

| | | |
|---------------------|---|--|
| Positionnement : S5 | UE : SCIENCES HUMAINES ECONOMIQUES JURIDIQUES ET SOCIALES S5 | ECTS : 6 Nombre d'heures : 84h Modalité : Présentiel 100% |
|---------------------|---|--|

Cette UE est constituée de 3 éléments constitutifs : ECUE1 Anglais 1, ECUE2 Culture générale et épistémologie, ECUE3 RSE 1 : Enjeux Sociaux.

ECUE 1 :

Anglais 1 (Coef : 2) – 40h (Cours, TD) – 28h (Estimation temps de travail personnel)

Objectifs :

Perfectionner les bases de la grammaire anglaise (les temps, les prépositions, les verbes) et acquérir/approfondir la vocabulaire. Travailler sur la compréhension et expression orale. Cours d'anglais général.

Contenu :

- Cours de grammaire avec exercices (QCM, formulation des phrases affirmatives et interrogatives, etc.).
- Exercices de compréhension orale (énoncés professionnels, quotidiens).
- Exercices d'expression orale (mise en situation professionnelle, quotidienne).

Compétences visées :

Maîtriser les bases de la grammaire et acquérir des compétences de compréhension et expression orale ; devenir capable d'avancer en autonomie afin d'exploiter au mieux les ressources et les exercices des semestres à venir.

Modalités d'évaluation :

Plusieurs contrôles continus de grammaire + examen final (grammaire ou TOEIC allégé).

Sources documentaires :

Walker, E. & Elsworth, S. *Grammar practice for elementary students*. Longman, 2000
Ressources diverses sur Internet: British Council, TED, BBC, etc.

| Compétences mobilisées du référentiel de compétences | | |
|--|--|----------------|
| Code | Compétences | Niveau attendu |
| CI1 - Automatiser les processus industriels | | |
| 1.7 | Coordonner et planifier l'activité de ses collaborateurs dans les différentes étapes d'automatisation des processus industriels. | A |
| CI5 - Gérer un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande multipartenaire | | |
| 5.1 | Identifier et analyser les besoins des clients. | A |
| 5.2 | Rédiger des spécifications. | A |
| 5.3 | Monter et suivre l'avancement d'un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande. | A |
| 5.4 | Identifier des fournisseurs de composants. | A |
| 5.5 | Négocier avec ses partenaires : le client, le donneur d'ordre et les fournisseurs. | A |
| 5.6 | Former les utilisateurs à l'utilisation d'un système. | A |
| 5.7 | Superviser une équipe et communiquer. | A |
| 5.8 | Obtenir et maintenir les compétences. | A |
| 5.9 | Appliquer et faire appliquer les règles d'hygiène et de sécurité. | A |

Codification des niveaux attendus :

- **A - Connaissances** (*l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer*)
- **B – Application et Maîtrise** (*l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil*)
- **C - Maîtrise avancée** (*l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts*)

ECUE 2 :

Culture générale et épistémologie (Coef: 2) – 24h (Cours, Projet, Visite de musées)

Objectifs :

Favoriser le développement culturel, favoriser la

curiosité Découvrir des ressorts de créativité

Donner de l'assurance dans les échanges interculturels

Contenu :

- Créativité : Pratique d'une activité créatrice individuelle et collective dans un premier temps hors champ technologique. L'art et la créativité. L'art et la science.
- Culture générale : Qu'est-ce que la culture générale ? Favoriser les échanges interpersonnels et multiculturels.
- Epistémologie : Histoire de la science, des sciences. Les découvertes. Les évolutions des sociétés. Réflexion sur les applications à venir.
- Philosophie et éthique : La philosophie et l'ingénieur, les courants des pensées. L'éthique de l'ingénieur (Définition et applications).
- Pratique culturelle : Visite musée CNAM, visite exposition, sortie culturelle, conférence.
- Compétences visées :
- Être capable de convaincre et argumenter, à prendre la parole devant un groupe, à écrire un rapport d'étonnement, à s'ouvrir au monde multiculturel.

Modalités d'évaluation :

Rapport d'étonnement, soutenance, étude de cas, TP

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

| Code | Compétences | Niveau attendu |
|--|--|----------------|
| CI5 - Gérer un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande multipartenaire | | |
| 5.1 | Identifier et analyser les besoins des clients. | B |
| 5.2 | Rédiger des spécifications. | B |
| 5.5 | Négocier avec ses partenaires : le client, le donneur d'ordre et les fournisseurs. | B |
| 5.7 | Superviser une équipe et communiquer. | B |

Codification des niveaux attendus :

- **A - Connaissances** (*l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer*)

- **B – Application et Maîtrise** (l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil)
- **C - Maîtrise avancée** (l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts)

ECUE 3 :

RSE 1 : Enjeux Sociaux (Coef : 2) – 20h (Cours, TD) - 10h (Estimation temps de travail personnel)

Objectifs : Apprendre à intégrer les principes de la RSE dans l'entreprise, élaborer des stratégies durables, et évaluer les impacts sociaux et environnementaux.

Contenu :

- Comprendre les Fondamentaux de la RSE
- Identifier les Enjeux et Opportunités de la RSE pour l'Entreprise
- Élaborer et Mettre en œuvre une Stratégie RSE
- Communiquer sur la RSE et Rapporter les Performances
- Innover grâce à la RSE
- Planifier et Suivre les Actions RSE
- Développer des Compétences en Leadership RSE

Compétences visées : Découvrez les fondamentaux de la Responsabilité Sociétale des Entreprises (RSE)

Modalités d'évaluation : Cours et TD

Sources documentaires :

- F. Lépineux : La RSE – La responsabilité sociale des entreprises, DUNOD 2016

| Compétences mobilisées du référentiel de compétences | | Niveau attendu |
|---|--|----------------|
| Code | Compétences | |
| CI1 - Automatiser les processus industriels | | |
| 1.7 | Coordonner et planifier l'activité de ses collaborateurs dans les différentes étapes d'automatisation des processus industriels. | B |
| CI3 - Concevoir et réaliser un système de régulation | | |
| 3.5 | Coordonner les expertises nécessaires pour la réalisation d'un modèle. | B |
| CI5 - Gérer un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande multipartenaire | | |
| 5.1 | Identifier et analyser les besoins des clients. | B |
| 5.7 | Superviser une équipe et communiquer. | B |
| 5.8 | Obtenir et maintenir les compétences. | B |
| 5.9 | Appliquer et faire appliquer les règles d'hygiène et de sécurité. | B |
| <i>Codification des niveaux attendus :</i> | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • A - Connaissances (l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer) • B – Application et Maîtrise (l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil) • C - Maîtrise avancée (l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts) | | |

| | | |
|---------------------|------------------------------------|--|
| Positionnement : S5 | UE : SCIENCES DE L'INGENIEUR S5 | ECTS : 6 Nombre d'heures : 108h Modalité : Présentiel 100% |
|---------------------|------------------------------------|--|

L'UE Sciences de l'ingénieur est constituée de 3 éléments constitutifs : ECUE1 Mathématiques 1 : Module d'adaptation, ECUE2 Mathématiques 2 : Analyse, ECUE3 : Mécanique des solides.

ECUE 1 :

Mathématiques 1 : Module d'adaptation (Coef : 0) – 20h (Cours, TD) - 10h (Estimation temps de travail personnel)

Objectifs : Harmonisation du niveau des élèves

Contenu : **Rappels et exercices**

- Fractions
 - Puissances d'un même nombre
 - Mise en facteur
 - Racines carrée
 - Angles
 - Trigonométrie
- Cours et exercices**
- Les nombres complexes
- Rappels et exercices**
- Les systèmes d'équations
 - Les dérivées des fonctions de base, d'un produit de fonctions, d'une fonction de fonction
- Cours et exercices**
- Les équations différentielles du premier et du second degré

Compétences visées :

Manier aisément les nombres complexes sous leurs différentes formes

Résoudre les équations différentielles du premier et second degré mettant en jeu des fonctions polynômes, polynômes multipliés par une fonction exponentielle ou trigonométrique.

Modalités d'évaluation :

En continu pendant le cours-TD

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

| Code | Compétences | Niveau attendu |
|--|--|----------------|
| CI3 -Concevoir et réaliser un système de régulation | | |
| 3.1 | Modéliser et identifier la dynamique d'un système. | A |
| 3.2 | Définir un comportement dynamique optimal. | A |
| 3.3 | Synthétiser une loi de commande répondant au cahier des charges. | A |
| 3.5 | Coordonner les expertises nécessaires pour la réalisation d'un modèle. | A |
| CI4 - Concevoir et réaliser un système robotisé | | |
| 4.1 | Concevoir un dispositif de contrôle de la dynamique d'un robot. | A |
| 4.3 | Encadrer la programmation d'un simulateur de robot. | A |
| CI5 - Gérer un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande multipartenaire | | |
| 5.1 | Identifier et analyser les besoins des clients. | A |
| 5.2 | Rédiger des spécifications. | A |

Codification des niveaux attendus :

- **A - Connaissances** (l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer)
- **B – Application et Maîtrise** (l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil)

- **C - Maîtrise avancée** (*l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts*)

ECUE 2 :

Mathématiques 2 : Analyse (Coef : 3) – 48h (Cours, TD) - 20h (Estimation temps de travail personnel)

Objectifs :

Apporter les outils mathématiques indispensables pour aborder des cours d'ingénierie.

Contenu :

1. Dérivées Partielles

Calcul des dérivées partielles, Interprétation géométrique

2. Intégrales Simples

Calcul des intégrales simples, Interprétation géométrique, Méthodes de calcul d'intégrales

3. Intégrales Multiples (Doubles et Triples)

Définition, Calcul des intégrales multiples, Changements de variables

4. Série de Fourier

Définition, Coefficients de Fourier, Développement en série de Fourier, Convergence d'une série de Fourier

5. Transformée de Laplace

Définition, Calcul de la transformée de Laplace, Transformées de Laplace des fonctions usuelles, Transformée de Laplace inverse, Application à la résolution d'équations différentielles

Compétences visées :

Être capable d'appliquer les outils mathématiques nécessaires à d'autres disciplines.

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu

Sources documentaires :

L. Lesieur et J. Lefebvre, Mathématiques, 3ed, Tome II Analyse, Collection U, Armand Collin, 1969.

R. Murray, R. Spiegel, Complex variables, Série Schaum, Mc Graw Hill.

R. Murray, R. Spiegel, Laplace transforms, Série Schaum, Mc Graw Hill.R..

Murray, R. Spiegel, Fourier Analysis, Série Schaum, Mc Graw Hill

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

| Code | Compétences | Niveau attendu |
|--|--|----------------|
| CI3 -Concevoir et réaliser un système de régulation | | |
| 3.1 | Modéliser et identifier la dynamique d'un système. | A |
| 3.2 | Définir un comportement dynamique optimal. | A |
| 3.3 | Synthétiser une loi de commande répondant au cahier des charges. | A |
| 3.5 | Coordonner les expertises nécessaires pour la réalisation d'un modèle. | A |
| CI4 - Concevoir et réaliser un système robotisé | | |
| 4.1 | Concevoir un dispositif de contrôle de la dynamique d'un robot. | A |
| 4.3 | Encadrer la programmation d'un simulateur de robot. | A |
| CI5 - Gérer un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande multipartenaire | | |
| 5.1 | Identifier et analyser les besoins des clients. | A |
| 5.2 | Rédiger des spécifications. | A |

Codification des niveaux attendus :

- **A - Connaissances** (*l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer*)

- **B – Application et Maîtrise** (l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil)
- **C - Maîtrise avancée** (l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts)

ECUE 3 :

Mécanique des solides (Coef : 3) – 40h (Cours, TD, TP) - 25h (Estimation temps de travail personnel)

Objectifs :

Apporter les bases générales de la mécanique du solide rigide soumis à des efforts, pour l'étude des mécanismes.

Renforcer les compétences acquises en mécanique du solide en termes de modélisation.

Contenu :

1. Rappels sur les vecteurs et les torseurs

Vecteurs, opérations avec les vecteurs,

Notion de torseur : antisymétrie, torseurs particuliers (couple, glisseur), produit de torseurs

2. Cinématique du point et du solide

Cinématique du point : vitesse et accélération d'un point dans un repère, dérivée d'un vecteur dans un repère

Cinématique du solide : torseur cinématique, mouvement de translation, mouvement de rotation autour d'un axe, composition des mouvements (vitesses et accélérations).

3. Cinématique du contact

Roulement avec ou sans glissement,

4. Cinétique d'une chaîne de solides

Cinétique, centre de masse (détermination pratique),

Moments d'inertie, opérateur et matrice d'inertie, théorème de Huygens et de Huygens-Koenig,

Éléments principaux d'inertie (calculs pour les figures géométriques couramment utilisées),

Moment cinétique, torseur cinétique.

5. Dynamique d'une chaîne de solides

Moment dynamique, torseur dynamique,

Principe fondamental de la dynamique.

Angles d'Euler

6. Théorèmes énergétiques

Théorèmes généraux de la mécanique (théorème de la résultante dynamique, théorème du moment dynamique, principe fondamental de la dynamique, théorème du moment cinétique), Energie de puissance, travail,

Théorème de l'énergie cinétique pour un solide et pour un ensemble de solides, Détermination des équations de mouvement par les théorèmes généraux.

Compétences visées :

Être capable de dériver un vecteur dans un repère et de calculer des vitesses et des accélérations des différents points d'un solide

Être capable d'analyser et résoudre un problème mécanique nouveau mettant en jeu un système de solides rigides

Modalités d'évaluation :

Exercices notés, comptes-rendus de TP, examen final

Sources documentaires :

G.Venizelos, Mécanique des solides, CNAM/Média, librairie des Arts et Métiers
Y. Bremont, P. Reocreux, Mécanique du solide indéformable, Vol 2 et 3, Ed. Ellipses, 1995.
R. Lassia, Ch. Bard, Dynamique, Ed. Ellipses, 2002. L. Lamoureux, Cinématique et dynamique des solides, Ed. Lavoisier, 1992.
L. Rakotomanana, Elements de dynamique des solides et structures déformables, Ed. Presses Polytechniques Romandes, 2009.

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

| Code | Compétences | Niveau attendu |
|--|---|----------------|
| CI2 - Concevoir et réaliser un système mécatronique | | |
| 2.1 | Définir l'architecture d'un système mécatronique intégrant des unités élémentaires, telles que des actionneurs et des capteurs, et commandé par exemple à l'aide d'un système informatique embarqué ou d'un processeur. | B |
| 2.2 | Concevoir et réaliser un prototype de système de régulation permettant au système mécatronique d'avoir un fonctionnement répondant à un cahier des charges. | B |
| 2.3 | Concevoir et réaliser un système électronique embarqué. | B |
| CI3 -Concevoir et réaliser un système de régulation | | |
| 3.5 | Coordonner les expertises nécessaires pour la réalisation d'un modèle. | C |
| CI4 -Concevoir et réaliser un système robotisé | | |
| 4.1 | Concevoir un dispositif de contrôle de la dynamique d'un robot. | C |
| 4.2 | Encadrer et coordonner la programmation d'une chaîne logicielle de pilotage temps réel d'un robot. | C |

Codification des niveaux attendus :

- **A - Connaissances** (*l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer*)
- **B – Application et Maîtrise** (*l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil*)
- **C - Maîtrise avancée** (*l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts*)

| Positionnement : S5 | UE : TECHNIQUES DE L'INGENIEUR S5 | ECTS : 4 Nombre d'heures : 56h Modalité : Présentiel 100% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|---|------|-------------|----------------|--|--|--|-----|--|---|-----|---|---|---|--|--|-----|--|---|-----|--|---|--|--|--|-----|---|---|-----|--|---|-----|---|---|
| Cette UE est constituée de 2 éléments constitutifs : ECUE1 Informatique 1 : Algorithmique et initiation à la programmation, ECUE2 Informatique 2 : Programmation et simulation pour la robotique. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ECUE 1 : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Informatique 1 : Algorithmique et initiation à la programmation (Coef: 2) – 28h (Cours, TD, TP) - 10h (Estimation temps de travail personnel) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Cette UE initie à la programmation classique sous Python et présente sommairement la programmation objet. Les nombreux programmes que vous y réalisez sont en Python, mais les concepts et les méthodes que vous acquérez restent valides quels que soient les langages de vos futures missions.</p> <p><u>Objectifs</u> : Structurer des programmes Python selon un algorithme</p> <p><u>Contenu</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Compiler et exécuter un programme • Déboguer et tester un programme • Accéder à une base de données • Comprendre les grands principes de la Programmation Orientée Objet • Les fondements de la programmation • Genèse d'un premier programme • Règles de programmation • Les variables • Opérateurs et expressions • Les structures de contrôle • Les procédures et les fonctions • Introduction à la programmation Objet • L'accès aux bases de données • Maintenance, débogage et test des programmes <p><u>Modalités d'évaluation</u> : Cette UE évalue la progression pédagogique de l'élève tout au long de la formation au moyen de QCM, mises en situation, travaux pratiques...</p> <p><u>Sources documentaires</u> : Programmer avec Python - Concepts fondamentaux et mise en œuvre par l'exemple - collection O'REILLY</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Compétences mobilisées du référentiel de compétences</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Code</th> <th>Compétences</th> <th>Niveau attendu</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">CI1 - Automatiser les processus industriels</td><td></td></tr> <tr> <td>1.5</td><td>Réaliser une interface homme- machines, la tester et la faire valider auprès des utilisateurs.</td><td>A</td></tr> <tr> <td>1.6</td><td>Intégrer un système automatisé dans le réseau de communication.</td><td>A</td></tr> <tr> <td colspan="2">CI3 - Concevoir et réaliser un système de régulation</td><td></td></tr> <tr> <td>3.4</td><td>Simuler un système régulé par une loi de commande.</td><td>A</td></tr> <tr> <td>3.5</td><td>Coordonner les expertises nécessaires pour la réalisation d'un modèle.</td><td>B</td></tr> <tr> <td colspan="2">CI4 - Concevoir et réaliser un système robotisé</td><td></td></tr> <tr> <td>4.1</td><td>Concevoir un dispositif de contrôle de la dynamique d'un robot.</td><td>A</td></tr> <tr> <td>4.2</td><td>Encadrer et coordonner la programmation d'une chaîne logicielle de pilotage temps réel d'un robot.</td><td>A</td></tr> <tr> <td>4.3</td><td>Encadrer la programmation d'un simulateur de robot.</td><td>A</td></tr> </tbody> </table> | | | Code | Compétences | Niveau attendu | CI1 - Automatiser les processus industriels | | | 1.5 | Réaliser une interface homme- machines, la tester et la faire valider auprès des utilisateurs. | A | 1.6 | Intégrer un système automatisé dans le réseau de communication. | A | CI3 - Concevoir et réaliser un système de régulation | | | 3.4 | Simuler un système régulé par une loi de commande. | A | 3.5 | Coordonner les expertises nécessaires pour la réalisation d'un modèle. | B | CI4 - Concevoir et réaliser un système robotisé | | | 4.1 | Concevoir un dispositif de contrôle de la dynamique d'un robot. | A | 4.2 | Encadrer et coordonner la programmation d'une chaîne logicielle de pilotage temps réel d'un robot. | A | 4.3 | Encadrer la programmation d'un simulateur de robot. | A |
| Code | Compétences | Niveau attendu | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CI1 - Automatiser les processus industriels | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.5 | Réaliser une interface homme- machines, la tester et la faire valider auprès des utilisateurs. | A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.6 | Intégrer un système automatisé dans le réseau de communication. | A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CI3 - Concevoir et réaliser un système de régulation | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.4 | Simuler un système régulé par une loi de commande. | A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.5 | Coordonner les expertises nécessaires pour la réalisation d'un modèle. | B | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CI4 - Concevoir et réaliser un système robotisé | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.1 | Concevoir un dispositif de contrôle de la dynamique d'un robot. | A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.2 | Encadrer et coordonner la programmation d'une chaîne logicielle de pilotage temps réel d'un robot. | A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.3 | Encadrer la programmation d'un simulateur de robot. | A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | |
|--|--|----------|
| 4.4 | Générer une trajectoire de référence et encadrer sa vérification par les techniciens essais. | A |
| 4.5 | Réaliser une interface homme-machines, la tester et la faire valider par des utilisateurs. | A |
| CI5 - Gérer un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande multipartenaire | | |
| 5.1 | Identifier et analyser les besoins des clients. | A |
| 5.2 | Rédiger des spécifications. | A |

Codification des niveaux attendus :

- **A - Connaissances** (*l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer*)
- **B – Application et Maîtrise** (*l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil*)
- **C - Maîtrise avancée** (*l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts*)

ECUE 2 :

Informatique 2 : Programmation et simulation pour la robotique (Coef : 2) – 28h (Cours, TD) - 10h (Estimation temps de travail personnel)

Objectifs

Initiation à Roboguide de FANUC

Contenu

Présentation de la méthodologie pour :

- Gérer les différents repères (utilisateurs, outils, global),
- Gérer le(s) PayLoad(s),
- Gérer la sécurité en robotique (DCS)
- Programmer une trajectoire.

Environnement de conception et de programmation ROBOGUIDE (RG).

Langages de programmation TPE (Roboguide) : programmes à l'aides d'instructions élémentaires formatées, de structures de variables et de registres de points.

Programmation d'une séquence de mouvements d'un bras manipulateur industriel 6 axes (M200 – iD/4S)

Modalités d'évaluation :

TP

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

| Code | Compétences | Niveau attendu |
|--|--|----------------|
| CI4 - Concevoir et réaliser un système robotisé | | |
| 4.1 | Concevoir un dispositif de contrôle de la dynamique d'un robot. | B |
| 4.2 | Encadrer et coordonner la programmation d'une chaîne logicielle de pilotage temps réel d'un robot. | B |

| | | |
|---|--|---|
| 4.3 | Encadrer la programmation d'un simulateur de robot. | B |
| 4.4 | Générer une trajectoire de référence et encadrer sa vérification par les techniciens essais. | B |
| 4.5 | Réaliser une interface homme-machines, la tester et la faire valider par des utilisateurs. | B |
| 4.6 | Mettre en place un environnement sécurisé autour d'un robot. | B |
| CI5 - Gérer un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande multipartenaire | | |
| 5.5 | Négocier avec ses partenaires : le client, le donneur d'ordre et les fournisseurs. | A |
| 5.6 | Former les utilisateurs à l'utilisation d'un système. | B |
| <i>Codification des niveaux attendus :</i> <ul style="list-style-type: none"> • A - Connaissances (<i>l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer</i>) • B – Application et Maîtrise (<i>l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil</i>) • C - Maîtrise avancée (<i>l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts</i>) | | |

| | | |
|---|-------------------------------------|---|
| Positionnement : S5 | UE : Automatique et Robotique S5 | ECTS : 10 Nombre d'heures : 108h Modalité : Présentiel 100% |
| Cette UE est constituée de 3 éléments constitutifs : ECUE 1 Automatique 1 : Systèmes asservis linéaires et représentation fréquentielle, ECUE2 Robotique 1 : Modèles géométriques, ECUE3 Automatique 2 : Commande des systèmes à évènements discrets. | | |

ECUE 1 :**Automatique 1 : Systèmes asservis linéaires et représentation fréquentielle (Coef : 4) – 48h
(Cours, TD, TP) – 20h (Estimation temps de travail personnel)****Objectifs :**

A l'issue de cet ECUE, l'apprenti ingénieur devra être capable d'utiliser et de concevoir un régulateur classique, en particulier le régulateur PID, en utilisant les connaissances acquises d'automatique continue linéaire de base. Il devra être capable d'appliquer les outils permettant une approche rigoureuse et efficace de la commande des systèmes linéaires monovariables pour une mise en œuvre sur des procédés industriels. Il devra être capable d'appliquer les fonctions principales d'un logiciel de CAO pour l'automatique en exercices dirigés avec ordinateur et d'appliquer ces outils, en travaux pratiques, à des systèmes mécaniques, électriques, hydrauliques, thermiques.

Contenu :

- Introduction à l'automatique continue linéaire : Etapes de la conception en automatique : modélisation, identification, simulation, commande, réalisation matérielle.
- Analyses temporelles fréquentielles des systèmes linéaires : Transformation de Laplace. Fonction de transfert. Pôles, zéros. Stabilité. Critère de Routh. Réponses temporelles et fréquentielles. Diagrammes de Nyquist, Bode, Black-Nichols. Systèmes élémentaires d'ordres 1 et 2. Systèmes d'ordres quelconques. Systèmes à retard, approximation de Padé. Identification par analyses graphiques indicielle et fréquentielle. Identification par analyse harmonique.
- Etude des systèmes en boucle fermée : Stabilité en boucle fermée. Critère de Nyquist. Abaque de Black-Nichols. Robustesse, marges de robustesse. Sensibilité. Conformation de la boucle ouverte. Compromis performance-robustesse. Influence des pôles et des zéros du système.
- Conception des régulateurs PID : Rappel sur les méthodes empiriques de Ziegler et Nichols. Méthode fréquentielle d'avance-retard de phase. Méthode de placement de pôles. Travaux pratiques : Simulations Matlab, stabilisation d'un pendule inversé, stabilisation d'un système de suspension magnétique.

Compétences visées :

Être capable de maîtriser les techniques permettant l'automatisation des procédés industriels

Modalités d'évaluation :

Exercices notés (CC), notes de travaux pratiques (8h de TP sur Matlab), examen

Sources documentaires :

Systèmes asservis linéaires - Automatique 2 - Niveau B, Michel Villain, 224 pages, Ellipses, 1996
Systèmes et asservissements continus : Modélisation, analyse, synthèse des lois de commande, Eric OSTERTAG, 322 pages, Ellipses, 2004

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

| Code | Compétences | Niveau attendu |
|--|--|----------------|
| CI3 -Concevoir et réaliser un système de régulation | | |
| 3.1 | Modéliser et identifier la dynamique d'un système. | B |
| 3.3 | Synthétiser une loi de commande répondant au cahier des charges. | B |
| 3.4 | Simuler un système régulé par une loi de commande. | C |
| 3.5 | Coordonner les expertises nécessaires pour la réalisation d'un modèle. | B |
| CI4 - Concevoir et réaliser un système robotisé | | |

| | | |
|--|---|---|
| 4.1 | Concevoir un dispositif de contrôle de la dynamique d'un robot. | B |
| CI5 - Gérer un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande multipartenaire | | |
| 5.1 | Identifier et analyser les besoins des clients. | B |

Codification des niveaux attendus :

- **A - Connaissances** (*l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer*)
- **B – Application et Maîtrise** (*l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil*)
- **C - Maîtrise avancée** (*l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts*)

ECUE 2 :

Robotique 1 : Modèles géométriques (Coef : 3) – 28h (Cours, TD, TP) – 22 h (Estimation temps de travail personnel)

Objectifs : Dans le cadre de cet ECUE, l'apprenti devra acquérir des notions solides sur la mise en place de solutions de robotique industrielle robotisées. A l'issue de cet ECUE, l'apprenti ingénieur devra maîtriser un langage de programmation pour un robot industriel ainsi que les notions sur la modélisation géométrique des robots séries.

Contenu :

- Généralité sur la robotique.
- Introduction à la modélisation géométrique des robots type série.
- Simulation robotique en utilisant Robodk.
- Projet de création d'une chaîne d'assemblage robotisée et sa validation fonctionnelle à l'aide des robots NED2 et UR.

Compétences visées :

Être capable de mettre en œuvre ses connaissances et compétences en robotique autour d'un projet concret.

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu, Projet

Sources documentaires :

[Programming — Niryo Studio User Manual v4.1.1 documentation](#)

https://docs.niryo.com/dev/ros/v4.1.0/en/source/ros_wrapper.html

<https://github.com/cyberbotics/urdf2webots> https://github.com/NiryoRobotics/niryo_one

https://docs.niryo.com/dev/ros/source/ros/niryo_robot_RoboDK.html

| Compétences mobilisées du référentiel de compétences | | Niveau attendu |
|--|--|-----------------------|
| Code | Compétences | |
| CI4 - Concevoir et réaliser un système robotisé | | |
| 4.1 | Concevoir un dispositif de contrôle de la dynamique d'un robot. | B |
| 4.2 | Encadrer et coordonner la programmation d'une chaîne logicielle de pilotage temps réel d'un robot. | B |
| 4.3 | Encadrer la programmation d'un simulateur de robot. | B |
| 4.4 | Générer une trajectoire de référence et encadrer sa vérification par les techniciens essais. | B |
| 4.5 | Réaliser une interface homme-machines, la tester et la faire valider par des utilisateurs. | B |
| 4.6 | Mettre en place un environnement sécurisé autour d'un robot. | B |
| CI5 - Gérer un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande multipartenaire | | |

| | | |
|-----|--|---|
| 5.1 | Identifier et analyser les besoins des clients. | B |
| 5.2 | Rédiger des spécifications. | B |
| 5.3 | Monter et suivre l'avancement d'un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande. | B |
| 5.4 | Identifier des fournisseurs de composants. | B |
| 5.5 | Négocier avec ses partenaires : le client, le donneur d'ordre et les fournisseurs. | B |
| 5.6 | Former les utilisateurs à l'utilisation d'un système. | B |
| 5.7 | Identifier des fournisseurs de composants. | B |

Codification des niveaux attendus :

- **A - Connaissances** (*l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer*)
- **B – Application et Maîtrise** (*l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil*)
- **C - Maîtrise avancée** (*l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts*)

ECUE 3 :

Automatique 2 : Commande des systèmes à événements discrets (Coef : 3) – 32h (Cours, TD, TP) - 10h (Estimation temps de travail personnel)

Objectifs

- Analyser, d'étudier et de comprendre des automatismes industriels
- Procéder à la mise en œuvre et à l'installation des automatismes
- Mettre au point ou de modifier certains automatismes
- Acquérir la capacité d'élaborer le cahier des charges fonctionnel d'une installation à automatiser ;
- Présenter les outils de spécification fonctionnelle, de modélisation, d'implantation et de vérification de la commande des systèmes de production.

Contenu

Systèmes de production

- Systèmes automatisés de production.
- Partie opérative, partie commande.
- Rôle des API en milieu industriel.

Conception d'un système automatisé

- Cycle en V.
- Les sept documents de base pour l'analyse fonctionnelle.
- La gestion des modes de marche et d'arrêt.
- L'architecture informatique industrielle (architecture matérielle).
- La commande opérateur.
- La structuration logicielle.
- Réalisation et simulation PO et PC.

L'outil GRAFCET

- Introduction.
- Point de vue fonctionnel
- Les règles du GRAFCET.
- Les macro-étapes.
- Les ordres de forçage.
- GRAFCET hiérarchisé, synchronisé.

Le Gemma et le grafct des modes de marche et d'arrêts

- L'automate programmable industriel
- Définition et description
- Structuration Matérielle

- Programmation cyclique (Tâches maîtres, rapides)
- Langage de programmation : le LD

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu. Examen final.

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

| Code | Compétences | Niveau attendu |
|--|--|----------------|
| CI3 -Concevoir et réaliser un système de régulation | | |
| 3.3 | Synthétiser une loi de commande répondant au cahier des charges. | A |
| CI4 - Concevoir et réaliser un système robotisé | | |
| 4.1 | Concevoir un dispositif de contrôle de la dynamique d'un robot. | B |
| 4.2 | Encadrer et coordonner la programmation d'une chaîne logicielle de pilotage temps réel d'un robot. | B |
| 4.3 | Encadrer la programmation d'un simulateur de robot. | B |
| 4.4 | Générer une trajectoire de référence et encadrer sa vérification par les techniciens essais. | B |
| CI5 - Gérer un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande multipartenaire | | |
| 5.1 | Identifier et analyser les besoins des clients. | A |

Codification des niveaux attendus :

- **A - Connaissances** (*l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer*)
- **B – Application et Maîtrise** (*l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil*)
- **C - Maîtrise avancée** (*l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts*)

| | | |
|---------------------|---|--|
| Positionnement : S6 | UE : SCIENCES HUMAINES ÉCONOMIQUES JURIDIQUES ET SOCIALES S6 | ECTS : 4 Nombre d'heures : 48h Modalité : Présentiel 100% |
|---------------------|---|--|

Cette UE est constituée de 2 éléments constitutifs : ECUE1 Anglais 2, ECUE2 Macro-économie.

ECUE 1 :

Anglais 2 (Coef : 2) – 28h (Cours, TD) – 16h (Estimation temps de travail personnel)

Objectifs :

Continuer le travail sur la grammaire anglaise ainsi que la compréhension et expression orale. Cours d'anglais général avec entonnoir TOEIC.

Contenu :

Cours de grammaire avec exercices (QCM style TOEIC, formulation des phrases affirmatives et interrogatives, etc.).

Exercices de compréhension orale (énoncés professionnels, quotidiens, culturels, scientifiques).

Exercices d'expression orale (mise en situation professionnelle, quotidienne, culturelle avec choix de sujet libre).

Compétences visées :

Maîtriser les bases de la grammaire et acquérir des compétences de compréhension et expression orale ; être capable de préparer un exposé sur un sujet (technique, professionnel, ou autre).

Modalités d'évaluation :

Plusieurs contrôles continus de grammaire + expression orale. Examen final : TOEIC blanc. Score visé : 600.

Sources documentaires :

Walker, E. & Elsworth, S. *Grammar practice for elementary students*. Longman, 2000

Ressources diverses sur Internet: British Council, TED, BBC, etc.

| Compétences mobilisées du référentiel de compétences | | |
|--|--|----------------|
| Code | Compétences | Niveau attendu |
| CI1 - Automatiser les processus industriels | | |
| 1.7 | Coordonner et planifier l'activité de ses collaborateurs dans les différentes étapes d'automatisation des processus industriels. | B |
| CI5 - Gérer un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande multipartenaire | | |
| 5.1 | Identifier et analyser les besoins des clients. | B |
| 5.2 | Rédiger des spécifications. | B |
| 5.3 | Monter et suivre l'avancement d'un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande. | B |
| 5.4 | Identifier des fournisseurs de composants. | B |
| 5.5 | Négocier avec ses partenaires : le client, le donneur d'ordre et les fournisseurs. | B |
| 5.6 | Former les utilisateurs à l'utilisation d'un système. | B |
| 5.7 | Superviser une équipe et communiquer. | B |
| 5.8 | Obtenir et maintenir les compétences. | B |
| 5.9 | Appliquer et faire appliquer les règles d'hygiène et de sécurité. | B |
| <i>Codification des niveaux attendus :</i> | | |

- **A - Connaissances** (*l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer*)
- **B – Application et Maîtrise** (*l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil*)
- **C - Maîtrise avancée** (*l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts*)

ECUE 2 :

Macro-économie (Coef : 2) – 20h (Cours, TD) - 10h (Estimation temps de travail personnel)

Objectifs : Situer l'entreprise dans le contexte économique mondial

Contenu : Contexte Économique Mondialisé

- Concepts essentiels à la compréhension de l'environnement économique européen : taux de change, budget de l'État, déficit budgétaire, dette publique, récession, croissance,
- Étude des mécanismes économiques : lien des différents concepts : impact d'une mesure de politique économique par rapport à l'objectif.
- Aspects de la Construction Européenne : de la prise en charge de la politique monétaire

Compétences visées : Comprendre l'ouverture à la complexité de l'environnement socio-économique pour réussir le pilotage de l'entreprise

Modalités d'évaluation : Cours et TD

Sources documentaires :

- J. Stiglitz : Principes d'économie moderne, de Boeck 2000
- J. Adda : La mondialisation de l'économie : Genèse et problèmes, La Découverte, 2006
- A. Gauthier : L'Economie mondiale, Bréal 2004
- M. Rainelli : La Nouvelle théorie du Commerce international, Repères,
- CEPII : L'Economie mondiale 2012, Repères, La Découverte, 2011
- L. Carroué : Géographie de la mondialisation, Armand Colin, 2004
- M. Lemoine, Ph. Madiès, Th. Madiès : Les grandes questions d'économie et finance internationales, de Boeck 2007
- J.-P Allégret, P. Le Merrer : L'Economie de la mondialisation, de Boeck, 2007

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

| Code | Compétences | Niveau attendu |
|------|--|----------------|
| | CI5 - Gérer un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande multipartenaire | |

| | | |
|-----|--|----------|
| 5.1 | Identifier et analyser les besoins des clients. | B |
| 5.5 | Négocier avec ses partenaires : le client, le donneur d'ordre et les fournisseurs. | B |

Codification des niveaux attendus :

- **A - Connaissances** (*l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer*)
- **B – Application et Maîtrise** (*l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil*)
- **C - Maîtrise avancée** (*l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts*)

| Positionnement : S6 | UE : SCIENCES DE L'INGENIEUR S6 | ECTS : 6 Nombre d'heures : 88h Modalité : Présentiel 100% |
|--|--|---|
| L'UE Sciences de l'ingénieur est constituée de 2 éléments constitutifs : ECUE1 Mathématiques 3 : Algèbre linéaire, ECUE2 Informatique 3 : Programmation Orientée Objet. | | |
| ECUE 1 : Mathématiques 3 : Algèbre linéaire (Coef : 3) – 48h (Cours, TD) - 20h (Estimation temps de travail personnel) | | |
| <u>Objectifs :</u> Apporter les outils mathématiques indispensables pour aborder des cours d'ingénierie. | | |
| <u>Contenu :</u> 1. Algèbre linéaire Bases d'un espace vectoriel de dimension finie. Bases orthonormées, projections orthogonales. Application linéaire, noyau, image. | | |
| 2. Calcul Matriciel Représentation matricielle des applications linéaires. Matrices à coefficients réels et complexes, multiplication de deux matrices. Matrices carrées, matrices inversibles. Puissance et exponentielle d'une matrice. Déterminants : définition, propriétés ; calcul des déterminants. Valeurs propres, vecteurs propres, calcul, multiplicité des valeurs propres, diagonalisation. Application au calcul des puissances d'une matrice et aux exponentielles de matrices. | | |
| 3. Résolution de systèmes linéaires Relation avec les matrices. Changement de base Méthode de Cramer, méthode du pivot de Gauss, méthode du pivot de Gauss-Jordan | | |
| <u>Compétences visées :</u> Être capable d'appliquer les outils mathématiques nécessaires à d'autres disciplines. | | |
| <u>Modalités d'évaluation :</u> Contrôle continu | | |
| <u>Sources documentaires :</u> L. Lesieur et J. Lefebvre, Mathématiques, 3ed, Tome I Algèbre et Géométrie, Collection U, Armand Collin, 1969. L. Lesieur et J. Lefebvre, Mathématiques, 3ed, Tome II Compléments d'analyse, Collection U, Armand Collin, 1969. | | |
| Compétences mobilisées du référentiel de compétences | | |
| Code | Compétences | Niveau attendu |
| CI3 -Concevoir et réaliser un système de régulation | | |
| 3.1 | Modéliser et identifier la dynamique d'un système. | A |
| 3.2 | Définir un comportement dynamique optimal. | A |
| 3.3 | Synthétiser une loi de commande répondant au cahier des charges. | A |
| 3.5 | Coordonner les expertises nécessaires pour la réalisation d'un modèle. | A |
| CI4 - Concevoir et réaliser un système robotisé | | |
| 4.1 | Concevoir un dispositif de contrôle de la dynamique d'un robot. | A |
| 4.3 | Encadrer la programmation d'un simulateur de robot. | A |
| CI5 - Gérer un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de | | |

| contrôle commande multipartenaire | | |
|--|--|----------------|
| 5.1 | Identifier et analyser les besoins des clients. | A |
| 5.2 | Rédiger des spécifications. | A |
| <i>Codification des niveaux attendus :</i> | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • A - Connaissances (<i>l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer</i>) • B – Application et Maîtrise (<i>l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil</i>) • C - Maîtrise avancée (<i>l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts</i>) | | |
| ECUE 2 : | | |
| Informatique 3 : Programmation Orientée Objet (Coef : 3) – 40h (Cours, TD, TP) - 20h (Estimation temps de travail personnel) | | |
| <u>Objectifs :</u> | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Acquérir une connaissance générale de systèmes d'information • Connaître les concepts des différents langages de programmation • Maîtriser au moins un langage de programmation et un système d'exploitation • Maîtriser les concepts fondamentaux de la programmation objet | | |
| <u>Contenu :</u> | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Introduction et présentation. • Approfondissements programmation Python appliquée à la robotique | | |
| <u>Modalités d'évaluation :</u> | | |
| Projet. | | |
| Compétences mobilisées du référentiel de compétences | | |
| Code | Compétences | Niveau attendu |
| CI4 - Concevoir et réaliser un système robotisé | | |
| 4.1 | Concevoir un dispositif de contrôle de la dynamique d'un robot. | B |
| 4.2 | Encadrer et coordonner la programmation d'une chaîne logicielle de pilotage temps réel d'un robot. | B |
| 4.3 | Encadrer la programmation d'un simulateur de robot. | B |
| 4.4 | Générer une trajectoire de référence et encadrer sa vérification par les techniciens essais. | B |
| 4.5 | Réaliser une interface homme-machines, la tester et la faire valider par des utilisateurs. | B |
| 4.6 | Mettre en place un environnement sécurisé autour d'un robot. | B |
| CI5 - Gérer un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande multipartenaire | | |
| 5.5 | Négocier avec ses partenaires : le client, le donneur d'ordre et les fournisseurs. | A |
| 5.6 | Former les utilisateurs à l'utilisation d'un système. | B |
| <i>Codification des niveaux attendus :</i> | | |

- **A - Connaissances** (*l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer*)
- **B – Application et Maîtrise** (*l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil*)
- **C - Maîtrise avancée** (*l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts*)

| Positionnement : S6 | UE : TECHNIQUES DE L'INGENIEUR S6 | ECTS : 9 Nombre d'heures : 124h Modalité : Présentiel 100% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|--|------|-------------|----------------|--|--|--|-----|---|---|-----|---|---|-----|--|---|-----|---|---|--|--|--|-----|---|---|-----|--|---|--|--|--|
| Cette UE est constituée de 4 éléments constitutifs : ECUE1 Cybersécurité, ECUE2 Actionneurs, ECUE3 Réseaux locaux industriels 1 : Principes, ECUE4 Capteurs et chaîne d'acquisition. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ECUE 1 : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cybersécurité (Coef : 2) – 28h (Cours, TD, TP) - 10h (Estimation temps de travail personnel) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Cette ECUE vous permettra de comprendre que la sécurité des SI devient de plus en plus importante aussi bien dans un cadre privé que professionnel. Cette introduction à la sécurité des SI, vous présentera les risques et les menaces portant atteinte à la sécurité du système d'information</p> <p><u>Objectifs :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprendre les risques et les menaces qui peuvent atteindre le SI • Les conséquences possibles d'une attaque informatique • Identifier les mesures de protection de l'information • Apprendre les actions nécessaires à la sécurisation de son poste de travail • Favoriser la conduite de la politique de sécurité SI de l'entreprise <p><u>Contenu :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Les menaces et les risques • La sécurité des SI et poste de travail • Le processus d'authentification • Le cadre juridique et les bons réflexes à avoir <p><u>Compétences visées :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Cybersécurité niveau 1 <p><u>Modalités d'évaluation :</u></p> <p>Cette UE évalue la progression pédagogique de l'élève tout au long de la formation au moyen de QCM, mises en situation, travaux pratiques...</p> <p>L'élève complète également un test de positionnement en amont et en aval.</p> <p><u>Sources documentaires :</u></p> <p>O'Reilly: Introduction à la cybersécurité</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Compétences mobilisées du référentiel de compétences</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Code</th> <th>Compétences</th> <th>Niveau attendu</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">CI1 - Automatiser les processus industriels</td><td></td></tr> <tr> <td>1.1</td><td>Analyser et améliorer les processus de production de l'entreprise</td><td>A</td></tr> <tr> <td>1.2</td><td>Élaborer une architecture fonctionnelle d'un système automatisé de production et définir les types d'interconnexions entre les sous-systèmes unitaires de production.</td><td>A</td></tr> <tr> <td>1.3</td><td>Concevoir et implémenter le système de commande d'un système automatisé.</td><td>A</td></tr> <tr> <td>1.6</td><td>Intégrer un système automatisé dans le réseau de communication.</td><td>A</td></tr> <tr> <td colspan="2">CI4 - Concevoir et réaliser un système robotisé</td><td></td></tr> <tr> <td>4.1</td><td>Concevoir un dispositif de contrôle de la dynamique d'un robot.</td><td>A</td></tr> <tr> <td>4.2</td><td>Encadrer et coordonner la programmation d'une chaîne logicielle de pilotage temps réel d'un robot.</td><td>A</td></tr> <tr> <td colspan="3">CI5 - Gérer un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de</td></tr> </tbody> </table> | | | Code | Compétences | Niveau attendu | CI1 - Automatiser les processus industriels | | | 1.1 | Analyser et améliorer les processus de production de l'entreprise | A | 1.2 | Élaborer une architecture fonctionnelle d'un système automatisé de production et définir les types d'interconnexions entre les sous-systèmes unitaires de production. | A | 1.3 | Concevoir et implémenter le système de commande d'un système automatisé. | A | 1.6 | Intégrer un système automatisé dans le réseau de communication. | A | CI4 - Concevoir et réaliser un système robotisé | | | 4.1 | Concevoir un dispositif de contrôle de la dynamique d'un robot. | A | 4.2 | Encadrer et coordonner la programmation d'une chaîne logicielle de pilotage temps réel d'un robot. | A | CI5 - Gérer un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de | | |
| Code | Compétences | Niveau attendu | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CI1 - Automatiser les processus industriels | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1 | Analyser et améliorer les processus de production de l'entreprise | A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.2 | Élaborer une architecture fonctionnelle d'un système automatisé de production et définir les types d'interconnexions entre les sous-systèmes unitaires de production. | A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.3 | Concevoir et implémenter le système de commande d'un système automatisé. | A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.6 | Intégrer un système automatisé dans le réseau de communication. | A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CI4 - Concevoir et réaliser un système robotisé | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.1 | Concevoir un dispositif de contrôle de la dynamique d'un robot. | A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.2 | Encadrer et coordonner la programmation d'une chaîne logicielle de pilotage temps réel d'un robot. | A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CI5 - Gérer un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| contrôle commande multipartenaire | | |
|-----------------------------------|---|---|
| 5.1 | Identifier et analyser les besoins des clients. | A |
| 5.2 | Rédiger des spécifications. | A |

Codification des niveaux attendus :

- **A - Connaissances** (*l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer*)
- **B – Application et Maîtrise** (*l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil*)
- **C - Maîtrise avancée** (*l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts*)

ECUE 2 :

Actionneurs (Coef : 2) – 28h (Cours, TD, TP) - 10h (Estimation temps de travail personnel)

Objectifs :

Présentation de différentes familles d'actionneurs et d'autres dispositifs qui composent une chaîne de motorisation typique d'un système mécatronique.

Contenu :

- Présentation des différents types d'actionneurs, en fonction de leur énergie primaire (pneumatique, hydraulique, électrique) et du mouvement réalisé (linéaire ou rotatif).
- Présentation des différents éléments de la chaîne de conversion mécanique (entraînement, capteurs, conversion d'énergie)
- Choix et dimensionnement des actionneurs, à partir des données de loi de commande, d'efforts à développer, de vitesse, de temps d'action et d'inertie.

Compétences visées :

- Connaître les différentes technologies d'actionneurs (pneumatiques, hydrauliques et électriques) avec les paramètres importants pour le choix et les capteurs associés.
 - Être capable d'établir le cahier des charges d'une chaîne de conversion mécanique
 - Être capable de choisir les actionneurs et les autres éléments de la chaîne pour une application donnée.
 - Être capable d'extraire les paramètres importants d'une documentation technique de moteur électrique

Modalités d'évaluation :

Examen final, Projet

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

| Code | Compétences | Niveau attendu |
|--|--|----------------|
| CI1 - Automatiser les processus industriels | | |
| 1.3 | Concevoir et implémenter le système de commande d'un système automatisé. | C |
| 1.7 | Coordonner et planifier l'activité de ses collaborateurs dans les différentes étapes d'automatisation des processus industriels. | B |
| CI3 -Concevoir et réaliser un système de régulation | | |
| 3.5 | Coordonner les expertises nécessaires pour la réalisation d'un modèle. | C |
| CI4 - Concevoir et réaliser un système robotisé | | |
| 4.1 | Concevoir un dispositif de contrôle de la dynamique d'un robot. | B |
| CI5 - Gérer un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande multipartenaire | | |
| 5.1 | Identifier et analyser les besoins des clients. | B |
| 5.4 | Identifier des fournisseurs de composants. | B |
| 5.5 | Négocier avec ses partenaires : le client, le donneur d'ordre et les fournisseurs. | B |

Codification des niveaux attendus :

- **A - Connaissances** (*l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer*)
- **B – Application et Maîtrise** (*l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil*)

C - Maîtrise avancée (*l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts*).

ECUE 3 :

Réseaux locaux industriels 1 : Principes (Coef : 2) – 28h (Cours, TD) - 10h (Estimation temps de travail personnel)

Objectifs :

Être capable de choisir le réseau adapté à une application

Contenu :

Introduction aux Réseaux Industriels / Concepts de Base.

Description d'une liaison / Transmission d'informations : Types / Techniques / Moyens Physique.

Transmission d'un signal Numérique

Transmissions Asynchrones / Synchrones

Architecture des Réseaux :

- Normalisation
- Liaisons de données
- Eléments d'un réseau
- Réseaux à commutation
- Supports physiques d'interconnexion

Les Réseaux Locaux :

- Nature des informations
- Catégories de réseaux locaux
- Topologies
- Normalisation

Architecture du Réseau Ethernet / VLAN Ethernet

Architecture sans fil (Wifi + Bluetooth)

Le Bus CAN :

- Protocole et particularités
- Les composants du CAN

Interconnexion de Réseaux

Protocole TCP/IP ; Routage ; Commutation

Réseaux opérateurs

Compétences visées :

1-Connaitre l'ensemble des réseaux informatiques et de terrain rencontré dans l'industrie

2- Être capable d'acquérir la notion de réseaux informatiques et de l'ensemble des topologies

Modalités d'évaluation :

Exercices notés, comptes-rendus de TP, examen final

Sources documentaires :

D. PARET, « Le bus CAN : Applications », DUNOD, 2015.

S.LOHIER et D.PRESENT, « Transmissions et réseaux », DUNOD, 2018.

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

| Code | Compétences | Niveau attendu |
|--|--|----------------|
| Cl1 - Automatiser les processus industriels | | |
| 1.2 | Élaborer une architecture fonctionnelle d'un système automatisé de | B |

| | | |
|---|--|----------|
| | production et définir les types d'interconnexions entre les sous-systèmes unitaires de production. | |
| 1.3 | Concevoir et implémenter le système de commande d'un système automatisé. | B |
| 1.4 | Concevoir un plan de validation d'un système automatisé de production et assurer sa mise en œuvre par les techniciens essai avant de le mettre en service. | B |
| 1.5 | Réaliser une interface homme- machines, la tester et la faire valider auprès des utilisateurs. | B |
| 1.6 | Intégrer un système automatisé dans le réseau de communication. | B |
| CI4 - Concevoir et réaliser un système robotisé | | |
| 4.1 | Concevoir un dispositif de contrôle de la dynamique d'un robot. | B |
| 4.2 | Encadrer et coordonner la programmation d'une chaîne logicielle de pilotage temps réel d'un robot. | B |
| CI5 - Gérer un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande multipartenaire | | |
| 5.1 | Identifier et analyser les besoins des clients. | B |
| <i>Codification des niveaux attendus :</i> <ul style="list-style-type: none"> • A - Connaissances (<i>l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer</i>) • B – Application et Maîtrise (<i>l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil</i>) • C - Maîtrise avancée (<i>l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts</i>) | | |

ECUE 4 :

Capteur et chaîne d'acquisition (Coef : 3) – 40h (Cours, TD, TP) - 20h(Estimation temps de travail personnel)

Objectifs :

Appréhender l'ensemble des éléments qui composent une chaîne d'acquisition de signaux depuis les signaux issus de capteurs jusqu'aux échantillons numérisés. Les problèmes de bruit, bande pas-sante, dynamique sont également abordés ainsi que l'échantillonnage et la quantification.

Être capable de présenter les principes fondamentaux des principaux capteurs industriels et leur utilisation ainsi que pouvoir choisir et assembler les éléments d'une chaîne de mesure.

Contenu :

ELECTRONIQUE - TRAITEMENT DU SIGNAL

Composants de base de l'électronique

- Eléments de physique des composants
- La jonction PN
- Diode Principe de fonctionnement des Transistors Bipolaire, TEC et MOSFET

L'amplificateur Opérationnel

- Présentation des caractéristiques principales A.O.P réel et A.O.P « parfait »
- Fonctionnement en régime non linéaire
- Fonctionnement en régime linéaire :
- Présentation des principaux circuits à A.O.P

Filtrage analogique

Fonction de transfert, convolution, stabilité.

Principales familles de filtres : Filtres actifs et Filtres passifs.

Conversion analogique – numérique, échantillonnage et quantification

Théorème de Shannon, filtrage anti-repliement et reconstruction de signaux. Bruit de quantification,

Principes, techniques et caractéristiques des convertisseurs analogiques numériques

Capteurs

- Propriétés générales des capteurs : Étalonnage. Sensibilité. Temps de réponse. Bande passante. Conditionnement du signal.
- Rappels d'électronique et de physique.
- Capteurs optiques : Puissance lumineuse.
- Sources thermiques. DéTECTEURS thermiques, photo conductifs et photovoltaïques. Photographie. Caméras à balayage et CCD.
- Capteurs thermiques : Mesure de température. Conduction, convection, rayonnement.
- Capteurs mécaniques : Déformations et contraintes. Sismomètres, vélocimètres et Capteurs magnétiques et capacitifs. Effet piézo-électrique.
- Capteurs de pression et capteurs acoustiques.

Compétences visées :

Être capable de décomposer un système électronique en fonction de base pour l'étudier.

Être à même de choisir les fonctions électroniques et les composants associés (en tenant compte de leurs spécificités) en vue d'une application industrielle.

Acquérir les connaissances nécessaires au choix des capteurs en réponse à un cahier des charges

Modalités d'évaluation :

Exercices notés, comptes-rendus de TP, examen final

Sources documentaires :

L . Tran Tien, Circuits fondamentaux de l'électronique analogique, Lavoisier Tec\$Doc, 2000

G. Asch Les capteurs en instrumentation industrielle

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

| Code | Compétences | Niveau attendu |
|--|--|----------------|
| CI1 - Automatiser les processus industriels | | |
| 1.1 | Analyser et améliorer les processus de production de l'entreprise | A |
| CI3 -Concevoir et réaliser un système de régulation | | |
| 3.1 | Modéliser et identifier la dynamique d'un système. | A |
| 3.2 | Définir un comportement dynamique optimal. | A |
| 3.3 | Synthétiser une loi de commande répondant au cahier des charges. | A |
| 3.5 | Coordonner les expertises nécessaires pour la réalisation d'un modèle. | A |
| CI4 - Concevoir et réaliser un système robotisé | | |
| 4.1 | Concevoir un dispositif de contrôle de la dynamique d'un robot. | A |
| 4.3 | Encadrer la programmation d'un simulateur de robot. | A |
| CI5 - Gérer un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande multipartenaire | | |
| 5.1 | Identifier et analyser les besoins des clients. | A |
| 5.2 | Rédiger des spécifications. | A |
| 5.4 | Identifier des fournisseurs de composants. | B |
| 5.5 | Négocier avec ses partenaires : le client, le donneur d'ordre et les fournisseurs. | B |

Codification des niveaux attendus :

- **A - Connaissances** (*l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer*)
- **B – Application et Maîtrise** (*l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil*)
- **C - Maîtrise avancée** (*l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts*)

| Positionnement : S6 | UE : Automatique et Robotique S6 | ECTS : 5 Nombre d'heures : 64h Modalité : Présentiel 100% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|---|--|--|----------------|------|-------------|--|--|----------|-----|--|--|--|----------|-----|---|-----|--|-----|---|----------|
| Cette UE est constituée de 2 éléments constitutifs : ECUE1 Automatique 3 : Automatismes industriels, ECUE2 Robotique 2 : Comportements cinématique et dynamique des robots. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ECUE 1 : Automatique 3 : Automatismes Industriels (Coef : 3) – 36h (Cours, TD, TP) – 26 h (Estimation temps de travail personnel) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <u>Objectifs :</u> Savoir programmer des APIs et piloter une ligne de production automatisées. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <u>Contenu :</u> <ul style="list-style-type: none"> - Projet sur la ligne de production automatisée 4.0 FESTO - Création du jumeau numérique de la ligne (logiciel CIROS) - Automatiser la ligne (logiciel TIA PORTAL) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <u>Modalité d'évaluation :</u> Projet | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Compétences mobilisées du référentiel de compétences</th> <th rowspan="2">Niveau attendu</th> </tr> <tr> <th>Code</th> <th>Compétences</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">CI3 -Concevoir et réaliser un système de régulation</td><td rowspan="2">A</td></tr> <tr> <td>3.3</td><td>Synthétiser une loi de commande répondant au cahier des charges.</td></tr> <tr> <td colspan="2">CI4 - Concevoir et réaliser un système robotisé</td><td rowspan="3">B</td></tr> <tr> <td>4.1</td><td>Concevoir un dispositif de contrôle de la dynamique d'un robot.</td></tr> <tr> <td>4.2</td><td>Encadrer et coordonner la programmation d'une chaîne logicielle de pilotage temps réel d'un robot.</td></tr> <tr> <td>4.3</td><td>Encadrer la programmation d'un simulateur de robot.</td><td>B</td></tr> </tbody> </table> | | | Compétences mobilisées du référentiel de compétences | | Niveau attendu | Code | Compétences | CI3 -Concevoir et réaliser un système de régulation | | A | 3.3 | Synthétiser une loi de commande répondant au cahier des charges. | CI4 - Concevoir et réaliser un système robotisé | | B | 4.1 | Concevoir un dispositif de contrôle de la dynamique d'un robot. | 4.2 | Encadrer et coordonner la programmation d'une chaîne logicielle de pilotage temps réel d'un robot. | 4.3 | Encadrer la programmation d'un simulateur de robot. | B |
| Compétences mobilisées du référentiel de compétences | | Niveau attendu | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Code | Compétences | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CI3 -Concevoir et réaliser un système de régulation | | A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.3 | Synthétiser une loi de commande répondant au cahier des charges. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CI4 - Concevoir et réaliser un système robotisé | | B | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.1 | Concevoir un dispositif de contrôle de la dynamique d'un robot. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.2 | Encadrer et coordonner la programmation d'une chaîne logicielle de pilotage temps réel d'un robot. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.3 | Encadrer la programmation d'un simulateur de robot. | B | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | |
|--|--|----------|--|
| 4.4 | Générer une trajectoire de référence et encadrer sa vérification par les techniciens essais. | B | |
| CI5 - Gérer un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande multipartenaire | | | |
| 5.1 | Identifier et analyser les besoins des clients. | A | |

Codification des niveaux attendus :

- **A - Connaissances** (*l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer*)
- **B – Application et Maîtrise** (*l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil*)
- **C - Maîtrise avancée** (*l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts*)

ECUE 2 :

Robotique 2 : Comportements cinématique et dynamique des robots (Coef : 2) – 28h (Cours, TD, TP) - 10h(Estimation temps de travail personnel)

Objectifs :

Les notions de la robotique générale doivent être maîtrisées. L'objectif est d'étudier les outils de modélisation cinématique et dynamique d'un robot industriel. Des études de cas permettront d'appréhender les comportements dynamiques des robots et les énergies mises en jeu dans un contexte industriel.

Contenu :

- Cinématique, dynamique, énergétique
- Validation fonctionnelle des préhenseurs
- Simulation du comportement dynamique
- Impact sur les structures porteuses
- Interactions entre dynamique, asservissement et énergie

Modalités d'évaluation : Examen final.

| Compétences mobilisées du référentiel de compétences | | Niveau attendu |
|--|--|-----------------------|
| Code | Compétences | |
| CI3 -Concevoir et réaliser un système de régulation | | |
| 3.1 | Modéliser et identifier la dynamique d'un système. | B |
| 3.2 | Définir un comportement dynamique optimal. | B |
| 3.3 | Synthétiser une loi de commande répondant au cahier des charges. | B |
| 3.4 | Simuler un système régulé par une loi de commande. | B |
| 3.5 | Coordonner les expertises nécessaires pour la réalisation d'un modèle. | C |
| CI4 - Concevoir et réaliser un système robotisé | | |
| 4.1 | Concevoir un dispositif de contrôle de la dynamique d'un robot. | C |
| 4.2 | Encadrer et coordonner la programmation d'une chaîne logicielle de pilotage temps réel d'un robot. | C |
| 4.3 | Encadrer la programmation d'un simulateur de robot. | C |
| 4.4 | Générer une trajectoire de référence et encadrer sa vérification par les techniciens essais. | C |
| CI5 - Gérer un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande multipartenaire | | |
| 5.1 | Identifier et analyser les besoins des clients. | B |

Codification des niveaux attendus :

- **A - Connaissances** (*l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer*)

- **B – Application et Maîtrise** (*l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil*)
- **C - Maîtrise avancée** (*l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts*)

| Positionnement : S7 | UE : SCIENCES HUMAINES ECONOMIQUES JURIDIQUES ET SOCIALES S7 | ECTS : 5 Nombre d'heures : 120h Modalité : Présentiel 100% |
|---|--|--|
| Cette UE est constituée d'un élément constitutif : ECUE1 Compétences linguistiques et interculturelles. | | |
| ECUE 1 : Compétences linguistiques et interculturelles. (Coef : 5) – 120h (Cours, TD) – 28h (Estimation temps de travail personnel) | | |
| Objectifs : Intensifier les entraînements de TOEIC tout en travaillant la grammaire et la compréhension/expression orale en parallèle. | | |
| Contenu : Entraînement du TOEIC avec focus sur la grammaire et les interrogations. Exercices de compréhension écrite approfondis (type TOEIC + autre). Exercices de compréhension orale (type TOEIC + autre). Exercices d'expression orale. | | |
| Compétences visées : S'entraîner pour le TOEIC et développer des techniques de réussite ; et approfondir les connaissances de la langue en visant la mobilité individuelle de 9 semaines. Pouvoir s'exprimer librement et comprendre divers accents des locuteurs d'anglais (et non seulement les accents anglophones). | | |
| Modalités d'évaluation : Plusieurs contrôles continus de grammaire. Examen final : TOEIC officiel. Score visé : 785. | | |
| Sources documentaires : Walker, E. & Elsworth, S. <i>Grammar practice for elementary students</i> . Longman, 2000 Alexander, L.G. <i>Grammar practice for intermediate students</i> . Longman, 1998 Ressources diverses sur Internet : British Council, TED, BBC, etc. | | |
| Compétences mobilisées du référentiel de compétences | | |
| Code | Compétences | Niveau attendu |
| CI1 - Automatiser les processus industriels | | |
| 1.7 | Coordonner et planifier l'activité de ses collaborateurs dans les différentes étapes d'automatisation des processus industriels. | B |
| CI5 - Gérer un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande multipartenaire | | |
| 5.1 | Identifier et analyser les besoins des clients. | B |
| 5.2 | Rédiger des spécifications. | B |
| 5.3 | Monter et suivre l'avancement d'un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande. | B |
| 5.4 | Identifier des fournisseurs de composants. | B |
| 5.5 | Négocier avec ses partenaires : le client, le donneur d'ordre et les | B |

| | | |
|-----|---|----------|
| | fournisseurs. | |
| 5.6 | Former les utilisateurs à l'utilisation d'un système. | B |
| 5.7 | Superviser une équipe et communiquer. | B |
| 5.8 | Obtenir et maintenir les compétences. | B |
| 5.9 | Appliquer et faire appliquer les règles d'hygiène et de sécurité. | B |

Codification des niveaux attendus :

- **A - Connaissances** (*l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer*)
- **B – Application et Maîtrise** (*l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil*)

C - Maîtrise avancée (*l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts*)

| Positionnement : S7 | UE : TECHNIQUES DE L'INGENIEUR S7 | ECTS : 8 Nombre d'heures : 116h Modalité : Présentiel 100% |
|---|--|--|
| L'UE Sciences de l'ingénieur est constituée de 4 éléments constitutifs : ECUE1 Industrie du futur 1 : Objets connectés et IIOT, ECUE2 Réseaux locaux industriels 2 : Mise en œuvre, ECUE3 Intelligence artificielle 1 : machine learning et gestion des données, ECUE4 Recherche opérationnelle et aide à la décision. | | |
| ECUE 1 : Industrie du futur 1 : Objets connectés et IIOT (Coef : 2) – 28h (Cours, TD) – 10h (Estimation temps de travail personnel) | | |
| <u>Objectifs :</u> Cette activité vise simplement une initiation à l'IoT (Internet of Things). L'objectif est d'apprendre par la pratique à fabriquer un objet connecté, avec les outils disponibles à l'INNOLAB de Mécavénir. | | |
| <u>Contenu :</u> L'ensemble de cet enseignement se déroule en mode travaux pratiques qui seront réalisés à l'INNOLAB de Mécavénir. Il s'agit de mettre en œuvre un objet connecté, à l'aide des technologies Arduino et Raspberry. Chaque groupe de 2 apprenants suit ces 3 étapes classiques <ul style="list-style-type: none"> • Prise en main du sujet, des technologies à utiliser. • Conception de l'objet connecté (cartes, capteur, réseau, structure des données...) • Réalisation, mise en fonctionnement et test. | | |
| <u>Modalités d'évaluation :</u> TP, Projet | | |
| Compétences mobilisées du référentiel de compétences | | |
| Code | Compétences | Niveau attendu |
| CI1 - Automatiser les processus industriels | | |
| 1.1 | Analyser et améliorer les processus de production de l'entreprise | C |
| 1.3 | Concevoir et implémenter le système de commande d'un système automatisé. | B |
| 1.5 | Réaliser une interface homme- machines, la tester et la faire valider auprès des utilisateurs. | C |
| 1.6 | Intégrer un système automatisé dans le réseau de communication. | B |
| CI4 - Concevoir et réaliser un système robotisé | | |
| 4.1 | Concevoir un dispositif de contrôle de la dynamique d'un robot. | C |
| 4.2 | Encadrer et coordonner la programmation d'une chaîne logicielle de pilotage temps réel d'un robot. | C |
| 4.3 | Encadrer la programmation d'un simulateur de robot. | C |
| 4.4 | Générer une trajectoire de référence et encadrer sa vérification par les techniciens essais. | C |
| 4.5 | Réaliser une interface homme-machines, la tester et la faire valider par des utilisateurs. | C |
| 4.6 | Mettre en place un environnement sécurisé autour d'un robot. | C |
| CI5 - Gérer un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande multipartenaire | | |

| | | |
|-----|--|---|
| 5.1 | Identifier et analyser les besoins des clients. | C |
| 5.4 | Identifier des fournisseurs de composants. | B |
| 5.5 | Négocier avec ses partenaires : le client, le donneur d'ordre et les fournisseurs. | B |

Codification des niveaux attendus :

- **A - Connaissances** (*l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer*)
- **B – Application et Maîtrise** (*l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil*)
- **C - Maîtrise avancée** (*l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts*)

ECUE 2 :

Réseaux locaux industriels 2 : Mise en œuvre (Coef : 2) – 28h (Cours, TD) - 10h (Estimation temps de travail personnel)

Objectifs :

Être capable de connaître les différentes fonctionnalités des réseaux Ethernet et les différentes interconnectivité des applications et des équipements

Contenu :

Réseau Ethernet - TCP/IP

- Les standards Ethernet, cuivre, fibre, hubs, switches.
- Routeur/passerelle, ponts, firewall.
- Les principales fonctionnalités (DNS, DHCP, HTTP, FTP).
- L'offre industrielle : vers un standard ?

Inter connectivité des applications et des équipements : OPC

- OPC DA, OPC UA : principe et exemples de mise en œuvre

Compétences visées :

- Gestion d'Entrées/Sorties : bus de terrain Asi, Profibus DP, IOScanning et DTM, Profinet-IO, CANOpen.
- Communication inter-automates : Modbus, DP, Ethernet.
- Communication automate/supervision : Ethernet, Modbus, OPC.

Modalités d'évaluation :

Exercices notés, comptes-rendus de TP, examen final

Sources documentaires :

D. PARET, « Le bus CAN : Applications », DUNOD, 2015.

S.LOHIER et D.PRESENT, « Transmissions et réseaux », DUNOD, 2018.

| Compétences mobilisées du référentiel de compétences | | Niveau attendu |
|--|---|----------------|
| Code | Compétences | |
| Cl1 - Automatiser les processus industriels | | |
| 1.2 | Élaborer une architecture fonctionnelle d'un système automatisé de production et définir les types d'interconnexions entre les sous-systèmes unitaires de production. | B |
| 1.3 | Concevoir et implémenter le système de commande d'un système automatisé. | B |
| 1.4 | Concevoir un plan de validation d'un système automatisé de | C |

| | | |
|--|--|----------|
| | production et assurer sa mise en œuvre par les techniciens essai avant de le mettre en service. | |
| 1.5 | Réaliser une interface homme- machines, la tester et la faire valider auprès des utilisateurs. | C |
| 1.6 | Intégrer un système automatisé dans le réseau de communication. | C |
| CI4 - Concevoir et réaliser un système robotisé | | |
| 4.1 | Concevoir un dispositif de contrôle de la dynamique d'un robot. | B |
| 4.2 | Encadrer et coordonner la programmation d'une chaîne logicielle de pilotage temps réel d'un robot. | B |
| CI5 - Gérer un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande multipartenaire | | |
| 5.1 | Identifier et analyser les besoins des clients. | C |

Codification des niveaux attendus :

- **A - Connaissances** (*l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer*)
- **B – Application et Maîtrise** (*l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil*)
- **C - Maîtrise avancée** (*l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts*)

ECUE 3 :

Intelligence artificielle 1 : machine Learning et gestion des données (Coef : 2) – 32h (Cours, TD, TP) -10h (Estimation temps de travail personnel)

Objectifs :

Être capable d'analyser, modéliser et traiter des données complexes.

Contenu :

- Algorithmique avancée
- Introduction au Machine Learning
- Frameworks Machine Learning

BASE DE DONNÉES

- Conception de bases de données relationnelles
- NoSQL et Big Data

ENVIRONNEMENTS BIG DATA

- Panorama du Big Data
- Écosystème Hadoop
- Linux administration avancée
-

Modalités d'évaluation :

Examen final, TP.

| Compétences mobilisées du référentiel de compétences | | |
|---|---|----------------|
| Code | Compétences | Niveau attendu |
| CI1 - Automatiser les processus industriels | | |
| 1.1 | Analyser et améliorer les processus de production de l'entreprise | B |
| 1.2 | Élaborer une architecture fonctionnelle d'un système automatisé de production et définir les types d'interconnexions entre les sous-systèmes unitaires de production. | B |
| 1.5 | Réaliser une interface homme- machines, la tester et la faire valider auprès des utilisateurs. | B |
| CI3 -Concevoir et réaliser un système de régulation | | |
| 3.1 | Modéliser et identifier la dynamique d'un système. | B |
| 3.2 | Définir un comportement dynamique optimal. | B |
| 3.3 | Synthétiser une loi de commande répondant au cahier des charges. | B |
| CI4 - Concevoir et réaliser un système robotisé | | |
| 4.1 | Générer une trajectoire de référence et encadrer sa vérification par les techniciens essais. | B |
| 4.4 | Générer une trajectoire de référence et encadrer sa vérification par les techniciens essais. | C |
| CI5 - Gérer un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande multipartenaire | | |
| 5.1 | Identifier et analyser les besoins des clients. | B |
| <i>Codification des niveaux attendus :</i> | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • A - Connaissances (<i>l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer</i>) • B – Application et Maîtrise (<i>l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil</i>) • C - Maîtrise avancée (<i>l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts</i>) | | |
| ECUE 4 : | | |
| Recherche opérationnelle et aide à la décision (Coef : 2) – 28h (Cours, TD, TP) – 10 h (Estimation temps de travail personnel) | | |
| Objectifs : | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Savoir identifier et modéliser un problème de recherche opérationnelle. • Être capable de proposer un algorithme de résolution. | | |
| Contenu : | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Problèmes à données massives • Plus courts chemins et programmation dynamique • Programmation linéaire : algorithme du simplexe • Programmation linéaire : dualité • Flots et coupes • Graphes bipartis (affectation, transport, mariages stables) • Branch-and-bound, heuristiques et métahéuristiques • Ordonnancement | | |
| Modalités d'évaluation : | | |
| Contrôle continu. Examen final, TP. | | |
| Compétences mobilisées du référentiel de compétences | | |

| Code | Compétences | Niveau attendu |
|---|--|----------------|
| CI1 - Automatiser les processus industriels | | |
| 1.1 | Analyser et améliorer les processus de production de l'entreprise | C |
| 1.7 | Coordonner et planifier l'activité de ses collaborateurs dans les différentes étapes d'automatisation des processus industriels. | B |
| CI3 - Concevoir et réaliser un système de régulation | | |
| 3.1 | Modéliser et identifier la dynamique d'un système. | B |
| 3.2 | Définir un comportement dynamique optimal. | C |
| 3.3 | Synthétiser une loi de commande répondant au cahier des charges. | B |
| CI4 - Concevoir et réaliser un système robotisé | | |
| 4.1 | Générer une trajectoire de référence et encadrer sa vérification par les techniciens essais. | B |
| 4.4 | Générer une trajectoire de référence et encadrer sa vérification par les techniciens essais. | C |
| CI5 - Gérer un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande multipartenaire | | |
| 5.1 | Identifier et analyser les besoins des clients. | B |
| 5.3 | Monter et suivre l'avancement d'un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande. | C |
| 5.7 | Superviser une équipe et communiquer. | B |
| <i>Codification des niveaux attendus :</i> <ul style="list-style-type: none"> • A - Connaissances (<i>l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer</i>) • B – Application et Maîtrise (<i>l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil</i>) • C - Maîtrise avancée (<i>l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts</i>) | | |

| Positionnement : S7 | UE : Automatique et Robotique S7 | ECTS : 9 Nombre d'heures : 116h Modalité : Présentiel 100% |
|---|---|--|
| Cette UE est constituée de 3 éléments constitutifs : ECUE1 Automatique 4 : Commande temps réel / Prototypage rapide, ECUE2 Automatique 5 : Systèmes asservis linéaires et représentation d'état, ECUE3 Robotique 3 : Projet robotique | | |
| ECUE 1 : Automatique 4 : Commande temps réel / Prototypage rapide (Coef : 2) – 28h (Cours, TD, TP) – 10 h (Estimation temps de travail personnel) | | |
| <u>Objectifs :</u> Cette activité vise simplement une réalisation d'un prototypage rapide d'un circuit de commande. Le prototype serait le premier exemplaire destiné à être expérimenté en vue d'une construction en série. | | |
| <u>Contenu :</u> | | |
| <ul style="list-style-type: none"> Conception de modèles de contrôleur directement avec TargetLink dSPACE aborder le langage C Conception logicielle avec le Data Dictionary de TargetLink ControlDesk LabVIEW | | |
| <u>Modalité de l'évaluation :</u> | | |
| <ul style="list-style-type: none"> TP/Projet | | |
| Compétences mobilisées du référentiel de compétences | | |
| Code | Compétences | Niveau attendu |
| CI1 - Automatiser les processus industriels | | |
| 1.2 | Élaborer une architecture fonctionnelle d'un système automatisé de production et définir les types d'interconnexions entre les sous-systèmes unitaires de production. | C |
| 1.3 | Concevoir et implémenter le système de commande d'un système automatisé. | C |
| 1.5 | Réaliser une interface homme- machines, la tester et la faire valider auprès des utilisateurs. | B |
| 1.6 | Intégrer un système automatisé dans le réseau de communication. | C |
| CI4 - Concevoir et réaliser un système robotisé | | |
| 4.1 | Concevoir un dispositif de contrôle de la dynamique d'un robot. | B |
| 4.2 | Encadrer et coordonner la programmation d'une chaîne logicielle de pilotage temps réel d'un robot. | C |
| 4.5 | Réaliser une interface homme-machines, la tester et la faire valider par des utilisateurs. | B |
| CI5 - Gérer un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande multipartenaire | | |
| 5.1 | Identifier et analyser les besoins des clients. | B |
| <i>Codification des niveaux attendus :</i> | | |
| <ul style="list-style-type: none"> A - Connaissances (l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer) B – Application et Maîtrise (l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil) C - Maîtrise avancée (l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts) | | |

ECUE 2 :**Automatique 5 : Systèmes asservis linéaires et représentation d'état (Coef : 3) – 40h (Cours, TD, TP) - 20h (Estimation temps de travail personnel)****Objectifs :**

A l'issue de cet ECUE, l'apprenti ingénieur devra être capable d'utiliser et de concevoir un régulateur à base de retour d'état ou de sortie pour la commande de systèmes multi-variables à temps continu. Il devra être capable d'appliquer les fonctions principales d'un logiciel de CAO pour l'automatique en exercices dirigés (Matlab ou Scilab). Il appliquera ces outils pour la simulation et la commande de systèmes mécaniques, électriques ou hydrauliques.

Contenu :

- Rappels sur l'algèbre linéaire
- Introduction à la représentation d'état
- Modélisation d'un système par une représentation d'état.
- Pôles et zéros d'un système d'état.
- Propriétés structurelles : commandabilité, observabilité et stabilité.
- Commande par placement de pôles.
- Placement de pôles par retour d'état.
- Commande à retour d'état et observateur.
- Travaux pratiques : Synthèse de lois de commande pour des systèmes physiques et simulation Matlab/Scilab.

Compétences visées :

- Utiliser des méthodes de l'ingénieur (identification, modélisation), des outils numériques et des logiciels informatiques pour identifier et analyser les besoins d'un client en termes de conception de systèmes dynamiques autonomes.
- Modéliser et identifier la dynamique d'un système, définir un comportement dynamique optimal, synthétiser une loi de commande à base de représentation d'état, simuler un système régulé par une loi de commande ou un robot, contrôler la dynamique d'un robot et générer une trajectoire de référence, par exemple.

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu, exercices notés, évaluations en simulation sur Matlab, examen final.

Sources documentaires :

- L. Jaulin, Représentation d'état pour la modélisation et la commande des systèmes, Hermès. 2005
- H. Bourlès, Systèmes linéaires - De la modélisation à la commande, Hermès Science, 2006

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

| Code | Compétences | Niveau attendu |
|--|--|----------------|
| CI3 -Concevoir et réaliser un système de régulation | | |
| 3.1 | Modéliser et identifier la dynamique d'un système. | B |
| 3.3 | Synthétiser une loi de commande répondant au cahier des charges. | B |
| 3.4 | Simuler un système régulé par une loi de commande. | C |
| 3.5 | Coordonner les expertises nécessaires pour la réalisation d'un modèle. | B |
| CI4 - Concevoir et réaliser un système robotisé | | |
| 4.1 | Générer une trajectoire de référence et encadrer sa vérification par les techniciens essais. | B |

Codification des niveaux attendus :

- **A - Connaissances** (*l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer*)
- **B – Application et Maîtrise** (*l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil*)
- **C - Maîtrise avancée** (*l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts*)

ECUE 3 :

Robotique 3 : Projet robotique (Coef : 4) – 48h (Cours, TD) - 36h (Estimation temps de travail personnel)

Objectifs :

Dans le cadre de cette UE, l'apprenti devra acquérir des notions solides sur la mise en place de solutions de robotique industrielle robotisés type FANUC. A l'issue de cette UE, l'apprenti ingénieur devra maîtriser un langage de programmation pour un robot industriel FANUC et ROBOGUIDE.

Contenu :

Mise en place d'une ligne de production FANUC et choix des solutions dans le cadre d'un projet de grande envergure.

Compétences visées :

Être capable de mettre en œuvre ses connaissances et compétences en robotique autour d'un projet concret.

Modalités d'évaluation :

Simulations sur ordinateur et travaux pratiques avec un robot industriel FANUC

Sources documentaires :

Documents, guides et notices du constructeur.

| Compétences mobilisées du référentiel de compétences | | |
|--|---|-----------------------|
| Code | Compétences | Niveau attendu |
| CI1 - Automatiser les processus industriels | | |
| 1.5 | Réaliser une interface homme- machines, la tester et la faire valider auprès des utilisateurs. | C |
| CI4 - Concevoir et réaliser un système robotisé | | |
| 4.1 | Concevoir un dispositif de contrôle de la dynamique d'un robot. | C |
| 4.2 | Encadrer et coordonner la programmation d'une chaîne logicielle de pilotage temps réel d'un robot | C |
| 4.3 | Encadrer la programmation d'un simulateur de robot. | C |
| 4.4 | Générer une trajectoire de référence et encadrer sa vérification par les techniciens essais. | C |
| 4.5 | Réaliser une interface homme-machines, la tester et la faire valider par des utilisateurs. | C |
| 4.6 | Mettre en place un environnement sécurisé autour d'un robot. | C |
| CI5 - Gérer un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande multipartenaire | | |
| 5.1 | Identifier et analyser les besoins des clients. | C |
| 5.4 | Identifier des fournisseurs de composants. | B |
| 5.5 | Négocier avec ses partenaires : le client, le donneur d'ordre et les | B |

| | | |
|--|---------------|--|
| | fournisseurs. | |
| <p><i>Codification des niveaux attendus :</i></p> <ul style="list-style-type: none">● A - Connaissances (<i>l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer</i>)● B – Application et Maîtrise (<i>l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil</i>)● C - Maîtrise avancée (<i>l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts</i>) | | |
| | | |

| | | |
|---------------------|---|--|
| Positionnement : S8 | UE : SCIENCES HUMAINES ECONOMIQUES JURIDIQUES ET SOCIALES S8 | ECTS : 6 Nombre d'heures : 136h Modalité : Présentiel 100% |
|---------------------|---|--|

Cette UE est constituée de 6 éléments constitutifs : ECUE1 Communication professionnelle, ECUE 2 Crédit d'entreprise et Business plan, ECUE 3 Analyse financière, ECUE 4 RSE 2 : Enjeux environnementaux, ECUE 5 Marketing, ECUE 6 Ingénieur de demain

ECUE 1 :

Communication professionnelle (Coef : 1) – 24h (Cours, TD) – 10h (Estimation temps de travail personnel)

Objectifs :

- Maîtriser les situations de communication écrite et orale

Contenu : COMMUNICATION

- **Communication interpersonnelle**
- Les composants de la communication
- Les différentes formes de communication
- **Communication orale**
- Les règles de présentation orale
- Techniques d'animation
- **Communication écrite**

Les différents documents et leur utilisation Les fondements psychologiques et sociologiques
Les techniques (recueil de données, le guide d'entretien) E. Communication Techniques, sélection

Compétences visées : La capacité de présenter un travail devant un public professionnel averti.

- Capacité à communiquer de façon adaptée à la cible

Modalités d'évaluation :

Cours et TD

Sources documentaires :

- Les bases de la communication humaine une approche théorique et pratique MYERS
- Paul RICOEUR Discours et Communication L'HERNE
- Dynamique des communications dans les groupes Gilles AMADO André GUITTET

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

| Code | Compétences | Niveau attendu |
|--|--|----------------|
| Cl1 - Automatiser les processus industriels | | |
| 1.4 | Concevoir un plan de validation d'un système automatisé de production et assurer sa mise en œuvre par les techniciens essai avant de le mettre en service. | C |
| 1.5 | Réaliser une interface homme- machines, la tester et la faire valider auprès des utilisateurs. | B |

| | | |
|--|--|---|
| 1.7 | Coordonner et planifier l'activité de ses collaborateurs dans les différentes étapes d'automatisation des processus industriels. | C |
| CI3 -Concevoir et réaliser un système de régulation | | |
| 3.5 | Coordonner les expertises nécessaires pour la réalisation d'un modèle. | C |
| CI4 - Concevoir et réaliser un système robotisé | | |
| 4.2 | Encadrer et coordonner la programmation d'une chaîne logicielle de pilotage temps réel d'un robot. | C |
| 4.3 | Encadrer la programmation d'un simulateur de robot. | C |
| 4.4 | Générer une trajectoire de référence et encadrer sa vérification par les techniciens essais. | C |
| 4.5 | Réaliser une interface homme-machines, la tester et la faire valider par des utilisateurs. | C |
| CI5 - Gérer un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande multipartenaire | | |
| 5.1 | Identifier et analyser les besoins des clients. | C |
| 5.2 | Rédiger des spécifications. | C |
| 5.4 | Identifier des fournisseurs de composants. | B |
| 5.5 | Négocier avec ses partenaires : le client, le donneur d'ordre et les fournisseurs. | C |
| 5.6 | Former les utilisateurs à l'utilisation d'un système. | C |
| 5.7 | Superviser une équipe et communiquer. | C |
| 5.8 | Obtenir et maintenir les compétences. | B |
| 5.9 | Appliquer et faire appliquer les règles d'hygiène et de sécurité. | C |

Codification des niveaux attendus :

- **A - Connaissances** (*l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer*)
- **B – Application et Maîtrise** (*l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil*)
- **C - Maîtrise avancée** (*l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts*)

ECUE 2 :

Création d'entreprise et Business Plan (Coef : 1) – 20h (Cours, TD) – 20h (Estimation temps de travail personnel)

Objectifs :

Préparer à l'action commerciale internationale liant les concepts et la pratique (analyses, simulations, études de cas).

Découvrir la pluridisciplinarité dans les domaines, professionnels de spécialités et de cultures différentes. L'objectif principal est de permettre aux apprentis d'appréhender les problèmes auxquels sont confrontées les entreprises qui souhaitent pénétrer ou développer les marchés étrangers, ainsi que les solutions qu'elles peuvent mettre en place.

Contenu

L'environnement international dans lequel évoluent les entreprises, les opportunités et les risques que génère cet environnement pour les entreprises, la conception et l'exécution d'une opération commerciale

Compétences visées :

Savoir replacer les différents aspects de l'action commerciale internationale dans le cadre de l'exercice professionnel en entreprise. Être capable de dialoguer en interne et en externe avec des interlocuteurs dont les métiers et les compétences sont étroitement associés dans la conception et l'exécution d'une opération commerciale internationale.

Modalités d'évaluation : Cours et TD

Sources documentaires :

Jolivot A.-G. : Marketing international, Dunod, 2008.
 Legrand G. et Martini H. : Management des opérations de commerce international, Dunod, 2007.
 J. Adda : La mondialisation de l'économie : Genèse et problèmes, La Découverte, 2006
 M. Rainelli : La Nouvelle théorie du Commerce international, Repères, La M. Rainelli : Le Commerce international, Repères, La Découverte, 2003

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

| Code | Compétences | Niveau attendu |
|--|--|----------------|
| CI5 - Gérer un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande multipartenaire | | |
| 5.2 | Rédiger des spécifications. | B |
| 5.5 | Négocier avec ses partenaires : le client, le donneur d'ordre et les fournisseurs. | C |
| 5.7 | Superviser une équipe et communiquer. | B |

Codification des niveaux attendus :

- **A - Connaissances** (*l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer*)
- **B – Application et Maîtrise** (*l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil*)

C - Maîtrise avancée (*l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts*)

ECUE 3 :

Analyse financière (Coef : 1) – 28h (Cours, TD) – 20h (Estimation temps de travail personnel)

Objectifs : Analyser les comptes annuels d'une société

Contenu : Structure et Études Financières

Définition des concepts de base sur le bilan comptable : actif (actif immobilisé, actif circulant) et passif (capitaux propres et dettes) et sur le compte de résultat (différents soldes intermédiaires de gestion, avec les notions de charges de recettes)

Études financières : les équilibres financiers, la viabilité, la solvabilité, la liquidité, la création de richesse, rentabilité, rotation,

Compétences visées : Connaissance des outils d'analyse des comptes annuels d'une société

Modalités d'évaluation : Cours et TD

Sources documentaires :

- DUNOD Financement gestion des organisations
- FOUCHER Financement Micheline FRIEDERICH Georges LANGLOIS Michèle MOLLET

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

| Code | Compétences | Niveau attendu |
|--|--|----------------|
| CI5 - Gérer un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande multipartenaire | | |
| 5.1 | Identifier et analyser les besoins des clients. | B |
| 5.5 | Négocier avec ses partenaires : le client, le donneur d'ordre et les fournisseurs. | C |

Codification des niveaux attendus :

- **A - Connaissances** (l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer)
- **B – Application et Maîtrise** (l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil)
- **C - Maîtrise avancée** (l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts)

ECUE 4 :

RSE 2 : Enjeux environnementaux (Coef : 1) – 20h (Cours, TD) - 10h(Estimation temps de travail personnel)

Objectifs :

Maîtriser les outils de gestion de la production pour en assurer l'organisation, mais aussi en améliorer les performances.

Contenu :

Environnement et gestion des risques

Les enjeux.
Symboles de danger
Etiquetage santé / travail
Risques et prudence
Législation spécifique aux produits cancérigènes, mutagènes et tératogènes

Analyse de risque et élaboration du document unique
Plan de prévention des travaux effectués dans un établissement par une entreprise extérieure.
Obligation de formation et d'information au niveau sécurité
Organigramme sécurité
Etiquetage et transport des matières dangereuses
Protocole de sécurité transport
Etude d'impact
Etude des dangers
Plan d'opération interne
Système de management environnemental
La prise en compte du développement durable. Diagnostic.
Les différentes étapes de la norme ISO 14001

Hygiène et sécurité du travail

Accidents du travail
Réglementation :
Prévention :

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu. Examen final. Projet.

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

| Code | Compétences | Niveau attendu |
|--|--|----------------|
| CI1 - Automatiser les processus industriels | | |
| 1.7 | Coordonner et planifier l'activité de ses collaborateurs dans les différentes étapes d'automatisation des processus industriels. | C |
| CI3 - Concevoir et réaliser un système de régulation | | |
| 3.5 | Coordonner les expertises nécessaires pour la réalisation d'un modèle. | B |
| CI5 - Gérer un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de | | |

| contrôle commande multipartenaire | | |
|-----------------------------------|---|---|
| 5.1 | Identifier et analyser les besoins des clients. | B |
| 5.7 | Superviser une équipe et communiquer. | C |
| 5.8 | Obtenir et maintenir les compétences. | C |
| 5.9 | Appliquer et faire appliquer les règles d'hygiène et de sécurité. | C |

Codification des niveaux attendus :

- **A - Connaissances** (*l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer*)
- **B – Application et Maîtrise** (*l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil*)
- **C - Maîtrise avancée** (*l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts*)

ECUE 5 :

Marketing (Coef : 1) – 24h (Cours, TD) – 4h (Estimation temps de travail personnel)

Objectifs :

- Conduire des entretiens
- Gérer les situations difficiles
- Gérer des conflits interindividuels ou collectifs
- Repérer les implications réglementaires et en tenir compte

Contenu

Entretiens et communication

- Les types d'entretien
- L'entretien de recrutement
- L'entretien annuel d'évaluation
- Notion d'évaluation, d'objectifs, ...

Gérer les conflits

- La notion de conflit et de négociation
- Les types de conflits
- Désamorcer un conflit
- La notion de harcèlement

Communiquer face à un groupe dans des situations délicates

- Repérage de situations de tension du groupe
- Évaluer le risque et repérer les motivations réelles
- Élaboration d'une stratégie de communication adaptée et la mettre en œuvre

Compétences visées :

- Savoir conduire des évaluations et valoriser les bonnes pratiques
- Savoir gérer les conflits
- Savoir communiquer face à un groupe dans des situations délicates et internationales

Modalités d'évaluation : Cours et TD

Sources documentaires :

- Brouard Collectif, Manager au quotidien : les attitudes et comportements du manager efficace, Ed. Eyrolles, 2009
- V. Chapus-Gilbert, R Delaunay, J.M. Moret, Manager une équipe, Ed. Nathan, 2009

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

| Code | Compétences | Niveau attendu |
|------|-------------|----------------|
| | | |

| CI1 - Automatiser les processus industriels | | |
|--|--|----------|
| 1.4 | Concevoir un plan de validation d'un système automatisé de production et assurer sa mise en œuvre par les techniciens essai avant de le mettre en service. | C |
| 1.7 | Coordonner et planifier l'activité de ses collaborateurs dans les différentes étapes d'automatisation des processus industriels. | C |
| CI3 -Concevoir et réaliser un système de régulation | | |
| 3.5 | Coordonner les expertises nécessaires pour la réalisation d'un modèle. | C |
| CI4 - Concevoir et réaliser un système robotisé | | |
| 4.2 | Encadrer et coordonner la programmation d'une chaîne logicielle de pilotage temps réel d'un robot. | C |
| 4.3 | Encadrer la programmation d'un simulateur de robot. | C |
| 4.4 | Générer une trajectoire de référence et encadrer sa vérification par les techniciens essais. | C |
| 4.5 | Réaliser une interface homme-machines, la tester et la faire valider par des utilisateurs. | C |
| 4.6 | Mettre en place un environnement sécurisé autour d'un robot. | C |
| CI5 - Gérer un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande multipartenaire | | |
| 5.1 | Identifier et analyser les besoins des clients. | B |
| 5.6 | Former les utilisateurs à l'utilisation d'un système. | C |
| 5.7 | Superviser une équipe et communiquer. | C |
| 5.8 | Obtenir et maintenir les compétences. | B |
| 5.9 | Appliquer et faire appliquer les règles d'hygiène et de sécurité. | C |

Codification des niveaux attendus :

- **A - Connaissances** (*l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer*)
- **B – Application et Maîtrise** (*l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil*)
- **C - Maîtrise avancée** (*l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts*)

ECUE 6 :

Ingénieur de demain (Coef : 1) – 20h (Cours, TD) – 4h (Estimation temps de travail personnel)

Objectifs : ouvrir l'horizon de l'élève ingénieur en vue de l'exercice futur de ses responsabilités. L'ECUE permet de découvrir des problématiques s'écartant des domaines scientifiques et de l'élève, pousse celui-ci à réfléchir à la position de l'ingénieur dans l'industrie et dans la société.

Contenu

Cycle de conférences, tables-rondes, exposés de grands témoins ou études et illustrations de cas.

Compétences visées : favoriser les capacités de synthèse, de critique et d'ouverture sont a priori proposées

Modalités d'évaluation :

Résumé de conférence et/ou la mise en perspective de problématiques évoquées

| | | |
|---|--|--|
| <p>Positionnement : S8</p> <p>UE : SCIENCES DE L'INGENIEUR S8</p> <p>ECTS : 4 Nombre d'heures : 40h Modalité : Présentiel 100%</p> <p>L'UE Sciences de l'ingénieur est constituée d'un élément constitutif : ECUE1 Projet d'initiation à la recherche.</p> <p>ECUE 1 : Projet d'initiation à la recherche (Coef : 4) – 40h (Cours, TD, TP) - 30h(Estimation temps de travail personnel)</p> <p>Objectifs : Cette UE initie l'étudiant aux enjeux de la recherche universitaire - et à sa (ses) méthodologie(s) - et à la création d'un projet de recherche articulé au projet d'architecture menant à la formulation d'une question personnelle :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Initier l'apprenti à la constitution d'un projet de recherche • Apprendre à définir une question, un objet d'étude, un état des connaissances dans le domaine, une méthodologie, un objectif en termes de résultat. <p>Contenu : Concevoir un projet</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adopter des démarches de type méthodique, créatif, perceptif, collaboratif <p>Se constituer une culture architecturale</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rechercher des références qui, par analogie, ouvrent à d'autres interprétations du contexte <p>Mobiliser d'autres disciplines</p> | | |
| | | |

- Aller à la rencontre d'autres concepts et méthodes,

Exprimer une démarche architecturale

- Identifier les fondements d'une hypothèse ou d'une proposition pour les exprimer et les communiquer
- Exprimer clairement oralement, graphiquement et par écrit les fondements de ses (ou d'une) idée(s)

Adopter une attitude professionnelle

- Organiser, planifier, développer et synthétiser un travail individuel ou collectif

Compétences visées :

A l'issue de l'activité, l'apprenti sera capable :

- de s'exercer à l'écriture d'un travail scientifique et notamment être en mesure d'utiliser les bases de données pertinentes en architecture et de respecter les règles de citation pour les références bibliographiques (usages de présentation des textes scientifiques, les notions de droit d'auteur et le plagiat, choix du vocabulaire, style scientifique)
- d'explorer les multiples questions posées en architecture dans le champ des fondements de la discipline et/ou d'enjeux à travers l'analyse de textes écrits par des théoriciens et des experts
- de se familiariser avec les différentes approches ou méthodes de recherche avec une visée stratégique (étapes, planification, plan de rédaction, les différentes parties d'un mémoire d'ingénieur)
- d'affirmer un regard réflexif et critique pour formaliser ses hypothèses de travail
- de formaliser son sujet de PFE, à savoir construire un argumentaire conscient de sa terminologie et soucieux de mener à un PFE.

Modalités d'évaluation :

Rédaction rapport + soutenance orale

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

| Code | Compétences | Niveau attendu |
|--|--|-----------------------|
| CI1 - Automatiser les processus industriels | | |
| 1.4 | Concevoir un plan de validation d'un système automatisé de production et assurer sa mise en œuvre par les techniciens essai avant de le mettre en service. | C |
| 1.7 | Coordonner et planifier l'activité de ses collaborateurs dans les différentes étapes d'automatisation des processus industriels. | C |
| CI3 -Concevoir et réaliser un système de régulation | | |
| 3.5 | Coordonner les expertises nécessaires pour la réalisation d'un modèle. | B |
| CI4 - Concevoir et réaliser un système robotisé | | |
| 4.2 | Encadrer et coordonner la programmation d'une chaîne logicielle de pilotage temps réel d'un robot. | B |
| 4.3 | Encadrer la programmation d'un simulateur de robot. | B |
| 4.4 | Générer une trajectoire de référence et encadrer sa vérification par les techniciens essais. | B |
| CI5 - Gérer un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande multipartenaire | | |
| 5.1 | Identifier et analyser les besoins des clients. | C |
| 5.2 | Rédiger des spécifications. | C |
| 5.4 | Identifier des fournisseurs de composants. | C |

| | | |
|-----|--|----------|
| 5.5 | Négocier avec ses partenaires : le client, le donneur d'ordre et les fournisseurs. | C |
| 5.6 | Former les utilisateurs à l'utilisation d'un système. | C |
| 5.7 | Superviser une équipe et communiquer. | C |
| 5.8 | Obtenir et maintenir les compétences. | B |

Codification des niveaux attendus :

- **A - Connaissances** (*l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer*)
- **B – Application et Maîtrise** (*l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil*)
- **C - Maîtrise avancée** (*l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts*)

| Positionnement : S8 | UE : TECHNIQUES DE L'INGENIEUR S8 | ECTS : 4 Nombre d'heures : 64h Modalité : Présentiel 100% |
|--|---|---|
| Cette UE est constituée de 2 éléments constitutifs : ECUE1 Intelligence artificielle 2 : Réseaux de neurones, ECUE2 Industrie du futur 2 : Jumeau numérique et réalité virtuelle. | | |
| ECUE 1 : | | |
| Intelligence artificielle 2 : Réseaux de neurones (Coef : 2) – 32h (Cours, TD) - 16h(Estimation temps de travail personnel) | | |
| <u>Objectifs :</u> | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Capacité de concevoir un réseau de neurones. • Capacité d'utiliser la logique floue et les réseaux de neurones dans l'élaboration des lois de commande. • Maîtriser l'usage des outils en Deep Learning. | | |
| <u>Contenu :</u> | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Réseaux de neurones • Bases générales • Architecture • Fonctions d'activation • Algorithmes d'apprentissage • Réseaux multi-niveaux • Réseau Hopfield | | |
| <u>Modalités d'évaluation :</u> | | |
| Contrôles continus. TP. Examen final. | | |
| Compétences mobilisées du référentiel de compétences | | |
| Code | Compétences | Niveau attendu |
| CI1 - Automatiser les processus industriels | | |
| 1.1 | Analyser et améliorer les processus de production de l'entreprise | B |
| 1.2 | Élaborer une architecture fonctionnelle d'un système automatisé de production et définir les types d'interconnexions entre les sous-systèmes unitaires de production. | B |
| 1.5 | Réaliser une interface homme- machines, la tester et la faire valider auprès des utilisateurs. | B |
| CI3 -Concevoir et réaliser un système de régulation | | |
| 3.1 | Modéliser et identifier la dynamique d'un système. | B |
| 3.2 | Définir un comportement dynamique optimal. | B |
| 3.3 | Synthétiser une loi de commande répondant au cahier des charges. | B |
| CI4 - Concevoir et réaliser un système robotisé | | |
| 4.1 | Concevoir un dispositif de contrôle de la dynamique d'un robot. | B |
| 4.4 | Générer une trajectoire de référence et encadrer sa vérification par les techniciens essais. | C |
| CI5 - Gérer un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande multipartenaire | | |
| 5.1 | Identifier et analyser les besoins des clients. | B |
| <i>Codification des niveaux attendus :</i> | | |

- **A - Connaissances** (*l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer*)
- **B – Application et Maîtrise** (*l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil*)
- **C - Maîtrise avancée** (*l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts*)

ECUE 2 :

Industrie du futur 2 : Jumeau numérique et réalité virtuelle (Coef : 2) – 32h (Cours, TD, TP) - 10h Estimation temps de travail personnel)

Objectifs :

- Compréhension, conception et développement de systèmes exploitant les technologies de la réalité virtuelle.
- Les techniques d'interaction 3D pseudo haptique, rendu haptique, multi- modalité, stéréoscopique, détection et collision, rendu visuel,
- Percevoir, se déplacer et naviguer dans l'espace.
- Exploration de données, jeux vidéo, conception assistée par ordinateur (CAO),
- Maîtrise des outils, algorithmes et logiciels de modélisation numérique
- Connaitre les outils d'interfaçage et d'interaction

Contenu :

- Définition et applications,
- Perception, déplacement et navigation dans l'espace,
- Les techniques d'interaction 3D pseudo haptique, rendu haptique, multi- modalité, détection et collision, rendu visuel stéréoscopique,
- Conception assistée par ordinateur (CAO) : exploration de données, jeux vidéo.
- Modélisation et simulation : conception architecturale et simulation de bâtiments et d'immeubles
- Modélisation et simulation,
- Langages informatiques : C, C++, HTML, DHTML, Java, Javascript et VRML
- Reproduction d'un environnement avec interaction avec lui,
- Techniques et outils d'immersion comme les casques de vision, les gants de capture ou les souris 3D,
- Mise au point d'illustrations visuelles
- Exemples d'applications amélioration de l'aérodynamique, du design, de l'ergonomie ou de la sécurité (avionique, transports ferroviaires, routiers), formation avec simulateurs, industrie des jeux électroniques, du cinéma, de l'audiovisuel,
- Les technologies de production industrielle de demain : réalité augmentée, maintenance augmentée, Big data et Maintenance prédictive, e-maintenance

Compétences visées :

- Mise en œuvre des technologies du virtuel et des processus d'innovation,
- Connaissance des principes et des algorithmes avancés de la réalité virtuelle, de la synthèse 2 & 3D, du temps réel, et de l'interactivité avec le monde artificiel.
- Connaissance du fondement théorique et pratique des technologies de la réalité virtuelle et les techniques d'interaction 3D.
- Développement de moteur temps réel 3D d'interaction et d'interfaçage.
- Pratique des langages informatiques graphiques spécifiques et développement de modules personnalisés à l'intérieur d'un logiciel professionnel
- Conception de solutions digitales,

Modalités d'évaluation :

- Contrôle continu par évaluation des comptes rendus de TP (un compte rendu par séance).
- Une épreuve écrite d'une heure.

| Compétences mobilisées du référentiel de compétences | | |
|---|--|----------------|
| Code | Compétences | Niveau attendu |
| CI1 - Automatiser les processus industriels | | |
| 1.1 | Analyser et améliorer les processus de production de l'entreprise | C |
| 1.5 | Réaliser une interface homme- machines, la tester et la faire valider auprès des utilisateurs. | C |
| CI3 -Concevoir et réaliser un système de régulation | | |
| 3.2 | Définir un comportement dynamique optimal. | B |
| 3.4 | Simuler un système régulé par une loi de commande. | C |
| CI4 - Concevoir et réaliser un système robotisé | | |
| 4.4 | Générer une trajectoire de référence et encadrer sa vérification par les techniciens essais. | B |
| 4.5 | Réaliser une interface homme-machines, la tester et la faire valider par des utilisateurs. | C |
| 4.6 | Mettre en place un environnement sécurisé autour d'un robot. | B |
| CI5 - Gérer un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande multipartenaire | | |
| 5.5 | Négocier avec ses partenaires : le client, le donneur d'ordre et les fournisseurs. | B |
| 5.6 | Former les utilisateurs à l'utilisation d'un système. | C |
| 5.9 | Appliquer et faire appliquer les règles d'hygiène et de sécurité. | B |
| Codification des niveaux attendus : | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • A - Connaissances (l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer) • B – Application et Maîtrise (l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil) • C - Maîtrise avancée (l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts) | | |

| | | |
|--|----------------------------------|---|
| Positionnement : S8 | UE : Automatique et Robotique S8 | ECTS : 8 Nombre d'heures : 84h Modalité : Présentiel 100% |
| Cette UE est constituée de 2 éléments constitutifs : ECUE1 Automatique 6 : Systèmes asservis non linéaires, ECUE2 Automatique 7 : Commande avancée et identification des systèmes. | | |
| ECUE 1 : Automatique 6 : Systèmes asservis non linéaires (Coef : 4) – 44h (Cours, TD, TP) - 16h (Estimation temps de travail personnel) | | |

Objectifs :

- Être capable de décrire et de classer les systèmes non linéaires
- Être capable de concevoir la commande non linéaire dans des cas classiques

Contenu :

- Notions générales sur les systèmes non linéaires
- Points d'équilibre d'un système non linéaire
- Stabilité d'un système non linéaire Commandabilité
- Observateurs d'état non-linéaires

Systèmes de commande non linéaire

- Commande par linéarisation
- Commande par modes glissants
- Conception des systèmes de commande non linéaire

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu. Examen final. Analyse de résultats. Projets.

| Compétences mobilisées du référentiel de compétences | | |
|--|---|----------------|
| Code | Compétences | Niveau attendu |
| CI1 - Automatiser les processus industriels | | |
| 1.2 | Élaborer une architecture fonctionnelle d'un système automatisé de production et définir les types d'interconnexions entre les sous-systèmes unitaires de production. | C |
| 1.3 | Concevoir et implémenter le système de commande d'un système automatisé. | C |
| CI3 -Concevoir et réaliser un système de régulation | | |
| 3.1 | Modéliser et identifier la dynamique d'un système. | C |
| 3.2 | Définir un comportement dynamique optimal. | C |
| 3.3 | Synthétiser une loi de commande répondant au cahier des charges. | C |
| CI4 -Concevoir et réaliser un système robotisé | | |
| 4.1 | Concevoir un dispositif de contrôle de la dynamique d'un robot. | C |
| CI5 - Gérer un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande multipartenaire | | |
| 5.1 | Identifier et analyser les besoins des clients. | C |
| 5.2 | Rédiger des spécifications. | C |

Codification des niveaux attendus :

- **A - Connaissances** (l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer)
- **B – Application et Maîtrise** (l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil)
- **C - Maîtrise avancée** (l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts)

ECUE 2 :

Automatique 7 : Commande avancée et identification des systèmes (Coef : 4) – 40h (Cours, TD, TP) – 10 h (Estimation temps de travail personnel)

Objectifs :

- Construire une démarche permettant de faire la synthèse, théorique et technologique, d'un

- correcteur élémentaire dans une chaîne d'asservissement et de régulation électromécanique.
- Acquérir les connaissances d'automatique continue linéaire de base pour utiliser et concevoir les régulateurs classiques, en particulier les régulateurs PID.
 - Maîtriser les outils permettant une approche rigoureuse et efficace de la commande des systèmes linéaires monovariables pour une mise en œuvre sur des procédés industriels.
 - S'initier à l'utilisation d'un logiciel d'automatique en travaux pratiques (Matlab, Scilab).
 - Appliquer ces outils à travers différentes études de cas de systèmes mécaniques, élec-triques, thermiques, fluidiques.

Contenu :

Boucle de régulation industrielle

- Structure d'une boucle de régulation Entrées utiles et perturbations Fonctions de transfert en boucle fermée Fonctions de sensibilité Marges de robustesse : gain, phase, module et retard
- Fonctions de transfert du régulateur PID Régulateur PID standard, Régulateur PID forme série et forme parallèle Structures PID pour diminuer le dépassement

Méthodes d'identification des modèles

- Méthodes temporelles Méthode de Ziegler-Nichols temporelle Méthode de Broïda Méthode de Strejc
- Méthodes fréquentielles Méthode de Ziegler-Nichols fréquentielle Méthode du relais en boucle fermée

Calcul des coefficients des régulateurs industriels

- Méthodes empiriques Méthode de Ziegler-Nichols Méthode de Chien-Hrones, Méthode de Cohen-Coon
- Méthodes analytiques Méthodes qui simplifient la dynamique Méthode du placement des pôles
- Applications : Boucles de régulation cascade, rapport, à priori et split-range Etude de cas industriels (générateur de vapeur, distillateur, four...).

Commande prédictive :

- Origine, modèle interne, trajectoire de référence et auto-compensation
- La technique PFC (caractéristiques et calcul de la commande)
- Réglages objectifs (incertitudes, précision, dynamique, stabilité et robustesse)
- Contraintes dans la commande PFC

TP : Modélisation de loi de commande pour modèle interne avec Simulink -Matlab

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu. Examen final, TP.

| Compétences mobilisées du référentiel de compétences | | Niveau attendu |
|--|--|----------------|
| Code | Compétences | |
| CI1 - Automatiser les processus industriels | | |
| 1.2 | Élaborer une architecture fonctionnelle d'un système automatisé de production et définir les types d'interconnexions entre les sous- | C |

| | | |
|--|--|----------|
| | systèmes unitaires de production. | |
| 1.3 | Concevoir et implémenter le système de commande d'un système automatisé. | C |
| CI3 -Concevoir et réaliser un système de régulation | | |
| 3.1 | Modéliser et identifier la dynamique d'un système. | C |
| 3.2 | Définir un comportement dynamique optimal. | C |
| 3.3 | Synthétiser une loi de commande répondant au cahier des charges. | C |
| CI4 - Concevoir et réaliser un système robotisé | | |
| 4.1 | Concevoir un dispositif de contrôle de la dynamique d'un robot. | C |
| CI5 - Gérer un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande multipartenaire | | |
| 5.1 | Identifier et analyser les besoins des clients. | C |
| 5.2 | Rédiger des spécifications. | C |

Codification des niveaux attendus :

- **A - Connaissances** (*l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer*)
- **B – Application et Maîtrise** (*l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil*)
- **C - Maîtrise avancée** (*l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts*)

| Positionnement : S9 | UE : SCIENCES HUMAINES ÉCONOMIQUES JURIDIQUES ET SOCIALES S9 | ECTS : 7 Nombre d'heures : 136h Modalité : Présentiel 100% | | | |
|--|--|---|------|-------------|----------------|
| <p>Cette UE est constituée de 5 éléments constitutifs : ECUE1 RSE 3 : Développement durable, ECUE2 Anglais 3 : Anglais professionnel, ECUE3 Management et éthique : Animer et coordonner des équipes, ECUE4 RH et accompagnement projet professionnel, ECUE5 Ingénierie juridique et stratégie des contrats.</p> | | | | | |
| ECUE 1 : | | | | | |
| RSE 3 : Développement durable (Coef : 1) – 24h (Cours, TD) – 0h (Estimation temps de travail personnel) | | | | | |
| <u>Objectifs :</u> | | | | | |
| <p>Les ingénieurs doivent intégrer les notions de développement durable dans la conception d'équipements et de produits et plus généralement dans la production.</p> | | | | | |
| <u>Contenu :</u> | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Historique • Différentes approches de la durabilité • Enjeux et objectifs du développement durable • Modes de gouvernances du développement durable / ISO 26000 • Outils et mesure en entreprise • Energie et développement durable Applications | | | | | |
| <u>Modalités d'évaluation :</u> | | | | | |
| <p>Contrôle continu. Examen final.</p> | | | | | |
| Compétences mobilisées du référentiel de compétences | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="181 1365 330 1437">Code</th><th data-bbox="330 1365 1229 1437">Compétences</th><th data-bbox="1229 1365 1369 1437">Niveau attendu</th></tr> </thead> </table> | | | Code | Compétences | Niveau attendu |
| Code | Compétences | Niveau attendu | | | |
| CI1 - Automatiser les processus industriels | | | | | |
| 1.4 | Concevoir un plan de validation d'un système automatisé de production et assurer sa mise en œuvre par les techniciens essai avant de le mettre en service. | C | | | |
| CI5 - Gérer un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande multipartenaire | | | | | |
| 5.1 | Identifier et analyser les besoins des clients. | B | | | |
| 5.4 | Identifier des fournisseurs de composants. | C | | | |
| 5.8 | Obtenir et maintenir les compétences. | B | | | |
| <i>Codification des niveaux attendus :</i> | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • A - Connaissances (<i>l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer</i>) • B – Application et Maîtrise (<i>l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil</i>) • C - Maîtrise avancée (<i>l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts</i>) | | | | | |
| ECUE 2 : | | | | | |
| Anglais 3 : Anglais professionnel (Coef : 2) – 40h (Cours, TD) – 20h (Estimation temps de travail) | | | | | |

personnel)

Objectifs :

Acquérir des connaissances et des compétences linguistiques qui permettent d'intégrer un environnement professionnel strictement anglophone, du début du processus d'embauche jusqu'à la communication en entreprise (gestion de projet, réunions, etc).

Contenu :

- Ateliers de préparation et rédaction des CV et des lettres de motivation + lettres d'introduction.
- Ateliers de simulation d'entretien d'embauche.
- Diverses activités d'expression orale sur des sujets professionnels, techniques, d'actualité, etc.
- Bachotage TOEIC pour les apprentis n'ayant pas requis le niveau B2 en quatrième année.

Compétences visées :

- Pouvoir élaborer une candidature en anglais (CV + lettre de motivation, autres démarches).
- Pouvoir assurer un entretien d'embauche entièrement en anglais.
- Pouvoir s'exprimer sur une variété des sujets (sujets professionnels, techniques, faits d'actualités, analyses).

Modalités d'évaluation :

Rendu noté : CV et lettre de motivation. Oral : simulation d'entretien d'embauche (10 min).

Sources documentaires :

Ressources diverses sur Internet : British Council, TED, BBC, etc.

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

| Code | Compétences | Niveau attendu |
|--|--|----------------|
| CI1 - Automatiser les processus industriels | | |
| 1.7 | Coordonner et planifier l'activité de ses collaborateurs dans les différentes étapes d'automatisation des processus industriels. | C |
| CI5 - Gérer un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande multipartenaire | | |
| 5.1 | Identifier et analyser les besoins des clients. | C |
| 5.2 | Rédiger des spécifications. | C |
| 5.3 | Monter et suivre l'avancement d'un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande. | C |
| 5.4 | Identifier des fournisseurs de composants. | C |
| 5.5 | Négocier avec ses partenaires : le client, le donneur d'ordre et les fournisseurs. | C |
| 5.6 | Former les utilisateurs à l'utilisation d'un système. | C |
| 5.7 | Superviser une équipe et communiquer. | C |
| 5.8 | Obtenir et maintenir les compétences. | C |
| 5.9 | Appliquer et faire appliquer les règles d'hygiène et de sécurité. | C |

Codification des niveaux attendus :

- **A - Connaissances** (*l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer*)
- **B – Application et Maîtrise** (*l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil*)
- **C - Maîtrise avancée** (*l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts*)

ECUE 3 :

Management et éthique : Animer et coordonner des équipes (Coef : 2) – 28h(Cours, TD) – 10h (Estimation temps de travail personnel)

Objectifs :

- Comprendre une situation de groupe
- Conduire différents types de réunions
- Manager les hommes

Contenu

Management de groupe

Management des hommes

La notion de management
Les outils du manager
La délégation
L'évaluation

Piloter un groupe

Les notions de groupe
Les acteurs d'un groupe
La composition d'une équipe
Repérer les acteurs d'un groupe projet
Les outils RH du pilotage de projet

Conduire des réunions

Les types de réunions
Les différents rôles de l'animateur
Les types de participants
La gestion des participants difficiles

Les techniques de reporting

Compétences visées :

- Être capable de manager les équipes
- Être capable de maintenir et développer la compétence des équipes
- Être capable de communiquer face à un groupe
- Savoir maîtriser la gestion du temps

Modalités d'évaluation : Cours et TD

Sources documentaires :

R. Mucchielli, La conduite des réunions : les fondamentaux du travail en groupe, Ed. ESF, 2004

| Compétences mobilisées du référentiel de compétences | | |
|--|--|----------------|
| Code | Compétences | Niveau attendu |
| CI1 - Automatiser les processus industriels | | |
| 1.4 | Concevoir un plan de validation d'un système automatisé de production et assurer sa mise en œuvre par les techniciens essai avant de le mettre en service. | C |
| 1.5 | Réaliser une interface homme- machines, la tester et la faire valider auprès des utilisateurs. | B |
| 1.7 | Coordonner et planifier l'activité de ses collaborateurs dans les différentes étapes d'automatisation des processus industriels. | C |
| CI3 -Concevoir et réaliser un système de régulation | | |
| 3.5 | Coordonner les expertises nécessaires pour la réalisation d'un modèle. | C |
| CI4 - Concevoir et réaliser un système robotisé | | |
| 4.2 | Encadrer et coordonner la programmation d'une chaîne logicielle de pilotage temps réel d'un robot. | C |
| 4.3 | Encadrer la programmation d'un simulateur de robot. | C |
| 4.4 | Générer une trajectoire de référence et encadrer sa vérification par les techniciens essais. | C |
| 4.5 | Réaliser une interface homme-machines, la tester et la faire valider par des utilisateurs. | C |
| CI5 - Gérer un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande multipartenaire | | |
| 5.1 | Identifier et analyser les besoins des clients. | C |
| 5.2 | Rédiger des spécifications. | C |
| 5.4 | Identifier des fournisseurs de composants. | C |
| 5.5 | Négocier avec ses partenaires : le client, le donneur d'ordre et les fournisseurs. | C |
| 5.6 | Former les utilisateurs à l'utilisation d'un système. | C |
| 5.7 | Superviser une équipe et communiquer. | C |
| 5.8 | Obtenir et maintenir les compétences. | C |
| 5.9 | Appliquer et faire appliquer les règles d'hygiène et de sécurité. | C |
| <p><i>Codification des niveaux attendus :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • A - Connaissances (<i>l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer</i>) • B – Application et Maîtrise (<i>l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil</i>) • C - Maîtrise avancée (<i>l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts</i>) | | |

ECUE 4 :

RH et accompagnement projet professionnel (Coef : 1) – 20h (Cours, TD) – 0h (Estimation temps de travail personnel)

Objectifs :

Appréhender la Gestion des Ressources Humaines comme source de développement du salarié et connaître les outils et les situations que l'apprenti pourra rencontrer au cours de sa vie professionnelle.

Préparer le recrutement d'un professionnel pour un groupe de travail, anticiper les composantes de son évaluation et un plan de formation adapté à son profil.

Contenu :

Recrutement

- Comprendre le recrutement comme partie intégrante de la stratégie de l'entreprise et connaître les tendances de ce marché.
- Appréhender le contexte légal du recrutement et les principales étapes de ce processus (de l'analyse de poste à la description de poste, liens avec la Convention collective...).
- Comprendre le développement de l'outsourcing et identifier les nouvelles pratiques de recrutement liées à Internet.
- Sensibiliser à la problématique de l'égalité dans le traitement des candidatures et de l'importance de l'égalité homme-femme dans l'entreprise.

Administration du Personnel et Paie

- Connaître les documents obligatoires et l'agenda social à respecter.
- Appréhender les concepts de rémunération brute, cotisations salariales et patronales, et de régimes complémentaires.

Formation

- Connaître les outils de formation de l'entreprise et son plan de formation professionnelle continue.
- Distinguer les principaux outils légaux liés à la formation (CPF, Bilan de compétences, CIF, VAE).

Evaluation

- Comprendre les raisons de l'évaluation des aptitudes et compétences, et sa temporalité.
- Appréhender l'évaluation comme outil de développement du salarié et un outil support de management.
- Savoir mener différents types d'entretiens (non-directif, semi-directif, voire directif), suivant la nature du contexte (embauche, appréciation annuelle, recadrage...)

Gestion des flux de Personnel

- Comprendre la GPEC comme outil pour mieux anticiper les effets sur l'emploi des mutations économiques, technologiques, sociales et démographiques.
- Connaître les étapes d'un licenciement, d'une démission et d'un départ à la retraite.

Modalités d'évaluation :

Etude de cas.

ECUE 5 :

Ingénierie juridique et stratégie des contrats (Coef : 1) – 24h (Cours, TD) – 0h (Estimation temps de travail personnel)

Objectifs :

- Intelligence économique :
 - Acquérir des compétences suffisantes en intelligence économique pour pouvoir agir avec une prise en compte du caractère stratégique de l'information en entreprise.
 - Répondre à un appel d'offre public et privé
- Affaires :
 - Être capable de répondre à un appel d'offre, de négocier une affaire et un contrat

Contenu :

Intelligence

- Management de l'information stratégique
- Méthodologie
- Pratique de l'intelligence économique en entreprise
- Système de veille

Affaires

- Répondre à un appel d'offre public et privé
- Trouver l'information pertinente, l'évaluer et l'exploiter.
- Porter une affaire auprès d'un client. Assurer l'interface commerciale entre le client et les divers services de l'entreprise.
- Négociations financières et montage financier propre à un contexte.
- Règles commerciales et règles liées à la concurrence.
- Négocier un contrat.
- Documenter une affaire.
- Affaires internationales

Modalités d'évaluation :

Etude de cas.

| Compétences mobilisées du référentiel de compétences | | Niveau attendu |
|--|--|----------------|
| Code | Compétences | |
| Cl5 - Gérer un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande multipartenaire | | |
| 5.2 | Rédiger des spécifications. | C |
| 5.5 | Négocier avec ses partenaires : le client, le donneur d'ordre et les fournisseurs. | C |

Codification des niveaux attendus :

- **A - Connaissances** (*l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer*)
- **B – Application et Maîtrise** (*l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil*)
- **C - Maîtrise avancée** (*l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts*)

| Positionnement : S9 | UE : TECHNIQUES DE L'INGENIEUR S9 | ECTS : 3 Nombre d'heures : 40h Modalité : Présentiel 100% |
|---|--|---|
| Cette UE est constituée de 2 éléments constitutifs : ECUE1 Gestion de production, ECUE2 Analyse des risques – AMDEC. | | |
| ECUE 1 : | | |
| Gestion de la production (Coef : 2) – 24h (Cours, TD) - 14h (Estimation temps de travail personnel) | | |
| <u>Objectifs :</u> | | |
| <ul style="list-style-type: none"> Connaissance générale sur la démarche d'industrialisation Approche business plan et prévision de la demande ; définition des types de flux industrie Ordonnancement d'une production ; gamme ; takt-time ; VA/NVA ; type d'organisation (job shop, ligne, atelier) Simulation des systèmes de production | | |
| <u>Contenu :</u> | | |
| <ul style="list-style-type: none"> Modéliser l'ordonnancement des systèmes de production Résoudre les problèmes d'ordonnancement à l'aide du solveur LINGO Simulation des systèmes de production à l'aide de ARENA de ROCKWELL AUTOMATION Calculer les indicateurs de performance de production (temps de cycle, temps de production total, TRS...) | | |
| <u>Compétences visées :</u> | | |
| A l'issue de cet enseignement, l'apprenti devra être capable : | | |
| <ul style="list-style-type: none"> De concevoir un plan industriel et commercial ainsi qu'un plan directeur de production s'appuyant sur un business plan De définir l'implantation d'une ligne de production et la cadence des procédés afin de répondre à une demande saisonnalisé De réfléchir à la méthode d'approvisionnement de la ligne et d'anticiper les ruptures de stock ainsi que les variations de prévisions. D'aborder une démarche flexible sur les lignes de production orientées job-shop | | |
| <u>Modalités d'évaluation :</u> | | |
| Contrôle continu. Projets. | | |
| Compétences mobilisées du référentiel de compétences | | |
| Code | Compétences | Niveau attendu |
| CI1 - Automatiser les processus industriels | | |
| 1.1 | Analyser et améliorer les processus de production de l'entreprise | C |
| 1.7 | Coordonner et planifier l'activité de ses collaborateurs dans les différentes étapes d'automatisation des processus industriels. | C |
| CI4 - Concevoir et réaliser un système robotisé | | |
| 4.6 | Mettre en place un environnement sécurisé autour d'un robot. | C |
| CI5 - Gérer un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande multipartenaire | | |
| 5.1 | Identifier et analyser les besoins des clients. | C |
| <i>Codification des niveaux attendus :</i> | | |

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • A - Connaissances (l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer) • B – Application et Maîtrise (l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil) • C - Maîtrise avancée (l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts) |
|---|

ECUE 2 :

Analyse des risques-AMDEC (Coef : 1) – 16h (Cours, TD, TP) - 4h (Estimation temps de travail personnel)

Objectifs :

Cette ECUE permettra d'acquérir des compétences dans le domaine de l'évaluation de performances de différentes options d'architectures et de dimensionnement de systèmes : débit, temps de réponse, qualité de service, contrôle de trafic et de congestion, taux d'utilisation de ressources, disponibilité, localisation de goulots d'étranglement, ...

Contenu :

Evaluation de performances des systèmes à événements discrets

- Etudes des phénomènes d'attente
- Métriques de performance
- Dimensionnement
- Caractérisation et prévision de la charge.

Modélisation markovienne

- Chaînes de Markov à temps discret (CMTD) et à temps continu (CMTC), chaîne de Markov immergée (EMC)
- Régime transitoire, régime permanent, ergodicité, distribution stationnaire. Equations de balance globale
- Files d'attente : file M/M/S, file M/G/1.
- Loi de Little, formule de Pollaczek-Khintchine
- Les réseaux de file d'attente (RFA) à forme produit (mono-classe/multi-classes, ouverts/fermés) : réseaux de Jackson, Gordon-Newell et BCMP.
- Équation de trafic, Algorithme de la valeur moyenne (MVA)
- Réseaux de Petri stochastiques : le modèle GSPN.
- Évaluation prévisionnelle de la sûreté de fonctionnement : fiabilité, disponibilité
- Limites de la modélisation markovienne.
- Simulations stochastiques (méthodologie, validité, coût).

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu, Analyse de résultats. TP. Examen final

| Compétences mobilisées du référentiel de compétences | | |
|--|---|----------------|
| Code | Compétences | Niveau attendu |
| CI1 - Automatiser les processus industriels | | |
| 1.2 | Élaborer une architecture fonctionnelle d'un système automatisé de production et définir les types d'interconnexions entre les sous-systèmes unitaires de production. | B |
| 1.3 | Concevoir et implémenter le système de commande d'un système automatisé. | B |
| CI3 -Concevoir et réaliser un système de régulation | | |
| 3.3 | Synthétiser une loi de commande répondant au cahier des charges. | B |
| CI4 - Concevoir et réaliser un système robotisé | | |
| 4.1 | Concevoir un dispositif de contrôle de la dynamique d'un robot. | B |

| | | |
|---|--|---|
| 4.3 | Encadrer la programmation d'un simulateur de robot. | B |
| 4.4 | Générer une trajectoire de référence et encadrer sa vérification par les techniciens essais. | B |
| 4.5 | Réaliser une interface homme-machines, la tester et la faire valider par des utilisateurs. | B |
| 4.6 | Mettre en place un environnement sécurisé autour d'un robot. | C |
| Cl5 - Gérer un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande multipartenaire | | |
| 5.1 | Identifier et analyser les besoins des clients. | B |
| 5.2 | Rédiger des spécifications. | B |
| 5.3 | Monter et suivre l'avancement d'un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande. | B |
| 5.4 | Identifier des fournisseurs de composants. | B |
| 5.6 | Former les utilisateurs à l'utilisation d'un système. | C |
| 5.9 | Appliquer et faire appliquer les règles d'hygiène et de sécurité. | C |
| <i>Codification des niveaux attendus :</i> <ul style="list-style-type: none"> • A - Connaissances (<i>l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer</i>) • B – Application et Maîtrise (<i>l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil</i>) • C - Maîtrise avancée (<i>l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts</i>) | | |

| | | |
|--|-------------------------------------|---|
| Positionnement : S9 | UE : Automatique et Robotique S9 | ECTS : 12 Nombre d'heures : 136h Modalité : Présentiel 100% |
| <p>Cette UE est constituée de 3 éléments constitutifs : ECUE1 Automatique 7 : Diagnostic et supervision, ECUE2 Automatique 8 : Projet automatique, ECUE3 Robotique 4 : Vision et traitement d'images appliquée à la robotique.</p> <p>ECUE 1 : Automatique 7 : Diagnostic et supervision (Coef : 3) – 40h (Cours, TD, TP) - 20h (Estimation temps de travail personnel)</p> | | |

Objectifs :

- Superviser et optimiser le fonctionnement des systèmes dynamiques opérants dans des systèmes industriels complexes et flexibles
- Maîtriser la sûreté de fonctionnement des systèmes robotiques opérants avec des êtres humains

Contenu :

- Notions sur les systèmes de supervision utilisés en robotique (SCADA...)
- Diagnostic des défauts des systèmes automatisés à l'aide des observateurs d'état
- Fiabilité, disponibilité des systèmes robotiques
- Généralités sur la robotique du point de vue de la sécurité
- Conséquence de la robotique sur l'hygiène et la sécurité
- Démarches de prévention adaptée à la robotique
- Normalisation en robotique

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu. TP. Examen final

| Compétences mobilisées du référentiel de compétences | | Niveau attendu |
|---|--|-----------------------|
| Code | Compétences | |
| CI1 - Automatiser les processus industriels | | |
| 1.4 | Concevoir un plan de validation d'un système automatisé de production et assurer sa mise en œuvre par les techniciens essai avant de le mettre en service. | B |
| 1.6 | Intégrer un système automatisé dans le réseau de communication. | C |
| CI4 - Concevoir et réaliser un système robotisé | | |
| 4.1 | Concevoir un dispositif de contrôle de la dynamique d'un robot. | C |
| 4.2 | Encadrer et coordonner la programmation d'une chaîne logicielle de pilotage temps réel d'un robot. | C |

Codification des niveaux attendus :

- **A - Connaissances** (*l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer*)
- **B – Application et Maîtrise** (*l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil*)
- **C - Maîtrise avancée** (*l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts*)

ECUE 2 :

Automatique 8 : Projet automatique (Coef : 6) – 60h (Cours, TD, TP) – 60 h (Estimation temps de travail personnel)

Objectifs :

Avec les outils de la gestion de projets, les apprenants doivent montrer qu'ils sont capables de mener un projet d'automatique de la conception à la réalisation.

Contenu :

- Instrumentation et conception d'un système dynamique
- Modélisation du système dynamique à partir des mesures d'expérimentation et des techniques de modélisation issues de l'automatique (identification paramétrique, méthode des moindres carrés, etc.)

- Etablir une loi de commande
- Simulation avec *MATLAB/SIMULINK*

Modalités d'évaluation :

Projet.

| Compétences mobilisées du référentiel de compétences | | Niveau attendu |
|--|--|----------------|
| Code | Compétences | |
| CI1 - Automatiser les processus industriels | | |
| 1.4 | Concevoir un plan de validation d'un système automatisé de production et assurer sa mise en œuvre par les techniciens essai avant de le mettre en service. | B |
| 1.7 | Coordonner et planifier l'activité de ses collaborateurs dans les différentes étapes d'automatisation des processus industriels. | B |
| CI3 -Concevoir et réaliser un système de régulation | | |
| 3.5 | Coordonner les expertises nécessaires pour la réalisation d'un modèle. | C |
| CI4 - Concevoir et réaliser un système robotisé | | |
| 4.1 | Concevoir un dispositif de contrôle de la dynamique d'un robot. | C |
| 4.2 | Encadrer et coordonner la programmation d'une chaîne logicielle de pilotage temps réel d'un robot. | C |

Codification des niveaux attendus :

- **A - Connaissances** (*l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer*)
- **B – Application et Maîtrise** (*l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil*)

C - Maîtrise avancée (*l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts*)

ECUE 3 :

Robotique 4 : Vision et traitement d'images appliquée à la robotique (Coef : 3) – 36h (Cours, TD) - 16h (Estimation temps de travail personnel)

Objectifs :

- Être capable d'identifier les performances d'une vision robotique et son adaptation à un contexte industriel.
- Maîtriser le traitement de l'image (matériel / logiciels), en vue de l'utilisation en vision robotique ou pour un automatisme.

Contenu :

Présentation des concepts d'application

- Les domaines d'application
- La perception de la scène
- Les capteurs d'images
- Le codage

Le traitement de l'image

- Pré traitement
- Segmentation
- Morphologie
- Description du contour
- Reconnaissance des objets dans l'image

- Analyse du problème
- Analyse de la faisabilité
- Matériel de vision.

Applications

- Rappels de C++ - MFC - Architecture Document/Vue - Assistants - Application boîte de dialogue - Gestion des différents contrôles - Application SDI - Capture d'évènements - CDC et GDI - FormView - TextEdit - Sérialisation.
- Prise en main d'un logiciel de traitement d'images.
- Programmation d'une application (Ex. : vérification d'une date sur un pack de lait).
- Mise en œuvre d'une application de picking robotisé sur des pièces arrivant selon une position aléatoire.
- Reconnaissance de pièce et prise en main par un robot

Compétences visées :

Être capable de mettre en œuvre ses connaissances et compétences en vision robotique autour d'un projet concret.

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu, Projet.

Sources documentaires :

- Diane Lingrand, Introduction au Traitement d'Images, Vuibert, Paris, 2004.
- Alain Trémeau, Christine Fernandez-Maloigne & Pierre Bonton, Image Numérique Couleur, Editions Dunod, 2004

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

| Code | Compétences | Niveau attendu |
|--|--|----------------|
| CI4 - Concevoir et réaliser un système robotisé | | |
| 4.4 | Générer une trajectoire de référence et encadrer sa vérification par les techniciens essais. | B |
| 4.6 | Mettre en place un environnement sécurisé autour d'un robot. | C |
| CI5 - Gérer un projet d'automatisation, de robotisation, de conception mécatronique ou de contrôle commande multipartenaire | | |
| 5.1 | Identifier et analyser les besoins des clients. | C |
| 5.2 | Rédiger des spécifications. | C |
| 5.4 | Identifier des fournisseurs de composants. | C |

Codification des niveaux attendus :

- **A - Connaissances** (*l'ingénieur a reçu l'information sur le sujet et il est capable de la restituer*)
- **B - Application et Maîtrise** (*l'ingénieur est capable d'utiliser les différents concepts et maîtrise l'outil*)
- **C - Maîtrise avancée** (*l'ingénieur maîtrise la méthode et domine les concepts*)