

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

OFFRE DE FORMATION L.M.D.

MASTER PROFESSIONNALISANT

Mise à jour 2025– 2026

AVIS FAVORABLE

Alger le, 13 août 2025



رئيس اللجنة البيداغوجية الوطنية
لميدان العلوم والتكنولوجيا
الأستاذ: إسعدي رشيد

Etablissement	Faculté / Institut	Département
Université Ferhat Abbas Sétif-1	Faculté de Technologie	Electrotechnique

Domaine	Filière	Spécialité
Sciences et Technologies	Automatique	Automatisation industrielle et process

Partenaire socio-économique : SIEMENS Algérie

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

عرض تكوين

ل. م. د

ماستر مهني

تحديث 2025

المؤسسة	الكلية/ المعهد	القسم
جامعة فرحات عباس سطيف 1	كلية التكنولوجيا	قسم الإلكترونيات

الميدان	الشعبة	التخصص
علوم و تكنولوجيا	آليات	أتمته العمليات الصناعية

الشريك الاجتماعي الاقتصادي : شركة سيمنس فرع الجزائر

SOMMAIRE

I - Fiche d'identité du Master-----	
1 - Localisation de la formation -----	
2 – Coordonateurs-----	
3 - Partenaires extérieurs éventuels-----	
4 - Contexte et objectifs de la formation-----	
A - Organisation générale de la formation : position du projet -----	
B - Conditions d'accès -----	
C - Objectifs de la formation -----	
D - Profils et compétences visées -----	
E - Potentialités régionales et nationales d'employabilité -----	
F - Passerelles vers les autres spécialités -----	
G - Indicateurs de suivi du projet de formation -----	
5 - Moyens humains disponibles-----	
A - Capacité d'encadrement -----	
B - Equipe d'encadrement de la formation -----	
B-1 : Encadrement Interne-----	
B-2 : Encadrement Externe -----	
B-3 : Synthèse globale des ressources humaines -----	
B-4 : Personnel permanent de soutien -----	
6 - Moyens matériels disponibles-----	
A - Laboratoires Pédagogiques et Equipements -----	
B- Terrains de stage et formations en entreprise -----	
C - Laboratoires de recherche de soutien à la formation proposée -----	
D - Projets de recherche de soutien à la formation proposée -----	
E - Documentation disponible -----	
II - Fiche d'organisation semestrielle des enseignements -----	
1- Semestre 1 -----	
2- Semestre 2 -----	
3- Semestre 3 -----	
4- Semestre 4 -----	
5- Récapitulatif global de la formation -----	
III - Fiche d'organisation des unités d'enseignement -----	
IV - Programme détaillé par matière -----	
V – Accords / conventions -----	
VI – Curriculum Vitae des coordonnateurs-----	
VII - Avis et Visas des organes administratifs et consultatifs -----	
VIII - Visa de la Conférence Régionale -----	

I – Fiche d'identité du Master

1 - Localisation de la formation :

Faculté (ou Institut) : Faculté de technologie

Département : Electrotechnique

Section : Automatique

2 –Coordonateurs :

- Responsable de l'équipe du domaine de formation :

Nom & prénom : Rahmani Lazhar

Grade : Professeur



Fax :

E - mail : lazhar-rah@univ-setif.dz @univ-setif.dz

Joindre un CV succinct en annexe de l'offre de formation (maximum 3 pages)

- Responsable de l'équipe de la filière de formation :

Nom & prénom : Babesse Saad

Grade : MCA



Fax :

E - mail : saad.babesse@univ-setif.dz

Joindre un CV succinct en annexe de l'offre de formation (maximum 3 pages)

- Responsable de l'équipe de spécialité :

Nom & prénom : Sari Bilal

Grade : Professeur



E - mail : bilal.sari@univ-setif.dz

Joindre un CV succinct en annexe de l'offre de formation (maximum 3 pages)

3- Partenaires extérieurs *:

- autres établissements partenaires :

- ☐ Université de Bejaïa
- ☐ Université de BBA
- ☐ Université de Skikda
- ☐ Ecole Militaire Polytechnique
- ☐ Université de Batna
- ☐ Université de M'sila
- ☐ Université de Bouira

- entreprises et autres partenaires socio économiques :

- ☐ Siemens Algérie
- ☐ Société des Ciments de Ain El Kébira (S.C.A.E.K.)
- ☐ Groupement Brandt
- ☐ SPE Sétif
- ☐ GROUPE BENHAMADI ARGILOR
- ☐ Saterex IRIS Algérie
- ☐ ENPEC
- ☐ ERIAD Sétif

- Partenaires internationaux :

- LEG de Grenoble, France.
- Université de Poitiers, France.
- Université de Malaya, Malaisie.
- USTL de Lille, France.

4 – Contexte et objectifs de la formation

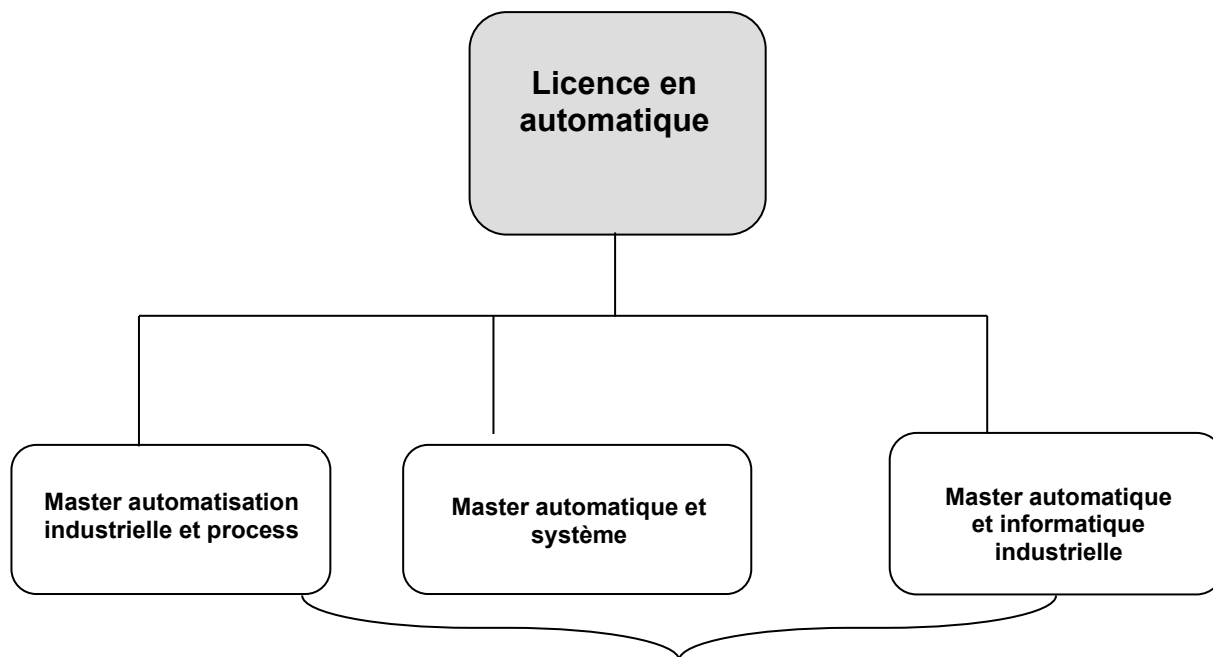
Les besoins des PME/PMI du secteur des industries (mécaniques, électroniques, électrotechnique..) sont très importants dans le domaine des automatismes industriels tels que la commande et la supervision des systèmes automatisés. L'objectif de ce Master, est de former des cadres spécialistes en automatique industrielle, capables d'intégrer les différents secteurs de l'industrie manufacturière, de l'Energie et des services industriels. La formation proposée sera pluridisciplinaire et comprendra entre autre l'automatisation de systèmes complexes (industriels), les méthodes innovantes utilisées pour le contrôle et les outils informatiques nécessaires pour réussir un projet d'automatisation. Il y aura également des enseignements dans les nouvelles technologies de capteurs et d'actionneurs de l'informatique industrielle et les techniques d'entrepreneuriat et de la gestion d'entreprise. Cette formation prévoit également des enseignements transversaux tels que la culture de l'entreprise et les logiciels de simulation.

A ce propos, ce cursus en Automatique a pour but de répondre exactement aux soucis des partenaires industriels. Son programme est conçu dans le but d'offrir aux étudiants une formation diplomate et performante visant leur intégration fluide dans le secteur professionnel.

En effet, ce master permet aux candidats à cette formation de mieux appréhender le métier, d'avoir de nombreux contacts avec les professionnels du secteur industriel, de repérer et d'être repéré par les entreprises. Ce projet de master sera mis en œuvre conjointement avec le centre de formation de la société **Siemens, Algérie** et d'autres partenaires régionaux et internationaux.

A – Organisation générale de la formation : position du projet

Si plusieurs Masters sont proposés ou déjà pris en charge au niveau de l'établissement (même équipe de formation ou d'autres équipes de formation), indiquer dans le schéma suivant, la position de ce projet par rapport aux autres parcours.



Autres masters ouverts au département : (filière électrotechnique)

- Commande électrique
- Réseaux électriques
- Electrotechnique industrielle

B – Conditions d'accès

Filière	Master	Licences ouvrant accès au master	Classement selon la compatibilité de la licence	Coefficient affecté à la licence
Automatique	Automatisation industrielle et process	Automatique	1	1.00
		Electronique	1	0.80
		Electrotechnique	2	0.80
		Autres licences du domaine ST	5	0.60

C - Objectifs de la formation

A l'issue de la formation, l'étudiant devra savoir conduire un projet et avoir des compétences dans le domaine de la communication en entreprise. Les cadres formés assureront entre autre une production compétitive et pourront répondre aux exigences de l'économie de marché et de la mondialisation tant du point de vue de la recherche que de la production.

D – Profils et compétences visées

En plus de l'assimilation des connaissances fondamentales dans le domaine de l'automatique, l'étudiant devra acquérir les notions nécessaires à la commande de processus industriels ainsi qu'un savoir-faire au travers d'enseignements pratiques sur des systèmes industriels.

Les étudiants formés dans cette filière savent :

- Analyser, modéliser et simuler des systèmes dynamiques complexes
- Concevoir et optimiser ces systèmes.
- Analyser et traiter des problématiques industrielles réelles.
- Concrétiser des solutions d'automatisation intégrées.
- Proposer et mener à terme des projets appliqués en automatique.
- Gérer des ressources matérielles et humaines, animer une équipe de production.

E- Potentialités régionales et nationales d'employabilité

Ce master propose des débouchés certains en matière d'employabilité sur tout le territoire national. En effet ce domaine (automatismes industriels) est au cœur de plusieurs PME et PMI et autres multinationales, que ce soit au niveau de bureau d'études ou de la gestion. Ce parcours est aussi une porte ouverte vers les centres de recherche, ou vers l'enseignement et la recherche (doctorat).

Un tissu industriel national comprenant les industries d'automatique, d'Electronique, d'Informatique et de l'électrotechnique (Brandt, Saterex, EMPEC, cimenterie GICA, BCR, GM Groupe, Faderco, SPE, etc..), est fortement demandeurs de cadres ayant le profil de cette formation. Les entreprises algériennes ont commencé depuis des années à adopter la démarche de normalisation en se présentant à la candidature pour acquérir le label de qualité ISO 9001. Cette démarche, très saluée, impose l'existence sur le marché des cadres formés, de personnes ayant des compétences dans le domaine de la qualité et l'automatisation des systèmes. Cette formation est une opportunité pour accompagner la volonté politique concernant l'amélioration de la compétitivité des entreprises nationales.

F – Passerelles vers les autres spécialités

La majorité des sciences de l'ingénieur font de plus en plus appel à des outils de l'automatique. Electromécanique, l'instrumentation. Les passerelles peuvent se faire avec le master en : 1- Automatique et Informatique Industrielle, 2- Automatique et systèmes 3-Instrumentation 4- Electronique des systèmes embarqués.

G – Indicateurs de suivi du projet

- Taux de réussite des étudiants par semestre.
- Taux de déperdition (échecs et abandons)
- Taux des diplômés dans les délais.
- Nombre de stages au milieu professionnel
- Nombre de visites de sites
- Nombre de rapports d'études présentées
- Nombre de technologies, procédés de traitement et de valorisation suivis
- Nombre de projets personnels réalisés
- Taux des étudiants recrutés après formation.

5 – Moyens humains disponibles

A : Capacité d'encadrement

Le nombre d'étudiants prévu par promotion est de 15 à 20 étudiants maximum. Ce nombre est fixé en fonction du nombre de poste de stage auprès des opérateurs socioéconomiques et industriels, en fonction des capacités d'encadrement en milieu industriel, et la capacité d'encadrement au niveau de l'université dans les ateliers et pour la réalisation du suivi des travaux en milieu professionnel et les travaux d'atelier et de laboratoire.

B : Equipe d'encadrement de la formation :

B-1 : Enseignants intervenant dans la spécialité

Nom, prénom	Diplôme graduation	Diplôme de spécialité	Grade	Matière à enseigner	Engagement
MOSTEFAI Mohammed	Ingénieur	Doctorat d'état	Pr	Cours + TD + TP+Encadrement	
KHEMLICHE Mabrouk	Ingénieur	Doctorat d'état	Pr	Cours + TD + TP + Encadrement	
ABDELAZIZ Mourad	Ingénieur	Doctorat d'état	Pr	Cours + TD + TP + Encadrement	
SAIT Belkacem	Ingénieur	Doctorat d'état	MCA	Cours + TD + TP + Encadrement	
BOUAFIA Abdelouahab	Ingénieur	Doctorat en sciences	MCA	Cours + TD + TP + Encadrement	
CHAOUI Abdelmadjid	Ingénieur	Doctorat en sciences	MCA	Cours + TD + TP + Encadrement	
MOKEDDEM Diab	Ingénieur	Doctorat en sciences	MCA	Cours + TD + TP + Encadrement	
BADOUD AbdEssalam	Ingénieur	Doctorat en sciences	MCA	Cours + TD + TP + Encadrement	
SID Mohamed Amine	Master	Doctorat en sciences	MCA	Cours + TD + TP + Encadrement	
LATRECHE Samia	Ingénieur	Doctorat en sciences	MCB	Cours + TD + TP + Encadrement	
MERAHI Farid	Ingénieur	Doctorat en sciences	MCB	Cours + TD + TP + Encadrement	
NECHADI EMIRA	Ingénieur	Doctorat en sciences	MCB	Cours + TD + TP + Encadrement	
DAILI Yacine	Ingénieur	Doctorat en sciences	MCB	Cours + TD + TP + Encadrement	
SARI Bilal	Ingénieur	Doctorat en sciences	MCB	Cours + TD + TP + Encadrement	
AGGOUNE Lakhdar	Ingénieur	Doctorat en sciences	MCB	Cours + TD + TP + Encadrement	
BEKTACHE Abdeljabar	Ingénieur	Magister	MAA	Cours + TD + TP + Encadrement	
BOUROUBA Bachir	Ingénieur	Magister	MAA	Cours + TD + TP + Encadrement	
Rafoufi Salim	Ingénieur	Magister	MAA	Cours + TD + TP +	

				Encadrement	
ZERROUG Abdellah	Ingénieur	Magister	MAA	Cours + TD + TP + Encadrement	
BENSEMRA Yasmina	Ingénieur	Magister	MAA	Cours + TD + TP + Encadrement	
GHEDJATI Keltoum	Ingénieur	Magister	MAA	Cours + TD + TP + Encadrement	
DAAS Abdelaziz	Ingénieur	Magister	MAA	Cours + TD + TP + Encadrement	

B-2 : Encadrement Externe :

Nom, prénom	Diplôme	Etablissement de rattachement	Type d'intervention *	Engagement
Messalti Sabir	Doctorat	Université de M'sila	Cours + TD + TP + Encadrement	
Boukezzata Boualem	Doctorat	Université de BBA	Cours + TD + TP + Encadrement	
Mahboub Abdelbasset	Doctorat	Sonelgaz	Cours + TD + TP + Encadrement	
Galou Sofiane	Ingénieur	Siemens Algérie	Cours + TD + TP + Encadrement	
Saoula Abdelaziz	Magistère	Ines electric (ABB)	Cours + TD + TP + Encadrement	

B-3 : Synthèse globale des ressources humaines :

Grade	Effectif Interne	Effectif Externe	Total
Professeurs	04		04
Maîtres de Conférences (A)	06	01	07
Maîtres de Conférences (B)	06	01	07
Maître Assistant (A)	07		07
Maître Assistant (B)	00		00
Autre (Cadres d'entreprise)		01	01
Total	23		26

B-4 : Personnel permanent de soutien (indiquer les différentes catégories)

Grade	Effectif
Agent administratif	02
Technicien informatique	01
Ingénieur Maintenance	01
Technicien Laboratoire	01
Magasinier Laboratoire	01
Agent Polyvalent	05

6 – Moyens matériels disponibles

A- Laboratoires Pédagogiques et Equipements :

Intitulé du laboratoire : Laboratoire d'Automatique I

Capacité en étudiants : 15

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	Observations
01	Programmation de kit à μ-processeur 8086 Composé de : Clavier Afficheur à 7 segments Mémoires (RAM, ROM et PROM) Moniteur	01	Installation avec accessoires
02	Programmation de PLC 100 Composé de : Automate programmable, Micro-ordinateur Clavier, Moteur à courant continu Alarme, Capteur de proximité Niveau de liquide, Moteur pas à pas	01	Installation avec accessoires
03	Robot manipulateur Composé de : Micro-ordinateur, Carte de commande	01	Installation avec accessoires
04	Automates programmables S7/ 300/400/logo!	07	Installation avec accessoires

Intitulé du laboratoire : Schémas et appareillage I

Capacité en étudiants : 15

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	Observations
01	Eclairage simple Composé de : Simple allumage Double allumage Va et vient	01	Installation avec accessoires
02	Eclairage commandé Composé de : Télé rupteur Minuterie	01	Installation avec accessoires
03	Démarrage de moteurs : Composée de : Démarrage direct Démarrage $\square/\square$	01	Installation avec accessoires
04	Freinage Composé de : Freinage par injection de courant continu Freinage à contre-courant	01	Installation avec accessoires

Intitulé du laboratoire : Schémas et appareillages II

Capacité en étudiants : 15

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	Observations
01	Matrice de tests et calibre de fusible Composé de : Source d'alimentation, Matrice, Rhéostat, commutateur,	01	Installation avec accessoires
02	Appareillage d'éclairage Composé de : Source d'alimentation Maquette lampe incandescence, Maquette pour tube fluorescent	01	
03	Appareillage de protection Composé de :Source d'alimentation, Relais et disjoncteurs	01	

Intitulé du laboratoire : Machines électriques I
Capacité en étudiant : 15

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	Observations
01	Transformateur monophasé - Transformateur, - Voltmètres, - Ampèremètres, -Wattmètres - Pupitre de réglage et de mesure, - Résistance de charge, résistance shunt	01	
02	Transformateur triphasé - 03 transformateurs monophasés, - Voltmètres, Ampèremètres, - Pupitre de réglage et de mesure.	01	
03	Génératrice à courant continu à excitation indépendante - Génératrice à CC, - Voltmètres, Ampèremètres, - Pupitre de réglage et de mesure., - Résistance d'excitation 1520 Ω / 1 A.	01	
04	Moteur a courant continu à excitation séparée -Moteur à courant continu, - Frein électromagnétique. - Pupitre de réglage et de mesure, - Stroboscope. - Instrument de mesure de la vitesse et du couple mécanique.	01	

Intitulé du laboratoire : Machines électriques II**Capacité en étudiant : 15**

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	Observations
01	Diagramme circulaire d'une machine asynchrone - Moteur asynchrone, - Voltmètres, Ampèremètres, -Wattmètre - Pupitre de réglage et de mesure.	01	
02	Moteur asynchrone à cage (caractéristiques de fonctionnement) - Moteur asynchrone à cage, - Voltmètres, Ampèremètres, Wattmètres - Pupitre de réglage et de mesure.	01	
03	Alternateur (diagramme fonctionnement). - Alternateur, - Voltmètres, Ampèremètres, Wattmètre - Pupitre de réglage et de mesure.	01	
04	Couplage d'un alternateur au réseau et fonctionnement en moteur synchrone - Alternateur, Voltmètres, Ampèremètres, Wattmètres - Pupitre de réglage et de mesure, - Résistance de charge, Synchroscope	01	
05	dSPACE 1104	03	

Intitulé du laboratoire : Électronique générale et logique**Capacité en étudiants : 15**

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	Observations
01	Circuit RLC Maquette : RLC, Ampèremètre + voltmètre, Oscilloscope	01	
02	Cycle d'hystérésis Maquette : transformateur de mon table Voltmètre + Ampèremètre, Oscilloscope	01	
03	Transformateur monophasé et triphasé Ampèremètre + voltmètre, Wattmètre (monophasé et triphasé), Charge : résistance	01	
04	Couplage de bobines Bobines, Ampèremètres + voltmètre, résistances	01	
05	Transistor bipolaire + transistor à effet de champs Maquette : constitué de transistor bipolaire+ FET Résistances, Alimentation stabilisé, oscilloscopes	01	
06	Amplificateurs opérationnels Maquette : constitué de différents AOP	01	

Intitulé du laboratoire : Laboratoire de mesures électriques.

Capacité en étudiants : 15

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	Observations
01	Mesures en triphasé: Alimentation triphasée variable, Charge variable, Voltmètre magnéto électrique avec redresseur, Ampèremètre magnéto électrique avec redresseur, 1 testeur de succession de phases, 1 oscilloscope, 1 moteur asynchrone triphasé	01	
02	Mesure de tensions et courants ; dilatation des échelles : transfo redresseur, Rhéostat, Shunt 20A 0.1V, Transfo de courant 10.25.50.500/5A, Pince ampérométrique 500A, Boite à décades résistive, x100.000 , Voltmètre magnéto électrique avec redresseur, Ampèremètre magnéto électrique avec redresseur, ampèremètre ferromagnétique & thermique	01	
03	Mesures de résistances: Ohmmètre analogique, Boite à décades résistive x10, Boite à décades résistive, Voltmètre magnéto électrique avec redresseur, Ampèremètre magnéto électrique avec redresseur, Shunt 10A, Autotransformateur monophasé, Alimentation stabilisée, Pont de Wheatstone, Pont de Thomson, Mesureur de terre, Mégohmmètre	01	
04	Mesure de grandeurs périodiques : Oscilloscope bi courbe ; Voltmètre magnéto électrique ; Voltmètre ferromagnétique ; Voltmètre magnéto électrique avec redresseur	01	
05	Mesure d'impédances : GBF, Pont de Sauty, Auto transfo monophasé Impédance inductive, Boite à condensateurs 15.5 μ F ; RLC mètre numérique	01	
06	Mesure de puissance active et réactive en triphasé: Alimentation triphasée variable, Charge RLC variable ; 02 Wattmètre, Voltmètre magnéto électrique ; Ampèremètre magnéto électrique avec redresseur	01	
07	Mesure d'énergie active et réactive: Compteur d'énergie monophasé, Compteur d'énergie triphasé ; Plan de charge résistif 2kW, Voltmètre magnéto électrique avec redresseur	01	
08	Mesure de déphasage et de fréquence : Oscilloscope bi-courbe, GBF, Fréquencemètre numérique ; Boite capacitive x0.1 μ f, Boite résistive x100 Ω	01	
09	Mesures à l'oscilloscope : Oscilloscope double trace, Deux générateurs de fonctions ; Voltmètre, Millivoltmètre, Fréquencemètre ; 2 capacités	01	

	x0.1 μ f, 2 Résistances à décades x1000 ; 2 résistances multi décades (x1, x10, x100, x10000)		
--	---	--	--

Intitulé du laboratoire : Laboratoire de mesures physiques.

Capacité en étudiants : 15

N°	Intitulé de la manipulation et matériel utilisé	Nombre	Observations
01	Mesure de température Pyromètres, Pt100, CTP, CTN, ponts universels, thermocouples, thermomètres de laboratoire, fours, amplificateurs de signaux. compteur à semi conducteur, thermostat à bain d'huile, thermomètre numérique de référence, micro- voltmètre et ohmmètre)	01	
02	Mesure de position et de déplacement Transformateur différentiels, voltmètres, ampèremètres, potentiomètres, SELSYN, amplificateurs de signaux	01	
03	Mesure de niveau et de débit Capteurs de forces, capteur de déplacement, débitmètres, accessoires de mesures, amplificateurs de signaux, Banc d'essai capacitif avec générateur de fonction, 2 voltmètres et une résistance, Banc d'essai à pression différentielle électrique et piézo-électrique avec un conditionneur de signal et 2 milliampèremètres	01	
04	Mesure de contraintes Jauges de contraintes, pont de mesure, amplificateurs de signaux , alimentations alternative, millivoltmètre électronique, ohmmètre numérique, série de résistances AOIP X1 , X0.1 et 0.01, série de poids 0.10.98kg, dynamomètre, règles graduée de 1m.	01	
05	Mesure de vitesse et d'accélération Banc d'essai comprenant : moteur électrique, génératrice tachymétrie, tachymètre à courant de Foucault, dispositif de détection poétiquement. Alimentation du moteur réglable, moteur avec réducteur, barrière photoélectrique, compteur digital, alimentation stabilisé, deux 02 voltmètres, stroboscope, DAQ, Labview, Ordinateur	01	

Intitulé du laboratoire : Commande des machines électriques**Capacité en étudiants : 15**

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
1	Moteur à courant continu	04	
2	Génératrice à courant continu	02	
3	Machine asynchrone triphasée	02	
4	Variateur de vitesse asynchrone	01	
5	Plan de Charges (R, L, C)	03	
6	Oscilloscopes	03	
7	Rhéostats	06	
8	Ampèremètre	10	
9	Voltmètre	10	
10	Inductance de lissage	02	
11	Tachymètre	03	
12	Maquette de régulation de vitesse MCC	02	

Intitulé du laboratoire : Asservissement et régulation**Capacité en étudiants : 15**

N°	Intitulé des manipulations à utiliser	Nombre	observations
1	Etude d'un système de premier ordre	04	
2	Etude d'un système du deuxième ordre	02	
3	Etude des régulateurs électroniques : P, PI, PD, PID	06	
4	Réglage de la vitesse d'un moteur à CC	03	
5	Commande d'un moteur pas à pas	03	

B- Terrains de stage et formation en entreprise :

Lieu du stage	Nombre d'étudiants	Durée du stage
ADE Sétif	04	15 jours-01 mois
Brandt Sétif	04	15 jours-01 mois
ERIAD Sétif	04	15 jours-01 mois
ENIP de Skikda	04	15 jours-01 mois
ENPEC	04	15 jours-01 mois
Groupe MAMI	04	15 jours-01 mois
Cimenterie AIN EL KEBIRA	04	15 jours-01 mois
SONELGAZ	04	15 jours-01 mois

C- Laboratoire(s) de recherche de soutien à la formation proposée :

Chef du laboratoire
N° Agrément du laboratoire
Date : Avis du chef de laboratoire:

Chef du laboratoire
N° Agrément du laboratoire
Date : Avis du chef de laboratoire:

D- Projet(s) de recherche de soutien à la formation proposée :

Intitulé du projet de recherche	Code du projet	Date du début du projet	Date de fin du projet

E- Documentation disponible : *(en rapport avec l'offre de formation proposée)*

1. Circuits numériques, R.J.TOCCHI, DUNOD
2. Introduction aux circuits numériques, R. LETOCHA, MCGRAWHILL, 1986
3. Systèmes Numériques : concepts et applications, T.L. Floyd, Reynald Goulet, 2004.
4. De la logique câblée aux microprocesseurs, J.M. BERNARD et J. HUGON, EYROLLES
5. Pratique des circuits logiques, J.M. BERNARD et J. HUGON, EYROLLES
6. Pratique des circuits logiques, J.M. METZGER et J.P. VABRE, ELLIPSES
7. Cours et problèmes d'électronique numérique, J.C. LAFOND et J.P. VABRE, ELLIPSES
8. Aspects de la théorie générale des systèmes, J. EUGENE, 2005.
9. Les systèmes dynamiques de gestion, B. Hart, 1993.
10. Une théorie des systèmes mondiaux, FOSSAERT ,1993.
11. Théorie et traitement des signaux, Frédéric de Coulon, Presses polytechniques et universitaires romandes, 1998
12. Signals and Systems with MATLAB® Applications,Steven T. Karris, Orchard Publications, 2003
13. Maîtriser l'aléatoire Exercices résolus de probabilités et statistique, Eva Cantoni, Philippe Huber, ElvezioRonchetti, Springer, 2006
15. Introduction à la théorie des signaux et des systèmes, Azzi Abdelmalek :Management de la maintenance, Renautcuinet, Dunod, 2002.
16. Maintenance, Méthode et organisation, François Monchy,Dunod, 2003.
17. Externalisation de la maintenance : Stratégie, Méthodes et contrats, J.C. Francastel, Dunod, 2001.
18. Gestion des compétences et organisation : le nouveau défi des entreprises, Thomas Didier, GI ,2005.
19. Electronique de puissance, Guy Séguier
20. Electronique de puissance (TE volume XV), [HansruediBühler](#), [Traité d'Électricité](#), 1993
21. Electronique de puissance, Jaques Larouche
22. Electronique de puissance Commutation, Jean louis Dalmasso
23. les quatre types de conversions, Francis Labrique
24. Electronique de puissance, Chauprade
25. Conversion d'énergie électrotechnique électronique de puissance, Valérie léger
26. Les Capteurs en instrumentation industrielle, Georges Asch et collaborateurs
27. 1999 5ème édition Dunod.
28. Mesure physique et instrumentation :Analyse statistique et spectrale des mesures, capteurs
29. Dominique Barchiesi, 2003 – Ellipses.
30. Mesure et instrumentation Volume 1. De la physique du capteur au signal électrique

31. Dominique Placko, 1970 - Hermès-Lavoisier.
32. Comprendre l'anglais scientifique et technique, BOSWORTH-GEROME, 1997.
33. Ecrire l'anglais scientifique et technique, [Sally](#), [R. Marret](#), [Ellipses](#), 1998
34. Concise Dictionary of Scientists, MILLAR, 1989.
35. Architecture des Ordinateurs - Philippe Darche - Vuibert, 2004,
36. Systèmes à microprocesseurs, tome 3 programmation modulaire, De Boeck Université, 1989
37. Le Fonctionnement des microprocesseurs, [Charles M. Gilmore](#), Dunod, 1984
38. Systèmes linéaire : de la modélisation à la commande, H. BOURLES, Hermès, 2005.
39. Analyse des systèmes linéaires, DE. LARMINA, Hermès, 2005.
40. Commande des systèmes linéaires, DE. LARMINA, Hermès, 2005.
41. Régulation P.I.D : Analogique, Numérique et floue, D. LEQUESNE, Hermès, 2005.
42. <http://www.technologuepro.com/index.php?file=Page&name=Cours>
43. http://www.lab.ens2m.fr/cours_automatique/asservissements/start.htm
44. Les Automates Programmables Industriels, Architecture et Applications, Gilles Michel, Dunod, 1988.
45. Les Automates Programmables Industriels, Jean-Claud HUMBLLOT, Hermès, 1993.
46. Les Automates Programmables Industriels, Simon, MICHIELS, 1993.
47. Les Automates Programmables Industriels, Michel Bertrand, [Techniques de l'ingénieur](#), 2001.
48. System identification - theory for the user (Ljung, éditions Prentice Hall) 1999
49. Identification et commande des systèmes (ID Landau, éditions Hermes) 2002
50. Pratique de l'identification (J Richalet, éditions Hermes) 1991
51. Modélisation et identification des processus (P Borne, éditions Tecnip) 2000

II – Fiches d'organisation semestrielles des enseignements de la spécialité

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 1.1 Crédits : 8 Coefficients : 4	Matière 1 : Automatisation industrielle	4	2	1h30	1h30		37h30	55h00	40%	60%
	Matière 2 : Association convertisseurs machines	4	2	1h30	1h00		30h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 1.2 Crédits 6 Coefficients : 3	Matière 1 : Schémas et appareillages	2	1	1h30			37h30	27h30		100%
	Matière 2 : Régulation des systèmes	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.1 Crédits : 13 Coefficients : 7	Matière 1 : TP Automatisation industrielle	3	1			2h	45h00	55h00	100%	
	Matière 2 : TP Association convertisseurs-machines	2	1			1h30	30h	27h30	100%	
	Matière 3 : TP Régulation des systèmes	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	Matière 4 : TP Schémas et appareillages	2	1			2h	15h	10h00	100%	
	Matière 5 : Programmation avancée en Python	2	2	1h30		1h30	45h00	1h30		
	Stage d'initiation en entreprise 1	2	1			1h	7h30	55h00	100%	
UE Découverte Code : UED 1.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Matière 1 : CAO des installations électriques	1	1			1h00	30h	1h30		100%
	Matière 2 : Outils de conception mécanique	1	1			1h	22h30	1h30	100%	
UE Transversale Code : UET 1.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Vision par ordinateur	1	1	1h00		1h00	22h30	1h30		100%
Total semestre 1		30	17	8h30	4h00	12h30	375h00	375h00		

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 Crédits : 8 Coefficients : 4	Matière 1 : Commande des systèmes Linéaires Multi-variables	4	2	1h30	1h00		37h30	55h00	40%	60%
	Matière 2 : Systèmes embarqués pour l'automatique	4	2	1h30	1h00		30h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 2.2 Crédits 7 Coefficients : 3	Matière 1 : Réseaux et protocoles de communication industrielle	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
	Matière 2 : Capteurs et chaine de mesure	5	2	1h30	1h00	1h00	45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 2.1 Crédits : 9 Coefficients :4	Matière 1 : TP Réseaux et protocoles de communication industrielle	3	1			3h00	45h00	55h00	100%	
	Matière 2 : TP Systèmes embarqués pour l'automatique	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	Matière 3 : TP Commande des systèmes Linéaires Multi-variables	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	Stage d'immersion en entreprise 2	2	1			1h	30h00	55h00	100%	
UE Découverte Code : UED 2.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Matière 1 : Systèmes hydrauliques et pneumatiques	1	1			1h	15h00	1h30		100%
	Matière 2 : Bases de données	1	1	1h00		1h	22h30	1h30	100%	
UE Transversale Code : UET 2.1 Crédits : 4 Coefficients : 4	ERP et Système de pilotage de la production (MES)	1	1			1h30	22h30	1h30		100%
	Eléments d'IA appliquée	2	2	1h30	1h30		45h00	5h00	40%	60%
	Respect des normes et des règles d'éthique et d'intégrité	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
Total semestre 2		30	17	8h30	3h30	12h30	382h30			

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 3.1 Crédits : 8 Coefficients : 4	Matière 1 : Commande des Robots	4	2	1h00	1h30		37h30	55h00	40%	60%
	Matière 2 : Supervision et IHM	4	2	1h00		2h00	30h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 3.2 Crédits 6 Coefficients : 3	Matière 1 : Diagnostic des systèmes	3	2	1h30	1h00		22h30	27h30		100%
	Matière 2 : Commande avancée	3	1	1h00	1h00		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 3.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Projet tuteuré en automatique et intelligence artificielle	2	1			1h00	30h00	55h00	100%	
	Matière 2 : TP Commande des Robots	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	Matière 3 : TP Diagnostic des systèmes	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	Matière 4 : TP Commande avancée	2	1			1h00	22h30	10h00	100%	
	Matière 5 : Apprentissage automatique et profond appliqué en automatique	3	1	1h00		3h00	37h30	55h00		
UE Découverte Code : UED 3.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Matière 1 : DCS	1	1			1h00	15h00	1h30		100%
	Matière 2 : Internet des objets	1	1	1h		1h	22h30	1h30	100%	
UE Transversale Code : UET 3.1 Crédits : 3 Coefficients : 3	Reverse engineering	2	2	1h30	1h30 atelier		45h00	1h30		100%
	Recherche documentaire et conception de mémoire	1	1	1h30			22h30	02h30		
Total semestre 3		30	17	8h	4h00	13h	382h30			

Semestre 4 :

Stage de perfectionnement en entreprise sanctionné par un mémoire et une soutenance.

	VHS	Coeff	Crédits
Travail Personnel	550	09	18
Stage en entreprise	100	04	06
Séminaires	50	02	03
Autre (Encadrement)	50	02	03
Total Semestre 4	750	17	30

Ce tableau est donné à titre indicatif

Evaluation du Projet de Fin de Cycle de Master

Valeur scientifique (Appréciation du jury)	/3
Rédaction du Mémoire (Appréciation du jury)	/3
Présentation et réponse aux questions (Appréciation du jury)	/4
Appréciation de l'encadreur	/7
Présentation du rapport de stage (Appréciation du jury)	/3

III - Programme détaillé par matière du semestre S1

Semestre:1

Unité d'enseignement: UEF 1.1

Matière : Automatisation industrielle

VHS : 37h30 (Cours : 1h30, TD: 1h30)

Crédits : 4

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

Approfondir la programmation des fonctions complexes et des Entrées Sorties. Mettre en œuvre et utiliser les outils de programmation et développement d'un projet avec des applications pratiques.

Connaissances préalables recommandées:

API enseigné en L3-S4 ; logique combinatoire et séquentielles ; Capteurs et actionneurs.

Contenu de la matière:

Chapitre 1 : Généralités sur les systèmes automatisés de production (1 semaine)

- Notions de systèmes automatisés
- Architecture matérielle et logicielle d'un système automatisé
- Exemples de systèmes automatisés
- De la logique câblée à la logique programmée

Chapitre 2 : Notion de cahier de charges (1 semaine)

Découpage fonctionnel d'unités de production, Différents niveaux d'alarmes et d'incidents, Interaction entre les différents niveaux fonctionnelles d'une unité de production, Rédaction de cahier de charge (Différents points à inclure), Test Insitus, Test sur terrain, Réception du projet. Etudes des modes de marches et d'arrêts d'automatismes.

Chapitre 3 : Introduction au GEMA (2 semaine)

Méthode, La grille GEMA, les concepts, le GEMA.

Chapitre 4 : Les automates programmables industriels (2 semaines)

- Qu'est-ce qu'un automate programmable
- Les différents types d'automates
- Les éléments constitutifs des automates
- Les critères de choix d'un automate
- Les différents types de données API
- Cartes d'entrées / sorties TOR
- Cartes d'entrées / sorties analogiques
- Cartes de régulation PID
- Cartes de commande d'axe
- Cartes de comptage rapide

Chapitre 5 : La programmation des automates (3 semaines)

- Introduction à la logique combinatoire
- Les équations logiques et portes logiques
- Le langage ladder
- Les langages de programmation

Chapitre 6 : Fonctions étendues de la programmation semaines)

(3

- Diagnostic/Traitement des pannes
- Organisation de la mémoire programme (Notion de bloc, fonction), Organisation de la mémoire de données (mémentos, DB).
- Programmation structurée avec des blocs fonctionnels
- Traitement des valeurs analogiques.
- Régulation avec STEP 7

Chapitre 7 : Programmation de commandes séquentielles semaines)

(3

- Transcription d'un cahier des charges en grafcet
- Programmation de commandes séquentielles avec S7-GRAPH
- Programmation en langages informatiques avec S7-SCL.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

1. William Bolton, « Les automates programmables industriels », 2^e éd, Dunod, 2015.
2. Guide des solutions d'automatisme, Publications techniques, Schneider, 2008
3. John R. Hackworth and Frederick D. Hackworth, Jr. Programmable Logic Controllers: Programming Methods and Applications, Ed, Prentice Hall, 2004.
4. L. A. Bryan, E. A. Bryan, Programmable Controllers Theory and Implementation: Theory and Implementation, Amer Technical Pub; 2 Sub edition, 2003.
5. Madhuchhand Mitra & Samarjit Sengupta, Programmable Logic Controllers and Industrial Automation: An Introduction, Penram International Publishing, 2009.

Semestre:1

Unité d'enseignement: UEF 1.1

Matière: Association convertisseurs-machines

VHS: 37h30 (Cours: 1h30, TD: 1h00)

Crédits: 4

Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Etudier les différentes associations convertisseurs aux machines électriques tournantes afin de contrôler le couple et la vitesse d'un système.

Connaissances préalables recommandées:

L'étudiant devra posséder les connaissances suivantes :

- Electronique de puissance.

Contenu de la matière:

Chapitre 1. Convertisseurs continu-alternatif (4 Semaines)

- Structures d'alimentation sans coupure,
- Principe des convertisseurs MLI (PWM)

Chapitre 2. Moteur à courant continu : (2 Semaines)

- Principe, structure et caractéristiques
- Variation de vitesse.

Chapitre 3. Moteur à courant alternatif : (2 Semaines)

- Principe, structure et caractéristiques
- Variation de vitesse.

Chapitre 4. Association convertisseurs - machines : (4 Semaines)

- Asservissement du couple et de la vitesse,
- Variateurs de vitesse pour machines synchrones
- Variateur de vitesse pour machine asynchrones

Chapitre 5. Critères de choix et mise en œuvre d'un entraînement à vitesse variable. (3 Semaines)

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

1. F. LABRIQUE, G. SEGUIER, R. BAUSIERE, Volume 4 : La conversion continu-alternatif, Lavoisier TEC & DOC, 2^e édition, 1992.
2. Daniel Gaude, Electrotechnique tome 2 : Electronique de puissance, conversion électromagnétique, régulation et asservissement, Cours complet illustré de 97 exercices résolus, Eyrolles, 2014.
3. Francis Milsant, Machines électriques (BTS, IUT, CNAM), vol. 3 : Machines synchrones et asynchrones, Ellipses Marketing, 1991.
4. B.K. Bose, Power Electronics and AC drives, Prentice-Hall, 1986.
5. EDF/TECHNO-NATHAN/GIMELEC, la vitesse variable, l'électronique maîtrise le mouvement, Nathan, 1992. 1991.
6. P. Mayé, Moteurs électriques industriels, Licence, Master, écoles d'ingénieurs, Dunod Collection : Sciences sup 2011.
7. J. Bonal, G. Séguier, Entraînements électriques à vitesse variable. Volume 3, Interactions convertisseur-réseau et convertisseur-moteur-charge, Tec& Doc, 2000.

Semestre : 1
Unité d'enseignement: UEF 1.2
Matière : Schémas et appareillage
VHS: 22h30 (Cours: 1h30)
Crédits : 2
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

L'objectif est de connaître les lois en électricité, la structure d'une installation (schémas électriques..), les règles de protection, la technologie des appareillages (récepteurs, protections et équipements).

Connaissances préalables recommandées:

L'étudiant devra posséder les connaissances suivantes :

- Electricité générale
- Machine électriques.

Contenu de la matière:

Chapitre 1 : Protection des Personnes (02 Semaines)

- Effets physiologiques du courant électrique
- Protection contre les contacts

Chapitre 2 : Régime de Neutre (04 Semaines)

- Régimes: TT, TN, IT

Chapitre 3 : Fonctions de L'Appareillage Electrique (04 Semaines)

- Appareillages de connexion et de séparation
- Appareillages d'interruption
- Appareillages de protection

Chapitre 4 : Elaboration des Schémas Electriques (02 Semaines)

- Schéma électrique. Symboles des installations électriques, Conventions et normalisation, Exemples de lecture des schémas de commande et de puissance, Détermination pratique de la section minimale des conducteurs de la canalisation.

Chapitre 5 : Le schéma P&ID et le code KKS (02 Semaines)

Mode d'évaluation:

Examen: 100%.

Références bibliographiques:

1. Le schéma électrique Broché – 15 décembre 2006 de Hubert Largeaud
2. Schémas d'électrotechnique Broché – 17 octobre 2002 de Henri Ney

Semestre : 1
Unité d'enseignement : UEF 1.2
Matière : Régulation des systèmes
VHS : 45h00 (Cours: 1h30, TD : 1h30)
Crédits : 4
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement:

Maîtriser le principe et la structure des boucles de régulations. Choisir le régulateur approprié pour un procédé industriel afin d'avoir les performances requises (stabilité, précision).

Connaissances préalables recommandées:

L'étudiant devra posséder les connaissances suivantes : Connaissances en Asservissements linéaires continus, échantillonné et en Electricité générale.

Contenu de la matière:

Chapitre 1. Introduction à la régulation industrielle : (2 semaines)

Notions de procédé industriel, Organes d'une boucle de régulation (procédé industriel, actionneurs, capteurs, régulateurs, conditionneur des signaux, consigne, mesure, perturbation, grandeurs caractéristiques, grandeurs réglantes, grandeurs réglées, grandeurs perturbatrices), Schéma d'un système régulé, Eléments constitutifs d'une boucle de régulation, symboles, schémas fonctionnels et boucles, critères de performance d'une régulation.

Chapitre 2. Les régulateurs standards : P, PI, PD, PID, avance/retard de phase, RST : (4 semaines)

Caractéristiques, Structures des régulateurs PID (parallèle, série, mixte), Réalisations électroniques et pneumatiques, PID numérique.

Chapitre 3. Choix et dimensionnement des régulateurs : (4 semaines)

Critères de choix, Méthodes de dimensionnement (critère méplat, critère symétrique, méthode de Ziegler Nichols, ...), Réglage des Régulateurs par imposition d'un modèle de poursuite, anti-windup, Bumpless transfer.

Chapitre 4. Régulateur tout-ou-rien : (2 semaines)

Régulateur tout-ou-rien, Régulateur tout-ou-rien avec seuil, Régulateur tout-ou-rien avec hystérésis, Régulateur tout-ou-rien avec seuil et hystérésis.

Mode d'évaluation:

Evaluation continue : 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

1. E. Dieulesaint, D. Royer, Automatique appliquée, 2001.
2. P. De Larminat, Automatique : Commande des systèmes linéaires. Hermes 1993.
3. K. J. Astrom, T. Hagglund, PID Controllers: Theory, Design and Tuning, Instrument Society of America, Research Triangle Park, NC, 1995.
4. A. Datta, M. T. Ho, S. P. Bhattacharyya, Structure and Synthesis of PID Controllers, SpringerVerlag, London 2000.
5. Jean-Marie Flaus, La régulation industrielle, Editions Hermes 1995.
6. P. Borne, Analyse et régulation des processus industriels tome 1: Régulation continue. Editions Technip.

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEM 1.1
Matière: TP Automatisation industrielle
VHS: 45h00 (TP: 3h00)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Ce TP permettra à l'étudiant la mise en pratique et la consolidation des connaissances acquises dans le module Automatisation des processus industriels.

Connaissances préalables recommandées

Contenu du cours

Contenu de la matière:

Prévoir des TP's en relation avec le matériel disponible et en collaboration avec le centre de formation de **Siemens**.

Mode d'évaluation : 100% évaluation continue

Semestre:1

Unité d'enseignement: UEM 1.1

Matière: TP Association convertisseurs-machines

VHS: 22h30 (TP: 1h30)

Crédits: 2

Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Ce TP permettra à l'étudiant la mise en pratique et la consolidation des connaissances acquises dans le module D'association convertisseurs-machines.

Connaissances préalables recommandées

Contenu du cours.

Contenu de la matière:

TP1 Convertisseurs continu-alternatif

TP 2 Variateur de vitesse pour Moteur à courant continu

TP 3 Variateur de vitesse pour Moteur à courant alternatif

TP 4. Variateur de vitesse pour machines synchrones

TP 5. Variateur de vitesse pour machines asynchrones

Mode d'évaluation : 100% évaluation continue

Semestre 1**Unité d'enseignement : UEM 1.1****Matière: TP Régulation des systèmes****VHS: 22h30 (TP: 1h30)****Crédits : 2****Coefficient : 1****Objectifs de l'enseignement:**

Manipuler des boucles de régulation, comparer les paramètres pratiques et théoriques.

Connaissances préalables recommandées

Systèmes asservis et cours de régulation.

Contenu de la matière:

TP1 : Régulation de vitesse d'un moteur DC par PID analogique (Implémentation pratique, réglage par la méthode de Ziegler Nicols en boucle ouverte).

TP2 : Régulation PID de température, réglage par la méthode de Broida (Implémentation pratique).

TP3 : Régulation de position avec un régulateur P/PD/PID, réglage avec la méthode de Ziegler Nicols en boucle fermée (simulation et implémentation pratique)

TP4. Synthèse des paramètres d'un régulateur PID analogique de niveau de fluide avec la méthode de compensation de pole (Implémentation pratique).

TP5 : Identification et commande PID d'un système électronique à base d'amplificateurs opérationnels (méthode graphique et puis avec l'interface de Matlab d'identification, validation par logiciel en ligne Falstad).

TP6 : Synthèse des paramètres d'un régulation PID numérique avec les méthodes de placement de pole et de compensation de pole (Implémentation pratique avec un automate programmable).

TP7 : synthèse des paramètres d'une régulation PID numérique (en cascade) de vitesse/courant d'une machine DC (Implémentation pratique avec un automate programmable).

TP8 : Régulation de débit (Implémentation pratique)

Mode d'évaluation : 100% évaluation continue

Unité d'enseignement : UEM 1.1
Matière: TP Schémas et appareillage
VHS: 15h00 (TP: 1h00)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement:

Ce TP permettra à l'étudiant la mise en pratique et la consolidation des connaissances acquises dans le module schémas électriques et appareillage.

Connaissances préalables recommandées

Contenu du cours

Contenu de la matière:

Prévoir des TP en fonction du matériel disponible et en collaboration avec le centre de formation de Siemens. Les TP doivent comporter la conception d'un schéma (électrique et/ou P&ID) et la réalisation **pratique** d'un ensemble de montages électriques basés sur le contenu du cours.

Mode d'évaluation : 100% évaluation continue

Semestre: S1

Unité d'enseignement: UEM 1.1

Matière : Programmation avancée en Python

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

Crédits: 2

Coefficient: 2

Objectifs de la matière :

Compétences visées :

- Utilisation des outils informatiques pour l'acquisition, le traitement, la production et la diffusion de l'information
- Compétences en Python et gestion de projets,
- Compétences en automatisation et visualisation de données.

Objectifs :

- Approfondir la maîtrise du langage Python et initier les étudiants aux bases de l'analyse de données et de l'intelligence artificielle.
- Acquérir les bases de solides en informatique.
- Apprendre à programmer en Python, Excel
- Maîtriser l'automatisation de tâches
- Maîtriser un logiciel de gestion de projets

Matériels nécessaires :

- Un ordinateur avec Python installé,
- Bibliothèques Python : NumPy, Pandas, Scikit-learn, Matplotlib, os.listdir, os.path.exists, os.mkdir, os.rmdir, Matplotlib, Seaborn, Plitly , Request, Beautiful Soup, Tkinter, PyQt, ...
- Tensorflow, PyTorch, ...

Prérequis : Programmation Python,

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Rappels sur la programmation en Python (02 Semaines)

1. Introduction : Concepts de base en informatique et outils numériques, installation de Python.
2. Présentation de la notion de système d'exploitation : Roles, types (Linux, Woindows , ..) Gestions des priorités,
3. Présentations des réseaux informatiques (Principe, Adresse IP, DNS, internet, ...)
4. Programmation de base : Mode interactif et mode script, Variables, types de données, opérateurs. Structures conditionnelles et boucles (if, for, while).
5. Fonctions et éléments essentiels : Fonctions prédéfinies et création de fonctions. Modules standards (math, random). Chaînes de caractères, listes, manipulation de base des données.
6. Les Fichiers , Listes Tuples, dictionnaires,
7. Exercices :
 - Exercices d'apprentissage de Python
 - Exercices d'utilisation des bibliothèques vus au cours (Math, Random, NumPy, Pandas,...)
 -

Chapitre 2 : Programmation et automatisation (04 semaines)

1. Principes d'Automatisation de tâches
 - Bibliothèques Python pour l'automatisation :

- ✓ Pandas et NumPy.
- ✓ Os, shutil : manipulation de fichiers et dossiers
- ✓ Openpyxl ou pandas : travail avec des fichiers Excel ou CSV
- Définitions et exemples d'automatisation (envoi de mails,...)

2. Manipulation de fichiers avec Python :

- Utiliser les bibliothèques pour :
 - ✓ Parcourir un dossier (os.listdir)
 - ✓ Vérifier l'existence d'un fichier ou dossier (os.path.exists)
 - ✓ Créer ou supprimer des dossiers (os.mkdir, os.rmdir)
 - ✓ Visualiser des données : Matplotlib, Seaborn, Plitly
 - ✓ Request pour réagir avec des Interface de Programmation d'Application (API)
 - ✓ Beautiful Soup pour le Scraping de données
 - ✓ Tkinter, PyQt pour visualiser des données graphiques
- Copier ou déplacer des fichiers avec shutil...
- Recherche, tri et génération de rapports simples.
- Sérialisation et Désérialisation (Utilisation du module pickle).
- Sérialisation d'objets et traitement de fichiers volumineux (streaming).
-

3. Exercices :

- Utilisation de openpyxl et pandas pour lire, modifier et écrire des fichiers Excel ou CSV pour :
 - ✓ Créer des rapports automatiques
 - ✓ Extraire automatiquement des données
 - ✓
- Ecriture de scripts pour :
 - ✓ traiter des fichiers textes (recherche, tri)
 - ✓ automatiser des calculs techniques
 - ✓ gérer des rapports simples (PDF, Excel)
 - ✓
- Algorithmes de tri, de recherche et de tri par insertion
- Implémenter une fonction de recherche dans une liste.
- Opération sur les fichiers
- Navigation sécurisée (configuration de réseaux simples, gestion des mots de passe)
-

Chapitre 3 : Apprentissage avancé d'Excel

(02 semaines)

1. Principes des macros et création d'une macro simple,
2. Tableaux croisés dynamiques,
3. Histogrammes,
4. Diagrammes en barres,
5. Araignée,
6. Etc.
7. Exercices Excel

Chapitre 4 : Apprentissage de GanttProject

(02 semaines)

1. Introduction à la gestion de projets :

- Qu'est-ce qu'un projet ?
 - Quels sont les enjeux de gestion d'un projet ?
 - Interface de GanttProject
2. Les tâches (création, modification ,organisation)
 3. Gestion du temps (dates de début ou de fin de projet)
 4. Gestion des ressources
 5. Exercices sur Gantt Project

Chapitre 4 : Programmation orientée objet avancée (03 semaines)

1. Organisation du code :
 - Fonctions personnalisées, paramètres, valeur de retour.
 - Modules, importations et packages.
2. Structures de données complexes :
 - Listes, tuples et dictionnaires : création, modification, suppression, parcours.
3. Concepts fondamentaux de la Programmation orientée objet (POO) :
 - Classes, objets, attributs et méthodes.
 - Attributs publics, privés et protégés.
4. Méthodes spéciales :
 - **init, str, repr, len.**
5. Concepts avancés :
 - Encapsulation, abstraction, héritage, polymorphisme.
 - Héritage avancé, décorateurs, design patterns, métaclasses.
6. Exercices

Chapitre 5 : Introduction aux données pour l'IA (02 semaines)

1. Introduction aux Datasets courants en IA :
 - Iris, MNIST, CIFAR-10, Boston Housing, ImageNet.
2. Prétraitement des données pour le Machine Learning:
 - Nettoyage, normalisation, encodage, séparation des données.
 - Validation croisée (cross-validation).
3. Techniques de Feature Engineering :
 - Sélection, création de caractéristiques, réduction de dimension.
4. Bibliothèques essentielles pour le développement des modèles IA:
 - scikit-learn, TensorFlow, Keras, PyTorch
5. Exercices

Travaux pratiques :

TP 01 : Maîtriser les bases de la programmation en Python

(Structures de contrôle, types, boucles, fonctions simples)

1. Initiation
2. Lire et traiter des fichiers textes
3. Gérer des rapports simples (PDF, Excel)

TP 02 :

- Elaborer un cahier de charges d'un mini projet d'automatisation de tâches avec Python consistant à identifier et à envoyer automatiquement des rapports par email avec Python :

1. Charger les données depuis un fichier (ex : mesures expérimentales),
2. Effectuer des statistiques simples sur les données (moyenne, écart-type avec interprétation),
3. Générer un graphique,
4. Envoi du résultat avec Python.

TP 03 :

1. Programmation ex Excel du tableau de bord vu en TD
2. Création de tableaux Excel automatisés
3. Macros simples,
4. Formules conditionnelles,
5. Recherche V.

TP 04 :

organiser une réunion en Ganttproject

1. Créer un nouveau projet :
 - Nom du projet : « Réunion
 - Date de début : Date et heure de la réunion
 - Durée estimée : durée totale de la réunion
2. Définition des tâches
 - Points à l'ordre du jour (chaque point de l'ordre du jour devient une tâche)
 - Sous-tâches : Si un point est composé, créer alors les sous-tâches correspondantes
 - Tâches initiales et finales (par exemple : « Accueil de participants », « clôture de la réunion »)
3. Définition des ressources :
 - Participants (chaque participant est une ressource)
 - Matériel (ordinateur, datashow...)
4. Estimation des durées :
 - Durée de chaque point : temps nécessaire pour chaque point de l'ordre du jour
 - Temps de transition d'un point à l'autre
5. Création du diagramme de Gantt :
 - Visualiser l'ordre du jour
 - Identifier les points clés
6. Suivre l'avancement en temps réel (projection du Diagramme de Gantt)

TP 05 : Structures avancées et organisation du code

(Fonctions personnalisées, dictionnaires, modules et organisation modulaire)

TP 06 : Programmation orientée objet avancée en Python

(Encapsulation, héritage, méthodes spéciales, design patterns simples)

TP 07 : Manipulation de fichiers et analyse de données

(Lecture/écriture de fichiers, traitement de texte, introduction à Pandas et NumPy)

TP 08 : Préparation et traitement de données pour l'intelligence artificielle

(Chargement de datasets IA, nettoyage, transformation, sélection de caractéristiques)

Projet final :

Titre : Analyse et visualisation d'un jeu de données + modèle prédictif simple

Compétences mobilisées : Lecture de données, POO, structures avancées, Pandas, Scikit-learn. (Présentation orale + rapport écrit).

Mode d'évaluation :

Examen 60% , CC=40%

Bibliographie

- [1] .E.Schultz et M.Bussonnier (2020) : Python pour les SHS. Introduction à la programmation de données. Presses Universitaires de Rennes.
- [2] .C.Paroissin, (2021) : Pratique de la data science avec R : arranger, visualiser, analyser et présenter des données. Paris : Ellipses, DL 2021.
- [3] .S.Balech et C.Benavent : NLP texte minig V4.0, (Paris Dauphine – 12/2019) : lien : https://www.researchgate.net/publication/337744581_NLP_text_mining_V40_-_une_introduction_-_cours_programme_doctoral
- [4] .Allen B. Downey Think Python: How to Think Like a Computer Scientist, O'Reilly Media, 2015;
- [5] .Ramalho, L.. Fluent Python. " O'Reilly Media, Inc.", 2022;
- [6] .Swinnen, G.. Apprendre à programmer avec Python 3. Editions Eyrolles, 2012;
- [7] .Matthes, E. Python crash course: A hands-on, project-based introduction to programming. no starch press, 2019
- [8] .Cyrille, H. (2018). Apprendre à programmer avec Python 3. Eyrolles, 6ème édition. ISBN: 978-2212675214
- [9] .Daniel, I. (2024). Apprendre à coder en Python, J'ai lu
- [10] . Nicolas, B. (2024). Python, du grand débutant à la programmation objet Cours et exercices corrigés, 3eme édition, Ellipses
- [11] . Ludivine, C. (2024). Selenium Maîtrisez vos tests fonctionnels avec Python, Eni

Ressources en ligne :

- Documentation officielle Python : docs.python.org
- Exercices Python sur Codecademy : [codecademy.com/learn/learn-python-3](https://www.codecademy.com/learn/learn-python-3)
- W3Schools Python Tutorial : [w3schools.com/python/](https://www.w3schools.com/python/)

Semestre:1
Unité d'enseignement: UEM 1.1
Matière: Stage d'initiation en entreprise
VHS: 15h (TP 1h00)
Crédits: 1
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

- Connaitre l'entreprise de l'intérieur
- Découvrir la hiérarchie, l'organisation, la communication et le reporting
- Découvrir le fonctionnement et la planification et affectation des tâches
- Découvrir les procédés l'entreprise
- Les stages doivent être menés dans des entreprises industrielles et non dans des unités de recherche ou des laboratoires de recherche.

Connaissances préalables recommandées

Aucune

Contenu de la matière:

1-Organisation de l'entreprise

- Hiérarchie
- Organigramme global : différent service, département,... et leurs relations (fonctionnelle et organigramme)

2-Communication dans l'entreprise

- Circulation de l'information et feed-back
- Réseau de communication (différents supports et formes, intranet, internet, réseau interne)
- Reporting

3-Planification dans l'entreprise

- Préparation des actions à entreprendre
- Préparation et affectation des tâches

4-Connaissances sommaires des procédés de base de l'entreprise

Mode d'évaluation : 1-Rapport de stage : 60%. 2-Exposé oral: 40%

Références bibliographiques:

1- Michel VILLETTE, Guide du stage en entreprise, La découverte, 2004

2- Laurent Hermel, Pascale Hermel , Gaëlle Hermel, Réussir son stage en entreprise, La découverte 2009.

3- Michel Villette, L'art du stage en entreprise, La découverte, 1994

Semestre : 1
Unité d'enseignement: UED 1.1
Matière : Conception Assistée par ordinateur des installations électriques
VHS : 22h30 (TP : 1h30)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement:

Apprendre à utiliser des outils de conception assistée par ordinateur pour la modélisation, le dimensionnement, la schématisation et la documentation de Apprendre à utiliser des outils de conception assistée par ordinateur pour la modélisation, le dimensionnement, la schématisation et la documentation des installations électriques industrielles et tertiaires.

Connaissances préalables recommandées :

L'étudiant devra posséder les connaissances suivantes :

- Electricité générale.
- Schéma et appareillage

Contenu de la matière:

TP1 — Prise en main d'un logiciel de CAO électrique (exemple : Caneco, SEE Electrical ou EPLAN) (2 semaines)

- Interface utilisateur et fonctionnalités de base
- Création d'un projet simple : schéma de distribution BT

TP2 — Réalisation de schémas unifilaires et multifilaires (3 semaines)

- Insertion de symboles normalisés
- Cotation et repérage des composants
- Gestion des folios et des renvois

TP3 — Dimensionnement et bilans de puissance (3 semaines)

- Calculs automatiques de sections de câbles et protections
- Génération des bilans de puissance et d'énergie
- Analyse des chutes de tension et coordination des protections

TP4 — Tableaux électriques et armoires (2 semaines)

- Implantation des composants dans un tableau électrique
- Nomenclature automatique et cartouches

TP5 — Documentation technique et exportation du projet (2 semaines)

- Génération de dossiers techniques (plans, nomenclatures, étiquettes)
- Exportation des projets au format PDF/DWG
- Archivage et impression

Mode d'évaluation

- **Rapports de TP et projets : 60%**
- **Évaluation pratique finale (projet complet) : 40%**

Références bibliographiques

1. **P. Ravier, B. Batard**, *Électricité – Conception des installations électriques BT*, Dunod, Collection Sciences Sup, 2015.
2. **S. Fleury**, *SEE Electrical – CAO Électrique : Schémas et automatismes industriels*, Éditions ENI, 2020.
3. **D. Germond**, *EPLAN Electric P8 – Manuel utilisateur*, EPLAN Software & Service, 2021.
4. **R. Lemoine**, *Conception et réalisation d'installations électriques industrielles*, Éditions Casteilla, 2013.
5. Documentation officielle et tutoriels des logiciels : *Caneco BT*, *SEE Electrical*, *EPLAN Electric P8*.

Semestre : 1

Unité d'enseignement: UED 1.1

Matière : Outils de conception mécanique

VHS: 22h30 (TP: 1h30)

Crédits : 1

Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Cet enseignement vise à former les étudiants sur la conception de modèles de systèmes industriels.

Connaissances préalables recommandées:

Aucune

Contenu de la matière:

-AUTOCAD

-SOLIDWORKS

Mode d'évaluation:

Examen: 100%.

Références bibliographiques:

1. OMURA, George. Mastering AutoCAD 2007 and AutoCAD LT 2007. John Wiley & Sons, 2006.
MLA
2. Lombard, Matt. SolidWorks 2007 Bible. Vol. 529. John Wiley & Sons, 2008.

Semestre : 1
Unité d'enseignement: UET 1.1
Matière : Vision par ordinateur
VHS : 22h30 (Cours 1h30, TP : 1h30)
Crédit : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement:

Maîtriser les principes, les algorithmes et les outils de la vision par ordinateur afin de concevoir et implémenter des systèmes capables d'acquérir, traiter, analyser et interpréter des images fixes ou en mouvement, dans des contextes industriels, biomédicaux et robotiques. Intégrer des techniques de Machine Learning et Deep Learning pour la reconnaissance d'objets complexes.

Contenu de la matière:

Cours 1 — Fondamentaux de la vision par ordinateur (2 semaines)

- Architecture d'un système de vision
- Modèles d'images : niveaux de gris, couleur (RGB, HSV), profondeur
- Qualité d'image : bruit, résolution, dynamique
- **Acquisition et calibration de caméras**
- Modèle de caméra (pinhole), distorsions optiques, calibration (Zhang)

Cours 2 — Traitement d'images (prétraitement) (3 semaines)

- Filtres spatiaux (moyenleur, médian, gaussien)
- Transformations morphologiques (ouverture, fermeture)
- Corrections photométriques et histogrammes
- **Opérations avancées** : égalisation, détection de mouvements

Cours 3 — Extraction de caractéristiques et vision géométrique (3 semaines)

- Détection de contours (Canny, Sobel)
- Détection de points clés (SIFT, ORB, Harris)
- Appariement d'images (feature matching, RANSAC)
- **Vision stéréoscopique et reconstruction 3D**
 - Epipolarité, matrices fondamentales/essentiels

Cours 4 — Reconnaissance et classification d'objets (2 semaines)

- Segmentation d'images : seuillage, K-means, Watershed
- Descripteurs de formes et textures
- Classification : KNN, SVM, arbres de décision
- **Introduction au Deep Learning pour la vision**
- CNN (Convolutional Neural Networks), transfert de modèles (ResNet, YOLO)

Cours 5 — Applications industrielles et robotiques (3 semaines)

- Vision pour l'inspection industrielle

- Détection et suivi d'objets en temps réel (Kalman, Optical Flow)
- Vision pour véhicules autonomes (LIDAR, caméra stéréo)

Travaux Pratiques :

TP1 — Prise en main d'OpenCV et traitement d'images (2 semaines)

- Chargement, visualisation et manipulation d'images
- Application de filtres et histogrammes

TP2 — Extraction de caractéristiques et matching (2 semaines)

- Détection de contours (Canny, Sobel)
- Extraction de points clés (ORB, SIFT)
- Appariement inter-images (matching + RANSAC)

TP3 — Segmentation et détection d'objets (2 semaines)

- Seuillage adaptatif et K-means
- Segmentation par Watershed
- Détection de formes simples (cercles, rectangles)

TP4 — Reconnaissance d'objets avec Machine Learning (2 semaines)

- Extraction de descripteurs
- Entraînement d'un classifieur (SVM ou KNN)
- Validation sur un jeu de données

TP5 — Vision avancée avec Deep Learning (YOLO, CNN) (2 semaines)

- Utilisation de modèles pré-entraînés (YOLOv5, ResNet)
- Détection d'objets en temps réel (webcam)
- Déploiement sur Raspberry Pi ou Jetson Nano (optionnel)

TP6 — Projet final de vision par ordinateur (2 semaines)

- Sujet au choix (guidé par l'enseignant) :
 - Système de comptage d'objets sur une chaîne industrielle
 - Reconnaissance automatique de plaques d'immatriculation (ALPR)
 - Application biométrique : reconnaissance faciale
- Rapport + démonstration finale
- **Vision embarquée** (Raspberry Pi, Jetson Nano)

Mode d'évaluation:

TP : 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

- [1] GONZALEZ, Rafael C. et WOODS, Richard E. Digital image processing. 4^e éd. New York : Pearson, 2018. 1152 p. ISBN 9780133356724.
- [2] SZELISKI, Richard. Computer vision: algorithms and applications. 2^e éd. Cham : Springer, 2022. 934 p. ISBN 9783030343699.
- [3] KAEHLER, Adrian et BRADSKI, Gary. Learning OpenCV 4: computer vision with Python. Sebastopol : O'Reilly Media, 2019. 1024 p. ISBN 9781491937990.
- [4] GOODFELLOW, Ian, BENGIO, Yoshua et COURVILLE, Aaron. Deep learning. Cambridge : MIT Press, 2016. 800 p. ISBN 9780262035613.
- [5] CHOLLET, François. Deep learning with Python. 2^e éd. Shelter Island : Manning Publications, 2021. 504 p. ISBN 9781617296864.

IV - Programme détaillé par matière du semestre S2

Unité d'enseignement : UEF 2.1**Matière : Commande des Systèmes linéaires multi-variables****VHS: 37h30 (Cours: 1h30, TD: 1h00)****Crédits: 4****Coefficient: 2****Objectifs de l'enseignement:**

L'objectif du cours est de donner une méthodologie pour la conception des différentes lois de commande pour les systèmes linéaires invariants multivariables, dans le contexte de l'approche d'état.

Connaissances préalables recommandées:

- L'étudiant devra posséder les connaissances suivantes : Systèmes asservis linéaires

Contenu de la matière:**Chapitre 1 : Introduction (2 Semaines)**

Objectifs de ce cours, Rappel sur le calcul matriciel, Rappel des notions de l'approche d'état, Différence entre SISO et MIMO.

Chapitre 2 : Représentation d'état des systèmes multivariables (SM). (2 Semaines)

Définitions, Différentes représentations des systèmes, Résolution de l'équation d'état, Exemples d'applications

Chapitre 3 : Commandabilité et Observabilité. (2 Semaines)

Introduction, Critère de commandabilité de Kalman, Commandabilité de la sortie, Critère d'observabilité, Dualité entre la commandabilité et l'observabilité, Etude de quelques formes canoniques.

Chapitre 4 : Commande par retour d'état/de sortie des SM. (4 Semaines)

Formulation du problème de placement de pôles par retour d'état, Méthodes de calculs pour les systèmes multivariables, Observateur d'état et commande par retour de sortie (i.e. avec observateur d'état) des SM. Commande non interactives des SM, Implémentation.

Chapitre 5 : Représentation des SM par matrice de transfert. (2 Semaines)

Introduction, Passage d'une représentation d'état à la représentation par matrice de transfert, Méthode de Gilbert, Méthode des invariants : forme de Smith-McMillan, Méthode par réduction d'une réalisation

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

- 1- De Larminat, Automatique, Hermès, 1995.
- 2- B. Pradin, G. Garcia ; "automatique linéaire : systèmes multivariables", polycopies de cours, INSA de Toulouse, 2011.
- 3- Caroline Bérard, Jean-Marc Biannic, David Saussié, "La commande multivariable", Editions Dunod, 2012.
- 4- G. F. Franklin, J. D. Powell and A. E. Naeimi, Feedback Control Dynamique Systems. (Addison-Wesly, 1991.
- 5- K. J. Aström, B. Wittenmark, Computer-Controlled Systems, Theory and design. Prentice Hall, New Jersey, 1990.
- 6- W. M. Wonman, Linear Multivariable Control :A Geometric approach. Springer Verlag, New York, 1985.
- 7- Hervé Guillard, Henri Bourlès, "Commandes des Systèmes. Performance & Robustesse. Régulateurs MonovariablesMultivariables Applications Cours & Exercices Corrigés", Editions Technosup, 2012.

Semestre: 2

Unité d'enseignement: UEF 2.1

Matière 1 : Systèmes embarqués pour l'automatique

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

Crédits: 4

Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement :

Le module a pour objectif d'introduire les étudiants aux concepts fondamentaux et aux applications des systèmes embarqués à base de microcontrôleur. Les étudiants apprendront à concevoir, programmer et tester des systèmes à microcontrôleur, en utilisant des langages de programmation bas niveau tels que C ou assembleur.

Connaissances préalables recommandées :

- 1- Principes fondamentaux de l'électricité et de l'électronique numérique
- 2- Connaissances en programmation de base.

Contenu de la matière:

Chapitre 1: Systèmes embarqués. Système embarqué à base de microcontrôleur a. Architecture d'un microcontrôleur b. Familiarisation avec les différents types de microcontrôleurs c. Environnement de développement intégré (IDE)

Chapitre 2: Programmation en C pour les systèmes à microcontrôleur a. Syntaxe et structure de base en C b. Variables, tableaux et pointeurs c. Fonctions et sous-routines d. Class

Chapitre 3: Polling, temporisateurs, Interruptions

Chapitre4: Interfaces d'entrée/sortie. Ports d'entrée/sortie b. Signal PWM, c.entrées analogiques c. Communications série : I2C, USART, RS232.

Chapitre 5: Conception et implémentation de projets à microcontrôleur a. Conception de systèmes à microcontrôleur b. Programmation et test de systèmes à microcontrôleur

1. Applications avancées de systèmes à microcontrôleur a. Communications sans fil b. Capteurs et actionneurs c. Interfaces graphiques utilisateur

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

- 1 "Embedded Systems: Introduction to Arm® Cortex™-M Microcontrollers" de Jonathan Valvano
- 2 "ARM System Developer's Guide: Designing and Optimizing System Software" de Andrew Sloss, Dominic Symes et Chris Wright

Unité d'enseignement: UEF 2.2

Matière: Réseaux et protocoles de communication industrielle

VHS:22h30 (Cours: 1h30)

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 de l'information. Il initie les étudiants à définir une solution simple mettant en œuvre des réseaux de type industriel

Connaissances préalables recommandées:

L'étudiant devra posséder les connaissances suivantes :

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

Contenu de la matière:

Chapitre 1. Rappels sur les modèles de réseaux OSI et TCP/IP **(2 Semaine)**

Chapitre 2. Bus de communications **(4 Semaines)**

HART, ASI, CAN open, Profibus, Modbus, Profinet, EtherCAT.

Chapitre 3. Protocoles de communications industriels sans fil **(4 Semaines)**

Chapitre 4. Serveurs/clients OPC (OLE (Object Linking and Embedding) for Process Control) **(4 Semaines)**

Mode d'évaluation:

Examen: 100 %.

Références bibliographiques:

- 1- A. Tanenbaum, Réseaux : Architecture, protocole, applications, Inter Editions - Collection iia
- 2- Gildas Avoine, Pascal Junod, Philippe Oechslin: Sécurité Informatique, Vuibert.
- 3- Malek Rahoual, Patrick Siarry, Réseaux informatiques : conception et optimisation, Editions Technip, 2006.
- 4- Guy Pujolle, Les réseaux, 5ième édition, Eyrolles, 2006.
- 5- Paul Mühlethaler, 802.11 et les Réseaux sans fil, Eyrolles, 2002.

Unité d'enseignement: UEF 2.2

Matière: Capteurs et chaîne de mesure

VHS:22h30 (Cours: 1h30, TD: 1h30)

Crédits: 4

Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Après avoir acquis cette unité, l'étudiant est censé maîtriser les différents éléments constitutifs d'une chaîne de mesure, le principe de base de fonctionnement d'un capteur et les caractéristiques métrologiques dont il faut tenir compte lors de l'utilisation et le choix d'un capteur

Connaissances Préalables recommandées:

L'étudiant devra posséder les connaissances suivantes :

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

Contenu de la matière:

Chapitre 1. Rappel des Notions fondamentales de la mesure: (1 semaine)

Définition, Synoptique d'une chaîne de régulation industrielle, Capteurs actifs et passifs, Classification des capteurs (sortie tension ou courant boucle 4-20mA). Caractéristiques métrologiques des capteurs (Etalonnage d'un capteur, Sensibilité, Linéarité, Précision, Sensibilité dynamique)

Chapitre 2. Mesure de température et de pressions: (3 semaines)

Introduction à la thermométrie, Thermométrie par résistances, Thermocouple, Thermistance, Pyromètre. Capteurs par jauges de contraintes, Capteurs à semi-conducteurs.

Chapitre 3. Mesure de niveaux et débits : (2 semaines)

Capteurs à flotteurs, Capteurs à ultrasons à effet Doppler

Chapitre 4. Mesure des déplacements et vitesse (2 semaines) Codeurs optiques, Codeurs incrémentaux, Capteurs à réluctance variable.

Chapitre 5. Capteurs MEMS : (2 semaines)

Chapitre 6. Conditionnement des signaux mesurés : (2 semaines)

Ponts conditionneurs, Amplificateur d'instrumentation, Amplificateur d'isolation, Linéarisation des caractéristiques statiques des capteurs, Détection d'un signal de mesure modulé en fréquence.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40 % ; Examen: 60 %.

Références bibliographiques:

1. George Asch et Coll, les capteurs en instrumentation industrielle, 6ème édition Dunod 2006.
2. Pascal Dassonville, Les capteurs : 50 exercices et problèmes corrigés, Dunod 2004.
3. Georges Asch, Patrick Renard, Pierre Desqoutte, Zoubir Mammeri, Eric Chambérod, Jean Gunther, Acquisition de données, 3ème édition, Dunod 2011.
4. FèridBélaïd, Introduction aux capteurs en instrumentation industrielle, Centre de Publication Universitaire 2006.
5. J. P. Bentley, Principles of measurement systems, Pearson education 2005.
6. J. Niard et al, Mesures électriques, Nathan 1981

Semestre: 2

Unité d'enseignement: UEM 2.1**Matière: TP Réseaux et protocoles de communication industrielle****VHS: 45h00 (TP: 3h00)****Crédits: 4****Coefficient: 2****Objectifs de l'enseignement:**

Ce TP permettra à l'étudiant la mise en pratique et la consolidation des connaissances acquises dans le module Réseaux et protocoles de communication industrielle.

Connaissances préalables recommandées

Contenu du cours

Contenu de la matière:**Systèmes de bus industriels de terrain**

AS- Interface avec SIMATIC S7-300 et CP342-2

AS- Interface / Intégration d'un module logique LOGO!

– PROFIBUS DP avec maître CPU 315-2DP / esclave ET 200L

– PROFIBUS DP avec maître CPU 315-2DP / esclave ET 200M

– PROFIBUS DP avec maître CPU 315-2DP / esclave ET 200S/CPU

– PROFIBUS DP avec maître CPU 315-2DP / esclave CPU 315-2DP

– PROFIBUS DP avec maître CPU 315-2DP / esclave MICROMASTER

– PROFIBUS DP avec maître CPU 315-2DP / esclave MICROMASTER

– Programmation de SIMATIC WinAC

– PROFIBUS-DP avec maître CP 342-5DP / esclave ET 200L

– PROFIBUS-DP avec maître CP 342-5DP / esclave CP 342-5DP

– PROFIBUS-DP avec maître CP 342-5DP / maître CP 342-5DP

-Communication avec bus CAN (avec un tableau de bord d'un véhicule)

-Communication open user (TCP, Iso en TCP et DP), commande d'un axe.

-Communication modbus (variation de vitesse d'un moteur DC)

-Communication profinet entre plc S1200 et un variateur G120.

Communication réseau avec SIMATIC S7

– Communication via Ethernet avec CP343-1 IT

– Technologies Web du CP343-1 IT

– Connexion Internet pour CP343-1 IT

Mode d'évaluation : 100% évaluation continue

Semestre: 2**Unité d'enseignement: UEM 2.1**

Matière: TP Systèmes embarqués pour l'automatique

VHS: 22h30 (TP: 1h30)

Crédits: 2

Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Ce TP permettra à l'étudiant la mise en pratique et la consolidation des connaissances acquises dans le cours.

Connaissances préalables recommandées

Contenu du cours

Contenu de la matière

TP1 : Introduction à la plateforme ARM STM32

- Présentation de la plateforme ARM STM32 et de ses caractéristiques
- Présentation de l'environnement de développement intégré (IDE) STM32CubeIDE pour ARM STM32

TP2 : Gestion des entrées/sorties (GPIO)

- Présentation des ports d'entrée/sortie (GPIO) du microcontrôleur STM32
- Configuration des ports d'entrée/sortie (GPIO)
- Utilisation des ports d'entrée/sortie (GPIO) pour contrôler des LEDs et des boutons

TP3 : Gestion des interruptions

- Présentation des interruptions et de leur utilisation sur le microcontrôleur STM32
- Configuration des interruptions pour les ports d'entrée/sortie (GPIO)
- Utilisation des interruptions pour détecter les changements d'état des boutons

TP4 : Gestion des timers

- Présentation des timers et de leur utilisation sur le microcontrôleur STM32
- Configuration des timers pour générer des signaux PWM (modulation de largeur d'impulsion)
- Utilisation des timers pour contrôler la vitesse d'un moteur DC

TP5 : Communication série (UART, I2C, RS232)

- Présentation de la communication série et de son utilisation sur le microcontrôleur STM32
- Configuration de la communication série pour transmettre et recevoir des données
- Utilisation de la communication série pour contrôler le microcontrôleur depuis un ordinateur

TP6 : Gestion des interruptions externes

- Présentation des interruptions externes et de leur utilisation sur le microcontrôleur STM32
- Configuration des interruptions externes pour détecter les changements d'état d'un capteur à effet Hall
- Utilisation des interruptions externes pour mesurer la vitesse de rotation d'un moteur

TP7 : Utilisation de la mémoire flash

- Présentation de la mémoire flash et de son utilisation sur le microcontrôleur STM32
- Stockage des données de configuration dans la mémoire flash
- Lecture des données de configuration depuis la mémoire flash au démarrage du microcontrôleur

TP8 : Utilisation de l'interface graphique (GUI)

- Présentation de l'interface graphique et de son utilisation sur le microcontrôleur STM32
- Configuration de l'interface graphique (GUI) pour afficher des informations sur l'écran LCD
- Utilisation de l'interface graphique pour contrôler des paramètres système

Mode d'évaluation : 40% évaluation continue, 60% Projet à réaliser sur maquette

Semestre: 2

Unité d'enseignement: UEM 2.1

Matière: TP Commande des Systèmes linéaires multivariables

VHS: 22h30 (TP: 1h30)

Crédits: 2

Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

L'objectif est de donner une méthodologie pour la conception des différentes lois de commande pour les systèmes linéaires invariants multivariables (SM), à savoir : la commande par retour d'état et de sortie.

Connaissances préalables recommandées

Des connaissances préalables en algèbre linéaire, systèmes asservis linéaires Multivariables.

Contenu de la matière:

TP1 Introduction à Matlab

TP2 Représentation d'Etat des systèmes multivariables, Commandabilité et Observabilité, Représentation des SM par matrice de transfert.

TP3. Commande par retour d'état d'un pendule inversé (réalisation pratique).

TP4. Commande par retour de sortie d'un système à trois cuves (réalisation pratique).

TP5. Commande par retour d'état/sortie d'un système à trois cuves (réalisation pratique).

TP6. Commande d'un robot auto-balancé suiveur de ligne.

TP7. Commande en tension (triphasé) d'un convertisseur statique triphasé.

TP8 : Estimation de vitesse et du couple d'une machine électrique avec un observateur.

Remarque: En fonction du matériel disponible, le responsable de la matière choisit au moins 5 TPs parmi la liste non exhaustive présentée ci-dessus.

Mode d'évaluation : 100% évaluation continue

Semestre: 2

Unité d'enseignement: UEM 2.1

Matière: TP Capteurs et chaîne de mesure

VHS: 15h00 (TP: 1h00)

Crédits: 1

Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Mettre en pratique les connaissances acquises sur les capteurs les plus souvent employés dans les chaînes de mesure.

Connaissances préalables recommandées

Contenu du cours.

Contenu de la matière:

TP1: Présentation d'une chaîne complète de mesure (capteur/conditionneur). Ce TP peut être accompli, soit en proposant aux étudiants une visite d'une entreprise industrielle (Sortie Pédagogique), ou le cas échéant, en présentant des vidéos montrant l'utilisation des capteurs en milieu industriel.

TP2: Etude d'un circuit conditionneur du signal d'un capteur: Montage en pont, Montage à AOP, Boucle 4-20 mA.

TP3: Mesures de température: PT 100, Thermocouple, CTN, CTP.

TP4: Mesures de vitesse.

TP5: Mesures de position et de déplacement.

TP6: Mesures de force et de déformation.

TP7: Mesures de pression, de niveau et de débit.

TP8: Mesures de vibrations.

TP9: Mesures photométriques: optique, cellule solaire ou panneau solaire.

TP10 : Capteurs à effet Hall (Principe de fonctionnement, description, branchement du capteur, exploitation des mesures (possibilité de réalisation pratique via carte ARDUINO UNO/Méga))

Remarque: En fonction du matériel disponible, le responsable de la matière choisit au moins 5 TPs (les TP NN 1 et 2 + 3 TPs parmi la liste non exhaustive présentée ci-dessus).

Mode d'évaluation : 100% évaluation continue

Semestre: 2

Unité d'enseignement: UEM 2.1

Matière: Stage d'immersion en entreprise

VHS: 30h00 (TP: 2h00)

Crédits: 2

Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

L'étudiant est mis en situation réelle dans l'entreprise ou dans un service de production pour occuper différents poste technique en effectuant des rotations sur plusieurs postes de travail. L'objectif est de se familiariser avec différentes activités et de faire face à la réalité quotidienne d'un ouvrier, technicien, ingénieur et du manager.

- Les stages doivent être menés dans des entreprises industrielles et non dans des unités de recherche ou des laboratoires de recherche.

Connaissances préalables recommandées

Stage d'initiation en entreprise.

Contenu de la matière:

Stage en entreprise de production industrielle ou dans un centre de recherche et de développement.

Mode d'évaluation : 1-Rapport de stage : 60%. 2-Exposé oral : 40%

Références bibliographiques:

Documentation de l'entreprise

Semestre : 2

Unité d'enseignement: UED 2.1

Matière : Bases de données

VHS: 22h30 (TP: 1h30)

Crédits : 1

Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Cet enseignement vise à former les étudiants sur la conception des Bases de données à l'aide de l'outil MySQL .

Connaissances préalables recommandées:

Aucune.

Contenu de la matière:

Chapitre 1 : MySQL et les bases du langage SQL

Chapitre 2 : Index, jointures et sous-requêtes

Chapitre 3 : Fonctions : nombres, chaînes et agrégats

Chapitre 4 : Fonctions : Manipuler les dates

Mode d'évaluation:

Examen: 100%.

Références bibliographiques:

1. Forta, Ben. *MySQL crash course*. Pearson Education, 2006.
2. Schwartz, Baron, Peter Zaitsev, and Vadim Tkachenko. *High performance MySQL: Optimization, backups, and replication*. " O'Reilly Media, Inc.", 2012

Semestre : 2

Unité d'enseignement: UED 1.1

Matière : TP systèmes hydrauliques et pneumatiques

VHS : 19h30 (TP : 1h30)

Crédits : 1

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement:

Ce TP permettra à l'étudiant la mise en pratique et la consolidation des connaissances acquises dans le domaine des systèmes hydrauliques et pneumatiques.

Connaissances préalables recommandées

Actionneur et capteurs.

Contenu de la matière

TP1: Circuits hydrauliques et Circuits pneumatiques (Réalisation pratique)

- Comprendre le fonctionnement des circuits hydrauliques/ pneumatiques
- Connaître les différents types de pompes hydrauliques et de compresseurs pneumatiques
- Réaliser le schéma d'un circuit hydraulique simple/ circuit pneumatique simple

TP2: Actionneurs hydrauliques/ pneumatiques (Réalisation pratique)

- Comprendre le fonctionnement des actionneurs hydrauliques / pneumatiques
- Connaître les différents types d'actionneurs hydrauliques/ pneumatiques
- Réaliser le schéma d'un circuit hydraulique / pneumatique avec un actionneur

TP3: Conception d'un circuit de commande pneumatique commandé par PLC(réalisation pratique)

Ces TP doivent être complétés (au début de chaque séance de TP) par des présentations des notions de base des éléments pneumatiques/hydrauliques utilisés en industrie pour renforcer les connaissances acquises.

Mode d'évaluation : 40% évaluation continue, 60% examen TP

Références bibliographiques :

1. LABONVILLE, R. (1991). Conception des circuits hydrauliques : une approche énergétique, Les éditions de l'École polytechnique de Montréal.
2. ESPOSITO, A. (1999). Fluid Power with Applications, 5e éd., Prentice-Hall Carrier and Technology.
3. SULLIVAN, J.A. (1989). Fluid Power: Theory and Applications, 3e éd., Prentice-Hall.
4. FAISANDIN, J. (2006). Mécanismes hydrauliques et pneumatiques, 3e éd., Dunod

UE Transversale Code : UET2.1

Matière: ERP et Système de pilotage de la production (MES)

VHS: 22h30 (TP: 1h30)

Crédits: 1

Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Maîtriser l'utilisation d'un **système de gestion de la production (MES) complet** afin d'optimiser la **gestion de la production (GPAO)** et la **gestion de la maintenance (GMAO)** dans un atelier industriel simulé.

Les étudiants apprendront à **modéliser l'atelier, piloter la production, suivre la maintenance**, exploiter les **indicateurs de performance** et proposer des **actions d'amélioration continue**.

Par ailleurs, les étudiants auront une vision globale sur l'utilité et le rôle des ERP dans la bonne gestion des entreprises (application avec Le progiciel Dolibar).

Connaissances préalables recommandées

Bases en gestion de production, supply chain, maintenance industrielle, Notions de systèmes d'information (ERP, base de données)

Contenu de la matière:

TP 1 — GPAO : Modélisation de l'atelier et planification (4h)

Objectifs

- Manipuler le logiciel **ERPNext**
- Modéliser l'organisation de l'atelier
- Planifier la production et préparer la fabrication

Activités

- Définir les produits (nomenclature, gammes opératoires)
- Créer l'atelier (lignes de production, ressources machines/opérateurs)
- Configurer les stocks de matières premières et composants
- Lancer des **Ordres de Fabrication (OF)**
- Planifier la charge et les ressources• Schéma de l'atelier (carte numérique)
- Rapports de planification (OF + planning Gantt)

TP 2 — GPAO : Suivi de production et indicateurs (4h)

Objectifs

- Suivre l'exécution des ordres de fabrication
 - Mesurer la performance de la production
- Exécuter les OF (simuler production avec quantités produites/rebuts)
- Saisir les consommations matières et temps opérateur
 - Calculer les indicateurs de production (TRS/OEE, rendement)
 - Simuler retards, rebuts et imprévus (aléas production)
 - Rapports d'exécution OF (quantité produite, rebuts)
 - Tableau d'indicateurs de performance (TRS, rendement, KPI)

TP 3 — GMAO : Gestion de la maintenance (4h)

Objectifs

- Planifier et exécuter les opérations de maintenance
- Suivre l'état des équipements et des interventions
- Manipuler le logiciel **OpenMAINT** ou autres logiciels

Activités

Configurer la base machines (fiche équipement)
Paramétrer les plans de maintenance préventive (calendriers, périodicité)
Simuler une panne (intervention corrective)
Gérer les stocks de pièces de rechange
Calculer les indicateurs de maintenance (MTBF, MTTR)

- Rapports d'intervention (préventive + corrective)
- Tableau de suivi des pannes et interventions

TP 4 — MES complet : Croisement production-maintenance et amélioration continue (4h)

Objectifs

- Croiser les données production et maintenance pour analyse globale
- Proposer un plan d'amélioration continue

Activités Analyser l'impact des pannes sur la production (arrêts, perte TR)
Concevoir un **tableau de bord MES** (KPI consolidés) Proposer un plan de progrès (lean, TPM, digitalisation IoT)
Simuler l'ajout de capteurs IoT (suivi temps réel des machines)
• Tableau de bord final (production + maintenance)

TP5- Applications avec logiciel DOLIBAR:

Objectifs : maîtrise du logiciel dolibarr

Activités : avoir une vision globale sur l'utilité et le rôle des ERP dans la bonne gestion des entreprises (application avec les outils donnés par le logiciel Dolibarr).

Mode d'évaluation : 100% évaluation continue

Références bibliographiques:

- **BANGSOW, Steffen.** *Manufacturing Simulation with Plant Simulation and SimTalk: Usage and Programming with Examples and Solutions*. Berlin : Springer, 2015. ISBN 978-3-319-14716-9.
- **CHRYSSOLOURIS, George.** *Manufacturing Systems: Theory and Practice*. 2nd ed. New York: Springer, 2006. ISBN 978-0-387-25703-9.
- **PÉREZ, Claude et VILA, Luc.** *ERP, MES, GPAO, GMAO : Systèmes d'information industriels*. 3e éd. Paris : Dunod, 2016. ISBN 978-2-10-074605-5.
- **SZCZEPANIAK, Piotr S. et STJERNBERG, Andreas.** *Manufacturing Execution Systems – Optimal Design, Planning, and Deployment*. Berlin : Springer Vieweg, 2019. ISBN 978-3-658-25647-1.
- **LE ROUX, Jean-Luc.** *Gestion de la production et des flux industriels : GPAO et MES*. Paris : Dunod, 2009. ISBN 978-2-10-053495-9.
- Dolibarr. **Site officiel Dolibarr ERP/CRM**. Disponible en ligne : <https://www.dolibarr.org>
- Dolibarr. **Wiki officiel Dolibarr**. Documentation communautaire. Disponible en ligne : <https://wiki.dolibarr.org>

- Destailleur, Laurent. **Dolibarr ERP/CRM pour les PME – Guide pratique**. Éditions du créateur, 2019.
- Packt Publishing. **Dolibarr ERP & CRM Beginner's Guide**. Packt Publishing, 2016.
- Dolibarr. **Forum communautaire Dolibarr**. Disponible en ligne : <https://www.dolibarr.org/forum>
- Dolistore. **Place de marché officielle des modules Dolibarr**. Disponible en ligne : <https://www.dolistore.com>

Semestre: S2

Unité d'enseignement: UET 1.2.1

Matière : Eléments d'intelligence artificielle appliquée

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

Crédits: 2

Coefficient: 2

Compétences visées :

- Identifier les opportunités de l'intelligence artificielle en sciences de l'ingénieur
- Comprendre les implications éthiques de l'IA et les bonnes pratiques de son utilisation.
- Capacité à utiliser les techniques de l'IA dans la résolution de problèmes

Objectifs :

- Maîtrise des algorithmes IA
- Initiation aux concepts, outils et applications fondamentales de l'intelligence artificielle moderne, en mettant l'accent sur la pratique avec Python et ses bibliothèques.
- Approfondir le langage Python,
- Comprendre les approches de l'IA dans la résolution de problèmes,

Prérequis :

Programmation avancée Python

Matériels nécessaires :

- Un ordinateur avec Python installé,
- Bibliothèques Python : NumPy, Pandas, Scikit-learn, Matplotlib, os.listdir, os.path.exists, os.mkdir, os.rmdir, Matplotlib, Seaborn, Plitly , Request, Beautiful Soup, Tkinter, PyQt, ...
- Tensorflow, PyTorch, ...

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Introduction à l'intelligence artificielle l'IA

(01 semaine)

1. Définitions et champs d'application de l'IA.
2. Évolution historique de l'IA.
3. Introduction aux grands domaines :
 - Apprentissage automatique (Machine Learning)
 - Apprentissage profond (Deep Learning)

Chapitre 2 : Mathématiques de base pour l'IA

(01 semaine)

1. **Algèbre linéaire** : vecteurs, matrices, produits, normes.
2. **Probabilités & statistiques** :
 - Variables, espérance, variance.
 - Lois usuelles : normale, binomiale, uniforme.
3. **Régression linéaire simple** :
 - Formulation, coût, optimisation.
 - Mise en œuvre avec **Scikit-learn**.
4. **Exercices** :
 - Manipulation de matrices avec la bibliothèque NumPy (Python)
 - Exercice sur la régression linéaire (utiliser une bibliothèque Python comme Scikit-learn par exemple)
 - Expliquer la bibliothèque Matplotlib (Python)
 - ...

Chapitre 3 : Apprentissage automatique (Machine Learning)

(03 semaines)

1. Concepts clés : Données, Modèles, features, étiquettes, généralisation.
2. Phases d'un pipeline d'apprentissage : entraînement, validation, test.
3. Types d'apprentissage :
 - Supervisé
 - Non supervisé
 - Par renforcement (*aperçu*)
4. Exercices :
 - Approfondir les notions vues au cours
 -

Chapitre 4 : Classification supervisée

(3 semaines)

1. Principe d'entraînement de modèle de classification simple :
2. Les modèles et algorithmes :
 - SVM (Support Vector Machine)
 - Arbres de décisions
3. Évaluation de performance :
 - Matrice de confusion, précision, rappel, F1-score.
5. Exercices :
 - Expliquer comment utiliser Scikit-learn ?
 - Comparaison de plusieurs modèles sur un dataset
 -

Chapitre 5 : Apprentissage non supervisé

1. Notion de clustering.
2. Algorithmes :
 - **K-means**
 - DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise)
3. Visualisation 2D et interprétation des résultats.
4. Exercices :
 - Expliquer comment utiliser un algorithme de clustering sur un Dataset
 - Expliquer comment visualiser les clusters.
 -

Chapitre 6 : Les réseaux de neurones

1. Architecture d'un réseau de neurones :
 - Perception,
 - Couches et couches caches, poids, biais.
 - Fonction d'activation : ReLU, Sigmoid, Softmax,
 - Exercices d'applications
2. Introduction au **Deep Learning** :
 - Notion de couches profondes.
 - Introduction au réseaux convolutifs (CNN)
3. Exercices :
 - Expliquer Tensorflow et PyTorch
 - Analyser un Dataset de texte et prédire des sentiments
 -

Chapitre 7 : Mini projet (travail personnel encadré en dehors des cours) :

Création d'un modèle complet de classification ou clustering, avec prétraitement, entraînement et visualisation ; choisir et traiter un projet du début jusque la fin parmi (à distribuer au début du semestre) :

- Reconnaissance des caractères manuscrits
- Prédiction des catastrophes naturelles
- Développer un Chatbot capable de répondre aux questions fréquentes d'une entreprise, de manière naturelle.
- Développer un système capable de distinguer les sons normaux d'une machine de ceux indiquant une anomalie (roulement défectueux, vibration excessive, etc.)
- Développer un système (mini IA) capable d'analyser les sentiments exprimés dans les publications sur réseaux sociaux à propos d'un produit, une marque ou un évènement.
- ...

Travaux pratiques :

TP 01 : Initialisation

TP 02 :

- Implanter une régression simple avec Scikit-learn visualisation avec Matplotlib (par exemple)
- Visualiser les résultats avec Matplotlib
- ...

TP 03 :

- **Pipeline de machine learning et séparation des données**
- Approfondir es notions vues au cours

TP 04 :

- Utilisation Scikit-learn pour entrainer un modèle de classification simple
-

TP 05 :

- Implanter un algorithme de clustering sur un Dataset
- Visualiser les clusters : Clustering non supervisé (K-means, DBSCAN).
-

TP 06 :

- Construire un réseau de neurones simple avec TensorFlow ou PyTorch ou keras
- Construire un CNN simple pour classifier des images (exemple : Dataset MINIST)
- ...

Mode d'évaluation :

examen 60% , CC=40%

Bibliographie :

- Ganascia, J.Gabriel (2024) : l'IA expliquée aux humains. Paris France- Edition le Seuil.
- Anglais, Lise, Dilhac, Antione, Dratwa, Jim et al. (2023) : L'éthique au coeur de l'IA. Quebec Obvia.

- J.Robert (2024) : Natural Language Processing (NLP) : définition et principes – Datasciences. Lien : <https://datascientest.com/introduction-au-nlp-natural-language-processing>
- Qu'est-ce que le traitement du langage naturel. Lien : <https://aws.amazon.com/fr/what-is/nlp/>
- M.Journe : Eléments de Mathématiques discrètes – Ellipses
- F.Challet : L'apprentissage profond avec Python – Eyrolles
- H.Bersini (2024) : L'intelligence artificielle en pratique avec Python – Eyrolles
- B.Prieur (2024) : Traitement automatique du langage naturel avec Python – Eyrolles
- V.Mathivet (2024) : Implémentation en Python avec Scikit-learn – Eyrolles
- G.Dubertret (2023) : Initiation à la cryptographie avec Python – Eyrolles
- S.Chazallet (2023) : Python 3 – Les fondamentaux du langage - Eyrolles
- H.Belhadeh, I.Djemal : Méthode TALN – Cours de l'université de Msila - Algérie

IIV - Programme détaillé par matière du semestre S3

Semestre: 3
UE Fondamentale Code : UEF 3.1
Matière: Commande des Robots
VHS: 45h00 (Cours: 1h, TD 1h30)

Crédits: 4

Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement :

Cette matière a pour objectif de permettre aux étudiants de maîtriser les outils de modélisation et les techniques de contrôle des robots. Elle vise à donner aux étudiants la possibilité d'entreprendre en toute autonomie la résolution d'un certain nombre de problèmes élémentaires de robotique comme la mise en configuration, la génération de trajectoires, la commande dynamique

Connaissances préalables recommandées :

- Automatique linéaire et asservissement.
- Notions de base en : cinématique et dynamique.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Introduction à la robotique

Chapitre 2 : Modélisation dynamique des robots

Chapitre 3 : Génération des trajectoires

Chapitre 4 : Commande dynamique

Chapitre 5 : Commande robuste par mode glissant

Chapitre 6 : Commande en effort des robots en interaction

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%

Références bibliographiques:

1. Philippe Coiffet, La robotique, Principes et Applications, Hermès, 1992.
2. Reza N. Jazar, Theory of Applied Robotics, Kinematics, Dynamics and Control. Springer 2007.
3. Mark W. Spong, Seth Hutchinson, and M. Vidyasagar, Robot Modeling and Control, Wiley, 1989.
4. Bruno Siciliano et al, Robotics, Modelling planning and Control, Springer, 2009.
5. W. Khalil & E. Dambre, modélisation, identification et commande des robots, Hermès, 1999.

Semestre: 3

Unité d'enseignement: UEF 3.1

Matière: Supervision et IHM

VHS: 19h30 (Cours: 1h30)

Crédits: 4

Objectifs de l'enseignement:

Le but du cours est de présenter à l'étudiant le système de supervision SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), très utilisé dans la supervision et l'acquisition de données des processus industriels dans divers secteurs. A la fin l'étudiant peut concevoir une interface de supervision d'un processus industriel et de savoir le logiciel et le matériel nécessaire.

Connaissances préalables recommandées:

API, Réseaux industriels, Bus et protocoles de communication, Chaîne d'instrumentation, Dessin industriel,

Contenu de la matière:

Chapitre 1. Définition d'un système SCADA (1 semaine)

Définition d'un système SCADA (supervision =surveillance-commande), utilités, fonctions, Historique : passer de la boucle PC-PO vers la boucle SCADA-PC-PO

Chapitre 2. Composants d'un système de contrôle industriel. (2 semaines)

Systèmes de contrôle industriel : PLC (Programmable Logic Controller), DCS (Distributed Control Systems), SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), PAC (Programmable Automation Controller), RTU (Remote Terminal Unit), PC -based Control System.

Chapitre 3. Architectures des systèmes SCADA (3 semaines)

Architectures SCADA, Protocoles SCADA, Acquisition de données. Déploiement des systèmes SCADA. Architecture réseaux,. Positionnement du SCADA sur la pyramide CIM (lien avec MES et ERP)

Chapitre 4. HMI (Humain Interface Machine) dans les systèmes SCADA (3 semaines)

Définition HMI, Présentation ergonomique analytique et normative : Texte, Symbole, Courbe, Couleur, Animations, Signalisation, Gestion des alarmes, Gestions des messages (erreur, confirmation, ...), Gestion des gammes Production-Recettes, Archivages, et Historisation, Définition de qlq normes internationales de la schématisation TI (Tuyauterie et Instrumentation), ISA symbology, PCF,

Chapitre 5. Logiciels de supervision SCADA (2 semaines)

➤ Organisation logicielle d'un système de supervision SCADA

Variable dédiées au contrôle-commande : Variables interne externe , type ToR, Numérique, analogique, chaîne de caractères

Variable "objet" : Valeur de la variable, unités, échelle, limites, horodatage, fraîcheur, hystérésis, type d'objet statique ou dynamique.

spécificité Temps-réel de la base des variables : Synchronisation avec l'interface HMI, synchronisation avec le matériels (lecture, envoi, mise à jour, ..), temps de rafraichissement (cyclique, cyclique paramétrable, flash,), ...

Programmation : Editeur graphique, bibliothèques des composants, instanciations , ...

Administration à distance , ...

➤ Présentation de quelques logiciels pour SCADA :

Siemens → SIMATIC WinCC flexible, TIAPortal , Scheinder Electric → Monitor pro, Elution → Conrol Maestro, ARC Informatique → PCVue , Codra → Panorama P2, Panorama E2 , ICONICS → GENESIS 32, ...

Chapitre 6. Sécurité des systèmes SCADA **semaine)**

(1

Pourquoi sécuriser SCADA ?, Attaques (Menaces et dangers) contre les systèmes SCADA, Risques et évaluation. Scénarios des incidents possibles. Sources d'incidents. détection et repérages des pannes défaillances, erreurs, ... Politique de sécurité.

Chapitre 7. Applications démonstratives

(3 semaines)

Etudier un exemple illustratif : Introduire toutes les notions et les concepts logiciels et matériels étudiés pour élaborer un systèmes SCADA correspondant, suivant un cahier des charges bien déterminé.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40 % ; Examen: 60 %.

Références bibliographiques:

- 6- Ronald L. Krutz Securing SCADA Systems, Wiley, 2005.
- 7- Stuart A. Boye, Scada: Supervisory Control And Data Acquisition, ISA; Édition : 4th Revised edition, 2009.
- 8- Robert Radvanovsky et Jacob Brodsky, Handbook of SCADA/Control Systems Security, Second Edition, CRC Press; 2016
- 9- William Shaw, Cybersecurity for Scada Systems, PennWell Books, 2006.

Semestre: 3

UE Fondamentale Code : UEF 3.2

Matière: Diagnostic des systèmes

VHS: 22h30 (Cours: 1h30)

Crédits: 2

Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours fait découvrir à l'étudiant les principales techniques de détection et du diagnostic des défauts. Ces techniques de base permettent à un automaticien de développer des algorithmes de surveillance qui sont à la fois sensibles aux défauts et robustes vis-à-vis les variations paramétriques et les signaux exogènes (bruits + perturbations).

Connaissances préalables recommandées: Notions sur la modélisation des systèmes.

Contenu de la matière:

Chapitre 1. Notions de base et terminologies du diagnostic (1 semaine).

Chapitre 2. Techniques de diagnostic des systèmes continus (5 semaines)

- Génération des Résidus par Observateurs d'états (SOS, DOS et GOS)
- Génération des Résidus par Espace de Parité
- Génération des Résidus par Identification Paramétrique (AR, MA et ARMA)

Chapitre 3. Techniques de Diagnostic des systèmes à événements discrets (SED) (5 semaines).

- Diagnostic par Réseaux de Pétri
- Diagnostic par Réseaux de Pétri Temporisés
- Diagnostic par Réseaux de Pétri Haut-Niveau

Chapitre 4. Synthèse des contrôleurs des SED et SED temporisés (2 semaines).

- Schéma de la supervision.
- Algorithme de Kumar.

Mode d'évaluation :

Examen : 100%

Références bibliographiques:

1. Chen, Y.-L. and Provan, G. (1997). Modeling and diagnosis of timed discrete event systems- a factory automation example. In The American Control Conference, New Mexico, pages 31–36
2. Brandin, B. A. and Wonham, W. M. (1994). Supervisory control of timed discrete-event systems. IEEE transaction on Automatic Control, 39(2) :329–342.
3. Altisen, K. (2001). Application de la synthèse de contrôleur à l'ordonnancement de systèmes temps-reel. PhDthesis, Institut National Polytechnique de Grenoble
4. Boufaied, A. (2003). Contribution à la surveillance distribuée des systèmes à événements discrets complexes. PhDthesis, L'université Paul Sabatier de Toulouse
5. Andra - Ioana VASILIU, (2006) Synthèse de contrôleurs des systèmes à événements discrets basée sur les réseaux de Pétri.
6. Allahham, A. and Alla, H. (2007b). Monitoring of a class of timed discrete events systems. In IEEE International Conference On Robotics and Automation, Rome, Italy, pages 3609–3614.

Semestre: 3

Unité d'enseignement: UEF 3.2

Matière: Commande avancée

VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 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, optimisation

Contenu de la matière :

Partie1: Commande optimale (5 semaines)

Commande LQR, Principe de Bellman, Calcul de variations ; exemples pratiques.

Partie 2 : 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)

Partie 3 : Commande adaptative (5 semaines)

3.1. Commande adaptative directe et indirecte

3.2. Commande adaptative par modèle de référence (MRAC)

3.3. Synthèse de MRAC par approche MIT

3.4. Synthèse de MRAC par approche de Lyapunov

3.5. Synthèse de MRAC dans l'espace d'état

3.6. Régulateurs auto-ajustables (STR) : Approche directe

3.7. Régulateurs auto-ajustables (STR) : Approche indirecte

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%

Références bibliographiques:

- 1- I. D. Landau Identification et commande des systèmes, Hermès, 1993.
- 2- K. J. Astrom and B. Wittenmark, Adaptive control., Dover, 2008.
- 3- I. D. Landau, R. Lozano, M. M'Saad, and A. Karimi, Adaptive control. Springer , 2011.
- 4- V. V. Chalam, Adaptive control systems: Techniques and applications. Marcel Dekker, 1987
- 5- P. Boucher and D. Dumur, La commande prédictive, Technip, 1996.
- 6- J. A. Rossiter, Model-Based Predictive Control: A Practical Approach, CRC Press, 2003
- 7- J. M. Maciejowski, Predictive Control: With Constraints, Prentice Hall, 2002

- 8- E. F. Camacho, C. B. Alba, Model predictive control. Springer, 2013
- 9- K. Zhou and J. C. Doyle, Essentials of Robust Control,. Prentice Hall, 1997.
- 10- D. Alazard, et al. Robustesse et commande optimale. Editions Cépaduès (2000)
- 11- G. Duc, S. Font, Commande H_∞ et μ -Analysis, des outils pour la robustesse, Hermes (1999)
- 12- S. Skogestad and, I. Postlethwaite, Multivariable Feedback Control. Analysis and Design. Wiley 2005.
- 13- Daniel Liberzon. *Calculus of Variations and Optimal Control Theory: A Concise Introduction*. Princeton University Press, 2012.
- 14- Kemin Zhou, John C. Doyle, Keith Glover . *Robust and Optimal Control*. Prentice Hall, 1995.
- 15- Hence P. Geering. *Optimal control with engineering application*. Springer, 2007.
Joao P. Hespanha. *Undergraduate lectures notes on LQG LQR controller design*. 2007

Semestre: 3

Unité d'enseignement: UEM 3.1

Matière: TP Supervision et IHM

VHS: 45h00 (TP: 3h00)

Crédits: 2

Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Des travaux pratiques peuvent être pensés et élaborés par l'enseignant selon la disponibilité du matériel et logiciels et en collaboration avec le centre de formation Siemens.

Connaissances préalables recommandées

Contenu du cours

Contenu de la matière:

TP1. Introduction au logiciel WinCC flexible (ou TIA Portal) de Siemens

TP2. Elaboration et Implémentation d'un système SCADA pour asservir le niveau d'eau dans un réservoir ou bien un chariot baladeur industriel (**Création et gestion des vues**)

TP3. Elaboration et Implémentation d'un système SCADA (communication entre PLC/IHM et variateur de vitesse).

- Variation de vitesse d'un moteur asynchrone triphasé par l'IHM et gestion des défauts analogiques et logiques.
- ou bien : Commande PID d'un moteur à courant continu ou un moteur pas à pas ou servomoteur (PWM) en langage Ladder, SCL, ...
- Concevoir un graphique correspondant du système complet
- Concevoir un système SCADA (HMI, variables à utiliser,)
- Soulever quelques contraintes de sécurités et proposer des solutions

TP4. Gestion des recettes

TP5. Archivage des variables et des alarmes, gestion des utilisateurs

TP6. Configuration d'une station PC Runtime

TP7. Réalisation d'un système de supervision communicante (internet).

Mode d'évaluation : 100% évaluation continue

Semestre: 3

UE Méthodologique Code : UEM 3.1

Matière: TP Commande des robots

VHS: 22h30 (TP: 1h30)

Crédits: 2

Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Mettre en pratique et donner un aspect concret aux notions vues au cours " Commande de robots de manipulation " par des travaux pratiques pour mieux comprendre et assimiler le contenu de cette matière.

Connaissances préalables recommandées

Contenu du cours

Contenu de la matière:

TP1. Initiation à Matlab Robotics Toolbox. (Transformations géométrique)

TP2. Modélisation géométrique et inverse d'un robot Plan (3DDL).

TP3. Modélisation cinématique directe et inverse.

TP4. Modélisation dynamique d'un robot plan (2DDL).

TP5. Génération de trajectoires en mode articulaire et cartésien.

TP6. Commande dynamique d'un robot

Mode d'évaluation : 100% évaluation continue

Semestre: 3

UE Méthodologique Code : UEM 3.1

Matière: TP Diagnostic des systèmes

VHS: 22h30 (TP: 1h30)

Crédits: 2

Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Savoir modéliser et simuler les systèmes continus et à événements discrets défaillants. Implémenter des algorithmes de diagnostic (diagnostiquer) permettant de détecter les défauts dans un SED/système continu.

Connaissances préalables recommandées:

Les langages de programmation des automates.

Contenu de la matière:

Prévoir des TP en relation avec le matériel disponible et en collaboration avec le centre de formation de **Siemens**.

TP1 : Diagnostic à base d'observateur d'une machine électrique défaillante.

TP2 : Diagnostic des fuites dans un système à trois cuves.

TP3 : Diagnostic des défauts d'un système de remplissage de bouteilles.

TP4 : Diagnostic des défauts des roulements (ou de court circuit) d'une machine tournante.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 100%

Semestre:3

Unité d'enseignement: UEM 3.2

Matière: TP Commande avancée

VHS: 45h00 (TP: 1h30)

Crédits: 2

Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Mise en œuvre des concepts vus en cours avec MATLAB/Simulink. Conception de contrôleurs MPC pour différents systèmes linéaires et non linéaires, simulations avec contraintes, comparaison des performances avec des régulateurs classiques.

Connaissances préalables recommandées

Contenu du cours

Contenu de la matière:

TP1 : Commande optimale LQG

Tp 2 : Synthèse par LMI. Un retour statique d'état ou retour dynamique de sortie avec application pratique (régulation de tension de sortie d'un onduleur triphasé ou commande de position et d'angle d'un pont transporteur de charge).

Tp 3 : Commande prédictive par approche fonction de transfert

Tp 4 : Commande prédictive par approche d'état

TP 5 : Commande adaptative

Mode d'évaluation : 100% évaluation continue

Semestre: 3

Unité d'enseignement: UEM 3.1

Matière: Projet Tuteuré en Automatique et intelligence artificielle

VHS: 15h00

Crédits: 2

Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Application des connaissances acquises au cours de Licence et du semestre S1 sous forme d'un projet industriel d'automatisation avec une application en intelligence artificielle et robotique, cnc ou autre.

Connaissances préalables recommandées:

Notions d'électronique, d'automatique et de mécanique.

Mode d'évaluation:

Evaluation continue: 100 %.

Référence :

<http://www.control.lth.se/Education/EngineeringProgram/FRT090.html>

Semestre : 1

Unité d'enseignement: UEM 3.1

Matière : Apprentissage automatique et profond appliqués en automatique

VHS: 22h30 (Cours: 1h30, TP : 3h)

Crédits : 2

Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

La maîtrise des techniques d'apprentissage automatique (machine learning) et apprentissage profond (deep learning) appliqués en automatique tout en appliquant quelques approches avancées d'optimisation utilisées pour ajuster les paramètres des modèles intelligents. Développer la capacité à implémenter et optimiser des modèles IA appliqués en automatique et adaptés à des applications industrielles.

Connaissances préalables recommandées: L'étudiant devra posséder les connaissances suivantes: Algèbre linéaire et probabilités de base, Programmation (Python ou MATLAB). Notions de base en optimisation numérique

Chapitre 1. Introduction à l'apprentissage automatique et profond

Définitions, objectifs, historique. Apprentissage supervisé vs non supervisé. Problèmes de classification, régression, clustering. Applications industrielles en automatique.

Chapitre 2. Modèles d'apprentissage supervisé et non supervisé

Régression linéaire et logistique. Arbres de décision. Machines à vecteurs de support (SVM). Réseaux de neurones artificiels de base. CNN,...etc. Évaluation des performances (métriques, validation croisée).

Chapitre 3. Optimisation pour l'apprentissage automatique et profond

Problèmes d'optimisation en IA. Méthodes de descente de gradient et variantes (momentum, Adam). Méthodes évolutionnaires et heuristiques (algorithmes génétiques, essaim particulaire, recuit simulé). Multi-objective optimization.

Chapitre 4. Régularisation et ajustement des hyperparamètres

Surapprentissage, sous-apprentissage. Techniques de régularisation (L1, L2, dropout). Recherche d'hyperparamètres (grid search, random search, Bayesian optimization).

Chapitre 5. Implémentation pratique (Application en maintenance prédictive)

Présentation d'outils et bibliothèques (scikit-learn, TensorFlow, PyTorch). Cas d'étude appliqués aux systèmes industriels (prédiction de pannes, contrôle qualité, maintenance prédictive).

Les TPs :

Reprendre les concepts vus en cours. Utilisation de Python (scikit-learn, TensorFlow) ou de Matlab pour construire, entraîner et optimiser différents modèles sur des jeux de données simulés et réels issus de banc de test réel (cas d'étude en utilisant une base de donnée de diagnostic des défauts de machines tournantes). Analyse comparative des performances des méthodes et ajustements par optimisation avancée.

Mode d'évaluation:

Examen : 60 %, TP : 40 %.

Références bibliographiques:

- Géron, Aurélien. **Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow**. O'Reilly, 2019.
- Goodfellow, Ian, Bengio, Yoshua, and Courville, Aaron. **Deep Learning**. MIT Press, 2016.
- Nocedal, Jorge, and Wright, Stephen J. **Numerical Optimization**. Springer, 2006

Semestre : 3

Unité d'enseignement: UED 3.1

Matière : Systèmes de contrôle distribués (DCS)

VHS: 22h30 (TP: 1h30)

Crédits : 1

Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Ce module vise à permettre aux étudiants de :

- Concevoir, configurer et déployer une application de contrôle distribué à l'aide de **SIMATIC PCS 7**
- Acquérir les compétences de **conception de projets industriels complexes** (multi-stations)

- Maîtriser les fonctionnalités d'**automatisation, supervision, interverrouillage et archivage**
- Être autonome dans la **documentation et le support** de projets industriels basés sur DCS.

Connaissances préalables recommandées :

L'étudiant devra posséder les connaissances suivantes :

Notions de base sur la programmation des automates programmables

Contenu de la matière:

TP 1 — Introduction au DCS SIMATIC PCS 7 (1 semaine)

- Concepts de DCS, architecture PCS 7
- Système design & spécification des composants (*System design and component specification*)

TP 2 — Construction du projet DCS (4 semaines)

- Création d'un multiprojet (*Creating a multiproject*)
- Configuration des stations et réseaux (*Configuration of stations and networks*)
- Création de la hiérarchie d'usine (*Creation of the plant hierarchy*)
- Syntaxe et règles PCS 7 (*Syntax rules for PCS 7 configuration*)

TP 3 — Développement de l'automatisation (5 semaines)

- Bases de CFC et blocs (*Basics of CFC and blocks*)
- Connexion au procédé (*Connection to the process*)
- Automatisation de base avec APL (*Basic automation with the APL*)
- Ingénierie tableur via Process Object View (*Spreadsheet-based engineering with process object view*)
- Contrôle séquentiel avec SFC (*Sequential controls with SFC*)
- Interlock et modes opératoires (*Interlock functions and operating modes*)

TP 4 — Supervision et HMI (Operating Station) (3 semaines)

- Fonctions de base pour le contrôle et la surveillance (*Basic functions for operator control and monitoring*)
- Mise en œuvre des modes manuel/automatique (*Implementation of manual and automatic operation*)
- Personnalisation de l'OS (*Easy to customize the OS*)
- Système de messages (*Basic of the message system*)
- Planification des groupes d'affichage et états (*Project planning of group displays and status displays*)

TP 5 — Archivage, documentation et finalisation (2 semaines)

- Système d'archivage (*The archiving system*)
- Ingénierie de masse (*Bulk data engineering*)
- Étapes finales de configuration (*Final configuration steps*)
- Documentation du projet et support en ligne (*PCS 7 documentation and online support*)

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 100 %.

Références bibliographiques:

- Lipták, Béla G. **Instrument Engineers' Handbook: Process Control and Optimization**. CRC Press, 2013.
- Popovik, Bogdan, & Salazar, Raúl. **Distributed Control Applications: Guidelines, Design Patterns, and Application Examples with the IEC 61499**. CRC Press, 2016.
- Mehta, S.K., & Reddy, R. **Process Control: Concepts, Dynamics and Applications**. PHI Learning, 2015.

Semestre: 3
Unité d'enseignement : UET 2.1
Matière 1 : Reverse Engineering
VHS : 45h00 (Cours : 1h30 et Atelier : 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement :

- Comprendre les principes et les objectifs du Reverse Engineering (RE) dans le domaine des sciences et de technologie (ST),
- S'initier aux outils et aux méthodes du RE dans la spécialité concernée.
- Appréhender la valeur et l'éthique des principes du RE dans le design, la fabrication et l'assurance qualité de produits,
- Encourager la pensée critique, la curiosité technique, l'ingénierie inverse raisonnée et l'innovation,
- Apprendre à analyser, documenter et modéliser un système existant sans documentation initiale.

Compétences visées

- Décomposer et analyser un système existant,
- Reproduire fidèlement un schéma technique ou un modèle 3D à partir d'un produit existant,
- Appliquer des outils de diagnostic et de simulation,
- Travailler en groupe sur un projet exploratoire,
- Identifier les limites juridiques de la rétroconception

Adaptabilité aux spécialités du domaine Sciences et Technologie :

- Toutes les spécialités du domaine ST sont concernées suivant
- Exemples de tâches : Documentation technique numérique, résultats de veille technologique, Gestion de projets techniques, Collaboration autour de plans, Analyses de rapports, Compréhension de procédés industriels, Suivi de données de production, Techniques de reporting, Prototypage, Essais)

Prérequis :

- Connaissances fondamentales dans la spécialité.

Contenu de la matière :

1. Introduction à la Réverse Engineering

- Historique, enjeux légaux et éthiques du RE,
- Définitions et champs d'application : Approches (matériels, logiciels, procédés...)
- Domaines : maintenance, re-fabrication, cybersécurité, veille concurrentielle

2. Méthodologie générale

- Analyse d'un système "boîte noire" (black box)
- Décomposition fonctionnelle
- Diagrammes de blocs, entrées/sorties, flux d'énergie ou d'information

3. Reverse engineering matériel

- Cartes électroniques : inspection visuelle, repérage de composants
- Utilisation d'outils : multimètre, oscilloscope, analyseur logique
- Reconnaissance de schémas électroniques
- Reconstitution de schémas sous KiCad / Proteus

4. Reverse engineering logiciel

- Analyse statique de binaires (ex : .exe, .hex)

- Décompilation, désassemblage (introduction à Ghidra, IDA Free, ou Hopper)
- Observation de comportements : sniffing, monitoring (ex : Wireshark)
- Cas des microcontrôleurs : lecture mémoire flash, extraction firmware

5. Reverse engineering mécanique

- Numérisation 3D : scanner, mesures manuelles
- Reproduction de modèles CAO à partir de pièces existantes
- Logiciels utilisés : SolidWorks, Fusion360

6. Sécurité et détection d'intrusion

- Reverse engineering dans la cybersécurité : détection de malware, vulnérabilités
- Signature de logiciels, protections contre le RE (obfuscation, chiffrement)

7. Cas d'études réels

- Analyse d'un produit obsolète ou inconnu (souris, alimentation, module Bluetooth, etc.)
- Exemple de rétroconception de pièce mécanique ou système simple (ventilateur, boîtier)

Exemples de TP (base les 4 Génies)

• Génie Electrique :

- Rétro-ingénierie d'un module électronique sans schéma
- Exemple : module Bluetooth, relais temporisé
- Objectifs : identifier le fonctionnement, dessiner le schéma, proposer une variante améliorée.
- Identification de composants (IC, transistors, résistances, etc.).
- Utilisation d'outils : multimètre, oscilloscope, analyseur logique.
- Lecture et extraction de firmware depuis un microcontrôleur.
- Introduction à la détection de contrefaçons électroniques.

• Génie Mécanique :

- Rétro-ingénierie d'un mécanisme simple
- Exemples : pompe manuelle, clé dynamométrique, mini-presse..
- Démontage mécanique d'un système (pompe, engrenage, vérin...).
- Mesures et reconstruction de plans ou modèles 3D avec logiciel CAO (SolidWorks, Fusion360).
- Identification de matériaux et modes de fabrication.
- Simulation fonctionnelle à partir du modèle recréé.

• Génie Civil :

- Analyse d'ouvrages existants sans plans (murs, dalles, structures...).
- Exemples : escalier métallique, appui de fenêtre, coffrage)
- Étude et rétroconception d'un élément de structure existant
- Identification des matériaux, des assemblages et des contraintes.
- Modélisation de l'ouvrage via Revit, AutoCAD ou SketchUp.
- Étude de réhabilitation ou reproduction d'éléments structurels anciens.

• Génie des Procédés :

- Rétroconception d'un module de laboratoire
- Exemples : instruments, distillation, filtration, échangeur, réacteur simples...
- Analyse de systèmes industriels existants (colonne de distillation, échangeur, réacteur...).
- Reconstitution des schémas PFD et PID à partir de l'observation d'une installation.
- Identification des capteurs, actionneurs, organes de commande.

- Étude de flux de matière/énergie dans un procédé.

Mode d'évaluation :

- TP techniques
- Mini-projet de rétro-ingénierie (rapport + soutenance)
- Examen final (QCM + étude de cas)
- Examen : 60% et CC TP : 40%

Références bibliographiques :

- Reverse Engineering for Beginners – Dennis Yurichev (gratuit en ligne)
- The IDA Pro Book – Chris Eagle (logiciels)
- Practical Reverse Engineering – Bruce Dang
- Documentation :
 - <https://ghidra-sre.org>
 - <https://www.kicad.org>
 - <https://www.autodesk.com/products/fusion-360>

Semestre: 3

Unité d'enseignement: UET 3.1

Matière : Internet des objets (cours 1h, TP 1h)

VHS : 22h30

Crédits : 1

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement:

Présenter les concepts fondamentaux et les architectures de l'Internet des Objets (IoT), familiariser les étudiants avec les technologies matérielles et logicielles utilisées, et les initier à la conception et à l'implémentation de solutions IoT adaptées aux besoins industriels.

Connaissances préalables recommandées

L'étudiant devra posséder les connaissances suivantes :

- Bases en réseaux informatiques et protocoles de communication
- Microcontrôleurs et capteurs
- Programmation (Python, C, ou similaire)

Contenu de la matière:

Chapitre 1. Introduction à l'Internet des Objets

Définitions, historique, évolutions, écosystèmes IoT, enjeux et applications industrielles.

Chapitre 2. Architectures IoT

Composants principaux : capteurs, actionneurs, passerelles, plateformes cloud. Modèles d'architecture (Edge, Fog, Cloud).

Chapitre 3. Protocoles de communication IoT

MQTT, CoAP, HTTP/REST, LoRaWAN, NB-IoT, Bluetooth Low Energy, ZigBee. Comparaison et cas d'usage.

Chapitre 4. Acquisition et traitement des données

Intégration des capteurs, collecte de données, prétraitement local, envoi et stockage sur plateformes distantes.

Chapitre 5. Sécurité et confidentialité dans l'IoT

Principes de base, vulnérabilités typiques, bonnes pratiques de sécurisation des objets et des communications.

Chapitre 6. Développement et intégration de solutions IoT

Mise en œuvre de prototypes IoT, intégration avec des plateformes cloud, visualisation des données, exploitation analytique.

Les TPs :

Travaux pratiques sur plateformes Arduino, ESP32 ou Raspberry Pi. Programmation de capteurs, envoi de données via MQTT/HTTP, visualisation sur plateformes cloud (par ex. ThingSpeak, Node-RED). Déploiement de mini-projets IoT en conditions simulées ou réelles.

Mode d'évaluation :

Examen : 60 %, TP : 40 %.

Références bibliographiques:

A titre d'exemples, les jeux suivant pourraient être retenus :

1. Raj, Pethuru, & Raman, Anupama C. **The Internet of Things: Enabling Technologies, Platforms, and Use Cases**. CRC Press, 2017.
2. Bahga, Arshdeep, & Madiseti, Vijay. **Internet of Things: A Hands-On Approach**. Universities Press, 2014.
3. Höller, Jan, et al. **From Machine-to-Machine to the Internet of Things**. Academic Press, 2014.