USGI0D - Métrologie, instrumentation et traitement de la donnée

Mis à jour le 09-02-2024

Code : USGI0D

Unité spécifique de type mixte

4 crédits

Responsabilité nationale : EPN04 - Ingénierie mécanique et matériaux / Christophe HOAREAU

Présentation

Objectifs pédagogiques

Electronique & Electronique de puissance (38 heures)

- Connaître les montages électroniques permettant le contrôle-commande des convertisseurs de l'électronique de puissance

- Connaître les différents convertisseurs de l'électronique de puissance reliés aux actionneurs électriques industriels

- Pouvoir échanger sur ces produits avec les services spécialisés

Instrumentation & 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.

Traitement du signal (20 heures)

- Maîtriser les méthodes et outils utilisés dans le traitement d'un signal (filtrage, échantillonnage, reconstruction, …).

Projet Instrum'ITII (24 heures)

- Savoir dimensionner une chaîne de mesure et la mettre en application dans un projet concret.

- Pratiquer l'instrumentation et maîtriser l'ensemble de ses paramètres, jusqu'au post-traitement du signal.

- Développer son organisation et sa capacité à travailler en équipe dans des projets techniques.

Programme

Contenu

Electronique & Electronique de puissance (38 heures)

Electronique analogique :

- Rappels sur les composants électroniques de base : résistances, inductances, condensateurs

- Circuits linéaires : amplificateurs, filtres, oscillateurs

- Etude des amplificateurs opérationnels

- Si possible : réalisation de circuits analogiques

Electronique numérique :

- Les convertisseurs Analogique / Numérique et Numérique / Analogique (CAN / CNA)

- Systèmes de numération

- Les portes logiques et les circuits combinatoires

- Si possible : introduction aux microcontrôleurs et aux FPGA

Simulation sur logiciel :

- Simulation de circuits analogiques et numériques

- Routage de circuits imprimés (PCB)

Electronique de puissance :

- Les composants et dispositifs de commutation : diodes, transistors MOSFET, bipolaires, ...

- Convertisseurs AC/DC : diodes, à thyristors, mixtes

- Convertisseurs AC/AC : commande en angle de phase et en trains d'ondes

- Convertisseurs DC/AC : sortie carrée, quasi-carrée et MLI

- Convertisseurs DC/DC : transistor, abaisseur de tension, élévateur de tension

Systèmes Convertisseurs-Machines :

- Redresseurs à thyristors et MCC (Moteur à Courant Continu)

- Onduleur triphasé et MAS (Moteur Asynchrone) triphasé : commandes scalaire et vectorielle

- Etude d'un variateur industriel pour MCC avec régulation de vitesse, de courant

- Etude d'un variateur industriel pour MAS

- Autres applications industrielles : chauffage, éclairage, énergies renouvelables (2 heures)

Instrumentation & Mesures (30 heures)

Généralités sur l'instrumentation et la mesure :

- Introduction à la discipline, définitions usuelles

- Normes de qualité dans le domaine de la mesure

Capteurs et grandeurs physiques :

- 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 :

- 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 :

- Mesures analogiques vs numériques

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

Dimensionnement d'une chaîne de mesure :

- 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.

Traitement du signal (20 heures)

Introduction au traitement du signal :

- Concepts de base du traitement du signal

- Types de signaux (continus, discrets, analogiques, numériques, …)

- Propriétés des signaux (périodicité, amplitude, fréquence, …)

- Réponse temporelle et fréquentielle des systèmes

Transformée de Fourier :

- introduction et définitions (transformée de Fourier et transformée de Fourier discrète)

- Analyse spectrale des signaux

- Utilisation de la transformée de Fourier pour le filtrage et la dé/convolution

Filtrage de signal :

- Types de filtres (passe-bas, passe-haut, passe-bande, ...)

- Conception et analyse de filtres numériques

- Application des filtres pour la suppression du bruit et l'amélioration du signal

Echantillonage et reconstruction :

- Théorème d'échantillonage de Nyquist-Shannon

- Reconstruction du signal à partir d'échantillons

- Techniques d'interpolation pour la reconstruction du signal

Analyse en Temps-Fréquence :

- Introduction à l'analyse en temps-fréquence

- Transformée Fourier à court terme (STFT)

- Spectrogramme et autres représentations temps-fréquence

Travaux pratiques - Traitement du signal :

- Utilisation de logiciels de traitement du signal (MATLAB, Python + bibliothèques comme NumPy, SciPy, ... à spécifier)

- Implémentation de filtres numériques

- Analyse et visualisation de signaux en temps réel

Projet Instrum'ITII (24 heures)

Spécifications :

- Projet tuteuré à mener par des groupes d'élèves-ingénieurs.

- Sujet imposé par le corps enseignant et décidé en avance.

Le projet Instrum'ITII doit avoir été testé et dimensionné pour pouvoir être traité de manière exhaustive sur une durée de 24 heures en projet tuteuré et 12 heures en travail personnel (sur des travaux analytiques), soit une base de 36 heures pour ce module.

Déroulé du Projet "Instrum'ITII" :

- Dévoilement du sujet, explications du sujet, des attentes pédagogiques et des livrables, constitution des équipes (~2 heures)

- Traitement du sujet par les groupes d'élèves-ingénieurs (~20 heures)

- Debriefing des séances en autonomie avec les différents groupes (~2 heures) - à titre indicatif, debrifing à la discrétion de l'intervenant.e

Exemples de sujets (liste non-exhaustive) :

- Instrumentation d'une voiture électrique (modèle réduit) pour pilotage autonome ou sortie d'un labyrinthe non-connu à l'avance,

- ...

Modalités de validation

- Contrôle continu
- Projet(s)
- Examen final

Description des modalités de validation

Electronique & Electronique de puissance (38 heures)

Contrôle continu (1 note min. obligatoire) :

- Une note de contrôle continu est demandée dans le cadre de ce module. Cette note peut être la moyenne de plusieurs autres notes et les modalités d'évaluation sont à la discrétion de l'intervenant.e.

Examen final :

- En dehors du cours : l'examen doit porter sur les notions vues en cours et doit être dimensionné pour une durée de 2 heures.

Instrumentation & Mesures (30 heures)

Contrôle continu (1 note min. obligatoire) :

- Une note de contrôle continu est demandée dans le cadre de ce module. Cette note peut être la moyenne de plusieurs autres notes et les modalités d'évaluation sont à la discrétion de l'intervenant.e.

Examen final :

- En dehors du cours : l'examen doit porter sur les notions vues en cours et doit être dimensionné pour une durée de 2 heures.

Traitement du signal (20 heures)

Contrôle continu (1 note min. - optionnel) :

- Une note de contrôle continu peut être donnée dans le cadre de ce module. Cette note peut être la moyenne de plusieurs autres notes et les modalités d'évaluation sont à la discrétion de l'intervenant.e.

- QCM, TPs, ...

Examen final :

- Pendant le cours : l'examen doit porter sur les notions vues en cours et doit être dimensionné pour une durée de 1 heure.

Projet Instrum'ITII (24 heures)

Examen final :

- Pendant le cours : l'examen final doit permettre d'apprécier la montée en compétences des élèves-ingénieurs. Le format de l'évaluation est donc à la discrétion de l'intervenant.e (démonstration, oral, rapport, …).