

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

HARMONISATION

OFFRE DE FORMATION MASTER

PROFESSIONNALISANT

Etablissement	Faculté / Institut	Département
USTHB	FEI	Electrotechnique

Domaine : Sciences et Technologie

Filière : Electrotechnique

Spécialité : GSIT - Génie des Systèmes Industriels et Tertiaires
(Arrêté N° 157 du 14 Février 2021)

Année universitaire : 2025-2026

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

مواصفة

عرض تكوين ماستر

مهني

المؤسسة	الكلية/ المعهد	القسم
ج.ع.ت.ه.ب	ك.إ.إ	إلكتروني

الميدان : علوم و تكنولوجيا

الشعبة : إلكتروني

التخصص : هندسة الأنظمة الصناعية و الثلاثية

رقم قرار 157 في المؤرخ 2021/02/14

السنة الجامعية: 2026-2025

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Arrêté n° 157 du 14 FEV. 2021
Modifiant l'annexe de l'arrêté n°1384 du 09 août 2016
portant harmonisation des Masters habilités au titre de
l'Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene
pour le domaine «Science et Technologies» à titre de régularisation

Le Ministre de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique,

- Vu la loi n°99-05 du 18 Dhou El Hidja 1419 correspondant au 4 avril 1999, modifiée et complétée, portant loi d'orientation sur l'enseignement supérieur ;
- Vu le décret n°84-210 du 21 Dhou El Kaada 1404 correspondant au 18 août 1984, modifié et complété, relatif à l'organisation et au fonctionnement de l'université des sciences et de la technologie Houari Boumediene;
- Vu le décret présidentiel n° 20-163 du Aouel Dhou El Kaada 1441 correspondant au 23 juin 2020, complété et modifié, portant nomination des membres du Gouvernement ;
- Vu le décret exécutif n°08-265 du 17 Chaâbane 1429 correspondant au 19 août 2008 portant régime des études en vue de l'obtention du diplôme de licence, du diplôme de master et du diplôme de doctorat ;
- Vu le décret exécutif n°13-77 du 18 Rabie El Aouel 1434 correspondant au 30 janvier 2013, fixant les attributions du ministre de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique ;
- Vu l'arrêté n°75 du 26 mars 2012 portant création, composition, organisation et fonctionnement du Comité Pédagogique National de Domaine;
- Vu l'arrêté n°1384 du 09 août 2016 portant harmonisation des Masters habilités au titre de l'Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, pour le domaine « Sciences et Technologies»;
- Vu le rapport du Comité Pédagogique National du Domaine «Sciences et Technologies» du 26 janvier 2021,

ARRETE

Article 1^{er} : Est modifiée l'annexe de l'arrêté n°1384 du 09 août 2016, susvisé, conformément à l'annexe du présent arrêté.

Art. 2: Les dispositions du présent arrêté sont applicables aux étudiants inscrits en 1^{ère} année Master au titre des années universitaires 2019-2020 et 2020-2021

Art.2: Le Directeur Général des Enseignements et de la Formation Supérieurs et le Recteur de l'Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'application du présent arrêté qui sera publié au bulletin officiel de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique.

Fait à Alger le : 14 FEV. 2021

Le Ministre de l'enseignement supérieur
et de la recherche scientifique



Annexe de l'arrêté n° 157 du 14 FEV. 2021

**Modifiant l'annexe de l'arrêté n°1384 du 09 aout 2016
Portant harmonisation des Masters habilités au titre de l'Université
des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene
pour le domaine «Science et Technologies»**

Domaine	Filière	Spécialité	Type
Sciences et Technologies	Automatique	Automatique et systèmes	A
		Automatisation industrie et Process	P
	Electromécanique	Maintenance industrielle	A
	Electronique	Electronique des systèmes embarqués	A
		Instrumentation	A
	Electrotechnique	Electrotechnique industrielle	A
		Génie des systèmes industriels et tertiaires	P
		Machines électriques	A
		Réseaux électriques	A
	Génie biomédical	Energies renouvelables en électrotechnique	A
		Instrumentation biomédicale	A
		Equipement de l'habitat	A
	Génie civil	Structures	A
		Génie climatique	A
	Génie des procédés	Génie alimentaire	A
		Génie chimique	A
		Génie pharmaceutique	A
		Génie de l'environnement	A
		Ingénierie et gestion de l'eau	A
		Construction mécanique	A
	Génie mécanique	Energétique	A
		Fabrication mécanique et productique	A
		Génie des matériaux	A
		Ingénierie des matériaux et des surfaces	A
		Installations énergétiques et turbomachines	A
		Technologie et fabrication mécanique	A

SOMMAIRE

I - Fiche d'identité du Master	-----
1 - Localisation de la formation	-----
2 - Partenaires de la formation	-----
3 - Contexte et objectifs de la formation	-----
A - Conditions d'accès	-----
B - Objectifs de la formation	-----
C - Profils et compétences visées	-----
D - Potentialités régionales et nationales d'employabilité	-----
E - Passerelles vers les autres spécialités	-----
F - Indicateurs de suivi de la formation	-----
G - Capacités d'encadrement	-----
4 - Moyens humains disponibles	-----
A - Enseignants intervenant dans la spécialité	-----
B - Encadrement Externe	-----
5 - Moyens matériels spécifiques disponibles	-----
A - Laboratoires Pédagogiques et Equipements	-----
B- Terrains de stage et formations en entreprise	-----
C - Laboratoires de recherche de soutien au master	-----
D - Projets de recherche de soutien au master	-----
E - Espaces de travaux personnels et TIC	-----
II - Fiche d'organisation semestrielle des enseignement	-----
1- Semestre 1	-----
2- Semestre 2	-----
3- Semestre 3	-----
4- Semestre 4	-----
5- Récapitulatif global de la formation	-----
III - Programme détaillé par matière	-----
IV – Accords / conventions	-----

I – Fiche d'identité du Master

1 - Localisation de la formation :

Université des sciences et Technologie Houari Boumedienne USTHB
Faculté d'Electronique et d'Informatique FEI
Département : Electrotechnique

2- Partenaires de la formation *:

- Autres établissements universitaires :

ENP Ecole Nationale Polytechnique

- Entreprises et autres partenaires socio économiques :

1. DEO Electronique
2. DEF Algérie Spa
3. Petrofina
4. El Sewedy
5. Schneider Electric Algérie
6. Legrand Algérie
7. Honeywell Algérie

- Partenaires internationaux :

1. University LeakHaed Canada

*** les conventions sont en annexe de la formation**

3 – Contexte et objectifs de la formation

A – Conditions d'accès *(indiquer les spécialités de licence qui peuvent donner accès au Master)*

1. Licence Electrotechnique
2. Licence Automatique
3. Licence Electromécanique

B - Objectifs de la formation *(compétences visées, connaissances pédagogiques acquises à l'issue de la formation- maximum 20 lignes)*

La formation a pour principal objectif de donner une formation de haut niveau dans le domaine de la mise en œuvre des solutions industrielles et de l'intégration des systèmes en s'appuyant sur des connaissances en génie électrique et en informatique industrielle.

La formation est basée sur l'analyse de systèmes industriels, la mise en œuvre de matériels utilisés dans le monde industriel et l'exploitation des nouvelles technologies (Industry 4.0, IA, Smart solutions).

On s'intéresse aux méthodes de conduite des installations industrielles et tertiaires. Mais le moyen d'y parvenir est loin d'être simple du fait de l'étendue du domaine et de la variété des processus. En effet un choix rigoureux d'un certain nombre de domaine a été établi afin de rassembler la majorité des problèmes rencontrés en industrie. Notre objectif est la synthèse des commandes industrielles de base pour la conduite des installations industrielles et tertiaires. Les activités de recherche les plus importantes portent principalement sur les points suivants :

- Bâtiments intelligents et supervision.
- Commande et modélisation des actionneurs industriels.
- Interface de commande et réseaux locaux industriels.
- Distribution et transport de l'énergie électrique dans une installation industrielle.
- Convergence IoT des réseaux de communication.
- Industrie 4.0
- IoT
- IA

En combinant le savoir faire des deux secteurs d'activités, nous espérons ainsi contribuer efficacement à la conjonction d'une connaissance poussée des outils de l'automatique moderne et de la maîtrise des réalisations des installations industrielle opérationnelles (bâtiment intelligent, les automates, protocole de communication, IA IoT). Ainsi nous nous intéressons de plus à l'aspect pratique du problème de façon à être capable, sur des équipements industriels, d'effectuer des tests et d'interpréter les résultats des observations afin d'opérer des mises en service, des réglages de paramètres des équipements relevant de ces techniques.

C – Profils et compétences métiers visés *(en matière d'insertion professionnelle - maximum 20 lignes) :*

La formation proposée vise à obtenir un bon équilibre entre :

- *Les disciplines de base* (mécanique, électricité, thermique, matériaux) nécessaires à la résolution de tout problème technique qui peut se poser en atelier ou service de conception, de production ou de maintenance dans les établissements des différents secteurs industriels,
- *Les compléments de formation générale* nécessaires au futur diplômé, mettant l'accent entre autres sur le rôle important d'animation qu'il aura à jouer dans son métier,

- *Les spécificités techniques* liées aux réalités industrielles : études, Conception, Prototypage, réalisation ; production et maintenance.

En effet, les diplômés en Génie des Systèmes Industriel et Tertiaires seront confrontés à des ensembles au sein desquels les phénomènes électriques, mécaniques et thermiques sont interdépendants. Ils devront participer à leur étude, leur mise en œuvre, leur suivi, leur développement et leur application. En effet ils doivent assurer encore la maintenance et, le cas échéant, la construction.

Etant donné le caractère polyvalent de la formation, il n'existe pas d'options pour ce Master. Toutefois, une latitude de 50 % sur les volumes horaires à l'intérieur de chaque unité d'enseignement fondamentale est rajoutée à chaque matière pour adapter les enseignements au contexte industriel visé sous forme de CC.

D- Potentialités régionales et nationales d'employabilité des diplômés

Les titulaires du Diplôme de ce master ont leur place au sein des services à compétences polyvalentes dans des secteurs industriels très variés : agro-alimentaire, bâtiment, chimie, électricité, énergétique, informatique, mécanique, médical, nucléaire, pétrole, transports...etc.

Le domaine d'activités qui leur est ouvert est donc très vaste et très diversifié ; on ne peut donc dresser une liste exhaustive des métiers auxquels ils ont accès. On peut toutefois citer à titre indicatif :

- Les unités de production industrielle tous domaines confondus,
- Les unités de fabrication de matériels électromécaniques, automatiques et autres.
- Les services d'installation générale, études, travaux neufs, méthodes,
- Les services de maintenance et d'intervention, de maintenance préventive et corrective,
- Les services techniques chargés des problèmes énergétiques, de pollution et d'environnement,
- Les services sécurité (anti-incendie, extinction...etc.)
- Les services qualité,
- Les services commerciaux (après-vente, technico-commercial, vente, achat),
- Les chaînes de montages
- Les installations industrielles intelligentes.
- Smart grid.
- Chaînes de production

Le contact avec le milieu professionnel doit être développé au maximum. Non seulement les professionnels participent à la vie du Master à l'occasion des sessions des jurys d'admission et de délivrance des diplômes mais il est nécessaire qu'ils prennent une part active importante lors des suivis de stages et de mise en œuvre de projets et études de cas. Ils doivent en outre prendre une part directe à l'enseignement. Une participation de 10% est considérée comme un minimum

E – Passerelles vers d'autres spécialités

- Master Réseaux Electrique.
- Master Electrotechnique industrielle
- Master Machines Electriques
- Master Energies Renouvelables
- Masters en Automatique

F – Indicateurs de suivi de la formation

- Département d'Electrotechnique.
- Une commission de suivi formée par les enseignants.
- Promoteur proposant des sujets assurant la formation.
- Co-promoteur des entreprises nationales

G – Capacité d'encadrement (donner le nombre d'étudiants qu'il est possible de prendre en charge)

Vu le cadre du master proposé (master professionnalisant), le nombre de candidats pour ce Master est de Trente (30) étudiants

4 – Moyens humains disponibles

A : Enseignants de l'établissement intervenant dans la spécialité:

Nom, prénom	Diplôme graduation + Spécialité	Diplôme Post graduation + Spécialité	Grade	Type d'intervention *	Emargement
Guenfaf Lakhdar	Ingenieur d'Etat Auto	Docteur d'état	Professeur	Resp Master	
Guedouani Rabea	Ingenieur d'Etat ELT	Doctorat ELT	MC B	Cours, TD, TP	
Mecheri Yacine	Ingenieur d'Etat ELT	Doctorat	MCB	Cours, TD	
Hasni Mourad	Ingenieur d'Etat ELT	Docteur d'état ELT	Professeur	Cours, TD, TP	
A Nait seghir	Ingenieur d'Etat Auto	Docteur d'état Auto	Professeur	Cours, TD, TP	
Bali Nourredine	Ingenieur d'Etat Auto	Docteur d'état Auto	Professeur	Cours, TD, TP	
Ladjici Mohamed Amine	Ingenieur d'Etat Auto	Docteur d'état Auto	Professeur	Cours, TD, TP	
Guedouani Rabea	Ingenieur d'Etat ELT	Doctorat ELT	MC B	Cours, TD, TP	
Guerbas Fettouma	Ingenieur d'Etat ELT	Doctorat ELT	MC A	Cours, TD, TP	
Tiguercha Ahmed	Ingenieur d'Etat ELT	Doctorat ELT	MC A	Cours, TD, TP	
Fiala Bachir	Ingenieur d'Etat ELT	Magister ELT	MA A	Cours, TD, TP	
Laribi Malika	Ingenieur d'Etat ELN	Magister ELN	MAA	Cours TP	
Kheloui Aziz	Ingenieur d'Etat ELT	Doctorat ELT	Professeur	Cours TD TP	
Achaibou nadia	Ingenieur d'Etat ELT	Doctorat ELN	MC A	Cours TD TP	
Aouina Karima	Ingenieur d'Etat ELN	Doctorat ELN	MCB	Cours TD	
Derras Mohamed	Ingenier d Etat ELN	Doctorat	MCA	Cours TD	
Kheiter Amel	Master en RE	Doctorat ELT LMD	MC B	Cours TD TP	

* = Cours, TD, TP, Encadrement de stage, Encadrement de mémoire, autre (à préciser)

B : Encadrement Externe :

Etablissement de rattachement : Legrand

Nom, prénom	Diplôme graduation + Spécialité	Diplôme Post graduation + Spécialité	Grade	Type d'intervention *	Emargement
N Lamiri	Ingenieur ELT		Resp	Stage	

Etablissement de rattachement : DEF Algerie

Nom, prénom	Diplôme graduation + Spécialité	Diplôme Post graduation + Spécialité	Grade	Type d'intervention *	Emargement
S Kadouri	Ingenieur		DG	Stage	

* = Cours, TD, TP, Encadrement de stage, Encadrement de mémoire, autre (à préciser)

5 – Moyens matériels spécifiques disponibles

A- Laboratoires Pédagogiques et Equipements : Fiche des équipements pédagogiques existants pour les TP de la formation envisagée (1 fiche par laboratoire)

Intitulé du laboratoire : Systèmes Automatisés Labo 50

Capacité en étudiants : 15

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	Observations
01	Banc pour Montages industriels	5	
02	Maquettes pour Différents types	5	
03	Banc d'alimentation Tri et mono sécurisé	5	

Intitulé du laboratoire : Equipements Industriels Labo 49

Capacité en étudiants : 15

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	Observations
01	Relais (Magnétiques, thermiques, chronométriques, ...etc.)	15	Equipement renouvelable (consommable)
02	Contacteurs de différents types et différentes puissances	15	Equipement renouvelable (consommable)
03	Relais de protections numériques de différents types	15	Equipement renouvelable (consommable)
04	Boutons poussoirs (ouvert et fermé au repos)	50	Equipement renouvelable (consommable)
05	Disjoncteurs monophasé t triphasé différents calibres	15	Equipement renouvelable (consommable)
06	Pupitres d'alimentation (continu fixe, continu variable, alternatif monophasé fixe, alternatif monophasé variable alternatif triphasé fixe, alternatif triphasé variable)	05	Equipement renouvelable (consommable)
07	Fin de course	60	Equipement renouvelable (consommable)

Intitulé du laboratoire : Commande numérique et μ -contrôleurs Labo 29

Capacité en étudiants : 15

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
01	Maquette pour commande numérique d'un processus (Différents types)	5	
02	Maquette pour conversion analogique numérique	5	
03	Programmeur numérique (Calculateur)	5	
04	Microcontrôleur	2	
05	Maquette pour automate programmable	4	
06	Pupitres d'alimentation (continu fixe, continu variable, alternatif monophasé fixe, alternatif monophasé variable alternatif triphasé fixe, alternatif triphasé variable)	4	

Intitulé du laboratoire : Régulation industrielle Labo28

Capacité en étudiants : 15

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
01	Variateurs de vitesse	5	
02	Maquette pour régulateur PID	5	
04	Maquette pour réglage de vitesse d'un moteur à aimants permanents avec hacheur	5	
05	Maquette pour réglage de vitesse d'un moteur avec onduleur de puissance	5	
06	Maquette pour réglage de niveau d'eau	4	

Intitulé du laboratoire : Entraînement Electrique 1 Labo3

Capacité en étudiants : 15

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
01	Banc d'essai Machine à courant continu à excitation séparée	5	4KW
02	Banc d'essai Machine à courant continu à excitation shunt	5	4KW
03	Banc d'essai Machine à courant continu à excitation série	5	4KW
04	Transformateur monophasé	5	3KVA
05	Transformateur triphasé	5	3KVA
06	Charges résistives	5	
07	Charges inductives	5	
08	Charges capacitatives	5	
09	Pupitres d'alimentation (continu fixe, continu variable, alternatif monophasé fixe, alternatif monophasé variable alternatif triphasé fixe, alternatif triphasé variable)	5	

Intitulé du laboratoire : Entrainement Electrique 2 Labo3
Capacité en étudiants : 15

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
01	Moteur asynchrone triphasé à rotor à cage d'écureuil accouplé à une dynamo frein	5	
02	Moteur asynchrone triphasé à rotor bobiné accouplé à une dynamo frein	5	
03	Alternateur triphasé équipé d'un synchronoscope de couplage sur le réseau	5	
04	Pupitres d'alimentation (continu fixe, continu variable, alternatif monophasé fixe, alternatif monophasé variable alternatif triphasé fixe, alternatif triphasé variable)	5	
05	Banc d'essai machine asynchrone-Alternateur	5	
06	Banc d'essai M.C.C.- Alternateur	5	
07	Banc d'essai M.S – Alternateur + Excitatrice C.C	5	

Intitulé du laboratoire : Informatique industrielle Labo 29
Capacité en étudiants : 15

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
01	Banc pour Montages industriels.	5	
02	Automate programmable	5	
03	Banc d'alimentation Tri et mono sécurisé	5	
	PC pour Step 7 (TIA Portal)	5	

Intitulé du laboratoire : Electronique de puissance Labo 4
Capacité en étudiants : 15

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
01	Banc pour Montages industriels.	5	
02	Carte de puissance	5	
03	Banc d'alimentation Tri et mono sécurisé	5	
04	Composant de puissance	5	
05	Maquette pour réglage de vitesse d'un moteur avec onduleur de puissance	6	
06	Maquette pour réglage de vitesse d'un moteur à courant continu avec hacheur	6	
07	Maquette de redresseur à thyristors	6	

Intitulé du laboratoire : Instrumentation Industrielle Labo nouveau bloc
Capacité en étudiants : 15

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
01	Maquette transducteurs piézorésistifs.	5	
02	Maquette transducteurs optiques et thermiques	5	
03	Maquette transducteurs électromagnétiques	5	
04	Oscilloscope, Alim Stabilisée, GBF	5	

Intitulé du laboratoire : Identification des systèmes Labo 48
Capacité en étudiants : 15

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
01	Maquette de système pour identification.	5	
02	Capteurs pour mesure	5	
03	Panneaux solaires et batteries	5	
04	Oscilloscopes numériques, Alim Stabilisée, GBF	5	

B- Terrains de stage et formation en entreprise :

Lieu du stage	Nombre d'étudiants	Durée du stage
El Sewedy	3	1 semaine
Legrand	3	1 semaine
DEF Algérie	3	1 semaine
Schneider Electrique	3	1 semaine
Petrofina	3	1 semaine
ABB Somafe	3	1 semaine
DEO Electronique	3	1 semaine

C- Laboratoire(s) de recherche de soutien au master :

Laboratoire des Systèmes Electriques et Industriels LSEI

Chef du laboratoire Mohamed Menaa
N° Agrément du laboratoire 187 11 Décembre 2007
Date :
Avis du chef de laboratoire :

D- Projet(s) de recherche de soutien au master :

Intitulé du projet de recherche	Code du projet	Date du début du projet	Date de fin du projet
Smart District et gestion d'énergie	A01L07UN160420220003	2022	2026
Caractérisation des matériaux des systèmes à isolation électrique sous l'effet des contraintes de service	A01L07UN160420220012	2022	2026

E- Espaces de travaux personnels et TIC :

- Espace au sein de la faculté.
- Locaux dans le nouveau bloc de TP.

II – Fiche d'organisation semestrielle des enseignements

(Prière de présenter les fiches des 4 semestres)

1- Semestre 1 :
Master Pro : GSIT Génie des Systèmes Industriels et Tertiaires

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14-16 sem	C	TD	TP	Autres			Continu	Examen
UE fondamentales									
UEF1(O/P)									
Méthodologie de dimensionnement des Entrainements Electriques	45h00	1h30	1h30			2	4	40%	60%
Systèmes Contrôle Commande Industriels	45h00	1h30	1h30			2	4	40%	60%
Modélisation des systèmes Industriels	45h00	1h30	1h30			2	4	40%	60%
UEF2(O/P)									
Réseaux Electriques intelligents	45h00	1h30	1h30			2	4	40%	60%
Techniques d'Optimisation et EDP	22h30	1h30	1h30			2	2	40%	60%
UE méthodologie									
UEM1(O/P)									
Techniques Optimisation et EDP	22h30			1h30		1	2	100%	
Identification des Systèmes	22h30			1h30		1	2	100%	100%
Entrainements Electriques 1	22h30			1h30		1	2	100%	
UEM2(O/P)									
Système Contrôle commande Industriels 1	22h30			1h30		1	2	100%	
Programmation Avancée en Python	45h00	1h30		1h30		2	2	40%	60%
UE découverte									
UED1(O/P)									
Méthodologies d'étude et de Gestion des projets	22h30	1h30				1	2		100%
Total Semestre 1	382h30	10h30	7h30	7h30		17	30		

2- Semestre 2 : Master Pro : GSIT Génie des Systèmes Industriels et Tertiaires

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14-16 sem	C	TD	TP	Autres			Continu	Examen
UE fondamentales									
UEF1(O/P)									
Informatique Industrielle et Systèmes connectés	45h00	1h30	1h30			2	4	40%	60%
Conception des systèmes Intelligents Industriels	45h00	1h30	1h30			2	4	40%	60%
UEF2(O/P)									
Electronique de puissance pour systèmes embarquées	45h00	1h30	1h30			2	3	40%	60%
Techniques avancées de diagnostic et Maintenance industrielle	45h00	1h30	1h30			2	3	40%	60%
UE méthodologie									
UEM1(O/P)									
Système de contrôle commande Industriels 2	22h30			1h30		1	2	100%	
Entrainement électrique 2	22h30			1h30		1	2	100%	
Informatique Industrielle	22h30			1h30		1	2	100%	
UEM2(O/P)								100%	
Electronique de puissance	22h30			1h30		1	2	100%	
Régime du neutre et SLT	22h30			1h30		1	2	100%	
UE transversales									
UET1(O/P)									
Protections numériques Intelligentes	22h30	1h30				1	2		100%
Intelligence Artificielle appliquée aux systèmes électriques	45h00	1h30		1h30		2	2	40%	60%
Technologie des systèmes de Haute tension	22h30	1h30				1	2		100%
Total Semestre 2	382h30	10h30	6h00	9h00		17	30		

3- Semestre 3 :

Master Pro : GSIT Génie des Systèmes Industriels et Tertiaires

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14-16 sem	C	TD	TP	Autres			Continu	Examen
UE fondamentales									
UEF1(O/P)									
Techniques avancées de commande intelligentes	45h00	1h30	1h30			2	4	40%	60%
Conception des Installations électriques industrielles	45h00	1h30	1h30			2	4	40%	60%
UEF2(O/P)									
Traitement de signal pour l'industrie	22h30	1h30	1h30			1	2	40%	60%
Actionneur Industriels	45h00	1h30	1h30			2	4	40%	60%
UE méthodologie									
UEM1(O/P)									
Commande numérique	45h00			1h30		1	2	100%	
Outils numériques Industriels de conception et de dimensionnement	45h00	1h30		1h30		2	2	40%	60%
UEM2(O/P)									
μ-contrôleurs	22h30			1h30		1	2	100%	
Régulation industrielle	22h30			1h30		1	2	100%	
UE transversales									
UET1(O/P)									
Sécurité industrielle et habilitation	22h30	1h30				1	2		100%
Reverse Engineering	45h00	1h30	1h30			2	2	40%	60%
Séminaires et Visite de sites Industriels	22h30			3h00		2	4	100%	
Total Semestre 3	382h30	10h30	7h30	9h00		17	30		

4- Semestre 4 : Master Pro : GSIT Génie des Systèmes Industriels et Tertiaires

Domaine : ST

Filière : Electrotechnique

Spécialité : Génie des Systèmes Industriels et Tertiaires

Stage en entreprise sanctionné par un mémoire et une soutenance.

	VHS	Coeff	Crédits
Travail Personnel	125	4	7
Stage en entreprise	62.5	5	9
Séminaires	62.5	4	7
Autre (préciser)	125	4	7
Memoire			
Total Semestre 4	375h00	17	30

5- Récapitulatif global de la formation : (indiquer le VH global séparé en cours, TD, pour les 04 semestres d'enseignement, pour les différents types d'UE)

	UEF	UEM	UED	UET	PFE	Total
Cours	19.5	3	1.5	7.5		31.5
TD	19.5			1.5		21
TP		21		4.5		25.5
Travail Personnel					25.5	25.5
Total	39	24	1.5	13.5	25.5	103.5
% en credit	38%	23%	1%	13%	25%	100%

III - Programme détaillé par matière (1 fiche détaillée par matière)

Intitulé du Master : Génie des Systèmes Industriels et Tertiaires

Semestre : S1

Intitulé de l'UE : UEF

**Intitulé de la matière : Méthodologie de dimensionnement des Entraînements
Electriques**

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement

Ce cours a pour objectif de permettre aux étudiants d'acquérir les connaissances nécessaires au choix des composants d'un entraînement électrique. Ce module permettra à l'étudiant d'acquérir l'ensemble des connaissances lui permettant d'identifier les machines électriques existant dans l'industrie de même qu'il lui donne les outils nécessaires pour réaliser leur démarrage, leur freinage ainsi que la variation de leur vitesse.

Les objectifs ciblés sont : Les principes d'opération, classification et diagrammes structurels des systèmes d'entraînement. Conversion électromécanique et équations de mouvement. Analyse du fonctionnement des machines à courant continu et alternatif ; élaboration structurelle et caractéristiques opérationnelles des systèmes d'entraînement ; notions de commande en vitesse et en couple des machines

Connaissances préalables recommandées :

Connaissances de base en Electrotechnique générale, Mécanique, Thermique, Machines Electriques, Electronique de puissance, Commande des machines électriques.

Contenu de la matière

I. Généralités sur les entraînements électriques

Définition des entraînements électriques, point de vue fonctionnel, structure générale d'un entraînement électrique, méthodologie d'étude d'un entraînement électrique

II. Méthodologie de dimensionnement d'une motorisation électrique

Spécifications techniques de la charge mécanique à entraîner (Couple quadratique, constant ou puissance constante, gamme de vitesses, conditions environnementales de fonctionnement)

Spécifications techniques du moteur d'entraînement (Couple maximal et puissance requise, couple et puissance de démarrage, profils de vitesse, procédures de freinage, cycles de fonctionnement du moteur, types de ventilation du moteur, performances statiques et dynamiques exigées, etc.)

III. Caractéristiques des charges mécaniques industrielles

Caractéristiques de couple et de puissance

Charge ventilateur, charge de levage, d'ascension, de traction etc...

IV. Organes de transmission mécanique

Organes de transmission rotatif-rotatif (organes à pignons, à vis sans fin, à courroie)

Organes de transmission rotatif-linéaire (organes à crémaillère, à vis sans fin, à came)

Cas d'un entraînement d'axe : optimisation du profil de vitesse

V. Eléments de choix du moteur d'entraînement

- Capacité de charge du moteur électrique dans le plan couple-vitesse (Quadrants de fonctionnement, caractéristiques couple-vitesse en régime de charge continu, en surcharge et en surcharge transitoire)
- Exemples d'application (Capacité de charge à couple constant, Capacité de charge à couple quadratique)
- Classes d'échauffement des moteurs électriques (Classes d'isolation, Courbes de vieillissement thermique, Durée de vie des moteurs électriques, Tables de déclassement des moteurs électriques)
- Cycles de fonctionnement (Services S1 - S10)
- Indices de refroidissement et de ventilation des moteurs électriques (Norme IC)
- Indices de protection des moteurs électriques (Norme IP)
- Indices de construction et de montage des moteurs électriques (Norme IM)
- Exemple d'application 1 : Procédure de choix d'un moteur électrique dans le cas d'un service continu (S1).
- Exemple d'application 2 : Procédure de choix d'un moteur électrique dans le cas d'un service intermittent périodique (S3).

VI. Eléments de choix de l'alimentation de puissance

Spécifications sur la tension d'alimentation

Effet du déséquilibre des tensions d'alimentation et éléments de déclassement des moteurs électriques

VII. Architectures matérielles des variateurs de vitesse industriels

Variateurs de vitesse pour machines à courant continu

Variateurs de vitesse pour machines asynchrones

Variateurs de vitesse pour moteurs synchrones à aimants permanents et brushless

Variateurs de vitesses de servomoteurs

Mode d'évaluation ;

Control continu : 40% ; Examen : 60%.

Polycopiés et livres

1. Seguié « Electrotechnique industrielle »
2. Dalmasso « Conversion Electromagnétique »
3. Fouillet « Electrotechnique à l'usage des ingénieurs »
4. M. Nasser, Cours Electrotechnique, 2eme Partie : Les entraînements Electriques, disponible sur internet : www.hei.fr

Intitulé du Master : *Génie des Systèmes Industriels et Tertiaires*

Semestre : *S1*

Intitulé de l'UE : *UEF*

Intitulé de la matière : *Systèmes Contrôle commande Industriels*

Crédits : *4*

Coefficients : *2*

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière*).

Cette matière permettra au candidat de se familiariser avec les équipements industriels et d'en différencier les différentes fonctionnalités. IL commencera par la couche instrumentation jusqu'à la couche puissance des grands actionneurs.

Tout le long de cette matière, la technologie et les fonctions de bases du différent matériel seront étudié ainsi que les techniques d'installations et d'intégration de ce dernier en industrie. Les fonctions de comportement, de sécurité, de condition de pose seront étudiées. Un certain nombre d'équipements sera étudié en fonction de leur tâche dans l'installation a savoir :

- Comprendre les composants et les architectures des systèmes de contrôle-commande industriels.
- Savoir sélectionner et intégrer les appareillages (relais, capteurs, automates, etc.).
- Savoir interpréter un schéma de contrôle-commande.
- Développer des compétences pratiques en diagnostic et en maintenance.

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement*).

Connaissance des catalogues techniques.

Contenu de la matière :

- Introduction aux équipements industriels de contrôle commande.
- Normes et sécurité en contrôle-commande Normes IEC 61131, CEI 60204. Sécurité fonctionnelle (SIL).dispositifs d'arrêt d'urgence, barrières immatérielles
- Différents types Appareillage de terrain des équipements industriels de contrôle commande.
- Interfaces homme-machine (IHM)
- Fonction de base des équipements industriels (Sectionnement, sécurité, protection, mesure, commande, communication).
- Méthodologie de Dimensionnement et de choix des équipements industriels.
- Dossier technique des équipements industriels pour la maintenance préventive.

Mode d'évaluation : 60% Examen et 40% CC

Références

(Livres et photocopiés, sites internet, etc).

1. Schématique Schneider Electriques
2. Installation industrielle Dunod
3. Automatismes Dunod
4. Electrotechnique industrielle Dunod
5. Appareillage Electrique Dunod
6. Génie Electrotechnique Dunod
7. Maintenance Electrotechnique
8. Cahier technique Schneider Electric
9. Normes CEI/IEC (extraits)

Intitulé du Master : Génie des systèmes Industriels et tertiaires

Semestre : S1

Intitulé de l'UE : UEF

Intitulé de la matière : Modélisation des systèmes Industriels

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes*).

Cette matière permettra à l'étudiant d'approfondir ces connaissances en modélisation et en identification pour les systèmes complexes (non linéaire et variant dans le temps, système multivariable, stochastique). En plus à se confronter à des problèmes industriels réels en termes de modèle de représentation utiles pour des fin de commande et d'amélioration et d'étude de process. En outre des modélisations par Digital Twin sera abordée.

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes*).

Techniques d'identification classiques,

Equations différentielles non linéaires.

Matrice

Contenu de la matière (*indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel*)

Chapitre 1 Notions de base sur les systèmes industriels et tertiaires

Chapitre 2 Intérêts et Objectifs de la modélisation en industrie

Chapitre 3 Modèle de connaissance et modèle de représentation (représentation temporelle et représentation fréquentielle)

Chapitre 4 Représentation des systèmes (analytique et graphiques)

Chapitre 5 Représentation des systèmes et Industrie 4,0

Chapitre 6 Modélisation par Digital Twin

Mode d'évaluation : Examen 60% CC 40%

Références (*Livres et polycopiés, sites internet, etc*).

1. Ljung, Recursive identification, Prentice Hall
2. ID Landau, Identification des systèmes Ed Hermes
3. L. Marret, Regulation automatique Dunod
4. Ravin, State space Approach Jhon Wiley and Son
5. JJ Craig Mechanical System Mac graw Hill
6. DISTEFANO, Systeme Asservi, Serie Schaum

Intitulé du Master : Génie des systèmes Industriels et tertiaires

Semestre : S1

Intitulé de l'UE : UEF

Intitulé de la matière : Réseaux Electriques Intelligents

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement (Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière).

Ce module permet aux étudiants d'acquérir des connaissances en matière d'organisation du système d'énergie (réseaux électriques) et de son fonctionnement en régime établi. Les systèmes performants à efficacité énergétique dans les réseaux de distribution électrique au niveau des sites industriels et tertiaires feront également l'objet de cette matière.

- Comprendre le fonctionnement des réseaux électriques classiques et intelligents.
- Parvenir à modéliser et analyser un réseau de distribution
- Comprendre l'évolution des réseaux de distribution vers des architectures intelligentes (Smart Grids)
- Intégrer les outils numériques (capteurs, IoT, IA) dans la gestion et l'analyse des réseaux

Connaissances préalables recommandées : Electrotechnique, physique, mathématique, informatique.

Contenu de la matière :

Chapitre 1: Fondamentaux des Réseaux Électriques

- Architecture des réseaux de transport et de distribution
- Composants principaux : Générateurs, transformateurs, lignes, disjoncteurs, postes HT/MT/BT
- Modélisation des flux de puissance (Load Flow)
- Régulation de tension et de fréquence

Chapitre 2 : Réseau de distribution électrique

- Postes de livraison et topologie des réseaux de distribution
- Comptage énergétique (Compteurs classiques et intelligent)
- Système de Tarification énergétique
- Compensation de l'énergie réactive : Dimensionnement et choix du type de compensation

Chapitre 3: Réseaux Intelligents (Smart Grids)

- Concepts et caractéristiques des Smart Grids
- Outils de gestion de l'énergie : Monitoring et surveillance
- Capteurs intelligents (Smart Meters)
- Systèmes SCADA avancés
- PMS/EMS/DMS
- Microgrids et production distribuée

Chapitre 4 : Qualité des Réseaux de distribution électrique

- Concept de qualité d'énergie et types de perturbation

- Creux de tension, Surtensions, Coupures brèves / longues
- Harmoniques et Déséquilibre de phase
- Mesure et surveillance de la qualité d'énergie
 - Appareils : Analyseurs de réseau, enregistreurs de perturbations, capteurs PMU
 - Indicateurs : THD, Flicker, SAIDI, SAIFI
- Amélioration de la qualité avec les technologies intelligentes
 - Filtres Anti-harmonique : Actif, Passif et hybrides
 - Stockage local (batteries)
 - Reclosers / Réenclencheurs automatiques

Mode d'évaluation :60% Examen 40% CC

Références :

- 1- "Power System Analysis" – John J. Grainger & William D. Stevenson
- 2- "Electrical Power Systems" – C.L. Wadhwa
- 3- "Modern Power System Analysis" – D.P. Kothari, I.J. Nagrath
- 4- "Electric Power Distribution System Engineering" – Turan Gönen
- 5- "Distribution System Modeling and Analysis" – William H. Kersting
- 6- "Smart Grids: Fundamentals and Technologies in Electricity Networks" – Bernd M.Buchholz, Zbigniew Styczynski
- 7- "Smart Grid: Technology and Applications" – Janaka Ekanayake et al.
- 8- "Power Quality in Power Systems and Electrical Machines" – Ewald Fuchs, Mohammad A. S. Masoum
- 9- "Electric Power Quality" – Surya Santoso, Roger C. Dugan

Intitulé du Master : Génie des systèmes Industriels et tertiaires

Semestre : S1

Intitulé de l'UE : UEF

Intitulé de la matière : Techniques d'Optimisation et EDP

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif de cet enseignement est de fournir aux étudiants les fondements théoriques et pratiques indispensables à la résolution de problèmes complexes par des méthodes numériques et d'optimisation. En combinant la modélisation mathématique, les techniques de résolution des équations aux dérivées partielles et les approches d'optimisation classiques et métaheuristiques, ce module vise à développer une maîtrise des outils nécessaires à l'analyse, à la simulation et à la prise de décision dans des contextes industriels ou technologiques variés.

Connaissances préalables recommandées:

Une bonne maîtrise des outils mathématiques fondamentaux est requise, Connaissances solides en algèbre linéaire , Compétence opérationnelle dans l'utilisation de MATLAB et Python.

Contenu de la matière:

Chapitre 1: Équations aux Dérivées Partielles (04 semaines)

- Introduction aux dérivées partielles.
- Typologie des EDP : hyperboliques, elliptiques, paraboliques.
- Conditions aux limites : Dirichlet, Neumann, mixtes.
- Modéliser un problème physique sous forme d'équation aux dérivée partielle
- Résolution numérique par méthode des différences finies (MDF) et méthode des éléments finis (MEF).

Chapitre 2: Techniques d'Optimisation Classiques (05semaines)

- Définition et formulation générale d'un problème d'optimisation.
- Classification : optimisation mono-objectif vs multi-objectifs ; continue vs discrète.
- Étapes de modélisation : choix des variables, formalisation des contraintes, critères d'optimalité.
- Introduction à la résolution par programmation linéaire (PL) et programmation non linéaire (PNL).
- Optimisation par méthode itérative de Lambda lagrangien .

Chapitre 3: Optimisation par Méthodes Métaheuristiques (05 semaines)

- Fondements et typologie des Métaheuristiques : heuristique, métaheuristique, nature stochastique, classification, convergence, évaluation de performance.
- Algorithmes Génétiques : Codage des individus, fonction de fitness, mécanismes de sélection (roulette, tournoi), Opérateurs génétiques, Paramétrage et convergence.
- Optimisation par Essaim de Particules (PSO) : Concepts de particule, position, vitesse, attracteurs personnel/global, Règles de mise à jour des vitesses et positions .
- Recuit simulé (SA) et Optimisation par colonies de fourmis (ACO) .

- Métaheuristiques Hybrides et Réglages dynamiques : Motivations de l'hybridation , Exemples , Réglage automatique des paramètres.
- Introduction à la méta-optimisation (optimisation des métaheuristiques elles-mêmes).

Mode d'évaluation:

Contrôle continue: 40% Examen: 60%

Référence:

1. G.Allaire, Analyse Numérique et Optimisation, Edition de l'école polytechnique, 2012
2. Computational methods in Optimization, Polak, Academic Press,1971.
3. Optimization Theory with applications, Pierre D.A., Wiley Publications, 1969.
4. Taha, H. A., Operations Research: An Introduction, Seventh Edition, Pearson Education Edition, Asia, New Delhi , 2002.
5. S.S. Rao, 'Optimization – Theory and Applications', Wiley-Eastern Limited, 1984
6. SAADI Salmi, Introduction a l optimization metaheuristique, OPU, 2018
7. Muñoz-Ruiz, M. L., Parés, C., & Russo, G. Recent Advances in Numerical Methods for Hyperbolic PDE Systems. Springer ,2021.
8. Bian, K., & Priyadarshi, R. Machine Learning Optimization Techniques: A Survey, Classification, Challenges, and Future Research Issues. Archives of Computational Methods in Engineering, 31, 4209–4233, 2024.
9. Mehdi, H., Al Matari, A. S., & Muqtadir, A. A Comprehensive Review of Optimization Techniques in Artificial Intelligence: Algorithms, Applications, and Challenges. In Frontiers in AI and Computational Technologies, 2025.
10. Ahmed, H. M. A New Shifted Chebyshev Galerkin Operational Matrix of Derivatives: Highly Accurate Method for a Nonlinear Singularly Perturbed Problem. Journal of Nonlinear Mathematical Physics,2025.

Intitulé du Master : Génie des systèmes Industriels et tertiaires

Semestre : s1

Intitulé de l'UE : UEM

Intitulé de la matière : Entraînements électriques 1

Crédits : 2

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement

Ce TP permet à l'étudiant d'acquérir l'ensemble des connaissances lui permettant d'identifier les machines électriques existant dans l'industrie de même qu'elle lui donne les techniques nécessaires pour réaliser les montages permettant d'étudier les performances des machines électriques (rendement, pertes, couple max, ...etc)

Connaissances préalables recommandées.

Connaissances de base sur les machines tournantes ainsi que sur les techniques de mesure des différentes grandeurs mécaniques et électriques des machines électriques

Contenu de la matière :

- TP1 : Etude des machines à courant continu (à excitation séparée, shunt, fonctionnement moteur et générateur.
- TP2 : Etude des machines à courant continu série et composée, en fonctionnement moteur et générateur.
- TP3 : Etude des performances de l'association moteur à courant continu+ variateur de vitesse.
- TP4 : Réalisations de systèmes d'entraînement électrique à base de moteurs à courant continu.

Mode d'évaluation : ...100% CC

Références (*Livres et photocopiés, sites internet, etc*).

1. Seguiet « Electrotechnique industrielle »
2. Dalmasso « Conversion Electromagnétique »
3. Fouillet « Electrotechnique à l'usage des ingénieurs »
4. M. Nasser, Cours Electrotechnique, 2eme Partie : Les entraînements Electriques, disponible sur internet : www.hei.fr
5. sites internet

Intitulé du Master : Génie des systèmes Industriels et tertiaires

Semestre : S1

Intitulé de l'UE : UEM

Intitulé de la matière : Techniques d'Optimisation et EDP

Crédits : 2

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif principal de cet enseignement est de doter les étudiants d'une double compétence en résolution numérique des équations aux dérivées partielles (EDP) et en optimisation de systèmes complexes. Le TP met l'accent sur une approche intégrée, combinant rigueur mathématique et mise en œuvre algorithmique à travers des logiciels de calcul scientifique. À travers des cas concrets, les étudiants apprendront à modéliser des phénomènes physiques, à appliquer des méthodes de résolution adaptées, et à concevoir des stratégies d'optimisation efficaces, y compris par des approches métaheuristiques innovantes.

Connaissances préalables recommandées :

Maîtrise des bases en analyse mathématique, Connaissances solides en algèbre linéaire, Compétences pratiques en Matlab et Python.

Contenu de la matière:

- TP1:** Simulation d'une EDP par la Méthode des Différences Finies (MDF) (02 semaines)
TP2: Optimisation d'une fonction à plusieurs variables avec et sans contrainte (02 semaines)
TP3: Implémentation d'un Algorithme Génétique sur un problème discret (02 semaines)
TP4: Optimisation par PSO et recuit simulé (SA) (02 semaines)
TP5: Projet d'optimisation multi-objectifs (cas réel) (02 semaines)

Mode d'évaluation :

Contrôle continue : 100%

Référence:

1. G.Allaire, Analyse Numérique et Optimisation, Edition de l'école polytechnique, 2012
2. SAADI Salmi, Introduction à l'optimization métaheuristique, OPU, 2018
3. Muñoz-Ruiz, M. L., Parés, C., & Russo, G. Recent Advances in Numerical Methods for Hyperbolic PDE Systems. Springer ,2021.
4. Bian, K., & Priyadarshi, R. Machine Learning Optimization Techniques: A Survey, Classification, Challenges, and Future Research Issues. Archives of Computational Methods in Engineering, 31, 4209–4233, 2024.
5. Mehdi, H., Al Matari, A. S., & Muqtadir, A. A Comprehensive Review of Optimization Techniques in Artificial Intelligence: Algorithms, Applications, and Challenges. In Frontiers in AI and Computational Technologies, 2025.

Ahmed, H. M. A New Shifted Chebyshev Galerkin Operational Matrix of Derivatives: Highly Accurate Method for a Nonlinear Singularly Perturbed Problem. Journal of Nonlinear Mathematical Physics, 2025

Intitulé du Master : Génie des systèmes Industriels et tertiaires

Semestre : S1

Intitulé de l'UE : UEM

Intitulé de la matière : Systèmes Contrôle Commande Industriels 1

Crédits : 2

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes*).

Cette matière permet à l'étudiant de se familiariser avec les équipements industriels. En plus acquérir les connaissances et les techniques d'intégration des ces équipements dans les installations industriels

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes*).

Installation électriques

Lecture des schémas de commande et de puissance

Contenu de la matière (*indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel*)

- TP1 Identification des Equipements contrôle commande Industriels
- TP2 Montage contrôle commande Des Moteurs Triphasés A Commande Manuelle Protégée
- TP3 Montage contrôle commande Des Moteurs Triphasés A Commande par bouton poussoirs et Signalisation
- TP4 Montage contrôle commande Des Moteurs Triphasés A Commande par Relais Thermique
- TP5 Montage Disjoncteurs différentiels Monophasés et Triphasés

Mode d'évaluation : CC 100%

Références (*Livres et photocopiés, sites internet, etc*).

1. Cahiers techniques de Schneider Electric
2. Catalogues des constructeurs

Intitulé du Master : Génie des systèmes Industriels et tertiaires

Semestre:S1

Unité d'enseignement: UEM

Matière : Programmation avancée en Python

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

Crédits:2

Coefficient:2

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, BeautifulSoup, Tkinter, PyQt, ...
- Tensorflow, PyTorch, ...

Prérequis :Programmation Python,

Contenu de la matière :

Chapitre1 :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 librairies 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)
 - ✓ BeautifulSoup 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 Gantt Project (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 Gantt Project
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

Chapitre4 : 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, méta classes.
6. **Exercices**

Chapitre5 : 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, Tensor Flow, Keras, PyTorch

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 Gantt project

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](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'ailu
- [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/)

Intitulé du Master : Génie des systèmes Industriels et tertiaires

Semestre : S1

Intitulé de l'UE : UED

Intitulé de la matière : Méthodologie d'étude et Gestion de projet

Crédits : 1

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement Dans cette matière l'étudiant acquerra les stages à faire afin de mener à sa fin tous projet d'installation industrielle. Il se confrontera aux problèmes des études sommaires et étude d'exécution. En plus il devra suivre le projet pendant toute sa phase de réalisation et utiliser les outils nécessaires pour ceci. Il sera mené à lier l'aspect contractuel et juridique du projet avec l'aspect technique. Ainsi l'étudiant pourra consulter facilement les plus de détail, élaborer un planning d'exécution et procéder à des réceptions.

À la fin du module, l'étudiant sera capable de :

- Conduire un projet de bout en bout (étude, planification, réalisation, clôture)
- Appliquer les principales méthodologies de gestion de projet (cycle en V, Agile, PMI, etc.)
- Utiliser des outils de gestion (MS Project, Gantt, Pert, Kanban)
- Travailler en équipe projet avec une approche qualité, coûts, délais

Connaissances préalables recommandées :

- Logiciel de dessin technique Autocad.

- *Technique de communication.*

Logiciel de gestion de projet

Contenu de la matière :

1. Utilité des études pour un projet de réalisation
2. Introduction à la gestion de projets : Qu'est-ce qu'un projet ? Quels sont les enjeux de gestion d'un projet ? Interface de Gantt Project
3. Les différentes phases des études (APS, PS, APD, PD, DEO, DOE).
4. Procédures et techniques de FAT, MES, de réception provisoire et définitive. Validation de l'installation.
5. Aspect juridique des projets (Normes, réglementations, Lois, Contrat).
6. Technique de suivi et de planning des projets.
7. Les logiciels de suivi et gestion de projet (MS Project, PRIMAVERA, BIM...)
8. Apprentissage de Gantt Project
 - Les tâches (création, modification, organisation)
 - Gestion du temps (dates de début ou de fin de projet)
 - Gestion des ressources

Études de cas et projets :

Organiser une réunion en Gantt project

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)

Mode d'évaluation :100% *Examen*

Références et outils

1. **Logiciels** : MS Project, Trello, GanttProject, Excel, Jira
2. **Méthodes** : SWOT, Matrice RACI, PERT, Gantt, SCRUM Board
3. **Kerzner, H.** *Gestion de projet : une approche systémique de la planification, de l'ordonnancement et du contrôle*– Éditions Dunod, 2022.
4. **Meredith, J.R., & Mantel, S.J.** *Project Management: A Managerial Approach*– Wiley, 2020.
5. **Roland Gareis & Lorenz Gareis** *Management by Projects*– Springer, 2018
6. **Schwaber, K., & Sutherland, J.** *Le Guide Scrum – Règles du jeu pour le développement de produits complexes*– Scrum.org, dernière version (PDF libre).
7. **Patrick Faucheux** *La gestion de projet : Outils, méthodes, cas pratiques*– Éditions Dunod, 2021
8. **Michel Gervais** *Maîtriser la gestion de projet : Une démarche pour tous les types de projets*– Éditions AFNOR, 2020.
9. **Claude Besner & Brian Hobbs** *Pratiques en gestion de projet – Résultats d'une recherche sur les outils les plus utilisés* – Presses de l'Université du Québec, 2017.
10. **ISO 21500:2021** *Guidelines on Project Management* – Organisation Internationale de Normalisation

Intitulé du Master : Génie des systèmes industriels et tertiaires

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : UEM

Intitulé de la matière : Identification des systèmes

Crédits : 2

Coefficients :1

Objectifs de l'enseignement

L'objectif de ce TP est de mettre en œuvre les différentes techniques d'identification pour l'identification des paramètres internes des systèmes électriques à partir de mesures expérimentales

Connaissances préalables recommandées :

Maîtrise de l'outil informatique, en particulier l'environnement logiciel MATLAB et la simulation par son outil de simulation Simulink, Avoir des bases en mathématiques et en automatique

Contenu de la matière :

TP1 : Identification des paramètres des Panneaux Photovoltaïques par les méthodes numériques

TP2 : Identification du modèle des batteries au lithium en utilisant le filtre de Kalman

TP3: Identification paramétrique d'un système électrique par les Méthodes de Strejc et Broïda.

TP4: Identification des paramètres d'une Machine DC par la Méthode des moindres carrées récursives.

Mode d'évaluation : 100% CC

Références :

[1]: Gonzalo Cabodevila 'Identification des systèmes' École Nationale Supérieure de Mécanique et des Microtechniques

E. Walter, L. Pronzato, "Identification of Parametric Models from Experimental Data", Springer, 1997.

[2]: P.Y-C. Hwang, R.G. Brown, "Introduction to Random Signals and Applied Kalman Filtering", John Wiley and sons, 1992.

[3] : R. Ben Abdenour, P. Borne, M. Ksouri, M. Sahli, "Identification et commande numérique des procédés industriels", Technip, 2001.

[4] : Lennart Ljung,, " System Identification Toolbox For Use with MATLAB" User's Guide

Intitulé du Master : Génie des systèmes Industriels et tertiaires

Semestre : S2

Intitulé de l'UE : UEM

Intitulé de la matière : Régime du neutre et SLT

Crédits : 2

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes*).

Cette matière permettra à l'étudiant de connaître le rôle et l'importance du régime du neutre et le système de liaison à la terre (SLT) dans la conception des installations électriques en résidentiel, en tertiaire et en industriel. La conception de réseau de terre est la base de tous régimes du neutre existant pour la protection des biens et des personnes.

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes*).

Installation Electrique

Réseaux électriques Calcul des installations électriques

Contenu de la matière (*indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel*)

TP1 Mesure de terre par la méthode de Winner

TP2 Mesure de terre par la méthode de 62% et méthode variante

TP3 Mesure de terre par la Méthode de boucle phase-PE

TP4 Mesure de terre par Méthode en Triangle

TP5 Dimensionnement du réseau de terre par la IEEE 82 000 Logiciel ETAP et Excell

TP6 Dimensionnement du réseau de terre par Méthodes des éléments finis Logiciel ETAP

Mode d'évaluation : CC 100%

Références *Livres et polycopiés, .*

1. *Cahiers techniques de Schneider électrique et Legrand*
2. *Sites internet,*
3. *Norme IEEE 80 2000*

Intitulé du Master : Génie des systèmes Industriels et tertiaires

Semestre : S2

Intitulé de l'UE : UEF

Intitulé de la matière : Informatique Industrielle et Systèmes Connectés

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement

Le but principal de cette matière est de comprendre les principes fondamentaux de l'informatique industrielle et du contrôle des processus automatisés, d'analyser les contraintes des systèmes temps réel utilisés en environnement industriel, de maîtriser le fonctionnement des automates programmables industriels (API) et leur programmation de base, d'expliquer les architectures de réseaux industriels et le rôle des protocoles de communication standards, d'identifier les principaux protocoles et technologies de communication utilisés en automatisation et en production connectée, et enfin d'appréhender les enjeux et technologies aux technologies émergentes liés à l'Internet des Objets (IoT), l'Industrie 4.0 et les systèmes industriels intelligents.

Connaissances préalables recommandées

Automatismes, logique combinatoire et séquentielle, logique câblée et des notions de base de l'informatique

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Introduction à l'informatique industrielle

- Généralités, objectifs et domaines d'application
- Rôle de l'informatique dans les automatismes
- Architecture d'un système industriel typique

Chapitre 2 : Systèmes temps réel et gestion des processus industriels

- Concepts de temps réel
- Méthodes d'analyse des systèmes temps réel
- Gestion et supervision des processus

Chapitre 3 : Automates Programmables Industriels (API)

- Structure matérielle et logicielle d'un API
- Langages de programmation des API (Ladder, Grafcet, etc.)
- Applications : automatisation de lignes de production

Chapitre 4 : Réseaux de communication industrielle

- Principes des réseaux industriels
- Topologies réseau (bus, anneau, étoile, etc.)
- Support physique (Ethernet, fibre optique, sans-fil industriel)

Chapitre 5 : Protocoles de communication industrielle

- Protocoles de terrain (AS-Interface, CANopen, PROFIBUS)
- Ethernet industriel et Profinet
- KNX pour les bâtiments intelligents

Chapitre 6 : Internet des Objets et Industrie 4.0

- Introduction à l'Internet des Objets (IoT)
- Internet Industriel des Objets (IIoT)
- Internet des Objets Robotisés (IoRT)
- Concepts de l'Industrie 4.0

Mode d'évaluation :60% Examen et 40% CC ...

Références

1. Alain Darseoil, Pascal Pillot; "Le Temps Réel en Milieu Industriel ", Edition DUNOD, 1991.
2. Roger D. Hersch, Informatique Industrielle, Presses Polytechniques Universitaires Romandes, 1997.
3. W. Bolton, Programmable Logic Controller, Newnes, Sixth Edition, 2015.
4. Frank D. Petruzella, *Programmable logic controllers* . — 4th ed. McGraw-Hill, 2011.
5. Bogdan M. Wilamowski, J. David Irwin, *The Industrial Electronics Handbook, Industrial communication systems*, 2ed edition, CRC Press, 2011.
6. Alasdair Gilchrist, *Industry 4.0: The Industrial Internet of Things*, Apress, 2016.
7. Richard Zurawski, *Industrial Communication Technology Handbook*, ISA Corporation, CRC Press LLC, 2017
8. Techniques de l'ingénieur, Informatique industrielle.

Intitulé du Master : Génie des systèmes Industriels et tertiaires

Semestre : S2

Intitulé de l'UE : UEF

Intitulé de la matière : Conception des systèmes intelligents Industriels

Crédits : 4

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière*).

L'objectif de la matière est d'appréhender en termes d'intelligence les systèmes industriels automatisés, et de faciliter la compréhension des solutions intelligente en industrie et les méthodologies d'intégration. En effet, le développement technologique a favorisé la réalisation de structure intelligente à savoir les bâtiments intelligents. Ainsi, l'étudiant à travers cette matière aura la possibilité de comprendre explicitement l'intelligence dans le tertiaire et de participer à sa conception.

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement*).

- Connaissance en installation industrielle.
- Connaissance en système automatisé.
- Connaissance de la surveillance en industrie.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 Notion de base sur l'intelligence des installations en tertiaire.

Chapitre 2 Intégration de solution intelligente dans le bâtiment et support de transport

Chapitre 3 Présentation de système intelligent en industrie (SCADA).

Chapitre 4 Intelligence et sécurité. (SSI et SSS, CCTV)

Chapitre 5 BMS et système de supervision

Mode d'évaluation : 60% Examen et 40% CC

Références (*Livres et photocopiés, sites Internet, etc*)

1. Cahiers techniques Schneider électrique et Legrand.
2. « Build Your Own Smart Home », Robert C. Elsenpeter Toby J. Velte, , 2003 by The McGraw-Hill
3. Guide pratique Legrand, 2010
4. Règle d'installation « détection automatique d'incendie » APSAD 2003
5. Guide de sécurité Legrand « Systèmes d'éclairage de sécurité et alarme incendie » 2005.
6. « Désenfumage : Concepts et réglementations dans le monde » L GUENFAF, Ed les pages Bleues 2020
7. « Gestion Technique du Bâtiment » Siemens
8. « LA GESTION TECHNIQUE DU BATIMENT Le protocole KNX pour une performance énergétique optimale » Christophe Lavergne, Marc-Antoine Micaelli, Ed DUNOD 2017

Intitulé du Master : Génie des systèmes Industriels et tertiaires

Semestre : S2

Intitulé de l'UE : UEF

Intitulé de la matière : Électronique de Puissance pour les Systèmes Embarqués

Crédits : 3

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement

Ce module vise à donner aux étudiants les compétences nécessaires pour :

- Acquérir et Comprendre les principes fondamentaux de la conversion d'énergie dans les systèmes embarqués.
- Maîtriser les convertisseurs statiques (DC-DC, DC-AC, AC-DC).
- Concevoir, modéliser et analyser des convertisseurs statiques pour applications embarquées.
- Savoir sélectionner, dimensionner et simuler les convertisseurs adaptés à une application embarquée.
- Maîtriser l'intégration de l'électronique de puissance dans des environnements contraints (spatial, automobile, traction électrique).
- Mettre en œuvre la commande embarquée d'un convertisseur.
- Respecter les normes CEM dans les systèmes réels.
- Être capable de concevoir un système de puissance embarqué avec contraintes de compacité, rendement et EMI.

Connaissances préalables recommandées :

Électrotechnique de base, composants électroniques, bases en commande, microcontrôleur, théorie de signal

Contenu de la matière :

1- Introduction aux systèmes embarqués et à l'électronique de puissance

- Définition et rôle dans les systèmes embarqués
- Exemples d'applications : automobile, médical, spatial, IoT
- Contraintes spécifiques : rendement, masse, volume, efficacité, fiabilité, taille, température, EMI
- Domaines d'application : automobile, médical, avionique, spatial, ferroviaire, IoT

2. Composants de base en électronique de puissance

- Caractéristiques des semi-conducteurs de puissance : Diodes, MOSFET, IGBT, GaN, SiC
- Notions de dissipation, pertes de commutation et conduction
- Drivers, snubbers, conditionnement thermique
- Normes de sécurité et compatibilité électromagnétique

3. Convertisseurs DC-DC

- Topologies : Buck, Boost, Buck-Boost, SEPIC, Cuk
- Schémas, équations, rendements et optimisation.
- Convertisseurs à haut rendement pour batteries (véhicules électriques, drones)
- Commande PWM et modulation en fréquence.
- Applications dans les systèmes embarqués

4. Convertisseurs DC-AC

- Onduleurs monophasés et triphasés
- PWM sinusoïdal et modulation vectorielle
- Applications : alimentation de moteurs embarqués, micro-onduleurs solaires

5. Convertisseurs AC-DC

- Redressement non commandé et commandé
- Correction du facteur de puissance (PFC)
- Filtrage et stabilité

6. Commande numérique et implantation embarquée

- Microcontrôleurs et DSP pour la commande
- Modulation en largeur d'impulsion (PWM)
- Implémentation sur microcontrôleur/DSP (Utilisation de cartes comme STM32, ESP32, Arduino , TI C2000)

7. Gestion d'énergie et stockage

- Batteries Li-Ion, BMS, super condensateurs
- Conception de convertisseurs pour objets autonomes

Mode d'évaluation : 60% Examen 40%CC

Références

1. Francis Labrique et Guy Segulier et Robert Baussiere. Edition Lavoisier .
2. Electronique de puissance: Commutation auteurs : Jean-luis dalmasso edition Belin
3. Électronique de puissance : Cours et exercices corrigés auteur : Francis Labrique et Guy Segulier et Robert Baussiere. 8^{ième} Edition Dunod.
4. Power Electronics and AC drives, auteur : Bose. B.k , Edition Prentice-Hall.
5. Commande Electronique des moteurs à courant alternative, auteur: chauprade.R et Milsant.F, Edition Eyrolles, Paris.
6. Pressman, A., Billings, K., Morey, T. *Switching Power Supply Design*, McGraw-Hill, 3e éd., 2009.
7. Mohan, N., Undeland, T. M., Robbins, W. P. *Power Electronics: Converters, Applications, and Design*, Wiley, 2003.
8. Bimal K. Bose, *Modern Power Electronics and AC Drives*, Prentice Hall, 2001.
9. Ott, H. W. *Electromagnetic Compatibility Engineering*, Wiley, 2009.

Intitulé du Master : Génie des systèmes Industriels et tertiaires

Semestre : S2

Intitulé de l'UE : UET

Intitulé de la matière : Intelligence Artificielle appliquée aux systèmes électriques

Crédits : 2

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement :

Ce programme vise à offrir une formation progressive sur l'IA appliquée en ingénierie électrique, allant des bases fondamentales aux techniques avancées en Machine Learning et Deep Learning. Il permet aux étudiants de maîtriser l'analyse de données électriques, l'optimisation des modèles d'apprentissage et l'industrialisation des solutions IA pour la gestion et la surveillance des systèmes énergétiques.

Les étudiants apprendront à concevoir des modèles prédictifs adaptés aux problématiques industrielles du génie électrique, notamment la prévision de consommation, la détection d'anomalies et la maintenance prédictive des équipements.

Pour le TP, Ceci doit permettre aux étudiants de consolider leur compréhension des notions clés abordées en cours (prétraitement des données, algorithmes, optimisation). Mettre en œuvre des modèles d'intelligence artificielle dans des environnements réels. Développer une capacité critique face aux résultats obtenus et aux limites des solutions IA. Appliquer les techniques d'IA pour résoudre des problèmes concrets liés à la gestion, l'innovation, ou l'optimisation des processus.

Connaissances préalables recommandées:

- Bases en programmation et Python
- Notions en mathématiques et algèbre linéaire
- Culture numérique et traitement des signaux
- Motivation et esprit analytique

Contenu de la matière:

Chapitre 1: Introduction à l'Intelligence Artificielle et Analyse des Données (05 semaines)

- Définition et historique de l'Intelligence Artificielle :
 - ✓ Origine et évolution de l'IA : des premières théories aux avancées modernes.
 - ✓ Domaines clés de l'IA : **IA symbolique, connexionniste et hybride.**
 - ✓ **Impact de l'IA** sur l'ingénierie et les systèmes industriels, notamment en génie électrique.
- Les différentes approches et paradigmes de l'IA :
 - ✓ **Apprentissage basé sur les règles vs. apprentissage automatique.**
 - ✓ Différence entre **Machine Learning, Deep Learning** et **IA traditionnelle.**
 - ✓ IA et **traitement des signaux électriques** : applications pratiques et limites.
- Manipulation et prétraitement des données électriques :
 - ✓ **Types de données en ingénierie électrique** : séries temporelles, signaux, mesures industrielles.

- ✓ Acquisition et **nettoyage des données** pour éviter les biais et erreurs.
- ✓ Méthodes de **visualisation avancée** adaptées aux données électriques avec Python.
- Applications actuelles de l'IA en génie électrique :
 - ✓ **Maintenance prédictive des équipements électriques** avec l'IA.
 - ✓ **Optimisation des réseaux énergétiques** et prévision de la consommation électrique.
 - ✓ Études de cas sur **l'automatisation des processus industriels avec l'IA**.

Chapitre 2: Machine Learning et Optimisation des Systèmes Électriques. (06 semaines)

- **Classification et régression supervisées** appliquées aux prédictions énergétiques :
 - ✓ Régressions linéaire et logistique.
 - ✓ Classification avec SVM, arbres de décision, Random Forest.
 - ✓ Évaluation des performances des modèles avec les métriques de précision
- Optimisation et gestion des réseaux électriques avec le Machine Learning ;
 - ✓ études de cas : Prédiction de consommation énergétique, diagnostic des équipements, gestion des fluctuations électriques.
 - ✓ Approfondissement des techniques d'optimisation : Régularisation avancée et ajustement des hyperparamètres pour des modèles robustes.

Chapitre 3: Deep Learning et IA avancée pour la gestion des systèmes électriques. (05 semaines)

- Approfondissement des réseaux neuronaux et leur application aux données industrielles :
 - ✓ **Réseaux de neurones artificiels (ANN)** pour la classification des défauts électriques.
 - ✓ **Réseaux de neurones convolutifs (CNN)** pour la détection d'anomalies dans les images thermographiques des installations électriques.
 - ✓ **Modèles séquentiels : LSTM & GRU** pour la prévision de consommation et l'analyse des séries temporelles.
 - ✓ Introduction au **Natural Language Processing (NLP)** et modèles Transformers pour le développement d'assistants intelligents d'aide à la décision.
- **Ajout de mini-projets pratiques** : Réseaux intelligents, gestion des ressources énergétiques, surveillance prédictive.

Chapitre 4: Industrialisation et Applications pratiques de l'IA en génie électrique (05 semaines)

- Intégration et déploiement des modèles IA dans des environnements industriels
 - ✓ **Flask et FastAPI** pour le développement d'API IA adaptées aux équipements électriques.
 - ✓ **Docker et Kubernetes** pour l'automatisation des infrastructures de traitement des données électriques.
- **Projet final structuré** :
 1. Définition du problème industriel

2. Acquisition et traitement des données électriques
3. Développement et entraînement du modèle IA
4. Déploiement et tests en condition réelle

TP 1: Prétraitement et Visualisation Avancée des Données. (03 semaines)

- **Objectifs** : Apprendre à transformer et visualiser efficacement les données industrielles.
- **Exercices** :
 - ✓ Transformation des signaux électriques avec Fourier et filtrage numérique.
 - ✓ Analyse statistique et calcul des indicateurs de performance des réseaux électriques.
 - ✓ Visualisation dynamique des variations de fréquence avec Plotly et Seaborn.

TP2: Modélisation en Machine Learning pour la Prédiction Énergétique. (03 semaines)

- **Objectifs**: Construire et entraîner des modèles prédictifs de consommation électrique.
- **Exercices** :
 - ✓ Création d'un pipeline Machine Learning pour **prévoir la consommation énergétique**.
 - ✓ Comparaison de modèles : **Régression linéaire vs. Random Forest** pour l'estimation de charge électrique.
 - ✓ Optimisation des hyperparamètres avec **GridSearchCV** et **validation croisée**.

TP 3: Deep Learning et Analyse des Séries Temporelles Électriques

- **Objectifs** : Utiliser les réseaux neuronaux pour la prévision et la maintenance prédictive.
- **Exercices** :
 - ✓ Implémentation d'un modèle LSTM pour analyser la variation des charges électriques.
 - ✓ Détection d'anomalies dans les séries temporelles via **Autoencoders**.
 - ✓ Ajustement des architectures neuronales et interprétation des résultats.

TP 4: Déploiement et Industrialisation des Modèles IA. (03 semaines)

- **Objectifs** : Transformer les modèles IA en solutions applicables aux réseaux électriques.
- **Exercices** :
 - ✓ Création d'une API avec Flask pour interagir avec un modèle de prévision énergétique.
 - ✓ Déploiement d'un modèle sur un serveur avec Docker et FastAPI.
 - ✓ Automatisation du traitement des données avec un workflow CI/CD.

Mode d'évaluation:

Contrôle continue: 25% Examen: 75%

Référence:

1. T. Mitchell, *Machine Learning*. New York, NY, USA: McGraw Hill, 1997.
2. A. Cornuéjols and L. Miclet, *Apprentissage Artificiel - Concepts et Algorithmes*, 2nd ed. Paris, France: Eyrolles, 2010.
3. I. Goodfellow, Y. Bengio, and A. Courville, *Deep Learning*. Cambridge, MA, USA: MIT Press, 2016.

4. S. Raschka and V. Mirjalili, *Python Machine Learning*, 3rd ed. Birmingham, UK: Packt Publishing, 2019.
5. S. Russell and P. Norvig, *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, 4th ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Pearson, 2020.
6. Gopal, S. *Artificial Intelligence in the Field of Electrical Engineering*. International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT). 2020
7. J. Patterson and A. Gibson, *Deep Learning en action : la référence du praticien*. Birmingham, Royaume-Uni: Packt Publishing, 2023.
8. M. Shanahan, *La singularité technologique : intelligence artificielle, superintelligence et futur de l'humanité*. Paris, France: Dunod, 2023.
9. J.-G. Ganascia, *Le mythe de la singularité : faut-il craindre l'intelligence artificielle ?*. Paris, France: Éditions du Seuil, 2023.
10. Pandey, U., Pathak, A., Kumar, A., & Mondal, S. *Applications of Artificial Intelligence in Power System Operation, Control and Planning: A Review*. Clean Energy, Vol. 7, Issue 6.2023
11. Chandratreya, A. *AI-Powered Innovations in Electrical Engineering: Enhancing Efficiency, Reliability, and Sustainability*. Journal of Electrical Systems. 2024
12. Himanshu Garg .*Machine Learning In Electrical Engineering Project Topics With Abstracts and Base Papers*. Engineer's Planet. 2024

Intitulé du Master : Génie des systèmes Industriels et tertiaires

Semestre : S2

Intitulé de l'UE : UEF

Intitulé de la matière : Techniques avancées de Diagnostic et maintenance industrielle

Crédits : 3

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière.*

L'Etudiant sera en mesure d'analyser les interventions de dépannage, afin d'identifier les problèmes pénalisants et de surveiller l'évolution des taux de panne. Il sera en mesure d'analyser aussi les heures d'entretien et de préventif et de les comparer par rapport au temps passé en dépannage. C'est la gestion et l'analyse des activités de maintenance.

*L'Étudiant sera aussi en mesure d'utiliser les techniques de **l'intelligence artificielle (IA)** pour enrichir ses analyses et optimiser les actions de maintenance.*

*Il comprendra et utilisera la méthode de dépannage **internationale (MAXER)** pour lui apprendre comment s'y prennent les bons dépanneurs pour faire face aux diagnostic, symptômes, dépannage rationnel, chaîne causale...*

Contenu de la matière :

1. Les différentes formes de maintenance (Préventive, Curative, Conditionnelle, Prédictive, Corrective).
2. La maintenance dans la norme et la réglementation.
3. Etude du comportement des installations Industrielles : Disponibilité et les concepts FMD, MTBF, MTTR, sureté et outils probabilistes et statistiques.
4. Les indicateurs utilisés en maintenances Industrielles
5. Méthodes de résolutions de problèmes : Diagnostique et fiabilisation des installations Industrielles
6. Etude détaillé de la méthode MAXER
7. Etude détaillé de la méthode AMDEC
8. La politique de management et organisation de la maintenance.
9. Les techniques de pilotage de la maintenance (GMAO, DTE...etc).
10. Application de l'intelligence artificielle en maintenance : optimisation, diagnostic, pronostic

Mode d'évaluation : 60% Examen 40%CC

Références (*Livres et polycopiés, sites internet, etc*).

1. M. Brown, J. Rawtani et D., Maintenance Electrotechnique : équipements électriques et circuits de commande. Edition Dunod, Paris, 2012.
2. Traité EGEM sous la direction de J-C. Trigeassou, Diagnostic des machines électriques, Edition Lavoisier, Paris 2011.
3. Kahan N'Guessan. Méthodes et outils d'aide au diagnostic et à la maintenance des tableaux électriques généraux par le suivi des grandeurs physiques caractéristiques et de leur fonctionnement. Sciences de l'ingénieur [physics]. Institut National Polytechnique de Grenoble - INPG, 2007.
4. Gilles Zwingelstein. Diagnostic des défaillances, théorie et pratique pour les systèmes industriels. Ed. HERMES, 1995
5. Ron Patton, Paul Frank and Robert Clark. Fault Diagnosis in Dynamic Systems. Theory and Applications. Prentice Hall Publishers, 1989.
6. Rolf Isermann. Fault Diagnosis of Machines via Parameter Estimation and Knowledge Processing- Tutorial Paper. Automatica, Vol. 29, No. 4, pp. 815-835, 1993.
7. Methode MAXER, Ed DUNOD
8. Patrick Lyonnet, "Ingénierie de la fiabilité, Edition TEC & DOC, Lavoisier, 2006.
9. Roger Serra, "Fiabilité et maintenance industrielle", Cours, Ecole de technologie supérieure ETS, Université de Québec, 2013.
10. David Smith, Fiabilité, maintenance et risque, DUNOD, Paris 2006.
11. Edwin Lughofer • Moamar Sayed-Mouchaweh, Predictive Maintenance in Dynamic Systems Advanced Methods, Decision Support Tools and Real-World Applications, 2019
12. KORBICZ, Józef, KOSCIELNY, Jan M., KOWALCZUK, Zdzislaw, *et al.* (ed.). *Fault diagnosis: models, artificial intelligence, applications*. Springer Science & Business Media, 2012.

Intitulé du Master : Génie des systèmes Industriels et Tertiaires

Semestre : S2

Intitulé de l'UE : UEM

Intitulé de la matière : Systèmes Contrôle Commande Industriels 2

Crédits : 2

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes*).

Cette matière permet à l'étudiant de concevoir des automatismes électromécanique et électronique. Il sera capable de procéder à leur câblage avec des composants purement industriels

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes*).

Lecture des schémas de commande et de puissance

Notion de base sur les automatismes

Contenu de la matière (*indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel*)

TP1 Démarrage Etoile triangle manuel et Automatique (pneumatique et Electronique) avec mémorisation de défaut et reset.

TP2 Inversion Etoile triangle (pneumatique et Electronique) instantanée et avec temporisation

TP3 Démarrage Des Moteurs Triphasés et Inversion De Sens de Rotation avec capteur DB et FC (pneumatique et Electronique) Ascenseur

TP4 Analyse du mode de fonction d'un système automatisé (Relais Intelligent, programmateur Horaires) system de traitement pour Piscine

TP5 Commande des systèmes par Zelio Portail Automatique

TP6 Commande des systèmes par Logo Portail automatique

Mode d'évaluation : 100% CC

Références (*Livres et photocopiés, sites internet, etc*).

1. Document technique Schneider Electric Schémateque
2. Guide de l'installation électrique, Schneider Electric, Ed 2003
3. Electricité Professionnelle, M. VIAL, Ed Nathan

Intitulé du Master : Génie des systèmes Industriels et Tertiaires

Semestre : S2

Intitulé de l'UE : UEM

Intitulé de la matière : Entraînement *Electriques* 2

Crédits : 2

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière*).

Ce TP permet à l'étudiant d'acquérir l'ensemble des connaissances lui permettant d'identifier les machines électriques à courant alternatif existant dans l'industrie de même qu'elle lui donne les techniques nécessaires pour réaliser les montages permettant d'étudier les performances des machines électriques (rendement, pertes, couple max, ...etc)

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement*).

Connaissances de bases sur les machines tournantes à courant alternatif ainsi que sur les techniques de mesure des différentes grandeurs mécaniques et électriques des machines électriques

Contenu de la matière :

TP 1 - Etude des moteurs asynchrones monophasés (démarrage et étude des performances (schéma équivalent, rendement, facteur de puissance, ...etc.)

TP 2 - Etude des moteurs asynchrones triphasés (étude des caractéristiques en charge)

TP 3 - Etude des Alternateurs triphasés (identification, détermination des caractéristiques d'un alternateur, réglage de la tension, etc.)

TP4 - Association Convertisseur Statique de Fréquence- Moteur Asynchrone

TP5- Etude d'un entraînement électrique à base d'un moteur synchrone.

Mode d'évaluation :100% CC

Références (*Livres et photocopiés, sites internet, etc*).

1. Segulier « Electrotechnique industrielle »

2. Dalmasso « Conversion Electromagnétique »

3. Fouillet « Electrotechnique à l'usage des ingénieurs »

4. M. Nasser, Cours Electrotechnique, 2eme Partie : Les entraînements Electriques, disponible sur internet : www.hei.fr

5. sites internet

Intitulé du Master : Génie des systèmes industriels et tertiaires

Semestre : S2

Intitulé de l'UE : UEM

Intitulé de la matière : Informatique industrielle

Crédits : 2

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement *(Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes).*

Etudier les systèmes industriels automatisés, conçue autour d'automates programmables industriels. Comprendre les réseaux de communication, les concepts des protocoles de communication et leur application aux systèmes industriels et tertiaires. Réaliser le choix d'un réseau en fonction de spécifications techniques du besoin.

Connaissances préalables recommandées *(descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes).*

Automatismes, logique combinatoire et séquentielle, logique câblée et des notions de base de l'informatique

Contenu de la matière *(indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)*

TP 1 : Configuration et Programmation d'API avec STEP 7

TP 2 : Programmation des fonctions logiques sur CPU 314

TP 3 : Commande automatique des Vérins par API

TP 4 : Commande de processus industriels par API

Mode d'évaluation : 100% CC

Références *(Livres et photocopiés, sites internet, etc).*

Intitulé du Master : Génie des systèmes Industriels et tertiaires

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : UEM

Intitulé de la matière : Electronique de puissance avancée

Crédits : 2

Coefficients :1

Objectifs de l'enseignement

L'objectif est de préparer les étudiants à bien assimiler le fonctionnement et la commande des convertisseurs statiques à commutation naturelle et forcée associé à différentes type de charges

Connaissances préalables recommandées :

Base mathématique, L'électronique de puissance de base, Composants de l'électronique de puissance,

Contenu de la matière :

TP1 : Convertisseurs AC/DC triphasé à commutation naturel alimentant différents types de charges
TP2 : Hacheur 2 et 4 quadrants commandé par MLI alimentant un moteur à courant continu
TP3 : Onduleur de tension triphasé commandé par MLI alimentant différents types de charges
TP4 ; Onduleur de tension triphasé commandé par la stratégie tringulo-sinusoidale alimentant un Moteur Asynchrone à V/F constant

Convertisseur AC/AC monophasé et triphasé

Mode d'évaluation : 100%CC

Références

- [1] Manuel de TP de Lucas Nulle « Convertisseurs »
- [2] Les convertisseurs de l'électronique de puissance, 4 Tomes. ;: Francis Labrique et Guy Segulier et Robert Baussiere. Edition Lavoisier .
- [3] Electronique de puissance: Commutation auteurs : Jean-luis dalmasso édition Belin
- [4] Électronique de puissance : Cours et exercices corrigés auteur : Francis Labrique et Guy Segulier et Robert Baussiere. 8^{ième} Edition Dunod.
- [5] Power Electronics and AC drives, auteur : Bose. B.k , Edition Prentice-Hall.
- [6] Commande Electronique des moteurs à courant alternative, auteur: chauprade.R et Milsant.F, Edition Eyrolles, Paris.
- [7] Électronique de puissance Méthodologie et convertisseurs Elémentaires , Philippe Barrade, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes

Intitulé du Master : Génie des systèmes industriels et tertiaires

Semestre : S2

Intitulé de l'UE : UET

Intitulé de la matière : Protection numérique intelligente

Crédits : 1

Coefficients :1

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes*).

Être capable définir les capteurs intelligents pour la surveillance continu de l'état du réseau, et la détection proactive de pannes ou d'anomalies, de sélectionner la nature de défaut et de définir les dispositifs de protection contre les surtensions et les courts circuits. En plus l'étudiant aura les compétences de configurer et paramétrer un relais de protection numérique. Pour la détection plus rapide et précise des problèmes, ce qui peut entraîner des temps de réponse plus courts en cas d'incidents

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes*).

Les principes de sélectivité.

Les défauts ampère métriques afin de choisir les protections adaptées.

Le pouvoir de limitation d'un disjoncteur et sa capacité à réduire les effets du court-circuit et de surcharge sur l'installation électrique

Contenu de la matière (*indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel*)

Chapitre 1 : Généralités

- Les défauts dans un réseau électrique
- Définition du Système de protection
- Les différents de types de protection

Chapitre 2 Disjoncteur à protection numérique

- Définition du disjoncteur intelligent
- Fonctionnement et caractéristiques
- Disjoncteur MASTERPACT et compact
- Paramétrage des courbes de déclencheurs électroniques
- MICROLOGICS

Chapitre 3 Relais de protection numérique

- Définition de la chaîne de protection
- Les relais de protection SEPAM
- Les différents types de SEPAM
- Les composantes du SEPAM 80
- Architecture d'un relais numérique
- Présentation du logiciel SFT2841
- Configuration du relais de protection SEPAM
- Exemple d'applications
- Exemples d'architectures de communication

Chapitre 4 : Centrale de mesure

- Définition de la chaîne de protection
- Les Centrales de mesure
- Les différents types de centrales
- Les composantes internes
- Architecture d'un relais numérique
- Configuration
- Exemple d'applications
- Exemples d'architectures de communication

Chapitre 5 SMART GRID pour nouvelles structures et protection du réseau *électrique*

- *Définition et principe de fonctionnement*
- Architecture de contrôle du SMART GRID,
- Type des capteurs utilisés dans l'ensemble du réseau SMART GRID
- Exemples concrets d'application
- L'impact du réseau intelligent sur l'environnement.

Chapitre 6 : Les contrôleurs dynamiques intelligents FACTS sur les réseaux électriques

Mode d'évaluation : 100% Examen

Références (*Livres et polycopiés, sites internet, etc*).

[1] Chandu Valuva, Subramani Chinnamuthu "A taxonomical review: recent advancements in FACTS controllers on power systems with modern optimization techniques" Computers and Electrical Engineering, Volume 123, Part B, April 2025, 110120.

[2] Foad. H. Gandoman, Abdollah Ahmadi , A.M. Sharaf , Vassilios Georgios Agelidis "Review of FACTS technologies and applications for power quality in smart grids with renewable energy systems", Renewable and Sustainable Energy Reviews February 2018, 82:502–514

[3] First A. Engr.Muhammad Junaid, Second B. Engr.Shakeel Ahmad, and Third C. Engr.Qazi Waqar Ali "Smart Grid (WAMS) For Transmission Line Through GSM", International Journal of Engineering & Computer Science IJECS-IJENS Vol:13 No:02

[4] Allan T. Johns et S. K. Salman livre « Digital Protection for Power Systems" .

[5] Taylor & Francis Group, LLC. "Protective Relaying Principles and Applications" Third Edition 2006 by

[6] J. Lewis Blackburn et Thomas J. Domin. "Protective Relaying: Principles and Applications" édition 2005

[6] D. S. Zolin; E. N. Ryzhkova "Wide Area Monitoring System (WAMS) Application in Smart Grids", 2021 3rd International Youth Conference on Radio Electronics, Electrical and Power Engineering (REEPE)

[7] Stanley H. Horowitz et Arun G. Phadke , livre "Power System Relaying"

Intitulé du Master : Génie des systèmes industriels et tertiaires

Semestre : S2

Intitulé de l'UE : UET

Intitulé de la matière : Technologie des systèmes Haute Tension

Crédits : 1

Coefficients :1

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière*).

L'objectif de cette matière est de former des masters capables de concevoir, analyser, exploiter et maintenir des installations électriques en haute tension dans le secteur industriel et tertiaire.

L'étudiant doit dans ce domaine :

- Comprendre les principes de conception, de mise en œuvre et de maintenance des installations électriques haute tension (HT/MT) dans un environnement industriel et tertiaire.
- Identifier et sélectionner les appareillages et dispositifs de protection adaptés.
- Analyser les risques liés à la HT et appliquer les normes de sécurité et de conformité.
- Utiliser les outils de diagnostic, simulation et de supervision des réseaux HT.

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement*).

Connaissance du matériel de distribution électrique et du réseau en haute tension

Contenu de la matière :

- 1- Introduction à la technologie des systèmes de HT
- 2- Equipement de coordination de l'isolement
- 3- Equipements de Surtensions (foudre)
- 4- Générateur et source de HT.
- 5- Essais du matériel HT.
- 6- Mesure de haute tension en laboratoire et sur site industriel.
- 7- Appareillages et équipements HT
 - Les Transfo de puissance HT : Maintenance et traitement
 - Les isolateurs HT
 - Câbles haute tension
 - Etc...

Mode d'évaluation : 100% Examen

Références

1. Michel Aguet, Traité d'électricité Volume XXII.
2. IGwace Adamczewski, phénomène d'ionisation et de conduction des diélectriques liquides.
3. Affolter Jean François, haute tension, Yverdon-les-bains octobre 2000.
4. E Kuffel : High voltage Engineering
5. Robert Fournie ; Les isolants en electrotechnique, concept et theorie
6. Technqiues de l'ingenieur ; Poste a haute et tres haute tension

Intitulé du Master : Génie des systèmes industriels et tertiaires

Semestre : S3

Intitulé de l'UE : UEF

Intitulé de la matière : Techniques Avancées de commande intelligentes

Crédits : 4

Coefficients :2

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière*).

A travers ce module, les étudiants seront capables de concevoir des commandes modernes et intelligentes pour répondre aux défis des systèmes industriels actuels. En combinant méthodes classiques et approches d'intelligence artificielle, ils apprendront à modéliser, stabiliser et optimiser des systèmes complexes, même en présence d'incertitudes ou de non-linéarités. L'accent est mis sur l'innovation, la capacité d'adaptation et l'exploitation des techniques avancées pour améliorer la performance et la fiabilité des processus industriels.

Connaissances préalables recommandées :

L'étudiant doit avoir des connaissances préalables en électronique de puissance, machines électriques, modélisation des systèmes dynamiques et systèmes asservis continu et échantillonné.

Contenu du module

Chapitre 1 : Systèmes et réglages Echantillonnés

- Définitions et concepts des systèmes échantillonnés.
- Modélisation et discrétisation des systèmes (transformée en z et q^{-1})
- Principes et synthèse des régulateurs numériques (stabilité et précision)
- Applications pratiques et simulations

Chapitre 2 : Commande optimale par retour d'état LQR et LQG

- Concepts de base de l'optimisation quadratique
- Commande LQR en temps discret et continu (horizon fini et infini)
- Commande LQG et filtrage de Kalman
- Théorème de séparation et robustesse et analyse des performances

Chapitre 3 : Commande vectorielle

- Modélisation de la machine asynchrone dans le repère de Park
- Commande vectorielle à flux orienté
- Comparaison entre la commande scalaire et la commande vectorielle
- Application industrielles modernes

Chapitre 4 : Commande adaptative

- Principes de la commande adaptative
- Commande à modèle de référence (MRAC)

- Méthode MIT et approche de Lyapunov
- Identification paramétrique par l'algorithme des moindres carrés récursifs

Chapitre 5 : Commande floue

- Introduction à la logique floue et aux sous-ensembles flous.
- Variables linguistiques, fonctions d'appartenance et opérations floues.
- Structure d'un contrôleur flou : fuzzification, inférence, défuzzification.
- Types de contrôleurs : Mamdani et Sugeno.
- Application aux systèmes incertains et non linéaires

Chapitre 6 : Commande par réseaux de neurones

- Introduction aux réseaux de neurones
- Apprentissage des réseaux de neurones.
- Commande des systèmes par les réseaux de neurones.
- Application des RNA dans la commande
- Les observateurs à base des réseaux de neurones

Mode d'évaluation : 60% Examen et 40% CC

Références (Livres et photocopiés, sites internet, etc).

1. Y. Granjon, Systèmes linéaires, non linéaires à temps continu à temps discret, représentation d'état, Dunod, Paris, 2001, 2010
2. E. GODOY et É. OSTERTAG, Commande numérique des systèmes : Approches fréquentielle et polynomiale, Ellipses Édition Marketing, 2003
3. V. Alexéev, V. Tikhomirov, Commande optimale, Edition Mir, 1982
4. P. Borne, F. Rotella, Commande optimale, technique de l'ingénieur, 1996
5. J-P. LOUIS, Modélisation des machines électriques en vue de leur commande : concepts généraux, LAVOISIER, 2004
6. B. ROBYNS et all. Commande vectorielle de la machine asynchrone : Désensibilisation et optimisation par logique floue, TECHNIP. 2007
7. B. ALLAOUA, Modélisation et commande vectorielle d'un système multi-machines, EUE, 2011
8. F. BEN AMMAR, Machines asynchrones à contrôle vectoriel de flux, Techniques de l'Ingénieur, 2002
9. L. A. Zadeh, "Fuzzy Sets", Information and Control, 1965
10. B. Bouchon-M, La logique floue et ses applications, Addison Wesley, Paris, 1995.
11. K. S. Narendra and K. Parthasarathy, "Identification and Control of Dynamical Systems Using Neural Networks," IEEE Transactions on Neural Networks, Vol. 1, No. 1, 1990, pp. 4-27. doi :10.1109/72.80202

Intitulé du Master : Génie des systèmes industriels et tertiaires

Semestre : S3

Intitulé de l'UE : UEF

Intitulé de la matière : Conception des Installations Electriques industrielles

Crédits : 4

Coefficients :2

Objectifs de l'enseignement

Ce module a pour objectif de former les étudiants dans le domaine de la conception, calcul et dimensionnement d'une installation de distribution industrielle de type HTA.

Le cours permettra aux étudiants de se familiariser avec les différentes structures et architecture des réseaux de distribution industriels MT. Les connaissances visées dans ce module sont :

1. Les architectures des réseaux industriels.
2. Maitrise des règles et normes en vigueur (NF C13 200).
3. Calcul des bilans de puissances pour pouvoir déterminer et dimensionner les équipements des postes MT.
4. Dimension de câble, choix d'appareils et équipement de poste, dimension des postes, jeu de barre....
5. Maitrise des schémas de liaison à la terre des postes.
6. Calcul des courants de court-circuit et de défauts.
7. Réglages des protections des réseaux de distribution

A la fin de ce cours, les étudiants auront acquis les informations théoriques et pratiques nécessaires permettant de concevoir, de dimensionner un réseau électrique industriel, ainsi faire le choix de sélection des équipements composant ce réseau, en se basant sur un constructeur pratique, tel que Schneider électrique.

Contenu du cours :

Ch1 : Architectures de réseaux industriels :

Dans ce chapitre, nous allons voir et étudier d'une façon détaillée les différentes architectures des réseaux de distribution privés industriels, plus ou moins complexe, selon le niveau de tension, le besoin en puissance, la sécurité d'alimentation et le type de consommateur industriel alimenté par ces réseaux. Nous allons voir aussi la composition des différents postes et le mode d'exploitation de ces derniers selon le niveau de tension à savoir HTA et HTB, avec ou sans production interne, ainsi que les différentes normes en vigueur, liées au domaine des postes HTA et HTB.

Ch2 : Étude d'une installation poste de livraison HTA :

Dans ce chapitre, en se basant sur les guides techniques des constructeurs et la norme NF-C13 200, nous allons voir comment faire une étude d'un poste de livraison HTA. Commençant par l'élaboration du schéma unifilaire du poste, en suite, les techniques qui nous permettent de choisir les transformateurs de puissances, les cellules HTA, une fois le choix des équipements est fait, nous allons voir les différents modes d'installation et de raccordements des équipements ainsi que leur pose dans l'espace allouer et voir le génie civil des postes en terme d'encombrement et de pose. En dernier, nous nous intéresserons à la mise à la terre des équipements du poste et conducteur de protection.

Ch3 : Dimensionnement des réseaux de distribution industriels :

A la fin de ce chapitre les étudiants auront les connaissances nécessaires qui leurs permettront d'élaborer les bilans de puissances, note de calcul, calcul de chutes de tension, calcul de sections de câbles et le calcul des courants de court circuits. Ce chapitre, détaille les étapes et la méthodologie de conception d'un réseau de distribution industriel.

Ch4 : Étude de coordination et réglages des protections des réseaux de distribution industriels :

Une fois les trois chapitres terminés, et que les étudiants sont capable de concevoir, calculer et dimensionner un réseau de distribution industriel, nous allons passer à la partie protection de cette installation. Comme le cout des équipements d'une installation HTA est assez important et qu'on général ces installations sont des installations privées, donc il est primordiale de concevoir un système de protection aussi robuste qu'efficace possible, afin d'assurer une durée de vie importante des équipements et de réduire les pertes d'argents en conséquences. Dans ce chapitre, nous allons voir les techniques et méthodes de réglages et de coordination des relais de protection.

Mode d'évaluation : : 60% *Examen* et 40% *CC*

Références

1. Christophe PRÉVÉ et Robert JEANNOT : Guide de conception des réseaux électriques industriels, Février 1997.
2. Georges THOMASSET : la conception des réseaux industriels en haute tension,
3. CT169 édition octobre 1993.
4. Schneider Electric : Étude d'une installation poste de livraison HTA- Catalogue distribution électrique 2002

Intitulé du Master : Génie des systèmes industriels et tertiaires

Semestre : S3

Intitulé de l'UE : UEF

Intitulé de la matière : traitement de signal pour l'industrie

Crédits : 3

Coefficients :2

Objectifs

Cette matière a pour but d'initier l'étudiant à l'étude et à l'analyse des signaux discrets ainsi qu'à la conception des filtres numériques. Le programme est destiné à fournir les bases du traitement du signal pour :

1. Caractériser et analyser les signaux à l'entrée des systèmes électroniques et de l'automatique,
2. Synthétiser des systèmes linéaires commandés,
3. Introduire les approches modernes de valorisation de données par intelligence artificielle (IA) pour l'analyse automatisée de signaux industriels.

Connaissances préalables recommandées

Théorie du signal, Mathématiques appliquées, systèmes dynamiques linéaires

Contenu de la matière

Chapitre 1 : Synthèse des filtres

- Transformée en Z (Propriétés et conditions de convergence, Transformée en Z rationnelles (notions de pôles et de zéros, stabilité, réponse fréquentielle et réponse impulsionnelle)
- Synthèse des filtres FIR (la méthode des fenêtres, la méthode de l'échantillonnage fréquentiel)
- Synthèse des filtres IIR (la méthode de l'invariance impulsionnelle, la méthode de la transformation bilinéaire)

Chapitre 2 : Les signaux aléatoires

- Espérances ou Moments d'une fonction aléatoire,
- Statistiques d'ordre 1 (moyenne, variance),
- Statistiques d'ordre 2 (corrélation et covariance),
- Stationnarité au sens large et au sens strict,
- Propriétés de la fonction de corrélation,
- Puissance et DSP et signaux ergodiques)

Chapitre 3 : Méthode d'analyse temps-fréquence (STFT, ondelettes)

- Analyse de signaux non stationnaires pour la détection de défauts transitoires
- Comparaison entre STFT et transformée en ondelettes discrètes : choix selon l'application industrielle

Chapitre 4 : Utilisation des DSP dans les systèmes embarqués

- Implémentation de filtres et transformées dans les processeurs de signal numérique
- Chaînes de traitement en temps réel pour la commande et la surveillance industrielle

Chapitre 5 : Intelligence artificielle et deep learning appliqués aux signaux industriels

- Extraction de caractéristiques (features temporelles et fréquentielles)
- Introduction au Machine Learning (KNN, SVM, régression)
- Classification de signaux capteurs (vibrations, courant, température...)
- Introduction aux CNN et spectrogrammes dans le Deep Learning
- Étude de cas : détection de défauts dans une machine industrielle

Mode d'évaluation :60% Examen et 40% CC.....

Références (Livres et polycopiés, sites internet, etc).

1. Oppenheim, A. V., & Schafer, R. W., "Discrete-Time Signal Processing" (3rd ed.) Prentice Hall, 2009.
2. Proakis, J. G., & Manolakis, D. G., "Digital Signal Processing: Principles, Algorithms and Applications" (4th ed.) Pearson, 2006.
3. Hayes, M. ? "Statistical Digital Signal Processing and Modeling" Wiley, 1996.
4. Papoulis, A., & Pillai, S. U., "Probability, Random Variables and Stochastic Processes" (4th ed.) McGraw-Hill, 2002.
5. Mori Yvon, "Signaux aléatoires et processus stochastiques", Lavoisier, 2014
6. N. Hermann, "Probabilités de l'ingénieur : variables aléatoires et simulations Bouleau", 2002.
7. Kehtarnavaz, N., "Digital Signal Processing System Design: LabVIEW-Based Hybrid Programming" Academic Press, 2008.
8. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A., "Deep Learning" MIT Press, 2016.
10. Sayed-Mouchaweh, M., "Intelligent Fault Diagnosis and Remaining Useful Life Prediction" Springer, 2020.

Intitulé du Master : Génie des systèmes Industriels et tertiaires

Semestre : S3

Intitulé de l'UE : UEF

Intitulé de la matière : Actionneurs Industriels

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement

Le module « Actionneurs » a pour objectif de fournir aux étudiants du Master Gestion des Systèmes Industriels et Tertiaires (GSIT) une compréhension approfondie des différents types d'actionneurs utilisés dans les environnements industriels modernes. À travers l'étude des actionneurs pneumatiques, hydrauliques, électromécaniques et intelligents, les étudiants acquerront les compétences nécessaires pour identifier, choisir, intégrer et diagnostiquer les actionneurs adaptés aux systèmes automatisés complexes. Le module commence par une présentation générale des principes et enjeux liés à l'utilisation des actionneurs en milieu industriel, avant de détailler les technologies spécifiques, leurs applications, leurs avantages et leurs limites.

Compétences visées

À l'issue du module, l'étudiant sera capable de :

- Identifier et classer les différents types d'actionneurs utilisés en milieu industriel.
- Comprendre les principes physiques et les caractéristiques fonctionnelles de chaque technologie.
- Analyser les avantages et limites des technologies d'actionneurs selon les contextes d'application.
- Dimensionner un actionneur en fonction d'un cahier des charges technique.
- Comprendre l'intégration des actionneurs dans des architectures automatisées ou robotisées.
- Appréhender le rôle croissant de l'intelligence artificielle dans la commande et le diagnostic des actionneurs intelligents.

Connaissances préalables recommandées :

Connaissances de base en Electrotechnique générale, Mécanique, Thermique, Machines Electriques, Electronique de puissance, Commande des machines électriques.

Contenu de la matière

I. Généralités sur les actionneurs en milieu industriel

Définition et rôle des actionneurs dans les systèmes automatisés

Typologie des actionneurs : classification selon l'énergie utilisée (pneumatique, hydraulique, électrique)

Principes de conversion d'énergie

Critères de choix et contraintes industrielles

Positionnement des actionneurs dans une chaîne d'action (capteurs – traitement – actionneurs)

II. Actionneurs pneumatiques

Composants d'un système pneumatique : compresseur, vérins, distributeurs
Fonctionnement des vérins à simple et double effet
Circuits de commande pneumatique : logiques de base et séquences
Applications industrielles typiques
Avantages et inconvénients

III. Actionneurs hydrauliques

Constitution d'un système hydraulique : centrale, vérins, pompes, valves
Principes physiques et loi de Pascal
Performances et domaines d'application
Sécurité, maintenance et filtration
Comparaison avec les systèmes pneumatiques
Exemple d'application : vérin hydraulique d'ascenseur.

IV. Actionneurs électromécaniques

Moteurs à courant continu (DC) et alternatif (AC)
Servomoteurs, moteurs pas à pas : principe et commande
Capteurs de position et de vitesse associés (encodeurs, résolveurs)
Intégration dans les systèmes d'automatisation ou de robotique
Actionneurs électriques linéaires
Actionneurs piézoélectriques

V. Actionneurs intelligents

Définition d'un actionneur "intelligent"
Capacité d'auto-surveillance et de diagnostic
Communication numérique (bus de terrain, Ethernet industriel, IO-Link, etc.)
Architecture type d'un actionneur intelligent (capteurs, microcontrôleur, communication, IA embarquée)
Intégration dans les systèmes cyber-physiques (CPS)
Applications dans les bâtiments intelligents et les chaînes de production automatisées

VI. Introduction de l'IA dans les Actionneurs intelligents

Rappel des concepts de l'Industrie 4.0 : connectivité, flexibilité, autonomie
Utilisation de l'intelligence artificielle pour :

- Le diagnostic prédictif des pannes (maintenance prédictive)
- L'auto-apprentissage des conditions de fonctionnement optimales
- L'optimisation en temps réel des performances énergétiques

Exemples de capteurs-actionneurs dotés de capacités IA (vibration, température, position)

Exemples d'application : robotique collaborative, ligne de production adaptative, logistique automatisée

Mode d'évaluation ;

Control continu : 40% ; Examen : 60%.

Ouvrages de référence

1. Rajender Bodula « Actuators: Fundamentals, Principles, Materials, and Applications », Ed. Wiley-Scrivener 2020

2. Olushola Akande « Industrial Automation from Scratch: A hands-on guide to using sensors, actuators, PLCs, HMIs, and SCADA to automate industrial processes», Ed. Packt Publishing 2023
3. De Silva «Sensors and actuators : Engineering System Instrumentation», Ed. Taylor & Francis 2015
4. I. Boldea, A. Nasar "Linear Electric Actuators and Generators" 1997

Intitulé du Master : Génie des systèmes industriels et tertiaires

Semestre : S3

Intitulé de l'UE : UEM

Intitulé de la matière : Régulation Industrielle

Crédits : 2

Coefficients :1

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière*).

L'objectif principal de cet enseignement est d'amener l'étudiant à comprendre les principes de la régulation industrielle et approfondir ses connaissances à travers l'étude de la mise en œuvre et de l'optimisation de systèmes de contrôle appliqués à des processus industriels.

L'étudiant apprendra à appliquer différentes techniques de régulation pour garantir la stabilité, la performance et l'efficacité énergétique des systèmes étudiés.

De plus, cet enseignement vise à renforcer les connaissances acquises précédemment en asservissement et en régulation, dispensées lors de la licence.

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement*).

-Notions de base de contrôle automatique

-Mathématiques et outils de calcul

.

Contenu de la matière :

TP1 : Comparaison entre un régulateur PID classique et un PID optimisé par algorithme génétique.

TP2 : Régulation de vitesse et position d'un moteur à courant continu à aimants permanents.

TP3 : Régulation de vitesse d'un moteur asynchrone triphasé avec commande v/f constant utilisant un DSP.

TP4 : Régulation de Température d'un Système de Chauffage.

TP5 : Régulation de la Vitesse d'une VMC (Ventilation Mécanique Contrôlée).

.

Mode d'évaluation :100% CC.....

Références (*Livres et photocopiés, sites Internet, etc*).

1. série Schaum : Systèmes asservis (tome1 et tome2),
2. H. Bühler : Réglage échantillonné (Tome 2),
3. Sites internet.

Intitulé du Master : Génie des systèmes industriels et tertiaires

Semestre : S3

Intitulé de l'UE : UEM

Intitulé de la matière : Commande Numérique

Crédits : 2

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement

L'objectif du TP est :

- D'automatiser le fonctionnement d'un ascenseur didactique, en utilisant un automate programmable S7- 300 avec le logiciel Step7 (programmation en List et en Lader)
- De commander l'ensemble convertisseurs statique – machines électriques par composants programmables (μ Contrôleurs, DSP).

Connaissances préalables recommandées :

- Programmation d'un schéma électrique en langage graphique, Programmer en LADDER et en GRAFCET,
- Connaître le fonctionnement de la machine à courant continu, Avoir des connaissances de base sur les convertisseurs statiques et redresseurs contrôlés, programmer avec Matlab/Simulink .

Contenu de la matière :

TP1 : Commande numérique d'un moteur à courant continu alimenté par un commutateur de courant TP2 : Contrôle de vitesse d'un moteur à CC alimenté par un redresseur tout thyristor via μ -**contrôleur**

TP 3: Commande séquentielle d'un ascenseur via un automate programmable S7-300 en utilisant le langage Lader

TP 4 : Programmation en langage List d'un ascenseur via un automate programmable S7-300

TP5 :Commande et supervision des fonctionnalités avancées de la commande de l'ascenseur

Mode d'évaluation : 100% CC

Références

[1] : Manuel cours « Simatic S7 », Automate programmable S7-200

[2] : Notice de programmations d'automates SIEMENS S7 300 – S7 400

[3] : Manuel Siemens S7-300, avec Livre

[4] : R. Chauprade, « Commande Électronique Des Moteurs À Courant Continu » Edition Eyrolles,.

[5] : Manuel de TP de Lucas Nulle « Entraînements de convertisseurs de courant avec moteurs à courant (continu EPE 11) »

Intitulé du Master : Génie des systèmes industriels et tertiaires

Semestre : S3

Intitulé de l'UE : UEM

Intitulé de la matière : Microcontrôleur

Crédits : 2

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement

- Comprendre l'architecture d'un microcontrôleur/carte DSP.
- Se familiariser avec les outils de développement et la programmation du microcontrôleur pour le contrôle des périphériques.
- Savoir programmer en C embarqué.
- Maîtriser les entrées/sorties numériques et analogiques.
- Savoir interfacer des capteurs et des actionneurs.
- Maîtriser les interruptions, les timers et la communication série.
- Applications : conversion, filtrage, commande de moteurs, etc.

Connaissances préalables recommandées :

Connaissances en électronique de base, Connaissances en programmation, Architecture des microcontrôleurs

Contenu de la matière :

TP1 : Présentation et Prise en main des Microcontrôleurs/carte DSP et environnement de développement

TP2 : Utilisation des entrées et sortie numériques et logiques combinées

TP3 : Génération des signaux PWM et contrôle d'actionneurs (moteur, LED RGB)

TP4 : Conversion analogique-numérique (ADC)

TP 5 : Timers et interruptions

Références bibliographique

1. **Mazidi, M.A., Naimi, S., & Naimi, S. (2018).**
The AVR Microcontroller and Embedded Systems: Using Assembly and C. Pearson Educatio
2. **Dogançay, K. (2013).**
Embedded Microcontroller Interfacing for M-COR™ Systems. Elsevier.
3. **Valvano, J.W. (2019).**
Embedded Systems: Introduction to ARM Cortex-M Microcontrollers (Vol. 1), 5th Edition.

Intitulé du Master : Génie des systèmes industriels et tertiaires

Semestre : S3

Intitulé de l'UE : UEM

Intitulé de la matière : Outils et techniques Numériques Industriels de conception et dimensionnement

Crédits : 2

Coefficients :2

Objectifs de l'enseignement

Ce module a pour objectif de former les étudiants dans le domaine de la conception, calcul et dimensionnement des installations électriques tertiaires basse tension (courant fort), l'élaboration de plans d'exécutions, les notes de calculs et les bilan de puissance de n'importe quelle installation électrique BT avec la maîtrise des outils numériques nécessaires en conséquences en d'autre terme, une fois le module est fait les étudiants seront opérationnels pour le monde du travail. Le module est structuré en deux parties : partie cours et partie TP.

1. Partie cours :

La partie cours a pour objectif de détailler les différentes installations BT depuis la conception, le design des plans d'exécutions, plan armoires électrique en se basant sur les guides techniques des constructeurs (Legrand, Schneider,...) et norme NF-C15 100, ainsi qu'une formation complète sur le dimensionnement BT en terme de calcul de bilan de puissance, calcul des courants de court circuits, calcul de chute de tension et calcul des section de câble.

2. Partie TP :

La partie TP a pour objectif de permettre aux étudiants de se familiariser avec les outils de calculs, de dimensionnements et de conceptions des installations électriques BT. Pour chaque type de logiciel, des exemples d'installations tertiaires pratiques seront proposés pendant les séances TP à réaliser par les étudiants, afin de les familiariser avec les projets pratiques, comme les projets d'hôpitaux, hôtel, usine, administration, stade ...etc. Une fois le TP terminer les étudiants auront des connaissances avancées dans les logiciel suivant : Autocad (logiciel de dessin de plans) ; Dialux standard (logiciel de calcul des éclairagements et insertion de luminaires dans les plans d'architecture selon les normes d'éclairages) ; Dialux Evo (logiciel de dimensionnement de l'éclairage en 3D) ; XL pro3 calcul (Logiciel de dimensionnement et de calculs des installations BT de Legrand électrique) et XL pro3 (logiciel de dimensionnements et élaboration des plans d'armoires électrique et liste d'appareillage et enveloppe de coffrets et armoires 3D).

A la fin du cours et des TP, des conférences seront préconisées et organisées avec des intervenants professionnels de chez Legrand électrique.

Contenu du cours :

Ch1 : L'essentiel des installations électriques tertiaires BT :

Dans ce chapitre, on développe les notions de base et générales des installations électriques, ces notions seront importantes dans le bon déroulement de la suite du cours et du TP. Dans ce chapitre 1, les étudiants vont voir les différents équipements nécessaires dans la conception des installations, à savoir : les conduits, les coffrets de distributions, les connections, charges ...etc.

Ch2 : Guide des installations électriques et techniques de poses :

Dans ce chapitre, en se basant sur les guides techniques des constructeurs et la norme NF-C15 100, on va développer toutes les techniques de pose et norme d'installations qui nous permettent d'assurer une installation en bon et du forme lors de l'exécution des travaux d'installations.

Ch3 : Dimensionnement des installations électriques :

A la fin de ce chapitre les étudiants auront les connaissances nécessaires qui leur permettront d'élaborer les bilans de puissances, note de calcul, calcul de chutes de tension, calcul de sections de câbles, dimensionner et choisir de la source ...etc.

Contenu du TP :

TP1 : Formation sur le logiciel AUTOCAD et son interfaçage avec les logiciels de calcul.

TP2 : Calcul de l'éclairage avec DIALUX standard.

TP3 : Calcul de l'éclairage avec DIALUX Evo.

TP4 : Formation sur les logiciels XL PRO calcul et XL PRO.

TP5 : Note de calcul et bilan de puissance d'une installation pratique avec le logiciel XL PRO calc. et CANECO, ETAP.

TP6 : Dimensionnement et conception des armoires de projet pratique avec le logiciel XL PRO.

Mode d'évaluation : 60% examen- 25% CC.

Références (*Livres et photocopiés, sites internet, etc*).

Bibliothèque de la faculté.

Bibliothèque centrale.

CCU et CCF.

Intitulé du Master : Génie des systèmes industriels et tertiaires

Semestre : S3

Intitulé de l'UE : UET

Intitulé de la matière : Sécurité Industrielle et Habilitation

Crédits : 2

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes*).

Cette matière permet de montrer au candidat les risques électriques dans les installations industrielles. En plus savoir classer le niveau du danger par rapport au niveau de l'habilitation nécessaire à l'intervention dans ces milieux.

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes*).

Installation électrique BT, MT et HT

Réseaux électriques

Contenu de la matière (*indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel*)

- Chapitre 1 Effet du courant électrique sur le corps humain
- Chapitre 2 Le mécanisme des électrisations dans les installations électriques BT
- Chapitre 3 Protection contre les contacts directs et indirects
- Chapitre 4 Prises de terre et Mises à la terre
- Chapitre 5 Surtension, Surintensité et échauffement
- Chapitre 6 Interventions et travaux sur les installations électriques
- chapitre 7 Habilitation électrique et Secours préliminaires

Mode d'évaluation : 100% Examen

Références (*Livres et photocopiés, sites internet, etc*).

Intitulé du Master : Génie des systèmes industriels et tertiaires

Semestre: 3

Unité d'enseignement : UET

Matière 1 : Reverse Engineering

VHS: 45h00 (Cours : 1h30 et Atelier : 1h30)

Crédits: 2

Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement

Ce module est destiné aux étudiants de Master en génie électrique, automatisme ou électronique, ou à des ingénieurs souhaitant comprendre et réutiliser des systèmes existants (sans schéma, sans documentation), dans un cadre légal, pour diagnostic, maintenance, reproduction, amélioration ou cybersécurité.

- 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 en génie électrique.
- Appréhender la valeur et l'éthique des principes du RE dans le design, la fabrication et l'assurance qualité de produits,
- Apprendre à analyser, documenter et modéliser un système existant sans documentation initiale.
- Reconstituer des schémas électriques et fonctionnels à partir d'un système réel.
- Utiliser des outils logiciels et matériels pour l'analyse de circuits imprimés, automates, cartes électroniques, etc.
- Évaluer les risques et la légalité des démarches de rétro-ingénierie.

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

Prérequis –Connaissances fondamentales en génie Electrique.

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, cyber sécurité, 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

- Dispositif Electrique –Carte Electronique : inspection visuelle, repérage de composants
- Utilisation d'outils : multimètre, oscilloscope, analyseur logique
- Reconnaissance de schémas électriques

- Reconstitution de schémas sous KiCad / Fritzing /Proteus/**EPLAN Electric P8/** QElectroTech

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 : Solid Works, Fusion360

6. Sécurité et détection d'intrusion

- Reverse engineering dans la cyber sécurité : 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

- **Génie Electrique**
 - Rétro-ingénierie d'un dispositif électrique sans schéma
 - Exemple : Relais temporisé, Armoire Electrique, Variateur de vitesse, Machine Electrique, Système d'automatisation..
 - Objectifs : identifier le fonctionnement, dessiner le schéma, proposer une variante améliorée.
 - Identification de composants (IC, transistors, résistances, condensateurs, etc.).
 - Utilisation d'outils : multimètre, oscilloscope, analyseur logique.
 - Lecture et extraction de firmware depuis un microcontrôleur.
 - Introduction à la détection de contrefaçons électroniques.

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 (gratuitenligne)
- Micah Scott, & bunnies Huang.Reverse Engineering Electronics [online tutorials, articles]
- The IDA Pro Book – Chris Eagle (logiciels)
- Eilam, E. (2011).Reversing: Secrets of Reverse Engineering.Wiley Publishing.
- Practical Reverse Engineering – Bruce Dang
- Documentation :
 - <https://ghidra-sre.org>
 - <https://www.kicad.org>
 - <https://www.autodesk.com/products/fusion-360>

Intitulé du Master : Génie des systèmes industriels et tertiaires

Semestre : S3

Intitulé de l'UE : UEM

Intitulé de la matière : Séminaire et visite de sites industriels

Credit : 2

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement

Les étudiants auront l'opportunité de découvrir les sites industriels au cours de l'année universitaire et d'acquérir les bases de culture générale de l'entreprise en se confrontant au fonctionnement de différentes installations et de se préparer aux stages et à l'intégration en entreprise. Cette activité pédagogique permet aux étudiants d'assister à des démonstrations en temps réel, et enrichissement des pratiques grâce aux propositions des professionnels.

De voir de près des réalités professionnelles et qui vise à confronter les connaissances de l'étudiant à ces réalités.

La visite des sites permet aussi de faire des liens et de rencontrer des professionnels qui apportent un questionnement et leurs expertises. Découvrir les réalités de l'industrie, les problématiques existantes.

De part leurs connaissances acquises au cours, les étudiants participent à de réels échanges avec les industriels, et assister à un séminaire d'entreprise dans le but de connaître les solutions à la pointe de la technologie dans des domaines des systèmes industriels.

Donner à l'étudiant les outils nécessaires afin de rechercher l'information utile pour mieux l'exploiter dans son projet de fin d'études. L'aider à franchir les différentes étapes menant à la rédaction d'un document scientifique. Lui signifier l'importance de la communication et lui apprendre à présenter de manière rigoureuse et pédagogique le travail effectué

Connaissances préalables recommandées :

Les installations industrielles, types des protections électriques, équipements de protection numérique des installations MT/BT.

Les systèmes de supervision et les automates

Les systèmes de sécurité incendie

Contenu de la matière

Les activités pédagogiques visent à mieux connaître le monde professionnel. Les activités sont conçues et planifiées pour permettre l'intégration de notions vues dans le cours

1. Techniques et normes de rédaction

- Sélectionner les sources d'information et Localiser les documents
- Traiter l'information
- Présentation de la bibliographie
- Normes de rédaction

2. Les Visites :

Visite N°1 Sites avec des équipements et des sources électriques diversifiés et un système de supervision et de commande (ex STEP)

Cette visite permet à l'étudiant d'acquérir l'ensemble des connaissances lui permettant d'identifier le mode de fonction des stations ainsi que leur système de supervision

- Savoir la gamme des tensions utilisées et le mode d'alimentation des moteurs de grandes puissances ainsi que le type de démarrage.

- Les armoires de mesures et de commandes
- Architecture de réseau de puissance
- Identifier les différentes sources d'énergies (Source Sonelgaz, GE, UPS, Solaire, éolienne...)

Visite N°2 Sites avec des postes de transformation et cellules MT

Cette visite permet à l'étudiant d'acquérir l'ensemble des connaissances lui permettant d'identifier les équipements électriques existant dans l'industrie de même d'identifier la stratégie de protection employée

- Identifier la structure du réseau électrique
- Description du poste électrique et sa protection
- Identifier les cellules existantes (Cellule arrivée, Cellule départ, Cellule couplage)
- Protection des transformateurs
- Protection contre les défauts internes
- Protection des éléments principaux dans le réseau industriel MT/BT
- Configuration et paramétrage des relais de protections numériques (démonstration en temps réel)

Visite N3 Sites avec des Systèmes des Sécurité

Cette visite permet à l'étudiant d'acquérir l'ensemble des connaissances lui permettant d'identifier les équipements de sécurité incendie existant dans l'industrie de même d'identifier la stratégie de protection employée en termes de détection, de désenfumage, asservissements et de lutte

- Description du système existant
- Systèmes de détection Incendie SDI
- Systèmes de mise en sécurité incendie SMSI (désenfumage, Evacuation, les asservissements et autres)
- Systèmes de lutte contre l'incendie (PIA, RIA, Sprinkler)

Visite N4 Sites avec des Systèmes des supervision type BMS et SCADA

Cette visite permet à l'étudiant d'acquérir l'ensemble des connaissances lui permettant d'identifier les équipements d'intelligence existant dans l'industrie de même d'identifier le système de supervision employée (BMS, PMS, SCADA, WAMS) en termes de détection, de désenfumage, asservissements et de lutte

- Description du système existant
- Description du poste de supervision
- Architecture du réseau de communication
- Description des différents interfaces utilisés avec les capteurs et les actionneurs
- Description des baies de stockage et les serveurs et autres (DATA center)

Visite N5 Sites avec des Systèmes d'automatisme (usine et chaine de montage)

Cette visite permet à l'étudiant d'acquérir l'ensemble des connaissances lui permettant d'identifier les chaines d'automatisme existants dans l'industrie de même d'identifier le mode de fonctionnement en termes de programmation, HMI, automates.

- Description du système existant
- Description des automates de l'installation (E/S)
- Architecture du réseau de communication
- Description des baies de stockage et les serveurs et autres (DATA center)

Mode d'évaluation : Contrôle Continu : 100% ;

Le Contrôle continu se fera en collaboration avec les autres modules sous forme :

- De mini projet. Ces mini-projets seront proposés et tutorés par les enseignants des autres modules.
- De rapport de visites des sites industriels

Références bibliographiques (*Besoins en ressources humaines et Matériels*):

Fournir les ressources nécessaires aux étudiants pour réaliser ces visites.

1. M. Griselin et al., *Guide de la communication écrite*, 2e édition, Dunod, 1999.
2. J.L. Lebrun, *Guide pratique de rédaction scientifique : comment écrire pour le lecteur scientifique international*, Les Ulis, EDP Sciences, 2007.
3. A.Mallender Tanner, *ABC de la rédaction technique : modes d'emploi, notices d'utilisation, aides en ligne*, Dunod, 2002.
4. M. Greuter, *Bien rédiger son mémoire ou son rapport de stage*, L'Etudiant, 2007.
5. M. Boeglin, *lire et rédiger à la fac. Du chaos des idées au texte structuré*. L'Etudiant, 2005.
6. M. Beaud, *l'art de la thèse*, Editions Casbah, 1999.
7. M. Beaud, *l'art de la thèse*, La découverte, 2003.
8. M. Kalika, *Le mémoire de Master*, Dunod, 2005.

V- Accords - Conventions

Oui

- Autres établissements universitaires :

ENP Ecole Nationale Polytechnique

- entreprises et autres partenaires socio économiques :

DEO Electronique

ABB SOMAFE Algerie

DEF Algerie Spa

Petrofina

El Sewedy

Legrand Algerie

Honeywell Algerie

- Partenaires internationaux :

University LeakHaed Canada

(Si oui, transmettre les accords et/ou les conventions dans le dossier papier de la formation)

LETTRE D'INTENTION

OBJET : Approbation du projet de lancement d'une formation de master intitulé : **Master Génie des Systèmes Industriels et Tertiaires**

Dispensé à : **Faculté d'Electronique et Informatique, USTHB**

Par la présente, Abdelhamid Tayebi, Professeur au Département de Génie Electrique, Lakehead University, Canada, déclare sa volonté de manifester son accompagnement à cette formation en qualité d'utilisateur potentiel du produit.

A cet effet, nous confirmons notre adhésion à ce projet et notre rôle consistera à :

- Donner notre point de vue dans l'élaboration et à la mise à jour des programmes d'enseignement.
- Participer à des séminaires organisés à cet effet.
- Participer aux jurys de soutenance.
- Faciliter autant que possible l'accueil de stagiaires soit dans le cadre de mémoires de fin d'études, soit dans le cadre de projets tuteurés.

Les moyens nécessaires à l'exécution des tâches qui nous incombent pour la réalisation de ces objectifs seront mis en œuvre sur le plan matériel et humain.

Monsieur (ou Madame) Abdelhamid Tayebi est désigné(e) comme coordonnateur externe de ce projet.

SIGNATURE de la personne légalement autorisée :

FONCTION : Professeur

Date : 4 Avril, 2016



CACHET OFFICIEL ou SCEAU DE L'ENTREPRISE

LETTRE D'INTENTION TYPE

(En cas de master en collaboration avec une entreprise du secteur utilisateur)

OBJET : Approbation du projet de lancement d'une formation de master intitulé :
GSIT- Master
Génie Des Systèmes Industriels et Tertiaires

Dispensé à : "Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediène
Faculté d'électronique & Informatique

Par la présente, l'entreprise SPA DEF Algérie déclare sa volonté de manifester son accompagnement à cette formation en qualité d'utilisateur potentiel du produit.

A cet effet, nous confirmons notre adhésion à ce projet et notre rôle consistera à :

- Donner notre point de vue dans l'élaboration et à la mise à jour des programmes d'enseignement,
- Participer à ces séminaires organisés à cet effet.
- Participer aux jurys de soutenance,
- Faciliter autant que possible l'accueil de stagiaires soit dans le cadre de mémoires de fin d'études, soit dans le cadre de projets tuteurs.

Les moyens nécessaires à l'exécution des tâches qui nous incombent pour la réalisation de ces objectifs seront mis en œuvre sur le plan matériel et humain.

Monsieur HAMID HAMMADI est désigné comme coordinateur externe de ce projet.

SIGNATURE de la personne légalement autorisée :

FONCTION : Directeur Général

Date : 20 Mars 2016

Signature
Monsieur Hamid Hammadi
16, Hamid Hammadi CDE RAGA



DEF ALGERIE - (Société à responsabilité limitée) - 14, rue de l'Industrie, El Harrach, ALGERIE ALGERIE
Tel : 01 713 21 39 74 20 - Fax: 01 713 21 76 01 07 - Email : contact@defalgerie.com
DEF ALGERIE - SPA au Capital de 12.024.000.000 - RC : 1506000363 3 19 - N° : 0491500000000000

OBJET : Approbation du projet de lancement d'une formation de master intitulé :

Dispensé à :

Par la présente, l'entreprise SARL Somafe déclare sa volonté de manifester son accompagnement à cette formation en qualité d'utilisateur potentiel du produit.

A cet effet, nous confirmons notre adhésion à ce projet et notre rôle consistera à :

- Donner notre point de vue dans l'élaboration et à la mise à jour des programmes d'enseignement,
- Participer à des séminaires organisés à cet effet,
- Participer aux jurys de soutenance,
- Faciliter autant que possible l'accueil de stagiaires soit dans le cadre de mémoires de fin d'études, soit dans le cadre de projets tuteurés.

Les moyens nécessaires à l'exécution des tâches qui nous incombent pour la réalisation de ces objectifs seront mis en œuvre sur le plan matériel et humain.

Monsieur ALIKACEM Hichem est désigné(e) comme coordonnateur externe de ce projet.

FONCTION : Directeur Technico-Commercial

El Harrach le : 05 AVR. 2016



SARL SOMAFE 03 Zone industrielle ,Route de Baraki , EL HARRACH, ALGER
Tel : 021 89 82 43 /44 Fax : 021 82 86 97 Email : contact@sarlsomafe.com