

Semestre 1 Filière : Électrotechnique
Spécialité : Production Electrique et Énergies Renouvelables

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			Examen	Contrôle Continu
UE Fondamentale Code : UEF 1.1.1 Coefficients : 6 Crédits : 10	Machines Electriques I	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	57h30	60%	40%
	Production d'énergie électrique conventionnelle	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	57h30	60%	40%
UE Fondamentale Code : UEF 1.1.2 Coefficients : 6 Crédits :8	Electrotechnique Générale	4	3	1h30	1h30	1h30	67h30	32h30	60%	40%
	Théorie de champs	4	3	1h30	1h30		45h00	55h00	60%	40%
UE Méthodologique Code : UEM 1.1 Coefficients : 4 Crédits : 9	Traitement du signal	5	2	1h30	0h45	0h45	45h00	80h00	60%	40%
	Mesures et métrologie	4	2	1h30	0h45	0h45	45h00	55h00	60%	40%
UE Découverte Code : UED 1.1 Coefficients : 2 Crédits : 2	Communication professionnelle	1	1	0H45	0H45		22h30	02h30	60%	40%
	Management de Projet 1	1	1	1h30			22h30	02h30	60%	40%
UE Transversale Code : UET 1.1 Coefficients : 1 Crédits : 1	English of Electrical Engineering I	1	1	0h45	0h45		22h30	02h30	60%	40%
Total semestre 1		30	19	12h00	9h00	6h00	405h00	345h00		

Visite de sites industriels qui se déroule en période bloquée chaque semestre.

A. Programme détaillé du Semestre 1

Semestre : 1

Unité d'enseignement : UEF 1.1.1

Matière : Production électrique conventionnelle

VHS : 67h30 (Cours : 01h30, TD : 01h30, TP : 01h30)

Crédit : 5

Coefficient : 3

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

Cet enseignement participe à l'acquisition de connaissances essentielles aux étudiants de master énergétique. Les étudiants obtiendront les fondamentaux pour comprendre et analyser le fonctionnement de différents types centraux électriques utilisant les méthodes dites conventionnelles.

CONNAISSANCES PREALABLES RECOMMANDEES :

Physique ; Thermodynamique

Contenu de la matière :

Chapitre 1 :

Rappel sur les alternateurs triphasés ; constitution ; pôles lisses ; pôles saillants ; loi de Faraday ; loi de Kapp ; relation entre la vitesse, le nombre de paires de pôles et la fréquence ; la contrainte d'égalité ; relation P-f ; relation Q-U ; fluctuation de la demande ; l'interconnexion ; le dispatching ...

Chapitre 2. Les centrales hydrauliques

Notions d'hydrométrie ; puissance hydraulique ; centrales de haute chute ; centrales de moyenne chute ; centrales de basse chute (constitution et présentation) ; les turbines Pelton ; Kaplan ; Francis ; choix des turbines ; centrale de pompage-turbinage ; centrales au fil de l'eau ; microcentrales ; méga centrales ; ...

Chapitre 3. Les centrales thermiques

Rappel de thermodynamique ; loi des gaz parfaits ; le cycle de Rankine ; ... Rendement ; Les centrales à vapeur d'eau (constitution et présentation) ; les turbines à vapeur et ses différents corps HP ; ... Les turbines à gaz

Chapitre 4 : Les centrales nucléaires

Notions de physique atomique ; les réactions nucléaires de fission et de fusion ; les dangers du nucléaire ; la problématique des déchets ; constitution et présentation.

Travaux pratiques : selon le matériel existant

1. Turbines hydrauliques
2. Turbine à vapeur et centrale thermique à flamme
3. Turbine à gaz

MODE D'EVALUATION :

Examen : 60% ; Contrôle continu : 40%

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

1. *Thermodynamique technique, volumes 1,2 et 3, Maurice Bailly- Bordas Paris –Montréal 1971.*
2. *Thermodynamique des systèmes fluides et des machines thermiques : Principes, modèles et*

applications, FOHR Jean-Paul, Lavoisier 2010

Semestre: 1

UE Fondamentale Code : UEF 1.1.1

Matière: Machines électriques I

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

Crédit : 5

Coefficient: 3

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT

L'étudiant sera capable d'établir les équations générales de conversion d'énergie électromécanique appliquées aux machines à courant continu et saura déterminer leurs caractéristiques.

CONNAISSANCES PREALABLES RECOMMANDEES

Circuits électriques. Circuits magnétiques. Courants continu et alternatifs (mono et triphasé)

CONTENU DE LA MATIERE :

Chapitre 1 : Rappel des principes fondamentaux de l'électromagnétisme

Loi d'Ampère ; la loi de Faraday ; la loi de Laplace ; la loi de Lenz... ; Introduction aux convertisseurs électromécaniques : Fonction d'usage d'une machine tournante, Principe de base des machines tournantes,

Chapitre 2 : Les génératrices à courant continu :

Constitution ; Principe de fonctionnement ; Relations fondamentales (fem, vitesse, couple), réversibilité, Présentation des différents modes d'excitation, Caractéristiques ; Modélisation...

Chapitre 3 : Les moteurs à courant continu

(Constitution ; Principe de fonctionnement ; Système de démarrage ; Notion sur les réglages de la vitesse et du couple ; Modélisation...)

Chapitre 4 : Transformateurs monophasés et triphasés

(Constitution ; Principe de fonctionnement ; rendement ; modélisation...).

TP :

1. Caractéristiques électromécaniques de la machine DC ;
2. Génératrice DC;
3. Démarrage du moteur DC ;
4. Caractéristique du moteur DC ;
5. Transformateurs

MODE D'EVALUATION:

Examen: 60% ; Contrôle continu: 40%

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES:

1. J.-P. Caron, J.P. Hautier : *Modélisation et commande de la machine asynchrone*, Technip, 1995.
2. A. Fouillé « Electrotechnique à l'usage des ingénieurs ; machines électriques à courant continu. Application de l'électronique aux machines », Dunod 1973
3. A. Fouillé, C. Naudet « Problèmes d'électricité générale à l'usage des ingénieurs », Dunod
4. A. Fouillé, « Problèmes d'électrotechnique à l'usage des ingénieurs : machines électriques », Dunod
5. G. Grellet, G. Clerc : *Actionneurs électriques, Principes, Modèles, Commandes*, Eyrolles, 1996.
6. J. Lesenne, F. Notelet, G. Séguier : *Introduction à l'électrotechnique approfondie*, Technique et Documentation, 1981.
7. Paul C. Krause, Oleg Waszczuk, Scott S. Sudhoff, "Analysis of Electric Machinery and Drive Systems", John Wiley, Second Edition, 2010.
8. P S Bimbhra, "Generalized Theory of Electrical Machines", Khanna Publishers, 2008
9. A.E, Fitzgerald, Charles Kingsley, Jr, and Stephan D, Umanx, "Electric Machinery", Tata McGraw

Hill, 5th Edition, 1992

10. *Th. Wildi, G. Sybille "électrotechnique ", 2005.*

Semestre 1

Unité d'enseignement : UEF 1.1.2

Matière : Electrotechnique Générale

VHS : 67h30 (Cours : 01h30, TD : 01h30, TP : 01h30)

Crédit : 4

Coefficient : 3

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif est de familiariser les étudiants avec les notions de bases qui sont propres au domaine du génie électrique

Connaissances préalables recommandées :

Notions de l'électricité fondamentale

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Courant alternatif monophasé

Introduction, courant alternatif monophasé, représentation des fonctions sinusoïdales, représentation de Fresnel des grandeurs électriques, puissances en régime sinusoïdal, facteur de puissance, théorème de Boucherot, relèvement du facteur de puissance.

Chapitre 2. Les dipôles passifs linéaires

Introduction, dipôle passif linéaire, notion d'impédance, loi d'Ohm, application de la loi d'Ohm.

Chapitre 3. Notation complexe des grandeurs électriques

Introduction, rappels sur les nombres complexes, représentation complexe des grandeurs électriques, application des complexes en électricité.

Chapitre 4. Courant alternatif triphasé

Introduction, intérêt du système triphasé, étude des tensions délivrées, couplage d'un récepteur triphasé équilibré, puissance électrique en triphasé, réseau triphasé non symétrique.

Chapitre 5. Mesure de puissance

Introduction, méthode volt ampèremétrique, mesure de puissance active – le wattmètre –, mesure de puissance en triphasé,

Mode d'évaluation:

Examen: 60% ; Contrôle continu: 40% ;

Références bibliographiques :

1. B. ESTIBALS & S. WEBER, «Électronique, tout le cours en fiches» Edition Dunod, 2015, 435 pages.
2. G. Segulier, F. Notelet, «Électrotechnique Industrielle», Edition Tec&Doc, 1987, 391 pages.
3. J. LAROCHE, « Introduction à l'électrotechnique – fondements d'électricité et d'électromagnétisme», Edition Dunod, 2002, 248 pages.
4. F. DE COULON & M. JUFER, « Traité d'électricité– Introduction à l'électrotechnique», Edition Dunod, 1984, 347 pages.
5. G. CHATEIGNER, M. BOES, J.P. CHOPIN & D. VERKINDERE, « Électricité en 19 fiches– Régimes sinusoïdal et non sinusoïdal», Edition Dunod, 2008, 160 pages.
6. L. LASNE, « Électrotechnique et énergie électrique», Edition Dunod, 2013, 317 pages.
7. J. P. SIX & P. VANDEPLANQUE, «Exercices et problèmes d'électrotechnique industrielle», Edition Tec&Doc, 1995, 261 pages.

Semestre : 1

Unité d'enseignement : UEF 1.1.2

Matière : Théorie de champs

VHS : 45h00 (Cours : 01h30, TD, 1h30)

Crédit : 4

Coefficient : 3

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

Ce module permet d'introduire aux élèves ingénieurs les phénomènes liés aux champs électrique et magnétique dans les systèmes électriques, d'approfondir et consolider des notions d'électromagnétisme. Appréhender les outils physiques et mathématiques pour comprendre les équations de Maxwell ainsi que la propagation des ondes.

CONNAISSANCES PREALABLES RECOMMANDEES :

Notions de l'électricité fondamentale, maths

CONTENU DE LA MATIERE :

Introduction : Notions Vectorielles:

Définition physique du gradient, divergence et rotationnel, Vecteur et pseudo-vecteur, Operateurs Vectoriels, théorème de Stocks et d'Ostrogorski, notion d'angle solide.

Chapitre 1 : Électrostatique : (03 Semaines)

Equations de Maxwell en Electrostatiques, Relation des milieux diélectriques, Distribution des charges Électriques, Force, Considérations des symétries, Théorème de Gauss, Flux électrique, Potentiel scalaire électrique, Conditions de passage et aux limites, Equations de Poisson et de Laplace en électrostatique, Loi de Coulomb, Energie électrostatique, Capacité, Dipôle électrostatique.

Chapitre 2. Magnétostatique :

Equations de Maxwell en Magnétostatique, Relation des milieux magnétiques, Distribution des courants électriques, considérations des symétries, Théorème d'Ampère, Flux magnétique, Potentiel

vecteur magnétique, Conditions de passage et aux limites, Equations de Poisson et de Laplace en Magnétostatique, Loi de Biot et Savard, Force de Laplace, Effet Hall, Définition légale de l'Ampère,

Energie magnétostatique, Inductance et reluctance, Dipôle magnétique.

Chapitre 3. Régime variable :

Equations de Maxwell en Régime variable quelconque, Loi de Maxwell-Faraday (loi de Faraday et loi de Lenz) et Jauge de Lorentz, Equation de propagation des champs électrique et magnétique, Equation de propagation des potentiels scalaire électrique et vecteur magnétique, Conditions de passage et aux limites, Résolution des équations de propagation (potentiels retardes), Energie électromagnétique et vecteur de Poynting.

Chapitre 4. Régime lentement variable – Induction électromagnétique : (3 Semaines)

Approximation des régimes quasi-stationnaires « ARQS », Courant de conduction et de déplacement, et équation de Maxwell-Ampère, Conservation et relaxation de la charge électrique

dans les conducteurs, Loi d'Ohm local, Equation magnétodynamique, Circuit électriques couples, Induction de Neumann, Induction de Lorentz, Action de Laplace, Energie et énergie magnétiques.

Chapitre 5. Régime rapidement variable – Propagation d'ondes : (2 Semaines)

Equation de propagation d'une onde quelconque, Onde plane et ses caractéristiques, Propagation dans une direction quelconque (vitesse et longueur d'onde), Transmission et réflexion des ondes, Ondes guidées, Spectre du rayonnement électromagnétique, Propagation de l'Energie électromagnétique.

MODE D'EVALUATION:

Examen: 60% ; Contrôle continu: 40%

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

1. Rosnel, *"Elements de propagation electromagnetique, physique fondamentale"*, Mc GRAW-HILL, 2002.
2. Garing, *"Ondes electromagnetiques dans les milieux dielectriques, Exercices et problemes corriges"*, 1998. *P a g e | 85*Intitulé de la Licence: Electrotechnique Année: 2018-2019CPNDST Université
3. Paul Lorrain, Dale Corson, and Francois Lorrain, *"Les Phenomenes electromagnetiques : Cours, exercices et problemes resolus"*, 2002.
4. Louis de Broglie, *"Ondes Electromagnetiques et Photons"*,1968.
5. Garing, *"Ondes electromagnetiques dans le vide et les milieux conducteurs: Exercices et problemes corriges"*, 1998.
6. Michel Hulin, *"Nicole Hulin, and Denise Perrin, Equations de Maxwell: ondes electromagnetiques. Cours, exercices et problemes resolus"*, 1998.

Semestre : 1

Unité d'enseignement : UEM 1.1

Matière : Traitement du signal TS

VHS : 45h00 (cours : 01h30, TD : 00h45, TP : 00h45)

Crédit : 5

Coefficient : 2

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

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

CONNAISSANCES PREALABLES RECOMMANDEES :

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

CONTENU DE LA MATIERE :

Chapitre 1. Introduction au traitement de signal

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

Chapitre 2. Analyse fonctionnelle, convolution et corrélation

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

Chapitre 3. Analyse de Fourier

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

Chapitre 4. Transformée de Laplace

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

Chapitre 5. Echantillonnage des signaux

Introduction : de l'analogique au numérique, modèles de signaux échantillonnés, théorème d'échantillonnage, quantification, restitution du signal, conséquences dans l'espace de Fourier.

MODE D'EVALUATION:

Examen: 60% ; Contrôle continu: 40%

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

1. F. de Coulon, "Théorie et traitement des signaux", Édition PPUR.
2. C. Gasquet, P. Witomski "Analyse de Fourier et applications". Masson, 1995.
3. J. Max, J.M. Lacoume, "Méthodes et techniques de traitement du signal et applications aux mesures physiques". Dunod, 2000.
4. S. Haykin, "Signals and systems", John Wiley & Sons, 2nd ed., 2003.
6. F. Cottet, "Traitement des signaux et acquisition de données, Cours et exercices résolus", Dunod.

7. *B. Picinbono, "Théorie des signaux et des systèmes avec problèmes résolus", Edition Bordas.*
8. *Y. Thomas, "Signaux et systèmes linéaires". Masson, 1995.*

Semestre : 1

Unité d'enseignement : UEM 1.1

Matière : Mesure et Métrologie

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

Crédits : 4

Coefficient : 2

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

Ce cours a pour objectif de présenter les principales techniques de mesures utilisées en ingénierie en insistant principalement sur leur mise œuvre. Après description du principe de fonctionnement et des caractéristiques techniques employées en industrie, une attention particulière sera portée aux problèmes de sensibilité, d'étalonnage, d'acquisition, de sélection et de chaîne de mesure.

A l'issue de cette matière, l'étudiant sera normalement apte à valider un procédé, à faire les réglages de paramètres nécessaires dans le cadre du contrôle d'un procédé de fabrication ou à définir les conditions de sécurité d'un produit ou d'un système.

CONNAISSANCES PREALABLES RECOMMANDEES :

Notions électriques et électroniques, physique

CONTENU DE LA MATIERE :

Chapitre 1. Généralités sur la Métrologie Industrielle :

Définition. Vocabulaire et rôle de la métrologie. Différentes métrologies (fondamentale, scientifique, industrielle, légale, ... etc.). Rôle de la Métrologie dans l'entreprise. Relation entre la métrologie et la qualité. Les organismes officiels internationaux. Les normes et recommandations en métrologie.

Chapitre 2. Système international d'unités

Unités de base. Symboles. Unités dérivées. Autres unités. Modèles des relations entre unités de mesures. Mesure, erreurs Incertitudes Terminologie des incertitudes de mesure. Les modes d'évaluation des incertitudes de mesure. Loi de composition des incertitudes de mesure.

Chapitre 3. Système de mesure

Principe et caractéristiques. Etalonnage, sensibilité, précision, répétabilité, reproductibilité, interchangeabilité, confirmation métrologique, erreurs et incertitudes, notions d'erreurs (aléatoires, systématiques, fidélité et justesse), causes d'erreurs (étalonnage, sensibilité, linéarité, Précision, Répétabilité, Reproductibilité, résolution, hystérésis ... etc.). Les méthodes générales de mesures, Mesures par déviation, Mesures par comparaison.

Chapitre 4. Traçabilité métrologique

Définition et intérêt, Notions d'étalon, Hiérarchies d'étalonnage (SI, National Référence, ... etc.), Exemples de chaîne de traçabilité, Evaluation des bilans d'incertitudes. Etude statistiques.

Chapitre 5. Métrologie et contrôle qualité

Impact de la mesure sur la production, Notion de capacité de mesure. Méthodes de déclaration de la conformité, Gestion et identification des moyens de mesure. Choix de la périodicité d'étalonnage, Cartes de contrôle.

Chapitre 6. Développement de la norme ISO17025 version 2005

Explication de la norme. Mise en place d'un système de management métrologique dans les laboratoires.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40% ; examen : 60%.

Références bibliographiques :

1. *Lorenzo Zago, Bases de Métrologie, Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud,*
2. 2012.
3. *P-A. Paratte, Traité d'électricité, volume XVII, Systèmes de mesure, Presses polytechniques*
4. *romandes.*
5. *J. P. Bentley, Principles of measurement systems, Pearson education, 2005.*
6. *J. Niard et al, Mesures électriques, Nathan, 1981.*
7. *D. Barchesi, Mesure physique et Instrumentation, Ellipses 2003.*
8. *J.P. Holman, Experimental Methods for Engineers, McGraw-Hill 1994.*
9. <https://langloisp.users.greyc.fr/metrologie/cm/index.html>
10. <http://www.doc-etudiant.fr/Sciences/Physique/Cours-Introduction-a-la-Metrologie-Industrielle-8223.html>
11. *Industrielle-8223.htmlFM*

Semestre : 1

Unité d'enseignement : UED 1.1

Matière : Management de projet 1 (montage de projet)

VHS : 22H30 (Cours : 1h30)

Crédits : 1

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

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

Connaissances préalables recommandées :

Aucune

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Introduction, Cycle de vie d'un projet.

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

Chapitre 2. Initialisation

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

Chapitre 3. Planification

Cahier des charges du projet ; Diagramme des tâches (WBS), Diagramme des responsabilités (OBS, RACI) ; Séquencement et délais (PERT), Affectations des ressources (GANTT) ; Evaluation budgétaire ; Identification, Analyse et prévention des risques ; Gestion des parties prenantes ; réparation du plan de mise en œuvre du projet (Ressources, délais, financement, risques)

Chapitre 4. Etude de cas.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40% ; examen : 60%.

Références bibliographiques :

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

Semestre : 1

Unité d'enseignement : UED 1.1

Matière : Communication professionnelle

VHS : 22H30 (Cours : 00h45 TD: 0h45)

Crédits : 1

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

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

Connaissances préalables recommandées :

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

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : La communication professionnelle :

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

Chapitre 2 : les écrits professionnels :

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

Chapitre 3: La communication orale

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

Projet : Exposer oralement devant un groupe

Épreuve orale de soutenance d'un rapport de stage d'un rapport portant sur une expérience professionnelle. Cette unité d'enseignement vise à préparer l'insertion professionnelle des futurs ingénieurs. Elle repose à la fois sur :

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

- La soutenance de ce rapport.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40% ; examen : 60%.

Références bibliographiques :

1. Julien Borderieux, Denise Pelizzari Carmes, *Communication scientifique et technique pour l'élève ingénieur*,
2. Jacqueline Tolas, Océane Gewirtz et Catherine Carras, *Réussir ses études d'ingénieur en français*, PUG (Presses Universitaires de Grenoble)
3. Simone EurinBalmet, Martine Henao de Legge, Hachette, *Pratiques du français scientifique : l'enseignement du français à des fins de communication scientifique*,
4. Charles-Henri Dumon , Jean-Paul Vermès , *Le CV, la lettre et l'entretien*,
5. Camus, B. (1998), *Rapports de stage et mémoires*. Éditions d'Organisation : Paris
6. Grin, F. & Sfreddo, C. (2010), *Besoins linguistiques et stratégie de recrutement des entreprises*, in I. Behr, P. Farges, D.
7. *Guide Élève - Rapport de stage en entreprise ANFA-Découverte professionnelle-2011-* (www.metiersdelauto.com)
8. Libersan Lucie, *Stratégies d'écriture dans la formation spécifique : Rapport de stage*. Centre collégial de développement didactique (www.ccdmd.qc.ca/fr 2007 Quebec)
9. Mangiante J.J (2006), « *Vers une ingénierie de formation en français langue professionnelle* », in *Apprendre le français dans un contexte professionnel Actes de rencontres de DGLF*.
10. Mangiante, J.-M. et Parpette, C. (2004), *Le français sur objectif spécifique : de l'analyse des besoins à l'élaboration d'un cours*. Hachette : Paris
11. Mangiante J.-M. et Parpette C. (2011), *Le Français sur objectif universitaire*, Grenoble, PUG.
12. Mourlhon-Dallies, F.(2006)"*Apprentissage du français en contexte professionnel : état de la recherche*"in*Apprendre le français dans un contexte professionnel, Actes de rencontres de la Délégation Générale de la Langue Française(DGLF)*

Semestre : 1

Unité d'enseignement : UET 1.1

Matière : English of Electrical Engineering I

VHS : 22h30 (cours : 0h45 TD: 0h45)

Crédits : 1

Coefficient : 1

TEACHING OBJECTIVES

- To provide students with the needed vocabulary related to their field.
- To develop students' comprehension skills.
- To communicate effectively in the energy business and its associated fields
- To reinforce grammatical notions.

RECOMMENDED PRELIMINARY KNOWLEDGE

- To communicate in specific technical situation.
- To develop reading strategies.
- To reinforce listening and oral comprehension.
- To have knowledge of certain grammatical elements.

MODULE CONTENT

Chapter 1 Introduction to Energy English

- To discuss the different alternative sources of energy.
- To read different extracts about different fuels and energy sources.
- To understand forms of energy.
- To form definitions.
- To describe several power plants.
- To categorize materials.
- To express opinions, agreement and disagreement.
- To utilize dictionaries.
- To listen for the main idea.
- To open debates and discussions.
- To deal with telephone language.

Chapter 2 Physical Forces

- To identify certain physical forces.
- To discuss the functions and technical characteristics of wind turbine components.
- To listen and compare ideas.
- To summarize a conversation.
- To ask questions about specific ideas.
- To complete texts.
- To label diagrams.
- To take notes.

EVALUATION METHOD

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

REFERENCES

1. Ibbotson, M. (2008). *Cambridge English for Engineering*. UK: Cambridge University Press.
2. Ibbotson, M. (2009). *Professional English in Use, Engineering*. UK: Camb. Univ. Press.
3. Glendinning, H. Glendinning, N (1995). *Oxford English for Electrical and Mechanical*

Engineering. Oxford: Oxford University Press.

4. *Campbell, S. (2008). English for the Energy Industry. Oxford: Oxford University Press.*

Semestre 2

Filière : Électrotechnique

Spécialité : Production Electrique et Énergies Renouvelables

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			Examen	Contrôle Continu
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.1 Coefficients : 6 Crédits : 10	Machines Electriques II	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	57h30	60%	40%
	Electronique de puissance I	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	57h30	60%	40%
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.2 Coefficients : 6 Crédits :8	Analyse des réseaux électriques	4	3	1h30	1h30	1h30	56h15	43h45	60%	40%
	Asservissement et Régulation	4	3	1h30	1h30	1h30	56h15	43h45	60%	40%
UE Méthodologique Code : UEM 1.2 Coefficients : 4 Crédits : 9	Schéma et appareillage électriques	5	2	1h30		1h30	45h00	80h00	60%	40%
	Méthode numériques	4	2	1H30		1H30	45h00	55h00	60%	40%
UE Découverte Code : UED 1.2 Coefficients : 2 Crédits : 2	Communication interpersonnelle	1	1	0H45	0H45		22h30	02H30	60%	40%
	Management de Projet II	1	1	1h30			22h30	02h30	60%	40%
UE Transversale Code : UET 1.2 Coefficients : 1 Crédits : 1	English of Electrical Engineering II	1	1	0H45	0H45		22h30	2h30	60%	40%
Total semestre 2		30	19	12h00	9h00	6h00	405h00	345h00		

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

B. Programme détaillé du Semestre 2

Semestre: 2

UE Fondamentale Code : UEF 1.2.1

Matière: Machines électriques II

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

Crédit : 5

Coefficient: 3

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 PREALABLES RECOMMANDEES

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 MATIERE :

Chapitre 1 : Principes généraux

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 2 : Machines synchrones

Généralités et mise en équations de la machine synchrone à pôles lisses. Étude du fonctionnement de la machine synchrone. Technologie des machines synchrones et brushless, 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. Variation de vitesse et principe de l'autopilotage, Éléments sur les machines à aimants permanents. Alternateurs et Couplage en parallèle. Moteurs synchrones, démarrage...

Chapitre 3 : Machines asynchrones

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 4 : Machines spéciales

Moteur à réluctance variable, moteurs pas à pas...

TP :

1. Caractéristiques électromécaniques 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'EVALUATION:

Examen: 60% ; Contrôle continu: 40%

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES:

1. *J.-P. Caron, J.P. Hautier : Modélisation et commande de la machine asynchrone, Technip, 1995*
2. A. Fouillé « Electrotechnique à l'usage des ingénieurs ; machines électriques à courant continu. Application de l'électronique aux machines », Dunod 1973
3. A. Fouillé, C. Naudet « Problèmes d'électricité générale à l'usage des ingénieurs », Dunod
4. A. Fouillé, « Problèmes d'électrotechnique à l'usage des ingénieurs : machines électriques », Dunod
5. *G. Grellet, G. Clerc : Actionneurs électriques, Principes, Modèles, Commandes, Eyrolles, 1996.*
6. *J. Lesenne, F. Notelet, G. Séguier : Introduction à l'électrotechnique approfondie, Technique et Documentation, 1981.*
7. *Paul C. Krause, Oleg Waszczuk, Scott S, Sudhoff, "Analysis of Electric Machinery and Drive Systems", John Wiley, Second Edition, 2010.*
8. *P S Bimbhra, "Generalized Theory of Electrical Machines", Khanna Publishers, 2008*
9. *A.E, Fitzgerald, Charles Kingsley, Jr, and Stephan D, Umanx, " Electric Machinery", Tata McGraw Hill, 5th Edition, 1992*
10. *Th. Wildi, G. Sybille "électrotechnique ", 2005.*
11. *M Retif "Commande Vectorielle des machines asynchrones et synchrone" INSA, cours Pedg. 2008*
12. *R. Abdessamed "Modélisation et simulation des machines électriques " ellipses, 2011.*

Semestre: 2

UE Fondamentale Code : UEF 1.2.1

Matière: Electronique de puissance I

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

Crédit : 5

Coefficient: 3

Objectifs de l'enseignement :

Connaître les principes de base de l'électronique de puissance,
Maîtriser le fonctionnement des principaux convertisseurs statiques,
Comprendre le principe d'un champ tournant et son application aux machines à courant alternatif.

Connaissances préalables recommandées :

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

Contenu de la matière :

Introduction

Chapitre 1 : Généralités et notion de « convertisseur à découpage »

Notions de base et « découpage » ; Classification des convertisseurs statiques ; Généralités sur l'architecture des convertisseurs

Chapitre 2 : Bases théoriques et régimes électriques

Lois de base et conventions des dipôles électriques ; Récepteurs électriques linéaires ; Régime continu et régimes variables ; Valeurs caractéristiques des grandeurs périodiques ; Régime sinusoïdal (AC) monophasé ; Régime sinusoïdal (AC) triphasé ; Régimes déformés et harmoniques

Chapitre 3 : Présentation générale des circuits de l'électronique de puissance

Convertir l'alternatif en continu ; Convertir l'alternatif en alternatif (à fréquence fixe) ; Convertir le continu en continu (de valeur différente) ; Convertir le continu en alternatif

Chapitre 4 : Diodes et conversion AC/DC non commandée

Présentation de la conversion AC/DC non commandée ; Le composant de base : la diode ; Redressement à diode simple (mono-alternance) ; Redressement à diode double (double alternance) ; Procédés de « lissage » ou de filtrage

Chapitre 5 : Thyristors et conversion AC/DC commandée

Présentation de la conversion AC/DC commandée ; Le composant commandé : le thyristor ; Redressement commandé simple ; Redressement commandé double ; Transferts de puissance des montages redresseurs ;

Chapitre 6 : Transistors de puissance et conversion DC/DC

Présentation de la conversion DC/DC ; Composants commandés à l'amorçage et au blocage ; Montages hacheurs non isolés non réversibles ; Montages hacheurs isolés ; Montages hacheurs réversibles

Mode d'évaluation :

Contrôle Continu : 40% examen : 60%.

Références bibliographiques:

1. *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.*
2. *-Encyclopédie technique « Les techniques de l'ingénieur », traité de Génie Electrique, vol. D4 articles D3000 à D3300.*
3. *Guy Séguier et Francis Labrique, «Les convertisseurs de l'électronique de puissance - tomes 1 à 4», Ed. Lavoisier - Site Internet : « Cours et Documentation ».*

Semestre: 2

UE Fondamentale Code : UEF 1.2.2

Matière: Analyse des réseaux électriques ARE

VHS: 56h15 (Cours: 1h30 ; TD: 1h30 ; TP : 1h30)

Crédit : 4

Coefficient: 3

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 PREALABLES RECOMMANDEES :

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 MATIERE :

Chapitre 1 : Généralités sur les réseaux électriques (2 semaines)

Introduction

Schéma des différentes étapes de production, transport et distribution de R.E

Les différentes fonctions du réseau électrique

Classification des réseaux électrique

Chapitre 2 : Postes à Haute et très haute tension

Différents types de postes électriques

Appareillage à haute et très haute tension installée dans le poste électrique Principaux schéma de poste utilisé

Appareillage des postes de transformation et interconnexion HT&MT

Chapitre 3 : Réalisation pratique d'une ligne aérienne

Composant d'une ligne

Chute de tension dans une ligne

Comment réduire les chutes de tension

Compensation d'énergie réactive

Etude d'un réseau électrique dans sa position normale

Capacité de transport d'énergie d'une ligne électrique

Chapitre 4 : Calcul des paramètres d'un réseau électrique

Calcul des paramètres d'une ligne électrique

Calcul de la capacité

Modélisation des lignes

Chapitre 5 : Modélisation des réseaux électrique

Modélisation des transformateurs

Modélisation des générateurs

Compensation des lignes de transmission (compensation série & parallèle)

TP :

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'EVALUATION :

Examen : 60% ; Contrôle continu : 40%

REFERENCES 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 : 2

Unité d'enseignement : UEF 1.2.2

Matière : Asservissement et Régulation

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

Crédits : 4

Coefficient : 3

Objectifs de l'enseignement :

Acquisition des connaissances de base en automatique nécessaires à un ingénieur en Génie Industriel. Démarche d'analyse et de modélisation des procédés industriels. Démarche de synthèse des correcteurs.

Connaissances préalables recommandées :

Mathématiques (transformées...), Algèbre, Connaissance Matlab

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Introduction générale

Rappels sur les systèmes ; Structure d'un système asservi ; Régulation manuelle de niveau ; Régulation automatique de niveau ; Mise en œuvre des systèmes asservis ; Différence entre systèmes régulateurs et systèmes suiveurs ou en poursuite ; Introduction sur les performances d'un système asservi

Chapitre 2. Systèmes linéaires

Définitions ; Calcul opérationnel ; Quelques propriétés des transformées de Laplace ; Application des transformées de Laplace à la résolution des équations différentielles ; Décomposition en éléments simples d'une fraction rationnelle ; Table des transformées ; Terminologie des schémas fonctionnels ; Systèmes en entrées multiples : Application du principe de superposition

Chapitre 3 Analyse des performances des SLCI

Introduction ; Stabilité : Critère de Routh et Hurwitz ; Systèmes linéaires du premier ordre ; Systèmes linéaires du deuxième ordre ;

Chapitre 4. Analyse fréquentielle des SLCI

Introduction ; Echelle semi-logarithmique ; Définition de l'échelle logarithmique ; Tracé des diagrammes de Bode

Chapitre 5. Introduction à la commande

Introduction ; Configurations de correction ; Correction cascade ou série ; Les correcteurs de base ; Récapitulatif des correcteurs usuels

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40% ; examen : 60%.

Références bibliographiques :

1. Arfa, S., & Barhoumi, E. (2017). *Systèmes Asservis Linéaires Continus*. *technologuepro.com*.
2. Bayle, B. (2006). *Systèmes et Asservissements à temps continu*. *Ecole Nationale Supérieure de Physique de Strasbourg*.
3. Bayle, B. (2009). *Automatique. Systèmes et asservissements à temps continu*. *Ecole Nationale Supérieure de Physique de Strasbourg*.

4. Conde, E. C., & Carbajal, F. B. (2011). *Generalized PI Control of Active Vehicle Suspension Systems with MATLAB. Applications of MATLAB in Science and Engineering*, 335-352.
5. DiStefano, J. J., Stubberud, A. R., & Williams, I. J. (1990). *Feedback and Control Systems, Second Edition*. McGraw-Hill.
6. Djellal, A., & Lakel, R. (2018). *Adapted reference input to control PIDbased active suspension system. Journal Européen des Systèmes Automatisés*, 51(1-3), 7-23.
7. Eski, I., & Yildirim, S. (2009). *Vibration control of vehicle active suspension system using a new robust neural network control system. Simulation Modelling Practice and Theory*, 778-793.
8. Etique, M. (2007). *Régulation automatique (MI : M173-REG GE : REG)*. Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du canton de Vaud (HEIG-Vd).
9. Guergazi, A. (2015). *Cours d'asservissements linéaires et régulations License et Master "Commande et Machine Electrique"*. Université de Biskra.
10. Magarotto, E. (2004). *Cours de Régulation*. Université de Caen.
11. Mailah, M., & Priyandoko, G. (2005). *Simulation of a Suspension System with Adaptive Fuzzy Active Force Control. International Journal of Simulation Modeling*, 1(6), 25-36.
12. Rached, D. (2015). *Cours et Exercices de Régulation*. Université de Sciences et Techniques Oran.
13. Rossi, C., & Lucente, G. (2003). *Hinf Control of Automotive Semi-Active Suspensions. IFAC Advances in Automotive Control*, 559-564.
14. Wilson, D. A., Sharp, R. S., & Hassan, S. A. (1986). *The application of linear optimal control theory to the design of active automotive suspension. Vehicle System*, 105-118.

Semestre : 2

Unité d'enseignement : UEM 1.2

Matière : Schémas et Appareillage Electrique SAE

VHS : 45h00 (cours : 01h30, TP : 01h30)

Crédit : 5

Coefficient : 2

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

Apprendre les différents types d'appareillages de protection et commande des installations électriques ainsi que la réalisation d'une installation électrique.

CONNAISSANCES PREALABLES RECOMMANDEES :

Electrotechnique générale ; Notions d'électricité fondamentale, d'électrostatique et de magnétostatique de base.

CONTENU DE LA MATIERE :

Chapitre I: Appareillage électrique

Les interrupteurs (définition, rôle et caractéristique) ; Les commutateurs (définition, rôle et caractéristique) ; Le sectionneur (définition, rôle et caractéristique) ; Le contacteur (définition, rôle et caractéristique) ; Fusibles (rôle et fonctionnement, types, équations) ; Relais thermique (définition, rôle, type et caractéristiques) ; Relais électromagnétique (définition, rôle, type et caractéristiques) ; Disjoncteurs (définition, rôle, types et caractéristiques) ; Les capteurs actifs et passifs : symboles, rôles et utilisations

Chapitre II: Élaboration des schémas électriques

Symboles normalisés de l'appareillage électrique ; Classification des schémas selon le mode de représentation ; Conventions et normalisation ; Règles et normes d'établissement d'un schéma électrique.

Chapitre III. Circuits d'éclairage

Montage simple allumage ; Montage double allumage ; Montage va et vient ; Allumage par télérupteur ; Allumage par minuterie (Principe en 4 fils et en 3 fils).

Chapitre IV. Trois modes de commande d'un moteur électrique

Démarrage direct à un seul sens de rotation ; Démarrage direct moteur avec double sens de rotation ; Démarrage étoile triangle.

MODE D'EVALUATION :

Examen : 60% ; Contrôle continu : 40%

Travaux pratiques :

TP1 : Les principaux montages pour l'éclairage : Montage de prise de courant, montage simple allumage, montage double allumage, montage Va et Vient, montage avec télérupteur, montage avec minuterie.

TP2 : La commande manuelle d'un contacteur et de deux contacteurs : par interrupteur, par bouton poussoir, à distance par deux boutons à impulsions, à distance par plusieurs boutons poussoirs.

TP3 : Démarrage d'un moteur asynchrone triphasé à cage un seul sens de marche

TP4 : Démarrage d'un moteur asynchrone deux sens de marche

TP5 : Démarrage étoile/triangle d'un moteur asynchrone

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

1. *Cahier de charge technique Schneider.*
2. *Cahier de charge technique Le grand.*
3. <http://www.yesss-fr.com/tech/symboles-electriques.php>
4. <http://www.repereelec.fr/dm2sm.htm>
5. « *Mémento de schémas électriques* », Thierry Gallauziaux, David Fedullo, Edition Eyrolles, collection
6. : *Les cahiers du bricolage ; 2009 (2e édition)*
7. « *Le Schéma Electrique* », Hubert Largeaud, Edition Eyrolles – 1991(-3ème Édition)
8. *Christophe Prévé-, "Protection des réseaux électriques", Hermès, Paris, 1998.*
9. *S. H. Horowitz, A.G. Phadke, "Power System Relaying", second edition, John Wiley & Sons, 1995.*
10. *L. Féchant, "Appareillage électrique à BT, Appareils de distribution", Techniques de l'Ingénieur, traité Génie électrique, D 4 865*

Semestre : 2

Unité d'enseignement : UEM 1.2

Matière : Méthode numériques

VHS : 45h00 (cours : 01h30, TP : 01h30)

Crédit : 4

Coefficient : 2

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

L'objectif de cet enseignement est de présenter les outils nécessaires d'analyse numérique et d'optimisation pour atteindre ce triple but. L'enseignement combinera des concepts mathématiques théoriques et une mise en œuvre pratique sur des exemples d'applications concrètes.

CONNAISSANCES PREALABLES RECOMMANDEES :

Mathématique, maîtrise de l'environnement MATLAB

CONTENU DE LA MATIERE :

Chapitre I : Rappels sur quelques méthodes numériques

Résolution des systèmes d'équations linéaires et non linéaires par les méthodes itératives ; Intégration et différentiation, etc.

Equations différentielles ordinaires (EDO)

Introduction et formulation canonique des équations et systèmes d'équations différentielles ordinaires ;

Méthodes de résolution : Méthodes d'Euler ; Méthodes de Runge-Kutta ; Méthode d'Adams.

Chapitre II : Equations aux dérivées partielles (EDP)

Introduction et classifications des problèmes aux dérivées partielles et des conditions aux limites ;

Méthodes de résolution :

Méthode des différences finies (MDF);

Méthode des éléments finis (MEF).

Chapitre III : Techniques d'optimisation

Définition et formulation : problèmes d'optimisation. Techniques d'optimisation classiques. Optimisation unique et multiple avec et sans contraintes.

Algorithmes d'optimisation : La programmation linéaire, modèle mathématique, technique de la solution, la dualité, Programmation non linéaire.

MODE D'EVALUATION :

Examen : 60% ; Contrôle continu : 40%

REFERENCES 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: 2

Unité d'enseignement : UED 1.2

Matière : Communication interpersonnelle

VHS : 22h30 (Cours : 00H45, TD : 00H45)

Crédits : 1

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

- Reconnaître la nécessité d'entretenir des relations interpersonnelles ;
- Établir et entretenir des relations interpersonnelles ;
- Communiquer avec des personnes à l'interne et à l'externe ;
- Participer à une équipe de travail ;
- Maîtriser les techniques de base de la gestion des conflits ;
- Amener les étudiants à réfléchir sur leur position d'ingénieur dans l'entreprise et la société dans les thèmes de l'environnement et le développement durable, la sécurité et le principe de précaution.

Connaissances préalables recommandées :

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

Contenu de la matière :

- La communication interne et externe au sein de l'entreprise ;
- Les enjeux et les stratégies de communication (les ressorts d'influence - le langage verbal et non-verbal
- L'influence de l'identité des acteurs, du groupe et du contexte sur la communication) ;
- Travailler en équipe et coopérer, animer une réunion ;
- La prise de notes ;
- Rédiger un ordre du jour, et un compte rendu de réunion ;
- Rédiger une demande de stage, une lettre de motivation, et une lettre de recommandation ;
- Rédiger un rapport de stage : Le processus d'écriture, l'organisation de l'information,
- Les structures et formats, règles générales, et la rédaction d'un rapport ;
- La communication orale téléphonique (L'accueil téléphonique, l'émission d'un appel) ;
- Entretien de négociation commerciale.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40% ; examen : 60%.

références bibliographiques :

1. Julien Borderieux, Denise Pelizzari Carmes, *Communication scientifique et technique pour l'élève ingénieur*,
2. Jacqueline Tolas, Océane Gewirtz et Catherine Carras, *Réussir ses études d'ingénieur en français*, PUG (Presses Universitaires de Grenoble)

3. Simone Eurin Balmes, Martine Henao de Legge, Hachette, *Pratiques du français scientifique : l'enseignement du français à des fins de*
4. *communication scientifique,*
5. Charles-Henri Dumon, Jean-Paul Vermès, *Le CV, la lettre et l'entretien,*
6. Camus, B. (1998), *Rapports de stage et mémoires. Éditions d'Organisation : Paris*
7. Grin, F. & Sfreddo, C. (2010), *Besoins linguistiques et stratégie de recrutement des entreprises,* in I. Behr, P. Farges, D.
8. *Guide Élève - Rapport de stage en entreprise ANFA-Découverte professionnelle-2011-* (www.metiersdelauto.com)
9. Libersan Lucie, *Stratégies d'écriture dans la formation spécifique : Rapport de stage. Centre collégial de développement didactique* (www.ccdmd.qc.ca/fr 2007 Québec)
10. Mangiante J.J (2006), « *Vers une ingénierie de formation en français langue professionnelle* », in *Apprendre le français dans un contexte professionnel Actes de rencontres de DGLF.*
11. Mangiante, J.-M. et Parpette, C. (2004), *Le français sur objectif spécifique : de l'analyse des besoins à l'élaboration d'un cours. Hachette : Paris*
12. Mangiante J.-M. et Parpette C. (2011), *Le Français sur objectif universitaire, Grenoble, PUG.*
13. Mourlhon-Dallies, F.(2006)"*Apprentissage du français en contexte professionnel : état de la recherche* "in *Apprendre le français dans un contexte professionnel, Actes de rencontres de la Délégation Générale de la Langue Française(DGLF)*

Semestre : 2

Unité d'enseignement Découverte : UED 1.2

Matière : management de projet II (Mise en oeuvre de projet)

VHS : 22h30 (Cours : 1h30)

Crédits : 1

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

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

Connaissances préalables recommandées :

Management de projet 1 (Les fondamentaux du montage de projets)

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Exécution

- Réunion de lancement - Kick off meeting
- Gestion des ressources humaines
- Implication des parties prenantes
- Elaboration d'un plan de communication

Chapitre 2. Contrôle et suivi

- Identification des KPI de suivi
- Pilotage d'un projet (conduite de réunion, travail de groupe,
- Résolution de problèmes,
- Tableau de bord)

Chapitre 3. Clôture

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

Chapitre 4. Etude de cas

- Mise en œuvre du projet étudié en S1

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40% ; examen : 60%.

Références bibliographiques :

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

Semestre : 2

Unité d'enseignement : UET 1.2

Matière : English of Electrical Engineering II

VHS : 22h30 (Cours : 00H45, TD : 00H45)

Crédit : 1

Coefficient : 1

TEACHING OBJECTIVES

To reinforce grammatical notions; To communicate effectively in the energy business and its associated fields; To equip learners with the necessary linguistic skills to understand and talk about complex situations; To construct coherent pieces of writing; To deal with certain technical writings.

RECOMMENDED PRELIMINARY KNOWLEDGE

- To practice technical reading.
- To communicate in specific technical situation.
- To reinforce listening and oral comprehension.
- To master some professional writings.

MODULE CONTENT

Chapter 1 Electricity

- To list and explain the different ways in which electricity can be generated.
- To describe functions and components.
- To match diagram with descriptions.
- To study and link pairs of actions.
- To use appropriate vocabulary in different contexts.
- To read diagrams.
- To write descriptions of graphs.

Chapter 2 Safety at Work

- To make safety rules.
- To deal with accidents and emergencies.
- To explain an accident.
- To develop vocabulary related to emergency vehicles and equipments.
- To enhance grammar.
- To role-play certain situations.
- To write an accident report.

Chapter 3 Application of Technical Writing

- To construct coherent paragraphs.
- To summarize technical texts.
- To write professional emails.
- To write memos.

EVALUATION METHOD

Contrôle Continu: 40% examen: 60%.

REFERENCES

1. Ibbotson, M. (2008). *Cambridge English for Engineering*. UK: Cambridge University Press.
2. Ibbotson, M. (2009). *Professional English in Use, Engineering*. UK: Cambridge Univ. Press.
3. Glendinning, H. Glendinning, N (1995) *Oxford Eng. for Elect. & Mech. Eng.* Oxford Univ. Press.
4. Campbell, S. (2008). *English for the Energy Industry*. Oxford: Oxford University Press.

Semestre 3 Filière : Électrotechnique

Spécialité : Production Electrique et Énergies Renouvelables

Unité d'enseignement	Matières	Crédit	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Examen	Contrôle Continu
UE Fondamentale Code : UEF 2.1.1 Coefficients : 6 Crédits : 10	Electronique de puissance II	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	57h30	60%	40%
	Planification et exploitation des réseaux électriques	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	57h30	60%	40%
UE Fondamentale Code : UEF 2.1.2 Coefficients : 6 Crédits : 8	Modélisation et simulation des machines électriques	4	3	1h30	1h30	1h30	67h30	32h30	60%	40%
	Protection des installations électriques	4	3	1h30	1h30		45h00	55h00	60%	40%
UE Méthodologique Code : UEM 2.1 Coefficients : 4 Crédits : 9	Conversion solaire	5	2	1h30	0H45	0H45	45h00	80h00	60%	40%
	μ-processeurs et μ-contrôleurs	4	2	1h30	0H45	0H45	45h00	55h00	60%	40%
UE Découverte Code : UED 2.1 Coefficients : 2 Crédits : 2	Energies renouvelables	1	1	0H45	0H45		22h30	2h30	60%	40%
	Entrepreneuriat et création d'entreprises	1	1	1h30			22h30	2h30	100%	
UE Transversale Code : UET 2.1 Coefficients : 1 Crédits : 1	English for Technical Communication I	1	1	0H45	0H45		22h30	2h30	60%	40%
Total semestre 3		30	19	12h00	9h00	6h00	405h00	345h00		

Visite de sites industriels qui se déroule en période bloquée chaque semestre.

C. Programme détaillé du Semestre 3

Semestre : 3

Unité d'enseignement : UEF 2.1.1

Matière : Electronique de puissance II

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

Crédit : 5

Coefficient : 3

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 PREALABLES RECOMMANDEES :

Composants de puissance, l'électronique de puissance de base (du module Electronique générale du S2 de la 2^{ème} année du 1^{er} cycle) ; Electronique de puissance I.

CONTENU DE LA MATIERE :

Chapitre 1 : Triacs et conversion AC/AC directe

Présentation de la conversion AC/AC directe ; Composant commandé bipolaire en courant : le TRIAC ; Conversion AC/AC directe : le gradateur ; Conversion AC/AC indirecte

Chapitre 2 : Conversion DC/AC

Présentation de la conversion DC/AC ; Principes et structures de base des onduleurs ; Stratégie de commande « PWM » des onduleurs ;

Chapitre 3 : Principes de synthèse des convertisseurs statiques

Notions importantes sur l'architecture des convertisseurs ; Principes généraux de la synthèse des convertisseurs ; Exemple : synthèse complète d'un convertisseur DC/DC 10 W 153

Chapitre 4 : Pertes et évacuation thermique liées aux composants de puissance

10.1 Généralités sur les pertes dans les composants de puissance ; Expressions particulières des pertes liées aux composants ; Notions de thermique générale ; Dissipation thermique dans les composants de puissance

Chapitre 5 : Circuits intégrés de puissance et régulateurs intégrés

Redresseurs intégrés ; Ponts complets intégrés, applications et particularités ; Régulateurs DC intégrés polyvalents

Chapitre 6 : Problème : Redresseur PD2 sur différents types de charges

MODE D'EVALUATION :

Examen : 60% ; Contrôle continu : 40%

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

1. *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.*
2. *Encyclopédie technique « Les techniques de l'ingénieur », traité de Génie Electrique, vol. D4 articles D3000 à D3300.*
3. *Guy Séguier 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 ».*

Semestre : 3

Unité d'enseignement : UEF 2.1.1

Matière : Planification et exploitation des réseaux électriques

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

Crédit : 5

Coefficient : 3

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 'Analyse des Réseaux électriques' du semestre 2, et d'autre part introduire les connaissances nécessaires sur la planification 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 ; Analyse des réseaux électriques (Cours du S2).

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Système des unités relatives

Analyse du réseau par le système des unités relatives

Chapitre 2 : Calcul des courants de court-circuit

-Introduction

-La forme du courant de court-circuit

-Défauts à proximité des alternateurs

-Calcul de l'intensité du courant de court-circuit

Chapitre 3 : Méthode d'analyse du réseau électrique

-Source équivalentes

-Détermination de la matrice d'admittance Y_{bus}

-Formation de la matrice d'impédance Z_{bus}

Chapitre 4 : Pertes et chutes de tension dans un réseau électrique

-Calcul des pertes dans un réseau électrique

-Chute de tension dans le réseau électrique

Chapitre 5 : Exploitation des réseaux électriques

-Introduction

-Analyse des réseaux à configuration ouvert

-Analyse des réseaux à configuration fermé

Chapitre 6 : Stabilité des réseaux électriques

-Généralité sur la stabilité

-Stabilité transitoire

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. TuranGönen : Electric power transmission system engineering. Analysis and Design. John Wiley & Sons, 1988

Semestre: 3

Unité d'enseignement Fondamentale Code : UEF 2.1.2

Matière : Modélisation et simulation des machines électriques

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

Crédit : 4

Coefficient : 3

Objectifs de l'enseignement :

Établir les modèles mathématiques nécessaires pour la modélisation et la simulation des machines électriques. Ces modèles fournissent, pour la machine considérée, les équations instantanées et en régime établi, les performances et les lois de commande.

Connaissances préalables recommandées :

L'étudiant devra posséder les connaissances suivantes :

- Circuits électriques triphasés, circuits magnétiques, transformateurs monophasés et triphasés.
- Machines électriques à courant continu et alternatif.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Modélisation générale des machines

Structures des machines, représentation des phénomènes magnétiques, schéma équivalent, force magnétomotrice, perméances, répartition d'induction, flux de bobinages, couplages, flux de dispersion, cas des distributions sinusoïdales, calcul du couple par la méthode des travaux virtuels.

Chapitre 2 : Modélisation des machines pour les régimes dynamiques

Matrices de transformations, transformation de PARK, utilisation de la méthode pour les calculs de régimes transitoires, choix du repère.

Chapitre 3 : Modélisation et simulation des machines à courant continu (MCC)

Mise en équations des machines à courant continu, modèle de la machine à courant continu sur les axes d,q, prise en compte des divers types d'excitation dans une MCC, régimes transitoires.

Chapitre 4 : Modélisation et simulation des machines asynchrones à cage d'écureuil

Modélisation et simulation d'un moteur/génératrice Asynchrone à cage d'écureuil, moteur à rotor bobiné, étude de régimes transitoires, expressions du couple.

Chapitre 5 : Modélisation et simulation des machines synchrones

Modélisation et simulation d'une machine synchrone avec et sans amortisseurs, étude de régimes transitoires, expressions du couple, modélisation et simulation d'une machine synchrone à aimants permanents, diagrammes d,q, moteurs à aimants, à réluctance.

Mode d'évaluation:

Contrôle Continu : 40% examen : 60%.

Références bibliographiques:

1. P. Barret, "Régimes transitoires des machines tournantes électriques", Edition Eyrolles, 1997. ISBN10 : 2-212-01574-7.
2. M. Kostenko, L. Piotrovski, "Machines électriques, Tome 2 : Machines à courant alternatif ", Edition Moscou.
3. J. P. Fanton, "Electrotechnique, Machines et réseaux, génie électrique", Edition Ellipses, 2002. ISBN 10 : 2729811133.
4. R. Abdessemed, "Modélisation et simulation des machines électriques", Edition Ellipses 2011. ISBN10 : 2-7298-6495-4.
5. J. P. Caron, J.P. Hautier, "Modélisation et commande de la machine asynchrone", Edition Technip 1995. ISBN : 9782710806837.
6. J. Chatelain, "Machines Electriques", T1 & T2, Edition Dunod, 1989.

Semestre: 3

Unité d'enseignement Fondamentale Code : UEF 2.1.2

Matière: Protection des installations électriques

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

Crédit : 4

Coefficient : 3

Objectifs de l'enseignement :

Permettre à l'élève ingénieur d'étudier les protections des systèmes électriques : Protections des transformateurs de puissances, des lignes et machines. L'étudiant apprendra comment protéger toute installation électrique notamment les panneaux, les générateurs PV. Il apprendra à choisir les protections adéquates, à les dimensionner et leur mode d'installation.

Connaissances préalables recommandées :

Machines Electriques ; Réseaux Electriques ;

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Les transformateurs de mesure et de protection :

- Choix d'un transformateur de courant T.C. ;
- Capacité secondaire d'un transformateur de courant ;
- Marques de polarité ;
- Raccordement des transformateurs de courant ;
- Les transformateurs de potentiel T.P. ;
- Marques de polarité ;
- Raccordement des transformateurs de potentiel) ;

Chapitre 2 : Les organes de protection i.e.

les relais [fonctions] (électromécaniques et électroniques), les fusibles, les disjoncteurs ;

Chapitre 3 : Protection contre les courants de mise à la terre ;

Chapitre 4 : Protection des conducteurs ; Protection des moteurs ; Protection des transformateurs ; Protection des génératrices ; Protection de barres omnibus et des composantes de manœuvre ;

Chapitre 5 : Protection des circuits d'alimentation PV ; Coordination des protections ; Entretien, vérification et réglage

Mode d'évaluation:

Contrôle Continu : 40% examen : 60%.

Références bibliographiques:

1. "Buff Book" IEEE Std 242-1986 Recommended Practice for Protection and Coordination of Industrial and Commercial Power Systems.
2. "Brown Book" IEEE Std 399-1990 Recommended Practice for Power System Analysis. IEC TC17: Switchgear & Control gear Technical Committee, sur tc17.iec.ch
3. IEEE Switchgear Committee, sur ewh.ieee.org

Semestre: 3

Unité d'enseignement fondamentale Code : UEM 2.1

Matière: Conversion solaire

VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 00H45, TP: 00H45)

Crédit : 5

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

Acquérir les notions de base de la conversion de l'énergie solaire en chaleur ou électricité. Identifier et décrire les systèmes à base de capteurs solaires. Se familiariser avec la thermoélectricité. Apprendre le principe de fonctionnement de la cellule PV. Rentrer dans les détails de la mobilité des porteurs de charge, bande électronique, conductivités, ... pour mieux cerner le problème du rendement bas du PV, du rôle du matériau et de la jonction PN. Apprendre l'assemblage électrique des cellules, puis des modules, panneaux, jusqu'au générateur PV. La caractérisation, les paramètres, et aboutir à la modélisation d'un GPV.

Connaissances préalables recommandées :

Production de l'énergie électrique conventionnelle ; Machines thermiques ; Machines électriques ; Transfert de chaleur ; Mécanique des fluides ; Conversion de l'énergie

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Introduction à l'énergie solaire

Enjeux énergétiques planétaires/national et environnementaux.

Gisement solaire et Lumière ; spectre solaire ; Ressources solaires ; Profils journaliers ; ...

Chapitre 2 : Energie solaire thermique

Capteurs solaires : plan, sous vide, ; Principe de fonctionnement et applications ; La réception du rayonnement ; fluide caloporteur (l'eau-vapeur, les sels fondus, les métaux liquides et l'air) ; Le rendement de générateur thermo-solaire ; Les centrales électriques thermos solaires

Chapitre 3 : Le phénomène photovoltaïque

Introduction ; Energie du photon ; Irradiation ; Notions de physique des semiconducteurs (Le modèle des bandes électroniques ; Le remplissage des bandes ; BV, gap, BC ; dopage des semiconducteurs) ; Les cellules PV (Description de la cellule ; Principe de fonctionnement) ; Les différentes technologies : Cellules cristallines (La cellule monocristalline ; Les cellules polycristallines) ; Cellules à couches minces ;

Chapitre 4 : Caractéristiques électriques et rendement

La caractéristique courant-tension d'un module PV (La tension en circuit ouvert ; Le courant de court-circuit ; La puissance maximale ; Le rendement ; Le facteur de forme ; La caractéristique puissance-tension d'un module PV (Le PPM) ; Laboratoire ou ensoleillement réel ; Les paramètres influant sur le rendement de module PV : Paramètres atmosphériques (L'éclairement ; La température de fonctionnement) ; Calcul de la température de fonctionnement (mise en équation) ; Paramètres non atmosphérique (Le matériau de fabrication ; L'inclination et l'orientation du module ; L'utilisation des régulateurs de charge) ;

Chapitre 5 : Les différents types de système PV

Mise en parallèle/série des cellules ; MPPT ; Hot spots ; Le panneau PV ; Le GPV ; Systèmes autonomes (Systèmes hybrides ; Système PV accordée au réseau) ; Les avantages spécifiques du photovoltaïque ;

Mode d'évaluation :

Contrôle Continu : 40% examen : 60%.

Références bibliographiques :

1. *F. Kiesslion*. Springer, 2003.
2. *T. Gonen*.
3. *E. Acha and V.G. Agelidis*, „Power Electronic Control in Power Systems”, Newns, London 2002.
4. *Duffie, J.A., and Beckman, W.A. (1981). Solar engineering of thermal processes, 2nd ed., John Wiley & Sons, Inc., New York, N.Y.*
5. *Trans-Mediterranean Renewable Energy Cooperation (TREC), Renewable Energies, http://www.trec-eumena.org/re_energies/*
6. *IEA SolarPACES, Technology Characterization Solar Power Towers, http://www.solarpaces.org/solar_tower.pdf*
7. *IEA SolarPACES, Technology Characterization Solar Dish Systems, http://www.solarpaces.org/solar_dish.pdf*
8. *IEA SolarPACES, Technology Characterization Solar Parabolic Trough, http://www.solarpaces.org/solar_trough.pdf,*
9. *Hans Müller Steinhagen, 'Concentrating solar power, a review of the technology', Ingenia, 2003*
10. *Assessment of the World Bank / GEF Strategy for the Market Development of Concentrating Solar Thermal Power (2006)*
11. *International Executive Conference on Expanding the Market for Concentrating Solar Power Moving Opportunities into Projects, 19-20 June 2002, Berlin*
12. *German Aerospace Center (DLR), Institute of Technical Thermodynamics - Concentrating Solar Power for the Mediterranean Region, Final Report (2005)*
13. *Robert Pits-Paal, Jürgen Dersch, Barbara Milow - European Concentrated Solar Thermal RoadMapping (2003)*
14. *GreenPeace, ESTIA, SolarPaces - Concentrated Solar Thermal Power (September 2005)*
15. *S. Quoilin, Experimental study and modeling of a low temperature Rankine cycle for small scale cogeneration, Licenciate thesis, Université de Liège, 2007.*

Semestre : 3

Unité d'enseignement : Code : UEM 2.1

Matière : μ -processeurs et μ -contrôleurs

VHS: 45h00 (Cours: 1h30 ; TD: 00H45; TP: 00H45)

Crédit : 4

Coefficient : 2

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT

Acquérir des connaissances sur les différents types de calculateurs utilisés dans les installations industrielles. Connaître le fonctionnement d'un microprocesseur (interfaçage et interruption) ainsi que sa programmation en assembleur. Faire la différence entre microprocesseur, microcontrôleur et un ordinateur. Utilisation du microcontrôleur (programmation, commande de système).

CONNAISSANCES PREALABLES RECOMMANDEES

Logique combinatoire et séquentielle S1 du 1^{ière} cycle ; Notion de programmation S2 du 1^{ième} cycle ; Electronique générale de la 2^{ième} année du 1^{er} cycle.

CONTENU DE LA MATIERE :

Chapitre 1 : Microprocesseur

Introduction aux systèmes à base d'un microprocesseur, Architecture et fonctionnement d'un microprocesseur, type de microprocesseurs (standard, DSP, microcontrôleur, etc.)

Chapitre 2: La programmation en assembleur

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

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

Interruptions (matérielles, logicielles). Traitement des interruptions. Modes d'adressage.

Chapitre 4: Microcontrôleur

Architecture et fonctionnement d'un μ contrôleur. Programmation du μ -contrôleur.

TP1 : Prise en main d'un environnement de programmation sur μ -processeur

TP2 : Programmation des opérations arithmétiques et logiques dans un μ -processeur

TP3 : Utilisation de la mémoire dans un μ -processeur

TP4: Gestion de l'écran

TP5: Programmation du μ -microcontrôleur PIC TP6: Commande d'un moteur pas à pas.

MODE D'EVALUATION:

Examen: 60% ; Contrôle continu: 40%

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES:

1. M. Tischer et B. Jennrich. *La bible PC – Programmation système. Micro Application, Paris, 1997.*
2. A. Tanenbaum ; *Architecture de l'ordinateur ; Dunod.*
3. R. Zaks et A. Wolfe. *Du composant au système – Introduction aux microprocesseurs. Sybex, Paris, 1988.*
4. R. Tourki. *L'ordinateur PC – Architecture et programmation – Cours et exercices. Centre de Publication Universitaire, Tunis, 2002.*
5. H. Schakel. *Programmer en assembleur sur PC. Micro Application, Paris, 1995.*
6. E. Pissaloux. *Pratique de l'assembleur I80x86 – Cours et exercices. Hermès, Paris, 1994*
7. A. Farouki, T. Laroussi, T. Benhabiles, *Microprocesseurs 808, Univ. Constantine.*
8. J. Crisp, *introduction to microprocessors and microcontrollers, Elsevier, 2nd edit 2004.*

Semestre : 3

Unité d'enseignement : UED 2.1

Matière : Energies renouvelables

VHS : 22h30 (cours : 00H45; TD: 00H45)

Crédit : 1

Coefficient : 1

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

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

CONNAISSANCES PREALABLES RECOMMANDEES :

Notion d'énergie, thermodynamique, électricité

CONTENU DE LA MATIERE :

1. Le Gisement Solaire
2. Conversion Thermique : Applications à Basse Température
3. Stockage de L'énergie Solaire
4. La Conversion Photovoltaïque
5. La Géothermie
6. L'énergie Eolienne
7. L'énergie Hydraulique
8. L'énergie de la Biomasse
9. L'énergie des Mers

MODE D'EVALUATION:

Examen: 60% ; Contrôle continu: 40%

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

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

Semestre : 3

Unité d'enseignement Découverte Code : UED 2.1

Matière : Entrepreneuriat et création d'entreprises

VHS : 22h30 (Cours : 1h30)

Crédits : 1

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

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

Connaissances préalables recommandées :

Notions de management de projet

Contenu de la matière :

Chapitre 1. L'entreprise

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

Chapitre 2. L'entrepreneur

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

Chapitre 3. Analyse du marché, Modèle d'affaires, Plan d'affaires

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

Chapitre 4.

- Etude de cas.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40% ; examen : 60%.

Références bibliographiques :

- 1 *L'entrepreneur : une approche par les compétences, Hernandez, Emile-Michel, 330/HER*
- 2 *Dynamique entrepreneuriale : le comportement de l'entrepreneur, Alain Fayolle, 330/FAY*
- 3 *La gestion des organisations : principes et tendances au XXIe siècle, Gary Dessler, 330/DES*
- 4 *Management des organisations, Hellriegel Don, 330/HEL*
- 5 *Entrepreneuriat : apprendre à entreprendre, Alain Fayolle, 330/FAY*
- 6 *Introduction à l'entrepreneuriat, Alain Fayolle, 330/FAY*
- 7 *Guide de création et gestion d'une entreprise, PEM, PMI, 330/GUI*
- 8 *L'entreprise et l'éthique, Ballet Jérôme, 330/BAL*
- 9 *Problèmes humains de l'entreprise, Albou Paul, 30/ALB*

Semestre : 3

Unité d'enseignement Transversale Code : UET 2.1

Matière : English for Technical Communication I

VHS : 22h30 (Cours : 00h45 ; TD : 00H45)

Coefficient : 1

Crédits : 1

TEACHING OBJECTIVES

- To write appropriate technical documents.
- To communicate in different professional contexts.
- To write job applications.

RECOMMENDED PRELIMINARY KNOWLEDGE

- To write professional documents in English.
- To understand the importance of graphical interpretations of a text.
- To have a knowledge about the professional English language.

MODULE CONTENT

Chapter 1 Technical Writings

- To write reports.
- To write effective instructions.
- To use graphics as a part of communication in the workplace.

Chapter 2 Writing Job Applications

- To write a résumé.
- To write a cover letter.
- To write job application letter.
- To work on interview/oral presentation skills.
- To write a follow-up letter/email.

EVALUATION METHOD

Contrôle continu : 40% examen : 60%.

REFERENCES

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

Semestre 4 Filière : Électrotechnique
Spécialité : Production Electrique et Énergies Renouvelables

Unité d'enseignement	Matières	Crédit	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Examen	Contrôle Continu
UE Fondamentale Code : UEF 2.2.1 Coefficients : 6 Crédits : 10	Application et dimensionnement des systèmes à EnR-PV	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	57h30	60%	40%
	Production de l'Énergie électrique par système éolien	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	57h30	60%	40%
UE Fondamentale Code : UEF 2.2.2 Coefficients : 6 Crédits : 8	Commande des machines électriques	4	3	1h30	1h30	1h30	67h30	32h30	60%	40%
	Techniques de la haute tension	4	3	1h30	1h30		45h00	55h00	60%	40%
UE Méthodologique Code : UEM 2.2 Coefficients : 6 Crédits : 9	Intégration des systèmes EnR aux réseaux électriques	5	2	1h30	0H45	0H45	45h00	80h00	60%	40%
	Automatisme Industriel	4	2	1h30	0H45	0H45	45h00	55h00	60%	40%
UE Découverte Code : UED 2.2 Coefficients : 2 Crédits : 2	Hygiène, Sécurité et Environnement	1	1	0h45	0h45		22h30	2h30	60%	40%
	Gestion d'entreprise	1	1	1h30			22h30	2h30	100%	
UE Transversale Code : UET 2.2 Coefficients : 1 Crédits : 1	English for Technical Communication II	1	1	0h45	0h45		22h30	2h30	60%	40%
Total semestre 4		30	19	12h00	9h00	6h00	405h00	345h00		

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

D.Programme détaillé du Semestre 4

Semestre : 4

Unité d'enseignement : UEF 2.2.1

Matière : Application et dimensionnement des systèmes EnR-PV

VHS : 67h30 (Cours : 01h30, TD : 01h30, TP : 01h30)

Crédits : 5

Coefficient : 3

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

Cet enseignement participe à l'acquisition de connaissances essentielles aux élèves ingénieurs du génie énergétique pour le dimensionnement des centrales PV. Les étudiants apprendront à analyser un site, choisir le système le plus adéquat, obtiendront les fondamentaux pour comprendre et analyser le fonctionnement de différents types centraux électriques utilisant les méthodes dites conventionnelles.

CONNAISSANCES PREALABLES RECOMMANDEES :

Energies renouvelables et protection de l'environnement du S1 ; Analyse des réseaux électriques du S2 ; Planification et exploitation des réseaux électriques et Energie PV du S3.

CONTENU DE LA MATIERE :

Introduction

Chapitre 1 : Composants d'une centrale PV

Les panneaux solaires ; le système de stockage ; système de régulation ; diode anti-retour ; système de conversion ; la charge.

Chapitre 2 : Différents types de centrales PV

Système autonome ; système hybride ; centrales raccordées au réseau électrique ; comparaison des systèmes PV ; critères de choix des centrales PV ; avantages et inconvénients.

Chapitre 3 : Dimensionnement d'une centrale PV raccordées au réseau électrique

Le rayonnement solaire ; l'ombrage ; les instruments de mesure ; principe du raccordement ; les éléments de l'installation (modules, câblage, contacteurs AC et DC, onduleur, comptage, ...) ; les pertes dans le système PV ;

Chapitre 4 : Simulation d'une centrale PV

Le site d'implantation (données météorologiques et géographiques) ; orientation des modules ; schéma de la centrale ; paramètre de simulation (caractéristiques du module, caractéristiques de l'onduleur) ; répartition avec un champ, répartition avec plusieurs champs.

TP: Nécessité d'installation du logiciel PVSyst

1. Apprendre à utiliser le PVSyst
2. Utilisation du PVSyst pour une habitation
3. Simulation d'une centrale de 1MW avec une répartition à un champ
4. Simulation d'une centrale de 1MW avec une répartition à plusieurs champs

MODE D'EVALUATION :

Examen: 60% ; Contrôle continu: 40%

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

1. A. Labouret et M. Viloz, « Energie solaire photovoltaïque », Paris, Dunod 3^{ème} édition, 2009
2. J. Graf, « Centrales photovoltaïques », Guide pour le dimensionnement et la réalisation de projets, à l'usage des bureaux d'ingénieurs, 1996

Semestre: 4

Unité d'enseignement : UEF 2.2.1

Matière: Production de l'énergie électrique par l'éolien

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

Crédits : 5

Coefficient : 3

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

L'objectif de ce module est de donner un enseignement sur la nature de l'énergie éolienne ; Petit et grand éolien ; Devenir familier avec les turbines éoliennes ; comprendre la structure de l'éolienne ainsi que les principaux problèmes reliés à sa commande électrique ; Apprendre la conception et la mise en œuvre d'une ferme éolienne. Il s'agit aussi d'apprendre à modéliser une chaîne d'éolienne et l'introduire dans un réseau électrique. Différentes technologies basées sur des machines asynchrones à cage (MAS) et sur des machines asynchrones à double alimentation (MADA) sont considérées.

CONNAISSANCES PREALABLES RECOMMANDEES :

Electronique de puissance I et II ; Commande ;

CONTENU DE LA MATIERE :

Introduction

Aspect environnemental de l'énergie éolienne ; Nuisance sonore, esthétique et encombrement, Insertion dans le réseau électrique, Intermittence du vent, Étymologie, Historique

Chapitre 1 : Fonctionnement

Principe de la conversion de l'énergie éolienne en énergie électrique ; Descriptif d'une éolienne ; Technologies de générateurs éoliens ; Axe horizontal (Puissance récupérable ; Formule de Betz ; Autres caractéristiques techniques) ; Axe horizontal et pales horizontales ; Axe vertical ; Sites éoliens (Critères de choix de l'implantation éolienne ; Le vent ; Sur la terre ferme ; Pleine mer ; Altitude ; Villes)

Chapitre 2 : Modélisation d'une éolienne

Structure des éoliennes ; avec et sans multiplicateur ; Eoliennes à vitesse fixe et variable ; Modélisation (Hypothèses simplificatrices ; Modélisation de la turbine ; du multiplicateur ; Equation dynamique de l'arbre ; Graphe informationnel causal du modèle de la turbine) ; Stratégies de commande de la turbine éolienne (Caractéristique puissance vitesse) ; Techniques d'extraction du maximum de la puissance (Bilan des puissances ; Maximisation de la puissance avec asservissement de la vitesse ; Maximisation de la puissance sans asservissement de la vitesse) ; Modélisation du système d'orientation des pales (Système de régulation de l'angle d'orientation) ; Fonctionnement à vitesse constante ; Eolienne à vitesse variable avec génératrice asynchrone pilotée par le stator (génératrice alimentée par le stator ; Eoliennes Multi machines ; Eoliennes monomachie) ; Régulation et freinage par basculement de l'éolienne ; Régulation aérodynamique sur les pales ; Éoliennes à axe vertical ; Arrêt par frein à disque automatique

Chapitre 3 : Eolienne à vitesse variable basée sur une MADA

Principe ; Contrôle du glissement par dissipation de la puissance rotorique ; Transfert de la puissance rotorique sur le réseau ; Différentes structures à base de MADA ; Modélisation globale de la chaîne de conversion de l'éolienne basée sur la MADA

Chapitre 4 : Etude de cas

Modélisation globale de la chaîne de conversion de l'éolienne (Modèles de la machine asynchrone ;

Modèles du convertisseur de puissance ; Modélisation de la liaison au réseau ; Modèle complet de la chaîne de conversion éolienne ; Dispositif de commande d'une éolienne à base de MAS à vitesse variable (Architecture de commande) ; Modèle global d'une ferme éolienne.

MODE D'EVALUATION :

Examen: 60% ; Contrôle continu: 40%

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

1. E.J. P. Caron, J. P. Hautier, "Modélisation et commande de la machine asynchrone ", Editions Technip, 1995.
2. G. Cunty, " Eoliennes et aérogénérateurs, guide de l'énergie éolienne", Edisud, Aix-en Provence, 2001
3. Maxime R. Dubois, " Review of electromechanical conversion in wind turbines ", Report EPP00.R03, April 2000.
3. J. J. Dumond, spécialité génie électrique, "Optimisation de la commande rapprochée de l'onduleur de tension", mémoire d'ingénieur du CNAM,
4. S. Heier, "Grid Integration of Wind Energy Conversion Systems", Publications John Whiely & Sons, 1998.
5. P. V. Meirhaeghe, " Double fed induction machine : a EUROSTAG model ", www.eurostag.be/download/windturbine 2004
6. Ott, "Qualité de la tension, Creux et coupures brèves ", Avec la collaboration de France de CHATEAUVIEUX(RTE), Techniques de l'ingénieur, Traité Génie électrique, pp. D4262 1 - D 4 262 10, 1998.
7. R. Mukand Patel, "Wind and solar power systems ", CRC Press, 1999.

Semestre: 4

Unité d'enseignement : UEF 2.2.2

Matière: Commande des machines électriques

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

Crédits : 4

Coefficient : 3

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

Maîtriser les différents types de commande des entraînements à vitesse variable

CONNAISSANCES PREALABLES RECOMMANDEES :

Machines électriques, modélisation des machines, électronique de puissance, notions de mécanique, asservissement et régulation.

CONTENU DE LA MATIERE :

Chapitre 1. Notions de base

Moteur à CC à excitation indépendante, caractéristiques statiques et dynamiques, principes de réglage de la vitesse, commande des moteurs à CC, commande du couple, commande de vitesse.

Chapitre 2. Commande des convertisseurs statiques

Technique MLI, technique SVM.

Chapitre 3. Commande d'un moteur asynchrone

Introduction, structure et fonctionnement, caractéristiques statiques et dynamiques, modèle d'un moteur asynchrone, principes de réglage de la vitesse, par alimentation à fréquence fixe, par récupération de l'énergie rotorique, par alimentation à fréquence variable, commande des moteurs asynchrones, moteur asynchrone alimenté par convertisseur statique, principe de la commande scalaire, principe de la commande vectorielle.

Chapitre 4. Commande d'un moteur synchrone

Introduction, structure et fonctionnement, caractéristiques statiques et dynamiques, modèle d'un moteur synchrone, autopilotage d'un moteur synchrone.

MODE D'EVALUATION :

Examen: 60% ; Contrôle continu: 40%

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

1. Jean Bonal, Guy Séguier. *Entraînements électriques à vitesse variable*, 1998.
2. Michel Pinard. *Commande électronique des moteurs électriques*, Dunod, 2004.
3. Loron Luc. *Commande des systèmes électriques*, Lavoisier, 2000
4. J.-P. Caron, J.P. Hautier. *Modélisation et commande de la machine asynchrone*, Technip, 1995.
5. G. Grellet, G. Clerc. *Actionneurs électriques, Principes, Modèles, Commandes*, Eyrolles, 1996.
6. J. Lesenne, F. Notelet, G. Séguier. *Introduction à l'électrotechnique approfondie, Technique et Documentation*, 1981.
7. J. Caron, J. Hautier. *Modélisation et Commande de la Machine Asynchrone*, Edition Technip, Paris, France, 1995.
8. D. Jacob. *Electronique de puissance Principe de fonctionnement, dimensionnement*, Ellipses Marketing, 2008.
9. G. Segurier. *L'électronique de puissance, les fonctions de base et leurs principales applications*, Tech et Doc.
10. H. Buhler. *Electronique de puissance*, Dunod.
11. C.W. Lander. *Electronique de puissance*, McGraw-Hill, 1981.
12. H. Buhler. *Electronique de Réglage et de commande*, Traité d'électricité.

Semestre: 4

Unité d'enseignement : UEF 2.2.2

Matière: Techniques de la haute tension

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

Crédits : 4

Coefficient : 3

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

Ce module permet aux élèves ingénieurs d'exploiter les connaissances acquises dans le module de théorie des champs pour les appliquer aux phénomènes liés à la haute tension. Les élèves ingénieurs obtiendront les fondamentaux pour comprendre la nécessité de haute tension et les techniques appliquées dans les réseaux électriques ainsi que les protections utilisées pour améliorer la compatibilité électromagnétique en présence de haute tension.

CONNAISSANCES PREALABLES RECOMMANDEES :

Réseaux électriques; Planification et exploitation des réseaux électriques et Energie PV du S3.

Contenu de la matière :

Introduction :

Pourquoi la haute tension
Relation haute tension-compatibilité électromagnétique
Les régimes de neutre

Chapitre 1 : Les générateurs de haute tension et les techniques de mesure

Générateur de haute tension continue
Générateur de haute tension alternative
Générateur de haute tension impulsionnelle
Les mesures en haute tension

Chapitre 2 : Les surtensions

Les surtensions d'origine interne (l'effet Ferranti, les surtensions de manœuvre, les surtensions par Ferro résonance,...)
Les surtensions d'origine externe (Les surtensions de foudre, les surtensions par influence électrostatique,...)

Chapitre 3 : Les matériaux diélectriques

Les types des matériaux diélectriques.
Les caractéristiques des matériaux diélectrique : permittivité, rigidité.
Les claquages dans les matériaux diélectriques (pré-décharges, l'effet couronne, l'arc électrique, ...).
Impact des matériaux diélectriques sur la haute tension.

Chapitre 4 : Les protections en haute tension

Les disjoncteurs en haute tension
La protection contre les surtensions (les parafoudres, les câbles de garde,...)
Les mises à la terre.
Les travaux sous tension.

MODE D'ÉVALUATION :

Examen: 60% ; Contrôle continu: 40%

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

1. *Haute Tension*, M. Aguet, M. Ianovici, vol XXII, Edition Georgi 1982.
2. *High Voltage Engineering, Practice and Theory*, J. P. Holtzhausen, W. L. Vosloo.
3. *High voltage insulation technology: Textbook for Electrical Engineers*, D. Kind, H. Karner, Friedr Vieweg & Sohn 1985.
4. *Les propriétés diélectriques dans l'air et les très hautes tensions*, C.Gary, Editions Eyrolles, 1984
5. *Haute tension*, P. Bergounioux, Edition Willam blake & Co, 1997.
6. A. TILMATINE, *Technique de la Haute Tension, Notes de cours*, Université Djillali liabès Sidi Bel Abbés. <http://cours-examens.org/index.php/etudes-superieures/8-etudessuperieures/ingeniorat-electricite/222-8-cours-11-examens-et-5-documents-de-techniques-dehaute-tension>
7. Djilali Benyoucef, *Technique de la Haute Tension, Notes de cours*, Université Hassiba Benbouali, Chlef, <http://cours-examens.org/images/An-2018/Etudessuperieures/Electricite/Haute-tension/Techniques-Haute-Tension.pdf>
8. Pierre Zweiacker, *Cours de Haute Tension*, École polytechnique fédérale de Lausanne Suisse, <http://www.surprises.ch/HT/A-HAUTE-TENSION.html>.
9. M. BRAHAMI, *IMPACT DE L'EFFET DE COURONNE SUR LES LIGNES TRES HAUTE TENSION*, Thèse de doctorat UDL, SBA. Octobre 2003.
10. I. FOFANA, *INGÉNIERIE DE LA HAUTE TENSION*, Note de cours, Université du Québec à Chicoutimi, <http://www.uqac.ca/ifofana/cours.php>.
11. E. Kuffel, Zaengl W. S., *High Voltage Engineering Fundamentals*, Pergamon Press , 1970, (Collection générale Bibliothèque UQAC: TK3401K95.1970).
12. M. S. Naidu and Kamaraju V. *High Voltage engineering*, New York; 2e Ed, McGraw-Hill, 1996, (Collection générale Bibliothèque UQAC : TK3144N155.1996).
13. M. Aguet et M. Ianoz, *Haute Tension*, Dunod, 1987 (Collection générale Bibliothèque UQAC : TK7T768.1990.22 et TK7T768.22).
14. G. Le Roy, C. Gary, B. Hutzler, J. Lalot et C. Dubanton, *Les propriétés diélectriques de l'air et les très hautes tensions*, Editions Eyrolles, Paris, 1984 (Collection générale Bibliothèque UQAC: TK3091P965.1984)..

Semestre : 4

Unité d'enseignement : UEM 2.2

Matière : Intégration des sources EnR au réseau électrique

VHS : 45h00 (Cours : 01h30, TD : 00h45, TP : 00h45)

Crédits : 5

Coefficient : 2

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

Cet enseignement participe à l'acquisition de connaissances essentielles aux élèves ingénieurs du génie énergétique pour développer et coordonner l'intégration des unités de production décentralisées à un réseau électrique existant. Pour cela ils apprendront à résoudre les problèmes majeurs de l'intégration qui sont : les systèmes de protection ; l'électronique de puissance ; une modélisation fiable ; des problèmes de qualité de l'énergie ; les normes de connexion ; de simulation et de modélisation informatique.

CONNAISSANCES PREALABLES RECOMMANDEES :

Production électrique ; Réseaux électriques ; Protection des systèmes électriques ; Electronique de puissance ;

CONTENU DE LA MATIERE :

Introduction :

Définition des concepts d'intégration et d'interconnexion ; Conditions d'application de l'intégration et de l'interconnexion ; Les clients ; Les réseaux ; Conditions pour la production décentralisée ; Echelles d'application de l'intégration et de l'interconnexion ; Niveau de tension pour l'intégration et l'interconnexion ; Qualité de l'intégration et de l'interconnexion (puissance de court-circuit ; Variations de tension en régime permanent : flux de charge ; Variation de tension dynamique : le Flicker ; Déformation des formes d'onde de tension : les Harmoniques) ;

Chapitre 2 : La production décentralisée

Définition ; Caractéristiques de Production Décentralisée (Systèmes à alternateurs classiques : machine synchrone ; Systèmes à générateurs asynchrones ; Systèmes à interface avec convertisseur électronique) ; Différents types de production décentralisée (énergies conventionnelles ; Ressources énergétiques renouvelables : éoliennes ; Gpv) ; Intégration de la GED sur les réseaux de distribution (raccordement ; Couplage)

Chapitre 3 : Impact de la production décentralisée sur le réseau

Impact sur le sens de transit de puissance ; stabilité du système ; Impact sur la qualité de service ; Impact sur l'observabilité et la contrôlabilité du système ; Impact sur la continuité de service ; Découplage des sources autoproductrices ; Impacts sur le plan de protection ; Impact sur La tenue de fréquence ; Impacts sur la tenue de tension (rappel sur l'importance de la tenue de tension dans les réseaux électriques ; Mise en évidence des problèmes de tensions induits par l'insertion de PDE en HTA : Problème de génération en aval d'un transformateur régleur en charge ; Les surtensions induites par la connexion d'une PDE ; variations rapides de tension ; Papillotement ou Flicker) ; Ex : Influence de l'éolienne sur un réseau de distribution MT (Réseau étudié, Dynamique des flux de puissance et du plan de tension ; Modèle continu équivalent du système de génération ; Intégration du modèle global de la chaîne de conversion dans le réseau MT) ; Influence du réseau sur l'éolienne (Raccordement au réseau ; Comportement de l'éolienne à MADA face à un creux de sa tension d'alimentation ; sur un court-circuit)

Chapitre 4 : Réglage de tension en présence de PDE

Moyens de réglage de la tension dans un réseau de distribution ; Utilisation spécifique des PDE ;

Contrôles innovants de tension sur les réseaux de distribution grâce aux PDE ; Modélisation et contrôle de PDE (Problématique ; Modélisation de PDE utilisant un interfaçage à base d'électronique de puissance ; Contrôle de production en puissance P/Q ; Contrôle de production en puissance active et tension P/V ; Modélisation de PDE de type génératrice synchrone ; Présentation du système (câblage, contacteurs AC et DC, onduleur, comptage, ...) ; les pertes dans le système PV ;

Chapitre 5 : Développement du régulateur adaptatif de tension

Problématique du contrôle local de tension ; Principe de fonctionnement du correcteur adaptatif ; Test du régulateur adaptatif de tension (Test pour des PDE contrôlées en tangente phi ; Test pour des PDE contrôlées avec le régulateur adaptatif) ; Mise en place des modes de régulation du correcteur adaptatif (Principe de fonctionnement ; Test des modes de régulations intégrés au contrôle adaptatif des PDE) ; Simulation.

MODE D'EVALUATION :

Examen: 60% ; Contrôle continu: 40%

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES:

1. Abbas A. Akhil, Georgianne Huff, Aileen B. Currier, and Benjamin C. Kaun. *DOE/EPRI2013 Electricity Storage Handbook in Collaboration with NRECA. Technical report, Sandia National Laboratory, 2013.*
2. Paul Denholm, Erik Ela, Brendan Kirby, and Michael Milligan. *The role of energy storage with renewable electricity generation. Technical report, National Renewable Energy Laboratory, 2010.*
3. Adolfo Gonzalez, Brian Gallachoir, Eamon McKeogh, and Kevin Lynch. *Study of electricity storage technologies and their potential to address wind energy intermittency in Ireland. Technical report, University Cork College, 2004.*
4. Wang Zhiquan, Zhu Shouzheng, Zhou Shuangxi, Huang Renle, and Wang Liangui. *Impacts of distributed generation on distribution system voltage profile. Automation of Electric Power Systems, 16:014, 2004.*
5. Pieter Tielens and Dirk Van Hertem. *Grid inertia and frequency control in power systems with high penetration of renewables. status: published, 2012.*
6. Sunetra Chowdhury and Peter Crossley. *Microgrids and active distribution networks. The Institution of Engineering and Technology, 2009.*
7. Turan Gonen. *Electric power distribution engineering. CRC press, 2014.*
8. Kevin P Schneider, Yousu Chen, David P Chassin, Robert G Pratt, David W Engel, and Sandra Thompson. *Modern grid initiative: Distribution taxonomy final report. Technical report, Pacific Northwest National Laboratory, 2008.*

Semestre : 4
Unité d'enseignement : UEM 2.2
Matière : Automatismes industriels
VHS : 45h00 (Cours : 01h30, TD : 01h30, TP :00h45)
Crédits : 4
Coefficient : 2

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

- Appréhender, en termes de contrôle-commande, les systèmes industriels automatisés.
- Connaître la technologie des principaux constituants des systèmes automatisés de production.
- Être capable de mettre en œuvre des applications d'automatisation conçue autour d'automates programmables industriels ;

CONNAISSANCES PREALABLES RECOMMANDEES :

Logique combinatoire et séquentielle, programmation, électronique générale.

CONTENU DE LA MATIERE :

CHAPITRE 1: LES AUTOMATES PROGRAMMABLE INDUSTRIELS

Structure des systèmes automatisés ; Architecture matérielle des API ; Description générale :Cartes d'entrées, cartes de sorties ; Cartes d'entrées/sorties analogiques ; Cartes d'entrées/sorties complexes ; Critères de choix d'un API.

CHAPITRE 2: LES ACTIONNEURS ET LES CAPTEURS

Principales caractéristiques des actionneurs ; Commande d'un Moteur à courant continu à aimant permanent par API ; Commande d'un MCA en un seul sens de rotation par API ; Commande d'un MCA en deux sens de rotation par API ; Commande d'un variateur de vitesse par API ; Commande des vérins à doubles effets ; Principales caractéristiques des capteurs, ; Différents types de capteurs TOR ; Différents types de capteurs analogiques ; Différents types de capteurs numériques.

CHAPITRE 3: LE GRAFCET

Conventions et règles ; Principe de base ; Actions associées à l'étape ; transition ; Liaisons orientées ; Les règles d'évolution ; Notions de séquence ; actions aux ETAPES.

CHAPITRE 4: LA PROGRAMMATION DES API

Mise en équations des GRAFCET ; Mémoire d'étape ; Initialisation de la séquence ; Langages de programmation des API ; Le langage LADER (LD).

MODE D'EVALUATION :

Examen: 60% ; Contrôle continu: 40%

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES:

1. *Automates programmables industriels - 2e éd. de William Bolton.*
2. *Automatismes Et Automatique Classes Prépas Sciences Industrielles - Cours Et Exercices Corrigés - Fabert Jean-Yves.*
3. *Les Automatismes Industriels - claude sourisse*
4. *Automatismes Industriels - Jean-Michel Bleux et J-P Herve*

Semestre 4

Unité d'enseignement de découverte Code : UED 2.2

Matière : Hygiène, Sécurité et Environnement

VHS : 22h30 (Cours : 00h45, TD : 00h45)

Crédits : 1

Coefficient : 1

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

- Evaluer et prévenir les risques professionnels et environnementaux
- Assurer une veille réglementaire efficace et évaluer la conformité de l'entreprise par rapport aux normes et réglementations en vigueur
- Etablir les analyses et les diagnostics à la suite d'accidents et d'incidents
- Sensibiliser et faire adhérer chacun aux politiques de gestion du risque

CONNAISSANCES PREALABLES RECOMMANDEES :

Aucune

CONTENU DE LA MATIERE :

Chapitre 1. Analyse de la fonction de travail et Management de la sécurité

- Classement des risques par priorité
- Réglementations en matière d'hygiène, de santé et de sécurité et audits de la conformité
- Surveillance de l'exposition aux agents chimiques, physiques, et biologiques
- Importance de la sécurité dans les entreprises

Chapitre 2. Méthodes d'analyse des risques

- Méthode d'analyse des risques - Principe
- Méthode d'analyse des risques – Mise en œuvre
- AMDE
- Arbres de défaillance des causes et des événements

Chapitre 3. Gestion des risques professionnels

- Gestion des risques professionnels
- Démarche de maîtrise des conformités en santé, sécurité et environnement.
- Indicateurs et tableaux de bord prospectifs en santé sécurité environnement
- Risques mécaniques en laboratoire
- Gestion des matériaux dangereux et support de correction
- Programmes de lutte contre l'amiante, le plomb et autres éléments nuisibles
- Cartographie du bruit, dosimétrie du bruit et alternatives de contrôle
- Alternatives de contrôle de l'exposition et recommandations
- Gestion des dangers dans un espace confiné
- Évaluation de la qualité de l'air intérieur et des moisissures
- Évaluation et conception de ventilation locale par aspiration

Chapitre 4. Préparation de fiches techniques de sécurité des matériaux

- Classification des produits chimiques, et services de conseil
- Informations et vulgarisation des risques de dangers
- Développement et dispense de programme de formation

Chapitre 5. Assistance en cas de contentieux et témoignage d'experts

Chapitre 6. Sûreté de fonctionnement : méthodes pour maîtriser les risques

- Sûreté de fonctionnement des systèmes industriels complexes
- Exemples d'application

MODE D'EVALUATION :

Examen : 60% ; Contrôle continu : 40% ;

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

1. *Isabelle Correard, Patrick Anaya, Sécurité, hygiène et risques professionnels, Edition(s) : Dunod, 2011.*
2. *Nathalie Diaz, Le grand guide des responsables QHSE : Qualit, Hygiène, Sécurité, Environnement, Lexitis Editions, 2014.*
3. *Benoît Péribère, Le guide de la sécurité au travail : Les outils du responsable, AFNOR Editions, 2013.*
4. *Michel Lesbats, Précis de gestion des risques - L'essentiel du cours, fiches-outils et exercices corrigés, Edition(s) : Dunod, 2012.*
5. *Ryan Dupont, Louis Theodore, Joseph Reynolds, Sécurité industrielle : De la prévention des accidents à l'organisation des secours, problèmes résolus, études de cas, Editeur : Polytechnica, 1999.*
6. *Georges-G Paraf, Vve C. Dunod, Hygiène et sécurité du travail industriel, Hachette Livre, 2015.*
7. *Jean-Pierre Mouton, La sécurité en entreprise - 3e édition : Sensibilisation des personnels et mise en oeuvre d'un plan d'action, Edition(s) : Dunod, 2010.*

Semestre 4

Unité d'enseignement : UED 2.2

Matière : Gestion d'entreprise

VHS : 22h30 (Cours : 1h30)

Crédits : 1

Coefficient : 1

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

- Comprendre ce qu'est l'entreprise, ses structures, ses acteurs, ses fonctions, son environnement et leurs interrelations.
- Comprendre les notions de management stratégique et opérationnel
- Exploiter un tableau de bord en suivant l'évolution des indicateurs de performance et en apportant les ajustements nécessaires.

CONNAISSANCES PREALABLES RECOMMANDEES :

Notions sur l'entrepreneuriat et la création d'entreprises

CONTENU DE LA MATIERE :

Introduction

Chapitre 1. L'entreprise comme organisation

Structure, Fonctions, Acteurs, Environnement, Objectifs

Chapitre 2. Management stratégique

Définition, objectifs, Diagnostic stratégique, Choix et déploiement de la stratégie

Chapitre 3. Management opérationnel : Outils et Méthodes

- Définition
- Méthodes quantitatives (Finance, comptabilité, Budget)
- Méthodes qualitatives
- Gestion des ressources humaines (recrutement, encadrement,
- Formation, Mobilisation, Motivation, gestion de conflits.)

Chapitre 4. Déploiement du plan d'affaires (Business Plan) en plans d'actions

- Plan marketing
- Plan production
- Plan distribution

Chapitre 5. Tableau de bord

- Indicateurs de performance
- Suivi des indicateurs
- Réajustement des écarts éventuels

MODE D'EVALUATION :

Examen : 60% ; Contrôle continu : 40%

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

1. *Strategor – 6é 2013 – Collectif d'auteur*
2. *Le grand livre du management – 2014 - Sylvia Arcos-Schmidt, Lucien Arcos*
3. *21 clés pour activer la transformation numérique de votre entreprise – 2017 - Collectif d'auteurs*
4. *La boîte à outils du Design Thinking – 2019 - Emmanuel Brunet*
5. *La boîte à outils de l'intelligence collective - 2è 2021 - Béatrice Arnaud, Sylvie Cahn*
6. *La méga boîte à outils de l'agilité – 2019 - Collectif d'auteurs*
7. *Les fonctions de l'entreprise :*
<http://cgemo.free.fr/LES%20FONCTIONS%20DE%20L'ENTREPRISE.pdf>

Semestre: 4
Unité d'enseignement: UET 2.2
Matière 1: English for Technical Communication II
VHS: 22h30 (Cours: 00h45, TD : 00h45)
Crédits: 1
Coefficient: 1

TEACHING OBJECTIVES

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

RECOMMENDED PRELIMINARY KNOWLEDGE

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

MODULE CONTENT

Chapter 1 Work Environment Communication

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

Chapter 2 Developing Soft Skills

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

EVALUATION METHOD

Contrôle continu: 40% ; Examen : 60%.

REFERENCES

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

Semestre 5 Filière : Électrotechnique

Spécialité : Production Electrique et Énergies Renouvelables

Unité d'enseignement	Matières	Crédit	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Examen	Contrôle Continu
UE Fondamentale Code : UEF 3.1.1 Coefficients : 6	Application et dimensionnement EnR PV	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	57h30	60%	40%
	Stockage de l'énergie et pile à combustible	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	57h30	60%	40%
UE Fondamentale Code : UEF 3.1.2 Coefficients : 4	Intégration des énergies renouvelables aux réseaux électriques	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	57h30	60%	40%
	Commande des systèmes à EnR	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	57h30	60%	40%
UE Méthodologique Code : UEM 3.1 Coefficients : 4	Géothermie Biomasse et Autres Energies renouvelables	3	2	1h30	1h30		45h00	30h00	60%	40%
	Smart Grids	3	2	1h30	1h30		45h00	30h00	60%	40%
UE Découverte Code : UED 3.1 Coefficients : 1	Management de projet CGP	2	1	1h30			22h30	27h30	100%	
UE Transversale Code : UET 3.1 Coefficients : 1	English for Academic Writing	2	1	1h30			22h30	27h30	60%	40%
Total semestre 5		30	18	12h00	9h00	6h00	405h00	345h00		

SEMESTRE 5

Semestre : 5

Unité d'enseignement : UEF 3.1.1

Matière : Application et dimensionnement EnR PV

VHS : 67h30 (Cours : 01h30, TD : 01h30, TP : 01h30)

Coefficient : 3

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

Cet enseignement participe à l'acquisition de connaissances essentielles aux élèves ingénieurs du génie énergétique pour le dimensionnement des centrales PV. Les étudiants apprendront à analyser un site, choisir le système le plus adéquat, obtiendront les fondamentaux pour comprendre et analyser le fonctionnement de différents types centraux électriques utilisant les méthodes dites conventionnelles.

CONNAISSANCES PREALABLES RECOMMANDEES :

Energies renouvelables et protection de l'environnement du S1 ; Analyse des réseaux électriques du S2 ; Planification et exploitation des réseaux électriques et Energie PV du S3.

CONTENU DE LA MATIERE :

Introduction

Chapitre 1 : Composants d'une centrale PV

Les panneaux solaires ; le système de stockage ; système de régulation ; diode anti-retour ; système de conversion ; la charge.

Chapitre 2 : Différents types de centrales PV

Système autonome ; système hybride ; centrales raccordées au réseau électrique ; comparaison des systèmes PV ; critères de choix des centrales PV ; avantages et inconvénients.

Chapitre 3 : Dimensionnement d'une centrale PV raccordées au réseau électrique

Le rayonnement solaire ; l'ombrage ; les instruments de mesure ; principe du raccordement ; les éléments de l'installation (modules, câblage, contacteurs AC et DC, onduleur, comptage, ...) ; les pertes dans le système PV ;

Chapitre 4 : Simulation d'une centrale PV

Le site d'implantation (données météorologiques et géographiques) ; orientation des modules ; schéma de la centrale ; paramètre de simulation (caractéristiques du module, caractéristiques de l'onduleur) ; répartition avec un champ, répartition avec plusieurs champs.

TP: nécessité d'installation du logiciel PVSyst

1. Apprendre à utiliser le PVSyst
2. Utilisation du PVSyst pour une habitation
3. Simulation d'une centrale de 1MW avec une répartition à un champ
4. Simulation d'une centrale de 1MW avec une répartition à plusieurs champs

MODE D'EVALUATION :

Examen: 60% ; Contrôle continu: 40%

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

1. A. Labouret et M. Viloz, « Energie solaire photovoltaïque », Paris, Dunod 3^{ème} édition, 2009
2. J. Graf, « Centrales photovoltaïques », Guide pour le dimensionnement et la réalisation de projets, à l'usage des bureaux d'ingénieurs, 1996

Semestre : 5

Unité d'enseignement : UEF 3.1.1

Matière : Stockage de l'énergie et Pile à combustible

VHS : 67h30 (Cours : 01h30, TD : 01h30, TP : 01h30)

Coefficient : 3

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

Cet enseignement participe à l'acquisition de connaissances essentielles aux élèves ingénieurs du génie énergétique pour les différentes méthodes du stockage de l'énergie électrique tels que les bobines à supraconducteurs, les batteries, les volants d'inertie, ou les super condensateurs, d'une part, et d'autre part l'étude des piles à combustibles comme sources d'énergie renouvelables. Les étudiants apprendront à modéliser la PAC, choisir le système la PAC la plus adéquate et les méthodes d'utilisation par rapport à la charge pour une plus grande durée de vie possible. Ils étudieront leurs applications comme source d'alimentation de véhicules électriques par exemple.

CONNAISSANCES PREALABLES RECOMMANDEES :

Chimie ; Electrolyse ; Physique ; Thermodynamique

CONTENU DE LA MATIERE :

Introduction : Missions techniques du stockage ; Le secours ; La régulation de charge stationnaire ; Qualité de tension ; Applications électriques portables ; Systèmes embarqués ; Traction électrique automobile

Chapitre 1 : Le stockage électrique Inductances ; Condensateurs ; Super-capacités ; **Chapitre 2 : Le stockage électrochimique** Accumulateurs électrochimiques ; Piles **Chapitre 3 : Autres formes de stockage**

Stockage mécanique (Volants d'inertie) ; Stockage hydraulique ; Stockage pneumatique ; Stockage thermique

Chapitre 4 : Pile à combustible

Introduction ; Principe et équations de fonctionnement ; Différents types et technologies ; Hydrogène : un vecteur d'énergie ; Modélisation de la PAC ; Calcul et dimensionnement d'un système PAC ; Conclusion

MODE D'EVALUATION :

Examen: 60% ; Contrôle continu: 40%

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

1. A. Labouret et M. Villos, « R. Gallay, « Super condensateurs, nouvelles possibilités de stockage rapide pour l'électronique de puissance », ETGLausanne, janvier1999

A. Rufer, Cours Techniques de Conversion, EPFL, Polycopié, 1997
http://www.gmeurope.info/geneva08/downloads/gm/fr/pdf/FR_GM_at_78th_Motor_Show_in_Geneva.

http://www.renault.com/renault_com/fr/main/50_INOVATION_ET_TECHNOLOGIE/40_Environnement/

Semestre : 5

Unité d'enseignement : UEF 3.1.2

Matière : Intégration des sources EnR au réseau électrique

VHS : 67h30 (Cours : 01h30, TD : 01h30, TP : 01h30)

Coefficient : 3

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

Cet enseignement participe à l'acquisition de connaissances essentielles aux élèves ingénieurs du génie énergétique pour développer et coordonner l'intégration des unités de production décentralisées à un réseau électrique existant. Pour cela ils apprendront à résoudre les problèmes majeurs de l'intégration qui sont : les systèmes de protection ; l'électronique de puissance ; une modélisation fiable ; des problèmes de qualité de l'énergie ; les normes de connexion ; de simulation et de modélisation informatique.

CONNAISSANCES PREALABLES RECOMMANDEES :

Production électrique ; Réseaux électriques ; Protection des systèmes électriques ; Electronique de puissance ;

CONTENU DE LA MATIERE :

Introduction : Définition des concepts d'intégration et d'interconnexion ; Conditions d'application de l'intégration et de l'interconnexion ; Les clients ; Les réseaux ; Conditions pour la production décentralisée ; Echelles d'application de l'intégration et de l'interconnexion ; Niveau de tension pour l'intégration et l'interconnexion ; Qualité de l'intégration et de l'interconnexion (puissance de court-circuit ; Variations de tension en régime permanent : flux de charge ; Variation de tension dynamique : le Flicker ; Déformation des formes d'onde de tension : les Harmoniques) ;

Chapitre 2 : La production décentralisée

Définition ; Caractéristiques de Production Décentralisée (Systèmes à alternateurs classiques : machine synchrone ; Systèmes à générateurs asynchrones ; Systèmes à interface avec convertisseur électronique) ; Différents types de production décentralisée (énergies conventionnelles ; Ressources énergétiques renouvelables : éoliennes ; Gpv) ; Intégration de la GED sur les réseaux de distribution (raccordement ; Couplage)

Chapitre 3 : Impact de la production décentralisée sur le réseau

Impact sur le sens de transit de puissance ; stabilité du système ; Impact sur la qualité de service ; Impact sur l'observabilité et la contrôlabilité du système ; Impact sur la continuité de service ; Découplage des sources autoproductrices ; Impacts sur le plan de protection ; Impact sur La tenue de fréquence ; Impacts sur la tenue de tension (rappel sur l'importance de la tenue de tension dans les réseaux électriques ; Mise en évidence des problèmes de tensions induits par l'insertion de PDE en HTA : Problème de génération en aval d'un transformateur régleur en charge ; Les surtensions induites par la connexion d'une PDE ; variations rapides de tension ; Papillotement ou Flicker) ; Ex : Influence de l'éolienne sur un réseau de distribution MT (Réseau étudié, Dynamique des flux de puissance et du plan de tension ; Modèle continu équivalent du système de génération ; Intégration du modèle global de la chaîne de conversion dans le réseau MT) ; Influence du réseau sur l'éolienne (Raccordement au réseau ; Comportement de l'éolienne à MADA face à un creux de sa tension d'alimentation ; sur un court-circuit)

Chapitre 4 : Réglage de tension en présence de PDE

Moyens de réglage de la tension dans un réseau de distribution ; Utilisation spécifique des PDE ; Contrôles innovants de tension sur les réseaux de distribution grâce aux PDE ; Modélisation et contrôle de PDE (Problématique ; Modélisation de PDE utilisant un interfaçage a base

d'électronique de puissance ; Contrôle de production en puissance P/Q ; Contrôle de production en puissance active et tension P/V ; Modélisation de PDE de type génératrice synchrone ; Présentation du système (câblage, contacteurs AC et DC, onduleur, comptage, ...) ; les pertes dans le système PV ;

Chapitre 5 : Développement du régulateur adaptatif de tension

Problématique du contrôle local de tension ; Principe de fonctionnement du correcteur adaptatif ; Test du régulateur adaptatif de tension (Test pour des PDE contrôlées en tangente phi ; Test pour des PDE contrôlées avec le régulateur adaptatif) ; Mise en place des modes de régulation du correcteur adaptatif (Principe de fonctionnement ; Test des modes de régulations intégrés au contrôle adaptatif des PDE) ; Simulation.

MODE D'EVALUATION :

Examen: 60% ; Contrôle continu: 40%

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES:

1. Abbas A. Akhil, Georgianne Huff, Aileen B. Currier, and Benjamin C. Kaun. *DOE/EPRI2013 Electricity Storage Handbook in Collaboration with NRECA. Technical report, Sandia National Laboratory, 2013.*
2. Paul Denholm, Erik Ela, Brendan Kirby, and Michael Milligan. *The role of energy storage with renewable electricity generation. Technical report, National Renewable Energy Laboratory, 2010.*
3. Adolfo Gonzalez, Brian Gallachoir, Eamon McKeogh, and Kevin Lynch. *Study of electricity storage technologies and their potential to address wind energy intermittency in Ireland. Technical report, University Cork College, 2004.*
4. Wang Zhiqun, Zhu Shouzhen, Zhou Shuangxi, Huang Renle, and Wang Liangui. *Impacts of distributed generation on distribution system voltage profile. Automation of Electric Power Systems, 16:014, 2004.*
5. Pieter Tielens and Dirk Van Hertem. *Grid inertia and frequency control in power systems with high penetration of renewables. status: published, 2012.*
6. Sunetra Chowdhury and Peter Crossley. *Microgrids and active distribution networks. The Institution of Engineering and Technology, 2009.*
7. Turan Gonen. *Electric power distribution engineering. CRC press, 2014.*
8. Kevin P Schneider, Yousu Chen, David P Chassin, Robert G Pratt, David W Engel, and Sandra Thompson. *Modern grid initiative: Distribution taxonomy final report. Technical report, Pacific Northwest National Laboratory, 2008.*

Semestre : 5

Unité d'enseignement : UEF 3.1.2

Matière : Commande des systèmes à EnR

VHS : 67,5h (Cours : 01h30, TD : 01h30; TP : 01h30)

Coefficient : 3

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

Cet enseignement participe à l'acquisition de connaissances essentielles aux élèves ingénieurs du génie énergétique pour les différentes méthodes de contrôle des systèmes de production d'énergie électrique renouvelables notamment l'utilisation du MPPT pour le PV et l'éolien.

CONNAISSANCES PREALABLES RECOMMANDEES :

Energie PV ; Dimensionnement d'un système PV ; Energie éolienne, machines électriques ; électronique de puissance ; commande électrique ;

CONTENU DE LA MATIERE :

Introduction

Chapitre 1 : Simulation de modèle à 5 paramètres

Rappel (ou notions) sur les différents modèles du module PV ; Influence de l'éclairement ; Influence de la température ; Influence de la résistance série ; Influence du facteur de qualité de la diode ; Influence des groupements des cellules en série ;

Chapitre 2 : Connexion du générateur PV

Introduction ; Fonctionnement d'un générateur PV à sa puissance maximale (principe ; point de puissance maximale ; Connexion directe entre la source et la charge ; Régulateurs MPPT ; Connexion avec étage d'adaptation MPPT : Structure de convertisseur d'énergie boost ; Structure de convertisseur d'énergie buck ;

Chapitre 3 : Evaluation entre connexion direct et à par MPPT

Etude comparative entre connexion direct et indirect ; Recherche du point optimal de fonctionnement ; conclusions ;

Chapitre 4 : Modélisation et Simulation de MPPT par la Commande P&O

Introduction ; Commande pour la recherche du point de puissance maximale (MPPT) ; Synthèse des différentes MPPT ; Les Différentes commandes de MPPT (Méthode Perturbation et Observation dite P&O ; Principe des commandes Hill Climbing ; Méthode de la Conductance Incrémentielle ;

Chapitre 5: Conception du système de poursuite du point optimum de fonctionnement (commande P&O)

Rappel du principe de la régulation ; L'organigramme fonctionnel ;

TP : nécessité d'installation du logiciel Matlab ; PSIM ;

1. Apprendre à utiliser le Simulation de panneau PV
2. Simulation de l'ensemble panneau-convertisseur-batterie/charge
3. Détermination des composants de la carte puissance (La bobine ; Condensateur d'entrée ; Condensateur de sortie ; Diode Schottky ; Transistor MOSFET) ;
4. Analyse du fonctionnement de convertisseur dans l'environnement PSIM ; Simulation de la commande MPPT ; Synthèse du régulateur ; Description des composants du régulateur MPPT ; Simulation avec logiciel PSIM

MODE D'EVALUATION :

Examen: 60% ; Contrôle continu: 40%

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

1. Jacques Bernard, " Energie Solaire", Coll. Génie Energétique, Ed. Ellipses 2004
2. Persues, Guide des Installations photovoltaïques raccordées au réseau électrique destiné aux particuliers, Edition 2007.
3. Anne Labouret, Michel Villos, "Energie Solaire Photovoltaïque, le manuel du professionnel", Ed. Dunod, 2003.
4. http://www.iufmrese.cict.fr/contrib/2008/PM/PSim_MPPT.shtml

Semestre : 5

Unité d'enseignement : UEM 3.1

Matière : Géothermie, Biomasse, et autres EnR

VHS : 45h (Cours : 01h30, TD : 01h30)

Coefficient : 2

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

Les principales méthodes conventionnelles et types d'énergies renouvelables, utilisées pour la production électrique, notamment le solaire et l'éolien, ayant été étudiées dans des matières qui leur ont été consacrées, cette matière participe à l'acquisition de connaissances essentielles aux étudiants des autres types d'énergies renouvelables.

CONNAISSANCES PREALABLES RECOMMANDEES :

Production électrique conventionnelle ; Machines thermiques ; Transfert de chaleur ; Machines électriques ; Energie PV ; Energie Solaire Thermique

CONTENU DE LA MATIERE :

Introduction : Rappel sur la production électrique conventionnelle ; Rappel sur les énergies renouvelables et la protection de l'environnement ;

Chapitre 1 : La production électrique par la géothermie

Principe ; Potentiel géothermique ; Cycle de Rankine organique ; Cycle de Kalina ; Centrales à vapeur sèche ; Centrales à condensation ; Centrales à cycle combiné ; Efficacité énergétique et facteur de charge ; Géothermie basse énergie (pompe à chaleur) ; Les centrales géothermiques de moyenne énergie ; Les centrales géothermiques à haute température ;

Chapitre 2 : La biomasse

La biomasse traditionnelle, la biomasse à petite échelle, la biomasse à grande échelle ; Biogaz ; Biocarburant ; Centrale de production électrique à partir de la biomasse (filiales ; les moteurs utilisés ; Installation avec turbine à gaz ; Modélisation mathématique ; Autres installations.

Chapitre 3 : La cogénération

La cogénération utilisant gaz naturel, fioul ou toute forme d'énergie locale (géothermie, biomasse) ; La cogénération liée à la valorisation des déchets (incinération des ordures ménagères...) ; Exemple de centrale de cogénération ; Avantages et limites ;

Chapitre 4 : Les centrales marée-motrices et énergie océane

Equipement électromécanique utilisé pour produire l'électricité en utilisant les marées et les courants marins, ainsi que l'énergie thermique des mers.

MODE D'EVALUATION :

Examen: 60% ; Contrôle continu: 40%

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

1. COMES, Document sur l'énergie verte préparé par la mission consultative «Biomasse et Energie» auprès Du Commissariat à l'Energie Solaire (février 1980).
2. COMES, L'énergie solaire ; Biomasse (Fiches documentaires).
3. INRA, La biomasse, source d'énergie (novembre 1979).
4. BIOMAS BRIGHTON, 1980, Energy from Biomass (4-7 novembre 1980).
5. CNEEMA, Les travaux et les avis du CNEEMA sur la valorisation énergétique de la biomasse (février 1980).

6. CEMAGREF, *Adaptation de petits gazogènes au chauffage domestique (mars 1981).*
7. CEMAGREF, *La gazéification de la biomasse. Essais du gazogène à lit fixe à recyclage. Rapport de la phase A (février 1981).*
8. DUVANT, *Solution aux problèmes d'économie d'énergie et de valorisation des déchets*
9. P. Burger. *La géothermie, une énergie d'avenir pour la production d'électricité. Rapport d'electrosuisse du 02/02/2006.*
10. EurObserv'ER, 9 564,6 MWh et 854,6 MWe en 2006, *Le journal des Énergies Renouvelables - Baromètre géothermie N° 181, 2007, pp. 49-66.*
11. <http://www.mtaterre.fr/dossiers/comment-ca-marche-la-geothermie/la-geothermie-pour-produire-de-lelectricite>

Semestre : 5

Unité d'enseignement : UEM 3.2

Matière : Smart Grids

VHS : 45h (Cours : 01h30, TD : 01h30)

Coefficient : 2

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

Cet enseignement permettra aux élèves ingénieurs du génie énergétique d'apprendre à établir une méthodologie de conception de systèmes distribués pour l'estimation et la gestion des flux d'énergie dans des micro-réseaux de distribution d'énergie électrique, utilisables notamment dans le contexte de l'habitat et réseaux électriques intelligents. L'objectif est de pouvoir gérer les flux d'énergie provenant de sources intermittentes d'énergie renouvelable ; de gérer des systèmes de stockage d'énergie ; de réduire la facture de transport énergétique en favorisant la consommation locale ; de donner aux consommateurs plus de contrôle sur leur consommation électrique ; de maintenir un niveau élevé de qualité de l'électricité fournie et de sécurité du réseau. Cela nécessitera une phase préalable de modélisation des éléments d'un micro-réseau (éléments de production, de consommation et de stockage de l'énergie) adaptée aux objectifs fixés et du nombre de capteurs permettant l'observabilité du système.

CONNAISSANCES PREALABLES RECOMMANDEES :

Electricité générale ; Production de l'énergie électrique ; Réseaux électriques ; Modélisation des réseaux électriques ; Electronique de puissance ; Commande électrique ; Régulation.

CONTENU DE LA MATIERE :

Introduction

Chapitre 1 : Smart grid et méthode d'optimisation

Introduction ; Concept d'un Smart grid (Notion de l'intelligence dans un réseau électrique ; Technologie d'un SG) ; Les méthodes d'optimisation (méthodes déterministes ; méthodes stochastiques) ; Formulation d'un problème d'optimisation (fonction «Objectif» ; Minimum global ; Minimum local ; contraintes ...) ;

Chapitre 2 : Modélisation des éléments d'un micro-réseau

Modélisation des sources de production d'énergie renouvelable, éléments de stockage et interfaces de conversion de l'énergie ; Modélisation fine ; Modélisation macroscopique ;

Chapitre 3 : Dimensionnement optimal

Introduction ; Optimisation (définition ; Formulation du problème ; La fonction «Objectif» ; Les contraintes) ; Dimensionnement du smartgrid (GPV ; Eoliennes ; Convertisseur ; Batteries ; Contrôleur MPPT ; Modèle optimal via les algorithmes génétiques (AG) ;

Chapitre 4 : Gestion de l'énergie et contrôle du système

Introduction ; Modélisation des convertisseurs associés au système ; Modèle mathématique ; Stratégie de commande (Régulation de l'énergie ; Loi de contrôle asymptotique et planification de la trajectoire de référence ; Algorithme de l'énergie (Algorithme de commande par énergie ; Conception structurelle du système hybride ; Simulation ;

MODE D'EVALUATION :

Examen: 60% ; Contrôle continu: 40%

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES:

I. T. Logenthiran, D. Srinivasan, , A. M. Khambadkone, "Multi-agent system for energy resource scheduling of integrated microgrids in a distributed system», Electric Power System research, 2011.

2. Robin Roche, « Algorithmes et Architectures Multi-Agents pour la Gestion de l'Énergie dans les Réseaux Électriques Intelligents », Mémoire de thèse, Université de Technologie de Belfort-Montbéliard, 7 décembre 2012.
3. V. Courtecuisse, « Supervision d'une centrale multisources à base d'éoliennes et de stockage d'énergie connectée au réseau électrique », Mémoire de thèse, HEI Lille, 20 novembre 2008.
4. Gillian Basso, « Approche à base d'agents pour l'ingénierie et le contrôle de microréseaux », Mémoire de thèse, Université de Technologie de Belfort-Montbéliard, 9 décembre 2013.
5. A. Houari, "Contribution à l'étude de micro-réseaux autonomes alimentés par des sources photovoltaïques," Université de Lorraine, 2012.
6. M. Zandi, "Contribution au pilotage des sources hybrides d'énergie électrique," Vandoeuvre-les-Nancy, INPL, 2010.
7. L. Croci, "Gestion de l'énergie dans un système multi-sources photovoltaïque et éolien avec stockage hybride batteries/supercondensateurs," Université de Poitiers, 2013.

Semestre : 5

Unité d'enseignement : UED 3.1

Matière : Management de projet

VHS : 22h30 (cours : 01h30)

Coefficient : 1

OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :

L'entreprise est une organisation complexe. Elle évolue dans un environnement qui change continuellement. Il s'agit d'introduire, dans ce cours, les éléments de base du management, entre ses aspects technique et humain, et les qualités et compétences d'un manager.

CONTENU DE LA MATIERE :

Chapitre 1 Les organisations

- a) approche systémique
- b) les acteurs
- c) le métier de manager
- d) la collaboration entre les acteurs

Chapitre 2 Conduire un projet

- a) les fondamentaux
- b) projets en entreprise
- i) typologie
- ii) structure
- iii) coût global

MODE D'EVALUATION:

Examen: 60% ; Contrôle continu: 40%

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

1. *Gestion de projet V. GiartEconomica 1991*
2. *Management de projet, principes et pratiques, ouvrage collectif AFITEP afnor 1998*
3. *Management de projet de A à Z : 500 QCM ,J.LeBissonnais, Afnor, "A savoir", 1992*
4. *100 Questions pour comprendre et agir, Management de projet, J.L G. Muller , Afnor 2005*
5. *Techniques de planification de projet, G. Vallet, Afnor, 1991*

Semestre : 5

Unité d'enseignement : UET 3.1

Matière : English for Academic Writing

VHS : 22h30 (Cours : 1h30)

Coefficient : 1

TEACHING OBJECTIVES

- To write academic and professional documents.
- To develop a critical analysis of an academic research.
- To read and understand a research in the field.

RECOMMENDED PRELIMINARY KNOWLEDGE

- To use the needed vocabulary when writing research manuscript in English.
- To develop grammar usage and style of academic research.
- To use an academic style of writing.

MODULE CONTENT

Chapter 1 Academic Writing

- To understand the purpose of academic writing.
- To know common types of academic writing.
- To have knowledge about the features of academic writing.
- To write simple and complex sentences.
- To write paragraphs.

Chapter 2 Research Process

- To think critically about a specific topic.
- To identify the elements of a research.
- To find suitable sources.

Chapter 3 Style

- To write in an academic style.
- To avoid plagiarism.
- To identify the components of effective paraphrasing.
- To write effective summaries.

Chapter 4 References

- To introduce different referencing styles.
- To use quotations.

EVALUATION METHOD

Contrôle continu : 40% Examen : 60%.

REFERENCES

1. Bailey, S. (2011) *Academic Writing, A Handbook for International Students*, 3rd Ed. Routledge
2. Lannon, J. M. Gurak, L. J. (2013). *Technical communication*, 13th Ed. USA: Pearson.
3. Wallwork, A. (2013) *English for Academic Research: Vocabulary Exercises*. New York: Springer