, d pour que :
 - (a) les pôles du système en boucle fermée soient

$$2e^{3i\pi/4}, \quad 2e^{5i\pi/4}$$

- (b) le gain du système en boucle fermée soit 1
2. Simuler le système en boucle fermée avec la consigne de garder le flux de neutrons constant égal à 1, sans et avec bruit. Que voit-on ?
 3. Entrer un échelon faisant passer le flux désiré de neutrons de 1 à 2. Observer les courbes.
 4. Pouvez-vous faire un pilote stabilisant de type P ? PI ? PID ?

Encore une analyse : ordre 2

Pour le système représenté sur le diagramme



1. trouvez sa fonction de transfert ;
2. représentez le système par des équations différentielles ;
3. déterminez est-ce que le système est stable ;
4. calculez sa réponse à un échelon unitaire (une sinusoïde, une impulsion unitaire) ;
5. comparez avec une simulation.

Stabilisation - ordre 2

La fonction de transfert d'un système est $f(s) = \frac{1}{s^2 - s}$. Il est aisé de voir que le système est instable. On veut (1) stabiliser le système, (2) s'assurer que la sortie soit proche au signal de référence $r(t)$, (3) dans la mesure de possible rejeter le bruit.

1. Proposez une architecture de commande par rétroaction qui peut assurer les objectifs (1-3).
2. Trouvez une fonction de transfert pour le feedback ("un pilote") qui assure les objectifs (1), (2) et dans la mesure de possible (3). Expliquez comment vous assurez chacun des objectifs.
3. Réalisez votre pilote en utilisant les blocs élémentaires : intégrateur, gain, dérivée, somme. Est-ce que votre pilote est PID ?
4. Faites une simulation.
5. Trouvez une période d'échantillonnage adaptée et une fonction de transfert de la version discrète du même pilote.
6. Réalisez le pilote discret en utilisant les blocs élémentaires : délai, gain, somme.
7. Programmez le pilote comme une fonction en C (ou un autre langage). Expliquez brièvement comment utiliser cette fonction dans un contrôleur embarqué.