



MANUEL PLAN DES ETUDES & FICHES MATIERES

En Génie Electrique

Version : 21/08/2019



Contenu

Plans d'études	6
Fiches matières.....	11
Electrotechnique 1	13
Automatique 1.....	15
Traitement de signal 1.....	17
Electronique Analogique 1	19
Circuits électriques.....	21
Systèmes d'exploitation.....	23
Logique combinatoire et séquentielle	25
Schéma électrique	27
Mathématiques pour Ingénieur	29
Anglais 1	31
Français 1	32
Electrotechnique 2 : Machines à Courant Continu	33
Automatique 2.....	35
Traitement de signal 2.....	36
Electronique Analogique 2	38
Programmation Orientée Objet C++	40
Installation et équipements électriques	43
Microprocesseur et programmation assembleur	45
Analyse Numérique	47
Conception Assistée Par Ordinateur : CAO.....	48
Projet Personnel encadré (PPE)	50
Probabilité & Statistique	51
Anglais 2	52
Français 2.....	53
Automatisme industriel et API.....	55
Transmission des signaux	57
Machines Synchrones	59
Electronique de Puissance 1.....	61
Capteurs en instrumentation	63
Microcontrôleurs.....	65
Programmation Orientée Objet Avancée (JAVA)	67
Analyse et Commande des Systèmes.....	68
Technologies des circuits intégrés	70
Recherche Opérationnelle.....	71
Entrepreneuriat 1.....	72
Techniques de communication 1	74

Electronique de Puissance 2.....	75
Machines Asynchrones	77
Traitement d'images	79
Circuits Programmables.....	81
Robotique.....	82
DSP : Architecture et Programmation	84
Technologie et Synthèse VHDL	86
Techniques d'Interfaçage.....	88
Techniques de communication 2	90
Entrepreneuriat 2.....	91
Gestion des Ressources Humaines : GRH.....	92
Développement mobile	94
Vision Artificielle et Industrielle	96
Codage Avancé de l'information.....	98
VHDL avancé : architecture et simulation.....	100
Prototypage des SOC sur FPGA	102
Processeurs ARM et applications	103
Capteurs intelligents.....	106
Linux pour systèmes embarqués	108
Systèmes embarqués: architectures et applications	110
RFID : Identification par Radiofréquence	112
Management de la qualité	114
Maintenance des équipements	116
Techniques d'Imageries Médicales	118
Télémédecine E-Santé	120
Instrumentation Biomédicale	122
Robotique Médicale	123
Anatomie– Physiologie- Neurophysiologie	125
Electronique et Instrumentation nucléaire	127
QUALITOLOGIE ET GMAO.....	128
Biophysique et physique atomique et nucléaire.....	130
Stérilisation , Sécurité et Normes.....	131
Biologie.....	133
Commande des machines électriques	135
Energies renouvelables et Smart Grids	137
Variateurs de vitesse	139
Techniques et méthodes de maintenance industrielle	141
Diagnostic et sureté de fonctionnement.....	143
Contrôle et commande des systèmes industriels par API	145

Modélisation et commande des systèmes mécatroniques	147
Commandes intelligentes	148
Internet des Objets et développement mobile	150
Capteurs et actionneurs industriels	151
Analyse et gestion de la production	153
Management de la qualité	154
Droit du travail et éthique de l'ingénieur	156
Projet de fin d'année : PFA.....	157
PROJET DE FIN D'ETUDES (PFE)	158
Stages industriel (Initiation & Perfectionnement)	159

Plans d'Etudes

Plans d'études

3^{ème} année Ingénieur Génie Electrique

Module	Matière	CI	TP	Coef.	Crédit	Crédit Module
Systèmes Electriques	Electrotechnique 1	22,5	12	3	3	11
	Electrotechnique 2	22,5	12	3	3	
	Schéma électrique	21	18	3	3	
	Installation et équipements électriques	09	21	2	2	
Signaux et Systèmes	Automatique 1	22,5	12	3	3	11
	Automatique 2	22,5	12	3	3	
	Traitement de signal 1	22,5	12	3	3	
	Traitement de signal 2	21	09	2	2	
Dispositifs Electroniques	Electronique analogique 1	22,5	12	3	3	11
	Electronique analogique 2	22,5	12	3	3	
	Logique combinatoire et séquentielle	22,5	12	3	3	
	Circuits électriques	21	12	3	2	
Systèmes Informatiques	Système d'exploitation	21	12	3	3	10
	Programmation Orientée Objet C++	21	09	2	2	
	Microprocesseur et prog. assembleur	21	15	3	3	
	CAO	0	21	2	2	
Mathématiques	Probabilité et statistique	21	0	2	2	7
	Mathématiques pour l'ingénieur	39	0	3	3	
	Analyse numérique	21	0	2	2	
Langues	Anglais 1	21	0	2	2	10
	Français 1	21	0	2	2	
	Anglais 2	21	0	2	2	
	Français 2	21	0	2	2	
	PPE	0	21	2	2	
Total		480	246	61	60	60

4^{ème} année Ingénieur Génie Electrique

Modules	Matières	CI	TP	Coef.	Crédit	Crédit Module
Systèmes Electriques	Machines synchrones	30	0	2	2	8
	Machines asynchrones	21	12	3	2	
	Electronique de puissance 1	22,5	12	3	2	
	Electronique de puissance 2	21	12	3	2	
Automatique	Automatisme industriel et API	22,5	12	3	3	9
	Analyse et commande des systèmes	21	09	2	2	
	Microcontrôleurs	21	12	3	2	
	Robotique	21	0	2	2	
Informatique	Programmation OO (JAVA)	21	09	2	2	7
	Recherche opérationnelle	21	0	2	2	
	PFA	0	33	3	3	
Signaux	Traitement d'images	21	12	3	3	10
	Transmission des signaux	21	09	2	2	
	Techniques d'interfaçage	21	12	3	3	
	Capteurs en instrumentation	21	09	2	2	
Electronique	Technologie des circuits intégrés	21	0	2	2	10
	Circuits programmables	21	0	2	2	
	DSP : Architecture et programmation	21	12	3	3	
	Technologie et synthèse VHDL	21	12	3	3	
Langues	Techniques de communication 1	21	0	2	2	8
	Techniques de communication 2	21	0	2	2	
	Anglais 3	21	0	2	2	
	Anglais 4	21	0	2	2	
Entrepreneuriat	Entrepreneuriat 1	21	0	2	2	8
	Entrepreneuriat 2	21	0	2	2	
	Droit de travail et éthique de l'ing.	21	0	2	2	

GRH	21	0	2	2	
Total	558	177	64	60	60

5^{ème} année Ingénieur Génie Electrique : Option Systèmes Embarqués

Modules	Matières	CI	TP	Coef.	Crédit	Crédit Module
Systèmes Embarqués et Multimédias	Développement mobile	12	18	3	3	
	Vision Artificielle et Industrielle	18	18	3	3	9
	Codage Avancé de l'information	18	18	3	3	
Développement SW/HW des Systèmes Temps réel	VHDL avancé : arch. et simulation	12	18	3	3	
	Prototypage des SOC sur FPGA	18	18	3	3	15
	Processeurs ARM et applications	18	18	3	3	
	Linux pour systèmes embarqués	18	18	3	3	
	Systèmes embarqués: arch.& appli.	18	18	3	3	
systèmes embarqués et Environnement	Capteurs intelligents	12	18	3	2	
	RFID : Ident. par Radiofréquence	18	12	3	2	4
Management	Management de qualité	21	0	2	2	2
Stages	Stage d'initiation	/	/		3	
	Stage de perfectionnement	/	/	10	3	30
	Stage de fin d'études	/	/		24	
Total		183	174	42	60	60

5^{ème} année Ingénieur Génie Electrique : Option Instrumentation Biomédicale

Modules	Matières	CI	TP	Coef.	Crédit	Crédit module
Instrumentation	Maintenance des équipements	36	15	4	4	12
	Qualitologie et GMAO	21	0	2	2	
	Instrumentation biomédicale	18	15	3	3	
	Robotique Médicale	18	15	3	3	
Technologies médicales	Techniques d'imagerie médicale	36	15	4	4	12
	E-santé	36	15	4	3	
	Stérili., sécurité et normes	21	0	2	2	
	Electronique et instru. nucléaire	18	15	3	3	
Culture médicale	Biologie	21	0	2	2	6
	Anatomie, Physio. et Neurophysio.	21	0	2	2	
	Biophy. et physi. Atom. et nuc.	21	0	2	2	
Stages	Stage d'initiation	/	/		3	30
	Stage de perfectionnement	/	/	10	3	
	Stage de fin d'études	/	/		24	
Total		267	90	41	60	60

5^{ème} année Ingénieur Génie Electrique : Option Contrôle Industriel

Modules	Matières	CI	TP	Coef.	Crédit	Crédit Module
Commande des Systèmes	Commande des systèmes par API	21	12	3	3	
	Mod. et code. des syst. mécatroniques	21	12	3	2	7
	Commandes intelligentes	21	12	3	2	
Puissance	Commande des machines électriques	21	12	3	3	
	Energies renouvelables et Smart Grids	21	12	3	3	9
	Variateurs de vitesse	21	12	3	3	
Diagnostic	Techniques et méthodes de MI	21	12	3	2	
	Diagnostic et sureté de fonctionnement	21	12	3	2	6
	Capteurs et actionneurs industriels	21	9	3	2	
Qualité de production	Internet des Objets et dévelop. mobile	18	12	3	4	
	Analyse et gestion de la production	21	9	3	2	8
	Management de la qualité	21	0	2	2	
Stages	Stage d'initiation	/	/		3	
	Stage de perfectionnement	/	/	10	3	30
	Stage de fin d'études	/	/		24	
Total		231	126	45	60	60

Fiches Matières

Fiches matières

Fiches Matières
Classe :Troisième année

Electrotechnique 1

Etablissement EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 3 1 01
2. **Enseignant Responsable** : Prof. Nasreddine Bouguila
3. **Credit** : 03
4. **Objectif**

Connaissance des grandeurs relatives au courant alternatif et des systèmes triphasés ainsi que la conversion alternatif / alternatif via les transformateurs monophasés et triphasés.

5. Pré-requis

Circuits électriques de base

6. Eléments constitutifs

6.1-Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Electrotechnique 1	22,5 H	12 H	34,5

6.2. Contenu Théorique

- **Courants alternatifs monophasés** : grandeurs alternatives, valeurs, tensions, courants, impédances, puissances, compensation du facteur de puissance.
- **Courants polyphasés** : Systèmes polyphasés équilibrés (groupements des circuits polyphasés, puissances, compensation du facteur de puissance). Systèmes polyphasés déséquilibrés (Composantes symétriques, utilisation des composantes symétriques).
- **Transformateurs monophasés** : Préliminaires, bobine à noyau de fer, transformateur à vide, transformateur en charge, étude du transformateur avec l'hypothèse de Kapp, chute de tension, rendement.
- **Transformateur triphasé** : Constitution, caractéristiques, fonctionnement en régime équilibré, fonctionnement en régime déséquilibré, fonctionnement en parallèle, essais, transformateurs spéciaux.

6.3. Travaux pratiques

- **Mesures de puissance monophasée**
 - Permettre à l'étudiant de manipuler le wattmètre pour mesurer les puissances active, réactive et apparente d'une installation électrique industrielle en régime alternatif sinusoïdal.
 - Savoir comment diminuer les chutes de tension et les pertes de puissances à travers les lignes de transport d'énergie, et ce, en améliorant le facteur de puissance.

- **Mesures de puissance triphasée**
 - Permettre à l'étudiant de manipuler le wattmètre pour mesurer les puissances active, réactive et apparente d'une installation électrique industrielle en régime alternatif sinusoïdal.
 - Savoir comment diminuer les chutes de tension et les pertes de puissances à travers les lignes de transport d'énergie, et ce, en améliorant le facteur de puissance.

- **Etude du transformateur monophasé**
 - Etudier le fonctionnement à vide et en charge d'un transformateur monophasé en mesurant sa chute de tension et en déterminant son rendement
 - Essai à vide
 - Essai en court circuit
 - Essai en charge.

- **Etude du transformateur triphasé**
 - Mesure de la chute de tension
 - Détermination du rendement
 - Différents couplages (étoile, triangle, Zig-zag)
 - Détermination de l'indice horaire
 - Marche en parallèle de deux transformateurs

7. Méthode d'examen : Contrôle continu 40% (20% DS et 20% TP), Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

9. Bibliographie

Luc Lasne (2018), *Énergie électrique : Electrotechnique - Magnétisme - Machines – Réseaux*, Edition *Dunod*, 04/04/2018

Michel Lambert (2016), Les transformateurs électriques : Fonctionnement, mise en oeuvre et exploitation, Edition Dunod, 30/03/2016.

Guy Séguier, Francis Notelet (2006), *Electrotechnique industrielle*, Edition Lavoisier, 3^{ème} édition, 23/02/2006.

Automatique 1

Etablissement EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 3 1 02
2. **Enseignant Responsable** : Prof. Hassani Messaoud
3. **Credit** : 03
4. **Objectif**

Construire la fonction de transfert modélisant le comportement d'un système asservi, analyser la stabilité d'un système asservi, la précision et la rapidité.

5. Pré-requis

Outils mathématiques

6. Eléments constitutifs

6.1-Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Automatique 1	22,5 H	12 H	34,5

6.2. Contenu Théorique

- **Les systèmes linéaires continus:** Signaux canoniques, transformée de Laplace, fonction de transfert et
- **Analyse temporelle et fréquentielles des systèmes fondamentaux :** Réponses impulsionnelle et indicielle (système d'ordre un et deux), diagrammes de Nyquist, Bode et Black (système d'ordre un et deux).
- **Systèmes asservis :** schéma fonctionnel (boucle ouverte, boucle fermée...).
- **Analyse des systèmes asservis :** *Stabilité* : Définition, condition de stabilité, Critère de stabilité (critère de Routh, critère de Nyquist, critère du Revers), degré de stabilité (marge de gain et marge de phase), *Précision* : Définition, précision statique, précision dynamique, erreur stationnaire, *Rapidité* : définition, temps de réponse, temps de montée
- **Synthèse des systèmes asservis :** Correction, correcteur cascade, correcteur en retour, PID, Correcteur à avance de phase, correcteur à retard de phase, correction tachymétrique, correction par retour d'état..

6.3. Travaux pratiques

- **Initialisation Matlab**
- **Etude des systèmes du premier ordre :**
 - Traçage de la réponse indicielle
 - Variation de la constante du temps

- Variation du gain statique
- Traçage du diagramme de Bode, Nyquist et Black.
- **Etude des systèmes du second ordre.**
 - Traçage de la réponse indicielle
 - Variation du coefficient d'amortissement
 - Traçage du diagramme de Bode, Nyquist et Black.

- **Analyse des Systèmes asservis**
 - Fonction de transfert en boucle fermée à partir de la boucle ouverte
 - Réponse indicielle
 - Analyse de la Stabilité

- **Synthèse des Systèmes asservis**
 - Détermination des coefficients du correcteur PID

7. Méthode d'examen : Contrôle continu 40% (20% DS et 20% TP), Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

9. Bibliographie

- **Yves Granjon (2015)**, Systèmes linéaires, non linéaires, à temps continu, à temps discret, représentation d'états...*Collection : Sciences Sup, Dunod*, septembre 2015

Traitement de signal 1

Etablissement EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 3 1 03
2. **Enseignant Responsable** : Dr. Saidi Bchira
3. **Credit** : 03
4. **Objectif**

- Introduction aux signaux et aux systèmes en exposant les principes de la théorie du signal, de l'analyse spectrale et de la synthèse des filtres analogiques.
- Maîtriser l'acquisition et la pratique des outils de base de traitement des signaux

5. Pré-requis

Mathématiques pour l'ingénieur

6. Eléments constitutifs

6.1-Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Traitement de signal 1	22,5 H	12 H	34,5 H

6.2. Contenu Théorique

- **Classification des signaux analogiques** : énergie, puissance, stationnarité, ergodicité, corrélation et covariance
- **Le signal déterministe** : domaines temporels et fréquentiels
- **Le signal à temps continu** : Séries et transformées de Fourier ; relations de Parseval
- **Produit de convolution** : théorème de Plancherel
- **Méthodes de traitement du signal** : analyse spectrale, Corrélation, densité spectrale, échantillonnage et filtrage.

6.3. Travaux pratiques

- **Initiation à Matlab**
- **Analyse de Fourier des signaux analogiques**,
 - Représentation du spectre d'un signal périodique
 - Représentation du spectre d'un signal non périodique
- **Outils de Traitement de Signal**
 - Détermination de la corrélation
 - Détermination de la densité Spectrale
- **Échantillonnage des signaux**,
 - Echantillonnage et reconstitution.
 - Vérification du théorème de Shanon

7. **Méthode d'examen** : Contrôle continu 40% (20% DS et 20% TP), Examen : 60%

8. **Date de la dernière modification** : 21/08/2019

9. **Bibliographie**

Etienne Tisserand, Jean-François Pautex, Patrick Schweitzer (2009), Analyse et traitement des signaux, Méthodes et applications au son et à l'image. *Collection Science Sup, Edition Dunod, 15/01/2009.*

François Michaut (2016), Représentation des signaux et système, *Collection Références sciences, Eyrolle, 03/03/2016.*

Electronique Analogique 1

Etablissement EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 3 1 04
2. **Enseignant Responsable** : Dr. Souha Boukadida
3. **Credit** : 03
4. **Objectifs**

Comprendre le fonctionnement et utiliser les composants non linéaires et linéaires dans les circuits électroniques (diodes, transistors)

5. Pré-requis

Circuits électriques de base

6. Eléments constitutifs

6.1-Enseignement

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Electronique analogique 1	22,5H	12 H	34,5 H

6.2. Contenu Théorique

- **Les diodes**: principe de fonctionnement, diodes à jonction, diode zener, diode led, diodes spéciales, pont à diodes, redressement, stabilisation.
- **Les transistors bipolaires** : principe de fonctionnement, régime statique, fonctionnement en commutation, sources de courant, fonctionnement en amplificateur
- **Amplificateurs de puissance** (Définitions des classes A, B, C, AB..., Analyse du fonctionnement et étude du rendement de chaque classe, Présentation de la classe D.
- **Transistor JFET** : Différents types et caractéristiques électriques
- **Transistor MOSFET**: Différents types et caractéristiques électriques

6.3. Travaux pratiques

- **Redressement, filtrage et stabilisation par diodes**
 - Redressement Simple Alternance
 - Redressement double alternance avec deux diodes et avec pont à diode
 - Stabilisation par diode Zener
- **Polarisation du transistor bipolaire**
 - Polarisation PNP et NPN
 - Traçage des caractéristiques statiques d'un transistor
 - Droite de charge
- **Amplificateur à transistor bipolaire**:
 - Emetteur commun, Collecteur commun et Base commune
- **Transistor unipolaire**
Mettre en œuvre et calculer la valeur des résistances permettant de réaliser un amplificateur de tension en classe A de faible puissance avec un transistor JFET.

7. **Méthode d'examen** : Contrôle continu 40% (20% DS et 20% TP), Examen : 60%

8. **Date de la dernière modification** : 21/08/2019

9. Bibliographie

Gilles Choisy (2003), *Electronique, Résumé de cours et problèmes corrigés*, Edition Ellipses, 08/08/2003.

Albert Paul Malvino, David J. Bates (2016), *Principes d'électronique Cours et exercices corrigés*, Collection Sciences sup - Sciences de l'ingénieur, édition Dunod 09/11/2016 (8^{ème} édition)

Circuits électriques

Etablissement EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 3 1 05
2. **Enseignant Responsable** : Dr. Laroussi Hammouda
3. **Credit** : 02

4. Objectifs

L'objectif général de ce module est de présenter les notions de base de l'électronique, les méthodes fondamentales de calcul des circuits électriques à courant continu et- à courant alternatif.

5. Pré-requis

Electricité de base, électrocinétique

6. Eléments constitutifs

6.1- Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Circuits électriques	21 H	12 H	33

6.2. Contenu Théorique

- **Circuits électriques linéaires en régime continu:** définitions, éléments du circuit électrique, loi d'ohm et de Kirchoff, théorèmes fondamentaux (association des dipôles, théorème de superposition, théorème de Thévenin, théorème de Norton, théorème de Millmann, théorème de Kinnely).
- **Circuits électriques linéaires en régime sinusoïdal:** caractéristiques d'un signal sinusoïdal, sa représentation cartésienne, de Fresnel et complexe, dipôles passifs en régime sinusoïdal, puissances en régime sinusoïdal.
- **Circuits électriques linéaires en régime transitoire:** Définitions (régime stationnaire, régime variable, régime permanent, régime transitoire,..), mise en équation des régimes transitoires, Réponses des circuits du premier ordre (Charge/Décharge d'un condensateur à travers une résistance, établissement et coupure de courant dans une self à travers une résistance), Réponses des circuits du premier ordre (Charge/Décharge d'un condensateur à travers une résistance et une self...)
- **Les Quadripôles:** Définition, Réciprocité et Symétrie, Grandeurs Caractéristiques, Etude des différentes représentations Matricielles, Association de Quadripôles, Adaptation d'impédances
- **Etude des Filtrés:** Définition, Gabarit d'un filtre Passe bas, Gabarit d'un filtre Passe Haut, Gabarit d'un filtre Passe bande, Gabarit d'un filtre Coupe Bande, Impédance Caractéristique, Fréquence de Coupure Idéale, Etude de quelques filtres, Divers types de représentations Harmoniques

6.3. Travaux pratiques

- **Mesures et vérification des lois en courant continu.**
 - Modèle de Thevenin

- Modèle de Norton
- Théorème de Superposition

- **Circuits en régime variable.**
 - Etude du circuit (R,C) en régime variable
 - Etude du circuit (R,L) en régime variable
 - Etude du circuit (R,L,C) en régime variable

- **Régimes transitoires.**

- **Etude des filtres passifs**
 - Etude du filtre passe-bas
 - Etude du filtre passe-haut
 - Etude du filtre passe-bande

7. Méthode d'examen : Contrôle continu 40% (20% DS et 20% TP), Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

9. Bibliographie

Chahé Nerguizian et Simon Vatché Chamlian (1999) **Analyse de circuits électriques et électroniques, Edition Presses internationales Polytechnique, 18/06/1999.**

Francis Milsant (1994), **Circuits Electriques et Electroniques. Cours et exercices, Edition Ellipses, 01/10/1994**

Systèmes d'exploitation

Etablissement : EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 3 1 06
2. **Enseignant Responsable** : Dr. Fakher Ben Ftima
3. **Credit** : 03
4. **Objectifs**

Ce cours a pour objectif principal de permettre aux étudiants de se familiariser avec les concepts et les techniques fondamentales des systèmes d'exploitation. Il doit offrir les connaissances nécessaires afin de leur permettre de devenir autonomes dans la manipulation de n'importe quel système d'exploitation et en particulier le système « Linux ».

5. **Pré-requis**

Des connaissances de base concernant l'architecture des ordinateurs

6. Eléments constitutifs

6.1. Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Systèmes d'exploitation	21 H	12 H	33 H

6.2- Contenu théorique

- **Introduction aux systèmes d'exploitation** : Composantes matérielle d'un Système Informatique, Définition et rôle d'un système d'exploitation, Fonctions d'un SE, Architecture en couche d'un SE, ...
- **Présentation du système Unix/Linux** : Notion de Logiciel libre, Architecture du système UNIX/Linux, Notion de distribution, ...
- **Le SGF du Système Linux** : Introduction au SGF, Le principe du SGF Unix/Linux, Organisation physique des fichiers, Lien et répertoires, Les droits d'accès, Les commandes de Gestion de fichier, ...
- **Les utilitaires Linux** : Les éditeurs de texte, Expressions régulières, La redirection, Les filtres, Autres commandes, ...
- **Gestion des processus** : Principe de gestion des processus, Caractéristiques d'un processus, Cycle de vie d'un processus, Commandes de manipulation des processus, ...

6.3- Travaux pratiques

- **Présentation de l'environnement Linux**
 - Installation et configuration de Linux OS
 - Démarrage et arrêt un système linux

- Processus de démarrage du système : du bios au noyau
- Init et les services

➤ **Les Commandes de manipulation de fichiers**

- Afficher l'arborescence et les différents types de fichiers
- Gérer les périphériques de stockage
- Systèmes de fichiers classiques et journalisés
- Système raid logiciel (exemple du mirroring)
- Gérer les volumes logiques
- Gérer l'espace de pagination/swap

➤ **Les utilitaires**

- Gérer les groupes : ajout, suppression, modification
- Gérer les comptes utilisateurs : ajout, suppression, modification
- Quotas et limitations de ressources

➤ **Les Commandes de manipulation et de Gestion des processus**

- Gestion des processus en linux
- Gestion de mémoire/swap
- Gestion de disques

7. Méthode d'examen : Contrôle continu 40% (20% DS et 20% TP), Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

9. Bibliographie

Nicolas Bonnet (2019), Windows Server 2019, Les bases indispensables pour administrer et configurer votre serveur, Collection Ressources Informatiques, Edition ENI, 10/07/2019

Scott Granneman (2019), Le guide de survie Linux, L'essentiel du code et des commandes, Edition Pearson, 05/07/2019 (2^{ème} édition)

Logique combinatoire et séquentielle

Etablissement EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 3 1 07
2. **Enseignant Responsable** : Dr. Laroussi Hammouda
3. **Credit** : 03
4. **Objectifs**

Ce module couvre plus spécifiquement l'algèbre de Boole et les fonctions élémentaires, la description et la simplification des fonctions logiques, l'étude détaillée des circuits logiques combinatoires, l'étude des fonctions mémoires bistables (la bascule asynchrone (RS) et les bascules synchrones (RSH, RSH-ME, D, JK et T)) et l'utilisation des bascules pour la synthèse et la réalisation des circuits compteurs, décompteurs et registres.

5. Pré-requis

Mathématiques, Electronique de base

6. Eléments constitutifs

6.1-Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Logique combinatoire et séquentielle	22,5 H	12H	34,5

6.2. Contenu Théorique

- **Les systèmes de numération** : Les bases des systèmes de numération (représentation polynomiale, système décimal, système binaire, système octal, système hexadécimal, ...), le changement de base (codage, décodage, transcodage)
- **Opérations arithmétiques binaires** : Représentation d'un nombre binaire signé, addition binaire (+), soustraction binaire (-), multiplication binaire (\bullet), division binaire (\div),
- **Les codes** : Les codes numériques (Code binaire naturel, code binaire réfléchi ou code Gray, conversion binaire Gray, utilisation des codes binaire et Gray, Code BCD (Binary coded decimal), Codes alphanumériques.
- **Algèbre de Boole et fonctions logiques** : Opérateurs de base de l'algèbre de Boole, théorèmes de l'algèbre de Boole, représentation d'une fonction logique, simplification des expressions logiques : (Simplification algébrique, Simplification par tableau de Karnaugh).
- **Portes Logiques** : Portes logiques de base, Portes logiques universelles, OU-Exclusif (XOR), NON-OU-Exclusif (XNOR), Portes logiques de base à l'aide des portes logiques universelles, Portes logiques en circuits intégrés, Synthèse des systèmes combinatoires.
- **Circuits logiques combinatoires** : Codeur, décodeur et transcodeur, multiplexeur et démultiplexeur, comparateur, opérateurs arithmétiques (additionneur, soustracteur,

multiplieur, Unité arithmétique et logique).

- **Les bascules :** La bascule RS asynchrone, Les bascules synchrones (la bascule RSH, la bascule D, la bascule RSH Maître esclave (RSH-ME), la bascule JK et la bascule T.
- **Les compteurs et les décompteurs :** Les compteurs asynchrones, les compteurs synchrones, mise en cascade des compteurs.
- **Les registres :** Différents types de registres (Registres à entrées parallèles - sorties parallèles, Registres à entrée série - sortie série, Registres à entrée série - sorties parallèles et registres à entrées parallèles - sortie série), registres universels et applications des registres (décalage à droite, décalage à gauche et rotation).

6.3. Travaux Pratiques :

- **Les circuits Combinatoires (Décodeur, transcodeur, Multiplexeur et démultiplexeur.)**
 - Circuit comparateur
 - Circuit décodeur BCD-Decimal (4 à 10)
 - Décodeur BCD-7-Segments
- **Les circuits d'aiguillage**
 - Etude du Multiplexeur
 - Etude du Démultiplexeur
- **Mémoires électroniques bistables : Les bascules.**
 - Etude du fonctionnement des Bascules JK
 - Etude du fonctionnement des Bascules RS
 - Etude du fonctionnement des Bascules Maître -Esclave
 - Etude des Bascules D
- **Les compteurs et les décompteurs**
 - Les compteurs asynchrones
 - Les compteurs synchrones

7. Méthode d'examen : Contrôle continu 40% (20% DS et 20% TP), Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

9. Bibliographie

Claude Brie (2002), Logique combinatoire et séquentielle, Collection Technosup, Edition Ellipses, 12/2002.

Mouloud Sbai (2019), Electronique numérique Logique séquentielle Modélisation des systèmes, bascules, compteurs, décompteurs, registres, mémoires, convertisseurs Cours et exercices corrigés, *Collection Technosup, edition Ellipses, le 26 février 2019*

Schéma électrique

Etablissement EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 3 1 08
2. **Enseignant Responsable** : Dr. Imène Kortas
3. **Credit** : 03
4. **Objectifs**

- Connaissance des éléments de base d'une installation électrique.
- Connaissance des symboles et des normes.
- Etude de Quelques Schémas et installations électriques de base
- Connaître le principe de fonctionnement et les caractéristiques de l'appareillage électrique.
- Identifier un appareil de commande ou de protection.
- Lire la plaque signalétique d'un appareil de commande ou de protection

5. Prérequis

Electricité de base

6. Eléments constitutifs

6.1-Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Schéma électrique	21 H	18 H	39

6.2. Contenu Théorique

- **Éléments de base d'une installation électrique** : différentes sources et différents récepteurs, équipements nécessaires et appareillage.
- **Normes et symbolisation.**
- **Etude de quelques Schémas et installations électriques de base** : étude du projet d'éclairage et normalisation, montages d'éclairage domestiques, quelques notions de dimensionnement d'une installation domestique.
- **Appareillages électriques en BT** : fonction, Principe, domaine d'utilisation, caractéristiques, classification, choix, ..., Interrupteur, Sectionneur ; Relais de protection ; Contacteur. Disjoncteur, DDR, Parafoudre.

6.3. Travaux pratiques

- Etude de l'appareillage électrique.
- **Circuits d'éclairage domestique.**
 - Montage simple allumage, montage double allumage
 - Montage va et vient
- **Montage avec télérupteur.**

Réaliser un montage qui permet de commander plusieurs lampes de quatre endroits différents.

- **Montage avec minuterie.**
Allumer un point lumineux depuis trois interrupteurs pendant une durée réglable (1mn) et relever la différence entre un montage sans effet et un montage avec effet.
- **Montage de tube fluorescent et montage DUO**
Comprendre les éléments constitutifs du tube à savoir le ballast, le starter et le tube fluo puis déterminer le schéma de câblage de ces différents éléments. Le tube est allumé par un montage simple allumage
- **Interphone et gâche électrique**
Pour le montage d'une gâche électrique, les étudiants doivent déterminer la nature, la valeur de la tension d'alimentation de la gâche et la section du conducteur à partir de la documentation de constructeur puis réaliser le montage.

7. Méthode d'examen : Contrôle continu 40% (20% DS et 20% TP), Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

9. Bibliographie

- BENAÏED Nouredine , Schémas et Appareillages électriques, « Commande des systèmes électriques 1ère année Master» , 2014 .
- Cahier technique n° 172 R. Calvas B. Lacroix Collection Technique Les schémas des liaisons à la terre en BT (régimes du neutre).
- Dominique Serre, Technique de l'ingénieur, « installation électrique BT », 2011.
- Thierry Gallauziaux, David Fedullo , « installer un tableau électrique», Eyrolles, 2009.
- Guide technique « La coordination entre les dispositifs de protection » Legrand, Janvier 2015.
- Hubert LARGEAUD, Le schéma électrique, troisième édition 2002, Eyrolles.

Mathématiques pour Ingénieur

Etablissement : EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 3 1 09
2. **Enseignant Responsable** : Prof. Tarek Garna
3. **Crédit** : 03
4. **Objectifs**

- Connaissance des éléments de base d'une installation électrique.
- Connaissance des symboles et des normes.
- Etude de Quelques Schémas et installations électriques de base
- Connaitre le principe de fonctionnement et les caractéristiques de l'appareillage électrique.
- Identifier un appareil de commande ou de protection.
- Lire la plaque signalétique d'un appareil de commande ou de protection

5. Pré-requis

-Niveau Bac +2

6. Eléments constitutifs

6.1- Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Mathématiques pour Ingénieur	39 H	0H	39H

6.2- Contenu:

Partie 1 : Analyse

- **Rappels des fondamentaux de l'analyse réelle:** Suites, Séries, Continuité, Dérivation, Intégration.
- **Fonctions de plusieurs variables réelles :** Différentielle et dérivées partielles, Fonctions de point et champs de vecteurs, Intégrales curvilignes et intégrales multiples

Partie 2 : Analyse complexe

- Rappels sur les nombres complexes et leurs propriétés
- Fondamentaux de l'analyse complexe : Suites, Séries, Continuité, Analyticité, Intégration
- Fonctions holomorphes et formules intégrales de Cauchy
- Développements en séries entières et en séries de Laurent
- Théorème des résidus
- Transformations intégrales
- Transformations de Laplace et de Fourier
- Éléments de la théorie des distributions
- Décomposition en série de Fourier d'une fonction périodique
- Transformée en Z d'une suite numérique

7. Méthode d'examen : Contrôle continu 40% , Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

Anglais 1

Etablissement : EPI

1. Code d'Identification : GEC 3 1 10

2. Enseignant Responsable : Saoussen Laamiri

3. Crédit : 02

4. Objectifs

- Amener l'étudiant à une maîtrise de l'anglais courant oral et écrit, lui permettant de communiquer et de faire face aux diverses sollicitations de la vie quotidienne.
- Familiariser l'étudiant avec le vocabulaire et les tournures propres à sa spécialisation technologique et scientifique.

5. Pré-requis

- Niveau bac +2

6. Eléments constitutifs

6.1. Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Anglais 1	21 H	0 H	21H

6.2- Contenu

- **Points plus délicats en grammaire**
- **Préparation aux stages à l'étranger** : Rédaction de lettres de motivation, Rédaction de CV, Préparation aux entretiens de sélection.
- **Entraînement à la prise de parole** : Exposés, Revues de presse préparées par les élèves, Résolution de cas concrets en entreprise...

7. Méthode d'examen : Contrôle continu 40% , Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

Français1

Etablissement : EPI

1. Code d'Identification : GEC 3 1 11

2. Enseignant Responsable : Marwa Zitoun

3. Crédit : 02

4. Objectif

- Les langues seront pour l'étudiant un moyen pour accéder à l'information scientifique et technique ainsi qu'à communiquer aisément et à enrichir ses connaissances.

5. Pré-requis

- Niveau bac +2

6. Eléments constitutifs

6.1- Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Français 1	21 H	0 H	21H

6.2- Contenu

- **Partie I** : Tester les prés requis des apprenants, Faire une correction collective
- **Partie II** : Analyser un texte argumentatif, Thèse soutenue/thèse rejetée : exercices de sensibilisation, Arguments et exemples : Exercices de sensibilisation, Organisation logique d'un texte : Explication d'un texte argumentatif et scientifique
- **Partie III** : Rédiger un texte argumentatif, Rédiger la thèse, Rédiger les arguments, Rédiger les exemples- Rédiger le bilan de l'argumentation..., Exercices de production réalisés à partir d'un sujet d'essai emprunté au texte scientifique déjà expliqué.
- **Partie IV** : Faire une synthèse écrite et orale , Proposer plusieurs textes à partir d'un sujet scientifique, les lire et proposer une première approche comparative, Analyser et construire une synthèse collective, Rédiger la synthèse et proposer un débat collectif

7. Méthode d'examen : Contrôle continu 40% , Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

Electrotechnique 2 : Machines à Courant Continu

Etablissement EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 3 2 01
2. **Enseignant Responsable** : Prof. Nasreddine Bouguila
3. **Crédit** : 03
4. **Objectif**

Connaissance des machines électriques à courant continu la constitution, le principe de fonctionnement, le fonctionnement en génératrice et le fonctionnement en moteur.

5. **Pré-requis**

L'électromagnétisme, le champ électromagnétique

6. **Eléments constitutifs**

6.1-Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Electrotechnique 2	22,5H	12 H	34,5

6.2. Contenu Théorique

- **Fonctionnement en génératrice** : f.é.m. induite, équations des tensions, couples, divers modes d'excitation (séparée, parallèle, série, composée), réaction magnétique d'induit (pôles de compensation), commutation (pôles d'aide à la commutation), caractéristiques.
- **Fonctionnement en moteur** : Caractéristiques, équation des tensions, couples.
- **Moteur shunt alimenté sous tension constante** : caractéristiques, prédétermination des caractéristiques, modification des caractéristiques, démarrage, freinage).
- **Moteur série alimenté sous tension constante** : caractéristiques, prédétermination des caractéristiques, modification des caractéristiques, démarrage, freinage, compoundage du moteur shunt). Pertes et rendements.
- **Moteur à excitation indépendante alimenté sous tension variable** : caractéristiques.
- **Moteur à excitation série alimenté sous tension variable** : caractéristiques.

6.3. Travaux pratiques

- **Génératrice à excitation indépendante.**
 - Voir la morphologie de la machine
 - Etudier le rôle du collecteur
 - Etudier la Réaction Magnétique d'Induit
 - Déterminer les caractéristiques à vide
 - Déterminer les caractéristiques en charge
- **Etude de la Réaction Magnétique d'Induit d'une génératrice à courant continu (R.M.I.).**
- **Génératrice shunt – construction de PICOU.**
relever directement la courbe en charge $U(I)$ et de la comparer à celle déduite par la construction de Picou.
- **Moteur compound et moteur série.**

- Déterminer la vitesse en fonction du courant induit : théorique et expérimentale.
- Déterminer la vitesse en fonction du couple utile : théorique et expérimentale.
- Déterminer la puissance utile en fonction du courant induit.
- Déterminer le rendement en fonction du courant induit).

7. Méthode d'examen : Contrôle continu 40% (20% DS et 20% TP) , Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

9. Bibliographie

Luc Lasne (2018), **Énergie électrique : Electrotechnique - Magnétisme - Machines – Réseaux**, *Edition Dunod*, 04/04/2018

Michel Lambert (2016), **Les transformateurs électriques : Fonctionnement, mise en oeuvre et exploitation**, *Edition Dunod*, 30/03/2016.

Guy Séguier, Francis Notelet (2006), **Electrotechnique industrielle**, *Edition Lavoisier*, 3^{ème} édition, 23/02/2006.

Automatique 2

Etablissement EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 3 2 02
2. **Enseignant Responsable** : Prof. Hassani Messaoud
3. **Crédit** : 03
4. **Objectifs**

Présentation des systèmes linéaires discrets, transformée en z, transmittance échantillonnée système échantillonné, analyse, synthèse.

5. **Pré-requis**

Automatique 1

6. **Eléments constitutifs**

- 6.1-Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Automatique 2	22,5 H	12 H	34,5

- 6.2. Contenu Théorique

- **Echantillonnage et reconstruction**: Convertisseurs D/A et A/D, échantillonnage, propriétés spectrales, bloqueur d'ordre 0, bloqueur d'ordre 1 et théorème de Shannon.
- **Systèmes linéaires discrets** : transformé en z, Fonction de transfert, schéma fonctionnel.
- **Analyse des systèmes asservis échantillonnés** : Stabilité, précision, rapidité
- **Synthèse des systèmes asservis échantillonnés** : Correcteurs PID numériques, pôles dominants, placement de pôles

- 6..3. Travaux pratiques

- **Résolution des équations récurrentes**
 - Utilisation des transformées en z pour résoudre des équations récurrentes
- **Simulation des systèmes échantillonnés**
 - Traçage de la réponse indicielle pour différentes périodes d'échantillonnage
- **Programmation des correcteurs numériques.**
 - Implémentation de la loi de commande
- **Synthèse des systèmes asservis**
 - Implémentation du correcteur à pôles dominants
 - Implémentation du correcteur à placement de pôles

7. **Méthode d'examen** : Contrôle continu 40% (20% DS et 20% TP) , Examen : 60%

8. **Date de la dernière modification** : 21/08/2019

9. **Bibliographie**

Yves Granjon (2015), Systèmes linéaires, non linéaires, à temps continu, à temps discret, représentation d'états...*Collection : Sciences Sup, Dunod*, septembre 2015

Traitement de signal 2

Etablissement EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 3 2 03
2. **Enseignant Responsable** : DR. Bchira Saidi
3. **Crédit** : 02
4. **Objectifs**

- Introduire aux étudiants les techniques numériques de traitement de signal : codage, analyse spectrale et filtrage.
- Initier les étudiants à un logiciel de traitement numérique de signal

5. Prérequis

Traitement Analogique de Signal

6. Eléments constitutifs

6.1- Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Traitement du Signal 2	21H	09H	30H

6.2- Contenu Théorique

- **Échantillonnage – Numérisation** : Formule de Poisson, Théorème d'échantillonnage, Conversion analogique–numérique, Génération de signaux déterministes.
- **Représentation par la transformée en z** : Définitions, Propriétés élémentaires, Inversion, Application aux systèmes linéaires invariants, Analyse harmonique.
- **Transformée de Fourier discrète** : Transformée de Fourier à temps discret, Transformée de Fourier discrète (TFD), Utilisation pratique de la TFD, Fenêtres de pondération, Introduction aux méthodes de calcul de la TFD.
- **Filtrage R.I.I.** : Cellules du premier et second ordre, Méthodes de synthèse, Transformation bilinéaire, Transformations de filtres.
- **Filtrage R.I.F.** : Propriétés particulières, Méthode de synthèse élémentaire, Structure des filtres : Caractérisation du bruit de calcul, Bruit de calcul dans un filtre, Bruit de quantification des coefficients, Structure treillis, Exemple.

6.3- Travaux Pratiques

Analyse de Fourier des signaux analogiques,

- Filtrage analogique,
- Échantillonnage des signaux,
- Analyse temporelle des signaux numériques
- Analyse fréquentielle des signaux numériques
- Filtrage des signaux numériques.
- Filtrage R. I. I et R. I. F

7. **Méthode d'examen** : Contrôle continu 40% (20% DS et 20% TP) , Examen : 60%
8. **Date de la dernière modification** : 21/08/2019

9. Bibliographie

Etienne Tisserand, Jean-François Pautex, Patrick Schweitzer (2009), Analyse et traitement des signaux, Méthodes et applications au son et à l'image. *Collection Science Sup, Edition Dunod, 15/01/2009.*

François Michaut (2016), Représentation des signaux et système, *Collection Références sciences, Eyrolle, 03/03/2016.*

Electronique Analogique 2

Etablissement EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 3 2 04
2. **Enseignant Responsable** : DR. Souha Boukadida
3. **Crédit** : 02
4. **Objectifs**

Ce cours traitera essentiellement le fonctionnement d'une paire différentielle afin d'aborder l'étude des amplificateurs opérationnels réels ainsi que la structure interne d'un amplificateur opérationnel afin de construire le modèle réel d'un amplificateur opérationnel. Il traitera aussi les différents types de filtres et les différentes structures d'oscillateurs.

5. Pré-requis

Electronique des composants discrets : les diodes, les transistors bipolaires et unipolaires

6. Eléments constitutifs

6.1-Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Electronique Analogique 2	22,5 H	12 H	34,5

6.2. Contenu Théorique

- **Amplificateur différentiel à sources couplées** : Régime statique, Analyse grands signaux – Caractéristique de transfert, Analyse en petits signaux.
- **Les amplificateurs opérationnels** : caractéristiques et paramètres réels, comportement dynamique, modèle idéal et modèle réel, principe de la contre-réaction, montages fondamentaux en régime linéaire et non linéaire.
- **Les filtres actifs** : Types, Structures de Rauch et de Sallen &Key, Filtres à Capacités Commutées.
- **Oscillateurs quasi-sinusoïdaux et oscillateurs contrôlés en tension** : Critère de Barkausen ; Familles d'oscillateurs : déphaseur, LC, Quartz ; oscillateur à fréquence contrôlée.
- **Boucles à verrouillage de phase (PLL)**

6.3. Travaux pratiques

- Amplificateur différentiel
- Montage Fondamentaux à base des amplificateurs opérationnels
- Filtres actifs
- Montage non linéaires à AOP en contre réaction
- Les oscillateurs

7. **Méthode d'examen** : Contrôle continu 40% (20% DS et 20% TP) , Examen : 60%

8. **Date de la dernière modification** : 21/08/2019

9. Bibliographie

- Maher Kayal (2017), **Amplificateur opérationnel et applications**, *Bonché* 24/03/2017

Jef Hay (1995), **L'art de l'amplificateur operationnel : Les composants et les principales utilisations**, *Édition Publitronec – Elektor*, 01/09/1995

Programmation Orientée Objet C++

Etablissement EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 3 2 05

2. **Enseignant Responsable** : DR. Yosra Zguira

3. **Crédit** : 02

4. Objectifs

- La syntaxe, la sémantique et le type de données de base du langage C++.
- Principes de la programmation orientée objet et sa mise en œuvre en C++
- Résolution des problèmes courants de mise en œuvre grâce aux bibliothèques standard C++.

5. Pré-requis

- Connaissance du langage C

6. Eléments constitutifs

6.1- Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Programmation orientée Objet C++	21 H	09 H	30 H

6.2- Contenu théorique

- **Différences entre C et C++** : Commentaires en C++, Références, Surcharge de fonctions, Valeurs par défauts des paramètres, Paramètres anonymes, Constantes.
- **Introduction au modèle objet** : Notion d'objet et de classe, L'encapsulation, L'héritage, L'agrégation, Le polymorphisme, L'association, Glossaire de termes orientés objet.
- **Encapsulation** : Représentation des classes, Organisation du code source Les modificateurs d'accès, Déclaration et définition des membres de classe, L'opérateur de résolution de portée, Les méthodes in ligne.
- **Cycle de vie des objets** : Création d'objets : les constructeurs, Instanciation, Invocation de méthodes, Appels de méthodes et objets constants Mort des objets, Création et destruction de tableaux, constructeur par défaut.
- **Références sur objets, constructeur de copie, affectation** : Utilisation de références sur les objets, Clonage d'objets : copie et affectation, Forme canonique de Coplien.
- **Agrégation simple** : Agrégation interne, Agrégation externe, Accès à un objet agrégé.
- **Héritage et Polymorphisme** : Généralités, Syntaxe générale, Le rôle du modificateur d'héritage et le modificateur d'accès protégé, Construction / destruction et héritage, Polymorphisme et classes abstraites, Les difficultés liées à l'héritage multiple.
- **Les templates** : Introduction, Les fonctions templates, Les classes templates
- **Les exceptions** : Le type des exceptions, La mise en place des exceptions sur un exemple, Lancer une exception, Gérer les exceptions, Propagation des exceptions.

6.3- Travaux pratiques

- **Déclaration et implémentation de classes simples**

L'objectif de ce TP est de se familiariser avec le langage orienté objet et d'assimiler les notions de C++ à l'aide de petits exercices de programmation. Le TP s'articule autour de ces points au-dessous :

- Ecrire, compiler et exécuter une classe C++ simple (classe « Hello World »)
- Déclaration d'une classe en C++
- Ajouter les données(attributs) à une définition de classe
- Ajouter les méthodes (comportement)
- L'accès aux données par la variable « this »
- Utiliser la technique d'encapsulation et contrôle d'accès (accès public et privé)
- Utiliser les différents constructeurs(par défaut, paramétré et par recopie) pour allocation d'espace mémoire et initialiser les attributs
- Déclarer et invoquer les membres statiques d'une classe
- Création d'un objet(instance) d'une classe(instanciation)

➤ **Agrégation et Héritage**

Le TP s'articule autour des points suivants :

- Composition de classes et l'utilisation de mécanisme d'agrégation qu'il permet de définir une entité comme étant liée à plusieurs entités de classe différentes.
- Modélisation d'une hiérarchie de classes par création de différents entités(filles et mères)
- Invoquer les différents constructeur de la classe mère
- L'accès aux données de la classe mère par la variable « super »
- Redéfinir les méthodes de classes dérivées dans les classe filles
- La mise en œuvre du polymorphisme : les fonctions virtuelles.
- La réutilisation de code : les classes abstraites.
- La dérivation(héritage) multiple

➤ **Surcharge d'opérateurs, exceptions minimales**

Le TP s'articule autour des points suivants :

- Utiliser la surcharge de quelques opérateurs simples.
- Surcharge des opérateurs binaires.
- Surcharge particulière : l'opérateur indice, fonction, conversion.
- Surcharge des opérateurs de gestion mémoire.
- Surcharge des opérateurs '<<' et '>>'.
- Gestion d'exceptions
- Utiliser les blocs try..catch.
- Construire une hiérarchie d'exception et utiliser les différentes exceptions standard C++.

➤ **Classe template**

L'objectif est de réaliser quelques classes Template, pour mieux appréhender et manipuler les patrons de fonctions ou de classes via d'exemples banal en C++. Le TP s'articule autour des points suivants :

- Créer un patron en C++
- Définir, déclarer et utiliser le modèle d'un patron
- Spécialisation de templates
- Surcharger un patron

7. Méthode d'examen : Contrôle continu 40% (20% DS et 20% TP) , Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

9. Bibliographie

Brice-Arnaud Guérin (2012), **La programmation orientée objet avec C++**, Editions ENI,
09/04/2012

Installation et équipements électriques

Etablissement EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 3 2 06
2. **Enseignant Responsable** : Dr. Imène Kortas
3. **Crédit** : 02
4. **Objectifs**

- Se familiariser avec les procédés de distribution et les appareillages associés.
- Maîtriser les installations industrielles usuelles.
- Faire des mesures sur un système de distribution électrique, en particulier de type triphasé
- Maîtriser les dangers d'origine électrique et les moyens de protection
- Identifier un schéma des liaisons à la terre
- Vérifier que la protection des personnes est assurée

5. Pré-requis

Schéma et norme électrique

6. Eléments constitutifs

6.1-Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Installation et équipements électriques	09 H	21 H	30 H

6.2. Contenu Théorique

- **Installations industrielles:** Généralités, Dimensionnement des équipements, Schéma unifilaire de distribution en basse tension, Commande des Moteurs électriques, Câblage des variateurs de vitesse
- **Sécurités électriques**
- **Généralités :** Normes de sécurités électriques, et réglementations ; Terminologies (Ouvrage électrique, travaux, interventions, Installation électrique, équipements électriques, masse électrique), domaines de tension.
- **Dangers électriques et moyens de protection:** l'électrocution et les chocs électriques, contacts direct et indirecte, les effets du courant sur le corps humain
- **Schémas de liaison à la terre :** Généralité, Schéma TT (courant de défaut, protection et sélectivité de la protection), Schéma TN (TN-C, TN-S et TN-C-S), courant de défaut, protection, longueur du câble, temps de réponse de la protection, sélectivité, Schéma IT : schéma, premier défaut et deuxième défaut, courant de défaut, protection, longueur du câble, temps de réponse de la protection, sélectivité, Choix du SLT

6.3. Travaux pratiques

- **Démarrage direct d'une machine asynchrone dans un sens de rotation.**

Dans ce TP, le stator du moteur est branché directement sur le réseau d'alimentation triphasé. Le démarrage s'effectue en un seul temps. Ensuite, les étudiants vont démarrer le moteur dans un sens de rotation par un bouton poussoir S1 et l'arrêter par l'appui sur un bouton poussoir S0.

- **Démarrage direct d'une machine asynchrone deux sens de marche**

L'étudiant doit effectuer le démarrage d'un moteur asynchrone dans deux sens de rotation par deux boutons poussoirs S1 et S2 et l'arrêter par l'appui sur un bouton poussoir S0. Le changement de sens est indiqué par une lampe signalétique.

➤ **Démarrage étoile-triangle d'une machine asynchrone**

Les trois phases du réseau sont couplées en étoile puis en triangle et appliquées à chaque fois au stator du moteur et on remarque le changement de la vitesse du moteur

➤ **Démarrage par insertion de résistances rotoriques et démarrage par autotransformateur.**

Le moteur utilisé doit être à rotor bobiné dont les enroulements sont couplés en étoile. Les étudiants doivent alimenter le stator du moteur par la tension nominale et éliminer les résistances insérées sur l'arbre du moteur en trois temps.

1^{er} temps : on insère la totalité des résistances dans les enroulements du rotor.

2^{ème} temps : on élimine une partie des résistances insérées.

3^{ème} temps : on élimine toutes les résistances rotoriques en court-circuitant les enroulements du rotor.

➤ **Démarrage et inversion de sens d'un moteur asynchrone monophasé**

➤ **Relevé de la courbe de déclenchement d'un disjoncteur**

Dans ce TP nous nous intéressons au temps de déclenchement d'un disjoncteur utilisé dans les tableaux de distribution. Pour cela nous avons tracé la courbe $t=f(I)$, t étant le temps de déclenchement lorsqu'on y fait circuler un courant I . nous avons effectué plusieurs essais entre le courant nominal I_n et $10 I_n$.

7. Méthode d'examen : Contrôle continu 40% (20% DS et 20% TP) , Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

9. Bibliographie

- BENAÏED Nouredine , Schémas et Appareillages électriques, « Commande des systèmes électriques 1ère année Master », 2014 .
- Cahier technique n° 172 R. Calvas B. Lacroix Collection Technique Les schémas des liaisons à la terre en BT (régimes du neutre).
- Dominique Serre, Technique de l'ingénieur, « installation électrique BT », 2011.
- Thierry Gallauziaux, David Fedullo , « installer un tableau électrique », Eyrolles, 2009.
- Guide technique « La coordination entre les dispositifs de protection » Legrand, Janvier 2015.
- Hubert LARGEAUD, Le schéma électrique, troisième édition 2002, Eyrolles.

Microprocesseur et programmation assembleur

Etablissement : EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 3 2 06
2. **Enseignant Responsable** : Dr. Wahbi Nabi
3. **Crédit** : 03
4. **Objectifs**

- Connaitre la structure et l'architecture générale d'un système à base d'un microprocesseur
- Connaitre l'architecture interne d'un processeur
- Comprendre l'architecture interne du processeur 8086
- Comprendre la notion de mémoire et interfaçage avec un processeur
- Maîtriser la programmation en assembleur d'un microprocesseur de la famille intel 80x86

5. Pré-requis

Algorithmiques et programmation, Système d'exploitation, systèmes logiques.

6. Eléments constitutifs

6.1- Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge totale
	CI	TP	
Microprocesseurs et programmation assembleur	21	15	36

6.2- Contenu théorique

- **Architecture d'un système à base d'un processeur** : Introduction, Structure d'un système à base d'un processeur, Processeur, Mémoires, Entrées sorties, Critères de performances, Evolution
- **Architecture interne du processeur 8086** : Introduction, Structure interne du processeur 8086, Unité d'exécution, Unité d'interface avec le bus, Registres internes, Pipeline, Principe de fonctionnement, Principe d'exécution d'un programme par le processeur, Extensions de l'architecture de la famille 8086
- **Communication du 8086 avec les Mémoires et les entrées sorties**: Introduction, Segmentation de l'espace mémoire, Adresse logique et adresse physique, Implémentation de la pile, Fonctionnement avec les Entrées/Sorties
- **Programmation Assembleur** : Introduction, Structure d'un programme en assembleur, Directives de données, Directives des Segments, Procédures, Fonctions, Macro, Opérateurs, Instructions
- **Modes d'adressage** : Adressage Registre, Adressage immédiat, Adressage Direct, Adressage Indirect de Registre, Adressage Relatif à une base, Adressage basé Indexé
- Les sous-programmes
- Les interruptions DOS
- Les fonctions d'entrée / sortie
- Les fonctions DOS et BIOS
- Liste des instructions du CPU Intel 8086

6.3- Travaux pratiques

- Programmation et exécution pas à pas de certains programmes en assembleur pour suivre l'évolution des contenus des registres internes du processeur, en utilisant Debug
- Programmation de certains programmes en assembleur avec génération d'un fichier exécutable en utilisant MASM/LINK

7. Méthode d'examen : Contrôle continu 40% (20% DS et 20% TP) , Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

9. Bibliographie

Pierre Jourlin(2010), **Initiation à la programmation en assembleur 64 bits, Edition In Libro Veritas (24 septembre 2010)**

Analyse Numérique

Etablissement : EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 3 2 07
2. **Enseignant Responsable** : Med Hédi Hadj Mbarek
3. **Crédit** : 02

4. Objectifs

- Initier l'étudiant, à partir d'exemples récurrents du Génie Électrique, au calcul scientifique
- Connaître les principaux algorithmes de résolution des systèmes linéaires
- Connaître les principaux algorithmes de résolution des systèmes différentiels

5. Pré-requis

- Mathématique pour l'ingénieur

6. Eléments constitutifs

6.1- Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Analyse numérique	21 H	0H	21 H

6.2- Contenu Théorique

- Exemples de problèmes relevant de l'analyse numérique matricielle
- Résolution de systèmes linéaires : méthodes directes
- Résolution de systèmes linéaires : méthodes itératives
- Généralités de l'analyse numérique matricielle
- Quadratures numériques
- Résolution des équations différentielles ordinaires : méthodes à 1 pas
- Résolution des équations différentielles ordinaires : méthodes d'Adams
- Transformée de Fourier discrète et algorithme de la FFT

7. **Méthode d'examen** : Contrôle continu 40%, Examen : 60%

8. **Date de la dernière modification** : 21/08/2019

Conception Assistée Par Ordinateur : CAO

Etablissement: EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 3 2 08

2. **Enseignant Responsable** : Dr. Bchira Saidi

3. **Crédit** : 02

4. Objectifs

L'objectif des travaux pratiques en Conception Assistée par Ordinateur (CAO) est de manipuler les logiciels d'édition et de simulation des schémas électriques.

5. Pré-requis

Notions de base en électronique et schéma électrique.

6. Eléments constitutifs

6.1-Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
CAO	0 H	21H	21H

6.2-Travaux pratiques en CAO:

➤ Initiation au Logiciel Eagle

- Concevoir un premier circuit imprimé.
- Maîtriser l'éditeur de circuits imprimés (PCB Printed Circuit Board layout editor)
- Le routeur automatique et des outils d'aide à la mise en production (CAM Computer-Aided Manufacturing),

➤ Initiation au Logiciel Proteus

- Initiation au logiciel ISIS, basé sur un ensemble d'exemples

➤ Simulation animée avec ISIS

initiation à la simulation avec ISIS

➤ Routage des cartes avec ARES

- Hiérarchiser les schémas ;
- Utiliser les outils d'annotations ;
- Créer un typon.

➤ Initiation au logiciel AutoCAD Electrical (électrotechnique)

- Savoir manipuler le logiciel AutoCAD 2006 (savoir les fonctions de base, les différentes commandes (Line , OFFSET, Trim, Mirror,).
- Savoir dessiner un plan architectural, électrique,

➤ Initiation au Labview (Instrumentation virtuelle)

Se familiariser avec l'environnement LabVIEW tel que le traçage, l'analyse et l'enregistrement des données.

7. **Méthode d'examen** : Contrôle continu 40%, Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

Projet Personnel encadré (PPE)

Etablissement : EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 3 2 09
2. **Enseignant Responsable** : Dr.Sanaa Toumi
3. **Crédit** : 02

4. Objectifs

- S'approprier et approfondir les connaissances scientifiques enseignées.
- Savoir travailler en autonomie à partir d'un cahier des charges.
- Prendre conscience des problèmes pratiques à résoudre.

5- Eléments constitutifs

6.1- Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
PPE	0 H	21 H	21 H

6.2- Contenu

Par groupe de 4, les étudiants réalisent un projet sur un sujet scientifique et technique relevant de leur formation. Le travail, encadré par un enseignant, comprend une recherche documentaire ciblée, une analyse approfondie des documents pertinents ainsi qu'une mise en équation et calcul des phénomènes ou procédés analysés.

Probabilité & Statistique

Etablissement : EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 3 2 10
2. **Enseignant Responsable** : Prof. Chokri Bouraoui
3. **Crédit** : 02
4. **Objectifs**

- Savoir effectuer une estimation : de la moyenne, du pourcentage.
- Maîtriser les tests statistiques (moyenne, pourcentage, variance, KHI DEUX).
- Savoir calculer un coefficient de corrélation, tracer une droite de régression et effectuer le test du coefficient de corrélation

5. Pré-requis

- Niveau Bac +2

6. Eléments constitutifs

6.1- Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Probabilité et Statistique	21 H	0 H	21 H

6.2- Contenu

- **Notion de probabilité** : Définition et propriété, Axiome de probabilité, Analyse combinatoire.
- **Variable aléatoire et distributions de probabilité** : Variable aléatoire, Distribution de fréquence, Distribution de probabilité, Distribution binomiale, Distribution normale, Distribution de Poisson.
- **Echantillonnage et estimation** : Notion d'échantillon, Estimation de la moyenne, Estimation du pourcentage.
- **Les tests statistiques. Théorie de la décision** : Décision statistique et hypothèse nulle., Comparaison de deux moyennes, Comparaison de deux pourcentages, Comparaison de deux moyennes. Coefficient de SNEDECOR, Test de KHI DEUX, Distribution de Poisson.
- **Corrélation linéaire** : Corrélation et droite de régression, Coefficient de régression, Test du coefficient de corrélation.

7. **Méthode d'examen** : Contrôle continu 40%, Examen : 60%

8. **Date de la dernière modification** : 21/08/2019

Anglais 2

Etablissement : EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 3 2 11

2. **Enseignant Responsable** : Saoussen Lamiri

3. **Crédit** : 02

4. **Objectifs**

- Amener l'étudiant à une maîtrise de l'anglais courant oral et écrit, lui permettant de communiquer et de faire face aux diverses sollicitations de la vie quotidienne.
- Familiariser l'étudiant avec le vocabulaire et les tournures propres à sa spécialisation technologique et scientifique.

5. **Pré-requis**

- Niveau bac +2

6. **Eléments constitutifs**

6.1- Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Anglais 2	21 H	0 H	21H

6.2- Contenu

- **Etude du vocabulaire technique spécialisé** : Etude de textes, articles imprimés ou enregistrés (cassettes, vidéocassettes) et par la pratique de l'abstract.
- **La vie dans l'entreprise** : Entretiens de sélection, CV, lettres, mémos, publicités, protocoles, rédaction de fax, courriels. Etudes de cas.
- **Préparation au TOEFL** : Exercices écrits ou enregistrés de compréhension globale et de repérage. Stratégies pour la compréhension orale ou écrite. Acquisition des tournures idiomatiques américaines. Entraînement aux essais du TOEFL : développer les arguments pour ou contre une question précise...

7. **Méthode d'examen** : Contrôle continu 40%, Examen : 60%

8. **Date de la dernière modification** : 21/08/2019

Français 2

Etablissement : EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 3 2 12
2. **Enseignant Responsable** : Marwa Zitoun
3. **Crédit** : 02
4. **Objectifs**

- Les langues seront pour l'étudiant un moyen pour accéder à l'information scientifique et technique ainsi qu'à communiquer aisément et à enrichir ses connaissances.

5. **Pré-requis**

- Niveau bac +2

6. **Eléments constitutifs**

- 6.1- **Enseignements**

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Français 2	21 H	0 H	21H

- 6.2- **Contenu**

- **Analyse d'un texte** : Relevé des mots-clefs, Recherche des unités sémantiques directrices, Résumé d'un texte, Discussion
- **Rédaction d'un compte –rendu** : Relevé et structuration des idées, Elaboration d'un plan de compte-rendu, Rédaction d'un rapport technique
- **Techniques de communication et initiation à la traduction** : Rédaction d'un rapport de stage, Rédaction d'une lettre de motivation, d'une demande d'emploi et d'un CV, Traduction de textes scientifiques.

7. **Méthode d'examen** : Contrôle continu 40%, Examen : 60%

8. **Date de la dernière modification** : 21/08/2019

Fiches Matières
Classe : Quatrième année

Automatisme industriel et API

Etablissement : EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 4 1 01
2. **Enseignant Responsable** : Prof. Mounir Hergli
3. **Credit** : 03
4. **Objectifs**

- Identifier les éléments constitutifs et modéliser par Grafcet une chaîne de production
- Etudier et Maîtriser la programmation d'une Automate Programmable Industriel : API
- Connaître l'architecture et la commande des systèmes distribués.
- Réaliser la supervision d'une installation industrielle automatisée.

5. Pré-requis

Electronique de puissance, schéma électrique, systèmes logiques, automatique

6. Eléments constitutifs

6.1- Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge totale
	CI	TP	
Automatisme industriel et API	22,5	12	34,5

6.2- Contenu théorique

- **Généralités sur les systèmes automatisés** : Généralités, Représentation d'un système automatisé, Interfaces partie opérative – partie commande, Chaîne d'acquisition et chaîne d'action, Différentes approches d'un automatisme, Capteurs, pré-actionneurs et actionneurs.
- **Automates Programmables Industriels** : Introduction, Structure interne d'un API, Fonctionnement, Environnement d'un Automate Programmable, Critère de choix d'un API, Programme d'interprétation et d'application, Fonctionnement cyclique, Structure de traitement, Entrées sorties industrielles, Raccordement, Environnement d'un automate, Niveaux d'automatisation, Exemples d'automates.
- **GEMMA**: Famille des procédures (procédures de fonctionnement, d'arrêt et de défaillance), Etude des modes de marche les plus courants, Etude des modes d'arrêt les plus courants, Sélection des modes et conditions d'évolution entre eux.
- **GRAFCET**: Introduction, Concepts de base, Niveaux, Règles d'évolution, Différents points de vue, Différentes structures, Macro-étape

- **Mise en œuvre d'un GRAFCET:** Mise en équation d'un GRAFCET, Règle générale, Différents cas de mise en équation, Gestion des modes de marche, d'arrêt et d'arrêt d'urgence, Câblage, Module de phase
- **Langages de programmation des API:** Introduction, Structure d'un programme, Blocs fonctionnels, Langages normalisés, Comparaison entre différents langages, Jeu d'instructions, Principaux automates programmables industriels, Applications.

6.3- Travaux pratiques

- **Commande de remplissage d'un réservoir (système de pompage)**
 - Câbler l'automate avec les pré-actionneurs appropriés.
 - Ecrire un programme en langage LADDER et en langage FBD permettant de maintenir un niveau préfixé.
- **Commande d'un ensemble de vérins suivant des séquences bien déterminées**
 - Câbler l'automate avec les pré-actionneurs appropriés.
 - Fixer une séquence donnée.
 - Ecrire un programme en langage LADDER et en langage FBD permettant d'exécuter la séquence fixée.
- **Commande d'un feu de carrefour**
 - Câbler l'automate avec les pré-actionneurs appropriés.
 - Définir une priorité ainsi que le temps des feux de chaque voie
 - Ecrire un programme en langage LADDER et en langage FBD permettant d'exécuter cette priorité.
- **Commande temporisée d'un jeu de lumière**
- **Commande d'un afficheur 7 segments suivant un code présenté à l'entrée de l'automate**
 - Connexion des sorties de l'automate aux sept segments de l'afficheur
 - Pour différent codes afficher différentes valeurs sur l'afficheur 7 segments

7. **Méthode d'examen** : Contrôle continu 40% (20% DS et 20% TP), Examen : 60%

8. **Date de la dernière modification** : 21/08/2019

9. Bibliographie

- William Bolton (2015) , **Automates programmables industriels - 2e éd. 7 octobre 2015**

Transmission des signaux

Etablissement EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 4 1 02
2. **Enseignant Responsable** : Prof. Hassani Messaoud
3. **Credit** : 03
4. **Objectifs**

- Introduire aux étudiants les techniques de transmission des signaux analogiques et numériques: modulation, multiplexage.
- Applications pratiques et simulations des différentes techniques de transmission

5. Pré-requis

Traitement Analogique et numérique de Signal

6. Eléments constitutifs

6.1- Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Transmission des signaux	21 H	09 H	30 H

6.2- Contenu Théorique

- **Chaîne de transmission des signaux** : Émission, Réception, Support de transmission.
- **Caractéristiques des supports de transmission**: Affaiblissement, Bande passante, Bruit.
- **Transmission en bande de base** : Codage/décodage, multiplexage fréquentiel.
- **Transmission analogique en bande transposée** : Modulation d'amplitude AM, Modulation de fréquence FM, Modulation de phase PM.
- **Transmission par modulation digitale** : Modulation par déplacement d'amplitude ASK, Modulation par déplacement de fréquence FSK, Modulation par déplacement de phase PSK.

6.3- Travaux Pratiques

- **Transmission filaire : multiplexage fréquentiel, analyseur de spectre.**
- **Simulation de la modulation AM** : représentation spectrale, bande latérale double, bande latérale unique, Représentation du signal AM, Variation de l'indice de modulation et représentation spectrale, Détermination des bandes latérales USB et LSB
- **Démodulation AM : détection de crête, démodulateur synchrone.**
Elimination de la partie négative du signal AM, Filtrage et choix des condensateurs pour la détection des crêtes, Elimination de la composante continue
- **Modulation et démodulation FM.**
Représentation du signal FM, Variation de l'indice de modulation

7. **Méthode d'examen** : Contrôle continu 40% (20% DS et 20% TP), Examen : 60%

8. **Date de la dernière modification** : 21/08/2019

9. Bibliographie

- Hikmet SARI(1995), Transmission des signaux numériques, 10/06/1995

- Adel Bouras (2013), **Transmissions analogiques et numériques des signaux . Cours et exercices corrigés**, Edition Ellipses

Machines Synchrones

Etablissement EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 4 1 03
2. **Enseignant Responsable** : Prof. Nasreddine Bouguila
3. **Credit** : 02
4. **Objectifs**

Comprendre le fonctionnement de la machine synchrone en moteur et en alternateur pour la production de l'électricité

5. **Pré-requis**

Le système triphasé, le champs électromagnétique...

6. **Eléments constitutifs**

- 6.1-Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Machines Synchrones	30 H	0 H	30

- 6.2. Contenu Théorique

- **Bobinage statorique, forces magnétomotrices tournantes** : f.m.m. circulaire, f.m.m. elliptique, armature triphasée alimentée par des courants déséquilibrés, armature monophasée, coefficient de bobinage.
 - **Fonctionnement en alternateur** : Principe, f.é.m. induite.
 - **Alternateurs à pôles lisses** : Réaction magnétique d'induit, Coefficient d'équivalence, diagramme à réactance synchrone, diagramme de Potier.
 - **Alternateur à pôles saillants** : Réaction magnétique d'induit, diagramme à deux réactances synchrones, diagramme de Blondel.
 - **Caractéristiques** : lecture de P et Q, Caractéristiques en charge d'un alternateur isolé, caractéristiques en charge d'un alternateur relié à un réseau puissant, Caractéristiques du moteur synchrone.
 - **Couplage des alternateurs** : Marche en parallèle d'alternateurs chargés.
 - **Fonctionnement en moteur synchrone** : démarrage et couplage au réseau du moteur synchrone.
7. **Méthode d'examen** : Contrôle continu 40%, Examen : 60%

8. **Date de la dernière modification** : 21/08/2019

9. **Bibliographie**

Luc Lasne (2018), **Énergie électrique : Electrotechnique - Magnétisme - Machines – Réseaux**, *Edition Dunod*, 04/04/2018
Guy Séguier, Francis Notelet (2006), **Electrotechnique industrielle**, Edition Lavoisier, 3^{ème} édition, 23/02/2006.

Electronique de Puissance 1

Etablissement EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 4 1 04
2. **Enseignant Responsable** : Dr. Souha Boukadida
3. **Credit** : 02
4. **Objectifs**

- Acquérir les notions de base de l'électronique de puissance
- Connaître le fonctionnement des semi-conducteurs de puissance en régime de commutation,
- Etudier le fonctionnement des montages redresseurs non commandés et commandés,
- Etudier le fonctionnement des convertisseurs (gradateurs, hacheurs, onduleurs).

5. Pré-requis

- Electrotechnique, circuits électriques, mesures physiques

6. Eléments constitutifs

6.1.Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Electronique de Puissance	22,5 H	12 H	34,5

6.2. Contenu Théorique

- **Composants d'électronique de puissance** : Thyristor, Triac, Diac, Transistors bipolaire NPN, Transistors en commutation, Circuits d'aide à la commutation, Types d'amorçage , Applications industrielles.
- **Redressement non commandé** : Redressement monophasé simple alternance, Redressement double alternance avec transformateur à point milieu, Redressement monophasé double alternance par pont de Graëtz (PD2), Redressement triphasé simple (P3), Redressement triphasé en pont de Graëtz (PD3), Filtrage, Redressement non commandé sur charges industrielles.
- **Redressement commandé**: Redressement simple alternance avec thyristor, Redressement double alternance commandé (PD2), Pont triphasé tout thyristor (PD3), Applications.
- **Gradateurs** :
 - **Gradateurs monophasés** : Rôle & Applications industrielles, Etude sur des charges passives (R, R-L).
 - **Gradateurs triphasés** : Rôle & Applications industrielles, Etude sur des charges passives (R, R-L).
 - **Autres structures de gradateurs** : A train d'onde, etc,...
 - **Inverseurs statiques** : Rôle, Différentes structures, Applications industrielles.

6.3. Travaux pratiques

➤ **Redressement monophasé non commandé simple et double alternance**

Il s'agit dans ce TP, de faire l'étude du redressement et du filtrage d'un signal alternatif, de réaliser des circuits de redressement en simple et double alternance et d'analyser l'évolution de la tension et du courant de sortie du convertisseur avec charges résistives et inductives.

La réalisation des circuits de redressement en double alternance :

- Redressement monophasé P2.
- Redressement monophasé PD2.

➤ **Redressement monophasé commandé simple et double alternance**

La réalisation des circuits de redressement en simple et double alternance :

- ✓ Redressement simple alternance avec thyristor.
- ✓ Redressement double alternance commandé (PD2).
- ✓ Pont triphasé tout thyristor (PD3).

➤ **Redressement triphasé non commandé simple et double alternance**

➤ **Redressement triphasé commandé simple et double alternance**

Il s'agit de la réalisation des circuits de redressement en simple et double alternance :

- Redressement simple alternance avec thyristor.
- Redressement double alternance commandé (PD2).
- Pont triphasé tout thyristor (PD3).

➤ **Gradateur monophasé et triphasé**

Dans ce TP, l'étudiant doit étudier le fonctionnement d'un gradateur monophasé et triphasé débitant différents types de charges (R et R-L), et de confronter les différents résultats obtenus théoriquement en cours avec les résultats pratiques (formules et chronogrammes).

7. **Méthode d'examen** : Contrôle continu 40% (20% DS et 20% TP), Examen : 60%

8. **Date de la dernière modification** : 21/08/2019.

9. Bibliographie

Guy Séguier, Francis Labrique, Philippe Delarue (2015), Électronique de puissance, Structures, commandes, applications - Cours et exercices corrigés, *Collection Sciences sup - Sciences de l'ingénieur*, édition Dunod 19/08/2015 (10^{ème} édition).

Guy Séguier, Robert Bausière, Francis Labrique (2004), Électronique de puissance structures, fonctions de base, principales applications, *Collection Sciences sup - Sciences de l'ingénieur*, édition Dunod Edition Dunod, 7/09/2004 (8ème édition)

Capteurs en instrumentation

Etablissement EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 4 1 05

2. **Enseignant Responsable** : Dr. Wahbi Nabi

3. **Credit** : 02

4. Objectifs

- Sensibiliser les étudiants aux chaînes de mesure employées en Génie Électrique.
- Analyser les problèmes liés à l'amplification et au transport de faibles signaux en présence de mode commun.
- Présenter les amplificateurs d'instrumentation et d'isolement.
- Présenter, comparer et modéliser les capteurs utilisés dans le domaine de la génie électrique.

5. Pré-requis

Électronique Analogique

6. Éléments constitutifs

6.1- Enseignements

Éléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Capteurs en instrumentation	21 H	09 H	30 H

6.2- Contenu Théorique

- **Chaînes de mesures** : Caractéristiques métrologiques, Conditionneurs de capteurs passifs, Conditionneurs de signaux, Réduction des perturbations électromagnétiques
- **Capteurs**: Mesure de grandeurs électriques et magnétiques, Mesure de grandeurs mécaniques, Mesure de température.

6.3- Travaux pratiques

- **Mesure de la température**
Utiliser un capteur de température LM35 pour la mesure de température et une carte de développement Arduino-Uno pour le traitement des données. Le résultat final est l'affichage de la valeur de température sur un écran LCD et sur l'écran de l'ordinateur via le moniteur série
- **Mesure de la distance à un obstacle**
Mesurer la valeur de la distance à un obstacle en utilisant un capteur ultrason et une carte de développement Arduino-Uno. Ainsi, plusieurs types de sorties de la chaîne de mesures seront exploités telles que: un afficheur LCD, un ordinateur et des diodes LEDs.
- **Capteur Infra Rouge**
Utiliser le capteur IR TCRT5000 connecté avec une carte de développement Arduino-Uno dans les différents types d'applications. La sortie de la chaîne de mesure peut être: un afficheur LCD, des diodes LEDs etc.
- **Mesure de l'humidité**
Mesurer la valeur de l'humidité et de la température d'environnement en se basant à un capteur DHT11 et une carte de développement Arduino-Uno. le résultat final est l'affichage de deux valeurs sur un afficheur LCD chaque 2 secondes.

7. **Méthode d'examen** : Contrôle continu 40% (20% DS et 20% TP), Examen : 60%

8. **Date de la dernière modification** : 21/08/2019

9. **Bibliographie**

- Georges Asch, Loïc Blum, Jacques Fouletier, Pierre Desgoutte, Bernard Créton et al (2017). **Les capteurs en instrumentation industrielle - 8e édition, Edition Dunod , November 2017**

Georges Asch, Patrick Renard, Pierre Desgoutte, Zoubir Mammeri, Éric Chambérod (2011), Acquisition de données Du capteur à l'ordinateur Relié , *Edition Dunod*, 06/04/2011.

Microcontrôleurs

Etablissement EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 4 1 06
2. **Enseignant Responsable** : Dr. Wahbi Nabi
3. **Credit** : 02
4. **Objectifs**

- Connaître le brochage et l'architecture d'un microcontrôleur : Mémoires, Unité arithmétique et logique, Registres spéciaux et variables, Ports d'Entrée/Sortie.
- Programmer un microcontrôleur PIC en assembleur et en langage C

5. **Pré-requis**

Circuits logiques combinatoire et séquentiel, microprocesseur et programmation assembleur.

6. **Eléments constitutifs**

- 6.1-Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Electronique Analogique	21 H	12 H	30 H

- 6.2. Contenu Théorique

- **Architecture et brochage des microcontrôleurs PIC** : Architecture de base d'un microcontrôleur, brochage d'un microcontrôleur PIC, architecture interne d'un microcontrôleur PIC et les registres spéciaux et variables.
- **Programmation en assembleur des microcontrôleurs PIC** : Jeux d'instructions, structure d'un programme assembleur, Routine de temporisation.
- **Les Ports d'entrées / sorties des microcontrôleurs PIC** : Registres de configuration (TRIS A, TRIS B, ...), ports d'entrées /sorties (PORT A, PORT B, ...),
- **Les interruptions des microcontrôleurs PIC** : L'interruption externe RB0/INT, Interruption PORT B, Interruption TMR0,
- **Programmation avancé des microcontrôleurs PIC** : Programmer en C les PIC.
- **Les registres timers (Timer 0, Timer 1 et Timer 2)** : La configuration des registres timers, les interruptions, le mode de fonctionnement (mode timer et mode compteur).
- **La conversion analogique numérique des microcontrôleurs PIC** : Le Port d'entées analogiques, organisation interne et fonctionnement du convertisseur (Les registres de configuration ADCON1 et ADCON0).
- **Le module CCP (Capture / Compare / PWM)** : Le mode capture du module CCP (configuration et utilisation), mode comparaison du module CCP et le mode MLI (PWM).

- 6.3. Travaux Pratiques

- **Programmation en assembleur du microcontrôleur PIC16F84A en utilisant ISIS et MPLAB**
Faire la manipulation des diodes LEDs et la gestion du feu de carrefour via un microcontrôleur

PIC16F84A en utilisant le logiciel MPLAB pour la programmation assembleur du PIC et le logiciel ISIS pour la simulation.

- **Application du PIC (Fonctionnement télérupteur et clignotement d'une diode led).**
 - Faire la manipulation des LEDs et la gestion du feu de carrefour via un microcontrôleur PIC16F84A en utilisant le logiciel MikroC pour la programmation de PIC et logiciel ISIS pour la simulation.
 - Faire la gestion et la commande d'un afficheur LCD.
- **Programmation avancée des microcontrôleurs PIC en utilisant un compilateur C.**

Effectuer la gestion des diodes LEDs et l'affichage LCD en utilisant le logiciel Mikro C pour la programmation avancée de microcontrôleur PIC et le logiciel ISIS pour la simulation
- **Gestion des interruptions du microcontrôleur PIC 16F84a.**

Programmer une montre digitale en utilisant un microcontrôleur PIC16F84a et des différentes sources d'interruptions telles que: l'interruption externe via la broche RB0/INT de PIC16F84A et l'interruption de débordement de registre TIMER.
- **Variateur de vitesse d'un moteur à courant continu par un microcontrôleur PIC.**
 - Commander la vitesse d'un moteur à courant continu à excitation indépendante par un microcontrôleur PIC16F84A par variation du courant de l'induit.
 - Commander la vitesse d'un moteur à courant continu à excitation indépendante par un microcontrôleur PIC16F84A par variation du courant de l'inducteur.
- **Commande d'un moteur pas à pas par un microcontrôleur PIC.**

Commander le sens de rotation et la vitesse d'un moteur pas à pas via un microcontrôleur PIC et quatre boutons poussoirs. Un sous-programme de variation de vitesse doit être définie en Mikro C.

7. **Méthode d'examen** : Contrôle continu 40% (20% DS et 20% TP), Examen : 60%

8. **Date de la dernière modification** : 21/08/2019

9. Bibliographie

Joseph Haggège (2018), Initiation aux microprocesseurs et aux microcontrôleurs, *Edition Ellipses*, 20/03/2018.

Christian Tavernier (2007), **Microcontrôleurs PIC 10, 12, 16 - Description et mise en œuvre**, 3^{ème} Edition Dunod, 14/11/2007

Programmation Orientée Objet Avancée (JAVA)

Etablissement EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 4 1 07

2. **Enseignant Responsable** : Dr. Haythem Saoudi

3. **Credit** : 02

4. Objectifs

À la fin du cours, l'étudiant sera capable de développer des applications par une approche objet. Plus précisément, se familiariser avec les concepts de la technologie objet, réaliser des applications informatiques basées sur le paradigme de la programmation orientée objet. L'objectif est de présenter un panorama synthétique des principales **librairies concernant** la programmation des entrées/sorties, la programmation événementielle, la programmation concurrente, la communication via le réseau (RMI) et d'approfondir certains aspects avancés du. Ce cours insiste par ailleurs sur les techniques architecturales associées à leur bonne utilisation.

5. Prérequis

Connaissance de la programmation orientée objet.

6. Eléments constitutifs

6.1- Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
POO Avancée JAVA	21H	09H	30 H

6.2- Contenu Théorique

- Rappel sur les concepts de la programmation orientée objet
- Concepts spécifiques au langage JAVA
- Les exceptions
- Entrées / Sorties
- Types génériques (Vector, ArrayList, LinkedList, Iterator,...)
- Interfaces Graphiques
- Threads
- Gestion des bases de données
- Les Applets
- RMI

6.3. Travaux pratiques

- Héritage et polymorphisme.
- Interface graphique.
- Threads.

7. **Méthode d'examen** : Contrôle continu 40% (20% DS et 20% TP), Examen : 60%

8. **Date de la dernière modification** : 21/08/2019

9. Bibliographie

Hugues Bersini(2013), **La programmation orientée objet. Cours et exercices UML 2 avec Java, C#, C++, Python, PHP et LINQ. Edition Eyrolles, 7 Mars 2013**

Analyse et Commande des Systèmes

Etablissement EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 4 1 08
2. **Enseignant Responsable** : Prof. Hassani Messaoud
3. **Credit** : 02
4. **Objectifs**

Analyse des systèmes physiques par un modèle théorique, calcul des paramètres de modèle et la commande des systèmes linéaires par retour d'état et de sortie.

5. Pré-requis

Automatique 1, Automatique 2

6. Eléments constitutifs

3.1-Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Analyse et commande des systèmes	21 H	09 H	30H

3.2. Contenu Théorique

- **Modélisation des systèmes** : Modèle boîte noire, modèle de connaissance, fonction de transfert, représentation d'état.
- **Identification** : Calcul des paramètres de modèle : Moindre carré, régressive et étendue.
- **Commande des systèmes linéaires** : Commande par retour d'état, Commande par retour de sortie

3.3. Travaux pratiques

- **Identification**
 - Méthodes des moindres carrés et Méthode des moindres carrés étendus
- **Commande par retour d'état.**
 - Calcul de la matrice de Gain
 - Simulation du système corrigé
- **Commande par retour de sortie** : Détermination du correcteur par retour de sortie

7. **Méthode d'examen** : Contrôle continu 40% (20% DS et 20% TP), Examen : 60%

8. **Date de la dernière modification** : 21/08/2019

9. Bibliographie

Henri Bourlès (2006), Systèmes linéaires : De la modélisation à la commande, Edition Lavoisier, 15 mars 2006

Technologies des circuits intégrés

Etablissement EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 4 1 09
2. **Enseignant Responsable** : Dr. Naziha Khilf
3. **Credit** : 02
4. **Objectifs**

L'objectif visé est le savoir des technologies de fabrication des circuits intégrés telles que la technologie TTL et celle CMOS

5. Prérequis

Electronique Analogique, logique combinatoire

6. Eléments constitutifs

6.1-Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Technologies des circuits intégrés	21 H	0 H	21 H

6.2. Contenu Théorique

- **Technologie des composants passifs** : Technologie des résistances - Technologie des condensateurs - Les bobinages - Dimensionnement de transformateurs d'alimentation.
- **Les alimentations linéaires** : Les alimentations stabilisées et régulées, Les régulateurs intégrés, Dimensionnement des radiateurs.
- **Technologie des circuits intégrés** : Technologie TTL - Technologie CMOS - Adaptation de signaux logiques.
- **Etude de schémas électroniques** : Schémas de régulation linéaires de tension - Schémas de commande rapprochée d'interrupteurs de puissance - Schémas d'adaptation et de traitement de signaux logiques.

7. **Méthode d'examen** : Contrôle continu 40%, Examen : 60%

8. **Date de la dernière modification** : 21/08/2019

9. Bibliographie

René Besson, Technologie des composants électroniques - Tome 2. Diodes, transistors, thyristors, circuits intégrés, opto-électronique, (5ème édition), Editions Radio - S.E.C.F.
Olivier Bonnaud (2008), Technologie microélectronique – Supélec Du silicium aux circuits intégrés, Collection Technosup, édition Ellipses, 20/06/2008

Recherche Opérationnelle

Etablissement : EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 4 1 10

2. **Enseignant Responsable** : Khaled Mili

3. **Credit** : 02

4. **Objectifs**

Ce module fournit les outils théoriques et pratiques de résolution des grandes classes de problèmes combinatoires qui apparaissent en Recherche Opérationnelle: problèmes de voyageur de commerce, de tournées, de localisation, d'ordonnancement, d'affectation généralisée, de routage dans les réseaux, d'allocation de fréquence, etc. On présente ainsi les grandes classes de méthodes exactes ou d'heuristiques raisonnées de résolution des problèmes difficiles, à base soit de programmation mathématique, de méthodes de voisinages ou de programmation par contraintes.

5. **Pré-requis**

Mathématiques pour ingénieur

6. **Eléments constitutifs**

6.1- Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Recherche opérationnelle	21H	0 H	21H

6.2- Contenu Théorique

- Programmation linéaire en nombre entiers
 - les méthodes de séparation
 - les méthodes d'évaluations,
 - bornes inférieures et supérieures).
- Programmation dynamique déterministe et non déterministe.
- Les méta-heuristiques
 - méthodes de recherche locale,
 - méthodes tabou,
 - colonies de fourmis,...

7. **Méthode d'examen** : Contrôle continu 40%, Examen : 60%

8. **Date de la dernière modification** : 21/08/2019

9. **Bibliographie**

Frédéric Bonnans, Stéphane Gaubert (2016), Recherche opérationnelle Aspects mathématiques et applications, *Edition Ecole Polytechnique*, 01/03/2016

Etablissement : EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 4 1 11

2. **Enseignant Responsable** : Raouf Ati

3. **Credit** : 02

4. **Objectifs**

Connaître les principes de création et de gestion de l'entreprise ainsi que les méthodes de création et de gestions des projets.

5. **Pré-requis**

- Mathématiques pour ingénieur.

6. **Eléments constitutifs**

6.1- **Enseignements**

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Entrepreneuriat 1	21H	0 H	21 H

6.2- **Contenu**

- **Création d'entreprise** : Définition de l'entreprise, Rôle, Classification
- **Création de projets** : Principe de la création de projet, Planification, Organisation, Direction et contrôle
- **Gestion** : Gestion de matériel, Gestion de ressources humaines, Gestion de l'information
- **Appels d'offres nationaux et internationaux** : Cahier de charges administratives, Cahier de charges techniques, Dépouillement administratif et technique.

7. **Méthode d'examen** : Contrôle continu 40%, Examen : 60%

8. **Date de la dernière modification** : 21/08/2019

Techniques de communication 1

Etablissement : EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 4 1 12
2. **Enseignant Responsable** : Ammar Azouzi
3. **Credit** : 02

4. Objectifs

- Contribuer à la bonne intégration des étudiants dans leur groupe et à la cohésion des groupes.
- Permettre aux étudiants de prendre conscience de manière active et ludique de leurs forces et faiblesses en matière de communication interpersonnelle, et des difficultés qui peuvent gêner le processus de communication.
- Prendre conscience de l'importance et du rôle de son corps, de sa voix, de sa posture, de sa gestuelle, etc... dans toute situation de communication.
- Apprendre à mieux se connaître pour mieux communiquer.
- Apprendre à communiquer en groupe.
- Faire le point sur ses forces et ses faiblesses dans certaines situations de communication.

5. Pré-requis

Français 1, Français 2

6. Eléments constitutifs

3.1- Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Techniques de communication 1	21H	0 H	21H

3.2- Contenu

Ce cours repose sur l'utilisation d'une pédagogie active : jeux, exercices pratiques, mises en situation. Il est organisé comme suit :

- Introduction et sensibilisation aux difficultés de la communication
- Savoir utiliser ses ressources pour communiquer (fluidité mentale et verbale, imagination...)
- S'initier à la 'communication totale' (le verbal et le para-verbal)
- Développement de l'écoute et de l'empathie
- L'apprentissage de la découverte de l'autre
- Communication, consensus et négociation

7. **Méthode d'examen** : Contrôle continu 40%, Examen : 60%

8. **Date de la dernière modification** : 21/08/2019

Electronique de Puissance 2

Etablissement EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 4 2 01
2. **Enseignant Responsable** : Dr. Souha Boukadida
3. **Credit** : 02
4. **Objectifs**

- Etudier le fonctionnement des hacheurs,
- Etudier le fonctionnement des alimentations à découpage
- Etudier le fonctionnement des onduleurs monophasés et triphasés.
- Etudier les cyclo-convertisseurs.

5. Pré-requis

-Electrotechnique, circuits électriques, mesures physiques, électronique de puissance 1

6. Eléments constitutifs

6.1-Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Electronique de Puissance 2	21 H	12 H	33 H

6.2. Contenu Théorique

- **Hacheurs** : Hacheurs directs (Série, parallèle), Hacheurs à liaison indirecte (Accumulation inductive, accumulation capacitive), Hacheurs réversibles(En courant, en tension, doublement réversible), Hacheurs spéciaux, Applications industrielles, dimensionnement et choix d'un montage hacheur.
- **Alimentations à découpage** : Rôle et domaine d'application, Classification, Structure Flyback, Structure Forward, Circuits spéciaux pour la commande des convertisseurs, Applications industrielles.
- **Onduleurs** : Rôle et domaine d'applications, Différentes structures, Onduleurs monophasés, Onduleurs triphasés (Structure, Techniques de mise en œuvre, Circuits intégrés spéciaux, Onduleurs à résonance série et parallèle, Onduleurs multi niveaux.
- **Cyclo-convertisseurs**: Introduction, Généralités , Principe de fonctionnement, Structure de base, Exemple de montages utilisés, Etude succincte d'un cas particulier, Notes sur les harmoniques, Puissance réactive et Facteur de puissance, Applications.

6.3. Travaux Pratiques :

- Etude des hacheurs série et parallèle
- Etude des hacheurs réversibles en courant et hacheurs 4 quadrants
- Etude des onduleurs monophasés
- Etude des onduleurs triphasés
- Etude d'une alimentation à découpage

7. Méthode d'examen : Contrôle continu 40% (20% DS et 20% TP), Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

9. Bibliographie

Guy Séguier, Francis Labrique, Philippe Delarue (2015), Électronique de puissance, Structures, commandes, applications - Cours et exercices corrigés, *Collection Sciences sup - Sciences de l'ingénieur*, édition Dunod 19/08/2015 (10^{ème} édition).

Guy Séguier, Robert Bausière, Francis Labrique (2004), Électronique de puissance structures, fonctions de base, principales applications, *Collection Sciences sup - Sciences de l'ingénieur*, édition Dunod Edition Dunod , 7/09/2004 (8^{ème} édition)

Machines Asynchrones

Etablissement EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 4 2 02
2. **Enseignant Responsable** : Prof. Nasreddine Bouguila
3. **Credit** : 02
4. **Objectifs**

Comprendre le fonctionnement de la machine asynchrone en moteur et en génératrice ainsi que certains moteurs asynchrone spécifiques

5. Pré-requis

Le système triphasé, la machine synchrone...

6. Eléments constitutifs

6.1-Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Machine asynchrone	21 H	12 H	33 H

6.2. Contenu Théorique

- **Fonctionnement en moteur** : Constitution, principe de fonctionnement du moteur d'induction triphasé, glissement, fonctionnement en charge, schéma monophasé équivalent, diagramme circulaire (Construction et emploi), caractéristiques.
- **Essais du moteur asynchrone** : essai en charge avec mesure de la puissance utile, essai en charge avec évaluation des pertes, emploi du diagramme circulaire.
- **Etude du démarrage** : démarrage par rhéostat secondaire, démarrage par réduction de la tension primaire.
- **Variation de la vitesse** : action sur le glissement, variation de la fréquence d'alimentation.
- **Moteur asynchrone monophasé** : principe, caractéristiques, démarrage, utilisation.
- **Moteur monophasé à collecteur à excitation série** : principe, commutation, diagramme caractéristiques, utilisations.
- **Fonctionnement en génératrice** : caractéristiques, domaines d'utilisations.

6.3. Travaux pratiques

- **Champ magnétique glissant.**
 - Etudier la morphologie d'une machine à courant alternatif

- relever à l'aide d'un Teslamètre et à l'oscilloscope la forme du champ dans l'entrefer
- étudier les caractéristiques du champ
- **Alternateur triphasé : diagrammes à réactance synchrone constante et de Potier**
 - déterminer la caractéristique en charge $V(I)$ à $\cos \phi$ constant directement par un essai en charge et indirectement au moyen de deux diagrammes essai en courant continu
 - essai à vide
 - essai en court-circuit
 - essai en déwatté.
- **Alternateur triphasé : diagrammes à deux réactances (diagramme de Blondel).**
Même travail et même objectif qu'en TP2. Les quatre essais précédents doivent être complétés par l'essai de glissement (essai de Haga).
- **Moteur synchrone triphasé : courbes en V.**
Cette manipulation consiste à accrocher un alternateur au réseau électrique et à déterminer les variations du courant induit en fonction du courant d'excitation $I(J)$ à puissance P constante. Le fonctionnement en compensateur synchrone sera aussi étudié.
- **Etude énergétique du moteur asynchrone à rotor bobiné.**
L'objectif de cette manipulation consiste à déterminer les différentes pertes dans un moteur asynchrone à savoir : les pertes joule statoriques - les pertes joule rotoriques – les pertes fer statoriques – les pertes fer rotoriques – les pertes mécaniques – la puissance utile. Pour mener ce travail il faut faire : un essai à vide à rotor en court-circuit – essai en transformateur à vide – essai en moteur inversé (stator en court-circuit).
- **Moteur asynchrone triphasé : Modèle linéaire et diagramme de cercle.**
Dans cette manipulation on cherche à déterminer, par mesure et simulation, les caractéristiques suivantes : $C(g)$ (couple en fonction du glissement - $C(I_1)$ (couple en fonction du courant absorbé) – $C(\cos \phi)$ 'couple en fonction du facteur de puissance

7. Méthode d'examen : Contrôle continu 40% (20% DS et 20% TP), Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

9. Bibliographie

Luc Lasne (2018), **Énergie électrique : Electrotechnique - Magnétisme - Machines – Réseaux**, *Edition Dunod*, 04/04/2018
 Guy Séguier, Francis Notelet (2006), **Electrotechnique industrielle**, *Edition Lavoisier*, 3^{ème} édition, 23/02/2006.

Traitement d'images

Etablissement EPI

1. Code d'Identification : GEC 4 2 03
2. Enseignant Responsable : Dr. Mehrez Abdellaoui
3. Credit : 03
4. Objectifs

- Introduire aux étudiants les techniques numériques de traitement d'images : transformation spectrale, rehaussement, restauration, filtrage, segmentation.
- Initier les étudiants à un logiciel de traitement numérique d'image.
- Donner un aperçu sur l'imagerie médicale

5. Pré-requis

Traitement numérique de signal

6. Eléments constitutifs

6.1- Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Traitement d'images	21 H	12 H	33 H

6.2- Contenu Théorique

6.2.1- Traitement d'images

- **Image numérique** : Structure du fichier image, images vectorielles, images matricielles
- **Caractéristiques des images matricielles** : Échantillonnage et quantification, Définition et résolution, Dynamique, Types d'images.
- **Couleur**: Espace RGB, CMJN, YUV, HSV, Niveaux de gris.
- **Rehaussement et restauration**: Histogramme, Calcul et modification de contraste, Étirement et égalisation d'histogramme, Notion de bruit, Restauration des images
- **Filtrage** : Noyaux de convolution, Filtrage linéaire, Filtrage non-linéaire, Détection de contours, flou, rehaussement.
- **Transformées géométriques** : Coordonnées homogènes, Matrices de transformation et extrapolation.
- **Segmentation d'images** : seuillage d'image, approches contours, approches région.

6.2.2- Imagerie médicale

- **Radiographie X – Radiodiagnostic** : Appareil à rayons X, Générateur de haute tension, Système d'information, Numérisation des installations de diagnostic
- **Tomodensitométrie (scanner)** : Composition d'un scanner, Système d'acquisition et de traitement de l'image, Installation d'un système de tomodensitométrie

6.3- Travaux Pratiques

- **Manipulation d'images numériques.**
 - Lecture et édition des images sous MATLAB
 - Initiation à la programmation des images sous MATLAB
 - Création d'images sous MATLAB
- **Restaurations et Rehaussement d'images.**
 - Réalisation de quelques opérations de prétraitements élémentaires
 - Initiation à la notion d'histogramme sous MATLAB
 - Technique d'expansion de la dynamique
 - Technique d'égalisation d'histogramme
- **Filtrage des images**
 - Comprendre les principes de base du filtrage des images sous MATLAB
 - Explorer quelques types de filtres.
 - Appliquer des filtres sur des images tests.
 - Extraction des contours des images
- **Segmentation d'images.**
 - Segmentation par seuillage (Seuil fixe et adaptatif) : Méthode d'Otsu
 - Segmentation par l'approche région : croissance des régions
 - Segmentation par contours actifs

7. Méthode d'examen : Contrôle continu 40% (20% DS et 20% TP), Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

9. Bibliographie

Diane Lingrand (2008), **Introduction au traitement d'images**, *Edition Vuibert*, 11 février 2008

Gilles Burel (2008), **Introduction au traitement d'images Simulation sous Matlab**, *Edition Hermes*, 01/10/2001

Circuits Programmables

Etablissement EPI

1. Code d'Identification : GEC 4 2 04
2. Enseignant Responsable : Dr. Wahbi Nabi
3. Crédit : 02
4. Objectifs

Ce cours vise à introduire aux étudiants une vision d'ensemble de ce que sont les membres de la famille (nombreuse) des circuits programmables à savoir les mémoires mortes, vives et de masse. Par la suite un passage vers les circuits programmables complexes tel que les PAL, les PLA allant jusqu'à les FPGAs.

5. Pré-requis

Electronique Numérique

6. Eléments constitutifs

6.1-Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Circuits Programmables	21 H	0 H	21 H

6.2. Contenu Théorique

- Introduction aux circuits logiques programmables.
- Mémoires mortes programmables : PROM, EPROM, EEPROM.
- Mémoires vives programmables : SRAM, DRAM, etc.
- Etude des mémoires de masses.
- Réseaux logiques programmables : PLA, PAL et GAL.
- Circuits logiques programmables complexes (CPLD).
- Réseaux pré-diffusés programmables (FPGA).

7. Méthode d'examen : Contrôle continu 40% (20% DS et 20% TP), Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

9. Bibliographie

Alexandre Nketsa (1998), **Informatique industrielle - Circuits logiques programmables, Mémoires, PLD, CPLD et FPGA, Collection Technosup, Edition Ellipses, 17/02/1998.**
Jean-Christophe Buisson (2006), **Concevoir son microprocesseur Structure des systèmes logiques, Collection Technosup, Edition Ellipses, 30/08/2006**

Robotique

Etablissement EPI

1. Code d'Identification : GEC 4 2 05

2. Enseignant Responsable : Dr. Bchira Saidi

3. Credit : 02

4. Objectifs

produire des compétences dans la conception de différentes plateformes robotiques ainsi que dans la programmation et l'implémentation des algorithmes de contrôle et de gestion temps réel des systèmes robotiques.

5. Pré-requis

Electronique, Automatique

6. Eléments constitutifs

6.1-Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Robotique	21 H	0 H	21 H

6.2. Contenu Théorique

- **Introduction à la robotique** : Historique, Notion, domaine d'expertises, domaines d'applications, Représentation des transformations et des mouvements, Notion de degrés de liberté, Notion de Liaison, Chaîne Cinématique, Robots séries, Robots parallèles.
- **Méthodologie de conception** : Cahier de Charge, Cinématique et choix de la structure, Pré dimensionnement, Aspects géométriques et statiques, Aspects dynamiques.
- **Conception mécanique de robots** : Logiciels de conception dédiés, Mécanique de robots mobiles à deux roues, Mécanique de robots manipulateurs séries, Mécanique de robots parallèles, Mécanique de robots flexibles, Optimisation en conception mécanique.
- **Conception électronique de robots** : Environnement ROS (Robot Operating System) ; Choix de l'unité de commande en robotique ; Choix et positionnement des actionneurs ; Choix et positionnement des capteurs ; Optimisation en conception électronique.
- **Modélisation** : Modèle Géométrique Direct et Modèle Géométrique Inverse, Modèle Cinématique Direct et Modèle Cinématique Inverse, Modélisation Dynamique.
- **Génération de trajectoire** : Génération de trajectoires et boucles de commande, Génération de mouvements point à point Trajectoires interpolées par lois bang-bang, Application à l'espace articulaire, Application à l'espace cartésien.
- **Commande dynamique des manipulateurs** : Commande en espace articulaire, Commande en espace cartésien, Application
- **Robotique d'Interaction** : Commande en Force, Du contrôle du mouvement au contrôle de l'interaction, Contrôle Hybride (mouvement/Force).

7. Méthode d'examen : Contrôle continu 40%, Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

9. Bibliographie

Luc Jaulin (2014) Automatique pour la robotique Cours et exercices Collection Automatique, productique - Génie industriel, Edition ISTE, 31/10/2014

DSP : Architecture et Programmation

Etablissement : EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 4 2 06
2. **Enseignant Responsable** : Dr. Naziha Khlif
3. **Credit** : 03
4. **Objectifs**

- Acquérir les notions nécessaires pour l'évaluation des performances de l'architecture d'un ordinateur
- Savoir mesurer l'impact de la structure des programmes et de l'architecture sur les performances d'un ordinateur
- Savoir mettre en œuvre une méthodologie de conception de programmes permettant de passer d'une spécification algorithmique à son implantation optimisée (c'est-à-dire implantation 'temps réel') sur une architecture à base de processeurs RISC ou **DSP**
- Savoir spécifier l'architecture d'un système pour le traitement numérique de l'information,
- Savoir utiliser des méthodes d'accélération des calculs pour améliorer ses performances

5. Pré-requis

- Microprocesseurs ; Complexité et algorithmique

6. Eléments constitutifs

6.1- Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
DSP : Architecture et Programmation	21 H	12 H	33H

6.2- Contenu

- **Introduction:** Architectures des ordinateurs et performances : Notion d'accélération, loi d'Amdhal, Câblage mémoire-microprocesseur, Architecture Von Newman et Harvard.
- **Architecture des processeurs RISC:** Contrôle et traitement des aléas dans les processeurs pipelines, processeurs RISC superscalaire et superpipeline, processeur VLIW.
- **Hiérarchie Mémoire:** Mémoires caches : structure et fonctionnement, algorithmes de gestion des caches, Mémoire virtuelle : pagination, segmentation, algorithmes de gestion de la mémoire virtuelle.
- **Spécification de l'architecture du système:** Modèles de l'algorithme et de l'architecture : graphe de contrôle, graphe de flot de données, Ordonnancement des actions, le parallélisme intrinsèque de l'algorithme (notion d'ordre partiel, total), notion d'événement, relations entre suite d'événements.
- **Méthodes d'optimisation et d'accélération des calculs:** Implantation optimisée d'algorithmes (SAD) sur architecture DSP, Architecture interne et fonctionnement, Programmation avancée en C sur DSP, Architecture interne d'un DMA et programmation, Techniques d'optimisation de code : exploitation du parallélisme entre instructions.

6.3- Travaux pratiques

➤ **Introduction au code composer studio**

Le but de ce TP est de se familiariser avec le « Code Composer Studio » (CCS). Ce logiciel permet de développer et d'exécuter des programmes temps réel dédiés aux DSPs de la famille Texas Instrument.

➤ **Implantation de deux filtres FIR et de la transformée TCD**

➤ **Optimisation de la fonction SAD**

- Implémentation assembleur de la fonction SAD
- Parallélisme et Mapping du SAD sur les UAL du DSP
- Utilisation des instructions par paquet

➤ **Transfert de données en utilisant le DMA**

- Configuration du DMA
- Transfert mémoire externe mémoire interne
- Transfert mémoire interne mémoire externe
- Transfert mémoire externe mémoire externe

7. **Méthode d'examen** : Contrôle continu 40% (20% DS et 20% TP), Examen : 60%

8. **Date de la dernière modification** : 21/08/2019

9. Bibliographie

Abidi Hatem, Architecture des DSP, Cours d'électronique

- **Nicolas Nolhier** (2001), Initiation au DSP, DESS Microélectronique Université Paul Sabatier Toulouse

Technologie et Synthèse VHDL

Etablissement EPI

1. Code d'Identification : GEC 4 2 07

2. Enseignant Responsable : Dr. Wahbi Nabi

3. Credit : 03

4. Objectifs

Au travers de ce cours, l'étudiant devra être capable de maîtriser : La technologie cible utilisée, Les techniques de modélisation de circuits numériques à base de langage de description matériel de haut niveau et les flots de transformation en un circuit physique.

5. Pré-requis

Circuits numériques de base

6. Eléments constitutifs

6.1-Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Technologie et Synthèse VHDL	21 H	12 H	33 H

6.2. Contenu Théorique

- Introduction au langage VHDL et retour vers les fonctions numériques.
- Test et simulation des fonctions numériques par l'outil « Modelsim ».
- Conception des fonctions électroniques combinatoires numériques et implémentation sur FPGA.
- Conception des fonctions électroniques séquentielles et implémentation sur FPGA.
- Description des graphes d'états en d'une machine de Moore VHDL.
- Description des graphes d'états d'une machine de Mealy en VHDL.

6.3. Travaux pratiques

- **Introduction à l'outil ISE de Xilinx. (Synthèse VHDL d'exemples simples)**

L'objectif de cette première manipulation est la familiarisation avec un outil de synthèse (ISE de la société Xilinx) à travers des applications combinatoires simples :

- Description VHDL de quelques portes logiques de base (AND, NAND, OR, NOR, XOR.. »
- Ajout de fichiers UCF
- Placement et routage

- Génération de fichier .Bit
 - Envoi du fichier de configuration vers la plateforme et implémentation sur le circuit FPGA. (Nexys2, avec le circuit FPGA Spartan 3E).
 - Création des projets dans l'environnement ISE pour la conception des applications matérielles en langage VHDL.
 - Manipuler les différentes ressources matérielles de la plateforme (interrupteurs, led's boutons poussoirs..) par l'application des descriptions VHDL simples.
- **Conception VHDL d'un additionneur complet par la méthode structurelle.**
- Validation d'un demi-additionneur par la méthode structurelle (assemblage des différents composants de système).
 - Application de la méthode structurelle pour réaliser un additionneur complet.
 - Validation de toutes les étapes de la conception du projet dans l'environnement ISE
 - Implémentation de l'additionneur sur la plateforme de prototypage.
- **Conception VHDL des différentes sortes de Bascules**
- Conception des systèmes synchrones et description VHDL d'une bascule D.
 - Ajouter des entrées de forçage et de contrôle (reset synchrone, asynchrone, entrée de validation..) au « design » ainsi obtenu.
 - Etude et réalisation d'un registre à décalage (entrée série et sortie série) par l'assemblage de 8 bascules en cascade.
 - Modifier la structure pour ajouter une entrée de chargement des données parallèles au système).
- **Description VHDL, simulation et implémentation d'exemples de graphes d'états.**
- Modéliser un cahier de charge sous forme d'un diagramme d'états et des transitions d'une machine à états finis.
 - Dégager le code VHDL correspondant à partir de diagramme d'états,
 - Tester le fonctionnement du circuit ainsi obtenu sous l'environnement ISE. Et l'implémente sur la plateforme FPGA.
- **Implémentation d'applications complexes sur un circuit FPGA.**
- Trouver des solutions d'implémentation pour des applications relativement complexes.
 - Réaliser un décodeur à 7 segments (compteur de 0 à 9).

7. Méthode d'examen : Contrôle continu 40% (20% DS et 20% TP), Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

9. Bibliographie

Philippe Larcher (1997), VHDL Introduction à la synthèse logique, Edition Eyrolles, 10/10/1997

Techniques d'Interfaçage

Etablissement EPI

1. Code d'Identification : GEC 4 2 08

2. Enseignant Responsable : Dr. Wahbi Nabi

3. Crédit : 03

4. Objectifs

- Concevoir et réaliser des interfaces avec des microcontrôleurs et des microprocesseurs.
- Connaitre les interfaces de base d'un microcontrôleur
- Interfacer un processeur ou un microcontrôleur avec des périphériques de puissance.
- Interfacer un processeur ou un microcontrôleur avec des périphériques de base.
- Concevoir des interfaces pour le conditionnement et la mise en forme des signaux.
- Choisir et configurer les circuits d'interfaces

5. Pré-requis

- Microprocesseurs, Electronique analogique et Numérique, Circuits programmables

6. Eléments constitutifs

6.1- Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Techniques d'Interfaçage	21 H	12 H	33 H

6.2- Contenu

- Introduction et rappels : architecture d'un système à microcontrôleur.
- Circuits d'Interfaces parallèles.
- Circuits d'interfaces séries.
- Les circuits d'interfaces de communication spécifiques.
- Interfaçage avec des temporisateurs.
- Interfaçage avec un contrôleur d'interruption.
- Interfaçage de puissance avec différents types de moteurs.
- Isolation galvanique et optoélectronique.
- Interfaces pour lecture des grandeurs analogiques et numériques.
- Interfaces et circuits pour le conditionnement, la mise en forme et l'adaptation des signaux
- Acquisition des signaux analogiques et numériques.
- Exemples d'interfaçage avec des périphériques de base : Boutons simples, poussoirs, claviers, microphone, Encodage de positions angulaires et linéaire, capteurs numérique et analogique (température, humidité, mouvement infrarouge, ...), Dispositifs d'entrée visuelle 2D (Code à barre, Crayons optiques, Ecrans tactiles), Indicateurs lumineux, ...

6.3- Travaux pratiques

- Interfaçage parallèle avec des diodes leds, Matrices à diodes leds, Afficheurs 7 segments.

L'objectif est d'exploiter les connaissances acquises sur la manipulation des ports d'entrée-sortie et sur les horloges (timer). En pratique, nous exploiterons l'affichage rapide d'informations sur des segments de diodes électroluminescentes (LED) pour donner l'impression d'afficher des messages. Cette stratégie s'applique dans le contexte de Persistence Of Vision (POV).

- **Interface de puissance: Commande d'un moteur pas à pas, d'un moteur à courant continu**
Un micro contrôleur est incapable de fournir le courant nécessaire à un moteur, s'est pourquoi il faut toujours un étage de puissance avant les moteurs. Le but d ce TP est de piloter un moteur pas à pas et un moteur à courant continu par l'intermédiaire d'une carte de puissance.

- **Communication à travers une interface série entre une carte à base d'un microcontrôleur**
L'objectif est de mesurer et analyser le signal série transmis entre deux équipements informatiques. Le signal sera envoyé à partir du PC vers le microcontrôleur PicBasic et un ordinateur ou une autre carte à base d'un processeur ou un microcontrôleur.

- **Acquisition d'un signal analogique issu d'un capteur de température ou d'humidité**
Le but de ce TP est de réussir l'acquisition de données provenant d'un capteur de température et un capteur d'humidité à travers un convertisseur Analogique Numérique

- **Réalisation d'une carte d'adaptation des signaux mettant en jeu l'aspect isolation, amplification et mise en forme des signaux**
Le but est de réaliser une carte d'acquisition à 8 entrées analogiques, 8 entrées Logiques et 8 sorties à relais. La carte se connecte à un ordinateur (via une liaison RS232).

7. Méthode d'examen : Contrôle continu 40% (20% DS et 20% TP), Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

9. Bibliographie

Pierre-Henri DEJEAN (2016), **Méthode d'interfaçage Interfacer les produits**,
Edition Techniques de l'Ingénieur, 10 janv. 2016

Techniques de communication 2

Etablissement : EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 4 2 09
2. **Enseignant Responsable** : Sami Kochlef
3. **Crédit** : 02
4. **Objectifs**

- Contribuer à la bonne intégration des étudiants dans leur groupe et à la cohésion des groupes.
- Permettre aux étudiants de prendre conscience de manière active et ludique de leurs forces et faiblesses en matière de communication interpersonnelle, et des difficultés qui peuvent gêner le processus de communication.
- Prendre conscience de l'importance et du rôle de son corps, de sa voix, de sa posture, de sa gestuelle, etc... dans toute situation de communication.
- Apprendre à mieux se connaître pour mieux communiquer.
- Apprendre à mieux écouter les autres.
- Apprendre à communiquer en groupe.
- Faire le point sur ses forces et faiblesses dans certaines situations de communication.

5. Pré-requis

- Techniques de communication 1

6. Eléments constitutifs

6.1- Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Techniques de communication 2	21 H	0 H	21H

6.2- Contenu

- Introduction et sensibilisation aux difficultés de la communication
- Savoir utiliser ses ressources pour communiquer (fluidité mentale et verbale, imagination...)
- S'initier à la 'communication totale' (le verbal et le para-verbal)
- Développement de l'écoute et de l'empathie
- L'apprentissage de la découverte de l'autre
- Communication, consensus et négociation

7. **Méthode d'examen** : Contrôle continu 40%, Examen : 60%

8. **Date de la dernière modification** : 21/08/2019

Entrepreneuriat 2

Etablissement : EPI

1. Code d'Identification : GEC 4 2 10

2. Enseignant Responsable : Yosra Mani

3. Crédit : 02

4. Objectifs

- Connaître les principes de création et de gestion de l'entreprise ainsi que les méthodes de création et de gestions des projets.
- Connaître quelques notions de sciences économiques et de comptabilité.
- Découvrir les multiples aspects du management de l'entreprise de façon ludique, en respectant le rythme de chaque étudiant, la simulation permet une mise en pratique de toutes les notions de management (Gestion des Ressources Humaines, finance, comptabilité, marketing, production, stratégie,...).
- Permettre à l'étudiant de saisir la nature complexe de toute décision de gestion.

5. Eléments constitutifs

5.1- Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Entrepreneuriat	21 H	0 H	21 H

5.2- Contenu

- **Création et gestion de l'entreprise** : Création d'entreprise, Création de projets, Gestion de matériel, Appels d'offres nationaux et internationaux.
- **Sciences économiques et comptabilité** : L'activité économique nationale, Les principales approches dans l'analyse économique contemporaine, Les salaires, Le compte, Le journal et le grand livre
- **Simulation** : Présentation de la simulation, Constitution des groupes, Analyse, Prise de décisions, Conclusions.

6. Méthode d'examen : Contrôle continu 40%, Examen : 60%

7. Date de la dernière modification : 21/08/2019

Gestion des Ressources Humaines : GRH

Etablissement : EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 4 2 12

2. **Enseignant Responsable** : Raouf Ati

3. **Crédit** : 02

4. Objectifs

- Connaître les pratiques, diverses selon les entreprises, par lesquelles un salarié ingénieur est recruté, évalué, rémunéré, etc.
- Identifier le rôle de gestionnaire de ressources humaines.
- Développer le sens critique par rapport aux thèmes et discours relatifs à la fonction de ressources humaines.

5. Eléments constitutifs

5.1- Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
GRH	21H	0 H	21H

5.2- Contenu

- Introduction : la GRH dans son contexte.
- L'acquisition des ressources humaines : besoin, sélection, intégration.
- La stimulation des ressources humaines : classification, évaluation, rétribution.
- La régulation des ressources humaines : SIRH, flexibilités, GPEC.
- Conclusion : politiques et modèles en GRH.

6. **Méthode d'examen** : Contrôle continu 40%, Examen : 60%

7. **Date de la dernière modification** : 21/08/2019

Fiches Matières
Classe :Cinquième année
Option : Réseaux et Systèmes
Embarqués

Développement mobile

Etablissement EPI

1. Code d'Identification : GEC 5EMB 1 01

2. Enseignant Responsable : Dr Mohieddine Belghith

3. Crédit : 03

4. Objectifs

Le but de ce cours est de découvrir la programmation sous Android, sa plate-forme de développement et les spécificités du développement embarqué sur smartphone.

5. Pré-requis

Programmation orienté objet (Java)

6. Eléments constitutifs

6.1-Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Développement mobile	12 H	18 H	30 H

6.2. Contenu Théorique

- **Présentation du langage Android:** Introduction, Android, différence entre JDK, JRE et SDK, Les ressources, Les activités.
- **Interfaces Graphiques:** Vues et gabarits, Inclusions de gabarit, Positionnement avancé, Les liste, Les fragments, Action bar, Les animations et helpers.
- **Les Intents:** Principe des Intents, Intents pour une nouvelle activité, Ajouter des informations, Type d'Intent : actions, Broadcaster des informations, Recevoir et filtrer les Intents.
- **Persistance des données:** Différentes persistances, Les fichiers, La base des données SQLite
- **Programmation concurrente:** Composants d'une application, Threads, Services, Coopération service/activité
- **Connectivité: Téléphonie: Réseaux** (Architecture client/serveur), Géo-localisation GPS, Les capteurs, Les exceptions chaînées
- **Android Wear:** Introduction

6.3. Travaux pratiques

- Environnement de travail
- Création d'une interface graphique Android (Activity)
- Gestion des événements en Android

- Communication entre les interfaces graphiques (Activity)
- Persistance des données
- Connectivité
- Connectivité (Suite)

7. Méthode d'examen : Contrôle continu 40% (20% DS et 20% TP), Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

9. Bibliographie

Luc GERVAIS (2016) Apprendre la Programmation Orientée Objet avec le langage C#, Edition ENI, 2eédition, 9 mars 2016

Vision Artificielle et Industrielle

Etablissement EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 5EMB 1 02

2. **Enseignant Responsable** : Dr Mehrez Abdellaoui

3. **Crédit** : 03

4. Objectifs

Ce cours vise à introduire aux étudiants les techniques avancées de traitement d'images pour la conception des systèmes de vision artificielle.

5. Pré-requis

Traitement d'image de base

6. Eléments constitutifs

6.1-Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Vision Artificielle et Industrielle	18 H	18 H	36

6.2. Contenu Théorique

- Introduction à la vision par ordinateur
- Formation d'image et filtrage
- Techniques de description d'images
- Techniques d'apprentissage et de classification
- Vision multi-vues et Mouvement

6.3. Travaux pratiques

- **Introduction à la programmation G.**
Le but de ce TP est une initiation à la programmation G (structures, boucles For, Case structure, event structure, etc) à travers des exemples pratiques afin de bien comprendre les différents facettes de ce logiciel.
- **Acquisition et affichage d'Images avec NI-IMAQ**
Cette manipulation vise à illustrer, dans un premier temps, la formation des images numériques puis, à découvrir quelques fonctions de traitement d'images
- **Traitement d'images binaires**
L'objectif de ce TP est d'étudier le processus complet d'analyse d'images (seuillage, segmentation, mesures, etc.). La première partie est guidée pas à pas et traite des méthodes de seuillage (binarisation). La seconde partie propose de travailler sur des exemples concrets d'analyse d'images. Ces exemples seront l'occasion d'apprendre à écrire des applications automatiques de vision à l'aide du langage de programmation G.

➤ **Calibrage d'images**

Cette manipulation vise à étudier le calibrage dimensionnel, la correction de perspective et la correction de distorsion liée à l'optique.

➤ **Techniques avancées**

Cette manipulation a pour objectif d'étudier la détection de fronts, la géométrie analytique et la mesure dimensionnelle, les régions d'intérêts, la reconnaissance de modèles, la reconnaissance géométrique de modèles, la reconnaissance de caractères et la classification.

➤ **Fonctions de colométrie** : Lors de cette manipulation on procède à l'introduction aux espaces de couleurs, la mesure de couleurs, la reconnaissance de modèles en couleurs, la recherche de couleurs et la comparaison de couleurs

7. Méthode d'examen : Contrôle continu 40% (20% DS et 20% TP), Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

9. Bibliographie

- **Patrick Bonnin** (2016) Introduction au Traitement d'Image et à la Vision Industrielle et Robotique , DOI: 10.13140/RG.2.2.31882.47049

Codage Avancé de l'information

Etablissement EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 5EMB 1 03

2. **Enseignant Responsable** : Dr Mohamed Ali Hajjaji

3. **Crédit** : 03

4. Objectifs

Ce cours vise tout d'abord à établir solidement les bases de codage de source et de canal sur les outils de la théorie de l'information, de manière à ce que les connaissances acquises puissent être étendues rapidement aux problématiques plus récentes. Les notions de base de la compression, de la cryptographie et des codes correcteurs d'erreurs seront abordées.

5. Pré-requis

Traitement d'image, traitement du signal, théorie de l'information.

6. Eléments constitutifs

6.1-Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Codage Avancé de l'information	18 H	18 H	36

6.2. Contenu Théorique

- Bases de la théorie de l'information.
- Application de la théorie de l'information au codage de source. Quantification scalaire.
- Quantification et Codage par transformée.
- Application de la théorie de l'information à la compression sans pertes.
- Application de la théorie de l'information au cryptage des données.
- Application de la théorie de l'information au codage de canal. Codes correcteurs d'erreurs
- Codes détecteurs et codes correcteurs.
- Algorithmes standards de cryptographies.
- Sécurité informatique et cryptographie
- Fonctions de hachage et signatures électroniques

6.3. Travaux pratiques

- **Implantation de l'algorithme DES**
Implémenter le modèle de Feistel qui est la base de l'algorithme de cryptage DES.
- **Programmation des algorithmes de cryptage et de décryptage**
Implémenter quelques algorithmes de cryptage par bloc tel que le CBC, OFB, CFB, etc.
- **Programmation des codes détecteurs et des codes correcteurs**
Le but de ce TP est l'implémentation des algorithmes de détection et de correction des erreurs tel que le code de Hamming, les codes en treillis, les turbo-codes, etc.

7. **Méthode d'examen** : Contrôle continu 40% (20% DS et 20% TP), Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

9. Bibliographie

AURÉLIEN BELLANGER (2012), La théorie de l'information, *Collection Blanche*, Gallimard, 22-08-2012

VHDL avancé : architecture et simulation

Etablissement EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 5EMB 1 04

2. **Enseignant Responsable** : Dr. Wahbi Nabi

3. **Crédit** : 03

4. Objectifs

«VHDL avancé» sert à apprendre à utiliser VHDL pour la conception des CPLD, des FPGA et des ASIC. Ce module a été mis à jour et restructurée pour refléter les plus récentes méthodes de conception.

Les bases de la conception CPLD et FPGA avec le Langage VHDL. C'est aussi le passage obligé avant le module avancé qui suit. Ce module très concret fournit une méthodologie, une structure pour les projets, des scripts, des exemples pratiques de modules et des fichiers de contraintes qui peuvent être réutilisés, adaptés et étendus pour les projets en grandeur. Il prépare les étudiants à la conception de projets FPGA ou ASIC complexes. Il traite en particulier l'utilisation des caractéristiques plus avancées du VHDL pour les projets hiérarchiques, pour améliorer la réutilisation, et pour construire des bancs de test plus puissants afin de faciliter la vérification.

5. Pré-requis

Technologie et synthèse VHDL, Logique combinatoire et séquentielle, Technologie des circuits intégrés

6. Eléments constitutifs

6.1-Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
VHDL avancé : architecture et simulation	12 H	18 H	30 H

6.2. Contenu Théorique

- Syntaxe et sémantique du langage VHDL pour la conception des FPGA.
- Comment adopter un style d'écriture efficace et sûr pour les outils de synthèses actuels.
- Comment tirer parti, depuis le langage VHDL, des spécificités des composants FPGA.
- Comment écrire des bancs de test VHDL simples.
- Le flot de conception VHDL avec les outils de simulation, de synthèse et de placement routage.
- Comment écrire du code VHDL de qualité reflétant les meilleurs standards de l'industrie.
- Instruction du langage VHDL s'appliquant aux circuits complexes FPGA et ASIC.
- Instruction du langage VHDL et styles de codage pour écrire des bancs de test complexes.
- Comment coder les circuits hiérarchisés utilisant plusieurs bibliothèques de conception VHDL.

- Comment écrire du code VHDL paramétré et réutilisable en utilisant les génériques et les types de données.
- Comment utiliser les simulations au niveau porte.

6.3. Travaux pratiques

- **Développement d'une architecture matérielle basée sur une mémoire (BRAM, DRAM, ROM, FIFO, Flash).**
Durant cette manipulation, l'étudiant doit être capable d'implémenter sur une plateforme à base d'un circuit FPGA avancé un composant faisant partie des bibliothèques Xilinx sous l'environnement Vivado (exemple: Dual Port RAM 16X32 puis Dual port RAM 16X32). Pour cela, l'étudiant commence la conception de la phase de spécification (Fréquence, types des ports...) jusqu'à la phase de génération de fichier de configuration (.Bit).
- **Développement d'un IP UART pour la réutiliser dans un système de transmission standard**
L'objectif de ce TP est de réaliser une liaison série sur un FPGA, également appelée UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter), cette liaison série est capable d'envoyer une donnée parallèle bit par bit sur un bus. Elle est composée de deux modules principaux : le module émission TX et le module réception RX. Les environnements utilisés peuvent être vivado pour les architectures modernes des FPGA (exemple Zybo) ou bien l'ISE pour les plateformes les moins avancées (exemple Nexys 2).
- **Développement d'un IP contrôleur VGA pour la réutiliser pour l'affichage d'une image**
Dans cette manipulation l'étudiant doit créer un contrôleur VGA pour afficher une image sur un écran. L'outil et la plateforme utilisés sont respectivement un Zedboard ou Zybo et Vivado 2017.2. Le contrôleur sera codé en VHDL. L'étudiant a aussi la possibilité d'utiliser l'environnement ISE avec la plateforme Nexys2
- **Développement d'un IP contrôleur mémoire afin de gérer l'acheminement des données**
Dans cette manipulation l'étudiant doit créer un contrôleur VGA pour afficher une image sur un écran. L'outil et la plateforme utilisés sont respectivement un Zedboard ou Zybo et Vivado 2017.2. Le contrôleur sera codé en VHDL. L'étudiant a aussi la possibilité d'utiliser l'environnement ISE avec la plateforme Nexys2
- **Développement d'un IP PS/2 pour le développement d'une architecture matérielle**
L'objectif de cette manipulation est d'apprendre à représenter des circuits à complexité relativement élevée avec un langage de description d'architecture (Hardware Description Language, HDL) et de comprendre les étapes fondamentales des flots de conception des circuits numériques : simulation, synthèse logique, programmation de la carte FPGA
- **Création des bancs de test intelligent afin de simuler des architectures matérielles complexes.**
L'étudiant doit avoir une connaissance d'un langage de vérification formelle tel que le PSL afin de traiter les différents scénarios de fonctionnement d'un système matériel complet.
Structure d'un processeur : unité de traitement.
Structure d'un processeur : unité de contrôle.
Problèmes de temps (retards, risques et glitches).
- **Développement d'architecture matérielle complexe (traitement d'image, cryptographie)**
L'étudiant est tenu à proposer une architecture relativement complexe pour une application bien déterminée. Cette implantation matérielle nécessite des connaissances approfondies dans le domaine des circuits ciblés et des méthodologies de conception.

7. Méthode d'examen : Contrôle continu 40% (20% DS et 20% TP), Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

9. Bibliographie

Tanguy Risset Introduction à VHDL , cours de l'ENST : <http://comelec.enst.fr/hdl>

Prototypage des SOC sur FPGA

Etablissement EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 5EMB 1 05
2. **Enseignant Responsable** : Dr. Souha Boukadida
3. **Crédit** : 03
4. **Objectifs**

Le cours a pour but d'introduire les méthodologies de conception de SoC et leurs applications à base des nouvelles générations des circuits programmables appelés FPGA afin de permettre à l'étudiant de :

- ✓ Comprendre la finalité, les enjeux et les contraintes lors de la conception d'un système sur puce (SoC)
- ✓ Connaître les options architecturales et technologiques qui s'offrent à un concepteur de systèmes numériques
- ✓ Savoir situer la frontière entre le matériel et le logiciel
- ✓ Maîtrise des circuits reconfigurables à grain fin (FPGA)
- ✓ Concevoir un système hétérogène (matériel + logiciel) à base du circuit FPGA
- ✓ Implémenter le système sur un circuit reconfigurable (SoPC)
- ✓ implantation de systèmes complexes

5. Pré-requis

Logique combinatoire et séquentielle, technologie et synthèse VHDL, programmation C/C++.

6. Eléments constitutifs

6.1-Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Prototypage SOC sur FPGA	18	18	36

6.2. Contenu Théorique

- **Outils de conception** :Modelsim (simulation), Xilinx ISE 13.4, Xilinx EDK 13.4, Xilinx SDK 13.4, Xilinx VIVADO (HLS), SDSOC.
- **Matériels** :Digilent Nexys2 Spartan-3E FPGA Board,DigilentNexys 4 DDR Artix-7 FPGA: Trainer BoardRecommended for ECE Curriculum, DigilentZynq-7000 ARM/FPGA SoC Trainer Board.

6.3. Travaux pratiques

- **Finalité, enjeux et contraintes lors de la conception d'un système sur puce (SoC)**
Devant l'augmentation de la complexité des systèmes sur puce (SOC), il existe un besoin croissant de méthodes d'aide à la conception qui opèrent à des niveaux d'abstraction élevés. Ces systèmes enfouis exigent des recherches de compromis performances/surface de

silicium/consommation de plus en plus précis avec une pression croissante sur le temps de conception (time-to-market). Dans ce cadre l'étudiant doit savoir les différentes contraintes dans la phase de conception de SOC à fin d'aboutir à un résultat synthétisable.

- **Options architecturales et technologiques pour la conception des systèmes numériques.**
L'étudiant doit avoir une idée sur les différentes issues méthodologiques et technologiques de conception de SOC.
- **Savoir situer la frontière entre le matériel et le logiciel**
Actuellement la solution la optimale pour un cahier de charge quelconque n'est pas forcément logicielle et aussi n'est pas forcément matérielle pur. Elle peut être une solution entre les deux. Pour cela l'étudiant doit savoir une connaissance au propos de co-design ou la conception double.
- **Maîtrise des circuits reconfigurables à grain fin (FPGA)**
Actuellement les circuits FPGA présentent un SOC complet. Ils sont capables d'accueillir des systèmes qui ont une haute complexité. Devant cette situation, l'étudiant il doit avoir des connaissances au propos de cette technologie reconfigurable.
- **Conception d'un système hétérogène (matériel + logiciel) à base du circuit FPGA**
La conception mixte (matériel + logiciel) ne nécessite pas seulement une expertise dans la conception matérielle (langage de description matériel) et dans la conception logicielle (C, C++ ou autre), mais aussi l'interaction entre les deux c'est-à-dire le dialogue entre les deux côtés de conception. L'étudiant doit savoir le flot de conception des systèmes numériques (Y-chart) de niveau système et algorithmique jusqu'au niveau le plus bas (physique)
- **Implémentation du système sur un circuit reconfigurable (SoPC)**
La technologie des systèmes reconfigurables ne cesse de ce croitre. Et les SoPC présentent des solutions pour des problèmes dans différents domaines (Informatique Electronique, automatique, Télécommunication...). Devant cette situation, Il est n'nécessaire, pour un futur ingénieur, de savoir la composition des SoPC ainsi que la communication entre les différents IP's d'un SoPC.
- **Implémentation des systèmes complexes**
L'implémentation des systèmes complexes ne nécessite pas seulement de la connaissance matérielle et outils de développement de systèmes mais aussi de l'aspect méthodologique et les approches de conception. L'étudiant qui a des connaissances dans les volets: technologique; outil; langage et méthode de développement, il sera capable d'entamer le domaine de conception des systèmes sur puce programmable.

7. Méthode d'examen : Contrôle continu 40% (20% DS et 20% TP), Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

9. Bibliographie

Fabrice CAIGNET, Etude des circuits logiques programmables les FPGA, Cours au LAAS – CNRS, Toulouse

Etablissement EPI

1. Code d'Identification : GEC 5EMB 1 06

2. Enseignant Responsable : Dr. Mohamed Ali Hajjaji

3. Crédit : 03

4. Objectifs

L'utilisation des microcontrôleurs ne cesse de croître dans la réalisation d'applications électroniques embarquées. Lorsque les critères de taille mémoire ou de vitesse d'exécution sont déterminantes, l'utilisation d'un composant 16 et/ou 32 bit rapide est particulièrement adaptée. Ce module pratique présente l'architecture des microcontrôleurs à base de cœur ARM7TDMI, et plus particulièrement ceux de la famille NXP LPC2xxx ou STM32. Le cours détaille la mise en œuvre matérielle des microcontrôleurs LPC2294 ou STM32. Le module aide à se familiariser avec l'environnement de développement choisi. Les travaux pratiques sur les périphériques intégrés sont basés sur les fonctions d'E/S fournies par NXP ou ST. Le cours fournit des exemples de pilotes logiciels de périphériques internes.

5. Pré-requis

Programmation C, Programmation C++.

6. Eléments constitutifs

3.1-Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Processeurs ARM et applications	18 H	18 H	36 H

6.2. Contenu Théorique

- Architecture ARM
- Le cœur ARM7TDMI-S
- Le Jeu d'instructions
- NXP LPC2xxx ou STM32
- Périphériques du LPC2138 et LPC2378 ou STM32 à étudiés lors des TP

6.3. Travaux pratiques

- Représentation des informations (images, programmes, entiers, ...)
- Codage et calculs en base 2
- Codage des données
- Codage des structures de contrôle
- Procédures et paramètres
- Simulation de processeurs, Utilisation de micro-actions
- Appels et retours de procédures

- **Programme de base**
Le but de ce TP est la mise en place projet : LED, LCD, System, Startup ainsi que la découverte de la librairie CMSIS de la société ST
- **Prise en main avec Systick**
Le but de ce TP est de prendre en main le librairie CMSIS - utilisation du Systick
- **Horloges RCC et la gestion du NVIC**
Le but de ce TP est :
 - La mise en place HSE HSI et PLL
 - La mise en place Flag CSS pour déclencher le NMI
 - La mise en place IT RCC pour gestion HSE+PLL
- **GPIO et EXTI**
Le but de ce TP est :
 - Configuration des ports pour gérer les LEDs et le clavier
 - Déclencher une IT à partir du clavier
- **Exercices sur la RTC et l'ADC**
Le but de ce TP est :
 - Mise en place d'un chronomètre
 - Mesure d'une tension sur le potentiomètre
 - Mise en place du DMA
- **Exercice sur le DAC, les modes basses consommation (PWR) et el Timer**
Le but de ce TP est :
 - Génération d'un signal triangulaire
 - Génération d'un signal sinus avec utilisation du DMA
 - Mise en mode Stop, Sleep ou Standby
 - Génération d'un signal avec Output Compare
 - Capture d'un signal / Génération d'un signal PWM

7. Méthode d'examen : Contrôle continu 40% (20% DS et 20% TP), Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

9. Bibliographie

Jacques Jorda (2010), Processeurs ARM Architecture et langage d'assemblage *Collection : Technique et ingénierie, Dunod*, août 2010

Capteurs intelligents

Etablissement EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 5EMB 1 07

2. **Enseignant Responsable** : Dr. Wahbi Nabi

3. **Crédit** : 02

4. Objectifs

Permettre aux étudiants de développer une plate-forme matérielle et logicielle et d'assimiler les connaissances qui leur permettent facilement d'expérimenter différentes approches à la conception de capteurs intelligents. Cette nouvelle classe de capteurs offrent des capacités de mesure améliorée, la possibilité de facilement se connecter à une grande variété des systèmes de surveillance et de contrôle, et d'autres caractéristiques qui ne sont tout simplement pas disponibles sur des capteurs standard.

5. Pré-requis

Microcontrôleurs, Traitement numérique du signal, Programmation en assembleur

6. Eléments constitutifs

6.1-Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Capteurs intelligents	12 H	18 H	30 H

6.2. Contenu Théorique

- **Traitement numérique du signal délivré par les capteurs** : Concepts fondamentaux pour le traitement du signal, Echantillonnage, Traitement numérique du signal.
- **Communication** : Caractéristiques du canal de transmission, Types de communication : synchrone et asynchrone, Détection d'erreurs.
- **Capteurs de température** : Différent types, Aspects de mesure de la température, Conception matérielle et logicielle d'une chaîne d'acquisition de température.
- **Capteurs de pression et de charge** : Différents types, Aspects de mesure de la charge, Conception matérielle et logicielle d'une chaîne d'acquisition de pression.
- **Capteurs intelligents dans l'automobile** : Systèmes des capteurs embarqués, Systèmes anti-blocage des roues (ABS), Système anti-patinage des roues (ASR), etc., Régulation électronique du comportement dynamique (ESP), Mesure de la vitesse de rotations des roues (codeur) et de la vitesse du véhicule (effet Doppler)

6.3. Travaux pratiques

- **Introduction à la carte DSPIC DSC de Microchip.**

Ce TP possède comme but de prendre en main la plate-forme dSPIC DSC et d'apprendre à utiliser des périphériques en utilisant les plus basiques d'entre-eux que sont les boutons poussoirs et les diodes électroluminescentes (LED).

- **Conception matérielle et logicielle d'une chaîne d'acquisition de température**
Le but de ce TP est de réussir à configurer soit le côté matériel soit le côté logiciel d'une chaîne de d'acquisition de la température à travers la carte DSPIC DSC
- **Conception matérielle et logicielle d'une chaîne d'acquisition de pression**
Le but de ce TP est de réussir à configurer soit le côté matériel soit le côté logiciel d'une chaîne de d'acquisition de la température à travers la carte DSPIC DSC
- **Conception matérielle et logicielle d'une chaîne d'acquisition d'un capteur intelligent dans l'automobile.**
Le but de ce TP est de réussir à configurer soit le côté matériel soit le côté logiciel d'une chaîne de d'acquisition d'un capteur intelligent (dans l'automobile) griffé sur le bus CAN.

7. Méthode d'examen : Contrôle continu 40% (20% DS et 20% TP), Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

9. Bibliographie

Michel Marchandiaux, Michel Robert, Michel Porte (1993) Capteurs intelligents et méthodologie d'évaluation, *Edition Hermes Science Publications*, 01/01/1993

Linux pour systèmes embarqués

Etablissement EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 5EMB 1 08

2. **Enseignant Responsable** : Dr. Mohieddine Belghith

3. **Crédit** : 03

4. Objectifs

Ce module permet de familiariser l'étudiant avec l'architecture d'un système embarqué sous Linux, la construction d'un tel système, la façon de tirer parti de composants open-source pour accélérer l'ajout de fonctionnalités à votre système et réduire les coûts de développement, puis détaille comment développer vos applications dans le système embarqué

5. Pré-requis

Interface en ligne de commande d'UNIX ou de Linux, marché des RTOS, le compilateur, Informatique embarquée (programmation orientée objet, circuits logiques programmables)

6. Eléments constitutifs

6.1-Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Linux pour systèmes embarqués	18 H	18 H	36 H

6.2. Contenu Théorique

- **Introduction aux systèmes embarqués** : Notions de base, architectures, Caractéristiques, Fonctionnement, etc.
- **Introduction à Linux embarqué et architecture générale du système.**
- **Chaîne de compilation croisée** : Bootloaders, Noyau Linux, configuration, compilation et installation.
- **Le temps-réel sous Linux.**
- **Surveillance et supervision** : RTOS, multitâches et ordonnanceur, électronique et informatique embarquées, perception et interaction avec l'environnement.
- **Méthodologie de création d'un système Linux embarqué en se basant sur :**
 - Présentation et utilisation des outils de développement de systèmes Linux embarqué.
 - Réutilisation de composants open-source dans un système embarqué.
- Développement et mise au point d'applications pour le système embarqué.

6.3. Travaux pratiques

- Introduction à Unix et GNU/Linux : Manipulations sur fichiers et Commandes évoluées
- Implantation de systèmes temps-réel sur des architectures mono-cœurs et multi-cœurs : Implantation et simulation d'algorithmes d'ordonnancement temps-réel.
- Applications temps-réel – intégration d'un exécuteur Linux sur une cible embarquée
- Mise en œuvre de Linux embarqué sur un processeur softcore libre
- Développement et évaluation d'un micro-noyau temps-réel embarqué (1)
- Développement et évaluation d'un micro-noyau temps-réel embarqué (2)

7. Méthode d'examen : Contrôle continu 40% (20% DS et 20% TP), Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

9. Bibliographie

Pierre Ficheux, Collection Blanche (2017), **Linux embarqué Mise en place et développement**, Edition Eyrolles, 23/11/2017

Systemes embarqués: architectures et applications

Etablissement EPI

1. Code d'Identification : GEC 5EMB 1 09

2. Enseignant Responsable : Dr. Lajed Touil

3. Crédit : 03

4. Objectifs

- Identifier les différentes composantes d'un système embarqué
- Connaître les différentes techniques de conception d'un système embarqué
- Connaître les caractéristiques d'un système embarqué
- Maitriser la méthodologie de conception d'un système embarqué
- Traduire un cahier de charges en solution matérielle et logicielle pour un système embarqué

5. Pré-requis

Microprocesseurs, systèmes logiques

6. Eléments constitutifs

6.1-Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Systemes embarqués : architectures et applications	18 H	18 H	36 H

6.2. Contenu Théorique

- Définition et caractéristiques d'un système embarqué.
- Systèmes d'exploitation pour l'embarqué.
- Conception des systèmes embarqués.
- Systèmes embarqués et circuits programmables.
- Processeurs embarqués et circuits d'interfaces.
- Etude des exemples des cartes des systèmes embarqués.

6.3. Travaux pratiques

- **Etude d'un système embarqué sans système d'exploitation.**
Le but de ce TP est de développer et d'implémenter des applications sur une plateforme embarquée sans faire recours à un système d'exploitation.
- **Etude d'un système embarqué avec un système d'exploitation**
Le but de ce TP est de développer et d'implémenter des applications sur une plateforme embarquée avec un système d'exploitation tel que linux, Windows CE, Android, etc..
- **Programmation des interfaces principales d'un système embarqué.**
Dans cette manipulation l'étudiant est tenu à programmer quelques interfaces d'un système embarqué tel qu'une diode, un afficheur LCD, un clavier, etc.
- **Communication entre systèmes embarqués.**
Dans ce TP on teste la communication entre deux systèmes embarqués par l'émission et la réception des données entre les deux systèmes.

7. Méthode d'examen : Contrôle continu 40% (20% DS et 20% TP), Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

9. Bibliographie

Emmanuel Grolleau, Jérôme Hugues, Yassine Ouhammou, Henri Bauer (2018),
Introduction aux systèmes embarqués temps réel Conception et mise en oeuvre
Collection : Sciences Sup, Dunod, octobre 2018

RFID : Identification par Radiofréquence

Etablissement EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 5EMB 1 10

2. **Enseignant Responsable** : Dr. Naziha Khlif

3. **Crédit** : 02

4. Objectifs

L'étudiant(e) qui complète le cours avec succès devrait :

- Acquérir et/ou approfondir les notions fondamentales d'un Système d'identification par Radiofréquence (RFID).
- Comprendre les principes d'émission/réception de certains types d'antennes intégrées sur des substrats épais et flexibles.
- Savoir distinguer et pouvoir expliquer le principe des différentes normes utilisées dans un système RFID.
- Être capable d'utiliser et d'appliquer les standards IEEE802.x.

5. Pré-requis

Transmission des signaux, Les antennes filaires

6. Eléments constitutifs

6.1-Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
RFID : Identification par Radiofréquence	18 H	12 H	30 H

6.2. Contenu Théorique

- Introduction et principe de fonctionnement des systèmes RFID.
- Antennes et Diagramme de rayonnement.
- Paramètres influençant le fonctionnement des antennes.
- Identification des objets et codage.
- Comportement des puces passives et actives RFID.
- Techniques de conception des systèmes RFID : Reader/Tags.

6.3. Travaux pratiques

- **Propriétés Electromagnétiques des lignes de transmission micro-strip.**
Mettre en évidence quelques éléments caractérisant le rayonnement d'une antenne.
- **Conception d'une antenne intégrée sur substrat rigide et/ou flexible.**
Concevoir les antennes primaires et de diversité en donnant leurs dimensions géométriques et les performances attendues (bande passante, gain, efficacité, gain de diversité). Pour valider cette antenne, on dispose de l'outil de simulation électromagnétique FEKO.
- **Adaptation des composants constitutifs d'un système intégré RFID.**
Savoir distinguer et pouvoir expliquer le principe des différentes normes utilisées dans un système RFID
- **Conception numérique d'un système RFID : Reader et/ou Tag**

7. Méthode d'examen : Contrôle continu 40% (20% DS et 20% TP), Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

9. Bibliographie

La technologie Radio Frequency IDentification RFID,

http://www.banq.qc.ca/services/services_professionnels/milieux_doc/dossiers_thematiques/services_techniques/rfid/

Management de la qualité

Etablissement EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 5CI 1 03

2. **Enseignant Responsable** : Dr. Mhamed Abdesslem

3. **Crédit** : 03

4. **Objectifs**

- Identifier comment répondre de façon simple et concrète aux exigences de la norme ISO 9001 V2008 en apportant une réelle valeur ajoutée à son entreprise.
- Repérer les étapes à parcourir pour obtenir et conserver la certification. Construire son plan d'actions individuel.

6. **Eléments constitutifs**

6.1-Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Management de la qualité	21 H	0 H	21 H

6.2. **Contenu Théorique**

- **Le management qualité** : Vocabulaire et principes du management qualité, Assurance qualité, Cycle PDCA. Comprendre la certification et ses apports, Donner du sens à votre projet.
- **Exigences de la norme 9001 V2008** : Approche processus : identifier, décrire, piloter et améliorer les processus clés, rôle des pilotes, système de management qualité, responsabilité de la direction, management des ressources, réalisation du produit, mesure - analyse - amélioration, Identification des moyens pour y répondre (documents, organisation, responsabilités), Autodiagnostic individuel.
- **Construire et maîtriser un système documentaire pertinent**: Architecture du système documentaire à établir, Étude d'un manuel qualité, de fiches d'identités processus et de procédures qualité, Règles de maîtrise documentaire ; rédiger, diffuser de façon simple, Enregistrements à créer.
- **Outils clés de l'ISO 9001**: Déploiement d'une politique qualité, Plan d'actions qualité, Revues de processus et de direction, Indicateurs et tableau de bord qualité, Actions préventives et correctives, Audits internes, Gestion des compétences, Ecoute client.
- **Réussir son projet** : Formaliser les étapes de votre projet, L'audit de certification ISO 9001 : les organismes certificateurs.

7. **Méthode d'examen** : Contrôle continu 40% (20% DS + 20% TP), Examen : 60%

8. **Date de la dernière modification** : 21/08/2019

9. **Bibliographie**

Dominique Siegel, Francis Roesslinger (2015), **Management stratégique et management de la qualité**, Edition Afnor, 24 septembre 2015

R. Ernoul (2013), **Management de la qualité dans l'industrie, une affaire de méthode**, Edition Afnor, juin 2013

Fiches Matières
Classe :Cinquième année
Option : Instrumentation Biomédicale

Maintenance des équipements

Etablissement : EPI

1. Code d'Identification : GEC 5BIO 1 01

2. Enseignant Responsable : Mouldi Ghdir

3. Crédit : 04

4. Objectifs

Maîtriser le fonctionnement et la maintenance des circuits électroniques de différents équipements médicaux.

5. Pré-requis

Electrotechnique, Circuits électriques, Biophysique

6. Eléments constitutifs

6.1- Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Maintenance des équipements Médicaux	36H	15H	51H

6.2- Contenu Théorique

Partie I : Radiographie X - Radiodiagnostic

- Maintenance et contrôle qualité d'un système de radiographie

Partie II : Tomodensitométrie (scanner)

- Contrôle qualité et maintenance d'un scanner
- Résolution spatiale, résolution en densité
- Contrôle des spécifications techniques propres à la machine
- Maintenance préventive et télé-maintenance
- Installation d'un système de tomodensitométrie
- Travaux génie civil, besoin électrique
- Sécurité et radioprotection
- Contraintes techniques : aspects mécaniques et électriques de l'équipement.

Partie III : Médecine nucléaire

- Maintenance et contrôle qualité
- Protocoles de contrôle qualité des GC
- Contrôle qualité des gamma caméras planaires
- Contrôle qualité des gamma caméras tomographiques
- Maintenance des gamma caméras

Partie III : Appareil d'IRM

- Contrôle qualité et maintenance d'un appareil d'IRM

7. Méthode d'examen : Contrôle continu 40% (20% DS et 20% TP), Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

9. Bibliographie

Programme de maintenance des équipements médicaux

<http://apps.who.int/medicinedocs/documents/s21566fr/s21566fr.pdf>

Techniques d'Imageries Médicales

Etablissement : EPI Sousse

1. Code d'Identification : GEC 5BIO 1 02

2. Enseignant Responsable : Saif Mrad

3. Crédit : 04

4. Objectifs

- Etudier les techniques d'imagerie par résonance magnétique nucléaire et ultrasonore.
- Maîtriser le contrôle qualité et la maintenance des équipements d'imagerie correspondants

5. Pré-requis

Biophysique, Physique atomique et nucléaire

6. Eléments constitutifs

6.1- Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Technique d'Imageries médicales	36H	15H	51H

6.2- Contenu Théorique

Partie 1 : Médecine nucléaire

- **Scintigraphie et gamma caméras:** Schéma synoptique d'une gamma caméra (GC), Tête de détection, Circuit électronique, Système de traitement de l'image, Système mécanique
- **Technologie des différents types de gamma caméras:** Gamma caméra analogique, digitale et semi digitale, tomographique (SPECT), Systèmes PET SCAN, Critère de choix

Partie 2. Imagerie par résonance magnétique

- **Bases physiques de l'IRM:** Principe physique, Excitation, relaxation, Signal RMN, Séquences d'images
- **Système IRM:** Composition du système IRM, Différentes génération, Pré installation: Armoire électrique, groupe d'eau glacée, génie civil, Installation et mise en marche.
- **Conduite d'un examen de RMN in vivo :** Contre-indications et dangers potentiels, Monitoring , Choix des antennes et des séquences, Déroulement de l'examen : réglages, acquisition, traitement, Examen sur l'homme et sur l'animal, IRM et SRM, Exploration du système nerveux central, du myocarde et du muscle squelettique.

Partie 3. Ultrasons et échographie

- **Bases physiques de la production d'ultrasons**
- **Techniques échographiques:** Fonctionnement des échographes Doppler et Echo-Doppler, Sondes, Focalisation, Gains et amplifications
- **Système échographique et traitement d'image:** Formation des images, Image 3D, 4D

6.3- Travaux Pratiques

- Principe de fonctionnement d'une unité de radiodiagnostic (URX),
- Techniques de développement des radiographies,
- Traitement des images dans une URX,
- Installation d'un appareil IRM et fonctionnement d'un système IRM,
- Installation d'une gamma caméra et mise en marche d'une gamma caméra

7. Méthode d'examen : Contrôle continu 40% (20% DS et 20% TP), Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

9. Bibliographie

- Bruno Kastler, Daniel Vetter (2018) **COMPRENDRE L'IRM Manuel d'auto-apprentissage, 8ème édition Elsevier Masson**

- Jean-Philippe Dillenseger, Elisabeth Moerschel, Claudine Zorn (2016), **GUIDE DES TECHNOLOGIES DE L'IMAGERIE MÉDICALE ET DE LA RADIOTHÉRAPIE. Quand la théorie éclaire la pratique, 2ème édition Elsevier Masson**

Télémédecine E-Santé

Etablissement : EPI

1. Code d'Identification : GEC 5BIO 1 03

2. Enseignant Responsable : Ismail Ben Abdallah

3. Crédit : 03

4. Objectifs

Former des compétences capables de développer des solutions technologiques innovantes de soins. Appliquer les TIC à l'ensemble des activités se rapportant à la santé.

5. Pré-requis

-Electronique numérique, interfaçage et supervision, technologie de communication

6. Eléments constitutifs

6.1-Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge
	CI	TP	Totale
E-Santé	36H	15H	51H

6.2-Contenu Théorique:

- **Initiation à la E-Santé** : Notions et Définitions, Bénéfices, Défis, Cadre législative, Domaines d'applications, Intervenants et principaux acteurs, Startups de l'e-santé : du concept à la croissance.
- **Initiation à la M-Santé** : Notions, Bénéfices, Applications
- **Télémédecine**
 1. **Introduction à la télémédecine** : Définition, Conducteurs de la télémédecine et de la télésanté, Défis de la télémédecine dans les pays sous-développés, Le futur de la télémédecine, Limitation de la télémédecine
 2. **Types de la télémédecine** : Téléconsultation, Télé-éducation, Télésurveillance (Tele-monitoring), Télé-chirurgie
 3. **Technologie de la télémédecine** : Introduction, Composants des systèmes de téléconsultation, Transmission et types d'information (textes et données, images, son, vidéos), Services et applications
- **Projets de cybersanté-Recherche et innovation dans le domaine des TIC pour la santé et le bien-être.**
 1. **Soins et surveillance des patients** : Supervision personnelle et systèmes d'alarme, Système de surveillance d'alarme intégré dans l'unité de soins intensifs, Système sans fil d'accès à distance aux données des patients
 2. **Cardiologie** : Problématique, Questions relatives à la surveillance cardiaque, Télécardiologie et réseaux de capteurs sans fil, Diabète, Techniques automatisées de gestion de la glycémie par micro-capteurs, Télémédecine et applications mobile pour les soins du diabète, Sécurité à la télémédecine, Patient connecté et registres médicaux

6.3. Travaux pratiques

- Réalisation d'un système d'acquisition des signaux vitaux.
- Supervision des signaux vitaux via une interface windows
- Supervision des signaux vitaux via une application mobile
- Réalisation d'un système de suivi des signaux vitaux à distance.

7. Méthode d'examen : Contrôle continu 40% (20% DS et 20% TP), Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

9. Bibliographie

Bruno Salgues (2013), *L'e-santé et la télémédecine*, Edition Hermes 16 mai 2013

Instrumentation Biomédicale

Etablissement : EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 5BIO 1 03
2. **Enseignant Responsable** : Ismail Ben Abdallah
3. **Crédit** : 04
4. **Objectifs**

Maîtriser le principe et la maintenance des équipements des appareils de laboratoire et des automates dans les services de biochimie, d'hématologie, de biologie etc ...

5. Pré-requis

Electronique numérique, Electronique analogique, biologie, chimie analytique

6. Eléments constitutifs

6.1- Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Instrumentation Biomédicale	18 H	15H	33H

6.2- Contenu théorique

Partie I :

- PHmètre - Conductimètre
- Spectrophotomètre
- Microscope photonique
- Microscope électronique
- Centrifugeuse et ultra-centrifugeuse

Partie II :

- Automatisation en biochimie
- Automatisation en hématologie
- Automatisation en immunologie
- Automatisation en hémostase
- Automatisation en bactériologie

7. Méthode d'examen : Contrôle continu 40% (20% DS et 20% TP), Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

9. Bibliographie

PIERRE-YVES JOUBERT, Electronique et Instrumentation Biomédicale, Cours à IUT Cachan, Université Paris Saclay

Robotique Médicale

Etablissement: EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 5BIO 1 04
2. **Enseignant Responsable** : Dr. Nizar Rokbani
3. **Crédit** : 03
4. **Objectifs**

Application des connaissances en robotique fondamentale aux robots médicaux

5. Pré-requis

Notion de base en robotique fondamentale. Notion de base en électronique, Programmation algorithmique, Langage de programmation- bas niveau, notion de base en automatique

6. Eléments constitutifs

6.1-Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Robotique médicale	18H	15H	33H

6.2-Contenu théorique

- **Etude et classification de robots médicaux** : Degrés d'autonomie de robots, Système synergétique ; Systèmes de télé chirurgie + microsystèmes robotisés.
- **Manipulation et micromanipulation en milieu médicale** : Manipulation rigide ; Manipulation flexible ; macro-robotique, micro-robotique, bio-robotique ; Exemples de manipulateur médicale.
- Les prothèses, orthèses et téléthèses : **Prothèses en médecine ; Orthèses ; Téléthèses et assistance ; conception mécatronique et innovation.**
- Robotique d'assistance à la manipulation **Bras manipulateurs sur fauteuil roulant ; Bras manipulateurs sur base mobile ; Bras manipulateurs sur fauteuil roulant.**
- Robotique d'assistance relationnelle : **Robots compagnon / télésurveillance ; Robots d'éveil sensoriel (robots sociaux ou cognitifs).**
- Robotique d'assistance au déplacement : **Exosquelettes des membres inférieurs ; Neuro-prothèses et prothèses du membre inférieur robotisées ; Robots d'aide aux déplacements, fauteuil roulant.**
- Robotique d'assistance à la rééducation : **Robotique de rééducation des membres inférieurs ; Robotique de rééducation des membres supérieurs.**
- Robotique Chirurgicale: **Thoracique; Viscérale; Orthopédie; Neurologie; Radiothérapie**
- Interfaces Haptiques : **Conception, retour d'effort, sécurité et robustesse, étude de cas du Phantom Omni.**
- Sécurité en robotique médicale : **Normes européennes ; Critères de classement ; Classification des risques ; Conception électromécanique ; Sécurité électrique.**

6.3-Travaux pratiques :

- Conception mécanique de robot de rééducation du membre supérieur.
- Conception de la partie électrique (choix de la motorisation, choix de capteurs et de systèmes de commande).
- Simulation du fonctionnement du robot.
- Usinage des pièces d'un robot de rééducation de coude.
- Montage de robot et tests expérimentaux.

7. Méthode d'examen : Contrôle continu 40% (20% DS et 20% TP), Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

9. Bibliographie

TROCCAZ Jocelyne (2019), Robotique médicale, Traité **IC2**, série Systèmes automatisés, *Edition Hermes Lavoisier*

Anatomie- Physiologie- Neurophysiologie

Etablissement : EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 5BIO 1 05

2. **Enseignant Responsable** : Dr. Fadoua Gandia

3. **Crédit** : 02

4. Objectifs

-Acquérir les notions de base en anatomie (descriptive, fonctionnelle et physiologie articulaire) du corps humain permettant d'un point de vue applicatif la compréhension des principes d'action des systèmes de suppléance biomédicale.
-Acquérir les principes de bases de neurophysiologie pour une application à l'instrumentation biomédicale.

5. Eléments constitutifs

5.1- Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Anatomie, physiologie, neurophysiologie	21 H	0 H	21H

5.2- Contenu

Partie I: Anatomie et Physiologie

- **Le système locomoteur** : Squelette, Muscle.
- **Le système circulatoire** : Organisation générale, le cœur, les vaisseaux sanguins et lymphatiques, régulation de la pression sanguine, le sang.
- **Le système reproducteur**
- **Le système respiratoire**
- **Le système rénal**

Partie II: Neurophysiologie

- **Les bases cellulaires** : Neurones et cellules gliales, rôle des composants cellulaires, Bases ioniques du potentiel de repos, les neurotransmetteurs, anatomie du Système nerveux
- **Systèmes sensoriels et moteurs** :
 - Système sensoriel* : Exemple de l'audition, Nature du son, Structure du système auditif Mécanismes centraux de l'audition, Mécanismes de la localisation du son
 - Système moteur* : Contrôle spinal du mouvement, Système moteur somatique Motoneurone
 - Couplage excitation-contraction* : Contrôle spinal des unités motrices, Contrôle central du mouvement
- **Cerveau et comportement** : Les rythmes du cerveau, ECG, Horloges du cerveau, Apprentissage et mémoire, Mécanismes cellulaires de la mémorisation

6. **Méthode d'examen** : Contrôle continu 40%, Examen : 60%

7. Date de la dernière modification : 21/08/2019

8. Bibliographie

Daniel Richard et Didier Orsal (2007), Neurophysiologie - Organisation et fonctionnement du système nerveux, 3e édition Dunod, 12/09/2007.
- Anatomie générale, tomes 1, 2, 3 ; H. Rouvière ; Masson ; 2000.

Electronique et Instrumentation nucléaire

Etablissement: EPI

1. Code d'Identification : GEC 5BIO 1 06

2. Enseignant Responsable : Dr. Mounir Zrafi

3. Crédit : 03

4. Objectifs

-Connaître la technologie des accélérateurs linéaires, des unités de Cobalt60, des simulateurs et des systèmes de dosimétrie cliniques.

-S'initier à l'électronique des équipements nucléaires.

5. Pré-requis

-Biophysique, Circuit électrique

6. Eléments constitutifs

6.1-Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Equipement nucléaire	18H	15H	33H

6.2-Contenu théorique

- **Analyseur multicanaux (AMC):** Analyseur mono canal, Synoptique d'un analyseur multicanaux, Alimentation
- **Amplification et mise forme des impulsions:** Préamplificateur, Amplificateur, Générateur d'impulsion
- **Discrimination et comptage:** Circuit discriminateur, Circuit intégrateur avec « reset », Circuit temporisateur, Circuit pour calcul logique et comptage
- **Compteur gamma:** Principe de détection, Synoptique d'un compteur gamma, Electronique associée
- **Dosimétrie TLD:** Principe de la détection TLD, Synoptique du système TLD, Electronique associée, Gestion des dosimètres et informatique associé, Application en radioprotection.

7. Méthode d'examen : Contrôle continu 40% (20% DS et 20% TP), Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

9. Bibliographie

Stéphane Normand, INSTRUMENTATION NUCLEAIRE POUR LES SYSTEMES INDUSTRIELS DE MESURE , université de Caen 2010

QUALITOLOGIE ET GMAO

Etablissement : EPI

1. Code d'Identification : GEC 5BIO 1 07

2. Enseignant Responsable : Mouldi Ghdir

3. Crédit : 02

4. Objectifs

- Connaître les principes et les méthodes du choix d'un appareil médical.
- Connaître le système de santé et la gestion des équipements médicaux

5. Eléments constitutifs

5.1- Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Qualitologie et GMAO	21H	0H	21H

5.2- Contenu

Partie I. Qualitologie :

- Qualification d'un appareillage
- Les différents contrôles de qualité
- Exigences en analyse délocalisée
- Réactovigilance
- Choix d'un appareillage

Partie II. Système de Santé et gestion des équipements médicaux :

- Les Dispositifs Médicaux Pour Qui ? Pourquoi ?
 - Définitions
 - L'Organisation Hospitalière
 - Le Financement de l'hôpital
 - Le coût au sein d'un hôpital
 - Programme d'équipement Médical
- L'achat des Dispositifs Médicaux
 - Les contraintes de l'achat
 - Les procédures d'achat
 - Le rôle de l'ingénieur biomédical
 - L'avenir du code des Marchés Publics

- La gestion des Dispositifs Médicaux

7. Méthode d'examen : Contrôle continu 40%, Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

9. Bibliographie

Jean-Pierre Vernier (2010), Maintenance et GMAO : Tableaux de bord, organisation et procédures, Edition Dunod, 13 janvier 2010

Biophysique et physique atomique et nucléaire

Etablissement : EPI

1. Code d'Identification : GEC 5BIO 1 08

2. Enseignant Responsable : Dr. Khaled Farah

3. Crédit : 02

4. Objectifs

Acquérir les principes de la physique atomique et nucléaire pour des applications médicales.

5. Pré-requis

Mathématique pour l'ingénieur

6. Eléments constitutifs

6.1- Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Biophysique et physique atomique et nucléaire	21 H	0 H	21H

6.2- Contenu Théorique

Partie I : Rayonnements ionisants (RI) : Rayons X et radioactivité

- Production de rayon X
- Spectre de rayons X
- Radioactivité : Définitions
- Transformations radioactives
- Lois de la radioactivité
- Filiations radioactives. Applications médicales

Partie II: Interaction des RI avec la matière et dosimétrie

- Loi fondamentale de l'atténuation
- Mécanismes d'atténuation.
- Dosimétrie

Partie III : Détection de RI

- Régimes de fonctionnement
- Chambre d'ionisation
- Détecteur Geiger – Müller
- Détecteur à scintillation. Spectrométrie gamma
- Détecteur à semi-conducteur et TLD

7. Méthode d'examen : Contrôle continu 40%, Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

9. Bibliographie

Arnaud BOQUET (2019), Physique nucléaire et radioprotection à l'usage de l'environnement nucléaire Collection : PROFIL , Edition : EDP SCIENCES 03/2019

Stérilisation , Sécurité et Normes

Etablissement : EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 5BIO 1 09
2. **Enseignant Responsable** : Mouldi Ghdir
3. **Crédit** : 02
4. **Objectifs**

Connaître les techniques de stérilisation, les méthodes de l'hygiène hospitalière et les normes de sécurité des équipements médicaux et de l'environnement hospitalier

5. Eléments constitutifs

5.1- Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Stérilisation, sécurité et normes	21H	0H	21H

52- Contenu

Partie I. Stérilisation

- Principe général de la destruction microbienne
- Stérilisation à la vapeur d'eau
- Stérilisation à la vapeur d'eau
- Stérilisation par l'air
- Stérilisation par les gaz
- Stérilisation par irradiation
- Stérilisation en phase plasma
- Contrôles et management de la qualité

Partie II. Hygiène hospitalière

- Définition
- Salles blanches
- Contrôle de la climatisation
- Contrôle de l'hygrométrie et de l'aération

Partie III. Sécurité et normes

- Danger de l'électricité.
- Principaux risques.
- Réglementations et normes internationales de sécurité électrique des équipements médicaux (CE, AFNOR, EN...)
- Classification des équipements médicaux
- Sécurité du milieu hospitalier.
- Protection contre les rayonnements ionisants et non ionisants.
- Sécurité générale des patients et du personnel.
- Recommandations

7. Méthode d'examen : Contrôle continu 40%, Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

9. Bibliographie

Darbord J.C(2003), Désinfection et stérilisation dans les établissements de soin, *Edition Masson*

Biologie

Etablissement : EPI

1. Code d'Identification : GEC 5BIO 1 10

2. Enseignant Responsable : Dr. Aissi Sana

3. Crédit : 02

4. Objectifs

- Connaître les notions de la biologie cellulaire et notamment la composition de la cellule et l'information génétique.
- Fournir les connaissances de biologie moléculaire procaryote et eucaryote indispensables à la maîtrise des outils biotechnologiques.
- Etudier quelques notions de microbiologie.

5. Eléments constitutifs

5.1- Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Biologie	21 H	0 H	21H

5.2- Contenu

➤ Biologie cellulaire :

- La Cellule : La membrane cellulaire, le transport membranaire, Le noyau
- L'information génétique : L'ADN support de l'information génétique, Gènes et chromosomes, Les manipulations génétiques, La division cellulaire, Le cancer

➤ Microbiologie

- Procaryotes / Bactéries : Généralités
- Nutrition & Conservation des Bactéries
- La Croissance Bactérienne
- Les Virus
- Les Antiviraux
- Les virus de l'hépatite

7. Méthode d'examen : Contrôle continu 40%, Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

9. Bibliographie:

- Gènes; Benjamin Lewin; Oxford University Press ISBN 0-19-854288-7.
- Biologie moléculaire ; A. Maftah ; Dunod ; 1999.
- Biologie cellulaire ; M. Maillet ; Masson ; 1992.
- Microbiologie ; J. Nicklin ; Berti ; 2000.

Fiches Matières
Classe :Cinquième année
Option : Contrôle Industriel

Commande des machines électriques

Etablissement EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 5CI 1 01
2. **Enseignant Responsable** : Dr. Mohamed Wael Zouaghi
3. **Crédit** : 03
4. **Objectifs**

Comprendre la modélisation et la commande des machines électriques en régime statique dans le but d'étudier, de concevoir et de réaliser un système d'entraînement électrique

5. Pré-requis

Electrotechnique, électronique de puissance, automatique linéaire

6. Eléments constitutifs

6.1-Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Commande des machines électriques	21 H	12 H	33 H

6.2. Contenu Théorique

- Introduction aux systèmes d'entraînement électrique,
- Commande de la MCC à travers une alimentation continue,
- Commande de la MCC à travers un Hacheurs Série,
- Commande scalaire d'une machine synchrone,
- Modèle dynamique de la machine synchrone,
- Commande vectorielle de la machine synchrone,
- Commande scalaire d'une machine asynchrone,
- Modélisation de la machine asynchrone,
- Commande vectorielle de la machine asynchrone,
- Commande DTC de la machine asynchrone

6.3. Travaux pratiques

- **Etude numérique et expérimentation d'une MCC à excitation shunt.**
Modéliser et d'étudier le fonctionnement d'une machine à courant continu à excitation shunt en simulant puis en interprétant leurs courbes de fonctionnement.
- **Etude numérique et expérimentation en régime variable d'un Moteur Asynchrone.**
Modéliser et d'étudier le fonctionnement d'un moteur asynchrone en régime variable en simulant puis en interprétant leurs courbes de fonctionnement.

- **Variation en vitesse d'un Moteur Asynchrone**
Etudier la variation de vitesse d'un moteur asynchrone en simulant puis en interprétant leurs courbes de fonctionnement.
- **Commande de la MCC.**
Concevoir une commande du moteur à courant continu et d'illustrer la variation des différentes variables de commande, d'états et de sortie.
- **Commande de la machine synchrone.**
Concevoir une commande du moteur synchrone et d'illustrer la variation des différentes variables de commande, d'états et de sortie.
- **Commande de la machine asynchrone.**
Concevoir une commande du moteur asynchrone et d'illustrer la variation des différentes variables de commande, d'états et de sortie.

7. Méthode d'examen : Contrôle continu 40% (20% DS + 20% TP), Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

9. Bibliographie

Jean-Paul Hautier (1995), **Modélisation et commande de la machine asynchrone**, Edition Technip, 15/01/1995.

Michel Pinard (2013), **La commande électronique des machines**, Collection Cahiers techniques, Edition Dunod, 28/08/2013

Energies renouvelables et Smart Grids

Etablissement EPI

1. Code d'Identification : GEC 5CI 1 02

2. Enseignant Responsable : Dr. Sanaa Toumi

3. Crédit : 03

4. Objectifs

A la fin de la formation l'étudiant doit être capable étudier, concevoir et réaliser une commande d'un système à énergie renouvelable et comprendre les smart grids.

5. Pré-requis

Electrotechnique, électronique de puissance, automatique linéaire

6. Eléments constitutifs

6.1-Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Energies renouvelables et Smart Grids	21 H	12 H	33 H

6.2. Contenu Théorique

- **Energie éolienne:** Introduction à l'énergie éolienne, Systèmes de conversion d'énergie éolienne en énergie électrique, Modélisation d'un système éolien, Convertisseurs de puissance utilisés dans les systèmes éoliens, Machines électriques utilisées dans les systèmes éoliens, Commandes des systèmes éoliens fonctionnant en site isolé, Commande des systèmes éoliens fonctionnant en site interconnecté
- **Energie Photovoltaïque:** Introduction à l'énergie solaire, Le solaire photovoltaïque, L'énergie solaire de la cellule au panneau PV, Interconnexion avec la charge et utilisation d'un Hacheur boost, Algorithme de fonctionnement à maximum de puissance MPPT, Fonctionnement en sites isolé et interconnecté.
- **Smart Grids:** Réseaux standards, Réseaux intelligents, Compteurs intelligents.

6.3. Travaux pratiques

- **Modélisation d'un système éolien.**
Etudier la modélisation d'une chaîne de conversion d'énergie éolienne à base d'une génératrice asynchrone à double alimentation.
- **Modélisation d'un système photovoltaïque.**
Modéliser et simuler le fonctionnement électrique d'un système photovoltaïque (PV)
- **Commande MPPT et contrôle d'un système photovoltaïque.**

Synthétiser une commande MPPT assurant la poursuite du point de la puissance maximale fournie par le générateur photovoltaïque PV.

➤ **Etude comparative des algorithmes de commande MPPT.**

Etudier certains algorithmes de commande MPPT à savoir Perturber et Observer, Incrément de la conductance, mesure d'une fraction de la tension en circuit ouvert 'FCO' , mesure d'une fraction de courant de court-circuit, 'FCC' et contrôle à base de la logique floue , 'LF'

➤ **Etude des réseaux électriques intelligents**

Etudier les réseaux électriques intelligents et de dimensionner les composants électroniques utilisés.

7. Méthode d'examen : Contrôle continu 40% (20% DS + 20% TP), Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/201

9. Bibliographie

Nouredine *Hadjsaid* et Jean-Claude *Sabonnadière*(2013), Les *smart-grids* ou réseaux électriques intelligents, *Edition CNRS*

Variateurs de vitesse

Etablissement EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 5CI 1 03
2. **Enseignant Responsable** : Dr. Souha Boukadida
3. **Crédit** : 03
4. **Objectifs**

Déterminer et dimensionner correctement la solution de variation de vitesse en fonction des caractéristiques de l'installation et des performances requises.

5. Prérequis

Electrotechnique, électronique de puissance

6. Eléments constitutifs

6.1-Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Variateurs de vitesse	21 H	12 H	33 H

6.2. Contenu Théorique

- **Interactions entre le variateur et la mécanique** : couples machine, couples du moteur (accélération et freinages), association variateur-moteur (quadrants de fonctionnement).
- **Solutions apportées par le démarreur électronique** : rappels moteurs à courant alternatif, principe de démarrage du moteur asynchrone, paramètres utiles au choix du variateur/démarreur, critères de choix d'un démarreur électronique (exemple avec la gamme Altistart).
- **Avantages apportés par le variateur de vitesse électronique pour moteur asynchrone** : principe de variation de vitesse moteur asynchrone, étude du freinage avec un variateur de vitesse (avec ou sans résistance de freinage ou module de régénérateur sur réseau), critères de choix d'un variateur de vitesse électronique pour moteur asynchrone (exemple avec la gamme Altivar).
- **Intégration du variateur dans son environnement** : compatibilité électromagnétique (CEM et harmoniques absorption sinus...), séquence externe, dialogue homme-machine, précautions d'emploi, ouverture à la communication. Applications concrètes (choix de moteur, de variateur et de démarreur, de réducteurs de vitesse) pour permettre de mettre en application la méthodologie de dimensionnement.

6.3. Travaux pratiques

- **Paramétrage, à partir des documents constructeur sur des variateurs industriels.**
Identifier les paramètres des moteurs utiles à la variation de vitesse, d'identifier

et de configurer (sélectionner) les paramètres de variation de certains variateurs industriels.

- **Caractérisation des variateurs de vitesse.**
Caractériser les différentes fonctions dans un variateur de vitesse
- **Mise en œuvre et réglage des variateurs électroniques avec des paramètres prédéfinis.**
Mettre en œuvre et régler les variateurs électroniques avec des paramètres prédéfinis.
- **Diagnostic d'un dysfonctionnement simple et application d'une action corrective.**
Détecer et analyser les symptômes de défaillance lors d'un disfonctionnement des variateurs de vitesse. Etude des résidus et des divers défauts.

7. Méthode d'examen : Contrôle continu 40% (20% DS + 20% TP), Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

9. Bibliographie

- **Nesrine Ferjani** (2014), Variateur de vitesse pour moteur asynchrone 2,2kg , Edition Univ Européenne, 24 juillet 2014
- **Khaled Oubaiche** (2019), Réalisation d'une commande numérique d'un hacheur série-application: Variateur de vitesse d'un moteur à Courant continu , Edition Univ Européenne, 1 mars 2019

Techniques et méthodes de maintenance industrielle

Etablissement EPI

1. Code d'Identification : GEC 5CI 1 04

2. Enseignant Responsable : Mouldi Ghdir

3. Crédit : 02

4. Objectifs

Etre capable de diagnostiquer et de réparer les systèmes électriques

5. Pré-requis

Electrotechnique, schéma et norme électrique, appareillage et sécurité électrique.....

6. Eléments constitutifs

6.1-Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Techniques et méthodes de maintenance industrielle	21 H	12 H	33 H

6.2. Contenu Théorique

- Rappel
 - Sécurité et réglementation
 - Appareillage électrique
 - Appareils de mesure et détection électrique
 - Machine statique et tournante
 - Techniques de mesures en industrie
- Méthodologie de dépannage et de réparation
 - Lecture des schémas électriques
 - Analyse du fonctionnement des systèmes électriques
 - Techniques et précautions de montage et démontage des équipements électriques
 - Causes et sources de défaillance des systèmes électriques
 - Stratégies de recherche des défauts
 - Algorithmes de recherche des défauts de test et de vérification.

6.3. Travaux pratiques

- **Dépannage des systèmes de commande des moteurs électriques**
Entretien et réparation du dispositif de commande des moteurs électriques, méthode de test, analyse de défaillance.
- **Dépannages des installations électriques**
Méthode de diagnostic des installations électriques en vu de localiser les défauts pour la réparation et la maintenance

- **Dépannage des systèmes automatisés**
Dépannage d'une installation automatisée par la méthode rationnelle tout en identifiant les éléments de structure d'un système automatisé.
- **Dépannage des groupes électrogènes**
Identifier les pannes fréquemment rencontrées dans un groupe électrogène et aussi savoir comment les dépanner, mesurer la température et le niveau de carburant, Contrôler le temps de démarrage automatique

7. Méthode d'examen : Contrôle continu 40% (20% DS + 20% TP), Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

9. Bibliographie

- **Driss Bouami** (2019), Le grand livre de la maintenance: Concepts, démarches, méthodes, outils et techniques, Edition Afnor, 25 avril 2019
- Jean-Marie Auberville (2014), **Maintenance industrielle, De l'entretien de base à l'optimisation de la sûreté**, Collection Technosup, Edition Ellipses, 27/07/2004

Diagnostic et sureté de fonctionnement

Etablissement EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 5CI 1 05
2. **Enseignant Responsable** : Prof. Tarek Garna
3. **Crédit** : 02
4. **Objectifs**

Comprendre les méthodes de diagnostic des systèmes industriels ainsi que les concepts et méthodes d'analyse de sureté de fonctionnement.

5. Pré-requis

Automatique 1 et 2

6. Eléments constitutifs

6.1-Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Diagnostic et sureté de fonctionnement	21 H	12 H	33 H

6.2. Contenu Théorique

- Le diagnostic Industriel : Définitions et terminologies, phases de diagnostic, les méthodes de diagnostic, Méthodologie de diagnostic...
- Les défaillances : Caractéristiques, Classification, Réflexions, Analyse des défaillances, causes, mécanismes .
- Outils d'analyse des défaillances : Analyse qualitative, quantitative,...
- Techniques d'aide au diagnostic
- Principaux concepts FMDS
- Méthodes d'analyse de sûreté de fonctionnement : AMDEC, diagramme de fiabilité
- Approches ascendantes et descendantes
- Méthodes qualitatives et quantitatives
- Arbre de défaillance
- Modèles à états transitions (chaîne de Markov, RdP,...)
- Fiabilité prévisionnelle et opérationnelle

3.3. Travaux pratiques

- **Diagnostic à base d'un système expert**
Conception et réalisation d'un Système Expert d'aide au diagnostic de pannes d'un système automatisé.
- **Outils d'analyse de défaillances**
Traiter la méthode d'analyse des modes de défaillance (AMDE) sur un système automatisé afin d'évaluer les effets de chaque mode des composants sur les fonctions du système.

➤ **Méthode d'évaluation de la SDF**

Comparer les méthodes d'évaluation de Sûreté De Fonctionnement (SDF) en traitant une même problématique simulation avec arbre de défaillance, Bloc diagramme de Fiabilité et Traitements Markoviens, Simulation de Monte-Carlo.

➤ **Etude d'un atelier flexible**

Appliquer les outils de sûreté de fonctionnement sur un atelier flexible.

7. Méthode d'examen : Contrôle continu 40% (20% DS + 20% TP), Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/201

9. Bibliographie

-Patrick Lyonnet, Marc Thomas, Rosario Toscano (2012), Fiabilité, diagnostic et maintenance prédictive des systèmes, Edition Tec & Doc Lavoisier, 18 juillet 2012

Contrôle et commande des systèmes industriels par API

Etablissement EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 5CI 1 06
2. **Enseignant Responsable** : Prof. Kais Bouzrara
3. **Crédit** : 03
4. **Objectifs**

L'objectif principal est le savoir faire de l'implémentation de certains correcteurs numériques de type PID ou autre.

5. Pré-requis

Automatique, Automatisme, machines électriques

6. Eléments constitutifs

6.1-Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Contrôle et commande des systèmes industriels par API	21 H	12 H	33 H

6.2. Contenu Théorique

- Organisation d'un Système Automatisé: éléments, architecture, périphérique, structure
- API (définition, structure, types, programmation, Modules E/S,...)
- Identifier les formats des variables disponibles.
- Exploiter une entrée logique ou analogique associée à un capteur.
- Exploiter une sortie logique ou analogique associée à un actionneur.
- Définir les actions proportionnelle P, intégrale I, dérivée D et préciser leur rôle.
- Définir le sens d'action d'un correcteur
- Configurer un correcteur en fonction du cahier des charges
- Mettre en œuvre des protocoles expérimentaux sur des systèmes à régulations de niveau, pression, température, débit avec un outil industriel
- Mettre en œuvre des protocoles expérimentaux sur des systèmes industriels séquentiel (batch)
- Modéliser les régulateurs industriels par leurs équations récurrentes

6.3. Travaux pratiques

- Mettre en œuvre une stratégie de régulation avec un A.P.I.
- Interface de l'API
- Supervision par API
- Identifier les grandeurs nécessaires à l'animation de vues de supervision.
- Mettre en œuvre des liens dynamiques entre une synoptique et un A.P.I.
- Mettre en œuvre des liens dynamiques entre un pupitre opérateur et un A.P.I.
- Mettre en œuvre la gestion de données et la traçabilité des grandeurs.

7. **Méthode d'examen** : Contrôle continu 40% (20% DS + 20% TP), Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

9. Bibliographie

- **William Bolton** (2015), Automates programmables industriels - 2e édition, Collection Technique et ingénierie, Edition Dunod, octobre 2015

Modélisation et commande des systèmes mécatroniques

Etablissement EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 5CI 1 07

2. **Enseignant Responsable** : Prof. Hassani Messaoud

3. **Crédit** : 02

4. Objectifs

L'objectif du cours est d'illustrer le processus de conception des systèmes mécatroniques en partant de la modélisation (procédé, perturbations, incertitudes et défaillances) jusqu'à la synthèse de lois de commande (robuste, adaptative et/ou tolérante aux fautes). Le cours permet de faire le lien entre le choix de composantes et la stratégie de commande en vue de maximiser la robustesse "attendue" du système mécatronique en performance et en stabilité.

5. Pré-requis

Automatique 1 et 2

6. Eléments constitutifs

6.1-Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Modélisation et commande des systèmes mécatroniques	21 H	12 H	33H

6.2. Contenu Théorique

- Modélisation des systèmes mécatroniques (Bond graph, Réseaux de pétri)
- simulation de systèmes mécatroniques (procédé, perturbations, incertitudes et défaillances).
- Spécifications et construction du système de référence (système idéalisé).
- Choix de composantes (actionneurs, capteurs, micro-processeur) en vue de la commande. Exemples des structures de commande: Estimation et rejet adaptative de perturbations et Notions de commande tolérant aux fautes.
- Quelques aspects concernant la mise en place des correcteurs sur micro-processeur (quantification, retard, trucage de coefficients, etc)

6.3 Travaux pratiques

- Modélisation et simulation des systèmes mécatroniques par Bond graph
- Modélisation et simulation des systèmes mécatroniques Réseaux de pétri
- Exemples des structures de commande des systèmes mécatroniques
- Mise en place des correcteurs sur microprocesseur.

7. **Méthode d'examen** : Contrôle continu 40% (20% DS + 20% TP), Examen : 60%

8. **Date de la dernière modification** : 21/08/2019

9. Bibliographie

Abdelkhalak El Hami, Philippe Pougnet (2015), **Les systèmes mécatroniques embarqués - Volume 2, Analyse des causes de défaillances, modélisation, simulation et optimisation**, Collection Génie mécanique et mécanique des solides, Edition Iste, 02/03/2015

Commandes intelligentes

Etablissement EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 5CI 1 08
2. **Enseignant Responsable** : Prof. Hassani Messaoud
3. **Crédit** : 02
4. **Objectifs**

- Présenter les méthodes et outils nécessaires à l'intégration de la logique floue et des réseaux de neurones dans les schémas d'identification et de commandes de processus industriels.
- Donner une base théorique indispensable à la compréhension de ces approches et à leur utilisation dans les phases d'analyse, de synthèse et de mise en œuvre.

Soft computing, automatique

6. Eléments constitutifs

6.1-Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Commande intelligente	21 H	12 H	33H

6.2. Contenu Théorique

➤ *Commande floue des processus*

- *Introduction à la logique floue* : Concept de sous-ensembles flous, Opérations sur les sous-ensembles flous, Relations floues, Opérations sur les relations floues, graphes flous, Implications floues, variables et grandeurs linguistiques, Inférences floues.
- *Commande floue* : Principe et topologie d'un contrôleur flou. Règles d'expertise et techniques de raisonnement. Fuzzification-défuzzification. Réglage d'un contrôleur flou. Liens entre contrôleurs flous et traditionnels. Stabilité d'un contrôleur flou. Identification et commande. Limites d'un contrôleur flou. Exemples d'application et mise en œuvre sur ordinateur.

➤ *Identification et commande neuronale des processus*

- Introduction aux réseaux de neurones. Inspiration biologique. Neurones formels. Domaines d'application. Réseaux de neurones formels.
- Architectures. Apprentissage. Propriétés. Domaines d'application des différents types de réseaux. Exemples Application à l'identification et à la commande.
- Architectures utilisées. Algorithmes d'apprentissage. Méthodes d'identification des systèmes par les réseaux de neurones. Réseaux de neurones dans les schémas de commande. Exemples d'applications industrielles et mise en œuvre sur ordinateur

6.3. Travaux pratiques

- Réalisation d'un contrôleur flou.
- Identification et commande floue d'une application.
- Exemples d'application des réseaux de neurones à l'identification et à la commande.
- Mise en œuvre sur ordinateur des algorithmes de commande floue et neuronale.

7. **Méthode d'examen** : Contrôle continu 40% (20% DS + 20% TP), Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

9. Bibliographie

Isabelle Borne (1998), **Introduction à la commande floue, Edition Technip, 01/03/1998**

Bernadette Bouchon-Meunier, Laurent Foulloy, Mohammed Ramdani (1998), **Logique floue : exercices corrigés et exemples d'applications, Edition Cépaduès 1998.**

Internet des Objets et développement mobile

Etablissement EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 5CI 1 09

2. **Enseignant Responsable** : Dr. Mohieddine Belghith

3. **Crédit** : 04

4. Objectifs

- Présenter les méthodes et outils nécessaires à l'intégration de la logique floue et des réseaux de neurones dans les schémas d'identification et de commandes de processus industriels.
- Donner une base théorique indispensable à la compréhension de ces approches et à leur utilisation dans les phases d'analyse, de synthèse et de mise en œuvre.

5. Pré-requis

Programmation orientée objet (C++ et JAVA)

6. Eléments constitutifs

6.1-Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Internet des objets et développement mobile	21 H	12 H	33 H

6.2. Contenu Théorique

- Internet des objets
- Le SDK Android
- Interfaces graphiques
- Les Intents
- Persistance des données
- Programmation concurrente
- Connectivité
- Développement client serveur
- Android Wear

6.3. Travaux pratiques

- Internet des objets
- Développement d'applications mobiles (initiation)
- Développement d'applications mobiles (niveau avancé)
- Développement d'applications mobiles dédiées à la supervision des systèmes industriels

7. **Méthode d'examen** : Contrôle continu 40% (20% DS + 20% TP), Examen : 60%

8. **Date de la dernière modification** : 21/08/2019

9. Bibliographie

Philippe Gautier, Laurent Gonzalez (2011), L'Internet des objets: Internet, mais en mieux, Edition Afnor, 25 août 2011

Frédéric Scibetta, Yvon Moysan, Eric Dosquet, Frédéric Dosquet(2018), L'Internet des objets et la data L'intelligence artificielle comme rupture stratégique, Edition Dunod, 18 Avril 2018.

Capteurs et actionneurs industriels

Etablissement EPI

1. Code d'Identification : GEC 5CI 1 10

2. Enseignant Responsable : Dr. Wahbi Nabi

3. Crédit : 02

4. Objectifs

- Présenter les méthodes et outils nécessaires à l'intégration de la logique floue et des réseaux de neurones dans les schémas d'identification et de commandes de processus industriels.
- Donner une base théorique indispensable à la compréhension de ces approches et à leur utilisation dans les phases d'analyse, de synthèse et de mise en œuvre.

5. Pré-requis

Automate programmable

6. Eléments constitutifs

6.1-Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Capteurs et actionneurs industriels	21 H	9 H	30 H

6.2. Contenu Théorique

- Différents types de capteurs
- Les pré-actionneurs pneumatiques
- Les actionneurs pneumatiques
- Les actionneurs hydrauliques
- Les actionneurs électriques
- Les pré-actionneurs électriques
- Convertisseurs électromécaniques
- Le moteur pas à pas

6.3. Travaux pratiques

- Capteurs industriels
- Actionneurs pneumatiques
- Actionneurs électriques

7. Méthode d'examen : Contrôle continu 40% (20% DS + 20% TP), Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

9. Bibliographie

- Georges Asch, Loïc Blum, Jacques Fouletier, Pierre Desgoutte, Bernard Créton et al (2017). **Les capteurs en instrumentation industrielle - 8e édition, Edition Dunod , November 2017**
Georges Asch, Patrick Renard, Pierre Desgoutte, Zoubir Mammeri, Éric Chambérod (2011), Acquisition de données Du capteur à l'ordinateur Relié , *Edition Dunod*, 06/04/2011.

Analyse et gestion de la production

Etablissement EPI

1. **Code d'Identification** : GEC 5CI 1 10

2. **Enseignant Responsable** : Dr. Habib Abdennaji

3. **Crédit** : 02

4. Objectifs

Connaître les méthodes de gestion de productions et les méthodes en planification-ordonnancement.

5. Prérequis

6. Eléments constitutifs

6.1-Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Analyse et gestion de production	21 H	9 H	30H

6.2. Contenu Théorique

- Typologie des Systèmes de Production, Structures organisationnelles
- Modèles et méthodes en planification-ordonnancement (Programmation linéaire, Théorie des graphes, GANNT, PERT...)
- Ordonnancement en ateliers spécialisés
- Méthodes générales en GP (Gestion des stocks, Planification des besoins en composants, Juste-à temp, Méthode Kanban...).
- Cartes de contrôle et gestion des flux
- La gestion calendaire de stock
- La gestion par point de commande
- La planification de la production
- Les techniques de juste à temps
- L'ordonnancement de projets
- Conception d'un centre de production

3.3. Travaux pratiques

- Conception d'un centre de production
- Ordonnancement d'un atelier flexible de production
- GPAO

7. **Méthode d'examen** : Contrôle continu 40% (20% DS + 20% TP), Examen : 60%

8. **Date de la dernière modification** : 21/08/2019

9. Bibliographie

PILLET/COURTOIS/BONNEFOUS (2011), Gestion de production. les fondamentaux et les bonnes pratiques, *édition Eyrolles, 5^{ème} édition mai 2011.*

Management de la qualité

Etablissement EPI

5. Code d'Identification : GEC 5CI 1 03

6. Enseignant Responsable : Dr. Mhamed Abdesslem

7. Crédit : 03

8. Objectifs

- Identifier comment répondre de façon simple et concrète aux exigences de la norme ISO 9001 V2008 en apportant une réelle valeur ajoutée à son entreprise.
- Repérer les étapes à parcourir pour obtenir et conserver la certification. Construire son plan d'actions individuel.

6. Eléments constitutifs

6.1-Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge Totale
	CI	TP	
Management de la qualité	21 H	0 H	21 H

6.2. Contenu Théorique

- **Le management qualité** : Vocabulaire et principes du management qualité, Assurance qualité, Cycle PDCA. Comprendre la certification et ses apports, Donner du sens à votre projet.
- **Exigences de la norme 9001 V2008** : Approche processus : identifier, décrire, piloter et améliorer les processus clés, rôle des pilotes, système de management qualité, responsabilité de la direction, management des ressources, réalisation du produit, mesure - analyse - amélioration, Identification des moyens pour y répondre (documents, organisation, responsabilités), Autodiagnostic individuel.
- **Construire et maîtriser un système documentaire pertinent**: Architecture du système documentaire à établir, Étude d'un manuel qualité, de fiches d'identités processus et de procédures qualité, Règles de maîtrise documentaire ; rédiger, diffuser de façon simple, Enregistrements à créer.
- **Outils clés de l'ISO 9001**: Déploiement d'une politique qualité, Plan d'actions qualité, Revues de processus et de direction, Indicateurs et tableau de bord qualité, Actions préventives et correctives, Audits internes, Gestion des compétences, Ecoute client.
- **Réussir son projet** : Formaliser les étapes de votre projet, L'audit de certification ISO 9001 : les organismes certificateurs.

7. Méthode d'examen : Contrôle continu 40% (20% DS + 20% TP), Examen : 60%

8. Date de la dernière modification : 21/08/2019

9. Bibliographie

Dominique Siegel, Francis Roesslinger (2015), **Management stratégique et management de la qualité**, Edition Afnor, 24 septembre 2015

**R. Ernoul (2013), Management de la qualité dans l'industrie, une affaire de méthode,
Edition Afnor, juin 2013**

Code : GEC 5114	Droit du travail et éthique de l'ingénieur
------------------------	---

Date de la version : 21/08/2019

Etablissement EPI

1. Objectifs

Acquisition de connaissances en Droit du Travail (Droit Social), en relation avec le métier d'ingénieur et le fonctionnement de l'entreprise.

2. Pré-requis

Niveau Bac + 2

3. Eléments constitutifs

3.1- Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge totale	Crédit
	CI	TP		
Droit du travail et éthique de l'ingénieur	21	00	21	2

3.2- Enseignant Responsable: M. Walid Chriaa

3.3- Méthode d'enseignement : Cours Intégré

3.4- Contenu :

Le contrat du travail : environnement juridique ; embauche, temps de travail ; exécution, conclusion, rupture du contrat ; représentation salariale dans l'entreprise.

Droit des affaires : Droit Objectif (Fondement et définition du Droit, Les grandes divisions du Droit, Les sources du Droit, l'Organisation Judiciaire) ; Droit Subjectif : La notion de Droit Subjectif (La diversité, Le Patrimoine) ; Le régime des Droits Subjectifs (Acquisition des Droits Subjectifs, La protection des Droits Subjectifs) ; La Personnalité (Personne Physique, Personne Morale). Droit de la propriété intellectuelle : droit des brevets, marques, propriété industrielle, droit de l'informatique.

4. Evaluation :

- 40 % Contrôle Continu
- 60 % Examen

5. Bibliographies

- Code de travail tunisien

Code : GEC 4215	Projet de fin d'année : PFA
------------------------	------------------------------------

Date de la version : 21/08/2019

Etablissement EPI

1. Objectifs

Réaliser un travail en groupe sur un thème de la spécialité.
--

2. Eléments constitutifs

3.1- Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge totale	Crédit
	CI	TP		
PFA	00	42	42	4

3.2- Méthode d'enseignement : Encadrement

3.3- Contenu :

Le but de ce projet est de travailler sur un cas concret d'un domaine industriel au choix. Il doit donner aux étudiants une vue synthétique d'un domaine technologique, une vision large des produits correspondants à un marché donné. Le projet doit répondre notamment aux questions suivantes: Quelles sont les technologies établies ? Quels sont les axes de recherche ? Quelles sont les technologies prometteuses au développement ? Qui sont les acteurs ? Quel est le marché ? Ce projet réalisé par groupe de 2 ou 3 donne lieu à un rapport et une soutenance orale.

3. Evaluation :

- 100 % soutenance devant un Jury (30% encadrement, 40% exposé, 30% rapport)

Code : GEC5201	PROJET DE FIN D'ETUDES (PFE)
-----------------------	-------------------------------------

Date de la version : 21/08/2019

Etablissement EPI

1. Objectifs

Pour les élèves : Réaliser un projet complet en situation professionnelle d'ingénieur ; Confirmer, au travers de cette expérience, leur intérêt pour débiter leur vie professionnelle dans ce domaine et/ou ce type de fonction.

Pour l'Ecole : Suivre les problématiques actuelles ainsi que leurs évolutions ; Intégrer les évolutions marquantes dans ses enseignements ; Vérifier l'appropriation des connaissances acquises des élèves ingénieurs pour mener à bien leur projet dans toutes ses dimensions.

Pour les entreprises : Confier à un élève ingénieur la résolution d'un problème concret ; Eprouver, au travers du projet, les qualités professionnelles et personnelles de l'élève en vue d'une éventuelle embauche.

2. Eléments constitutifs

3.1- Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Charge totale	Crédit
	CI	TP		
PFE	00	420	420	24

3.2- Méthode d'enseignement : Encadrement

3.3- Démarche :

PFE en pratique : Les étudiants partent en PFE début Février.

La collecte des offres de stages se fait dès fin Octobre pour un départ en PFE.

Suivi pédagogique : Il est assuré par un tuteur- enseignant de l'Ecole et par un tuteur industriel nommé par l'entreprise. Le stagiaire doit fournir un plan de développement et des fiches de suivi régulières au tuteur enseignant. La confidentialité des projets peut être garantie par un accord spécifique.

Suivi administratif : Il est assuré par le Département concerné. Le stage fait l'objet d'une convention qui lie les parties pendant la durée du stage.

Evaluation : Elle prend en compte l'appréciation, donnée par le tuteur industriel, des compétences professionnelles et personnelles du stagiaire. Un rapport final et une soutenance, devant jury, dans les locaux de l'Ecole sont réalisés en fin de projet.

3. Evaluation :

- 100 % soutenance devant un Jury (30% encadrement, 40% exposé, 30% rapport)

Code : GEC 3215	Stages industriel (Initiation & Perfectionnement)
Code : GEC 4215	

Date de la version : 21/08/2019

Etablissement EPI

1. Objectifs

Appliquer les connaissances acquises à une problématique dans une industrie. Stage, associé au domaine de spécialité, d'une durée minimale d'un mois. À la fin de la période de stage, l'étudiant doit réaliser un rapport. Le stage et le rapport sont évalués par le superviseur responsable de l'industrie et par les enseignants du département. L'évaluation tient compte de la performance du stagiaire en industrie et du rapport produit.

2. Eléments constitutifs

2.1- Enseignements

Eléments constitutifs	Volume horaire		Crédit
	CI	TP	
Stage industriel d'Initiation	1 stage de 1 mois		3
Stage industriel de perfectionnement	1 stage de 1 mois		3

3. Evaluation :

- 100 % Exposé (50% Rapport, 30% Exposé et 20% Réponse aux questions)

