

I- Introduction

Dans ce chapitre nous allons donner les principes fondamentaux de base sur la régulation analogique en passant par les aspects de base pour systèmes asservis à partir de la définition d'un signal jusqu'à la modélisation de quelques types de système du 2^{em} ordre électrique et mécanique.

II- Généralités

II.1- Signal

On appelle signal le phénomène physique, porteur d'une information dans un milieu, dont la valeur des différentes caractéristiques est susceptible d'être mesurée.

Généralement dans les métiers de l'Electronique, on désigne un signal par, une représentation temporelle graphique ou visuelle d'une grandeur physique en fonction du temps. Ce signal peut prendre plusieurs formes continues, numériques, discrets.....

Remarque :

En électronique, les signaux rencontrés sont, le plus souvent, représentatifs d'une tension électrique ou de l'intensité d'un courant électrique.

Les signaux relatifs à un système sont de deux types :

- Signaux d'entrées : ils sont indépendants du système et peuvent être commandables (consignes) ou non commandables (perturbations).
- 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

Il existe plusieurs types ou forme de signal.

II.2- Système

Un système physique peut être considéré comme un ensemble d'éléments interconnectés de manière logique. L'interconnexion doit toujours être conforme au principe de causalité. Le principe de causalité étant : L'action précède toujours la réaction et que l'évolution exige toujours un effort.

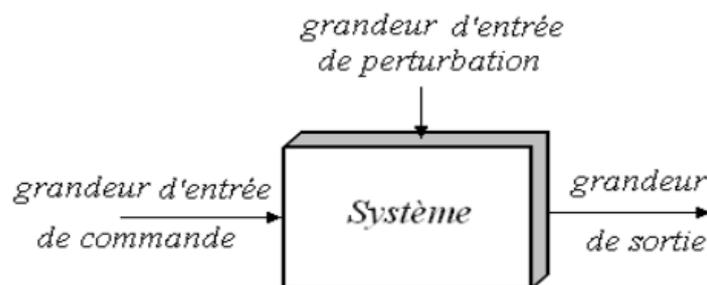


Figure 1: Représentation générale d'un système

Les systèmes peuvent être classifiés selon des critères différents, à titre d'exemple on peut citer parmi ces classes de systèmes suivants: système statique, dynamique, linéaire, continu, stationnaire, mono variable, multi variable.....etc.

II.3- Modèle

Nous appelons modélisation l'ensemble des étapes nécessaires à l'élaboration d'un modèle mathématique pour représenter un processus dans une situation donnée. Un modèle mathématique peut s'élaborer à partir des lois physiques régissant sur le système étudié. Un tel modèle est appelé modèle de connaissance, modèle physique ou encore modèle de simulation.

Il est également possible de calculer un modèle à partir de la connaissance des entrées et des sorties correspondantes du système. Un modèle est toujours une représentation approchée de la réalité.

Dans ce cours on se base sur l'utilisation de la modélisation par des équations différentielles ou équations aux différences. La résolution de ce type d'équations est basée sur l'utilisation d'outils mathématiques comme la transformée de Laplace pour les systèmes continus et la transformée en Z pour les systèmes discrets.

II.4- Commande

Le système de commande ou simplement la commande (ou contrôleur, régulateur), est un système qui permet de générer l'action voulue à appliquer à l'entrée de l'organe de commande afin de faire atteindre à la sortie du système à commander des objectifs définis en termes de durée et de la forme du régime transitoire ainsi que la valeur finale. C'est cet élément qui fait l'objet de la théorie de l'automatique puisque c'est lui qu'il faut déterminer.

II.4- Asservissement

Un asservissement est un système ou un algorithme dont le but principal est d'atteindre et de maintenir à la sortie la valeur de la consigne le plus rapidement possible, quelles que soient les perturbations externes, pour améliorer la réaction et les performances du système par rapport à sa consigne. Le principe général est de comparer la consigne et l'état du système de manière à le **corriger** efficacement. On parle également de système commandé par rétroaction négative ou en boucle fermée.

II.5- Régulation

La régulation automatique est l'ensemble d'algorithmes et de techniques qui permettent de contrôler une grandeur physique (ex. : température, vitesse, pression), sans intervention humaine, pour maintenir à une valeur donnée, appelée consigne malgré la présence des perturbations sur la sortie.

II.6- Boucle ouverte

On dit qu'un système est en boucle ouverte ou commande ouverte lorsque cette commande ou ce système ne prend pas en compte la sortie ou à la réponse de cette commande ou de ce système.

II.7- Boucle fermée

On dit qu'un système est en boucle fermée ou commande fermée lorsque cette commande ou ce système prend en compte la sortie ou à la réponse de cette commande ou de ce système, elle est aussi appelée rétroaction ou feedback en anglais).

La figure suivante donne une présentation générale du matériel qui peut contenir un système asservis linéaire et continu

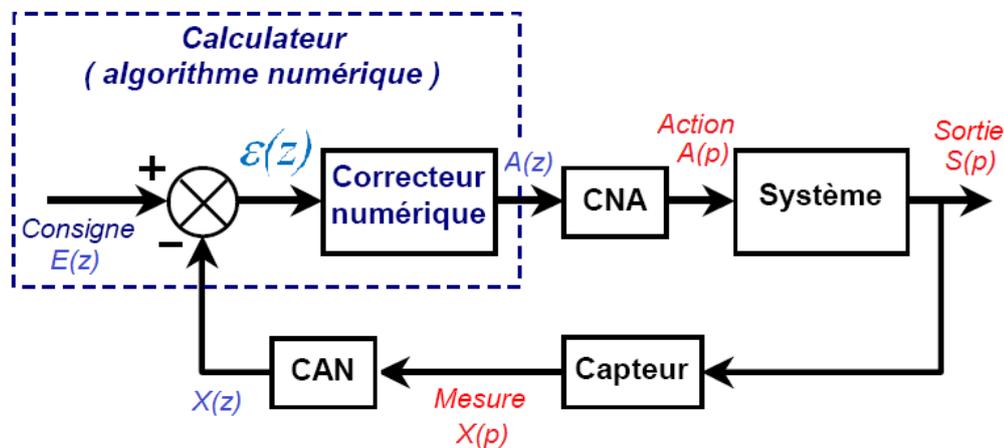


Figure 2: Système asservis linéaire et continu avec la présence d'un CNA et d'un CAN.

III. Etude et analyse des systèmes asservis

Plusieurs propriétés remarquables permettent de caractériser les performances d'un système asservi linéaire qui est continu ou discret. La propriété la plus importante représente la stabilité dont l'étude peut s'effectuer dans le domaine temporel ou fréquentiel. Parmi les autres propriétés, aussi importantes, on peut citer la précision, la rapidité, l'amortissement, le niveau éventuel de dépassement ...etc.

L'étude de ces systèmes peut être effectuée soit dans le domaine temporel ou fréquentiel.

III.1- Régulation Analogique

La régulation est le cœur de toutes nos actions, elle consiste à agir de façon à ce qu'une mesure soit égale à une consigne si on cherche à l'atteindre une consigne (de position ou de température), on parlera de poursuite ou asservissement ; si l'on cherche à éliminer des perturbations pour qu'une valeur reste constante (ex : garder la température intérieure de la voiture constante quelle que soit la température extérieure), on parlera de régulation. L'industrie utilise à foison des systèmes d'asservissement ou de régulation : soit pour gérer la température

d'un produit, la hauteur d'un niveau de cuve... Les régulateurs permettent ainsi de lier plus simplement les parties séquentielle et continue du procédé. La régulation fait partie intégrante de la qualité de production : c'est donc un point non négligeable de la chaîne de valeurs d'une installation.

III.3- Éléments Constitutifs D'une Boucle De Régulation :

Une boucle de régulation doit comporter au minimum les éléments suivants :

- Un capteur de mesure.
- Un transmetteur souvent intégré au capteur.
- Un régulateur ;
- un actionneur.

Elle est souvent complétée par :

- un enregistreur ;
- des convertisseurs ;
- des sécurités.

La figure suivante présente le Schéma de principe d'une boucle de régulation :

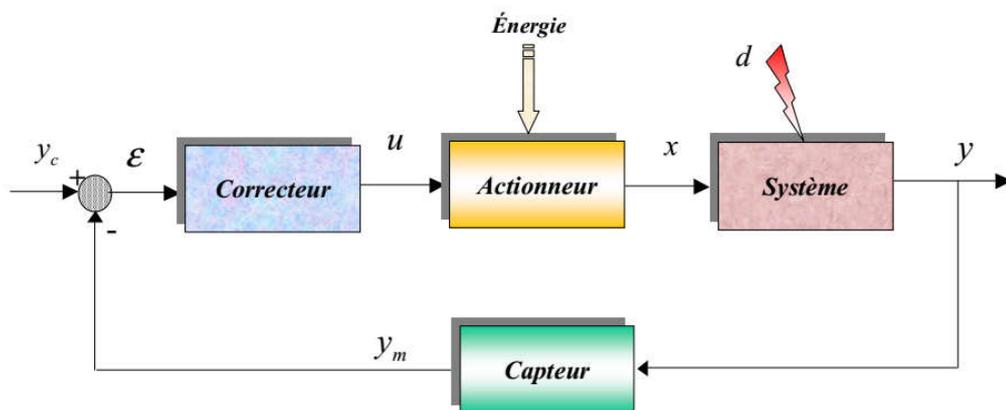


Figure 3: Principe d'une boucle de régulation

III.2- Système du seconde ordre électrique

On considère maintenant le système suivant qui représente un circuit RLC présenté sur la figure 5. Nous pouvons écrire les équations suivantes pour des conditions initiales nuls.

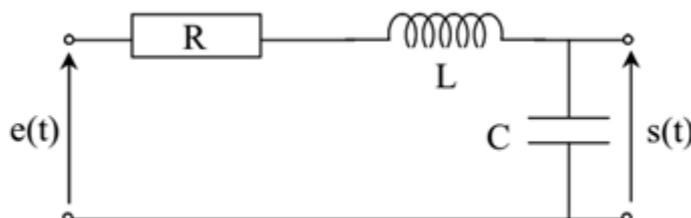


Figure 4: Système du seconde ordre électrique RLC.

$$e(t) + L \frac{di(t)}{dt} + Ri(t) + s(t) = 0$$

$$\text{Avec } i(t) = C \frac{ds(t)}{dt}$$

Donc on peut obtenir une équation différentielle reliant la sortie $s(t)$ à l'entrée $e(t)$.

$$LC \frac{d^2s(t)}{dt^2} + RC \frac{ds(t)}{dt} + s(t) = e(t)$$

L'équation trouvée est une équation différentielle du seconde ordre qui modélise un système du second ordre électrique.

III.3- Système du seconde ordre mécanique

On considère le système mécanique suivant:

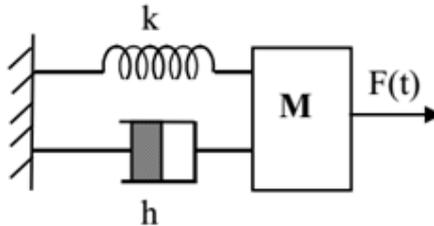


Figure 5: Système du seconde ordre Mécanique.

- Le ressort exerce une force de rappel:

$$\vec{f}_k = -k\vec{x}.$$

- Une force de frottement visqueux est donnée par:

$$\vec{f}_h = -h \frac{d\vec{x}}{dt}$$

La relation fondamentale de la dynamique nous donne:

$$M \frac{d^2x}{dt^2} = F(t) - f \frac{dx}{dt} - kx$$

Ou bien

$$M \frac{d^2x}{dt^2} + f \frac{dx}{dt} + kx = F(t)$$

IV- Conclusion:

Dans ce chapitre nous avons donné quelques définitions fondamentales qui doivent être connues aux cours d'une étude théorique pour le contrôle des processus industriels.