

## Robotique industrielle

<b>Université :</b> Gafsa	<b>Etablissement :</b> Ecole Nationale d'Ingénieurs de Gafsa
---------------------------	--

<b>Domaine de formation :</b> Industrie 4.0	<b>Mention :</b> Génie Electromécanique
<b>Diplôme et Parcours</b>	
<b>Ingéniorat</b>	<b>Parcours :</b> Génie Electromécanique
<b>Responsable pédagogique :</b> Amira Hamdi, Maitre assistante à l'Ecole Nationale d'Ingénieurs de Gafsa.	
<b>Equipe d'enseignants :</b> Amira Hamdi, Maitre assistante à l'Ecole Nationale d'Ingénieurs de Gafsa. Radhia Garraoui, Maitre assistante à l'Ecole Nationale d'Ingénieurs de Gafsa. Hatem Tlijan, Maitre-assistant à l'Ecole Nationale d'Ingénieurs de Gafsa.	
<b>Semestre 5</b>	
<b>Volume des heures de formation présentielle (14 semaines) :</b> 45h	

### 1- Objectifs

Le module Robotique Industrielle a pour vocation de permettre aux étudiants d'acquérir une formation de base en robotique et se perfectionner dans l'art de la programmation, la conception et la cinématique des robots industriels.

Au terme de cet enseignement, l'étudiant sera capable de :

- Découvrir les opportunités, les enjeux et les limites de la robotique industrielle.
- Connaître les types de robots industriels et les domaines d'application.
- Identifier les principaux composants d'un robot.
- Piloter un robot à l'aide de commandes manuelles pour la réalisation de tâches industrielles.
- Utiliser les fonctions de base du logiciel de commande d'un robot.
- Identifier, analyser et savoir résoudre les problèmes liés à la robotisation en milieu industriel.
- Programmer des tâches robotisées et les adapter aux besoins de l'industriel.
- Utiliser des outils de conception et de simulation 3D pour la robotique.
- Apprendre à visualiser en 3D.
- Concevoir des systèmes robotisés dans le domaine de l'industriel.
- Connaître les principes fondamentaux de l'interaction homme-robots.
- Maîtriser le contrôle et la commande des robots industriels.
- Connaître les différents capteurs utilisés en robotique.
- Se familiariser avec les capteurs intelligents et l'architecture multi-capteurs.
- Présenter oralement et par écrit les résultats de son projet.

### 2- Pré-requis

- Maîtriser la programmation en C/C++, Matlab et Python.
- Connaissances de base en programmation visuelle avec Blockly.
- Connaissances de base en intelligence artificielle et intelligence collective
- Connaissances de base en outils mathématiques de l'ingénieur.
- Maîtriser la mécanique des solides.
- Maîtriser les technologies associées aux capteurs.

### 3- Contenu

## Chapitre I Vue d'ensemble et Préliminaires

### Introduction

#### Section I : Introduction à la robotique

- Définitions
- Historique
- Domaines d'application
- Différents types de robotique
- Générations de robots
- Structure générale d'un système robotique

#### Section II : Introduction à la robotique industrielle

- L'histoire de la robotique industrielle
- Différents types de robots industriels
- Mesure de sécurité et normes robotique
  - Les principaux risques
  - Les précautions
- Les robots manipulateurs
  - Les constituants d'un robot manipulateur
  - Différents types de robots manipulateurs
  - Caractéristiques de robots manipulateurs
  - Application : Présentation et Manipulation du robot Niryo

## Chapitre II Modélisation 3D et Programmation

### Introduction

#### Section I : Modélisation 3D pour prototypage

- Modélisation 3D et CAO
- Impression 3D

#### Section II : Programmation robotique

- Programmation par apprentissage
- Programmation hors ligne (le PHL).
  - Programmation textuelle
  - Programmation visuelle

## Chapitre III Robotique avancée

### Introduction

#### Section I : Coopération multi-robots

- Architectures multi-robots
- Moyens de communication
- Systèmes multi-robot

#### Section II : Interaction homme-robot pour la cobotique industrielle

- La robotique collaborative
  - Apports et implications au niveau industriel
  - Exemple d'applications dans le secteur industriel
  - Types de cobots
- Interaction homme-robot
  - Les moyens de communication multimodale
  - Pilotage d'un robot par réalité virtuelle

#### Section III : Biorobotique et apprentissage pour une robotique autonome

## Chapitre V Modélisation d'un robot manipulateur

Introduction :

Section I : Rappels de mécanique

Section II : Modélisation géométrique

- Modèle géométrique direct
- Modèle géométrique inverse

Section III : Modélisation cinématique

- Modèle cinématique direct
- Modèle cinématique inverse

Section IV : Modélisation dynamique

Section V : Génération de trajectoires

- Génération de trajectoires dans l'espace articulaire
- Génération de trajectoire dans l'espace opérationnel.

## Chapitre VI Perception pour la robotique

Introduction :

Section I : Les capteurs en robotique

- Classification des capteurs
  - Capteurs extéroceptifs
  - Proprioceptifs
- Typologies de capteur
- Caractéristiques d'un capteur

Section II : Loi de commande

Section III : Les actionneurs en robotique

Section III : Fusion multi-capteurs en robotique

- Incertitude d'un capteur
- Architecture des systèmes multi-capteurs

Section VI : Concept de capteur et actionneur intelligent Besoins industriels

- Capteur intelligent
  - Architectures interne
  - Fonctionnalités
  - Capteur intelligent sans fil
- Actionneur intelligent

## Chapitre VII Projet Robotique

Réaliser, de manière collaborative, le prototype d'un robot pour valider une solution dans un procédé industriel.

## 4- Méthodes pédagogiques et moyens didactiques spécifiques

### Méthodes pédagogiques :

- L'enseignement par projet.
- Encadrement par les enseignants du module :  
Gérer des projets de nature robotique intégrant les compétences en informatique (Mme Amira Hamdi), la mécanique (Mr Hatem Tlijani) et l'électronique (Mlle Radhia Garraoui).
- Encadrement par des chercheurs ou des maitres de stages au sein d'une entreprise industriel.

### Supports pédagogiques :

- Des notes de cours, vidéos.

### Ouvrages de référence :

- ASFAHL C.R., *Robots and Manufacturing Automation*, Wiley and Sons, 1992.
- Corke P., *Robotics, Vision and Control: Fundamental Algorithms In MATLAB*, Springer, 2017.
- DOMBRE E., KHALIL W., *Robot Manipulators: Modeling, Performance Analysis and Control*, Wiley-ISTE, 2007.
- KHALIL W., DOMBRE E., *Modélisation, identification et commande des robots*, Editions Hermès, 1999.
- KAGAN E., SHVALB N., Ben-Gal I., *Autonomous Mobile Robots and Multi-Robot Systems: Motion-Planning, Communication, and Swarming*, 2019.
- GROOVER, P.M., WEISS, M., NAGEL, R.N. et N.G. ODREY, *Industrial Robotics: Technology, Programming and Applications*, McGraw-Hill, 1986.
- SICILIANO B., KHATIB O., *Springer Handbook of Robotics*, Springer-Verlag, 2008.

## 5- Examens et évaluation des connaissances

### 5.1- Méthode d'évaluation et régime d'examens

Examen final : 50%

### 5.2 - Validation des stages et des projets

#### Stages :

- Stage d'une durée d'un mois. Le stage place l'étudiant dans un environnement industriel du domaine de la robotique.
- Objectif : permettre en pratique les connaissances acquises durant la l'enseignement du module.
  - Relever des problématiques ainsi que des défis liés à la robotique industrielle.
  - Mettre en œuvre des pistes de solution aux problématiques et défis.

#### Projet : 50%

- Développement logiciel : 20%
- Fabrication prototype : 20%
- Rapport écrit : 5%
- Présentation orale : 5%