

Chapitre I : Introduction aux systèmes asservis

I.1 Notion de systèmes

- Le mot système est un ensemble organisé. Des **actions** sur le système (entrées) sont effectuées dans le but d'obtenir des **objectifs** donnés (sorties).
- Un système peut être défini comme un ensemble d'éléments organisé formant collectivement une fonction déterminée. Un système est un bloc mathématique qui permet de transformer un signal quelconque.
- On appelle asservissement d'un système le bouclage effectué lorsque l'on ajuste l'entrée du système en réaction aux informations de sortie.

Une représentation générale est donnée à la figure suivante :

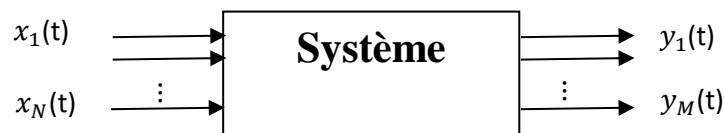


Figure I.1 : Représentation générale d'un système.

- Les **signaux** relatifs à un système sont de deux types :
 - **Signaux d'entrées** : ils sont indépendants du système. Il existe deux types de grandeurs d'entrée :
 - Commandes** : celles que l'on peut maîtriser.
 - Perturbations** : celles que l'on ne peut pas maîtriser.
 - **Signaux de sorties** : ils sont dépendants du système et du signal d'entrée. Pour évaluer les objectifs, ces signaux doivent être observables par utilisation de capteurs.

Le schéma ci-dessous illustre un système à une entrée de commande, une sortie et une entrée de perturbation :

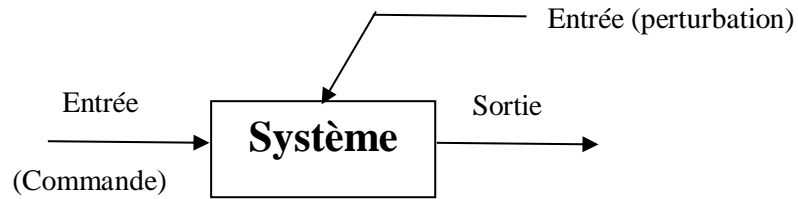


Figure I.2 : Représentation générale d'un système avec 2 entrées

- Les systèmes à une entrée et à une sortie sont appelés systèmes monovariables ou systèmes scalaires.
- Le système est parfaitement connu par la connaissance des relations liant les entrées avec les sorties.

I.2 Classification des systèmes

I.2.1 Les systèmes linéaires

Un système est dit linéaire s'il possède deux caractéristiques : homogénéité, et additivité. L'homogénéité, ou proportionnalité, veut dire qu'une variation dans l'amplitude du signal d'entrée produit une même variation d'amplitude à la sortie. C'est-à-dire, si on applique un signal $x(t)$ à un système et qu'on obtient une sortie $y(t)$, alors une entrée $kx(t)$ produira une sortie $ky(t)$, comme montre cette figure

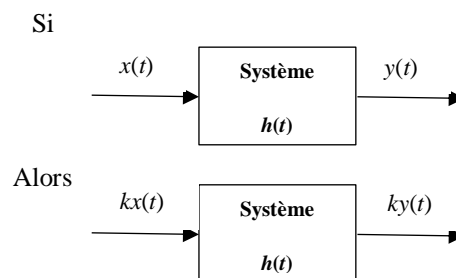


Figure I.3 : L'homogénéité

L'additivité veut dire que si on applique 2 (ou plus) signaux à l'entrée, la sortie est la somme individuelle de leur réponses. Ex : soit un système où on applique une entrée $x_1(t)$ qui produit une sortie $y_1(t)$, et une entrée $x_2(t)$ produit une sortie $y_2(t)$. Si le système possède l'additivité, si on applique les deux entrées en même temps, $x_1(t)+x_2(t)$, la sortie sera $y_1(t) + y_2(t)$. Un exemple est donné à la figure suivante :

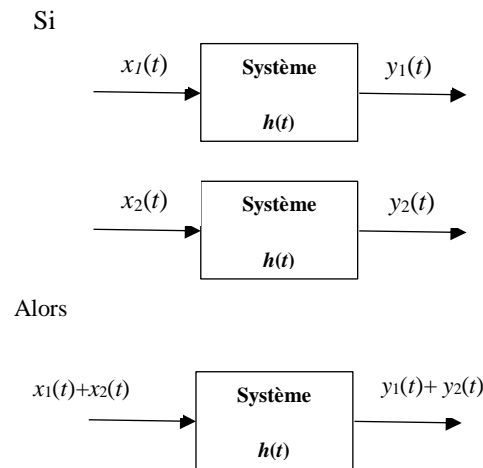


Figure I.4 : L'additivité

I.2.2 Les systèmes invariants

Un système est dit invariant si une même commande appliquée à deux instants différents produit la même sortie aux instants considérés.

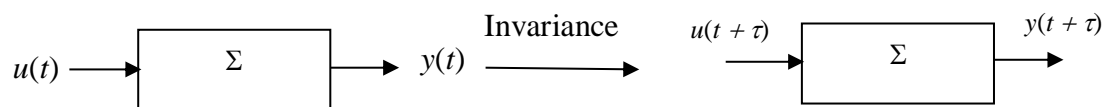


Figure I.5 : Les systèmes invariants

Un système invariant est aussi appelé système à paramètres constants localisés ou à constantes localisées. Cette propriété des systèmes invariants est aussi appelée principe de permanence.

I.2.3 Les systèmes à modèle déterministe

Un modèle déterministe (\neq stochastique) possède des entrées et des paramètres non bruités de telle façon que son comportement soit parfaitement prévisible en avance.

I.2.4 Les systèmes causals

Un système d'entrée $u(t)$ et de sortie $y(t)$ est dit causal si $\forall t < 0, u(t) = 0 \Rightarrow y(t) = 0$. Cela signifie que la réponse du système ne précède pas son excitation.

I.2.5 Les systèmes continus et discrets

La commande continue : si les variables sont continus dans le temps.

La commande discrète : si les variables sont de type numériques

I.2.6 Les systèmes asservis

L'étude des systèmes est destinée à commander au mieux les différents processus rencontrés.

Il existe deux solutions pour commander un système :

I.2.6.1 Systèmes en boucle ouverte (BO)

Un système est en boucle ouverte lorsqu'on n'a aucune information sur la sortie. La commande est élaborée sans l'aide de la connaissance des grandeurs de sortie.

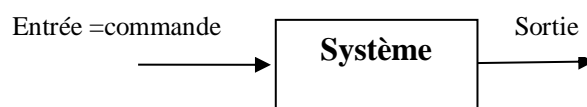


Figure I.6 : Système en boucle ouverte

Inconvénients de la boucle ouverte

- Correction impossible : N'ayant aucune information sur la sortie, l'opérateur ne peut élaborer aucune stratégie d'ajustement pour obtenir la sortie désirée.
- Sensibilité à la perturbation : En admettant que la sortie soit conforme à la consigne ; une perturbation peut, à un moment donné, affecter la sortie. L'opérateur "aveugle" ne pourra corriger cette situation.

I.2.6.2 Systèmes en boucle fermée (BF)

La commande est alors fonction de la consigne (la valeur souhaitée en sortie) et de la sortie. Pour observer les grandeurs de sortie, on utilise des capteurs. C'est l'information de ces capteurs qui va permettre d'élaborer la commande.

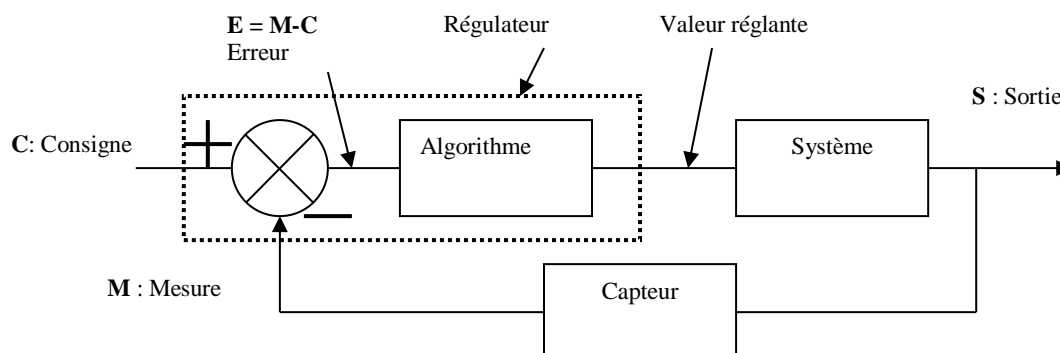


Figure I.7 : Système en boucle fermée

Le **but** d'un système asservi est **d'annuler l'erreur** : la sortie est alors égale à la valeur demandée, tout en rendant la **réponse la plus rapide possible**.

Régulation : la consigne varie peu (Par ex., la régulation de température sur une climatisation). La consigne est constante et le système doit compenser l'effet de perturbation on parle alors de régulation.

Asservissement : la consigne peut varier beaucoup et souvent (Par ex, l'asservissement de position sur un déplacement de grue). La consigne évolue avec le temps, on parle alors de poursuite ou d'asservissement.

Exemple

Chauffage d'une salle

Considérons le chauffage électrique d'une salle. Le système est constitué par l'ensemble chauffage + salle. La sortie de ce système est la température de la pièce. La commande du système est la position 0 ou 1 de l'interrupteur. Les perturbations peuvent être l'ouverture d'une fenêtre, de la porte ou les rayons du soleil.

En boucle ouverte, la commande est insensible à la sortie. Pour créer un feedback ou contre-réaction, on peut utiliser un thermostat. La commande est alors élaborée en fonction de la consigne (température souhaitée) et de la sortie (température de la pièce).

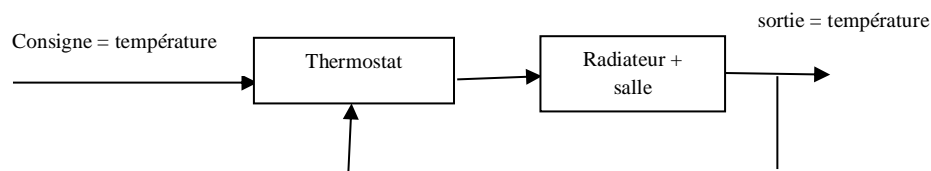


Figure I.8 : Schéma de la régulation de la température d'une pièce par un thermostat

I.3 Performances des systèmes asservis

De manière générale, on caractérise les performances d'un système asservi par les trois critères suivants :

- Précision.
- Rapidité / bande passante.
- Amortissement / stabilité.

Un système asservi idéal est donc rapide, précis et stable.

I.4 Modélisation d'un système

La modélisation d'un système peut être obtenue par l'écriture des lois de la physique, lorsque les paramètres du système sont bien connus.

I.5 Identification d'un système

Lorsque l'on ne sait pas mettre le système en équation, on a recours à l'étude de la réponse du système à diverses excitations, pour en construire un modèle par identification.

Dans les deux cas, c-à-d. la modélisation et identification d'un système, à partir du modèle obtenu, la phase d'analyse consiste à déduire les différentes propriétés caractéristiques du système.