

TP 2 : Asservissement échantillonnés dans le cadre d'un système thermique

Boris Alexandre Baudel - ENS Rennes

October 28, 2023

1 Introduction

Il s'agit de mettre en œuvre en autonomie une démarche classique de réglage d'un système asservi. Le process est constitué d'un système de chauffage représenté figure 1. La commande se fait avec une carte Arduino. Le système est composé d'une résistance de chauffage, d'un ventilateur, d'un tube et d'un capteur de température. La vitesse du fluide sera considéré comme constante dans le tube. L'apport d'énergie thermique à l'air est fait par la résistance qui est elle-même piloté par la carte Arduino via un drivers. Le capteur de température donne une tension image de la température du fluide en sortie de tube.

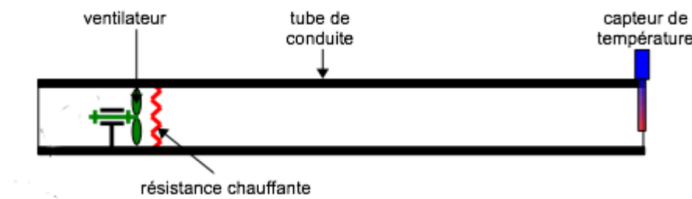
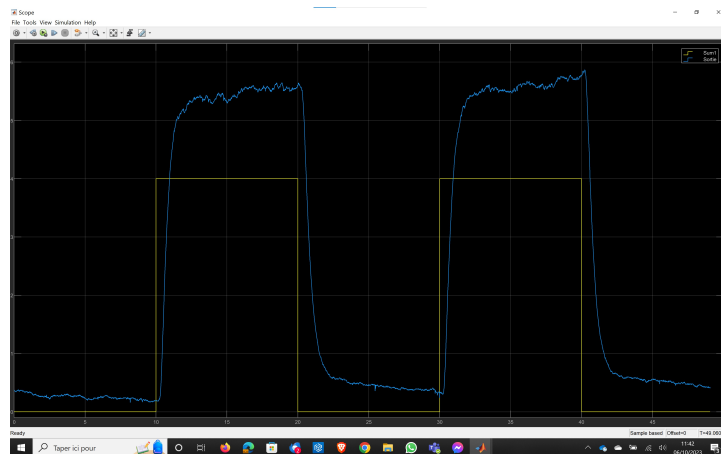


figure 1

Par ailleurs, dans les documents fourni, nous avons donc les résultats expérimentaux de l'asservissement. Pour cela, nous pouvons par exemple relevé les différentes données comme la période, l'amplitude de la commande qui nous est donnée.



2 Partie 1 : Simulation et synthèse d'un correcteur.

Un essai a été réalisé en mettant un échelon de tension (4 volts) aux bornes du drivers de la resistance. L'acquisition a été faite avec une période d'échantillonnage de 0.01s. Vous trouverez les données dans le fichier.

2.1 Activités 1.1

Identification de la dynamique du système

Identification avec les données fournies dans le fichier, il est possible de visualiser la réponse du système à un échelon de tension de 4 volts. Cette visualisation nous permettra d'avoir une première estimation des caractéristiques dynamiques du système, comme le temps de montée, le dépassement, le temps de stabilisation, etc.

Modélisation

Il existe plusieurs méthodes pour modéliser un système en fonction de la réponse à un échelon. Pour un système de premier ordre, on pourrait utiliser l'équation:

$$H(p) = \frac{K}{1 + \tau p} \quad (1)$$

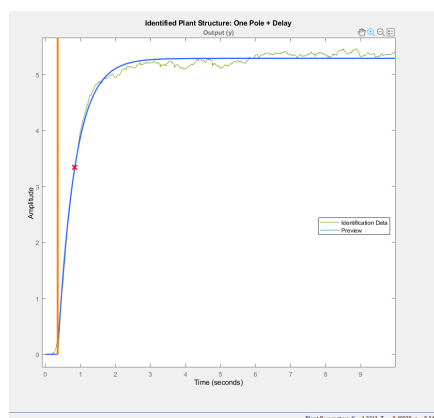
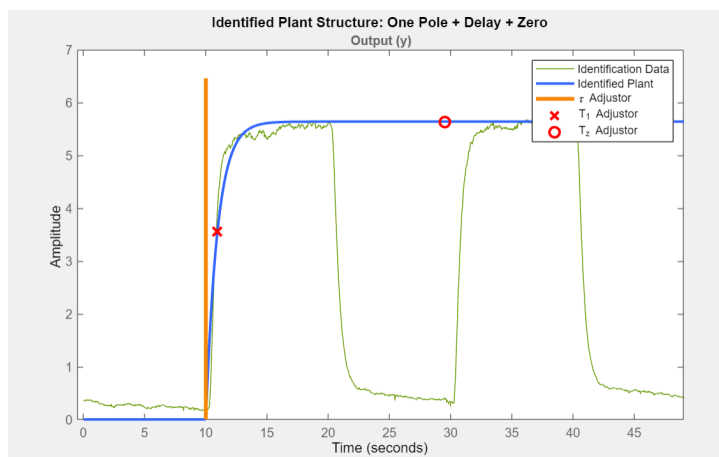
Validation du modèle Une fois le modèle établi, il est essentiel de le valider en comparant sa réponse à celle des données expérimentales. Si nécessaire, des ajustements peuvent être faits au modèle pour améliorer la précision.

Synthèse d'un correcteur

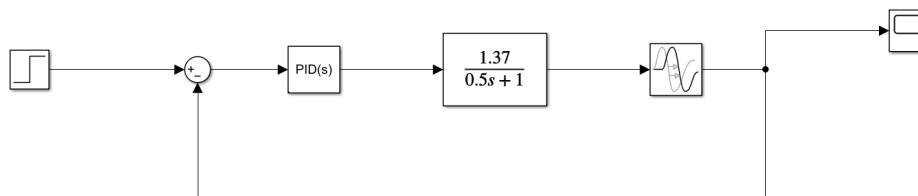
Avec un modèle fiable en main, on peut procéder à la conception d'un correcteur pour le système de chauffage. En utilisant Simulink, on peut simuler différents types de correcteurs (PID, avance de phase, etc.) pour obtenir la performance souhaitée.

2.2 Activités 1.2

Dans cette partie, nous devons ajuster notre modèle aux valeurs expérimentales. Ainsi, cela nous permet, à l'aide du PID tuner, de s'adapter à un échelon d'amplitude 4, une période d'échantillonnage de 0.001, et d'un temps d'écart de 10 par rapport à l'origine.

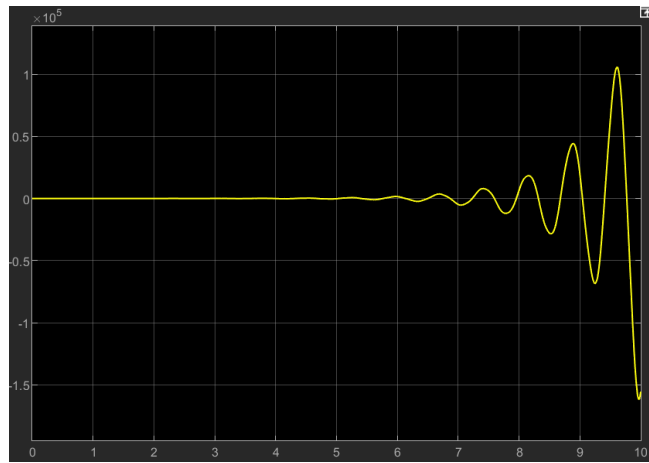


Ainsi, le retard trouvé est de 0.33 et doit être insérer dans le bloque "transport delay". De même, nous trouvons les valeurs de la fonction de transfert du premier ordre et nous pouvons faire le schéma bloque suivant sur Simulink :

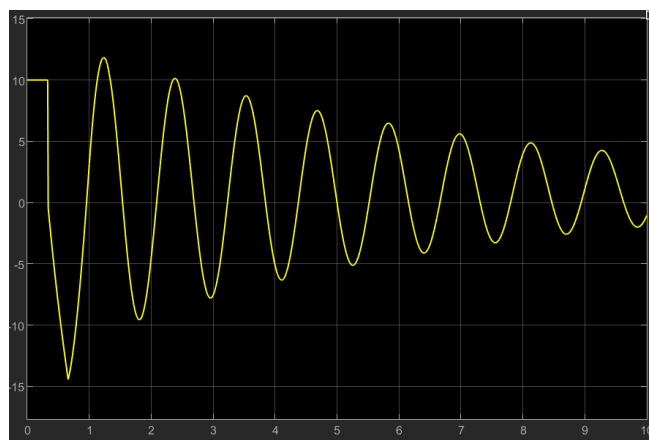


2.3 Activités 1.3

Maintenant que nous avons implémenter le modèle sur simulink, nous allons voir quelle est l'influence de Kp sur notre système. Par ailleurs, nous avons installer un correcteur PID dans notre système. En mettant des valeurs quelconque on obtient l'allure de la figure X car la valeurs était trop élevée.



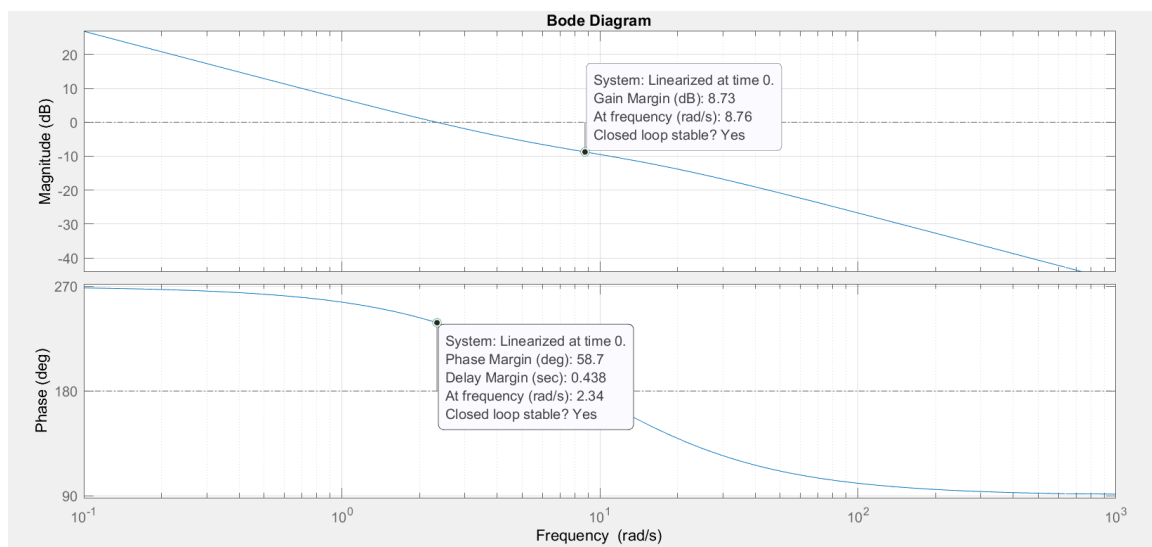
Après la valeur a été réduite et nous obtenons donc la figure suivante avec une valeur plus faible. En effet, avec les anciennes valeurs nous avons des problèmes de stabilité. Toutefois, notre système oscille, un paramètre qui va devoir être réglé par la suite en réglant le correcteur qui va être implémenté. Par ailleurs, K_p va être réglé dans le PID pour pouvoir régler les oscillations par la suite.



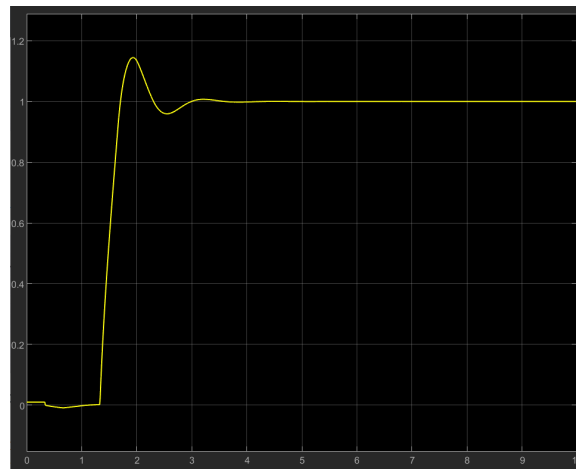
2.4 Activités 1.4

Nous allons maintenant utiliser un correcteur PID et nous allons fixer les valeurs des constantes pour avoir des performances (stabilité, rapidité, précision) intéressantes. Les différents coefficients du correcteur ont été choisis par essai-erreur sur la sortie et sur le diagramme de Bode

$$P = 0.951 \quad I = 1.605 \quad D = 0.058 \quad K = 12.750$$

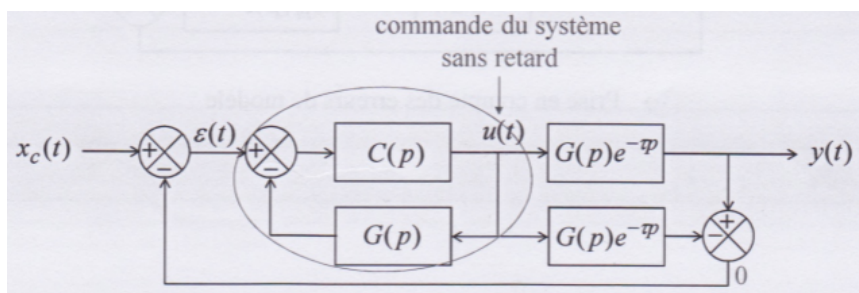
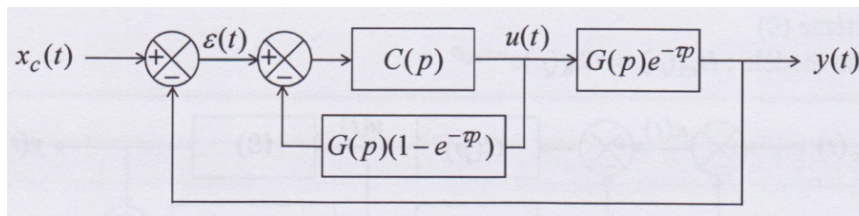


On peut alors relever la sortie sous la forme suivante lorsque le correcteur PID a été intégré pour une commande à 1, ce qui est plutôt satisfaisant :

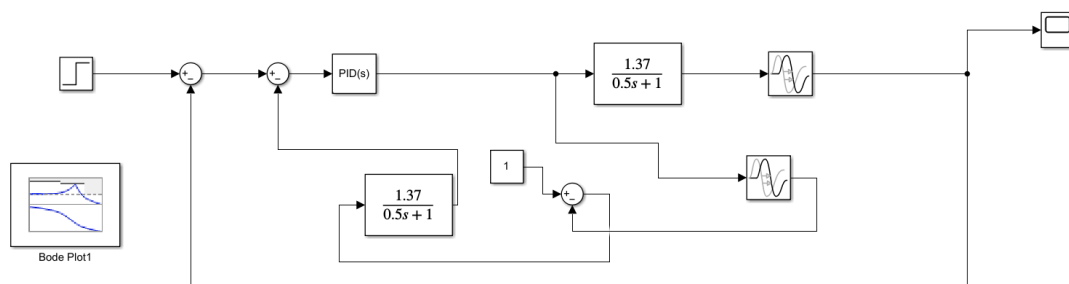


3 Partie 2 : Correcteur avec la méthode de Smith

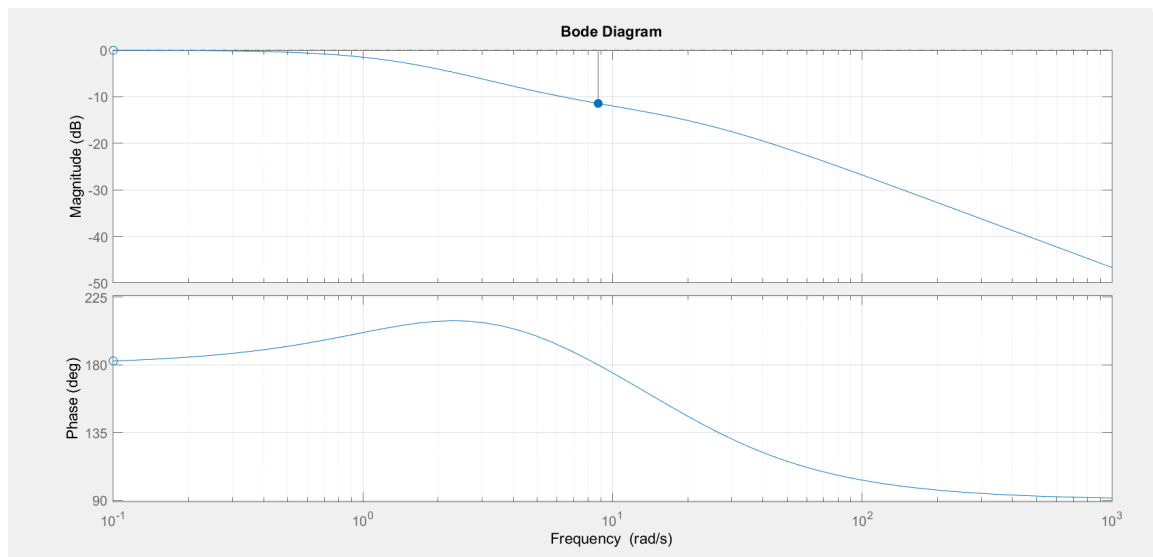
Dans cette partie, nous allons faire une étude avec la méthode de correction de Smith. Cette méthode consiste à utiliser les fonctions de Transfert impriqué comme on peut le voire ci dessous. On place, alors le correcteur de type PID, pui le système retardataire suivi de la fonction de Transfert $G(p)$ comme ceci :



On implémente ceci dans Simulink et on obtient le modèle suivant :



On trace le diagramme de Bode :



Le correcteur choisi assure la stabilité du système, cependant l'écart statique ne marche pas suffisamment bien. De même, la sortie générée est de type rampe et, comme il s'agit d'une fonction de Transfert d'ordre supérieure à 2, le fonctionnement est moins intuitif à visualiser.