



## 1. Objectif

L'objectif de cette TP est d'étudier la régulation de niveau d'eau dans un réservoir.

## 2. Description de la maquette

### 2.1 Spécification

[1] : Appareil de table de démonstration et d'expérimentation de la régulation de niveau

[2] : dimension  $1000 \times 500 \times 1050 \text{ mm}$ ,  $55 \text{ kg}$

[3] : Mesure de niveau par capteur de pression :  $0 \dots 100 \text{ mbar}$

[4] : Réservoir d'eau en acier inox  $15 \text{ ltr}$

[5] : Pompe centrifuge  $660 \text{ W}$ , hauteur manométrique max.  $38 \text{ m}$ , débit max.  $33 \text{ ltr/min}$

[6] : Electrovanne proportionnelle

[7] : Régulateur numérique, configurable en régulateur  $P$ ,  $PI$  ou  $PID$

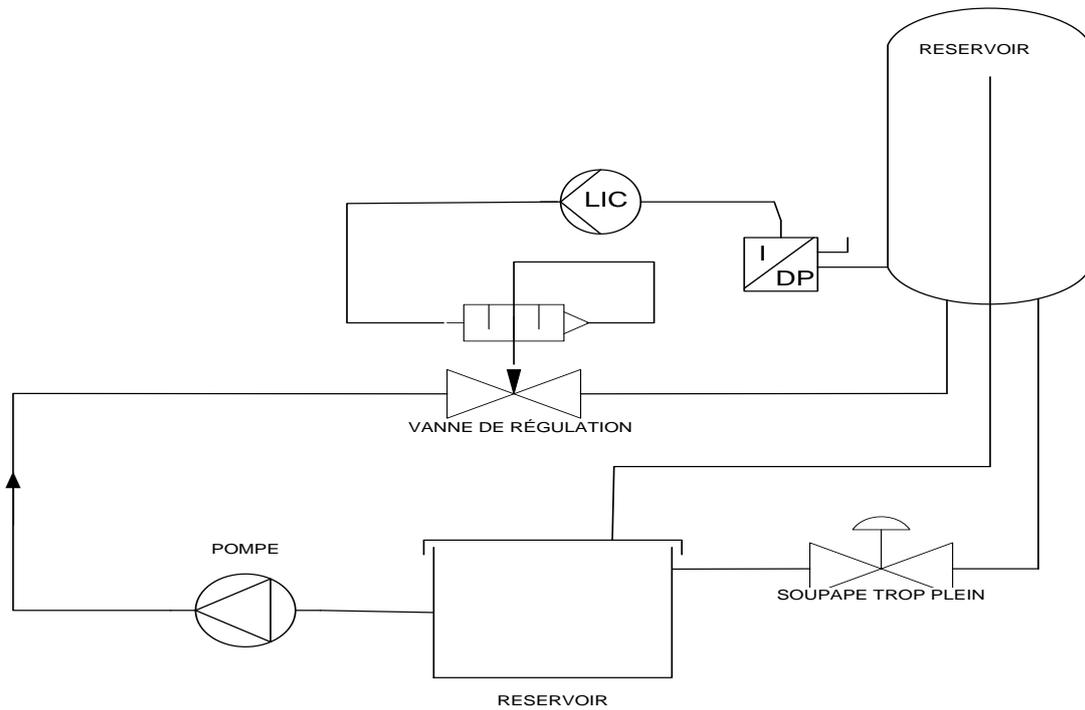
[8] : Cadre robuste en tube d'acier, panneau de montage métallique

[9] : Grandeurs de processus importantes accessibles sous forme de signaux analogiques

### 2.2 Schéma de principe

Ce banc d'essai offre une installation complète de régulation du niveau. La conception et l'équipement permettent d'étudier expérimentalement tous les problèmes importants liés à la technique de régulation. Le récipient de niveau est un cylindre en plastique transparent. A l'intérieur de celui-ci, une pompe centrifuge pompe de l'eau dans un réservoir avec verre indicateur. Le niveau est détecté par un transmetteur de pression qui, par l'émission d'un signal électrique normalisé, autorise le traitement consécutif de la valeur mesurée. L'organe de régulation du circuit est

une soupape de réglage pneumatique. L'armoire électrique renferme un régulateur industriel, le schéma de principe de ce régulateur est la suivante :



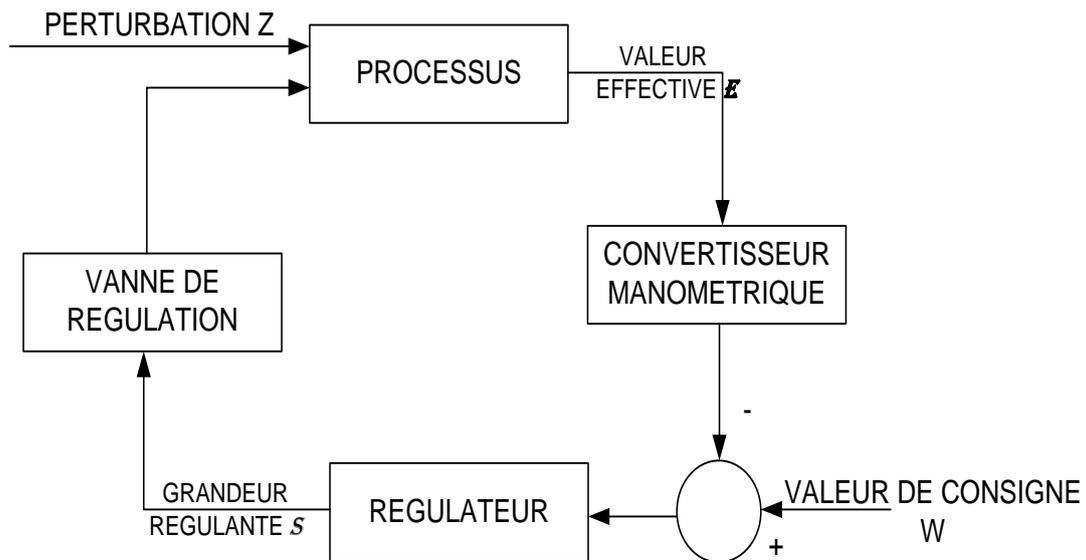
*Figure 2.1 : schéma de principe*

### 2.3 Chaîne de régulation

L'ensemble des composants est regroupé dans une chaîne de régulation (figure 2.1).

Les grandeurs de mesure dans la chaîne de régulation sont :

- valeur effective  $E$  : c'est le niveau dans le réservoir
- valeur de consigne  $W$  : c'est le niveau souhaité
- grandeur de perturbation  $Z$  : modification du débit par le robinet à boisseau



**Figure 2.2 :** chaîne de régulation

### 2.4 Principe de régulation

Le principe de la régulation consiste que la grandeur de sortie (valeur effective  $E$ ) du processus être maintenue à un niveau défini indépendamment des perturbations. Pour cela, on mesure la valeur effective  $E$  qui sera comparée à la valeur souhaitée (valeur de consigne  $W$ ). En cas de différence entre les deux valeurs, le régulateur va piloter le processus par la grandeur réglante en respectant une loi précise de régulation en vue de rapprocher la valeur effective de la valeur de consigne. Le régulateur utilisé est le régulateur *KS94*.

## 3. Manipulation

### 3.1 Effet d'un régulateur P.I.D :(maintenir $Z=50$ )

- 1- Configurer le régulateur de la machine avec les paramètres du réglage du constructeur.

$W$	$Xp$	$Ti(=Tn)$	$Td(=Tv)$
25	34	4	3

- 2- Relever la réponse de la grandeur effective  $E$  suite à un échelon de consigne.
- 3- Implanter les paramètres de réglages suivants :

$W$	$Xp$	$Ti(=Tn)$	$Td(=Tv)$
25	15	35	25

4- Conclure sur les effets de variation des paramètres de réglage sur les performances du système coté (rapidité, erreur de poursuite, temps de stabilisation,...)

### 3.2 Effet d'un régulateur $P$ : (maintenir $Z=50$ )

a) Configurer le régulateur avec les paramètres du réglage suivante :

$W$	$Xp$	$Ti(=Tn)$	$Td(=Tv)$
25	15	35	25

b) Relever la réponse de la grandeur effective  $E$  suite à un échelon de consigne et de la grandeur réglante  $S$ . Conclure sur l'erreur de poursuite.

c) Augmenter la valeur du gain du proportionnel et observer l'évolution de l'erreur. Peut on annuler l'erreur avec un tel réglage.

d) Conclure.

### 3.3 Effet oscillatoire

a) Configurer le régulateur avec les paramètres du réglage suivante :

$W$	$Xp$	$Ti(=Tn)$	$Td(=Tv)$
25	15	10	5

b) Relever la réponse de la grandeur effective  $E$  suite à un échelon de consigne.

c) Conclure sur les effets de variation des paramètres de réglage sur les performances du système (stabilisation du niveau d'eau).

### 2.4 Effet de la perturbation

On conservant les paramètres de réglage du constructeur, relever la grandeur fictive  $E$  pour différent perturbation suivantes:  $Z=30$ ,  $Z=60$ ,  $Z=80$ . Conclure sur la rapidité du régulateur pour la compensation des perturbations.

### 3. Conclusion

## Annexe

### Le régulateur KS94

Le régulateur universel numérique KS94 est un régulateur à microprocesseur. Toutes les données de mesure sont traitées sous forme numérique puis transformés en valeurs analogiques. A l'instar de la saisie des données de mesure, les commandes sont également numériques.

Les réglages s'effectuent depuis les quatre touches situées sous le visuel.



#### 1. Interface :

Une interface série (de type RS422) est installée côté armoire de commande. Un logiciel approprié permettra de piloter le régulateur depuis un PC externe grâce à cette interface. Dans ce cas, il faudra actionner la touche de commutation (le bouton passe au rouge)

**Nota : Le régulateur ne pourra plus être modifié si cette touche est enfoncée!**

#### 2. Modification de la valeur de consigne $w$ et de la valeur réglante $y$ :

Lors de la mise sous tension de l'appareil, le régulateur se trouve en mode "automatique". Le chiffre supérieur affiché par le visuel indique **la valeur effective S** de la boucle de régulation; cette valeur correspondant également à la position de la coulisse. Sous ce chiffre, on trouve **la valeur de consigne  $w$** , celle-ci pouvant

être modifiée dans ce mode opératoire en utilisant les touches fléchées ( pour augmenter la valeur,  pour la réduire). La régulation sera désactivé si la valeur de consigne est réglée sur " ----" .

La touche  permet de commuter le régulateur dans le mode "manuel".

Le visuel dans ce cas affiche "Man". Il est à présent possible de modifier à nouveau **la valeur réglante S**, qui est affichée en lieu et place de la valeur de consigne  $w$ , à l'aide des touches fléchées. Le chiffre supérieur continue à indiquer la valeur effective.

On retournera dans le mode automatique en actionnant une nouvelle fois la  touche

### Modification des paramètres du régulateur $X_P$ , $T_d$ et $T_i$ :

En laissant la touche  enfoncée (>3s), on bascule dans un niveau de saisie supérieur destiné à la modification des paramètres. "Para" clignote alors sur le visuel, ce qui indique le niveau dans lequel on procédera à la modification des paramètres du régulateur. En appuyant brièvement sur la touche , on confirme l'accès au niveau de modification des paramètres. Le régulateur peut également être modifié dans un niveau inférieur "contr" :

- enfoncer la touche  pendant un certain temps (>3s) → "Para" clignote sur le visuel.

- Appuyer sur la touche  pour confirmer l'accès → "Setpt" s'affiche sur le visuel.

Appuyer plusieurs fois sur la touche  jusqu'à ce que "contr" s'affiche sur le visuel -

- appuyer sur la touche  pour confirmer l'accès →  $X_P$  s'affiche sur le visuel avec la valeur réglée.

- les touches  et  permettent de basculer entre les paramètres de régulations

$X_{P1}$ ,  $X_{P2}$ ,  $T_d (=T_v)$  et  $T_i (=T_n)$ .

- pour modifier l'un de ces paramètres, appuyer sur la touche  → la valeur clignote.

- modifier la valeur à l'aide des touches  et 
- pour confirmer la valeur, appuyer sur la touche  → la valeur cesse de clignoter et le réglage est accepté
- utiliser les touches  et  pour passer au paramètre suivant et procéder comme décrit plus haut.
- utiliser les touches  et  dans chaque niveau jusqu'à atteindre " End" ou " Exit" et confirmer à chaque fois à l'aide de la touche 

On sélectionne la configuration de régulateur P, P.I, P.D ou P.I.D en réglant les constantes de temps correspondantes ( $T_i$  0000 égal à  $T_i = \infty$  désactive l'action intégrale et  $T_d = 0$  l'action dérivée). Le constructeur du processus donne les paramètres de réglage suivants :

W	Xp	Ti(=Tn)	Td(=Tv)
25	34	4	3