USSE04 - Sciences pour ingénieur et systèmes électroniques S2

Mis à jour le 25-02-2026

Code : USSE04

Unité spécifique de type mixte

12 crédits

Responsabilité nationale : EPN03 - Electroniques, électrotechnique, automatique et mesure (EEAM) / Anne-Laure BILLABERT

Présentation

Prérequis

avoir suivi et validé les semestres 1 et 2 de la formation seti ou un M1 dans le domaine des systèmes électroniques

Objectifs pédagogiques

- Acquérir des connaissances de base pour la conception de systèmes asservis ou régulés continus.
- Développer les outils permettant une approche rigoureuse de la commande dynamique des systèmes en proposant des méthodes de synthèse robustes pour la commande de procédés industriels.

L'objectif de l'unité d'enseignement est de permettre aux apprentis de comprendre les principes généraux des capteurs et des conditionneurs associés afin de choisir un système de mesure adapté au cahier des charges, de le mettre en oeuvre, d'analyser les résultats obtenus et de

Ce cours présente la théorie des distributions qui est indispensable pour gérer rigoureusement le passage du continu au discret en traitement du signal ainsi qu'en probabilité.
Les distributions sont une généralisation de la notion de fonctions, permettant de donner un sens précis et opérationnel à la "mesure de Dirac", à la dérivation des fonctions discontinues et à l'échantillonnage.

Les objectifs de cette unité d'enseignement sont les suivants :

- Introduire les outils et les méthodes d'analyse et de traitement analogique du signal déterministe.

- Familiariser les apprentis avec la dualité temps-fréquences des signaux analogiques déterministes et

les outils permettant de les caractériser dans les deux domaines.

- Appliquer et voir l'application des outils introduits sur des systèmes réels.

Donner aux apprentis les bases du traitement numérique du signal, utilisables dès la première année en entreprise pour des projets relativement simples (étude de filtres numériques) et nécessaires pour aborder les notions avancées enseignées en seconde année.

Compétences

- Comprendre le fonctionnement d'un système asservis continu.
- Être capable de rédiger le cahier des charges d'un asservissement. - Savoir optimiser une boucle de régulation.

Analyser l'attente du client, la reformuler dans le langage de la mesure, identifier les contraintes et les traduire dans un cahier des charges.
Comprendre les spécifications des fournisseurs, optimiser les choix pour répondre aux besoins. Mettre en œuvre le système de mesure,

Exprimer le résultat (valeur, incertitude associée).
Confronter le résultat au cahier des charges et prendre une décision.

Maîtriser les outils théoriques et numériques permettant de traiter, compresser et transmettre des signaux (audio, images, films, etc)

- Caractériser les signaux analogiques dans les domaines temporel et fréquentiel (puissance, énergie, série de Fourier, transformée de Fourier, spectre, corrélation..).

- Traiter les signaux analogiques (filtrage, modulation..).

- concevoir de manière optimale un système d'acquisition et de traitement numérique : choix des convertisseurs, fréquences d'échantillonnage, filtres d'antirepliement et lissage, puissance de calcul du DSP (digital signal processor), ...

- définir un gabarit de filtre et son type (RII, RIF, à phase linéaire ou non, ...)

- implémenter l'algorithme de traitement dans un DSP

Savoir décider, pour une application donnée, si une architecture micro-programmée doit être envisagée. Faire le choix du microcontrôleur et savoir paramétrer les fonctions avancées en fonction du cahier des charges.

Programme

Contenu

ECUE USSE04-1 Automatique générale, systèmes asservis Coefficient 2

1. Commande des systèmes continus :
Signaux, systèmes en boucle ouverte et en boucle fermée. Schémas fonctionnels et limites des représentations. Critères : stabilité, précision, rapidité, amortissement, etc….

2. Modèles de représentation :
Études de modèles de systèmes électroniques, mécaniques, hydrauliques, thermiques, électromécaniques et utilisant des fluides compressibles.

3. Étude dans le domaine temporel :
Signaux discrets et convolution discrète. Signaux causaux continus et intégrale de convolution. Rappels sur la transformée de Laplace appliquée à l'automatique. Exemples et détermination des réponses temporelles par les résidus. Réduction des blocs diagrammes.

4. Analyse des réponses temporelles :
Études des systèmes du premier et du second ordre. Réponse impulsionnelle et indicielle. Détermination des valeurs finales. Systèmes d'ordre supérieur et pôles dominants. Stabilité : critère de Routh. Tracé du lieu d'Evans (lieu des pôles). Modélisation par la réponse indicielle (Strejc, Broïda, etc..).

5. Réponses en fréquence :
Représentation de Bode, de Nyquist et dans le plan gain/phase. Critère de stabilité de Nyquist et règle du revers. Stabilité absolue et relative. Corrélation entre les réponses temporelle et fréquentielle. Marge de phase et de gain, bande passante, passage en boucle fermée.

6. Compensation des systèmes asservis :
Correction par avance de phase et retard de phase : mise en œuvre. Corrections proportionnelle, intégrale et dérivée. Méthodes de réglage de Ziegler et Nichols. Correction par retour d'état.

ECUE USSE04-2 Techniques de mesures Coefficient 2
Capteurs : Principes généraux des capteurs du premier et du second ordre, Propriétés statiques (étendue de mesure, calibre, linéarité, hystérésis, saturation,...) et dynamiques (temps de réponse, bande passante, diagramme de Bode), Principe des conditionneurs associés : pont de Wheatstone, montage push-pull, élimination des grandeurs d'influence, généralisation aux capteurs à impédances complexes, amplificateurs opérationnels, circuits de base, amplificateur

d'instrumentation, amplificateur de charge, convertisseur numérique analogique et analogique numérique.
Travaux Pratiques : 2 séances de TP de 4h

ECUE USSE04-3 Mathématiques du signal Coefficient 2
Définition des distributions,
Dérivation, convolution des distributions, exemples : Dirac et peigne de Dirac.
Lien avec l'échantillonnage d'une fonction. Périodisation
Transformée de Fourier des distributions
Cas des signaux périodiques
Echantillonnage
Transformée de Fourier rapide (FFT) sous Matlab

ECUE USSE04-4 Traitement analogique du signal Coefficient 2
Introduction et classification signaux analogiques
Système linéaire invariant temporellement et convolution
Décomposition en série de Fourier
Transformée de Fourier
Modulations analogiques
Analyse spectrale analogique
Autocorrélation et inter corrélation des signaux analogiques
Deux séances de TP

ECUE USSE04-5 Traitement numérique du signal Coefficient 2
Numérisation des signaux analogiques, architectures des systèmes de traitement numérique
Analyse temporelle et fréquentielle des signaux numériques
Réponse temporelle et fréquentielle des systèmes numériques linéaires et invariants dans le temps (SLIT)
Analyse et synthèse des filtres à réponse impulsionnelle finie (RIF)
Analyse et synthèse des filtres à réponse impulsionnelle infinie (RII)

ECUE USSE04-6 Programmation micro contrôleur coefficient 2
Critères de choix d'un microcontrôleur en environnement industriel
Un microcontrôleur complet disposant d'un maximum d'interfaces intégrés : le PIC 16F887 de chez MICROCHIP.
Mise en œuvre des fonctionnalités courantes : I/O, interruptions, timers, CAN, EEPROM….
Les modules de capture, de comparaison et PWM ; Communications série, parallèle. ; Les Bus I2C et RS232.

Modalités de validation

- Contrôle continu
- Projet(s)
- Examen final