

EIAEPSAM - Etude de Systèmes 2 (Bureaux d'Etude)

Responsable : Bruno JAMMES (05 61 33 69 91, bruno.jammes@laas.fr)

Objectifs

Ce module a pour vocation principale d'assurer la transition entre le savoir académique et le monde professionnel au plan technique.

Pour appréhender les objets industriels, la formule retenue est celle de Bureaux d'Etude (BE) : à travers différents thèmes industriels, chaque groupe d'étudiants doit, à partir d'un cahier des charges et en semi autonomie, développer une approche originale et critique. Pour chaque thème, un rapport de synthèse et un exposé oral sont demandés.

Contenu

Bureaux d'Etude (48 h TP)

- **Machine Synchrone Autopilotée (MASAP)** (16 h, EPSA et GD2E):
L'objectif de cet enseignement concerne la modélisation et l'étude, à l'aide du logiciel Matlab-Simulink, d'une machine synchrone à aimants permanents (MASAP) et de sa commande. Plusieurs axes de travail sont proposés :
 - **Ecriture du modèle triphasé de la MASAP** : Modèles fournis : onduleur + boucle d'autopilotage.
 - **Mise en œuvre d'une commande vectorielle** : Modélisation des composants nécessaires à la commande vectorielle (transformation $3 \rightarrow 2$ et $2 \rightarrow 3$). Calcul et mise en œuvre de correcteurs PI. Mise en place d'une boucle de vitesse. Modèles fournis : MASAP + onduleur.
 - **Régulation des courants dans l'onduleur par hystérésis / par MLI** : Analyse des caractéristiques couple/vitesse pour différentes valeurs de l'angle d'autopilotage ψ pour chacune des commandes. Détermination de la valeur de ψ qui conduit au couple maximum, de la zone à couple constant, Modèles fournis : MASAP + onduleur + boucle d'autopilotage.
 - **Modélisation de la MASAP en D-Q et de la boucle d'autopilotage** : Principe de l'autopilotage et de la régulation des courants par hystérésis. Ecriture et validation des modèles de tous les composants du système.
 - **Etude du fonctionnement en génératrice de la MASAP** : La machine est connectée au bus continu à travers un redresseur de courant piloté en tension et commandé en pleine onde. Détermination de la grandeur qui permet de régler la tension du bus continu. Développement d'un modèle comportemental du redresseur de courant et de la charge afin de compléter le schéma Simulink fourni. Mise en place d'une régulation de la tension du bus continu.
- **Synthèse de Systèmes de Commande** (16 h, EPSA):
Ces bureaux d'étude concernent la synthèse de systèmes de commande par ordinateur sur un procédé complexe, au moyen de techniques d'automatique linéaire dans l'espace d'état. Ils s'appuient sur les Cours, TDs et TP de l'Unité EIAEPSEM Automatique avancée, et les étendent au temps discret. On envisage successivement la synthèse de commandes par retour d'état, d'observateurs et de commandes par retour de sortie.

Le logiciel de CACSD MATLAB-SIMULINK est également utilisé de manière intensive, de même que la boîte à outils Real-Time Windows Target pour le prototypage rapide de contrôleur (génération automatique de code et exécution temps depuis SIMULINK).

Le système commandé peut être un procédé « bille sur rail », un système hydraulique à trois bacs, un pendule inversé, etc.

• **Modélisation par réseaux de Petri et mise en oeuvre par calculateur** (16 h, EPSA) :

Ces enseignements, sous forme de Bureaux d' Etude, concernent :

- la modélisation par réseaux de Petri de systèmes de commande à événements discrets et la mise en oeuvre sur calculateur en langage C de ces systèmes de commande.
- la mise en oeuvre à travers un exécutif temps-réel d'un système de commande multi-tâches.

Pour cela, les étudiants travaillent sur des maquettes "modèles réduits de systèmes discrets" tels que :

- cellule de tri à base de robots (robots, convoyeurs, tables d'indexage),
- système de traitement automatique (ensemble de bacs de trempage permettant de simuler des processus de fabrication tels que circuits imprimés),
- système de transport (maquette de trains) ;

et réalisent logiciellement par exécutif temps réel (l'exécutif est RTAI, basé sur Linux) :

- la commande d'un moteur à courant continu par modulation de largeur d'impulsion,
- la génération de signaux de forme, amplitude et fréquence variable.

• **Récupération de l'énergie d'un actionneur piézoélectrique** (16 h, GD2E) :

Cet enseignement, sous la forme d'un bureau d'étude touche les domaines de la mesure, de la modélisation, de la simulation et de la commande. Un élément piézoélectrique est fixé sur une poutre vibrante mise en mouvement par un pot vibrant. L'objectif est de récupérer le maximum d'énergie des vibrations pour alimenter un datalogger.

La première partie concerne la modélisation théorique de l'élément piézoélectrique.

La deuxième partie s'intéresse à la caractérisation pratique du dispositif soumis à diverses excitations en vue d'élaborer un modèle cohérent. La récupération d'énergie est mise en place expérimentalement puis une étude en simulation sous PSIM aborde les différentes techniques pour optimiser la récupération de l'énergie électrique (pont diode, techniques SSHI, ...). Les résultats de simulation sont comparés aux résultats expérimentaux.

Bibliographie

- Applications des éléments piézoélectriques en électronique de puissance ; D. Vasic, F. Costa ; Techniques de l'Ingénieur (d3235) ; 2011.
- Electromécanique : Convertisseurs d'énergie et actionneurs ; D. Grenier et al ; Dunod ; 2001.
- Machines synchrones Fonctionnement en régime autopiloté ; B. Multon et al ; Techniques de l'ingénieur (d3524) ; 2014.
- Modélisation, Analyse et Commande des Systèmes Linéaires, B. Pradin, G. Garcia, Presses Universitaires du Mirail.
- Discrete-time control systems. K. Ogata, Prentice Hall.