

**Objectifs de l'UE**

Au terme de cette UE, les élèves seront capables de :

**ECUE « Robotique de service, collaborative, cobot, exosquelette »**

- A partir d'un CdC, choisir et déployer des équipements spécifiques à une application de robotique collaborative ou de service
- Gérer les aspects sécuritaires d'une installation robotisée collaborative
- Définir et Gérer les interactions Homme-robot en intégrant des problématiques liées à la Responsabilité Sociétale
- Exploiter la vision pour le guidage de robot
- Choisir et intégrer un cobot / exosquelette pour une application industrielle ou de service

**ECUE « Motion Control & HIL »**

- Appréhender les différents aspects de la fonction de génération et commande du mouvement sur une machine (au sens de la directive machines 2006/42/CE de la Commission Européenne), fonction appelée motion control dans le contexte industriel. Le périmètre technologique englobe les systèmes d'entraînement électromécanique et les systèmes numériques de contrôle-commande.
- Maîtriser les fondamentaux : cinématique des architectures de robots et de machines, mouvements point à point et interpolés, comportement dynamique d'un axe électromécanique, réglage des boucles de rétroaction et des blocs d'anticipation.
- Maîtriser les différentes étapes d'un projet de développement de la fonction motion control sur un robot manipulateur, une machine à commande numérique ou un équipement automatisé (avec axes numériques de positionnement) : choix et mise en œuvre des composants matériels et logiciels nécessaires, intégration et paramétrage dans un environnement de développement industriel courant (type PLCopen avec les blocs de fonctions standards du motion control).
- Mettre en œuvre les outils et les méthodes pour l'analyse du comportement dynamique, le réglage et le monitoring d'une machine.
- Intégrer les exigences de sécurité en s'appuyant sur les solutions matériels et logiciels de la fonction safety (e.g. Safe Torque Off).
- Développer un projet de motion control pour une application donnée dans le contexte de l'automatisation étendue (sur PC industriel temps réel, en lien avec les fonctions PLC, communication cyclique & Inputs/outputs, safety, vision, etc.).
- Comprendre et utiliser la simulation HIL dans les phases de tests et validation d'une commande
- Analyser un système et Choisir un paradigme de mise en œuvre d'un système dynamique selon ses caractéristiques.
- Modéliser et simuler l'écosystème « architecture de pilotage – partie physique » à l'aide d'outils de simulation
- Mettre en œuvre un logiciel de modélisation et de simulation de process industriel et d'une partie physique à piloter. Utiliser des environnements spécialisés industriels permettant le HIL temps réel

### **ECUE « Projet intégratif Robotique »**

Ce projet intégratif met en jeu les savoirs et savoir-faire acquis au travers d'une situation permettant l'évaluation des compétences.

L'objectif est de mobiliser les savoirs et savoir-faire des élèves pour :

- Analyser un cahier des charges en vue d'automatiser un système composé de différents robots manipulateurs et mobiles
- Modéliser une tâche à réaliser avec le collectif de robots (robots manipulateurs et robots mobiles)
- Elaborer des stratégies de coopération entre entités.
- Mettre en œuvre ces stratégies
- Traiter les problèmes de communication entre les différentes entités du collectif
- Evaluer les résultats obtenus sur la base de use cases
- Travailler par petits groupes, se répartir le travail, planifier les tâches, intégrer les contributions
- Synthétiser, présenter, défendre le travail accompli

Situation académique d'évaluation :

Mise en œuvre par groupe d'apprenants sur la plateforme SmartLab (Usine du futur) placés en situation de concurrence

### **Description des ECUE**

#### **ECUE « Robotique de service, collaborative / cobot, exosquelette »**

- Panorama de la robotique service
- Typologie de la collaboration Homme-Robot
- Les méthodes et approches permettant de traiter les problématiques de sécurité en robotique collaborative
- Principe de la coopération robot-vision
- Notion de cobot et d'exosquelette, et technologies associées

TP : Lors de TP, les élèves se familiariseront à l'utilisation de robots collaboratifs (Stäubli TX2, Sawyer et ABB dual-arm Yumi) et seront amenés à traiter les problématiques de sécurité.

#### **ECUE « Motion Control & HIL»**

- Introduction et enjeux de la fonction motion control dans le contexte industriel et technologique : besoins liés aux tâches de mise en mouvement d'un outil ou d'un produit par une machine et fonctionnalités attendues ; exigences de performances et de sécurité d'une machine (au sens de la directive machines 2006/42/CE) ; solutions industrielles logicielles et matérielles pour le développement de la fonction motion control dans un environnement dédié au contrôle-commande temps réel à partir de bibliothèques composants (I/O et périphériques matériels, axe numérique, CNC, robotique, PLC, safety, vision).

- Aspects fondamentaux nécessaires pour le développement d'un projet :
  - Cinématique et dynamique des machines : axes de déplacement linéaire/angular ; système d'axes de machine et cinématique des robots ; trajectoires et gestion de vitesse curviligne, mouvements point à point et interpolés.
  - Commande du mouvement : comportement dynamique d'un axe électromécanique, lois de mouvement et génération de consigne d'axe, commande du mouvement d'un axe (poursuite et régulation) et structures de commande, méthodologie de réglage des correcteurs des boucles en cascade et des blocs d'anticipation d'une commande en position.
- Composants et architectures matérielles et logicielles : types de moteurs électriques, d'entrainements mécaniques et de capteurs, variateurs numériques (servo-drives), PC industriel temps réel (IPC), systèmes distribués d'entrée/sortie (I/O devices) et bus de terrain.
- Standards couramment utilisés en motion control : protocoles de communication temps réel (CANopen, Sercos, Ethercat, Powerlink), modes synchrones cycliques en couple, vitesse et position (CST, CSV, CSP modes) et les paramétrages associés.
- Concept de modélisation, pourquoi modéliser et simuler des systèmes ?
- Notions de virtual commissioning, real commissioning, virtual plant model, virtual device model.
- Démarche de modélisation et de simulation de process.
- Synthèse des approches de modélisation.
- Validation des systèmes de commande.

TP : Environnement de développement intégré et ouvert : découverte et exploitation sur Automation Studio (logiciel de développement de B&R Automation, groupe ABB) des outils d'intégration, configuration, paramétrage et réglage (commissioning) de composants matériels, programmation à partir des bibliothèques logicielles (Axis, CNC, Robotic, PLC, I/O devices, safety,...) et de langages standards (IEC 61131-3). Simulation d'un robot Codian et validation de sa commande avec pilotage par contrôleur B&R.

#### **ECUE « Projet intégratif Robotique »**

Cette UCUE consiste sous forme de projet à analyser un problème sur le démonstrateur « SmartLab / Usine du futur », à trouver une solution et à la mettre en œuvre. Ce projet comprend une dimension technologique et une dimension managériale. Ce projet intégratif se déroule en groupe de plusieurs binômes contribuant chacun à solutionner le problème. Le groupe est piloté par un « chef de projet ». Le démonstrateur est composé de robots collaboratifs, de robots mobiles, de réseaux de communications et de système de traitement capables de supporter « l'intelligence » des sous-systèmes. Les aspects « architecture de contrôle », robotique et sécurité sont plus particulièrement concernés.

**Pré-requis**

**Bibliographie**