

**Thème n°2 : Régulation et asservissement industriels**

**Durée : 18  
heures**

**Identification et modélisation, correction et réglage**

La **régulation et les asservissements industriels** doivent être abordés globalement à travers différents systèmes mettant en œuvre des matériels variés.

Les asservissements répondent à une problématique dépendant de l'utilisation d'un système.

Ils présentent une modélisation quasi universelle par schéma bloc ou encore « boucle de régulation » et des comportements similaires d'un système à l'autre.

Ses analyses peuvent s'étendre à d'autres domaines comme la finance, le médical...

Leur efficacité se réduit à l'évaluation de trois critères : la précision, la rapidité et la stabilité. Ces critères sont corrigibles et plusieurs méthodes de réglages existent.

Le **choix** de régulateurs dédiés, ou l'**utilisation d'options** d'asservissement existantes dans les matériels utilisés, vous permettront de qualifier les **coûts**.

**Objectifs de l'essai de systèmes**

Vous disposez de 18 h afin de mener des recherches et des expérimentations portant sur au moins deux procédés d'asservissement choisis parmi les trois disponibles au laboratoire : régulateur industriel, régulateur intégré à un API, régulateur intégré à un variateur, qui vous permettront de réaliser un document de synthèse et une présentation orale répondant aux questions suivantes :

**Analyse du système étudié :**

- A quelle problématique répond l'asservissement ?
- Quels sont les constituants du procédé de régulation ? qualifier le ?
- Quels sont les capteurs mis en jeu. (Sont-ils des « 2 fils » « 3 fils » « avec réponse en « courant » en « tension »). Comment sont-ils ou faut-il les conditionner ?
- Quelle est la représentation de la boucle de régulation. Quels en sont les paramètres (consigne, retour...) ?

**Identification de la fonction de transfert principale :**

- A quel type de fonction de transfert a-t-on à faire : intégrateur pur, premier ordre, avec retard, second ordre... ?
- Quel modèle peut-on donner à cette fonction ?

**Qualifier le fonctionnement :**

- Quel est son comportement statique ?
- Quel est son comportement dynamique ?
- Qu'est ce qui caractérise cet asservissement ?
- Quelles corrections est-il nécessaire d'envisager ?

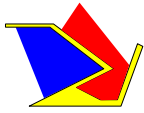
**Correction de l'asservissement :**

- Quels types de correcteurs sont utilisés (P, PI, PID, Série, //, Mixte)
- Quelles procédures de réglage des correcteurs sont réalisables. Comparer les méthodes.
- Quelle efficacité a-t-on obtenu ? Critiquer
- Quelles solutions ou coût sont à envisager ?

**Validation des réglages :**

- Quels réglages ont été retenus et pourquoi ? Justifier par des mesures, des relevés...
- Quelles conclusions en tirez-vous ?

Des analyses physiques et technologiques sont attendues dans un contexte **rigoureux** et relevant de travaux de futur technicien supérieur en électrotechnique !



## Contexte de l'essai de systèmes

Il serait intéressant à la fin des études des systèmes, de proposer un récapitulatif en précisant les méthodes semblant les plus efficaces selon le type de grandeur asservie et de la manière dont on procède. Les contextes d'étude tomberont sous le sens lors de vos travaux.

## Ressources bibliographiques disponibles

Cahiers techniques de l'ingénieur n°208 et n°191 (informatif)- Doc sur les systèmes.

8 systèmes sont disponibles :

### ➤ 1 – Asservissement de pression dans un ballon surpresseur :

Il s'agit d'une station de mise en pression possédant un débitmètre analogique et à afficheur, un pressostat à afficheur, un capteur de pression analogique.

La boucle de régulation est réalisée autour d'un **variateur de vitesse** pour machine asynchrone commandant la pompe. Les paramètres du variateur sont réglables et mesurables par le biais d'un soft sur ordinateur.

### ➤ 2 – Asservissement de niveau dans une colonne d'eau :

Il s'agit du système « colonne d'eau » possédant un capteur de niveau. La boucle de régulation est réalisée autour d'un régulateur industriel commandant la pompe.

### ➤ 3 – Asservissement de niveau dans un château d'eau :

Il s'agit du système « Château d'eau » simulant le puisage d'eau d'une nappe phréatique dans un bassin de décantation. Ce dernier alimentant un château d'eau. Ce système possède deux type d'asservissement : l'un en tout ou rien et l'autre de type linéaire par automate « twido » et console « Magélis » Le bassin possède des capteurs de niveau et le château d'eau un pressostat.

### ➤ 4 – Asservissement de température dans un four résistif :

Il s'agit d'un système constitué par un four domestique résistif associé à un régulateur extérieur muni d'un capteur de température analogique de type PT 100. Les paramètres de régulation sont atteignables par réglage sur le régulateur extérieur.

### ➤ 5 – Asservissement de température d'un four à lampe IR :

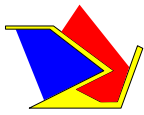
Il s'agit du système « four IR » possédant un capteur de température analogique. La boucle de régulation est réalisée autour d'un automate « twido » pilotant un gradateur alimentant des lampes infrarouges. Les paramètres de régulation sont atteignables par visualisation et modification du programme de l'automate

### ➤ 6 – Asservissement de température d'une fardeleuse :

Il s'agit d'un système de filmage de blocs de bois. La température est asservie afin que le film plastique se resserre sur les pièces à filmer.  
La régulation est réalisée par un régulateur dédié.

### ➤ 7 & 8 – Asservissement de vitesse et position:

A l'aide des maquettes Langlois, il est possible de réaliser un asservissement de vitesse ou de position d'une machine à courant continu de faible puissance.  
Un module PID dédié permettra de procéder au réglage des boucles d'asservissement.



## Mémo : Réglage d'un correcteur PID

### Objectifs :

- Caractériser la fonction de transfert du système étudié.
- Appliquer les méthodes de Broïda et Ziegler Nickols pour régler les paramètres PID du correcteur.

### 1. Fonction de transfert d'ordre 1:

$$T_{Bo}(p) = 1/(\tau p) \quad T_{BF}(p) = 1/(1+\tau p)$$

Cette fonction est toujours stable, son erreur de position est nulle et son temps de réponse vaut  $3\tau$  à 95% de la réponse finale.

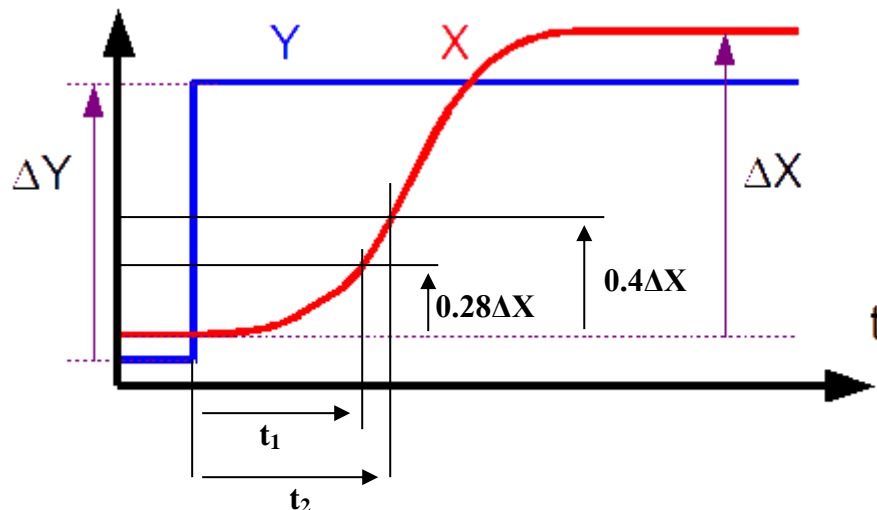
### 2. Méthode de Broïda:

Les fonctions de transfert fréquemment rencontrée dans l'industrie sont du type ordre 1 avec retard pur :

$$T_{BF}(p) = Ge^{-Tp} / (1+\tau p)$$

#### a. Identification:

Sa réponse, en **BOUCLE OUVERTE**, à un échelon  $Y(t)$ , est de type  $X(t)$  (réponse indicielle)



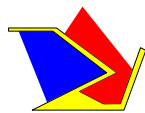
#### b. Calcul des éléments de la fonction de transfert:

On a :

$$G = \Delta X / \Delta Y \text{ ou } X_p = \Delta Y / \Delta X$$

$$T = 2.8t_1 - 1.8t_2$$

$$T = 5.5 (t_2 - t_1)$$



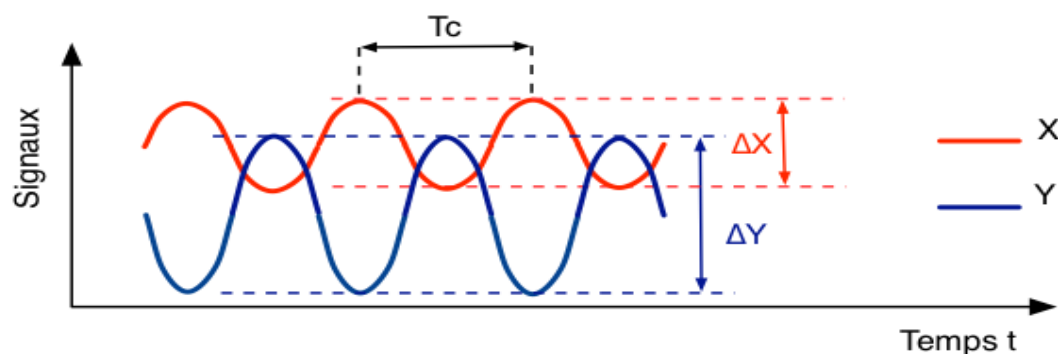
### c. Choix du correcteur:

Rapport $T/\tau$	Correcteur proposé
$\frac{T}{\tau} \leq 0,05$	<b>T O R</b>
$0,05 \leq \frac{T}{\tau} \leq 0,1$	<b>P</b>
$0,1 \leq \frac{T}{\tau} \leq 0,2$	<b>PI</b>
$0,2 \leq \frac{T}{\tau} \leq 0,5$	<b>PID</b>
$\frac{T}{\tau} \geq 0,5$	<b>Limite des PID</b>

Paramètre / structure	BP (%)	Ti	Td
<b>P</b>	125 G T/ $\tau$		
<b>PI parallèle</b>	125 G T/ $\tau$	G T/0,8	
<b>PI série</b>	125 G T/ $\tau$	$\tau$	
<b>PID série</b>	120 G T/ $\tau$	$\tau$	0,42 T
<b>PID mixte</b>	120 G T/( $\tau+0,4T$ )	$\tau + 0,4T$	$\tau T / (2,5\tau + T)$
<b>PID parallèle</b>	120 G T/( $\tau+0,4T$ )	G T/0,75	0,35 $\tau / G$

### 3. Méthode de ZIEGLER NICHOLS:

Le Système est en **Boucle fermée**. Le système est en régulation proportionnelle (actions intégrale et dérivée annulées). On diminue la bande proportionnelle jusqu'à obtenir un système en début d'instabilité, le signal de mesure **X** et la **sortie du régulateur Y** sont périodiques, sans saturation.



On relève alors la valeur de la bande proportionnelle  $X_{pc} = \Delta Y_c / \Delta X_c$ , ainsi que la période des oscillations  $T_c$ . La mesure de la période des oscillations  $T_c$  et de  $X_{pc}$  permet de calculer les actions PID du régulateur à l'aide du tableau fourni ci-après.

	<b>P</b>	<b>PI série</b>	<b>PI //</b>	<b>PID série</b>	<b>PID //</b>	<b>PID mixte</b>
$X_p$	$2X_{pc}$	$2,2X_{pc}$		$3,3X_{pc}$	$1,7X_{pc}$	
$T_i$	Maxi	$T_c/1,2$	$0,02T_cX_{pc}$	$T_c/4$	$84T_c/X_{pc}$	$T_c/2$
$T_d$	0			$T_c/8$	$7,5T_c/X_{pc}$	$T_c/8$



## Planning d'utilisation des systèmes

		S1	S2	S3
<i>Colonne d'eau</i>	Niveau d'eau (régulateur indus)	G2	G5	G3
<i>Fardeleuse</i>	Température (régulateur)			
<i>Station surpression</i>	Pression (var vitesse)	G5	G3	G2
<i>Four résistif</i>	Température (régulateur)	G4		G1
<i>Château d'eau</i>	Niveau d'eau (automate)	G1	G4	
<i>Four IR</i>	Température (automate)	G3	G2	G5
<i>Maquette Langlois</i>	Vitesse (régulateur dédié)		G1	G4
<i>Maquette Langlois</i>	Position (régulateur dédié)		G	