

Licence professionnelle

Gestion de la production industrielle,

Option Capteurs, Instrumentation et Métrologie

Programme des enseignements

Unité d'enseignement 0 : Cycle d'homogénéisation (54 heures)

- Compléments de formation qui constituent les pré requis du tronc commun.

Unité d'enseignement 1 : Capteurs et instrumentation (120 heures)

- Conditionnement et transmission de signaux de mesure (20 heures)
 - Caractéristiques générales d'un capteur : étendue de mesure, sensibilité, reproductibilité, grandeurs d'influence sur les mesures, type de capteurs (actifs, passifs, composites, ...), types de conditionnement, capteurs intégrés et/ou intelligents
 - Ponts de mesure : Wheatstone, Kelvin, Wien, Maxwell, Owen, Hay, Anderson, ...
 - Amplificateurs opérationnels, amplificateurs d'instrumentation et amplificateurs d'isolement. Circuits de linéarisation et de conditionnement non-linéaire. Amplificateurs de charge. Évaluation de la distorsion des systèmes de conditionnement.
 - Systèmes de transmission analogiques et numériques. Transmission en tension (avec référence à la masse ou en masse flottante) ou en courant (4-20 mA). techniques de modulation/démodulation. transmission numérique série (synchrone ou asynchrone) ou parallèle. Principes, caractéristiques et protocoles (RS232C, RS422, RS485, Centronics, IEEE 488, ...). Réseaux de terrain (CAN, IEEE 1394).
- Traitement du signal (14 heures)
 - Échantillonnage : influence dans le domaine fréquentiel, théorème de Shannon.
 - Quantification, numérisation d'un signal, codage.
 - Conversion analogique numérique et numérique-analogique : principes et caractéristiques.
 - Filtrage : principales familles de filtres, techniques de synthèse (Butterworth, ...) et réalisation pratique.
 - Analyse spectrale, utilisation d'un analyseur de Fourier.
- Systèmes d'acquisition de données et de contrôle-commande (12 heures)
 - Constituants classiques : filtres anti-repliement, multiplexeurs, ampli à gain programmable, échantillonneur-bloqueur, convertisseurs analogiques-numériques ; caractéristiques métrologiques de la chaîne.
 - Pilotage d'une chaîne de mesure par micro-contrôleur.
 - Exécutifs temps-réel.
 - Présentation des technologies actuelles : DSP, FPGA, langage VHDL.
- Informatique d'instrumentation (20 heures)
 - Acquisition et traitement de signaux de mesure sous LabView.
 - Commande et régulation de processus sous LabView.

- Un module au choix orienté vers l'une des branches professionnelles :

modules	Génie Électrique	Génie des procédés	Génie Mécanique et Matériaux
enseignements	<ul style="list-style-type: none"> • Mesures thermiques • Mesures électriques • Mesures optiques 	<ul style="list-style-type: none"> • Mesures thermiques • Mesures en génie des procédés • Mesures physico-chimique 	<ul style="list-style-type: none"> • Mesures thermiques • Mesures mécaniques • Contrôle des matériaux

- Mesures thermiques (18 heures)
 - Mesure des températures : unités de mesure des températures. bilames, capteurs résistifs, thermistances, thermocouples (Pt100), capteurs à semi-conducteurs.
 - Mesure de conductivité thermique
 - Transferts thermiques : conduction, convection, rayonnement; mesure des gradients de température
 - Calorimétrie, pyrométrie, thermographie infra-rouge
- Mesures électriques (18 heures)
 - Mesures de tension, de courant, de déphasage.
 - Mesures de conductivité et de résistivité, de capacitance, d'inductance.
 - Mesures de puissance et de facteur de puissance.
 - Mesures de champ magnétique (bobines, effet Hall, magnétorésistances, flux gate et squid)
- Mesures optiques (18 heures)
 - techniques optiques pour le contrôle industriel : mesure de grandeurs physiques (température, pression, ...) contrôle des états de surface, mesures dimensionnelles.
 - holographie
 - spectroscopie
- Mesures en génie des procédés (18 heures)
 - unités de mesure des pressions ; systèmes de mesure en basse et haute pression
 - mesures de débit
 - anémométrie (tube de Pitot, anémométrie Laser)
 - mesures de viscosité
- Mesures physico-chimiques (18 heures)
 - analyse de l'eau : mesures de pH, de conductivité, d'oxygène dissous, ionométrie; absorption atomique; colorimétrie
 - analyse de l'air : hygrométrie; détecteurs de gaz : capteurs à électrolyte solide, catharomètres, capteurs par absorption de rayonnement UV ou IR.
- Mesures mécaniques (18 heures)
 - vibrations : définition, mesures, analyse spectrale vibratoire, technologie des capteurs
 - acoustique : définitions, niveau pondéré dB(A), niveau équivalent, champ proche et champ lointain, acoustique des locaux
 - mesures dimensionnelles : principe, machine à mesurer tridimensionnelle, normes

- Contrôle des matériaux (18 heures)
 - Généralités sur les matériaux, microscopie optique et électronique, contrôles non destructifs, analyse thermique différentielle, diffraction

Unité d'enseignement 2 : Métrologie, qualité (100 heures)

- Statistiques appliquées à la métrologie et à la qualité (20 heures)
 - Densités de probabilité : lois normale, uniforme, triangulaire, de Student, exponentielle, de Weibull. Fiabilité.
 - Régression linéaire : méthodes des moindres carrés, hypothèses statistiques, calcul d'une droite de régression, écarts-types et corrélation des coefficients d'une droite de régression; Application au calcul d'une droite d'étalonnage.
 - Tests de normalité (χ^2 , Shapiro-Wilk) et tests d'hypothèses (unilatéraux, bilatéraux), risque de 1^{er} et 2^{ème} espèce.
 - Comparaison de moyennes et de variances; analyse de variance.
- Qualité (25 heures)
 - Définition, histoire et évolution des concepts de qualité et de qualité totale ; enjeux économiques et commerciaux
 - Management de la qualité : normes ISO 9000, organes certificateurs, mise en place d'un système de qualité, les acteurs de la qualité, leur rôle.
 - Outils de la qualité : MAQ, traitement des non-conformités, mesure de la qualité; MSP, capacité; contrôle qualité; plans d'expériences (plans factoriels, plans Taguchi); analyse des défaillances, diagrammes de Pareto, AMDEC (produit et procédé).
- Métrologie (30 heures)
 - Vocabulaire international de la métrologie, procédure opératoire d'un mesurage.
 - Evaluation de l'incertitude : évaluation des sources d'incertitude, diagramme des causes et des effets ou d'Ishikawa; équation de la mesure; méthodes d'évaluation de l'incertitude : méthodes de type A et B; composition des incertitudes : mesures indépendantes ou corrélées; expression normalisée d'un résultat de mesure.
 - Étalonnage et vérification : techniques d'étalonnage (méthode directe, par comparaison, par transfert); incertitude induite par l'utilisation d'une droite d'étalonnage; incertitude de raccordement d'un étalon; vérification : capacité d'un étalon.
 - Raccordement des instruments de mesure et de contrôle : références métrologiques; organisation du système national d'étalonnage; traçabilité des mesures.
 - Métrologie et assurance qualité : documents (procédures, constats, fiches de vie); exploitation et rédaction d'un certificat d'étalonnage ou de vérification; vérification et gestion des non-conformités.
 - Gestion d'un parc d'instruments : planification des étalonnages, gestion des documents; budget d'un service métrologique : faut-il assurer le suivi interne des matériels ou faire appel à un prestataire de services ?
- Compatibilité électromagnétique (25 heures)
 - Généralités sur la CEM : directive européenne et normes CEM; unités spécifiques aux normes; aspects de la mesure des émissions en CEM.
 - Émissions des systèmes et des dispositifs : phénomènes essentiels spécifiques; essai de classification par les fréquences; précisions relatives à quelques normes usuelles; exemple d'une chaîne de mesure.

- Perturbations BF en mode conduit : structures alimentées en monophasé et triphasé; stratégies de réduction des perturbations BF; mesures normalisées des perturbations BF.
- Perturbations RF en mode conduit : perturbations conduites RF en électronique numérique; perturbations conduites RF d'un dispositif à moteur; réduction des perturbations conduites RF.
- Perturbations RF en mode rayonné : origine des champs et formulation; étude de cas; techniques de réduction des rayonnements; mesures normalisées des perturbations rayonnées.
- Immunité des circuits électroniques : facteurs de vulnérabilité réducteurs d'immunité; normes essentielles; techniques de durcissement.
- Site minimal d'essais en CEM : tests généralement effectués; matériel de mesure et de génération; évaluation sommaire d'un site minimum.

Unité d'enseignement 3 : Formation générale (126 heures)

- Techniques d'expression (36 heures)
- Langue vivante (36 heures)
- Gestion et législation des entreprises (24 heures)
- Gestion de projet (12 heures)
 - Notion, phases et management d'un projet
 - Analyser les besoins : tester l'idée nouvelle, déployer la qualité (méthode QFD), analyser les fonctions, modéliser (méthode IDEF0).
 - Étudier la faisabilité : concevoir le scénario du projet, prévoir les défaillances.
 - Programmer l'action : manager, découper et planifier un projet, analyser les coûts, planifier l'emploi des ressources.
 - Concevoir le système technique : identifier et concevoir les modules techniques, outils de CAO, concevoir en programmation.
 - Piloter un projet : maîtriser les délais de réalisation, les coûts, engager des actions correctives.
 - Progiciels de gestion de projet
- Informatique scientifique (18 heures)
 - Bureautique,
 - Recherche d'informations sur Internet,
 - Logiciels scientifiques

Unité d'enseignement 4 : Projet tutoré

Unité d'enseignement 5 : Stage