

CH I : GENERALITES

1. Définitions

1-1 Automatique

L'automatique est l'ensemble des sciences et techniques consacrés aux dispositifs fonctionnant sans l'intervention de l'homme.

Parmi ceux-ci dits systèmes automatiques, on distingue :

- les systèmes programmés et séquentiels où l'automatisation porte sur un nombre défini de d'opérations prédéterminées (exemple : machine à laver),
- les systèmes asservis où il y a prise en compte de perturbations (exemple : système de poursuite)

Ces derniers font l'objet de ce cours.

1-2 Système

Un système est un ensemble d'éléments exerçant collectivement une fonction déterminée (exemples : chargeur, journal lumineux...).

Un système communique avec l'extérieur par l'intermédiaire de signaux, grandeurs physiques observables d'un phénomène électrique (courant - tension), magnétique, acoustique ou optique.

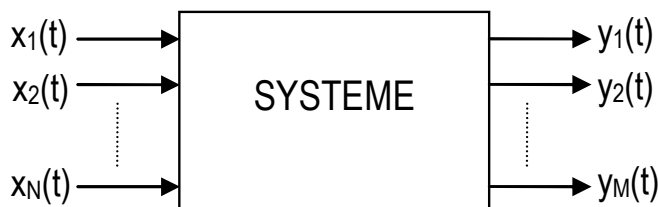


Fig.1 Système

Remarque :

- $x_1(t), x_2(t) \dots x_N(t)$ sont les signaux d'entrée ou consignes et $y_1(t), y_2(t) \dots y_M(t)$, les signaux de sortie ou réponses.
- Un système à une consigne et une réponse ($N=M=1$) est appelé système univariable ou scalaire (exemple : un moteur avec en entrée un courant d'excitation qui produit un couple).

1-3 Système asservi

Un système asservi ou asservissement est un système dont l'objet principal est d'atteindre le plus rapidement possible sa valeur de consigne et de la maintenir quelle que soient les perturbations externes.

Le principe général est de comparer la consigne et l'état du système de manière à le corriger efficacement . On parle de système commandé par rétroaction négative (contre réaction) ou en **boucle fermée**.

2. Caractéristiques des systèmes asservis

2-1 Structure

Tout système est modélisé par une représentation normalisée appelée schéma ou diagramme fonctionnel. Celui dit canonique des systèmes asservis se présente comme suit :

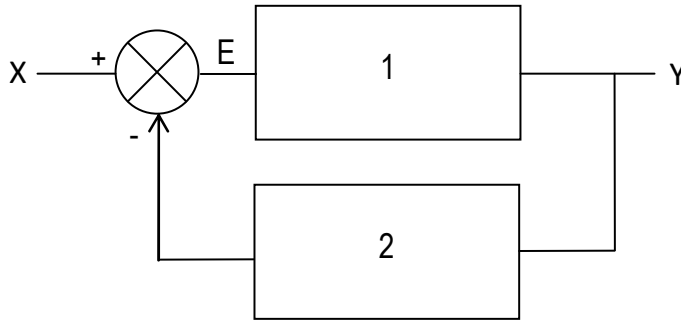


Fig.2 Structure d'un système asservi

Il se compose de :

- une chaîne directe ou d'action ou d'amplification (1) constituée d'amplificateurs, de correcteurs, d'organes de conversion...,
- une chaîne ou boucle de réaction ou de retour (2) constituée d'éléments de précision, de capteurs...,
- un comparateur ou mélangeur.

X, Y et E sont respectivement la consigne, la réponse et l'écart ou signal d'erreur.

2-2 Fonctions de transfert

L'étude des asservissements se subdivise en trois domaines principaux :

- les asservissements de position ou servomécanismes ou systèmes suiveurs,
- les régulateurs,
- les oscillateurs (stabilité déficiente du système).

Pour leur étude, on utilise une grandeur caractéristique essentielle appelée fonction de transfert ou transmittance, quotient complexe de la grandeur de sortie du système par celle d'entrée.

Soit $G(p)$ et $H(p)$ respectivement fonction de transfert de la chaîne directe et de retour. On note $E(p)$ l'écart, $X(p)$ la consigne et $Y(p)$, la réponse du système.

Le schéma fonctionnel canonique devient :

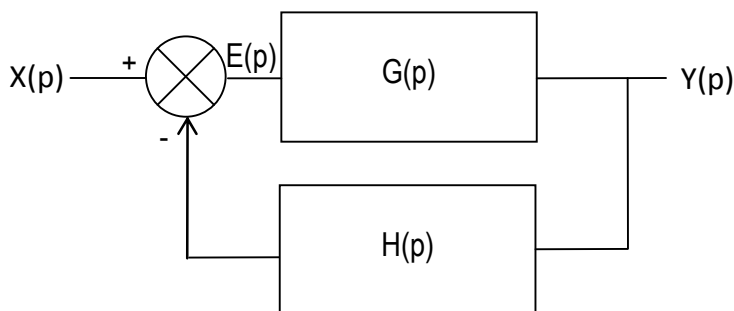


Fig.3 Schéma fonctionnel canonique d'un système asservi

Remarque : Les fonctions de transfert de la chaîne directe et du système sont respectivement

$$G(p) = \frac{Y(p)}{E(p)} \text{ et } F(p) = \frac{Y(p)}{X(p)}$$

2-2-1 Asservissement de position

Dans cet asservissement, la tâche à réaliser consiste à faire suivre une loi non fixée à l'avance à une ou plusieurs grandeurs physiques (exemple : missile patriotique ; direction asservie d'un engin). Les grandeurs d'entrée et de sortie sont de même nature. La totalité de la grandeur de sortie est ramenée en entrée. On dit que le système est à retour unitaire.

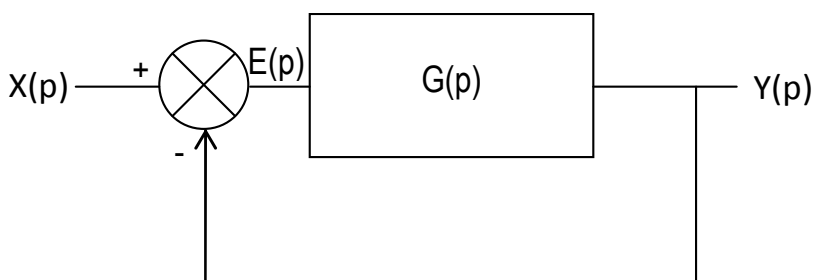


Fig.3 Schéma fonctionnel canonique d'un système asservissement de position

Remarque : La fonction de transfert du système est :

$$F(p) = \frac{G(p)}{1+G(p)}$$

2-2-2 Régulateur

Dans une régulation, la tâche à réaliser consiste à maintenir une ou plusieurs grandeurs physiques à des valeurs fixées (exemple : climatiseur). Les grandeurs d'entrée et de sortie sont généralement de natures différentes. Dans ces conditions, le retour n'est pas unitaire mais il comporte un bloc de transmittance H(p).

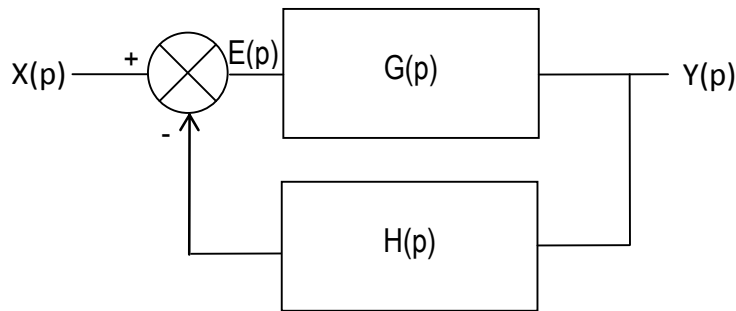


Fig.4 Schéma fonctionnel canonique d'un régulateur

Remarque :

- La fonction de transfert du système est :

$$F(p) = \frac{G(p)}{1 + H(p)G(p)}$$

- $H(p)G(p)$ est la fonction de transfert en boucle ouverte (FTBO) du système et $F(p)$, la fonction de transfert en boucle fermée (FTBF).

3. Concepts d'étude des systèmes asservis

Dans l'analyse des systèmes asservis, on distingue l'aspect statique de l'aspect dynamique.

3-1 Aspect statique

Il concerne l'étude des systèmes asservis en mode régulation (entrée fixe). On définit l'erreur statique comme la différence entre la tâche demandée et la tâche réalisée. Au cours de la synthèse, on s'efforce d'annuler cette erreur (précision statique).

3-2 Aspect dynamique

Essentiel en automatique, il s'étudie par les notions de précision dynamique, de rapidité et de stabilité.

3-2-1 Précision dynamique

Elle est caractérisée par l'erreur avec laquelle la réponse suit la loi d'entrée imposée au système.

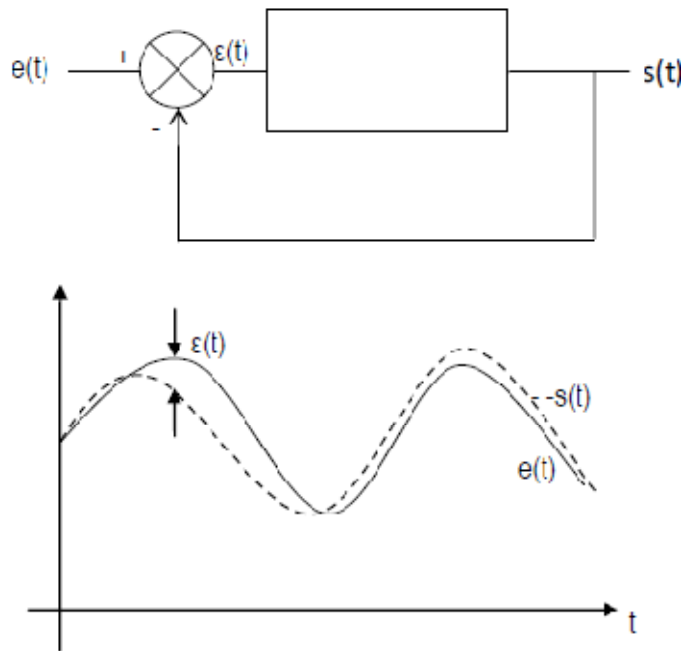


Fig.5 Précision dynamique

3-2-2 Rapidité

Elle est caractérisée par le temps que met le système à réagir à une variation brusque de la grandeur d'entrée. Ce temps est appelé temps de réponse t_r .

Remarque : Cette notion est fortement liée à la précision dynamique : plus un système est rapide, plus il est précis (t_r petit).

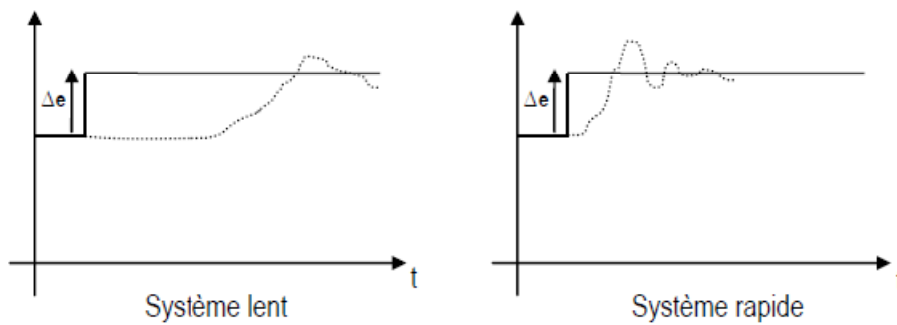


Fig.6 Rapidité

3-2-3 Stabilité

La présence d'un bouclage risque d'introduire une divergence ou une oscillation de la sortie.

Ce comportement est intolérable pour un système asservi. On s'efforce au cours de la synthèse d'éviter ce risque en se définissant une marge de stabilité.