

## Automatique

### - Travaux Dirigés -

P. SIBILLE

#### Exercice n°1 : Étude d'un système modélisé sous la forme d'un premier ordre

On considère un premier ordre de gain statique égal à  $k$  et de constante de temps  $T$ . Ce type de fonction de transfert donne une approximation de relation de type « cause à effet ». Par exemple, cette fonction de transfert peut modéliser un thermomètre réalisé à partir d'une thermistance. Physiquement, lorsque celui-ci est brutalement soumis à une variation brusque de température (équivalent à un échelon) la température indiquée par ce dernier évoluera plus ou moins rapidement pour atteindre la nouvelle valeur, ce qui correspond bien à la fonction de transfert choisie.

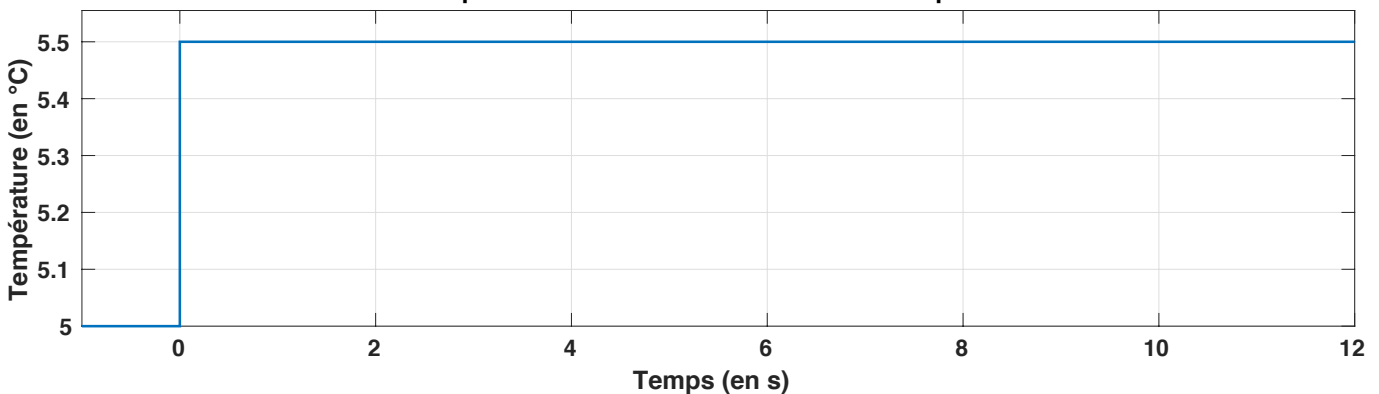
Ce type de fonction de transfert peut aussi représenter le lien, en premier approximation, entre la tension d'alimentation d'un moteur à courant continu et sa vitesse...

Dans cet exercice, on étudiera la fonction de transfert en boucle ouverte et puis en boucle fermée.

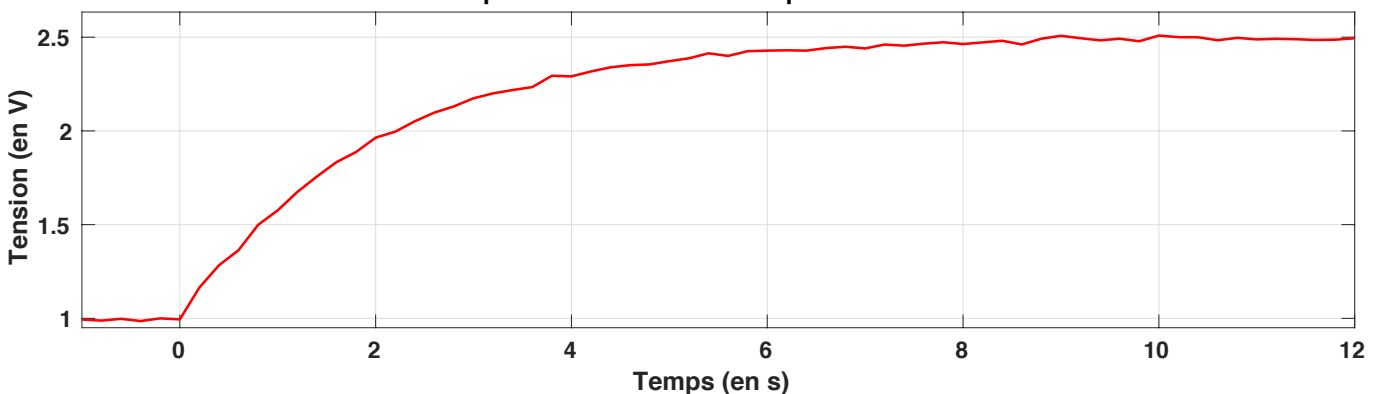
#### Identification de la fonction de transfert d'un capteur de température

Pour atteindre cet objectif on dispose de l'essai donné par la figure ci-après :

Variation de température sous forme d'un échelon d'amplitude 0.5 °C



Réponse à un échelon d'amplitude 0.5 °C



#### Système en boucle ouverte

1. Sachant que l'on suppose que la fonction de transfert est du type du 1<sup>er</sup> ordre. Déterminez les paramètres de cette fonction de transfert. Donnez les unités des paramètres de la fonction de transfert.

2. A l'aide de Matlab et des paramètres estimés à la question précédente, reproduire les graphiques de l'essai.
3. Donner la fonction de transfert du système du 1<sup>er</sup> ordre.
4. On applique à l'entrée du système du 1<sup>er</sup> ordre un signal de commande qui est un échelon d'amplitude  $U_0$ . Pour différentes valeurs de  $U_0 = 1, 2$  et  $5$ , simuler la réponse à ce signal. Sur la courbe de réponse mettre en évidence la constante de temps du système et afficher la valeur prise par la sortie en régime permanent. Que représente le gain statique ?

### Système en boucle fermée – cas d'un correcteur proportionnel

On suppose maintenant que ce système du premier ordre a un gain statique unitaire ( $k=1$ ) et est placé dans une boucle d'asservissement fermée avec un correcteur proportionnel de gain  $K$ .

1. Représenter le schéma fonctionnel de cet asservissement.
2. Calculer la fonction de transfert en boucle fermée de l'asservissement.
  - a. Montrer que le gain statique du système bouclé est  $K/(K+1)$ . Conclusions ?
  - b. Montrer que la constante de temps du système bouclé est  $T/(K+1)$ . Conclusions ?
3. Réaliser un simulateur de l'asservissement. Le signal de consigne est un échelon d'amplitude  $E_0$ . Avec  $E_0 = 1$ , simuler la réponse à ce signal pour différentes valeurs de  $K$  ( $K=1, 2, 10$ ). Pour chaque simulation, relever les valeurs de la constante de temps et de la sortie en régime permanent. Expliquer l'influence du gain  $K$  sur les caractéristiques du signal de sortie.
4. Comparer également ces caractéristiques avec celles du système en boucle ouverte.
5. Calculer la fonction de transfert entre la commande et la consigne. Dans les mêmes conditions que précédemment visualiser le signal de commande en sortie du correcteur pour un échelon de consigne. Conclusions ?

### Système en boucle fermée – cas d'un correcteur de type proportionnel, intégral

On suppose toujours que le système du premier ordre a un gain statique unitaire ( $k=1$ ) et est placé dans une boucle d'asservissement fermée avec un correcteur proportionnel, intégral de gain  $K$  et de constante de temps d'intégration  $T_i$ . Il est supposé être de structure mixte.

1. Représenter le schéma fonctionnel de cet asservissement.
2. Calculer la fonction de transfert en boucle fermée de l'asservissement.
  - a. Quel est l'ordre de la fonction de transfert en boucle fermée ?
  - b. Que vaut maintenant le gain statique du système bouclé. Conclusions ?
3. Réaliser un simulateur de l'asservissement. On fixe  $T_i$  à 3 et le signal de consigne est un échelon d'amplitude  $E_0$ . Avec  $E_0 = 1$ , simuler la réponse à ce signal pour différentes valeurs de  $K$  ( $K=0.1, 1, 10$ ). Expliquer l'influence du gain  $K$  sur les caractéristiques du signal de sortie.
4. On fixe  $K$  à 1 et le signal de consigne est un échelon d'amplitude  $E_0$ . Avec  $E_0 = 1$ , simuler la réponse à ce signal pour différentes valeurs de  $T_i$  ( $T_i=0.3, 3, 30$ ). Expliquer l'influence du coefficient  $T_i$  sur les caractéristiques du signal de sortie.
5. On désire que la boucle fermée du système se comporte comme un second ordre standard dont on choisira les valeurs du gain statique, du coefficient d'amortissement et de la pulsation propre. Expliquer comment ces valeurs peuvent être choisies ? Tracer la réponse indicielle de ce second ordre.
6. Les caractéristiques de ce second ordre étant choisies, déterminer les valeurs des paramètres du correcteur.
7. Tracer la réponse indicielle du système en boucle fermée. Est-elle identique à celle obtenue à la question 5 ? Conclusions.
8. Calculer la fonction de transfert entre la commande et la consigne. Dans les mêmes conditions que précédemment visualiser le signal de commande en sortie du correcteur pour un échelon de consigne. Conclusions ?

### Système en boucle fermée – cas d'un correcteur de type proportionnel, intégral – modèle de référence

On est dans les mêmes conditions que précédemment. Simplement, dans cette partie, un modèle de référence est ajouté au schéma d'asservissement.

1. Représenter le schéma fonctionnel de ce nouvel asservissement.
2. Quel est l'intérêt de ce modèle référence ?
3. Comment doit-il être choisi ?
4. Simuler la réponse indicielle de l'ensemble. Conclusions ?
5. Calculer la fonction de transfert entre la commande et la consigne. Dans les mêmes conditions que précédemment visualiser le signal de commande en sortie du correcteur pour un échelon de consigne. Conclusions ?

**Application numérique :**  $k = 3$ ,  $T = 2$  s.