

FICHE MATIERE

Unité d'enseignement : **Automatique 1**

ECUE n° 1 : **Signaux et Systèmes Linéaires**

Chapitre 1

Notions de Systèmes Asservis

Nombre d'heures/chapitre : 2h

Cours intégré

Système d'évaluation : **Continu**

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

- Connaître les notions des signaux.
- Connaître les notions des systèmes et plus particulièrement les systèmes asservis.

CONTENU THEORIQUE :

La chaîne de régulation automatique renferme en une partie le système en boucle ouverte et le système en boucle fermée qui se caractérise par son organisation fonctionnelle ainsi que ses principaux éléments.

Dans cette partie en définit la régulation et l'asservissement de motivation d'un système asservi tout en arrivant à la modélisation de tout schéma fonctionnel pour conclure enfin la caractéristique et les performances dynamiques d'un système asservi

Chapitre 1**Notions de Systèmes Asservis****2. Introduction**

Pour l'automaticien un système a pour processus correspond a un ensemble de relations causales entre des grandeurs d'entrées (causes) et des grandeurs de sortie (les effets). On représente un système technique et ses interconnexions par des schémas blocs.



Fig.1.1: Schéma bloc élémentaire

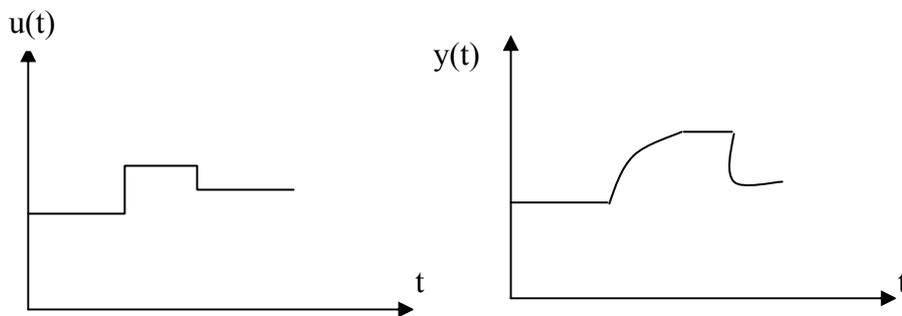


Fig.1.2: Allures d'entrée et de sortie.

2. Chaîne de régulation automatique**2.1. Système en boucle ouverte**

Une cascade de sous système constitue une boucle ouverte et une boucle fermée comporte souvent :

- un actionneur
- un processus à contrôler
- un capteur

La boucle ouverte concernant le pilotage d'un navire est représenté sur la figure 1.2

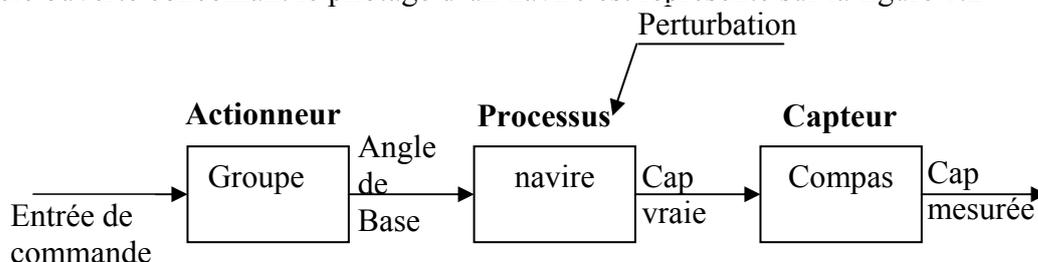


Fig.1.3 : Schéma d'une boucle ouverte

⇒ On remarque pour le système en boucle ouverte que le signal de commande (entrée) est indépendant du signal de sortie.

2.2. Système en boucle fermée

a . Définition

Un objectif majeur de l'automatique est la conception des lois de commande destinées à élaborer le signal de commande $u(t)$ et ceci pour maîtriser un certain nombre de sorties de grandeurs physiques :

- Le courant ou la tension de sortie d'une source.
 - La vitesse de rotation d'un moteur.
 - La température d'un local.
 - Le pilotage d'un navire.
- Ces lois sont mises en œuvre par des systèmes concrets analogiques numériques représentés par des schémas blocs.
 - Un bloc de commande a pour sortie le signal de commande $u(t)$ il a pour entrée d'une part le signal de consigne (référence) d'autre part le signal de sortie mesuré $y(t)$.
 - Le système global constitué du processus à contrôler et de système de commande constitue un système en boucle fermée.

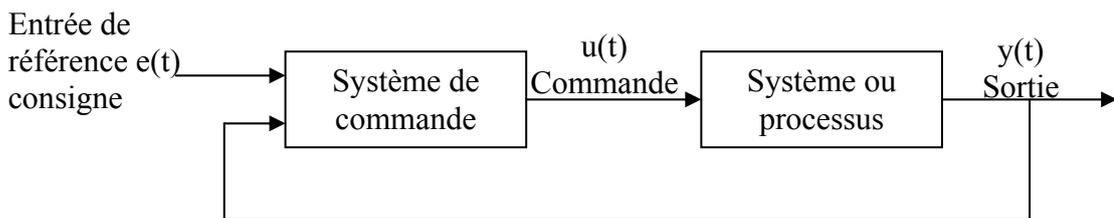


Fig.1.4 : Système en boucle fermée

On remarque pour les systèmes en boucle fermée que le signal de commande dépend d'une façon ou d'une autre du signal de sortie. Donc il existe un bouclage entre la sortie et la prise de décision « **contre réaction** ».

b. Organisation fonctionnelle d'un système bouclé

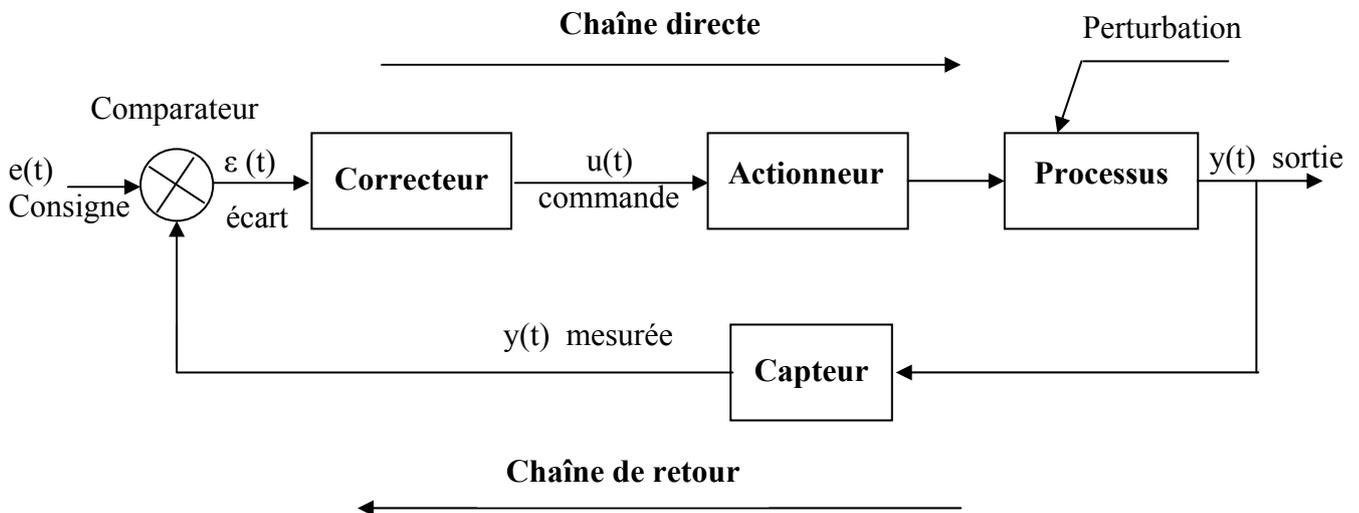


Fig.1.5 : Système en boucle fermée

c. Principaux éléments d'une chaîne d'asservissement

- Partie commande ou régulateur : le régulateur e compose d'un comparateur qui détermine l'écart entre la consigne et la sortie mesurée et d'un correcteur élabore à partir d'un signal d'erreur $\varepsilon(t)$ l'ordre de commande de $u(t)$: C'est l'organe intelligent du système.
- Actionneur : c'est l'organe d'action qui apporte l'énergie au système pour produire l'effet souhaité
- Capteur : c'est l'organe qui prélève sur le système la grandeur asservie et la transforme en un signal compréhensible par le régulateur.

d. Informations

- **Entrée consigne** : La consigne et l'entrée de référence, c'est la grandeur régulante du système.
- **Sortie régulée (asservie)** : la sortie régulée représente le phénomène que doit réguler. C'est la grandeur physique pour laquelle la sortie a été conçue.
- **Perturbation** : on appelle perturbation tout phénomène physique intervenant sur le système qui modifie l'état de la sortie un système régulé doit pouvoir maintenir la sortie à son niveau indépendamment de la perturbation.
- **Ecart (erreur)** : c'est la différence entre la consigne et la sortie. Cette mesure ne peut être réalisée que sur les grandeurs comparables. On la réalisera donc en général entre la consigne et la mesure de sortie

e. Régulation et asservissement

- **Régulation** : On appelle régulation un système asservi(en BF) qui doit maintenir constante la sortie (conformément à la consigne et indépendamment des perturbations (ex :climatiseur, régulation de température...))
- **Asservissement** : On appelle asservissement un système asservi dont la sortie dépend (doit suivre) le plus fidèlement la consigne (consigne variable) (position : asservissement de position).

f. Buts et motivations d'un système asservi

Un système automatique est un système capable d'effectuer plusieurs opérations sans intervention de l'homme, et qui ne peuvent lui être confié pour les raisons suivantes :

- Précision
 - Caractère pénible des tâches à effectuer dans certains environnements.
 - Complexité.
 - Répétitivité
- L'automatisation est également souvent une réponse de besoin d'amélioration de la productivité d'un produit.

3. Modélisation

Un système qui est souvent représenté par son schéma physique peut le plus souvent être composé en des parties plus simples, ayant un nombre réduit de signaux d'entrée et de sortie.

On fait appel alors aux connaissances physiques, électromécaniques, chimiques ou bien d'autres branches scientifiques pour écrire les équations qui régissent entre les entrées (causes) et les sorties (effets) : c'est le schéma fonctionnel.

Après avoir décrit chaque élément, composant, partie ou sous système on aboutit à un système d'équations algébriques ou différentielles : Modèle mathématique.

a. Schéma physique

Le schéma physique est un des représentations qui nous permettent d'analyser le système. Ce type de schéma utilise la normalisation de chaque technologie.

- **Schéma électrique** : circuit RLC.
- **Schéma mécanique** : masse, ressort, amortisseur...

b. Schéma fonctionnel :

Dans le schéma fonctionnel on représente les fonctions par des blocs et les grandeurs physiques par des flèches qui les relient.

Lorsque la grandeur physique est obtenue par une sommation, on la représente par le symbole (+) et par un cercle.

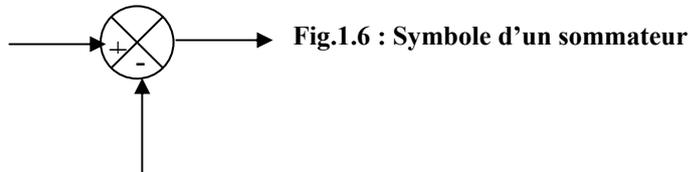


Fig.1.6 : Symbole d'un sommateur

c. Modèle mathématique :

Pour réaliser une commande automatique il est nécessaire d'établir les relations existantes entre les entrées et les sorties. L'ensemble des relations s'appelle **modèle mathématique d'un système**.

$$e(t) = u_R(t) + u_L(t) + v_S(t)$$

$$\text{Résistance : } u_R(t) = R i(t); \quad \text{Bobine : } u_L(t) = L \frac{di}{dt}; \quad \text{condensateur : } v_S(t) = \frac{1}{C} \int i(t) dt$$

$$\left. \begin{aligned} i(t) &= C \frac{dv_S}{dt} \\ u_R(t) &= RC \frac{dv_S(t)}{dt} \\ u_L(t) &= L \frac{d^2v_S(t)}{dt^2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow e(t) = v_S(t) + RC \frac{dv_S}{dt} + L \frac{d^2v_S(t)}{dt^2}$$

4. Caractéristiques dynamiques d'un système asservi

Les caractéristiques dynamiques permettent de quantifier les performances d'un système asservi. Elles sont appréciées à partir de la réponse des systèmes des entrées types.

a. Entrées « types » (signaux canoniques) :

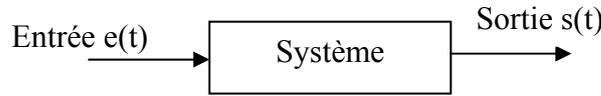


Fig.1.7 : Modélisation d'un système.

Fonctions	Equations	Réponse s(t)	Allures
Dirac ou impulsion (percussion)	$e(t) = E \delta(t)$ tel que : $\delta(t) = \begin{cases} 1 & \text{si } t = 0 \\ 0 & \text{si } t \neq 0 \end{cases}$	Réponse impulsionnelle	
échelon de position	$e(t) = E u(t)$ tel que: $u(t) = \begin{cases} 1 & \text{si } t \geq 0 \\ 0 & \text{si } t < 0 \end{cases}$	Réponse indicielle	
échelon de vitesse (rampe)	$e(t) = at u(t)$	Réponse de vitesse	
échelon d'accélération	$e(t) = \frac{a}{2} t^2 u(t)$	Réponse d'accélération	
sinusoïdale	$e(t) = a \sin(\omega t)$	Réponse sinusoïdale	

Tab.1 : Signaux canoniques

Remarque : si $E = 1$ l'échelon est dit unitaire.

b. Performances d'un système asservi :

✓ Précision :

La précision quantifie l'erreur lorsque l'équilibre est atteint avec $e(t)$ et $s(t)$ sont de même nature, autrement l'erreur se trouve à la sortie du comparateur.

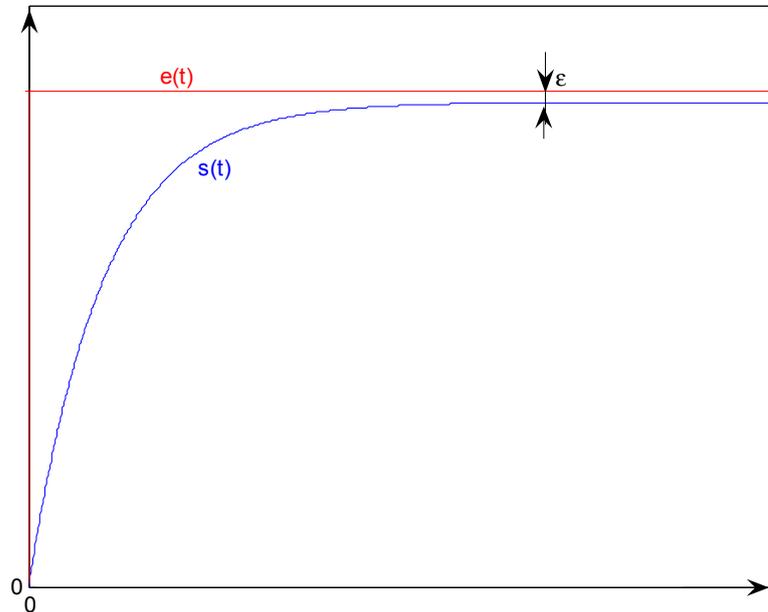


Fig.1.8

⇒ Un système est précis si la sortie suit l'entrée à toutes circonstances.

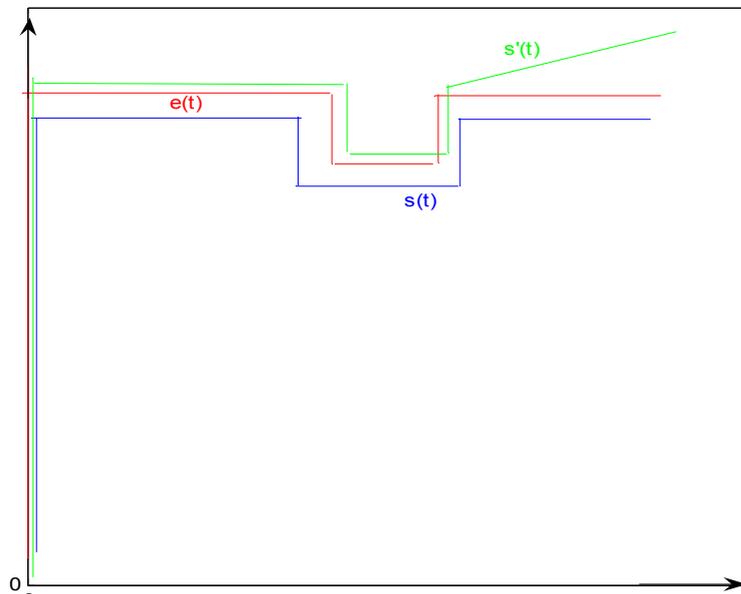


Fig.1.9

Le signal $s(t)$: précis

Le signal $s'(t)$: s n'est pas précis

✓ **Rapidité :**

La rapidité quantifie le temps pour atteindre l'équilibre on l'appelle **le temps de réponse**.

Le temps mis par la réponse du système pour atteindre à moins de 5%, la valeur finale est retenue comme critère de rapidité t_s à $\pm 5\%$.

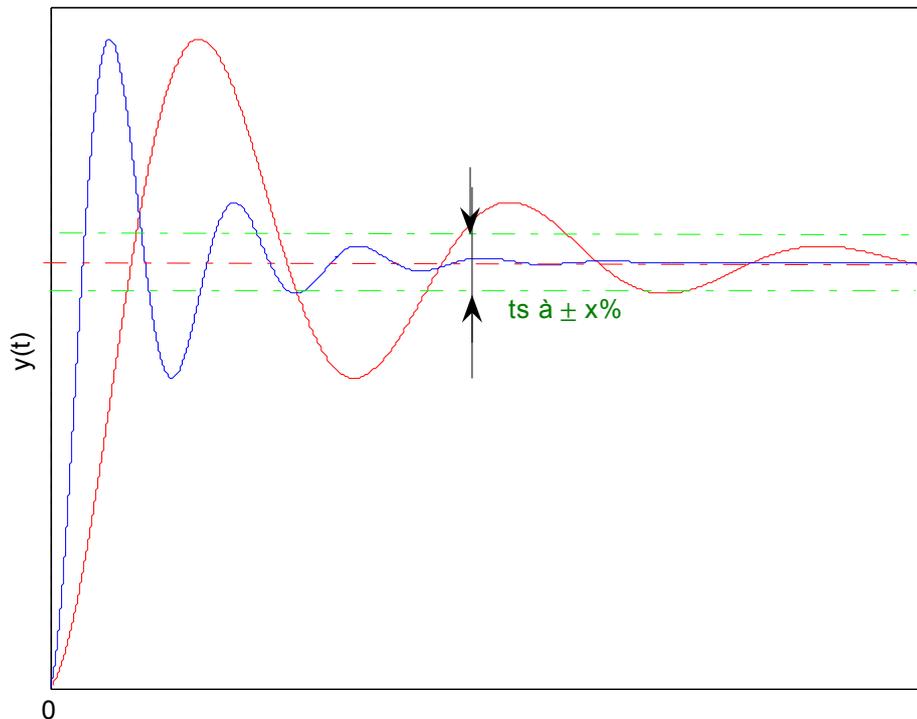


Fig.1.10

Le signal $s(t)$ est plus rapide que le signal $s'(t)$.

On dit alors qu'un système a une rapidité satisfaisante s'il se stabilise à son niveau constant en un temps jugé satisfaisant.

✓ **Stabilité :**

- La stabilité d'un système est la capacité de converger vers une valeur constante si l'entrée est constante.
- Ce système tend à revenir à son état d'équilibre permettant quand on lui applique une perturbation de courte durée.

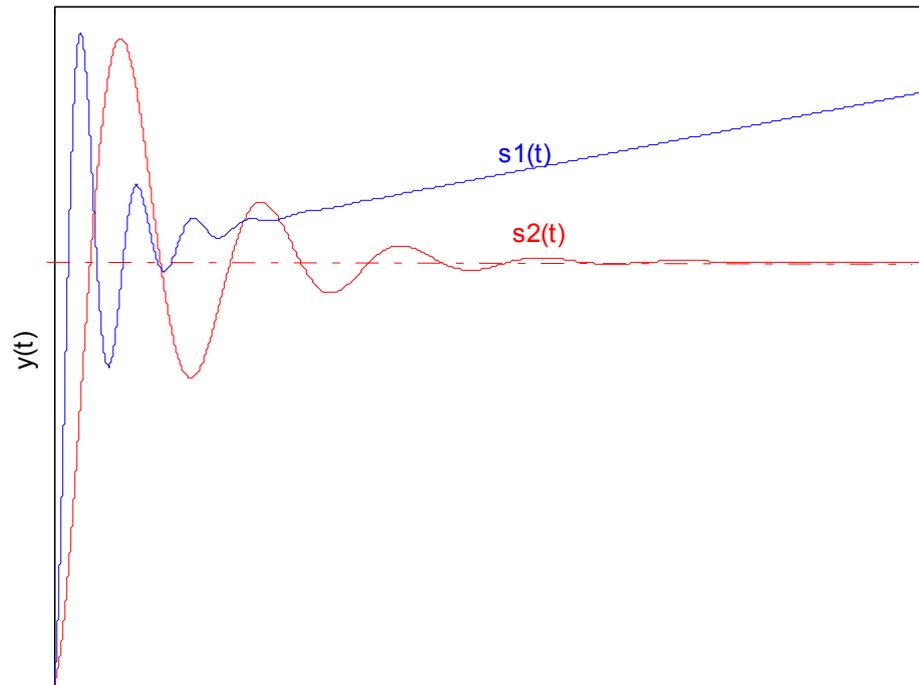


Fig.1.11

Le signal $s_1(t)$: stable

Le signal $s_2(t)$: instable