

AUTOMATISME

NOTION DE REGULATION / ASSERVISSEMENT

- I. ▪ **Régulation** : la consigne est constante, le système compense les perturbations.
Dans les systèmes asservis suiveurs, la consigne d'entrée varie en permanence
- II. ▪ **Asservissement** : Poursuite par la sortie d'une consigne variable dans le temps,

I . Régulation

I a) Introduction

La régulation de procédés est une partie essentielle du fonctionnement d'un système.

Dans ce chapitre, nous considérerons les fondements de la régulation.

Nous traiterons des éléments fondamentaux de la régulation proportionnelle, intégrale et différentielle et leur application à certains systèmes simples.

I b) principes de la régulation

Considérons un système typique de régulation d'un procédé : le cas de la bache a eau d'une chaudière, alimentée par une pompe.

La bache doit être elle-même alimentée pour conserver un niveau constant (et préserver la charge d'aspiration positive pour la pompe). Ce niveau préétabli est la valeur de consigne, c'est la grandeur contrôlée du système.

Évidemment si les débits massiques de l'entrée a la bache et de l'écoulement sont égaux, le niveau restera constant.

Toute différence dans les débits relatifs conduira à une variation du niveau. Comment peut-on commander efficacement ce système pour assurer la constance du niveau ?

La première étape consiste en l'identification des variables. Tout système comporte évidemment plusieurs variables, mais les deux variables (ou grandeurs) qui nous préoccupent sont :

- la grandeur commandée (ou réglée), dans notre cas, le niveau d'eau dans la bache;
- la grandeur de commande (ou réglant), le débit entrant ou sortant du système.

Examinons notre cas type en détail (figure 1). Si le niveau est au point de consigne, les débits d'entrée et de sortie du système sont équilibrés.

Aucune action corrective ne sera requise, tant que la situation demeure stationnaire. Les actions correctrices ne seront nécessaires que si un écart apparaissait entre le point de consigne et le niveau mesuré. On devra effectuer la commande appropriée pour ramener le procédé à sa valeur de consigne selon que l'erreur est positive ou négative.

$$\text{Erreur} = \text{valeur de consigne} - \text{grandeur mesurée}$$

Ou

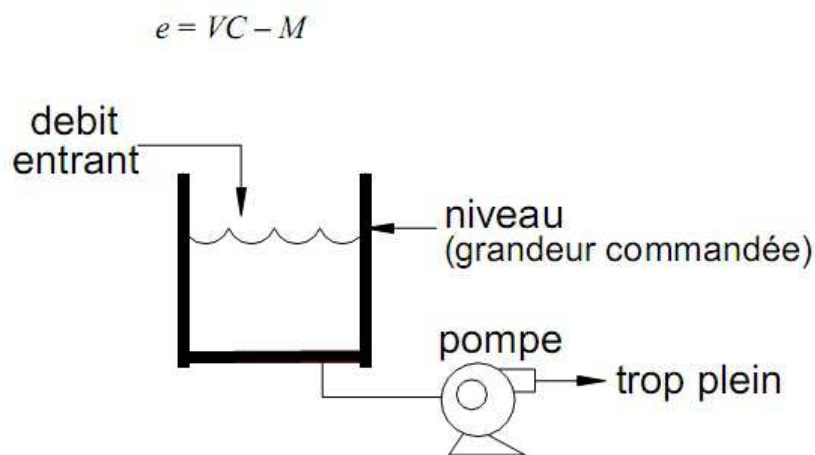


Figure 1

La correction consistera à varier le débit entrant ou le débit sortant de la bêche afin de conserver le niveau à la valeur de consigne. Considérons une approche générale pour atteindre ces objectifs.

À la figure 2, le procédé est représenté par une **boucle fermée**. La sortie mesurée du procédé (le niveau) est lue par un capteur du procédé qui alimente le signal de mesure à un comparateur à l'entrée du système. La deuxième entrée du comparateur est la valeur de consigne, et sa sortie le signal d'erreur.

L'amplificateur —pour le moment, une « boîte noire » — calcule la correction appropriée pour conserver le procédé au point de consigne quelques soient les perturbations qui pourraient l'affecter. On comprend facilement que si ce système était sous commande manuelle, la boucle d'asservissement ne serait pas nécessaire. L'opérateur effectuerait cette

rétroaction en apportant lui-même les corrections nécessaires au système tout en observant les effets sur la grandeur commandée. C'est ce que l'on appelle une boucle ouverte.

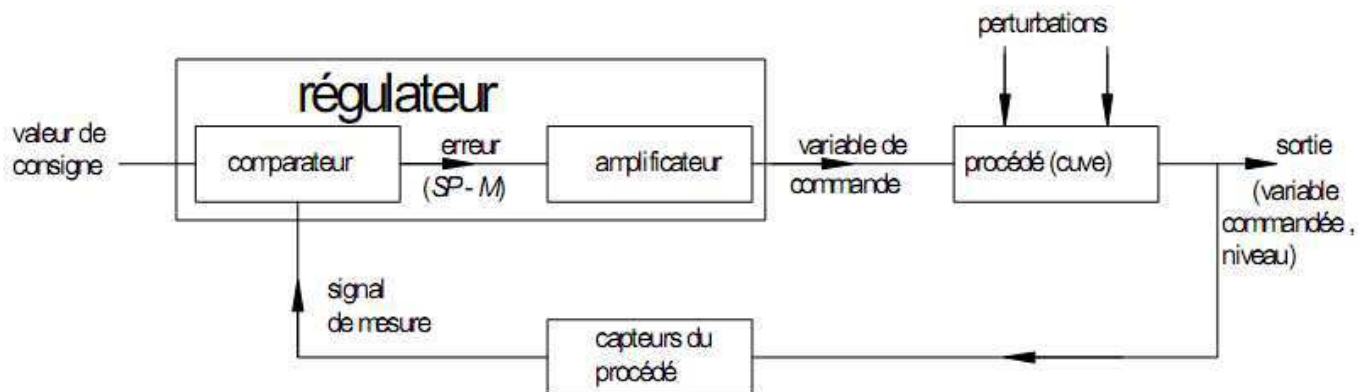


Figure 2

Schéma fonctionnel de l'asservissement

II a). L'asservissement (ou rétroaction)

Il existe plusieurs synonymes pour cette notion. En effet on parle de boucle d'asservissement, de rétroaction, de contre-réaction, de réaction négative ou de **correction**. Le terme le plus employé, « boucle de rétroaction » se justifie de trois façons :

- Le retour du signal mesuré de la sortie à l'entrée du système, l'information se déplace de façon rétrograde par rapport au procédé (c'est la définition de la rétroaction).
- **La correction** s'effectue dans le sens contraire de l'erreur, puisqu'elle doit corriger un écart, non l'aggraver.
- Une erreur doit se manifester avant que s'applique une correction, **la correction est rétroactive**.

II b). Régulation par commande prédictive

Si nous désirons réguler notre procédé sans attendre qu'une erreur se produise au préalable, nous devons corriger les perturbations qui causeraient l'apparition d'une erreur dans le procédé. C'est ce que l'on appelle la régulation par commande prédictive. La régulation par

commande prédictive est rarement utilisée seule, mais on l'intègre dans la régulation par rétroaction pour améliorer la réponse de la régulation aux perturbations subies par le procédé.

II c). Points saillants

- Variable contrôlée : grandeur produite par le système (niveau, température etc.)
- Variable de contrôle : grandeur utilisée pour maintenir la variable contrôlée à la valeur de consigne..
- Signal d'erreur : l'écart entre la valeur de consigne et la grandeur mesurée. ($e = VC - M$).
- Valeur de consigne : la valeur désirée pour le procédé (VC)
- Mesure : la grandeur réelle (mesurée) du procédé (M)
- Boucle fermée ou boucle d'asservissement : boucle de régulation automatique.
- Boucle ouverte : régulation par l'opérateur.
- Régulation par rétroaction : correction d'une erreur à la suite de perturbation
- Régulation par commande prédictive : la régulation des perturbations qui pourraient causer une erreur dans le procédé.

ii d) les correcteurs

II.1 Le correcteur définition

Sans mettre en jeu d'énergie appréciable, le correcteur constitue la partie « intelligente » de l'asservissement et sa détermination judicieuse confère à l'asservissement ses qualités. Aisé à modifier, le correcteur peut être muni d'une variation automatique de ses paramètres suivant la plage de fonctionnement du procédé, dans le cas où celle-ci évolue lentement.

II.2 But de la correction

Le concepteur de l'asservissement rencontre deux types de situations, auxquelles il doit faire face :

- Assurer une réponse acceptable pour des signaux de consigne définis en fonction du temps (par exemple : cycle de température pour un traitement thermique) ;

- Fournir des caractéristiques fréquentielles (gain, déphasage) demandées dans une bande de fréquences (par exemple : asservissement du mouvement d'un haut-parleur dans un système haute-fidélité).

On impose les qualités de l'asservissement en termes de **spécifications temporelles** dans le premier cas, en **spécifications fréquentielles** dans le second cas.

Le but de la correction est de doter l'asservissement des qualités attendues, par le calcul et l'implantation du correcteur nécessaire. Les opérateurs essentiels du correcteur sont réalisables à partir d'amplificateurs à courant continu et d'éléments résistances/capacités. La réalisation numérique peut se transposer aisément à partir d'un schéma analogique, en conservant la même organisation fonctionnelle et en associant un intégrateur numérique à chaque intégrateur électronique.

III). Contrôle et régulation -

Les différents types de régulation

- La régulation par "tout ou rien" ou "On-Off" (TOR)
- La régulation Proportionnelle (P)
- La régulation Proportionnelle – Intégrale (PI)
- La régulation Proportionnelle – Intégrale – Dérivée (PID)

III a) Régulation de température



➤ Qu'est-ce qu'un régulateur de température

Un régulateur de température est un dispositif permettant le réglage de la température. Il est alimenté par une sonde de température et possède une sortie connectée à un dispositif de commande, par exemple un système de chauffage ou de ventilation.

Afin de pouvoir réguler la température de manière efficace et exacte, sans nécessiter une intervention importante de l'opérateur, le système de régulation de température est fondé sur un régulateur qui est alimenté par un thermocouple ou un RTD, par exemple, à l'aide d'un capteur de température. Il permet de confronter la température effective à la température de régulation souhaitée, ou point de commutation, et délivre une sortie à un élément de régulation.

➤ Comment fonctionne un régulateur de température ?

Tout d'abord, il est généralement couplé à une électrode pour mesurer la température environnante. C'est pourquoi il est capable de comparer avec exactitude la température normale et la température voulue par l'utilisateur. Son but est donc de conserver la température interne voulue par les occupants, indépendamment des variations climatiques extérieures. Cette opération est supportée par l'élément de commande qui lui est relié.

➤ Différents types de régulateurs de température et leur fonctionnement

Il existe trois types de régulateurs de température : on/off, proportionnel et PID. Les opérateurs sont les principaux utilisateurs de ces régulateurs pour contrôler le processus. Pour vous aider à mieux comprendre le sujet, parlons des trois types de régulateur.

- **Régulateur de température marche/arrêt ou tout ou rien (TOR)**

Un régulateur de température marche/arrêt est la forme standard d'un appareil de régulation. La sortie de l'appareil est activée ou désactivée, sans état intermédiaire. Pour la régulation de chauffage, la sortie est activée lorsque la température est inférieure à la consigne et désactivée lorsque la température est supérieure à la consigne.

- Le régulateur proportionnel

Les commandes proportionnelles sont spécialement conçues pour réagir aux changements de température. Ils augmentent ou diminuent l'alimentation électrique lorsque la température atteint sa limite supérieure ou inférieure, ce qui ralentit ou accélère le chauffage par exemple.

La plage de température connue sous le nom de bande proportionnelle permet aux commandes proportionnelles de diminuer ou d'augmenter l'alimentation électrique pour ralentir ou accélérer le chauffage. Lorsque l'indicateur de température est dans la bande proportionnelle, la chaleur change en fonction de la variation de température.

- Le régulateur PID

Ce contrôle est une combinaison de contrôle proportionnel et de contrôle intégré et dérivé appelé PID. Un système PID fonctionne dans une bande proportionnelle. Ce type de régulateur possède deux caractéristiques qui améliorent le contrôle global de la température. De plus, la fonction de proportion PID permet de distinguer la valeur globale, les taux de régulation antérieurs, de la valeur dérivée, l'évolution des taux antérieurs. Ceci définit un algorithme pour mesurer et contrôler la température

./.

.....