الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
Democratic and Popular Republic of Algeria
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministry of Higher Education and Scientific Research
اللجنة البيداغوجية الوطنية لميدان العلوم و التكنولوجيا
National Educational Committee for the Science and Technology sector

HARMONIZED ACADEMIC MASTER'S

National Program

Updated 2022

Field	Sector	Specialty
Science and Technology	***Electrical Engineering***	***Electrical Networks***

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية Democratic and Popular Republic of Algeria

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministry of Higher Education and Scientific Research

اللجنة البيداغوجية الوطنية لميدان العلوم و التكنولوجيا

National Educational Committee for the Science and Technology sector

ماستر أكاديمي
مواءم

برنامج وطني

تـحديـث 2022

الميدان	الفرع	التخصص
علوم و تكنولوجيا	كهروتقني	شبكات كهربائية

I – Master's identity card

Admission Requirements

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

Sector	Harmonizd Master	Licenses giving access to the master's degree	Ranking by license compatibility	Coefficient assigned to the license
Electrical Engineering	Electrical Networks	Electrical Engineering	**1**	**1.00**
		Electronic	**3**	**0.70**
		Automatic	**3**	**0.70**
		Other licenses in the ST domain	**5**	**0.60**

II – Semester-wise organization sheets for the specialty's courses

Semestre 1 Master : Electrical Networks

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			**Cours**	**TD**	**TP**			**Contrôle Continu**	**Examen**
UE Fondamentale Code : UEF 1.1.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Réseaux de transport et de distribution d'énergie électrique	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Electronique de puissance avancée	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	µ-processeurs et µ-contrôleurs	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
UE Fondamentale Code : UEF 1.1.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Machines électriques approfondies	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Méthodes numériques appliquées et optimisation	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	TP : - µ-processeurs et µ-contrôleurs	1	1			1h00	15h00	10h00	100%	
	TP : - Réseaux de transport et de distribution d'énergie électrique	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP : - Electronique de puissance avancée	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP : Méthodes numériques appliquées et optimisation	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP : - machines électriques approfondies	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
UE Découverte Code : UED 1.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Matière au choix	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	Matière au choix	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
UE Transversale Code : UET 1.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Anglais technique et terminologie	1	1	1h30			22h30	02h30		100%

Total semestre 1		**30**	**17**	**12h00**	**6h00**	**7h00**	**375h00**	**375h00**		

Semestre 2 Master : Electrical Networks

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			**Cours**	**TD**	**TP**			**Contrôle Continu**	**Examen**
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Modélisation et optimisation des réseaux électriques	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Qualité de l'énergie électrique	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Production centralisée et décentralisée	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Planification des réseaux électriques	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Commande des systèmes électro-énergétiques	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.2 Crédits : 9 Coefficients : 5	Techniques de protection des réseaux électriques	3	2	1h30		1h00	37h30	37h30	40%	60%
	TP : Modélisation et optimisation des réseaux électriques	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP : Qualité de l'énergie électrique	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP : Commande des systèmes électro-énergétiques	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
UE Découverte Code : UED 1.2 Crédits : 2	Matière au choix	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	Matière au choix	1	1	1h30			22h30	02h30		100%

Coefficients : 2										
UE Transversale Code : UET 1.2 Crédits : 1 Coefficients : 1	Respect des normes et des règles d'éthique et d'intégrité	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
Total semestre 2		**30**	**17**	**13h30**	**6h00**	**5h30**	**375h00**	**375h00**		

Semestre 3 Master : Electrical Networks

Unité d'enseignement	Matières Intitulé	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire **Cours**	**TD**	**TP**	Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation **Contrôle Continu**	**Examen**
UE Fondamentale Code : UEF 2.1.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Conduite des réseaux électriques	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Stabilité et dynamique des réseaux électriques	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Réseaux électriques intelligents	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
UE Fondamentale Code : UEF 2.1.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Intégration des ressources renouvelables aux réseaux électriques	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Réseaux électriques industriels	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 2.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	Techniques de haute tension	5	3	1h30	1h30	1h00	60h00	65h00	50%	50%
	TP : Stabilité et dynamique des réseaux électriques	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP : Réseaux électriquesindustriels	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	

UE Découverte Code : UED 2.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Matière au choix	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	Matière au choix	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
UE Transversale Code : UET 2.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Recherche documentaire et conception de mémoire	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
Total semestre 3		30	17	13h30	7h30	4h00	375h00	375h00		

UE Découverte *(S1, S2 et S3)*

1- Energies renouvelables
2- Informatique industrielle
3- Compatibilité électromagnétique
4- Maintenance et Sûreté de fonctionnement
5- Implémentation d'une commande numérique en temps réel
6- Matériaux d'électrotechnique et leurs applications
7- Techniques d'intelligence artificielle
8- Propagation des ondes électriques sur le réseau d'énergie
9- Introduction au génie logiciel
10- Ecologie Industrielle et Développement Durable
11- Maintenance des réseaux électriques
12- Réseaux électriques embarqués
13- Energie électrique et bâtiment
14- Appareillage électrique à haute tension
15-
16- Autres...

Semestre 4

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

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

Ce tableau est donné à titre indicatif

Evaluation du Projet de Fin de Cycle de Master

- Valeur scientifique (Appréciation du jury) /6
- Rédaction du Mémoire (Appréciation du jury) /4
- Présentation et réponse aux questions (Appréciation du jury) /4
- Appréciation de l'encadreur /3
- Présentation du rapport de stage (Appréciation du jury) /3

III - Programme détaillé par matière du semestres S1

Semestre: 1
UE Fondamentale Code : UEF 1.1.1
Matière:Réseaux de transport et de distribution d'énergie électrique
VHS: 45h (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

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

Connaissances préalables recommandées:

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

Contenu de la matière:

Chapitre 1. Architecture globale du réseau électrique (2 semaines)
Equipements et architecture des postes (postes à couplage de barres, postes à couplage de disjoncteurs), topologies des réseaux de transport et de distribution d'énergie.
Chapitre 2. Organisation du transport de l'énergie électrique
2.1. Lignes de transport d'énergie (3 semaines)
Calcul des lignes de transport : Choix de la section des conducteurs, isolation, calcul mécanique des lignes, Opération des lignes de transport en régime établi. Opération des lignes de transport en régime transitoire. Transport d'énergie en courant continu (HVDC).
2.2. Réseaux de distribution (2 semaines)
Introduction à la distribution d'énergie électrique, distribution primaire, distribution secondaire, transformateurs de distribution, compensation d'énergie réactive dans les réseaux de distribution, fiabilité de distribution.
Chapitre 3. Exploitation des réseaux électriques MT et BT (3 semaines)
Protection des postes HT/MT contre les surintensités et les surtensions). Modèles des éléments du réseau électrique. Contrôle de la puissance réactive sur un réseau électrique
Chapitre 4. Régimes de neutre (2 semaines)
Les régimes de neutre (isolé, mise à la terre, impédant), neutre artificiel.
Chapitre 5. Réglage de la tension (3 semaines)
Chute de tension dans les réseaux électrique, méthode de réglage de la tension (réglage automatique de la tension aux bornes des générateurs, AVR, compensation d'énergie réactive par les moyens classiques et modernes, réglage de la tension par autotransformateur), introduction à la stabilité de la tension.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40 % ; Examen: 60 %.

Références bibliographiques:

1. *F. Kiessling et al, 'Overhead Power Lines, Planning, design, construction'. Springer, 2003.*
2. *T. Gonen et al, 'Power distribution', book chapter in Electrical Engineering Handbook. Elsevier Academic Press, London, 2004.*
3. *E. Acha and V.G. Agelidis, 'Power Electronic Control in Power Systems', Newns, London 2002.*
4. *TuranGönen : Electric power distribution system engineering. McGraw-Hill, 1986*
5. *TuränGonen : Electric power transmission system engineering. Analysis and Design. John Wiley & Sons, 1988*
6. *Mohamed e. el-hawary; electrical power systems, the institute of electrical and electronics engineers, inc., new york,1995.*
7. *J. Duncan glover, thomas j. Overbye, Munukutla s. sarma, power system analysis & design, Cengage learning, sixth edition, 2017*

Semestre: 1
UE Fondamentale Code : UEF 1.1.1
Matière:Electronique de puissance avancée
VHS: 45h (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Pour fournir les concepts de circuit électrique derrière les différents modes de fonctionnement des onduleurs afin de permettre la compréhension profonde de leur fonctionnement. Pour doter des compétences nécessaires pour obtenir les critères pour la conception des convertisseurs de puissance pour UPS, Drives etc.,
Capacité d'analyser et de comprendre les différents modes de fonctionnement des différentes configurations de convertisseurs de puissance.
Capacité à concevoir différents onduleurs monophasés et triphasés

Connaissances préalables recommandées:

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

Contenu de la matière:

Chapitre 1 : Méthodes de modélisation et simulation des semi-conducteurs de puissance
Caractéristique idéalisée des différents types de semi-conducteurs, équations logiques des semi-conducteurs, méthodes de simulations des convertisseurs statiques **(2 semaines)**
Chapitre 2 : Mécanismes de commutation dans les convertisseurs statiques Principe de commutation naturelle, principe de commutation forcée, calcul des pertes par commutation.
(3 semaines)
Chapitre 3 : Méthodes de conception des convertisseurs statiques à commutation naturelle
Règles de commutation, définition de la cellule de commutation, différents type de sources, règles d'échange de puissance, convertisseurs direct et indirect exemple : étude d'un cyclo convertisseur. **(2 semaines)**
Chapitre 4 : Méthodes de conception des convertisseurs statiques à commutation forcée
- Onduleur MLI
- Redresseur à absorption sinusoïdale
- Gradateur MLI
- Alimentations à découpage **(3 semaines)**

Chapitre 5 : Onduleur multi-niveaux **(3 semaines)**
Concept multi niveaux, topologies, Comparaison des onduleurs multi-niveaux. Techniques de commande PWM pour onduleur MLI - monophasés et triphasés de source d'impédance.
Chapitre 6 : Qualité d'énergie des convertisseurs statiques **(3semaines)**
- Pollution harmonique due aux convertisseurs statiques (Etude de cas : redresseur, gradateur).
- Etude des harmoniques dans les onduleurs de tension.
- Introduction aux techniques de dépollution

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40 % ; Examen: 60 %.

Références bibliographiques:

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 D330**0**.*

Semestre: 1
UE Fondamentale Code : UEF 1.1.1
Matière:µ-processeurs et µ-contrôleurs
VHS: 22h30 (Cours: 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement

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

Connaissances préalables recommandées

Logiques combinatoire et séquentielle, automatismes industriels

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Architecture et fonctionnement d'un microprocesseur(3 semaines)
Structure d'un calculateur, Circulation de l'information dans un calculateur, Description matérielle d'un microprocesseur, Fonctionnement d'un microprocesseur, les mémoires
Exemple : Le microprocesseur Intel 8086
Chapitre 2: La programmation en assembleur(2 semaines)
Généralités, Le jeu d'instructions, Méthode de programmation.
Chapitre 3: Les interruptions et les interfaces d'entrées/sorties (3 semaines)
Définition d'une interruption, Prise en charge d'une interruption par le microprocesseur, Adressages des sous programmes d'interruptions,
Adressages des ports d'E/S, Gestion des ports d'E/S
Chapitre 4: Architecture et fonctionnement d'un microcontrôleur (3 semaines)
Description matérielle d'un µ-contrôleur et son fonctionnement. Programmation du µ-contrôleur
Exemple : Le µ-contrôleur PIC
Chapitre 5: Applications des microprocesseurs et microcontrôleurs (4 semaines)
Interface LCD - Clavier Interface - Génération de signaux des ports Porte pour convertisseurs – Moteur- Contrôle - Contrôle des appareils DC / AC -mesure de la fréquence - système d'acquisition de données

Mode d'évaluation:

Examen 100 %.

Références bibliographiques:

1. M. Tischer et B. Jennrich. La bible PC – Programmation système. Micro Application,Paris, 1997.
2. R. Tourki. L'ordinateur PC – Architecture et programmation – Cours et exercices.Centre de Publication Universitaire, Tunis, 2002.
3. H. Schakel. Programmer en assembleur sur PC. Micro Application, Paris, 1995.
4. E. Pissaloux. Pratique de l'assembleur I80x86 – Cours et exercices. Hermès, Paris, 1994
5. R Zaks et A. Wolfe. Du composant au système – Introduction aux microprocesseurs.Sybex, Paris, 198**8**.

Semestre: 1
UE Fondamentale Code : UEF 1.1.2
Matière:Machines électriques approfondies
VHS: 45h (Cours: 1h30, TD 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement

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

Connaissances préalables recommandées

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

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : **Principes généraux** **(3 semaines)**

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

Chapitre 2 : **Machines synchrones** **(4 semaines)**Généralités et mise en équations de la machine synchrone à pôles lisses. Étude du fonctionnement de la machine synchrone. Différents systèmes d'excitation. Réactions d'induit. Éléments sur la machine synchrone à pôles saillants sans et avec amortisseurs. Diagrammes de Potier, diagramme des deux réactances et diagramme de Blondel. Éléments sur les machines à aimants permanents. Alternateurs et Couplage en parallèle. Moteurs synchrones, démarrage…

Chapitre 3 : **Machines asynchrones** **(4 semaines)** Généralités. Mise en équation. Schémas équivalents. Couple de la machine asynchrone. Caractéristiques et diagramme de la machine asynchrone. Fonctionnement moteur/générateur, démarrage, freinage. Moteurs à encoches profondes et à double cages, Moteurs asynchrones monophasés .

Chapitre 4 : **Machines à courant continu** **(4 semaines)**

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

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40 % ; Examen: 60 %.

Références bibliographiques:

1. *J.-P. Caron, J.P. Hautier : Modélisation et commande de la machine asynchrone, Technip, 1995.*
2. *G. Grellet, G. Clerc : Actionneurs électriques, Principes, Modèles, Commandes, Eyrolles, 1996*.
3. J. Lesenne, F. Notelet, G. Séguier : Introduction à l'électrotechnique approfondie, Technique et Documentation, 1981.
4. Paul C.Krause, Oleg Wasyzczuk, Scott S, Sudhoff, "Analysis of Electric Machinery and Drive Systems", John Wiley, Second Edition, 2010.
   P S Bimbhra, "Generalized Theory of Electrical Machines", Khanna Publishers, 2008.
5. A.E, Fitzgerald, Charles Kingsley, Jr, and Stephan D, Umanx, " Electric Machinery", Tata McGraw Hill, 5th Edition, 199**2**

Semestre: 1
UE Fondamentale Code : UEF 1.1.2
Matière:Méthodes numériques appliquées et optimisation
VHS: 45h (Cours: 1h30, TD 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

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

Connaissances préalables recommandées:

Mathématique, programmation, maitrise de l'environnement MATLAB.

Contenu de la matière:

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

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

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

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

Chapitre III : Techniques d'optimisation (6 semaines)

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

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40 % ; Examen: 60 %.

Références bibliographiques :

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

Semestre: 1
UE Méthodologique Code : UEM 1.1
Matière:TP : - µ-processeurs et µ-contrôleurs
VHS: 15h (TP: 1h)
Crédits: 1
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement

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

Connaissances préalables recommandées

Logiques combinatoire et séquentielle, automatismes industriels, algorithmique.

Contenu de la matière

TP1 : Prise en main d'un environnement de programmation sur µ-processeur (1 semaine)
TP2 : Programmation des opérations arithmétiques et logiques dans un µ-processeur (1 semaines)
TP3 : Utilisation de la mémoire vidéo dans un µ-processeur (1 semaines)
TP4: Gestion de la mémoire du µ-processeur. (2 semaines)
TP5 : Commande d'un moteur pas à pas par un µ-processeur (2 semaines)
TP6: Gestion de l'écran (1 semaines)
TP7: Programmation du µ-microcontrôleur PIC (2 semaines)
TP8: Commande d'un moteur pas à pas par un µ-microcontrôleur PIC (2 semaines)

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 100 % .

Références bibliographiques:

1. R. Zaks et A. Wolfe. Du composant au système – Introduction aux microprocesseurs. Sybex, Paris, 1988.
2. M. Tischer et B. Jennrich. La bible PC – Programmation système. Micro Application, Paris, 1997.
3. R. Tourki. L'ordinateur PC – Architecture et programmation – Cours et exercices. Centre de Publication Universitaire, Tunis, 2002.
4. H. Schakel. Programmer en assembleur sur PC. Micro Application, Paris, 1995.
5. E. Pissaloux. Pratique de l'assembleur I80x86 – Cours et exercices. Hermès, Paris, 1994

Semestre: 1
UE Méthodologique Code : UEM 1.1
Matière:TP Réseaux de transport et de distribution d'énergie électrique
VHS: 22h30 (TP: 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

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

Connaissances préalables recommandées:

Généralités sur des réseaux électriques de transport et de distribution

Contenu de la matière:

TP N° 1 : Réglage de la tension par moteur synchrone
TP N° 2 : Répartition des puissances et calcul de chutes de tension
TP N° 3 : Réglage de tension par compensation de l'énergie réactive
TP N° 4 : Régime du neutre
TP N° 5 : Réseaux Interconnectés

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 100 % .

Références bibliographiques:

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

Semestre: 1
UE Méthodologique Code : UEM 1.1
Matière:**TP Electronique de puissance avancée**
VHS: 22h30 (TP: 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

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

Connaissances préalables recommandées:

Principe de base de l'électronique de puissance

Contenu de la matière:

TP1 : Nouvelles structures de convertisseurs
TP2 : Amélioration du facteur de puissance;
TP3 : Elimination des harmoniques
TP4 : Compensateurs statiques de puissance réactive

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 100%;

Références bibliographiques:

1. GuySéguier et Francis Labrique, «Les convertisseurs de l'électronique de puissance - tomes 1 à 4»
2. Ed. Lavoisier Tec et Documentation très riche disponible en bibliothèque. - Site Internet : « Cours et Documentation »
3. Valérie Léger, Alain Jameau Conversion d'énergie, électrotechnique, électronique de puissance. Résumé de cours, problèmes corrigés », , : ELLIPSES MARKETIN**G**

Semestre: 1
UE Méthodologique Code : UEM 1.1
Matière:TPMéthodes numériques appliquées et optimisation
VHS: 22h30 (TP: 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:
Programmer les méthodes de résolution numériques et les associées aux problèmes d'optimisation.

Connaissances préalables recommandées:
Algorithmique et programmation.

Contenu de la matière:

- Initialisation à l'environnement MATLAB (Introduction, Aspects élémentaires, les commentaires, les vecteurs et matrices, les M-Files ou scripts, les fonctions, les boucles et contrôle, les graphismes, etc.). (0**1 semaine**)

- Ecrire un programme pour :
  - Calculer l'intégrale par les méthodes suivantes : Trapèze, Simpson et générale ; (0**1 semaine**)
  - Résodre des équations et systèmes d'équations différentielles ordinaires par les différentes méthodes Euler, Runge-Kutta d'ordre 2 et 4 (0**2 semaines**)
  - Résoudre des systèmes d'équations linéaires et non-linéaires : Jacobi ; Gauss-Seidel ; Newton - Raphson ; (0**1 semaine**)
  - Résoudre des EDP par la MDF et la MEF pour les trois (03) types d'équations (Elliptique, parabolique et elliptique); (0**6 semaines**)
  - Minimiser une fonction à plusieurs variables sans contraintes (0**2 semaines**)
  - Minimiser une fonction à plusieurs variables avec contraintes (inégalités et égalités). (**02 semaines**)

Mode d'évaluation: Contrôle continu: 100%;

Références bibliographiques:

1. G.Allaire, Analyse Numérique et Optimisation, Edition de l'école polytechnique,2012
2. Computational methods in Optimization, Polak , Academic Press,1971.
3. Optimization Theory with applications, Pierre D.A., Wiley Publications,1969.
4. Taha, H. A., Operations Research: An Introduction, Seventh Edition, Pearson Education Edition, Asia, New Delhi ,2002.
5. S.S. Rao,"Optimization – Theory and Applications", Wiley-Eastern Limited, **1984**.

Semestre: 1
UE Méthodologique Code : UEM 1.1
Matière:TPMachines électriques approfondies
VHS: 22h30 (TP: 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Compléter, consolider et vérifier les connaissances déjà acquises dans le cours.

Connaissances préalables recommandées:

Bonne maitrise de l'outil informatique et du logiciel MATLAB-SIMULINK.

Contenu de la matière:

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

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 100%

Références bibliographiques:

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

Semestre : 1
Unité d'enseignement : UED 1.1
Matière : Matière 1 au choix
VHS : 22h30 (cours : 1h30)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Semestre : 1
Unité d'enseignement : UED 1.1
Matière : Matière 2 au choix
VHS : 22h30 (cours : 1h30)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Remarque :
Il est possible à l'équipe de spécialités de choisir librement deux découvertes parmi celles qui sont proposées ou choisir d'autres matières découvertes selon les besoins et l'intérêt de la formation.

Semestre : 1
Unité d'enseignement : UET 1.1
Matière : Anglais technique et terminologie
VHS : 22h30 (cours : 1h30)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement:

Initier l'étudiant au vocabulaire technique. Renforcer ses connaissances de la langue. L'aider à comprendre et à synthétiser un document technique. Lui permettre de comprendre une conversation en anglais tenue dans un cadre scientifique.

Connaissances préalables recommandées:

Vocabulaire et grammaire de base en anglais

Contenu de la matière:

- Compréhension écrite : Lecture et analyse de textes relatifs à la spécialité.

- Compréhension orale : A partir de documents vidéo authentiques de vulgarisation scientifiques, prise de notes, résumé et présentation du document.

- Expression orale : Exposé d'un sujet scientifique ou technique, élaboration et échange de messages oraux (idées et données), Communication téléphonique, Expression gestuelle.

- Expression écrite : Extraction des idées d'un document scientifique, Ecriture d'un message scientifique, Echange d'information par écrit, rédaction de CV, lettres de demandes de stages ou d'emplois.

Recommandation : Il est vivement recommandé au responsable de la matière de présenter et expliquer à la fin de chaque séance (au plus) une dizaine de mots techniques de la spécialité dans les trois langues (si possible) anglais, français et arabe.

Mode d'évaluation:

Examen: 100%.

Références bibliographiques :

1. *P.T. Danison, Guide pratique pour rédiger en anglais: usages et règles, conseils pratiques, Editions d'Organisation 2007*
2. *A.Chamberlain, R. Steele, Guide pratique de la communication: anglais, Didier 1992*
3. *R. Ernst, Dictionnaire des techniques et sciences appliquées: français-anglais, Dunod 2002.*
4. *J. Comfort, S. Hick, and A. Savage, Basic Technical English, Oxford University Press, 1980*
5. *E. H. Glendinning and N. Glendinning, Oxford English for Electrical and Mechanical Engineering, Oxford University Press 1995*
6. *T. N. Huckin, and A. L. Olsen, Technical writing and professional communication for nonnative speakers of English, McGraw-Hill 1991*
7. *J. Orasanu, Reading Comprehension from Research to Practice, Erlbaum Associates 198**6***

III - Programme détaillé par matièredu semestre S2

Semestre : 2
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.1
Matière:Modélisation et optimisation des réseaux électriques
VHS: 45h (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits :4
Coefficient :2

Objectifs de l'enseignement

A l'issue de cette matière l'étudiant sera capable de modéliser un réseau électrique, de faire le calcul d'écoulement de puissance, le calcul des courants de défauts, de traiter le problème du calcul optimal de la puissance de la prédiction de l'état d'un réseau.

Connaissances préalables recommandées

Electrotechnique fondamentale, - Réseaux de transport et de distribution d'énergie électrique. Calcul Matriciel (Méthodes numériques)

Contenu de la matière

I. Modélisation de base es réseaux électriques **3 semaine**

Rappel sur (Représentation des signaux sinusoïdaux, Modélisation des éléments du réseau électrique (Source, Ligne, Transformateur, Charge), Système d'unités relatives).
Théorie des graphes appliquée aux réseaux électriques, Algorithme de formation des matrices admittance et impédance d'un RE, - Modification et inversion de la matrice admittance, Techniques des matrices creuses.

II. Calcul des courants de défauts **3 semaines**

Rappel (Composantes symétriques, Analyse de court circuits: circuit équivalent de Thevenin), Courants de court-circuit symétriques et asymétriques d'un réseau de grande taille, Tensions de défaut, Courants de défaut dans les lignes, les générateurs et moteurs, Réajustement du déphasage des tensions, Calcul de la puissance de court-circuit, Algorithme de calcul des courants de défaut.

III. Ecoulement de puissance **3 semaines**

Introduction,
Equations de répartition des charges,
Méthodes numériques appliquées pour la résolution de l'écoulement de charges (Gauss-Seidel, Newton Raphson, Méthode découplée rapide, autres…, Algorithmes et exemples)

IV. Répartition optimale de l'écoulement de puissances **3 semaine**

Introduction, Fonction non linéaire d'optimisation, Caractéristiques coûts -Production,
Méthodes numériques appliquées à un réseau sans contraintes et avec contraintes
Calcul économique de puissance sans pertes, Calcul économique de puissance avec pertes.

V. Estimation de l'état d'un réseau électrique **3 semaines**

Mesures de P, Q, I et V,
Méthodes appliquées pour l'Estimation de l'état d'un réseau électrique, Détection et identification des mauvaises mesures, Observabilité du réseau et pseudo-mesures, Prise en considération de contraintes d'écoulement de puissance.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu: 40%; Examen: 60%.

Références bibliographiques

8. *F. Kiessling et al, 'Overhead Power Lines, Planning, design, construction'. Springer, 2003.*
9. *T. Gonen et al, 'Power distribution', book chapter in Electrical Engineering Handbook. Elsevier Academic Press, London, 2004.*
10. *E. Acha and V.G. Agelidis, 'Power Electronic Control in Power Systems', Newns, London 2002.*
11. *TuranGönen : Electric power distribution system engineering. McGraw-Hill, 1986*
12. *TuränGonen : Electric power transmission system engineering. Analysis and Design. John Wiley & Sons, 198**8***

Semestre :2
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.1
Matière :Qualité de l'énergie électrique
VHS: 45h (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits :4
Coefficient :2

Objectifs de l'enseignement

L'objectif de la matière est d'étudier la qualité de l'énergie électrique d'un réseau électrique à travers la dégradation de la tension et/ou du courant, les perturbations sur les réseaux électriques. Il s'agit aussi de comprendre en quoi les charges non linéaires peuvent-elles en être incriminées. Etudier les solutions pour améliorer la qualité de l'énergie électrique en remédiant aux perturbations en évitant qu'elles se produisent lorsque c'est possible ou bien en les atténuants lorsqu'elles sont inévitables.

Connaissances préalables recommandées

Electrotechnique fondamentale. Electronique de Puissance.

Contenu de la matière

I. Introduction aux notions de la qualité de l'énergie (2 semaines)
II. Dégradation de la qualité de l'énergie (6 semaines)

a. Déformation de l'onde de tension et de courant : creux de tension, fluctuations, distorsions harmoniques.
b. Origines de la dégradation de la qualité de l'énergie : Charges non linéaires, défauts réseaux, charges spéciales.
c. Caractérisation des déformations de l'onde : Rappel sur la décomposition fréquentielle d'un signal périodique non sinusoïdal. Grandeurs électriques en présence de signaux non sinusoïdaux (Valeur efficace, puissances instantanées, puissances moyennes, facteur de puissance et pertes Joule…etc).
d. Effets de la dégradation de la qualité de l'énergie : Effets instantanés et effets à terme sur le réseau et les charges.

III. Normes en vigueurs : Normes IEC et IEEE concernant l'émission des harmoniques en basse et moyenne tension (2 semaines)

a. Rappel sur la décomposition fréquentielle d'un signal périodique non sinusoïdal.
b. Valeur efficace, puissances instantanées, puissances moyennes, facteur de puissance et pertes Joule.

IV. Solutions pour l'amélioration de la qualité de l'énergie (5 semaines)

a. Solutions préventives : Renforcement du réseau, modification des caractéristiques des charges (Charges à prélèvement sinusoïdal).
b. Solution correctives : Filtrage passif (Choix et calcul des filtres passifs), Filtrage actif (choix et calcul des filtres actifs).
c. Solutions pour minimiser les déséquilibres et les coupures

Mode d'évaluation

Contrôle continu: 40%, Examen : 60%.

Références bibliographiques

1. *G. J. WAKILEH, 'Power system harmonics-Fundamental Analysis and Filter Design', Springer-Verlag, 2001.*
2. *Roger C. Dugan, Mark F. Granaghan, 'Electrical Power system Quality', McGraw Hill, 2001*
3. *Qualité de l'énergie – Cours de Delphine RIU – INP Grenoble*
4. *Cahiers techniques Scheider N° CT199, CT152, CT159, CT160 et CT**1***

Semestre : 2
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.1
Matière :Production centralisée et décentralisée
VHS: 22h30 (Cours: 1h30)
Crédits : 2
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement

Ce cours vise à présenter l'évolution fondamentale des systèmes énergétiques induite par la transition énergétique qui est une décentralisation de ces systèmes.

Connaissances préalables recommandées

Principe de la production de l'énergie éclectique

Contenu de la matière

Chapitre I: Techniques générales de production de l'électricité (3 semaines)
Sources d'énergie électrique, centrales électriques classiques (thermique et nucléaire), Service systèmes, gestion et rendement.

Chapitre II : Production électrique décentralisée (PD) (3 semaines)
Contexte énergétique et environnemental, technologies de la production décentralisée (Les sources conventionnelles, les sources nouvelles et renouvelables (géothermie, petite hydraulique, biomasse, micro cogénération, solaire et éolien)), avantages.

Chapitre III: Raccordement de la PD au réseau électrique (5 semaines)
Conditions de raccordement de la PD dans le système électrique, aspects règlementaires et organisationnels du développement de la PD, aspects techniques du raccordement sur les réseaux HTA, interactions entre PD et réseau électrique et lesnormes en vigueur.

Chapitre IV: Micro-réseaux avec intégration des énergies renouvelables (4 semaines)
Concept des micro-réseaux, avantages du déploiement des micro-réseaux, défis techniques et économiques, modes d'opération (connecté/déconnecté) du réseau, structures (centralisée/décentralisée) et architectures de contrôle, gestion intelligente du flux d'énergie, stratégies de stockage de l'énergie électrique.

Mode d'évaluation :

Examen: 100%.

Références bibliographiques :

1. N. Hadjsaïd, « Distribution d'énergie électrique en présence de production décentralisée », édition Hermès, 2010.
2. R. Caire, «Production Décentralisée et réseaux de distribution », Editions universitaires europeennes EUE, 2010.
3. B. Multon, "Production d'Énergie Électrique par Sources Renouvelables", Techniques de l'Ingénieur, traité Génie Electrique, D4, 2003.
4. A. Maczulak, 'Renewable Energy: Sources and Methods', Green technology, 2010.
5. N. Hatziargyriou, «Microgrids: Architectures and Control", Wiley-IEEE Press, 201**4**.

Semestre :2
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.2
Matière :Planification des réseaux électriques
VHS: 45h (Cours: 1h30, TD 1h30)
Crédits :4
Coefficient :2

Objectifs de l'enseignement

Ce cours permet aux étudiants de connaitre comment anticiper les futurs besoins du système électrique en lignes, postes et unités de production afin de satisfaire la demande croissante de l'énergie électrique et ce d'une manière optimale d'un point de vue technico-économique tout en respectant des contraintes.

Connaissances préalables recommandées

Réseaux de transport et de distribution d'énergie électrique, - Méthodes numériques appliquées et optimisation.

Contenu de la matière :

Partie 1 **Planification des réseaux de distribution**

Chapitre 1: Les coûts et les indices de fiabilité dans les réseaux électriques (2semaines)

Coût des postes de transformation, coût d'un système de départs, coût de maintenance et d'exploitation, coût actualisé des pertes électriques, coût d'une liaison, les indices de fiabilité (SAIFI, SAIDI,…).

Chapitre 2 : Planification de l'expansion des réseaux de distribution (3 semaines)

Procédure de la planification des réseaux de distribution HTA et BT, horizons de planification, les contraintes à respecter, choix de la solution optimale**,** planification des réseaux de distribution en présence de la production décentralisée.

Partie 2 **Planification du système production-transport**

Chapitre 1 : Prévision de la charge électrique à long terme (2 semaines)

Principaux facteurs déterminants de la demande d'électricité, méthodes de prévision de la charge électrique à long terme (analyse de tendance, les modèles économétriques, l'approche de l'utilisation finale,…)

Chapitre 2 : Planification de l'expansion de la production (2 semaines)

Planification de l'expansion de la production avec un seul accès (description du problème, expressions des coûts et des contraintes à satisfaire, formulation du problème), planification de l'expansion de la production avec de multiples accès.

Chapitre 3 : Planification de l'expansion des postes (2 semaines)

Description du problème, expressions des coûts et des contraintes à satisfaire, formulation du problème.

Chapitre 4 : Planification de l'expansion du réseau de transport (2 semaines)

Description du problème, expressions des coûts et des contraintes à satisfaire, formulation du problème.

Chapitre 4 : Planification de la puissance réactive (2 semaines)

Description du problème, expressions des coûts et des contraintes à satisfaire, formulation du problème.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu: 40%, Examen 60%

Références bibliographiques:

1. D4210 Réseaux de distribution Structure etPlanification par Philippe CARRIVE
2. D 4240 Exploitation des réseaux de distribution : systèmes informatiquespar Marc LECOQ etRobert MICHON
3. D 4070 réseaux de transport et d'interconnexion de l'énergie électrique, développement et planification. Par François MESLIER et Henri PERSOZ.
4. Planification des réseaux électriques¨, Edition EDF, collection EYROLS
5. Règles techniques de raccordement au réseau de transport de l'électricité et règles de conduite du système électrique, par Ministère de l'énergie et des mines, 200**8**

Semestre :2
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.2
Matière :Commande des systèmes électro-énergétiques
VHS: 45h (Cours: 1h30, TD : 1h30)
Crédits :4
Coefficient :2

Objectifs de l'enseignement

- Connaître les différents systèmes électriques d'actionnement (moteur + électronique de puissance)
- Connaître les différents types de commande d'actionneur électrique.
- Être capable d'établir un modèle de simulation d'un système électrique comprenant moteur, électronique de puissance et commande
- Être capable de simuler un modèle dans l'environnement Matlab/Simulink
- Être capable de régler les correcteurs PI présents dans les asservissements des moteurs par une méthode adaptée

Connaissances préalables recommandées

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

Contenu de la matière :

1. **Rappels** **(1semaine)**
   (Utilisation des systèmes électriques, Lois des circuits électriques, Lois de la magnétostatique).
2. **Les convertisseurs statiques** **(3 semaine)**
   (Généralités sur la modélisation, Redresseur, Hacheur, Onduleur).
3. **Le moteur à courant continu** **(3 semaine)**
   (Modélisation, Alimentation avec hacheur, Asservissement du courant, Asservissement de la vitesse, Asservissement de position).
4. **La machine synchrone triphasée** **(2 semaine)**
   (Structure, Modélisation, Commande vectorielle).
5. **Le moteur asynchrone triphasé** **(2 semaine)**
   (Modélisation, Flux rotorique orienté (FRO ou FOC), Control direct du couple (DTC)).
6. **Le moteur à réluctance variable** **(2 semaine)**
   (Principe, Alimentation, Domaine d'utilisation).
7. **Le moteur piézo-électrique** **(2 semaine)**
   (Principe, Caractéristiques)

Mode d'évaluation

Contrôle continu: 40 % ; Examen: 60 %.

Références bibliographiques

1. *J.-P. Caron, J.P. Hautier : Modélisation et commande de la machine asynchrone, Technip, 1995.*
2. *G. Grellet, G. Clerc : Actionneurs électriques, Principes, Modèles, Commandes, Eyrolles, 1996*.
3. J. Lesenne, F. Notelet, G. Séguier : Introduction à l'électrotechnique approfondie, Technique et Documentation, 1981.
4. Paul C.Krause, Oleg Wasyzczuk, Scott S, Sudhoff, "Analysis of Electric Machinery and Drive Systems", John Wiley, Second Edition, 2010.
5. P S Bimbhra, "Generalized Theory of Electrical Machines", Khanna Publishers, 2008.
6. A.E, Fitzgerald, Charles Kingsley, Jr, and Stephan D, Umanx, " Electric Machinery", Tata McGraw Hill, 5th Edition, 199**2**

Semestre :2
UE Méthodologique Code : UEM 1.2
Matière : Techniques de protection des réseaux électriques
VHS: 37h30 (Cours : 1h30 ; TP: 1h)
Crédits :3
Coefficient :2

Objectifs de l'enseignement

L'objectif du cours est l'étude de l'organisation de la protection des réseaux électriques, des perturbations des techniques de mesure. L'étudiant doit savoir comment faire la détection de défauts et comment faire la protection des éléments du réseau électrique et comment coordonner la protection.

Connaissances préalables recommandées

Réseaux électriques, électrotechniques fondamentale.

Contenu de la matière

I. Généralité sur les défauts dans les lignes de transport d'énergie électrique
II. Composants d'un système de protection : Transformateurs de mesure, Relais de puissance, Relais de temps, Relais intermédiaire, Organe d'exécution (disjoncteur)
III. Fonctions et Principes de Protection:
-Les différentes fonctions de protection et leurs codes, -Principe de la sélectivité
-Différentes types de discrimination, - Zones de protection
IV. Les plans de protection BT et HT
V. Protection des systèmes
- Protection d'un réseau radial simple (protection avec des discriminations simples)
- Protection d'un réseau à deux sources (protection directionnelle)
- Protection des lignes (protection différentielle, protection de distance)
- Protection des jeux de barre (protection différentielle), - Protection des transformateurs (protection différentielle), -Protection des générateurs.

VI. Propriétés de base des éléments de la protection : Eléments à principe électromagnétique, Eléments à semi-conducteurs, Principe analogique, Eléments à microprocesseurs
VII. Contrôle à commande numérique : Relais numériques, Relais de distance numériques, Relais différentiels numériques
VIII. Relais numériques : Schéma bloc d'un relais numérique, Multiplexage, Conversion analogique / numérique, Algorithmes d'évaluation des quantités des phases, Microprocesseur, Commande des organes de coupure
IX. Protection contre les surtensions (Eclateurs, câbles de garde et parafoudres)

Contenu des TPs

TP1 : Protection à maximum de courant, relais à temps Inverse
TP2 : Protection directionnelle, relais directionnel
TP3 : Protection contre les surtensions/sous tension, relais à temporisation de surtension/sous tensions
TP4 : Optimisation de la protection à Maximum de courant

Mode d'évaluation :

Contrôle continu: 40 % ; Examen: 60 %.

Références bibliographiques

6. P.Kundur, "Power System Stability and Control", McGraw-Hill, 1993.
7. Protective Relaying for Power System II Stanley Horowitz ,IEEE press , New York, 2008
8. T.S.M. Rao, Digital Relay / Numerical relays , Tata McGraw Hill, New Delhi, 1989
9. Y.G. Paithankar and S.R Bhide, "Fundamentals of Power System Protection", Prentice-Hall of India, 200**3**

Semestre :2

UE Méthodologique Code : UEM 1.2
Matière:TP Modélisation et optimisation des réseaux électriques
VHS: 22h30 (TP: 1h30)
Crédits :2
Coefficient :1

Objectifs de l'enseignement

L'objectif de la matière est la réalisation de programmes pour la modélisation et l'analyse des réseaux électriques en régime permanent.
Les programmes à élaborer, dans le cas d'écoulement de puissance et de calcul des courants de défauts,permettentle calcul des tensions aux accès ainsi que des courants et des puissancestransitant dans les éléments du réseau. Dans le cas du Dispatching économique, le programme calcule les productions optimales pour minimiser les coûts et enfin le programme d'estimation d'états permettra d'estimer l'état d'un réseau électrique en utilisant des techniques d'optimisation.

Connaissances préalables recommandées

Electrotechnique fondamentale
Réseaux de transport et de distribution d'énergie électrique

Contenu de la matière

TP 1 : Modélisation des paramètres des lignes de transmission.
TP2 : Construction des matrices d'admittance et d'impédance de jeu de barre
TP 3 : Modélisation de l'écoulement de puissance par l'algorithme de Gauss-seidel
TP4 : Modélisation de l'écoulement de puissance par l'algorithme Newton-Raphson
TP 5 : Calcul des défauts sur un réseau électrique
TP 6 : Dispatching économique

Mode d'évaluation

Contrôle continu: 100 % .

Références bibliographiques

6. GöranAndersson, "Modelling and Analysis of Electric Power Systems", ETH Zürich, 2008
7. R. Natarajan, Computer-Aided Power System Analysis, Marcel Dekker, 2002.
8. A. R. Bergen and V. Vittal: Power System Analysis, Prentice-Hall, 2000.
9. H. Saadat: Power System Analysis, McGraw-Hill, 1999.
10. WILLIAM D.STEVENSEN, "Elements of power system analysis", Edition (Dunod, paris, 1999).
11. B. M. Weedy and B. J. Cory: Electric Power Systems, John Wiley & Sons, 1998.
12. J. Arrillaga, C. P. Arnold, "COMPUTER ANALYSIS OF POWER SYSTEMS", University of Canterbury, Christchurch, New Zealand, JOHN WILEY & SONS, 199**0**.

Semestre :2
UE Méthodologique Code : UEM 1.2
Matière: TP Qualité de l'énergie électrique
VHS: 22h30 (TP: 1h30)
Crédits :2
Coefficient :1

Objectifs de l'enseignement

Les objectifs de la matière sont :
1. Mesure des distorsions harmoniques de tension et de courant en présence de charges polluantes.
2. Simuler les différents moyens de mitigation des harmoniques.

Connaissances préalables recommandées

Logiciel Matlab/Simulink, Electrotechnique fondamentale, Analyse fréquentielle, circuit résonnants.

Contenu de la matière

TP 1 : Simulation de charges non linéaires usuelles (mesure de courant et de tension, spectres harmoniques, puissance).
TP 2 : Propagation des harmoniques dans un réseau électrique.
TP 3 : Amélioration de la qualité de l'onde par structures à prélèvement sinusoïdal.
TP 4 : Amélioration de la qualité de l'onde par Filtrage passif.
TP 5 : Amélioration de la qualité de l'onde par Filtrage actif (TP de démonstration).

Mode d'évaluation

Contrôle continu: 100 % .

Références bibliographiques

1. *G. J. WAKILEH, 'Power system harmonics-Fundamental Analysis and Filter Design', Springer-Verlag, 2001.*
2. *Roger C. Dugan, Mark F. Granaghan, 'Electrical Power system Quality', McGraw Hill, 2001*
3. *Qualité de l'énergie – Cours de Delphine RIU – INP Grenoble*
4. *Cahiers techniques Scheider N° CT199, CT152, CT159, CT160 et CT**1***

Semestre :2
UE Méthodologique Code : UEM 1.2
Matière :TP Commande des systèmes électro-énergétiques
VHS: 22h30 (TP: 1h30)
Crédits :2
Coefficient :1

Objectifs de l'enseignement

Les objectifs de la matière sont de Comprendre et d'être capable de :
Construire le schéma bloc des machines à courant continu et à courant alternatif alimentée par des convertisseurs statiques moyennant le logiciel Simulink sous Matlab.
- Contrôler la vitesse d'une machine à courant continue par convertisseur statiques et par hacheur à quatre quadrants,
- Faire la commande vectorielle à flux rotorique orienté de la MASainsi que l'autopilotage de la machine synchrone

Connaissances préalables recommandées

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

Contenu de matière

TP1 : Variation de vitesse d'une machine à courant continu par convertisseur par redresseur et hacheur série.
TP2 : Variation de vitesse d'une machine à courant continu par hacheur à quatre quadrants
TP3 : Contrôleen V/f de la machine asynchrone,
TP4 : Contrôle scalaire du courant de la MAS,
TP5 : Commande vectorielle à flux rotorique orienté de la MAS
TP6 : Autopilotage de la machine synchrone

Mode d'évaluation

Contrôle continu: 100%;

Références bibliographiques

1. *Electrotechnique industrielle, Guy Séguier et Francis Notelet, Tech et Doc, 1994*
2. *L'Electronique de puissance, Guy Séguier, Dunod, 1990*
3. *Modélisation et commande de la machine asynchrone, J.P. Caron et J.P. Hautier, Technip, 1995*
4. *Control of Electrical Drives, W. Leonard, Springer-Verlag, 1996*
5. *Vector control of AC machines, Peter Vas, Oxford university press, 1990*
6. *Commande des machines à vitesse variable, Techniques de l'ingénieur, vol D3.III, n°3611, 1996*
7. *Actionneurs électriques, Guy Grellet et Guy Clerc, Eyrolles, 1997*

Semestre : 2
Unité d'enseignement : UED 1.2
Matière : Matière 3 au choix
VHS : 22h30 (cours : 1h30)
Crédits : 2
Coefficient : 1

Semestre : 2
Unité d'enseignement : UED 1.2
Matière : Matière 4 au choix
VHS : 22h30 (cours : 1h30)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Remarque :
Il est possible à l'équipe de spécialités de choisir librement deux découvertes parmi celles qui sont proposées ou choisir d'autres matières découvertes selon les besoins et l'intérêt de la formation

Semestre : 2
Unité d'enseignement : UET 1.2
Matière : Respect des normes et des règles d'éthique et d'intégrité.
VHS : 22h30 (Cours : 1h30)
Crédit : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement:

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

Connaissances préalables recommandées :

Ethique et déontologie (les fondements)

Contenu de la matière :

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

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

2. Recherche intègre et responsable

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

3. Ethique et déontologie dans le monde du travail :

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

B- Propriété intellectuelle

I- Fondamentaux de la propriété intellectuelle

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

II- Droit d'auteur

1. **Droit d'auteur dans l'environnement numérique**

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

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

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

3. Brevet

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

III- Protection et valorisation de la propriété intellectuelle

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

C. Ethique, développement durable et nouvelles technologies

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

Mode d'évaluation :

Examen : 100 %

Références bibliographiques:

1. Charte d'éthique et de déontologie universitaires, https://www.mesrs.dz/documents/12221/26200/Charte+fran__ais+d__f.pdf/50d6de61-aabd-4829-84b3-8302b790bdce
2. Arrêtés N°933 du 28 Juillet 2016 fixant les règles relatives à la prévention et la lutte contre le plagiat
3. L'abc du droit d'auteur, organisation des nations unies pour l'éducation, la science et la culture(UNESCO)
4. E. Prairat, De la déontologie enseignante. Paris, PUF, 2009.
5. Racine L., Legault G. A., Bégin, L., Éthique et ingénierie, Montréal, McGraw Hill, 1991.
6. Siroux, D., Déontologie : Dictionnaire d'éthique et de philosophie morale, Paris, Quadrige, 2004, p. 474-477.
7. Medina Y., La déontologie, ce qui va changer dans l'entreprise, éditions d'Organisation, 2003.
8. Didier Ch., Penser l'éthique des ingénieurs, Presses Universitaires de France, 2008.
9. Gavarini L. et Ottavi D., Éditorial. de l'éthique professionnelle en formation et en recherche, Recherche et formation, 52 | 2006, 5-11.
10. Caré C., Morale, éthique, déontologie. Administration et éducation, 2e trimestre 2002, n°94.
11. Jacquet-Francillon, François. Notion : déontologie professionnelle. Letélémaque, mai 2000, n° 17
12. Carr, D. Professionalism and Ethics in Teaching. New York, NY Routledge. 2000.
13. Galloux, J.C., Droit de la propriété industrielle. Dalloz 2003.
14. Wagret F. et J-M., Brevet d'invention, marques et propriété industrielle. PUF 2001
15. Dekermadec, Y., Innover grâce au brevet: une révolution avec internet. Insep 1999
16. AEUTBM. L'ingénieur au cœur de l'innovation. Université de technologie Belfort-Montbéliard
17. Fanny Rinck etléda Mansour, littératie à l'ère du numérique : le copier-coller chez les étudiants, Université grenoble 3 et Université paris-Ouest Nanterre la défense Nanterre, France
18. Didier DUGUEST IEMN, Citer ses sources, IAE Nantes 2008
19. Les logiciels de détection de similitudes : une solution au plagiat électronique? Rapport du Groupe de travail sur le plagiat électronique présenté au Sous-comité sur la pédagogie et les TIC de la CREPUQ
20. EmanuelaChiriac, Monique Filiatrault et André Régimbald, Guide de l'étudiant: l'intégrité intellectuelle plagiat, tricherie et fraude… les éviter et, surtout, comment bien citer ses sources, 2014.
21. Publication de l'université de Montréal, Stratégies de prévention du plagiat, Intégrité, fraude et plagiat, 2010.
22. Pierrick Malissard, La propriété intellectuelle : origine et évolution, 2010.
23. Le site de l'Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle www.wipo.int
24. http://www.app.asso.**fr**/

III - Programme détaillé par matièredu semestre S3

Semestre: 3
UE Fondamentale Code : UEF2.1.1
Matière : Conduite des réseaux électriques
VHS:45h00 (Cours: 1h30, TD 1H30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement

L'objectif de cours est de traiter les fonctions et l'architecture informatique des centres de conduite des réseaux de transport et de distribution de l'énergie électrique : rôle des centres de conduite; aspects temps réel; architecture; acquisition de données et télécommande; estimation et prédiction de l'état du réseau; réglages centralisés; optimisation; fiabilité et sécurité; échanges d'informations entre applications et entre centres de conduite.

Connaissances préalables recommandées:

Réseaux de transport et de distribution électriques

Contenu de la matière

Chapitre I. Généralités sur le système «production-transport-Distribution» **1 semaine**

Système électrique, Constitution du système électrique, Courant continu Courant alternatif, Transport de l'énergie électrique, Structure du réseau de transport, Postes haute tension, Lignes électriques à grandes distances, Perspective du transport en courant continu, Le système électrique algérien.

Chapitre II. Interconnexion des réseaux de transport et qualité de tension **2 semaines**

Cas de deux réseaux interconnectés, Cas de plusieurs réseaux interconnectés, Raisons des interconnexions, Avantages de l'interconnexion, Planification des réseaux de transport et d'interconnexion.

Chapitre III. Conduite du RPT **2 semaines**

Les centres de conduite, L'équilibre production-consommation, Prévision de la consommation et programmation de la production, Réglage de la fréquence, La gestion du plan de la tension sur le réseau de transport, La maîtrise des transits d'énergie dans un réseau d'interconnexion.

Chapitre IV. Réglage du réseau **3 semaines**

Réglage de la fréquence (Réglage primaire, secondaire et tertiaire de la fréquence), Réglage de la tension (Réglage primaire, secondaire et tertiaire de la tension), Installations nouvelles – capacités constructives de référence.

Chapitre V. Acquisition de données et télécommande **3 semaines**

Acquisition des données, Télésurveillance du système de puissance, Contrôle du système de puissance ou télécommande, Le système SCADA, Les différentes configurations des systèmes SCADA, Les outils d'aide à la décision, Systèmes informatiques de conduite,

Chapitre VI. Sûreté du système électrique et Plans de défense **2 semaines**

Sûreté de fonctionnement du système électrique, Principaux phénomènes de dégradation, Sûreté du Système en régime normal et exceptionnel, Gestion des réseaux séparés - Reconstitution du réseau, Fonctionnement en régime exceptionnel et soutien du réseau, Maintien de l'efficacité des moyens de sauvegarde et de défense.

Mode d'évaluation : Contrôle continu: 40%examen 60%

Références Bibliographiques:

1. VIRLOGEUX, "Systèmes de téléconduite des postes électriques", Techniques de l'Ingénieur, D4850, 1999.
2. Pierre BORNARD, "Conduite d'un système de production-transport", Techniques de l'Ingénieur, D4080, 2000.
3. Gwilherm POULLENNEC, "A la découverte du système électrique", Ecole des Mines de Nantes, 2007.
4. RTE, "Contribution des utilisateurs aux performances du RPT", Réseau de Transport d'Electricité, 201**4**

Semestre: 3
UE Fondamentale Code : UEF2.1.1
Matière:Stabilité et dynamique des réseaux électriques
VHS: 45h (Cours: 1h30,TD :1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement

- Comprendre la physique des phénomènes transitoires en vue d'en limiter l'importance et les effets
- Maîtriser l'analyse en régime transitoire d'un système électrique de puissance et comprendre la problématique de la stabilité.
- Appréhender les aspects techniques et économiques des réglages de la fréquence et de l'amplitude de la tension.
- Rendre l'étudiant apte à élaborer différentes stratégies de sécurité au moyen des logiciels de calcul d'écoulement de puissance, d'étude de la stabilité transitoire et long terme.

Connaissances préalables recommandées:

- Réseaux électriques de transport et de distribution
- Simulation des réseaux électriques
- Electronique de puissance.

Contenu de la matière

I. 1. Notions et définitions ;
   1.1. Régimes transitoires électromécaniques,
   1.2. Régimes transitoires électromagnétiques,
   1.3. Eléments de la liaison machine-système,
   1.4. Notions de stabilité : statique, dynamique…

II. Calcul des régimes transitoires des lignes par les méthodes de Laplace et des ondes mobiles

III. Stabilité des réseaux Electriques

III.1 Définitions et classification de la stabilité des réseaux électriques

- Stabilité de Fréquence
- Stabilité de tension
- Stabilité angulaire

III.2 Méthodes d'analyse de la stabilité des réseaux électriques

IV. Etude détaillée d'un système mono-machine

IV.1. Développement de l'équation de stabilité
IV.2. Analyse par la méthode du critère des aires égales
IV.3. Analyse par les méthodes numériques
IV.4.Aperçu d'un cas de système multi machines
V. Méthodes d'amélioration de la stabilité: PSS, SVC, TCSC et TCPST

Mode d'évaluation :

Contrôle continu: 40%examen 60%

Références Bibliographiques:

1. M.Grappe « Stabilité et sauvegarde des réseaux électriques », Edition HERMES, 2003
2. YOSHIHIDEHASE, POWER SYSTEMS ENGINEERING, BRITISH LIBRARY CATALOGUING IN PUBLICATION DATA, USA
3. ARIEH L. SHENKMAN, TRANSIENT ANALYSIS OF ELECTRIC POWER CIRCUIT HAND BOOK, HOLON ACADEMIC INSTITUTE OF TECHNOLOGY, SPRINGER REVUE, NETHERLANDS, 2005.
4. ELECTRIC POWER GENERATION, TRANSMISSION, AND DISTRIBUTION, LEONARD L. GRIGSBY, UNIVERSITY OF CALIFORNIA, DAVIS, 2006.
5. RECENT ADVANCES IN POWER SYSTEMS, SELECT PROCEEDINGS OF EPREC-2021, OM HARI GUPTA · VIJAY KUMAR SOOD · OM P. MALIK EDITORS, Springer, 2022.
6. VOLTAGE STABILITY ANALYSIS OF POWER SYSTEM, YONG TANG, 2020.
7. B. DE METZ-NOBLAT, G. JEANJEAN, STABILITE DYNAMIQUE DES RESEAUX ELECTRIQUES INDUSTRIELS CAHIER TECHNIQUE SCHNEIDER N° 185, 1997.

Semestre: 3
UE Fondamentale Code : UEF2.1.1
Matière:Réseaux électriques Intelligents
VHS:22h30 (Cours: 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement

Ce cours vise à présenter le développement du réseau électrique intelligent de demain, à la fois communicant, interactif et multidirectionnel grâce à l'utilisation des nouvelles technologies de l'information et de la communication.

Connaissances préalables recommandées:

Notions sur le fonctionnement du réseau électrique

Contenu de la matière

Chapitre I : Introduction aux réseaux électriques intelligents «Smart Grids»

I-1 Définition, Causes de leur émergence, Bénéfices attendus, Impacts et freins, I-2 La technologie des systèmes intelligents,I-3 Transformation structurel du système électrique suite à sa dotation de TIC,I-4 Réorganisation de l'entreprise,

Chapitre II : Enjeux socio-économiques des réseaux électriques intelligents,

II-1 Ouverture des marchés de l'électricité, Tarifications, II-2 Réglementation, législation et régulation (normes, directives, conformité));II-3 Standards et pratiques industrielles,

Chapitre III : Adaptation des systèmes énergétiques

III-1 Diversité des ressources des renouvelables et particularités;III-2 Exploitation des énergies renouvelables variables, III-2 Valorisation des énergies variables,III-4 Stratégies de stockage

Chapitre IV : Gestion et pilotage des réseaux électriques

IV-1 L'apport des systèmes intelligents : maîtrise de la demande énergétique, gestion des pics de consommation « le Consom-acteur », gestion et flexibilité de la demande, gestion de crise (blackout);IV-2 Le Smart metring (compteur intelligent, ou communicant),IV-3 Les courants porteurs en ligne

Chapitre V : Développements de service liés aux systèmes intelligents

V-1 Croissance de l'industrie des TIC, V-2 Recherche et développement;V-3 Sécurité informatique;V-4 Calcul technico-économique et critères de décision (Manager- consommateur).

Mode d'évaluation: examen 100%

Références Bibliographiques:

1. N. Simoni, « Des réseaux intelligents à la nouvelle génération de services », Hermès, 2007
2. R.C. Dugan, M.F.McGranaghan, S. Santoso, H. W. Beaty, 'Electrical Power Systems Quality', Mc Graw Hill Companies, 2004.
3. S. Znay, M.P. Gervais, « Les réseaux intelligents », édition Hermès, 199**7**

Semestre: 3
UE Fondamentale Code : UEF2.1.2
Matière : Intégration des ressources renouvelables aux réseaux électriques
VHS:45h00 (Cours: 1h30, TD 1H30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement

Les ressources renouvelables ont des apports potentiels très intéressants en termes d'énergie et d'économie. Cependant, en fonction de leur taux de pénétration, ces nouvelles sources d'énergie pourraient avoir des conséquences importantes sur l'exploitation et la sécurité des réseaux électriques. Pour une insertion massive des ressources renouvelables au système, ces impacts se trouveront non seulement au niveau du réseau de distribution, où la plupart des ressources renouvelables sont raccordées, mais ils affecteront le système entier. Il est donc nécessaire de chercher, d'une part, comment faire évoluer les plans de défense et de reconstitution du système dans le nouveau contexte, et d'autre part, comment se servir efficacement du potentiel des ressources renouvelables pour soutenir le système dans les situations critiques.

Connaissances préalables recommandées:

Structure des réseaux électriques, Energies renouvelables

Contenu de la matière

Chapitre I: Les énergies renouvelables dans les réseaux électriques

- Description, exploitation et qualité de l'énergie électrique ; - Analyse des systèmes de puissances (Contrôle de l'équilibrage de fréquence, - Contrôle de la tension, calcul des flux de puissance, gestion de la puissance réactive, etc.), - Raccordement au réseau électrique de la production décentralisée;

Chapitre II: Impacts de l'intégration des ressources renouvelables sur le réseau de distribution

Sens de transit de puissance ; - Profil de tension (Variation lentes de tension, A-coups de tension, Flicker, Harmoniques, Perturbations des signaux transmis sur le réseau …) ;

- Stabilité du système ; - Plan de protection (Tenue en régime normal et exceptionnel, Tenue aux creux de tension, Interaction avec le plan de protection) ; - Observabilité et Contrôlabilité du système ; - Continuité et qualité de service.

Chapitre III: Impacts de l'intégration des ressources renouvelables sur le réseau de transport

Incertitude sur la phase de planification ; - Nécessité de renforcement du réseau ;

- Incertitude sur la marge de réserve d'opération ; - Sensibilité liée à la gestion du réactif ;
- Sensibilité liée au déclenchement intempestif des productions décentralisées ;

Chapitre IV: Procédures de reconstitution du système électrique

- Ilotage; Utilisation de contrôleurs électroniques de puissance rapides (FACTS); - Conception d'algorithmes de commande; - Systèmes de télécommunications et d'informations modernes; - Détection automatique de défauts; etc.

Mode d'évaluation: Contrôle continu: 40%, Examen: 60%

Références bibliographiques:

1. B. Multon, "Production d'Énergie Électrique par Sources Renouvelables", Techniques de l'Ingénieur, traité Génie Electrique, D 4, 2003.
2. L. Freris, D. Infield, 'Les Energies Renouvelables pour la Production d'électricité', Dunod, 2013
3. D. Das, 'Electrical Power Systems', New Age International Publishers, 2006.
4. M. Crappe, S. Dupuis, ' stabilité et sauvegarde des réseaux électriques', Hermès, 2003.
5. A. Maczulak, 'Renewable Energy: Sources and Methods', Green technology, 201**0**.

Semestre: 3

UE Fondamentale Code : UEF2.1.2
Matière : Réseaux électriques industriels
VHS:45h00 (Cours: 1h30, TD 1H30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement

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

Connaissances préalables recommandées:

Généralités sur des réseaux électriques

Contenu de la matière

I. Les architectures des réseaux **2 semaines**

Structure générale d'un réseau privé de distribution, La source d'alimentation, Les postes de livraison HTB, Les postes de livraison HTA, Les réseaux HTA et réseaux HTB à l'intérieur du site, Les réseaux industriels avec production interne.

II. Les régimes de neutre (RN) **3 semaines**

Les différents régimes du neutre; L'influence du RN et schémas des liaisons à la terre utilisés en BT ; Le contact indirect en basse tension suivant le RN ; Protection, Particularités des DDR et coupure du conducteur neutre et des conducteurs de phase; Influence sur l'appareillage des règles de coupure et protection des conducteurs; Interaction entre HT et BT; Comparaison des différents RN basse tension-choix; RN utilisés en haute tension.

III. Récepteurs et leurs contraintes d'alimentation **1 semaine**

Les perturbations dans les réseaux industriels; Les remèdes pour se prémunir contre le flicker ; Les moteurs électriques, 4. Les autres récepteurs,

IV. Sources d'alimentation **1 semaine**

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

V. Bilan de puissances1 semaine

V. Surtensions et la coordination de l'isolement **1 semaine**

Les surtensions; Les dispositifs de protection contre les surtensions ; Coordination de l'isolement dans une installation électrique industrielle,

VI. Détermination des sections des conducteurs **3 semaines**

Détermination des sections de conducteurs et choix des dispositifs de protection en BT; Détermination des sections de conducteurs en MT; Calcul de la section économique

VII. Compensation de l'énergie réactive **2 semaines**

Intérêts de la compensation d'ER, Amélioration du cos φ ; Matériel de compensation de l'ER ; Emplacement des condensateurs ; Détermination de la puissance de compensation par rapport à la facture d'énergie ; Compensation aux bornes d'un transformateur; Compensation des moteurs asynchrones ; Compensation optimale ; Enclenchement des batteries de condensateurs et protection ; Présence d'harmoniques

Mode d'évaluation : Contrôle continu: 40%examen 60%

Références Bibliographiques:

1. Denis MARQUET, Didier Mignardot, Jacques SCHONEK, "Guide de l'installation électrique 2010 - Normes internationales CEI et nationales françaises NF", Schneider Electric, 2010
2. Jean Repérant, "Réseaux électriques industriels - Introduction", Tech. del'Ing., D5020, 2001
3. Jean Repérant, "Réseaux électriques industriels - Ingénierie", Tech. del'Ing., D5022, 2001
4. Dominique SERRE, "Installations électriques BT - Protections électriques", Tech. del'Ing., D5045, 2006
5. SOLIGNAC (G.). – Guide de l'Ingénierie élec-trique des réseaux internes d'usines 1076 p.bibl. (30 réf.) lectra Tech & Doc Lavoisier, EDF. Paris, 198**5**.

Semestre: 3

UE Fondamentale Code : UEM 2.1
Matière:Techniques de haute tension
VHS: 60h (Cours: 1h30, TD 1h30, TP 1h00)
Crédits: 5
Coefficient: 3

Objectifs de l'enseignement

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

Connaissances préalables recommandées:

Notions de la physique fondamentale et del'électrotechnique fondamentale notamment : Claquage des isolants solides, liquides et gazeux ; foudre ; Isolateurs

Contenu de la matière :

I. INTRODUCTION

Buts et méthodologie de la HT

II. COORDINATION DE L'ISOLEMENT

II.1. Isolation et isolants,
II.2. Gradation de l'isolement,
II.3. Gradation des niveaux d'isolement dans un réseau

III. MAÎTRISE DES CHAMPS ÉLECTRIQUES

III.1. Champ électrique et dépendance de la forme,
III.2. Contrôle du champ électrique,
III.3. Méthodes d'évaluation du champ électrique
III.4 Décharge couronne- Impact sur le réseau électrique

IV. PHENOMENES D'IONISATION DANS LES GAZ

IV.1. Définitions,
IV.2. Mécanisme de décharge,
IV.3. Caractéristiques courant-tension d'une décharge électrique,
IV.4. Loi de Paschen,
IV.5. Effet de couronne

V. GENERATEURS DE LA HAUTE TENSION

Générateurs de tension alternative- transformateur, transformateur en cascade, à circuit résonnant-, continue –redressement en HT, Doubleur de Schenkel…, de choc- générateur de Marx…

VI. MESURE DE HAUTE TENSION EN LABORATOIRE

VI.1. Dispositifs de mesures de valeurs de crête,
VI.2. Dispositifs de mesures de tension de choc,
VI.3. L'éclateur à sphères

TP de la matière

1.Décharge couronne:Caractéristique «tension-courant» en polarité positive et négative. Visualisation des impulsions de Trichel (rayon des électrodes variable).
2. Décharge à barrière diélectrique
3. Générateurs de haute tension continue et alternative
4. Claquage des isolants liquides et solides
5. Techniques de mesure des différents types de tension: tension alternative, tension continue, impulsionnelle, mesure de champ électrique

Mode d'évaluation : Contrôle continu: 50%; Examen: 50%.

Références Bibliographiques:

1. E.Kuffel, W.S Zanegl, J.Kuffel « High Voltage engineering : Fundamentals", 2ème édition, Edition Newnes, 2006
2. C.Gary "Les propriétés diélectriques dans l'air et les très hautes tension", Editions Eyrolles, 1984
3. M.Aguet, M.Ianovic « Traité d'électricité, Volume XIII :Haute Tension », Edition GEORGI, 1982
4. P.Bergounioux « Haute tension », Edition Willamblake& Co, 1997
5. J. Arrillaga, , "High Voltage Direct Current Transmission", Peter Pregrinus, London, 1983
6. K.Holtzhausen , W. Vosloo ,High Voltage Engineering: Practice and Theory,Kindle Edition, 2021
7. J.F.AFFOLTER, Haute tension, Yverdon-les-Bains, octobre 2000 [8] C.GARY, Effet couronne sur les réseaux électriques aériens, techniques de l'ingenieur,D4440 v1, 199**8**

Semestre: 3
UE Fondamentale Code : UEM2.1
Matière : TP Stabilité et dynamique des réseaux électriques
VHS:22h30(TP : 1H30)
Crédits: 2
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement

Le TP a pour objectif de donner les connaissances suffisantes pour permettre au futur ingénieur en Electrotechnique de concevoir et dimensionner l'isolation des équipements de haute tension et de maîtriser les problèmes de coordination d'isolement dans les réseaux électriques auxquels il serait confronté

Connaissances préalables recommandées:

Physique fondamentale et réseaux électriques

Contenu de la matière

TP1: Analyse transitoire des circuits linéaires 1er ordre et 2nd ordre
TP2 : Etude du régime transitoire d'une ligne électrique
a) Mise sous tension de la ligne non compensée à vide
b) Mise sous tension de la ligne non compensée en charge
TP3: Compensation série/parallèle d'une ligne triphasée
TP4: Simulation stabilité dynamique d'un système machine bus infini

Mode d'évaluation : Contrôle continu: 100%

Références

1. E.Kuffel, W.S Zanegl, J.Kuffel « High Voltage engineering : Fundamentals", 2ème édition, Edition Newnes, 2006
2. C.Gary "Les propriétés diélectriques dans l'air et les très hautes tension", Editions Eyrolles, 1984
3. M.Aguet, M.Ianovic « Traité d'électricité, Volume XIII :Haute Tension », Edition GEORGI, 1982
4. P.Bergounioux « Haute tension », Edition Willamblake& Co, 1997
5. J. Arrillaga, , "High Voltage Direct Current Transmission", Peter Pregrinus, London, 198**3**

Semestre: 3
UE Fondamentale Code : UEM2.1
Matière : TP Réseaux électriques industriels
VHS:22h30 (TP : 1H30)
Crédits: 2
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement

Connaissances préalables recommandées:
Généralités sur la stabilité des réseaux électriques

Contenu de la matière

TP1 : Calcul et choix des canalisations et de la protection électriques par logiciel de calcul
TP2 : Schémas de liaison à la terre
TP3 : Optimisation technico – économique d'un réseau industriel interne

Visites pédagogiques (Visite des sites industriels)
Mini projet

Mode d'évaluation : Contrôle continu: 100%

Références bibliographiques

1. Denis MARQUET, Didier Mignardot, Jacques SCHONEK, "Guide de l'installation électrique 2010 - Normes internationales CEI et nationales françaises NF", Schneider Electric, 2010
2. Jean Repérant, "Réseaux électriques industriels - Introduction", Tech. del'Ing., D5020, 2001
3. Jean Repérant, "Réseaux électriques industriels - Ingénierie", Tech. del'Ing., D5022, 2001
4. Dominique SERRE, "Installations électriques BT - Protections électriques", Tech. del'Ing., D5045, 2006
5. SOLIGNAC (G.). – Guide de l'Ingénierie électrique des réseaux internes d'usines 1076 p.bibl. (30 réf.) lectra. Tech.& Doc. Lavoisier, EDF. Paris, 198**5**.

Semestre : 3
Unité d'enseignement : UED2.1
Matière : Matière 5 au choix
VHS : 22h30 (cours : 1h30)
Crédits : 2
Coefficient : 1

Semestre : 3
Unité d'enseignement : UED2.1
Matière : Matière 6 au choix
VHS : 22h30 (cours : 1h30)
Crédits : 2
Coefficient : 1

Remarque :
Il est possible à l'équipe de spécialités de choisir librement deux découvertes parmi celles qui sont proposées ou choisir d'autres matières découvertes selon les besoins et l'intérêt de la formation.

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

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

Connaissances préalables recommandées :
Méthodologie de la rédaction, Méthodologie de la présentation.

Contenu de la matière:

Partie I- : Recherche documentaire :

Chapitre I-1 : Définition du sujet (02 Semaines)
- Intitulé du sujet
- Liste des mots clés concernant le sujet
- Rassembler l'information de base (acquisition du vocabulaire spécialisé, signification des termes, définition linguistique)
- Les informations recherchées
- Faire le point sur ses connaissances dans le domaine

Chapitre I-2 : Sélectionner les sources d'information (02 Semaines)
- Type de documents (Livres, Thèses, Mémoires, Articles de périodiques, Actes de colloques, Documents audiovisuels…)
- Type de ressources (Bibliothèques, Internet…)
- Evaluer la qualité et la pertinence des sources d'information

Chapitre I-3 : Localiser les documents (01 Semaine)
- Les techniques de recherche
- Les opérateurs de recherche

Chapitre I-4 : Traiter l'information (02 Semaines)
- Organisation du travail
- Les questions de départ
- Synthèse des documents retenus
- Liens entre différentes parties
- Plan final de la recherche documentaire

Chapitre I-5 : Présentation de la bibliographie (01 Semaine)
- Les systèmes de présentation d'une bibliographie (Le système Harvard, Le système Vancouver, Le système mixte…)
- Présentation des documents.
- Citation des sources

Partie II : Conception de mémoire

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

- Cerner et délimiter le sujet (Résumé)
- Problématique et objectifs du mémoire
- Les autres sections utiles (Les remerciements, La table des abréviations…)
- L'introduction (*La rédaction de l'introduction en dernier lieu)*
- État de la littérature spécialisée
- Formulation des hypothèses
- Méthodologie
- Résultats
- Discussion
- Recommandations
- Conclusion et perspectives
- La table des matières
- La bibliographie
- Les annexes

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

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

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

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

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

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

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

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

Mode d'évaluation :

Examen : 100%

Références bibliographiques :

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

Proposition de quelques matières de découverte

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

Objectifs de l'enseignement

L'objectif du cours est d'appliquer la théorie du champ électromagnétique aux problèmes de pollution électromagnétique de l'environnement technologique. A la fin du cours, les étudiants seront capables d'avoir une approche globale d'un problème de compatibilité électromagnétique entre le perturbateur et le perturbé, de rechercher l'ensemble des causes potentielles de perturbations dans un environnement donné, et de choisir une technique de protection optimale sur la base d'études théoriques.

Connaissances préalables recommandées

Notions de base de mathématiques, d'électromagnétisme et de réseaux électriques.

Contenu de la matière :

1. Concept de la CEM **(1 semaine)**
Terminologie, contexte et enjeux. Acteurs de la CEM (sources, victimes et couplages).

2. Types et mode de couplage **(2 semaines)**
Types de couplage : Conduction, rayonnement et ionisation, (Galvanique, inductif, capacitif).
Modes de couplage : différentiel et commun
Méthodes de calcul et méthodes de mesure.

3. Réduction des couplages **(2 semaines)**
Effet électromagnétique des conducteurs (résistance, inductance et capacité) ; Circuit de couplage équivalent. Méthodes de réduction des couplages.

4. Modèle couplé des lignes de transmission **(2 semaines**
Paramètres de lignes de transmission,résolution des équations de couplage dans les domaines temporel et fréquentiel. Couplage avec les câbles blindés.

5. Perturbations générées avec des lignes de transport d'énergie **(1 semaines)**
Rayonnement EM des jeux de barres en BF (en régime de fonctionnement permanent) et en régime transitoire (enclenchement d'une ligne), Risque de perturbation de l'appareillage de mesure – contrôle et commande.

6. Perturbations générées par les circuits électroniques **(1 semaines)**
Transmission par conduction et rayonnement des grandeurs électriques transitoires.

7. Perturbations générées par les décharges électrostatiques **(2 semaines)**
Phénoménologie, foudre (description des éclairs nuage-sol, Effets directs et indirects de la foudre).

8. Techniques de protection en CEM **(1 semaine)**
Masse, blindage, disposition des composants et des câblages, effet réducteur des masses, filtrage et protection contre les surtensions.

9. Normes de la CEM **(1 semaine)**
Réglementation en vigueur

Mode d'évaluation : Examen 100%

Références bibliographiques

1. P. DEGAUQUE et J. HAMELIN Compatibilité électromagnétique - bruits et perturbations radioélectriques,Dunod éditeur
2. M. IANOVICI et J.-J. MORF : Presses Polytechniques Romandes
3. A. KOUYOUMDJIAN : Les harmoniques et les installations électriques
4. R. CALVAS : Les perturbations électriques en BT cahier Technique n14**1**

Semestre :...
UE Découverte Code : UED ....
Matière :Propagation des ondes électriques sur le réseau d'énergie
VHS: 22h30 (Cours: 1h30)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement

Maîtriser la modélisation des perturbations internes et externes dans le réseau électrique.

Connaissances préalables recommandées

Notions sur Les réseaux électriques lignes et câbles

Contenu de la matière :

I. Equations générales de lignes couplées,

- solution des équations des lignes dans le domaine des phases,- lignes interconnectés
- analyse modale, - solution des équations des lignes dans le domaine des modes
-représentation d'une ligne par matrice impédance, -représentation d'une ligne par matrice admittance, - notions d'impédance et de coefficients de réflexion, -représentation d'une ligne par matrice chaîne (F), -représentation d'une ligne par matrice S

II. Calcul des paramètres linéiques en BF et en HF,

- d'une ligne multifilaire aérienne dont le retour s'effectue par un sol parfait ou de conductivitéfinie,- d'un câble blindé enterré dans un sol parfait ou de conductivité finie,
- d'un câble blindé aérien au dessus d'un sol parfait ou de conductivité finie,

III. Modélisation d'une ligne multifilaire

- modélisation en fréquentiel
- modélisation en temporel

IV. Solution générales des équations des lignes,

- en fréquentiel
- en temporel par différence finies (FDTD)

V. Modélisation par le formalisme topologique de la propagation d'une onde électrique dans un réseau maillé de lignes ou de câbles en tenant compte de la conductivité du sol.

- en fréquentiel (signaux HF)
- en temporel

Mode d'évaluation

Examen 100%

Références bibliographiques

1. Jean-Paul VABRE , Les lignes, Edition Ellipses, ISBN : 2 7298 9369 51993, 1993
2. C. R. Paul, "Analysis of Multiconductor Transmission Lines", a wiley-intersciencepublication, Copyright - 1994 by John Wiley & Sons, Inc.
3. Michel Aguet, Jean-Jacques Morf, Traité d'électricité: Energie électrique, Volume 12, Presses Polytechniques Romandes, 1981.
4. Michel Aguet et Michel Ianoz, Haute tension, PPUR - Collection : Traité d'Électricité – 2dédition - 26/11/2004 (TE volume XXII).
5. Fred Gardiol, Electromagnétisme, Traité d'électricité, volume 3 : Presses Polytechniques et Universitaires Romandes (PPUR) (29 mai 2002)

Semestre :...
UE Découverte Code : UED ....
Matière :Introduction au génie-logiciel et au système expert
VHS: 22h30 (Cours: 1h30)
Crédits :1
Coefficient :1

Objectifs de l'enseignement

Comprendre l'intérêt de l'utilisation d'un logiciel dans le domaine des sciences de l'ingénieur etl'intervention d'un système expert pour la prise en décision en temps réel.

Connaissances préalables recommandées

Quelques notions de programmation.

Contenu de la matière :

I . Equations générales de lignes couplées,

A. Génie Logiciel

1. définition
2. Cycle de vie du logiciel
3. Etapes
4. Modèles - Méthodes
5. Outils
6. développement et configuration
7. maintenance
8. Inadéquation des logiciels aux besoins
9. Complexité
10. Sûreté de fonctionnement
11. exemple de logiciel de simulation en réseau électrique (Power World Simulator)

B. Système expert

1. Origine des Systèmes Experts
2. rôle d'un système expert en industrie
3. réalisation d'un système expert.
4. évolution des systèmes experts.

Mode d'évaluation :

Examen 100%

Références bibliographiques

1. Jacques Printz. : Le génie logiciel. Presses Universitaires de France, 2002.
2. Alfred Strohmeier et Didier Buchs. Génie logiciel : principes, méthodes et techniques.
3. Laurence Negrello, ¨systèmes experts et intelligence artificielle¨, Cahier Technique Merlin Gerin n°157.

Semestre ..:
UE Découverte Code : UED ...
Matière: Ecologie Industrielle et Développement Durable
VHS: 22h30(Cours: 1h30)
Crédits: 1
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement

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

Connaissances préalables recommandées:

Contenu de la matière :

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

Mode d'évaluation:

Examen: 100%.

Références bibliographiques :

1. *Écologie industrielle et territoriale, COLEIT 2012, de Junqua Guillaume , Brullot Sabrina*
2. *Vers une écologie industrielle,comment mettre en pratique le développement durable dans une société hyper-industrielle, SurenErkman 2004*
3. *L'énergie et sa maîtrise. Montpellier Cedex 2 : CRDP de Languedoc-Roussillon, 2004. . ISBN 2-86626-190-9,*
4. *Appropriations du développement durable: émergences, diffusions, traductions B Villalba - 200**9***

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

Objectifs de l'enseignement:

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

Connaissances préalables recommandées:

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

Contenu de la matière:

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

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

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

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

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

Mode d'évaluation:

Examen : 100%

Références bibliographiques:

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

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

Objectifs de l'enseignement:

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

Connaissances préalables recommandées:

Physique fondamentales et mathématiques appliquées.

Contenu de la matière:

I. Connaître et comprendre le fonctionnement, la constitution, la technologie et la spécification du matériel électrique utilisé dans les réseaux électriques.

II. Matériaux magnétiques: propriétés, pertes, types, propriétés thermiques et mécaniques, caractérisation, aimants, applications.

III. Matériaux conducteurs: propriétés, pertes, isolation, essais et applications.

IV. Matériaux diélectriques: propriétés, pertes, claquage et performances, contraintes, essais et applications.

Mode d'évaluation ;

Control continu : 40% ; Examen : 60%.

Référencesbibliographiques:

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

Semestre: ..
UE Découverte Code : UED ..
Matière:**Maintenance et sûreté de fonctionnement**
VHS: 22h30(Cours: 1h30)
Crédits: 1
Coefficient: 1

Contenu de la matière :

I-Historique, contexte et définitions de la SdF

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

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

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

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

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

Mode d'évaluation : Contrôle continu*40%, examen : 60%*

Références bibliographiques:

1. Patrick Lyonnet, "Ingénierie de la fiabilité, Edition TEC & DOC, Lavoisier, 2006.
2. Roger Serra, "Fiabilité et maintenance industrielle", Cours, Ecole de technologie supérieure ETS, Université de Québec, 2013.
3. David Smith, Fiabilité, maintenance et risque, DUNOD, Paris 200**6**.

Semestre: ..
UE Découverte Code : UED…
Matière : Maintenance des réseaux électriques
VHS : 22h30 (cours: 1H30)
Crédits: 1
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement

Cette matière vise à organiser les taches de maintenance et de définir les objectifs de cette discipline dans le domaine d'exploitation de réseaux électriques

Connaissances préalables recommandées:

Généralités sur la Sûreté de fonctionnement des réseaux électriques

Contenu de la matière

I. Généralités sur le concept de maintenance

I-1 Origine de la maintenance, passage de l'entretien à la maintenance, I-2 Définition des différents types de maintenance, I-3 Passage à la maintenance des systèmes électriques,

II. Maintenance préventive

II-1 Maintenance systématique, II-2 Maintenance conditionnelle, a)Selon l'âge, b) Selon les conditions

III. Maintenance basée sur la fiabilité

III-1 Notion de base de calcul de fiabilité d'un système électrique, III -2 Modélisation, Espaces des états, Arbres de défaillances, III -2 Cas de systèmes multi composants, III -3 cas de systèmes multi dégradés

IV. Analyse des modes de défaillances, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC)

IV-1 Analyse fonctionnelle et expertise, IV-2 Evaluation de la fréquence d'occurrence, de la gravité et de la criticité, IV-3 Applicabilité des actions de maintenance, IV-4 Plans de maintenance

V. Maintenance des systèmes associés à des processus de dégradations multiples

VI. Evaluation des coûts de la maintenance

VII. Applications aux équipements des réseaux électriques

Mode d'évaluation : Examen 100%

Références bibliographiques:

1. IEEE/PES Task Force on Impact of MaintenanceStrategy on Reliability. The present status of maintenancestrategies and the impact of maintenance onreliability. IEEE Trans. Pwr Syst., 2001, 16(4), 638–646.
2. Tsai, Y. T., Wang, K. S., and Tsai, L. C. A study ofavailability centered preventive maintenance for multicomponentsystems. Reliability Engng Syst. Saf., 2004,84, 261–269.
3. Chan, G. K. and Asgarpoor, S. Optimum maintenancepolicy with Markov process. Elect. Pwr Syst. Res., 2006,76, 452–456.
4. FairouzIberraken, RafikMedjoudj, RabahMedjoudj and DjamilAissani: Combining reliability attributes to maintenance policies to improve high-voltage oil circuit breaker performances in the case of competing risks. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part O: Journal of Risk and Reliability 1748006X15578572, first published on April 2, 2015 as doi:10.1177/1748006X15578572*
5. FairouzIberraken, RafikMedjoudj, RabahMedjoudj, DjamilAissaniet Klaus Dieter Haim: Reliability based preventive maintenance of oil circuit breaker subject to competing failure processes, International Journal of Performability Engineering Vol. 9, No. 5, September 2013, p.495- 504. © RAMS Consultants
6. RabahMedjoudj, DjamilAissani, Ahmed Boubakeur and Klaus Dieter Haim, Interruption modeling in electrical power distribution systems using Weibull-Markov model, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers (IMEchE), Part O: Journal of Risk and Reliability June 1, 2009 223: 145-157, doi:10.1243/1748006XJRR21**5**.

Semestre: ..
UE Découverte Code : UED…
Matière : Appareillage électrique à haute tension
VHS : 22h30 (cours: 1H30)
Crédits: 1
Coefficient: 1

Objectif de l'enseignement:

Cette matière permet à l'étudiant d'avoir une idée sur l'appareillage électrique utilisé en haute tension (HTA et HTB) et plus particulièrement les disjoncteurs HT car ils jouent un rôle important dans la protection des réseaux électriques de transport et de distribution.

Contenu de la matière

Chapitre I : Généralités sur l'Appareillage électrique HT (4 semaines)

Les différents types d'appareillage HT, symboles, classification de l'appareillage électrique HT (selon la destination, selon la tension, selon l'installation, selon la température de service), les caractéristiques assignées de l'appareillage électriques HT, Le sectionneur HT (sectionneur tête de ligne, sectionneur pantographe, sectionneur MALT), les interrupteurs, les contacteurs, les coupe-circuit à fusibles, les disjoncteurs, les parafoudres.

Chapitre II : Etablissement et coupure des courants de court-circuit (4 semaines)

Etablissement et coupure des courants de court-circuit, Processus de la coupure d'un courant de court-circuit, Coupure grâce à l'arc électrique, Pointe d'extinction, la tension transitoire de rétablissement, le courant post arc, Défaut aux bornes (monophasé et triphasé), Facteur du premier pôle, Représentation des ondes de la TTR normalisées, Défaut proche en ligne, Détermination de la forme de la TTR côté ligne , Calcul des paramètres de la TTR côté ligne, Longueur critique de la ligne, modélisation de l'arc électrique dans un disjoncteur HT

Chapitre III : Les disjoncteurs (4 semaines)

Définition, Classification selon le milieu de coupure, Principe général de fonctionnement d'un disjoncteur HT, les disjoncteurs à l'huile, les disjoncteurs à air comprimé, les disjoncteurs à vide, les disjoncteurs au SF_6, classification des disjoncteurs selon l'utilisation (disjoncteur de ligne, disjoncteur de réactance, disjoncteur de générateur), classification selon l'installation (d'extérieur, d'intérieur), la température de service, les caractéristiques assignées d'un disjoncteur HT (tension assignée, fréquence assignée, courant de courte durée admissible , pouvoir de coupure en court-circuit, tension transitoire de rétablissement, pouvoir de fermeture assigné, durée de coupure assignée séquence de manœuvres assignée), le système de contacts.

Chapitre IV : Essais de l'appareillage électrique HT (3 semaines)

Les normes associées à l'appareillage électrique HT, essais d'appareillage électrique HT, Les essais des disjoncteurs HT dans un réseau électrique, les essais des disjoncteurs HT dans un laboratoire à haute puissance, Les essais directs, Les essais synthétiques, Essai de défaut aux bornes, Essai de défaut proche en ligne,

Références bibliographiques:

1. D. Dufournet, « Appareillage électrique d'interruption HT. Partie 1 », Technique de l'ingénieur, D 4-690, 2001;
2. S. Theoleyre, « Les techniques de coupure en MT », cahier technique schneider N° 193, 1998 ;
3. www.siemens.com/High-Voltage Circuit Breakers from 72.5kV to up 800kV;
4. B. de Metz-Noblat, F. Dumas, G. Thomasset, "Calcul des courants de court-circuit", cahier technique schneider N° 158, 2000 ;
5. L. Van der Sluis, " Transients in Power Systems", John Wiley & Sons, 2001;
6. D. Dufournet, « Appareillage électrique d'interruption HT. Annexes », Technique de l'ingénieur, D4-696, 2001 ;
7. R.W.Alexander, D. Dufournet ,"Transient Recovery Voltage (TRVs) for High-Voltage Circuit Breakers";
8. AC High voltage circuit breakers, IEEE Switchgear Committee Denis Dufournet; Portland (Maine, USA), October 2017.

Semestre: ..
UE Découverte Code : UED…
Matière : Energie électrique et bâtiment
VHS : 22h30 (cours: 1H30)
Crédits: 1
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Se familiariser avec les différentes sources d'énergie renouvelable et permettre à l'étudiant de disposer de tous les outils nécessaires pour gérer, concevoir et exploiter ces ressources d'énergie plus particulièrement dans le bâtiment.

Connaissances préalables recommandées:

Notions fondamentales de l'électricité, connaissance de base sur les convertisseurs statiques, sources d'énergies renouvelables, réseaux d'énergie électrique, appareillages de mesure et de protection.

Contenu de la matière:

Chapitre I : Le bâtiment producteur d'énergie (3 semaines)
Notion du bâtiment à énergie positive BEPOS, structure des bâtiment dits passifs à savoir leurs toits, murs, fenêtres, étanchéité…etc. dans le but d'accumuler et restituer de la chaleur ou produire de l'électricité ;

Chapitre II Techniques de stockage d'énergie (3 semaines)
Définition des différentes techniques de stockage utilisées dans les bâtiments notamment celles à petite échelle (stockage hydraulique « réservoir », stockage électrochimique « batteries », …).

Chapitre III : Optimisation et maximisation de puissance (3 semaines)
Classiques et intelligentes : La technique P&O, technique incrémentale, réseaux de neurone et logique floue…etc. ;

Chapitre IV : Gestion de puissance (4 semaines)

- Analyse des modes de fonctionnement des algorithmes d'optimisation et de gestion de puissance, efficacité énergétique (calcul).
- Evaluer le besoin énergétique du bâtiment et savoir proposer un organigramme adéquat pour la bonne gestion de puissance du bâtiment ;
- Définir les différents concepts de stratégie de gestion : à base de règle, à base de méthodes d'optimisation déterministe et à base de méthodes d'optimisation stochastique.

Chapitre V : Le bâtiment intelligent : définition et conception (2 semaines)
Donner un aperçu aux étudiant sur la conception et la mise en œuvre des techniques de gestion de puissance dans les bâtiments intelligents (carte d'acquisition et d'implémentation en temps réel), données technico-économiques.

Références bibliographiques

1. A. Garnier, « Le bâtiment à énergie positive », édition Eyrolles, 2012 ;
2. K. Beddiar, J. Lemale, « Bâtiment Intelligent et efficacité énergétique », édition Dunod, 2016 ;
3. D. L. Ha, « Un système avancé de gestion d'énergie dans le bâtiment pour coordonner production et consommation », thèse de Doctorat, université de Grenoble, 2008 ;
4. R. M. Badreddine, «Gestion Énergétique optimisée pour un bâtiment intelligent multi-sources multi-charges : différents principes de validations », thèse de Doctorat, université de Grenoble, 2012 ;
5. R. M. Noel, « Gestion de l'energieelectrique dans un tertiaire », éditions universitaires européennes, 2018.

Semestre: ..
UE Découverte Code : UED…
Matière : Réseaux électriques embarqués
VHS : 22h30 (cours: 1H30)
Crédits: 1
Coefficient: 1

Objectif de l'enseignement:

Un réseau électrique embarqué (cas de l'automobile, l'aviation, le train, le tramway, le navire, etc.), en opposition au réseau de distribution public, se différencie par une faible puissance de court-circuit et une alimentation de systèmes isolés. Même si la gestion de l'énergie dans ces systèmes est similaire à celle des grands systèmes interconnectés, leurs tailles et leurs masses nécessitent une gestion plus adaptée (choix du type d'alimentation (alternatif ou continu), niveau de tension à appliquer, règles de protection, architecture garantissant une fourniture optimale sur les charges). Cette matière permettra aux étudiants d'évaluer les similitudes et différences entre ces domaines de mobilité.

Connaissances préalables recommandées:

Connaissance sur les différentes sources d'énergies, les systèmes de stockage, les réseaux électriques AC et DC, la compatibilité électromagnétique.

Contenu de la matière:

Chapitre I : Réseaux électriques embarqués et leur évolution : (4 semaines)

- Etude de cas spécifiques : Voitures, avions, navires, tramways, réseaux industriels ou îlotés;
- Besoins énergétiques, évolution de la puissance embarquée, évolution vers des systèmes plus électriques, etc.

Chapitre II : Architecture et gestion de sources d'énergie de nature différente : (4 semaines)

Structure et dimensionnement de l'installation électrique (puissances nécessaires, longueurs des câbles,…), modes de distribution de la puissance électrique, systèmes de secours d'énergie (stockage), etc.

Chapitre III : Conception des réseaux électriques embarqués : (5 semaines)

Problématiques liés à l'utilisation des réseaux HVDC et HVAC, Couplage entre les équipements et le risque de stabilité, protection vis-à-vis des défauts (choix du régime de neutre et des protections associées, sélectivité des protections), qualité de la tension, gestion des régimes transitoires)

Chapitre IV : Normes standards de qualité des réseaux électriques embarqués : (2 semaines)

Qualité de l'électricité, problématique des harmoniques.

Références bibliographiques :

1. F. Barruel, « Analyse et conception des systèmes électriques embarqués. Application aux réseaux de bord d'avion », thèse de Doctorat, université Joseph Fourier, 2005 ;
2. C. Baumann : «Architecture et gestion d'un réseau continu maillé haute-tension pour l'aéronautique », thèse de Doctorat, université de toulouse, 2009 ;
3. G. Filliau, A. Bond, L. Maodier, « le navire tout électrique : Propulsion et production d'énergie », Technique de l'ingénieur, traité Génie électrique, D5-610, 2008 ;
4. K. Maalej, « Méthodes de gestion d'énergie pour un véhicule électrique hybride et un véhicule électrique à batteries utilisant l'estimation en ligne de la masse », thèse à l'université du Québec à trois-rivières, 2014 ;
5. M. Pacault, A. Bondu et, P. Letellier, « Navire électrique - Propulsion, distribution électrique et production d'énergie », Technique de l'ingénieur, D5610, 2016.

Semestre: ..
UE Découverte Code : UED…
Matière : Energies Renouvelables
VHS : 22h30 (cours: 1H30)
Crédits: 1
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement :

Permettre aux étudiants d'acquérir des connaissances théoriques sur les énergies renouvelables : gisement des sources des énergies renouvelables, types des systèmes de conversion des énergies renouvelables, et la conversion d'énergie pour chaque système de conversion à énergies renouvelables.

Connaissances préalables recommandées :

- Les principes de la thermodynamique,
- Les modes de transfert thermique,
- Les principes de la mécanique des fluides.

Contenu de la matière :

Chapitre I : Généralités sur les énergies renouvelables.

- Sources des énergies renouvelables,
- Types des énergies renouvelables.

Chapitre II : Systèmes de conversion éolien.

- Introduction au gisement éolien,
- Architecture des systèmes de conversion éolienne,
- Potentiel et conversion d'énergie.

Chapitre III : Systèmes de conversion photovoltaïque.

- Introduction au gisement solaire.
- Principe de la conversion photovoltaïque (effet photovoltaïque)
- Type des systèmes de conversion photovoltaïque.

Chapitre IV : Systèmes de conversion thermique.

- Capteurs solaires thermiques.
- Conversion d'énergie solaire thermique.

Chapitre V : Stockage, pile à combustibles et hydrogène

Chapitre VI : Applications.

Mode d'évaluation : Examen : 100%.

Références bibliographiques :

1. *Sabonnadière Jean Claude. Nouvelles technologies de l'énergie 1: Les énergies renouvelables, Ed. Hermès.*
2. *Gide Paul. Le grand livre de l'éolien, Ed. Moniteur.*
3. *A. Labouret. Énergie Solaire photo voltaïque, Ed. Dunod.*
4. *Viollet Pierre Louis. Histoire de l'énergie hydraulique, Ed. Press ENP Chaussée.*
5. *Peser Felix A. Installations solaires thermiques: conception et mise en œuvre, Ed. Moniteur.*
6. BentSorensen. Renewable Energy. Elsevier, UK, 2004.
7. Multon et al, Aérogénérateurs électriques », Techniques de l'Ingénieur, Traités de Génie Electrique, 2004
8. Hau, Wind-Turbines, Springer, 200**0**
9. J.F. Manwell, J,G. McGowan and A,L. Rogers , Wind energy explained theory ,design and application, University of Massachusetts, Amherst, USA

10. Gary L.Johnson, Wind energy systems, 2006
11. R. Patel Mukund, Wind and solar power systems, Taylor & Francis, 2006.
12. Anne Labouret, Michel Villoz, Energie solaire photovoltaïque, édition Dunod, 2005.
13. T. Markvart et L. Caslaner. Practical hand book of photovoltaics: fundamentals and applications. Elsevier, UK, 2003
14. Luis Castaner and Tom Markvart, Practical Handbook of Photovoltaics: Fundamentals and Applications, , Edition: Elsevier Science Ltd, 2003
15. M. Tissot, "Le guide de l'énergie solaire et photovoltaïque", Eyrolles, 2008.
16. *Beckman, W.A., Klein, S.A., Duffie, J.A., 1977, Solar Heating Design by the f-Chart Method, Wiley Interscience, N.Y*
17. *Duffie, J.A Beckman, W.A., 2006, Solar Engineering and Thermal Process, John Wiley & Sons, third Ed., N.**Y***