USGE7J - Bases scientifiques et techniques de l'Ingénieur

Mis à jour le 23-04-2026

Code : USGE7J

Unité spécifique de type cours

5 crédits

Responsabilité nationale : EPN03 - Electroniques, électrotechnique, automatique et mesure (EEAM) / Stéphane LEFEBVRE

Présentation

Objectifs pédagogiques

Instrumentation et mesures (30 heures)

- Fournir les principes de base permettant de comprendre les fonctions remplies par les capteurs les plus couramment utilisés dans les procédés d'analyse, de mesure ou de contrôle industriel.

- Savoir dimensionner une chaîne de mesure, de la cellule de mesure (capteur) jusqu'à l'acquisition du signal (DAQ).

- Savoir identifier les éléments clés d'une chaîne de mesure et calculer les incertitudes générées sur la chaîne.

Automatique et commande de processus industriels (44 heures)

Développer les connaissances des étudiants dans le domaine de l'automatique. Leur permettre de mettre en œuvre, sur des applications simple et de la simulation, des correcteurs et de procéder à leur réglage.

Maintenance (36 heures)

- Fournir des notions pertinentes en maintenance industrielle

- Donner une culture de la maintenance au travers d'expériences et de retours terrains ou à minima sur des cas concrets,

- Développer la capacité à mettre en place des plans de maintenance par l'acquisition de différentes méthodes et outils de bases,

- Donner une vision de la maintenance avancée en lien avec l'Industrie 4.0 ou l'Usine du Futur.

Programme

Contenu

Instrumentation et mesures (30 heures)

Généralités sur l'instrumentation et la mesure (~ 2 heures) :

- Introduction à la discipline, définitions usuelles

- Normes de qualité dans le domaine de la mesure

Capteurs et grandeurs physiques (~6 heures) :

- Les capteurs : principes fondamentaux

- Types de capteurs et applications

- Caractéristiques des capteurs : linéarité, sensibilité, plage de mesure, ...

- Grandeurs physiques et unités de mesure

- Conversion des grandeurs physiques en signaux électriques (principaux effets directs : thomson, peltier, piézo, ... et indirects : résistif, ...)

- Exemples de conversion : température, pression, déplacement ou autre

Notions de mesure (~ 6 heures) :

- Rappels sur les notions d'incertitude, de précision et résolution

- Calcul de l'incertitude de mesure

- Analyse des erreurs de mesure

- Répétabilité et Reproductibilité (R&R)

- Etalonnage des capteurs

- Méthodes d'évaluation de la précision

Technologies de mesure (~ 6 heures) :

- Mesures analogiques vs numériques

- Exemples de technologies de mesure : jauge de contrainte, thermocouple / Pt100, accéléromètre

Dimensionnement d'une chaîne de mesure (~8 heures) :

- Rappels d'électronique (Pont diviseur de tension, théorème de superposition, montage avec amplificateurs opérationnels) et principes de bases d'une chaîne de mesure

- Composants d'une chaîne de mesure : capteurs, conditionneurs de signal, convertisseurs A/N, amplificateurs, centrale d'acquisition, ...

- Caractéristiques des conditionneurs de signal

- Filtres et amplificateurs

- Compensations et linéarisation

- Dimensionnement d'une chaîne de mesure et sélection des composants.

Automatique et commande de processus industriels (44 heures)

1. Systèmes linéaires

a. Caractérisation temporelle et fréquentielle des systèmes, fonction de transfert

b. Application de la transformé de Laplace à l'étude des systèmes linéaires

c. Boucle ouverte, boucle fermée, perturbation

d. Performance : rapidité, précision, stabilité

e. Calcul et réglage de correcteurs type P, PI, PID en régulation et asservissement.

2. Systèmes continus non linéaire

a. Définitions

b. Exemples et caractéristiques

c. Principes des méthodes d'étude

3. Systèmes échantillonnées

a. Prinicpe de l'échantillonnage

b. Exemples simples

c. Théorème de Shannon

4. Représentation d'état des systèmes à temps continu

a. Principe

b. Résolution simple d'équation d'état

c. Exemples

Maintenance (36 heures)

Introduction à la maintenance industrielle (~2 heures) :

- Définition et objectifs de la maintenance industrielle

- Rôle de la maintenance dans la performance globale de l'entreprise

- Types de maintenance : préventive, corrective, conditionnelle, prédictive, ...

- Méthodologies et normes courantes en matière de maintenance

Gestion de la maintenance (~4 heures) :

- Planification et ordonnancement des activités de maintenance

- Gestion des ressources et des compétences en maintenance, niveaux de maintenance, ...

- Outils de gestion de la maintenance : GMAO ou CMMS, ...

- Indicateurs de performance en maintenance (TPM, TRS, ...)

- Exercices pratiques de planification et suivi des activités de maintenance

Techniques de maintenance (~10 heures) :

- Maintenance préventive : stratégies, planification et optimisation des intervalles de maintenance

- Maintenance corrective : dépannage, diagnostic des pannes et réparations

- Maintenance conditionnelle : surveillance des équipements, techniques de surveillance (vibrations, température, pression, ...)

- Maintenance prédictive : utilisation de l'analyse des données et de l'Intelligence Artificielle (IA) pour prédire les pannes

- Etudes de cas et exercices pratiques sur les différentes techniques de maintenance

Fiabilité et disponibilité des équipements (~4 heures) :

- Analyse de la fiabilité des équipements et des systèmes (PARETO, arbre de défaillances, ...)

- Calcul des indicateurs de fiabilité : taux de défaillance MTBF (Mean Time Between Failures), MTTR (Mean Time To Repair), ...

- Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC)

- Gestion de la disponibilité des équipements : taux de disponibilité, temps moyen de rétablissement, ...

- Exercices pratiques

Sécurité et aspects réglementaires en maintenance (~4 heures) :

- Normes de sécurité dans la maintenance industrielle

- Gestion des risques en maintenance

- Aspects réglementaires et législatifs liés à la maintenance

- Bonnes pratiques en matière de sécurité et de conformité

- Etudes de cas sur les accidents liés à la maintenance

Maintenance avancée et nouvelles technologies (~4 heures) :

- L'Internet des Objets (IoT) et son rôle dans la maintenance industrielle

- Utlisation des capteurs intelligents pour la surveillance en temps réel

- Réalité augmentée et réalité virtuelle dans la formation et l'assistance à la maintenance

- Exemples de cas d'utilisation des nouvelles technologies dans des environnements industriels réels.

Modalités de validation

- Contrôle continu

- Examen final