

AUTOMATIQUE - CONTROLE - REGULATION ET TELEGESTION

A. FINALITES

Le technicien supérieur des métiers de l'eau intervient principalement comme donneur d'ordre et utilisateur de processus automatisés.

Il est amené à définir le cahier des charges d'une automatisation prenant en compte, tant les objectifs économiques et opérationnels que les contraintes techniques liées au produit, aux équipements et à l'exploitation.

Utilisateur et exploitant du système sur lequel il peut intervenir pour des opérations de conduite, de surveillance et de maintenance partielle, il est cependant capable d'assurer en autonomie une modification limitée de l'équipement (pour définir et installer un actionneur, un capteur... modifier en conséquence un programme...). Pour exploiter efficacement le système automatisé, il doit être capable d'analyser son comportement, ce qui suppose la maîtrise des outils de description de ces systèmes.

B. ASPECTS METHODOLOGIQUES

L'enseignement s'appuiera sur l'étude de problèmes techniques réels, pour lesquels la méthode inductive sera privilégiée.

Ces travaux s'effectueront sur des matériels industriels et porteront sur des problèmes rencontrés dans le cadre des métiers de l'eau.

Les méthodes et le vocabulaire utilisés devront être identiques à ceux des autres disciplines (électrotechnique, étude des procédés..., hydraulique appliquée...).

Il importe de faire acquérir aux élèves des méthodes et des démarches leur permettant de s'adapter aux évolutions futures, et particulièrement de dégager les concepts permanents (invariants).

Il sera efficace d'étudier autant que possible les mêmes systèmes en automatique, électrotechnique, Ainsi, les connaissances acquises dans toutes ces matières se renforceront et prendront tout leur sens pour chaque élève.

L'ordre des chapitres du programme ne préjuge en rien des progressions pédagogiques. Certains chapitres généraux (1 et 2 notamment) doivent faire l'objet d'une approche répétitive et systématique.

C. COURS

1. But de l'automatisation

L'automatisation dans le domaine du traitement des eaux a pour finalités l'amélioration de la qualité des eaux, l'optimisation des ressources disponibles et de leur répartition, la sûreté vis-à-vis des personnes et de l'environnement (absence de contamination et de pollution) ainsi que la réduction des coûts de production et de distribution.

L'automatique doit permettre l'élaboration des indicateurs de surveillance et de décision pour l'atteinte de ces objectifs.

1.1. Objectifs généraux

- Coûts et qualité.
- Sureté de fonctionnement :
 - sécurité vis-à-vis des personnes et de l'environnement;
- principaux risques ;
 - disponibilité du produit et des moyens de production (fiabilité, maintenabilité et logistique de soutien) ;
 - exploitation des installations: conduite, surveillance locale et à distance, supervision ;
 - maintenance ;
 - flexibilité et évolutivité.

1.2. Caractérisation des procédés des métiers de l'eau

- Fonctions opératives : traitements, distribution, épuration, stockage.
- Fonctions d'acquisition et de traitement de données: mesures physiques, grandeurs réglantes (niveau, débit, pression, pH...).

1.3. Cycle de vie d'un système de production automatisée (du cahier des charges fonctionnel à l'exploitation-maintenance)

2. Structure et organisation des systèmes automatisés

2.1. Modes de fonctionnement des processus

- Point de fonctionnement d'un processus réglé.
- Régulation et asservissement.
- Marche transitoire ; mode de marche et d'arrêt.
- Sécurité.

2.2. Structure d'un système automatisé

- Partie opérative et partie commande. Interface.
- Organisation "horizontale" en chaînes fonctionnelles :
 - organisation d'une chaîne fonctionnelle : fonctions d'automatisation associées (traitement, gestion et distribution de l'énergie, action sur le processus, acquisition de données, transmission, traitement) ;
 - constituants associés aux fonctions d'automatisation ;
 - commande en chaîne directe et commande en boucle fermée.
- Organisation "verticale" d'un système automatisé du niveau zéro (capteurs et actionneurs) au niveau trois (gestion technique).

2.3. Commande des procédés

- Performances d'un système de commande : temps de réponse, précision, comportement sur perturbation et amortissement.
- Commande analogique et commande numérique : influence de l'échantillonnage ; intérêts de la commande numérique ; correcteur ; programmation et paramétrage ; auto-adaptation.

2.4. Commande centralisée et commande répartie ; avantages et inconvénients mutuels

2.5. Les constituants de commande programmables

- Structure générale d'un constituant programmable.
- Automate programmable industriel.
- Régulateur programmable industriel.

- Système numérique de contrôle commande (S.N.C.C.).
- Ordinateurs et micro-ordinateurs.
- Spécificité des différentes solutions et organisation fonctionnelle d'une installation industrielle.

3. Outils de description du fonctionnement des systèmes automatisés

3.1. Analyse fonctionnelle des systèmes

- Fonctions et activités.
- Données d'Entrée/Sortie et données de contrôle.
- Enchaînement des activités et descriptions associées (bloc-diagrammes, graphes de flux...).

3.2. Analyse temporelle des systèmes

- Chronogramme.
- Equation d'état.
- Fonction de transfert.

3.3. Analyse organique des systèmes

3.4. Cahier des charges fonctionnel

4. Acquisition de données et instrumentation

4.1. Structure générale d'une chaîne d'acquisition de données et fonctions associées : détection, transduction, conditionnement, transmission.

4.2. Règles générales d'installation des appareils de mesure

4.3. Signaux standards

4.4. Capteurs et transmetteurs analogiques :

- mesures des pressions,
- mesures des débits volumiques et massiques,
- mesures des niveaux,
- mesures des températures,
- mesures physico-chimiques.

Remarque : pour chaque type de mesure on s'intéressera plus particulièrement aux conditions d'implantation et de montage des capteurs en milieu industriel, notamment dans l'environnement des métiers de l'eau.

Les travaux pratiques seront réalisés à partir de logiciels et de matériels industriels en tenant compte de l'évolution de la technologie dans le domaine de la mesure et de la régulation.

5. Commande des procédés continus. Régulation.

5.1. Systèmes asservis et boucles de régulation

- Définition et schéma de principe.
- Fonction de transfert d'un système réglé stable.
- Fonction de transfert d'un système réglé intégrateur.

5.2. Mode d'action des régulateurs

- Régulateurs à action discontinue (Tout ou Rien, Tout ou Peu, à actions impulsives).

- Régulateurs à action continue: les actions P.I.D., unités des actions.
- Etude des autres fonctionnalités des régulateurs numériques usuels: sens d'action, AUTO/MANU, action dérivée sur la mesure, filtrage du signal de mesure, sortie modulée, sortie chaud/froid, liaison ordinateur.

5.3. Méthodes de réglage

- Analyse indiciaire du système réglé.
- Méthodes simples de détermination des actions P.I.D.

Remarque : l'accent sera mis sur les aspects opérationnels des systèmes bouclés (amélioration des performances, réglages) au cours de travaux pratiques et par l'utilisation de logiciels appropriés de simulation.

Applications : régulation de niveau, de débit, de pH, de température. On utilisera des appareils faisant appel aux différentes techniques : analogique pneumatique, analogique électronique, numérique.

5.4. Etude de diverses applications de boucles de régulation

- Boucle de régulation de proportion.
- Boucle de régulation "cascade".
- Boucle de régulation par tendance (dite "a priori").

5.5. Les actionneurs

- Etude technologique et fonctionnelle des vannes de régulation :
 - caractéristiques statiques ; sens d'action ;
 - coefficient de débit Cv ou Kv ;
 - corps de vanne et servo-moteur ;
 - asservissement en position ;
 - conditions d'installation.
- Vannes Tout ou Rien.

6. Commande logique des procédés

L'accent sera mis d'une part, sur les marches séquentielles des procédés continus (démarrage, arrêt), d'autre part sur la gestion des sécurités, enfin sur la commande des actionneurs Tout ou Rien.

6.1. Opérateurs logiques de base (ET, OU, NI, OU-NON, ET-NON)

6.2. Logique combinatoire et logique séquentielle

- Relation entre les entrées et les sorties d'un système.
- Mise en évidence du besoin d'un état interne et systèmes séquentiels. Fonction mémoire.
- Applications des tableaux de KARNAUGH.

6.3. Réalisations de fonctions mémoires

- Relais électromagnétiques autoalimentés et bistables.
- Réalisation de priorités : à la marche, à l'arrêt.
- Mémoires électroniques intégrées : RAM, ROM, EPROM.
- Registres et piles (FIFO).

6.4. Fonctions logiques de traitement de données : codage-décodage, multiplexeur.

6.5. Outils de description des systèmes logiques

- Logigramme.

- GRAFCET (Graphe Fonctionnel de Commande Etape-Transition) :
 - concepts de base,
 - règles d'évolution,
 - structure de base : aiguillages, parallélisme, boucle.

6.6. Modes de marche et d'arrêt (GEMMA)

- Concepts de base.
- Les états.
- Le guide graphique.
- Les marches de démarrage et de clôture; les arrêts de sécurité.
- Représentation par GRAFCET.

6.7. Programmation des A.P.I. (Automates Programmables Industriels)

- Principes généraux.
- Programmation par schéma à contacts.
- Programmation par grafcet.

D. TRAVAUX PRATIQUES

Cet enseignement doit tout d'abord reprendre les appareillages de contrôle et de régulation abordés dans le cours et les approfondir au point de vue technique : conception, mise en oeuvre industrielle, maintenance.

D'autre part cet enseignement doit permettre la mise en application des méthodes d'analyse, de conception et de réglages des systèmes bouclés.

1. Etude et essais d'appareillage

- détendeurs, manomètres, servo-moteurs,
- étude pratique de capteurs (de pression, de pression différentielle, de niveau, de température).
- étude pratique et étalonnage de transmetteurs analogiques,
- étude pratique de régulateurs électroniques, numériques.
- étude pratique d'une vanne de régulation.

2. Travaux pratiques de régulation

Etude de boucles de régulation simples sur maquettes réelles :

- boucle de régulation de niveau,
- boucle de régulation de pression,
- boucle de régulation de débit.

Remarque : pour chaque boucle, on réalise :

- l'étude du procédé,
- l'étude et la réalisation du câblage de l'appareillage de mesure et régulation,
- les réglages pour obtenir les performances optimales.

Note : une partie de ces travaux pratiques peut être réalisée à l'aide de logiciels, cependant, on privilégiera l'utilisation de matériels industriels.

3. Travaux pratiques d'automatisme

- exercices de programmation sur A.P.I. (Automate Programmable Industriel),

- analyse de cahier des charges et recherche de solution sur des problèmes industriels en rapport avec les métiers de l'eau,
- étude et réalisation de programmes à l'aide de progiciels industriels,
- réalisation de l'automatisation d'une installation en fonctionnement continu (dans ce domainen on privilégiera la simulation).