

TP 9.5 :

**Etude de l'asservissement en pression
de l'arrivée d'eau**



 <p>LYCÉE GERMAINE TILLION</p> <p>BTS <small>Electrotechnique</small></p>	LYCÉE VIETTE MONTBELIARD	2018 - 2019
TP 9.5	Etude de l'asservissement en pression de l'arrivée d'eau	<p>Systeme :</p>  <p>e-Microcentrale</p> <p>ESSAIS DE SYSTÈMES</p>

sujet et annexes téléchargeables sur <http://laurent.macherel.free.fr/>

DURÉE

6h : le TP sera réalisé sur deux séances de trois heures.

RÉFÉRENTIEL

C01 Analyser un dossier
C04 Rédiger un document de synthèse
C14 Analyser les causes de dysfonctionnement
C17 Mettre en oeuvre des moyens de mesurage

C18 Interpréter des indicateurs, des résultats de mesure et d'essais
C19 Identifier les paramètres de réglage
20 Régler les paramètres

RESSOURCES

Dossier technique de e-Microcentrale.
Caractéristique de la pompe

SITUATION DE TRAVAIL

Afin de permettre un fonctionnement au plus près de la réalité, la maquette e-Microcentrale doit contrôler la pression au niveau de l'entrée de turbine. Cette pression ne doit dépendre que de la hauteur de chute simulée et doit être indépendante du débit.

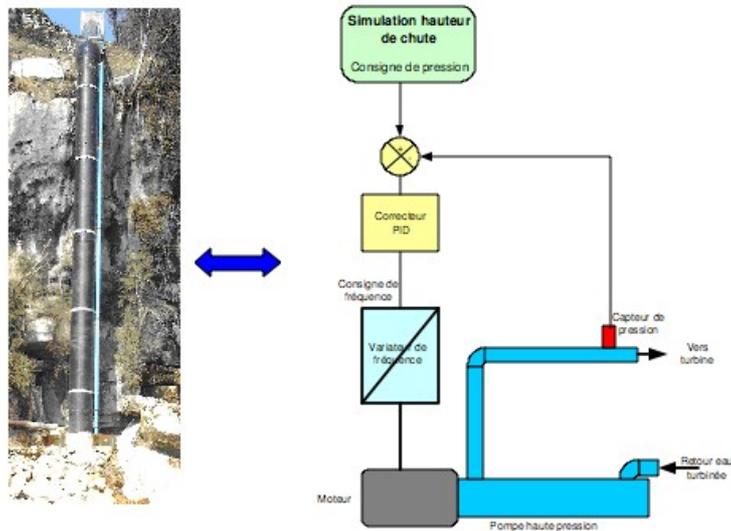
Vous êtes chargé de modéliser (partiellement) le fonctionnement du système et de prévoir les réglages du correcteur du système d'asservissement de pression.

INTRODUCTION :

Dans une centrale hydroélectrique, la pression de l'eau à l'entrée de la turbine est obtenue par le dénivellement entre la prise d'eau et cette turbine. Cette pression est directement proportionnelle à la hauteur de chute. Dans le cas des faibles débits, il est nécessaire d'avoir une hauteur de chute importante afin d'obtenir une puissance hydraulique non négligeable. Pour les turbines Pelton la hauteur de chute varie de quelques dizaines de mètres à plusieurs centaines de mètres.

Dans la centrale hydroélectrique didactique, la pression en entrée de turbine n'est pas obtenue par une différence de hauteur, mais par une pompe de surpression pour des raisons évidentes d'encombrement.

Pour simuler le comportement réel de la chute d'eau, il est nécessaire de réaliser un contrôle de la pression intégrant les paramètres principaux du cours d'eau.



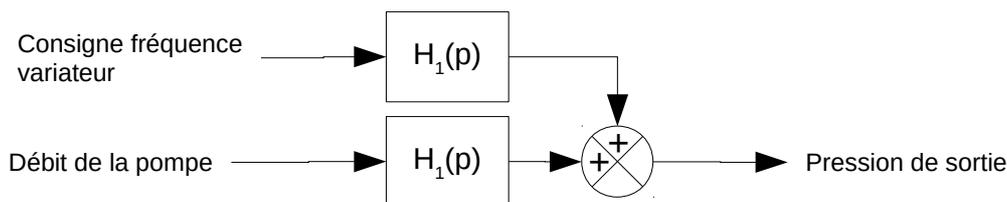
TRAVAIL PRÉLIMINAIRE (PRÉPARATION):

On considère que les pertes de charge sont négligeables et que le niveau à la prise d'eau est constant.

- Montrer que la pression à l'entrée de la turbine est constante quelque soit le débit.
- Pour simuler une hauteur de chute de 70 m, quelle consigne de pression en bar faudra-t-il donner.
- Pour cette consigne et en vous aidant des courbes caractéristiques de la pompe, quel débit maximum pourra fournir la pompe. (les courbe de caractéristique sont donnée pour la vitesse de rotation maximale)
- Pour une réduction du débit de 20% par rapport à la valeur précédente et sans changement de la vitesse de rotation de la pompe, quelle serait l'élévation de pression, s'il n'y avait pas d'asservissement.

MODÉLISATION DU DISPOSITIF

La pression de sortie de la pompe est principalement liée à deux paramètres : sa vitesse de rotation et son débit de sortie. On peut donc la modéliser par le diagramme ci-dessous.



On considérera que les deux fonctions de transfert sont du premier ordre. Elle sont donc caractérisée par deux paramètre :

- A , le gain statique (rapport de la grandeur de sortie sur l'entrée en régime permanent)
- τ la contante de temps (égale au temps de montée à 63%)

Elle sont de la forme $H(p) = \frac{A}{1 + \tau \cdot p}$

pour déterminer ces fonction de transfert on désactive les correcteurs I et D on règle le correcteur P sur 5.

Détermination de la fonction de transfert $H_1(p)$:

Pour déterminer cette fonction de transfert, on fait subir à la pompe un échelon de consigne de vitesse.

La difficulté de cette mesure provient du fait que ne système n'est pas prévu pour agir directement sur cette consigne. Toute fois, lors du fonctionnement manuel en mode couplé. La consigne du variateur passe de 0 à 40 % au moment de l'appuis sur la touche « ouverture vanne ». C'est ce transitoire qui sera utilisé.

On effectue un enregistrement de la variation de la pression à l'oscilloscope en utilisant les sorties analogiques du système.

Réaliser cette mesure au moins trois fois pour faire une moyenne des valeurs obtenues.

Exploitation des courbes :

- Déterminer le gain statique (rapport des valeurs finales*)
- Déterminez la constante de temps (méthode de la tangente à l'origine ou des 63%*)
- Donnez l'expression numérique de la fonction de transfert $H_1(p)$.

Détermination de la fonction de transfert $H_2(p)$:

Vous allez faire subir au dispositif un échelon de débit. Pour ce faire, il suffira d'ouvrir (ou de fermer) simultanément deux injecteurs. En réalisant un enregistrement on pourra déterminer les deux paramètres de la fonction de transfert.

Mode opératoire : en vous servant de la documentation, vous indiquerez, à chaque étape, le détail de ce que vous faites.

- Configurer les sorties analogiques de la centrale pour obtenir le débit en sortie 1 et la pression en sortie 2.
- Brancher un oscilloscope sur ces sorties. On précisera et fera contrôler le branchement.
- Lancer la centrale en mode couplé (fonctionnement automatique)
- dans le modèle de retenue, régler la hauteur de chute à 60m
- Enregistrer les deux grandeurs lors d'un échelon de débit à l'ouverture des injecteurs.
- Enregistrer, une nouvelle fois, ces deux grandeurs lors d'un échelon de débit à la fermeture des injecteurs.
- Ne pas débrancher l'oscilloscope après les mesures.

Exploitation des courbes :

- Déterminer le gain statique (rapport des valeurs finales*)
- Déterminez la constante de temps (méthode de la tangente à l'origine ou des 63%*)
- Donnez l'expression numérique de la fonction de transfert $H_2(p)$.

*Voir annexe en fin de sujet.

DÉTERMINATION D'UN CORRECTEUR

Pour réduire la constante de temps, on utilise un correcteur proportionnel-intégrale (PI)

Ce correcteur est déterminé par deux paramètres T_i (constante de temps intégrale) et K (constante de proportionnalité).

Si $K \cdot T_i = \tau$, on peut montrer que la fonction de transfert boucle fermée est

$$H_{BF} = A \cdot \left(\frac{1}{1 + \frac{T_i}{A} \cdot p} \right) .$$

On constate que cette fonction de transfert est du premier ordre et que sa constante de temps $\frac{T_i}{A}$.

On désire une nouvelle constante de temps égale à $\frac{\tau}{5}$:

- déterminer la valeur de T_i
- en déduire celle de K

Après les avoir fait contrôler vous entrez ces paramètres dans le système.

Configurer le système pour que les sortie analogique donnent la consigne de pression en sortie 1 et (comme précédemment) la pression en sortie 2.

- Lancer la centrale en mode couplé (fonctionnement automatique)
- dans le modèle de retenue, régler la hauteur de chute à 70m
- attendre que le débit se stabilise
- préparez le réglage de la hauteur de chute à 40 m pour faire subir au système un échelon de consigne de pression, **ne pas valider tout de suite**.
- Lancer un enregistrement à l'oscilloscope et valider le réglage dans l'instant qui suit. (il est possible que les réglage de l'oscilloscope ne soit pas optimum et que la mesure doive être refaite, faites appel à votre professeur pour recevoir de l'aide)

Exploitation de l'enregistrement :

- Mesurer la constante de temps, est elle conforme à la valeur visée.
- La courbe ressemble-elle à celle d'un transitoire du premier ordre ? Quelles sont les similitudes ? Quelles sont les différences ?
- Commentez

OBSERVATION DES EFFETS DU CORRECTEUR

Le correcteur de la mini centrale est en fait du type PID.

Effet sur le régime permanent :

Effet du gain proportionnel : **On désactive les correcteurs intégrale et dérivée.**

Relever les valeurs de consigne et de pression en régime permanent pour des valeurs de gain proportionnel de 2, 5 et 10.

En déduire l'erreur statique du système pour chacune de ces valeurs. Mettre en valeur son évolution et commenter les résultats. (on pourra aussi faire un lien entre l'erreur et le gain statique)

Effet du correcteur intégrale :

Réactiver le correcteur intégrale et régler sa constante de temps à 200ms.

Refaire le travail précédant. Comparer les résultats. En déduire le rôle principale joué par ce correcteur sur le régime permanent.

Effet sur les transitoires :

On se propose de faire varier les paramètres du correcteur pour observer ses effets au cour du régime transitoire provoqué par un échelon de consigne de pression.

En utilisant la même méthode qu'à la question précédente (échelon de 70 à 40 de hauteur de chute), vous ferez successivement des acquisitions de la consigne de pression et de la pression lors d'un échelon pour les réglages suivants :

N° mesure	1	2	3	4	5
P	3	5	5	5	5
I	désactivé	désactivé	100	500	500
D	désactivé	désactivé	désactivé	désactivé	1

En comparant deux mesures successives, notamment en déterminant les temps de réponse à 95 % et les formes de courbes, commenter et si possible justifier les changements (ou les non-changements.)

MODÉLISATION ET SIMULATION DU SYSTÈME AVANT

CORRECTION.

L'objectif est de recréer un modèle numérique qui reproduit le fonctionnement de l'asservissement de pression le plus fidèlement possible.

On peut utiliser deux méthodes :

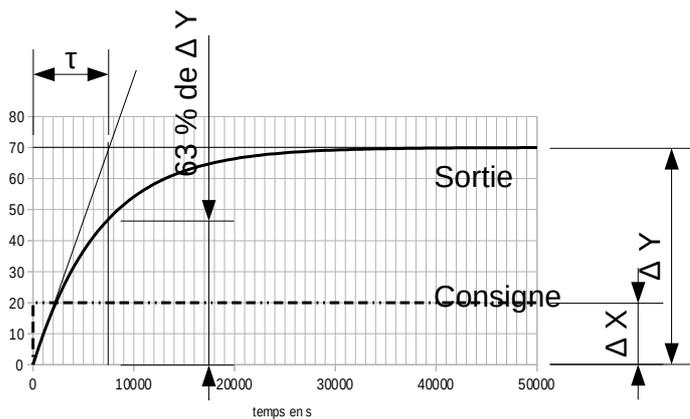
- à partir d'une mise en équations du fonctionnement tirée des lois de fonctionnement des machines et de la mécanique des fluides. Elle suppose des systèmes simples et dont toutes les caractéristiques sont connues. Ce n'est pas le cas ici.

- à partir des mesures des transitoires. Cette méthode n'est applicable qu'à des systèmes dont l'observation est possible mais c'est justement le cas ici.

annexe :

MÉTHODE DE DÉTERMINATION DES PARAMÈTRES D'UN

TRANSITOIRE DU PREMIER ORDRE



On peut déterminer la constante de temps τ de deux manières :
Elle est égale au temps de montée à 63 %

Par construction de la tangente à l'origine, τ est la durée mesurée entre l'origine et l'intersection de la tangente et de l'asymptote
Le gain statique est égale à

$$A = \frac{\Delta Y}{\Delta X}$$