

Positionnement : S5	UE : Management, projet et communication S5	ECTS : 6 Nombre d'heures : 72h Modalité : Présentiel 100%
L'UE Sciences de l'ingénieur est constituée de 3 éléments constitutifs : ECUE1 Anglais écrit et oral, ECUE2 Culture générale/Epistémologie, ECUE3 Macro-économie.		
<p>ECUE 1 : Anglais écrit et oral (Coef : 2) – 28h (Cours, TD) – 28h (Estimation temps de travail personnel)</p> <p><u>Objectifs :</u> 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.</p> <p><u>Contenu :</u> Cours de grammaire avec exercices (QCM, formulation des phrases affirmatives et interrogatives, etc.).</p> <p>Exercices de compréhension orale (énoncés professionnels, quotidiens).</p> <p>Exercices d'expression orale (mise en situation professionnelle, quotidienne).</p> <p><u>Compétences visées :</u> 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.</p> <p><u>Modalités d'évaluation :</u> Plusieurs contrôles continus de grammaire + examen final (grammaire ou TOEIC allégé).</p> <p><u>Sources documentaires :</u> Walker, E. & Elsworth, S. <i>Grammar practice for elementary students</i>. Longman, 2000 Ressources diverses sur Internet: British Council, TED, BBC, etc.</p>		
<p>ECUE 2 : Culture générale/Epistémologie (Coef: 2) – 24h (Cours, Projet, Visite de musées)</p> <p><u>Objectifs :</u> Favoriser le développement culturel, favoriser la curiosité Découvrir des ressorts de créativité Donner de l'assurance dans les échanges interculturels</p> <p><u>Contenu :</u></p>		

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

Moyens pédagogiques :

Cours, étude de cas, TP

ECUE 3 :

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 par la Banque Centrale Européenne

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
- R.E Caves, J.A Frankel, R.W Jones : Commerce et paiements internationaux, de Boeck 2003
- + Journaux Alternatives Economiques – Challenge
- Dictionnaire Economique

Positionnement : S5	UE : SCIENCES DE L'INGENIEUR Management S5	ECTS : 8 Nombre d'heures : 110h Modalité : Présentiel 100%
L'UE Sciences de l'ingénieur est constituée de 3 éléments constitutifs : ECUE1 Mathématiques : analyse, ECUE2 Mécanique statique des solides, ECUE3 Algorithmique de programmation 1		
<p>ECUE 1 : Mathématiques : Analyse (Coef : 3) – 40h (Cours, TD) - 20h (Estimation temps de travail personnel)</p> <p><u>Objectifs :</u> Apporter les outils mathématiques indispensables pour aborder des cours d'ingénierie.</p> <p><u>Contenu :</u></p> <p>1. Dérivées Partielles Calcul des dérivées partielles, Interprétation géométrique</p> <p>2. Intégrales Simples Calcul des intégrales simples, Interprétation géométrique, Méthodes de calcul d'intégrales</p> <p>3. Intégrales Multiples (Doubles et Triples) Définition, Calcul des intégrales multiples, Changements de variables</p> <p>4. Série de Fourier Définition, Coefficients de Fourier, Développement en série de Fourier, Convergence d'une série de Fourier</p> <p>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</p> <p><u>Compétences visées :</u> Être capable d'appliquer les outils mathématiques nécessaires à d'autres disciplines.</p> <p><u>Modalités d'évaluation :</u> Contrôle continu</p> <p><u>Sources documentaires :</u> 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</p>		
<p>ECUE 2 : Mécanique des solides (Coef : 3) – 40h (Cours, TD, TP) - 25h (Estimation temps de travail personnel)</p> <p><u>Objectifs :</u> 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.</p>		

Contenu :

1. Rappels sur les vecteurs et les torseurs

Vecteurs, opérations avec les vecteurs,

Notion de torseur : antisymétrie, équiprojectivité, 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),

Énergie, 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.

ECUE 3 :

Algorithmique de programmation 1 (Coef: 2) – 30h (Cours, TD, TP) - 10h (Estimation temps de travail personnel)

Cette UE initie à la programmation classique (des variables jusqu'à l'accès aux SGBD) et présente sommairement la programmation objet. Les nombreux programmes que vous y réalisez sont en Java, mais les concepts et les méthodes que vous acquérez restent valides quels que soient les langages de vos futures missions.

Objectifs :

- Structurer des programmes selon un algorithme
- Maîtriser les éléments de lexique et de syntaxe d'un langage pour écrire un programme
- 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

Contenu :

- 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

Compétences visées :

- Programmation informatique

Modalités d'évaluation :

Cette UE évalue la progression pédagogique de l'élève tout au long de la formation au moyen de QCM, mises en situation, travaux pratiques...

L'élève complète également un test de positionnement en amont et en aval pour valider les compétences acquises.

Sources documentaires :

Programmer avec Java - Concepts fondamentaux et mise en œuvre par l'exemple - collection O'Reilly

Positionnement : S5	UE : TECHNIQUES DE L'INGENIEUR S5	ECTS : 12 Nombre d'heures : 142h Modalité : Présentiel 100%
L'UE Sciences de l'ingénieur est constituée de 4 éléments constitutifs : ECUE1 Programmation et simulation pour la robotique, ECUE2 Robotique générale, ECUE3 Systèmes asservis linéaires et représentation fréquentielle, ECUE4 Commandes des systèmes à événements discrets.		
<p>ECUE 1 : Programmation et simulation pour la robotique (Coef : 2) – 30h (Cours, TD) - 15h (Estimation temps de travail personnel)</p> <p><u>Objectifs</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Maîtriser les différents langages de programmation des robots • Etre capable de programmer et optimiser les trajectoires des robots industriels <p><u>Contenu</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Constituants d'un robot • Classification des robots • Morphologie des robots manipulateurs • Les modes de déplacement d'un robot • Contrôle du robot à partir du teach-pendant • Contrôle du robot à partir d'un programme structuré • Simuler une cellule de production à l'aide de ROBOGUIDE • Optimisation des trajectoires de déplacement <p><u>Modalités d'évaluation :</u></p> <p>TP</p>		
<p>ECUE 2 : Robotique générale (Coef : 3) – 30h (Cours, TD, TP) – 22 h (Estimation temps de travail personnel)</p> <p><u>Objectifs</u> : Dans le cadre de cette UE, l'apprenti devra acquérir des notions solides sur la mise en place de solutions de robotique industrielle robotisées. A l'issue de cette UE, l'apprenti ingénieur devra maîtriser un langage de programmation pour un robot industriel.</p>		

Contenu :

- Généralité sur la robotique.
- Introduction à la modélisation géométrique et cinématique 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://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://blogs.3DExpérience3d.com/2020/11/19/robotics-simulation-in-3DExpérience-is-as-easy/>
<https://blogs.unity3d.com/2020/11/19/robotics-simulation-in-unity-is-as-easy-as-1-2-3/as-1-2-3/>

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

ECUE 3 :

Systèmes asservis linéaires et représentation fréquentielle (Coef : 4) – 50h (Cours, TD, TP) - 20h (Estimation temps de travail personnel)

Objectifs :

A l'issue de cette 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 monovariés 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 indicelle 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, examen

Sources documentaires :

[1] Systèmes asservis linéaires - Automatique 2 - Niveau B, Michel Villain, 224 pages, Ellipses, 1996

[2] Systèmes et asservissements continus : Modélisation, analyse, synthèse des lois de commande, Eric OSTERTAG, 322 pages, Ellipses, 2004

ECUE 4 :

Commandes des systèmes à événements discrets Automatismes (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.

Représentation graphique d'un procédé (norme ISA).

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.

Structuration logicielle (Preliminaire, postérieur, séquentiel).

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 grafcet 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.

Positionnement : S6	UE : Management, projet et communication S6	ECTS : 4 Nombre d'heures : 64h Modalité : Présentiel 100%
L'UE Sciences de l'ingénieur est constituée de 2 éléments constitutifs : ECUE1 Anglais écrit et oral, ECUE2 RSE / Management santé, sécurité, risque et environnement.		
<p>ECUE 1 : Anglais écrit et oral (Coef : 2) – 28h (Cours, TD) – 28h (Estimation temps de travail personnel)</p> <p><u>Objectifs :</u> Continuer le travail sur la grammaire anglaise ainsi que la compréhension et expression orale. Cours d'anglais général avec entonnoir TOEIC.</p> <p><u>Contenu :</u> Cours de grammaire avec exercices (QCM style TOEIC, formulation des phrases affirmatives et interrogatives, etc.).</p> <p>Exercices de compréhension orale (énoncés professionnels, quotidiens, culturels, scientifiques).</p> <p>Exercices d'expression orale (mise en situation professionnelle, quotidienne, culturelle avec choix de sujet libre).</p> <p><u>Compétences visées :</u> 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).</p> <p><u>Modalités d'évaluation :</u> Plusieurs contrôles continus de grammaire + expression orale. Examen final : TOEIC blanc. Score visé : 600.</p> <p><u>Sources documentaires :</u> Walker, E. & Elsworth, S. <i>Grammar practice for elementary students</i>. Longman, 2000 Ressources diverses sur Internet: British Council, TED, BBC, etc.</p>		
<p>ECUE 2 : RSE / Management santé, sécurité, risque et environnement (Coef : 2) – 36h (Cours, TD) - 36h (Estimation temps de travail personnel)</p> <p><u>Objectifs :</u> Maîtriser les outils de gestion de la production pour en assurer l'organisation, mais aussi en améliorer les performances.</p> <p><u>Contenu :</u></p> <p><u>Environnement et gestion des risques</u> Les enjeux. Symboles de danger Etiquetage santé / travail Risques et prudence Législation spécifique aux produits cancérigènes, mutagènes et tératogènes</p>		

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
Disposition concernant la prévention des incendies et l'évacuation applicables aux lieux de travail
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.

Positionnement : S6	UE : SCIENCES DE L'INGENIEUR Management S6	ECTS : 13 Nombre d'heures : 180h Modalité : Présentiel 100%
<p>L'UE Sciences de l'ingénieur est constituée de 5 éléments constitutifs : ECUE1 Mathématiques : algèbre linéaire, ECUE2 Cybersécurité, ECUE3 Capteur et chaîne d'acquisition (Traitement du signal), ECUE4 Programmation Orientée Objet, ECUE5 Actionneurs.</p>		
<p>ECUE 1 : Mathématiques : algèbre linéaire (Coef : 3) – 40h (Cours, TD) - 20h (Estimation temps de travail personnel)</p> <p><u>Objectifs :</u> Apporter les outils mathématiques indispensables pour aborder des cours d'ingénierie.</p> <p><u>Contenu :</u></p> <p>1. Algèbre linéaire Bases d'un espace vectoriel de dimension finie. Bases orthonormées, projections orthogonales. Application linéaire, noyau, image.</p> <p>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.</p> <p>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</p> <p><u>Compétences visées :</u> Être capable d'appliquer les outils mathématiques nécessaires à d'autres disciplines.</p> <p><u>Modalités d'évaluation :</u> Contrôle continu</p> <p><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.</p>		
<p>ECUE 2 : Cybersécurité (Coef : 2) – 30h (Cours, TD, TP) - 10h (Estimation temps de travail personnel)</p> <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>		

Objectifs :

- 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

Contenu :

- 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

Compétences visées :

- Cybersécurité niveau 1

Modalités d'évaluation :

Cette UE évalue la progression pédagogique de l'élève tout au long de la formation au moyen de QCM, mises en situation, travaux pratiques...

L'élève complète également un test de positionnement en amont et en aval pour valider les compétences acquises.

Sources documentaires :

O'Reilly: Introduction à la cybersécurité

ECUE 3 :

Capteur et chaîne d'acquisition (Traitement du signal) (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 passante, 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

Le 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 (Flash, Approximations successives, pipeline, Sigma Delta.)

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, photoconductifs et photovoltaïques. Photographie.

Caméras à balayage et CCD.

Capteurs thermiques : Mesure de température. Conduction, convection, rayonnement. Effets thermoélectriques. Thermistances et thermocouples. Pyrométrie. Mesure des flux.

Capteurs mécaniques : Déformations et contraintes. Sismomètres, vélocimètres et accéléromètres.

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

ECUE 4 :

Programmation Orientée Objet (Coef : 3) – 40h (Cours, TD, TP) - 20h (Estimation temps de travail personnel)

Objectifs :

- 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

Contenu :

- Introduction et présentation.
- Bases de la programmation en C++.
- Classes en C++.
- Fonctions avancées.
- Classes dérivées.
- Typage dynamique, types avancés en C++.
- Mémoire : stockage statique, allocation dynamique.
- Les flux.
- Bibliothèques réutilisables en C++.
- Les flux.
- Extensions du langage

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu. TP. Examen final.

ECUE 5 :

Actionneurs (Coef : 2) – 30h (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

Positionnement : S6	UE : TECHNIQUES DE L'INGENIEUR S6	ECTS : 7 Nombre d'heures : 96h Modalité : Présentiel 100%
L'UE Sciences de l'ingénieur est constituée de 3 éléments constitutifs : ECUE1 Réseaux locaux industriels - 1, ECUE2 Automatismes, ECUE3 Comportements cinématique et dynamique des robots.		
<p>ECUE 1 : Réseaux locaux industriels - 1 (Coef : 2) – 30h (Cours, TD) - 10h (Estimation temps de travail personnel)</p> <p><u>Objectifs :</u> Être capable de choisir le réseau adapté à une application</p> <p><u>Contenu :</u> 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</p> <p>Architecture des Réseaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Normalisation - Liaisons de données -Eléments d'un réseau -Réseaux à commutation <p>Supports physiques d'interconnexion</p> <p>Les Réseaux Locaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Nature des informations -Catégories de réseaux locaux -Topologies <p>Normalisation</p> <p>Architecture du Réseau Ethernet / VLAN Ethernet</p> <p>Architecture sans fil (Wifi + Bluetooth)</p> <p>Le Bus CAN :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Protocole et particularités - Les composants du CAN <p>Interconnexion de Réseaux</p> <p>Protocole TCP/IP ; Routage ; Commutation</p> <p>Réseaux opérateurs</p> <p><u>Compétences visées :</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1-Connaitre l'ensemble des réseaux informatiques et de terrain rencontrés dans l'industrie et les normes associées 2- Être capable d'acquérir la notion de réseaux informatiques et de l'ensemble des topologies et protocoles associés <p><u>Modalités d'évaluation :</u> Exercices notés, comptes-rendus de TP, examen final</p> <p><u>Sources documentaires :</u> D. PARET, « Le bus CAN : Applications », DUNOD, 2015. S.LOHIER et D.PRESENT, « Transmissions et réseaux », DUNOD, 2018.</p>		

ECUE 2 :

Automatismes (Coef : 3) – 36h (Cours, TD, TP) – 26 h (Estimation temps de travail personnel)

Objectifs :

Savoir programmer des APIs et piloter une ligne de production automatisées.

Contenu :

- 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)

Modalités d'évaluation :

Projet.

ECUE 3 :

Comportements cinématique et dynamique des robots (Coef : 2) – 30h (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.

Positionnement : S7	UE : Management, projet et communication S7	ECTS : 4 Nombre d'heures : 52h Modalité : Présentiel 100%
L'UE Sciences de l'ingénieur est constituée de 2 éléments constitutifs : ECUE1 Anglais écrit et oral, ECUE2 Marketing et Management.		
<p>ECUE 1 : Anglais écrit et oral (Coef : 2) – 28h (Cours, TD) – 28h (Estimation temps de travail personnel)</p> <p><u>Objectifs :</u> Intensifier les entraînements de TOEIC tout en travaillant la grammaire et la compréhension/expression orale en parallèle. L'apprenti doit se préparer non seulement pour le TOEIC mais pour le départ à l'étranger (séjour linguistique).</p> <p><u>Contenu :</u> Entraînement du TOEIC avec focus sur la grammaire et les interrogations.</p> <p>Exercices de compréhension écrite approfondis (type TOEIC + autre).</p> <p>Exercices de compréhension orale (type TOEIC + autre).</p> <p>Exercices d'expression orale.</p> <p><u>Compétences visées :</u> S'entraîner pour le TOEIC et développer des techniques de réussite ; et approfondir les connaissances de la langue en visant le départ en séjour linguistique. Pouvoir s'exprimer librement et comprendre divers accents des locuteurs d'anglais (et non seulement les accents anglophones).</p> <p><u>Modalités d'évaluation :</u> Plusieurs contrôles continus de grammaire. Examen final : TOEIC blanc. Score visé : 760.</p> <p><u>Sources documentaires :</u> 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.</p>		
<p>ECUE 2 : Marketing et Management (Coef : 2) – 24h (Cours, TD) – 10h (Estimation temps de travail personnel)</p> <p><u>Objectifs :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Conduire des entretiens - Gérer les situations difficiles - Gérer des conflits interindividuels ou collectifs - Repérer les implications réglementaires et en tenir compte <p><u>Contenu</u></p> <p>Entretiens et communication Les types d'entretien L'entretien de recrutement</p>		

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

Positionnement : S7	UE : SCIENCES DE L'INGENIEUR Management S7	ECTS : 8 Nombre d'heures : 120h Modalité : Présentiel 100%
L'UE Sciences de l'ingénieur est constituée de 3 éléments constitutifs : ECUE1 Objets connectés / IIOT, ECUE2 Prototypage, ECUE3 Projet d'initiation à la recherche.		
<p>ECUE 1 : Objets connectés / IIOT (Coef : 2) – 30h (Cours, TD) – 10h (Estimation temps de travail personnel)</p> <p><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 Mécavenir.</p> <p><u>Contenu :</u> L'ensemble de cet enseignement se déroule en mode travaux pratiques qui seront réalisés à l'INNOLAB de Mécavenir.</p> <p>Il s'agit de mettre en œuvre un objet connecté, à l'aide des technologies Arduino et Raspberry.</p> <p>Chaque groupe de 2 apprenants suit ces 3 étapes classiques</p> <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. <p><u>Modalités d'évaluation :</u> TP</p>		
<p>ECUE 2 : Prototypage rapide de loi de commande (Coef : 2) – 30h (Cours, TD, TP) - 10h (Estimation temps de travail personnel)</p> <p><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.</p> <p><u>Contenu :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Conception de modèles de contrôleur directement avec TargetLink • dSPACE • Conception logicielle avec le Data Dictionary de TargetLink • ControlDesk • LabVIEW <p><u>Modalités d'évaluation :</u> TP/Projet</p>		

ECUE 3 :

Projet d'initiation à la recherche (Traitement du signal) (Coef : 4) – 60h (Cours, TD, TP) - 40h (Estimation temps de travail personnel)

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 :

- 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.

Contenu :

Concevoir un projet

- Adopter des démarches de type méthodique, créatif, perceptif, collaboratif

Se constituer une culture architecturale

- Rechercher des références qui, par analogie, ouvrent à d'autres interprétations du contexte

Mobiliser d'autres disciplines

- Aller à la rencontre d'autres concepts et méthodes, échanger et nourrir la réflexion architecturale

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

Positionnement : S7	UE : TECHNIQUES DE L'INGENIEUR S7	ECTS : 10 Nombre d'heures : 138h Modalité : Présentiel 100%
L'UE Sciences de l'ingénieur est constituée de 4 éléments constitutifs : ECUE1 Réseaux locaux industriels - 2, ECUE2 Recherche opérationnelle / Optimisation, ECUE3 Intelligence artificielle : machine learning et gestion des données, ECUE4 Systèmes asservis linéaires et représentation d'état.		
<p>ECUE 1 : Réseaux locaux industriels - 2 (Coef : 2) – 30h (Cours, TD) - 10h (Estimation temps de travail personnel)</p> <p><u>Objectifs :</u></p> <p>Être capable de connaître les différentes fonctionnalités des réseaux Ethernet et les différentes interconnectivité des applications et des équipements</p> <p><u>Contenu :</u></p> <p>Réseau Ethernet - TCP/IP</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les standards Ethernet, cuivre, fibre, hubs, switches. • Routeur/passerelle, ponts, firewall. • Les principales fonctionnalités (DNS, DHCP, HTTP, FTP). • L'offre industrielle : vers un standard ? <p>Inter connectivité des applications et des équipements : OPC</p> <ul style="list-style-type: none"> • OPC DA, OPC UA : principe et exemples de mise en œuvre <p><u>Compétences visées :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p><u>Modalités d'évaluation :</u></p> <p>Exercices notés, comptes-rendus de TP, examen final</p> <p><u>Sources documentaires :</u></p> <p>D. PARET, « Le bus CAN : Applications », DUNOD, 2015. S.LOHIER et D.PRESENT, « Transmissions et réseaux », DUNOD, 2018.</p>		
<p>ECUE 2 :</p> <p>Recherche opérationnelle / Optimisation (Coef : 2) – 30h (Cours, TD, TP) – 10 h (Estimation temps de travail personnel)</p> <p><u>Objectifs :</u></p>		

- Savoir identifier et modéliser un problème de recherche opérationnelle.
- Être capable de proposer un algorithme de résolution.

Contenu :

- 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 métaheuristiques
- Ordonnancement

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu. Examen final, TP.

ECUE 3 :

**Intelligence artificielle : machine Learning et gestion des données (Coef : 2) – 30h (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.

ECUE 4 :

**Systèmes asservis linéaires et représentation d'état (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 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 terme 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, Hermes. 2005
- H. Bourlès, Systèmes linéaires - De la modélisation à la commande, Hermès Science, 2006

Positionnement : S8	UE : Management, projet et communication S8	ECTS : 4 Nombre d'heures : 56h Modalité : Présentiel 100%
L'UE Sciences de l'ingénieur est constituée de 2 éléments constitutifs : ECUE1 Communication professionnelle, ECUE2 Analyse financière.		
<p>ECUE 1 : Communication professionnelle (Coef : 2) – 24h (Cours, TD) – 10h (Estimation temps de travail personnel)</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Objectifs</u> : • Maîtriser les situations de communication écrite et orale • • <u>Contenu</u> : 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 <p>Les fondements psychologiques et sociologiques Les techniques (recueil de données, le guide d'entretien) E. Communication Techniques, sélection</p> <ul style="list-style-type: none"> • • <u>Compétences visées</u> : La capacité de présenter un travail devant un public professionnel averti. • Capacité à communiquer de façon adaptée à la cible • • <u>Modalités d'évaluation</u> : Cours et TD • • <u>Sources documentaires</u> : • Les bases de la communication humaines une approche théorique et pratique MYERS • Paul RICOEUR Discours et Communication L'HERNE • Dynamique des communications dans les groupes Gilles AMADO André GUITTET 		
<p>ECUE 2 : Analyse financière (Coef : 2) – 32h (Cours, TD) – 20h (Estimation temps de travail personnel)</p> <p><u>Objectifs</u> : Analyser les comptes annuels d'une société</p> <p><u>Contenu</u> : Structure et Études Financières</p>		

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

Positionnement : S8	UE : SCIENCES DE L'INGENIEUR Management S8	ECTS : 6 Nombre d'heures : 88h Modalité : Présentiel 100%
<p>L'UE Sciences de l'ingénieur est constituée de 3 éléments constitutifs : ECUE1 Intelligence artificielle : réseaux de neurones et logique floue, ECUE2 Sûreté de fonctionnement, ECUE3 Vision augmentée / Réalité virtuelle.</p>		
<p>ECUE 1 : Intelligence artificielle : réseaux de neurones et logique floue (Coef : 2) – 30h (Cours, TD) - 16h (Estimation temps de travail personnel)</p> <p><u>Objectifs :</u></p> <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. <p><u>Contenu :</u></p> <p>Logique floue</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ensembles flous • Les opérateurs de la logique floue • Fonctions d'appartenances • Réglage et commande par logique floue • Inférence Mamdani et Sugeno <p>Réseaux de neurones</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bases générales • Architecture • Fonctions d'activation • Algorithmes d'apprentissage • Réseaux multi-niveaux • Réseau Hopfield <p><u>Modalités d'évaluation :</u></p> <p>Contrôles continus. TP. Examen final.</p>		
<p>ECUE 2 : Analyse des risques, AMDEC (Coef : 2) – 28h (Cours, TD, TP) - 20h (Estimation temps de travail personnel)</p> <p><u>Objectifs :</u></p> <p>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, ...</p>		

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 (monoclasses/multi-classes, ouverts/fermés) : réseaux de Jackson, Gordon-Newell et BCMP.
- Equation 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. TP. Examen final

ECUE 3 :

Vision augmentée / Réalité virtuelle (Traitement du signal) (Coef : 2) – 30h (Cours, TD, TP) - 16h (Estimation temps de travail personnel)

Objectifs :

- Compréhension, conception et développement de systèmes exploitant les technologies de la réalité virtuelle.
- Les techniques d'interaction 3D pseudohaptique, 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
- Connaître les outils d'interfaçage et d'interaction

Contenu :

- Définition et applications,
- Perception, déplacement et navigation dans l'espace,
- Les techniques d'interaction 3D pseudohaptique, 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 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.

Positionnement : S8	UE : TECHNIQUES DE L'INGENIEUR S8	ECTS : 10 Nombre d'heures : 112h Modalité : Présentiel 100%
<p>L'UE Sciences de l'ingénieur est constituée de 3 éléments constitutifs : ECUE1 Applications de la robotique, ECUE2 Commande avancée et identification des systèmes, ECUE3 Systèmes asservis non linéaires.</p>		
<p>ECUE 1 : Applications de la robotique (Coef : 4) – 40h (Cours, TD) - 36h (Estimation temps de travail personnel)</p> <p><u>Objectifs :</u></p> <p>Dans le cadre de cette UE, l'apprenti devra acquérir des notions solides sur la mise en place de solutions de robotique industrielle robotisés. A l'issue de cette UE, l'apprenti ingénieur devra maîtriser un langage de programmation pour un robot industriel.</p> <p><u>Contenu :</u></p> <p>Principes de programmation et de simulation spécifiques à FANUC. Gamme de robots. Présentation de la méthodologie pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gérer les différents repères (utilisateurs, outils, global), - Gérer le(s) Payload(s), - Gérer la sécurité en robotique (DCS) - Programmer une trajectoire. <p>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)</p> <p><u>Compétences visées :</u> Être capable de mettre en œuvre ses connaissances et compétences en robotique autour d'un projet concret.</p> <p><u>Modalités d'évaluation :</u> Simulations sur ordinateur et travaux pratiques avec un robot industriel FANUC</p> <p><u>Sources documentaires :</u> Documents, guides et notices du constructeur.</p>		
<p>ECUE 2 :</p> <p>Commande avancée et identification des systèmes (Coef : 3) – 32h (Cours, TD, TP) – 10 h (Estimation temps de travail personnel)</p>		

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, électriques, 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, Reswick
 - Méthode de Cohen-Coon
- Méthodes analytiques
 - Méthodes qui simplifient la dynamique du procédé
 - Méthode du modèle interne
 - 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.

ECUE 3 :

Systèmes asservis non linéaires (Coef : 3) – 40h (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.

Positionnement : S9	UE : SCIENCES DE L'INGENIEUR Management S9	ECTS : 5 Nombre d'heures : 70h Modalité : Présentiel 100%
L'UE Sciences de l'ingénieur est constituée de 2 éléments constitutifs : ECUE1 Gestion de la production, ECUE2 Diagnostic et supervision.		
<p>ECUE 1 : Gestion de la production (Coef : 2) – 30h (Cours, TD) - 14h (Estimation temps de travail personnel)</p> <p><u>Objectifs :</u></p> <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 <p><u>Contenu :</u></p> <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 inducteurs de performance de production (temps de cycle, temps de production total, TRS...) <p><u>Compétences visées :</u></p> <p>A l'issue de cet enseignement, l'apprenti devra être capable :</p> <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 <p><u>Modalités d'évaluation :</u></p> <p>Contrôle continu. Projet.</p>		
<p>ECUE 2 : Diagnostic et supervision (Coef : 3) – 40h (Cours, TD, TP) - 20h (Estimation temps de travail personnel)</p> <p><u>Objectifs :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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

Positionnement : S9	UE : Management, projet et communication S9	ECTS : 8 Nombre d'heures : 112h Modalité : Présentiel 100%
L'UE Sciences de l'ingénieur est constituée de 5 éléments constitutifs : ECUE1 Gestion de groupe : communication et éthique, ECUE2 Ingénierie juridique et stratégie des contrats, ECUE3 Développement durable, ECUE3 Création d'entreprise - Business Plan et ECUE4 Anglais professionnel.		
<p>ECUE 1 : Mise en œuvre de compétences de communication en situation de groupe (Coef : 2) – 24h (Cours, TD) – 10h (Estimation temps de travail personnel)</p> <p><u>Objectifs :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Comprendre une situation de groupe - Conduire différents types de réunions - Manager les hommes <p><u>Contenu</u></p> <p>Management de groupe</p> <p>Management des hommes La notion de management Les outils du manager La délégation L'évaluation</p> <p>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</p> <p>Conduire des réunions Les types de réunions Les différents rôles de l'animateur Les types de participants La gestion des participants difficiles</p> <p>Les techniques de reporting</p> <p><u>Compétences visées :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 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 <p><u>Modalités d'évaluation :</u> Cours et TD</p> <p><u>Sources documentaires :</u> R. Mucchielli, La conduite des réunions : les fondamentaux du travail en groupe, Ed. ESF, 2004</p>		

ECUE 2 :

Ingénierie juridique et stratégie des contrats (Coef : 2) – 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.

ECUE 3 :

Développement durable (Coef : 2) – 24h (Cours, TD) – 0h (Estimation temps de travail personnel)

Objectifs :

Les ingénieurs doivent intégrer les notions de développement durable dans la conception d'équipements et de produits et plus généralement dans la production.

Contenu :

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

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu. Examen final.

ECUE 4 :

Création d'entreprise - 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

ECUE 5 :

Anglais professionnel (Coef : 1) – 20h (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.

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.

Positionnement : S9	UE : TECHNIQUES DE L'INGENIEUR S9	ECTS : 9 Nombre d'heures : 116h Modalité : Présentiel 100%
L'UE Sciences de l'ingénieur est constituée de 2 éléments constitutifs : ECUE1 Vision et traitement d'images appliquée à la robotique, ECUE2 Projet automatique.		
<p>ECUE 1 : Vision et traitement d'images appliquée à la robotique (Coef : 3) – 36h (Cours, TD) - 16h (Estimation temps de travail personnel)</p> <p><u>Objectifs :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p><u>Contenu :</u></p> <p>Présentation des concepts d'application</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les domaines d'application • La perception de la scène • Les capteurs d'images • Le codage • <p>Le traitement de l'image</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pré traitement • Segmentation • Morphologie • Description du contour • Reconnaissance des objets dans l'image <p>Formalisation d'un Cahier des Charges dans le domaine de la visionique</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analyse du problème • Analyse de la faisabilité • Matériel de vision. <p>Applications</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rappels de C++ - MFC - Architecture Document/View - 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 <p><u>Compétences visées :</u> Être capable de mettre en œuvre ses connaissances et compétences en vision robotique autour d'un projet concret.</p>		

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

ECUE 2 :

Projet automatique (Coef : 6) – 80h (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 carrées, etc.)
- Etablir une loi de commande
- Simulation avec *MATLAB/SIMULINK*

Modalités d'évaluation :

Projet.