

Semestre 1

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume horaire semestriel (15 sem.)	Travail complémentaire en consultation (15 sem.)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 1.1.1 Crédits : 10 Coefficients : 6	Systèmes Asservis Linéaires Continus	6	4	1h30	1h30	1h30	67h30	82h30	40%	60%
	Théorie du Signal	4	2	1h30	1h30	0h45	56h15	43h45	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 1.1.2 Crédits : 10 Coefficients : 6	Calculateur Embarqué I	6	4	1h30	1h30	1h30	67h30	82h30	40%	60%
	Électronique Générale	4	2	1h30	1h30	0h45	56h15	43h45	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.1 Crédits : 7 Coefficients : 4	Programmation I	4	2	1h30	0h45	0h45	45h00	55h00	40%	60%
	Réseaux Informatiques	3	2	1h30		1h30	45h00	30h00	40%	60%
UE Découverte Code : UED 1.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Management de Projet I	1	1	1h30			22h30	2h30	40%	60%
	Communication Professionnelle	1	1	1h30			22h30	2h30	40%	60%
UE Transversale Code : UET 1.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	English for Automation and Control I	1	1	1h30			22h30	2h30	40%	60%
Total semestre 1		30	19	13h30	6h45	6h45	405h00	345h00		

Visites de sites industriels qui se déroulent en période bloquée chaque semestre.

Semestre : 1

Unité d'enseignement : UEF 1.1.1

Matière : Systèmes Asservis Linéaires Continus

Code : SALC

VHS : 67h30 (Cours : 1h30, TD : 1h30, TP : 1h30)

Crédits : 6

Coefficient : 4

Objectifs de l'enseignement :

Dans cette matière on trouve les fondements des systèmes asservis linéaires. L'étude concerne les éléments constitutifs d'une chaîne de régulation, les méthodes pour résoudre les équations différentielles linéaire à coefficient constant, la transformée de LAPLACE, les fonctions de transferts, les schémas fonctionnels, l'application des transformées de LAPLACE et la présentation des deux méthodes d'analyse et de conception (diagrammes de Bode et de Nyquist), etc.

Connaissances préalables recommandées :

Maths, physique

Contenu de la matière :

Chapitre I. Généralités sur les systèmes asservis (02 semaine)

Chaines de commande, Systèmes asservis, Classifications des systèmes asservis, Nature des signaux d'entrée

Chapitre II. Fonction de transfert (03 semaines)

Modèle mathématique d'un système, Représentation par les équations différentielles, Représentation des systèmes asservis par des fonctions de transfert (définition du gain statique, pôles, zéros d'une fonction de transfert), Schémas blocs et règles de simplification : systèmes séries, parallèles, à retour unitaire et non unitaire

Chapitre III. Analyse temporelle des systèmes linéaires (03 semaines)

Régime transitoire, régime permanent et notions de stabilité, rapidité et précision statique, Notion de réponse impulsionnelle, Réponse des systèmes de premier et de second ordre pour des signaux typiques, Cas de systèmes d'ordre supérieur, Identification des systèmes de premier et de second ordre à partir de la réponse temporelle.

Chapitre IV. Analyse harmonique Réponse en fréquence (03 semaines)

Introduction, Représentation graphique des fonctions de transfert (diagrammes de Bode, lieu de Nyquist, abaques de Black-Nichols), Analyse et critères de stabilité (critère du revers dans le plan Bode/Nyquist, critère de Nyquist, lieu d'Evans, critère de Routh)

Chapitre V. Stabilité des systèmes asservis (02 semaines)

Critère des pôles, Critère de Routh-Hurwitz, critères graphiques

Chapitre VI. Corrections des systèmes asservis (02 semaines)

Différentes structures des régulateurs (avance/retard de phase, PID, RST), Choix du Régulateur en

fonction des spécifications imposées, Dimensionnement des régulateurs : Synthèse par les méthodes empiriques (Ziegler-Nichols, Méplat, symétrique, ...), Synthèse par les méthodes graphiques (Evans, Bode, Black, Nyquist, ...).

- TP 01. Introduction aux systèmes asservis
- TP 02. Fonction de transfert et modélisation mathématique
- TP 03. Analyse temporelle des systèmes linéaires
- TP 04. Analyse harmonique et réponse en fréquence
- TP 05. Stabilité des systèmes asservis
- TP 06. Critères de stabilité : pôles, Routh-Hurwitz, graphiques
- TP 07. Corrections des systèmes asservis : régulateurs et structures
- TP 08. Dimensionnement des régulateurs : méthodes empiriques et graphiques

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : **40%** ; examen : **60%**.

Références bibliographiques :

- [1] *Feedback and control systems schaum's outline series McGRAW-HILL*
- [2] *E. Magarotto, Cours de Régulation. IUT Caen - Département Génie Chimique et Procédés. Université de Caen. 2004.*
- [3] *Bernard BAYLE, Systèmes et asservissements à temps continu Ecole Nationale Supérieure de Physique de Strasbourg année 2007–2008*
- [4] *V.Boitier, Université Paul Sabatier Toulouse III, septembre 2005*
- [5] *Edouard Laroche Asservissement des systèmes linéaires a temps continu*
- [6] *J. J. Di Stefano, A.R. Stubberud, I. J. Williams, Systèmes asservies 1 cours et exercices. SERIE SCHAUM.*

Semestre : 1

Unité d'enseignement : UEF 1.1.1

Matière : Théorie du signal

Code : TS **VHS : 56h15** (Cours : 1h30, TD : 1h30, TP : 0h45)

Crédits : 4

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

Acquérir les notions de base en théorie du signal : signaux déterministes de base, représentation des signaux (périodiques et non-périodiques) dans l'espace de Fourier, la transformée de Laplace, les outils mathématiques utilisés en traitement du signal.

Connaissances préalables recommandées :

Outils mathématiques de base : calcul d'intégrales, série et transformée de Fourier, notions fondamentales en physique et électricité

Contenu de la matière :

Chapitre I. Introduction au traitement du signal (02 semaines)

Introduction et objectifs du traitement et de la théorie du signal, notion de puissance et d'énergie, classification des signaux (morphologique, spectrale, phénoménologique, énergétique... etc.), signaux de base en traitement du signal (signal rectangulaire, triangulaire, échelon, signe, ... etc.)

Chapitre II. Analyse fonctionnelle, convolution et corrélation (02 semaines)

Introduction à l'analyse fonctionnelle, espace vectoriel des signaux, représentation d'un signal par une combinaison de fonctions orthogonales, produit scalaire et distance, introduction à la théorie des distributions, exemples de distributions, produit de convolution, interprétation de la convolution, propriétés de la convolution, principe et interprétation de la corrélation, fonction d'autocorrélation et d'intercorrélation, propriétés de la corrélation.

Chapitre III. Analyse de Fourier (06 semaines)

Introduction et rappel sur les séries de Fourier pour les signaux périodiques, forme exponentielle de la série de Fourier, spectres discrets d'amplitude et de phase, égalité de Parseval, transformée de Fourier pour les signaux non-périodiques, propriétés de la TF, théorème de Parseval, spectres continus d'amplitude et de phase, densité spectrale de puissance et d'énergie, théorème de Wiener-Khinchine.

Chapitre IV. Transformée de Laplace (03 semaines)

Introduction, passage de la transformée de Fourier à la transformée de Laplace, définition et propriétés de la TL, la transformée de Laplace inverse, introduction à la notion des systèmes, quelques applications de la TL aux systèmes linéaires et invariants par translation.

TP 01. Introduction au traitement du signal : analyse de signaux simples

TP 02. Analyse fonctionnelle, convolution et corrélation : étude des propriétés de la convolution et de la corrélation

- TP 03.** Analyse de Fourier : étude des séries de Fourier pour les signaux périodiques et de la transformée de Fourier pour les signaux non-périodiques
- TP 04.** Transformée de Laplace : passage de la transformée de Fourier à la transformée de Laplace et applications aux systèmes linéaires
- TP 05.** Filtrage fréquentiel : conception de filtres passe-bas et passe-haut
- TP 06.** Traitement d'images : analyse de l'image numérique, filtres linéaires et non-linéaires, transformations géométriques de base.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : **40%** ; examen : **60%**.

Références bibliographiques :

- [1] F. de Coulon, "Théorie et traitement des signaux", Édition PPUR.
- [2] C. Gasquet, P. Witomski "Analyse de Fourier et applications". Masson, 1995.
- [3] S. Haykin, "Signals and systems", John Wiley & Sons, 2nd ed., 2003.
- [4] B. Picinbono, "Théorie des signaux et des systèmes avec problèmes résolus", Edition Bordas.
- [5] Y. Thomas, "Signaux et systèmes linéaires". Masson, 1995.

Semestre : 1

Unité d'enseignement : UEF 1.1.2

Matière : Calculateur Embarqué I

Code : CE1 **VHS : 67h30** (Cours : 1h30, TD : 1h30, TP : 1h30)

Crédits : 6

Coefficient : 4

Objectifs de l'enseignement :

Connaître les circuits combinatoires usuels. Introduire les circuits séquentiels à travers les circuits bascules, les compteurs et les registres. Concevoir des applications des circuits combinatoires et séquentiels.

Connaissances préalables recommandées :

Systèmes de numération, algèbre de Boole, fonctions élémentaires en logique.

Contenu de la matière :

Chapitre I. Logique combinatoire et séquentielle (06 semaines)

Les systèmes de numération et l'algèbre de Boole, Circuits logiques combinatoires, Circuits logiques séquentiels

Chapitre II. Synthèse de systèmes séquentiels (03 semaines)

Introduction, architecture générale et contraintes de mise en œuvre des systèmes séquentiels (Machine de Mealy, Machine de Moore), synthèse des systèmes séquentiels, exemples de synthèse de systèmes séquentiels.

Chapitre III. Les microprocesseurs (02 semaine)

Introduction, historique, structure d'un calculateur, architecture de Von Neumann, description et fonctionnement d'un microprocesseur

Chapitre IV. Les mémoires (02 semaines)

Types de mémoires, caractéristiques générales, organisation interne, critères de choix d'une mémoire, interfacement μ P/Mémoire, chronogramme des cycles de lecture/écriture, liaison μ P-Multi-mémoires, extension de la capacité mémoire (association de boîtiers RAM ou ROM ou autres), calcul du nombre de boîtiers mémoire, décodage des adresses, réalisation d'un plan mémoire

Chapitre V. Principales architectures (RISC / CISC) des microprocesseurs (02)

Familles, jeux d'instructions, Description d'un processeur élémentaire, communication, interfaces, entrées/sorties.

TP 01. Introduction sur l'espace de travail

TP 02. Manipulation de l'algèbre de Boole pour la simplification de circuits combinatoires

TP 03. Conception de circuits logiques combinatoires à partir d'une table de vérité

TP 04. Conception de circuits logiques séquentiels à partir d'un Grafcet ou d'un diagramme d'états

TP 05. Programmation et simulation d'une machine de Mealy ou de Moore avec un outil de CAO

électronique

TP 06. Conception et réalisation d'un système combinatoire ou séquentiel à base de microcontrôleur.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : **40%** ; examen : **60%**.

Références bibliographiques :

[1] *P. Cabanis, Electronique digitale, Edition Dunod.*

[2] *M. Gindre, Electronique numérique : logique combinatoire et technologie, McGraw Hill, 1987*

[3] *R. Katz, Contemporary Logic Design, 2nd ed. Prentice Hall, 2005.*

[4] *C. Brie, Logique combinatoire et séquentielle, Ellipses, 2002.*

[5] *J.C. Lafont, Cours et problèmes d'électronique numérique, 124 exercices avec solutions, Ellipses.*

[6] *R. Delsol, Electronique numérique, Tomes 1 et 2, Edition Berti*

[7] *J. Letocha, Introduction aux circuits logiques, Edition McGraw Hill.*

Semestre : 1

Unité d'enseignement : UEF 1.1.2

Matière : Électronique Générale

Code : EG VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 0h45, TP : 0h45)

Crédits : 3

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

Maîtriser le calcul, l'analyse et l'interprétation des circuits électroniques. Connaître les propriétés, les modèles électriques et les caractéristiques des composants électroniques : diodes, transistors bipolaires et Ampli-op.

Connaissances préalables recommandées :

Notions de bases d'électronique et d'électricité fondamentales.

Contenu de la matière :

Chapitre I. Rappels des fondamentaux de l'analyse des circuits électriques (03 semaines)

Rappels : lois de Kirchoff, relations tension-courant (R, L, C), diviseur de tension, diviseur de courant. Théorèmes fondamentaux : superposition, Thévenin, Norton, Millmann, Kennelly, Equivalence entre Thévenin et Norton. Rappel sur la représentation d'un réseau passif par un quadripôle, grandeurs caractérisant le comportement d'un quadripôle dans un montage (impédance d'entrée et de sortie, gain en tension et en courant). Filtres passifs (passe-bas, passe-haut, ...), courbe de gain, courbe de phase, fréquence de coupure, bande passante.

Chapitre II. La diode à jonction (04 Semaines)

Rappel sur les semi-conducteurs, polarisation, schémas équivalents et caractéristiques statiques d'une diode, les types de diodes (redresseuses, LED, varicap, Zener), analyse en régime dynamique d'une diode, étude des circuits de : redressement, filtrage, stabilisation de tension, limiteurs à diodes.

Chapitre III. Transistor bipolaire (04 Semaines)

Rappel sur les transistors, structure et fonctionnement du transistor bipolaire, caractéristiques statiques, polarisations, droite de charge, point de repos. Étude des trois montages fondamentaux : EC, BC, CC, schéma équivalent, gain en tension, gain en décibels, bande passante, gain en courant, impédances d'entrée et de sortie. Étude d'amplificateurs à plusieurs étages BF en régime statique et en régime dynamique, condensateurs de liaisons, condensateurs de découplage.

Chapitre IV. Amplificateur opérationnel (02 Semaines)

Principe, Schéma équivalent, Ampli-op idéal, Contre-réaction, Caractéristiques de l'ampli-op, Montages de base de l'amplificateur opérationnel : Inverseur, Non inverseur, Sommateur, Soustracteur, Compérateur, Suiveur, Dérivateur, Intégrateur, Logarithmique, Exponentiel, ...

Chapitre V. Fonction de commutation (02 Semaines)

Diode en commutation, T. Bipolaire en commutation, exemple de réalisation de fonctions logiques.

- TP 01. TP 01. Lois de Kirchhoff et relations tension-courant
- TP 02. Les théorèmes fondamentaux en régime continu
- TP 03. Quadripôles et filtres passifs
- TP 04. Caractéristiques statiques et dynamiques d'une diode
- TP 05. Circuits redresseurs et stabilisateurs de tension à diodes
- TP 06. Étude des montages à transistors bipolaires
- TP 07. Montages de base de l'amplificateur opérationnel
- TP 08. Étude des fonctions de commutation avec diodes et transistors

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : **40%** ; examen : **60%**.

Références bibliographiques :

- [1] Neffati, *Electricité générale*, Dunod, 2004
- [2] F. Milsant, *Cours d'électronique (et problèmes)*, Tomes 1 à 5, Eyrolles.
- [3] M. Ouhrouche, *Circuits électriques*, Presses internationale Polytechnique, 2009.
- [4] A. Malvino, *Principe d'Electronique*, 6ème Edition Dunod, 2002.
- [5] T. Floyd, *Electronique Composants et Systèmes d'Application*, 5ème Edition, Dunod, 2000.
- [6] I. Jelinski, *Toute l'Electronique en Exercices*, Vuibert, 2000.
- [7] D. Dixneuf, *Principes des circuits électriques*, Dunod, 2007

Semestre : 1

Unité d'enseignement : UEM 1.1

Matière : Programmation I

Code : P1 VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 0h45, TP : 0h45)

Crédits : 4

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

Il est particulièrement important pour les étudiants en automatique de maîtriser un langage de programmation moderne, puissant, polyvalent et qui peut être utilisé dans le développement de logiciels pour les systèmes embarqués, la robotique et l'électronique. Cela leur permet de développer des systèmes plus efficaces et plus performants. Les compétences cibles pour les étudiants en automatique qui souhaitent maîtriser la programmation en utilisant un langage de programmation moderne comprennent la compréhension des concepts de base de la programmation tels que les variables, les structures de données, les structures de contrôles, les entrées sorties ainsi que les paradigmes de programmation modernes.

Connaissances préalables recommandées :

Architecture des ordinateurs, Systèmes de numération et codage des nombres.

Contenu de la matière :

Chapitre I. Introduction aux langages de programmation (01 semaine)

Chapitre II. Variables et types de données simples (02 semaines)

Déclaration et utilisation de variables, Types primitifs, Portée des variables

Chapitre III. Opérations d'entrée/sortie (01 semaines)

Lire/écrire depuis la console, Formater la sortie

Chapitre IV. Conditions et boucles (01 semaines)

Instruction if-else, Boucles for and while, Boucle do-while, Les instructions break et continue

Chapitre V. Tableaux et chaînes (02 semaines)

Déclaration et initialisation des tableaux, Manipulation de chaînes de caractères, Tableaux multidimensionnels

Chapitre VI. Fonctions (02 semaines)

Définir et appeler des fonctions, Passage de paramètres par valeur/variable, Récursivité

Chapitre VII. Programmation Orientée Objet (02 semaines)

Classes et objets, Encapsulation and Abstraction de données, Héritage et polymorphisme, Redéfinir une fonction

Chapitre VIII. Gestion des exceptions (01 semaines)

Bloc Try et catch, Type d'exceptions

Chapitre VI. Développement de projets (03 semaines)

Développer de petits projets via les concepts acquis.

TP 01. Introduction aux langages de programmation

Objectif : Prise en main de l'environnement de développement, découverte des différents langages de programmation et des outils nécessaires pour programmer.

TP 02. Variables et types de données simples

Objectif : Comprendre comment déclarer et utiliser des variables et les différents types de données primitifs disponibles.

TP 03. Opérations d'entrée/sortie

Objectif : Apprendre à lire et écrire depuis la console, ainsi qu'à formater la sortie de manière appropriée.

TP 04. Conditions et boucles

Objectif : Maîtriser les différentes structures de contrôle de flux telles que les conditions et les boucles pour contrôler le flux d'exécution d'un programme.

TP 05. Tableaux et chaînes

Objectif : Apprendre à déclarer, initialiser et manipuler des tableaux ainsi que des chaînes de caractères.

TP 06. Fonctions

Objectif : Apprendre à définir et appeler des fonctions, à passer des paramètres par valeur ou par référence, ainsi qu'à utiliser la récursivité.

TP 07. Programmation Orientée Objet

Objectif : Comprendre les concepts de base de la programmation orientée objet tels que les classes, les objets, l'encapsulation et l'abstraction de données, l'héritage et le polymorphisme.

TP 08. Gestion des exceptions

Objectif : Apprendre à gérer les erreurs dans un programme grâce à la mise en place de blocs try-catch et la gestion de différents types d'exceptions.

TP 09. Développement de projets

Objectif : Appliquer les concepts acquis pour développer de petits projets en utilisant les différents langages de programmation et les outils disponibles.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : **40%** ; examen : **60%**.

Références bibliographiques :

- [1] *"The C++ Programming Language"* by Bjarne Stroustrup, 4th edition, Addison-Wesley Professional, ISBN: 978-0321958310.
- [2] *"Effective Modern C++"* by Scott Meyers, 1st edition, O'Reilly Media, ISBN: 978-1491903996.
- [3] *"C++ Primer"* by Lippman, Lajoie, and Moo, 5th edition, Addison-Wesley Professional, ISBN: 978-0321714114.
- [4] *"C++ Concurrency in Action"* by Anthony Williams, 1st edition, Manning Publications, ISBN: 978-1933988771.
- [5] *"C++ Template Metaprogramming"* by David Abrahams and Aleksey Gurtovoy, 1st edition, Addison-Wesley Professional, ISBN: 978-0321127426.
- [6] *"The C++ Standard Template Library"* by P.J. Plauger, 1st edition, Prentice Hall, ISBN: 978-0130896830.

Semestre : 1

Unité d'enseignement : UEM 1.1

Matière : Réseaux Informatiques

Code : RI VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 0h00, TP : 1h30)

Crédits : 3

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

Initier l'étudiant aux techniques de communications numériques et aux réseaux informatiques.

Connaissances préalables recommandées :

Systèmes de numération.

Contenu de la matière :

Chapitre I. Introduction à la téléinformatique (03 semaines)

Types et structures de réseaux. Communications numériques parallèle et séries. Communications série synchrone et asynchrone. Standard RS232. Caractéristiques. Liaisons de données. ETDD/ETCD. Débit et baud

Chapitre II. Modèle OSI des interfaces de communication (04 semaines)

Systèmes ouverts et modèles à couches. Modèle de référence OSI. Modèles TCP/IP. Les différentes couches. Equipements et protocoles de chaque couche. Interconnexion des réseaux (Répéteurs, concentrateurs, commutateurs, routeurs, pont, passerelle ...etc). Les différents réseaux (PAN, LAN, MAN, WAN ...)

Chapitre III. Communication réseau (03 semaines)

Généralités, Théorie de l'information, techniques et types de transmission, topologies, supports physiques de transmission, méthodes d'accès au médium, Multiplexage et commutation.

Chapitre IV. Réseaux locaux (LAN) (05 semaines)

Modèle client-serveur, Contrôle d'accès au médium, Ethernet, anneau à jeton, Le protocole IP, Les protocoles TCP et UDP, Adressage et masque de sous réseau, Protocoles d'applications. Interconnexion de réseaux (Routage et pontage et Congestion). Aperçu sur les réseaux sans fil WiFi.

TP 01. Présentation des différents protocoles de communication

TP 02. Présentation du modèle à couches

TP 03. Configuration d'un réseau local

TP 04. Configuration d'un routeur

TP 05. Analyse de trafic réseau

TP 06. Configuration d'un réseau sans fil

TP 07. Mise en place d'un VPN

TP 08. Configuration de serveurs Web

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : **40%** ; examen : **60%**.

Références bibliographiques :

- [1] *Tanenbaum, Réseaux : Architecture, protocole, applications, Inter Editions - Collection iia 2- Gildas Avoine, Pascal Junod, Philippe Oechslin: Sécurité Informatique, Vuibert.*
- [2] *Malek Rahoual, Patrick Siarry, Réseaux informatiques : conception et optimisation, Editions Technip, 2006.*
- [3] *Guy Pujolle, Les réseaux, 5ième édition, Eyrolles, 2006.*
- [4] *Paul Mühlethaler, 802.11 et les Réseaux sans fil, Eyrolles, 2002.*
- [5] *Khaldoun Al Agha, Guy Pujolle, Guillaume Vivier, Réseaux de mobiles et réseaux sans fil, Eyrolles, 2001.*
- [6] *Les réseaux locaux industriels, F. LEPLACE et al. Editions Hermes, 1991.*
- [7] *Réseaux locaux industriels, Zoubir Mammeri et Jean-Pièrre Thomesse, Edition Eyrolles, 1994.*

Semestre : 1

Unité d'enseignement : UED 1.1

Matière : Management de Projet I

Code : MP1 **VHS : 22h30** (Cours : 1h30, TD : 0h00, TP : 0h00)

Crédits : 1

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

- Comprendre les différentes phases du cycle de vie d'un projet,
- Acquérir une méthodologie dans le montage de projets
- Mettre en œuvre la méthodologie sur un cas d'étude.

Connaissances préalables recommandées :

Aucune

Contenu de la matière :

Chapitre I. Introduction, Cycle de vie d'un projet. (01 semaine)

- a. De quoi parle-t-on ? Projet, programme, portefeuille de projets
- b. Les phases d'un projet : Initialisation, Planification, Exécution, Contrôle et Suivi, Clôture.

Chapitre II. Initialisation (03 semaine)

- a. Charte de projet, Kick off meeting
- b. Expression du besoin (Arbre à problèmes, Arbre à objectifs, bête à cornes)
- c. Cadre logique (objectifs, activités, résultats attendus, indicateurs d'évaluation, hypothèses et risques)

Chapitre III. Planification (03 semaine)

- a. Cahier des charges du projet
- b. Diagramme des tâches (WBS), Diagramme des responsabilités (OBS, RACI)
- c. Séquencement et délais (PERT), Affectations des ressources (GANTT)
- d. Evaluation budgétaire
- e. Identification, Analyse et prévention des risques
- f. Gestion des parties prenantes
- g. Préparation du plan de mise en œuvre du projet (Ressources, délais, financement, risques)

Chapitre IV. Etude de cas. (08 semaine)

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : **40%** ; examen : **60%**.

Références bibliographiques :

- [1] *Management de projet, Gray Clifford, 330 GRA*
- [2] *Management : l'essentiel des concepts et des pratiques, Robbins Stephen, 330/ROB*
- [3] *Gestion et management des entreprises, Duizabo Sébastien, 330 DUI*
- [4] *Notions fondamentales de management, Darbelet Michel 330/DAR*
- [5] *Le manager et la dynamique humaine du travail : Manager mieux, stresser moins, Blackburn Claudine, 330/BLA*
- [6] *Manager en actions : 60 mots clés; 12 outils, Fernandez Alain-Frédéric, 330/FER*

Semestre : 1

Unité d'enseignement : UED 1.1

Matière : Communication Professionnelle

Code : CP VHS : 22h30 (Cours : 1h30, TD : 0h00, TP : 0h00)

Crédits : 1

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

- Reconnaître les normes et règlements qui s'appliquent à la pratique professionnelle ;
- Développer les compétences nécessaires à une communication scientifique efficace ;
- Faire acquérir aux étudiants les bases de la communication en milieu professionnel tant à l'écrit qu'à l'oral
- Faire découvrir aux étudiants des problématiques différentes de leur domaine de compétences ;
- Exprimer clairement un message sur des sujets liés à la tâche d'ingénieur ;
- Adopter des comportements conformes aux règles de l'éthique professionnelle ;
- Maîtriser la rédaction des documents professionnels et les techniques de présentation d'un oral professionnel.

Connaissances préalables recommandées :

- Techniques de l'expression écrite et orale.
- Maîtrise de la langue française.
- Pratique de la communication interpersonnelle.

Contenu de la matière :

Chapitre I. La communication professionnelle : le cadrage théorique (02 semaines)

Cette introduction a pour objectif de sensibiliser à la dimension théorique, les relations interpersonnelles, les relations sociales et les groupes, et la communication des organisations, les spécificités liées à la complexité du processus de communication, et le respect de référents collectifs (fonctions du langage, le registre de langage, le territoire, les codes vestimentaires ... etc.)

Chapitre II. les écrits professionnels : (04 semaines)

Rédiger un mail professionnel (les types, structures, situations de communications et formules de politesse) ; Rédiger une note de service et une note d'information.

Chapitre III. Chapitre 3: La communication orale (04 semaines)

Les spécificités de la communication orale dans les organisations ; L'entretien d'embauche ; La prise de parole en public ; Les présentations orales : exposé, conférence....

Chapitre IV. Projet : (05 semaines)

Exposer oralement devant un groupe : Épreuve orale de soutenance d'un rapport de stage d'un rapport

portant sur une expérience professionnelle. Cette unité d'enseignement vise à préparer l'insertion professionnelle des futurs ingénieurs. Elle repose à la fois sur :

- La maîtrise de techniques de communication professionnelle écrite et orale ;
- La mise en pratique de ces techniques au travers d'un stage ;
- L'approfondissement de la réalité des relations professionnelles ;
- La rédaction d'un rapport lié à un stage ;
- La soutenance de ce rapport.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : **40%** ; examen : **60%**.

Références bibliographiques :

- [1] *Julien Borderieux, Denise Pelizzari Carmes, Communication scientifique et technique pour l'élève ingénieur,*
- [2] *Jacqueline Tolas, Océane Gewirtz et Catherine Carras, Réussir ses études d'ingénieur en français, PUG (Presses Universitaires de Grenoble)*
- [3] *Simone EurinBalmes, Martine Henao de Legge, Hachette, Pratiques du français scientifique : l'enseignement du français à des fins de communication scientifique,*
- [4] *Charles-Henri Dumon, Jean-Paul Vermès, Le CV, la lettre et l'entretien,*
- [5] *Camus, B. (1998), Rapports de stage et mémoires. Éditions d'Organisation : Paris*
- [6] *Grin, F. & Sfreddo, C. (2010), Besoins linguistiques et stratégie de recrutement des entreprises, in I. Behr, P. Farges, D.*
- [7] *Guide Élève - Rapport de stage en entreprise ANFA-Découverte professionnelle-2011- (www.metiersdelauto.com)*
- [8] *Libersan Lucie, Stratégies d'écriture dans la formation spécifique : Rapport de stage. Centre collégial de développement didactique (www.ccdmd.qc.ca/fr 2007 Québec)*

Semestre : 1

Unité d'enseignement : UET 1.1

Matière : English for Automation and Control I

Code : EAC I **VHS : 22h30** (Cours : 1h30, TD : 0h00, TP : 0h00)

Crédits : 1

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

- To familiarize students with technical vocabulary of the specialty.
- To consolidate grammatical notions.
- To develop strategies for interpreting and discussing technical problems.

Connaissances préalables recommandées :

- Read and understand simple documents.
- Express simple notions orally.
- Write clear and correct sentences.

Contenu de la matière :

Chapitre I. Introduction to Automation & Control (04 semaines)

- Recognize and describe specific materials and their applications in the field of Automation & Control.
- Define and compare systems and mechanisms.
- Discuss, convert and interpret measurements.
- Analyze and extract information from a technical document.
- Consolidate phonological and grammatical notions.
- Acquire technical vocabulary from texts, articles, newsletters and web pages.
- Write coherent sentences.
- Listen for details, listen and compare ideas.

Chapitre II. Manufacturing (04 semaines)

- Write simple descriptions and explanations on technical subjects.
- Describe manufacturing processes, describe a product, a system or a process.
- Summarize a technical document, summarize a conversation.
- Understand and discuss mechanical and non-mechanical joining and fixing techniques.
- Read about and understand the different machining processes, listen to a description of a machine.
- Discuss codes and standards.
- Develop strategies in problem solving situations.
- Recognize the relationship between ideas in a text and between multiple texts.

Chapitre III. Maintenance (04 semaines)

- Discuss repairs and maintenance,

- Read articles about technical assistance and summarize technical facts,
- Analyze and present data in a meaningful way, compare results,
- Practice synonyms and opposites,
- Read and analyze a break-down report, write correct sentences,
- Describe a technical problem,
- Listen for general details, initiate and maintain discussions, practice role play and group work.

Chapitre IV. Use different types of dictionaries: bilingual, monolingual and thesaurus. (03 semaines)

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : **40%** ; examen : **60%**.

Références bibliographiques :

- [1] Ibbotson, Mark. *Cambridge English for Engineering*. UK: Cambridge University Press, 2008. Print.
 [2] Ibbotson, Mark. *Professional English in Use: Engineering*. UK: Cambridge University Press, 2009. Print.
 [3] Glendinning, Eric and Norman. *Oxford English for Electrical and Mechanical Engineering*. Oxford: Oxford University Press, 1995. Print.

Semestre 2

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume horaire semestriel (15 sem.)	Travail complémentaire en consultation (15 sem.)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.1 Crédits : 10 Coefficients : 6	Systèmes Asservis Linéaire Discret	6	4	1h30	1h30	1h30	67h30	82h30	40%	60%
	Traitement Numérique du Signal	4	2	1h30	1h30	0h45	56h15	43h45	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.2 Crédits : 10 Coefficients : 6	Capteurs et Instrumentation Industriels I	6	4	1h30	1h30	1h30	67h30	82h30	40%	60%
	Calculateur Embarqué II	4	2	1h30	1h30	0h45	56h15	43h45	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.2 Crédits : 7 Coefficients : 4	Programmation II	3	2	1h30	0h45	0h45	45h00	30h00	40%	60%
	Electronique de Puissance	3	2	1h30		1h30	45h00	30h00	40%	60%
UE Découverte Code : UED 1.2 Crédits : 2 Coefficients : 2	Management de Projet II	1	1	0h45	0h45		22h30	2h30	40%	60%
	Communication Interpersonnelle	1	1	0h45	0h45		22h30	2h30	40%	60%
	Stage 1	1						25h00		
UE Transversale Code : UET 1.2 Crédits : 1 Coefficients : 1	English for Automation and Control II	1	1	1h30			22h30	2h30	40%	60%
Total semestre 2		30	19	12h00	8h15	6h45	405h00	345h00		

Stage d'imprégnation en milieu industriel qui se déroule en période bloquée de deux semaines en fin d'année.

Semestre : 2

Unité d'enseignement : UEF 1.2.1

Matière : Systèmes Asservis Linéaires Discret

Code : SALD VHS : 67h30 (Cours : 1h30, TD : 1h30, TP : 1h30)

Crédits : 6

Coefficient : 4

Objectifs de l'enseignement :

Connaître les techniques d'échantillonnage et de reconstruction des signaux, Etre capable d'étudier la stabilité et d'évaluer la précision d'un système asservis échantillonné, Appliquer quelques méthodes d'analyse et de synthèse des systèmes asservis échantillonnés.

Connaissances préalables recommandées :

Systèmes asservis linéaires et continus, Mathématique de base (Algèbre, analyse, ...).

Contenu de la matière :

Chapitre I. Structure d'un système de commande numérique (01 Semaine)

Historique, Avantages et inconvénients de la commande numérique, Structure générale d'un système de commande numérique, Conversions A/N et N/A, Echantillonneurs/bloqueurs.

Chapitre II. Echantillonnage des signaux (02 Semaines)

Modélisation des Convertisseurs A/N et N/A, Echantillonnage, Reconstruction des signaux, Bloqueurs, Transmittance en Z et réponse fréquentielle d'un BOZ (bloqueur d'ordre zéro), Théorème d'échantillonnage de Shannon, Considérations pratiques.

Chapitre III. Représentation des systèmes échantillonnés (03 Semaines)

Définitions, Représentation par les équations aux différences, Opérateurs d'avance/retard, Représentation par la réponse impulsionnelle, Transformée en Z , Transmittance en Z et simplification des blocs/diagrammes, Transformation de pôles/zéro par échantillonnage.

Chapitre IV. Analyse des systèmes échantillonnés (04 Semaines)

Conditions de stabilité, Nature temporelle des signaux du régime transitoire, Critères de stabilité (Schur-Cohn, Jury, Routh-Hurwitz, Nyquist discret, Lieu d'Evans Discret).

Chapitre V. Synthèse des systèmes échantillonnés (04 Semaines)

Introduction, Rapidité, Précision statique, Régulateurs standard PID, Synthèse dans le plan P et numérisation, Synthèse dans le plan Z , implémentation pratique des régulateurs.

Chapitre VI. Contrôleur RST (01 Semaine)

TP 01. Caractéristiques des convertisseurs A/N et N/A

TP 02. Théorème d'échantillonnage de Shannon

TP 03. Modélisation des systèmes échantillonnés

TP 04. Analyse de la stabilité des systèmes échantillonnés

TP 05. Synthèse de régulateurs PID numériques

- TP 06. Implantation pratique des régulateurs
- TP 07. Utilisation de MATLAB pour la synthèse et l'analyse des systèmes échantillonnés
- TP 08. Application pratique des systèmes échantillonnés

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : **40%** ; examen : **60%**.

Références bibliographiques :

- [1] *Jean-José ORTEU, -Modélisation, Analyse et Commande numérique des systèmes linéaires échantillonnées, 2011, Ecole des mines d'ALBI.*
- [2] *LEQUESNE. D, « Régulation P.I.D : Analogique, Numérique et floue », Edition Hermès, 2005.*
- [3] *CLASUDE H, « Automatique : Résumé de cours avec exercices corrigés » édition masson, 1997*

Semestre : 2

Unité d'enseignement : UEF 1.2.1

Matière : Traitement Numérique du Signal

Code : TNS VHS : 56h15 (Cours : 1h30, TD : 1h30, TP : 0h45)

Crédits : 4

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

Maîtriser les outils de représentation temporelle et fréquentielle des signaux et systèmes numériques et effectuer les traitements de base tels que le filtrage et l'analyse spectrale numérique.

Connaissances préalables recommandées :

Théorie du signal, outils mathématiques de base : calcul d'intégrales, série et transformée de Fourier.

Contenu de la matière :

Chapitre I. Analyse et synthèse des filtres analogiques (03 Semaines)

Principes du filtrage temporel, analyse et fenêtrage temporel de filtres analogiques, Introduction au filtrage fréquentiel, Filtres passifs et actifs, Filtres passe bas du premier et second ordre, Filtres passe haut du premier et second ordre, Filtres passe bande, autres filtres (Tchebyshev, Butterworth).

Chapitre II. Du signal continu au signal numérique (02 Semaines)

- Echantillonnage,
- Quantification et bruits de quantification,
- Conversion Analogique/Numérique,
- Reconstruction du signal.

Chapitre III. Transformées discrètes et fenêtrage (04 Semaines)

- Définition de la TFTD (Transformée de Fourier à Temps Discret),
- TFD (Transformée de Fourier Discrète) et TFD inverse,
- De la transformée de Fourier à la TFD,
- Fenêtres de pondération, propriétés de la TFD et convolution circulaire,
- Algorithmes rapides de la TFD (FFT).

Chapitre IV. Analyse et synthèse des filtres numériques (06 Semaines)

- Définition gabarit de filtre
- Les filtres RIF et RII

- Synthèse des filtres RIF : méthode de la fenêtre
- Synthèse des filtres numériques RII : Méthode bilinéaire

TP 01. Analyse de filtres analogiques : analyse de filtres passe-bas, passe-haut et passe-bande de premier et deuxième ordre, utilisation de Tchebyshev et Butterworth.

TP 02. Synthèse de filtres analogiques : conception de filtres actifs et passifs, synthèse de filtres passe-bas, passe-haut et passe-bande de premier et deuxième ordre.

TP 03. Conversion Analogique/Numérique : étude de l'échantillonnage, de la quantification et des bruits de quantification, conversion A/N, reconstruction du signal.

TP 04. Analyse des Transformées discrètes : définition de la TFTD, TFD et TFD inverse, de la transformée de Fourier à la TFD, propriétés de la TFD et convolution circulaire.

TP 05. Synthèse des filtres numériques RIF : utilisation de la méthode de la fenêtre pour concevoir des filtres numériques RIF.

TP 06. Synthèse des filtres numériques RII : utilisation de la méthode bilinéaire pour concevoir des filtres numériques RII.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : **40%** ; examen : **60%**.

Références bibliographiques :

- [1] Patrick Duvaut, François Michaut, Michel Chuc, *Introduction au traitement du signal - exercices, corrigés et rappels de cours*, Hermes Science Publications, 1996.
- [2] Étienne Tisserand Jean-François Pautex Patrick Schweitzer, *Analyse et traitement des signaux méthodes et applications au son et à l'image 2ième édition*, Dunod, Paris, 2008.
- [3] Tahar Neffati, *Traitement du signal analogique : Cours*, Ellipses Marketing, 1999.
- [4] Messaoud Benidir, *Théorie et traitement du signal : Méthodes de base pour l'analyse et le traitement du signal*, Dunod, 2004.
- [5] Maurice Bellanger, *Traitement numérique du signal : Théorie et pratique, 9ième édition*, Dunod, Paris, 2012.
- [6] Francis Cottet, *Traitement des signaux et acquisition de données - Cours et exercices corrigés, 4ième édition*, Dunod, Paris, 2015.

Semestre : 2

Unité d'enseignement : UEF 1.2.2

Matière : Capteurs et Instrumentation Industriels I

Code : CIII VHS : 67h30 (Cours : 1h30, TD : 1h30, TP : 1h30)

Crédits : 6

Coefficient : 4

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif de ce cours est de sensibiliser les étudiants aux concepts de mesure des grandeurs physiques et à la caractérisation de capteurs avec leurs circuits de conditionnement. Ce cours doit permettre aussi à l'étudiant d'appréhender divers aspects de la chaîne capteur - circuit de conditionnement - instruments de mesures.

Connaissances préalables recommandées :

Notions de bases d'électronique, d'électricité fondamentales et notion de physique expérimentale.

Contenu de la matière :

Chapitre VII. Notions sur les Instruments industrielles (3 semaines)

Notions sur les capteurs et actionneurs, Paramètres physiques, Caractéristiques générales, Signaux utilisés en instrumentation, métrologie industrielle, Règles élémentaires de la métrologie, erreurs de mesure, étalonnage, sensibilité, étendue de mesure, temps de réponse, Les réglages de base : le zéro et l'échelle ...etc

Chapitre VIII. Symbolisation des instruments (02 Semaines)

Organisation d'une chaîne instrumentale, Normes et Symboles ISA (International Standards Association), Notions de P&ID

Chapitre IX. Les types de capteurs en instrumentation (04 semaines)

Les principaux phénomènes physiques utilisés dans les capteurs (Loi d'induction électromagnétique, effet hall, effet thermoélectrique, effet magnéto-résistif, effet photoélectrique, effet piézo-électrique, effet Doppler, ...). Constitution et principe de fonctionnement des capteurs – transmetteurs, les capteurs TOR, les capteurs passifs, les capteurs actifs, caractéristiques métrologiques des capteurs

Chapitre X. Conditionnement d'un capteur (04 semaines)

Conditionnement pour des capteurs passifs (ponts, oscillateurs, ...etc), adaptation du signal, linéarisation, amplificateur d'instrumentation, amplificateur différentiel amplificateurs d'isolement, tension en mode commun, filtrage, détection du signal de mesure. critères de choix d'un capteur.

Chapitre XI. Transmetteurs (04 semaines)

Définition, Couple capteur-transmetteur. Principe de la boucle de courant, paramétrage, choix, Relation entre grandeurs mesurées et sorties du transmetteur. Transmetteurs intelligents. Communications.

Chapitre XII. Protocole de Hart (02 semaine)

Introduction. Historique et évolution du protocole HART. Principe de base du protocole HART. Modulation de fréquences. Câblage, Communication. Les compatibilités Les apports du HART. Calibration (Ajustage, correction...). Maintenance via HART

TP 01. Notions sur les capteurs et actionneurs

TP 02. Paramètres physiques, caractéristiques générales, et signaux utilisés en instrumentation

TP 03. Métrologie industrielle et règles élémentaires de la métrologie

TP 04. Erreurs de mesure, étalonnage, sensibilité, et étendue de mesure

TP 05. Les réglages de base : le zéro et l'échelle

TP 06. Organisation d'une chaîne instrumentale et normes et symboles ISA

TP 07. Les types de capteurs en instrumentation et caractéristiques métrologiques des capteurs

TP 08. Conditionnement d'un capteur, transmetteurs, protocole de Hart.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : **40%** ; examen : **60%**.

Références bibliographiques :

[1] George H., *Les Capteurs en Instrumentation Industrielle*, Dunod, 2004.

[2] M. Cerr, *Instrumentation industrielle : T.1, Edition Tec et Doc.*

[3] M. Cerr, *Instrumentation industrielle : T.2, Edition Tec et Doc.*

[4] Ammar Grous, *Métrologie appliquée aux sciences et technologies, Tome 1, Edt Hermes-Lavoisier, 2009.*

Semestre : 2

Unité d'enseignement : UEF 1.2.2

Matière : Calculateurs Embarqués II

Code : CE2 VHS : 56h15 (Cours : 1h30, TD : 1h30, TP : 0h45)

Crédits : 4

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

Acquérir des connaissances sur les différents types de calculateurs utilisés dans les installations industrielles. Faire la différence entre microprocesseur, microcontrôleur et calculateur. Utilisation du microcontrôleur (programmation, commande de système).

Connaissances préalables recommandées :

Logique combinatoire et séquentielle, Notions de base de programmation, Électronique générale.

Contenu de la matière :

Chapitre I. Introduction aux microcontrôleurs (02 semaines)

Dans ce chapitre, les étudiants sont initiés aux microcontrôleurs, à leurs principales caractéristiques et à leur utilisation. Les différents types de microcontrôleurs sont présentés, ainsi que les outils et les logiciels nécessaires pour programmer et tester ces dispositifs.

Chapitre II. Langage assembleur (calculs avec registres, branchement, accès mémoire, boucles) (02 semaines)

Le langage assembleur est un langage de programmation de bas niveau utilisé pour les microcontrôleurs. Dans ce chapitre, les étudiants apprennent les bases du langage assembleur, notamment les calculs avec registres, les branchements, l'accès à la mémoire et les boucles.

Chapitre III. Utilisation de la pile et ports d'entrées sorties, appels de fonctions, gestion des paramètres, communication série (UART) (02 semaines)

Dans ce chapitre, les étudiants apprennent comment utiliser la pile et les ports d'entrées/sorties pour contrôler les périphériques d'un microcontrôleur. Ils apprennent également comment appeler des fonctions et gérer les paramètres, ainsi que la communication série via le protocole UART.

Chapitre IV. Interruptions et tâches d'interruptions (02 semaines)

Les interruptions sont des événements qui interrompent l'exécution normale du programme d'un microcontrôleur. Dans ce chapitre, les étudiants apprennent comment gérer les interruptions et les tâches d'interruptions, ainsi que les différents types d'interruptions disponibles pour les microcontrôleurs.

Chapitre V. Introduction au C embarqué (02 semaines)

Le C est un langage de programmation de haut niveau utilisé pour les microcontrôleurs. Dans ce chapitre, les

étudiants apprennent les bases du C embarqué, notamment les structures de contrôle de flux, les tableaux, les pointeurs et les fonctions.

Chapitre VI. Convertisseur Analogique/Numérique (02 semaines)

Le convertisseur analogique/numérique (CAN) est un composant important des microcontrôleurs, qui permet de convertir des signaux analogiques en signaux numériques. Dans ce chapitre, les étudiants apprennent comment utiliser un CAN, comment configurer les broches d'entrée analogiques et comment lire les valeurs numériques.

Chapitre VII. Présentation de CubeMX et de SW4STM32 (03 semaines)

CubeMX et SW4STM32 sont des outils logiciels utilisés pour le développement de projets basés sur les microcontrôleurs STM32. Dans ce chapitre, les étudiants apprennent comment utiliser ces outils pour configurer leur environnement de développement et programmer des projets pour les microcontrôleurs STM32.

- TP 01.** Initiation à l'environnement de développement et découverte du microcontrôleur
- TP 02.** Programmation en langage assembleur : calculs, branchement, accès mémoire et boucles
- TP 03.** Utilisation de la pile, des ports d'entrées/sorties et de la communication série (UART)
- TP 04.** Gestion des interruptions et tâches d'interruptions
- TP 05.** Introduction au langage C embarqué pour les microcontrôleurs
- TP 06.** Utilisation du Convertisseur Analogique/Numérique (CAN) pour les microcontrôleurs.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : **40%** ; examen : **60%**.

Références bibliographiques :

- [1] *J.M. Bernard, J. Hugon, « De la logique câblée aux microprocesseurs, Tomes 1 à 4 » Eyrolles.*
- [2] *R. Delsol, « Electronique numérique, Tomes 1 et 2 » Edition Berti.*
- [3] *P. Cabanis, « Electronique digitale » Edition Dunod.*
- [4] *J. P. Vabre et J. C. Lafont, « Cours et problèmes d'électronique numérique » Ellipses, 1998.*
- [5] *M. Aumiaux, « L'emploi des microprocesseurs » Masson, Paris, 1982.*
- [6] *M. Aumiaux, « Les systèmes à microprocesseurs », Masson, Paris, 1982.*
- [7] *R.L. Tokheim, « Les microprocesseurs, Tomes 1 et 2 » série Schaum, McGraw Hill.*
- [8] *J.C. Buisson, « Concevoir son microprocesseur, structure des systèmes logiques » Ellipses, 2006.*
- [9] *A. Tanenbaum, « Architecture de l'ordinateur » Dunod.*
- [10] *P. Zanella, Y. Ligier, E. Lazard, « Architecture et technologie des ordinateurs » Dunod.*
- [11] *J.M. Trio, « Microprocesseurs 8086-8088 : Architecture et programmation », Eyrolles.*
- [12] *H. Lilen, « Cours fondamental des microprocesseurs » Dunod, 1993*

Semestre : 2

Unité d'enseignement : UEM 1.2

Matière : Programmation II

Code : P2 VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 0h45, TP : 0h45)

Crédits : 3

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

Python est un langage de programmation de haut niveau très populaire qui a un écosystème riche de bibliothèques et de frameworks qui offrent une grande variété de fonctionnalités pour les développeurs. Ces bibliothèques et frameworks permettent aux développeurs de réaliser de nombreuses tâches efficacement avec moins de code. Cela signifie que les développeurs peuvent se concentrer sur la résolution de problèmes et la logique de leur programme plutôt que de se concentrer sur les détails techniques de la mise en œuvre. Il est très populaire dans l'industrie, en particulier dans les domaines de data science, de l'apprentissage automatique et de l'IA. Il est également très populaire dans la communauté open source. Il y a une grande communauté de développeurs qui contribuent à l'amélioration de Python en proposant des correctifs de bugs, en ajoutant de nouvelles fonctionnalités et en créant de nouvelles bibliothèques et frameworks.

Connaissances préalables recommandées :

Programmation I, Architecture des ordinateurs, Systèmes de numération et codage des nombres.

Contenu de la matière :

Chapitre I. Introduction (01 semaine)

Chapitre II. Structures de données

Déclarer et initialiser des listes et des tuples, Manipuler des listes et des tuples, Dictionnaires et ses opérations

Chapitre III. Modules et Package (04 semaines)

Importation de modules, Bibliothèque standard, Utilisation des bibliothèques scientifiques (Pandas, NumPy, SciPy, Matplotlib, NetworkX, SQLAlchemy, etc.)

Chapitre IV. Entrée/sortie de fichier (04 semaines)

Lecture et écriture de fichiers, Travailler avec CSV et JSON

Chapitre V. Développement de projet (06 semaines)

Développer un petit projet en utilisant les concepts appris dans le cours.

TP 01. TP d'introduction

TP 02. TP sur les structures de données

TP 03. TP sur les modules et les packages

TP 04. TP sur l'entrée/sortie de fichier

TP 05. TP sur le développement de projet

TP 06. TP d'évaluation

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : **40%** ; examen : **60%**.

Références bibliographiques :

- [1] *"Python 3 les fondamentaux du langage"* by Sébastien CHAZALLET, ENI, ISBN: 978-2-7460-8859-7.
- [2] *"Fluent Python"* by Luciano Ramalho, 1st edition, O'Reilly Media, ISBN: 978-1491946008
- [3] *"Python Tricks: A Buffet of Awesome Python Features"* by Dan Bader, 1st edition, Real Python, ISBN: 978-1775093305
- [4] *"Python for Data Analysis"* by Wes McKinney, 2nd edition, O'Reilly Media, ISBN: 978-1491957660
- [5] *"Python Cookbook"* by David Beazley and Brian K. Jones, 3rd edition, O'Reilly Media, ISBN: 978-1491948296
- [6] *"Python Machine Learning"* by Sebastian Raschka and Vahid Mirjalili, 1st edition, Packt Publishing, ISBN: 978-1783555130
- [7] *"Python for Everybody"* by Charles Severance, 1st edition, CreateSpace Independent Publishing Platform, ISBN: 978-1530051105
- [8] *"Deep Learning with Python"* by Francois Chollet, 1st edition, Manning Publications, ISBN: 978-1617294433.

Semestre : 2

Unité d'enseignement : UEM 1.2

Matière : Électronique de Puissance

Code : EP VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 0h00, TP : 1h30)

Crédits : 3

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

Connaître les principes de base de l'électronique de puissance, Connaître le principe de fonctionnement et l'utilisation des composants de puissance, Maîtriser le fonctionnement des principaux convertisseurs statiques, Acquérir les connaissances de base pour un choix technique suivant le domaine d'applications d'un convertisseur de puissance.

Connaissances préalables recommandées :

Electronique Générale.

Contenu de la matière :

Chapitre I. Introduction à l'électronique de puissance (03 semaines)

Introduction à l'électronique de puissance, son rôle dans les systèmes de conversion d'énergie électrique. Introduction aux convertisseurs statiques. Classification des convertisseurs statiques (selon le mode de commutation, selon le mode de conversion). Grandeurs périodiques non sinusoïdales (valeurs efficaces, moyennes, facteur de forme, taux d'ondulation).

Chapitre II. Convertisseurs courant alternatif - courant continu (03 semaines)

Eléments de puissance (diodes et thyristors), Redressement monophasé, type de charge R, RL, RLE., Redresseurs triphasés, types de charge R, RL, RLE. Analyse du phénomène de commutation (d'empiètement) dans les convertisseurs statiques de redressement non commandés et commandés.

Chapitre III. Convertisseurs courant alternatif - courant alternatif (03 semaines)

Eléments de puissance (triacs avec un rappel rapide sur les diodes et thyristors), Gradateur monophasé, avec charge R, RL. Principe du Cycloconvertisseur monophasé

Chapitre IV. Convertisseurs courant continu - courant continu (03 semaines)

Eléments de puissance (thyristor GTO, transistor bipolaire, transistor MOSFET, transistor IGBT), Hacheur dévolteur et survolteur, avec charge R, RL et RLE.,

Chapitre V. Convertisseurs courant continu - courant alternatif (03 semaines)

Onduleur monophasé, montage en demi-pont et en pont avec charge R et RL.

TP 01. Comprendre le rôle de l'électronique de puissance dans les systèmes de conversion d'énergie électrique et se familiariser avec les convertisseurs statiques.

TP 02. Analyser la classification des convertisseurs statiques selon le mode de commutation et le mode de conversion. Étudier les grandeurs périodiques non sinusoïdales et leur caractéristique.

TP 03. Étudier les éléments de puissance (diodes et thyristors) et analyser le redressement monophasé avec différentes charges.

TP 04. Analyser les redresseurs triphasés avec différentes charges. Étudier le phénomène de commutation dans les convertisseurs statiques de redressement non commandés et commandés.

TP 05. Étudier les éléments de puissance (triacs avec un rappel rapide sur les diodes et thyristors) et

analyser le gradateur monophasé avec différentes charges.

TP 06. Comprendre le principe du Cycloconvertisseur monophasé et ses applications.

TP 07. Étudier les éléments de puissance (thyristor GTO, transistor bipolaire, transistor MOSFET, transistor IGBT) et analyser le hacheur dévolteur et survolteur avec différentes charges.

TP 08. Étudier les convertisseurs de tension avec charge R, RL et RLE.

TP 09. Étudier les onduleurs monophasés et analyser les montages en demi-pont et en pont avec différentes charges. Comprendre leur fonctionnement et applications.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : **40%** ; examen : **60%**.

Références bibliographiques :

[1] L. Lasne, « *Electronique de puissance : Cours, études de cas et exercices corrigés* », Dunod, 2011.

[2] P. Agati et al. « *Aide-mémoire : Électricité-Électronique de commande et de puissance-Électro-technique* », Dunod, 2006.

[3] J. Laroche, « *Électronique de puissance – Convertisseurs : Cours et exercices corrigés* », Dunod, 2005.

Semestre : 2

Unité d'enseignement : UED 1.2

Matière : Management de Projet II

Code : MP2 VHS : 22h30 (Cours : 0h45, TD : 0h45, TP : 0h00)

Crédits : 1

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

Connaissance des Métiers :

- Conduire un projet en utilisant les outils adéquats
- Contrôler et suivre la réalisation du projet
- Clôturer un projet.

Connaissances préalables recommandées :

Management de projet 1

Contenu de la matière :

Chapitre I. Exécution (04 semaines)

Réunion de lancement - Kick off meeting, Mise en œuvre du plan d'actions, Gestion des ressources humaines, Implication des parties prenantes, Elaboration d'un plan de communication

Chapitre II. Contrôle et suivi (04 semaines)

Identification des indicateurs clés de performance (KPI) de suivi, Pilotage d'un projet (conduite de réunion, travail de groupe, Résolution de problèmes, tableau de bord)

Chapitre III. Clôture (03 semaines)

Réception des livrables, Formalisation du retour d'expérience (REX), Rédaction du bilan du projet

Chapitre IV. Etude de cas (04 semaines)

Mise en œuvre du projet étudié en S1

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : **40%** ; examen : **60%**.

Références bibliographiques :

- [1] *Management de projet*, Gray Clifford, 330 GRA
- [2] *Management : l'essentiel des concepts et des pratiques*, Robbins Stephen, 330/ROB
- [3] *Gestion et management des entreprises*, Duizabo Sébastien, 330 DUI
- [4] *Notions fondamentales de management*, Darbelet Michel 330/DAR
- [5] *Le manager et la dynamique humaine du travail : Managez mieux, stressez moins*, Blackburn Claudine, 330/BLA
- [6] *Manager en actions : 60 mots clés; 12 outils*, Fernandez Alain-Frédéric, 330/FER Webographie: Gestiondeprojet.pm/, MOOC.gestiondeprojet.pm/ Remi Bachelet, EC LILLE

(Presses Universitaires de Grenoble)

- [3] *Simone Eurin Balmet, Martine Henao de Legge, Hachette, Pratiques du français scientifique : l'enseignement du français à des fins de communication scientifique,*
- [4] *Charles-Henri Dumon, Jean-Paul Vermès, Le CV, la lettre et l'entretien,*
- [5] *Camus, B. (1998), Rapports de stage et mémoires. Éditions d'Organisation : Paris*
- [6] *Grin, F. & Sfreddo, C. (2010), Besoins linguistiques et stratégie de recrutement des entreprises, in I. Behr, P. Farges, D.*
- [7] *Guide Élève - Rapport de stage en entreprise ANFA-Découverte professionnelle-2011- (www.metiersdelauto.com)*
- [8] *Libersan Lucie, Stratégies d'écriture dans la formation spécifique : Rapport de stage. Centre collégial de développement didactique (www.ccdmd.qc.ca/fr 2007 Quebec)*

Semestre : 2

Unité d'enseignement : UET 1.2

Matière : English for Automation and Control II

Code : EAC2 **VHS : 22h30** (Cours : 1h30, TD : 0h00, TP : 0h00)

Crédits : 1

Coefficient : 1

Teaching Objectives:

- To consolidate grammatical notions
- To interact with a degree of fluency
- To use English efficiently in the industrial context in order to simplify complex situations
- To communicate using the language of specialty
- To enlarge technical vocabulary and terminology
- To produce clear and detailed texts on a wide range of subjects
- To attain grasp of the fundamental principles of engineering work methods such as charts and diagramming techniques

Recommended Preliminary Knowledge:

- Read and understand simple documents.
- Express simple notions orally.
- Write clear and correct sentences.
- Write basic Professional documents.

Module Content:

Chapitre I. Electricity and Robotics (05 semaines)

- Enlarge knowledge about electricity and its applications.
- Reinforce technical vocabulary through reading information sheets about robotics and article about electricity and mechanics.
- Explain electrical and robotic systems.
- Learn about important applications in information technologies, communication and networks.
- Give instructions for assembling/ disassembling a device.
- Describe diagrams and tables.
- Read and understand the general idea of a text.
- Report information and provide feedback.
- Use correct, appropriate language structures, vocabulary and discourse markers in written and oral production.
- Debate about technical topics.
- Develop relevant reading strategies (i.e. skimming, scanning, previewing).
- Role play.

Chapitre II. Procedures and Precautions (05 semaines)

- Discuss safety precautions and signs.
- Read and understand written instructions.
- Report incidents.
- Ask and answer questions about safety signs.

- Interview a witness to an accident.
- Write a memo about first-aid procedures.
- Reinforce grammar.
- Listen and take notes.

Chapitre III. Environmental Considerations (05 semaines)

- Develop an understanding on environmental issues.
- Discuss energy (green energy and alternative sources of energy).
- Comment on charts about energy sources.
- Listen to energy and environmental experts talk about energy.
- Read and learn about recycling.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : **40%** ; examen : **60%**.

Références bibliographiques :

- [1] *Ibbotson, Mark. Cambridge English for Engineering. UK: Cambridge University Press, 2008. Print.*
- [2] *Ibbotson, Mark. Professional English in Use: Engineering. UK: Cambridge University Press, 2009. Print.*
- [3] *Glendinning, Eric and Norman. Oxford English for Electrical and Mechanical Engineering. Oxford: Oxford University Press, 1995. Print.*
- [4] *Glendinning, Eric. Pohl, Alison. Oxford English for Careers: Technology 1. Oxford: Oxford University Press, 2007. Print.*
- [5] *Glendinning, Eric. Oxford English for Careers: Technology 2. Oxford: Oxford University Press, 2008. Print.*
- [6] *Sopranzi, Sabrina. Flash on English for Mechanics, Electronics and Technical Assistance. Italy: ELI, 2012. Print.*

Semestre 3

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume horaire semestriel (15 semaines)	Travail complémentaire en consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 2.1.1 Crédits : 10 Coefficients : 6	Modélisation et Identification des Systèmes	6	4	1h30	1h30	1h30	67h30	82h30	40%	60%
	Processus Stochastiques	4	2	1h30	1h30	0h45	56h15	43h45	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 2.1.2 Crédits : 10 Coefficients : 6	Automates Programmables Industriels I	6	4	1h30	1h30	1h30	67h30	82h30	40%	60%
	Capteurs et Instrumentation Industriels II	4	2	1h30	0h45	0h45	56h15	43h45	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 2.1 Crédits : 7 Coefficients : 4	Réseaux de Communications Industriels	2	1	1h30		0h45	33h45	16h15	40%	60%
	Machines Electriques et Entraînements	3	2	1h30		0h45	33h45	41h15	40%	60%
	Systèmes à Evènement Discrets	2	1	1h30		0h45	33h45	16h15	40%	60%
UE Découverte Code : UED 2.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Innovation et entrepreneuriat	1	1	1h30			22h30	2h30	40%	60%
	Vision Industrielle	1	1	0h45		0h45	22h30	2h30	40%	60%
UE Transversale Code : UET 2.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	English for Technical Communication I	1	1	0h45	0h45		22h30	2h30	40%	60%
Total Semestre 3		30	19	13h30	6h00	7h30	405h00	345h00		

Visites de sites industriels qui se déroulent en période bloquée deux fois par semestre.

Semestre : 3

Unité d'enseignement : UEF 2.1.1

Matière : Modélisation et Identification des Systèmes

Code : MIS **VHS : 67h30** (Cours : 1h30, TD : 1h30, TP : 1h30)

Crédits : 6

Coefficient : 4

Objectifs de l'enseignement :

Acquérir des connaissances sur l'identification des processus industriels utilisant les différents type et techniques d'identifications, alors le but c'est la détermination le modèle mathématique sur la base des observations expérimentales entrées-sorties. Le modèle obtenu est dit de conduite ou de représentation est utilisé soit pour (commande, diagnostique, etc.)

Connaissances préalables recommandées :

Notions de mathématiques, Théorie des systèmes, Asservissement linéaire, traitement du Signal

Contenu de la matière :

Chapitre I. Modélisation (03 Semaines)

Modèle de représentation, Modèle de connaissance (modélisation des systèmes mécaniques, électriques, fluidiques, thermiques, etc.).

Chapitre II. Rappel des méthodes de base en Automatique (04 Semaines)

Réponse temporelle d'un système, Identification directe à partir de la réponse temporelle, Approche fréquentielle.

Chapitre III. Principe d'ajustement du modèle (04 Semaines)

Modèle linéaire par rapport aux paramètres, Minimisation du critère d'ajustement et calcul de la solution optimale, Ecriture matricielle de la méthode des moindres-carrés.

Chapitre IV. Analyse de la méthode des moindres-carrés (03 Semaines)

Biais d'estimation, Variance de l'estimation, Estimateur du maximum de vraisemblance, Rejet des mesures aberrantes.

Chapitre V. Moindres-carrés récursifs (01 Semaine)

Principe du calcul récursif, Mise en oeuvre de la méthode récursive, Facteur de pondération, facteur d'oubli.

TP 01. Modélisation de systèmes mécaniques, électriques, fluidiques, thermiques, etc.

TP 02. Réponse temporelle et identification directe d'un système.

TP 03. Approche fréquentielle de la modélisation et de l'analyse des systèmes.

TP 04. Méthode des moindres carrés pour ajuster un modèle linéaire.

TP 05. Analyse statistique de la méthode des moindres carrés.

TP 06. Rejet des mesures aberrantes dans la méthode des moindres carrés.

TP 07. Moindres carrés récursifs pour l'adaptation de modèles en temps réel.

TP 08. Facteur de pondération et facteur d'oubli pour la méthode des moindres carrés récurrents.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : **40%** ; examen : **60%**.

Références bibliographiques :

- [1] *P. Borne, G Dauphin –Tanguy, J-P Richard Rotella, I Zambettakis "Modélisation, Identification des Processus". 1992*
- [2] *L. Lenart " Systems Identification Theory for User » 1999*
- [3] *P. Stoica, « Systems Identification », 1989.*
- [4] *R. HANUS, Identification à l'automatique, DE BOECK, 2001.*
- [5] *BENABENNOUR, Identification et commande numérique des systèmes industrielles, TECHNIP, 2006 ;*

Semestre : 3

Unité d'enseignement : UEF 2.1.1

Matière : Processus Stochastiques

Code : PS VHS : 56h15 (Cours : 1h30, TD : 1h30, TP : 0h45)

Crédits : 4

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

L'étudiant reçoit les notions de base qui lui permettent de comprendre et d'appliquer des méthodes de traitement de signal concernant les signaux aléatoires et les processus stochastiques.

Connaissances préalables recommandées :

Des connaissances sur le traitement numérique des signaux déterministes et les probabilités sont nécessaires pour suivre cette matière.

Contenu de la matière :

Chapitre I. Notions de variables aléatoires (02 semaines)

Notion physique des phénomènes aléatoires. Rappels sur les probabilités et statistiques (densité de probabilité, fonction de répartition, ...). Variables aléatoires continues et discrètes. Moments et statistiques conditionnelles. Séquences de variables aléatoires- Fonctions de variables aléatoires- Covariance

Chapitre II. Processus stochastiques (04 semaines)

Notions de processus stochastiques. Stationnarités au sens large et strict, ergodicité. Systèmes linéaires à entrée stochastique. Exemples de processus stochastiques (Processus de Poisson, gaussien et Markovien). Statistiques d'ordre supérieur (Moments et cumulants, Polyspectres, processus non gaussiens, traitements non linéaires). Introduction au filtrage particulière

Chapitre III. Traitement des signaux aléatoires (04 semaines)

Signaux aléatoires (représentations statistique et temporelle). Stationnarité et propriétés statistiques (moyenne, variance, écart type ...etc). Densité spectrale de puissance. Echantillonnage des signaux aléatoires. Filtrage des signaux aléatoires - Filtre adapté, filtre de Wiener. Estimation statistique et estimation spectrale. Périodogramme, corrélogramme, périodogramme moyenné, périodogramme lissé. Modèles AR, MA et ARMA.

Chapitre IV. Analyse spectrale paramétrique et filtrage numérique adaptatif (03 semaines)

Méthodes paramétriques. Modèle AR (Lévinson, Yulewalker, Burg, Pisarenko, Music ...). - Modèle ARMA. Algorithme du gradient stochastique LMS. Algorithme des moindres carrés récursifs RLS

Chapitre V. Analyse temps-fréquence et temps-échelle (02 semaines)

Dualité temps-fréquence. Transformée de Fourier à court terme. Ondelettes continues, discrètes et ondelettes dyadiques. Analyse multi-résolution et bases d'ondelettes. Transformée de Wigner-Ville. Analyse Temps-Echelle.

- TP 01. Introduction aux variables aléatoires et probabilités
- TP 02. Simulation de variables aléatoires
- TP 03. Processus de Poisson et simulations
- TP 04. Analyse spectrale de signaux aléatoires
- TP 05. Filtrage adaptatif en temps réel avec LMS
- TP 06. Analyse temps-fréquence avec la transformée de Fourier à court terme.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40% ; examen : 60%.

Références bibliographiques :

- [1] Mori Yvon, "Signaux aléatoires et processus stochastiques", Lavoisier, 2014.
- [2] E. Robine, "Introduction à la théorie de la communication, Tome II: Signaux aléatoires", Masson 1970.
- [3] N. Hermann, "Probabilités de l'ingénieur : variables aléatoires et simulations Bouleau", 2002.
- [4] M. KUNT, "Traitement Numérique des Signaux", Dunod, Paris, 1981.
- [5] J. M Brossier, "Signal et Communications Numériques, Collection Traitement de Signal", Hermès, Paris, 1997.
- [6] M. Bellanger, "Traitement numérique du signal : Théorie et pratique", 8 e édition, Dunod, 2006.

Semestre : 3

Unité d'enseignement : UEF 2.1.2

Matière : Automates Programmables Industriels I

Code : API1

VHS : 67h30 (Cours : 1h30, TD : 1h30, TP : 1h30)

Crédits : 6

Coefficient : 4

Objectifs de l'enseignement :

- Le principe d'un système automatisé
- Les différentes parties d'un système automatisé et leur constitution
- L'architecture d'un système automatisé
- La structure d'un automate programmable, configuration matériel
- La programmation d'un automate avec différents langages

Connaissances préalables recommandées :

Logique combinatoire –logique séquentiel

Contenu de la matière :

Chapitre I. Architecture des automates programmables industriels (API ou PLC) (03 semaines)

Historique, évolution et structure des API, PLC vs DCS vs SCADA, Exemples d'API : Siemens (S7-300, S7-400, S7-1200, S7-1500, WinAC, ...) et Schneider (TSX57 et M340, M580...etc), Modules : Rack, Alimentation ou PS (Power Supply), digital I/O, Analog I/O, Modules Communications, Modules, Fonctionsetc, Softwares : Siemens (Step5, Step7, Microwin, TIA PORTAL) et Schneider (CPU PL7, et Unity Pro ...etc) et autres.

Chapitre II. Présentation des logiciels (03 semaines)

TIA PORTAL (Siemens), Architecture de base TIA Portal, Nouveau Projet : Configuration matérielle, Affectation d'Adressage IP et nom de la CPU, Vue du Portail : En ligne Diagnostic, Appareils et réseaux, Programmation API ...etc, Interface utilisateur : Barre de menu, Barre de menu, Navigateur de projet, Barre d'outils, Editeurs, Catalogue, Fenêtre d'inspection, Les variables API, Traces, Les variables API, Connexion PC (ou Console de programmation) avec automate et/ou simulateur, Configuration de la communication entre PC et API (Interfaces de connexion Profinet, Profibus, MPI, ...etc. Accès en ligne, : Choix de la carte de communication, Visualisation / forçage de variables, Références croisées, rechercher/remplacer des variables, Transferts de programme complet ou par blocs, Comparaison des programmes automate/ console.

Chapitre III. Programmation (06 semaines)

TIA PORTAL (Siemens) : Les Variables (types, création, recherche), Adressage des Entrées/Sorties, Mémentos : bits, octets, mots, double mots, Adressage Absolu /symbolique, Les différents types de Blocs Programmes (types OB, FC, FB, SFC, SFB, création, appels), Rôle des différents blocs : blocs fonctionnels et fonctions (FB, SFB, FC, SFC), blocs de données globaux et d'instances (DB), blocs

d'organisation OB (mise en route, erreurs, alarmes cycliques et alarmes horaires, diagnosticsetc), Les blocs paramétrés (FC, FB), Les blocs de Données (Instance et Global), Les Langages (CONT, LOG, LIST, SCL, GRAPH), Les instructions de base (Opérations sur bits, Opérations sur entiers, opérations sur réels, tempos, compteurs, fronts, convertisseurs, ...), Les instructions avancées (Impulsion, Data Logging, Fonctions sur blocs de données ...etc), Communications (GET/PUT), Exemple de programmation avec le langage GRAPH, Environnement GRAPH : Débogueur, Editeur, Compilateur, Bloc de données global, Application avec un bloc fonctionnel sous GRAPH, Tests et visualisation, Exemple de programmation avec le langage SCL, Environnement SCL : Débogueur, Editeur, Compilateur, Bloc de données global, Application avec une fonction sous SCL, Tests et visualisation , Autres langages de programmation avancée

Chapitre IV. Configuration d'un bus de terrain Profibus/Profinet (03 semaines)

- Exemples de connectique et câblage : Profibus, Profinet, Configuration et paramétrage d'un réseau (Exemples : Profibus, Profinet,)
- Exploitation des fichiers GSD pour Siemens.
- Exemples d'application.

TP 01. Découverte et configuration d'un API Siemens S7-1200 avec TIA Portal

TP 02. Programmation d'un bloc fonctionnel sous TIA Portal avec le langage GRAPH

TP 03. Programmation d'une fonction sous TIA Portal avec le langage SCL

TP 04. Utilisation des fichiers GSD pour configurer un réseau Profibus avec Siemens

TP 05. Création d'un bloc de données global et utilisation dans un programme TIA Portal

TP 06. Configuration et communication avec un module de communication Profinet dans TIA Portal

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : **40%** ; examen : **60%**.

Références bibliographiques :

- [1] *B. Reeb, Automatismes : Développement des Grafquets, Editions Ellipses, 2011*
- [2] *M. Blanchard, Comprendre, maîtriser et appliquer le Grafcet, Editions Cépadues, 2000*
- [3] *S. Moreno et E. Peulot, Le Grafcet : Conception-Implantation dans les API, Editions Castella, 2009.*
- [4] *L.A. Bryan, E.A. Bryan. Programmable Controllers Theory and Implementation, Second Edition. AnIndustrial Text Company Publication*
- [5] *John R. Hackworth and Frederick D. Hackworth, Jr., Programmable Logic Controllers: ProgrammingMethods and Applications.*
- [6] *Hans Berger . Automating with STEP 7 in • STL and SCL. 4th revised edition, 2007 . Publicis Corporate Publishing*
- [7] *C.T. Jones. Step 7 in 7 steps. 2006*
- [8] *Hans Berger . Automatic with simatic. 2008 Schtiel*

Semestre : 2

Unité d'enseignement : UEF 2.1.2

Matière : Capteurs et Instrumentation Industriels II

Code : CII2 VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 0h45, TP : 0h45)

Crédits : 4

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif de ce cours est de sensibiliser les étudiants à la caractérisation de capteurs physiques avec leurs circuits de conditionnement. Ce cours doit permettre aussi à l'étudiant d'appréhender divers aspects de la chaîne capteur - circuit de conditionnement - instruments de mesures, transmetteurs et capteurs intelligents.

Connaissances préalables recommandées :

Capteurs et instrumentation industriels I, notion de physique expérimentale.

Contenu de la matière :

Chapitre I. Capteurs de température (04 semaines)

Les échelles de température, Thermométrie par résistance, Résistance RTD (Pt100, Pt50, Pt1000) à 2 ponts, 3 points et 4 points. Thermométrie par thermocouple et phénomène de Peltier, Méthodes de Compensation du point froid. Thermométrie par diodes et transistors, Pyrométrie optique. Conditionnement et transmetteurs des capteurs de température.

Chapitre II. Capteurs de position et déplacement (03 semaines)

Relations mathématiques. Potentiomètre linéaire. Capteurs inductifs. Capteurs capacitifs. Capteurs piézo-électrique. Capteurs de proximité (inductifs et capacitifs). Conditionnement et transmetteurs des capteurs de position et de déplacement.

Chapitre III. Capteurs de forces et de pesage (03 semaines)

Grandeurs mécaniques utilisées, Relations mathématiques entre force, accélération, vitesse et déplacement. Principes généraux. Jauges extensiométriques ou de contraintes. Caractéristiques, linéarisation et conditionnement (pont).

Chapitre IV. Capteurs de vitesse et d'accélération (02 semaines)

Capteurs à base de quartz et piézo-électricité. Caractéristiques et conditionnement. Accéléromètres piézoélectriques et piézorésistifs. Conditionnement et transmetteurs. Tachymétrie. Encodeurs incrémentaux et absolus.

Chapitre V. Capteurs de débit, de niveau et de pression (01 semaines)

Chapitre VI. Systèmes de capteurs intelligents (02 semaines)

Systèmes, capteurs et intelligence, Définitions des systèmes de capteurs intelligents (SCI), Construction de blocs de capteurs intelligents, Structures, définitions et concepts, Traitements avancés et contrôles techniques, Capteurs intégrés, Etude de cas: le bruit électronique, Le futur des capteurs intelligents.

- TP 01.** Thermométrie par résistance : techniques de mesure avec résistance RTD (Pt100, Pt50, Pt1000)
- TP 02.** Thermométrie par thermocouple : principes et phénomène de Peltier
- TP 03.** Thermométrie par diodes et transistors : caractéristiques et applications
- TP 04.** Conditionnement et transmetteurs des capteurs de température : techniques et principes de transmission de données
- TP 05.** Capteurs de position et déplacement : potentiomètre linéaire, capteurs inductifs et capacitifs, piézo-électrique
- TP 06.** Capteurs de forces et de pesage : jauges extensiométriques, linéarisation et conditionnement (pont)
- TP 07.** Capteurs de vitesse et d'accélération : capteurs à base de quartz et piézo-électricité, accéléromètres piézoélectriques et piézorésistifs, tachymétrie, encodeurs incrémentaux et absolus
- TP 08.** Capteurs de débit, de niveau et de pression : principes et techniques de mesure, exemples de conditionnement
- TP 09.** Systèmes de capteurs intelligents : définitions, constructions, structures et concepts, traitements avancés et contrôles techniques, étude de cas sur le bruit électronique et le futur des capteurs intelligents.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : **40%** ; examen : **60%**.

Références bibliographiques :

- [1] George H., *Les Capteurs en Instrumentation Industrielle*, Dunod, 2004.
- [2] M. Cerr, *Instrumentation industrielle : T.1, Edition Tec et Doc.*
- [3] M. Cerr, *Instrumentation industrielle : T.2, Edition Tec et Doc.*
- [4] Ammar Grous, *Métrologie appliquée aux sciences et technologies, Tome 1, Edt Hermes-Lavoisier, 2009.*

Semestre : 3

Unité d'enseignement : UEM 2.1

Matière : Réseaux de communication industriels

Code : RCI VHS : 33h45 (Cours : 1h30, TD : 0h00, TP : 0h45)

Crédits : 2

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

Ce cours présente une introduction au domaine des réseaux de données et de communication. Il vise à familiariser les étudiants avec les concepts de base des réseaux de communication industrielle. Il initie les étudiants à définir une solution simple mettant en œuvre des réseaux industriels.

Connaissances préalables recommandées :

Connaissances de base sur les technologies et les usages des réseaux industriels.

Contenu de la matière :

Chapitre I. Généralités sur les bus de terrain. (03 semaines)

Définition. Historique. Classification des bus terrain. Rappel sur le modèle OSI
Topologie et protocoles d'accès Classification des bus terrains. Réseaux de terrain maître esclave
Exemple RS485

Chapitre II. Principaux réseaux industriels (04 semaines)

Rappels sur la boucle de terrain 4-20mA. La norme RS485. Bus capteurs/actionneurs (sensor bus) : AS-i, ProFiBus PA, CANopen, InterBus, ProFiBus DP , Modbus et réseaux de terrain (field bus) Ethernet industriel IEEE 802.3 : ProFiNet, Modbus TCP , EtherNet IP , EtherCat, services de l'Ethernet industriel (Global Data, IO Scanning).

Chapitre III. Le réseau Canbus (03 semaines)

Introduction et fondements de base. Historique et développement du CANBUS. Technologie et protocoles. Trame CANBUS. Caractéristiques physiques du bus CAN. Support de transmission. Protocole CAN. Méthodes d'arbitrage.

Chapitre IV. Les réseaux Modbus et Profibus (03 semaines)

- Principe. Historique. Couche Physique. Couche Liaison. ModBus TCP. Modbus RTU, Trame Modbus RTU. . Modbus TCP
- Profibus DP et PA. Historique. Trame.

Chapitre V. Paramétrage des équipements réseaux (02 semaines)

Coupleurs de communication, serveur OPC, cartes de communication dédiées.

TP 01. Topologie et protocoles des bus de terrain (RS485)

- TP 02. Réseaux industriels (AS-i, ProFiBus, Modbus TCP)
- TP 03. Introduction et fondements de base du CANBUS
- TP 04. Les réseaux Modbus et Profibus (couche physique et liaison)
- TP 05. Trame Modbus RTU et Modbus TCP
- TP 06. Paramétrage des équipements réseaux (coupleurs de communication, serveur OPC, cartes de communication dédiées)

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : **40%** ; examen : **60%**.

Références bibliographiques :

- [1] *Tanenbaum, Réseaux : Architecture, protocole, applications, Inter Editions - Collection iia 2- Gildas Avoine, Pascal Junod, Philippe Oechslin: Sécurité Informatique, Vuibert.*
- [2] *Malek Rahoual, Patrick Siarry, Réseaux informatiques : conception et optimisation, Editions Technip, 2006.*
- [3] *Guy Pujolle, Les réseaux, 5ième édition, Eyrolles, 2006.*
- [4] *Paul Mühlethaler, 802.11 et les Réseaux sans fil, Eyrolles, 2002.*
- [5] *Khaldoun Al Agha, Guy Pujolle, Guillaume Vivier, Réseaux de mobiles et réseaux sans fil, Eyrolles, 2001.*
- [6] *Les réseaux locaux industriels, F. LEPLACE et al. Editions Hermes, 1991.*
- [7] *Réseaux locaux industriels, Zoubir Mammeri et Jean-Pierre Thomesse, Edition Eyrolles, 1994.*

Semestre : 3

Unité d'enseignement : UEM 2.1.2

Matière : Machines Électriques et Entraînement

Code : MEE

VHS : 22h30 (Cours : 1h30, TD : 0h00, TP : 0h45)

Crédits : 2

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

Par entraînements, on entend des dispositifs techniques permettant de mettre en mouvement des masses, i.e. de produire des forces et des couples mécaniques. L'objectif de base de cette matière est d'initier les étudiants à se familiariser avec le réglage des entraînements électriques, à savoir :

- Entraînements à vitesse variable, ou encore " servo entraînements ", lesquels requièrent un contrôle permanent du mouvement.
- Contrôle de mouvement, i.e. du "motion control".

Connaissances préalables recommandées :

Notions de base sur l'électrotechnique et l'électricité ainsi que la régulation automatique

Contenu de la matière :

Chapitre I. Introduction aux entraînements réglés

Définition des entraînements réglés, Les utilisateurs des entraînements, Objectifs du cours, Les applications des entraînements dans l'industrie des machines

Chapitre II. Entraînement avec machine DC

Introduction, Modélisation mathématique, Rappel : construction et fonctionnement du moteur DC, Equations caractéristiques, Schéma fonctionnel, Modèle électrique de la machine DC, Constantes de temps mécaniques et électriques, Caractéristique couple-vitesse de la machine à excitation séparée en régime permanent constant, Alimentation par variateur de courant continu, Fonctionnement, Caractéristique statique, Commande du variateur de courant par modulation de largeur d'impulsion (PWM), Récupération d'énergie, Régulation de courant, Régulateur linéaire de type PI analogique, Régulation de vitesse, Structure du système de régulation de vitesse, Modélisation du système à régler, Choix et principe d'ajustage du régulateur de vitesse, Synthèse du régulateur pour la magnétisation nominale

Chapitre III. Entraînement avec machine synchrone auto-commutée

Principe de fonctionnement de la machine synchrone, Démarrage, Mise au point sur la terminologie : moteurs DC brushless et AC brushless, Introduction, Moteur à courant continu sans collecteur, Structure du moteur à courant continu sans collecteur, Contrôle du couple, Distributions magnétiques du bobinage statorique et de l'aimant permanent, Conclusion sur la machine DC brushless, Modélisation mathématique de la machine synchrone auto-commutée ("AC brushless"), Equations de tension, Couple

électromagnétique, Déphasage entre le courant et la FEM, Alimentation par convertisseur de fréquence, Une première stratégie de pilotage : la commande scalaire de la machine synchrone auto-commutée, Mesure de la position angulaire, Asservissement de courant, Commande vectorielle de la machine synchrone auto-commutée.

Chapitre IV. Entraînement avec machine asynchrone

Généralités sur la machine asynchrone, Constitution, Principe de fonctionnement, Modélisation mathématique en régime sinusoïdal permanent, Schéma équivalent d'une phase statorique, Couple électromagnétique en régime sinusoïdal permanent, Commande scalaire de la machine asynchrone, Commande à flux d'entrefer constant, Régime d'affaiblissement de champ, Commande vectorielle de la machine asynchrone, Equations de la machine asynchrone dans le référentiel statorique, Couple électromagnétique, Equations la machine asynchrone dans le référentiel tournant à la vitesse synchrone, Orientation du système d'axes (tournant) par rapport au flux rotorique, Fonctions de transfert tension-courant.

- TP 01.** Introduction aux entraînements réglés : concepts et applications
- TP 02.** Modélisation et commande d'un entraînement à courant continu
- TP 03.** Commande d'un entraînement synchrone auto-commuté : commande scalaire et vectorielle
- TP 04.** Commande d'un entraînement asynchrone : commande scalaire et vectorielle
- TP 05.** Conception et réalisation d'un régulateur de vitesse pour un entraînement réglé
- TP 06.** Analyse et optimisation des performances d'un entraînement réglé en régime transitoire

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : **40%** ; examen : **60%**.

Références bibliographiques :

- [1] *Dr.N.Wavre. Entraînements électriques ii. Cours photocopié EPFL.*
- [2] *Entraînements électriques, automatisation et processus électriques. Technical report, 1995 bibliothèques HEIG no 40.150-49.*
- [3] *Entraînements réglés cours Prof. Michel ETIQUE*
- [4] *Jean Bonal & Guy SEGUIER, Entraînements électriques à vitesse variable Tome 1, collection Schneider 1997 ISBN 2 7430-0138-0.*
- [5] *Jean Bonal & Guy SEGUIER, Entraînements électriques à vitesse variable Tome 2, collection Schneider 1998 ISBN 2 7430-0185-2.*
- [6] *Jean Bonal & Guy SEGUIER, Entraînements électriques à vitesse variable Tome 3, collection Schneider 1998 ISBN 2 7430-0186-0*

Semestre : 3

Unité d'enseignement : UEM 2.1.1

Matière : Systèmes à événement discrets

Code : SED VHS : 33h45 (Cours : 1h30, TD : 0h00, TP : 0h45)

Crédits : 2

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

Permettre aux étudiants d'approfondir les connaissances dans le domaine de modélisation et la simulation. Présenter les fondements de la modélisation de systèmes à événements discrets et les stratégies de simulation. Apprendre à l'étudiant à modéliser des systèmes réels afin d'en analyser leur comportement (aspect qualitatif) et d'en évaluer leur performances (aspect quantitatif).

Connaissances préalables recommandées :

Connaissances de base en mathématiques et programmation

Contenu de la matière :

Chapitre I. Introduction à la Modélisation et l'analyse des processus (01 semaine)

Chapitre II. Automates à états finis (02 semaines)

- Alphabets & mots
- Laquages
- Expressions régulières
- Automates à états finis
- Automates déterministes
- Automates finis avec sorties

Chapitre III. Réseaux de Petri autonomes (03 semaines)

- Réseaux de Petri ordinaires
- Réseaux de Petri particuliers
- Propriétés des réseaux de Petri
- Recherche des propriétés des réseaux de Petri
- Graphe des marquages et graphe de couverture
- Algèbre linéaire

Chapitre IV. Réseaux de Petri temporisés (03 semaines)

- Réseaux de Petri temporisés déterministes
- Réseaux de Petri T-temporisés
- Fonctionnement en régime permanent

Chapitre V. Les réseaux de file d'attente (02 semaines)

- Analyse d'une file d'attente
- Réseaux de file d'attente à forme de produit

Chapitre VI. Les chaînes de Markov (02 semaines)

- Notion de Processus markovien
- Chaînes de Markov discrètes
- Chaînes de Markov continues

Chapitre VII. Les Réseaux de Petri stochastiques (02 semaines)

- Limites des réseaux de Petri temporisés et temporels pour l'analyse
- Définitions des réseaux de Petri stochastiques
- Obtention d'un processus de Markov

TP 01. TP d'introduction à la Modélisation et l'analyse des processus

TP 02. TP sur les Automates à états finis

TP 03. TP sur les Réseaux de Petri autonomes

TP 04. TP sur les Réseaux de Petri temporisés

TP 05. TP sur les Réseaux de file d'attente

TP 06. TP sur les Chaînes de Markov et les Réseaux de Petri stochastiques

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : **40%** ; examen : **60%**.

Références bibliographiques :

- [1] *L. Mitrani « Modeling of computer and communication system » Cambridge University Press 1987*
- [2] *Livre de René DAVID et Hassane ALLA « Du grafcet aux Réseaux de Petri ».Ce livre est disponible à la bibliothèque universitaire (BU) de Batna.*
- [3] *Livre de Annie Choquet-Geniet « Les Réseaux de Petri Un outil de modélisation » Edition Dunod*
- [4] *Le document de cours de Robert Valette disponible sur la page WEB <http://www.laas.fr/~robert/>/**
- [5] *S.S. Lavenberg « Computer systems performance evaluation » Academic Press 1983*
- [6] *M.Pidd « Computer simulation in management science »J.Wiley and Sons Ed.1984*

Semestre : 3

Unité d'enseignement : UED 2.1

Matière : Innovation et entrepreneuriat

Code : IE VHS : 22h30 (Cours : 1h30, TD : 0h00, TP : 0h00)

Crédits : 1

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

À la fin de ce cours, l'étudiant sera en mesure :

- Connaître l'entreprise et son environnement
- La dimension et la responsabilité sociale de l'entreprise
- Connaître les activités et les démarches nécessaires à la création et au développement d'une entreprise
- Augmenter son potentiel de créativité et de celui d'une équipe
- Conduire un projet entrepreneurial

Connaissances préalables recommandées :

Notions de management de projet

Contenu de la matière :

Chapitre I. L'entreprise (03 semaines)

Définition, Finalités (économique, sociale), Introduction à l'entreprise sociale, Typologie, Environnement

Chapitre II. L'entrepreneur (04 semaines)

La posture entrepreneuriale, La recherche de la bonne idée, La démarche entrepreneuriale, Tests d'aptitude- Bilan individuel- travail sur soi

Chapitre III. Analyse du marché, Modèle d'affaires, Plan d'affaires (04 semaines)

Présentation du canevas du modèle d'affaires, Méthodes d'innovation du modèle d'affaires, Présentation générale du plan d'affaires ou Business Plan : concepts et utilités, Étapes administratives de création d'entreprise en Algérie :

Chapitre IV. Etude de cas (04 semaines)

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : **40%** ; examen : **60%**.

Références bibliographiques :

- [1] *L'entrepreneur : une approche par les compétences*, Hernandez, Emile-Michel , 330/HER
- [2] *Dynamique entrepreneuriale : le comportement de l'entrepreneur*, Alain Fayolle, 330/FAY
- [3] *La gestion des organisations : principes et tendances au XXIe siècle*, Gary Dessler, 330/DES
- [4] *Management des organisations*, Hellriegel Don, 330/HEL
- [5] *Introduction à l'entrepreneuriat*, Alain Fayolle, 330/FAY
- [6] *Problèmes humains de l'entreprise*, Albou Paul, 30/ALB

Semestre : 3

Unité d'enseignement : UED 2.1

Matière : Vision Industrielle

Code : VI **VHS : 22h30** (Cours : 0h45, TD : 0h00, TP : 0h45)

Crédits : 1

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif de cette formation est d'acquérir des compétences dans le choix et l'exploitation des capteurs de vision pour l'analyse d'images numériques dans un contexte industriel. Les aspects relevant de la physique, de l'informatique, du traitement du signal et de la géométrie y sont notamment abordés

Connaissances préalables recommandées :

Théorie et traitement du signal, notions de programmation.

Contenu de la matière :

Chapitre I. Domaines d'Applications (03 semaines)

Robotique, Industrie, localisation, métrologie, suivi visuel, navigation, asservissement visuel, reconnaissance, modélisation, réalité augmentée et synthèse d'images.

Chapitre II. Formation des images (04 semaines)

Dispositifs d'acquisition, Les signaux analogiques vidéo standards, Numérisation des images, caméras numériques, Extensions des fichiers images et vidéos numériques, Notions de définition et résolutions.

Chapitre III. Introduction à la segmentation des images (04 semaines)

Réduction du bruit et amélioration des images numériques. Histogramme – égalisation, Binarisation et seuillage, Détection des contours, Opérations ponctuelles, Normalisation et comparaison d'images, Détection des droites. Transformations euclidiennes, affines et projectives, Localisation 3-D

Chapitre IV. Applications industrielles du traitement d'images (04 semaines)

Introduction. Exemple de chaîne et Equipements. Techniques de traitement (Prétraitement, localisation, Analyse, diagnostic). Un exemple.

TP 01. Robotique : Conception d'un système de suivi visuel pour un bras robotique

TP 02. Acquisition d'images : Numérisation et traitement d'une image analogique avec une caméra numérique

TP 03. Segmentation d'images : Détection de contours et binarisation d'une image de pièces mécaniques

TP 04. Analyse d'images : Classification automatique d'objets à partir de leur apparence

TP 05. Applications industrielles : Analyse de défauts sur une chaîne de production à l'aide de techniques de traitement d'images.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : **40%** ; examen : **60%**.

Références bibliographiques :

[1] P. Buser et M. Imbert. *Neurophysiologie fonctionnelle IV*. Hermann, 1987.

[2] J. Candy. *Signal processing: The modern approach*. McGraw-Hill, 1988.

[3] C. Demant, B. Streicher-Abel, and P. Waszkewitz. *Industrial image processing: visual quality control in manufacturing*. Springer, 1999.

[4] P. Duvaut. *Traitement du signal: concepts et applications*. Hermès, Paris, 1991.

Semestre : 3

Unité d'enseignement : UET 2.1

Matière : English for Technical Communication I

Code : ETC1 **VHS : 22h30** (Cours : 0h45, TD : 0h45, TP : 0h00)

Crédits : 1

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

To communicate in English in a professional context.

To use thinking skills to analyze, synthesize and evaluate information in English.

To produce effective technical documents.

Connaissances préalables recommandées :

Understand common oral English.

Understand basic English Vocabulary and Grammar.

Write simple technical documents.

Read and decode information for graphs, charts and tables.

Contenu de la matière :

Chapter 1. Introduction to Technical Communication (05 semaines)

- Understand the field of technical communication.
- Prepare effective technical documents.
- Understand ethical considerations.
- Summarize and reformulate oral technical documents.
- Develop thinking strategies: mind-mapping, brainstorming and story boarding.

Chapter 2. Communicating in the Workplace (05 semaines)

- Present an organization.
- Listen effectively.
- Express opinion clearly.
- Conduct efficient meetings.
- Schedule meetings online.
- Write collaboratively.
- Understand and deliver information transmitted by phone and other workplace correspondence.

Chapter 3. Specific Documents and Applications (05 semaines)

- Write reports: field report, progress report, incident report.
- Describe and summarize technical information.
- Write proposals, abstracts and summaries.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : **40%** ; examen : **60%**.

Références bibliographiques :

[1] *Markel, Mike. Technical Communication. New York: Bedford/St Martins, 2012. Print.*

- [2] 2. *Harrison, Richard. Better Writing, UK: Garnet Publishing Ltd, 2001. Print.*
- [3] 3. *Anderson, Paul V. Technical Communication, 8TH ed. USA: Wadsworth, 2007. Print.*
- [4] 4. *Laffont, Hélène and Patrick, Bachschmidt. L'anglais pour l'ingénieur. Guide pratique de la communication scientifique et technique. Paris: Éditions Ellipses, 2010. Print.*

Semestre 4

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume horaire semestriel (15 sem.)	Travail complémentaire en consultation (15 sem.)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 2.2.1 Crédits : 10 Coefficients : 6	Commande multi-variable et espace d'état	6	4	1h30	1h30	1h30	67h30	82h30	40%	60%
	Techniques d'Optimisation	4	2	1h30	1h30	0h45	56h15	43h45	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 2.2.2 Crédits : 10 Coefficients : 6	Automates Programmables Industriels II	6	4	1h30	1h30	1h30	67h30	82h30	40%	60%
	Systèmes Temps Réels	4	2	1h30	1h30	0h45	56h15	43h45	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 2.2 Crédits : 7 Coefficients : 4	Robotique Industrielle	3	2	1h30		1h30	45h00	30h00	40%	60%
	Actionneurs Industriels	3	2	1h30	0h45	0h45	45h00	30h00	40%	60%
UE Découverte Code : UED 2.2 Crédits : 2 Coefficients : 2	Gestion d'entreprise	1	1	0h45	0h45		22h30	2h30	40%	60%
	Energies renouvelables	1	1	1h30			22h30	2h30	40%	60%
	Stage 2	1						25h00		
UE Transversale Code : UET 2.2 Crédits : 1 Coefficients : 1	English for Technical Communication II	1	1	1h30			22h30	2h30	40%	60%
Total semestre 4		30	19	12h45	7h30	6h45	405h00	345h00		

Stage d'insertion en milieu industriel qui se déroule en période bloquée d'un mois en fin d'année.

Semestre : 4

Unité d'enseignement : UEF 2.2.1

Matière : Commande multivariable et Espace d'Etat

Code : CMEE VHS : 67h30 (Cours : 1h30, TD : 1h30, TP : 1h30)

Crédits : 6

Coefficient : 4

Objectifs de l'enseignement :

À l'issue des enseignements de cette matière, l'étudiant aura maîtrisé les notions de commandabilité, d'observabilité et de stabilité sont traitées en fonction de la représentation d'état sous ses différentes formes. Les contrôleurs et les estimateurs d'état sont également synthétisés en utilisant le formalisme d'état.

Connaissances préalables recommandées :

L'étudiant doit avoir des connaissances en théorie des systèmes, asservissements linéaires continus et discrets et commande et régulation des systèmes linéaires continus et discrets.

Contenu de la matière :

Chapitre I. Stabilité des équations d'état (05 semaines)

Généralités, Définitions, Stabilité entrée sortie (BIBO stabilité), Stabilité interne (Lyapunov). Cas Discret

Chapitre II. Commandabilité et observabilité des équations d'état (05 semaines)

Généralités, Définitions, Commandabilité et observabilité des équations d'état de formes quelconques, Commandabilité et observabilité des équations d'état de formes diagonale et de Jordan. Cas Discret

Chapitre III. Commande par retour d'état et observateur d'état (05 semaines)

Généralités, Définitions, Commande par retour d'état, Synthèse d'observateur, Calcul des gains de retour d'état et de l'observateur d'état du système augmenté.

TP 01. TP de simulation de la stabilité des équations d'état en utilisant Matlab/Simulink

TP 02. TP de calcul de la stabilité interne d'un système linéaire en utilisant la méthode de Lyapunov

TP 03. TP de commande de systèmes linéaires par retour d'état avec Matlab/Simulink

TP 04. TP de synthèse d'un observateur d'état pour un système linéaire donné avec Matlab/Simulink

TP 05. TP de calcul de la commandabilité et de l'observabilité pour différents types d'équations d'état

TP 06. TP d'application de la commande par retour d'état et de l'observateur d'état pour un système de contrôle de mouvement de robot.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : **40%** ; examen : **60%**.

Références bibliographiques :

- [1] *Linear system: Theory and design* C.T. CHEN, Oxford University Press, 1995
- [2] *Modern control system theory and applications* STANLEY M. SHINNERS
- [3] *Traitement dans l'espace d'état* H. BUHLER, Presses polytechniques romandes, 1983
- [4] *Commande des systèmes multidimensionnels*, A. FOSSARD, Dunod, 1972
- [5] *Control systems*, NARESH K. SINHA, John Wiley & Sons; 2 edition (July 1995)
- [6] *Control System Design: An Introduction to State-Space Methods*, Bernard Friedland, McGraw-Hill, 1986

Semestre : 4

Unité d'enseignement : UEF 2.2.1

Matière : Techniques d'Optimisation

Code : TO VHS : 56h15 (Cours : 1h30, TD : 1h30, TP : 0h45)

Crédits : 4

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

Ce cours propose une approche simple et systématique de la programmation linéaire, dont le but est l'optimisation d'un critère linéaire par rapport aux paramètres du problème étudié en présence de contraintes linéaires.

Connaissances préalables recommandées :

Connaissances de base en mathématiques et programmation.

Contenu de la matière :

Chapitre I. Introduction (01 semaine)

Exemples de problèmes d'optimisation

Chapitre II. Compléments de mathématiques (02 semaines)

Fonctions à plusieurs variables, gradient, convexité, ...

Chapitre III. Concepts fondamentaux (03 semaines)

Notion de solution, Conditions nécessaires d'optimalité (premier et second ordre), Conditions suffisantes d'optimalité (second ordre), Vue d'ensemble sur les algorithmes de recherche, Notion de taux de convergence.

Chapitre IV. Optimisation sans contraintes (04 semaines)

Recherche unimodale, Méthodes du gradient, Méthode de Newton, Méthodes quasi Newton, Méthodes des moindres carrés

Chapitre V. Optimisation avec contraintes (05 semaines)

Aspects théoriques, Programmation linéaire (méthode du simplexe), Programmation quadratique, Méthodes de pénalisation et Lagrangien augmenté

TP 01. TP d'introduction : Présentation des problèmes d'optimisation

TP 02. TP de mathématiques : Calcul de gradient et de hessien

TP 03. TP de concepts fondamentaux : Conditions d'optimalité du premier et du second ordre

TP 04. TP d'optimisation sans contraintes : Implémentation des méthodes de recherche unimodale et de descente de gradient

TP 05. TP d'optimisation avec contraintes : Résolution d'un problème de programmation linéaire avec la méthode du simplexe.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : **40%** ; examen : **60%**.

Références bibliographiques :

- [1] *Boussard, J. M., & Daudin, J. J. La programmation linéaire dans les modèles de production.*
- [2] *Masson 1988.*
- [3] *Maurras, J. F. Programmation linéaire, complexité : séparation et optimisation (Vol. 38).*
- [4] *Springer Science & Business Media 2002.*
- [5] *Alj, A., & Faure, R. Guide de la recherche opérationnelle. Masson 1990.*
- [6] *Borne, P., El Kamel, Mellouli. A. K. Programmation linéaire et applications. Technip 2004.*

Semestre : 4

Unité d'enseignement : UEF 2.2.2

Matière : Automates Programmables Industriels II

Code : API2 VHS : 67h30 (Cours : 1h30, TD : 1h30, TP : 1h30)

Crédits : 6

Coefficient : 4

Objectifs de l'enseignement :

A l'issue de la matière, l'étudiant doit être capable de définir les outils de programmation et de supervision permettant la réalisation d'un automatisme de commande à partir d'un cahier de charges, puis choisir le matériel et la configuration nécessaire pour la réalisation. Concevoir un programme et mettre en œuvre un automatisme industriel.

Connaissances préalables recommandées :

L'étudiant devra posséder les connaissances suivantes :

- Automates programmables industriels.
- Programmation

Contenu de la matière :

Chapitre I. Applications API (05 semaines)

1. TIA PORTAL (Siemens)

- Configuration d'un réseau Profinet/Profibus de plusieurs APIs et autres équipements Passifs avec différentes adresses IP
- Commande de variateurs Siemens par Profibus et Profinet
- Mémento de cadence et Communication PUT/GET entre APIs
- Activation du serveur Web des APIs
- Diagnostic à distance via le serveur Web de l'API
- Archivage de données avec Data Logging
- Diagnostics et test du réseau
- Surveillance du réseau par WireShark : Comprendre la structure du Datagramme Ethernet, Lecture de la Trame IP
- Autres softwares.
- Connexion via routeur

2. UNITY PRO (Schneider)

Configuration d'un réseau Modbus TCP/Modbus RTU de plusieurs APIs et autres équipements Passifs avec différentes adresses IP

- Bits système et Communication
- Commande de variateur de vitesse Schneider
- Communication avec API Siemens

Chapitre II. Présentation de la supervision (02 semaines)

- Définir les outils de supervision permettant d'améliorer la maintenance et le suivi de production
- Présentation des HMI
- Les HMI siemens

- Vue d'ensemble et présentation de la gamme des opérateurs panels (OP) siemens

Chapitre III. Pupitres opérateurs SIEMENS (02 semaines)

- Présentation matérielle,
- Les différentes connexions RS232, MPI, Profibus, Ethernet,
- Paramétrages des pupitres sous Windows.

Chapitre IV. Logiciel WinCC (04 semaines)

- Création HMI et choix du pupitre
- Configuration matérielle et Adressage IP ou Profibus
- Interface utilisateur et Navigateur du projet
- Vue détaillée : Barre de menus et boutons, Zone de travail, Outils, Fenêtre de propriétés
- Liaisons
- Variables

Chapitre V. Applications WinCC (02 semaines)

Application 1. Supervision à distance (internet) : Serveur HMI
 Application 2. Connexion HMI avec Excel (Microsoft) en ligne

- TP 01.** TP TIA Portal : Configuration et commande de variateurs Siemens par Profibus et Profinet
- TP 02.** TP TIA Portal : Activation et utilisation du serveur Web des APIs pour le diagnostic à distance et l'archivage de données avec Data Logging
- TP 03.** TP Unity Pro : Configuration d'un réseau Modbus TCP/Modbus RTU de plusieurs APIs et autres équipements passifs avec différentes adresses IP
- TP 04.** TP Supervision : Présentation et utilisation des HMI Siemens pour améliorer la maintenance et le suivi de production
- TP 05.** TP Pupitres opérateurs SIEMENS : Présentation matérielle et paramétrages des pupitres sous Windows
- TP 06.** TP WinCC : Configuration matérielle et adressage IP ou Profibus pour la création de HMI et choix du pupitre
- TP 07.** TP WinCC : Utilisation de l'interface utilisateur et de la barre de menus pour la création de liaisons et de variables
- TP 08.** TP WinCC : Applications pratiques, supervision à distance via serveur HMI et connexion HMI avec Excel en ligne.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : **40%** ; examen : **60%**.

Références bibliographiques :

- [1] L.A. Bryan, E.A. Bryan. *Programmable Controllers Theory and Implementation, Second Edition. AnIndustrial Text Company Publication*
- [2] John R. Hackworth and Frederick D. Hackworth, Jr., *Programmable Logic Controllers: ProgrammingMethods and Applications.*
- [3] Hans Berger . *Automating with STEP 7 in • ST L and SCL. 4th revised edition, 2007 . Publicis Corporate Publishing*
- [4] C.T. Jones. *Step 7 in 7 steps. 2006*
- [5] Hans Berger . *Automatic with simatic. 2008 Schtiel*

Semestre : 4

Unité d'enseignement : UEF 2.2.2

Matière : Systèmes Temps Réels

Code : STR VHS : 56h15 (Cours : 1h30, TD : 1h30, TP : 0h45)

Crédits : 4

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif de ce cours est de présenter les notions permettant aux étudiants d'analyser les exigences d'un problème temps-réel, conception de la solution, démonstrations de la correction de la conception proposée, programmation de la solution, validation de la solution, et de concevoir des applications sur un système temps réel.

Connaissances préalables recommandées :

Connaissance des bases du fonctionnement des microprocesseurs, connaissance de la programmation en langage C / Java .

Contenu de la matière :

Chapitre I. Introduction aux systèmes en temps réel (02 semaines)

Classification des systèmes temps réel (temps réel dur, ferme, souple), structure d'un système temps réel, test d'ordonnabilité, notions de thread, primitives, pseudo-parallélisme...

Chapitre II. Le temps réel (03 semaines)

- Architecture d'un noyau temps réel,
- Fonctionnement d'un noyau temps réel
 - Exécution des tâches,
 - Gestion des interruptions

Chapitre III. Techniques de spécifications d'un système TR (03 semaines)

Techniques d'ordonnement (SRTF, SJF, Round-Robin, ...), Critères de sélection, Algorithme de Rate Monotoring, applications

Chapitre IV. Programmation concurrente (03 semaines)

Notion de Deadlock, Exclusion mutuelle par sémaphore, synchronisation par événement, Communication, Présentation de sceptre, exemples de cœurs temps réel (VRTX, OS9, Vxworks,...).

Chapitre V. Langage de programmation en Temps Réel (04 semaines)

Java, ADA, MODULA II

- TP 01.** Classification des systèmes temps réel (temps réel dur, ferme, souple), tests d'ordonnabilité et pseudo-parallélisme.
- TP 02.** Programmation concurrente en temps réel : gestion de l'exclusion mutuelle par sémaphore, synchronisation par événement et communication.
- TP 03.** Architecture d'un noyau temps réel et gestion des interruptions.
- TP 04.** Techniques d'ordonnement (SRTF, SJF, Round-Robin, ...) et algorithmes de Rate Monotoring.

TP 05. Langage de programmation en temps réel : Java, ADA, MODULA II.

TP 06. Applications pratiques de systèmes temps réel : exemples de cœurs temps réel (VRTX, OS9, Vxworks,...).

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : **40%** ; examen : **60%**.

Références bibliographiques :

- [1] F. Cottet, E. Grolleau, S. Gérard, J. Hugues, Y. Ouhammou, *Systèmes temps réel embarqués : Spécification, conception, implémentation et validation temporelle*, - 2e édition, Dunod, 2014.
- [2] F. Cottet, E. Grolleau, *Systèmes temps réel de contrôle-commande : Conception et implémentation Relié*, Dunod, 2005.
- [3] B. Nichols, D. Buttlar, J. Proulx Farrel, O'Reilly, *Pthreads programming*, (1996)
- [4] Maryline Chetto, *Ordonnancement dans les systèmes temps réel*, ISTE, 2014.
- [5] Jane W. S. Liu, « *Real-time Systems* », Prentice Hall, 2000
- [6] Christian Bonnet. Isabelle Demeure, *Introduction aux systèmes temps réel. Collection pédagogique de télécommunications*, Hermès, septembre 1999.
- [7] A. Dorseuil and P. Pilot. *Le temps réel en milieu industriel. Édition DUNOD, Collection Informatique Industrielle*, 1991.

Semestre : 4

Unité d'enseignement : UEM 2.2

Matière : Robotique Industrielle

Code : RIND

VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 0h00, TP : 1h30)

Crédits : 3

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

La modélisation géométrique avec des outils simples du calcul vectoriel et de calcul matriciel. Après avoir rappelé ces outils, matrice de passage, paramétrage d'orientation d'un solide dans l'espace, paramétrage de Denavit-Hartenberg des SMA, l'accent est mis sur des procédures générales d'obtention des relations entre la situation de l'organe terminal et les variables actionneurs, dans le problème direct et dans le problème inverse. Un robot manipulateur est soumis à des efforts qui sont dus au poids propre de ses éléments, à la charge transportée, la manière de calculer l'effet de ces efforts sur les actionneurs est examinée pour trouver le modèle dynamique au moyen de formalisme de Lagrange. En fin on traite la commande des robots.

Connaissances préalables recommandées :

Systèmes non linéaire, Commande des systèmes linéaires continus /discrets

Contenu de la matière :

Chapitre I. Définitions et Terminologies (3 semaines)

Définition d'un Robot, Différentes catégories de robots, Classification des robots, Constitution mécanique des robots, Généralités, Calcul de degré de liberté, Notion d'espaces, Redondance, Description des différents repères dans l'espace, Les différents Modèles d'un Robots, Génération de trajectoires, Commande des robots.

Chapitre II. Modélisation Géométrique (5 semaines)

Transformations linéaires, Coordonnées Homogènes, Séries de Transformations, Orientation des systèmes de coordonnées, Transformation inverse, Modélisation Géométrique, Modélisation Géométrique direct, Paramètres de Denavit-Hartenberg, Paramètres de Denavit-Hartenberg modifié, Géométrie inverse

Chapitre III. Modélisation Différentielle à cinématique simple (2 semaines)

Modèle différentiel direct (MDD), Méthodes de calcul du MDD, Méthode de propagation de la vitesse, Méthode de Jacobien de base, Modèle différentiel inverse (MDI), Méthodes de calcul du modèle différentiel inverse, Modèle différentiel inverse dans le cas régulier.

Chapitre IV. Modélisation dynamique d'un bras manipulateur (2 semaines)

Modèle dynamique, Formalisme de Lagrange, Calcul de l'énergie cinétique, Calcul de l'énergie potentielle, Formulation du modèle dynamique, Génération de la trajectoire

Chapitre V. Mécatronique et commande des robots (3 semaines)

Schéma de l'ensemble, calculateur et variateur, Actionneur et Capteurs, les actionneurs, les actionneurs électrique, le moteur MCC, le moteur synchrone brushless), le moteur asynchrone, Modèle dynamique des actionneurs électriques, actionneurs pneumatique, actionneurs hydraulique, les réducteurs, les capteurs associés, étage de puissance, Commande articulaires, Commande PID, Amélioration de la précision par la commande, La commande

par découplage non linéaire,

- TP 01.** Introduction aux robots : définitions et catégories
- TP 02.** Modélisation géométrique directe d'un robot
- TP 03.** Modélisation géométrique inverse d'un robot
- TP 04.** Calcul du modèle différentiel direct d'un robot
- TP 05.** Calcul du modèle différentiel inverse d'un robot
- TP 06.** Modélisation dynamique d'un bras manipulateur
- TP 07.** Composants mécatroniques d'un robot : actionneurs et capteurs
- TP 08.** Commande des robots : commande PID et découplage non linéaire

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : **40%** ; examen : **60%**.

Références bibliographiques :

- [1] *J.P. Lallemand, S. Zegloul : "Robotique Aspects fondamentaux, Modélisation mécanique, CAO robotique, Commande " 1994.*
- [2] *G Gini, M Gini : "Robotique, contrôle, programmation, interaction avec l'environnement" 1985.*
- [3] *C. Vibet : " robot : principe et contrôle".*
- [4] *W. Khalil : "Modélisation, identification et commande des robots*

Semestre : 4

Unité d'enseignement : UEM 2.2

Matière : Actionneurs Industriels

Code : AIND

VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 0h45, TP : 0h45)

Crédits : 3

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

Donner aux étudiants les notions nécessaires sur les actionneurs les plus répandus dans l'instrumentation industrielle.

Connaissances préalables recommandées :

Notions d'électronique de puissance, d'électrotechnique.

Contenu de la matière :

Chapitre I. Les actionneurs électriques

- Les pré-actionneurs électriques : Le relais, Le contacteur, Le sectionneur, Les fusibles, Le relais thermique.
- Les convertisseurs électromécaniques : Organisation de la machine, Principe de fonctionnement, Démarrage du moteur à courant continu, Bilan des puissances, Réversibilité de la machine à courant continu, Alimentation du moteur, Fonctionnement à vitesse variable,
- les moteurs pas à pas : Moteur à aimant permanent, Moteur à reluctance variable, Moteur hybride

Chapitre II. Les actionneurs pneumatiques et hydrauliques

- L'énergie pneumatique : Constitution d'une installation pneumatique, Production de l'énergie pneumatique, Principes physiques.
- Les pré-actionneurs pneumatiques : Fonction, Constituants d'un distributeur, Les principaux distributeurs pneumatiques, Les dispositifs de commande, Application : presse pneumatique.
- Les actionneurs pneumatiques : Les vérins, Le générateur de vide ou venturi.
- Les actionneurs hydrauliques : Définition, Principaux types de vérins, Dimensionnement des vérins, Applications.

Chapitre III. Actionneurs électrostatiques

Chapitre IV. Actionneurs à déformation de matériaux

Chapitre V. Actionneurs ultrasonores ('ultrasonicmotors')

Chapitre VI. Actionneurs Inertiels ('impact drives')

Chapitre VII. Actionneurs Stick and slip' : l'effet collé-glissé

Chapitre VIII. Actionneurs intelligents

TP 01. Introduction aux pré-actionneurs électriques et convertisseurs électromécaniques

TP 02. Les moteurs pas à pas : principe de fonctionnement et alimentation

- TP 03.** L'énergie pneumatique : production et principes physiques
TP 04. Les actionneurs pneumatiques : vérins et générateurs de vide
TP 05. Les actionneurs hydrauliques : types de vérins et dimensionnement.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : **40%** ; examen : **60%**.

Références bibliographiques :

- [1] *Guy Clerc, Guy Grellet, Actionneurs électriques, Modèles, Commande, Eyrolles, 1999.*
[2] *Gérard Lacroux, Les actionneurs électriques pour la robotique et les asservissements, 1994.*
[3] *Yves Granjon, Automatique : Systèmes linéaires, non linéaires, temps continu, temps discret, représentation d'état, Dunod, 2010.*
[4] *J. Faisandier, Mécanismes hydrauliques et pneumatiques, Dunod, 1999.*
[5] *R. Labonville, Conception des circuits hydrauliques, une approche énergétique, Editions de l'Ecole Polytechnique de Montréal, 1991.*
[6] *P. Maye, Moteurs électriques pour la robotique, Dunod, 2000.*
[7] *Michel Grout, Patrick Salaun, Instrumentation industrielle, 3e édition, Dunod, 2012.*
[8] *Michel Pinard, Commande des moteurs électriques, Dunod collection l'usine nouvelle 2004*
[9] *M. Portelli, La technologie d'hydraulique industrielle, cours et exercices résolus, Educactivres, Casteila, 2005.*

Semestre : 4

Unité d'enseignement : UED 2.2

Matière : Gestion d'entreprise

Code : GE **VHS : 22h30** (Cours : 0h45, TD : 0h45, TP : 0h00)

Crédits : 1

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

- Comprendre l'importance de la stratégie de l'entreprise pour son développement et sa pérennité.
- Situer les différentes fonctions de l'entreprise et les responsabilités.
- Comprendre comment la démarche de design thinking permet d'innover dans les produits et les services.
- Comprendre l'impact de l'intelligence émotionnelle sur la performance.
- Comprendre les enjeux et acquérir une vision d'ensemble de la transformation digitale.
- Appréhender le rôle des managers dans la bonne marche de l'entreprise.

Connaissances préalables recommandées :

Notions générales sur l'entreprise

Contenu de la matière :

Chapitre I. La stratégie de l'entreprise (03 semaines)

- a. Pourquoi parle-t-on de stratégie d'entreprise ?
- b. Qu'est-ce que la stratégie ?
- c. Le diagnostic stratégique : le macro environnement, les concurrents et les marchés, l'analyse SWOT, les facteurs clés de succès, les ressources et compétences.
- d. Les choix stratégiques : la stratégie de prix, les stratégies de différenciation, les stratégies de focalisation, la diversification, alliances et partenariats.
- e. Le déploiement stratégique : les structures organisationnelles, les systèmes organisationnels.

Chapitre II. Le management (03 semaines)

- a. Le management stratégique, opérationnel et fonctionnel.
- b. Les rôles, fonctions et compétences du manager.
- c. Les pratiques managériales : pilotage des projets et activités, organisation du travail, gestion des compétences, communication...

Chapitre III. Les principales fonctions de l'entreprise (03 semaines)

- a. La fonction marketing/commerciale : études de marché, segmentation et choix des cibles, marketing-mix, omnicanal, plan d'actions commerciales...
- b. Les achats : enjeux, politique d'achats, processus opérationnel.
- c. La Supply Chain : planning, approvisionnement, logistique.
- d. La production : organisation, typologie, modes, planification.
- e. Les finances : comptabilité financière, contrôle de gestion, gestion de trésorerie, fiscalité, financement.
- f. Les ressources humaines : recrutement et intégration, formation et développement des

compétences, rémunération, administration du personnel.

Chapitre IV. L'entreprise digitale (03 semaines)

- a. La transformation numérique.
- b. Entreprise 4.0/Industrie 4.0.
- c. Plateformes. E-réputation.
- d. Intelligence artificielle.

Chapitre V. L'organisation agile (03 semaines)

- a. L'agilité : définition, le Manifeste agile, anticiper les ruptures, favoriser l'innovation permanente, le changement comme opportunité, l'humain au cœur des processus, entreprendre en mode start-up...
- b. L'intelligence collective : l'organisation apprenante, l'intelligence émotionnelle, la carte mentale...
- c. Design thinking : le processus, les 10 règles, le parcours client, le prototype en Fab Lab, le plan d'action...

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : **40%** ; examen : **60%**.

Références bibliographiques :

- [1] *Strategor – 6é 2013 – Collectif d'auteur*
- [2] *Le grand livre du management – 2014 - Sylvia Arcos-Schmidt, Lucien Arcos*
- [3] *21 clés pour activer la transformation numérique de votre entreprise – 2017 - Collectif d'auteurs*
- [4] *La boîte à outils du Design Thinking – 2019 - Emmanuel Brunet*
- [5] *La boîte à outils de l'intelligence collective - 2è 2021 - Béatrice Arnaud, Sylvie Cahn*
- [6] *La méga boîte à outils de l'agilité – 2019 - Collectif d'auteurs*
- [7] *L'entrepreneur : une approche par les compétences, Hernandez, Emile-Michel , 330/HER*
- [8] *Dynamique entrepreneuriale : le comportement de l'entrepreneur, Alain Fayolle, 330/FAY*
- [9] *La gestion des organisations : principes et tendances au XXIe siècle, Gary Dessler, 330/DES*
- [10] *Management des organisations, Hellriegel Don, 330/HEL*
- [11] *Entrepreneuriat : apprendre à entreprendre, Alain Fayolle, 330/FAY*
- [12] *Introduction à l'entrepreneuriat, Alain Fayolle, 330/FAY*
- [13] *Guide de création et gestion d'une entreprise, PEM, PMI, 330/GUI*
- [14] *L'entreprise et l'éthique, Ballet Jérôme, 330/BAL*
- [15] *Problèmes humains de l'entreprise, Albou Paul, 30/ALB*

Semestre : 4

Unité d'enseignement : UED 2.2

Matière : Energies Renouvelables

Code : ENR VHS : 22h30 (Cours : 1h30, TD : 0h00, TP : 0h00)

Crédits : 1

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif de la formation est de permettre aux étudiants de se doter des bases scientifiques leur permettant d'intégrer ce domaine dans ces diverses applications. Ils pourront par exemple devenir des spécialistes ou experts dans ce domaine, leur permettant de développer pour le pays et la région des projets concernant la conception et l'implantation de systèmes à grande efficacité énergétique, alimentés par des sources à énergies renouvelables.

Connaissances préalables recommandées :

Notion d'énergie, thermodynamique, électricité

Contenu de la matière :

- Le Gisement Solaire
- Conversion Thermique : Applications à Basse Température
- Stockage de L'énergie Solaire
- La Conversion Photovoltaïque
- La Géothermie
- L'énergie Eolienne
- L'énergie Hydraulique
- L'énergie de la Biomasse
- L'énergie des Mers

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : **40%** ; examen : **60%**.

Références bibliographiques :

- [1] *Les énergies renouvelables: état des lieux et perspectives* By Claude Acket, Jacques Vaillant. 2011
- [2] 2. *Pascale GILLON, Énergie : enjeux et perspectives, cnrs cours en ligne, Mars (2013*
- [3] 3. *Michel JEHAN, L'hydrogène au service des énergies renouvelables, exposé en ligne, McPhy Energy S.A., 21 mars 2012.*
- [4] 4. *Manuel sur les statistiques de l'énergie, agence internationale de l'énergie, OCDE/AIE, (2005).*
- [5] 5. *Bent Sørensen ,Renewable Energy, Elsevier academic press,Third Edition (2005-) Documentations du ministre algérienne de l'énergie.*
- [6] 6. *Documentations du l'Organisation des Nations unies concernant l'environnement et les changements climatiques.*

Semestre : 4

Unité d'enseignement : UET 2.2

Matière : English for Technical Communication II

Code : ETC II **VHS : 22h30** (Cours : 1h30, TD : 0h00, TP : 0h00)

Crédits : 1

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

- To communicate in different professional contexts.
- To improve certain soft skills.
- To develop some higher order thinking skills.

Connaissances préalables recommandées :

- To have a knowledge about the professional English language.
- To write professional documents in English.
- To develop job-related skills.

Contenu de la matière :

Chapitre I. Work Environment Communication (08 semaines)

- To give a presentation.
- To present a company.
- To arrange a meeting.
- To express strong and tentative opinions.
- To make proposals and counterproposals.
- To discuss strategies for reaching agreements on the telephone.
- To write summaries of technical texts.
- To think critically and analyse different information.

Chapitre II. Developing Soft Skills (07 semaines)

- To identify a problem, review related information, develop and evaluate options, and implement a solution.
- To communicate effectively and appropriately.
- To create a positive team environment.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : **40%** ; examen : **60%**.

Références bibliographiques :

- [1] Lannon, J. M. Gurak, L. J. (2013). *Technical communication. 13thEd. USA: Pearson.*
[2] Lafond, C. Vine, S. Welsh, B. (2010). *English for Negotiating. Oxford: Oxford University Press.*
[3] Thomson, K. (2007). *English for Meetings. Oxford: Oxford University Press.*

Semestre 5

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume horaire semestriel (15 sem.)	Travail complémentaire en consultation (15 sem.)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 3.1.1 Crédits : 10 Coefficients : 6	Commande Optimale	6	4	1h30	1h30	1h30	67h30	82h30	40%	60%
	Commande Avancée et Réglage Robuste	4	2	1h30	1h30	1h30	67h30	32h30	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 3.1.2 Crédits : 10 Coefficients : 6	Modélisation et Commande des systèmes non linéaires	6	4	1h30	1h30	0h45	56h15	93h45	40%	60%
	FPGA et programmation VHDL	4	2	1h30	1h30	0h45	56h15	43h45	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 3.1 Crédits : 7 Coefficients : 4	Systèmes de Contrôle Distribués (DCS)	4	2	1h30		1h30	45h00	55h00	40%	60%
	Prototypage Numérique	3	2	1h30		1h30	45h00	30h00	40%	60%
UE Découverte Code : UED 3.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Projet professionnel personnel	1	1	1h30			22h30	2h30	40%	60%
	Normes, CEM et Sécurité Electrique	1	1	1h30			22h30	2h30	40%	60%
UE Transversale Code : UET 3.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	English for Research	1	1	1h30			22h30	2h30	40%	60%
Total semestre 5		30	19	13h30	6h00	7h30	405h00	345h00		

Semestre : 5

Unité d'enseignement : UEF 3.1

Matière : Commande Optimale

Code : CO VHS : 67h30 (Cours : 1h30, TD : 1h30, TP : 1h30)

Crédits : 6

Coefficient : 4

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif du cours est de présenter les aspects théoriques et numériques de cette discipline, ainsi que des applications dans des domaines très divers.

Connaissances préalables recommandées :

L'étudiant devra posséder les connaissances suivantes :

- Systèmes asservis linéaires
- Systèmes échantillonnés ;

Contenu de la matière :

Chapitre I.	Introduction : Problème de commande optimale (1 Semaines)
Chapitre II.	Commande en temps minimal (3 Semaines)
Chapitre III.	Commande Linéaire Quadratique (4 Semaines)
Chapitre IV.	Commande Linéaire Quadratique Gaussienne (4 Semaines)
Chapitre V.	Méthodes numériques en contrôle optimal (3 Semaines)

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : **40%** ; examen : **60%**.

Références bibliographiques :

[4] *ABOU-KANDIL Hisham, La commande optimale des systèmes dynamiques, Lavoisier, 2004.*
[5] *Michel Dion, Dumitru Popescu, Commande optimale - Conception optimisée des systèmes, Diderot Editeur Arts Sciences, 1996.*
[6] *Bernard Pradin, Germain Garcia, Modélisation, analyse et commande des systèmes linéaires Presse universitaires du Mirail, 2009.*
[7] *Edouard Laroche, Bernard Bayle, Commande Optimale, polycopié, 2007-2008*
[8] *Pierre-Olivier Malaterre, Modélisation, analyse et commande optimale LGR d'un canal d'irrigation, Cemagref, 1994.*
[9] *Maïtine Bergounioux, Optimisation et contrôle des systèmes linéaires : Cours et exercices corrigés, Dunod, 2001.*

Semestre : 5

Unité d'enseignement : UEF 3.1.1

Matière : Commande Avancée et Réglage Robuste

Code : CARR **VHS : 67h30** (Cours : 1h30, TD : 1h30, TP : 1h30)

Crédits : 4

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

Cette matière a pour objectif de permettre aux étudiants de maîtriser des outils de synthèse de correcteurs performants qui tiennent compte des conditions réelles de fonctionnement des systèmes physiques : Incertitudes paramétriques, dynamiques négligées, paramètres variables dans le temps, présence de perturbations et de bruits de mesure. Les techniques de commande enseignées permettent de maintenir un niveau de performance malgré la présence de toutes ces contraintes.

Connaissances préalables recommandées :

Systèmes linéaires continus et échantillonnés, analyse des systèmes non linéaires, optimization

Contenu de la matière :

Chapitre I. Commande adaptative (5 semaines)

Commande adaptative directe et indirecte, Commande adaptative par modèle de référence (MRAC), Synthèse de MRAC par approche MIT, Synthèse de MRAC par approche de Lyapunov, Synthèse de MRAC dans l'espace d'état, Régulateurs auto-ajustables (STR) : Approche directe, Régulateurs auto-ajustables (STR) : Approche indirecte.

Chapitre II. Commande prédictive (5 semaines)

Principe de la commande prédictive, Prédicteur d'un système numérique, Commande GPC, prédicteur optimal, Commande GPC sous contraintes, Commande prédictive par approche d'état (State Space Model Predictive Control)

Chapitre III. Commande robuste (5 semaines)

Stabilité au sens de Lyapunov, Dissipativité, Performances d'un système asservi, Lieu des pôles, Synthèse pour les systèmes LTI, Dissipativité, norme H_∞

- TP 01.** Contrôle de système en boucle fermée à l'aide d'un régulateur proportionnel-intégral (PI)
- TP 02.** Conception d'un régulateur flou pour un système non linéaire
- TP 03.** Conception d'un contrôleur à retour d'état pour un système dynamique linéaire
- TP 04.** Commande adaptative directe et indirecte d'un système dynamique non linéaire
- TP 05.** Conception d'un régulateur auto-ajustable (STR) pour un système linéaire
- TP 06.** Implémentation d'un prédicteur pour la commande prédictive d'un système dynamique
- TP 07.** Synthèse d'un régulateur H_∞ pour un système incertain
- TP 08.** Conception d'un contrôleur à retard pour un système instable avec retard de phase

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40% ; examen : 60%.

Références bibliographiques :

- [1] *K. J. Astrom and B. Wittenmark, Adaptive control., Dover, 2008.*
- [2] *I. D. Landau, R. Lozano, M. M'Saad, and A. Karimi, Adaptive control. Springer , 2011.*
- [3] *V. V. Chalam, Adaptive control systems: Techniques and applications. Marcel Dekker,1987*
- [4] *P. Boucher and D. Dumur, La commande prédictive, Technip, 1996.*
- [5] *Kemin Zhou, John C. Doyle, Keith Glover. Robust and Optimal Control. Prentice Hall, 1995.*
- [6] *Hence P. Geering. Optimal control with engineering application. Springer, 2007.*
- [7] *Joao P. Hespanha. Undergraduate lectures notes on LQG LQR controller design. 2007.*
- [8] *I. Master. Commande Robuste. Ecole Nationale Supérieure de Physique de Strasbourg. 2011-2012*

Semestre : 5

Unité d'enseignement : UEF 3.1.2

Matière : Modélisation et Commande des systèmes non linéaires

Code : MCSNL

VHS : 56h15 (Cours : 1h30, TD : 1h30, TP : 0h45)

Crédits : 6

Coefficient : 4

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif de ce cours est : de sensibiliser les étudiants aux problèmes de stabilité des systèmes non linéaires et de leur fournir des outils mathématiques d'analyse, d'introduire des méthodes de commandes non linéaires comme les techniques fondées sur la géométrie différentielle et l'approche par les modes glissants. Les méthodologies présentées font appel aussi bien aux représentations temporelles qu'aux représentations fréquentielles.

Connaissances préalables recommandées :

Systèmes asservis linéaires, Théorie du signal, Les bases mathématiques

Contenu de la matière :

Chapitre I. Introduction : (01 Semaines)

Non linéarité statiques et Points d'Equilibres, exemples des systèmes non linéaires. Le pendule simple. L'oscillateur électrique non linéaire. Les cycles limites. Orbites chaotiques. Le pendule chaotique. Le pendule polaire. La grue.

Chapitre II. Plan de phase : (03 Semaines)

Systèmes du second ordre. Construction du portrait de phase. Elimination du temps implicite / explicite. Méthode des isoclines. Oscillateur de Van der Pol. Rappel systèmes linéaires : caractérisation des orbites par les valeurs propres. Index des points singuliers. Le théorème de l'index. Le théorème de Poincaré-Bendixson. La condition de Bendixson.

Chapitre III. Méthode du premier harmonique : (03 Semaines)

Hypothèses. Décomposition en harmoniques. Equivalent du premier harmonique. Non-linéarités communes. Saturation. Zone morte. Relais. Hystérèse. Système et régulateur linéaires. Critère de Nyquist. Gain complexe supplémentaire. Critère de Nyquist modifié. Estimation des paramètres du cycle limite. Equivalent indépendant de la fréquence. Fiabilité de l'analyse par le premier harmonique.

Chapitre IV. Fondements de la théorie de Lyapunov: (02 Semaines)

Stabilité : définition intuitive. Notion de distance. Stabilité: définition formelle. Stabilité asymptotique. Méthode directe de Lyapunov. Fonction définie positive. Fonction de Lyapunov. Exemple: robot. Théorème de stabilité locale. Stabilité exponentielle. Stabilité globale. Fonction de Lyapunov pour les systèmes linéaires. Stabilité locale et linéarisation. Inconvénients de la méthode indirecte. Théorème d'invariance de LaSalle. Méthode de Krasovskii. Méthode du gradient variable. Instabilité et le théorème de Chetaev.

Chapitre V. Théorie de la Passivité : (02 Semaines)

Intuition. Système statique. Fonction de stockage. Connection parallèle / série / par feedback. Passivité et système linéaires SISO. Système réel positif. Lien entre Lyapunov et système réel positif. Théorème de Kalman-Yakubovich-Popov. Stabilité absolue. Conjecture d'Aizerman. Critère du cercle. Critère de Popov.

Chapitre VI. Notion de géométrie différentielle : (03 Semaines)

Champ de vecteur. Espace dual. Covecteur. Le gradient vu comme un champ de covecteurs. Dérivée de Lie. Crochet de Lie. Difféomorphisme. Le théorème de Frobenius. Famille involutive. Conditions de linéarisation. Retour à l'exemple du robot à joint flexible.

Chapitre VII. Commande des systèmes non-linéaires (03 Semaines)

Généralités. Commande par linéarisation. Commande par modes glissants

- TP 01. Systèmes non-linéaires : étude de cas pratiques
- TP 02. Construction du portrait de phase pour les systèmes du second ordre
- TP 03. Analyse de systèmes non-linéaires par la méthode du premier harmonique
- TP 04. Stabilité des systèmes non-linéaires par la méthode de Lyapunov
- TP 05. Passivité et stabilité absolue des systèmes linéaires et non-linéaires
- TP 06. Introduction à la géométrie différentielle pour l'analyse des systèmes non-linéaires
- TP 07. Commande des systèmes non-linéaires par linéarisation et modes glissants

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : **40%** ; examen : **60%**.

Références bibliographiques :

- [1] Ph. Müllhaupt, *Introduction à l'analyse et à la commande des systèmes non linéaires*, PPUR, 2009.
- [2] Gille, J.C., Decaulne, P., Pelegrin, M., *Méthodes d'étude des systèmes asservis non linéaires*, Dunod, 1975.
- [3] Atherton, D.P., *'Nonlinear Control Engineering. Describing Function Analysis and Design'*, Van Nostrand Reinhold Company, 1975.
- [4] Utkin, V.I., *'Sliding modes and their application to variable structure systems'*, MIR Publishers, 1978.
- [5] Khalil, H.K., *'Nonlinear systems'*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1980.
- [6] Nijmeijer, H., Van der Shaft. A.J., *'Nonlinear dynamical control systems'*, Springer Verlag, 1990.
- [7] Isidori, A., *'Nonlinear control systems.'*, Springer Verlag, 1995.
- [8] Yves Granjon, *Automatique - Systèmes linéaires, non linéaires - 2e édition: Cours et exercices corrigés*, Dunod; Édition : 2e édition, 2010.
- [9] RASVAN Vladimir, STEFAN Radu, *Systèmes non linéaires : théorie et applications*, Lavoisier, 2007.
- [10] J.-C. Chauveau, *Systèmes asservis linéaires et non linéaires: Exercices et problèmes résolus*, Educavivre, 1995.
- [11] Philippe Müllhaupt, *Introduction à l'analyse et à la commande des systèmes non linéaires*, PPUR, 2009.

Semestre : 5

Unité d'enseignement : UEF 3.1.2

Matière : FPGA et programmation VHDL

Code : VHDL VHS : 56h15 (Cours : 1h30, TD : 1h30, TP : 0h45)

Crédits : 4

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

Étude des différents types de circuits programmables, ainsi que les différentes méthodes de conception en utilisant les langages de description matérielle.

Connaissances préalables recommandées :

Logique combinatoire et séquentielle, architecture des systèmes à microprocesseurs, électronique numérique, circuits électroniques programmables

Contenu de la matière :

Chapitre I. Technologies de circuits Logiques Programmables : PLD (02 Semaines)

- Structure des réseaux logiques combinatoires
- Classification des réseaux logiques combinatoires
- Les technologies des éléments programmables

Chapitre II. Architecture des FPGA (02 Semaines)

- Présentation des CP (Circuits programmables type PLA, CPLD)
- Structure des FPGA & ASICs
- Architecture générale
- Blocs logiques programmables
- Blocs de mémoire intégrée
- Exemples et applications

Chapitre III. Programmation VHDL (06 Semaines)

- Introduction
- Outils de programmation : Altera Quartus II, Modelsim, Xilinx ISE
- Structure d'un programme
- Structure d'une description VHDL simple (Entité, les différentes descriptions d'une architecture, Process)
- Les structures de contrôle en VHDL
- Instructions séquentielles et concurrentes
- Les paquetages et les bibliothèques

Chapitre IV. Implémentation de quelques circuits logiques dans les circuits FPGA (05 Semaines)

- Multiplexeur, compteurs, comparateurs, Registre à décalage, exemples de filtres.

TP 01. Conception d'un système logique combinatoire avec FPGA

TP 02. Conception d'un système logique séquentiel avec FPGA

TP 03. Développement et implémentation d'une interface utilisateur pour contrôler le système logique

TP 04. Vérification et validation du système logique avec FPGA

TP 05. Optimisation des performances du système logique avec FPGA

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : **40%** ; examen : **60%**.

Références bibliographiques :

[1] Volnei A. Pedroni, "Circuit Design with VHDL", MIT Press, 2004

[2] Jacques Weber , Sébastien Moutault, Maurice Meaudre, "Le langage VHDL : du langage au circuit, du circuit au langage", Dunod, 2007

[3] Christian Tavernier, "Circuits logiques programmables", Dunod 1992

Semestre : 5

Unité d'enseignement : UEM 3.1

Matière : Systèmes de Contrôle Distribués (DCS)

Code : DCS VHS : 56h15 (Cours : 1h30, TD : 0h00, TP : 1h30)

Crédits : 4

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

L'étudiant doit se familiariser et comprendre les Composants et instruments pour les systèmes de contrôle distribués fournit un cadre conceptuel pour organiser les éléments du système distribué pour l'intégration des nombreuses fonctions de traitement de l'information, de prise de décision et de contrôle qui sont impliquées dans un contrôle total de l'usine.

Connaissances préalables recommandées :

Programmation des API, réseaux informatique et industriels.

Contenu de la matière :

Chapitre I. Présentation du système PCS 7 : SIMATIC PCS 7 (02 semaines)

- Les différences entre PLC, DCS, SCADA et RTU
- Exemples de DCS : Yokogawa, Honeywell, Abb, Siemens
- La structure d'un projet PCS7, Hardware pour un projet PCS7, Les PLCs, Les HMI, librairie, L'environnement de développement, Structure de projet (vue des composants et hiérarchie technologique) Editeurs du poste de développement, Exemples d'architectures PCS 7.

Chapitre II. Configuration Matérielle d'une architecture PCS7 (04 semaines)

- Principe de configuration, Aperçu sur la gamme des CPUs S7-400, Création d'un projet de base PCS7, Configuration hardware d'une station automate, Création de la table de mnémoniques, Création d'une librairie, Tables de variables et forçage.

Chapitre III. Programmation avec PCS7 (05 semaines)

- Structure d'un programme Siemens : Blocs d'organisation OB, Blocs fonctionnelles FB, Fonctions FC, Blocs de données DB, Instances et Globaux, SFC, SFB.
- Les différents langages de programmation : LAD ou Contact, FBD(function block diagram), STL (**statement list**), SFC (sequential function chart) **ou Graph**, SCL (structured control language)
- Les différentes instructions et bibliothèque
- Programmation SFC : Dépannage via l'interface SFC, Explication des outils de cross référence, Configuration des alarmes
- programmation avec le langage SCL : Environnement SCL : Débogueur, Editeur, Compilateur, Bloc de données global
- Application avec une fonction sous SCL
- Tests et visualization :

- Programmation avec CFC (Continuous Function Chart) : Programmation CFC, Dépannage via l'interface CFC.

Chapitre IV. WinCC Explorer (04 semaines)

- Système de supervision et configuration orientée objet
- Présentation et utilisation de la bibliothèque standard
- Présentation et utilisation de la bibliothèque APL
 - Création d'un Synoptique utilisant ces objets
 - Présentation de l'éditeur graphique WinCC
- Ajout d'un pilote
- Création d'une liaison logique
- Configuration de la liaison
- Variables du système
- Vues de graphiques: utilisation de GRAPHICS DESIGNER
- Paramétrage du module "RUNTIME" activation et test du projet
- Affichage des valeurs de mesure
 - Options WinCC,
 - Mise en oeuvre des objets évolués (PCS 7 : Alarmes, Courbes, Recettes, tableaux de valeurs, etc.)
 - Mise en oeuvre de rapports d'impression
 - Présentation des scripts en C et Visual Basic
 - Configuration avec l'éditeur CFC, test sur un contrôleur et visualisation sur le poste opérateur
 - Configuration avec l'éditeur SFC, test sur un contrôleur et visualisation sur le poste opérateur
 - Création d'objet spécifique utilisateur (programmation en SCL et configuration dans CFC et création des vues associées dans l'outil WinCC)
 - Utilisation des variables du contrôleur dans le poste opérateur
 - Présentation théorique et principes d'une architecture Client/Serveur
 - Présentation théorique et principes d'une architecture avec redondance Serveur

- TP 01.** Différences entre PLC, DCS, SCADA et RTU
- TP 02.** Configuration matérielle d'une architecture PCS7
- TP 03.** Programmation avec PCS7
- TP 04.** Utilisation de WinCC Explorer pour la supervision et la configuration
- TP 05.** Conception et réalisation d'un projet PCS7 complet

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : **40%** ; examen : **60%**.

Références bibliographiques :

- [1] Siemens - SIMATIC PCS 7 - SIMATIC PCS 7 (SIMATIC, PCS 7, process control system, SIMATIC PCS7, Add Ons, solutions for industry, process automation, process industry)". Archived from the original on 2007-03-29. Retrieved 2007-03-29. Simatic PCS 7.
- [2] Dr. Moustafa Elshafei. *Modern Distributed Control Systems: A comprehensive coverage of DCS technologies and standards 1st Edition.*
- [3] Gerardus Blokdyk. *Distributed Control System A Complete Guide - 2020 Edition Paperback – April 16, 2021.*
- [4] Z. Binder, R. Perret. *Components and Instruments for Distributed Control Systems. 1st Edition - January 1, 1983 Esvier.*

Semestre : 5

Unité d'enseignement : UEM 3.1

Matière : Prototypage Numérique

Code : PN VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 0h00, TP : 1h30)

Crédits : 3

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

Cette action de formation porte principalement sur la maîtrise des outils de la maquette numérique associés aux procédés de prototypage rapide et aux moyens de réalisations modernes. Elle a pour ambition de permettre aux élèves ingénieurs d'appréhender les différents aspects du maquettage numérique (modélisation volumique et surfacique, intégration avec la simulation (cinématique, calcul, fabrication, etc.), FAO associés aux procédés de prototypage rapide (stratoconception, stéréo lithographie, impression 3D, etc.)

Connaissances préalables recommandées :

Modélisation volumique

Contenu de la matière :

Chapitre I. Outils et méthodes de conception (03 semaines)

Chapitre II. Conception Assistée par Ordinateur (04 semaines)

Modélisation volumique, Assemblage ; Analyse de mouvement ;

Chapitre III. Rétro-ingénierie (Outils, méthodes et techniques) (04 semaines)

Chapitre IV. Fabrication rapide (04 semaines)

Fabrication Additive (Impression 3D), Fabrication par usinage (CNC)

TP 01. Outils et méthodes de conception

TP 02. Conception Assistée par Ordinateur

TP 03. Modélisation volumique, Assemblage ; Analyse de mouvement

TP 04. Rétro-ingénierie (Outils, méthodes et techniques)

TP 05. Fabrication rapide

TP 06. Fabrication Additive (Impression 3D)

TP 07. Fabrication par usinage (CNC)

TP 08. Applications et Projets Pratiques

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : **40%** ; examen : **60%**.

Références bibliographiques :

[1] *De la CAO au calcul*, Jean-Charles Craveur, 2015.

- [2] *La cao accessible à tous avec solidworks : de la création à la réalisation tome2*, P. Rétif, 2005.
- [3] *CAO et simulation en mécanique*, Patrick Chedmail, 2001.
- [4] *STUDENT WORKBOOK to accompany PROGRAMMING OF CNC MACHINES, Fourth Edition*, Ken Evans, 2016.
- [5] *LA FABRICATION ADDITIVE*, Y. Poliat, Université de Limoge, 2014.
- [6] *Impression 3D : présentation générale*, Bruce ANGLADE – David COMBERTON, Ecole Normale Supérieure Paris-Saclay, 2018.

Semestre : 5

Unité d'enseignement : UED 3.1

Matière : Projet professionnel personnel

Code : PPP VHS : 22h30 (Cours : 1h30, TD : 0h00, TP : 0h00)

Crédits : 1

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

Cette action de formation va permettre à chaque élève-ingénieur

- Développer une connaissance de soi face à un environnement professionnel
- Identifier les métiers concernés par le domaine envisagé
- Construire une première représentation du profil métier
- Définir son projet et le planifier

Connaissances préalables recommandées :

Management de projet I et II, Innovation et entrepreneuriat

Contenu de la matière :

Chapitre I. Choix du thème (05 semaines)

Analyse de la représentation du métier envisagé par l'élève, Prendre connaissance des métiers visés, Recherche documentaire (ex. Nomenclature Algérienne des Métiers et Emploi NAME --, revues, sites, visites d'entreprises, relations, famille etc, Réalisation d'interviews (Découvrir les réalités professionnelles et sectorielles (entretiens avec des professionnels actifs)

Chapitre II. La connaissance de soi face l'environnement professionnel (05 semaines)

Définition de ses aspirations personnelles et professionnelles, Connaissance de ses capacités professionnelles, Identification de ses aptitudes idéales liées à la pratique d'un métier, Se projeter dans un contexte professionnel

Chapitre III. Décision du choix du métier (05 semaines)

Curriculum Vitae CV (Description passive de ses compétences), Lettre de Motivation (Description active de la mise oeuvre de ses compétences dans le cadre d'un projet). Préparation à l'Entretien d'Embauche (Jeux de rôles, simulation d'entretiens filmés si possible avec évaluation et correction si nécessaire).

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : **40%** ; examen : **60%**.

Références bibliographiques :

[1] *Alain de Broca, Carène Ponte, Législation, éthique, déontologie, editions-harmattan, 2010.*

[2] *Jeremy Bentham ; Déontologie ou science de la morale ; editions CreateSpace Independent Publishing Platform, 2016*

Semestre : 5

Unité d'enseignement : UED 3.1

Matière : Normes, CEM et Sécurité Électrique

Code : Norm VHS : 22h30 (Cours : 1h30, TD : 0h00, TP : 0h00)

Crédits : 1

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif de ce cours est de donner à l'étudiant les éléments de base lui permettant de comprendre ce qu'est une norme et une certification industrielles, tout en expliquant les différences, les niveaux et les types de certifications existantes et les institutions pouvant délivrer ce genre de certificats.

Connaissances préalables recommandées :

Il est recommandé que les étudiants aient une connaissance de base de l'électricité, de l'électronique

Contenu de la matière :

Chapitre I. Objectifs de normalisation et avantages de normalisation (01 semaines)

Chapitre II. Législation en matière commerciale (02 semaines)

Chapitre III. Types de normes et organisation des travaux de normalisation (03 semaines)

Chapitre IV. Elaboration des normes, normalisation et sécurité (02 semaines)

Chapitre V. Certification (03 semaines)

Certification et qualité, Certification et Marquage, Certificat et Label, Différents types de certifications volontaires (ISO 9001, ISO 14001), Certification des produits et services, Référentiel de certification, Obtention d'une certification.

Chapitre VI. CEM (04 semaines)

Organismes de réglementation, Présentation générale, Exemples de normes, Terminologie employée, Classification selon W. Duff, Sources permanentes/Intermittentes, Sources impulsionnelles (i- arcs électriques, foudre, décharges ESD, ii- contacts électrique et charge inductive, iii- décharge électrostatique), Couplage par impédance commune, Couplage capacitif, Couplage inductif, Couplage par rayonnement électromagnétique, Disposition des composants et du câblage, Les blindages, Le filtrage, La protection contre les surtensions.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : **40%** ; examen : **60%**.

Références bibliographiques :

[1] *Robert Obert, Pratique des normes IFRS, Comparaison avec les règles françaises et les US GAAP, Dunod 2004.*

Semestre : 5

Unité d'enseignement : UET 3.1

Matière : English for Research

Code : ER **VHS : 22h30** (Cours : 1h30, TD : 0h00, TP : 0h00)

Crédits : 1

Coefficient : 1

Teaching Objectives:

- To think critically about the research process.
- To organize and deliver effective research findings.
- To write correct detailed paragraphs.

Recommended Preliminary Knowledge:

- Read and understand a wide variety of extended texts.
- Understand spoken English.
- Demonstrate consistent control of a wide range of grammatical structures.
- Write a Professional document.

Module Content:

Chapter 1. The Research Process (05 semaines)

- To identify research components.
- To enhance analytical skills by reading articles, listening to debates, and discussing current research.
- To research, analyze and organize information about a topic.
- To generate ideas and develop questions about a specific topic.
- To use research tools: online catalogs, reference works, and indexes.
- To analyze and present data in a meaningful way.
- To analyze and evaluate information from the web.
- To conduct an interview, an inspection, an experiment, and a field research.
- To make inquiries and design questionnaires.

Chapter 2. Organization and Style (05 semaines)

- To organize technical information.
- To demonstrate knowledge of terminology and the research process.
- To evaluate and interpret information.
- To summarize research findings.
- To write clear and informative headings, lists, and paragraphs.
- To reinforce reading and writing strategies such as skimming, scanning, taking notes, editing, proofreading, and punctuation.

Chapter 3. Documentation (05 semaines)

- To document sources: books, articles, journals and websites.
- To develop referencing strategies: paraphrasing, quoting resources, and summarizing.

Evaluation Method:

Contrôle continu : **40%** ; examen : **60%**.

Bibliographic References:

- [1] *Laplante, Phillip A. Technical Writing. USA: CRC Press, 2011. Print.*
- [2] *2. Lannon, John M., and Gurak, Laura J. Technical communication, 13th Ed. USA: Pearson, 2013. Print.*
- [3] *3. Wallwork, Adrian. English for Writing Research Papers New York: Springer, 2016. Print.*
- [4] *4. Wallwork, Adrian. English for Academic Research: Grammar Exercises. New York: Springer, 2013. Print.*