

# Chapitre 1

## Généralités sur les systèmes asservis

### 1.1 Introduction

### 1.2 Les systèmes de commande

#### 1.2.1 Définitions

- Un système est un assemblage, un ensemble ou une collection d'objets reliés ou branchés les uns aux autres de façon à former une entité ou un tout.
- Le mot asservir est en général pris dans le sens de régler, diriger ou commander.
- L'asservissement est un ensemble mathématiques et une technique de raisonnement qui concernant la prise de décision et la commande des systèmes.
- Un système de commande est une combinaison d'éléments physiques, chimiques ou biologiques, etc ; associés les uns aux autres de façon à former une entité unique et agissant en tout que telle, dans le but de s'autocommander ou s'autorégler ou commander et régler un autre système.

#### Exemples

- Le système suivant constitué par un miroir pouvant pivoter sur l'une de ses extrémités et pouvant être relevé ou abaissé au moyen d'une vis à l'autre extrémité est un système de commande, grâce à la vis, on peut régler à volonté la direction du rayon réfléchi, figure 1.1.

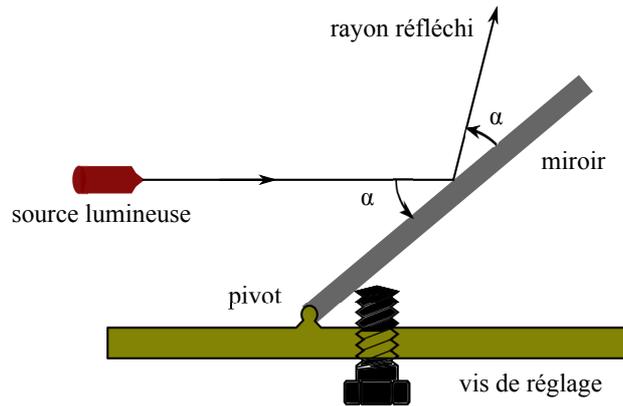


FIGURE 1.1 –

- Un automobiliste sur une route dirige sa voiture d'après la position de la chaussée par rapport à des repères liés à la voiture (capot, bord du par-brise), lorsque il aborde un virage, sa position change par rapport à un repère, le conducteur tourne le volant pour corriger l'écart. Il effectue alors une régulation de la position de la route par rapport à son véhicule.
- Un appareil de chauffage à thermostat, on règle la température de référence ou désirée de la pièce, quand la température de la pièce est inférieure à celle désirée, le fourneau fournit de la chaleur, jusqu'à ce que la température de l'enceinte devienne égale à la grandeur de référence, alors le fourneau s'éteint automatiquement.

### 1.2.2 Signaux d'entrée

Ce sont les signaux d'excitation du système, ils agissent sur son état mais ils y sont indépendants, ces grandeurs peuvent être de deux types.

- Grandeur commandable : Elle est appliquée à partir d'une source d'énergie externe, afin de provoquer une réponse spécifique du système.
- Grandeur non commandable : C'est une grandeur indésirable appelée parasite ou perturbation, elle nuit au bien fonctionnement du système et fausse sa réponse.

### 1.2.3 Signal de sortie

C'est la réponse effective élaborée par le système évoluant à partir de son état initial sous l'action des signaux d'entrée.

### 1.2.4 Classification du système de commande

Suivant la relation qui existe entre le signal de commande et le signal de sortie on distingue deux catégories générales : Les systèmes en boucles ouvertes et les systèmes en boucles fermées.

- Un système en boucle ouverte est un système où le signal de commande est indépendant du signal de sortie.
- Un système en boucle fermée est un système où le signal de commande dépend d'une façon ou d'une autre de signal de sortie.

### Système de commande en boucle ouverte (B.O)

- Des systèmes en général simple et facile d'emploi. Car présente peu d'éléments.
- Le phénomène d'instabilité n'est pas gênant.
- faibles performances.
- Il ne réagit pas à la perturbation.

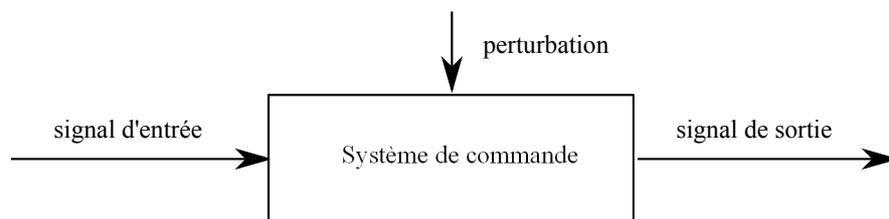


FIGURE 1.2 –

### Exemples

- L'exemple de miroir : C'est un système de commande en boucle ouverte, il n'y a pas de relation de retour.
- La rotation de volant d'une voiture pour le braquage de roues avant est un exemple de système en boucle ouverte.

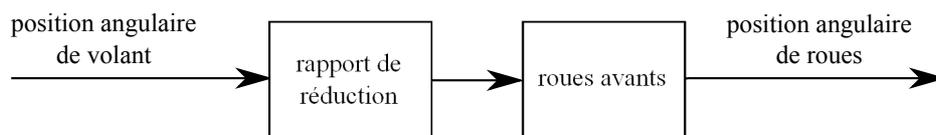


FIGURE 1.3 –

- Pour le même système, on peut introduire un dispositif d'amplification de puissance qui permet à partir d'une dépense en énergie minimale à l'entrée, de commander des phénomènes mettent en jeu d'une grande puissance à la sortie, c'est l'exemple d'une direction assisté d'un véhicule.

### Système de commande en boucle fermée (B.F)

Le fait d'établir une liaison entre la sortie et l'entrée est appelée action de retour, chaîne de retour ou plus simplement retour.

Le retour est la propriété par laquelle, dans un système de commande, le signal de sortie est comparé dans chaque instant au signal d'entrée d'une manière à former le signal de commande approprié et réduire la sensibilité de celui-ci aux perturbations.

### Caractéristiques de retour

- Une plus grande précision.
- Tendance à l'oscillation ou à l'instabilité.

Exemple : Le fourneau et le thermostat est un système en boucle fermée.

Cependant parmi les systèmes en boucle fermée on distingue le système régulateur dont la consigne demeure constante ou varie lentement durant une longue période et le système qui fonctionne en suiveur ou en poursuite dont la tâche consiste à faire suivre le signal d'entrée variable à chaque instant. Exemple : Radar d'une cible mobile.

### 1.2.5 Schéma fonctionnel d'un système asservi (en B.F)

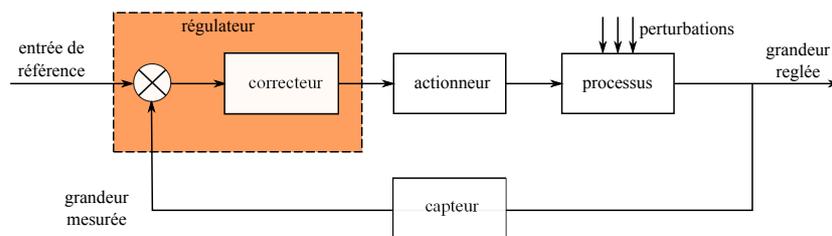


FIGURE 1.4 –

- **Le processus** : est soumis aux excitations constituées par l'entrée de référence et les perturbations, il y répond par une grandeur qui lui est propre (appelée grandeur réglée).
- **Le capteur** : donne une image utilisable de la grandeur réglée, la nature de cette mesure est le plus souvent électrique.
- **Le régulateur** : est composé de deux parties.
  - Le comparateur** : qui reçoit l'information de référence et la grandeur mesurée dont il fait la différence  $\epsilon$  appelée **écart** ou **erreur** ;
  - Le correcteur** : dont le rôle sera d'éliminer cet écart, quelles que soient les perturbations, et d'amener le processus à réagir le plus rapidement, quelques soient les variations de l'entrée de référence ou les perturbations. C'est l'organe intelligent du système asservi.
- **L'actionneur** : reçoit du régulateur la grandeur réglante et l'amplifie en puissance, c'est le **muscle** de la chaîne qui va piloter l'évolution du processus (par exemple : moteur, vérin, vanne, etc)
- **Les flèches** : indiquent le sens dans le quel l'information ou le signal se transmet.

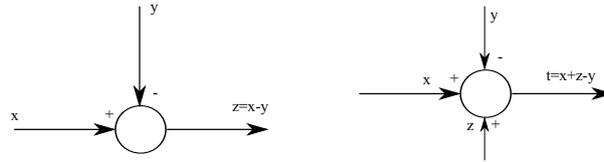


FIGURE 1.5 –

### 1.3 Exemple : Chauffage d'immeuble

La figure (1.6) représente le processus sans réglage automatique.

$\theta$  : la température à l'intérieur de la chambre.

$T$  : la température de l'eau chaude envoyé dans les radiateurs.

$\theta_e$  : la température extérieure. Pour obtenir  $\theta$ , il faut régler  $T$  à une valeur précise.

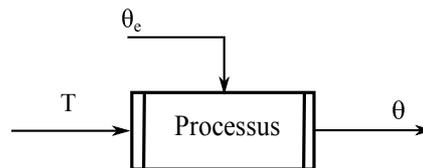


FIGURE 1.6 –

La figure (1.7) représente une première tentative de réglage automatique de  $T$ , du fait de l'influence de  $\theta_e$  sur la température désirée  $\theta$  il convient de varier  $T$  en fonction de  $\theta_e$  d'une sorte  $T = a(\theta_0 - \theta_e)$ .

En vue de définir les paramètres  $\theta_0$  et  $a$ , le chauffagiste pocèdra à des essais.

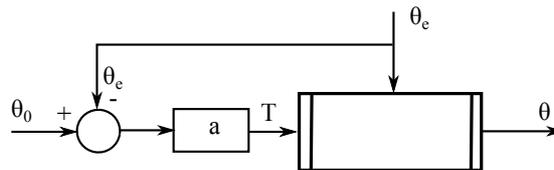


FIGURE 1.7 –

En effet, la température dans l'immeuble peut s'élever (pénétration) du soleil) sans que  $T$  ne soit réduite puisque elle ne dépend que de  $\theta_e$ . Donc, il y aura surchauffe.

Pour cela, il faut comparer  $\theta$  à une consigne  $\theta_c$  à l'aide d'une boucle d'asservissement.

Alors :  $\theta_0 = P(\theta_c - \theta)$ .

$\theta_c$  : température affichée sur le thermostat, Figure(1.8).

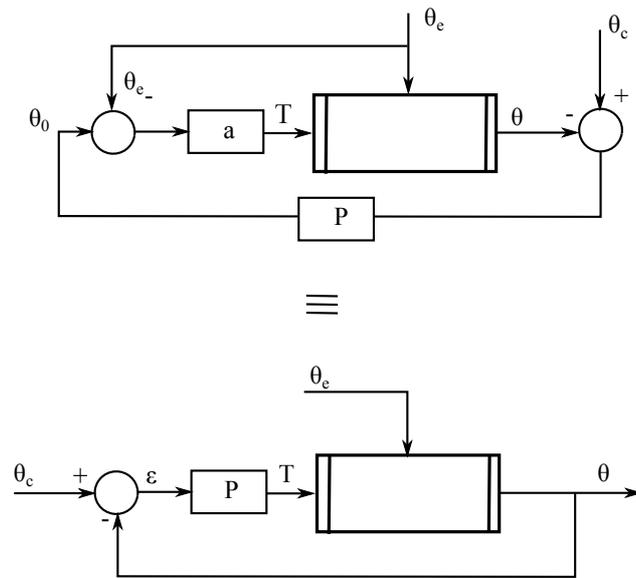


FIGURE 1.8 –

On peut déduire :

-  $\theta_e$  n'est plus mesurée.

-  $T = f(\varepsilon)$ ,  $\varepsilon = \theta_c - \theta$ .

## 1.4 Exercices

**Exercice 1 :** Tracer le schéma fonctionnel de l'équation suivante :

$$x_3 = a_1x_1 + a_2x_2 - 5$$

**Solution 1 :**

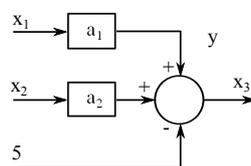


FIGURE 1.9 –

**Exercice 2 :** Tracer le schéma fonctionnel en B.O et en B.F qui correspondent au réseau diviseur de tension, Figure (1.10).

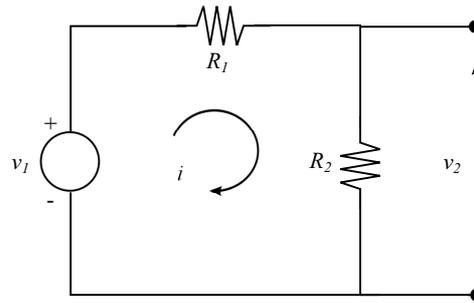


FIGURE 1.10 –

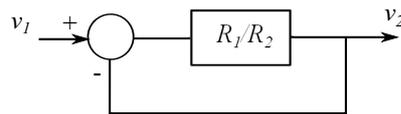
**Solution 2 :**

– Boucle fermée :  $v_2(R_1 + R_2) = v_1 R_2 \Rightarrow v_2 R_1 = R_2(v_1 - v_2)$

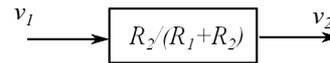
$v_2 = \frac{R_2}{R_1}(v_1 - v_2)$  le schéma fonctionnel se traduit dans ce cas par la figure (1.11a)

– Boucle ouverte : d'après la loi de Kirchoff, on peut écrire :

$v_2 = R_2 i$ ; d'autre part  $i = v_1 / (R_1 + R_2)$ , on obtient :  $v_2 = R_2 / (R_1 + R_2) v_1$ , dont le schéma fonctionnel est illustré sur la figure (1.8b)



(a)



(b)

FIGURE 1.11 –