



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique
et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique

Mise A Jour Mai 2025

OFFRE DE FORMATION INGENIEUR D'ETAT

Spécifique aux bacheliers TM

Établissement	Faculté / Institut	Département

Domaine	Filière	Spécialité
Sciences et Technologies	Electrotechnique	Electricité Industrielle

Intitulé : *Electricité Industrielle*
Année universitaire

Etablissement :



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique
et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique

اللجنة البيداغوجية الوطنية
لميدان العلوم و التكنولوجيا
Comité Pédagogique
National du Domaine
Sciences et Technologies



عرض تكوين مهندسدولة

القسم	الكلية/ المعهد	المؤسسة

التخصص	الفرع	الميدان
	الهندسة الكهربائية	علوم وتكنولوجيا

Fiches d'organisation semestrielles des enseignements de la spécialité

*Intitulé : Electricité Industrielle
Année universitaire*

Etablissement :

Semestre 5 :

Semestre	Unité d'enseignement	Intitulés des matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume Horaire Hebdomadaire			VHS	Mode d'évaluation	
						Cours	TD	TP		Contrôle continu	Exam
5	UE Fondamentale Code: UEF5.1 Crédits:10 Coefficients: 6	Machines Electriques	IGE 5.1	6	4	1h30	3h00	1h30	90h00	40% (20%TD + 20%TP)	60%
		Théorie du champ Électromagnétique	IGE 5.2	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	UE Fondamentale Code: UEF5.2 Crédits:10 Coefficients: 6	Systèmes asservis linéaires continus	IGE 5.3	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20%TD + 20%TP)	60%
		Logiques séquentielles avancées	IGE 5.4	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20%TD + 20%TP)	60%
	UE Méthodologique Code : UEM 5.1 Crédits:7 Coefficients: 4	Schémas Electriques Industriels	IGE 5.5	3	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
		Méthodes numériques appliquées- Python		4	2	1h30		1h30	45h	40%	60%
	UE Découverte Code: UED 5.1 Crédits:1 Coefficients: 1	Production d'énergie électrique	IGE 5.7	1	1	1h30			22h30		100%
	UE Transversale Code: UET 5.1 Crédits:2 Coefficients: 2	Maintenance industrielle		1	1	1h30					
Anglais technique en relation avec la spécialité		IGE 5.8	1	1	1h30			22h30		100%	
Volume Horaire Total				30	19	13h30	07h30	07h30	427h30		

Semestre 6

Semestre	Unité d'enseignement	Intitulés des matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume Horaire Hebdomadaire			VHS	Mode d'évaluation	
						Cours	TD	TP		Contrôle continu	Exa me
6	UE Fondamentale Code :UEF 6.1 Crédits:11 Coefficients: 7	Réseaux électriques	IGE 6.1	6	4	1h30	3h00	1h30	90h00	40% (20%TD + 20%TP)	60%
		Electronique de puissance I	IGE 6.2	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20%TD + 20%TP)	60%
	UE Fondamentale Code: UEF 6.2 Crédits:14 Coefficients: 8	Régulation industrielle	IGE 6.3	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20%TD + 20%TP)	60%
		Micro-processeurs et Micro-contrôleurs	IGE 6.4	4	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
		Technique de haute tension	IGE 6.5	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20%TD + 20%TP)	60%
	UE Méthodologique Code : UEM 6.1 Crédits:4 Coefficients: 3	Capteurs et chaines de mesure	IGE 6.6	3	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
		Stage en entreprise	IGE 6.7	1	1	Volume horaire hors quota, Tutorat 1h30 TP				100%	
	UE Transversale Code: UET 6.1 Crédits:1 Coeff: 1	Entrepreneuriat et start-up	IGE 6.8	1	1	1h30			22h30		100%
Volume Horaire Total				30	19	10h30	7h30	10h30	405h00		

Semestre 7

Semestre	Unité d'enseignement	Intitulés des matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume Horaire Hebdomadaire			VHS	Mode d'évaluation	
						Cours	TD	TP		Contrôle continu	Examen final
7	UE Fondamentale Code : UEF 6.1 Crédits:9 Coefficients: 5	Commande électrique	IGE 7.1	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20%TD + 20%TP)	60%
		Réseaux de transport et distribution d'énergie électrique	IGE 7.2	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	UE Fondamentale Code: UEF 6.2 Crédits:13 Coefficients: 8	Electronique de puissance II	IGE 7.3	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20%TD + 20%TP)	60%
		Machines électriques approfondies	IGE 7.4	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20%TD + 20%TP)	60%
		Automatisme Industriels.1	IGE 7.5	3	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
	UE Méthodologique Code : UEM 6.1 Crédits:7 Coefficients: 5	Programmation Avancée en Python	IGE 7.6	2	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
		Protection des réseaux électriques	IGE 7.7	3	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
		Projet Personnel Professionnel	IGE 7.8	2	1	Volume horaire hors quota, Tutorat 1h30 TP				100%	
	UE Transversale Code: UET1.2 Crédits:1 Coefficients: 1	Normes en électrotechnique	IGE 7.9	1	1	1h30			22h30		100%
Volume Horaire Total				30	19	12h00	6h	10h30	427h30		

Semestre 8

Semestre	Unité d'enseignement	Intitulés des matières	Code	Crédits	Coefficient	Volume Horaire Hebdomadaire			VHS	Mode d'évaluation	
						Cours	TD	TP		Contrôle continu	Examen final
8	UE Fondamentale Code: UEF 8.1 Crédits:13 Coefficients: 7	Modélisation et optimisation des réseaux électrique	IGE 8.1	4	2	1h30		1h30	45h	40%	60%
		Modélisation et identification des machines électriques	IGE 8.2	4	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
		Systèmes asservis échantillonnés	IGE 8.3	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20%TD + 20%TP)	60%
	UE Fondamentale Code: UEF 8.2 Crédits:7 Coefficients: 4	Automatisme industriel.2	IGE 8.4	4	2	1h30		1h30	45h	40%	60%
		Qualité Energie et CEM		3	2	1h30	1h30				
	UE Méthodologique Code : UEM 8.1 Crédits:7 Coefficients: 5	Informatique Industrielle	IGE 8.5	3	2	1h30		1h30	45h	40%	60%
		Dimensionnements des installations industrielles	IGE 8.6	3	2	1h30		1h30	45h	40%	60%
		Stage en entreprise	IGE 8.7	1	1	Volume horaire hors quota, Tutorat 1h30 TP				100%	
	UE Transversale Code: UET 8.1 Crédits:3 Coefficients: 3	Eléments de l'IA appliquée		2	2	1h30		1h30	45h	40%	60%
		Respect des normes et règles d'éthique et d'intégrité	IGE 8.9	1	1	1h30			22h30		100%
Volume Horaire Total				30	19	13h30	3h	12h	427h30		

Semestre 9

Semestre	Unité d'enseignement	Intitulés des matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume Horaire Hebdomadaire			VHS	Mode d'évaluation	
						Cours	TD	TP		Contrôle continu	Examen final
9	UE Fondamentale Code: UEF19.1 Crédits:14 Coefficients: 8	Entraînements électriques réglés	IGE 9.1	5	3	1h30	1h30	1h30	90h00	40% (20%TD + 20%TP)	60%
		Conduite des réseaux électriques	IGE 9.2	5	3	1h30	1h30	1h30	45h00	40%	60%
		Conception des systèmes d'entraînements électriques		4	2	1h30		1h30		40%	60%
	UE Fondamentale Code :UEF 9.2 Crédits:9 Coefficients: 5	Conception en Electronique de Puissance	IGE 9.3	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20%TD + 20%TP)	60%
		Surveillance et diagnostic des systèmes électriques	IGE 9.4	4	2	1h30		1h30	45h	40%	60%
	UE Méthodologique Code : UEM 9.1 Crédits:3 Coefficients: 2	Réseaux Electriques Intelligents	IGE 9.5	3	2	1h30		1h30	45h	40%	60%
	UE Transversale Code: UET9.1 Crédits:4 Coefficients: 4	Hygiène et Sécurité industrielle	IGE 9.8	1	1	1h30			22h30		100%
		Reverse engineering		2	2	1h30		1h30	45h	40%	60%
		Recherche bibliographique et rédaction de mémoire	IGE 9.9	1	1	1h30			22h30		100%
Volume Horaire Total				30	19	13h30	4h30	10h30	427h30		

Semestre 10:

Le Projet de fin d'études (PFE) **obligatoirement en relation avec le secteur industriel ou dans une entreprise ou dans le cadre de l'arrêté 1275 (start up) est** sanctionné par un mémoire et une soutenance

	VHS	Coeff	Crédits
Travail Personnel			
Stage en entreprise			
Séminaires			
Autre (Encadrement)			
Total Semestre 10			

Ce tableau est donné à titre indicatif

Évaluation du Projet de Fin de Cycle d'Ingénieur

- 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

Programmes détaillés des matières du 5^{ème} semestre

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S 5	Machine Electriques		4	6	
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	1h30	3h	1h30		

Volume Horaire Hebdomadaire (VHH) :

Prérequis :

- Électricité générale et lois fondamentales appliquées aux circuits électriques.

Contenu de l'enseignement :

Chapitre 1 : Magnétostatique et circuits magnétiques (2 semaines)

- Lois et théorèmes fondamentaux
- Circuits magnétiques excités en courant continu
- Rôle d'un entrefer
- Circuits excités par des aimants permanents ou des courants alternatifs
- Production d'un champ dans l'entrefer d'une armature cylindrique
- Analogie électro-magnétique

Chapitre 2 : Transformateurs (3 semaines)

- Généralités et principe de fonctionnement (monophasé)
- Transformateur idéal et réel
- Force électromotrice induite, adaptation d'impédance
- Modèle de Kapp, chute de tension, rendement
- Transformateurs triphasés : types de couplage et indice horaire

Chapitre 3 : Machines à courant continu (4 semaines)

- Généralités et principe de fonctionnement
- Constitution, génératrice à courant continu
- Équations caractéristiques, force électromotrice, couple
- Modes d'excitation
- Moteur à courant continu : fonctionnement, bilan énergétique et rendement

Chapitre 4 : Machines synchrones (3 semaines)

- Notion de champ tournant, principe et constitution
- Fonctionnement en alternateur
- Réaction magnétique de l'induit
- Diagramme de Behn-Eschenburg
- Bilan énergétique et rendement

Chapitre 5 : Machines asynchrones (3 semaines)

- Principe et constitution

- Mise en équation, schéma monophasé équivalent
- Couple et caractéristiques mécaniques
- Bilan énergétique, rendement
- Diagramme du cercle simplifié

Contenu des Travaux Pratiques :

1. **TP n°1** : Circuits magnétiques
2. **TP n°2** : Essais à vide, en charge et en court-circuit d'un transformateur monophasé
3. **TP n°3** : Essai en charge d'un transformateur triphasé
4. **TP n°4** : Caractéristiques d'une génératrice à courant continu (excitation shunt, séparée, autoamorçage)
5. **TP n°5** : Caractéristiques d'un moteur à courant continu (excitation shunt, série, rhéostat de démarrage)
6. **TP n°6** : Caractéristiques en charge d'un moteur asynchrone
7. **TP n°7** : Détermination du diagramme circulaire d'une machine asynchrone
8. **TP n°8** : Alternateur – diagramme de fonctionnement

Mode d'évaluation :

- **Contrôle continu (TP+CC)** : 40 %
- **Examen final** : 60 %

Références bibliographiques :

1. Jacques Lesenne, Francis Notelet, Guy Segulier – *Introduction à l'électrotechnique approfondie*, Technique et Documentation, 1981
2. Pierre Mayé – *Moteurs électriques industriels*, Dunod, 2005
3. R. Annequin & J. Boutigny – *Cours de sciences physiques, Électricité 3*, Vuibert
4. M. Kouznetsov – *Fondements de l'électrotechnique*
5. H. Lumbroso – *Problèmes résolus sur les circuits électriques*, Dunod
6. J.-P. Perez, R. Carles, R. Fleekinger – *Électromagnétisme : Fondements et applications*, 6e éd., 1997
7. A. Fouillé – *Électrotechnique à l'usage des ingénieurs*, Dunod, 1963
8. M. Kostenko, L. Piotrovski – *Machines électriques*, Tomes 1 & 2, MIR, Moscou, 1979
9. Marcel Jufer – *Électromécanique*, Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 2004
10. A. E. Fitzgerald, Charles Kingsley Jr., Stephen D. Umans – *Electric Machinery*, McGraw-Hill, 2003
11. Edminster – *Théorie et applications des circuits électriques*, McGraw-Hill

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S 5	Théorie de champs		2	4	
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	1h30	1h30			

Pré-requis

Notions sur: -les sources des champs électrique et magnétique.
 - le champ et le potentiel électriques produits par une distribution de charge.
 - le champ magnétique produit par un courant électrique.

Objectifs

Cette matière permet à l'étudiant d'acquérir des notions avancées en électromagnétisme.

Contenu de la matière :**Chapitre.1 Rappels mathématiques (1 Semaine)**

- Analyse vectorielle et systèmes de coordonnées.

Chapitre.2. Electrostatique (3 semaines)

- Champs électrostatique dans le vide et dans les milieux diélectriques.

Chapitre.3. Magnétostatique (3semaines)

- Champ et induction magnétique, aimantation des milieux matériels et efforts électrodynamiques.

Chapitre. 4. Phénomène d'induction électromagnétique. (3 semaines)

- Hypothèse du quasi-stationnaire ; phénomène d'induction électromagnétique. Courants induits. Loi de Lenz.

Chapitre.5. Champs électromagnétiques en régimes variables (4 Semaines)

- Equations de Maxwell (Formulation locale et intégrale) ; vecteur de Poyting et énergie.
- Ondes Electromagnétiques dans le vide et dans les milieux matériels.

Mode d'évaluation : (type d'évaluation et pondération) CC : (TC+TP) 40%, Examen 60%

Références bibliographiques

- [1].Joseph A. Edminister, Electromagnétisme, cours et problèmes - Série Schaum.
- [2].Emile Durand : Electrostatique Tome 1 : les distributions; Tome2 : Problèmes généraux conducteurs.
- [3].Emile Durand : Magnétostatique
- [4].Paul Lorrain, Dale Corson, and François Lorrain, "Les Phénomènes électromagnétiques : Cours, exercices et problèmes résolus", 2002.
- [5].Garing, "Ondes électromagnétiques dans le vide et les milieux conducteurs: Exercices et problèmes corrigés", 1998.
- [6].Michel Hulin, "Nicole Hulin, and Denise Perrin, Equations de Maxwell: ondes électromagnétiques. Cours, exercices et problèmes résolus", 1998.

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	Crédits	Code
S5	Asservissements [Systèmes asservis linéaires et continus]	3	5	
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
45h	1h30min	01h30min	1h30	

Prérequis :

Mathématiques de base (Algèbre, Calcul intégral et différentiel, Analyse, complexes, ...).
Notions fondamentales de traitement du signal, d'électronique de base (circuits linéaires).

Objectifs :

- Passer en revue les propriétés des structures de commande des systèmes linéaires continus,
- Aborder les modèles des systèmes dynamiques de base.
- Explorer les outils d'analyse temporelle et fréquentielle des systèmes de bases.

Contenu de l'enseignement :**Chapitre 1 : Introduction aux systèmes asservis (2 semaines)**

- Historique des systèmes de régulation automatique,
- Terminologie et définition, Concept de systèmes,
- Comportement dynamique, Comportement statique, Systèmes statiques, Systèmes dynamiques,
- Systèmes linéaires, Exemples introductifs, Systèmes en boucle ouverte, Systèmes en boucle fermée,
- Principaux éléments d'une chaîne d'asservissement, Raisonnement d'un asservissement,
- Performances des systèmes asservis.

Chapitre 2 : Modélisation des systèmes:(2 semaines)

- Représentation des systèmes par leurs équations différentielles,
- Transformée de Laplace, de l'équation différentielle à la fonction de transfert,
- Blocs fonctionnels et sous-systèmes, Règles de simplification,
- Représentation des systèmes dynamiques par les graphes de fluence, Règle de Masson,
- Calcul des fonctions de transfert des systèmes bouclés.

Chapitre 3 : Réponses temporelles des systèmes linéaires :(2 semaines)

- Définition de la réponse d'un système, Régime transitoire, Régime permanent, Notions de stabilité,
- Rapidité et précision statique, Réponse impulsionnelle (1^{er} et 2^{eme} ordre),
- Caractéristiques temporelles,
- Réponse indicielle (1^{er} et 2^{eme} ordre) des systèmes du premier et du second ordre à partir de la réponse temporelle,
- Systèmes d'ordre supérieur, Influence des pôles et des zéros sur la réponse d'un système

Chapitre 4 : Réponses fréquentielles des systèmes linéaires(3 semaines)

- Définition, Diagramme de Bode et de Nyquist
- Caractéristiques fréquentielles des systèmes dynamiques de base (1^{er} et 2^{eme} ordre), Marges de phase et de gain.

Chapitre 5 : Stabilité et précision des systèmes asservis(3 semaines)

- Définition, Conditions de stabilité,

- Critère algébrique de Routh-Herwitz, Critères du revers dans les plans de Nyquist et Bode, Marges de stabilité,
- Précision des systèmes asservis, Précision statique, Calcul de l'écart statique,
- Précision dynamique, Caractérisation du régime transitoire

Chapitre 6 : Représentation d'état des systèmes asservis (3 semaines)

État d'un système et variables d'état, Résolution des équations d'état, Commandabilité d'un système, Observabilité de l'état d'un système, Relation entre la représentation d'état et la fonction de transfert d'un système, représentation d'état des systèmes, Correction des systèmes asservis dans l'espace d'état. synthèse des observateurs d'état.

Travaux Pratiques

TP 1 : Etude des comportements des systèmes 1^{er} ; 2^{ème} et 3^{ème} ordre

Simulation analogique et informatique, Mesurer les paramètres qui caractérisent les différentes réponses : temps de montée ; temps de réponse ; 1^{er} dépassement maximum, temps de pic et précision, Observer la réponse d'un système instable

TP 2 : Réponses fréquentielles et identification des systèmes

Détermination des caractéristiques fréquentielles d'un asservissement, dans le but d'identifier la fonction de transfert d'un système. Application sur un moteur.

TP 3 : Asservissement de position d'un moteur à CC, différence entre position et vitesse.

L'influence du gain sur la stabilité et sur l'erreur statique du système. L'influence de la contre-réaction de vitesse sur le comportement du système.

TP 4 : Asservissement de la vitesse d'un moteur à courant continu

Le fonctionnement des éléments et du système asservi en boucle ouverte et fermée, L'influence du gain sur la stabilité du système, L'influence du gain et de la charge sur l'erreur statique du système, L'influence de la contre-réaction de courant sur le comportement dynamique du système.

Modalités d'évaluation : Contrôle continu : (20% ; TP 20 % ; Examen final : 60 %).

Références bibliographiques :

1. Norman, S Nise, Control Systems Engineering ; John Wiley & Sons; 8th EMEA edition (May 17, 2019)
2. Katsuhiko Ogata, Modern Control Engineering: Fifth Edition Kindle Edition ; 2020
3. E. K. Boukas, Systèmes asservis, Editions de l'école polytechnique de Montreal, 1995.
4. P. Clerc. Automatique continue, échantillonnée : IUT Genie Electrique-Informatique
5. Industrielle, BTS Electronique- Mécanique-Informatique, Editions Masson (198p), 1997.
6. Ph. de Larminat, Automatique, Editions Hermes 2000.
7. P. Codron et S. Leballois, Automatique : systemes lineaires continus, Editons Dunod 1998.
8. Y. Granjon, Automatique : Systemes lineaires, non linéaires, a temps continu, a temps discret, representation d'etat, Editions Dunod 2001.
9. M. Rivoire et J.-L. Ferrier, Cours d'Automatique, tome 2 : asservissement, regulation, commande analogique, Editions Eyrolles 1996.
10. Y. Thomas, Signaux et systèmes linéaires : exercices corrigés, Editions Masson 1993.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S 5	Logique Séquentielle Avancée		2	3	
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	1h30		1h30		

Contenu de la matière

Chapitre I : Systèmes de numération et codage de l'information (2 semaines)

- Représentation des nombres : binaire, hexadécimal, DCB, binaire signé et non signé
- Conversion entre bases
- Codes non pondérés : code de Gray, code ASCII
- Introduction aux codes détecteurs et correcteurs d'erreurs (code de parité, Hamming)
- Opérations arithmétiques élémentaires en binaire (addition, soustraction, multiplication)

Chapitre II : Algèbre de Boole et simplification des fonctions logiques (2 semaines)

- Variables logiques, opérateurs de base : AND, OR, NOT, NAND, NOR, XOR
- Lois fondamentales de l'algèbre de Boole et théorèmes (dont De Morgan)
- Fonctions logiques complètes et incomplètes
- Représentation des fonctions : tables de vérité, expressions algébriques, cartes de Karnaugh
- Simplification par méthode algébrique et par Karnaugh (2 à 4 variables)

Chapitre III : Technologie des circuits logiques intégrés (3 semaines)

- Caractéristiques des signaux logiques : conventions, seuils, niveaux de tension
- Introduction aux familles logiques : TTL, CMOS (comparaison, avantages/inconvénients)
- Étude des portes logiques : sortie totem-pole, collecteur ouvert, trois états
- Concepts d'intégration : circuits SSI, MSI, LSI
- Limitations physiques : retard de propagation, consommation, immunité au bruit

Chapitre IV : Circuits combinatoires (3 semaines)

- Présentation générale des circuits combinatoires et distinction avec les circuits séquentiels
- Étude détaillée :
 - Décodeurs et encodeurs (y compris encodeurs de priorité)
 - Multiplexeurs et démultiplexeurs
 - Comparateurs
 - Générateurs et vérificateurs de parité
 - Circuits arithmétiques : additionneurs, soustracteurs, additionneur complet
- Réalisation de fonctions logiques combinatoires complexes à partir de modules standards
- Techniques de mise en cascade et de hiérarchisation

Chapitre V : Circuits séquentiels de base – les bascules (3 semaines)

- Transition combinatoire → séquentiel : introduction à la mémoire et à la synchronisation
- Étude approfondie des bascules :
 - Bascule RS, RST, D, JK, T, Maître-esclave
 - Table de vérité, chronogrammes, conditions de fonctionnement, états interdits
- Applications pratiques :
 - Diviseur de fréquence
 - Générateur de train d'impulsions
 - Mémoire un bit

- Analyse des limitations : métastabilité, temps de propagation, setup/hold time

Chapitre VI : Circuits séquentiels complexes – les compteurs (3 semaines)

- Concepts généraux : horloge, synchronisme, état initial, rétroaction
- Classification :
 - Compteurs synchrones vs asynchrones
 - Compteurs réguliers vs irréguliers
 - Compteurs complets vs incomplets, modulo-n
- Conception de compteurs à l'aide de bascules JK, D ou RS
- Compteurs programmables, chargement parallèle, remise à zéro, comptage bidirectionnel
- Analyse et dessin des chronogrammes associés
- Introduction aux registres à décalage et aux machines à états finis (FSM – aperçu)

Travaux Pratiques (Recommandés)

TP n°1 : Représentation et manipulation des codes numériques

- Objectifs :
 - Manipuler les systèmes de numération (binaire, hexadécimal, décimal, DCB)
 - Effectuer des conversions inter-bases
 - Encoder/décoder avec les codes ASCII, Gray, parité
- Outils : simulateur numérique, tableur, logiciel de simulation type Logisim ou Proteus

TP n°2 : Simplification et réalisation de fonctions logiques

- Objectifs :
 - Établir la table de vérité d'une fonction logique
 - Simplifier une fonction via Karnaugh
 - Réaliser la fonction avec des portes logiques (TTL ou simulation)
- Réalisation d'un mini-projet : alarme codée à 3 entrées

TP n°3 : Étude des circuits combinatoires standards

- Objectifs :
 - Utiliser décodeurs, multiplexeurs, additionneurs 1 bit
 - Assembler plusieurs composants pour une fonction complexe (ex : additionneur 4 bits, comparateur)
- Mise en cascade et applications pratiques

TP n°4 : Étude et simulation des bascules (RS, D, JK, T)

- Objectifs :
 - Expérimenter le fonctionnement des différentes bascules
 - Observer les chronogrammes sur simulateur ou oscilloscope logique
 - Étudier les phénomènes de rebonds, de métastabilité et leurs solutions
- Applications : mémorisation d'un état, diviseur de fréquence

TP n°5 : Conception de circuits séquentiels simples à base de bascules

- Objectifs :
 - Construire des circuits avec transition d'état (type FSM simple)
 - Réaliser un générateur d'impulsions, un clignotant ou séquenceur
 - Identifier l'impact du signal d'horloge
- Approche projet : réaliser un séquenceur de feu tricolore

TP n°6 : Compteurs binaires asynchrones et synchrones

- Objectifs :
 - Réaliser des compteurs synchrones et asynchrones à l'aide de bascules

- Étudier la propagation du signal d'horloge (retards)
- Mesurer la fréquence de division et observer les chronogrammes
- Réalisation de compteurs modulo-n (ex : compteur modulo 10)

TP n°7 : Compteurs programmables et compteurs décréentiels

- Objectifs :
 - Concevoir un compteur à chargement parallèle avec démarrage à état initial donné
 - Compteurs up/down (montants/descendants)
 - Étude d'un compteur régulier/incomplet
- Projet : horloge numérique élémentaire (HH:MM)

TP n°8 : Introduction aux registres à décalage et machine à états finis

- Objectifs :
 - Étudier le fonctionnement d'un registre à décalage (SIPO, PISO)
 - Créer une machine de Moore ou de Mealy simple
 - Appliquer le concept de séquençement avec états mémoire
- Projet possible : contrôle d'un verrouillage de porte codée

Modalités d'évaluation : CC 20% TP20% Examen final : 600 %

Références bibliographiques :

1. Letocha, *Introduction aux circuits logiques*, McGraw Hill
2. J.C. Lafont, *Cours et problèmes d'électronique numérique*, Ellipses
3. R. Delsol, *Électronique numérique*, Tomes 1 & 2, Berti
4. P. Cabanis, *Électronique digitale*, Dunod
5. M. Gindre, *Logique combinatoire*, Ediscience
6. C. Brie, *Logique combinatoire et séquentielle*, Ellipses
7. R. Katz, *Contemporary Logic Design*, 2nd ed., Prentice Hall, 2005
8. J.-P. Ginisti, *La logique combinatoire*, PUF, « Que sais-je ? », n°3205
9. H. Curry, *Combinatory Logic II*, North-Holland, 1972
10. J.-L. Krivine, *Lambda-calcul, types et modèles*, Masson, 1990
11. M. Gindre, *Électronique numérique : logique combinatoire et technologie*, McGraw Hill, 1987

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S5	Schémas et Appareillages électriques		2	3	
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	1h30		1h30		

Pré-requis

Électricité, et fondamentaux de l'électrotechnique.

Objectifs

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

Contenu de la matière**Chapitre 1 Généralités sur l'appareillage électrique**

- Défauts et anomalies de fonctionnement
- rôle et classification des protections
- fonctions de base de l'appareillage, le sectionnement, la commande, la protection,
- classification de l'appareillage, choix de l'appareillage, caractéristiques d'un appareillage électrique, protection de l'appareillage, classes des matériels électriques,
- dispositions de protection.

Chapitre 2 Appareillage de sectionnement et de commande

- Les interrupteurs (définition, rôle et caractéristique).
- Les sectionneurs (définition, rôle et caractéristique).
- Les commutateurs (définition, rôle et caractéristique).
- Les contacteurs (définition, rôle et caractéristique).

Chapitre 3 Appareillage de protection

- Les Fusibles (rôle et fonctionnement, types).
- Les relais (définition, rôle, types et caractéristiques).
- Les disjoncteurs (définition, rôle, types et caractéristiques).

Chapitre 4 Élaboration des schémas électriques

- Symboles normalisés de l'appareillage électrique.
- Classification des schémas selon le mode de représentation.
- Règles et normes d'établissement d'un schéma électrique (exemple des schémas de commande et de puissance).
- Conventions et normalisation.

Chapitre 5 Circuits d'éclairage

- Montage simple allumage, montage double allumage, montage Va et Vient et montage avec télé rupteur et minuterie (raccordé en 03 et 04 fils).

Chapitre 6 Modes de démarrage et de freinage des moteurs asynchrones triphasés

- Choix du type de démarrage et de freinage des moteurs asynchrones triphasés.
- Démarrage direct d'un moteur asynchrone triphasé avec un seul Sens de rotation (Principe de fonctionnement, Schéma de puissance et de commande, protection et domaine d'utilisation).
- Démarrage directe d'un moteur asynchrone triphasé avec deux sens de marche rotation (Principe de fonctionnement, Schéma de puissance et de commande, protection et domaine d'utilisation).

- Démarrage Etoile-Triangle d'un moteur asynchrone triphasé (utilisations du démarrage étoile triangle, principe de fonctionnement, Schéma de puissance et de commande ; protection et domaines d'utilisation).
- Les différents modes de freinage des moteurs asynchrones triphasés.

Travaux Pratiques

TP1: Circuits d'éclairage (montages simple, double allumage et Va et Vient, montages avec télérupteur et avec minuterie, montage de prise de courant).

TP2: Commande manuelle d'un discontacteur par interrupteur, par un ou plusieurs boutons poussoirs.

TP 3 : Démarrage d'un moteur asynchrone triphasé à cage un seul sens de marche avec lampes de signalisation (marche et arrêt).

TP 4 : Démarrage d'un moteur asynchrone triphasé avec deux sens de marche.

TP 5 : Démarrage étoile/triangle d'un moteur asynchrone triphasé.

TP 6 : Un TP sur le mode freinage d'un moteur asynchrone triphasé.

Mode d'évaluation: Contrôle continu (20%TD+20%TP), Examen 60%

Références bibliographiques

- [1]. <http://www.yesss-fr.com/tech/symboles-electriques.php>
- [2]. <http://www.repereelec.fr/dm2sm.htm>
- [3]. Legrand, Guide de l'électricité, Legrand, 2021
- [4]. « Mémento de schémas électriques », Thierry Gallauziaux, David Fedullo Edition Eyrolles, collection : Les cahiers du bricolage ; 2009 (2e édition)
- [5]. « Le Schéma Electrique » ,Hubert Largeaud, Edition Eyrolles – 1991(-3ème Édition)
- [6]. Christophe Prévé-, "Protection des réseaux électriques", Hermès,Paris,1998.
- [7].S. H. Horowitz, A.G. Phadke, "Power System Relaying", second edition, John Wiley & Sons, 1995.
- [8].Jacques Marie Broust, Appareillages et installations électriques industriels, Dunod, 2023
- [9].Schneider, Guide de l'installation électrique, Schneider, 2017.
- [10] L. Féchant, "Appareillage électrique à BT, Appareils de distribution", Techniques de l'Ingénieur, traité Génie électrique, D 4 865.
- [11]T. Wildi, Électrotechnique Troisième édition, Les presses de l'université de Laval, 2000.

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	Crédits	Code
S5	Méthodes numériques appliquées - Python	2	3	

VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques
45H	1h30		1h30

Pré-requis :

Les matières dispensées en TC-ST : Analyse numérique 1 et 2 ; Informatique 1,2,3,4

Objectifs :

Ce cours est une consolidation des connaissances acquises dans les semestres 1, 2,3et 4 en analyse numérique et en informatique. Après des rappels sur la programmation en langage Python et des méthodes numériques nécessaires pour la résolution de certains problèmes liés à l'électrotechnique, les étudiants auront à développer sous forme de travaux pratiques des programmes en Python pour leurs résolutions.

Le présent programme a principalement pour objectifs :

- Consolider les connaissances déjà acquises durant les semestres antérieurs en analyse numérique et en informatique par le développement de programmes en Python pour la résolution des problèmes en analyse numérique.
- Résolution des équations aux dérivées partielles
- Programmation et test de quelques méthodes d'optimisation

Contenu de la matière :**Chapitre 1. Rappels sur la programmation sous Python (une semaine)**

I.1 Introduction à Python

I.2 Types de données et expressions

I.3 Instructions conditionnelles

I.3 Instructions répétitives (boucles)

I.4 Les fonctions et procédures- Variables Locales- Variables globales

I.5 Les fichiers (lectures et écritures)

I.6 Graphisme

I.7 Bibliothèques NumPySciPymathplotlib

Chapitre 2. Méthodes de résolution des systèmes d'équations(3 semaines)

II.1 Méthodes de résolution des équations non linéaires

II.2 Méthodes de résolution des systèmes d'équations linéaires

II.3 Les Méthodes de résolution des systèmes d'équations non linéaires (méthodes Jordan,Gauss Seidel Newton et méthode d'optimisation)

Chapitre 3. Méthodes de résolution des systèmes d'équations différentielles (3 semaines)

II.4 Méthodes de résolution des équations différentielles ordinaires du 1^{er} ordre, application pour la résolution des systèmes d'équations différentielles ordinaires d'ordre supérieur à 1.

Chapitre 4. Résolution des équations aux dérivées partielles (4 semaines)

Différences finis, éléments finis

Chapitre 5. Méthodes d'optimisation : déterministes et stochastiques (4 semaines)

Travaux Pratiques :

- TP1 Résolution des équations non-linéaires
- TP2 Résolution des systèmes linéaires : Méthodes directes ; Méthodes itératives
- TP3 Résolution des équations et systèmes d'équations différentielles ordinaires
- TP4 Résolution des équations aux dérivées partielles
- TP5 Méthodes d'optimisation
- Projet pour la résolution d'un problème lié à l'électrotechnique basé sur la programmation en Python.

Ces projets sont attribués aux étudiants au début de semestre pour qu'ils les préparent pour les présenter avant la fin du semestre

Références bibliographiques :

[1] Michaël Baudin, Méthodes numériques avec Python Théorie, algorithmes, implémentation et applications avec Python 3 édition Dunod 2023

[2] Q. Kong, T. Siau, A Bayen, Python programming and numerical methods.
<https://pythonnumericalmethods.studentorg.berkeley.edu/notebooks/Index.html>

[3] J. Kiusalaas, Numerical Methods in Engineering with Python 3, Cambridge university Press 2013

[4] André Fortin, analyse numérique pour ingénieurs, Presses internationales Polytechnique (2011).

Site de téléchargement : <https://www.python.org/downloads/>

Site documentation officielle de Python : docs.python.org

[5] G.Allaire, Analyse Numérique et Optimisation, Edition de l'école polytechnique,2012

[6] Computational methods in Optimization, Polak , Academic Press,1971.

[7] Optimization Theory with applications, Pierre D.A., Wiley Publications,1969.

[8] Taha, H. A., Operations Research: An Introduction, Seventh Edition, Pearson Education Edition, Asia, New Delhi ,2002.

[9] S.S. Rao,"Optimization – Theory and Applications", Wiley-Eastern Limited, 1984.

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu 40%, Examen 60%,

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S 5	Maintenance industrielle		1	1	
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
22h30	1h30				

Pré-requis

Statistiques et probabilités, appareillages, mesures et instrumentation.

Objectifs

A l'issue de ce cours l'étudiant sera en mesure d'assimiler les principes fondamentaux de la maintenance industrielle, son application à divers contextes de service, à toutes les technologies de matériel et à tous les types de structures industrielles.

Contenu de la matière**Chapitre 1 Introduction à la maintenance (1 semaine)**

- Historique et évolution de la maintenance ; Définitions et types de maintenance.
- Niveaux de maintenance.

Chapitre 2 Le service maintenance dans l'entreprise (3semaines)

- Organigramme du service maintenance.
- La relation production/maintenance.
- Les fonctions maintenance (méthodes, ordonnancement et réalisation).
- Gestion des Interventions.
- Le circuit de communication (DT, OT, BT, etc.)

Chapitre 3 Gestion du matériel et de la documentation technique (3semaines)

- Nature et classification du matériel.
- Inventaire du parc matériel (découpage fonctionnel, analyse structurelle, fiche technique, codification, etc.).
- Documentation technique ; Les garanties.

Chapitre 4 Introduction à la GMAO (4 semaines)

- Historique de l'informatisation de la maintenance.
- *Smart*-maintenance.
- Les modules de base de la GMAO; Apports de la GMAO.

Chapitre 5 Généralités sur la sûreté de fonctionnement (4semaines)

- Concepts et définitions.
- Fiabilité, maintenabilité, disponibilité et sécurité.
- Enjeux de la sûreté de fonctionnement.
- Apport de la maintenance à la sûreté de fonctionnement.

Modalités d'évaluation : Examen final : 100 %

Références bibliographiques:

- [1] Monchy, François, and Claude Kojchen. Maintenance-5e éd.: Outils, méthodes et organisations efficaces. Dunod, 2019.
- [2] Heng, Jean. Pratique de la maintenance préventive-4e éd. Dunod, 2023.
- [3] Procaccia, Henri, Eric Fertou, and Marc Procaccia. Fiabilité et maintenance des matériels industriels réparables et non réparables. Lavoisier, 2011.
- [4] Lasnier, Gilles. Sûreté de fonctionnement des équipements et calculs de fiabilité. Lavoisier, 2011.
- [5] Lyonnet, Patrick. Maintenance planning: Methods and mathematics. Springer Science & Business Media, 2013.

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	Crédits	Code
S5	Production de l'énergie	1	1	
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
22h30min	1h30			

Contenu de l'enseignement

Chapitre 1 – Généralités sur la production d'électricité

- Historique mondial et national (Algérie) de la production d'énergie électrique.
- Transition énergétique : notions d'éco-conception, développement durable.
- Comparaison entre les énergies renouvelables et non renouvelables.
- Enjeux économiques, environnementaux et géopolitiques liés à l'énergie.

Chapitre 2 – Les centrales thermiques

- **Centrales thermiques à vapeur :**
 - Principe de fonctionnement : circuit eau-vapeur, turbines, chaudières, condenseurs.
 - Étude des cycles thermodynamiques : Carnot, Rankine, Hirn, resurchauffe et soutirages.
 - Rendement global, facteurs de pertes, critères de choix de site.
- **Centrales à turbines à gaz :**
 - Fonctionnement, cycle de Joule.
 - Centrales à cycles combinés : turbines gaz + vapeur.

Chapitre 3 – Les groupes électrogènes

- Définition, constitution d'un groupe électrogène.
- Types de générateurs (essence, diesel).
- Applications (secours, sites isolés).

Chapitre 4 – Les centrales nucléaires

- Principe de la fission nucléaire, fonctionnement d'une centrale.
- Types de réacteurs : REP, CANDU, surgénérateurs.
- Combustible nucléaire, traitement, vitrification, stockage.
- Risques et sécurités : radioprotection, confinement, accidents (Tchernobyl, Fukushima).
- Enjeux environnementaux et réglementaires.

Chapitre 5 – Les centrales hydrauliques

- Énergie hydraulique et marémotrice.
- Types : au fil de l'eau, barrage, station de pompage-turbinage.
- Principaux composants : barrage, conduite forcée, turbine, alternateur.
- Calcul de puissance disponible et efficacité.

Chapitre 6 – L'énergie éolienne

- Introduction aux aérogénérateurs : fonctionnement, composants (pales, génératrice, nacelle).
- Différents types d'éoliennes : axe horizontal / vertical.

- Calcul de la puissance extraite du vent.
- Intégration au réseau électrique.

Chapitre 7 – L'énergie solaire

- Systèmes photovoltaïques : principe, rendement, architecture.
- Différence entre systèmes isolés et raccordés au réseau.
- Comparaison avec le solaire thermique.
- Avantages/inconvénients, stockage de l'énergie solaire.

Chapitre 8 – Les piles à combustible

- Définition, principe de fonctionnement (réaction électrochimique).
- Types de piles : PEMFC, SOFC, PAFC, AFC.
- Applications : véhicules, production stationnaire.
- Rendement, bilan environnemental.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S5	Anglais technique en relation avec la spécialité		1	1	
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
22h30	1h30				

Recommended prior knowledge:

- Basic English vocabulary and grammar
- Fundamental knowledge of electrical systems

Course Objectives:

The objective of this course is to strengthen fundamental knowledge of the English language and to introduce and familiarize the student with technical vocabulary, particularly in the field of electrical engineering. At the end of this course, the student will have acquired the necessary knowledge that allows him to write and present a technical or scientific report in English.

Course content:**Chapter 1: Reminder on grammar: common tenses in academic writing (4 weeks)**

- Present simple and present continuous.
- Past simple and past continuous.
- Present perfect and present perfect continuous.
- Past perfect and past perfect continuous.

Chapter 2: Remainder on English for mathematics (3 weeks)

- Equations writing and spelling

Chapter 3: Terminology of electrical engineering (3 weeks)

- Conductors/insulators/semiconductors.
- Circuits elements.
- Power electronics elements.
- Electric Machines elements.
- Control systems Elements.

Chapter 4: Technical writing and presentation (4 weeks)

- Electric system description.
- Technical report writing and presentation.

Evaluation method : Final Exam: 100%.

References:

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. P.T. Danison, Guide pratique pour rédiger en anglais : usages et règles, conseils pratiques, Editions d'Organisation 2007.
5. A. Chamberlain, R. Steele, Guide pratique de la communication : anglais, Didier 1992.
6. R. Ernst, Dictionnaire des techniques et sciences appliquées : français-anglais, Dunod 2002.
7. J. Comfort, S. Hick, and A. Savage, Basic Technical English, Oxford University Press, 1980.
8. E. H. Glendinning and N. Glendinning, Oxford English for Electrical and Mechanical Engineering, Oxford University Press 1995.
9. T. N. Huckin, and A. L. Olsen, Technical writing and professional communication for nonnative speakers of English, Mc Graw-Hill 1991.
10. J. Orasanu, Reading Comprehension from Research to Practice, Erlbaum Associates 1986.

Programmes détaillés des matières du 6^{ème} semestre

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S 6	Conversion d'énergie		3	5	
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
67h30	1h30	3h			

Contenu de la matière

Chapitre I : Généralités sur les réseaux électriques

- Organisation du réseau électrique.
- Centrales électriques.
- Postes électriques : transformateurs de puissance, transformateurs de mesure (courant et tension), disjoncteurs, sectionneurs, autres appareillages d'un poste.
- Autres éléments du réseau : supports, câbles conducteurs, lignes aériennes, lignes souterraines, câbles de garde, jeux de barres, isolateurs.
- Centre de dispatching.

Chapitre II : Modes de transport, répartition et distribution de l'énergie électrique

- Description des réseaux électriques (structure, niveaux de tension).
- Topologie des réseaux électriques : postes sources HT/MT, réseaux MT, postes HTA/BT, réseaux BT.

Chapitre III : Modélisation des lignes électriques

- Caractéristiques longitudinales : résistance, réactance longitudinale, notion de rayon moyen géométrique (RMG) et distance moyenne géométrique (DMG).
- Caractéristiques transversales : réactance transversale, conductance due à l'effet couronne.
- Calcul des réseaux électriques : équations générales de fonctionnement, circuits équivalents, calcul de la chute de tension, effet Ferranti.
- Puissance transmise et compensation du facteur de puissance dans les lignes.

Chapitre IV : Transformateurs et système d'unités relatives

- Rappels sur les transformateurs monophasés et triphasés : modélisation, détermination des paramètres, couplage des transformateurs (types et choix).
- Mise en parallèle des transformateurs triphasés : intérêt, conditions, indice horaire.
- Principaux types de transformateurs : transformateurs de mesure de courant, de tension, régulateurs en charge, déphaseurs, à trois enroulements, autotransformateurs.
- Système d'unités relatives : grandeurs de base (puissance, tension, impédance), choix de la base, changement de base.

Chapitre V : Calcul des courants de court-circuit

- Calcul des courants de court-circuit : causes, conséquences, types, notion de court-circuit symétrique et asymétrique.
- Calcul à l'aide des composantes symétriques : méthode, construction des réseaux séquentiels.
- Impédances équivalentes des éléments du réseau.

Travaux Pratiques (TP)

TP n°	Intitulé	Objectifs
TP1	Étude d'un poste électrique	Identifier les composants d'un poste et leur rôle. Manipuler un logiciel de simulation pour comprendre le fonctionnement global.
TP2	Modélisation d'une ligne de transport	Calculer les paramètres d'une ligne (R, L, C) en utilisant des données géométriques. Mise en œuvre sur logiciel de calcul (Matlab ou équivalent).
TP3	Simulation d'un réseau de distribution	Étudier une architecture HT/MT/BT sous forme simulée. Identifier les pertes et les chutes de tension.
TP4	Étude d'un transformateur triphasé	Mesurer les paramètres d'un transformateur (tension à vide, court-circuit). Expérimenter différents couplages.
TP5	Analyse de défauts et calcul de court-circuit	Identifier les types de défauts et simuler les courants de court-circuit à l'aide d'un logiciel de simulation (ETAP, Simulink, etc.).
TP6	Compensation de puissance réactive	Étude de l'effet de la compensation sur le facteur de puissance. Utilisation de batteries de condensateurs.

Références bibliographiques

1. Debaprya Das, *Electrical Power System*, Indian Institute of Technology, New Delhi, 2006.
2. John J. Grainger, William D. Stevenson Jr., *Power System Analysis*, North Carolina State University, 1994.
3. J. Duncan Glover, Mulukutla S. Sarma, Thomas J. Overbye, *Power System Analysis and Design*, 5th Edition, SI, Cengage Learning, USA, 2008.
4. J. Lewis Blackburn, *Symmetrical Components for Power Systems*, Ohio State University, 1993.
5. Jean-Pierre Muratet, *Éléments économiques et de planification pour les réseaux de transport et de distribution d'électricité*, ALSTOM, 1998.
6. Serge Pichot, *Lignes de transport HT*, FCIS AAE Transmission, 1998.
7. Daniel Noel, *Postes MT/BT*, ALSTOM, 1998.
8. Schneider Electric, *Guide de conception des réseaux électriques industriels T&D : Architecture des réseaux électriques*, Réf. 6 883 427/A.
9. Schneider Electric, *Guide de conception des réseaux électriques BT : Transformateur, définitions et paramètres caractéristiques*, Réf. B92.
10. *La GRTE : Organisation et missions*, 10e Conférence Nationale sur la Haute Tension (CNHT16), mai 2016.
11. Avril Charles, *Construction des lignes aériennes à haute tension*, Éditions Eyrolles, Paris, 1974.
12. Souad Chebbi, *Défauts dans les réseaux électriques*, support pédagogique, Université Virtuelle de Tunis.
13. *Électrotechnique*, 2e édition, Presses internationales polytechniques, 1999.
14. J. C. Gianduzzo, *Cours et TD d'électrotechnique*, Université de Bordeaux 1.
15. L. Lasne, *L'électrotechnique pour la distribution d'énergie*, Université de Bordeaux 1, 2004.
16. T. Wildi, *Électrotechnique*, 3e édition, Presses de l'Université Laval, 2000.
17. N. Hadjsaid, J. C. Sabonnadière, *Lignes et Réseaux Électriques 1 : Lignes d'énergie électrique*, Éditions Hermès - Lavoisier, 2007.
18. B. Demetz-Noblat, *Analyse des réseaux triphasés en régime perturbé à l'aide des composantes symétriques*, Cahier technique Schneider n°18, 2002.

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	Crédits	Code
S5	Electronique de Puissance	2	3	
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
45h	01h30min	01h30min		

Pré requis

Electricité générale, Electrotechnique fondamentale, les composants semi-conducteurs de puissance.

Objectifs

Connaître les principes de base de l'électronique de puissance. Connaitre le principe de fonctionnement et l'utilisation des composants semi-conducteurs de puissance. Maîtriser le fonctionnement des principaux convertisseurs statiques. Acquérir les connaissances de base pour un choix technique suivant le domaine d'applications d'un convertisseur statique de puissance.

Contenu de la matière**Chapitre 1. Introduction à l'électronique de puissance****3 semaines**

Introduction à l'électronique de puissance, son rôle dans les systèmes de conversion d'énergie électrique. Classification des convertisseurs statiques (selon le mode de commutation, selon le mode de conversion). Grandeurs périodiques non sinusoïdales (valeurs efficaces, moyennes, facteur de forme, taux d'ondulation. THD ;...). Etude des caractéristiques statiques et dynamiques des différents composants semi-conducteurs de puissance. Définition des différents modes de commutation.

Chapitre 2. Conversion AC - DC**3 semaines**

Redressement monophasé commandés et non commandés, type de charge R, RL, RLE., Redresseurs-triphasé commandés et non commandés, types de charge R,RL, RLE. Analyse du phénomène de commutation (d'empiètement) dans les convertisseurs statiques de redressement non commandés et commandés.

Chapitre 3. Conversion AC - AC 3 semaines

Gradateur monophasé et triphasé avec une charge R et RL. Principe du Cyclo convertisseur monophasé.

Chapitre 4. Conversion DC - DC**3 semaines**

Hacheur dévolteur et survolteur, avec charge R, RL et RLE.

Hacheur réversible deux quadrants. Hacheur réversible quatre quadrants.

Chapitre 5. Conversion DC - AC**3 semaines**

Onduleur monophasé, montage en demi-point et en pont complet avec charge R et RL. Commande pleine onde et décalée. Onduleur triphasé en commande pleine onde et décalée.

Contenu des travaux pratiques

TP 01 : Redresseur non commandé monophasé et triphasé (charge R, L).

TP 02 : Redresseur commandé monophasé et triphasé (charge R, L).

*Intitulé : Electricité Industrielle
Année universitaire*

Etablissement :

TP 03 : Hacheur série et parallèle.

TP 04 : Gradateur monophasé (Charge R, L).

TP 05 : Gradateur Triphasé.

TP 07 : Onduleur monophasé.

TP 08 : Onduleur Triphasé.

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

Références bibliographiques

1. L. Lasne, « Electronique de puissance : Cours, études de cas et exercices corrigés », Dunod, 2011.
2. P. Agati et al. « Aide-mémoire : Électricité-Électronique de commande et de puissance-Électrotechnique », Dunod, 2006.
3. J. Laroche, « Électronique de puissance – Convertisseurs : Cours et exercices corrigés », Dunod, 2005.
4. G. Séguier et al. « Électronique de puissance : Cours et exercices corrigés », 8^e édition ; Dunod, 2004.
5. D. Jacob, « Electronique de puissance - Principe de fonctionnement, dimensionnement », Ellipses Marketing, 2008.
6. G. Séguier, « L'électronique de puissance, les fonctions de base et leurs principales applications », Tech et Doc.
7. H. Buhler, « Electronique de puissance », Dunod
8. C.W. Lander, « Electronique de puissance », McGraw-Hill, 1981
9. H. Buhler, « Electronique de Réglage et de commande ; Traité d'électricité ».
10. F. Mazda, "Power Electronics Handbook: Components, Circuits and Application", 3rd Edition, Newness, 1997.
11. R. Chauprade, « Commandes des moteurs à courant alternatif (Electronique de puissance) », 1987.
12. R. Chauprade, « Commandes des moteurs à courant continu (Electronique de puissance) », 1984.

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	Crédits	Code
S6	Régulation Industrielle	2	3	
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
45h	1h30	1h30	1h30	

Contenu de la matière

Chapitre 1 – Introduction à la régulation industrielle

- Notions de procédé industriel.
- Organes d'une boucle de régulation :
 - Procédé, actionneurs, capteurs, régulateur, conditionneur de signaux.
 - Grandeurs caractéristiques : consigne, mesure, perturbation, grandeurs réglées, réglantes et perturbatrices.
- Schéma d'un système régulé.
- Éléments constitutifs d'une boucle de régulation.
- Symboles, schémas fonctionnels.
- Critères de performance d'une régulation (stabilité, précision, rapidité, robustesse...).

Chapitre 2 – Régulateur tout-ou-rien

- Fonctionnement du régulateur tout-ou-rien simple.
- Régulateur tout-ou-rien avec seuil.
- Régulateur tout-ou-rien avec hystérésis.
- Régulateur tout-ou-rien avec seuil et hystérésis combinés.

Chapitre 3 – Les régulateurs standards : P, PI, PD, PID

- Caractéristiques des régulateurs proportionnels, intégrateurs, dérivateurs.
- Structures des régulateurs PID :
 - Formes parallèle, série, et mixte.
- Réalisations électroniques et pneumatiques.

Chapitre 4 – Choix et dimensionnement des régulateurs

- Critères de choix d'un régulateur.
- Méthodes de dimensionnement :
 - Critère du plateau, critère symétrique.
 - Méthode de Ziegler-Nichols.
- Réglage des régulateurs par poursuite d'un modèle de référence.

Chapitre 5 – Applications industrielles

- Études de cas de régulation :
 - Température
 - Débit
 - Pression
 - Niveau
 - Vitesse de moteur

Travaux Pratiques (TP)

TP n°	Intitulé	Objectifs pédagogiques
TP1	Réponses fréquentielles et identification des systèmes	Analyser les réponses fréquentielles d'un système linéaire ; modéliser un procédé à partir des données expérimentales.
TP2	Caractéristiques des régulateurs	Étudier les effets des actions P, PI, PD et PID sur un procédé simulé.
TP3	Régulation analogique (PID) du niveau d'un fluide	Réaliser une boucle PID et en analyser le comportement sur une maquette de régulation de niveau.
TP4	Régulation de vitesse d'un moteur à courant continu (MCC)	Régler un PID pour stabiliser la vitesse d'un moteur en boucle fermée.
TP5	Régulation de pression	Mettre en œuvre une régulation de pression sur un banc didactique.
TP6	Régulation de température	Réaliser une régulation PID de température et analyser les performances (temps de réponse, dépassement...).

Modalités d'évaluation : Contrôle continu 20% TP 20% Examen 60%

Références bibliographiques

1. E. Dieulesaint, D. Royer, *Automatique appliquée*, 2001.
2. P. de Larminat, *Automatique : Commande des systèmes linéaires*, Hermès, 1993.
3. K.J. Åström, T. Hägglund, *PID Controllers: Theory, Design and Tuning*, Instrument Society of America, 1995.
4. A. Datta, M.T. Ho, S.P. Bhattacharyya, *Structure and Synthesis of PID Controllers*, Springer-Verlag, 2000.
5. Jean-Marie Flaus, *La régulation industrielle*, Éditions Hermès, 1995.
6. P. Borne, *Analyse et régulation des processus industriels – Tome 1 : Régulation continue*, Éditions Technip.
7. T. Hans, P. Guyenot, *Régulation et asservissement*, Éditions Eyrolles.
8. R. Longchamp, *Commande numérique des systèmes dynamiques*, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 2006.
9. Ressource en ligne : www.technologuepro.com – Régulation industrielle

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	Crédits	Code
S6	Microcontrôleurs et Microprocesseurs	2	4	
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
45h	1h30		01h30	

Pré-requis

Logiques combinatoire et séquentielle.

Objectifs

Connaitre la structure d'un microcontrôleur et son utilité. Connaitre la programmation en langage assembleur et en langage évolué. Connaitre l'utilisation des interfaces d'E/S et les interruptions. Utilisation du micro contrôleur pour la programmation en commande des systèmes.

Contenu de la matière**Chapitre 1 Architecture interne et fonctionnement d'un microcontrôleur (3 semaines)**

- Introduction au microprocesseur, Passage du microprocesseur au microcontrôleur,
- Horloge et reset, Organisation de la mémoire, Les registres de l'unité centrale, Les interruptions,
- La mémoire Programme, La mémoire EEPROM de données,
- Le timer chien de garde WDT et le mode sommeil,
- les ports d'entrées/sorties parallèles, les timers 0, 1 et 2.

Chapitre 2 Les modules de Capture et Comparaison (CCP) et Modulation de Largeur d'Impulsion (PWM) (2 semaines)

- Le mode Capture, Le mode Comparaison, le mode PWM,
- Les registres de contrôles des modules CCP.

Chapitre 3 Les convertisseurs analogique/numérique (02 semaines)

- Déroulement d'une conversion,
- Temps de conversion,
- Temps d'acquisition,
- Valeur numérique obtenue.

Chapitre 4 L'interface de communication série USART ou SCI (Serial Communication Interface) (03 semaines)

- Présentation en mode asynchrone et mode synchrone,
- Transmission (Présentation et Fonctionnement),
- La réception (Présentation et Fonctionnement),
- Les registres de la SCI.

Chapitre 5 Le module MSSP (Master Synchronous Serial Port) (02 semaines)

- Le module MSSP en mode I2C (inter integrated circuit),
- Transmission d'un octet, Réception d'un octet,
- Le module MSSP en mode SPI (Serial Peripheral Interface),
- Les registres de MSSP.

Chapitre 6 Jeu d'instructions et développement d'applications en Electrotechnique (03 semaines)

- Description détaillée des instructions,
- Programmation en langage Machines,
- Programmation en langage évolué.

Travaux pratiques

TP1 : Prise en main d'un environnement de programmation sur microcontrôleur: allumage d'une led et allumage séquentiel des 08 Leds

TP2 : Programmation d'un Timer et d'interruptions

TP3 : Commande de machines Electriques à base de PIC (exemple PIC16F877).

TP4 : Programmation pour les convertisseurs analogique/numérique (ex. PIC16F877)

TP5: Applications microcontrôleurs : Circuits à interface série synchrone, Transmission/réception, Interface LCD - Clavier Interface - système d'acquisition de données.

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

Références bibliographiques

- [1].C. TAVERNIER, « Microcontrôleurs PIC 10, 12, 16 : Description et mise en œuvre», Edition Dunod 2000.
- [2].BIGONOFF, « La programmation des PIC », Cours, première partie, Révision 33.
- [3].M. Tischer et B. Jennrich. La bible PC – Programmation système. Micro Application, Paris, 1997.
- [4].R. Tourki. L'ordinateur PC – Architecture et programmation – Cours et exercices. Centre de Publication Universitaire, Tunis, 2002.
- [5].H. Schakel. Programmer en assembleur sur PC. Micro Application, Paris, 1995.
- [6].E. Pissaloux. Pratique de l'assembleur I80x86 – Cours et exercices. Hermès, Paris, 1994.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S 6	Techniques de haute tension		3	5	
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	1h30	1h30	1h30		

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

Objectifs : La matière a pour objectif la maîtrise des énergies électriques tant sur le plan de la compréhension des phénomènes physiques que sur le plan conception et dimensionnement des isolations des matériels de haute tension. Aussi, à l'issue de cet enseignement, l'étudiant sera en mesure de maîtriser les problèmes de coordination d'isolement dans les réseaux électriques. La maîtrise de cette matière va permettre à l'ingénieur de concevoir des appareils résistant aux contraintes subies lors de son utilisation en HT.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Introduction à la Haute Tension (2 semaines)

Généralités sur la haute tension ; Définition ; Historique ; Pourquoi utiliser la haute tension dans le transport de l'énergie électrique ; Problèmes liés à la haute tension ; Exemples d'applications de la haute tension...

Chapitre 2. Maîtrise des champs électriques (2 semaines)

Champ électrique et dépendance de la forme ; Contrôle du champ électrique ; Méthodes d'évaluation du champ électrique, Pouvoir de pointe ; cage de faraday ; surface équipotentielle....

Chapitre 3. Générateurs de la Haute Tension (2 semaines)

Générateurs électrostatiques ; Générateurs de haute tension alternative, continue et de choc

Chapitre 4. Mesures en Haute Tension (2 semaines)

Mesure des champs électriques, mesure de hautes tensions alternative, continue et de choc ; mesure des courants.

Chapitre 5. Phénomènes d'ionisation dans les gaz (2 semaines)

Ionisation naturelle des gaz- mouvement des ions- mobilité- température électronique. Mécanismes de rupture : (Électrons germes- ionisation- avalanches électroniques- émissions secondaires)

Chapitre 6. Isolants gazeux (2 semaines)

Mécanismes de Townsend - Mécanismes de Streamer et le Leader. Conditions d'amorçage

Chapitre 7 : Impacts de la haute tension sur l'environnement et applications.

(2 semaines)

Impact de l'effet couronne dans les réseaux électriques sur l'environnement ; Applications industrielles de la décharge couronne.

Travaux Pratiques THT :

TP 1+2 : Sources de Haute tension AC, DC, impulsionnelle

TP3 : Mesures de la haute tension

TP4 : Décharge couronne

TP5 : Décharges partielles

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

Références bibliographiques :

[1] Michel Aguet, Michel Ianoz : « Traite d'électricité, volume 22 - Haute tension -», Presses Polytechniques et Universitaires Romandes (PPUR), 436 pages, 1982.

[2] AFFOLTER Jean-François : « HAUTE TENSION », EIVD, 2000.

[3] E. Kuffel, W.S. Zaengl, J. Kuffel: « High Voltage Engineering ; Fundamentals », Second edition, Butterworth-Heinemann, 2000.

[4]- C. Gary "Les propriétés diélectriques dans l'air et les très hautes tension", Editions Eyrolles, 1984

[5]- P. Bergounioux « Haute tension », Edition Willam blake & Co, 1997

[6]-J. Arrillaga, , "High Voltage Direct Current Transmission", Peter Pregrinus, London, 1983

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S 6	Capteurs et chaînes de mesure		2	3	
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h	1h30		1h30		

Contenu de l'enseignement

Chapitre 1 – Notion de chaîne de mesure

- Définition d'une chaîne de mesure.
- Chaîne de régulation industrielle : représentation synoptique.
- Capteurs actifs et passifs.
- Classification des capteurs selon la nature de la grandeur mesurée (température, pression, déplacement...) et le principe de fonctionnement (résistif, inductif, capacitif, optique, etc.).

Chapitre 2 – Caractéristiques métrologiques des capteurs

- Définitions : exactitude, fidélité, résolution, seuil, hystérésis, dérive.
- Étalonnage d'un capteur.
- Sensibilité statique et dynamique.
- Linéarité, précision, bande passante.

Chapitre 3 – Circuits de conditionnement des capteurs

- Montages de base à amplificateurs opérationnels :
 - Inverseur, non-inverseur, différentiel, sommateur.
- Amplificateur d'instrumentation, amplificateur d'isolation.
- Ponts conditionneurs (ex. : pont de Wheatstone).
- Linéarisation des caractéristiques statiques.

Chapitre 4 – Mesure de température

- Introduction à la thermométrie.
- Capteurs de température :
 - Résistances (RTD), thermocouples, thermistances (NTC, PTC), pyromètres (IR).
- Choix et caractéristiques des capteurs de température selon les applications.

Chapitre 5 – Mesure de pression

- Définitions : pression absolue, relative et différentielle.
- Principes physiques de la mesure de pression.
- Capteurs piézorésistifs, capacitif, à jauge de contrainte.

Chapitre 6 – Mesure de niveaux et de débits

- Capteurs de niveau : flotteurs, ultrasons, effet capacitif.
- Capteurs de débit : à effet Doppler, à turbine, électromagnétique.

Chapitre 7 – Mesure de déplacements et de vitesse

- Capteurs de position : potentiométriques, inductifs (LVDT), optiques.
- Capteurs de vitesse de rotation : tachymètres, codeurs incrémentaux, capteurs à effet Hall.

Travaux Pratiques (TP)

TP n°	Titre	Objectifs pédagogiques
TP1	Conditionnement des capteurs	Réaliser et tester des circuits de conditionnement à base d'amplificateurs opérationnels.
TP2	Mesure de température	Mettre en œuvre différents capteurs de température (RTD, thermocouple) et analyser les signaux de sortie.
TP3	Mesure de pression	Manipuler un capteur de pression piézorésistif et étudier ses performances métrologiques.
TP4	Mesure de niveau et de débit	Utiliser des capteurs à ultrasons pour mesurer des niveaux, mettre en œuvre un capteur de débit.
TP5	Mesure photométrique	Étudier le comportement d'un capteur optique (photodiode ou phototransistor).
TP6	Mesure de vitesse de rotation	Réaliser un montage de mesure de vitesse à l'aide d'un capteur optique ou effet Hall.

Modalités d'évaluation

- Examen final 60%
- TP 40%

Références bibliographiques

1. Georges Asch et coll., *Les capteurs en instrumentation industrielle*, 6^e éd., Dunod, 2006.
2. Pascal Dassonville, *Les capteurs – 50 exercices et problèmes corrigés*, Dunod, 2004.
3. G. Asch, P. Renard, P. Desqoutte, Z. Mammeri, E. Chambérod, J. Gunther, *Acquisition de données*, 3^e éd., Dunod, 2011.
4. Férid Bélaïd, *Introduction aux capteurs en instrumentation industrielle*, CPU, 2006.
5. J.P. Bentley, *Principles of Measurement Systems*, Pearson Education, 2005.
6. J. Niard et al., *Mesures électriques*, Nathan, 1981.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S6	Stage en entreprise 1		1	1	
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
22h30			1h30		

Pré requis :

- Connaissances de base en électrotechnique, y compris les circuits électriques, les machines électriques, les capteurs, les actionneurs et les systèmes de commande.
- Familiarité avec les normes de sécurité électrique et les protocoles de travail en environnement électrique.
- Informatique.

Objectifs de l'enseignement

- Acquérir une expérience pratique dans la mise en œuvre des concepts théoriques étudiés en classe.
- Développer des compétences techniques liées à la réparation, l'installation et la maintenance d'équipements électriques.
- Se familiariser avec les normes de sécurité électrique et les bonnes pratiques en environnement industriel.
- Apprendre à utiliser des outils et des équipements électriques de manière sûre et efficace.
- Renforcer les compétences en diagnostic de panne et en résolution de problèmes liés aux systèmes électriques.
- Collaborer avec des professionnels de l'industrie pour acquérir des connaissances et des compétences pratiques spécifiques au domaine de l'électrotechnique et des systèmes embarqués

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 100%

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S6	Entrepreneuriat et Start-up		1	1	
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
22h30	1h30				

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours vise à initier les étudiants aux fondamentaux de l'entrepreneuriat, de la création de start-ups et des processus d'innovation. Il permettra aux étudiants d'acquérir les compétences nécessaires pour identifier des opportunités innovantes, développer un concept d'entreprise viable et comprendre les démarches essentielles à la création d'une start-up.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Introduction à l'entrepreneuriat (2 semaines)

- Définition et interrelation entre entrepreneuriat et innovation
- L'écosystème entrepreneurial et d'innovation en Algérie
- Les différents types d'innovation (produit, processus, business model)
- Profil et compétences de l'entrepreneur innovant

De l'idée au projet

- Identification d'opportunités
- Techniques de créativité (brainstorming, mind mapping...)
- Étude de cas : échec vs succès

Chapitre 2 : Identification d'opportunités innovantes (1 semaines)

- Méthodes de détection d'opportunités d'innovation
- Analyse des besoins non satisfaits du marché algérien
- Design thinking et approche centrée utilisateur
- Techniques de créativité et d'idéation

Chapitre 3 : Business Model Canvas (3 semaines)

- Composantes du Business Model Canvas
- Élaboration de la proposition de valeur
- Segmentation de la clientèle
- Canaux de distribution et relation client
- Structure des coûts et sources de revenus
- Développement de modèles économiques disruptifs

Chapitre 4 : Introduction au Business Plan (2 semaines)

- Structure et éléments clés du business plan
- Étude de marché simplifiée
- Stratégie marketing et commerciale
- Aspects financiers fondamentaux
- Analyse SWOT
- Plan marketing, plan opérationnel

Chapitre 5 : Financement des start-ups (3 semaines)

- Sources de financement disponibles en Algérie

- Les dispositifs publics d'aide à l'entrepreneuriat (ANSEJ, , incubateurs, accélérateurs, CNAC, ANGEM)
- Le capital-risque et les business angels
- Financement participatif (crowdfunding)
- Protection de la propriété intellectuelle
- Les avantages fiscaux et soutiens spécifiques aux start-ups innovantes

Chapitre 6 : Communication et leadership (1 semaines)

- Techniques de présentation orale
- Travail en équipe, gestion de conflits

Chapitre 7 : Aspects juridiques et administratifs (1 semaines)

- Formes juridiques d'entreprises en Algérie
- Démarches administratives de création
- Protection de la propriété intellectuelle
- Fiscalité des start-ups

Chapitre 8 : Du concept à la réalisation - Mise en œuvre du projet innovant (2 semaines)

- Élaboration d'un minimum viable product (MVP)
- Test et validation de l'innovation sur le marché
- Élaboration d'une stratégie de croissance
- Présentation efficace d'un projet innovant (pitch)

Mode d'évaluation : examen 100%

Références bibliographiques :

1. Christensen, C. M. (2021). **Le dilemme de l'innovateur: Lorsque les nouvelles technologies sont à l'origine de l'échec de grandes entreprises.** VALOR.
2. Nezha D.A. , Mouffok B. (2023). *Startups et Entrepreneuriat Le Futur de l'Algérie* Éditions universitaires européennes.
3. Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2011). *Business Model Nouvelle Génération : Un guide pour visionnaires, révolutionnaires et challengers.* Pearson.
1. Fayolle, A. (2012). *Entrepreneuriat : Apprendre à entreprendre.* Dunod.
2. Blank, S., & Dorf, B. (2013). *Le Manuel du créateur de start-up : Étape par étape, construisez une entreprise formidable.* Diateino.
3. Ries, E. (2015). *Lean Startup : Adoptez l'innovation continue.* Pearson.
5. Madoui, M. (2015). *Entrepreneurs maghrébins : Terrains en développement.* Karthala.
6. Grim, N. (2012). *Entrepreneurs, Création d'entreprise et Développement.* Éditions universitaires européennes.

Programmes détaillés des matières du 7^{ème} semestre

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S 7	Commande électrique		4	6	
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h	1h30	3h	1h30		

Contenu de l'enseignement

Chapitre 1 – Généralités sur la commande électrique (10%)

- Définitions fondamentales.
- Caractéristiques mécaniques des machines de production et des moteurs électriques.
- Courbes caractéristiques et point de fonctionnement.

Chapitre 2 – Moteur à courant continu à excitation dérivation (10%)

- Régime moteur.
- Démarrage du moteur.
- Régime de freinage.

Chapitre 3 – Moteur à courant continu à excitation série (10%)

- Régime moteur.
- Démarrage du moteur.
- Régime de freinage.

Chapitre 4 – Moteur asynchrone triphasé (15%)

- Fonctionnement en régime moteur.
- Méthodes de démarrage.
- Méthodes de freinage.

Chapitre 5 – Réglage de la vitesse d'un moteur à courant continu (20%)

- Indices de réglage.
- Zones de réglage.
- Action sur le flux magnétique.
- Réglage rhéostatique.
- Variation de la tension d'alimentation.

Chapitre 6 – Réglage de la vitesse d'un moteur asynchrone (15%)

- Action sur le nombre de pôles.
- Action sur le glissement.
- Variation de la fréquence d'alimentation.

Chapitre 7 – Notions sur les régimes transitoires (10%)

- Temps de réponse, dynamique d'un système de commande.
- Perturbations et stabilité.

Chapitre 8 – Choix de la puissance des moteurs et diagramme de charge (10%)

- Calcul de la puissance en fonction de la charge.
- Évaluation énergétique et sélection des moteurs.
- Lecture et interprétation des diagrammes de charge.

Travaux Pratiques (TP)

TP n°	Titre	Objectifs pédagogiques
TP1	Étude des caractéristiques d'un moteur à courant continu à excitation indépendante alimenté par un hacheur série	Analyser l'effet de la commande par hacheur sur le comportement du moteur.
TP2	Étude d'un moteur à courant continu excitation série alimenté par un pont redresseur mixte	Mettre en œuvre une commande redressée et analyser les performances en régime établi.
TP3	Étude des caractéristiques d'un moteur universel alimenté par un gradateur	Observer les effets de la variation de tension sur les performances dynamiques du moteur universel.
TP4	Étude des caractéristiques d'un moteur asynchrone triphasé alimenté par un variateur de fréquence	Réaliser des essais de réglage de vitesse par variation de fréquence, analyser les courbes caractéristiques.

Modalités d'évaluation

- **Contrôle continu** : 40%
 - TD : 20%
 - TP : 20%
- **Examen final** : 60%

Références bibliographiques

1. Mutrel, *Le moteur asynchrone – Régimes statique et dynamique*, Électrotechnique, 2000.
2. Sturtzer, Smigel, *Modélisation et commande des moteurs triphasés – Commande vectorielle des moteurs synchrones*, 2000.
3. Jean Bonal, Guy Séguier, *Entraînements électriques à vitesses variables*, Vol. 2 & 3.
4. Michel Pinard, *Commande électronique des moteurs électriques*, 2004.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S7	Electronique de puissance II		3	5	
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
67h30	3h00	1h30	1h30		

Pré requis :

Composants semi-conducteurs de puissance, l'électronique de puissance de base.

Objectifs de l'enseignement :

Etude des caractéristiques réelles et du comportement dynamique des interrupteurs de puissance en commutation. Etude des convertisseurs statiques de manière approfondie. Etude et conception de nouvelles structures des convertisseurs statiques ainsi que leur modélisation et leur commande. Simulation et implémentation pratique des convertisseurs statiques.

Contenu de la matière :**Chapitre 01 : Composants semi-conducteurs de puissance (02 Semaine)**

Caractéristiques idéales et réelles, calcul des pertes de commutation, protection des composants semi-conducteurs. Circuits de commande rapprochée des composants semi-conducteurs.

Chapitre 02 : Mécanisme de commutation et synthèse des convertisseurs (02 Semaine)

Notion de sources et règles de connexion, Notion de segments, Modes de commutation et cellule de commutation élémentaire, Synthèse des convertisseurs statiques.

Chapitre 03 : Onduleurs à MLI (03 Semaines)

Onduleurs à MLI monophasés : Structure et principe de fonctionnement, techniques de commande à pleine onde et par modulation de largeur d'impulsion (MLI), réduction d'harmoniques et filtrage de la tension de sortie.

Onduleurs à MLI triphasés : Structure et principe de fonctionnement, techniques de commande par MLI, MLI vectorielle.

- Etude des harmoniques dans les onduleurs de tension.
- Introduction aux techniques de dépollution (Filtrage actif)

Chapitre 04 : Convertisseurs AC/DC à absorption sinusoïdale (04 Semaines)

- Correcteur du facteur de puissance (PFC) : Structure, principe de fonctionnement, modélisation et commande.

- Redresseurs à MLI : Structure, principe de fonctionnement, modélisation et techniques de commande.

- Redresseurs à injection de courant : Structure, principe de fonctionnement, modélisation et commande.

Chapitre 05 : Gradateurs à MLI (02 Semaines)

Structure, principe de fonctionnement, modélisation et techniques de commande.

Chapitre 06 : Convertisseurs Multi-niveaux**(02 Semaines)**

Différentes structures des convertisseurs multi-niveaux, principe de fonctionnement, modélisation et techniques de commande.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40 % TD, Examen : 60%

Références bibliographiques :

- [1]- A. Cunière, G. Feld, M. Lavabre « Electronique de puissance, de la cellule de commutation aux applications industrielles. Cours et exercices », éditions Casteilla, 544 p. 2012.
- [2]- Encyclopédie technique « Les techniques de l'ingénieur », traité de Génie Electrique, vol. D4 articles D3000 à D3300.
- [3]- H. Buhler, « Electronique de puissance », Edition Dunod.
- [4]- Cyril W. Lander, « Electronique de puissance », Edition Mc Graw-Hill.
- [5]- G. Séguier, « Les convertisseurs de l'Electronique de puissance : Tome 1 : Conversion alternatif/continu », 1995, Edition Lavoisier Tec & Doc.
- [6]- C. Rombaut, G. Séguier, « Les convertisseurs de l'Electronique de puissance : Tome 2 : Conversion alternatif/alternatif », Edition Lavoisier Tec & Doc.
- [7]- R. Bausiere, F. Labrique, G. Séguier, « Les convertisseurs de l'Electronique de puissance : Tome 3 : Conversion continu/continu », 1997, Edition Lavoisier Tec & doc.
- [8]- G. Séguier, F. Labrique, « Les convertisseurs de l'Electronique de puissance : Tome 4 : Conversion continu/ alternatif », 1997, Edition Lavoisier Tec & Doc.
- [9]- D.L. Dalmaso, « La commutation, Traitement de l'énergie électrique », Edition DIA TS.
- [10]- V. Leger, A. Jameau, « Conversion d'énergie- Electrotechnique- Electronique de puissance », Edition Ellipses.
- [11]- H. Sira-Ramires, R. Silva-Ortigoza, « Control design techniques in Power Electronics devices », Edition Springer.
- [12]- R. Bausiere, F. Labrique, G. Séguier, « Electronique de puissance, Structures, fonctions de base, principes », Edition Dunod.
- [13]- J.P. Hautier, J.P. Canon, « Convertisseurs statiques », Editions Technip.
- [14]- H. Buhler, « Les convertisseurs statiques », Presses Polytechniques Romandes.
- [15]- M. Pinard, « Convertisseurs et Electronique de puissance », Edition Dunod.
- [16]- P. Costa, V. Boitier, « Electronique de puissance et Electrotechnique », Edition Ellipses

ESEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	Crédits	Code
S 7	Réseaux de transport et de distribution de l'énergie électrique	2	4	
	Cours	TD,		
VHH	1h 30	1h 30		

Contenu de l'enseignement

Chapitre 1 – Architectures des postes électriques (2 semaines)

- Architecture globale du réseau électrique.
- Équipements et configurations de postes (postes à couplage de barres, postes à couplage de disjoncteurs).
- Topologies des réseaux de transport et de distribution.

Chapitre 2 – Organisation du transport de l'énergie électrique

2.1. Lignes de transport d'énergie (3 semaines)

- Calcul de section des conducteurs.
- Choix de l'isolation, calcul mécanique des lignes.
- Fonctionnement en régime établi et transitoire.
- Transport d'énergie en courant continu (HVDC).

2.2. Réseaux de distribution (2 semaines)

- Introduction à la distribution d'énergie.
- Réseaux de distribution primaire et secondaire.
- Transformateurs de distribution.
- Compensation d'énergie réactive et fiabilité.

Chapitre 3 – Exploitation des réseaux électriques MT/BT (3 semaines)

- Protection des postes HT/MT (contre surintensités, surtensions).
- Modélisation des composants.
- Réglage de la tension.
- Contrôle de la puissance réactive.

Chapitre 4 – Régimes de neutre (2 semaines)

- Types de neutre : isolé, impédant, mis à la terre.
- Neutre artificiel et ses implications dans les réseaux.

Chapitre 5 – Réglage de la tension (3 semaines)

- Chutes de tension dans les réseaux.
- Méthodes de réglage :
 - Réglage automatique de tension (AVR)
 - Compensation d'énergie réactive
 - Réglage par autotransformateur

- Introduction à la stabilité de la tension.

Travaux Pratiques

TP n°	Intitulé	Objectif pédagogique principal
TP1	Réglage de la tension par moteur synchrone	Comprendre le rôle du moteur synchrone dans la régulation de la tension
TP2	Répartition des puissances et calcul de chutes de tension	Appliquer les lois de Kirchhoff et calculer la répartition des charges
TP3	Réglage de tension par compensation d'énergie réactive	Étudier l'utilisation des condensateurs ou des batteries de condensateurs
TP4	Régime du neutre	Analyser l'effet de différents régimes de neutre sur la sécurité et la continuité de service
TP5	Réseaux interconnectés	Étudier le comportement d'un réseau interconnecté en situation normale et perturbée

Modalités d'évaluation

- **Contrôle continu** : 40%
 - TD et mini-projets : 20%
 - TP et rapport : 20%
- **Examen final** : 60%

Références bibliographiques

1. F. Kiessling et al., *Overhead Power Lines: Planning, Design, Construction*, Springer, 2003.
2. T. Gonen et al., *Power Distribution*, in *Electrical Engineering Handbook*, Elsevier Academic Press, 2004.
3. E. Acha & V.G. Agelidis, *Power Electronic Control in Power Systems*, Newns, 2002.
4. Turan Gonen, *Electric Power Distribution System Engineering*, McGraw-Hill, 1986.
5. Turan Gonen, *Electric Power Transmission System Engineering: Analysis and Design*, John Wiley & Sons, 1988.

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	Crédits	Code
S 7	Machines électriques approfondies	2	4	
VHH	Cours	TP		
3h	1h 30	1h 30		

Contenu de l'enseignement

Chapitre 1 – Principes généraux

- Conversion d'énergie électromécanique.
- Couplage stator/rotor : machine primitive.
- Bobinages des machines électriques.
- Calcul des forces magnétomotrices.
- Équation mécanique de base.

Chapitre 2 – Machines asynchrones

- Généralités, équations fondamentales.
- Schémas équivalents, calcul du couple.
- Caractéristiques et diagrammes.
- Fonctionnement moteur et générateur.
- Démarrage, freinage.
- Moteurs à encoches profondes et double cage.
- Moteurs asynchrones monophasés.

Chapitre 3 – Machines synchrones

- Mise en équation des machines à pôles lisses.
- Fonctionnement moteur et alternateur.
- Systèmes d'excitation, réactions d'induit.
- Machines à pôles saillants, avec ou sans amortisseurs.
- Diagrammes : Potier, réactances, Blondel.
- Machines à aimants permanents.
- Couplage en parallèle, démarrage.

Chapitre 4 – Machines à courant continu

- Structure et équations fondamentales.
- Modes de démarrage, freinage, réglage de vitesse.
- Phénomènes de commutation.
- Réaction d'induit, saturation.
- Pôles auxiliaires de commutation.
- Fonctionnement en moteur et en génératrice.

Travaux Pratiques

TP
n°

Intitulé

Objectif pédagogique

Intitulé : *Electricité Industrielle*
Année universitaire

Etablissement :

TP n°	Intitulé	Objectif pédagogique
TP1	Caractéristiques électromécaniques d'une machine asynchrone	Étudier les courbes couple/vitesse et le rendement
TP2	Fonctionnement d'un moteur asynchrone monophasé	Identifier les spécificités et limitations
TP3	Génératrice asynchrone en fonctionnement autonome	Comprendre la production isolée sans réseau
TP4	Détermination des paramètres d'une machine synchrone	Mesure et modélisation des réactances
TP5	Couplage d'un alternateur au réseau et fonctionnement en moteur synchrone	Étudier les transitions générateur/moteur synchrones

Modalités d'évaluation

- **Contrôle continu :**
 - Interrogations et devoir surveillé : **40%**
 - Rapport de TP : **20%**
- **Examen final : 40%**

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 & Documentation, 1981.
4. Paul C. Krause, O. Wasyszczuk, S. Sudhoff, *Analysis of Electric Machinery and Drive Systems*, Wiley, 2e édition, 2010.
5. P. S. Bimbhra, *Generalized Theory of Electrical Machines*, Khanna Publishers, 2008.
6. A. E. Fitzgerald, C. Kingsley Jr, S. D. Umans, *Electric Machinery*, Tata McGraw-Hill, 5e édition, 1992.

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	Crédits	Code
S7	Automatismes Industriels 1	2	3	
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
3h	1h30		01h30	

Pré-requis

- Notions fondamentales en électricité, électronique et mécanique.
- Compétences avancées en logique combinatoire et séquentielle, incluant les systèmes décodage, les équations logiques, les tables de Karnaugh, et autres concepts associés. De plus, une compréhension approfondie des microprocesseurs est essentielle

Objectifs

- Permettre à l'étudiant d'acquérir les connaissances suivantes :
- Compréhension approfondie des composants d'un Automate Programmable Industriel (API).
- Maîtrise des techniques de programmation d'un API.
- Maîtriser les outils de représentation graphiques des systèmes automatisés (Grafcet).
- Capacité à apporter des modifications au programme de l'automatisme.
- Effectuer la programmation et la configuration des automates programmables.

Contenu de la matière

Chapitre 1 Introduction aux systèmes automatisés (3 Semaines)

- Notions de base de systèmes automatisés.
- Structure des systèmes automatisés.
- Classification des systèmes automatisés.
- Système automatisé et processus industriel.
- Structure d'un système automatisé de production (SAP)
- Spécification des niveaux du cahier des charges.
- Architecture matérielle et logicielle d'un système automatisé.
- De la logique câblée à la logique programmée.
- Exemples de systèmes automatisés.

Chapitre 2 Automates Programmables Industriels (4 Semaines)

- Description générale; Les différents types d'automates.
- Structure interne et description des éléments d'un API.
- Les éléments constitutifs des automates.
- Les interfaces d'entrées-sorties.
- Cartes d'entrées / sorties TOR ; Cartes d'entrées / sorties analogiques ; Cartes de régulation PID.
- Cartes de commande d'axe ; Cartes de comptage rapide.
- Critères de choix d'un API ; Les critères de choix d'un automate.
- Les différents types de données API.

Chapitre 3 Outil Grafcet (4 Semaines)

- Introduction.
- Analyse séquentielle d'un système.
- Règles d'établissement du grafcet.
- Les concepts de base.
- Transitions et liaisons orientées.
- Règles d'évolution.
- Sélection de séquence et séquences simultanées.
- Organisation des niveaux de représentation.
- Les structures particulières.

- Liaison entre grafquets.
- Outil Grafquet Avancé.
- Notions de points de vue.
- Structures hiérarchisées d'un grafquet.
- Structure d'un Sous-grafquet.
- Structure d'un grafquet de tâche.
- Forçages et figeages des situations.
- Mise en équation d'un grafquet.
- Matérialisation d'un grafquet.
- Équations des éléments du Grafquet ; Mise en équation.
- Exemples pratiques.

Chapitre 4 Langages de programmation des API (4 Semaines)

- Introduction.
- Objets communs.
- Les différents types de langages.
- Le langage ladder.
- Outils graphiques et textuels de programmation.
- Traduction d'un Grafquet en ladder.
- Transcription d'un cahier des charges en Grafquet.
- Synchronisation des sous-ensembles.
- Présentation des réseaux hétérogènes.
- Présentation des modules de communication et passerelles possibles entre différents types de réseaux.
- Adressage des entrées/sorties.
- Programmation des APIs (fonctions logiques, fonction mémorisation (Latching), fonction temporisation, fonction de comptage, fonction de régulation, etc.).
- Applications complètes.

Travaux Pratiques

TP 1 : Prise en main des logiciels : découvrir l'environnement et leurs outils de base

TP 2 : Automatisation de circuit d'allumage d'une lampe

TP 3 : Utilisation de la fonction OU (OR) et de la fonction ET (AND)

TP 4 : Utilisation d'une Temporisation et réalisation d'un Compteur

TP 5 : Conception et automatisation de quelques systèmes (différents types de démarrage des moteurs asynchrones, systèmes de fonctionnement des pompes, gestion de la circulation un système de feu tri couleurs, monte de charge, ...) en langage SFC, SFC, FBD, LD, IL

Modalités d'évaluation : Contrôle continu : 40% (20% TD+20% TP), Examen final : 60%.

Références bibliographiques

[1] Automatique industrielle, Gérard Boujat et al., édition DUNOD 2023.

[2] Automatisme et automatique, Jean-Yves Fabert, édition ELLIPSES 2025.

[3] Le GRAFCET, Edmond Peulot et al., édition DELAGRAVE 2009.

[4] Du GRAFCET aux réseaux de Pétri, Claude Foulard et al., édition HERMES 1992.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S 7	Programmation Avancée en Python		2	2	
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	1h30		1h30		

Objectifs de la matière

Compétences visées :

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

Objectifs :

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

Matériels nécessaires :

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

Prérequis : Programmation Python,

Contenu de la matière :

Chapitre1 : Rappels sur la programmation en Python (02 Semaines)

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

Chapitre 2 : Programmation et automatisation (04 semaines)

1. Principes d'Automatisation de tâches
 - Bibliothèques Python pour l'automatisation :
 - ✓ Pandas etNumPy.
 - ✓ Os, shutil : manipulation de fichiers et dossiers
 - ✓ Openpyxl ou pandas : travail avec des fichiers Excel ou CSV
 - Définitions et exemples d'automatisation (envoi de mails,...)
2. Manipulation de fichiers avec Python :
 - Utiliser les librairies pour :
 - ✓ Parcourir un dossier (os.listdir)

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

3. Exercices

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

Chapitre 3 : Apprentissage avancé d'Excel (02 semaines)

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

Chapitre 4 : Apprentissage de Gantt Project (02 semaines)

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

Chapitre4 : Programmation orientée objet avancée (03 semaines)

1. Organisation du code :
 - Fonctions personnalisées, paramètres, valeur de retour.
 - Modules, importations et packages.
2. Structures de données complexes :
 - Listes, tuples et dictionnaires : création, modification, suppression, parcours.

3. Concepts fondamentaux de la Programmation orientée objet (POO) :
 - Classes, objets, attributs et méthodes.
 - Attributs publics, privés et protégés.
4. Méthodes spéciales :
 - **init, str, repr, len.**
5. Concepts avancés :
 - Encapsulation, abstraction, héritage, polymorphisme.
 - Héritage avancé, décorateurs, design patterns, méta classes.
6. Exercices

Chapitre5: Introduction aux données pour l'IA(02 semaines)

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

Travaux pratiques :

TP 01 : Maîtriser les bases de la programmation en Python

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

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

TP 02 :

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

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

TP 03 :

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

TP 04 :

Organiser une réunion en Gantt project

1. Créer un nouveau projet :
 - Nom du projet : Réunion
 - Date de début : Date et heure de la réunion
 - Durée estimée : durée totale de la réunion
2. Définition des tâches
 - Points à l'ordre du jour (chaque point de l'ordre du jour devient une tâche)
 - Sous-tâches : Si un point est composé, créer alors les sous-tâches correspondantes
 - Tâches initiales et finales (par exemple : « Accueil de participants », « clôture de la réunion »)

3. Définition des ressources :
 - Participants (chaque participant est une ressource)
 - Matériel (ordinateur, datashow...)
4. Estimation des durées :
 - Durée de chaque point : temps nécessaire pour chaque point de l'ordre du jour
 - Temps de transition d'un point à l'autre
5. Création du diagramme de Gantt :
 - Visualiser l'ordre du jour
 - Identifier les points clés
6. Suivre l'avancement en temps réel (projection du Diagramme de Gantt)

TP 05 : Structures avancées et organisation du code

(Fonctions personnalisées, dictionnaires, modules et organisation modulaire)

TP 06 : Programmation orientée objet avancée en Python

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

TP 07 : Manipulation de fichiers et analyse de données

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

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

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

Projet final

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

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

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

Bibliographie

- [1] .E.Schultz et M.Bussonnier (2020) : Python pour les SHS. Introduction à la programmation de données. Presses Universitaires de Rennes.
- [2] .C.Paroissin, (2021) : Pratique de la data science avec R : arranger, visualiser, analyser et présenter des données. Paris : Ellipses, DL 2021.
- [3] .S.Balech et C.Benavent: NLP texte minig V4.0, (Paris Dauphine–12/2019): lien: https://www.researchgate.net/publication/337744581_NLP_text_miningV40-une_introduction_-_cours_programme_doctoral
- [4] .Allen B. Downey Think Python: How to Think Like a Computer Scientist, O'Reilly Media, 2015;
- [5] .Ramalho, L.. Fluent Python. " O'Reilly Media, Inc.", 2022;
- [6] .Swinnen, G. Apprendre à programmer avec Python 3. Editions Eyrolles, 2012;
- [7] .Matthes, E. Python crash course: A hands-on, project-based introduction to programming. no starch press, 2019
- [8] .Cyrille, H. (2018). Apprendre à programmer avec Python 3. Eyrolles, 6ème édition. ISBN: 978-2212675214
- [9] .Daniel, I. (2024). Apprendre à coder en Python, J'ai lu
- [10] . Nicolas, B. (2024). Python, du grand débutant à la programmation objet Cours et exercices corrigés, 3eme édition, Ellipses
- [11] . Ludivine, C. (2024). Selenium Maîtrisez vos tests fonctionnels avec Python, Eni

Ressources en ligne

- Documentation officielle Python : docs.python.org
- Exercices Python sur Codecademy : codecademy.com/learn/learn-python-3
- W3Schools Python Tutorial : w3schools.com/python/

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S 7	Protection des réseaux électriques		2	2	
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h	1h30		1h30		

Contenu de l'enseignement

Chapitre 1 – Introduction à la protection (4 semaines)

- Principaux défauts dans les réseaux électriques.
- Appareils de mesure (TC, TP), réduction des grandeurs.
- Filtres de composantes symétriques, mesure d'impédances et de puissance.
- Généralités : définitions, sélectivité, sensibilité, rapidité, fiabilité.
- Protections ampérométriques et volumiques, mode de sélectivité.

Chapitre 2 – Composantes symétriques et courants de défaut (3 semaines)

- Définitions, transformation des impédances en composantes symétriques.
- Impédances série et schémas monophasés équivalents.
- Puissance en composantes symétriques.
- Schémas équivalents direct, inverse, homopolaire.
- Étude des différents types de défauts.

Chapitre 3 – Éléments du système de protection (3 semaines)

- Modèle structurel d'un système de protection.
- Technologie, fonctionnement et application des relais :
 - Relais d'intensité
 - Relais de tension
 - Relais différentiels
 - Relais directionnels
 - Relais de distance
- Transformateurs de tension et de courant.

Chapitre 4 – Protection des éléments du réseau (5 semaines)

- Protection des alternateurs et moteurs.
- Protection des jeux de barres.
- Protection des transformateurs.
- Protection des lignes : protection différentielle et protection de distance.

Travaux Pratiques

- **TP intégrés dans le cours** (1h30 hebdo).
Exercices de simulation ou manipulation sur maquettes pour illustrer :
 - Le comportement des protections.
 - Le fonctionnement des relais (intensité, différentiel, distance).
 - La réaction des équipements face à différents types de défauts.

Modalités d'évaluation

- Examen final : 60%
Contrôle continu 40%

Références bibliographiques

1. Hadi Saadat, *Power System Analysis*, 2e éd., 2004.
2. Turan Gönen, *Electric Power Distribution System Engineering*, 1980.
3. Christophe Prévé, *Protection des réseaux électriques*, Hermes Paris, 1998.
4. S.H. Horowitz, A.G. Phadke, *Power System Relaying*, 2e éd., Wiley, 1995.
5. L. Féchant, *Appareillage électrique à BT – Appareils de distribution*, Techniques de l'ingénieur, D 4 865.
6. S. Vacquié, A. Lefort, *Étude physique de l'arc électrique – Tome 1*, éd. du CNR, 1984.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S7	Projet professionnel personnalisé PPP		1	2	CESE7.11
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
	Volume horaire hors quota Tutorat : 1h30 TP hebdomadaire				

Objectifs :

Ce programme d'étude vise à fournir une structure complète pour guider les étudiants dans la réalisation d'un Projet Personnel Professionnel significatif et efficace.

Contenu de la matière :**Chapitre 1: Exploration des Métiers et des Aptitudes Personnelles**

- **Introduction au PPP**
 - Objectifs et importance du Projet Personnel Professionnel.
 - Présentation des métiers de la filière et spécialité choisies.
- **Auto-évaluation des Aptitudes Personnelles**
 - Techniques d'auto-évaluation des compétences techniques, sociales et personnelles.
 - Identification des forces et des faiblesses.

Chapitre 2: Recherche et Documentation

- **Recherche Documentaire**
 - Utilisation de ressources en ligne et physiques pour recueillir des informations sur les métiers choisis.
 - Compilation de données sur les perspectives de carrière, les compétences requises, les formations nécessaires, etc.
- **Entrevues et Échanges**
 - Entrevues avec des professionnels du secteur pour comprendre leur parcours, leurs défis et leurs conseils.
 - Participation à des événements de réseautage pour élargir les connaissances sur les tendances et les opportunités.

Chapitre 3: Définition des Objectifs Professionnels

- **Identification des Objectifs à Court et Long Terme**
 - Définition des objectifs de carrière à court, moyen et long terme.
 - Alignement des aspirations personnelles avec les exigences du métier choisi.
- **Élaboration d'un Plan de Formation**
 - Choix des parcours qui soutiennent les objectifs identifiés.
 - Planification des formations complémentaires, stages et expériences professionnelles.

Chapitre 4: Conception et Réalisation du PPP

- **Structuration du Projet**

- Planification détaillée des sections du PPP (Introduction, Analyse des Aptitudes, Objectifs Professionnels, etc.).
- Choix des outils de présentation (rapport écrit, présentation orale, etc.).
- **Accompagnement Individuel**
 - Séances de tutorat individuelles pour discuter de la progression du PPP, résoudre les difficultés et affiner les objectifs.

Chapitre 5: Évaluation et Présentation Finale

- **Évaluation du Projet**
 - Auto-évaluation et rétroaction du tutorat sur la qualité et la pertinence du PPP.
 - Révision finale basée sur les commentaires reçus.
- **Présentation du PPP**
 - Présentation orale du projet devant un comité ou des pairs.
 - Discussions et échanges sur les conclusions et les recommandations du PPP.

Mode d'évaluation : 100% contrôle continu

References bibliographiques :

- Robert C. Reardon, Janet G. Lenz, James P. Sampson Jr., Gary W. Peterson, "**Career Development and Planning: A Comprehensive Approach**" Ce livre offre une approche complète du développement de carrière, y compris la planification personnelle et professionnelle.
- Bill Burnett, Dave Evans, "**Designing Your Life: How to Build a Well-Lived, Joyful Life**", Ce livre propose des outils pratiques pour concevoir sa vie professionnelle et personnelle de manière intentionnelle et satisfaisante.
- Nicholas Lore, "**The Pathfinder: How to Choose or Change Your Career for a Lifetime of Satisfaction and Success**", Ce livre guide les lecteurs à travers un processus structuré pour choisir une carrière alignée sur leurs passions, compétences et valeurs.
- Richard N. Bolles, "**What Color Is Your Parachute? 2024: A Practical Manual for Job-Hunters and Career-Changers**", Ce guide classique offre des conseils détaillés sur la recherche d'emploi, l'exploration de carrière et la gestion de carrière à long terme.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S7	Normes en électrotechnique		1	1	
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
22h30	1h30				

Pré requis :

Connaissance dans les circuits et réseaux électriques. Les machines et électronique de puissance ainsi que sur les systèmes de distribution de l'énergie électrique

Objectif :

Ce programme vise à fournir aux étudiants une compréhension approfondie des normes électrotechniques, leur importance dans la sécurité et la performance des systèmes électriques, ainsi que leur application pratique dans divers contextes industriels.

Contenu de la matière**Chapitre 1 : Introduction aux normes électrotechniques (2 semaines)**

- Historique et évolution des normes en électrotechnique
- Importance et objectifs des normes dans l'industrie électrotechnique
- Organismes de normalisation : IEC, ISO, ANSI, IEEE, NFPA, etc.

Chapitre 2 : Normes de sécurité électrique (2 semaines)

- Normes de sécurité pour les installations électriques (NFPA 70E, IEC 60364)
- Normes de protection contre les chocs électriques (IEC 61140)
- Normes de sécurité des équipements électriques (IEC 61010)
- Procédures de mise à la terre et de liaison équipotentielle

Chapitre 3 : Normes de performance et de qualité (2 semaines)

- Normes de performance des moteurs électriques (IEC 60034, IEEE 112)
- Normes de performance des transformateurs (IEC 60076)
- Normes de qualité de l'énergie électrique (IEC 61000-4)
- Normes sur la compatibilité électromagnétique (CEM) (IEC 61000-6)

Chapitre 4 : Normes de conception et d'installation (2 semaines)

- Normes de conception des réseaux électriques (IEC 60287, IEC 60909)
- Normes d'installation des systèmes photovoltaïques (IEC 62548)
- Normes d'installation des systèmes de stockage d'énergie (IEC 62933)
- Normes pour les installations dans des environnements spécifiques (explosifs, marins, etc.)

Chapitre 5 : Normes de maintenance et d'inspection (2 semaines)

- Normes de maintenance des équipements électriques (IEC 60364-6)
- Normes d'inspection des installations électriques (IEC 60364-6)
- Normes de diagnostic et de surveillance des systèmes électriques (IEC 60599)

Chapitre 6 : Normes pour les nouvelles technologies (2 semaines)

- Normes pour les véhicules électriques (IEC 61851)
- Normes pour les réseaux intelligents (smart grids) (IEC 61850)
- Normes pour les énergies renouvelables (IEC 61400 pour l'éolien, IEC 61215 pour le solaire)

Chapitre 7 : Application et mise en conformité (2 semaines)

- Processus de certification et de conformité aux normes
- Études de cas : mise en conformité d'installations existantes
- Impact des normes sur le développement et l'innovation technologique
- Formation continue et veille normative

Mode d'évaluation :

- Examen : 100%

Références bibliographiques :

- CHARLES F. DALZIEL - Electrical Shock Safety Criteria
- JOHN D. MCDONALD - Electric Power Substations Engineering
- STEVEN MCFADYEN - Electrical Safety Engineering Of Renewable Energy Systems
- IEC - IEC 60364-1 Low-Voltage Electrical Installations - Part 1: Fundamental Principles, Assessment Of General Characteristics, Definitions
- IEEE - IEEE Standard 141-1993: IEEE Recommended Practice For Electric Power Distribution For Industrial Plants (IEEE Red Book)
- BIMAL K. BOSE - Modern Power Electronics And Ac Drives
- JAN DE KOCK, Cobus Strauss - Practical Power Distribution For Industry
- ANTHONY J. PANSINI - Electrical Distribution Engineering
- Institute Of Electrical And Electronics Engineers (IEEE) - IEEE Std 446-1995 (Emerald Book) Recommended Practice For Emergency And Standby Power Systems For Industrial And Commercial Applications
- PAUL GILL - Electrical Power Equipment Maintenance And Testing

Programmes détaillés des matières du 8^{ème} semestre

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S 8	Modélisation et optimisation des réseaux électriques		2	4	
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h	1h30		1h30		

Contenu de l'enseignement

I. Modélisation de base des réseaux électriques (3 semaines)

- Représentation des signaux sinusoïdaux.
- Modélisation des composants : sources, lignes, transformateurs, charges.
- Systèmes d'unités relatives (per-unit).
- Théorie des graphes appliquée aux réseaux.
- Formation et inversion des matrices d'admittance et d'impédance.
- Techniques des matrices creuses.

II. Calcul des courants de défauts (3 semaines)

- Rappel sur les composantes symétriques.
- Analyse de courts-circuits (modèle de Thévenin).
- Calcul des courants de court-circuit symétriques et asymétriques.
- Courants de défauts dans lignes, générateurs, moteurs.
- Calcul des puissances de court-circuit.
- Réajustement du déphasage.
- Algorithme général de calcul des défauts.

III. Écoulement de puissance (3 semaines)

- Équations de répartition des charges.
- Résolution numérique :
 - Méthode de Gauss-Seidel
 - Méthode de Newton-Raphson
 - Méthode découplée rapide
 - Autres algorithmes
- Études de cas.

IV. Répartition optimale de l'écoulement de puissance (3 semaines)

- Fonction d'optimisation non linéaire.
- Courbes de coût de production.
- Résolution de l'OPF sans contraintes et avec contraintes.
- Calcul économique avec et sans pertes.
- Méthodes numériques associées.

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

- Mesures disponibles (P, Q, I, V).
- Méthodes d'estimation de l'état.

- Détection des mauvaises mesures.
- Observabilité, pseudo-mesures.
- Contraintes de l'écoulement de puissance intégrées à l'estimation.

Travaux Pratiques

- **TP1** : Modélisation des paramètres des lignes de transmission.
- **TP2** : Construction des matrices d'admittance et d'impédance d'un jeu de barres.
- **TP3** : Écoulement de puissance – Méthode de Gauss-Seidel.
- **TP4** : Écoulement de puissance – Méthode de Newton-Raphson.
- **TP5** : Calcul des courants de défauts sur un réseau.
- **TP6** : Dispatching économique.

Modalités d'évaluation

- **Contrôle continu** : 40%
- **Examen final** : 60%

Références bibliographiques

1. F. Kiessling et al., *Overhead Power Lines: Planning, Design, Construction*, Springer, 2003.
2. T. Gonen et al., *Power Distribution*, Electrical Engineering Handbook, Elsevier, 2004.
3. E. Acha, V. G. Agelidis, *Power Electronic Control in Power Systems*, Newns, 2002.
4. Turan Gönen, *Electric Power Distribution System Engineering*, McGraw-Hill, 1986.

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	Crédits	Code
S8	Modélisation et identification des machines électriques	2	4	
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
45h00	1h30		1h30	

Contenu de l'enseignement

Chapitre 1 : Théorie de la machine électrique généralisée

- Présentation de la machine électrique généralisée.
- Équations de la machine biphasée.
- Systèmes d'axes de coordonnées (abc, dq0, $\alpha\beta$).
- Transformation triphasé \leftrightarrow biphasé.
- Équation du mouvement de la machine généralisée.

Chapitre 2 : Modélisation des moteurs asynchrones triphasés

- Modèle électrique du moteur asynchrone.
- Équations en régime permanent.
- Caractéristiques statiques.
- Analyse transitoire électromagnétique à vitesse constante.

Chapitre 3 : Modélisation des génératrices asynchrones

- Modélisation de l'auto-amorçage à vide.
- Équations dans le repère UV.
- Influence de la capacité et de la vitesse sur tension/fréquence.
- Fonctionnement en charge.
- Génératrice asynchrone couplée au réseau.

Chapitre 4 : Modélisation des machines synchrones

- Modèle électrique de la machine synchrone.
- Expression du couple électromagnétique.
- Schémas équivalents.
- Analyse des courts-circuits triphasés.
- Couple de rotation.

Chapitre 5 : Modélisation des machines à courant continu

- Étude des phénomènes transitoires (méthodes classiques).
- Modélisation sur les axes d-q.
- Application de la théorie généralisée aux différents types d'excitation.

Chapitre 6 : Méthodes d'identification paramétrique

- Identification des paramètres des machines :
 - Synchrones
 - Asynchrones
 - À courant continu

- Détermination des paramètres mécaniques (inertie, frottements, etc.)

Travaux Pratiques

- **TP1** : Simulation d'un moteur asynchrone triphasé.
- **TP2** : Simulation d'un générateur asynchrone triphasé.
- **TP3** : Simulation d'un moteur synchrone triphasé.
- **TP4** : Simulation d'un moteur à courant continu.
- **TP5** : Identification paramétrique des machines électriques.

Modalités d'évaluation

- **examen final 60%**
- **TP 40%**

Références bibliographiques

1. Abdessemed R., Kadjoudj M., *Modélisation des machines électriques*, Presses Univ. de Batna, 1997.
2. J.-P. Caron, J.P. Hautier, *Modélisation et commande de la machine asynchrone*, Technip, 1995.
3. G. Grellet, G. Clerc, *Actionneurs électriques : principes, modèles, commandes*, Eyrolles, 1996.
4. J. Lesenne, F. Notelet, G. Séguier, *Introduction à l'électrotechnique approfondie*, Tec & Doc, 1981.
5. Paul C. Krause et al., *Analysis of Electric Machinery and Drive Systems*, Wiley, 2e éd., 2010.
6. P. S. Bimbhra, *Generalized Theory of Electrical Machines*, Khanna Publishers, 2008.
7. A.E. Fitzgerald et al., *Electric Machinery*, McGraw Hill, 5e éd., 1992.

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	Crédits	Code
S8	[Systèmes asservis échantillonnés	3	5	
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
67h30	1h30min	01h30min	1h 30min	

Prérequis

Connaissances en asservissements linéaires continus. Notions fondamentales de traitement du signal, d'électronique de base (circuits linéaires). Mathématiques de base (Algèbre, Calcul intégral et différentiel, Analyse, complexes, ...).

Objectifs

Maîtriser le principe et la structure des boucles de régulations et choix de régulateur approprié. Etude des systèmes échantillonnés. Faire l'analyse des systèmes discrets et la synthèse des régulateurs discrets (PID, RST et par retour d'état

Contenu de la matière**Chapitre 1 : Introduction à la régulation (2 semaines)**

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

Chapitre 2 Correction des systèmes linéaires asservis (4 semaines)

- Cahier de charge d'un asservissement ;
- Nécessité de correction dans les systèmes asservis ;
- Stratégie de correction (ou compensation) des systèmes asservis
- Structures des correcteurs P, PI, PD , PID ;
- Correcteur à avance de phase et correcteur à retard de phase ;
- Critères de choix, méthodes de dimensionnement (critère méplat, critère symétrique, méthode de Ziegler Nichols,)
- Réglage des régulateurs par imposition d'un modèle de poursuite.

Chapitre 3 Analyse des systèmes échantillonnés (3 semaines)

- Définitions et concepts de base. Avantages et applications des systèmes asservis discrets.
- Différences entre systèmes continus et discrets (Notion d'échantillonnage, théorème de Shannon et convertisseurs).
- Transformée en z et analyse dans le domaine Z : propriétés et applications,
- Fonction de transfert échantillonnée, Association des systèmes en échantillonné,
- Réponses harmoniques, impulsionnelles et indicielles,
- Transmittance en Z et réponse fréquentielle d'un BOZ (bloqueur d'ordre zéro).
- Analyse des systèmes asservis échantillonnés, stabilité échantillonnée.

Chapitre 4 Synthèse des asservissements échantillonnés (3 semaines)

*Intitulé : Electricité Industrielle
Année universitaire*

Etablissement :

- Stabilité des systèmes asservis discrets. Critères de stabilité (cercle de Nyquist, critère de Routh-Hurwitz, etc.). Analyse de la réponse temporelle et fréquentielle.
- Régulateur Discret (PID), Régulateur RST discret, Synthèse dans le plan P ; Régulateurs numériques,
- Synthèse pseudo fréquentielle et transformation bilinéaire,
- Choix et dimensionnement des régulateurs (Méthodes classiques, modernes et empiriques).
- Performance des systèmes échantillonnés en BF (1 semaines)

Chapitre 5 Analyse et synthèse dans l'espace d'état (1 semaines)

- Définitions, stabilité, commandabilité, observabilité.

Chapitre.6 Applications en électrotechnique (2 semaines)

- Commande de vitesse et de position des moteurs électriques. Régulation de la tension et de la fréquence dans les réseaux électriques. Commande de convertisseurs statiques (onduleurs, redresseurs, etc.)

Travaux Pratiques

TP 1 : Régulations de pression et/ou de température

TP 2: Simulation des opérations d'échantillonnage et de reconstitution

TP 3: Analyse temporelle et fréquentielle des systèmes échantillonnés de base

TP 4: Commande des systèmes électrique par régulateur à avance de phase/retard de phase numérique

TP 5: Synthèse des régulateurs pour les systèmes discrets

TP 6: Commande numérique par retour d'état: Application pour les systèmes électriques

Mode d'évaluation: contrôle continue (20%TD+20%TP), examen 60%

Références bibliographiques

1. E. Dieule saint, D. Royer, Automatique appliquée, 2001.
2. P. De Larminat, Automatique : Commande des systèmes linéaires. Hermes 1993.
3. K. J. Astrom, T. Hagglund, PID Controllers: Theory, Design and Tuning, Instrument Society of America, Research Triangle Park, NC, 1995.
4. Datta, M. T. Ho, S. P. Bhattacharyya, Structure and Synthesis of PID Controllers, Springer-Verlag, London 2000.
5. Jean-Marie Flaus, La régulation industrielle, Editions Hermes 1995.
6. P. Borne, Analyse et régulation des processus industriels tome 1: Régulation continue. Editions Technip.
7. T. Hans, P. Guyenot, Régulation et asservissement Editions Eyrolles.
8. R. Longchamp, Commande numérique de systèmes dynamiques cours d'automatique, Presses Polytechniques et universitaires romandes 2006.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S 8	Automatisme industrielle 2		2	4	
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h	1h30		1h30		

Pré-requis

Notions de base en électricité, électronique, mécanique, pneumatique et hydraulique Industrielle. Compétences en logique combinatoire et séquentiel et μ -Processeurs. Maîtrise de la matière "Automatismes Industriels 1". Compétences dans le domaine de la Pneumatique et Hydraulique Industrielle

Objectifs

Maîtriser les technologies et les éléments constitutifs des systèmes automatisés. Développer une compréhension approfondie des composants d'un API. Renforcer la capacité à analyser et à concevoir des systèmes automatisés. Identifier les problèmes de fonctionnement d'un automate complexe commandé par un API. Maîtriser les techniques avancées de programmation d'un API. Savoir effectuer le raccordement d'un automate et accéder à ses fonctionnalités. Capacité à apporter des modifications au programme de l'automatisme. Développer la compétence pour effectuer des essais et des tests sur l'automatisme modifié. Compétence pour identifier et résoudre les problèmes de fonctionnement.

Contenu de la matière

Chapitre 1 Système technique et notions d'automatismes (2 semaines)

- Qu'est-ce qu'un système ? Caractéristique d'un système.
- Fonction globale d'un système; Valeur ajoutée.
- Matière d'œuvre entrante / sortante.
- Données contrôles; Sorties secondaires.
- Structure matérielle d'un système automatisé; Structure fonctionnelle d'un système automatisé.

Chapitre 2 Modélisation d'un système technique (2 semaines)

- Outil de modélisation.
- Exemples d'application.

Chapitre 3 Analyse fonctionnelle d'un système (2 semaines)

- Démarche de l'analyse fonctionnelle. Outils et méthodes.
- Méthode d'analyse fonctionnelle descendante SADT; Méthode d'analyse fonctionnelle FAST.
- Aperçu sur d'autres méthodes (MERISE, UML, BPMN).

Chapitre 4 Programmation des API (3 semaines)

- Langages de programmation des API.
- Transcription d'un cahier des charges.
- Automatisation des Processus.

Chapitre 5 Contrôle et Supervision d'un système automatisé (3 semaines)

- Contrôle d'un système automatisé. Supervision d'un système automatisé.
- Interface Homme-Machine (IHM). Intégration Contrôle-Supervision.
- Système d'acquisition et de traitement de données SCADA.
- Tâches de supervision. Communication Système.
- Authentification et Autorisation. Sécurité du Système Automatisé.
- Gestion des Failles. Outils de diagnostic. Surveillance des Performance. Intervention Humaine.

Chapitre 6 : Outil d'analyse graphique GEMMA (Guide d'Étude des Modes de Marche et d'Arrêt) (3 semaines)

- Fonctionnement et utilisation du GEMMA.

- Avantages du GEMMA, Concepts de base du GEMMA, Structuration du GEMMA.
- Méthode d'utilisation du GEMMA.
- Représentation graphique. Notions de points de vue.
- Structures hiérarchisées d'un grafcet ; Structure d'un Sous-grafcet, Structure d'un grafcet de tâche.
-

Travaux Pratiques

TP1 : Prise en main des logiciels utilisés et découvrir l'environnement de chaque logiciel et se familiariser avec leurs outils de base

TP2 : Configuration matériel (HW hardware configuration) et création du projet, connexion et injection (Comment charger un programme), simulation et exécution du programme

TP3 : Conception et automatisation de quelques systèmes industriels

TP4 : Introduction et configuration des vues via un environnement de supervision

TP5 : Intégration d'une interface de supervision dans un projet d'automatisation (commande en mode marche/ arrêt d'un moteur, inversion de sens de rotation d'un moteur).

TP6 : Conception d'un GEMMA d'un système industriel.

Modalités d'évaluation : Contrôle continu : 40%, Examen final: 60%.

Références bibliographiques

[1] Automates Programmable Industriels, Willam Bolton, édition DUNOD 2019.

[2] Automates Programmable Industriels, Gilles Michel, édition DUNOD 1993.

[3] Le GRAFCET: conception-implémentation dans les API, Simon Moreno et al, édition Casteilla 2000.

[4] Automates Programmable Industriels, Jean-Claude Humblo, édition Hérmes 1993.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S 8	Qualité d'Énergie et CEM		2	3	
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h	1h30		1h30		

Pré-requis

Physique, Théorie de champs, Electronique de puissance

Objectifs

Comprendre les concepts de base de la qualité de l'énergie électrique et des perturbations électromagnétiques. Savoir identifier, mesurer et analyser les différents paramètres de qualité de l'énergie. Maîtriser les techniques de protection des équipements électriques contre les perturbations électromagnétiques.

Contenu de la matière**Chapitre.1. Introduction à la Qualité d'Énergie (2 Semaines)**

- Définitions et concepts fondamentaux.
- Importance de la qualité de l'énergie dans les systèmes électriques.
- Normes et réglementations.

Chapitre.2. Perturbations de l'Énergie (3 Semaines)

- Types de perturbations (harmoniques, flicker, déséquilibres, transitoires, etc.).
- Origine et effets des perturbations.
- Méthodes de mesure et d'analyse.

Chapitre.3. Solutions de Correction de la Qualité d'Énergie (3 Semaines)

- Filtres actifs et passifs.
- Compensateurs statiques.
- Techniques de réduction des harmoniques.
- Régulation de la tension.

Chapitre.4. Compatibilité Électromagnétique (CEM) (3 Semaines)

- Introduction à la CEM.
- Normes et directives CEM.
- Émission et immunité aux perturbations électromagnétiques.

Chapitre.5. Protection contre les Perturbations Électromagnétiques (4 Semaines)

- Parafoudres et dispositifs de protection contre les surtensions.
- Blindage électromagnétique.
- Conception de circuits pour la CEM.

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

Références bibliographiques

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

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S 8	Informatique industrielle		2	3	
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h	1h30		1h30		

Pré-requis

Logique combinatoire et séquentielle ; Microcontrôleurs et microprocesseurs

Objectifs

Acquérir les connaissances de base sur l'informatique industrielle

Contenu de la matière**Chapitre 1 Introduction à l'Informatique Industrielle (3 semaines)**

- Rappel sur les différents circuits programmés.
- Perçu sur les outils de développement et de programmation (μ C, μ P, programmation en assembleur, en C, Arduino, AVR, PIC ...).

Chapitre 2 Périphériques et Interfaces (4 semaines)

- Branchement matériel des périphériques au μ -Processeur (Interfaçage des calculateurs PC, ...).
- Description des fonctions élémentaires des périphériques.
- Les PORTS d'Entrée/Sortie T.O.R.
- La gestion de temps ou les Timers (programmation, initialisation, utilisation,...).
- Les Interruptions (programmation, utilisation).

Chapitre 3 Bus de Communication (4 semaines)

- Communication et transfert de données numériques.
- Sérialisation et dé-sérialisation.
- Caractéristiques d'une liaison série.
- Communication série, port série RS232, RS422, RS485.
- Bus I2C.
- Le MODBUS.
- Le DHCP.
- Bus CAN.

Chapitre 4 Acquisition de données (4 semaines)

- Les convertisseurs analogique/ numérique et numérique/analogique
- Principes.
- Différentes réalisations.

Travaux Pratiques

L'équipe pédagogique chargée de cette matière a la charge de concevoir 5 TP selon la disponibilité du matériel

Modalités d'évaluation : Contrôle continu : 40% (TP), Examen final: 60%.

Références bibliographiques

[1] Dumas, Patrick, Informatique industrielle [texte imprimé] : 28 problèmes pratiques avec rappel de cours, Sciences Sup., 16362217, Paris 2004.

- [2] Tavernier, Christian, Applications des Microcontrôleurs PIC, Dunod 2011.
- [3] Sindjui, Cédric, Le grand guide des systèmes de contrôle-commande industriels [texte imprimé]: automatisme, instrumentation, réseaux locaux, régulation automatique, Paris : Lexitis, 2014.
- [4] J Perrin et F Binet, Automatique et informatique industrielle : Bases théoriques, méthodologiques et techniques, édition Nathan septembre 2004.
- [5] Fernand Boéri et Frédéric Mallet, Informatique industrielle et Java : Cours et exercices corrigés, édition Dunod septembre 2003.
- [6] Jean-Louis Boulanger, Sécurisation des architectures informatiques industrielles, édition Hermès avril 2011.
- [7] Henri Ney, Automatique & informatique industrielle : industriel, sciences et technologies industrielles, édition Nathan février 2000.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S 8	Dimensionnement des installations Electriques industrielles		2	3	
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
67h30	3h 00		1h30		

Contenu de l'enseignement

Chapitre 1 : Introduction à la notion de normes

- Importance des normes électriques industrielles.
- Rôle des normes dans la conception, l'exploitation et la sécurité.

Chapitre 2 : Types d'installations électriques industrielles et autres

- Étude des différents types d'installations (industrielles, tertiaires, etc.).
- Schémas types : configurations, contraintes, exigences techniques.

Chapitre 3 : Alimentation de puissance Côté MT/BT

- Bilans de puissance.
- TGBT (Tableau Général Basse Tension).
- Dimensionnement des disjoncteurs, choix et réglages de protection.

Chapitre 4 : Calcul de la section des câbles

- Méthodes de calcul selon les conditions d'installation.
- Influence du mode de pose, température, longueur et chutes de tension.

Chapitre 5 : Dimensionnement des équipements auxiliaires

- Groupes de secours.
- Compensation de l'énergie réactive.
- Mise à la terre et protection des personnes.

Chapitre 6 : Étude des moteurs asynchrones à cage

- Régimes de fonctionnement, types de services.
- Étude des différents modes de démarrage (direct, étoile-triangle, variateur...).
- Impact sur le dimensionnement des installations.

Modalités d'évaluation

- Contrôles continus 40%
- Examen final 60%

Références bibliographiques

1. Jacques-Marie Broust, *Appareillages et installations électriques industrielles*, Série Usine Nouvelle, Éditions DUNOD, Paris, 2008. ISBN : 978-2-10-051247-8

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S 8	Stage en entreprise 2		1	1	
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		

Pré-requis: Notions de base en électrotechnique

Objectifs:

- Découvrir le monde du travail
- Mettre en pratique les connaissances acquises
- Acquérir une expérience professionnelle
- Découvrir certains aspects d'une profession
- Faciliter le passage du monde de l'enseignement supérieur à celui de l'entreprise

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu:100%

S 8	Eléments d'IA Appliquée		2	2	
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	1h30	1h30			

Compétences visées :

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

Objectifs :

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

Prérequis : Programmation avancée Python**Matériels nécessaires :**

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

Contenu de la matière :**Chapitre1 : Introduction à l'intelligence artificielle'IA (01 semaine)**

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

Chapitre2 : Mathématiques de base pour l'IA (01 semaine)

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

Chapitre3 : Apprentissage automatique (Machine Learning) (03 semaines)

1. Concepts clés : Données, Modèles, features, étiquettes, généralisation.
2. Phases d'un pipeline d'apprentissage : entraînement, validation, test.
3. Types d'apprentissage :
 - Supervisé
 - **Non supervisé**

- **Par** renforcement (*aperçu*)

4. Exercices :

- Approfondir les notions vues au cours

Chapitre4 : Classification supervisée (3 semaines)

1. Principe d'entraînement de modèle de classification simple :

2. Les modèles et algorithmes :

- SVM (Support Vector Machine)
- Arbres de décisions

3. Évaluation de performance :

- Matrice de confusion, précision, rappel, F1-score.

5. Exercices :

- Expliquer comment utiliser Scikit-learn ?
- Comparaison de plusieurs modèles sur un dataset

Chapitre5 : Apprentissage non supervisé

1. Notion de clustering.

2. Algorithmes :

- **K-means**
- DBSCAN(Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise)

3. Visualisation 2D et interprétation des résultats.

4. Exercices :

- Expliquer comment utiliser un algorithme de clustering sur un Dataset
- Expliquer comment visualiser les clusters.

Chapitre6 : Les réseaux de neurones

1. Architecture d'un réseau de neurones :

- Perception,
- Couches et couches caches, poids, biais.
- Fonction d'activation :ReLU, Sigmoid, Softmax,
- Exercices d'applications

2. Introduction au **Deep Learning**

- Notion de couches profondes.
- Introduction aux réseaux convolutifs (CNN)

3. Exercices :

- Expliquer Tensorflow et PyTorch
- Analyser un Datas et de texte et prédire des sentiments

Chapitre6 : Introduction aux réseaux de neurones

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

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

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

Travaux pratiques :**TP 01 :** Initialisation**TP 02 :**

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

TP 03 :

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

TP 04 :

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

TP 05 :

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

TP 06 :

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

Mode d'évaluation : Examen 60% , CC40%**Bibliographie :**

- Ganascia, J.Gabriel (2024) : l'IA expliquée aux humains. Paris France- Edition le Seuil.
- Anglais, Lise, Dilhac, Antione, Dratwa, Jim et al. (2023) : L'éthique au coeur de l'IA. Quebec Obvia.
- J.Robert (2024) : Natural LanguageProcessing (NLP) : définition et principes – Datasciences. Lien : <https://datascientest.com/introduction-au-nlp-natural-language-processing>
- Qu'est-ce que le traitement du langage naturel. Lien : <https://aws.amazon.com/fr/what-is/nlp/>
- M.Journe : Eléments de Mathématiques discrètes – Ellipses
- F.Challet : L'apprentissage profond avec Python – Eyrolles
- H.Bersini (2024) : L'intelligence artificielle en pratique avec Python – Eyrolles
- B.Prieur (2024) : Traitement automatique du langage naturel avec Python – Eyrolles
- V.Mathivet(2024) : Implémentation en Python avec Scikit-learn – Eyrolles
- G.Dubertret (2023) : Initiation à la cryptographie avec Python – Eyrolles
- S.Chazallet (2023) : Python 3 – Les fondamentaux du langage - Eyrolles
- H.BelhadeF, I.Djemal : Méthode TALN – Cours de l'unievrsite de Msila - Algérie

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S 8	Respect des normes et des règles d'éthique et d'intégrité		1	1	CESE 8.12
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
22h30	1h30	/	/		

Pré-requis :

Ethique et déontologie (les fondements).

Objectifs:

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.

Contenu de la matière :**A. Respect des règles d'éthique et d'intégrité,****Chap. 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,

Chap. 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.

Chap. 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**Chap. 4. Fondamentaux de la propriété intellectuelle**

Propriété industrielle. Propriété littéraire et artistique.

Règles de citation des références (ouvrages, articles scientifiques, communications dans un congrès, thèses, mémoires, ...)

Chap. 5. 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.

Chap. 6. 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

Chap. 7. Ethique, développement durable et nouvelles technologies

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

Références bibliographiques :

1. Charte d'éthique et de déontologie universitaires, <https://www.mesrs.dz/index.php/fr/ethique-et-deontologie/charte-ethique-et-deontologie/>
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 Rinckelédá Mansour, littérature à l'ère du numérique : le copier-coller chez les étudiants, Université grenoble3 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. EmanuelaChiriack, 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/>

Modalités d'évaluation :

Examen : 100%.

Intitulé : *Electricité Industrielle*
Année universitaire

Etablissement :

Programmes détaillés des matières du 9^{ème} semestre

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S 9	Entrainements électriques réglés		3	5	
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
67h30	3h 00	1h30	1h30		

Pré requis :

- Matière commandes électriques
- Matière électronique de puissance
- Matière asservissement et régulation

Objectifs de l'enseignement :

Ce cours a pour objectif de permettre aux étudiants d'acquérir les connaissances nécessaires au choix des composants d'un entraînement électrique. Il leur permettra aussi de comprendre les enjeux et les solutions disponibles dans le domaine des entraînements électriques en électrotechnique industrielle.

Contenu de la matière :**Chapitre 1 : Généralités sur les entraînements électriques (01 semaine)**

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

Caractéristiques mécaniques des charges $C(\Omega)$ Charge ventilateur, charge de levage, d'ascension, de traction etc...

Chapitre 2 : Entraînements électriques réglés à courant continu (02 semaines)

Commande cascade vitesse / courant d'un moteur à courant continu excitation séparée.

- Commande en puissance (A flux constant)
- Commande en couple (A flux variable)

Chapitre 3 : Entraînements électriques réglés d'une machine pas à pas (04 semaines)

- Etude et commande d'un moteur à 48 pas par tour ; variation de la position et de vitesse
- Etude et commande d'un moteur à 200 pas tour ; variation de la position et de vitesse
- Fonctionnement en pas entier et en demi-pas

Chapitre 4 : Entraînements électriques réglés de la machine asynchrone (04 semaines)

- Commande scalaire en boucle ouverte de la machine asynchrone
- Commande scalaire en boucle fermée de la machine asynchrone
- Commande vectorielle direct et indirect de la machine asynchrone
- Commande DTC de la machine asynchrone

Chapitre 5 : Entraînements électriques réglés de la machine synchrone (04 semaines)

- Commande vectorielle de la machine synchrone à aimants permanents (MSAP)
- Commande-DTC- de la machine synchrone à aimants permanents (MSAP)

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

Références bibliographiques :

- Ogata, K. "Modern Control Engineering."
- Franklin, G., Powell, J., et Workman, M. "Digital Control of Dynamic Systems."

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S 9	Conduite des réseaux électriques		3	5	
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
67h30	1h30	1h30	1h30/		

Pré-requis :

Réseaux de transport et de distribution électriques

Objectifs:

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.

Contenu de la matière :**Chapitre I. Généralités sur le système production-transport-Distribution (2 semaines)**

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 (3 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.

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

Intitulé : Electricité Industrielle

Etablissement :

Année universitaire

Références bibliographiques :

1. *On Voltage and Frequency Control in Multi-Area Power*, Thèse Docteur en génie électrique, Faculté des sciences et techniques de l'ingénieur, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, 2014
2. *Rapport définitif, Intégration progressive des marches d'électricité de l'Algérie, du Maroc et de la Tunisie dans le marché intérieur de l'électricité de l'Union Européenne*, Programme MEDA de l'Union Européenne, juin 2010.
3. Amir Farughian, *Modeling and simulation of bess-upgraded power transmission systems for frequency control*, Master of Science thesis, Faculty Council of the Faculty of Computing and Electrical Engineering, Thesis, Eindhoven University of Technology, 2014.
4. YuryDvorkin, *Operations and Planning in Sustainable Power Systems*, Doctor of Philosophy, University of Washington, 2016.
5. Ministère de l'énergie, *Regles techniques de raccordement et regles de conduite du systemeelectrique*, 2019, https://www.energy.gov.dz/Media/galerie/grid_code_enr_5e2eeee002101.pdf
6. B.M. Weedy; B.J. Cory, N. JeNkiNs; J.B. ekaNayake; G. strBaC; *Electric Power Systems, Fifth Edition, Fifth Edition*, John Wiley & Sons Ltd, 2012.
7. *Energy Management of Distributed Resources in Power Systems Operations*
8. VIRLOGEUX, "Systèmes de téléconduite des postes électriques", *Techniques de l'Ingénieur*, D4850, 1999.
9. Pierre BORNARD, "Conduite d'un système de production-transport", *Techniques de l'Ingénieur*, D4080, 2000.
10. Gwilherm POULLENNEC, "A la découverte du système électrique", *Ecole des Mines de Nantes*, 2007.
11. RTE, "Contribution des utilisateurs aux performances du RPT", *Réseau de Transport d'Electricité*, 2014

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S 9	Conception des systèmes d'entraînements électriques		2	4	
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h	1h30		1h30		

Pré-requis

Connaissances préalables en matière de réseaux électriques, d'électronique de puissance, des moteurs électriques, de modes de démarrage, ainsi que sur les divers types de charges, les schémas et les appareillages et enfin des notions en mécanique.

Objectifs

Acquérir les principes de dimensionnement approprié d'un système d'entraînement électrique. Cela implique la prise en considération d'une multitude de facteurs et la compréhension approfondie de tous les composants du système, tels que le réseau électrique, la machine entraînée, les contraintes environnementales, les moteurs et les variateurs de vitesse, les organes de transmission mécanique de puissance. Investir du temps dans un dimensionnement précis peut se traduire par des avantages significatifs sur le plan technico-économique.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Entraînements électriques et mécanismes de transmission (4 semaines)

- Constitution des entraînements électriques.
- Caractéristiques mécaniques des moteurs électriques.
- Caractéristiques mécaniques des machines entraînées.
- Calcul des paramètres de la charge ramenée sur l'arbre moteur (C1, N1 et J1).
- Effectuer un premier choix de moteur pour le régime établi (choix préliminaire).
- Transmission mécanique.
- Transmettre sans modification de la vitesse (Accouplements).
- Transmettre avec modification de la vitesse.
 - Réducteurs à engrenages
 - Système roue et vis sans fin
 - Transmission par un train d'engrenages
 - Transformation de mouvement giratoire en rectiligne
 - Système roue et crémaillère
 - Système poulies courroies

Chapitre 2 : Vérification du choix de la motorisation (4 semaines)

- Corriger le choix du moteur adapté aux conditions d'utilisation.
- Types de service des moteurs électriques.
- Vérification du moteur.
- Coût du cycle de vie d'un moteur électrique.

Chapitre 3 : Dimensionnement des variateurs de vitesse (4 semaines)

- Critères de choix d'un moto-variateur
- Démarrage des moteurs électriques
- Démarrage par technologie câblé (direct, étoile/triangle)
- Démarrage par technologie programmée par API
- Démarrage par variateur de vitesse

- Calcul de la puissance d'un variateur de vitesse pour un entraînement électrique

Chapitre 4 : Applications industrielles (3semaines)

- Dimensionnement industriel d'un système d'entraînement : moteur électrique réducteur mécanique et variateur de vitesse.
- Dimensionnement d'une armoire électrique destinée à un entraînement électrique.

Travaux Pratiques

TP1 : Simulation d'un réducteur de vitesse par Simulink/Multibody

TP 2 : Simulation de la Commande d'une Pompe centrifuge

TP3 : Simulation de la Commande d'un Ascenseurs par Simulink/Flowchart

TP4 : Simulation d'un Véhicule Electrique Simulink/Vehicle Dynamics Blocksets

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu : 40 % (TD : 20% et TP : 20%); Examen final : 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] Dominique SERRE, "Installations électriques BT - Protections électriques", Technique. De l'ingénieur, D5045, 2006.

[3] Catherine Le Trionnaire Vade-mecum électrotechnique réseaux production machines systèmes industriels génie électrique niv.A. Sortie : 25 septembre 2010.

[4] Philippe LE BRUN " Machine asynchrone ", Technologie, choix et alimentation des machines asynchrones Lycée Louis ARMAND.

[5] Electric Motors Gear Reducers Gear Motors Variable Speed Drives, A Publication Of Marathon Motors, 2013.

[6] Joseph Beretta, Automotive Electricity, John Wiley & Sons, Inc. 2010.

[7] E. Francis, "Construction mécanique: transmission de puissance", Tomes 1, 2 et 3

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	Crédits	Code
S 9	Surveillance et diagnostic des systèmes électriques	2	4	
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
45h	1h30		1h30	

Pré-requis

Machines électriques modélisation des systèmes électriques, traitement de signal

Objectifs

Approfondir les connaissances dans la surveillance et du diagnostic des systèmes électriques. Maîtriser les différentes techniques et outils utilisés pour la surveillance et le diagnostic. Apprendre à utiliser des équipements et des logiciels de surveillance. Analyser et interpréter les données pour diagnostiquer les pannes et proposer des solutions

Contenu de la matière

Chapitre.1 Introduction à la surveillance des systèmes électriques (2 semaine)

- Concepts de base; Importance de la surveillance
- Types de systèmes électriques surveillés (générateurs, transformateurs, réseaux de distribution, etc.)

Chapitre.2. Techniques de surveillance (2 semaines)

- Surveillance en ligne vs hors ligne
- Méthodes de mesure (courant, tension, température, vibrations)
- Utilisation des capteurs et des transducteurs

Chapitre.3. Diagnostic des systèmes électriques (4 semaines)

- Techniques de diagnostic (analyse de signal, analyse spectrale, analyse temporelle)
- Modèles de défaillance et symptômes
- Méthodes de localisation des pannes

Chapitre.4. Outils et équipements de surveillance (2 semaines)

- Multimètres; Oscilloscopes, centrales de mesure ; Analyseurs de réseau et de puissance
- Logiciels de surveillance et de diagnostic

Chapitre.5. Analyse des données et interprétation (2 semaines)

- Collecte et traitement des données
- Méthodes d'analyse des données (statistiques, intelligence artificielle)

Chapitre.6. Maintenance prédictive et proactive (3 semaines)

- Concepts de maintenance prédictive
- Algorithmes et modèles de prédiction
- Implémentation de la maintenance proactive

Travaux Pratiques

TP.1 Surveillance et diagnostic des transformateurs

TP. 2 Surveillance et diagnostic des machines électriques tournantes

Analyse des courants de stator et de rotor- Surveillance des vibrations

TP.3 Surveillance des réseaux de distribution

Surveillance des lignes de transmission ; Détection des défauts de câbles

Surveillance des équipements de protection

Intitulé : Electricité Industrielle

Etablissement :

Année universitaire

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu : 40 % (TD : 20% et TP : 20%); Examen final : 60 %.

Références bibliographiques

- [1] J.D. Glover, M.S. Sama, T.J. Overbye, "Power Systems Analysis and Design", 4th Edition, Thompson- Engineering.
- [2] Robert Radvanovsky et Jacob Brodsky, Handbook of SCADA/Control Systems Security, Second Edition, CRC Press; 2016
- [3] D. Brown, D. Harrold, R. Hope, Control System Power and Grounding Better Practice, Elsevier, 2004.
- [4] P. Tavner, L. Ran, J. Penman, and H. Sedding, Condition Monitoring of Rotating Electrical Machines, 2 ed. London, United Kingdom: Institution of Engineering and Technology, 2008.
- [5] Jean-Claude Trigeassou, Diagnostic des machines électriquesHermes Science Publications, 2011

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S 9	Systèmes électriques intelligents		2	3	
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h	1h30		1h30		

Pré-requis

Réseaux électriques 1, 2, modélisation des systèmes électriques.

Objectifs

L'objectif de ce cours est d'introduire le développement du réseau électrique intelligent de demain, qui sera communicatif, interactif et multidirectionnel grâce à l'utilisation des nouvelles technologies de l'information et de la communication.

Contenu de la matière**Chapitre 1 Introduction aux Smartgrids (2 semaines)**

- Rappels sur les réseaux électriques
- La technologie des systèmes électriques intelligents,
- Initiation à la Transition énergétique et intégration des sources renouvelables.

Chapitre 2 Architecture des systèmes électriques intelligents (2 semaines)

- Architecture des microgrids et des smartgrids
- Communication dans les réseaux intelligents, standards et protocoles
- Systèmes embarqué et réseaux de capteurs, stockage et sécurité des données.

Chapitre 3 Automatisation, contrôle et protection des réseaux (3 semaines)

- Systèmes SCADA
- Wide-area monitoring & control
- Wide-area protection.

Chapitre 4 Gestion et pilotage des réseaux électriques (5 semaines)

- Gestion optimale des Microgrids
- Gestion de l'énergie (EMS, VPP ...)
- Demande-side management, pricing

Chapitre 5 Développements et service liés aux systèmes intelligents (3 semaines)

- Intelligence artificiel dans la gestion des réseaux
- prévision de charge
- mesure, comptage et pricing en temps réel.
- Bâtiments intelligents

Travaux Pratiques

Travaux pratiques qui peuvent être sous forme de mini-projets qui permettent aux étudiants de mieux assimiler les smart grids et leurs diverses applications. Il s'agit notamment de la conception et de la simulation de réseaux intelligents en utilisant différents outils de simulation. Ces travaux pratiques peuvent être adaptés en fonction des ressources disponibles

TP.1 Implémentation des systèmes de gestion de l'énergie en utilisant des microcontrôleurs

TP.2 capteurs et de compteurs intelligents pour collecter des données en temps réel.

TP.3 Utilisation des techniques de data mining et de machine learning pour l'analyse des données des smart grids.

TP.4 Mise en place d'un réseau de communication pour un microgrid.

TP.5 Conception d'un microgrid intelligent pour un système tertiaire.

Mode d'évaluation : CC : (TC+TP) 40%, Examen 60%

Références bibliographiques

- [1]. N. Simoni, « Des réseaux intelligents à la nouvelle génération de services », Hermès, 2007
- [2]. Stuart Borlase, Smart Grids: Infrastructure, Technology, and Solutions, CRC press, 2017
- [3]. Stephen F. Bush, Smart Grid: Communication-Enabled Intelligence for the Electric Power Grid, Wiley, 2014.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S 9	Conception en Electronique de puissance		3	5	
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
67h30	1h30		3h		

Pré-requis

Electronique de Puissance 1, 2 et avancée, Electronique fondamentale, transfert thermique

Objectifs

Maitriser concept de la conception des circuits puissance, dimensionnement des composants, dimensionnement et choix des circuits de refroidissement et l'utilisation des logiciel de CAO et les logiciel de fabrication des PCB.

Contenu de la matière

Chapitre.1. introduction à la CAO en Electronique de puissance (1 Semaine)

Chapitre.2. Dimensionnement et choix des composants d'électronique de puissance (3 Semaines)

Chapitre.3. Dimensionnement et choix des dissipateurs thermiques (3 Semaines)

Chapitre.4. Méthodologie de conception des convertisseurs de puissance (2 Semaines)

Chapitre.5. Conception des Circuit de puissance pour Redresseurs, Hacheurs et Onduleurs (3 Semaines)

Chapitre.6. Conception des Circuit de commande pour Redresseurs, Hacheurs et Onduleurs (3 Semaines)

Travaux Pratique

TP1: Conception d'un Redresseur Double Alternance commandé (Circuit de Puissance et de Commande).

TP 2: Conception d'un Hacheur Buck Boost (Circuit de Puissance et de Commande).

TP3: Conception d'un Onduleur Triphasée à base de MOSFT (Circuit de Puissance et de Commande).

TP4: Conception d'un Onduleur Triphasée à base d'IGBT (Circuit de Puissance et de Commande).

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

Références bibliographiques

- [1]. MicroSim Corporation, PSpice Manual, Irvine, CA, 1992.
- [2]. W. Blume, Computer circuit simulation, Byte, 11(7), 1986, 165.
- [3]. Cadence Design Systems, PSpice 9.1 Student Version, San Jose, CA, 2001. <http://www.cadencepcb.com/products/downloads/PSpicestudent/default.asp>.
- [4]. Cadence Design Systems, Orcad 9.2 Demo, San Jose, CA, 2001. <http://www.cadencepcb.com/products/downloads/orcaddemo/default.asp>.
- [5]. Cadence Design Systems, PSpice Design Community, San Jose, CA, 2001. <http://www.PSpice.com>

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S 9	Reverse Engineering		2	2	
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
45h00	1h30	1h30 -Atelier			

Objectifs de l'enseignement

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

Compétences visées

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

Pré requis – Connaissances fondamentales dans la spécialité.

Contenu de la matière

1. Introduction à la Réverse Engineering

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

2. Méthodologie générale

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

3. Reverse engineering matériel

- Dispositif Electrique – Carte Electronique : inspection visuelle, repérage de composants
- Utilisation d'outils : multimètre, oscilloscope, analyseur logique
- Reconnaissance de schémas électriques
- Reconstitution de schémas sous KiCad / Fritzing / Proteus/EPLAN Electric P8/ QElectroTech

4. Reverse engineering logiciel

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

5. Reverse engineering mécanique

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

6. Sécurité et détection d'intrusion

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

7. Cas d'études réels

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

Exemples de TP (base les 4 Génies)

• Génie Electrique

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

• Génie Mécanique :

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

• Génie Civil :

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

• Génie des Procédés

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

Mode d'évaluation :

- TP techniques
- Mini-projet de rétro-ingénierie (rapport + soutenance)

- Examen final (QCM + étude de cas)
- Examen : 60% et CC TP : 40%

Références bibliographiques :

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

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S 9	Recherche documentaire et conception de mémoire		1	1	
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
22h30	1h30	/	/		

Pré requis

Méthodologie de la rédaction, Méthodologie de la présentation.

Objectifs

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.

Contenu de la matière

Partie I : Recherche documentaire :

Chapitre 1 : Définition du sujet

- 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 2 : Sélectionner les sources d'information

- 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 3 : Localiser les documents

- Les techniques de recherche
- Les opérateurs de recherche

Chapitre 4 : Traiter l'information

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

Chapitre 5 : Présentation de la bibliographie

- 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

Intitulé : *Electricité Industrielle*
Année universitaire

Etablissement :

Chapitre 1 : Plan et étapes du mémoire

- 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 2 : Techniques et normes de rédaction

- 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 3 : Atelier : Etude critique d'un manuscrit

Chapitre 4 : Exposés oraux et soutenances

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

Chapitre 5 Comment éviter le plagiat ?(Formules, phrases, illustrations, graphiques, données, statistiques,...)

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

Mode d'évaluation : Examen : 100%

Références bibliographiques

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

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	Crédits	Code
S 9	Hygiène et sécurité industrielle	1	1	
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques	
22h30	1h30			

Pré-requis Notions d'électricité.

Objectifs

L'objectif de ce cours est d'informer les futurs ingénieurs sur les accidents électriques, les techniques de secours pour les victimes d'accidents électriques, ainsi que de leur fournir les connaissances nécessaires pour bien dimensionner les dispositifs de protection des équipements et du personnel intervenant dans l'industrie et d'autres domaines d'utilisation de ces équipements.

Chapitre 1 Historique et statistique des accidents électriques (1 Semaine)

- Histoire de l'électricité
- Légende et histoire du risque électrique
- Statistiques des accidents du travail
- Statistiques des accidents électriques

Chapitre 2 Danger et facteurs influents sur les effets du courant électrique (2 Semaines)

- Pourquoi le courant électrique est dangereux ?
- Seuils de danger du courant électrique
- Effet de l'action du courant électrique sur l'homme
- Facteurs influents sur les effets du courant électrique
- Domaines de tension
- Effets du champ électromagnétique et ondes hertziennes
- Effets des incendies et des explosions d'origines électriques
- Conduite à tenir face à un incendie d'origine électrique

Chapitre 3 Règlementation Normes et Habilitation (3 Semaines)

- Définitions et but de la sécurité électrique
- Prévention et Education
- Règlementation – Textes officiels
- Normalisation et Aspect juridique
- Habilitation
- Organisation du travail
- Procédures de travail électrique

Chapitre 4 Le matériel de protection (3 Semaines)

- Equipements de Protection Individuelle (EPI)
- Equipements Individuels de Sécurité (EIS)
- Equipements Collectifs de Sécurité (ECS)

Chapitre 5 protections et Distances de sécurité (4 Semaines)

- Contacts électriques
- Protection contre le contact direct
- Protection contre le contact indirect
- Classes d'isolation des appareils électriques
- Indices de Protection
- Locaux Réservés aux Electriciens (LRE)

- Zone d'environnement
- La Distance minimale d'approche (DMA)
- Distances limites de voisinage
- Zone de travail
- Travaux près des lignes électriques
- Distances à respecter autour d'une ligne de transport et de distribution

Chapitre 6 Secourisme de base (2 Semaines)

- Quoi faire suite à une électrisation ?
- Secourir
- Surveillance
- Exemple d'intervention de secourisme de base face à un accident électrique domestique

Mode d'évaluation : Examen 100%

Références bibliographiques

- [1].C. ATLANI et S. DOMINIQUE, "Prévention des accidents électriques Exploitation", Les Techniques de l'ingénieur, Génie électrique D 5103, 2014
- [2].D. HILAIRE et J. POYARD, "Sécurité électrique Protection des personnes", Les Techniques de l'ingénieur, Génie électrique SL6181, 17p, 2009
- [3].L.G. Hewitson, Guide de la protection des équipements électriques, Dunod, 2007
- [4].S. DOMINIQUE, "Installations électriques BT - Protection contre les contacts directs", Les Techniques de l'ingénieur, Génie électrique, Référence D5043, 2006
- [5].Opérations sur les ouvrages et installations électriques et dans un environnement électrique Prévention du risque électrique, NF C 18-510 Janvier 2012