

Notion de base de l'asservissement

I. Introduction

Le mot Automatique : Qui fonctionne tout seul ou sans intervention humaine. Il existe deux domaines d'intervention de l'automatique

- Automatismes : commande des systèmes à événements discrets qui se traduisent par des séquences d'actions dans le temps : les ascenseurs, les feux de croisement, les passages à niveaux...
- Asservissement / régulation : asservir et/ou commander des grandeurs physiques de façon précise et sans intervention extérieure : contrôle de la vitesse de rotation d'un lecteur CD, contrôle du positionnement du bras d'un robot, le pilotage automatique d'un avion, contrôle de niveau d'un réservoir, contrôle de température,...

Dans ce cours, nous nous intéressons uniquement à l'asservissement linéaire continu. Nous aborderons les points suivants :

- Différence entre l'asservissement et la régulation.
- Chaîne d'asservissement et chaîne de régulation.
- Les qualités d'asservissement : stabilité, précision et rapidité.

II. Asservissement et régulation

1. Régulation

Dans la chaîne de régulation, on trouve les organes suivants :

- L'organe de mesure (capteurs) : mesure la grandeur contrôlée (la sortie) : par exemple *un capteur de température*
- L'organe de régulation (régulateur) : récupère la mesure et la compare à la référence (consigne) en produisant un signal de commande au préactionneur : *Hacheur... en du Lem... Distributeur*
- L'organe de contrôle (actionneur) : il s'agit de l'élément qui agit sur la grandeur à contrôler et il est commandé par le préactionneur : *les mat. él. (MCC, MAS, M.S.), Résistance chauffante*

» Objectif d'une boucle de régulation est donc de maintenir constant la grandeur contrôlée égale à la consigne (constante) indépendamment des perturbations. S'il n'y a pas de perturbations, on n'a pas besoin de faire la régulation.

2. Asservissement

Dans une boucle d'asservissement, on retrouve les mêmes organes que dans une boucle de régulation ; cependant la grandeur doit suivre le plus fidèlement possible les variations de la consigne.

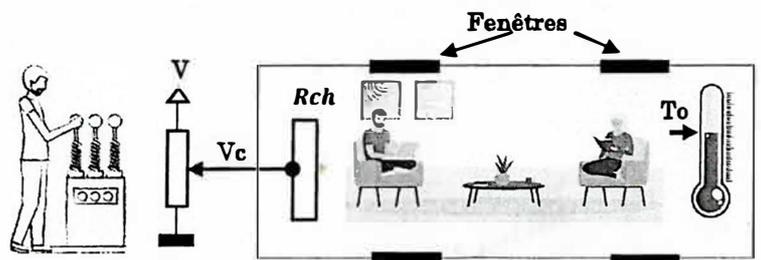
III. Structure de la commande en boucle fermée

1. Structure de base de la commande d'un système

Afin d'établir la structure d'un système asservi, on va commencer par étudier un exemple dans lequel l'homme est la "partie commande".

Exemple 1: Réglage de température d'une chambre

- R_{ch} : la résistance électrique chauffante
- V_c : la tension de commande image de la température désirée
- T_o : la température désirée par l'utilisateur



L'homme doit maintenir la température de la chambre autour de « T_o » et, pour ce faire, il doit effectuer les opérations suivantes :

- Il **mesure** le niveau à l'aide d'un thermomètre à mercure tube (capteur).
- Il **compare** l'information de mesure reçue à celle de la température T_0
- Il **décide** alors de réagir selon l'écart entre la mesure et la consigne. Son **cerveau** devient le **régulateur**, donc :
 - si la température atteinte T_0 , il met la tension de commande V_c à zéro à l'aide d'un potentiomètre
 - En cas de l'ouverture des fenêtres (perturbation), l'homme en est informé puis décide d'agir dans le but de ramener le niveau à sa valeur désirée (consigne T_0).

L'examen de cet exemple permet de relever différentes fonctions assurées par l'homme ou par des organes. En effet, on a les fonctions suivantes :

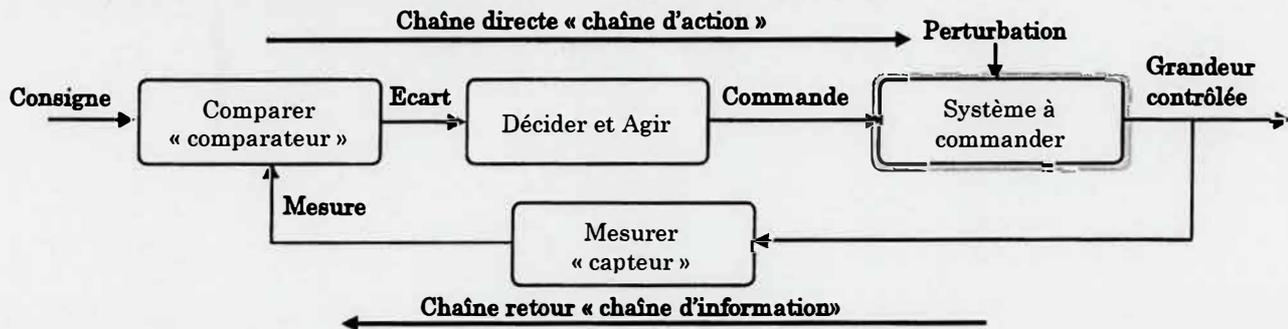
- La fonction de **mesure** : le niveau est mesuré à l'aide d'un thermomètre à mercure tube ;
- La fonction de **transmission de l'information** : l'information est lue sur le tube et transmise visuellement au cerveau ;
- La fonction de **comparaison** : le niveau instantané est comparé avec le niveau désiré ; celui-ci étant la température T_0 ;
- La fonction de **régulation** : en fonction de l'écart observé entre le niveau atteint et le niveau désiré, il y'a la variation de tension par un potentiomètre du niveau bas vers niveau haut ou inversement.
- La fonction d'**action** : selon l'écart observé, il y'a action manuellement sur la **Résistance variable**

En résumé, une boucle d'asservissement ou de régulation est toujours formée des éléments suivants :

| En général | Dans l'exemple |
|--|--|
| Capteur (élément essentiel de la chaîne de mesure) | thermomètre à mesure tube |
| Transformation de l'information | Transformation visuelle |
| Comparateur | Comparaison réalisée visuellement |
| Régulateur | le cerveau d'homme |
| Organe de réglage | Résistance variable à commande manuelle |

2. Structure final d'un système asservi

On peut présenter la structure de la commande par le schéma fonctionnel suivant :



A partir du schéma d'asservissement, on distingue les organes de la chaîne et les informations circulées entre les organes.

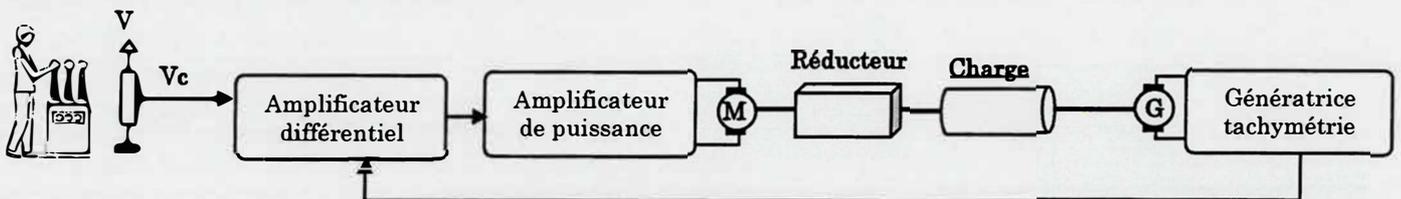
A- Organes :

- **Un comparateur** : il élabore le signal d'écart entre la consigne et la mesure.
- **Un régulateur** : Le régulateur est le constituant « intelligent » dans une boucle de régulation. Il élabore à partir du signal d'erreur l'ordre de commande pour agir sur l'actionneur.
- **Un actionneur** : C'est l'organe d'action qui apporte l'énergie au système pour produire l'effet souhaité : moteur, vanne..
- **un capteur** : il prélève une information physique sur la grandeur contrôlée et la transforme en un signal compréhensible par le régulateur. La précision et la rapidité sont deux caractéristiques importantes du capteur.

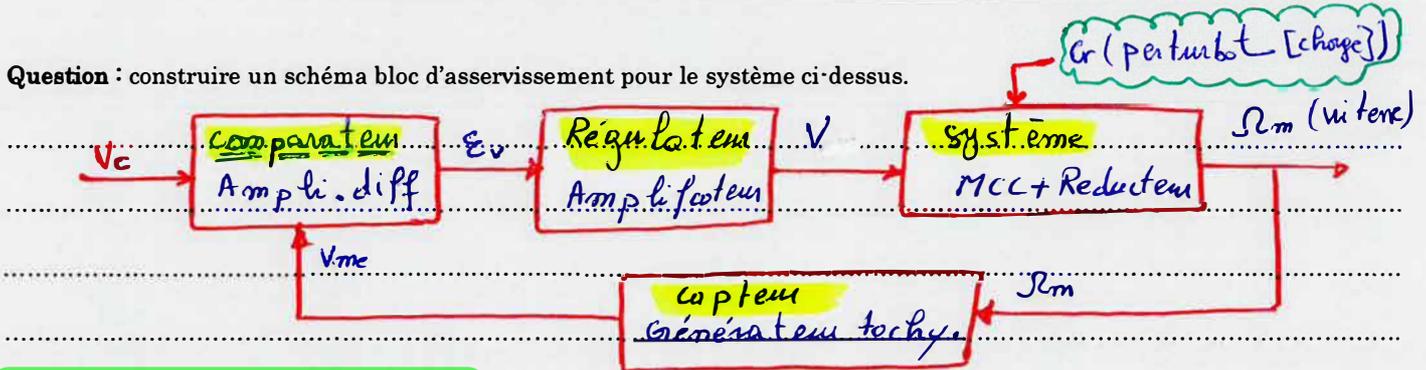
B- Informations :

- **Consigne (ou référence) :** c'est la grandeur d'entrée d'une boucle d'asservissement ou de régulation que la grandeur contrôlée doit suivre. Elle doit impérativement être de même nature physique que la mesure pour pouvoir lui être comparée.
- **Sortie :** La sortie contrôlée représente le phénomène physique qu'il faut contrôler. C'est la raison d'être d'une boucle de contrôle.
- **Mesure :** Cette grandeur est fournie par la chaîne de retour. C'est l'image de la grandeur contrôlée.
- **Perturbation :** elle s'agit de tout phénomène physique intervenant sur le système qui modifie l'état de la sortie. Un système régulé doit pouvoir maintenir la sortie à son état désiré et ce, indépendamment, des perturbations.
- **Ecart (Erreur) :** C'est la différence à chaque instant entre la consigne et la mesure. Cette comparaison ne peut être réalisée que sur des grandeurs de même nature.
- **Commande :** C'est le signal élaboré par le régulateur pour agir c'est l'organe de réglage.

Exemple 2 : contrôle de vitesse de rotation d'une charge



Question : construire un schéma bloc d'asservissement pour le système ci-dessus.

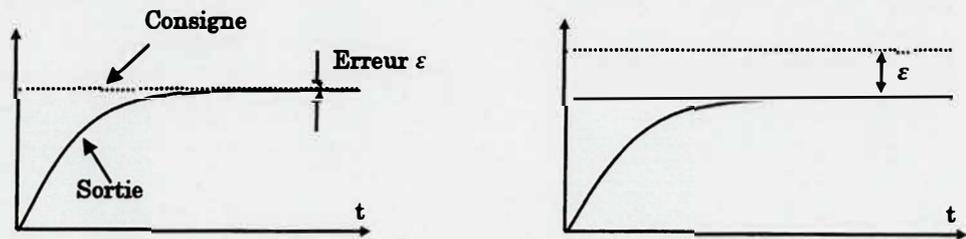


IV. Les qualités d'un système asservi

Tout système asservi ou régulé doit posséder des performances. Celles-ci peuvent être résumées en trois points : la précision, la stabilité et la rapidité.

1- La précision

Dans la boucle d'asservissement ou de régulation. On dit un système est précis si la sortie suivre les variations de la consigne. Plus l'écart entre ces grandeurs est petit, plus l'asservissement est précis. De même, la précision peut être étudiée vis-à-vis des perturbations dans le cas d'une boucle de régulation où il s'agit d'évaluer cet écart, suite à l'effet des perturbations.



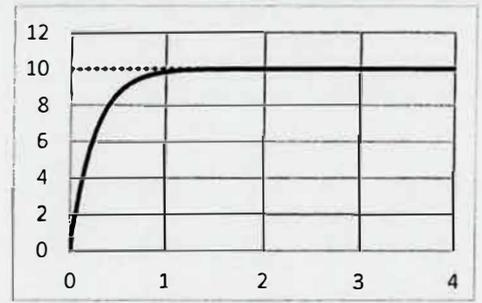
| | | |
|--|----------------|-------------------|
| L'erreur ($\epsilon = 0$ ou $\epsilon \neq 0$) | $\epsilon = 0$ | $\epsilon \neq 0$ |
| Précis ou non précis | précis | non précis |

· Trouver la valeur de la consigne : $V_c = 10$

· Trouver la valeur initiale et la valeur finale graphiquement :

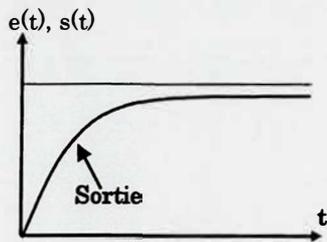
$V_i = 0$, $V_f = 10$

· Estimer graphiquement l'erreur entre la sortie et l'entrée. Le système est-il précis ? $E = V_f - V_i \Rightarrow E = 0 \Rightarrow$ système st. précis



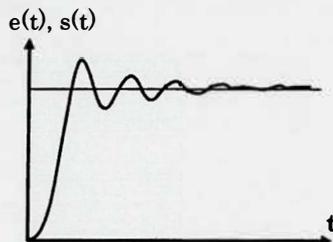
2- La stabilité

Une définition de la stabilité est la suivante : on dit qu'un asservissement est stable si pour une consigne bornée en amplitude, tous les autres signaux sont aussi bornés en amplitude.



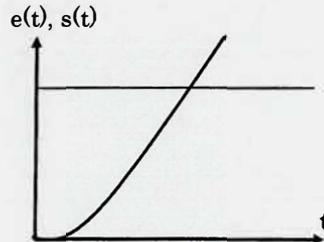
Réponse bornée

Système stable



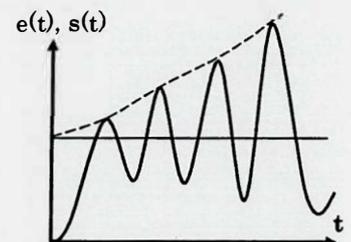
Réponse bornée

Système stable



Réponse non bornée

Système instable



Réponse non bornée

Système instable

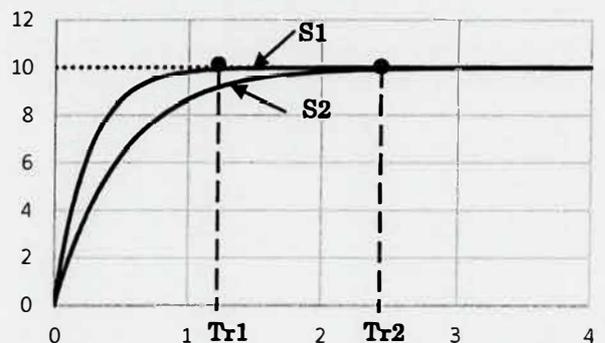
Un système asservi ou régulé fonctionne en boucle fermée selon le principe de la contre réaction ou Feedback. Il peut être instable s'il est dimensionné de manière incorrecte. Il est par conséquent important de s'assurer de la stabilité avant toute mise en marche : **une boucle instable est une boucle inutilisable.**

3- La rapidité.

La rapidité est évaluée par le temps de réponse. Celui-ci est défini comme étant la durée pendant laquelle la réponse évolue d'un état stabilisé à un autre. Plus le temps de réponse est faible, plus l'asservissement est dit rapide.

À comparaison entre les deux réponses ci-après permet de conclure que le système asservi dont la réponse est S1 est plus rapide que l'asservissement dont la réponse est S2.

$Tr1 = 1,2s$ et $Tr2 = 2,5s$



Conclusion :

En conclusion générale, l'ingénieur automatique est soucieux de concevoir un système automatique (asservi ou régulé) avec des performances spécifiées par le cahier des charges. Les spécifications sont formulées de manière à obtenir un système de commande en boucle fermée Précis, Stable et Rapide. Souvent ces performances sont difficiles à satisfaire simultanément et généralement un compromis s'impose. L'art de l'automaticiennes de trouver ce compromis en calculant judicieusement les paramètres du régulateur, l'organe « intelligent » de la boucle.