



MASTER ACADEMIQUE **HARMONISE**

Programme national

Mise à jour 2025

Domaine	Filière	Spécialité
<i>Sciences et Technologies</i>	<i>Electrotechnique</i>	<i>Electrotechnique Industrielle</i>



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
اللجنة البيداغوجية الوطنية لميدان العلوم و التكنولوجيا
Comité Pédagogique National du domaine Sciences et Technologies



ماستر أكاديمية

تحديث 2025

الميدان	الفرع	التخصص
علوم و تكنولوجيا	كهروتقني	كهروتقني صناعي

I – Fiche d'identité du Master

Conditions d'accès

(Indiquer les spécialités de licence qui peuvent donner accès au Master)

Filière	Master harmonisé	Licences ouvrant accès au master	Classement selon la compatibilité de la licence	Coefficient affecté à la licence
Electrotechnique	Electrotechnique industrielle	Electrotechnique	1	1.00
		Electromécanique	2	0.80
		Maintenance Industrielle	2	0.80
		Automatique	3	0.70
		Electronique	3	0.70
		Autres licences du domaine ST	5	0.60

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

Semestre 1 Master : Electrotechnique Industrielle

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 1.1.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Réseaux de transport et de distribution d'énergie électrique	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Electronique de puissance avancée	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	μ-processeurs et μ-contrôleurs	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
UE Fondamentale Code : UEF 1.1.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Machines électriques approfondies	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Méthodes numériques appliquées et optimisation	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.1 Crédits : 11 Coefficients : 7	TP : - μ-processeurs et μ-contrôleurs	1	1			1h30	22h30	2h30	100%	
	TP : - Réseaux de transport et de distribution d'énergie électrique	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP : - Electronique de puissance avancée	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP : Méthodes numériques appliquées et optimisation	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP : - machines électriques approfondies	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	Programmation Avancée en Python	2	2	1h30		1h30	45h	5h00	40%	60%
UE Découverte Code : UED 1.1 Crédits : Coeff. : 1	Matière au choix	1	1	1h30			22h30	2h30		100%
Total semestre 1		30	17	10h30	6h	9h	375h00	375h00		

Semestre 2

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Electricité industrielle	4	2	1h30	1h30		45h00	45h00	40%	60%
	Systèmes asservis échantillonnés et Régulation Numérique	4	2	1h30	1h30		45h00	45h00	40%	60%
	Technologie en Automatismes Industriels	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Modélisation et Identification des systèmes électriques	4	2	1h30	1h30		45h00	45h00	40%	60%
	Entraînements électriques	4	2	1h30	1h30		45h00	45h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.2 Crédits : 9 Coefficients : 5	TP Systèmes asservis échantillonnés et Régulation Numérique	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP électricité industrielle/TP Modélisation & Identification des systèmes électriques	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Entraînements électriques	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	Techniques de la Haute Tension	3	2	1h30		1h30	45h00	30h00	40%	60%
UE Transversale Code : UET 1.2 Crédits : 3 Coefficients : 3	Eléments d'IA appliquée	2	2	1h30	1h30		45h00	5h00	40%	60%
	Respect des normes et des règles d'éthique et d'intégrité	1	1	1h30			22h30	2h30		100%
Total semestre 2		30	17	12h	6h00	7h30	375h00	375h00		

Semestre 3

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 2.1.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	Régimes transitoires des réseaux électriques ou machines électriques	5	3	3h00	1h30		67h30	67h30	40%	60%
	Commande des systèmes électriques	4	2	1h30	1h30		45h00	45h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 2.1.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Diagnostic de pannes dans les installations électriques	2	1	1h30			22h30	2h30		100%
	Qualité de l'énergie et Compatibilité électromagnétique	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Techniques de l'intelligence artificielle	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
UE Méthodologique Code : UEM 2.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	TP Techniques de l'intelligence artificielle	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Commande des systèmes électriques	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	Dimensionnement des systèmes industriels	4	2	1h30		1h30	45h00	55h00	40%	60%
	TP régimes transitoires	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
UE Transversale Code : UET 2.1 Crédits : 3 Coefficients : 3	Reverse Engineering	2	2	1h30	1h30 Atelier		45h00	5h00	40%	60%
	Recherche documentaire et conception de mémoire	1	1	1h30			22h30	2h30		100%
Total semestre 3		30	17	13h30	4h30	7h30	375h00	375h00		

Orientations générales sur le choix des matières de découverte :

Les matières découvertes dans le Référentiel des Matières du Master "Electrotechnique industrielle " (Tableau ci-dessus) sont laissées au libre choix des établissements qui peuvent choisir indifféremment leurs matières parmi la liste présentée ci-dessous en fonction de leurs priorités.

Panier au choix pour les matières des UE Découvertes (S1, S2 et S3)

- 1- Entrepreneuriat et Gestion des entreprises,
- 2- Ecologie Industrielle et Développement Durable
- 3- Production centralisée et décentralisée de l'énergie électrique
- 4- Energies renouvelables
- 5- Maintenance et Sûreté de fonctionnement
- 6- Informatique industrielle
- 7- Implémentation d'une commande numérique en temps réel
- 8- Matériaux d'électrotechnique et leurs applications
- 9- Maintenance des réseaux électriques
- 10- Normes et législations en Électrotechnique
- 11- Ecologie Industrielle et Développement Durable

Semestre 4

Stage en entreprise ou dans un laboratoire de recherche sanctionné par un mémoire et une soutenance.

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

Ce tableau est donné à titre indicatif

Evaluation du Projet de Fin de Cycle de Master

- Valeur scientifique (Appréciation du jury) /6
- Rédaction du Mémoire (Appréciation du jury) /4
- Présentation et réponse aux questions (Appréciation du jury) /4

- Appréciation de l'encadreur /3
- Présentation du rapport de stage (Appréciation du jury) /3

III - Programme détaillé par matière du semestre S1

Semestre: 1

UE Fondamentale Code : UEF 1.1.1

Matière: Réseaux de transport et de distribution d'énergie électrique

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

Crédits: 4

Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

L'objectif de ce cours peut être divisé en deux : d'une part l'élargissement des connaissances acquises durant le cours de 'Réseaux électriques' en Licence, et d'autre part introduire les connaissances nécessaires sur la gestion et l'exploitation des réseaux électriques.

Connaissances préalables recommandées

Lois fondamentales d'électrotechnique (Loi d'Ohm, les lois de Kirchhoff....etc), Analyse des circuits électriques à courant alternatif, calcul complexe. Modélisation des lignes électriques (Cours réseaux électrique en Licence).

Contenu de la matière :

I. Architectures des postes électriques (2 semaines)

Architecture globale du réseau électrique, équipements et architecture des postes (postes à couplage de barres, postes à couplage de disjoncteurs), topologies des réseaux de transport et de distribution d'énergie.

II. Organisation du transport de l'énergie électrique

II.1. Lignes de transport d'énergie (3 semaines)

Calcul des lignes de transport : Choix de la section des conducteurs, isolation, calcul mécanique des lignes, Opération des lignes de transport en régime établi. Opération des lignes de transport en régime transitoire. Transport d'énergie en courant continu (HVDC).

II.2. Réseaux de distribution (2 semaines)

Introduction à la distribution d'énergie électrique, distribution primaire, distribution secondaire, transformateurs de distribution, compensation d'énergie réactive dans les réseaux de distribution, fiabilité de distribution.

III. Exploitation des réseaux électriques MT et BT (3 semaines)

Protection des postes HT/MT contre les surintensités et les surtensions). Modèles des éléments du réseau électrique. Réglage de la tension, Dispositifs de réglage de la tension, - Contrôle de la puissance réactive sur un réseau électrique

IV. Régimes de neutre (2 semaines)

Les régimes de neutre (isolé, mise à la terre, impédant), neutre artificiel.

V. Réglage de la tension (3 semaines)

Chute de tension dans les réseaux électrique, méthode de réglage de la tension (réglage automatique de la tension aux bornes des générateurs, AVR, compensation d'énergie réactive par les moyens classiques et modernes, réglage de la tension par autotransformateur), introduction à la stabilité de la tension.

Mode d'évaluation : Contrôle continu: 40%; Examen: 60%.

Références bibliographiques

1. F. Kiessling et al, 'Overhead Power Lines, Planning, design, construction'. Springer, 2003.

2. T. Gonen et al, '*Power distribution*', book chapter in Electrical Engineering Handbook. Elsevier Academic Press, London, 2004.
3. E. Acha and V.G. Agelidis, '*Power Electronic Control in Power Systems*', Newns, London 2002.
4. TuranGönen : Electric power distribution system engineering. McGraw-Hill, 1986
5. TuränGonen : Electric power transmission system engineering. Analysis and Design. John Wiley & Sons, 1988

Semestre: 1

UE Fondamentale Code : UEF 1.1.1

Matière: Electronique de puissance avancée

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

Crédits: 4

Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Pour fournir les concepts de circuit électrique derrière les différents modes de fonctionnement des onduleurs afin de permettre la compréhension profonde de leur fonctionnement

Pour doter des compétences nécessaires pour obtenir les critères pour la conception des convertisseurs de puissance pour UPS, Drives etc.,

Capacité d'analyser et de comprendre les différents modes de fonctionnement des différentes configurations de convertisseurs de puissance.

Capacité à concevoir différents onduleurs monophasés et triphasés

Connaissances préalables recommandées

Composants de puissance, l'électronique de puissance de base,

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Méthodes de modélisation et simulation des semi-conducteurs de puissance (02 semaines)

Caractéristique idéalisée des différents types de semi-conducteurs, équations logiques des semi-conducteurs, méthodes de simulations des convertisseurs statiques

Chapitre 2 : Mécanismes de commutation dans les convertisseurs statiques (03 semaines)

Principe de commutation naturelle, principe de commutation forcée, calcul des pertes par commutation.

Chapitre 3 : Méthodes de conception des convertisseurs statiques à commutation naturelle (02 semaines)

Règles de commutation, définition de la cellule de commutation, différents type de sources, règles d'échange de puissance, convertisseurs direct et indirect exemple : étude d'un cyclo convertisseur.

Chapitre 4 : Méthodes de conception des convertisseurs statiques à commutation forcée (03 semaines)

- Onduleur MLI
- Redresseur à absorption sinusoïdale
- Gradateur MLI
- Alimentations à découpage

Chapitre 5 : Onduleur multi-niveaux (03 semaines)

Concept multi niveaux, topologies, Comparaison des onduleurs multi-niveaux . Techniques de commande PWM pour onduleur MLI - monophasés et triphasés de source d'impédance.

Chapitre 6 : Qualité d'énergie des convertisseurs statiques (03semaines)

- Pollution harmonique due aux convertisseurs statiques (Etude de cas : redresseur, gradateur).
- Etude des harmoniques dans les onduleurs de tension.
- Introduction aux techniques de dépollution

Mode d'évaluation : Contrôle continu: 40%; Examen: 60%.

Références bibliographiques

- Electronique de puissance, de la cellule de commutation aux applications industrielles. Cours et exercices, A. Cunière, G. Feld, M. Lavabre, éditions Casteilla, 544 p. 2012.
- Encyclopédie technique « Les techniques de l'ingénieur », traité de Génie Electrique, vol. D4 articles D3000 à D3300.

Semestre: 1

UE Fondamentale Code : UEF 1.1.1

Matière: μ -processeurs et μ -contrôleurs

VHS: 22h30 (Cours: 1h30)

Crédits: 2

Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement

Connaitre la structure d'un microprocesseur et son utilité. Faire la différence entre microprocesseur, microcontrôleur et un ordinateur. Connaitre l'organisation d'une mémoire. Connaitre la programmation en assembleur. Connaitre l'utilisation des interfaces d'E/S et les interruptions. Utilisation du micro contrôleur (programmation, commande de système).

Connaissances préalables recommandées

Logiques combinatoire et séquentielle, automatismes industriels

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Architecture et fonctionnement d'un microprocesseur (3 semaines)

Structure d'un ordinateur, Circulation de l'information dans un ordinateur, Description matérielle d'un microprocesseur, Fonctionnement d'un microprocesseur, les mémoires
Exemple : Le microprocesseur Intel 8086

Chapitre 2: La programmation en assembleur (2 semaines)

Généralités, Le jeu d'instructions, Méthode de programmation.

Chapitre 3: Les interruptions et les interfaces d'entrées/sorties (3 semaines)

Définition d'une interruption, Prise en charge d'une interruption par le microprocesseur, Adressages des sous programmes d'interruptions, Adressages des ports d'E/S, Gestion des ports d'E/S

Chapitre 4: Architecture et fonctionnement d'un microcontrôleur (3 semaines)

Description matérielle d'un μ -contrôleur et son fonctionnement. Programmation du μ -contrôleur

Exemple : Le μ -contrôleur PIC

Chapitre 5: Applications des microprocesseurs et microcontrôleurs (4 semaines)

Interface LCD - Clavier Interface - Génération de signaux des ports Porte pour convertisseurs - Moteur- Contrôle - Contrôle des appareils DC / AC - mesure de la fréquence - système d'acquisition de données

Mode d'évaluation : Examen: 100%.

Références bibliographiques

[1] R. Zaks et A. Wolfe. Du composant au système – Introduction aux microprocesseurs. Sybex, Paris, 1988.

[2] M. Tischer et B. Jennrich. La bible PC – Programmation système. Micro Application, Paris, 1997.

[3] R. Tourki. L'ordinateur PC – Architecture et programmation – Cours et exercices. Centre de Publication Universitaire, Tunis, 2002.

[4] H. Schakel. Programmer en assembleur sur PC. Micro Application, Paris, 1995.

[5] E. Pissaloux. Pratique de l'assembleur I80x86 – Cours et exercices. Hermès, Paris, 1994

Semestre: 1

UE Fondamentale Code : UEF 1.1.2

Matière: Machines électriques approfondies

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

Crédits: 4

Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement

A la fin de ce cours, l'étudiant sera capable d'établir les équations générales de conversion d'énergie électromécanique appliquées aux machines synchrones, asynchrones et à courant continu et saura déterminer leurs caractéristiques en régimes statiques ou variables. Ce qui permet notamment de prendre en compte l'association des machines aux convertisseurs statiques.

Connaissances préalables recommandées

-Circuits électriques triphasés, à courants alternatifs, puissance. Circuits magnétiques, Transformateurs monophasés et triphasés, Machines électriques à courants continu et alternatif (fonctionnement moteur et génératrice).

Contenu de la matière :

Chapitre I : Principes généraux (3 semaines)

Principe de la conversion d'énergie électromécanique. Principe du couplage stator/rotor : la machine primitive. Bobinages des machines électriques. calcul des forces magnétomotrices. Équation mécanique ;

Chapitre II : Machines synchrones(4 semaines)

Généralités et mise en équations de la machine synchrone à pôles lisses. Étude du fonctionnement de la machine synchrone. Différents systèmes d'excitation. Réactions d'induit. Éléments sur la machine synchrone à pôles saillants sans et avec amortisseurs. Diagrammes de Potier, diagramme des deux réactances et diagramme de Blondel. Éléments sur les machines à aimants permanents. Alternateurs et Couplage en parallèle. Moteurs synchrones, démarrage...

Chapitre III : Machines asynchrones (4 semaines)

Généralités. Mise en équation. Schémas équivalents. Couple de la machine asynchrone. Caractéristiques et diagramme de la machine asynchrone. Fonctionnement moteur/générateur, démarrage, freinage. Moteurs à encoches profondes et à double cages, Moteurs asynchrones monophasés ;

Chapitre IV : Machines à courant continu (4 semaines)

Structure des machines à courant continu. Équations des machines à courant continu. Modes de démarrage, freinage et réglage de vitesse des moteurs à courant continu. Phénomènes de commutation. Saturation et réaction d'induit. Pôles auxiliaires de commutation. Fonctionnement moteur/générateur.

Mode d'évaluation : Contrôle continu: 40%; Examen (60%)

Références

- 1) J.-P. Caron, J.P. Hautier : Modélisation et commande de la machine asynchrone, Technip, 1995.
- 2) G. Grellet, G. Clerc : Actionneurs électriques, Principes, Modèles, Commandes, Eyrolles, 1996.
- 3) J. Lesenne, F. Notelet, G. Séguier : Introduction à l'électrotechnique approfondie, Technique et Documentation, 1981.
- 4) Paul C.Krause, Oleg Wasyszczuk, Scott S, Sudhoff, "Analysis of Electric Machinery and Drive Systems", John Wiley, Second Edition, 2010.
- 5) P S Bimbhra, "Generalized Theory of Electrical Machines", Khanna Publishers, 2008.
- 6) A.E, Fitzgerald, Charles Kingsley, Jr, and Stephan D, Umanx, " Electric Machinery", Tata McGraw Hill, 5th Edition, 1992

Semestre: 1

UE Fondamentale Code : UEF 1.1.2

Matière : Méthodes numériques appliquées et optimisation

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

Crédits: 4

Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

L'objectif de cet enseignement est de présenter les outils nécessaires à l'analyse numérique et à l'optimisation, avec ou sans contraintes, des systèmes physiques, dans le domaine de l'ingénierie.

Connaissances préalables recommandées:

Mathématique, programmation, maîtrise de l'environnement MATLAB.

Contenu de la matière:

Chapitre I : Rappels sur quelques méthodes numériques (3 semaines)

- Résolution des systèmes d'équations non linéaire par les méthodes itératives.
- Intégration et différentiation numérique.
- Méthodes de résolution d'équations différentielles ordinaires (EDO): Méthodes d'Euler ; Méthodes de Runge-Kutta ; Méthode d'Adams.
- Résolution des système d'EDO.

Chapitre II : Equations aux dérivées partielles (EDP) (6 semaines)

- Introduction et classifications des problèmes aux dérivées partielles et des conditions aux limites;
- Méthodes de résolution des EDP: Méthode des différences finies (MDF); Méthode des volumes finis (MVF); Méthode des éléments finis (MEF).

Chapitre III : Techniques d'optimisation (6 semaines)

- Définition et formulation d'un problèmes d'optimisation.
- Optimisation unique et multiple avec ou sans contraintes.
- Algorithmes d'optimisation sans contraintes (Méthodes déterministes, Méthodes stochastiques).
- Traitement des contraintes (Méthodes de transformation, Méthodes directes).

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40 % ; Examen: 60 %.

Références bibliographiques :

1. G.Allaire, *Analyse Numérique et Optimisation*, Edition de l'école polytechnique, 2012
2. S.S. Rao, 'Optimization – Theory and Applications', Wiley-Eastern Limited, 1984
3. A. fortin, *Analyse numérique pour ingénieurs*, Presses internationales polytechnique, 2011.
4. J. Bastien, J. N. Martin, *Introduction à l'analyse numérique : Application sous Matlab*, Dunod, 2003.
5. A. Quarteroni, F. Saleri, P. Gervasio, *Calcul scientifique*, Springer, 2008.
6. T. A. Miloud, *Méthodes numériques : Méthode des différences finis, méthode des intégrales et variationnelles*, Office des publications universitaires, 2013.
7. J. P. Pelletier, *Techniques numériques appliquées au calcul scientifique*, Masson, 1982.
8. F. Jędrzejewski, *Introduction aux méthodes numériques*, springer, 2001.
9. P. Faurre, *Analyse numériques, notes d'optimisation*, Ecole polytechnique, 1988.
10. Fortin. *Analyse numérique pour ingénieurs*, presses internationales polytechnique, 2011.
11. J. Bastien, J.N Martin. *Introduction à l'analyse numérique : Application sous Matlab*, Dunod, 2003.
12. Quarteroni, F.Saleri, P. Gervasio. *Calcul scientifique*, Springer, 2008.

Semestre: 1

UE Méthodologique Code : UEM 1.1

Matière: TP : - μ -processeurs et μ -contrôleurs

VHS: 22h30 (TP: 1h30)

Crédits: 1

Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement

Connaitre la programmation en assembleur. Connaitre le principe et les étapes d'exécution de chaque instruction. Connaitre l'utilisation des interfaces d'E/S et les interruptions. Utilisation du micro contrôleur (programmation, commande de système).

Connaissances préalables recommandées

Logiques combinatoire et séquentielle, automatismes industriels, algorithmique.

Contenu de la matière

TP1 : Prise en main d'un environnement de programmation sur μ -processeur (1 semaine)

TP2 : Programmation des opérations arithmétiques et logiques dans un μ -processeur (1 semaines)

TP3 : Utilisation de la mémoire vidéo dans un μ -processeur (1 semaines)

TP4: Gestion de la mémoire du μ -processeur. (2 semaines)

TP5 : Commande d'un moteur pas à pas par un μ -processeur (2 semaines)

TP6: Gestion de l'écran (1 semaines)

TP7: Programmation du μ -microcontrôleur PIC (2 semaines)

TP8: Commande d'un moteur pas à pas par un μ -microcontrôleur PIC (2 semaines)

Mode d'évaluation : Contrôle continu : 40 % ; Examen final : 60 %.

Références

[1] R. Zaks et A. Wolfe. Du composant au système – Introduction aux microprocesseurs. Sybex, Paris, 1988.

[2] M. Tischer et B. Jennrich. La bible PC – Programmation système. Micro Application, Paris, 1997.

[3] R. Tourki. L'ordinateur PC – Architecture et programmation – Cours et exercices. Centre de Publication Universitaire, Tunis, 2002.

[4] H. Schakel. Programmer en assembleur sur PC. Micro Application, Paris, 1995.

[5] E. Pissaloux. Pratique de l'assembleur I80x86 – Cours et exercices. Hermès, Paris, 1994

Semestre: 1

UE Méthodologique Code : UEM 1.1

Matière: TP : Réseaux de transport et de distribution d'énergie électrique

VHS: 22h30 (TP: 1h30)

Crédits: 2

Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement

Permettre à l'étudiant de disposer de tous les outils nécessaires pour gérer, concevoir et exploiter les systèmes électro-énergétiques et plus particulièrement les réseaux électriques

Connaissances préalables recommandées:

Généralités sur des réseaux électriques de transport et de distribution

Contenu de la matière

TP N° 1 : Réglage de la tension par moteur synchrone

TP N° 2 : Répartition des puissances et calcul de chutes de tension

TP N° 3 : Réglage de tension par compensation de l'énergie réactive

TP N° 4 : Régime du neutre

TP N° 5 : Réseaux Interconnectés

Mode d'évaluation : Contrôle continu: 100%;

Références bibliographiques

1. Sabonnadière, Jean Claude, Lignes et réseaux électriques, Vol. 1, Lignes d'énergie électriques, 2007.
2. Sabonnadière, Jean Claude, Lignes et réseaux électriques, Vol. 2, Méthodes d'analyse des réseaux électriques, 2007.
3. Lasne, Luc, Exercices et problèmes d'électrotechnique : notions de bases, réseaux et machines électriques, 2011.
4. J. Grainger, Power system analysis, McGraw Hill , 2003
5. W.D. Stevenson, Elements of Power System Analysis, McGraw Hill, 1998.

Semestre: 1

UE Méthodologique Code : UEM 1.1

Matière: TP Electronique de puissance avancée

VHS: 22h30 (TP: 1h30)

Crédits: 2

Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement

Permettre à l'étudiant de comprendre les principes de fonctionnement des nouvelles structures de convertisseur d'électronique de puissance.

Connaissances préalables recommandées:

Principe de base de l'électronique de puissance

Contenu de la matière

TP1 : Nouvelles structures de convertisseurs

TP2 : Amélioration du facteur de puissance;

TP3 : Elimination des harmoniques

TP4 : Compensateurs statiques de puissance réactive

Mode d'évaluation : Contrôle continu: 100%;

Références bibliographiques:

GuySéguier et Francis Labrique, «Les convertisseurs de l'électronique de puissance - tomes 1 à 4» ,

Ed. Lavoisier Tec et Documentation très riche disponible en bibliothèque. - Site Internet : « Cours et Documentation »

Valérie Léger, Alain Jameau Conversion d'énergie, électrotechnique, électronique de puissance.

Résumé de cours, problèmes

corrigés », , : ELLIPSES MARKETING

Semestre: 1

UE Méthodologique Code : UEM 1.1

Matière: TP Méthodes numériques appliquées et optimisation

VHS: 22h30 (TP: 1h30)

Crédits: 2

Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Programmer les méthodes de résolution numériques et les associées aux problèmes d'optimisation.

Connaissances préalables recommandées:

Algorithmique et programmation.

Contenu de la matière:

- Initialisation à l'environnement MATLAB (Introduction, Aspects élémentaires, les commentaires, les vecteurs et matrices, les M-Files ou scripts, les fonctions, les boucles et contrôle, les graphismes, etc.).
(01 semaine)

- Ecrire un programme pour :

- ❖ Calculer l'intégrale par les méthodes suivantes : Trapèze, Simpson et générale ;
(01 semaine)
- ❖ Résoudre des équations et systèmes d'équations différentielles ordinaires par les différentes méthodes Euler, Runge-Kutta d'ordre 2 et 4 (02 semaines)
- ❖ Résoudre des systèmes d'équations linéaires et non-linéaires : Jacobi ; Gauss-Seidel ; Newton - Raphson ; (01 semaine)
- ❖ Résoudre des EDP par la MDF et la MEF pour les trois (03) types d'équations (Elliptique, parabolique et elliptique); (06 semaines)
- ❖ Minimiser une fonction à plusieurs variables sans contraintes (02 semaines)
- ❖ Minimiser une fonction à plusieurs variables avec contraintes (inégalités et égalités). (02 semaines)

Mode d'évaluation: Contrôle continu: 100%;

Références bibliographiques:

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.

Semestre: 1

UE Méthodologique Code : UEM 1.1

Matière: TP Machines électriques approfondies

VHS: 22h30 (TP: 1h30)

Crédits: 2

Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement

.

Connaissances préalables recommandées:

Contenu de la matière

1. Caractéristiques électromécanique de la machine asynchrone ;
2. Diagramme de cercle ;
3. Génératrice asynchrone fonctionnement autonome;
4. Couplage d'un alternateur au réseau et son fonctionnement au moteur synchrone ;
5. Détermination des paramètres d'une machine synchrone ;

Mode d'évaluation : Contrôle continu: 100%;

Bibliographie

- 1 Th. Wildi, G. Sybille "électrotechnique ", 2005.
- 2 J. Lesenne, F. Noielet, G. Segulier, "Introduction à l'électrotechnique approfondie" Univ. Lille. 1981.
- 3.MRetif "Command Vectorielle des machines asynchrones et synchrone" INSA, cours Pedg. 2008.
- 4R. Abdessemed "Modélisation et simulation des machines électriques " ellipses,2011.

Semestre:S1

Unité d'enseignement: UET 1.1.1

Matière : Programmation avancée en Python

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

Crédits:2

Coefficient:2

Objectifs de la matière :

Compétences visées :

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

Objectifs :

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

Matériels nécessaires :

- Un ordinateur avec Python installé,
- Bibliothèques Python : NumPy, Pandas, Scikit-learn, Matplotlib, os.listdir, os.path.exists, os.mkdir, os.rmdir, Matplotlib, Seaborn, Plitly ,Request, 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 etNumPy.
 - ✓ 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/)

IV - Programme détaillé par matière du semestre S2

Semestre: 2

UE Fondamentale Code : UEF 1.2.1

Matière: Electricité industrielle

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

Crédits: 4

Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement

La matière a pour objectif de donner aux étudiants les connaissances nécessaires sur les réseaux électriques industriels (architectures, schémas et plans), le calcul du bilan de puissance, de minimisation d'énergie, de choix de canalisation électriques, de calcul de défauts, de protection et de sécurité

Connaissances préalables recommandées

Notions de bases sur les réseaux électriques

Contenu de la matière :

I. Les récepteurs

2 semaine

Nature du récepteur ; Caractéristiques des récepteurs (courant, tension, facteur de puissance, régimes de fonctionnement).

II. Sources d'alimentation

2 semaine

L'alimentation par les RDP ; Les alternateurs (générateurs synchrones), les génératrices asynchrones, Avantages et inconvénients ; Les alimentations sans interruption (ASI),

III. Les interactions sources-récepteurs

2 semaine

Les perturbations dans les réseaux industriels (fonctionnement déséquilibré, surcharges, surtensions, les harmoniques, ...etc) ; Les remèdes ;

IV. Méthodologie et dimensionnement des installations électriques

6 semaines

- Bilan de puissance ;
- Détermination des sections de conducteurs ;
- Choix des dispositifs de protection et régimes du neutre en basse tension ;
- Calcul de l'éclairage intérieur ;
- Calcul de l'éclairage extérieur ;

V. Compensation de l'énergie réactive

2 semaines

Intérêts de la compensation d'ER, Techniques de compensation de l'ER.

VI. Tarification de l'énergie électrique

1 semaine

Choix du tarif, Tarif Bleu, Tarif "Jaune", Tarif Vert, Tarifs d'achat ; Frais de raccordement et de renforcement des réseaux d'alimentation des clients

Mode d'évaluation : Contrôle continu : 40 % ; Examen final : 60 %.

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

- [1] Denis MARQUET, Didier Mignardot, Jacques SCHONEK, "Guide de l'installation électrique 2010- Normes internationales CEI et nationales françaises NF", Schneider Electric, 2010
- [2] Jean Repérant, "Réseaux électriques industriels - Introduction", Tech. del'Ing., D5020, 2001
- [3] Jean Repérant, "Réseaux électriques industriels - Ingénierie", Tech.del'Ing., D5022, 2001
- [4] Dominique SERRE, "Installations électriques BT - Protections électriques", Tech. del'Ing., D5045, 2006
- [5] SOLIGNAC (G.). - Guide de l'Ingénierie élec-trique des réseaux internes d'usines 1076 p.bibl. (30 réf.) lectra Tech & Doc Lavoisier, EDF. Paris, 1985.
- [6] Catherine Le Trionnaire *Vade-mecum électrotechnique réseaux production machines systemes industriels* génie électrique niv.A. Sortie : 25 septembre 2010.

Semestre: 2

UE Fondamentale Code : UEF 1.2.1

Matière: Asservissements échantillonnés et régulation numérique

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

Crédits: 4

Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Connaitre l'échantillonnage, la différence entre système continu, système échantillonné et système discret. Connaitre et maîtriser l'outil mathématique " transformée en z". Connaitre les modèles discrets. Faire l'analyse des systèmes discrets et la synthèse des régulateurs discrets PID, RST et par retour d'état. Savoir implémenter les régulateurs numériques (discrets).

Connaissances préalables recommandées:

L'outil mathématique (polynômes, équations récurrentes, fonctions rationnelles à variable complexe), commande des systèmes linéaires continus.

Contenu de la matière:

Chapitre 1: Echantillonnage et reconstitution (01 semaine)

Chapitre 2: Transformée en z: propriétés et applications (01 semaine)

Chapitre 3: Systèmes discrets, fonction de transfert discrète, analyse des systèmes discrets et stabilité (03 semaines)

Chapitre 4: Régulation numérique: principe et implémentation (02 semaines)

Chapitre 5: Commande par régulateur PID numérique (03 semaines)

Chapitre 6: Commande RST numérique (03 semaines)

Chapitre 7: Commande numérique par retour d'état (02 semaines)

Mode d'évaluation:

Contrôle continue: 40% ; Examen: 60%

Référence:

1. Réglages échantillonnés (T1 et T2), H. Buhler, PPR
2. Régulation industrielle, E. Godoy, Dunod
3. Computer controlled systems, K. J. Astrom et B. Wittenmark, Prentice Hall
4. Automatique des systèmes échantillonnés, J. M. Retif, INSA

Semestre: 2

UE Fondamentale Code : UEF 1.2.1

Matière: Technologie en automatismes Industriels

VHS: 22h30 (Cours: 1h30)

Crédits: 2

Coefficient: 1

Contenu de la matière :

I. Généralités sur l'automatisme et les systèmes de production industriels

II. Technologie pneumatique

Notions d'air comprimé ; Compresseurs ; Conditionnement d'air ;

II.1 Les distributeurs pneumatiques

II.2 Les capteurs pneumatiques:

- Détecteurs de présence à action mécanique et boutons poussoirs
- Détecteurs de proximité fluide
- Détecteurs de proximité à seuil de pression
- Détecteurs de pression

II.3 Les actionneurs pneumatiques:

Vérins pneumatiques ; moteurs pneumatiques ; ventouses ; générateurs de vide

II.4 Les fonctions logiques

III. Technologie hydraulique

II.1 Théorie de l'hydraulique

II.2 Les familles de pompes

II.3 Les récepteurs hydrauliques :

- pour mouvement de translation (les vérins)
- pour mouvement de rotation (les moteurs hydrauliques)

II.4 Les éléments de liaisons : les distributeurs

II.5 Les accumulateurs

II.6 Les appareils de protection et de régulation (pression, débit, ...)

IV. Technologie électromécanique

IV.1 Organes de communication (grandeur physique véhiculée, notion de contact électrique, ...)

IV.2 Les contacts électriques

IV.3 Les capteurs électromécaniques : détecteurs de position, de pression, de température ; boutons et sélecteurs

IV.4 Les actionneurs électromécaniques (relais, contacteurs)

V. Technologie électronique

Notions sur les différents éléments électroniques utilisés en automatisme : capteurs, préactionneurs et actionneurs.

Mode d'évaluation : Examen : 100%.

Semestre: 2

UE Fondamentale Code : UEF 1.2.2

Matière: Modélisation et Identification des systèmes électriques

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

Crédits: 4

Coefficient: 2

Programme

Chapitre 1 : Systèmes et expériences (02 semaines)

Généralités, types de modèles, modèles et simulation, comment obtenir un modèle

Chapitre 2 : Modèle mathématique (02 semaines)

Schéma bloc d'un système, variables caractéristiques, représentations interne et externe d'un système

Chapitre 3 : Modélisation des systèmes électriques (02 semaines)

Modélisation d'un composant passif, d'un composant actif, des circuits électriques de base

Chapitre 4 : Outils de modélisation (02 semaines)

Bond graph (BG) ou Graphe informationnel causales (GIC)) (Application aux circuits électriques

Chapitre 5 : Généralités sur l'identification (02 semaines)

Définitions, étapes, génération SBPA, choix de la structure du modèle

Chapitre 6 : Méthodes d'identification graphiques (02 semaines)

Méthode de Strejc, méthode de Broïda...

Chapitre 7 : Méthodes d'identification numériques (03 semaines)

Méthodes récursives, méthode non récursives.

Mode d'évaluation ;

Control continu : 40% ; Examen : 60%.

Polycopiés et livres

Semestre: 2

UE Fondamentale Code : UEF 1.2.2

Matière: Entraînements Electriques

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

Crédits: 4

Coefficient: 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. Il leur permettra aussi de comprendre les enjeux et les solutions disponibles dans le domaine des entraînements électriques en électrotechnique industrielle.

I. Généralités sur les entraînements électriques

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

(03 semaines)

II. Caractéristiques des charges $C(\Omega)$

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

(03 semaines)

III. Fonctionnement des entraînements électriques :

Procédés de variation de vitesses, de démarrage et de freinage des moteurs CC, des moteurs asynchrones et des moteurs synchrones

(09 semaines)

- Principe de variation de la vitesse des moteurs à CC ;
- Entraînement à vitesse variable par redresseurs commandés ;
- Entraînement à vitesse variable par hacheurs ;
- Principe de réglage de la vitesse des moteurs à c. alternatif ;
- Entraînement à vitesse variable par onduleur de tension ;
- Entraînement à vitesse variable par onduleur de courant (sans et avec contrôle du glissement)

Mode d'évaluation ;

Control continu : 40% ; Examen : 60%.

Polycopiés et livres

Semestre: 2

UE Méthodologique Code : UEM 1.2

Matière: TP Asservissements échantillonnés et régulation numérique

VHS: 22h30 (TP: 1h30)

Crédits: 2

Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Savoir modéliser et simuler les systèmes discrets. comprendre l'échantillonnage et la reconstitution. vérifier le comportement dynamique des systèmes discrets. simuler et implémenter les régulateurs numériques PID, RST et par retour d'état.

Connaissances préalables recommandées:

Savoir utiliser les logiciels de simulation et de programmation. Commande des systèmes linéaires continus.

Contenu de la matière:

TP 1: Echantillonnage et reconstitution (01 semaine)

TP 2: Systèmes échantillonnés: analyse temporelle et analyse fréquentielle (02 semaines)

TP3: Commande par régulateur PID numérique (04 semaines)

TP4: Commande RST numérique (04 semaines)

TP5: Commande numérique par retour d'état (04 semaines)

Mode d'évaluation:

Contrôle continue: 100%

Référence:

1. Réglages échantillonnés (T1 et T2), H. Buhler, PPR
2. Régulation industrielle, E. Godoy, Dunod
3. Computer controlled systems, K. J. Astrom et B. Wittenmark, Prentice Hall
4. Automatique des systèmes échantillonnés, J. M. Retif, INSA

Semestre: 2

UE Méthodologique Code : UEM 1.2

Matière: TP Electricité Industrielle / TP Modélisation & Identification des Systèmes Electriques

VHS: 22h30 (TP: 1h30)

Crédits: 2

Coefficient: 1

Travaux pratiques de l'Electricité Industrielle

TP n°1 : Dimensionnement des différents coffrets et armoires électriques de protection

TP n°2 : Dimensionnement des appareils de protection et calcul de sections des câbles

TP n°3 : Mesure d'isolement et dispositifs de protection contre les défauts de terre

TP n°4 : Schémas industriels.

Remarque : Le 1^{er} et le 2^{ème} sous forme de mini projets, le 3^{ème} et le 4^{ème} avec préparation et réalisation au laboratoire.

Travaux pratiques de Identification & Modélisation des Systèmes Electriques

TP n° 1 : Modélisation et simulation des circuits électriques passif ou actif.

TP n° 2 : Modélisation et simulation des convertisseurs électromécaniques

TP n° 3 Mesure directe de la réponse d'un système

TP n° 4 : Identification paramétrique d'un système électrique par les Méthodes de Strejc et Broïda

TP n° 5 : Identification numérique (en ligne) d'une Machine DC par la Méthode des moindres carrées récursives MCR

TP n° 6 : Identification numérique (en ligne) d'un Machine AC par la Méthode des moindres carrées récursives MCR

Mode d'évaluation ;

Control continu : 100%.

Semestre: 2

UE Méthodologique Code : UEM 1.2

Matière: TP Entraînements Electriques

VHS: 22h30 (TP: 1h30)

Crédits: 2

Coefficient: 1

TP1 : Entraînement d'une machine à C. C.

TP2 : Procédés de démarrage d'un moteur asynchrone

TP3 : Association Convertisseur statique de fréquence- Moteur asynchrone-charge de traction

TP4 : Association Convertisseur de tension- Moteur asynchrone- charge ventilateur

TP5 : Variateur de vitesse –moteur asynchrone

Les TP que vous ne pouvez pas réaliser pratiquement (vu le manque de matériel) peuvent être effectués par simulation.

Mode d'évaluation ;

Control continu : 100%.

Semestre: 2

UE Méthodologique Code : UEM 1.2

Matière: Techniques de la haute tension

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

Crédits: 3

Coefficient: 2

Objectifs :

La matière a pour objectif la maîtrise des énergies électriques tant sur le plan de la compréhension des phénomènes physique que sur le plan conception et dimensionnement des isolations des matériels de haute tension. Aussi, à l'issue de cet enseignement, l'étudiant sera en mesure de maîtriser les problèmes de coordination d'isolement dans les réseaux électriques.

Pré-requis : Notions de la physique fondamentale, électrotechnique fondamentales.

Programme

Chapitre 1: Généralités sur la haute tension

Définition, Classification, Utilité ; Domaines ; Buts de la haute tension ; Perturbations dues à la haute tension

Chapitre 2: Génération de hautes tensions

Générateurs de hautes tensions alternatives ; Générateurs de hautes tensions continues ; Générateurs de hautes tensions de choc

Chapitre 3: Mesures de hautes tensions

Mesures de hautes tensions continues ; Mesures de hautes tensions alternatives ; Mesures de hautes tensions de choc

Chapitre 4: Génération et mesure des courants en haute tension

Courants forts ; Courants de fuite

Chapitre 5: Mécanismes de conduction dans les isolants

Isolants gazeux ; Isolants solides ; Isolants liquides

Chapitre 6: Essais à haute tension

Essais sous hautes tensions alternatives ; Essais sous hautes tensions continues ; Essais de choc ; Essais spéciaux

Travaux pratiques

- Transformateur haute tension
- Rigidité diélectrique des liquides, des solides et gaz à 50 Hz
- Capacité et facteur de pertes, décharges partielles et effet de couronne

Mode d'évaluation ;

Control continu : 40% ; Examen : 60%.

Références :

- [1]- E.Kuffel, W.S Zanegl, J.Kuffel « High Voltage engineering : Fundamentals », 2ème édition, Edition Newnes, 2006
- [2]- C.Gary "Les propriétés diélectriques dans l'air et les très hautes tension", Editions Eyrolles, 1984
- [3]- M.Aguet, M.Ianovic « Traité d'électricité, Volume XIII :Haute Tension », Edition GEORGI, 1982
- [4]- P.Bergounioux « Haute tension », Edition Willamblake& Co, 1997
- [5] J. Arrillaga, , "High Voltage Direct Current Transmission", Peter Pregrinus, London, 1983

1. EmanuelaChiriac, Monique Filiatrault et André Régimbald, Guide de l'étudiant: l'intégrité intellectuelle plagiat, tricherie et fraude... les éviter et, surtout, comment bien citer ses sources, 2014.
2. Publication de l'université de Montréal, Stratégies de prévention du plagiat, Intégrité, fraude et plagiat, 2010.
3. Pierrick Malissard, La propriété intellectuelle : origine et évolution, 2010.
4. Le site de l'Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle www.wipo.int
5. <http://www.app.asso.fr/>

Semestre: S2

Unité d'enseignement:1.2.1

Matière : Eléments d'intelligence artificielle appliquée

VHS: 45h00 (Cours1h30, TP 1h30)

Crédits:2

Coefficient:2

Compétences visées :

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

Objectifs :

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

Prérequis :

Programmation avancée Python

Matériels nécessaires :

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

Contenu de la matière :

Chapitre1 : Introduction à l'intelligence artificielle l'IA

(01 semaine)

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

Chapitre2 : Mathématiques de base pour l'IA

(01 semaine)

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

Chapitre3 : Apprentissage automatique (Machine Learning)

(03 semaines)

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

Chapitre4 : Classification supervisée

(3 semaines)

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

Chapitre5 : Apprentissage non supervisé

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

Chapitre6 : Les réseaux de neurones

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

Chapitre6 : Introduction aux réseaux de neurones

Chapitre7 : Mini projet (travail personnel encadré en dehors des cours) :

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

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

Travaux pratiques :

TP 01 : Initialisation

TP 02 :

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

TP 03 :

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

TP 04 :

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

TP 05 :

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

TP 06 :

- Construire un réseau de neurones simple avec TensorFlowouPyTorchoukeras
- Construire un CNN simple pour classifier des images (exemple : Dataset MINIST)

Mode d'évaluation : examen 60% , CC=40%

Bibliographie :

- Ganascia, J.Gabriel (2024) : l'IA expliquée aux humains. Paris France- Edition le Seuil.
- Anglais, Lise, Dilhac, Antione, Dratwa, Jim et al. (2023) : L'éthique au coeur de l'IA. Quebec Obvia.
- J.Robert (2024) : Natural LanguageProcessing (NLP) : définition et principes – Datasciences. Lien : <https://datascientest.com/introduction-au-nlp-natural-language-processing>
- Qu'est-ce que le traitement du langage naturel. Lien : <https://aws.amazon.com/fr/what-is/nlp/>
- M.Journe : Eléments de Mathématiques discrètes – Ellipses
- F.Challet : L'apprentissage profond avec Python – Eyrolles
- H.Bersini (2024) : L'intelligence artificielle en pratique avec Python – Eyrolles

- B.Prieur (2024) : Traitement automatique du langage naturel avec Python – Eyrolles
- V.Mathivet(2024) : Implémentation en Python avec Scikit-learn – Eyrolles
- G.Dubertret (2023) : Initiation à la cryptographie avec Python – Eyrolles
- S.Chazallet (2023) : Python 3 – Les fondamentaux du langage - Eyrolles
- H.Belhadeh, I.Djemal : Méthode TALN – Cours de l’université de Msila - Algérie

Semestre : 2

Unité d'enseignement : UET 1.2

Matière : Respect des normes et des règles d'éthique et d'intégrité.

VHS : 22h30 (Cours : 1h30)

Crédit : 1

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement:

Développer la sensibilisation des étudiants au respect des principes éthiques et des règles qui régissent la vie à l'université et dans le monde du travail. Les sensibiliser au respect et à la valorisation de la propriété intellectuelle. Leur expliquer les risques des maux moraux telle que la corruption et à la manière de les combattre, les alerter sur les enjeux éthiques que soulèvent les nouvelles technologies et le développement durable.

Connaissances préalables recommandées :

Ethique et déontologie (les fondements)

Contenu de la matière :

A. Respect des règles d'éthique et d'intégrité,

1. Rappel sur la Charte de l'éthique et de la déontologie du MESRS : Intégrité et honnêteté. Liberté académique. Respect mutuel. Exigence de vérité scientifique, Objectivité et esprit critique. Equité. Droits et obligations de l'étudiant, de l'enseignant, du personnel administratif et technique,

2. Recherche intègre et responsable

- Respect des principes de l'éthique dans l'enseignement et la recherche
- Responsabilités dans le travail d'équipe : Egalité professionnelle de traitement. Conduite contre les discriminations. La recherche de l'intérêt général. Conduites inappropriées dans le cadre du travail collectif
- Adopter une conduite responsable et combattre les dérives : Adopter une conduite responsable dans la recherche. Fraude scientifique. Conduite contre la fraude. Le plagiat (définition du plagiat, différentes formes de plagiat, procédures pour éviter le plagiat involontaire, détection du plagiat, sanctions contre les plagiaires, ...). Falsification et fabrication de données.

3. Ethique et déontologie dans le monde du travail :

Confidentialité juridique en entreprise. Fidélité à l'entreprise. Responsabilité au sein de l'entreprise, Conflits d'intérêt. Intégrité (corruption dans le travail, ses formes, ses conséquences, modes de lutte et sanctions contre la corruption)

B- Propriété intellectuelle

I- Fondamentaux de la propriété intellectuelle

- 1- Propriété industrielle. Propriété littéraire et artistique.
- 2- Règles de citation des références (ouvrages, articles scientifiques, communications dans un congrès, thèses, mémoires, ...)

II- Droit d'auteur

1. Droit d'auteur dans l'environnement numérique

Introduction. Droit d'auteur des bases de données, droit d'auteur des logiciels. Cas spécifique des logiciels libres.

2. Droit d'auteur dans l'internet et le commerce électronique

Droit des noms de domaine. Propriété intellectuelle sur internet. Droit du site de commerce électronique. Propriété intellectuelle et réseaux sociaux.

3. Brevet

Définition. Droits dans un brevet. Utilité d'un brevet. La brevetabilité. Demande de brevet en Algérie et dans le monde.

III- Protection et valorisation de la propriété intellectuelle

Comment protéger la propriété intellectuelle. Violation des droits et outil juridique. Valorisation de la propriété intellectuelle. Protection de la propriété intellectuelle en Algérie.

C. Ethique, développement durable et nouvelles technologies

Lien entre éthique et développement durable, économie d'énergie, bioéthique et nouvelles technologies (intelligence artificielle, progrès scientifique, Humanoïdes, Robots, drones,

Mode d'évaluation :

Examen : 100 %

Références bibliographiques:

6. Charte d'éthique et de déontologie universitaires,
https://www.mesrs.dz/documents/12221/26200/Charte+fran_ais+d_f.pdf/50d6de61-aabd-4829-84b3-8302b790bdce
7. Arrêtés N°933 du 28 Juillet 2016 fixant les règles relatives à la prévention et la lutte contre le plagiat
8. L'abc du droit d'auteur, organisation des nations unies pour l'éducation, la science et la culture(UNESCO)
9. E. Prairat, De la déontologie enseignante. Paris, PUF, 2009.
10. Racine L., Legault G. A., Bégin, L., Éthique et ingénierie, Montréal, McGraw Hill, 1991.
11. Siroux, D., Déontologie : Dictionnaire d'éthique et de philosophie morale, Paris, Quadrige, 2004, p. 474-477.
12. Medina Y., La déontologie, ce qui va changer dans l'entreprise, éditions d'Organisation, 2003.
13. Didier Ch., Penser l'éthique des ingénieurs, Presses Universitaires de France, 2008.
14. Gavarini L. et Ottavi D., Éditorial. de l'éthique professionnelle en formation et en recherche, Recherche et formation, 52 | 2006, 5-11.
15. Caré C., Morale, éthique, déontologie. Administration et éducation, 2e trimestre 2002, n°94.
16. Jacquet-Francillon, François. Notion : déontologie professionnelle. Letélémaque, mai 2000, n° 17
17. Carr, D. Professionalism and Ethics in Teaching. New York, NY Routledge. 2000.
18. Galloux, J.C., Droit de la propriété industrielle. Dalloz 2003.
19. Wagret F. et J-M., Brevet d'invention, marques et propriété industrielle. PUF 2001
20. Dekermadec, Y., Innover grâce au brevet: une révolution avec internet. Insep 1999
21. AEUTBM. L'ingénieur au cœur de l'innovation. Université de technologie Belfort-Montbéliard
22. Fanny Rinck et Léda Mansour, littératie à l'ère du numérique : le copier-coller chez les étudiants, Université grenoble 3 et Université paris-Ouest Nanterre la défense Nanterre, France
23. Didier DUGUEST IEMN, Citer ses sources, IAE Nantes 2008
24. Les logiciels de détection de similitudes : une solution au plagiat électronique? Rapport du Groupe de travail sur le plagiat électronique présenté au Sous-comité sur la pédagogie et les TIC de la CREPUQ

V - Programme détaillé par matière du semestre S3

Semestre: 3

UE Fondamentale Code : UEF 2.1.1

Matière: Régimes transitoires des systèmes électriques

VHS: 67h30 (Cours: 3h00, TD 1h30)

Crédits: 6

Coefficient: 3

Objectifs de l'enseignement

Les objectifs de ce cours sont de permettre à l'étudiant de maîtriser les caractéristiques, performances et spécificités des systèmes de l'électrotechnique ainsi que d'avoir les bases nécessaires afin de traiter les régimes transitoires. Envisager par la suite soit leur association avec des convertisseurs statiques dans le cas des machines électriques soit en vue de l'analyse de la stabilité dans le cas des réseaux électriques.

Connaissances préalables recommandées

Les réseaux électriques, les machines électriques, l'outil mathématique, ...etc.

Contenu de la matière :

I. Transitoires électromagnétiques et transitoires électromécaniques. (. Défauts, surtension de manœuvres, foudre. Systèmes d'excitation des machines,) **4 semaine**

II. Propagation des phénomènes transitoires sur les lignes électriques **2 semaine**

- Etude de la propagation d'ondes dans le domaine fréquentiel ;
- Propagation d'ondes de surtension en présence d'une injection ou d'une perturbation interne au système.

III. modélisation en régimes transitoires des lignes par la méthode de Laplace et la méthode des ondes mobiles. **2 semaine**

Les perturbations dans les réseaux industriels (fonctionnement déséquilibré, surcharges, surtensions, les harmoniques, ...etc) ; Les remèdes ;

IV. Modélisation des machines électriques pour les régimes dynamiques **7 semaines**

- Transformations de Park et de Fortescue, matrices de transformations ;
- Utilisation de la méthode pour les calculs de régimes transitoires ;
- Etude de régimes transitoires et expressions du couple ;

Mode d'évaluation : Contrôle continu : 40 % ; Examen final : 60 %.

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

- [1] M. Grappe « Stabilité et sauvegarde des réseaux électriques », Edition HERMES, 2003
- [2] Yoshihide Hase, Power Systems engineering, British Library Cataloguing in Publication Data, USA
- [3] ARIEH L. SHENKMAN, Transient analysis of electric power circuit hand book, Holon Academic Institute of Technology, Springer revue, Netherlands, 2005.
- [4] Electric Power Generation, Transmission, and Distribution, Leonard L. Grigsby, University of California, Davis, 2006.
- [5] SÉGUIER, G., Electrotechnique Industrielle, Technique et Documentation, 1984.
- [6] Fitzgerald, Electric machinery, McGraw-Hill, 5th Edition.
- [7] CHATELAIN, J., Machines Électriques, Tomes 1 et 2, Traité d'électricité, Dunod, 1984.

Semestre: 3

UE Fondamentale Code : UEF 2.1.1

Matière: Commande des systèmes électriques

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

Crédits: 4

Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Apprendre à choisir les éléments de la commande et des actionneurs d'un système électrique. Aborder la commande de systèmes industriels tels que les pompes, les ponts roulants, les extracteurs, ...etc.

Connaissances préalables recommandées:

Machines électriques, identification des systèmes, asservissement et régulation, ...etc.

Contenu de la matière:

Chapitre 1 : Critères de choix d'un moteur électrique dans un environnement industriel

1.1 -Moteurs électriques

- Utilisation des machines électriques de construction normale
- Moteurs de construction spécifique

1.2- Choix des moteurs en fonction :

- de l'environnement industriel
- de la puissance
- du régime de fonctionnement

Chapitre 2 :Commande électrique et automatisation des pompes, des ventilateurs et des compresseurs

- 2-1-Principes
- 2-2-Puissance en bout d'arbre
- 2-3-Démarrage des mécanismes à couple de ventilateurs
- 2-4- Commande électrique des ventilateurs

Chapitre 3 :Alimentation et automatisation des ascenseurs et des extracteurs

- 3-1- Principes
- 3-2- Précision du stationnement des systèmes de levage
- 3-3- Exigences dans les systèmes de commande des ascenseurs
- 3-4-Schémas types des commandes pour les ascenseurs
- 3-5-Automatisation des commandes de vitesse des ascenseurs

Chapitre 4 : Automatisation des ponts roulants

- 4-1- Principes
- 4-2- Charges des moteurs des mécanismes des ponts roulants
- 4-3- Systèmes de levage électromagnétique
- 4-4-Les systèmes de commande électriques des ponts roulants
- 4-5- Exigences des caractéristiques mécaniques des commandes électriques des ponts roulants
- 4-6- Automatisation des ponts roulants au moyen des convertisseurs à thyristors
- 4-7-Equipement des grands ponts roulants
- 4-8-Commande à distance des ponts roulants
- 4-9-Alimentation des ponts roulants

Mode d'évaluation:

Contrôle continue: 40% ; Examen: 60%

Référence: Livres et polycopiés.

Semestre 3 Master : Electrotechnique Industrielle

Semestre: 3

UE Fondamentale Code : UEF 2.1.2

Matière: Diagnostic de pannes dans les installations électriques

VHS: 22h30 (Cours: 1h30)

Crédits: 2

Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Le diagnostic est le raisonnement menant à l'identification de la cause (l'origine) d'une défaillance, d'un problème ou d'une anomalie. Ce cours permet de se familiariser avec les outils de diagnostic des défaillances industrielles en se basant sur la connaissance du(des) symptôme(s) pour déterminer la ou les cause(s). Le cours est scindé en un ensemble de chapitres qui enrichissent les compétences de l'étudiant en matière d'utilisation des techniques de diagnostic et l'esprit d'analyse devant des situations à problème tout en ayant les outils nécessaires pour l'établissement d'une démarche rigoureuse et efficace. Cette matière permettra à l'étudiant d'acquérir des connaissances indispensables à l'évitement de pannes dans un souci de fiabilité et de continuité de service dans une installation électrique.

Connaissances préalables recommandées:

Machines électriques, Circuits électriques, Théorie du signal, Analyse numérique

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Introduction au diagnostic de panne

(02 Semaines)

Notions de base : équipement, défaillance, panne, maintenance préventive, diagnostic et pronostic, tests et méthodes, dispositifs de tests ;

Les comportements pathologiques des matériels :

- Analyses quantitatives des défaillances et leurs enjeux ;
- Analyse qualitative post défaillances ;
- Les modes de défaillances (mécaniques, plastiques, par corrosion, des parties commandes).

Chapitre 2 : Outils du diagnostic de défaillances

(03 Semaines)

Outils de base d'un diagnostic industriel : Capteurs, Acquisition et visualisation des signaux ;

Techniques de traitement du signal : analyse temporelle, analyse fréquentielle (analyse spectrale et analyse d'enveloppe), analyse temps-fréquence.

Chapitre 3: Techniques de diagnostic des défaillances: Etudes de cas des machines électriques (06 Semaines)

Défaillances des machines et prolongation de leur durée d'utilisation: cas de la machine asynchrone; Tests des machines électriques;

Diagnostic par suivi des grandeurs physiques: Analyse thermique (mesure de la température), Analyse des courants, Analyse des vibrations, Analyse des lubrifiants, Analyse du flux magnétique

Chapitre 4 : Etudes de cas pratiques diversifiés

(04 Semaines)

Interrupteurs et disjoncteur : Surcharges et défauts ;

Tableaux de distribution : contact électrique, formule de résistance, dégradation du contact et suivi par mesure thermique ;

Variateur de vitesse : protection globale et diagnostic, analyse de défaut des circuits de commande (condensateur, résistance ou transformateur défectueux, diode court-circuitée ou ouverte, fusible fondu) ;

Transformateurs : Causes de pannes, Maintenance en service et analyse de quelques problèmes ;
Armoire électrique : l'analyse thermique de l'armoire électrique (conduction, convection et le rayonnement), la pose des capteurs et critères de priorité, Indicateur de franchissement des seuils de températures.

Mode d'évaluation : Examen : 100%.

Référence:

- [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.

Matière: Qualité de l'énergie et Compatibilité électromagnétique

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

Crédits: 4

Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement

L'objectif du cours est d'une part la maîtriser des aspects qualitatifs de l'énergie électrique pour un bon rendement énergétique et d'autre part de comprendre les perturbations électromagnétiques du point de vue source et victime en vue d'apporter des solutions pour une cohabitation adéquate des différents appareils d'une installation industrielle.

Connaissances préalables recommandées:

Outils mathématiques usuels de l'électrotechnique, Electromagnétisme, installations électriques, électronique de puissance, commande électrique, régime transitoire des systèmes électriques.

Contenu de la matière :

- I. Dégradation de la qualité d'énergie électrique :** Origines, caractéristiques et conséquences.
- II. Concept de la CEM :** Terminologie, contexte, enjeux et marge de compatibilité.
- III. Acteurs de la CEM :** Sources, victimes et couplages.
- IV. Perturbations générées par les circuits électroniques de puissance et numérique :** commutation, déformations de la tension et du courant, défaut de fonctionnement, signal d'horloge.
- V. Perturbations générées par les décharges électrostatiques :** Electricité statique, hygrométrie, foudre, effets directs et indirects de la foudre et modèles.
- VI. Modèles électriques équivalents des effets électromagnétiques :** effet galvanique, effet magnétique propre et mutuel, effet diélectrique et effet d'antenne.
- VII. Etude et réduction des couplages :** Types de couplage (conduction, rayonnement et ionisation), modes de couplage (commun et différentiel), circuit de couplage équivalent et méthodes de réduction des couplages (disposition des équipements, disposition des câbles et des masses).
- VIII. Techniques de mesure et de protection en CEM :** Masse, blindage, effet réducteur, filtrage et protection contre les surtensions, l'écrêtage, unités de mesure et valeurs de référence, analyseur de spectre.
- IX. Optimisation de l'énergie et application au secteur industriel :** Réduction des harmoniques, filtrage temporel et fréquentiel, filtrage passif et actif, découplage des alimentations, compensation de l'énergie réactive.
- X. Dispositions réglementaires et normatives:** Réglementation en vigueur

Mode d'évaluation :

Contrôle continu: 40 % ; Examen: 60 %.

Références

1. P.Degauque, A.Zeddam, « **Compatibilité électromagnétique : Des concepts de base aux applications** », Volume 1 et 2, Editeur Hermès - Lavoisier, 2007.
2. Alain CHAROY, « **CEM – Parasites et perturbations des électroniques** », Tome 1 : sources, couplages, effets (2006), Tome 2 : Terres, masses, câblages (2006), Tome 3 : Blindages, filtres, câbles blindés (2007), Tome 4 : Alimentation, foudre, remèdes (2007), 2^{ème} édition DUNOD
3. A. KOUYOUMDJIAN, « **Les harmoniques et les installations électriques** », Édition Groupe Schneider, 1998
4. Jean-Louis COCQUERELLE, « **C.E.M. et électronique de puissance** », Édition TECHNIP, 1999.

Semestre: 3

UE Fondamentale Code : UEF 2.1.2

Matière: Techniques de l'intelligence artificielle

VHS: 22h30 (Cours: 1h30)

Crédits: 2

Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Connaitre les bases des techniques de l'intelligence artificielle et son utilisation dans la commande, l'optimisation, le diagnostic et l'aide à la décision. Le module reprend les différentes topologies des réseaux de neurones et leurs algorithmes d'apprentissage, les différentes concepts de base de la logique floue et ses applications et, enfin, le principe des méthodes heuristiques et leur programmation.

Connaissances préalables recommandées:

Les systèmes dynamiques. L'optimisation. Logique. Probabilités.

Contenu de la matière:

Chapitre 1: Introduction à l'Intelligence Artificielle (IA). (01 semaines)

- Intelligence naturelle et artificielle
- Formes d'Intelligence Artificielle
- Principaux domaines de l'IA
- Techniques de l'IA utilisées en génie électrique

Chapitre 2: Généralités sur le "soft computing". (01 semaines)

- Introduction au soft computing
- Techniques du soft computing
- Intérêts du soft computing

Chapitre 3: Logique floue et ses applications. (02 semaines)

- Concepts de base : sous-ensembles flous et logique floue
- Structure d'un système flou.
- Modèle du raisonnement flou
- Identification et commande floues

Chapitre 4: Réseaux de neurones artificiels. (02 semaines)

- Réseaux multicouches et algorithme de rétro-propagation (MLP)
- Réseau à base de fonction radiale (RBF) et son algorithme d'apprentissage
- Réseaux neuronaux récurrents

Chapitre 5: Réseaux adaptatifs et réseaux neuro-flous. (02 semaines)

- Systèmes hybrides
- Systèmes neuro-flous
- Système d'inférence adaptatif neuro-flous (ANFIS)
- Entraînement d'un réseau ANFIS

Chapitre 6: Algorithmes de calcul évolutionnaire et d'intelligence collective. (03 semaines)

- Algorithme génétique
- Programmation génétique
- Algorithme d'optimisation par essaims de particules
- Algorithme des colonies de fourmis

Chapitre 7: Probabilité et raisonnement probabiliste. (02 semaines)

- Raisonnement probabiliste
- Réseaux bayésiens

Chapitre 8: Systèmes experts et leurs applications. (02 semaines)

- Systèmes experts
- Systèmes experts flous
- Application à la prise de décision
- Application au diagnostic

Mode d'évaluation:

Examen: 100%

Référence:

1. P. A. Bisgambiglia, La logique floue et ses applications, Hermès-science
2. H. Buhler, Commande par logique floue, PPR
3. HeikkiKoivo, Soft computing
4. D. R. Hush & B.G. Horne, "*Progress in Supervised Learning Neural Networks*," IEEE signal proc. magazine, Vol.10, No.1, pp.8-39, Jan. 1993.
5. B. Kosko, " *Neural Networks and Fuzzy Systems: A Dynamical Systems Approach to Machine Intelligence*," Englewood Cliffs, Nj: Prentice-Hall, 1992.
6. L.X.Wang, "*Adaptive Fuzzy Systems & Control: Design & Stability Analysis*": Prentice-Hall, 1994.
7. David E. Goldberg, *Algorithmes Génétiques*, Edit. Addison Wesley, 1994.

Semestre: 3

UE Méthodologique Code : UEM 2.1

Matière: TP Techniques de l'intelligence artificielle

VHS: 22h30 (TP: 1h30)

Crédits: 2

Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Programmer et simuler des lois de commande basées sur les techniques de l'intelligence artificielle.

Connaissances préalables recommandées:

Logiciel de simulation et de programmation. Les systèmes dynamiques. L'optimisation. Logique. Probabilités.

Contenu de la matière:

TP 1: Introduction à la logique floue. (03 semaines)

TP 2: Réseaux de neurones artificiels. (03 semaines)

TP 3: Réseaux adaptatifs et réseaux neuro-flous. (02 semaines)

TP 4: Algorithmes génétiques. (03 semaines)

TP 5: Algorithme d'optimisation par essaims de particules. (02 semaines)

TP 6: Systèmes experts et raisonnement probabiliste. (02 semaines)

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 100%

Référence:

1. P. A. Bisgambiglia, La logique floue et ses applications, Hermès-science
2. H. Buhler, Commande par logique floue, PPR
3. HeikkiKoivo, Soft computing
4. D. R. Hush & B.G. Horne, "Progress in Supervised Learning Neural Networks," IEEE signal proc. magazine, Vol.10, No.1, pp.8-39, Jan. 1993.
5. B. Kosko, "Neural Networks and Fuzzy Systems: A Dynamical Systems Approach to Machine Intelligence," Englewood Cliffs, Nj: Prentice-Hall, 1992.
6. L.X.Wang, "Adaptive Fuzzy Systems & Control: Design & Stability Analysis": Prentice-Hall, 1994.
7. David E. Goldberg, Algorithmes Génétiques, Edit. Addison Wesley, 1994.

Semestre: 3

UE Méthodologique Code : UEM 2.1

Matière: TP Commande des systèmes électriques

VHS: 22h30 (TP: 1h30)

Crédits: 2

Coefficient: 1

Intitulés des Travaux pratiques :

TP n° 01 : Commande d'une pompe centrifuge

TP n° 02 : Etude d'un portail automatisé

TP n° 03 : Etude d'un entraînement à tapis roulant

TP n° 04 : Automatisation d'un monte charge

Mode d'évaluation ;

Control continu : 100%.

Référence:

Livres et photocopies.

Semestre: 3

UE Méthodologique Code : UEM 2.1

Matière: Dimensionnement des systèmes industriels

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

Crédits: 3

Coefficient: 2

Chapitre I : Eléments des équipements des mécanismes industriels

I.1-Principes généraux sur les systèmes industriels

I.2- Critères de choix d'un moteur

I.3- Principales grandeurs à prendre en compte pour le choix d'un moteur de l'entraînement : Vitesses, couples, puissances, moment d'inertie, réducteur/multiplication.

Chapitre II: Types de service des moteurs électriques

II.1-Types de services principaux: S1...S9 ;

II.2-Valeurs moyennes de puissance, couple et intensité ;

II.3-Puissance d'un moteur et types de service ;

II.4-Augmentation de puissance par rapport au S1 ;

II.5-Capacité limite mécanique ;

II.6-Réduction de puissance par rapport au S1.

Chapitre III : Courbes de couples caractéristiques

III.1-Couples de charge en fonction de la vitesse ;

III.2-Couples de charge en fonction du parcours ;

III.3-Couples de charge en fonction du temps ;

III.4 -Couple initial de décollement.

Chapitre IV : Choix et dimensionnement des moteurs électriques

IV.1-Puissance du moteur ;

IV.2-Données catalogue et paramètres d'application ;

IV.3-Détermination de la puissance homologuée ;

IV.4-Données des catalogues ;

IV.5-Conditions de fonctionnement ;

IV.6-Procédure de sélection des moteurs ;

IV.7-Dimensionnement à l'aide du couple de charge ;

IV.8-Calcul à l'aide du couple ou du temps d'accélération ;

IV.9- Temps et couple d'accélération ;

IV.10-Le choix préliminaire du moteur ;

IV.11-La vérification du moteur ;

IV.12-La vérification du moteur au démarrage ;

IV.13-La vérification du moteur d'après l'échauffement ;

IV.14-Calcul à l'aide de la fréquence de commutation ;

IV.15-Sélection en consultant le catalogue.

IV.16-Coût du cycle de vie.

Chapitre V : Applications diverses

A-Choix et dimensionnement des moteurs électriques dans les cas :

1. Elévateurs, monte-charges, machines-outils.
2. Véhicules à faible et grande vitesses,
3. Compresseurs.
4. Ventilateurs et pompes centrifuges.
5. Broyeurs.

B- Applications industrielles

1. Fours électriques ;
2. Equipements de soudure ;

3. Electrolyse et revêtement des métaux ;
4. Usines métallurgiques ;
5. Industrie agro-alimentaires;
6. Station de forage du pétrole ;
7. Industrie du papier ;
8. Industrie du ciment
9. Industrie du verre
10. Industrie métallique.

Travaux pratiques

TP01 : Etude d'un monte charge

TP02 : Etude d'un entraînement à tapis roulant

TP03 : Etude d'une pompe centrifuge

Remarque : Pour les Tp et la dernière partie du cours « applications industrielles », il serait plus utile de les faire sous forme de mini-projets, et de visites pédagogiques.

Mode d'évaluation ;

Control continu : 40%, examen : 60%

Référence:

Livres et photocopiés.

Semestre: 3

UE Méthodologique Code : UEM 2.1

Matière: TP Régimes transitoires

VHS: 22h30 (TP: 1h30)

Crédits: 2
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Connaissances préalables recommandées: électrotechnique générale

Contenu de la matière:

TP 1: Régime transitoire du premier ordre : cas du Circuits RC, RL

TP 2: Régime transitoire du second ordre : cas du Circuits RLC

TP 3: Régime Forcé dans un circuit RLC : cas de la résonnance

TP 4: Régime transitoire dans les machines électriques ...

Mode d'évaluation: Contrôle continu: 100%

Référence:

[1] arieh l. shenkman, transient analysis of electric power circuit hand book, holon academic institute of technology, springer revue, netherlands, 2005.

[2] hoang le-huy, circuits électrique, les presses de l'université de laval, canada, 2004.

[3] yoshihide hase, power systems engineering, british library cataloguing in publication data, usa

[4] schneider electric, guide de la protection contre les surtensions, édition 2014.

[5] electric power generation, transmission, and distribution, leonard l. grigsby, university of california, davis, 2006.

Semestre : 3
Unité d'enseignement: UET 2.1
Matière 1 : Recherche documentaire et conception de mémoire
VHS : 22h30 (Cours: 1h30)

Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

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 :

Méthodologie de la rédaction, Méthodologie de la présentation.

Contenu de la matière:

Partie I- : Recherche documentaire :

Chapitre I-1 : Définition du sujet (02 Semaines)

- Intitulé du sujet
- Liste des mots clés concernant le sujet
- Rassembler l'information de base (acquisition du vocabulaire spécialisé, signification des termes, définition linguistique)
- Les informations recherchées
- Faire le point sur ses connaissances dans le domaine

Chapitre I-2 : Sélectionner les sources d'information (02 Semaines)

- Type de documents (Livres, Thèses, Mémoires, Articles de périodiques, Actes de colloques, Documents audiovisuels...)
- Type de ressources (Bibliothèques, Internet...)
- Evaluer la qualité et la pertinence des sources d'information

Chapitre I-3 : Localiser les documents (01 Semaine)

- Les techniques de recherche
- Les opérateurs de recherche

Chapitre I-4 : Traiter l'information (02 Semaines)

- Organisation du travail
- Les questions de départ
- Synthèse des documents retenus
- Liens entre différentes parties
- Plan final de la recherche documentaire

Chapitre I-5 : Présentation de la bibliographie (01 Semaine)

- Les systèmes de présentation d'une bibliographie (Le système Harvard, Le système Vancouver, Le système mixte...)
- Présentation des documents.
- Citation des sources

Partie II : Conception de mémoire

Chapitre II-1 : Plan et étapes du mémoire (02 Semaines)

- Cerner et délimiter le sujet (Résumé)
- Problématique et objectifs du mémoire

- Les autres sections utiles (Les remerciements, La table des abréviations...)
- L'introduction (*La rédaction de l'introduction en dernier lieu*)
- État de la littérature spécialisée
- Formulation des hypothèses
- Méthodologie
- Résultats
- Discussion
- Recommandations
- Conclusion et perspectives
- La table des matières
- La bibliographie
- Les annexes

Chapitre II- 2 : Techniques et normes de rédaction (02 Semaines)

- La mise en forme. Numérotation des chapitres, des figures et des tableaux.
- La page de garde
- La typographie et la ponctuation
- La rédaction. La langue scientifique : style, grammaire, syntaxe.
- L'orthographe. Amélioration de la compétence linguistique générale sur le plan de la compréhension et de l'expression.
- Sauvegarder, sécuriser, archiver ses données.

Chapitre II-3 : Atelier : Etude critique d'un manuscrit (01 Semaine)

Chapitre II-4 : Exposés oraux et soutenances (01 Semaine)

- Comment présenter un Poster
- Comment présenter une communication orale.
- Soutenance d'un mémoire

Chapitre II-5 : Comment éviter le plagiat ? (01 Semaine)

(Formules, phrases, illustrations, graphiques, données, statistiques,...)

- La citation
- La paraphrase
- Indiquer la référence bibliographique complète

Mode d'évaluation :

Examen : 100%

Références bibliographiques :

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.

Semestre: 3

Unité d'enseignement : UET 2.1

Matière 1 : Reverse Engineering

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

Crédits: 2

Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement

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

Compétences visées

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

Prérequis –Connaissances fondamentales dans la spécialité.

Contenu de la matière

1. Introduction à la Réverse Engineering

- Historique, enjeux légaux et éthiques du RE,
- Définitions et champs d'application : Approches (matériels, logiciels, procédés...)
- Domaines : maintenance, re-fabrication, 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 (base les 4 Génies)

• 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.

• Génie Mécanique :

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

• Génie Civil :

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

• Génie des Procédés

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

Mode d'évaluation :

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

Références bibliographiques :

- Reverse Engineering for Beginners – Dennis Yurichev (gratuitenligne)
- The IDA Pro Book – Chris Eagle (logiciels)
- Practical Reverse Engineering – Bruce Dang

- Documentation :
 - <https://ghidra-sre.org>
 - <https://www.kicad.org>
 - <https://www.autodesk.com/products/fusion-360>

Proposition de quelques matières de découverte

Semestre: ..

UE Découverte Code : UED ..

Matière: Maintenance et sûreté de fonctionnement

VHS: 22h30(Cours: 1h30)

Crédits: 1

Coefficient: 1

Contenu de la matière :

I-Historique, contexte et définitions de la SdF

II-Analyse des systèmes à composants indépendants (-Modélisation de la logique de disfonctionnement par arbres de défaillance, -Exploitation qualitative et quantitative booléen, - Limites de la méthode)

III- Analyse des systèmes avec prise en compte de certaines dépendances (-Modélisation des systèmes, -Markovienne par graphes des états, - Exploitation quantitative du modèle, - Limite de la méthode)

IV- Analyse des systèmes avec prise en compte généralisé des dépendances (-Modélisation par les réseaux de pétrie (RdP), - Exploitation quantitative du modèle : RdP : stochastique)

V- Application des méthodologies de sûreté de fonctionnement (- fiabilité, -maintenabilité, - Disponibilité,- sécurité)

VI- Méthodologie de prévision de fiabilité (-Calcul prévisionnels la fiabilité, -Analyse des modes de défaillance, -techniques de diagnostic de panne et de maintenance)

Mode d'évaluation :

Examen : 100%

Références bibliographiques:

1. Patrick Lyonnet, "Ingénierie de la fiabilité, Edition TEC & DOC, Lavoisier, 2006.
2. Roger Serra, "Fiabilité et maintenance industrielle", Cours, Ecole de technologie supérieure ETS, Université de Québec, 2013.
3. David Smith, Fiabilité, maintenance et risque, DUNOD, Paris 2006

Semestre: ..

UE Transversale Code : UED ..

Matière: Sécurité industrielle et habilitation

VHS: 22h30(Cours: 1h30)

Crédits: 1

Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement :

La matière a pour objectif d'informer le futur Master en Technique de haute tension sur la nature des accidents électriques, les méthodes de secours des accidentés électriques et de lui donner les connaissances suffisantes pour lui permettre de dimensionner au mieux les dispositifs de protection du matériel et du personnel intervenant dans l'industrie et autres domaines d'utilisation de ces équipements.

Connaissances préalables recommandées :

Réseaux de transport et de distribution d'énergie électrique.

Contenu de la matière :

- 1) Risques électriques (historique, normes, statistiques sur les accidents électriques) ;
- 2) Nature des accidents électrique et dangers du courant électrique ;
- 3) Mesures de protection (protection des personnes et matériels) ;
- 4) Mesure de sécurité contre les effets indirects du courant électrique (matières nuisibles, incendie, explosions, etc.) ;
- 5) Mesure de secours et soins.

Mode d'évaluation : Examen : 100%

Semestre: ..
UE Transversale Code : UED ..
Matière: Normes et législations en Electrotechnique
VHS: 22h30(Cours: 1h30)
Crédits: 1
Coefficient: 1

Contenu de la matière :

Partie I: Gestion

- I. Types d'entreprises à gérer
Entreprise traditionnelles, orientées vers le profit ;
Organisations à but non lucratif : Administrations, Hôpitaux, Organisations internationales
- II. Outils de la gestion d'entreprise
Méthodes d'analyse et de compréhension des phénomènes socio-économiques ;
Prise de décision dans un environnement économique changeant et complexe
- III. Exemples de politiques et de concepts de gestion
Le lean-management ;
Le Benchmarking

Partie II : Norme en électrotechnique

- Différents organismes de normalisation
- Norme Française NFC
- Norme européenne EN
- Norme internationale CEI
- Normes et symboles

Partie III : Certification

- I. Mise en place d'un système management qualité (SMQ)
Comment faire ?
Pourquoi faire ?
- II. La qualité un moyen de faire prospérer l'entreprise
2-1 Politique qualité (PQ) ;
2-2 Démarche qualité (DM) ;
2-3 Responsable management qualité (RMQ) ;
2-4 Outil PCDA (Plan, Do, Check, Act)
- III. Processus de certification
Certification de la norme ISO9001,
Étapes à suivre,
Sensibilisation, diagnostic, Actions,
Audit et dossier technique de certification

Mode d'évaluation :

Examen : 100%.

Semestre: ..

UE Découverte Code : UED ..

Matière: Informatique Industrielle

VHS: 22h30 (Cours: 1h30)

Crédits: 1

Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Cette matière permet aux étudiants de ce master de se familiariser avec le domaine de l'informatique industrielle. Ils acquerront les notions des protocoles de communication.

Connaissances préalables recommandées:

Logique combinatoire et séquentielle, μ -processeurs et μ -contrôleurs, informatique.

Contenu de la matière:

Chapitre 1 : Introduction à l'informatique industrielle ; **(02 semaines)**

Chapitre 2 : Branchement du matériel à un μ P ; **(02 semaines)**

Chapitre 3 : Périphériques et interfaces (Ports, Timers, ...etc) ; **(04 semaines)**

Chapitre 4 : Bus de communication série (RS-232, DHCP, MODBUS, I2C) ; **(05 semaines)**

Chapitre 5 : Acquisition de données : les périphériques CAN et CNA ; **(02 semaines)**

Mode d'évaluation:

Examen : 100%

Références bibliographiques:

1. Baudoin, Geneviève & Virolleau, Ferial, « Les DSP famille, TMS 320C54X [texte imprimé] : développement d'applications », Paris : Francis Lefebvre, 2000, ISBN : 2100046462.
2. Pinard, Michel, « Les DSP, famille ADSP218x [texte imprimé] : principes et applications », Paris : Francis Lefebvre, 2000, ISBN : 2100043439 ;
3. Tavernier, Ch., « Les microcontrôleurs PIC : applications », Paris : Francis Lefebvre, 2000, ISBN : 2100059572 ;
4. Tavernier, Ch., « Les microcontrôleurs PIC : description et mise en œuvre », Paris : Francis Lefebvre, 2004, ISBN : 2100067222 ;
5. Cazaubon, christian, « Les microcontrôleurs HC11 et leur programmation », Paris : Masson, [s.d], ISBN : 2225855277 ;
6. Tavernier, Christian, « Les microcontrôleurs AVR : description et mise en œuvre », Paris : Francis Lefebvre, 2001, ISBN : 2100055798 ;
7. Dumas, Patrick, « Informatique industrielle : 28 problèmes pratiques avec rappel de cours », Paris : Francis Lefebvre, 2004, ISBN : 2100077074.

Semestre ...:

UE Découverte Code : UED ...

Matière: Ecologie Industrielle et Développement Durable

VHS: 22h30(Cours: 1h30)

Crédits: 1

Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement

Sensibiliser au développement durable, à l'écologie industrielle et au recyclage.

Connaissances préalables recommandées:

Contenu de la matière :

- Naissance et évolution du concept d'écologie industrielle
- Définition et principes de l'écologie industrielle
- Expériences d'écologie industrielle en Algérie et dans le monde
- Symbiose industrielle (parcs/réseaux éco-industries)
- Déchets gazeux, liquides et solides
- Recyclage

Mode d'évaluation:

Examen: 100%.

Références bibliographiques :

- 1 *Écologie industrielle et territoriale, COLEIT 2012, de Junqua Guillaume , Brullot Sabrina*
- 1 *Vers une écologie industrielle, comment mettre en pratique le développement durable dans une société hyper-industrielle, SurenErkman 2004*
- 2 *L'énergie et sa maîtrise. Montpellier Cedex 2 : CRDP de Languedoc-Roussillon, 2004. . ISBN 2-86626-190-9,*
- 3 *Appropriations du développement durable: émergences, diffusions, traductions B Villalba - 2009*

Semestre ...:
UE Découverte Code : UED ...
Matière: Energies Renouvelables
VHS: 22h30 (Cours: 1h30)
Crédits: 1
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement

Doter les étudiants des bases scientifiques leur permettant d'intégrer la communauté de la recherche scientifique dans le domaine des énergies renouvelables, des batteries et des capteurs associés à des applications d'ingénierie.

Connaissances préalables recommandées:

Dispositifs et technologies de conversion de l'énergie -

Contenu de la matière

Chapitre1 : Introduction aux énergies renouvelables (Sources d'énergies renouvelables : gisements et matériaux) (4 semaines)
Chapitre 2 : Energie solaire (photovoltaïque et thermique) (4 semaines)
Chapitre 3 : Energie éolienne (3 semaines)
Chapitre 4 : Autres sources renouvelables : hydraulique, géothermique, biomasse ... (2 semaines)
Chapitre 5 : Stockage, pile à combustibles et hydrogène (2 semaines)

Mode d'évaluation :

Examen: 100 %.

Références bibliographiques :

1. Sabonnadière Jean Claude. *Nouvelles technologies de l'énergie 1: Les énergies renouvelables*, Ed. Hermès.
2. Gide Paul. *Le grand livre de l'éolien*, Ed. Moniteur.
3. A. Labouret. *Énergie Solaire photo voltaïque*, Ed. Dunod.
4. Viollet Pierre Louis. *Histoire de l'énergie hydraulique*, Ed. Press ENP Chaussée.
5. Peser Felix A. *Installations solaires thermiques: conception et mise en œuvre*, Ed. Moniteur.

Semestre: ..
UE Découverte Code : UED ..
Matière: Matériaux en électrotechnique
VHS: 22h30 (Cours: 1h30)
Crédits: 1
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

L'objectif de ce cours est de donner les connaissances de base nécessaires à la compréhension des phénomènes physiques intervenant dans les matériaux et à un choix adéquat en vue de la conception des composants et systèmes électriques. Les caractéristiques fondamentales des différents types de matériaux ainsi que leur comportement en présence de champs électrique et magnétique sont traités.

Connaissances préalables recommandées:

Physique fondamentales et mathématiques appliquées.

Contenu de la matière

Chapitre 1 : Connaître et comprendre le fonctionnement, la constitution, la technologie et la spécification du matériel électrique utilisé dans les réseaux électriques. **(03 semaines)**

Chapitre 2 : Matériaux magnétiques: propriétés, pertes, types, propriétés thermiques et mécaniques, caractérisation, aimants. **(04 semaines)**

Chapitre 3 : Matériaux conducteurs: propriétés, pertes, isolation, essais et applications. **(04 semaines)**

Chapitre 4 : Matériaux diélectriques: propriétés, pertes, claquage et performances, contraintes, essais. **(04 semaines)**

Mode d'évaluation :

Examen: 100%.

Références bibliographiques :

1. A.C. Rose-Innes and E.H. Rhoderick, Introduction to Superconductivity, Pergamon Press.
2. P. Tixador, Les supraconducteurs, Editions Hermès, Collection matériaux, 1995.
3. P. Brissonneau, Magnétisme et Matériaux Magnétiques Editions Hermès.
4. P. Robert, Matériaux de l'Electrotechnique, Volume II, Traité d'Electricité, d'Electronique et d'Electrotechnique de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Edition Dunod.
5. Techniques de l'Ingénieur.
6. R. Coelho et B. Aladenize, Les diélectriques, Traité des nouvelles Technologies, série Matériaux, Editions Hermès, 1993.
7. M. Aguet et M. Ianoz, Haute Tension, Volume XXII, Traité d'Electricité, d'Electronique et d'Electrotechnique de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Edition Dunod.
8. C. Gary et al, Les propriétés diélectriques de l'air et les très hautes tensions, Collection de la Direction des Etudes et Recherches d'Electricité de France, Edition Eyrolles, 1984.
9. Matériaux Diélectriques pour le Génie Electrique, Tome 1 & 2, HERMES LAVOISIER, 2007.

Semestre: ..

UE Découverte Code : UED...

Matière: Implémentation d'une commande numérique en temps réel

VHS: 22h30 (Cours: 1h30)

Crédits: 1

Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Cette unité d'enseignement traite la commande numérique des ensembles convertisseurs machines par composants programmables (μ Contrôleurs, DSP, ARM, FPGA).

Connaissances préalables recommandées :

μ -processeurs et μ -contrôleurs, informatique, Commande, Machines électriques, Convertisseurs de puissance.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Description des systèmes temps réel ; **(03 semaines)**

Chapitre 2 : La commande numérique des systèmes ; **(04 semaines)**

Chapitre 3 : Etude de l'implémentation des techniques MLI sur un processeur numérique ; **(04 semaines)**

Chapitre 4 : Exemples d'implémentation de commandes des machines : Machine à Courant Continu, Machine Asynchrone, Machine Synchrone. **(04 semaines)**

Mode d'évaluation :

Examen : 100%.

Références bibliographiques:

1. B. Bouchez « Applications audionumériques des DSP : Théorie et pratique du traitement numérique », Elektor, 2003.
2. Baudoin, Geneviève & Virolleau, Ferial, « Les DSP famille, TMS 320C54X [texte imprimé] : développement d'applications », Paris : Francis Lefebvre, 2000, ISBN : 2100046462.
3. Pinard, Michel, « Les DSP, famille ADSP218x [texte imprimé] : principes et applications », Paris : Francis Lefebvre, 2000, ISBN : 2100043439 ;
4. Tavernier, Ch., « Les microcontrôleurs PIC : applications », Paris : Francis Lefebvre, 2000, ISBN : 2100059572.

Semestre: ..

UE Découverte Code : UED ..

Matière: Qualité de l'énergie électrique

VHS: 22h30 (Cours: 1h30)

Crédits: 1

Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

- Etudier les phénomènes principaux qui détériorent la Qualité de l'Energie Electrique (QEE), leurs origines et les conséquences sur les équipements à travers la dégradation de la tension et/ou du courant et les perturbations sur les réseaux.
- Comprendre l'implication des charges non linéaires dans la détérioration de la qualité de l'énergie et prendre connaissance des principales solutions pour l'améliorer en remédiant aux perturbations en les éliminant ou en les atténuant lorsqu'elles sont inévitables.

Connaissances préalables recommandées:

Réseaux électriques, harmoniques, filtres, Electrotechnique fondamentale, Electronique de Puissance.

Contenu de la matière:

Chapitre 1: Introduction à la qualité de l'énergie (QEE) (03 semaines)

Contexte, définition et terminologie de la qualité de l'énergie, Objectifs de la mesure de la QEE.

Chapitre 2: Dégradation de la qualité de l'énergie (05 semaines)

Problèmes de qualité d'énergie les plus fréquents et effets sur les charges et procédés

- Creux de tension et coupures: Origines des creux de tension et surtensions, Conséquences sur les récepteurs, Notions de Flicker.
- Harmoniques et interharmoniques: Origines des harmoniques. Les charges non linéaires, Impacts des harmoniques sur le réseau et les récepteurs.
- Variations et fluctuations de tension: Origines internes/externes des coupures, Conséquences sur la production et les équipements.
- Phénomènes transitoires: Notions de CEM, Les impacts de foudre, Équipotentialité, Conducteur de protection PE.
- Déséquilibres.

Chapitre 3: Niveau de qualité de l'énergie - Normes (03 semaines)

Caractéristiques de la tension. Terminologie, Stratégie de mesure des paramètres de la tension, normes, Analyseurs de réseaux.

Chapitre 4: Solutions pour améliorer la qualité de l'énergie (04 semaines)

Réduction du nombre de creux de tensions et de coupures, Réduction de la durée et de la profondeur des creux de tension, Insensibilisation des installations, Emploi d'alimentation statique sans interruption (ASI), ...

Réduction des courants harmoniques générés: Modification de l'installation, Filtrage passif, Filtrage actif, Filtrage hybride, ...

Remèdes pour la protection contre les surtensions temporaires, les surtensions de manœuvre (self de choc, compensateur automatique statique), les surtensions atmosphériques (foudre), ...

Fluctuations de tension: Changer de mode d'éclairage, changement du mode de démarrage de moteurs, modification du réseau, ...

Déséquilibres: Equilibrer les charges monophasées sur les trois phases, Augmenter les puissances des transformateurs et la section des câbles en amont des générateurs de déséquilibre, Protection des machines, Emploi de charges LC (montage de Steinmetz),...

Mode d'évaluation:

Examen : 100%

Références bibliographiques:

1. Guide to Quality of Electrical Supply for Industrial Installations Part 2 : Voltage Dips and Short Interruptions Working Group UIE Power Quality 1996.
2. G.J. Wakileh, Power system harmonics-Fundamental Analysis and Filter Design, Springer-Verlag, 2001.
3. A. Kusko, M-T. Thompson, Power Quality in Electrical Systems, McGraw Hill, 2007.
4. F. Ewald Fuchs, M.A.S. Masoum, Power Quality in Power Systems and Electrical Machines, Elsevier Academic Press, 2008.
5. R.C. Dugan, Mark F. Granaghan, Electrical Power System Quality, McGraw Hill, 2001.
6. Cahiers techniques Schneider N° CT199, CT152, CT159, CT160 et CT1.
7. A. Robert, Supply Quality Issues at the Interphase between Power System and Industrial Consumers, PQA 1998.
8. Qualité de l'énergie, Cours de Delphine RIU, INP Grenoble.

Semestre: ..
UE Découverte Code : UED...
Matière: Dessin technique
VHS: 22h30 (Cours: 1h30)
Crédits: 1
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement :

Dans l'objectif de représenter par des dessins et de concevoir des structures telles que les machines électriques, les transformateurs ou autres, ce cours permettra aux étudiants d'acquérir les principes de base pour la représentation des pièces en dessin industriel, de dessiner des machines électriques en respectant les conventions normalisées pour assurer la construction représentées soit telle qu'imaginée par le concepteur.

Connaissances préalables recommandées :

Machines électriques.

Contenu de la matière :

CHAPITRE I: GENRALITES SUR LE DESSIN TECHNIQUE

1. principaux types de dessins industriels
2. formats
3. éléments permanents
4. l'échelle
5. le cartouche
6. nomenclature
7. écriture
8. les traits

CHAPITRE II: REPRESENTATION GEOMETRIQUE DES PIECES

1. perspective cavalière
2. projections et vues
3. coupes simples – hachures
4. section

CHAPITRE III: REPRESENTATION VOLUMIQUE

1. modelleur volumique
2. création des volumes élémentaires
3. création d'une pièce simple
4. création d'un assemblage simple
5. création d'un assemblage de machines électrique tournantes

Mode d'évaluation :

Examen : 100%.

Références bibliographiques:

1. Guide du dessinateur industriel Chevalier A. Edition Hachette Technique;
2. Le dessin technique 1er partie géométrie descriptive Felliachi d. et Bensaada s. Edition OPU Alger;
3. Le dessin technique 2er partie le dessin industriel Felliachi d. et bensaada s. Edition OPU Alger;
4. Premières notions de dessin technique Andre Ricordeau Edition AndreCasteilla

Semestre: ..
UE Découverte Code : UED...
Matière: Les tramways
VHS: 22h30 (Cours: 1h30)
Crédits: 1
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement :

Comprendre l'environnement des tramways et ces spécificités.

Connaissances préalables recommandées :

Electromécanique générale, circuits électriques.

Contenu de la matière :

Chapitre 1: Généralité sur les tramways

- Tramways de première génération
- Nouveaux systèmes de tramway
- Présentation des équipements
- Tramways dans le monde

Chapitre 2 : Installions Électrique des tramways

- Structures des réseaux d'alimentation
- Stockage énergétique et production embarquée
- Techniques modernes pour le stockage énergétique

Chapitre 3 : Modélisation et commande du système

- Modélisation du système
- Technique de commande utilisées

Chapitre 4 : signalisation

- Notions de signalisation

Mode d'évaluation :

Examen : 100%.

Semestre: ..

UE Découverte Code : UED ..

Matière : Machines électriques en régime dynamique

VHS: 22H30 (Cours: 1h30)

Crédits: 1

Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement :

Permettre à l'étudiant d'acquérir des connaissances concernant la modélisation des machines synchrone et asynchrone en régime dynamique

Connaissances préalables recommandées :

Mathématiques, fonctionnement des machines électriques en régime permanent.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Modèle de la machine synchrone en régime dynamique

- Constitution de la machine synchrone et phénomènes intervenant dans son fonctionnement – hypothèses simplificatrices
- Equations aux tensions statoriques et rotorique dans l'axe réel (machine à pôles saillant)
- Equation des flux - Calcul des inductances – cas de la machine à pôles lisses – Equation mécanique et calcul du couple électromagnétique - problème lié à la résolution du système
- Transformation d'axe – Concordia – Park
- Modèle de la machine dans le repère de Park – expression du couple électromagnétique – avantage du modèle de Park – modèle d'état
- Limites du modèle obtenu

Chapitre 2 : Modèle de la machine asynchrone en régime dynamique

- Constitution de la machine asynchrone et phénomènes intervenant dans son fonctionnement – hypothèses simplificatrices
- Equations aux tensions statoriques et rotorique dans l'axe réel - (machine à rotor bobiné)
- Equation des flux - Calcul des inductances – cas de la machine rotor à cage – Equation mécanique et expression du couple électromagnétique
- Modèle de la machine dans le repère de Park - Différents types de position du repère– expression du couple électromagnétique – modèle d'état
- Limites du modèle obtenu

Mode d'évaluation :

Examen : 100%.

Références bibliographiques:

1. Modélisation et commande de la machine asynchrone, J.P. Caron et J.P. Hautier, Technip, 1995
2. Control of Electrical Drives, W. Leonard, Springer-Verlag, 1996
3. Vector control of AC machines, Peter Vas, Oxford University Press, 1990
4. Méthodes de commande des machines électrique, R. Husson, Hermès.
5. Power Electronics and AC Drives, Prentice-Hall, B.K. Bose, 1986
6. Modern Power Electronics and AC Drives, B-K. Bose, Prentice-Hall International Edition, 2001.
7. Actionneurs électriques, Guy Grellet et Guy Clerc, Eyrolles, 1997
8. Commande des moteurs asynchrone, Modélisation, Contrôle vectoriel et DTC, Volume 1, C. Canudas De 9. Wit, Edition Hermès Sciences, Lavoisier, Paris **2004**.