الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
People's Democratic Republic of Algeria

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Ministry of Higher Education and Scientific Research

LOGO
De l'université

عرض تكوين

مهندس دولة

برنامج وطني

(تحيين 2026-Bis)

المؤسسة	الكلية/ المعهد	القسم

الميدان	الفرع	التخصص
علوم وتكنولوجيا	آلية	آلية والأنظمة الذكية

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
People's Democratic Republic of Algeria

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Ministry of Higher Education and Scientific Research

LOGO
De l'université

OFFRE DE FORMATION

INGENIEUR D'ETAT

PROGRAMME NATIONAL

(Mise à jour 2026-Bis)

Etablissement	Faculté / Institut	Département

Domaine	Filière	Spécialité
Sciences et Technologies	*Automatique*	*Automatique et Systèmes Intelligents*

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
People's Democratic Republic of Algeria

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Ministry of Higher Education and Scientific Research

LOGO
De l'université

Training Offer

STATE ENGINEER

NATIONAL PROGRAMME

(2026-Bis Update)

Institution	Faculty / Institute	Department

Domain	Field	Specialisation
Science and Technology	***Control Engineering***	***Automatic control and Intelligent Systems***

Fiches d'organisation semestrielles des enseignements

Semestre 1 : Toutes les filières du domaine ST

Unités d'Enseignement	Matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume horaire Hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulés				Cours	TD	TP		Contrôle continu	Examen final
UE Fondamentale Code : UEF 1.1.1 Crédits : 12 Coefficients : 7	Analyse 1	IST 1.1	6	3	1h30	3h00		67h30	40%	60%
	Algèbre 1	IST 1.2	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	Probabilités et statistiques	IST 1.3	2	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 1.1.2 Crédits : 14 Coefficients : 8	Structure de la matière	IST 1.4	7	4	1h30	3h00	1h30	90h00	40% (20% TD + 20%TP)	60%
	Eléments de Mécanique (Physique 1)	IST 1.5	7	4	1h30	3h00	1h30	90h00	40% (20% TD + 20%TP)	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Structure des ordinateurs et applications	IST 1.6	2	2			3h00	45h00	100%	
UE Transversale Code : UET 1.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Dimension éthique et déontologique (Les fondements)	IST 1.7	1	1	1h30			22h30		100%
	Histoire de l'Algérie	**IST 1.8**	**1**	**1**	**1h30**			**22h30**		**100%**
Volume Horaire Total du semestre 1			**30**	**19**	**10h30**	**12h00**	**6h00**	**427h30**		

Semestre 2 : Toutes les filières du domaine ST

Unités d'Enseignement	Matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume horaire Hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulés				Cours	TD	TP		Contrôle continu	Examen final
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Analyse 2	IST 2.1	6	3	1h30	3h00		67h30	40%	60%
	Algèbre 2	IST 2.2	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.2 Crédits : 14 Coefficients : 8	Electricité et Magnétisme (Physique 2)	IST 2.3	7	4	1h30	3h00	1h30	90h00	40% (20% TD + 20% TP)	60%
	Thermodynamique	IST 2.4	7	4	1h30	3h00	1h30	90h00	40% (20% TD + 20% TP)	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.2 Crédits : 3 Coefficients : 3	Dessin technique	IST 2.5	2	2			3h00	45h00	100%	
	Initiation à la Programmation	IST 2.6	**1**	**1**			1h30	**22h30**	100%	
UE Transversale Code : UET 1.2 Crédits : 3 Coefficients : 3	Logiciel libres et open sources	IST 2.7	2	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	Nationalisme et Citoyenneté	**IST 2.8**	**1**	**1**	**1h30**			**22h30**	**-**	**100 %**
Volume Horaire Total du semestre 2			30	19	9h00	10h30	9h00	427h30		

Semestre 3 - Filières du groupe A : Electronique, automatique, électromécanique, électrotechnique, génie biomédical, génie industriel, télécommunications, énergies renouvelables

Unités d'enseignement	Matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume horaire hebdomadaire			**Volume Horaire Semestriel (15 semaines)**	Mode d'évaluation	
	Intitulé				**Cours**	**TD**	**TP**		**Contrôle Continu**	**Examen final**
UE Fondamentale Code : UEF 2.1.1 Crédits : 11 Coefficients : 6	Analyse 3	IST 3.1	6	3	1h30	3h00		67h30	40%	60%
	Analyse numérique 1	IST 3.2	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20% TD + 20% TP)	60%
UE Fondamentale Code : UEF 2.1.2 Crédits : 14 Coefficients : 8	Ondes et vibrations	IST 3.3	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20% TD + 20% TP)	60%
	Eléctricité fondamentale	IST 3.4	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20% TD + 20% TP)	60%
	Mécanique rationnelle	IST 3.5	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 2.1 Crédits : 3 Coefficients : 3	Programmation phyton	IST 3.6	2	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
	Dessin assisté par ordinateur	IST 3.7	1	1			1h30	22h30	100%	
UE Transversale Code : UET 2.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Energie et environnement	IST.3.8	1	1	1h30			22h30		100%
	Matériaux en génie électrique	IST.3.9	**1**	**1**	1h30	-	-	22h30	-	100%
Volume Horaire Total du semestre 3			**30**	**19**	**12h00**	**9h00**	**7h30**	**427h30**		

Semestre 4 : <u>Filières du groupe A :</u> Electronique, automatique, électromécanique, électrotechnique, génie biomédical, génie industriel, télécommunications, énergies renouvelables

Unité d'enseignement	Matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume Horaire Hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulés				Cours	TD	TP		Contrôle continu	Examen final
UE Fondamentale Code : UEF 2.2.1 Crédits : 8 Coefficients : 4	Théorie du signal	IST.4.1	**4**	**2**	1h30	1h30	-	45h00	40%	60%
	Électronique fondamentale	IST.4.2	**4**	**2**	1h30	1h30	-	45h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 2.2.2 Crédits : 13 Coefficients : 7	Electrotechnique fondamentale	IST.4.3	**4**	**2**	1h30	1h30	-	45h00	40%	60%
	Logique combinatoire et séquentielle	IST.4.4	**5**	**3**	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20% TD + 20%TP)	60%
	Electromagnétisme appliqué	IST.4.5	**4**	**2**	1h30	1h30	-	45h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 2.2 Crédits : 6 Coefficients : 5	Mesure et métrologie	IST.4.6	**2**	**2**	1h30	-	1h30	45h00	40%	60%
	Analyse numérique 2	IST.4.7	**2**	**2**	1h30	-	1h30	45h00	40%	60%
	Travaux pratiques d'Électronique et électrotechnique fondamentale	IST.4.8	**2**	**1**	-	-	1h30	22h30	100%	
UE Découverte Code : UED 2.2 Crédits : 1 Coefficients : 1	Technologie des dispositifs électriques et électroniques	IST.4.9	**1**	**1**	1h30	-	-	22h30	-	100%
UE Transversale Code : UET 2.2 Crédits : 2 Coefficients : 2	Techniques d'information et de communication	IST.4.10	2	2	1h30	1h30 Atelier		45h00	40%	60%
Volume Horaire Total du semestre 4			**30**	**19**	**13h30**	**7h30**	**7h30**	**427h30**		

Semestre 5 : *Automatique et Systèmes Intélligents*

Unité d'enseignement	Intitulés des matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume Horaire Hebdomadaire			VHS	Mode d'évaluation	
					Cours	TD	TP		Contrôle continu	Examen final
UE Fondamentale Code : UEF 3.1.1 Crédits : 15 Coefficients : 10	Asservissement des systèmes linéaires continus.	ASI5.1	6	4	3h00	1h30	1h30	90h00	40% (20% TD + 20% TP)	60%
	Actionneurs industriels	ASI5.3	4	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20% TD + 20% TP)	60%
UE Fondamentale Code : UEF 3.1.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Electronique appliquée	**ASI5.4**	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20% TD + 20% TP)	60%
	Electronique de puissance	**ASI5.5**	4	3	1h30	1h30	0h45	56h15	40% (20% TD + 20% TP)	60%
UE Méthodologique Code : UEM 3.1 Crédits : 6 Coefficients : 4	Méthodes numériques appliquées	**ASI5.6**	4	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
	Langage de programmation 1 (C++)	**ASI5.7**	4	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
	Capteurs et instrumentation industrielle	**ASI5.8**	2	1	1h30		0h45	33h45	40%	60%
UE Transversale Code : UET 3.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Energies renouvelables	**ASI5.9**	**1**	**1**	1h30		-	22h30		100%
Volume Horaire Total			**30**	**19**	**13H30**	**06H00**	**09H00**	**427H30**		

Semestre 6 : *Automatique et Systèmes Intélligents*

Unité d'enseignement	Intitulés des matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume Horaire Hebdomadaire			VHS	Mode d'évaluation	
					Cours	TD	TP		Contrôle continu	Examen final
UE Fondamentale Code : UEF 3.2.1 Crédits : 14 Coefficients : 8	Microprocesseurs et Microcontrôleurs	**ASI6.1**	6	3	3h00	1h30	1h30	90h00	40% (20% TD + 20% TP)	60%
	Asservissement des systèmes linéaires discrets	**ASI6.2**	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20% TD + 20% TP)	60%
	Traitement du signal	**ASI6.3**	3	2	1h30	1h30	0h45	56h15	40% (20% TD + 20% TP)	60%
UE Fondamentale Code : UEF 3.2.2 Crédits : 10 Coefficients : 6	Automates programmables industriels	**ASI6.4**	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20% TD + 20% TP)	60%
	Techniques d'optimisation	**ASI6.5**	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20% TD + 20% TP)	60%
UE Méthodologique Code : UEM 3.2 Crédits : 5 Coefficients : 4	Régulation industrielle	**ASI6.6**	3	2	1h30		0h45	33h45	40%	60%
	Langage de programmation 2 (COO)	**ASI6.7**	1	1			1h30	22h30	100%	
	Stage en entreprise 1	**ASI6.8**	1	1	Volume horaire hors quota (en moyenne 100 heures) Tutorat : 1h30 TP hebdomadaire 1h30				100%	
UE Transversale Code : UET 3.2 Crédits : 1 Coefficients : 1	Entrepreneuriat et Lean start-up	**ASI6.9**	1	1	1h30	-	-	22h30		100%
Volume Horaire Total			**30**	**19**	**12H00**	**07H30**	**09H00**	**427H30**		

Semestre 7 : *Automatique et Systèmes Intélligents*

Unité d'enseignement	Intitulés des matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume Horaire Hebdomadaire			VHS	Mode d'évaluation	
					Cours	TD	TP		Contrôle continu	Examen final
UE Fondamentale Code : UEF 4.1.1. Crédits : 14 Coefficients : 8	Commande des systèmes linéaires dans l'espace d'état	**ASI7.1**	6	3	3h00	1h30	1h30	90h00	40% (20% TD + 20% TP)	60%
	Modélisation et indentification des systèmes	**ASI7.2**	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20% TD + 20% TP)	60%
	Traitement du signal avancé	**ASI7.3**	3	2	1h30	1h30	0h45 1h30/15	56h15	40% (20% TD + 20% TP)	60%
UE Fondamentale Code : UEF 4.1.2 Crédits : 7 Coefficients : 4	Systèmes à évenement discret	**ASI7.4**	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	Techniques d'optimisation avancées	**ASI8.5**	3	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 4.1 Crédits :8 Coefficients : 6	Programmation des circuits reconfigurable FPGA	**ASI7.6**	4	3	1h30	0h45 1h30/15j	1h30	56h15	40% (20% TD + 20% TP)	60%
	Programmation avancée en python	**ASI7.7**	2	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
	Projet Personnel Professionnel	**ASI7.8**	2	1	Volume horaire hors quota Tutorat : 1h30 TP hebdomadaire				100%	
UE Transversale Code : UET 4.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	**Respect des normes et règles d'éthique et d'intégrité**	**ASI8.8**	**1**	**1**	**1h30**			**22h30**		**100%**
Volume Horaire Total			**30**	**19**	**13H30**	**06H45**	**08H15**	**427H30**		

Semestre 8 : *Automatique et Systèmes Intélligents*

Unité d'enseignement	Intitulés des matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume Horaire Hebdomadaire			VHS	Mode d'évaluation	
					Cours	TD	TP		Contrôle continu	Examen final
UE Fondamentale Code : UEF 4.2.1 Crédits : 12 Coefficients : 8	Commande des systèmes non linéaires	**ASI8.1**	6	4	3h00	1h30	1h30	90h00	40% (20% TD + 20% TP)	60%
	Systèmes multi-variables	**ASI8.2**	6	4	3h00	1h30	1h30	90h00	40% (20% TD + 20% TP)	60%
UE Fondamentale Code : UEF 4.2.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Modélisation des systèmes robotisés	**ASI8.3**	4	2	1h30	1h30	0h45 1h30/15j	56h15	40% (20% TD + 20% TP)	60%
	Automatisme industrielle et supervison	**ASI8.4**	4	2	1h30		1h30	45h00	40% (20% TD + 20% TP)	60%
UE Méthodologique Code : UEM 4.2 Crédits : 6 Coefficients : 3	Réseaux de communication industriels	**ASI7.5**	2	1	0h45 1h30/15j		0h45 1h30/15j	22h30	40%	60%
	Conception et réalisation des circuits électroniques	**ASI8.6**	3	1	0h45 1h30/15j		1h30	33h45	40%	60%
	Stage en entreprise 2	**ASI8.7**	1	1	Volume horaire hors quota (en moyenne 100 heures) Tutorat : 1h30 TP hebdomadaire				100%	
UE Transversale Code : UET 4.2 Crédits : 4 Coefficients : 4	**Lean startup**	**ASI7.9**	**2**	**2**	**1h30**	**1h30**		**45h00**	**80%** **(20% Atl + 60% Prj)**	**20%**
	Eléments de l'intelligence artificielle appliquée	**ASI8.9**	2	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
Volume Horaire Total			**30**	**19**	**13h30**	**6h00**	**9h00**	**427h30**		

Semestre 9: *Automatique et Systèmes Intélligents*

Unité d'enseignement	Intitulés des matières	Code	Crédits	Coefficients	Volume Horaire Hebdomadaire			VHS	Mode d'évaluation	
					Cours	TD	TP		Contrôle continu	Examen final
UE Fondamentale Code : UEF 5.1.1. Crédits : 14 Coefficients : 7	Commande avancée	**ASI9.1**	6	4	3h00	1h30	1h30	90h00	40% (20% TD + 20% TP)	60%
	Apprentissage profond	**ASI9.2**	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
	Traitement d'image et du son	**ASI9.4**	4	2	1h30	1h30		45h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 5.1.2. Crédits : 8 Coefficients : 5	Commande des robots	**ASI9.3**	5	3	1h30	1h30	1h30	67h30	40% (20% TD + 20% TP)	60%
	Systèmes temps réel	**ASI9.5**	3	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 5.1 Crédits : 7 Coefficients : 5	Instrumentation virtuelle	**ASI9.6**	2	1	1h30		1h30	45h00	40%	60%
	Conception et développement WEB	**ASI9.7**	3	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
UE Transversale Code : UET 5.1 Crédits : 3 Coefficients : 3	Recherche documentaire et Conception de mémoire	**ASI9.8**	1	1	1h30	-	-	22h30		100%
	Reverse engineering	**ASI9.9**	2	2	1h30		1h30	45h00	40%	60%
Volume Horaire Total			**30**	**19**	**15H00**	**03H00**	**12H00**	**427H30**		

Semestre 10 Ingénieur specialité

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

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

Ce tableau est donné à titre indicatif

Évaluation du Projet de Fin de Cycle d'Ingénieur

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

Programmes détaillés des matières du 1er semestre

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEF 1.1.1
Matière 3: Analyse 1
VHS: 67h30 (Cours: 1h30, TD: 3h00)
Crédits: 6
Coefficient: 3

Pré requis :
Notions de base des mathématiques des classes Terminales (ensembles, fonctions, équations, …).

Objectifs de l'enseignement
Cette première matière d'Analyse I est notamment consacrée à l'homogénéisation des connaissances des étudiants à l'entrée de l'université. Les premiers éléments nouveaux sont enseignés de manière progressive afin de conduire les étudiants vers les mathématiques plus avancées. Les notions abordées dans cette matière sont fondamentales et parmi les plus utilisées dans le domaine des Sciences et Technologies.

Contenu de la matière:

Chapitre 1 : Propriétés de l'ensemble R

1. Partie majorée, minorée et bornée.
2. Élément maximum, élément minimum.
3. Borne supérieure, borne inférieure.
4. Valeur absolue, partie entière.

Chapitre 2 : Suites numériques réelles

1. Suites convergentes.
2. Théorèmes de comparaison.
3. Théorème de convergence monotone.
4. Suites extraites.
5. Suites adjacentes.
6. Suites particulières (arithmétiques, géométriques, récurrentes)

Chapitre 3 : Les fonctions réelles à une seule variable

1. Limites et continuité des fonctions
2. Dérivée et différentielle d'une fonction
3. Applications aux fonctions élémentaires (puissance, exponentielle, hyperbolique, trigonométrique et logarithmique)

Chapitre 4 : Développement limité

1. Développement limité
2. Formule de Taylor
3. Développement limité des fonctions

Chapitre 5: Intégrales simples

1 Rappels sur l'intégrale de Riemann et sur le calcul de primitives.

Mode d'évaluation :

Interrogation écrite, devoir surveillée, examen final

Références bibliographiques:

1- K. Allab, Eléments d'analyse, Fonction d'une variable réelle, 1re& 2e années d'université, Office des Publications universitaires.
2- J. Rivaud, Algèbre : Classes préparatoires et Université Tome 1, Exercices avec solutions, Vuibert.
3- N. Faddeev, I. Sominski, Recueil d'exercices d'algèbre supérieure, Edition de Moscou

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEF 1.1.2

Matière 3: Algèbre 1
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Pré requis :
Notions de base des mathématiques des classes Terminales (ensembles, fonctions, équations, …).

Objectifs de l'enseignement
Cette première matière d'Algèbre I est notamment consacrée à l'homogénéisation des connaissances des étudiants à l'entrée de l'université. Les premiers éléments nouveaux sont enseignés de manière progressive afin de conduire les étudiants vers les mathématiques plus avancées. Les notions abordées dans cette matière sont fondamentales et parmi les plus utilisées dans le domaine des Sciences et Technologies.

Contenu de la matière:

Chapitre 1. Les ensembles, les relations et les applications (5 semaines)

1. Théorie des ensembles.
2. Relation d'ordre, Relations d'équivalence.
3. Application injective, surjective, bijective et fonction réciproque: définition d'une application, image directe, image réciproque, caractéristique d'une application.

Chapitre 2 : Les nombres complexes (5 semaines)

1. Définition d'un nombre complexe.
2. Représentation d'un nombre complexe : Représentation algébrique, représentation trigonométrique, représentation géométrique, représentation exponentielle.
3. Racines d'un nombre complexe : racines carrées, résolution de l'équation $az^2 + bz + c = 0$, racines nième d'un nombre complexe.

Chapitre 3 : Espace vectoriel (5 semaines)

1. Espace vectoriel, base, dimension (définitions et propriétés élémentaires).
2. Application linéaire, noyau, image, rang.

Mode d'évaluation :
Interrogation écrite, devoir surveillée, examen final

Références bibliographiques:

1. J. Rivaud, Algèbre : Classes préparatoires et Université Tome 1, Exercices avec solutions, Vuibert.
2. N. Faddeev, I. Sominski, Recueil d'exercices d'algèbre supérieure, Edition de Moscou
3. M. Balabne, M. Duflo, M. Frish, D. Guegan, Géométrie – 2e année du 1er cycle classes préparatoires, Vuibert Université.
4. B. Calvo, J. Doyen, A. Calvo, F. Boshet, Exercices d'algèbre, 1er cycle scientifique préparation aux grandes écoles 2e année, Armand Colin – Collection U.

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEF 1.1.1

Matière : Probabilités et statistiques
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 2

Objectifs de la matière
Ce module permet aux étudiants de voir les notions essentielles da la probabilité et de la statistique, à savoir : les séries statistiques à une et à deux variables, la probabilité sur un univers fini et les variables aléatoires.

Connaissances préalables recommandées
Mathématiques 1 et Mathématiques 2

Contenu de la matière:

Partie A : Statistiques
Chapitre 1: Définitions de base (1 semaine)
A.1.1 Notions de population, d'échantillon, variables, modalités
A.1.2 Différents types de variables statistiques : qualitatives, quantitatives, discrètes, continues.

Chapitre 2: Séries statistiques à une variable (3 semaines)
A.2.1 Effectif, Fréquence, Pourcentage.
A.2.2 Effectif cumulé, Fréquence cumulée.
A.2.3 Représentations graphiques : diagramme à bande, diagramme circulaire, diagramme en bâton. Polygone des effectifs (et des fréquences). Histogramme. Courbes cumulatives.
A.2.4 Caractéristiques de position
A.2.5 Caractéristiques de dispersion : étendue, variance et écart-type, coefficient de variation.
A.2.6 Caractéristiques de forme.

Chapitre 3: Séries statistiques à deux variables (3 semaines)
A.3.1 Tableaux de données (tableau de contingence). Nuage de points.
A.3.2 Distributions marginales et conditionnelles. Covariance.
A.3.3 Coefficient de corrélation linéaire. Droite de régression et droite de Mayer.
A.3.4 Courbes de régression, couloir de régression et rapport de corrélation.
A.3.5 Ajustement fonctionnel.

Partie B : Probabilités
Chapitre 1 : Analyse combinatoire (1 Semaine)
B.1.1 Arrangements
B.1.2 Combinaisons
B.1.3 Permutations.

Chapitre 2 : Introduction aux probabilités (2 semaines)
B.2.1 Algèbre des évènements
B.2.2 Définitions
B.2.3 Espaces probabilisés
B.2.4 Théorèmes généraux de probabilités

Chapitre 3 : Conditionnement et indépendance (1 semaine)
B.3.1 Conditionnement,
B.3.2 Indépendance,
B.3.3 Formule de Bayes.

Chapitre 4 : Variables aléatoires (1 Semaine)
B.4.1 Définitions et propriétés,
B.4.2 Fonction de répartition,
B.4.3 Espérance mathématique,

B.4.4 Covariance et moments.

Chapitre 5 : Lois de probabilité discrètes et continues usuelles (3 Semaines)
Bernoulli, binomiale, Poisson, ... ; Uniforme, normale, exponentielle, ...

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

Références bibliographiques:
1. D. Dacunha-Castelle and M. Duflo. Probabilités et statistiques : Problèmes à temps fixe. Masson, 1982.
2. J.-F. Delmas. Introduction au calcul des probabilités et à la statistique. Polycopié ENSTA, 2008.
3. W. Feller. an Introduction to Probability Theory and its Applications, Volume 1. Wiley & Sons, Inc., 3rd edition, 1968.
4. G. Grimmett, D. Stirzaker, Probability and Random Processes, Oxford University Press, 2nd edition, 1992.
5. J. Jacod and P. Protter, Probability Essentials, Springer, 2000.
6. A. Montfort. Cours de statistique mathématique. Economica, 1988.
7. A. Montfort. Introduction à la statistique. Ecole Polytechnique, 1991

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEF 1.1.3
Matière : Elément de mécanique
VHS: 67h30 (Cours: 1h30, TD: 3h00)
Crédits: 6

Coefficient: 3

Prérequis :
Il est recommandé d'avoir bien maîtrisé les sciences physiques et les mathématiques de base dans le cycle secondaire

Objectifs :
L'enseignement de cette matière permet à l'étudiant d'acquérir les notions fondamentales de la mécanique classique liée au point matériel à travers :
- la cinématique
- la dynamique
- et les concepts travail et énergie.

Contenu de la matière : Physique 1 (Mécanique)

Chapitre I : Rappel
- Analyse dimensionnelle
- Analyse vectorielle

Chapitre II : Cinématique
- Notion de Référentiel
- Etude de mouvements dans l'espace (cas général, circulaire, rectiligne, coordonnées intrinsèques)
- Systèmes de coordonnées (cartésien, polaire, cylindrique, sphérique)
- Mouvement relatif (lois de compositions des vitesses et accélérations)

Chapitre III : Dynamique
- Principe d'inertie, Masse d'inertie et référentiel Galiléen
- Quantité de mouvement – Principe de conservation de la quantité de mouvement
- Notion de Force,
- Lois de Newton
- Equation différentielle du mouvement
- Différents types de force (gravitation, élastique, visqueuse,…)

Chapitre IV : Mouvement de rotation
- Moment cinétique, Moment d'une Force
- Théorème du moment cinétique et Moment d'inertie
- Applications : torsion, pendule,…

Chapitre V : Travail, puissance, énergie
- Travail et puissance d'une force
- Energie cinétique
- Energie potentielle (gravitationnelle, élastique,…) et états d'équilibres.
- Forces conservatives et non conservatives.
- Conservation de l'énergie.
- Impulsion et chocs (élastique et inélastique)

<u>Travaux Pratiques de physique 1 :</u>

- Mesure et calculs des incertitudes

- Chute libre
- Plan incliné
- Mouvement circulaire
- Pendule simple
- Pendule oscillant
- Frottement solide-solide

Mode d'évaluation:

Interrogation écrite, devoir surveillé, examen final, compte rendu TP,

Semestre: 1

Unité d'enseignement: UEF 1.1.4

Matière 3: Structure de la matière
VHS: 67h00 (Cours: 1h30, TD: 3h00)
Crédits: 6
Coefficient: 3

Objectifs de l'enseignement

L'enseignement de cette matière permet à l'étudiant l'acquisition des formalismes de base en chimie notamment au sein de la matière décrivant l'atome et la liaison chimique, les éléments chimiques et le tableau périodique avec la quantification énergétique. Rendre les étudiants plus aptes à résoudre des problèmes de chimie.

Connaissances préalables recommandées

Notions de base de mathématique et de Chimie générale.

Contenu de la matière:

Chapitre 1 : Notions fondamentales (2 Semaines)

Etats et caractéristiques macroscopiques des états de la matière, changements d'états de la matière, notions d'atome, molécule, mole et nombre d'Avogadro, unité de masse atomique, masse molaire atomique et moléculaire, volume molaire, Loi pondérale : Conservation de la masse (Lavoisier), réaction chimique, Aspect qualitatif de la matière, Aspect quantitatif de la matière.

Chapitre 2 : Principaux constituants de la matière (3 Semaines)

Introduction : Expérience de Faraday : relation entre la matière et l'électricité**,** Mise en évidence des constituants de la matière et donc de l'atome et**,** quelques propriétés physiques (masse et charge), Modèle planétaire de Rutherford, Présentation et caractéristiques de l'atome (Symbole, numéro atomique Z, numéro de masse A, nombre de proton, neutrons et électron), Isotopie et abondance relative des différents isotopes, Séparation des isotopes et détermination de la masse atomique et de la masse moyenne d'un atome : Spectrométrie de masse : spectrographe de Bainbridge, Energie de liaison et de cohésion des noyaux, Stabilité des noyaux.

Chapitre 3 : Radioactivité – Réactions nucléaires (2Semaines)

Radioactivité naturelle (rayonnements α, β et γ), Radioactivité artificielle et les réactions nucléaires, Cinétique de la désintégration radioactive, Applications de la radioactivité.

Chapitre 4 : Structure électronique de l'atome (2Semaines)

Dualité onde-corpuscule, Interaction entre la lumière et la matière, Modèle atomique de Bohr : atome d'hydrogène, L'atome d'hydrogène en mécanique ondulatoire, Atomes poly électroniques en mécanique ondulatoire.

Chapitre 5 : Classification périodique des éléments (3 Semaines)

Classification périodique de D. Mendeleiev, Classification périodique moderne, Evolution et périodicité des propriétés physico-chimiques des éléments, Calcul des rayons (atomique et ionique), les énergies d'ionisation successives, affinité électronique et l'électronégativité (échelle de Mulliken) par les règles de Slater.

Chapitre 6 : Liaisons chimiques (3 Semaines)

La liaison covalente dans la théorie de Lewis, La Liaison covalente polarisée, moment dipolaire et caractère ionique partielle de la liaison, Géométrie des molécules : théorie de Gillespie ou VSEPR, La liaison chimique dans le modèle quantique.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques

1. Ouahes, Devallez, Chimie Générale, OPU.
2. S.S. Zumdhal & coll., Chimie Générale, De Boeck Université.
3. Y. Jean, Structure électronique des molécules : 1 de l'atome aux molécules simples, 3e édition, Dunod, 2003.
4. F. Vassaux, La chimie en IUT et BTS.
5. A. Casalot & A. Durupthy, Chimie inorganique cours 2ème cycle, Hachette.
6. P. Arnaud, Cours de Chimie Physique, Ed. Dunod.
7. M. Guymont, Structure de la matière, Belin Coll., 2003.
8. G. Devore, Chimie générale : T1, étude des structures, Coll. Vuibert, 1980.
9. M. Karapetiantz, Constitution de la matière, Ed. Mir, 1980.

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEM 1.1.1
Matière : TP Elément de mécanique
VHS: 22H30 (TP: 3h00)

Crédits: 2
Coefficient: 1

Prérequis :
Il est recommandé d'avoir bien maîtrisé les sciences physiques et les mathématiques de base dans le cycle secondaire

Objectifs :
L'enseignement de cette matière permet à l'étudiant d'acquérir les notions fondamentales de la mécanique classique liée au point matériel à travers :
- la cinématique
- la dynamique
- et les concepts travail et énergie.

Travaux Pratiques de physique 1 :

- Mesure et calculs des incertitudes
- Chute libre
- Plan incliné
- Mouvement circulaire
- Pendule simple
- Pendule oscillant
- Frottement solide-solide

Mode d'évaluation:
Contrôle continu : 100%

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEM 1.1.2
Matière 3: TP Structure de la matière
VHS: 22h30 (TD: 1h30)

Crédits: 2
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement

L'enseignement de cette matière permet à l'étudiant l'acquisition des formalismes de base en chimie notamment au sein de la matière décrivant l'atome et la liaison chimique, les éléments chimiques et le tableau périodique avec la quantification énergétique. Rendre les étudiants plus aptes à résoudre des problèmes de chimie.

Connaissances préalables recommandées

Notions de base de mathématique et de Chimie générale.

Travaux Pratiques « Structure de la matière »

TP N° 1 : TP préliminaire : Sécurité au laboratoire de chimie et description du matériel et de la verrerie.
TP N° 2 : Changement d'état de l'eau : Passage de l'état liquide à l'état solide et de l'état liquide à l'état vapeur.
TP N° 3 : Détermination de la quantité de matière.
TP N° 4 : Détermination de la masse moléculaire.
TP N° 5 : Calcul d'incertitudes - Détermination du rayon ionique
TP N° 6 : Détermination des volumes molaires partiels dans une solution binaire.
TP N° 7 : Analyse qualitative des Cations (1er, 2ème, 3ème et 4ème groupe).
TP N° 8 : Analyse qualitative des Anions.
TP N° 9 : Identification des ions métalliques par la méthode de la flamme
TP N°10 : Séparation et recristallisation de l'acide benzoïque.
TP N°11 : Construction et étude de quelques structures compactes.
TP N°12 : Étude des structures ioniques

Références bibliographiques

1. Ouahes, Devallez, Chimie Générale, OPU.
2. S.S. Zumdhal & coll., Chimie Générale, De Boeck Université.
3. Y. Jean, Structure électronique des molécules : 1 de l'atome aux molécules simples, 3e édition, Dunod, 2003.
4. F. Vassaux, La chimie en IUT et BTS.
5. A. Casalot & A. Durupthy, Chimie inorganique cours 2ème cycle, Hachette.
6. P. Arnaud, Cours de Chimie Physique, Ed. Dunod.
7. M. Guymont, Structure de la matière, Belin Coll., 2003.
8. G. Devore, Chimie générale : T1, étude des structures, Coll. Vuibert, 1980.
9. M. Karapetiantz, Constitution de la matière, Ed. Mir, 1980.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 100%

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEM 1.1.3
Matière 3: Structure des ordinateurs et applications

VHS: 45h00 (TP: 3h00)
Crédits: 2
Coefficient: 2

Objectif et recommandations:
L'objectif de la matière est de permettre aux étudiants d'apprendre à programmer avec un langage évolué (Fortran, Pascal ou C). Le choix du langage est laissé à l'appréciation de chaque établissement. La notion d'algorithme doit être prise en charge implicitement durant l'apprentissage du langage.

Connaissances préalables recommandées
Notions élémentaires de la technologie du Web.

Contenu de la matière:

Partie 1.Introduction à l'informatique (5 Semaines)
1- Définition de l'informatique
2- Evolution de l'informatique et des ordinateurs
3- Les systèmes de codage des informations
4- Principe de fonctionnement d'un ordinateur
5- Partie matériel d'un ordinateur
6- Partie système
Les systèmes de base (les systèmes d'exploitation (Windows, Linux, Mac OS,...)
Les langages de programmations, les logiciels d'application

Partie 2.Notions d'algorithme et de programme (10 Semaines)
1- Concept d'un algorithme
2- Représentation en organigramme
3- Structure d'un programme
4- La démarche et analyse d'un problème
5- Structure des données : Constantes et variables, Types de données
6- Les opérateurs: opérateur d'affectation, Les opérateurs relationnels, Les opérateurs logiques, Les opérations arithmétiques, Les priorités dans les opérations
7- Les opérations d'entrée/sortie
8- Les structures de contrôle : Les structures de contrôle conditionnel, Les structures de contrôle répétitives

TP Informatique 1 :
Les TP ont pour objectif d'illustrer les notions enseignées durant le cours. Ces derniers doivent débuter avec les cours selon le planning suivant :
• TP d'initiation et de familiarisation avec la machine informatique d'un point de vue matériel et systèmes d'exploitation (exploration des différentes fonctionnalités des OS)
• TP d'initiation à l'utilisation d'un environnement de programmation (Edition, Assemblage, Compilation, etc.)
• TP d'application des techniques de programmation vues en cours.

Mode d'évaluation:
Contrôle continu: 100%

Références bibliographiques
1- John Paul Mueller et Luca Massaron, Les algorithmes pour les Nuls grand format, 2017.
2- Charles E. Leiserson, Clifford Stein et Thomas H. Cormen, Algorithmique: cours avec 957 exercices et 158 problèmes, 2017.
3- Thomas H. Cormen, Algorithmes: Notions de base, 2013.

Semestre: 1
Unité d'enseignement : UET 1.1.1
Matière : Dimension éthique et déontologique (les fondements)
VHS : 22h30 (Cours : 1h30)
Crédits : 1

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours a pour objectif principal de faciliter l'immersion d'un individu dans la vie étudiante et sa transition en adulte responsable. Il permet de développer la sensibilisation des étudiants aux principes éthiques. Les initier aux règles qui régissent la vie à l'université (leurs droits et obligations vis-à-vis de la communauté universitaire) et dans le monde du travail, de sensibiliser au respect et à la valorisation de la propriété intellectuelle et leur expliquer les risques des maux moraux telle que la corruption et à la manière de les combattre.

Connaissances préalables recommandées:

Aucune

Contenu de la matière:

I. Notions Fondamentales – مفاهم أساسية (2 semaines)

Définitions :

1. Morale :
2. Ethique :
3. Déontologie « Théorie de Devoir »:
4. Le droit :
5. Distinction entre les différentes notions
   - A. Distinction entre éthique et Morale
   - B. Distinction entre éthique et déontologie

II. Les Référentiels – المرجعيات (2 semaines)

Les références philosophiques
La référence religieuse
L'évolution des civilisations
La référence institutionnelle

III. La Franchise Universitaire – الحرم الجامعي (3 semaines)

Le Concept des franchises universitaires
Textes réglementaires
Redevances des franchises universitaires
Acteurs du campus universitaire

IV. Les Valeurs Universitaires – القيم الجامعية (2 semaines)

Les Valeurs Sociales
Les Valeurs Communautaires
Valeurs Professionnelles

V. Droits et Devoirs (2 semaines)

Les Droits de l'étudiant
Les devoirs de l'étudiant
Droits des enseignants
Obligations du professeur-chercheur
Obligations du personnel administratif et technique

VI. Les Relations Universitaires (2 semaines)

Définition du concept de relations universitaires
Relations étudiants-enseignants
Relation étudiants – étudiants
Relation étudiants - Personnel
Relation Etudiants – Membres associatifs

VII. Les Pratiques (2 semaines)

Les bonnes pratiques Pour l'enseignant
Les bonnes pratiques Pour l'étudiant

Références bibliographiques

1. Recueil des cours d'éthique et déontologie des universités algériennes.
2. BARBERI (J.-F.), 'Morale et droit des sociétés', *Les Petites Affiches*, n° 68, 7 juin 1995.
3. J. Russ, *La pensée éthique contemporaine*, Paris, puf, *Que sais-je ?,* 1995.
4. LEGAULT, G. A., Professionnalisme et délibération éthique, Québec, Presses de l'Université du Québec, 2003.
5. SIROUX, D., 'Déontologie', dans M. Canto-Sperber (dir.), Dictionnaire d'éthique et de philosophie morale, Paris, Quadrige, 2004.
6. Prairat, E. (2009). Les métiers de l'enseignement à l'heure de la déontologie. *Education et Sociétés, 23*.
7. https://elearning.univ-annaba.dz/pluginfile.php/39773/mod_resource/content/1/Cours%20Ethique%20et%20la%20d%C3%A9ontologie.pdf .

Mode d'évaluation:

Examen final : 100%

Semestre: 1

Unité d'enseignement : UET 1.1.2
Matière : Histoire de l'Algérie
VHS : 22h30 (Cours : 1h30)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement

Ce cours a pour objectif de donner aux étudiants une vision globale et chronologique des grandes étapes de l'histoire de l'Algérie, depuis l'avènement de l'islam jusqu'à l'édification de l'État national indépendant. Il permet de comprendre les dynasties musulmanes, la régence ottomane, la colonisation française, les résistances populaires, le mouvement national et la révolution de libération. Il vise également à développer l'esprit critique de l'étudiant face aux sources historiques et à renforcer sa conscience identitaire et son attachement à la mémoire nationale.

Connaissances préalables recommandées

Aucune.

Contenu de la matière

I. L'Algérie et l'âge d'or de la civilisation islamique (VIIe – XVIe siècle) – الحضارة ازدهار وعصر الجزائر الإسلامية ***(2 semaines)***

- La conquête islamique du Maghreb et le rôle de l'Algérie dans la diffusion de l'islam en Afrique.
- Les savants et érudits algériens (Ibn Khaldoun, Abderrahmane Thaâlibi, Abou Zeid El Kairouani, Abdelhamid Ibn Badis…).
- Les mouvements réformistes religieux et la résistance culturelle face à la pénétration européenne.
- Les dynasties musulmanes d'Algérie : Rostémides, Fatimides, Zirides, Hammadides, Almohades, Zianides et Hafsides.
- La vie scientifique, culturelle et urbaine : zaouïas, médersas, traduction, architecture islamique.

II. L'Algérie ottomane : pouvoir, marine et diplomatie (1519-1830) – العثماني العهد في الجزائر: والبحرية السلطة والدبلوماسية ***(3 semaines)***

- Le contexte du rattachement d'Alger à la Régence ottomane et les étapes du pouvoir (Beylerbeys, Pachas, Aghas, Deys).
- L'organisation politique, administrative, militaire et économique de la Régence.
- La marine algérienne : naissance, apogée (XVIe-XVIIe siècle), déclin, puis disparition avec l'occupation française.
- Les relations internationales de l'Algérie avec l'Empire ottoman, les puissances européennes et les puissances émergentes (États-Unis, Russie).
- La vie sociale, culturelle et religieuse de l'Algérie à l'époque ottomane.

III. La conquête française et l'effondrement de la souveraineté nationale (1830-1847) – الفرنسي الاحتلال الوطنية السيادة وانهيار ***(3 semaines)***

- Le contexte international et interne précédant l'occupation, et l'incident dit du « coup d'éventail » (1827).
- La campagne militaire française, le débarquement de Sidi-Ferruch et la chute d'Alger (5 juillet 1830).
- Les méthodes de l'occupation coloniale et ses premières conséquences politiques, économiques et socioculturelles.
- La résistance de l'Émir Abdelkader (1832-1847) : l'émirat, les grandes batailles, les traités et la reddition.
- La résistance d'Ahmed Bey à Constantine (1830-1848).

IV. Les résistances populaires (1850-1871) – الشعبية المقاومات ***(2 semaines)***

- Les résistances des zaouïas et des tribus (Zaâtcha, Ouled Sidi Cheikh, Bouamama…).
- La résistance d'El Mokrani et du Cheikh El Haddad (1871) : causes, déroulement, répression.
- Les caractéristiques communes des résistances populaires : spontanéité, dispersion géographique, absence de direction unifiée.
- Les conséquences de la répression française (confiscations de terres, déportations en Nouvelle-Calédonie).

V. Le mouvement national et la préparation de la révolution (1900-1954) – الحركة الوطنية والتحضير للثورة ***(2 semaines)***

- Les courants politiques et intellectuels : l'élite réformiste, l'Association des Oulémas musulmans algériens, le Parti communiste algérien, l'Étoile nord-africaine puis le PPA.
- L'évolution du mouvement national pendant la Seconde Guerre mondiale, le Manifeste du peuple algérien (1943) et les massacres du 8 mai 1945.
- La crise du parti du peuple et du MTLD, la création de l'Organisation spéciale (OS) et la réunion historique des « 22 » (juin 1954).

VI. La Révolution de libération et la construction de l'État indépendant (1954-1978) – ثورة التحرير وبناء الدولة المستقلة ***(3 semaines)***

- Le déclenchement de la révolution du 1er novembre 1954 et les réactions locales et internationales.
- Les grandes étapes de la révolution (1954-1962) : Congrès de la Soummam, internationalisation de la cause algérienne, négociations et accords d'Évian.
- L'indépendance (5 juillet 1962) et les premiers défis de l'État algérien naissant.
- Les grandes réformes politiques, économiques (nationalisations, plans de développement) et éducatives de la période 1962-1978.

Mode d'évaluation

Examen : 100%.

Références bibliographiques

1. Mahfoud Kaddache, L'Algérie durant la période ottomane, Office des Publications Universitaires, Alger.
2. Mahfoud Kaddache, Histoire du nationalisme algérien (1919-1951), SNED, Alger, 1980.
3. Abou El Kacem Saadallah, تاريخ الجزائر الثقافي (Histoire culturelle de l'Algérie), plusieurs tomes.
4. Charles-Robert Ageron, Histoire de l'Algérie contemporaine, PUF, Paris, 1979.
5. Charles-André Julien, Histoire de l'Afrique du Nord, Payot, Paris.
6. Yves Lacoste, André Nouschi, André Prenant, L'Algérie, passé et présent, Éditions sociales, Paris, 1960.
7. Ministère des Moudjahidine et des Ayants droit, documents et archives officielles sur la Révolution algérienne.

Programmes détaillés des matières du semestre 2

Semestre: 2

Unité d'enseignement: UEF 1.2.1
Matière : Analyse 2
VHS: 67h30 (Cours: 1h30, TD: 3h00)
Crédits: 6
Coefficient: 2

Prérequis :
Il est recommandé de maîtriser les bases fondamentales du calcul d'intégrales et des primitives et des mathématiques enseignées en S1

Objectifs :
De première importance pour un scientifique, cette matière permet à l'étudiant d'acquérir:

- les méthodes de résolution d'équations différentielles nécessaires pour les problèmes rencontrés en ingénierie et en physique
- les méthodes de calcul de dérivabilité et d'intégrales des fonctions à plusieurs variables (surfaces volumes), les différentes formes de développement limité

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Equations différentielles ordinaires

1. Equations différentielles ordinaires du premier ordre
1.1 Note Historique.
1.2 Modèle physique conduisant à une équation différentielle.
1.3 Définitions générales
1.4 Notions générales sur les équations différentielles du premier ordre.
□□Solution générale. Solution particulière.
1.5 Equations à variables séparées et séparables.
1.6 Equations homogènes du premier ordre. Définitions et exemples.
□□Résolution de l'équation homogène.
1.7 Equations se ramenant aux équations homogènes.
□□Résolution de l'équation linéaire.
1.8 Equation de Bernoulli.
□□Définition. Résolution de l'équation de Bernoulli.
2. Equations différentielles du second ordre
2.1 Note Historique.
2.2 Equations linéaires homogènes. Définitions et propriétés générales.
2.3 Equations linéaires homogènes du second ordre à coefficients constants
Les racines de l'équation caractéristique sont réelles et distinctes.
Les racines de l'équation caractéristique sont complexes.
L'équation caractéristique admet une racine réelle double.
2.4 Equations différentielles linéaires homogènes d'ordre n à coefficients constants.
Définition. Solution générale. Méthode générale de calcul de n solutions linéairement indépendantes de l'équation homogène.
2.5 Equations linéaires non homogènes du second ordre
Méthode de la variation des constantes arbitraires.
2.6 Equations linéaires non homogènes du second ordre à coefficients constants
Cas où le second membre est de la forme
a. Le nombre n'est pas une racine de l'équation caractéristique :
b. est une racine simple de l'équation caractéristique :
c. est une racine double de l'équation caractéristique :
Cas où le second membre est de la forme

a. si n'est pas racine de l'équation caractéristique :
b. si est racine de l'équation caractéristique :

Chapitre 2 : Fonctions de plusieurs variables. Notions de limite, continuité, dérivées partielles, différientiabilité

2.1 Note historique
2.2 Domaine de définition.
2.3 Notion de limite.
Introduction. Notion de voisinage. Définition de la limite d'une fonction de deux variables. Ne pas confondre limite suivant une direction et limite.
2.4 Continuité des fonctions de deux variables.
2.5 Dérivées partielles d'ordre un.
Définition des dérivées partielles d'ordre un d'une fonction de 2 variables en un point (x_0,y_0)
La fonction dérivée partielle. Dérivées partielles d'ordre deux. Continuité et existence des dérivées partielles $((\partial f)/(\partial x))$ et $((\partial f)/(\partial y))$
2.6 Fonctions différentiables.
Introduction. Définition des fonctions différentiables. Cas des fonctions d'une variable réelle $f:\mathbb{R}\rightarrow\mathbb{R}$.
Définition des fonctions différentiables. Cas des fonctions de deux variables $f:\mathbb{R}^2\rightarrow\mathbb{R}$
Relation entre fonction différentiable et existence des dérivées partielles $((\partial f)/(\partial x))$ et $((\partial f)/(\partial y))$. Relation entre différentiabilité et continuité.
2.7 Notion de différentielle d'une fonction de deux variables.
2.8 Dérivées partielles des fonctions composées.
Dérivées partielles des fonctions composées du type 1. Dérivées des fonctions composées du type 2.
2.9 Formule de Taylor des fonctions de 2 variables.
Dérivées partielles d'ordre n, n>2.
2.10 Optimisation différentiable dans $\mathbb{R}^2$.
Définitions d'optimum local et global. Conditions nécessaires d'optimalité. Conditions suffisantes d'optimalité.

Chapitre 3

1. Intégrales doubles
1.1 Définition de l’intégrale double
1.2 Exemples
1.3 Propriétés de l’intégrale double
- Linéarité,
- Conservation de l’ordre,
- Additivité.

1.4 Théorème de Fubini dans le cas d’un domaine borné $\mathbb{R}$.
1.5 Calcul des intégrales doubles
- Calcul direct,
- Changement de variables dans une intégrale double (Formule de changement de variables).

1.6 Applications :Centre de gravité, Moment d’inertie.
2. Intégrales Triples
2.1 Généralisation de la notion d’intégrales doubles aux intégrales triples.
2.2 Calcul d’une intégrale triple
- Calcul direct
- Calcul par changement de variables (Formule de changement de variables pour une intégrale triple).

- Volume sous le graphe d'une fonction de deux variables.
- Calcul de volume de certains corps solides.

2.3 Applications :Centre de gravité, Moment d'inertie.

Mode d'évaluation :

Interrogation écrite, devoir surveillée, examen final

Références bibliographiques:

[1] Kada Allab, Eléments d'Analyse. Office des publications Universitaires. Ben Aknoun. Alger 1984
[2] N. Piskounov, Calcul différentiel et integral. Editions Mir. Moscou 1978
[3] J. Dixmier, Cours de mathématiques du premier cycle. 1ère année. Gauthiers-Villars. Paris 1976
[4] R. Murray Spiegel. Théorie et applications de l'Analyse. McGraw-Hill, Paris 1973
[5] G. Flory, Topologie, Analyse. Exercices avec solutions. Vuibert. Paris 1978

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEF 1.2.2
Matière : Algèbre 2
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)

Crédits: 4
Coefficient: 2

Prérequis :
- Algèbre 1

Objectifs :
- Consolider les acquis du 1er semestre.
- Etudier de nouveaux concepts : somme de plusieurs sous-espaces vectoriels, sous-espaces stables, trace.
- Passer du registre géométrique au registre matriciel et inversement.

Contenu de l'enseignement :

Chapitre 1 : Espaces vectoriels
- Définition (sur $\mathbb{R}$ et$\mathbb{C}$).
- Sous-espaces vectoriels.
- Somme de sous-espaces.
- Sous-espaces supplémentaires.
- Famille libre. Famille liée. Base (finie).

Chapitre 2 : Applications linéaires
- Définition (opérations).
- Noyau et image.
- Rang d'une application linéaire.
- Théorème du rang.
- Caractérisation de l'injection, de la surjection et de la bijection.

Chapitre 3 : Matrices, matrices associées et déterminants
- Définition (comme tableau de nombres). Matrices particulières.
- Opérations sur les matrices. L'espace vectoriel des matrices.
- Déterminants (définition (ordre 2, 3 et généralisation) et propriétés).
- Matrice inversible.
- Ecriture matricielle d'une application linéaire.
- Correspondance entre les opérations sur les applications linéaires et celles sur les matrices.
- Matrice de changement de bases (matrice de passage).
- Effet d'un changement de base sur la matrice d'une application linéaire.

Chapitre 4 : Systèmes d'équations linéaires
- Définitions et interprétations.
- Systèmes de Cramer (cas général).

Chapitre 5 : Réduction des matrices.
- Valeurs propres.

- Vecteurs propres.
- Polynômes caractéristiques. Théorème de Cayley-Hamilton.
- Caractérisation des matrices diagonalisables.
- Caractérisation des matrices trigonalisables.
- Applications de la réduction.

Références bibliographiques :

- A.KUROSH : Cours d'algèbre supérieure. Edition MIR MOSCOU.
- D.FADEEV et I.SOMINSKY : Recueil d'exercices d'algèbre supérieure. Edition MIR MOSCOU.
- J.RIVAUD : Exercices avec solutions tome 1 VUIBERT.
- J.RIVAUD : Exercices avec solutions tome 2 VUIBERT.
- LEBSIR HABIB : Travaux dirigés d'algèbre générale. Dar el-houda Ain M'LILA.
- Jean-Pierre Escofier : Toute l'algèbre de la licence. Cours et exercices corrigés. Dunod.
- J.Lelong-Ferrand, J.M.Arnaudiès : Cours de mathématiques. Tome 1 Algèbre 3^{e}édition. Classes préparatoires 1^{er}cycle universitaire. Dunod.
- A.DONEDDU : ALGEBRE ET GEOMETRIE 7 Mathématiques spéciales Premier cycle universitaire. VUIBERT.
- COLLET Valérie : MATHS Toute la deuxième année. ellipses

Modalités d'évaluation :

Interrogation, Devoir surveillé, Examen final

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEF 1.2.3
Matière Electricité et magnétisme
VHS: 67h30 (Cours : 1h30 – TD 3h00)
Crédits: 6

Coefficient: 3

Pré-requis :

- Notions de champ vectoriel et champ scalaire.
- Notions de calcul vectoriel.
- Charges électriques.

Objectifs:

- Identifier les sources des champs électrique et magnétique.
- Calculer et différencier les champs vectoriel et scalaire.
- Calculer le champ et le potentiel électriques produits par une distribution de charge.
- Calculer le champ magnétique produit par un courant électrique.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Champ et potentiel électrostatique
– La charge ponctuelle.
– La force électrique et loi de Coulomb.
– Champ et potentiel électrique (distribution discontinue de charge).
– Dipôle électrique : champ et potentiel électrique.
– Action du champ électrique sur un dipôle (orientation et état d'équilibre).
– Champ et potentiel électrique (distribution continue de charge).
– Théorème de Gauss.

Chapitre 2 : Les Conducteurs
– Propriétés de base.
– Charge induite et phénomènes d'influences
– Pression électrostatique. – Condensateurs, capacité (différents types), énergie emmagasinée.

Chapitre 3 : Courant électrique
– Notions d'intensité et de densité de courant.
– Résistance et loi d'Ohm, loi de Joule.

Chapitre 4 : Magnétostatique
– Introduction.
– Force magnétique et loi de Lorentz.
– Action d'un champ magnétique sur un courant électrique.
– Champ magnétique produit par un courant stationnaire : loi de Biot-Savart.
– Circulation du champ magnétique.
– Rotationnel du champ magnétique et loi d'Ampère.
– Flux du champ magnétique à travers une boucle fermée et induction.
– Equations de Maxwell.

Références bibliographiques :

- Physique, 2. Electricité et magnétisme, Harris Benson, éditions de Boeck.
- Physique, 2. Electricité et magnétisme, Eugene Hecht, éditions de Boeck.
- Physique Générale, Electricité et magnétisme, Douglas Giancoli, éditions de Boeck

Modalités d'évaluation :

Interrogation, Devoir Surveillé, compte rendu des travaux pratiques, Examen final.

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEF 1.2.4
Matière : Thermodynamique
VHS: 67h30 (Cours: 1h30, TD: 3h00)
Crédits: 6
Coefficient: 3

Objectifs :
Les connaissances acquises permettent de caractériser le comportement des substances liquides, solides et gazeuses et d'évaluer leurs propriétés thermodynamiques pour différentes conditions (température, pression, corps purs simples, mélange idéal et en changement de phase)

Contenu de la matière

Chapitre I : **Notions de base en thermodynamique**
I.1 Rappel mathématique sur les dérivées partielles
I.2 Propriétés et états d'un système
I.3 Processus, équilibre et cycle thermodynamique
I.4 Densité, volume spécifique,
I.5 Pression, température et énergie
Chapitre II: **Propriétés thermodynamiques des substances pures**
II.1 Le gaz parfait
II.2 Comportement réel des gaz
II.3 Etats correspondants et écarts résiduels
II.4 Propriétés des liquides et solides
Chapitre III: **Concepts fondamentaux de la thermodynamique**
II.1 Premier principe et applications
II.2 Entropie et deuxième principe
II.3 Bilan entropique et irréversibilité
II.4 Propriétés de l'énergie libre et équilibre thermodynamique
II.5 Potentiel chimique et fugacité
Chapitre IV: **Equilibres des processus physiques**
IV.1 Equilibres de phase d'une substance pure
IV.2 Propriétés thermodynamiques des transitions de phase
IV.3 Comportement idéal des mélanges gazeux, liquides et solides
IV.4 Equilibres de phases d'un composé en mélange idéal
IV.5 Solubilité idéale et coefficient de partage

References bibliographiques:
[1] Smith, E.B, Basic Chemical Thermodynamics, 2nd ed., Clarendon Press, Oxford, 1977.
[2] Rossini, F. D., Chemical Thermodynamics, Wiley, New York, 1950. Florence,
[3] Stanley I.Sandler,Chemical and Engineering Thermodynamics, Wiley, New York, 1977.
[4] Elliot,J, Lira C.T, Introductory chemical engineering Thermodynamics , Prentice –Hall (1999)
[5] Lewis G.N., Randal M., Thermodynamics, Mac Graw Hill
[6] Hougen O.A., Watson K.M., Chemical process principles, Vol II: thermodynamics John Wiley and sons

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEM 1.2
Matière : Dessin technique
VHS: 45h00 (TP: 3h00)
Crédits: 2
Coefficient: 2

Pré-requis :

- Formes géométriques de base

Objectifs:

- Acquisition des notions de base du dessin
- Connaître la terminologie technique
- Lire un plan

A l'issue de ce contenu, il est attendu que l'étudiant soit capable de :

- Reconnaître les différents formats de présentation des dessins et leurs différents éléments
- Lecture d'un plan
- Acquisition des notions de base du dessin
- Connaître la terminologie technique
- Apporter des corrections à un dessin

Contenu de la matière :

Chapitre 01 : Dessin technique (03h00)

1.1 Introduction générale
1.2 Écritures
1.3 Présentation des dessins
1.4 Traits
1.5 Échelles

Chapitre 02 : Tracés géométriques (03h00)

2.1 Intersections
2.2 Raccordements

Chapitre 03 : Géométrie descriptive (03h00)

3.1 Projection du point
3.2 Projection d'une droite sur un plan
3.2.1 Droite parallèle au plan
3.2.2 Droite perpendiculaire au plan
3.3 Projection d'une surface sur un plan
3.3.1 Surface parallèle au plan
3.3.2 Surface inclinée par rapport au plan
3.3.3 Surface perpendiculaire au plan

Chapitre 04 : Projections orthogonales (06h00)

4.1 Projection des pièces prismatiques
4.2 Projection des pièces cylindriques
4.3 Projection des pièces coniques
4.4 Projection des pièces mixtes

Chapitre 05 : Dessin en perspectives (1h30)

5.1 Perspectives cavalières
5.2 Perspectives isométriques

Chapitre 06 : Cotation (1h30)

6.1 Règles générales de cotation
6.2 Applications

Chapitre 07 : Sections et coupes (1h30)
7.1 Coupes simples
7.2 Sections sorties
7.3 Sections rabattues

Chapitre 08 : Dessins d'ensembles (1h30)
8.1 Définition
8.2 Application
8.3 Dessins de définitions des pièces composantes

Mode d'évaluation:
Contrôle continu : 100%

Références bibliographiques :

- A. Chevalier ; « Guide du dessinateur industriel »; hachette technique; Paris, 2011.
- A. Ricordeau, C. Corbet ; « Dossier de technologie de construction »; Casteilla; Paris, 2001.
- A. Ricordeau; « Géométrie descriptive appliquée au dessin »; Casteilla; Paris, 2009.
- C. Corbet, B. Duron ; « Lire le dessin technique »; Casteilla; Paris, 2005.

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEM 1.2.1
Matière 1: TP Electricité et magnétisme
VHS: 45h00 (TP: 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement
Consolider à travers des séances de Travaux Pratiques les notions théoriques abordées dans le cours de Physique 2.

Connaissances préalables recommandées
Mathématiques 1, Physique 1.

Contenu de la matière:

5 manipulations au minimum (3h00 / 15 jours)

- Présentation des instruments et outils de mesure (Voltmètre, Ampèremètre, Rhéostat, Oscilloscopes, Générateur, etc.).
- Les lois de Kirchhoff (loi des mailles, loi des nœuds).
- Théorème de Thévenin.
- Association et Mesure des inductances et capacités
- Charge et décharge d'un condensateur
- Oscilloscope
- TP sur le magnétisme

Mode d'évaluation:
Contrôle continu: 100%

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEM 1.2.2
Matière : TP Thermodynamique
VHS: 22h30 (TP: 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 1

Pré requis :

Néant

Objectifs :
Les connaissances acquises permettent de caractériser le comportement des substances liquides, solides et gazeuses et d'évaluer leurs propriétés thermodynamiques pour différentes conditions (température, pression, corps purs simples, mélange idéal et en changement de phase)

Travaux Pratiques de Thermodynamique :

TP N° 1 : Etude de l'équation d'état d'un gaz parfait.
TP N° 2 : Valeur en eau du calorimètre.
TP N° 3 : Chaleur massique : chaleur massique des corps liquides et solides.
TP N° 4 : Etude de la solidification de l'eau pure.
TP N° 5 : Chaleur latente : Chaleur latente de fusion de la glace.
TP N° 6 : Détermination de la chaleur latente de vaporisation.
TP N° 7 : Chaleur de réaction: Détermination de l'énergie libérée par une réaction chimique (HCl/NaOH).
TP N° 8 : Les fonctions thermodynamiques d'un équilibre Acide –Base.
TP N° 9 : Etude de la variation de la pression en fonction de la température à l'équilibre (l-g) pour un système pur : eau.
TP N° 10 : Tension de vapeur d'une solution.
TP N°11 : Diagramme d'équilibre pour un système binaire.
TP N°12 : Diagramme d'équilibre pour un système ternaire.

Mode d'évaluation:
Contrôle continu : 100%

.

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEM 1.2.3
Matière 3: Initiation à la programmation
VHS: 45h00 (TP:3h00)
Crédits: 2
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement
- Acquérir les bases fondamentales en programmation

- Maîtriser la syntaxe et les structures du langage C
- Comprendre les concepts algorithmiques de base
- Développer des compétences en résolution de problèmes par programmation
- Implémenter des programmes fonctionnels en langage C
- Acquérir les bonnes pratiques de programmation et de documentation du code

Connaissances préalables recommandées

- Aucune expérience préalable en programmation n'est requise
- Notions élémentaires de mathématiques (niveau terminale)
- Compétences de base en utilisation d'un ordinateur
- Connaissance basique d'un système d'exploitation

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Introduction à l'informatique et à la programmation (1 Semaines)

- Histoire des langages de programmation, Notion d'algorithme et de programmation, Le processus de développement d'un programmem Présentation de l'environnement de développement

Chapitre 2 : Structure d'un programme C et types de données (2 Semaines)

- Structure fondamentale d'un programme C ; Variables et constantes ; Types de données primitifs (int, float, double, char), Opérations arithmétiques et logiques

Chapitre 3 : Entrées/Sorties et expressions (2 Semaines)

- Utilisation des fonctions printf() et scanf(), Formatage des donnéesm Expressions et ordre d'évaluationm Conversions de types

Chapitre 4 : Structures de contrôle conditionnelles et de de contrôle itératives (3 Semaines)

- Instructions if-elsem Opérateurs de comparaisonm Opérateurs logiquesm Structure switch-casem Boucles while et do-whilem Boucle form Imbrication des bouclesm Instructions break et continue

Chapitre 5 : Fonctions et Tableaux et chaînes de caractères (3 Semaines)

- Définition et déclaration de fonctionsm Passage de paramètresm Valeurs de retourm Fonctions récursives, Déclaration et utilisation des tableauxm Tableaux multidimensionnelsm Chaînes de caractères en Cm Fonctions standard pour les chaînes

Chapitre 6 : Pointeurs et allocation dynamique (2 Semaines)

- Concept d'adresse mémoirem Opérateurs & et *m Allocation et libération de mémoirem Relation entre tableaux et pointeurs

Chapitre 7 : Structures et énumérations (2 Semaines)

- Définition de types structurésm Accès aux membresm Tableaux de structuresm Énumérations

Contenu détaillé des séances de TP

TP 1 : Prise en main de l'environnement

- Installation de l'IDE (Code::Blocks, Visual Studio Code avec extensions C)
- Premier programme "Hello World"
- Compilation et exécution
- Correction d'erreurs simples

TP 2 : Variables et expressions

- Déclaration et initialisation de variables
- Opérateurs arithmétiques
- Calculs simples et affichage des résultats

TP 3 : Structures conditionnelles et Structures itératives

- Implémentation de programmes avec if-else
- Utilisation de switch-case
- Opérateurs de comparaison et logiques
- Implémentation de boucles while, do-while et for
- Création de compteurs et accumulateurs
- Validation d'entrées utilisateur

TP 4 : Fonctions

- Création et appel de fonctions
- Passage de paramètres par valeur

- Organisation du code en fonctions

TP 5 : Tableaux unidimensionnels et multidimensionnels

- Manipulation des tableaux
- Recherche et tri (algorithmes simples)
- Passage de tableaux aux fonctions
- Création et manipulation de matrices
- Opérations sur les matrices

TP 6 : Chaînes de caractères

- Manipulation de chaînes avec les fonctions de la bibliothèque string.h
- Traitement de texte

TP 7 : Pointeurs et allocation dynamique

- Utilisation de pointeurs
- Allocation et libération de mémoire
- Tableaux dynamiques

TP 8 : Fichiers

Mode d'évaluation:

Contrôle continu:100%

Références bibliographiques:

1. Kernighan, B. W., & Ritchie, D. M. (2022). *Le langage C : Norme ANSI*, 2e édition. Dunod.
2. Perry, G. (2007). Exercices corrigés sur le Langage C, 2e édition . Dunod.
3. Delannoy, C. (2016). *Programmer en langage C : Cours et exercices corrigés*, 5eme édition. Eyrolles.
4. Tanenbaum, A. S. (2008). Systèmes d'exploitation Avec plus de 400 exercices, 3e édition. Pearson.
5. *Yves*, M. (2009). C en action Solutions et exemples pour les programmeurs en C, 2e édition, ENI, ISBN10 : 2746052563.
6. Ressources en ligne :
   - *Learn C Programming* sur https://www.learn-c.org/
   - *C Programming* sur https://www.tutorialspoint.com/cprogramming/

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UET 1.2
Matière 1: Logiciels Libres et Open Source
VHS:45h00 (Cours: 1h30 & Atelier : 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Cette matière vise à familiariser les étudiants avec l'écosystème des logiciels libres et open source, leurs fondements philosophiques et techniques, et leur application pratique pour remplacer les solutions propriétaires. À l'issue de cette formation, les étudiants seront capables de :

- Comprendre les concepts fondamentaux des logiciels libres et open source
- Maîtriser les principales licences libres et leurs implications légales
- Identifier et utiliser les alternatives libres aux logiciels propriétaires courants
- Installer et configurer des solutions libres adaptées au contexte algérien
- Adopter une approche éthique et collaborative du développement logiciel

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Fondements du logiciel libre (2 semaines)
- Histoire du mouvement du logiciel libre et open source
- Différence entre "free software" et "open source"
- Philosophie de Richard Stallman et le projet GNU
- Impact économique et social des logiciels libres en Algérie et dans le monde

Chapitre 2 : Cadre juridique et licences (2 semaines)
- Introduction au droit d'auteur appliqué aux logiciels
- Licences libres principales : GPL, LGPL, BSD, MIT, Apache
- Compatibilité entre licences
- Implications pour les institutions éducatives et entreprises algériennes

Chapitre 3 : Systèmes d'exploitation libres (3 semaines)
- Introduction à GNU/Linux
- Présentation des distributions adaptées au contexte éducatif
- Principes d'installation et configuration de base
- Commandes fondamentales et gestion des paquets

Chapitre 4 : Solutions bureautiques libres (3 semaines)
- LibreOffice comme alternative à Microsoft Office
  - ✓ Writer (traitement de texte)
  - ✓ Calc (tableur)
  - ✓ Impress (présentation)
- Formats ouverts de documents
- Migration des documents existants
- Configuration pour le contexte algérien (langue, formats)

Chapitre 5 : Solutions créatives et développement (3 semaines)
- Alternatives graphiques : GIMP, Inkscape
- Outils de développement : IDE libres, Git
- Outils web : navigateurs libres, CMS open source
- Bases de données libres : MySQL/MariaDB, PostgreSQL

Chapitre 6 : Perspectives et avenir des logiciels libres (2 semaines)
- Communautés open source et méthodes de contribution
- Modèles économiques du logiciel libre
- Politiques publiques et logiciels libres en Algérie
- Opportunités professionnelles liées aux logiciels libres

Ateliers

Atl. 1 : Découverte de Linux
- Installation d'une distribution Linux en machine virtuelle
- Configuration de base et personnalisation du système
- Navigation dans l'interface et utilisation des commandes de base

Atl. 2 : Gestion des logiciels sous Linux
- Utilisation des gestionnaires de paquets
- Installation et mise à jour de logiciels
- Configuration des dépôts logiciels

Atl. 3 : Migration vers LibreOffice
- Installation et configuration de LibreOffice
- Création et édition de documents avec Writer
- Conversion des formats propriétaires vers les formats ouverts
- Création de modèles adaptés aux besoins de l’étudiant

Atl. 4 : Tableurs et présentations libres
- Utilisation avancée de Calc (formules, graphiques)

- Création de présentations avec Impress
- Compatibilité avec les formats existants
- Travail collaboratif sur documents

Atl. 5 : Traitement d'image et graphisme

- Utilisation de GIMP pour l'édition d'images
- Création graphique avec Inkscape
- Comparaison avec les outils propriétaires correspondants
- Réalisation d'un projet graphique simple

Atl. 6 : Web et bases de données libres

- Installation et configuration d'un CMS open source (WordPress, Joomla)
- Configuration d'une base de données MariaDB
- Création d'un site web simple
- Sécurisation de base

Atl. 7 : Développement collaboratif

- Utilisation de Git pour la gestion de versions
- Configuration d'un environnement de développement libre
- Participation à un mini-projet collaboratif
- Utilisation d'une forge logicielle (GitHub, GitLab)

Mode d'évaluation : examen 60% et CC TP : 40%

Références bibliographiques :

1. Stallman, R. (2002). "Free as in Freedom : Richard Stallman's Crusade for Free Software", 1st Edition, O'Reilly Media.
2. Mathieu , N. (2012). " Reprenez le contrôle à l'aide de Linux - 2e édition". EYROLLES.
3. Stutz, M. (2001). " The Linux Cookbook: Tips and Techniques for Everyday". No Starch Press.
4. Collectif Eni. (2009). " Initiation aux logiciels libres OpenOffice.org 3, Firefox 3 et Thunderbird". ENI Editions.
5. François, E. (2009). "L'économie du logiciel libre". EYROLLES.
6. Marie, C. (2014). " Des logiciels libres pour le Maghreb ? Des opportunités théoriques aux réalités empiriques ". Institut de recherche sur le Maghreb contemporain.
7. Documentation du projet GNU: https://www.gnu.org/doc/doc.html
   Stallman, R. M. (2002). *Free Software, Free Society: Selected Essays of Richard M. Stallman.*

Semestre: 2
Unité d'enseignement : UET 2.1
Matière : Nationalisme et Citoyenneté
VHS : 22h30 (Cours : 1h30)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement

Ce cours vise à faire acquérir aux étudiants les concepts fondamentaux relatifs à la patrie, à la citoyenneté et à l'unité nationale, et à leur faire prendre conscience du rôle de l'histoire dans la construction de la mémoire collective et de l'identité nationale. Il met l'accent sur le rôle de la famille, de l'école et de l'université dans le renforcement de l'appartenance nationale, ainsi que sur l'importance de la cohésion du front intérieur face aux

défis internes et externes. Il a pour finalité de former un citoyen conscient de ses droits et de ses devoirs, attaché aux constantes nationales et capable de contribuer positivement à la stabilité et au développement du pays.

Connaissances préalables recommandées

Aucune (le module s'appuie cependant utilement sur les acquis du module Histoire dispensé au premier semestre).

Contenu de la matière

I. Notions fondamentales : Watan, Wataniya, Muwatana – المواطنة الوطنية، الوطن، :الأساسية المفاهيم ***(3 semaines)***

- Définition du concept de patrie (Watan), de patriotisme (Wataniya) et de citoyenneté (Muwatana).
- Les classifications de la patriotisme : affective, active, constitutionnelle.
- Les classifications de la citoyenneté : légale, active (participative), numérique.
- Les dimensions de la citoyenneté : politique, juridique, sociale, économique et environnementale.
- Les constantes nationales algériennes : l'islam, l'arabité et l'amazighité, l'unité du territoire national, la révolution de novembre 1954, la démocratie populaire.

II. Les piliers de l'unité nationale – الوطنية الوحدة أركان ***(2 semaines)***

- Le concept et l'importance de l'unité nationale dans la cohésion de la société et la résistance aux divisions.
- La langue (arabe et amazighe), la religion et l'identité commune comme fondements de l'unité.
- La justice, l'égalité entre citoyens, le sentiment d'appartenance et de loyauté envers la patrie.
- Le référentiel historique commun et les institutions fédératrices (l'École, l'Armée Nationale Populaire, les médias…).
- Les principales menaces pesant sur l'unité nationale : régionalisme, extrémisme, injustice sociale, campagnes médiatiques hostiles.

III. Histoire et construction de la mémoire collective nationale – الوطنية الجماعية والذاكرة التاريخ ***(2 semaines)***

- Définitions de l'histoire et de la mémoire collective, et relation entre les deux notions.
- Le rôle de l'histoire dans l'ancrage de l'identité nationale et dans la protection contre la falsification du passé.
- Les vecteurs de construction de la mémoire collective : l'école, les médias, le cinéma et le théâtre, les musées et monuments, les témoignages des moudjahidine.
- Les menaces contemporaines pesant sur la mémoire collective : oubli des jeunes générations, désinformation étrangère, instrumentalisation politique de l'histoire.

IV. Rôle de la famille et de la société civile – المدني والمجتمع الأسرة دور ***(2 semaines)***

- Le concept d'esprit national (الوطنية الروح) et son importance dans la construction de l'identité et de la stabilité sociopolitique.
- L'éducation à l'amour de la patrie dès le jeune âge et la transmission des valeurs nationales au sein de la famille.
- Le rôle du bon exemple parental et l'encouragement à la participation aux manifestations nationales.
- Le rôle de l'école, des médias, des associations culturelles et de la mosquée dans le renforcement de l'esprit national au sein de la société.

V. Rôle de l'école et de l'université – والجامعة المدرسة دور ***(3 semaines)***

- Le concept d'image mentale de la patrie et ses principales sources de formation (famille, médias, environnement social, école, université, histoire).

- Le rôle des programmes éducatifs et des activités parascolaires dans la consolidation d'une image positive de la patrie.
- Le rôle de l'université : programmes académiques, vie associative étudiante, rôle de l'enseignant-chercheur et de la recherche académique.
- Les risques liés à l'absence d'images mentales positives sur la patrie : sentiment d'aliénation, désaffection, repli identitaire, migration.

VI. Esprit national, cohésion du front intérieur et mobilisation générale – الروح الوطنية وتماسك الجبهة الداخلية والتعبئة العامة ***(3 semaines)***

- Définitions de l'esprit national, du front intérieur (الداخلية الجبهة) et de la mobilisation générale (العامة التعبئة).
- La relation entre l'unité d'objectif, la confiance dans les institutions et la résistance aux campagnes de désinformation.
- L'esprit national comme condition de réussite de la mobilisation générale : motivation, acceptation des sacrifices temporaires, participation populaire large.
- Études de cas nationales et internationales : la Révolution algérienne, la gestion de la pandémie de Covid-19, la résilience face aux crises.
- Les mécanismes pratiques de renforcement de l'esprit national au service de la cohésion du front intérieur.

Mode d'évaluation

Examen : 100%.

Références bibliographiques

1. Constitution de la République Algérienne Démocratique et Populaire (révision de 2020).
2. Charte et Plate-forme du Congrès de la Soummam (20 août 1956).
3. Déclaration du 1er novembre 1954, Front de Libération Nationale.
4. Loi d'orientation sur l'éducation nationale n° 08-04 du 23 janvier 2008.
5. Dominique Schnapper, La Communauté des citoyens, Gallimard, Paris, 1994.
6. Mostefa Lacheraf, L'Algérie : nation et société, Maspero, Paris, 1965.
7. Documents et publications du Ministère des Moudjahidine et de la Mémoire Nationale.

Programmes détaillés des matières du 3ème semestre

Filières Groupe A

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	crédits	Code
S3	Analyse 3	3	6	IST 3.1

VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques
67h30	1h30	3h00	-

Prérequis :
Il est recommandé de maîtriser les bases fondamentales du calcul d'intégrales et des primitives des fonctions à plusieurs variables et les mathématiques enseignées en S1 et S2

Objectifs :
De première importance pour un scientifique, cette matière permet à l'étudiant d'acquérir:

- L'utilisation de l'analyse vectorielle dédiée à la description de plusieurs phénomènes physiques et pratiques
- la maîtrise de la transformée de Fourier pour les applications les plus usuelles
- la maîtrise de la transformée de Laplace pour la résolution des équations et des systèmes d'équations différentielles

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Analyse vectorielle

1. Champs de scalaires et champs de vecteurs
- Définition d'un champ de scalaires
- Définition d'un champ de vecteurs
2. Circulation et gradient
- Définition (Circulation d'un champ de vecteurs)
- Définition (Gradient d'un champ de scalaires)
- Définition (Champs de gradients)
3. Divergence et rotationnel
- Définition (Divergence d'un champ de vecteurs)
- Définition (Rotationnel d'un champ de vecteurs)
- Définition (Champs de rotationnels)
- Définition (Laplacien d'un champ de scalaires)
4. Potentiels scalaires et potentiels vecteurs
5. Intégrale curviligne
6. Calcul de l'intégrale curviligne
7. Formule de Green
8. Conditions pour qu'une intégrale curviligne ne dépende pas du chemin d'intégration
9. Intégrales de surface
10. Calcul des intégrales de surface
11. Formule de Stockes
12. Formules d'Ostrogradsky

Chapitre 2 : Séries numériques et entières

I- Séries numériques

1. Généralités :
Somme partielle. Convergence, divergence, somme et reste d'une série convergente.
2. Condition nécessaire de convergence.
3. Propriétés des séries numériques convergentes
4. Séries numériques à termes positifs
4.1 Critères de convergences
- Condition nécessaire et suffisante de convergence.
4.2 Critère de comparaison
- Théorème
- Conséquence (Règle d'équivalence)
4.3 Règle de D'Alembert
- Théorème
4.4 Règle de Cauchy
- Théorème
4.5 Critère intégral de Cauchy
- Théorème
5. Séries à termes quelconques
5.1 Séries alternées.
Définition d'une série alternée
Théorème de Leibnitz (Théorème des séries alternées)
5.2 Séries absolument convergentes
Définition d'une série absolument convergente
Théorème : CVA⇒CVS
5.3 Séries semi-convergentes.
Définition d'une série semi-convergente
Exemples
5.4 Critère D'Abel
Théorème (Premier critère d'Abel pour les séries)

II- Séries entières
1. Définition d'une série entière,
Lemme d'ABEL,
Rayon de convergence
Détermination du rayon de convergence,
Règle d'HADAMARD.
2. Propriétés des séries entières.
Linéarité et produit de deux séries entières,
Convergence normale d'une S.E. d'une variable réelle sous tout segment inclus dans l'intervalle ouvert de convergence,
Continuité de la somme sur l'intervalle ouvert de convergence,
Intégration terme à terme d'une S.E. d'une variable réelle sur l'intervalle de convergence,
Dérivation terme à terme d'une S.E. d'une variable réelle sur l'intervalle de convergence.
3. Développement en S.E.au voisinage de zéro d'une fonction d'une variable réelle.
Fonction développable en S.E. sur l'intervalle ouvert de convergence.
Série de Taylor- Maclaurin d'une fonction de classe ∞

Unicité du développement en S.E.
4. Applications.
Etablir les développements en séries entières des fonctions usuelles
Recherche de solution d'une équation différentielle ordinaire du premier et deuxième ordre à coefficients variables sous forme de S.E.

Chapitre 3 : Séries de Fourier

1. Définitions générales
2. Coefficients de Fourier.
3. Fonction développable en série de Fourier.
4. Théorème de Dirichlet
5. Egalité de Parseval.
6. Application : exemples simples de problèmes de Sturm-Liouville.

Chapitre 4 : Transformées de Fourier et de Laplace
1. L'intégrale de Fourier
2. Forme complexe de l'intégrale de Fourier.
3. Définitions et premières propriétés
Définition d'une transformée de Fourier et de son inverse
Dérivée de la transformée de Fourier
Transformée de Laplace
1- Définition de la transformée de Laplace
2 - Propriétés de la transformée de Laplace
(Unicité, Linéarité, Facteur d'échelle, Dérivation, Intégration, Théorèmes)
3 - Transformées de Laplace courantes
4 - Résolution d'équations différentielles par transformée de Laplace

Modalités d'évaluation :
Interrogation, Devoir surveillé, Examen final

Références bibliographiques :

1. Med El Amrani, Suites et séries numériques, Ellipses.
2. François Liret ; mathématiques en pratiques, cours et exercices; Dunod. (f.p.v ; Int. Mult. Séries…)
3. Marc Louis, Maths MP-MP, Ellipses. (Int. Doubles)
4. Denis Leger, PSI. Exercices corrigés Maths, Ellipses. (Séries de Fonctions, Entières, Fourier…)
5. Charles-Michel Marle, Philippe Pilibossian, Sylvie Guerre- Delabrière, Ellipse. (Suites, Séries, Intégrales).
6. Fabrice Lembiez Nathan, Tout en un, Exercices de maths.
7. Valerie Collet, Maths toute la deuxième année, 361 exercices, rappels de cours, trucs et astuces, ellipses.
8. A.Monsouri, M.K.Belbarki. Elément d'analyse. Cours et exercices résolus. 1er cycle universitaire. Chiheb. (Intégrales doubles et triples, Séries, Transformations de Fourier et de Laplace, Equations aux dérivées partielles du 2iéme ordre).

9. B.DEMIDOVITCH. Recueil d'exercices et de problèmes d'analyse mathématiques.11^{iéme} édition. Ellipses. (Fonctions de plusieurs variables, Séries, Intégrales multiples)

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	Crédits	Code
S3	**Analyse numérique 1**	**3**	**5**	IST 3.2
VHS	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**	
67h30	1h30	1h30	1h30	

Pré-requis :
Une bonne connaissance de l'analyse des fonctions d'une variable réelle et des bases du calcul matriciel.

Objectifs :
Ce cours constitue une introduction au calcul Scientifique. Son objectif est de :

- Présenter des méthodes numériques de base permettant de résoudre avec un ordinateur des problèmes concrets issus de l'ingénierie.
- Identifier les difficultés liées à la résolution numérique sur ordinateur d'un problème réel.
- Savoir développer et mettre en œuvre les méthodes de discrétisation des problèmes continus.
- Maîtriser et savoir mettre en œuvre les techniques de base de l'analyse numérique matricielle.
- Savoir mettre en œuvre les techniques de base du calcul numérique.

Contenu de la matière :

Chap. 1 Introduction à l'analyse numérique
1.1. Sources d'erreurs : erreurs de modélisation, erreurs sur les données, valeur approchée, propagation des erreurs, erreur relative et erreur absolue, arithmétique flottante, norme IEEE-754, erreurs d'arrondis, erreur de troncature, chiffres significatifs exacts, opérations risquées.
1.2. Conditionnement et stabilité : exemple d'instabilités numériques, conditionnement d'un problème.
1.3. Méthodes et algorithmes : méthodes exactes, méthodes approchées, méthodes itératives.
Chap. 2 Résolution d'équations non linéaires
2.1. Fonctions d'une variable réelle : théorèmes de localisation et séparation des racines.
2.2. Méthodes classiques : méthode de dichotomie, Méthode de la sécante, critère d'arrêt.
2.3. Méthodes itératives : méthode de point fixe, méthode de newton, ordre de convergence, critères d'arrêts.
Chap. 3 Résolution de systèmes linéaires
3.1. Méthodes directes : matrice triangulaire supérieure (ou inférieure), matrices symétriques (définitions et propriétés), méthode d'élimination de Gauss, factorisation LU (Crout, Doolittle), factorisation de Cholesky (matrice symétrique définie positive).
3.2. Vocabulaire d'algèbre numérique : normes vectorielles, normes matricielles, conditionnement d'une matrice (définitions et propriétés), rayon spectrale, exemple de système linéaire mal conditionné.

Travaux Pratiques :

3.3. Méthodes itératives : méthodes de Jacobi, Gauss-Seidel, relaxation, étude de la convergence des méthodes itératives, critères d'arrêt.

- Prise en main de Matlab
- Résolution des équations non-linéaires
- Résolution des systèmes linéaires : Méthodes directes
- Résolution des systèmes linéaires : Méthodes itératives

Modalités d'évaluation :

Interrogation, Devoir surveillé, Travaux pratiques, Examen final

Références bibliographiques :

[1] Jean-Pierre Demailly, analyse numérique et équations différentielles, EDP Sciences (2006).
[2] AlfioQuarteroni, Riccardo Sacco, Fausto Saleri, méthodes numériques : algorithmes, analyse et applications, Springer-Verlag (2007).
[3] AlfioQuarteroni, Fausto Saleri, Paola Gervasio, calcul scientifique : cours, exercices corrigés et illustrations en matlab et octave, Springer-Verlag (2010).
[4] Won Young Yang, Wenwu Cao, Tae-Sang Chung, Applied numerical methods using matlab, John Wiley end Sons (2005).
[5] Jean-Louis Merrien, analyse numérique avec matlab, Dunod (2007).
[6] André Fortin, analyse numérique pour ingénieurs, Presses internationales Polytechnique (2011).
[7] William Ford, numerical linear algebra with applications using matlab, Elsevier Inc (2015).
[8] Cleve B. Moler, numerical computing with matlab, Siam (2004).
[9] Grégoire Allaire, Sidi Mahmoud Kaber, numericallinearalgebra, Springer (2008).
[10] Luc Jolivet, Rabah Labbas, analyse et analyse numérique : rappel de cours et exercices corrigés, Lavoisier (2005).
[11] Jacques Rappaz, Marco Picasso, introduction a l'analyse numérique, Presses polytechniques et universitaires romandes (2004).
[12] Nicholas J. Higham, Accuracy and stability of numerical algorithms,siam (1996).
[13] John Hubbard, Florence Hubert, calcul scientifique de la théorie a la pratique : illustrations avec maple et matlab, Université de Provence, Marseille (2005).

SEMESTRE	**Intitulé de la matière**	**Coefficient**	**crédits**	**Code**
S3	**Ondes et Vibrations**	**3**	**5**	IST 3.3

VHS	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**
67h30	1h30	1h30	1h30

Prérequis :
Avoir assimilé les matières traitant de la mécanique du point et les Mathématiques d'analyse de la première année

Objectifs :
L'acquisition de connaissances théoriques et pratiques de tout système de vibration ou d'ondes par :
-la compréhension et la résolution des mouvements vibratoires et les différents types d'oscillations engendrées
-l'étude de la propagation des ondes mécaniques et les mouvements ondulatoires engendrés

Contenu de la matière :

PARTIE I : MOUVEMENT OSCILLATOIRE

Chapitre 1 : Généralités sur les oscillations

1- Rappels mathématiques
2- Définitions générales
- Coordonnées, nombre de degrés de liberté.
- Énergie cinétique ; énergie potentielle, énergie totale
- Système conservatif ; Système dissipatif

3- État d'équilibre
- Cas d'équilibre stable ; Cas d'équilibre instable

4- Oscillations :
- Méthode de Newton
- Méthode de moment cinétique
- Principe de conservation de l'énergie totale

Chapitre 2 : Mouvement oscillatoire libre

1- Définitions et propriétés
- Formalisme de Lagrange-Euler

2- Exemples d'applications :
- Oscillateurs mécaniques : Masse-Ressort ; pendules (pesant et simple)
- Oscillateurs électriques : Modèle L-C
- Oscillateur acoustique : Modèle résonateur d'Helmholtz

3- Bilan énergétique

Chapitre 3 : Mouvement oscillatoire amorti

1- Bilan énergétique
2- Les oscillations libres
3- L'oscillateur harmonique
4- Pulsation propre d'un oscillateur harmonique
5- L'énergie d'un oscillateur harmonique

6- Les oscillations libres amorties
7- Forces d'amortissement
8- Équation des mouvements
9- Oscillations pseudo-périodiques (décrément logarithmique, facteur de qualité)
10- Les oscillations libres forcées
11- Définition
12- Cas d'une excitation sinusoïdale (résonance, déphasage)
13- Cas d'une excitation périodique quelconque
14- Les oscillations amorties forcées
15- Équation des mouvements
16- Régime transitoire, régime permanent. Bande passante. Facteur de qualité
17- Analogie entre systèmes oscillants mécaniques et électriques

PARTIE II : ONDES MÉCANIQUES

Chapitre 4 : Généralités sur les ondes mécaniques

- Classification des ondes
- Intégrale générale de l'équation générale d'ondes progressives
- Vitesse de phase, vitesse de groupe
- Notion de front d'onde. Exemple des ondes planes, ondes sphériques
- Réflexion et transmission des ondes
- Relation entre les différentes grandeurs représentant l'onde

Chapitre 5 : Ondes transversales sur une corde

- Équation de propagation
- Impédance caractéristique
- Énergie d'une onde progressive
- Réflexion et transmission des ondes
- Ondes stationnaires

Chapitre 6 : Ondes longitudinales dans les fluides

- Ondes planes dans un tuyau cylindrique
- Équation d'ondes dans un gaz
- Équation d'ondes dans un liquide
- Impédance acoustique
- Impédance caractéristique
- Énergie transportée par une onde
- Coefficients de réflexion et de transmission d'ondes (conditions aux limites)

Chapitre 7 : Ondes élastiques dans les solides

Travaux Pratiques

- Oscillations forcées : Pendule de Pohl
- Pendules couplés
- Moment d'inertie et vibrations de torsion
- Résonance mécanique

Modalités d'évaluation :

- Contrôle continu 20%+ TP 20%. Examen final 60%

Références bibliographiques :

- *Ondes*, Jean-Claude Hulot, éditions Nathan

- *Ondes et physique moderne*, M. Séhuin, éditions De Boeck
- *Physique des ondes*, C. Frère, éditions Ellipses

.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
3	**Électricité Fondamentale**		**3**	**5**	**IST 3.4**
VHS	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
67h30	1h30	1h30	1h30		

Pré-requis

Notions de mathématique, notion de physique

Objectifs

- Maîtriser les lois fondamentales de l'électricité (lois de Kirchhoff, Théorèmes).
- Savoir analyser et résoudre des circuits en régime continu et alternatif.
- Manipuler des instruments de mesure en TP et interpréter les résultats.
- Introduire les notions de puissance, rendement et bases du triphasé.

Chapitre.1 Introduction et rappels (1.Semaine)

- Grandeurs électriques (tension, courant, puissance, énergie).
- Conversion d'unités, exercices simples (loi d'Ohm).

Chapitre.2 Lois fondamentales des circuits

- Loi des nœuds, loi des mailles.

Chapitre.3 : Association des résistances

- Série, parallèle, diviseur de tension et de courant.
- Exercices de simplification de circuits.

Chapitre.5 : Sources et Théorèmes

- Sources de tension/courant, Théorème de superposition.

Chapitre 6 : Théorèmes de Thévenin et Norton

- Théorèmes d'équivalence, résistance équivalente. Calcul de circuits équivalents.

Chapitre.7 : Régime transitoire RC

- Charge/décharge du condensateur (équation différentielle). Étude analytique et graphique.

Chapitre.8 : Régime transitoire RL

- Réponse temporelle d'un circuit RL. Résolution d'équations différentielles.

Chapitre.9 : Introduction au régime sinusoïdal

- Grandeurs sinusoïdales, représentation temporelle et complexe. Calcul de valeurs efficaces, phaseurs.

Chapitre.10 : Circuits R, L, C en alternatif

- Impédance, admittance, diagrammes de phase.
- Résolution de circuits RL, RC, RLC.

Chapitre.11 : Résonance

- Résonance série et parallèle, bande passante, Q.

Travaux Pratiques

TP1 : Étude de circuits résistifs et lois fondamentales

- Réalisation de montages résistifs simples.
- Vérification expérimentale des lois des nœuds et des mailles.

TP2 : Étude des circuits avec plusieurs sources et théorèmes de base

- Montage avec plusieurs sources.
- Validation expérimentale des théorèmes de superposition et d'additivité.

TP3 : Théorème de Thévenin

- Vérification pratique du Théorème de Thévenin.
- Comparaison théorie/expérience.

TP4 : Étude des régimes transitoires RC et RL

- Mesure des constantes de temps à l'oscilloscope.
- Vérification expérimentale de la réponse d'une bobine + résistance.

TP5 : Introduction aux signaux sinusoïdaux et au déphasage

- Utilisation du générateur BF et de l'oscilloscope.
- Étude de circuits RL et RC : mesure de déphasage courant/tension.

TP6 : Étude de la résonance en série

- Vérification expérimentale de la résonance série RLC.
- Analyse de l'influence de la fréquence sur courant et tension.

Mode d'évaluation

CC=40% EX=60%

Références bibliographiques

1. J.P Perez, Electromagnétisme Fondements et Applications, 3eme Edition, 1997.
2. C. François, Génie électrique, Ellipses, 2004
3. S. Nassar, Circuits électriques, Maxi Schaum.
4. H. Lumbroso, Problèmes résolus sur les circuits électriques, Dunod.
5. Edminster, Théorie et applications des circuits électriques, Mc. Graw Hill.
6. D. Hong, Circuits et mesures électriques, Dunod, 2009

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	crédits	Code
S3	**Mécanique Rationnelle**	**2**	**4**	IST 3.5

VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques
45h00	1h30	1h30	-

Prérequis :

- Mécanique du point
- Analyse Mathématique
- Algèbre

Objectifs :

- Fournir tous les éléments et outils permettent l'étude de la mécanique des corps rigides ou systèmes de corps rigides.
- Apprendre comment poser un problème relevant de la mécanique rationnelle en insistant sur le choix judicieux de repères et de paramètres permettant de traiter un problème donné.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Rappels mathématiques (éléments de calcul vectoriel). 1 semaine

Chapitre 2 :Généralités et définitions de base 2 semaines
2.1 Définition et sens physique de la force
2.2 Représentation mathématique de la force
2.3 Opérations sur la force (composition, décomposition, projection)
2.4 Type de force : ponctuelle, linéique, surfacique, volumique
2.5 Classification de forces : forces internes, forces externes.
2.6 Modèles mécanique : le point matériel, le corps solide

Chapitre 3 : Statique. 3 semaines
3.1 Axiomes de la statique
3.2 Liaisons, appuis et réactions
3.3 Axiome des liaisons
3.4 Conditions d'équilibre :
3.4.1 Forces concourantes
3.4.2 Forces parallèles
3.4.3 Forces planes

Chapitre 4 : cinématique du solide rigide. 3 semaines
4.1 Rappels succinct sur les quantités cinématiques pour un point matériel.
4.2 Cinématique du corps solide
4.2.1 Mouvement de translation
4.2.2 Mouvement de rotation autour d'un axe fixe
4.2.3 Mouvement plan
4.2.4 Mouvement composé.

Chapitre 5 : Géométrie de masse. 3 semaines

5.1 Masse d'un système matériel
5.1.1 Système continu
5.1.2. Système discret
5.2 Formulation intégrale du centre de masse
5.2.1. Définitions (cas linéaire, surfacique et volumique)
5.2.2 Formulation discrète du centre de masse
5.2.3 Théorèmes de GULDIN
5.3. Moment et produit d'inertie de solides
5.4. Tenseur d'inertie d'un solide
5.4.1 Cas particuliers
5.42 Axes Principaux d'inertie
5.5. Théorème d'Huyghens
5.6. Moment d'inertie de solides par rapport à un axe quelconque.

Chapitre 6 : Dynamique du solide rigide. 3 semaines

6.1 Bref rappels sur les quantités dynamiques pour un point matériel.
6.2 Élément de cinétique du corps rigide :
6.2.1 Quantité de mouvement
6.2.2 Moment cinétique
6.2.3 Énergie cinétique
6.3 Équation de la dynamique pour un corps solide
6.4 Théorème du moment cinétique
6.5 Théorème de l'énergie cinétique
6.6 Applications :
6.6.1 Cas de translation pure
6.6.2 Cas de rotation autour d'un axe fixe
6.6.3 Cas combiné de translation et de rotation.

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

Références bibliographiques:
(Selon la disponibilité de la documentation au niveau de l'établissement, Sites internet...etc.)

1. Éléments de Mécanique rationnelle. S. Targ. Editions Mir Moscou
2. Mécanique à l'usage des ingénieurs. STATIQUE. Edition Russell. Ferdinand P. Beer
3. Mécanique générale. Cours et exercices corrigés. Sylvie Pommier. Yves Berthaud. DUNOD.
4. Mécanique générale - Théorie et application, Editions série. MURAY R. SPIEGEL schaum, 367p.
5. Mécanique générale – Exercices et problèmes résolus avec rappels de cours, Office des publications Universitaires, Tahar HANI 1983, 386p.

SEMESTRE	**Intitulé de la matière**	**Coefficient**	**crédits**	**Code**
3	Programmation Python	**2**	**2**	IST 3.6

VHS	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**

45h00	1h30	-	1H30

Prérequis :

- Aucune expérience préalable en programmation n'est requise
- Connaissances de base en mathématiques (niveau lycée)
- Savoir utiliser un ordinateur (navigation dans les fichiers, éditeur de texte)

Objectifs :

- Acquérir les bases pratiques de la programmation avec Python
- Développer une logique algorithmique pour résoudre des problèmes simples
- Apprendre à manipuler les structures de données fondamentales
- Savoir écrire, tester et déboguer des programmes Python élémentaires
- Appliquer les concepts de programmation à des cas pratiques

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Installer et utiliser Python
Chapitre 2. Notions de base
2-A. Mode interactif et mode script ,
2-A-1. Calculatrice Python,
*2-A-2. L'utilisation des opérateurs: +, -, *, /, //, %, et **,*
2-A-3.c Priorité
2-B. Variable et type de donnée *:*
2-B-1. Initialisation de variable, Modification de variable, Affectation composée
2-B-2. Type de donnée*:(.* Nombre, *Caractère,* Chaîne de caractères *)*
2-B-3. Conversion *(fonction str)*
2-C. Fonction prédéfinie
2-C-1. Utiliser les fonctions du module math (abs, max, min, pow, round, sin, sqrt, log, exp, acos, etc)
2-C-2. Fonction print
2-C-3. Sortie formatée *(utiliser la fonction format)*
2-C-4. Fonction input
2-C-5. Importation de fonction
2-D. Code source
2-D-1. Règle de nommage des variables
2-D-2. Commentaire
Chapitre 3. Les structures conditionnelles
(Forme minimale en if, forme if-else, forme complète if- elif- else)
Les limites de la condition simple en if
Les opérateurs de comparaison
Prédicats et booléens
Les mots-clés and, or et not
Chapitre 4. Les boucles
La boucle while
La boucle for

Les boucles imbriquées
Les mots-clés break et continue
Chapitre 5. Les fonctions
La création de fonctions
Valeurs par défaut des paramètres
Signature d'une fonction
L'instruction return
Les modules,
La méthode import
La méthode d'importation : from … import …
Les packages
Importer des packages
Créer ses propres packages
Chapitre 6: Les listes et tuples
Création et éditons de listes
Définition d'une liste, Création de listes
Insérer des objets dans une liste
Ajouter un élément à la fin de la liste
Insérer un élément dans la liste
Concaténation de listes
Suppression d'éléments d'une liste
Le mot-clé del
La méthode remove
Le parcours de listes
La fonction enumerate
Création de tuples
Chapitre 7 : Les dictionnaires
Création et édition de dictionnaires
Créer un dictionnaire
Supprimer des clés d'un dictionnaire
Les méthodes de parcours
Parcours des clés
Parcours des valeurs
Parcours des clés et valeurs simultanément
Les dictionnaires et paramètres de fonction
Chapitre 8: Objets et classes
Décrire des objets et des classes, et utiliser des classes pour modéliser des objets
Définir des classes avec des champs de données et des méthodes.
Construire un objet à l'aide d'un constructeur qui invoque l'initialiseur pour créer et initialiser les champs de données.
Chapitre 9 : Les fichiers
Chemins relatifs et absolus
Lecture et écriture dans un fichier
Ouverture du fichier
Fermer le fichier

Lire l'intégralité du fichier
Écriture dans un fichier
Écrire d'autres types de données
Le mot-clé with
Enregistrer des objets dans des fichiers
Enregistrer un objet dans un fichier

Mode d'évaluation : Contrôle continu (travaux pratiques) 40%, examen final 60%

Références bibliographiques :

[1] . Allen B. Downey Think Python: How to Think Like a Computer Scientist, O'Reilly Media, 2015;
[2] . Zed A. Shaw Learn Python 3 the Hard Way: A Very Simple Introduction to the Terrifyingly Beautiful World of Computers and Code, Addison-Wesley Professional, 2017;
[3] . Barry, P. Head first Python: A brain-friendly guide. " O'Reilly Media, Inc.", 2016;
[4] . Ramalho, L.. Fluent Python. " O'Reilly Media, Inc.", 2022;
[5] . Swinnen, G.. Apprendre à programmer avec Python 3. Editions Eyrolles, 2012;
[6] . Le Goff, V.. Apprenez à programmer en Python. Editions Eyrolles, 2019;
[7] . Matthes, E. Python crash course: A hands-on, project-based introduction to programming. no starch press, 2019;

Travaux pratiques :

TP 1 : Prise en main de l'environnement Python (1 Semaine)

1. Installation de Python et d'un éditeur de code (VS Code, PyCharm)
2. Premiers pas avec l'interpréteur Python
   - Exécution de commandes simples en mode interactif
   - Utilisation de Python comme calculatrice
3. Création et exécution d'un premier script Python

TP 2 : Variables, types de données et opérations (1 Semaine)

1. Manipulation des types de données fondamentaux
   - Entiers, flottants, chaînes de caractères, booléens
   - Conversion entre types de données
2. Opérations arithmétiques et priorités

TP 3 : Structures conditionnelles et répétitives (1 Semaine)

1. Instructions conditionnelles (if, elif, else)
2. Boucles (for, while)

TP 4 : Fonctions et modularité (1 Semaine)

1. Définition et appel de fonctions
2. Paramètres et valeurs de retour

TP 5 : Structures de données (1 Semaine)

1. Manipulation des listes
2. Dictionnaires et tuples
3. Parcours et manipulation des structures de données

TP 6: Manipulation de fichiers et projet final (1 Semaine)

1. Lecture et écriture de fichiers texte

2. Projet final au choix :
   - ✓ Gestionnaire de tâches en ligne de commande
   - ✓ Jeu du pendu
   - ✓ Analyse de données à partir d'un fichier CSV
   - ✓ Quiz interactif avec sauvegarde des scores

Références bibliographiques :

1. Cyrille, H. (2018). Apprendre à programmer avec Python 3. Eyrolles, 6ème édition. ISBN: 978-2212675214
2. Daniel, I. (2024). Apprendre à coder en Python, J'ai lu
3. Nicolas, B. (2024). Python, du grand débutant à la programmation objet Cours et exercices corrigés, 3eme édition, Ellipses
4. Ludivine, C. (2024). Selenium Maîtrisez vos tests fonctionnels avec Python, Eni
5. Lutz, M. (2013). Learning Python, 5ème edition O′Reilly. ISBN: 978-1449355739

Ressources en ligne

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

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	crédits	Code
03	Dessin assisté par ordinateur	**1**	**1**	IST 3.7

VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques
22h30	-	-	1h30

Objectifs:

Initiation à l'utilisation des outils de la conception assistée par ordinateur en utilisant deux logiciels (AutoCad et SolidWorks) afin d'optimiser la réalisation d'une pièce, schémas ou d'un assemblage.

Contenu de l'enseignement :

Chapitre 01 : Introduction à la CAO (1,5 h)

1. **Partie I : Modélisation 2D/3D à l'aide de l'outil informatique**
   - Les logiciels de DAO
   - Les logiciels de CAO
   - Les logiciels de FAO
   - Les logiciels de simulation
2. **Partie II : Principe de fonctionnement des modeleurs 3D**
   - Modélisation polygonale
   - Modélisation par courbes (NURBS)
   - Modélisation par subdivision de surface
   - Modélisation par surfaces implicites
   - Modélisation par géométries
   - Modélisation volumique

Chapitre 02 : AutoCad(11 h)

Partie I : Dessin 2D

1. Présentation du logiciel
2. Coordonnés cartésiennes et polaires
3. Dessin de base
   - Utiliser les aides aux dessins : accrochage, grille
   - Annoter et composer les plans
   - Créer un plan 2D
   - Gérer les échelles et l'affichage
   - Créer et gérer des bibliothèques
   - Importer et exporter dans les différents formats
   - Gestion et sauvegarde des mises en page
   - Éditer les plans (imprimante/traceur)
   - Gérer les calques et les blocs
4. Commandes de dessin et de modifications

Partie II : Modélisation3D

1. Système de coordonnées utilisateur dans l'espace (SCU)

2. Eléments de base et opération booléenne
3. Visualisation et affichage

Chapitre 03 : SOLIDWORKS (10h00)

Partie I : PIECES

1. Introduction
2. Interface utilisateur
3. ESQUISSE
4. FONCTION

Partie II : ASSEMBLAGE

1. Introduction
2. Interface utilisateur
3. Les contraintes

Partie III : MISE EN PLAN

1. Introduction
2. Interface utilisateur
3. fond de plan
4. disposition des vue
5. Annotation.

Références bibliographiques :

- AutoCAD 2009, Olivier Le Frapper, Edition Eni 2009.
- Les secrets du dessinateur AutoCAD,PatrickDiver, Edition Pearson 2010.
- SolidWorks 2012, Thierry CRESPEAU, Edition Eni 2012.

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu : 100%

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S3	Energie Environnement		1	1	IST 3.8
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
22h30	1h30		-		

Objectifs de l'enseignement

- Connaître les différentes formes et sources d'énergie (fossiles, renouvelables, nucléaires).
- Comprendre les procédés de conversion et de stockage de l'énergie.
- Analyser les impacts environnementaux liés à la production et à l'utilisation de l'énergie.
- Introduire les concepts de durabilité, d'efficacité énergétique et de transition énergétique.
- Préparer les étudiants à intégrer la dimension environnementale dans la conception et l'exploitation des procédés

Connaissances préalables recommandées

Contenu de la matière

Chapitre 1 : Introduction générale

- Définition et rôle de l'énergie dans les procédés industriels.
- Place de l'énergie dans l'économie et le développement durable.
- Indicateurs énergétiques (consommation mondiale, intensité énergétique).

Chapitre 2 : Formes et sources d'énergie

- Énergies fossiles : charbon, pétrole, gaz naturel.
- Énergie nucléaire : fission et fusion (principes, avantages et risques).
- Énergies renouvelables : solaire, éolien, hydraulique, biomasse, géothermie.
- Ressources énergétiques : disponibilité, limites, enjeux géopolitiques.

Chapitre 3 : Conversion et stockage de l'énergie

- Principes de base de la thermodynamique appliquée.
- Production d'électricité (centrales thermiques, nucléaires, renouvelables).
- Cogénération et trigénération.
- Stockage de l'énergie : batteries, hydrogène, volants d'inertie, STEP.

Chapitre 4 : Impacts environnementaux de l'énergie

- Pollution atmosphérique (SO_2, NOx, particules, CO_2).
- Effet de serre et changement climatique.
- Gestion des déchets énergétiques (cendres, déchets radioactifs, CO_2).
- Cycle de vie des systèmes énergétiques.

Chapitre 5 : Efficacité énergétique et optimisation

- Rendement des procédés énergétiques.
- Analyse exergétique.
- Techniques d'amélioration de l'efficacité dans les procédés (isolation, récupération de chaleur, échangeurs).
- Audit énergétique industriel.

Chapitre 6 : Politiques énergétiques et transition

- Politiques énergétiques nationales et internationales.
- Marchés de l'énergie et prix du carbone.
- Stratégies de transition énergétique.

- Normes ISO (14001, 50001).

Chapitre 7 : Études de cas et applications industrielles

- Énergie et procédés pétrochimiques.
- Production d'hydrogène et économie de l'hydrogène.
- Valorisation énergétique de la biomasse et des déchets.
- Études comparatives (fossiles vs renouvelables).

Mode d'évaluation : Examen final: 100 %.

Bibliographie

1. **Y. Jannot**, *Énergie et développement durable*, Dunod.
2. **B. Bouamama**, *Énergétique appliquée aux procédés*, Ellipses.
3. **A. Bejan**, *Thermal Design and Optimization*, Wiley.
4. Rapports **IEA (International Energy Agency)** et **GIEC (IPCC)**.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	crédits	Code
S3	Matériaux en Génie Electrique		1	1	IST 3.9
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
22h30	1h30		-		

Pré requis

- Des bases en **physique générale** : notions de mécanique, d'électricité, de magnétisme et de thermique.

Objectifs pédagogiques

- Expliquer le **rôle et l'importance** des matériaux en génie électrique.
- Classer les matériaux selon leur **nature** (conducteurs, isolants, magnétiques, semi-conducteurs, supraconducteurs).
- Relier les **propriétés fondamentales** (mécaniques, thermiques, électriques, magnétiques) à leur utilisation.

Contenu de la matière

Chapitre 1 – Introduction aux matériaux

- Rôle des matériaux en génie électrique
- Classification : conducteurs, isolants, magnétiques, semi-conducteurs, supraconducteurs
- Propriétés fondamentales : mécanique, thermique, électrique, magnétique
- Structure cristalline, défauts et influence sur les propriétés

Chapitre 2 – Matériaux conducteurs

- Métaux : cuivre, aluminium, alliages
- Résistivité, conductivité, température et effets secondaires (effet de peau)
- Applications : câbles, circuits imprimés, bobinages

Chapitre 3 – Matériaux isolants

- Solides (céramiques, polymères), liquides (huiles), gaz (SF_6)
- Permittivité, rigidité diélectrique, décharges partielles
- Vieillissement, conditions d'utilisation (température, humidité)

Chapitre 4 – Matériaux magnétiques

- Comportement magnétique : aimantation, hystérésis, pertes
- Matériaux doux : tôles Fe-Si, ferrites souples (transformateurs, moteurs)
- Matériaux durs (aimants) : ferrites, terres rares (NdFeB, SmCo)
- **Focus sur les aimants permanents :**
    - Propriétés (coercivité, énergie magnétique maximale)
    - Applications : moteurs brushless, capteurs, générateurs

Chapitre 5 – Semi-conducteurs

- Conduction dans les semi-conducteurs : n, p, dopage
- Matériaux : Si, GaAs, SiC
- Applications : électronique de puissance, photodétecteurs, diodes, transistors

Chapitre 6 – Supraconducteurs

- Principe de la supraconductivité (résistivité nulle, effet Meissner)
- Matériaux supraconducteurs : basse température (NbTi), haute température (YBCO)
- Applications : câbles HTS, électroaimants, IRM, trains à lévitation
- Contraintes technologiques : refroidissement, fragilité mécanique

Chapitre 7 – Critères de choix des matériaux

- Contraintes fonctionnelles, environnementales, économiques
- Compatibilité électromagnétique et thermique
- Durabilité et recyclabilité
- Études de cas (ex : choix de matériaux pour transformateur, moteur, isolateur)

Mode d'évaluation : Examen final : 100%

Références bibliographiques

[1]. P. Robert, "Matériaux de l'électrotechnique", Dunod.
[2]. F. Piriou, "Matériaux du génie électrique", MGE 2000, Germes.
[3]. Gérald Roosen, "Matériaux semi-conducteurs et nitrures pour l'optoélectronique", Hermès.
[4]. P. Tixador, "Matériaux supraconducteurs", Hermès.
[5]. G. LeRoy, C. Gary, B. Hutzler, J. Hamelin, J. Fontaine, "Les propriétés diélectriques de l'air et les très hautes tensions", Editions Eyrolles, 1984.
[6]. D. Kind, H. Kärner. "High voltage insulation technology: Textbook for Electrical Engineers", FriedrVieweg&Sohn, 1985.
[7]. André Faussurier, Robert Servan, "Matériaux en électrotechnique", Dunod Paris, 1971.
[8]. A. Chabloz, "Technologie des matériaux", Suisse 1980.
[9]. I.R. HARRS ET A.J. WILLIAMS, Material Science and engineering, Vol. II, Magnetic materials. Oxford: EOLSpublisher Co. L.td, 2009.
[10]. J. M. VEGA, Dielectric Materials for Electrical Engineering, John Wiley & Sons. 2010
[11]. Practical Handbook of Photovoltaics: Fundamentals and Applications, Luis Castaner and Tom Markvart, Edition: Elsevier Science Ltd, 2003.
[12]. F. Michael R. H David, "Matériaux : Propriétés, application et conception", Cours et exercices 4ème édition DUNOD, Octobre 2020.

Programmes détaillés des matières du 4ème semestre

Groupe de filieres A

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
4	**Théorie du Signal**		**2**	**4**	IST 4.1
VHS	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
45h00	1h30	1h30	-		

Pré requis

- Analyse mathématique (intégrales, séries, fonctions trigonométriques, exponentielles).
- Algèbre linéaire (vecteurs, espaces, orthogonalité).

Objectifs pédagogiques

- Acquérir une compréhension claire de la description mathématique des signaux.
- Identifier et exploiter les principales caractéristiques des signaux (puissance, énergie, contenu fréquentiel).
- Maîtriser les outils de base d'analyse fréquentielle (séries et transformées de Fourier, transformée de Laplace).
- Comprendre l'échantillonnage et ses limites (aliasing, reconstruction).
- Appliquer les techniques d'analyse aux signaux discrets (TFD et outils associés).
- Préparer les bases pour les cours ultérieurs en traitement du signal et en communications.

Chapitre 1 : Généralités sur les signaux (Semaines 1-2)

1. Notion de signal et transmission de l'information.
2. Classification des signaux : morphologique (continu/discret, périodique/apériodique), spectrale (bande limitée, large bande).
3. Représentation vectorielle des signaux (espace des signaux, orthogonalité).
4. Notions d'énergie et puissance.
5. Exemples fondamentaux : impulsion rectangulaire, triangulaire, rampe, échelon unité, Dirac.

TD :

- Manipulation et tracé de signaux simples.
- Calcul de puissance et énergie sur exemples.
- Vérification de l'orthogonalité de fonctions trigonométriques.

Chapitre 2 : Analyse des signaux déterministes à temps continu (Semaines 3-5)

1. **Signaux périodiques** – Séries de Fourier, spectres de signaux simples.
2. **Signaux apériodiques** – Transformée de Fourier continue (TF).
    - Propriétés de la TF : linéarité, dualité temps-fréquence, modulation, retard.
    - Densité spectrale d'énergie, théorème de Parseval.
3. Cas des signaux à énergie infinie.

TD :

- Décomposition en séries de Fourier d'ondes carrées, triangulaires, en dents de scie.
- Application des propriétés de la TF à des signaux usuels.
- Calcul de spectres et application du théorème de Parseval.

Chapitre 3 : Transformée de Laplace (Semaines 6-7)

1. Définition et convergence.
2. Transformées de signaux de base (Dirac, échelon, exponentielles).
3. Propriétés : linéarité, retard, dérivation/intégration, convolution.
4. Transformée inverse (résidus, tables usuelles).
5. Applications aux systèmes linéaires invariants dans le temps (LTI) :
    - Réponse temporelle et fréquentielle.

- Fonction de transfert et stabilité.

TD :

- Calcul de transformées directes et inverses.
- Résolution d'équations différentielles via Laplace.
- Analyse d'un système LTI simple (RC, RL, RLC).

Chapitre 4 : Échantillonnage (Semaine 8)

1. Définition de l'échantillonnage idéal.
2. Théorème de Shannon-Nyquist.
3. Aliasing et recouvrement spectral.
4. Reconstruction des signaux échantillonnés.

TD :

- Illustration du théorème de Shannon par exemples numériques.
- Mise en évidence du phénomène d'aliasing.
- Simulation (scénarios de sous-échantillonnage).

Chapitre 5 : Signaux déterministes à temps discret (Semaines 9-10)

1. Définitions et exemples.
2. Caractéristiques : périodicité, énergie, puissance moyenne.
3. Auto-corrélation et inter-corrélation de signaux discrets.
4. Produit de convolution et interprétation.

TD :

- Calculs d'énergie et puissance pour des signaux discrets simples.
- Exercices sur la convolution discrète (impulsions, suites exponentielles).
- Étude d'un cas pratique en traitement numérique du signal.

Chapitre 6 : Transformée de Fourier discrète (Semaines 11-13)

1. Définition et propriétés de la TFD :
   - TFD directe/inverse, linéarité, symétrie, convolution circulaire.
   - Théorème de Parseval.
2. Comparaison TF continue vs TFD.
3. Méthodes pratiques d'analyse : fenêtres de pondération, Zero padding.

TD :

- Calcul de TFD de suites finies.
- Effet du fenêtrage sur la résolution fréquentielle.
- Application du zero-padding sur des signaux discrets.

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

<u>Références bibliographiques</u>

1. A. Ouahabi, " Fondements Théoriques du Signal", OPU, 1993.
2. F. de Coulon, "Théorie et traitement des signaux",Edition PPUR. 2013.
3. B. Picinbono, "Théorie des signaux et des systèmes avec problèmes résolus", Edition Bordas, 1989.
4. J. P. Delmas, "Elément de théorie du signal : Les signaux déterministes", Collection pédagogique des télécoms, ELLIPSES, 1995.
5. M. Benidir, "Théorie et Traitement du signal, tome 1 : Représentation des signaux et des systèmes - Cours et exercices corrigés'', Dunod, 2004.
6. M. Benidir, "Théorie et Traitement du signal, tome 2 : Méthodes de base pour l'analyse et le traitement du signal - Cours et exercices corrigés'', Dunod, 2004

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
4	**Electronique fondamentale**		**2**	**4**	IST 4.2
VHS	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
45h00	1h30	1h30	-		

Contenu de la matière :

CHAP 1 : INTRODUCTION AUX SEMI-CONDUCTEURS

1. Notions de semi-conducteurs (Conductivité, diffusion, couches d'énergie…)
2. Matériaux semi-conducteurs (Silicium, Germanium…).
3. Propriété intrinsèque du silicium.
4. Propriété du silicium dopé.
5. Semi-conducteurs N et P.
6. Jonction PN en équilibre

CHAP 2 : LES QUADRIPOLES

1. Représentation d'un réseau passif par un quadripôle.
2. Les grandeurs du modèle équivalent d'un montage quadripôle (impédance d'entrée et de sortie, gain en tension et en courant), application à l'adaptation.
3. Filtres passifs (passe-bas, passe-haut, …), Diagramme de Bode, Courbe de gain, Courbe de phase, Fréquence de coupure, Bande passante.

CHAP 2 : LES DIODES

1. Fonctionnement d'une diode.
2. Polarisation directe et inverse d'une diode
3. Caractéristiques courant-tension de la diode
4. Modèles de la diode (Idéale et en petits signaux)
5. Les diodes particulières : Diode Zener, Diode de Schottky, Diode capacitive, Diode à effet tunnel, Diode électroluminescente, Photodiodes, Cellules photoconductrices.
6. Applications de la diode : Écrêtage, Verrouillage, Circuits d'alimentation DC (Redressements mono-alternance et double-alternances, stabilisation par diode Zener, …), Multiplicateur de tension.

CHAP 3 : LES TRANSISTORS BIPOLAIRES

1. Définition et effet transistor.
2. Régime statique des transistors bipolaires (Réseau de caractéristiques d'un transistor bipolaire NPN, limites d'utilisation d'un transistor (Tensions de claquage, Courant maximum, Puissance maximum))
3. La polarisation d'un transistor NPN (par résistance de base, par pont résistif et résistance d'émetteur)
4. Effet de la polarisation sur le réseau de caractéristiques d'un transistor NPN (droite de charge, point de repos, …)
5. Le transistor bipolaire en régime dynamique (les paramètres hybrides et le schéma équivalent du transistor NPN)
6. Amplificateurs fondamentaux à transistors Bipolaires : EC, CC, BC (condensateurs de liaisons, condensateurs de découplage, Schéma équivalent, Gain en tension, Gain en décibels, Bande passante, Gain en courant, Impédances d'entrée et de sortie).

6. Le montage push-pull
7. l'amplificateur différentiel simple

CHAP 4 : LES TRANSISTORS A EFFET DE CHAMP

1. Définition d'un transistor à effet de champ à jonction
2. La polarisation des transistors JFET
3. Le schéma équivalent en régime linéaire
4. Les amplificateurs à JFET à source commune
5. Les transistors JFET en commutation

CHAP 5 : AMPLIFICATEURS OPÉRATIONNELS

1. Fonctionnement linéaire d'un amplificateur opérationnel (caractéristiques, schéma équivalent, contre-réaction**)**.
2. Montages de base de l'amplificateur opérationnel en régime linéaire (Inverseur, Non inverseur, Additionneur, Soustracteur, Comparateur, Suiveur, Dérivateur, Intégrateur. Logarithmique, Exponentiel.
3. Les amplificateurs opérationnels en régime non linéaire (Le comparateur, Le trigger de Schmitt, les montages astables et monostables)

Mode d'évaluation : Interrogation écrite, devoir surveillé, examen final

BIBLIOGRAPHIE

1. A. Malvino, Principe d'Electronique, 6ème Edition Dunod, 2002.
2. T. Neffati, Introduction à l'électronique Analogique, Dunod, 2008.
3. Y. Granjon, B. Estibals et S. Weber, Electronique : Tout le cours en fiches, Dunod, 2015
4. T. Floyd, Electronique Composants et Systèmes d'Application, 5ème Edition, Dunod, 2000.
5. F. Milsant, Cours d'électronique (et problèmes), Tomes 1, Eyrolles.
6. M. Kaufman, Electronique : Les composants, Tome 1, McGraw-Hill, 1982.
7. P. Horowitz, Traité de l'électronique Analogique et Numérique, Tomes 1 et 2, Publitronic-Elektor, 1996.
8. M. Ouhrouche, Circuits électriques, Presses internationale Polytechnique, 2009.
9. I. Jelinski, Toute l'Electronique en Exercices, Vuibert, 2000.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
4	**Électrotechnique Fondamentale**		**2**	**4**	**IST 4.3**
VHS	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
45h00	1h30	1h30			

Objectifs de l'enseignement

Connaitre les principes de base de l'électrotechnique. Comprendre le principe de fonctionnement des transformateurs et des machines électriques.

Connaissances préalables recommandées :

Notions d'électricité fondamentale.

Chapitre.1 Bases mathématiques et électriques

- **Rappels mathématiques (nombres complexes)**
  - Forme cartésienne, trigonométrique, exponentielle.
  - Formule de Moivre, racines, application à l'électricité.
- **Rappels Lois fondamentales de l'électricité**
  - Régime continu (R, L, C).
  - Régime sinusoïdal : grandeurs, Fresnel, notation complexe.
  - Puissances en régime sinusoïdal (active, réactive, apparente, Boucherot).
  - Régime transitoire (RC, RL, RLC, charge/décharge d'un condensateur).

Chapitre.2 Circuits RLC et puissance en sinusoïdal

- **Circuits R, L, C en alternatif**
  - Impédance, admittance, diagrammes de phase.
  - Résolution circuits RL, RC, RLC.
- **Puissance en régime sinusoïdal**
  - P, Q, S, facteur de puissance.

Chapitre.3 : Circuits triphasés

- **Circuits triphasés équilibrés**
  - Principe, schéma étoile/triangle, relations tension/courant.
- **Puissances en triphasé équilibré**
  - Calculs des puissances.
  - Méthode des deux wattmètres.
- **Aperçu sur le Triphasé déséquilibré et neutre**
  - Composantes symétriques, rôle du neutre.

Chapitre.4 : Circuits magnétiques et transformateurs

- **Circuits magnétiques**
  - Circuits magnétiques AC, inductances propre et mutuelle.
  - Analogie électrique ↔ magnétique.
- **Transformateurs**
  - Transfo monophasé idéal et réel.
  - Autres types (isolement, impulsion, auto, triphasés).

Chapitre.5 : Introduction aux machines électriques

Introduction aux machines électriques

  - Généralités sur les machines électriques, principe générateur/moteur.
  - Bilan de puissance et rendement.

Mode d'évaluation

Contrôle continu : 40 % ; Examen final : 60 %.

Références bibliographiques

(Selon la disponibilité de la documentation au niveau de l'établissement, Sites internet...etc.)

1. J.P Perez, Electromagnétisme Fondements et Applications, 3eme Edition, 1997.
2. A. Fouillé, Electrotechnique à l'Usage des Ingénieurs, 10e édition, Dunod, 1980.
3. C. François, Génie électrique, Ellipses, 2004
48. M. Jufer, Electromécanique, Presses polytechniques et universitaires romandes- Lausanne, 2004.
9. A. Fitzgerald, Electric Machinery, McGraw-Hill Higher Education, 2003.
10. J. Lesenne, Introduction { l'électrotechnique approfondie. Technique et Documentation, 1981.
11. P. Maye, Moteurs électriques industriels, Dunod, 2005.
12. S. Nassar, Circuits électriques, Maxi Schaum.
13. G. *Séguier*, F. Notelet, *Electrotechnique* industrielle, Technique et documentation, Paris, 3ème édition, 2006.
14. M. Kostenko; L. PiotrovskiMachines Electriques (Tome 1 et 2), Edition Mir Moscou
15. Max Marty, Daniel Dixneuf, Delphine Garcia Gilabert ; Principe de l'électrotechnique : Edition Dunod Sciences Sup
16H. Lumbroso, Problèmes résolus sur les circuits électriques, Dunod.
17 J.P Perez, R. Carles et R. Fleekinger, Electromagnétisme Fondements et Applications, 3e Edition, 1997.
18. Edminster, Théorie et applications des circuits électriques, Mc. Graw Hill.
19 L. Lasne, Electrotechnique, Dunod, 2008
20 D. Hong, Circuits et mesures électriques, Dunod, 2009

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S 4	**Logique combinatoire et séquentielle**		3	5	IST 4.4
VHS	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
67h30	1h30	1h30	1h30		

Pré-requis :

- Bases d'algèbre booléenne: Opérations logiques (ET, OU, NON), identités booléennes, lois de De Morgan, simplification d'expressions booléennes.
- Systèmes de numération: Bases binaires, conversion entre bases, représentation des nombres entiers et négatifs.
- Fonctions mathématiques: Définition, propriétés, représentation graphique.

Objectifs:

Connaître les circuits combinatoires usuels. Savoir représenter quelques applications des circuits combinatoires en utilisant les outils standards que sont les tables de vérité, les tables de Karnaugh. Introduire les circuits séquentiels à travers les circuits bascules et les compteurs.

Contenu de la matière

Chapitre 1 : Introduction et rappels

- Rappel sur l'algèbre booléenne et les systèmes de numération. Place de la logique numérique en électronique.
- Exercices simples de conversion entre bases (binaire, décimal, hexadécimal).

Chapitre 2 : Codage de l'information (I)

- Codes pondérés (binaire, BCD, signé/non signé). Conversion entre codes.
- Exercices sur conversions et opérations arithmétiques binaires.

Chapitre 3 : Codage de l'information (II)

- Codes non pondérés (Gray, ASCII, codes détecteurs et correcteurs d'erreurs).
- Exercices sur codes de Gray et correction d'erreurs simples (code Hamming).

Chapitre 4 : Algèbre de Boole (I et II)

- **Cours** : Variables logiques, opérations de base (OR, AND, NOR, NAND, XOR). Lois fondamentales, théorème de De Morgan.
- **TD** : Simplification algébrique de fonctions logiques.

Chapitre 5 : Algèbre de Boole (II)

- **Cours** : Tables de vérité et tables de Karnaugh. Méthode de simplification.
- **TD** : Exercices de simplification avec Karnaugh (3 à 5 variables).

Chapitre 6 : Technologie des circuits logiques (I)

- **Cours** : Introduction aux technologies logiques (TTL, CMOS), niveaux logiques et imperfections.
- **TD** : Exercices sur chronogrammes et propagation des signaux.

Chapitre 7 : Technologie des circuits logiques (II)

- **Cours** : Sorties totem-pole, collecteur ouvert, 3 états.
- **TD** : Étude de circuits avec sorties spéciales.

Chapitre 8 : Circuits combinatoires (I)

- **Cours** : Décodeurs et encodeurs (principe, applications).
- **TD** : Exercices sur mise en cascade et applications de décodeurs.

Chapitre 9 : Circuits combinatoires (II)

- **Cours** : Multiplexeurs et démultiplexeurs. Applications (sélection de signaux, réalisation de fonctions logiques).
- **TD** : Études de cas (multiplexeur utilisé comme implémentation d'une fonction).

Chapitre 10 : Circuits combinatoires (III)

- **Cours** : Comparateurs, générateurs et vérificateurs de parité, circuits arithmétiques (additionneurs complets).
- **TD** : Étude de comparateurs 4 bits et additionneur complet.

Chapitre 11 : Circuits séquentiels – bascules (I)

- Introduction aux circuits séquentiels. Bascule RS, RST, D.
- Établissement des tables de vérité et chronogrammes.

Chapitre 12 : Circuits séquentiels – bascules (II)

- Bascules JK, T, maître-esclave. Applications (diviseur de fréquence, générateur d'impulsions).
- **Applications** sur chronogrammes et imperfections.

Chapitre 13 : Compteurs (I)

- Définition, classification (synchrone, asynchrone, régulier, irrégulier).
- Tables d'excitation des bascules JK, D, RS.

Chapitre 14 : Compteurs (II)

- Compteurs synchrones, modulo(n), programmables.
- Étude d'un compteur programmable et démarrage sur état particulier.

Travaux Pratiques

TP1 – Systèmes de numération et codage de l'information

- Manipulation de codes binaires, hexadécimaux et BCD.
- Conversion entre codes (binaire ↔ Gray, ASCII).
- Simulation d'additionneurs simples (demi-additionneur, additionneur complet).

TP2 – Portes logiques et algèbre de Boole

- Simulation et câblage des portes logiques de base (AND, OR, NOT, NAND, NOR, XOR).
- Vérification expérimentale des lois de l'algèbre de Boole.
- Réalisation d'une fonction logique simplifiée (via tables de vérité et Karnaugh).

TP3 – Technologies logiques (TTL & CMOS)

- Étude expérimentale des caractéristiques de circuits TTL et CMOS.
- Analyse des niveaux logiques, seuils et temps de propagation.
- Expérimentation sur sorties spéciales : collecteur ouvert et 3 états (bus de données).

TP4 – Circuits combinatoires usuels

- Réalisation et test de décodeurs et encodeurs.
- Mise en œuvre de multiplexeurs et démultiplexeurs.
- Applications : générateurs/vérificateurs de parité, comparateurs 4 bits.

TP5 – Bascules et circuits séquentiels de base

- Réalisation et étude des bascules RS, D, JK, T (tables de vérité + chronogrammes).

- Applications : diviseur de fréquence, générateur d'impulsions.

TP6 – Compteurs synchrones et asynchrones

- Réalisation de compteurs binaires modulo-n (synchrone et asynchrone).
- Étude de compteurs programmables.
- Mini-projet : compteur décimal ou séquenceur simple.

Modalités d'évaluation : Contrôle Continu 20% ; TP 20% Examen final: 60%

Références bibliographiques

1. Letocha ; Introduction aux circuits logiques ; Edition Mc-Graw Hill.
2. J.C. Lafont ; Cours et problèmes d'électronique numérique, 124 exercices avec solutions; Edition Ellipses.
3. R. Delsol ; Electronique numérique, Tomes 1 et 2 ; Edition Berti
4. P. Cabanis ; Electronique digitale ; Edition Dunod.
5. M. Gindre ; Logique combinatoire ; Edition Edi science.
6. H. Curry, Combinatory Logic II. North-Holland, 1972
7. J-P. Ginisti, La logique combinatoire, Paris, PUF (coll. « Que sais-je? » n°3205), 1997.
8. J-L. Krivine, Lambda-calcul, types et modèles, Masson, 1990, chap. Logique combinatoire, traduction anglaise accessible sur le site de l'auteur.
9. R. Katz Contemporary Logic Design, 2nd ed. Prentice Hall, 2005.
10. M. Gindre, Electronique numérique : logique combinatoire et technologie : cours et exercices, Mc Graw Hill, 1987
11. C. Brie, Logique combinatoire et séquentielle, Ellipses, 2002.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S 4	**Electromagnétisme appliquée**		2	4	IST 4.5
VHS	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
45h00	1h30	1h30			

Pré-requis

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

Objectifs

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

Contenu de la matière

Chapitre.1 Rappels mathématiques

- Vecteurs, analyse vectorielle (divergence, rotationnel, gradient), systèmes de coordonnées (cartésien, cylindrique, sphérique).
- **C**alcul vectoriel appliqués aux champs.

Chapitre 2 .Électrostatique (3 semaines)

-Champs électrostatiques dans le vide

- Loi de Coulomb, champ électrique, potentiel électrostatique, équation de Poisson/Laplace.
- Application : distribution de potentiel autour d'un conducteur, condensateurs.

-Électrostatique dans les diélectriques

- Polarisation, permittivité, conditions aux limites.
- Application : capacité de câbles coaxiaux et lignes électriques.
- **Énergie électrostatique et forces**
- Densité d'énergie électrostatique, forces sur les conducteurs.
- Application : contraintes diélectriques dans les isolateurs HT.

Chapitre 3 – Magnétostatique (3 semaines)

Champ et induction magnétique

- Loi de Biot-Savart, champ créé par des conducteurs, flux magnétique, induction B.
- Application : champ autour d'une ligne électrique ou d'un enroulement.

Matériaux magnétiques et aimantation

- Perméabilité, hystérésis, cycles magnétiques.
- Application : noyaux de transformateurs et de machines électriques.

Forces et efforts électrodynamiques

- Loi d'Ampère, force de Laplace, énergie magnétique.
- Application : force sur les conducteurs de lignes électriques, bases de fonctionnement des moteurs.
- **R**ésolution de champs magnétiques (conducteurs infinis, bobines).

Chapitre 4 – Induction électromagnétique (3 semaines)

Phénomènes d'induction

- Loi de Faraday, flux variable, loi de Lenz.

- Application : principe du transformateur et des générateurs.

Courants induits et pertes

- Courants de Foucault, pertes par hystérésis et par courants induits.
- Application : blindages magnétiques et pertes dans les machines électriques.

Hypothèse quasi-stationnaire et applications

- Circuits équivalents, auto-induction et inductance mutuelle.
- **TD** : exercices sur bobines et transformateurs.
- **TP** : expérimentation de l'induction avec bobines et circuits magnétiques.

Chapitre 5 – Champs et ondes électromagnétiques en régimes variables (4 semaines)

Équations de Maxwell

- Formulation locale et intégrale, interprétation physique.
- Application : continuité du courant et champ électromagnétique.

Vecteur de Poynting et énergie électromagnétique

- Flux de puissance et bilan énergétique.
- Application : transmission d'énergie par ondes (guides, antennes, compatibilité électromagnétique).

Ondes électromagnétiques dans le vide

- Équation d'onde, vitesse de propagation, polarisation.
- Application : propagation dans l'air libre et communication sans fil.

Ondes électromagnétiques dans les milieux matériels

- Propagation dans les diélectriques et conducteurs.
- Application : câbles coaxiaux, lignes de transmission, pertes dans les câbles électriques HT.
- **TD** : calculs de propagation et d'atténuation.

Mode d'évaluation : (type d'évaluation et pondération) CC :

Control continu : 40%, Examen 60%

Références bibliographiques

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

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
4	**Mesure et métrologie**		**2**	**3**	**IST.4.6**
VHS	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
45h00	1h30	-	1h30		

Pré requis

- Bases en électricité Fondamentale
- Connaissances en analyse mathématique (erreurs, statistiques élémentaires).

Objectifs pédagogiques

- Comprendre le rôle de la métrologie dans l'industrie, la recherche et le contrôle qualité.
- Maîtriser les unités, normes, méthodes et instruments de mesure.
- Identifier et quantifier les erreurs et incertitudes de mesure.
- Appliquer des méthodes pratiques de mesure des grandeurs électriques.
- Savoir utiliser correctement les appareils de mesure analogiques et numériques.

Chapitre 1 : Introduction à la métrologie (Semaines 1-2)

- Définitions et importance de la métrologie.
- Métrologie et qualité (ISO, normalisation, traçabilité).
- Les trois catégories de métrologie : scientifique, industrielle, légale.
- Vocabulaire de base de la métrologie.

Chapitre 2 : Généralités sur la mesure (Semaines 3-4)

- Unités de mesure et Système International (SI).
- Méthodes de mesure : directe, indirecte, comparative.
- Notion d'étalon (primaire, secondaire, de travail).
- Sources d'erreurs (systématiques, aléatoires, instrumentales, environnementales).

Chapitre 3 : Calculs d'erreurs et incertitudes (Semaines 5-6)

- Définition des erreurs : absolue, relative.
- Incertitude de mesure : notion et estimation.
- Combinaison des incertitudes.
- Présentation et arrondi des résultats de mesure.

Chapitre 4 : Méthodes de mesure des grandeurs électriques (Semaines 7-8)

- Méthodes directes (mesure avec instruments standards).
- Méthodes indirectes (lois d'Ohm, Kirchhoff).
- Méthode des ponts (Wheatstone, Maxwell, Schering).
- Méthode de résonance pour mesure de L et C.

Chapitre 5 : Mesure des grandeurs électriques fondamentales (Semaines 9-10)

- Mesure du courant et de la tension (DC et AC).
- Mesure de la résistance, capacité, inductance.
- Mesure de la puissance électrique (active, réactive, apparente).
- Mesure de l'énergie électrique.

Chapitre 6 : Appareils de mesure (Semaines 11-12)

- Appareils analogiques : galvanomètre, voltmètre, ampèremètre, wattmètre.
- Appareils numériques : multimètres, oscilloscopes numériques, analyseurs.
- Avantages et inconvénients (précision, rapidité, domaine d'utilisation).

Chapitre 7 : Mesures chronométriques et applications (Semaines 13-14)

- Mesure du temps et de la fréquence.
- Comptage d'impulsions.
- Utilisation des oscilloscopes pour mesures temporelles.
- Importance dans les systèmes de communication et électroniques.

Travaux Pratiques

TP.1 Découverte des instruments de mesure et normalisation

- Présentation des instruments usuels (multimètre, oscilloscope, wattmètre).
- Familiarisation avec les symboles et normes.

TP.2 Utilisation des étalons et mise en évidence des erreurs de mesure

- Manipulation d'étalons simples (résistances étalons, calibres).
- Mise en évidence des erreurs instrumentales.
- Comparaison entre mesure directe et indirecte.

TP .3 Analyse des erreurs et estimation des incertitudes expérimentales

- Étude expérimentale des erreurs de mesure d'une grandeur électrique (tension continue).
- Calcul d'incertitudes à partir de mesures répétées.
- Exploitation statistique simple (moyenne, écart-type).

TP.4 : Mesure des résistances, inductances et capacités par les ponts de mesure

- Application de la méthode de Wheatstone pour mesure de résistances.
- Mesure d'une inductance par pont de Maxwell.
- Utilisation pratique de la méthode de résonance.

TP .5 Mesures électriques fondamentales : tension, courant, puissance et lois de l'électricité

- Utilisation du multimètre pour mesure de tension et courant.
- Mesure de puissance avec wattmètre.
- Expériences de vérification des lois d'Ohm et Joule.

TP.6 Comparaison des appareils de mesure analogiques et numériques

- Comparaison entre un voltmètre analogique et numérique.
- Manipulation d'oscilloscope pour mesure de tension AC.
- Analyse des limites instrumentales (bande passante, résolution).

TP.7 Mesures chronométriques : temps, fréquence et vitesse de rotation

- Mesure de la période et de la fréquence avec oscilloscope.
- Étude d'un signal rectangulaire et sinusoïdal.
- Application : mesure de la vitesse de rotation d'un moteur (tachymètre).

Mode d'évaluation: Interrogation écrite, travaux pratiques, examen final.

Références bibliographiques:

[1] . Lorenzo Zago, Bases de Métrologie, Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud, 2012.

[2] . P-A. Paratte, Traité d'électricité, volume XVII, Systèmes de mesure, Presses polytechniques romandes.

[3] . J. P. Bentley, Principles of measurement systems, Pearson education, 2005.

[4] . J. Niard et al, Mesures électriques, Nathan, 1981

[5] . D. Barchesi, Mesure physique et Instrumentation, Ellipses 2003.

[6] . J.P. Holman, Experimental Methods for Engineers, McGraw-Hill 1994.

[7] . - M. Cerr, Instrumentation industrielle : T.1, Edition Tec et Doc.

[8] . - M. Cerr, Instrumentation industrielle : T.2, Edition Tec et Doc.

[9] . - P. Oguic, Mesures et PC, Edition ETSF.

[10] . - D. Hong, Circuits et mesures électriques, Dunod, 2009.
[11] . - W. Bolton, Electrical and Electronic Measurement and Testing, 1992.
[12] . - A. Fabre, Mesures électriques et électroniques, OPU, 1996.
[13] . - G. Asch, Les capteurs en instrumentation industrielle, édition Dunod, 2010.
[14] . - L. Thompson, Electrical Measurements and Calibration: Fundamentals and Applications, Instrument Society of America, 1994.
[15] . - J. P. Bentley, Principles of Measurement Systems, Pearson Education, 2005.
[16] . - J. Niard, Mesures électriques, Nathan, 1981.
[17] . - P. Beauvilain, Mesures Electriques et Electroniques.
[18] . - M. Abati, Mesures électroniques appliquées, Collection Techniques et Normalisation Delagrave.
[19] . - P. Jacobs, Mesures électriques, Edition Dunod.
[20] . - A. Leconte, Mesures en électrotechnique (Document D 1 501), Les techniques de l'ingénieur.

- http ://sitelec.free.fr/cours2htm
- http ://perso.orange.fr/xcotton/electron/coursetdocs.ht
- http ://eunomie.u-bourgogne.fr/elearning/physique.html
- http ://www.technique-ingenieur.fr/dossier/appareilsdemesure
-https://langloisp.users.greyc.fr/metrologie/cm/index.html
http://www.doc-etudiant.fr/Sciences/Physique/Cours-Introduction-a-la-Metrologie-Industrielle-8223.htmlFM

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	crédits	Code
S4	**Analyse numérique 2**	**2**	**2**	IST 4.7
VHS	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**	**VHS**
45h	1h30		1h30	45h

Pré-requis :
Une bonne connaissance de l'analyse des fonctions d'une variable réelle et des bases du calcul matriciel.

Objectifs :
Ce cours constitue une introduction au calcul Scientifique. Son objectif est de :

- présenter des méthodes numériques de base permettant de résoudre avec un ordinateur des problèmes concrets issus de l'ingénierie.
- Identifier les difficultés liées à la résolution numérique sur ordinateur d'un problème réel.
- Savoir développer et mettre en œuvre les méthodes de discrétisation des problèmes continus.
- Maîtriser et savoir mettre en œuvre les techniques de base de l'analyse numérique matricielle.
- Savoir mettre en œuvre les techniques de base du calcul numérique.

Contenu de la matière :

Chap. 1 Interpolation et approximation polynomiale

1.1. Interpolation de Lagrange : existence et unicité du polynôme de Lagrange, Calcul du polynôme de Lagrange, estimation de l'erreur d'approximation.
1.2. Interpolation de Newton : table des différences Divisées, Polynôme de Newton, estimation de l'erreur d'approximation.
1.3. Interpolation de Hermite : existence et unicité du polynôme d'interpolation de Hermite, estimation de l'erreur d'approximation.
1.4. Approximation au sens des moindres carrés : méthode classique des moindres carrés, polynômes orthogonaux, Polynômes trigonométriques, transformée de Fourier rapide.
1.5. Fonctions splines.

Chap. 2 Dérivation et intégration numérique

2.1. Dérivation numérique : dérivée première, formules à deux points, formules à trois points, dérivées d'ordre supérieur, estimation de l'erreur de dérivation.
2.2. Intégration numérique : méthodes de quadrature élémentaires, formules de Newton-Cotes, formules de Gauss, estimation de l'erreur d'intégration.

Chap. 3 Equations différentielles du premier ordre

3.1. Méthode d'Euler-Cauchy : estimation de l'erreur de discrétisation, influence des erreurs d'arrondis, méthode d'Euler implicite.
3.2. Méthodes de Runge-Kutta : méthode de Runge-Kutta d'ordre 2, Méthode de Runge-Kutta d'ordre 4.

3.3. Systèmes d'équations différentielles ordinaires du premier ordre.
3.4. Problèmes aux conditions aux limites : méthode des différences finies, exemple simple 1D avec conditions de Dirichlet, Neumann et mixtes.

Travaux Pratiques :

- Interpolation et approximation polynômiale
- Dérivation et intégration numérique
- Equations différentielles du premier ordre

Modalités d'évaluation :

Interrogation, Devoir surveillé, Travaux pratiques, Examen final

Références bibliographiques :

[1] Jean-Pierre Demailly, analyse numérique et équations différentielles, EDP Sciences (2006).
[2] AlfioQuarteroni, Riccardo Sacco, Fausto Saleri, méthodes numériques : algorithmes, analyse et applications, Springer-Verlag (2007).
[3] AlfioQuarteroni, Fausto Saleri, Paola Gervasio, calcul scientifique : cours, exercices corrigés et illustrations en matlab et octave, Springer-Verlag (2010).
[4] Won Young Yang, Wenwu Cao, Tae-Sang Chung, applied numerical methods using matlab, John Wiley end sons (2005).
[5] Jean-Louis Merrien, analyse numérique avec matlab, Dunod (2007).
[6] André Fortin, analyse numérique pour ingénieurs, Presses internationales Polytechnique (2011).
[7] William Ford, numerical linear algebra with applications using matlab, Elsevier Inc (2015).
[8] Cleve B. Moler, numerical computing with matlab, Siam (2004).
[9] Grégoire Allaire, Sidi Mahmoud Kaber, numericallinearalgebra, Springer (2008).
[10] Luc Jolivet, Rabah Labbas, analyse et analyse numérique : rappel de cours et exercices corrigés, Lavoisier (2005).
[11] Jacques Rappaz, Marco Picasso, introduction a l'analyse numérique, Presses polytechniques et universitaires romandes (2004).
[12] Nicholas J. Higham, accuracy and stability of numerical algorithms, siam (1996).
[13] John Hubbard, Florence Hubert, calcul scientifique de la théorie a la pratique : illustrations avec maple et matlab, Université de Provence, Marseille (2005).

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S4	**TP-Electrotechnique et Electronique**		**1**	**2**	IST.4.8
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
22h30			1h30		

Objectifs de l'enseignement:

Consolidation des connaissances acquises dans les matières d'électronique et d'électrotechnique fondamentales pour mieux comprendre et assimiler les lois fondamentales de l'électronique et de l'électrotechnique.

Connaissances préalables recommandées

Electronique fondamentale. Electrotechnique fondamentale.

Contenu de la matière :

Partie A : TP d'Électronique (6 séances de 2h)

TP1 : Théorèmes fondamentaux et filtres passifs

- Vérification expérimentale des théorèmes de base (Thévenin, Norton, superposition).
- Étude des filtres passifs RC/RL/LC : tracés des courbes de gain et de phase.
- Simulation LTSpice/Multisim pour visualiser les réponses fréquentielles.

TP2 : Caractéristiques des diodes et redressement

- Mesures I-V sur une diode au silicium et une diode Schottky.
- Visualisation de la jonction PN par simulation.
- Réalisation d'un redresseur simple et double alternance avec filtrage RC.
- Analyse des formes d'onde à l'oscilloscope.

TP3 : Alimentation stabilisée avec diode Zener

- Mesures pratiques sur diode Zener (courbe I-V).
- Réalisation d'un montage de régulation par Zener.
- Étude de l'effet du filtrage capacitif.
- Simulation comparative avec un modèle de régulateur idéal.

TP4 : Transistor bipolaire (NPN) – Caractéristiques et amplificateur de base

- Mesure des caractéristiques d'entrée et de sortie d'un transistor NPN.
- Détermination du point de fonctionnement (polarisation fixe et stabilisée).
- Mise en œuvre d'un amplificateur à émetteur commun.
- Observation du gain en tension et de la distorsion à l'oscilloscope.

TP5 : Transistor à effet de champ (JFET) et montages amplificateurs

- Mesure des caractéristiques d'un JFET.
- Réalisation d'un amplificateur à source commune.
- Étude comparative des amplis bipolaires et FET.
- Simulation d'un montage push-pull.

TP6 : Amplificateurs opérationnels – applications de base

- Réalisation d'un ampli inverseur et suiveur.

- Mise en œuvre d'un intégrateur analogique.
- Réalisation d'un oscillateur simple à AOP.
- Observation des signaux en régime linéaire et non-linéaire.

<u>Partie B</u> : TP d'Électrotechnique (6 séances de 2h)

TP1 : Mesures électriques en régime monophasé

- Manipulation des appareils de mesure (multimètre, oscilloscope, wattmètre).
- Mesure de tensions et courants en circuits R, L, C.
- Mise en évidence du déphasage tension/courant (RL, RC).

TP2 : Étude expérimentale d'un système triphasé

- Rappel sur le système triphasé équilibré.
- Mesure de tensions et courants en triphasé.
- Étude des connexions étoile/triangle.
- Vérification de l'équilibre et du déséquilibre de charges.

TP3 : Mesures de puissances en monophasé et triphasé

- Mesure de puissance active et réactive en monophasé.
- Méthodes de mesure des puissances en triphasé (méthode des deux wattmètres).
- Utilisation de l'oscilloscope pour mesure de puissance et facteur de puissance.

TP4 : Circuits magnétiques et hystérésis

- Étude d'un circuit magnétique simple.
- Courbes d'aimantation et cycle d'hystérésis.
- Mise en évidence du couplage inductif.
- Interprétation physique (pertes par hystérésis et courants de Foucault).

TP5 : Essais sur transformateurs monophasés

- Essai à vide et essai en court-circuit.
- Détermination du schéma équivalent.
- Rendement et pertes du transformateur.
- Vérification expérimentale avec mesures de tensions, courants et puissances.

TP6 : Étude des machines électriques

- Étude simple d'un moteur à courant continu (caractéristiques tension-vitesse).
- Mise en marche d'un moteur asynchrone triphasé.
- Observation du comportement en régime démarrage et à vide.
- Démonstrations guidées sur différents types de machines (DC, asynchrone, synchrone).

<u>Mode d'évaluation</u> :

Contrôle continu : 100 %

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
4	**Technologie des dispositifs Electriques et Electroniques**		**1**	**1**	**IST 4.9**
VHS	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
22h30	1h30				

Pré-requis

Notions d'électricité fondamentale, d'électronique et d'électrotechnique fondamentales.

Objectifs pédagogiques

- Acquérir les notions de base sur les dispositifs électriques et électroniques.
- Comprendre la constitution, le principe de fonctionnement et les applications industrielles des principaux composants.
- Relier la théorie à la pratique en abordant aussi la fiabilité, les tests et les pannes fréquentes.
- Préparer le terrain pour des cours plus avancés (machines, électronique de puissance, automatismes).

Contenu de la matière

Partie A – Dispositifs électriques (Semaines 1 à 7)

Chapitre.1 : Introduction générale

- Notions de base : rôle des dispositifs dans les installations électriques.
- Critères de choix (sécurité, fiabilité, coût, maintenance).

Chapitre.2 : Protection des circuits – Fusibles et disjoncteurs

- Constitution, principe et caractéristiques.
- Différence entre protection contre les surcharges et les courts-circuits.
- Applications pratiques.

Chapitre. 3 : Commande et manœuvre – Interrupteurs, sectionneurs et contacteurs

- Rôle, principe de fonctionnement, domaines d'utilisation.
- Symboles normalisés.

Chapitre.4 : Relais et dispositifs associés

- Relais électromécaniques : constitution, principe, applications.
- Relais statiques : avantages/inconvénients.
- Cas d'usage dans les automatismes.

Chapitre. 5 : Petit appareillage et dispositifs complémentaires

- Prises, boutons-poussoirs, voyants, borniers, etc.
- Notions de normalisation (CEI, ISO).

Chapitre. 6 : Câbles électriques

- Construction et matériaux.
- Sections normalisées, chute de tension, conditions de pose.
- Exemple de calcul de section.

Chapitre.7 : Éclairage et compensation d'énergie réactive

- Bases photométriques (flux, intensité, éclairement, rendement).
- Types de lampes (incandescence, fluorescentes, LED).
- Modes d'éclairage et critères de choix.
- Compensation d'énergie réactive : but, principe, méthodes de calcul.

Partie B – Dispositifs électroniques (Semaines 8 à 15)

Chapitre.1 : Les résistances

- Variétés technologiques (carbone, film métallique, bobinées).
- Lois fondamentales (Ohm, association série/parallèle).
- Applications courantes.
- Tests et pannes.

Chapitre.2 : Les condensateurs

- Différents types (céramique, électrolytiques, film).
- Formules de base (Q = C·U, énergie stockée).
- Applications (filtrage, couplage, découplage).
- Tests et pannes.

Chapitre.3 : Les selfs (inductances)

- Constitution, paramètres de base (L, pertes).
- Applications (filtres LC, transformateurs).
- Tests et pannes.

Chapitre.4 : Les diodes

- Généralités, symboles, caractéristiques I-V.
- Types : diode Si, Schottky, Zener, LED.
- Applications (redressement, régulation, signalisation).
- Codes d'identification, tests et pannes.

Chapitre.5 : Les transistors bipolaires (BJT)

- Principe de fonctionnement.
- Caractéristiques de base (β, Vbe, saturation, coupure).
- Applications (amplification, commutation).
- Identification, tests et pannes.

Chapitre.6 : Les transistors FET (optionnel si temps)

- Principe, caractéristiques.
- Applications en commutation et amplification.

Chapitre.7 : Les circuits intégrés logiques

- Généralités, portes logiques de base.
- Familles TTL et CMOS.
- Applications simples en commande et traitement logique.
- Tests et pannes.

Chapitre.8 : Les circuits intégrés analogiques

- Principaux circuits : amplificateurs opérationnels, comparateurs, oscillateurs.
- Applications simples.
- Tests et pannes.

Mode d'évaluation : Examen final : 100 %.

Références bibliographiques :

1. Christophe Prévé-Hermès, Protection des réseaux électriques, Paris-1998.
2. S. H. Horowitz, A.G. Phadke, Power System Relaying, second edition, John Wiley & Sons 1995.
3. L. Féchant, Appareillage électrique à BT, Appareils de distribution, Techniques de l'Ingénieur, traité Génie électrique, D 4 865.
4. R. Besson, Electronique à transistors et à circuits intégrés, Technique et Vulgarisation, 1979.
5. R. Besson, Technologie des composants électroniques, Editions Radio.

6. M. Archambault, Formation pratique { l'électronique, Ed. Techniques et -Scientifiques Françaises, 2007.
7. B.Woollard, Apprivoiser les composants, Dunod, 1997.
8. . Maye, Aide-mémoire des composants électroniques, Dunod, 2010.
9. P.Mayeux, Apprendre l'électronique par l'expérimentation et la simulation, ETSF, 2006.
10. R. Mallard, L'électronique pour les débutants, Elektor, 2012.

SEMESTRE	Intitulé de la matière	Coefficient	Crédits	Code
04	Techniques d'information et de communication	01	01	IST 4.10

VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques
45h00	1h30	1h30	-

Pré requis : connaissances préalables
Langues (Arabe ; Français ; Anglais)

Objectifs de l'enseignement:
Ce cours a pour objectif de développer chez les étudiants les compétences transversales nécessaires à la communication des savoirs scientifiques. Il vise à maîtriser la recherche documentaire et l'usage des outils numériques (TIC) pour collecter et organiser l'information, à rédiger des documents scientifiques clairs et bien structurés (introduction, méthodologie, résultats, discussion selon le schéma IMRaD), à réaliser des présentations orales convaincantes et adaptées à l'auditoire, et à respecter les règles d'éthique et d'intégrité (notamment l'intégrité intellectuelle lors de la citation des sources). Le cours insiste sur la clarté et la concision du style scientifique – la rédaction doit être « précise, claire, concise » – ainsi que sur la déontologie des communications (éviter le plagiat, citer correctement les sources, etc.).

Prérequis :

Les étudiants doivent disposer d'un niveau bac scientifique ou équivalent, avec une bonne maîtrise du français écrit et oral. Des connaissances de base en informatique sont recommandées (traitement de texte, navigation Internet, messagerie).

Contenu de la matière:
Chapitre 1 : Introduction à la communication scientifique 1 semaines
Présentation du cours, enjeux de la communication scientifique (écrite et orale), exemples de supports (articles, rapports, exposés). Sensibilisation à l'importance de l'intégrité et de l'éthique dans le travail universitaire.

Chapitre 2 : Recherche documentaire et TIC 1 semaines
Initiation à la recherche d'information en ligne : moteurs de recherche, bases de données universitaires (Google Scholar, Persee, bibliothèques numériques). Utilisation des opérateurs booléens (ET, OU, SAUF) pour affiner les recherches. Présentation des compétences numériques de base (traitement de texte, tableurs, logiciels de présentation).

Chapitre 3 : Référencement et bibliographie 1 semaines
Principes de la citation et normes bibliographiques (formats APA, IEEE, autres). Règles anti-plagiat : comment citer et paraphraser correctement. Importance de noter scrupuleusement tous les éléments bibliographiques. Introduction à un logiciel de gestion de références (Zotero, Mendeley).

Chapitre 4 : Structure d'un document scientifique 1 semaines

Présentation de la structure standard d'un article ou rapport (schéma IMRaD) : rôle de chaque partie (introduction, méthodologie, résultats, discussion, conclusion). Importance d'un titre clair et informatif. Discussion sur la logique générale du document (problématique, hypothèses).

Chapitre 5 : Rédaction du document scientifique 3 semaines

Rédaction de l'introduction et du résumé (abstract) :

Comment rédiger une introduction efficace : présentation du contexte, formulation de la question de recherche et des objectifs. Écrire un résumé (abstract) informatif : structure (contexte, objectif, méthodes, résultats, conclusion) et mots clés. Techniques pour accrocher le lecteur dès le départ.

Rédaction de la méthodologie et des résultats :

Conseils de rédaction pour la section méthodologie (description précise des procédures, matériel, conditions) et résultats (présentation claire des données, utilisation de tableaux/figures). Distinction entre faits (résultats) et interprétation (discussion). Règles de clarté : phrases simples, voix active/précision des verbes.

Discussion, conclusion et style :

Rédiger la discussion (mettre les résultats en perspective, comparer à d'autres travaux) et formuler une conclusion concise. Règles de style en rédaction scientifique : clarté, concision et précision du langage, gestion de la cohérence et de la cohésion (connecteurs logiques). Erreurs fréquentes à éviter.

Chapitre 6 : Introduction à l'exposé oral et Techniques de prise de parole 2 semaines

Méthodologie de la présentation orale : préparer un plan (introduction, développement, conclusion), définir son objectif et connaître son auditoire. Importance d'une introduction engageante (accroche), d'une conclusion récapitulative.

Techniques de prise de parole :

Techniques corporelles et vocales pour capter l'attention : posture, gestuelle, regard, variations de ton et de rythme. Gestion du stress et du trac. Bonnes pratiques : ne pas lire ses notes mot à mot, n'emporter que des mots-clés pour éviter de « dormir » l'auditoire. Usage de supports (papier, diapos).

Chapitre 7 : Supports visuels et TIC pour l'exposé 1 semaines

Utilisation des outils informatiques (PowerPoint, Beamer…) pour créer des diapositives. Principes de base : diapositives lisibles et épurées (KISS), usage de schémas/images pertinents, police et couleurs adaptées. Ne pas surcharger les slides. Démonstration de logiciels de capture d'écran ou de montage pour la recherche de contenu scientifique (Zotero, bases de données, Google Drive).

Chapitre 8 : Expression écrite professionnelle 1 semaines

Techniques de communication écrite hors article : rédaction d'emails académiques (objets clairs, formules de politesse), compte-rendus de réunion, synthèses de projet. Notions de style formel (objectivité, impersonalité). Orthographe et grammaire – revue des erreurs fréquentes (accords, conjugaison, confusions de mots).

Chapitre 9 : Communication interpersonnelle et écoute 1 semaines

Dynamiques de communication en groupe : écoute active, argumentation, reformulation. Rôle de l'oral dans le travail en équipe. Techniques pour présenter et défendre ses idées dans un débat ou un petit groupe.

Chapitre 10 : Éthique et intégrité académique 1 semaines

Principes d'éthique universitaire : intégrité, honnêteté intellectuelle, respect des résultats et des personnes. Exemples de manquements (plagiat, fabrication de données, usurpation d'auteurs). Présentation des chartes et réglementations universitaires nationales (obligations et sanctions). Insister sur l'importance de l'« intégrité intellectuelle » dans la recherche.

Chapitre 11 : Normes et usages scientifiques 1 semaines

Récapitulation des normes internationales de publication (revue à comité de lecture, factor d'impact, peer-review). Formats standards (APA, etc.) vus plus tôt. Règles de présentation des examens et rapports (marges, police, pagination). Introduction à la rédaction d'un mini-projet ou rapport de stage.

Ateliers :

Atelier : Exercice de prise de notes lors d'une courte vidéo ou d'un texte scientifique ; mise en commun des techniques efficaces de prise de notes (écoute active, mots-clés, organisation).

ATL 2 : Atelier de recherche bibliographique : trouver 5 références pertinentes sur un thème donné, les télécharger ou en extraire les résumés; évaluation critique de la fiabilité des sources (évaluateur, date, contenu).

ATL 3 : Exercice de citation : repérer et formater les références dans un texte donné. Création d'une bibliographie selon un style donné.

ATL 4 : Rédaction d'un plan détaillé (IMRaD) pour un sujet de recherche donné (par exemple, un problème scientifique simple), en identifiant les idées-clés de chaque section.

ATL 5 :

- Rédaction d'un résumé de 150-200 mots à partir d'un article scientifique ou d'un court exposé fourni. Exercices de reformulation d'arguments pour l'introduction.
- Exercice de rédaction : décrire brièvement une méthode ou expérience simple sur la base d'un protocole donné. Création de tableaux ou graphiques à partir de données simulées.
- Atelier de révision : à partir d'un paragraphe scientifique volontairement confus, retravailler la formulation pour la rendre plus claire et concise. Correction de phrases longues ou alambiquées.

ATL : 6

- Exercice de préparation d'exposé : chaque étudiant prépare en quelques minutes un mini plan oral sur un sujet simple, puis le présente brièvement. Feedback sur l'argumentation et la structure.
- Courtes présentations orales individuelles sur un thème familier, avec enregistrement vidéo optionnel. Auto-évaluation et retours du groupe sur la voix et la gestuelle.

ATL 7 : Réalisation d'un court diaporama (3–5 diapositives) sur un sujet scientifique simple. Échanges sur l'efficacité visuelle.

ATL 8 : Rédaction d'un e-mail professionnel à un professeur ou à un encadrant (demande d'information, dépôt de projet). Correction collaborative d'un texte pour éliminer les fautes courantes.
ATL 9 : Jeu de rôle : débat structuré sur un sujet scientifique (avec prise de tour de parole), ou feedback pair-à-pair sur un mini-exposé.
ATL 10 : Mise en forme sous Word ou LaTeX d'un document type (page de garde, sommaire, chapitres, bibliographie).

Mode d'évaluatin : examen 60% et CC TP : 40%

Références bibliographiques :

1. D. Lindsay & P. Poindron (2011), Guide de rédaction scientifique : L'hypothèse, clé de voûte de l'article scientifique, Éditions Quae, Versailles.
2. J.E. Harmon & A.G. Gross (2010), The Craft of Scientific Communication, University of Chicago Press.
3. Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique (Algérie), Charte d'éthique et de déontologie universitaires, 2010 (voir notamment l'accent sur l'intégrité académique), https://www.mesrs.dz/index.php/fr/ethique-et-deontologie/charte-ethique-et-deontologie/.
4. Baril. D (2008), Techniques de l'expression écrite et orale, Sirey .
5. Jean-Denis Commeignes (2013), 12 méthodes de communications écrites et orale – 4éme édition, Michelle Fayet et Dunod.
6. Cardon, D. (2019). *Culture numérique*, Paris, Presses de Sciences Po
7. Frédéric Wauters (2023). Rédiger efficacement à l'ère du digital Techniques de communication écrite, 2e édition - ISBN 978-2-8073-3772-5.
8. Chartier, M. (2013). Le guide du référencement web. First.
9. Duarte, N. (2019). *DataStory: Explain Data and Inspire Action Through Story* Story Paperback. Ideapress Publishing. ISBN-10 : 1940858984
10. Levan, S. K. (2000). *Le projet Workflow* Concepts et outils au service des organisations. Eyrolles.
11. Anderson, C. (2016). *TED Talks: The Official TED Guide to Public Speaking* (1st edition). Houghton Mifflin Harcourt.
12. Reynolds, G. (2009). *Présentation Zen : Pour des présentations plus simples, claires et percutantes* . Pearson.
13. Thierry , L. (2014). Introduction à la communication - 2ème. Dunod.
14. Serres, A. (2021). *Dans le labyrinthe : Évaluer l'information sur internet*. C&F Éditions.

Programmes détaillés des matières du 5ème semestre

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S5	Asservissement des systèmes linéaires continus		4	6	ASI.5.1
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
90h00	3h00	1h30	1h30		

Pré requis : L'étudiant devra posséder les connaissances suivantes :
- Mathématiques de base - Notions fondamentales d'électronique et de physique

Objectifs de l'enseignement

Ce cours permettra à l'étudiant d'acquérir des connaissances sur la théorie et la commande des systèmes linéaires continus. A la fin du cours, les étudiants seront capables de modéliser, d'analyser et de concevoir des contrôleurs simples pour les systèmes automatisés.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Généralités sur les systèmes asservis (2 Semaines)

1. Aperçu sur l'historique des systèmes de régulation
2. Terminologie des systèmes asservis (perturbation, consigne, commande, sortie, bruit de mesure, écart, poursuite, régulation, correcteur, ...)
3. Fonctions d'automatique (surveillances/sécurité, asservissement/régulation)
4. Commande en boucle ouverte/ boucle fermée
5. Structure et organes d'un système de commande.

Chapitre 2 : Représentation des systèmes asservis (2 Semaines)

1. Transformée de Laplace (définitions, propriétés, …)
2. Calcul de la Transformée de Laplace inverse
3. Modèle mathématique d'un système : Représentation par équations différentielles et par fonctions de transfert
4. Schémas blocs et règles de simplification

Chapitre 3 : Analyse dans le domaine temporel (3 Semaines)

1. Régime transitoire, régime permanent
2. Notions de stabilité, rapidité et précision statique
3. Notion de réponse impulsionnelle
4. Etude des systèmes de premier
5. Etude des systèmes de second ordre et cas de systèmes d'ordre supérieur
6. Identification des systèmes de premier et de second ordre à partir de la réponse temporelle.

Chapitre 4 : Analyse des systèmes dans le domaine fréquentiel (4 Semaines)

1. Introduction
2. Représentation graphique des fonctions de transfert (diagrammes de Bode, lieu de Nyquist, abaques de Black-Nichols)
3. Analyse et critères de stabilité (critère du revers dans le plan Bode/Nyquist, critère de Nyquist, lieu d'Evans, critère de Routh)

Chapitre 5 : Synthèse des systèmes (4 Semaines)

1. Introduction
2. Spécifications de synthèse (stabilité, rapidité, précision)
3. Différentes structures des régulateurs (avance/retard de phase, PID, RST)
4. Choix du Régulateur en fonction des spécifications imposées
5. Dimensionnement des régulateurs par les méthodes empiriques (Ziegler-Nichols, Méplat, symétrique, ...),
6. Synthèse par les méthodes graphiques (Evans, Bode, Black, Nyquist, ...).

Mode d'évaluation :

Contrôle continu TP : 20 % ; Contrôle continu TD : 20 % ; Examen final : 60 %.

Références bibliographiques:

[01] K. Ogata, "Automatic Control Engineering'', Prentice Hall, fifth edition, 2010
[02] B.C. Kuo, "Automatic Control Systems", Prentice Hall, ninth edition, 2009
[03] C. T. Chen , " Linear system Theory and design", third Ed., Oxford Univ. Press, 1999
[05] I. J. Nagrath & M. Gopal ,"Control systems engineering", Second Ed., John Wiley & Sons, 1981

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S5	Actionneurs industriels		3	4	ASI.5.3
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
67h30	1h30	1h30	1h30		

Prérequis
Notions électroniques de puissance, Electronique fondamentale1, Electrotechnique fondamentale1.

Objectifs :
La matière vise à fournir aux étudiants une compréhension approfondie des actionneurs industriels les plus couramment utilisés dans l'industrie. Son objectif est de permettre le transfert efficace de travail d'un point à un autre sans nécessiter l'intervention humaine, en utilisant des couples mécaniques ou hydrauliques variables. En couvrant ces notions, les étudiants seront équipés pour comprendre et appliquer les principes fondamentaux des actionneurs, ce qui leur permettra de contribuer efficacement à diverses applications industrielles et de participer à l'automatisation des processus avec une expertise technique solide.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Introduction aux Actionneurs industriels (2 Semaines)

1. Définition des Actionneurs Industriels ;
2. Types d'Actionneurs Industriels ;
3. Fonctionnement des Actionneurs ;
4. Applications des Actionneurs Industriels ;
5. Les prés-actionneurs électriques.

Chapitre 2 : Actionneurs électriques : Moteurs à courant continu et pas à pas (4 Semaines)

1. Principe de fonctionnement,
2. Démarrage du moteur à courant continu,
3. Bilan des puissances, Réversibilité de la machine à courant continu,
4. Alimentation du moteur, Fonctionnement à vitesse variable
5. Les moteurs à aimant permanent,
6. Les moteurs à reluctance variable et les moteurs hybrides,

Chapitre 3 : Actionneurs électriques : Moteurs asynchrones et synchrones (3 Semaines)

1. Définition
2. Domaines d'utilisation, avantages et inconvénients
3. Généralités et utilisations
4. Plaque signalétique
5. Bilan des puissances

Chapitre 4 : Actionneurs pneumatiques et hydrauliques (4 Semaines)

1. L'énergie pneumatique :
   a) Constitution d'une installation pneumatique,
   b) Production de l'énergie pneumatique, Principes physiques.
2. Les pré-actionneurs pneumatiques :
   a) Fonction,

b) Constituants d'un distributeur,

3. Les principaux distributeurs pneumatiques, Les dispositifs de commande, Application : presse pneumatique.
4. Les actionneurs pneumatiques : Les vérins, Le générateur de vide ou venturi.
5. Les actionneurs hydrauliques : Définition, Principaux types de vérins, Dimensionnement des vérins, Applications.

Chapitre 5 : Actionneurs intelligents (2 Semaines)

1. Introduction.
2. Actionneurs intelligents : composition et principe de fonctionnement
3. Applications en robotique
4. Bras de robot avec articulations et poignet
5. Moteur intelligent piézoélectrique linéaire
6. Moteur intelligent piézoélectrique rotatif
7. Avantage des actionneurs intelligents

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques :

[01] Guy Clerc, Guy Grellet, Actionneurs électriques, Modèles, Commande, Eyrolles, 1999.

[02] Gérard Lacroux, Les actionneurs électriques pour la robotique et les asservissements, 1994.

[03] Yves Granjon, Automatique : Systèmes linéaires, non linéaires, temps continu, temps discret, représentation d'état, Dunod, 2010.

[04] J. Faisandier, Mécanismes hydrauliques et pneumatiques, Dunod, 1999.

[05] R. Labonville, Conception des circuits hydrauliques, une approche énergétique, Editions de l'Ecole Poly technique de Montréal, 1991.

[06] P. Maye, Moteurs électriques pour la robotique, Dunod, 2000.

[07] Michel Grout, Patrick Salaun, Instrumentation industrielle, 3e édition, Dunod, 2012. Pag e47

[08] Michel Pinard, Commande des moteurs électriques, Dunod collection l'usine nouvelle 2004 9. M. Portelli, La technologie d'hydraulique industrielle, cours et exercices résolus, Educalivres, Casteila, 2005.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S5	Electronique appliquée		3	5	ASI.5.6
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
67h30	1h30	1h30	1h30		

Prérequis L'étudiant devra posséder les connaissances suivantes :
- Electronique fondamentale

Objectifs :
Faire découvrir à l'étudiant d'autres fonctions principales de l'électronique. L'étudiant doit dans un premier temps pouvoir identifier le type et la fonction d'un composant électronique dans un système globale (même en industrie). Il doit ensuite pouvoir effectuer des mesures sur un circuit électronique (possibilité de modifications ou dépannage). Il doit pouvoir apporter une solution aux situations problèmes (concevoir et réaliser des circuits électroniques analogiques).

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Rappel sur le transistor en commutation et charge et décharge d'un condensateur **(1 Semaine)**

Chapitre 2 : L'amplificateur opérationnel et montages à base de l'AO**(3 semaines)**
- Fonctionnement en mode linéaire
- Fonctionnement en mode non linéaire

Chapitre 3 : CircuitsComparateurs et Convertisseurs de signaux (4 semaines)

3.1 Les Comparateurs
- 3.1.1 Comparateur à zéro
- 3.1.2 Comparateur à référence non nulle
- 3.1.3 Comparateur à hystérésis : Trigger de Schmitt
- 3.1.3 Comparateur à fenêtre

3.2 Convertisseurs de signaux (A-N, N-A)
- 3.2.1 Principes généraux, Définition des caractéristiques des convertisseurs CAN–CNA
- 3.2.2 Théorie de l'échantillonnage et de la quantification, Echantillonneur élémentaire MOS, Echantillonneur-Bloqueur.
- 3.2.3 Conversion CNA, Paramètres de performances, Principales architectures.
- 3.2.4 Conversion CAN, Paramètres de performances, Principales architectures.

Chapitre 4 : Circuits de génération des signaux (3 semaines)

4.1. Circuit de charge et décharge d'un condensateur.
4.2. Oscillateurs linéaires et non linéaires, Oscillateurs commandés en tension (VCO), Boucles à Verrouillage de phase PLL.
4.3. Astables et Monostables.

Chapitre 5 : Les filtres actifs (4 semaines)

5.1. Intérêt et principe du filtrage en électronique
5.2 Filtres passifs et filtres actifs
5.3 Classification des filtres : caractéristiques, modèles et synthèse de filtres analogiques (Bessel, Butterworth, Tchebychev, ...)

5.4 Ordre des Filtres (filtres actifs à base d'ampli-op idéaux)

5.4.1 Filtre passe-bas du 1er ordre (ou filtre à 20 dB/déc = 6 dB/octave)

5.4.2. Filtre passe-haut du 1er ordre (ou filtre à 20 dB/déc = 6 dB/octave).

5.4.3. Filtre passe-bas du 2e ordre (ou filtre en -40 dB/décade).

5.4.4. Filtre passe-haut du 2e ordre (ou filtre en 40 dB/décade).

5.4.5. Filtre passe-bande (filtre réjecteur)

Travaux pratiques :

TP1 : Etude de l'amplificateur à transistor à effet de champ FET et MOS

TP2 : Les amplificateurs opérationnels

TP3 : Etude d'un exemple de circuit CAN, Etude d'un exemple de circuit CNA

TP4 : Les oscillateurs

TP5 : Filtres actifs (passe bas, passe haut…)

TP6 : Réalisation d'un montage électronique : Le responsable de cette matière aussi bien que l'étudiant sont libres de proposer la réalisation d'autres montages.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu (Travaux pratiques) 40 % ; Examen final : 60 %

Références bibliographiques :

[01] Albert Paul Malvino, David J. Bates. Principes d'électronique, Cours et exercices corrigés, 8ème édition, Dunod, 2016.

[02] H. H. Ouslimani, A. Ouslimani, Fonctions principales d'électronique, Casteilla, 2010

[03] Yves Granjon, Bruno Estibals, Serge Weber, Electronique - Tout le cours en fiches, Collection : Tout le cours en fiches, Dunod, 2015.

[04] Charles Adams Platt, Xavier Guesnu, Eric Bernauer, Antoine Derouin, L'électronique en pratique : 36 expériences ludiques, Eyrolles, 2013.

[05] Christophe François, Romain Dardevet, Patrick Soleilhac, Génie Électrique : Électronique Analogique Électronique Numérique Exercices et Problèmes Corrigés, Ellipses Marketing 2006.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S5	Electronique de puissance		3	4	ASI.5.4
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
56h15	1h30	1h30	0h45		

Prérequis
Electronique fondamentale1, Electrotechnique fondamentale1.

Objectifs : Ce cours a pour objectif de permettre aux apprenants de :
- Connaître les principes de base de l'électronique de puissance,
- Connaitre le principe de fonctionnement et l'utilisation des composants de puissance.
- Maîtriser le fonctionnement des principaux convertisseurs statiques,
- Acquérir les connaissances de base pour un choix technique suivant le domaine d'applications d'un convertisseur de puissance.

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Introduction à l'électronique de puissance **(2 Semaines)**
1. Introduction à l'électronique de puissance, son rôle dans les systèmes de conversion d'énergie électrique.
2. Introduction aux convertisseurs statiques.
3. Classification des convertisseurs statiques (selon le mode de commutation, selon le mode de conversion).
4. Grandeurs périodiques non sinusoïdales (valeurs efficaces, moyennes, facteur de forme, taux d'ondulation).

Chapitre 2. Convertisseurs courant alternatif - courant **continu** **(4 Semaines)**
1. Eléments de puissance (diodes et thyristors),
2. Redressement monophasé, type de charge R, RL, RLE., Redresseurs-triphasé, types de charge R, RL, RLE.
3. Analyse du phénomène de commutation (d'empiètement) dans les convertisseurs statiques de redressement non commandés et commandés.

Chapitre 3. Convertisseurs courant continu - courant continu **(4 Semaines)**
1. Eléments de puissance (thyristor GTO, transistor bipolaire, transistor MOSFET, transistor IGBT),
2. Hacheur dévolteur Série, avec charge R, RL et RLE
3. Survolteur parallèle, avec charge R, RL et RLE.

Chapitre 4. Convertisseurs courant continu - courant alternatif **(2 Semaines)**
1. Onduleur monophasé (charges R, L), les onduleurs monophasés et triphasés avec charge résistive et résistive inductive.

Chapitre 5. Convertisseurs courant alternatif-courant alternatif **(3 Semaines)**
1. Eléments de puissance (triacs avec un rappel rapide sur les diodes et thyristors), Gradateur monophasé, avec charge R, RL.
2. Principe du Cyclo convertisseur monophasé

Travaux pratiques :

TP1 étude des composants semi-conducteurs
TP2 étude des convertisseurs redresseurs simple et double alternances monophasés AC/DC
TP3 étude des convertisseurs redresseurs simple et double alternances triphasés AC/DC

TP4 étude des convertisseurs hacheurs DC/DC
TP5 étude des convertisseurs gradateurs AC/AC

Mode d'évaluation :

Interrogation écrite, devoirs surveillés, contrôle continu des travaux pratiques, examen final
Contrôle continu TP : 20 % ; Contrôle continu TD : 20 % ; Examen final : 60 %.

Références bibliographiques :

[01] Luc Lasne, « Electronique de puissance : Cours, études de cas et exercices corrigés », Dunod, 2011.
[02] Pierre Agati, Guy Chateigner, Daniel Bouix, et al, « Aide-mémoire Électricité -Électronique de commande et de puissance – Électrotechnique », Dunod, 2006.
[03] Jacques Laroche, « Électronique de puissance – Convertisseurs : Cours et exercices corrigés », Dunod, 2005.
[04] Guy Séquier, Francis Labrique, Robert Baussière, « Électronique de puissance : Cours et exercices corrigés », Dunod 8e édition, 2004.
[05] Dominique Jacob, « Electronique de puissance- Principe de fonctionnement, dimensionnement », Ellipses Marketing, 2008.

Semestre	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S5	Méthodes numériques appliquée		2	4	ASI.5.5
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux pratiques**		
45h00	01h30	/	01h30		

Prérequis

Analyse numérique 1, Analyse numérique 2, Analyse et Algèbre.

Objectifs de l'enseignement :

- Appliquer les concepts de matrices, vecteurs et normes dans des contextes d'analyse numérique.
- Maîtriser les techniques avancées de résolution de systèmes non linéaires.
- Utiliser efficacement les méthodes de clustering pour l'analyse et l'interprétation de données complexes.
- Acquérir les compétences nécessaires pour l'ajustement de courbes, la régression et l'évaluation des modèles par moindres carrés.

Contenu de la matière

Chapitre 1 : Matrices, vecteurs et systèmes d'équations non linéaires

1- Rappels sur les matrices et vecteurs : Opérations matricielles : addition, multiplication, inversion. Propriétés des matrices : symétrie, antisymétrie, définie. Représentation et stockage des matrices : formats (dense, creux), efficacité de l'opération.

2- Normes vectorielles et matricielles : Normes vectorielles : norme euclidienne, normes induites. Normes matricielles : norme de Frobenius, norme spectrale. Applications pratiques en analyse de sensibilité et en conditionnement.

3- Résolutions des systèmes d'équations non linéaires : méthodes de Newton, méthode de Levenberg-Marquardt.

Chapitre 2 : Clustering

1- Introduction au clusterin : Définition et objectifs du clustering. Applications en analyse de données, en traitement d'image et en reconnaissance de formes. Types de clustering : partitionnement, hiérarchique, basé sur la densité.

2- Méthodes de clustering : K-means : principe, initialisation, convergence. Clustering hiérarchique : agglomératif, divisif, critères de fusion. DBSCAN : density-based spatial clustering of applications with noise, paramètres, avantages et limitations.

3- Évaluation des clusters : Indices de qualité : silhouette, indice Davies-Bouldin, index de Rand. Interprétation des résultats de clustering. Applications pratiques en analyse de données géospatiales.

Chapitre 3 : Méthode des moindres carrés

1- Introduction et formulation du problème : Théorie des moindres carrés : définition, historique, principes fondamentaux. Applications en modélisation statistique, ajustement de courbes et régression.

2- Exemples d'application : Problème de la boule roulante : estimation de trajectoire sous contraintes. Problème de navigation : estimation de position par triangulation. Trajectoire d'un avion : ajustement de trajectoire pour minimiser l'écart par rapport à une trajectoire théorique.

3- Ajustement des données par moindres carrés : Méthodes numériques : solution analytique, méthode des moindres carrés ordinaires. Méthodes itératives : descente de gradient, méthodes de Newton-Raphson.

4- Classification par moindres carrés : Approches linéaires et non linéaires : régression logistique, régression polynomiale. Application à la classification supervisée et non supervisée.

5- Évaluation et validation des modèles : Critères d'évaluation : erreur quadratique moyenne (RMSE), erreur absolue moyenne (MAE). Techniques de validation croisée : k-fold cross-validation, leave-one-out cross-validation. Importance de la régularisation pour prévenir le sur-apprentissage.

Travaux pra :

TP 1 : Méthodes Numériques pour la Résolution de Systèmes Non Linéaires
TP 2 : Clustering et Analyse de Données
TP 3 : Ajustement de Courbes et Régression par Moindres Carrés

Mode d'évaluation :

Contrôle continu TP : 40 %; Examen final : 60 %.

Références Bibliographie :

[01] Marquardt, D. W. (1963). An algorithm for least-squares estimation of nonlinear parameters. *Journal of the society for Industrial and Applied Mathematics*, *11*(2), 431-441.

[02] Boyd, S., & Vandenberghe, L. (2018). *Introduction to applied linear algebra: vectors, matrices,and least squares*. Cambridge university press.

[03] Quarteroni, A. M., Sacco, R., & Saleri, F. (2000). *Méthodes numériques pour le calcul scientifique programmes en MATLAB*. Springer Science & Business Media.

[04] Arbenz, K., & Wohlhauser, A. (1983). *Analyse numérique* (Vol. 1). EPFL Press.

[05] Mirkin, B. (2013). *Mathematical classification and clustering* (Vol. 11). Springer Science & Business Media

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S5	Langage de programmation 1 (C++)		2	4	ASI.5.7
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
45h00	1h30	/	1h30		

Prérequis
- Base mathématique
- Notions d'algorithmique,
- Méthodes numériques

Objectifs :
Ce cours permettra à l'étudiant de se familiariser avec les langages de programmation et en particulier le langage C++.

Partie cours :

Familiariser le Cours avce le TP : Syntaxe, Structures conditionnelles et les boucles, Tableaux et pointeurs, Fonctions, Fichiers, ….

Travaux Pratiques :

TP 1 : Familiarisation avec le langage C++

(Environnement de developpement, compilation, debogage, execution …)

TP 2 : Syntaxe élémentaire, déclaration des variables et opérateurs

TP 3 : Structures conditionnelles et les boucles

TP 4 : Tableaux et pointeurs

TP 5 : Fonctions

TP 6 : Fichiers

TP 7 : Programmation orientée objet en C++

Mode d'évaluation :
Contrôle continue (Travaux pratiques) : 100%

Références bibliographiques :

[01] Bjarne Stroustrup, Marie-Cecile Baland, Emmanuelle Burr, Christine Eberhardt, Programmation : Principes et pratique avec C++., Edition Pearson, 2012.
[02] Jean-Cedric Chappelier, Florian Seydoux, C++ par la pratique. Recueil d'exercices corriges et aide-mémoire, PPUR Edition : 3e Edition, 2012.
[03] Jean-Michel Lery, Frederic Jacquenot,. Algorithmique, applications aux langages C, C++ en Java., Edition Pearson, 2013.
[04] Frederic DROUILLON, . Du C au C++ - De la programmation procédurale a l'objet., édition, 2014.
[05] Claude Delannoy, . Programmer en langage C++., Edition Eyrolles, 2000.
[07] Kris Jamsa, Lars Klander, . C++ La bible du Programmeur., Edition Eyrolles, 2000.
[08] Bjarne Stroustrup. Le Langage C++., Edition Addison-Wesley, 2000.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S5	Capteurs et instrumentation industrielle		1	2	ASI.5.8
VHH	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
33h45	1h30	/	0h45		

Prérequis
Electronique analogique, Mesures électriques, Traitement du signal.

Objectifs :
Acquérir des connaissances technologiques étendues sur les différents capteurs rencontrés en milieu industriel et sur leurs utilisations (métrologie, acquisition de données). Comprendre une feuille de spécifications de tout type de capteur.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Notions sur les Capteurs (02 semaines)
Grandeurs mesurables, Vocabulaire, Rôles d'un capteur, Types de mesurandes, Caractéristiques générales d'un capteur : étendue de mesure, sensibilité, reproductibilité, Fonctionnement en linéaire, hystérésis, résolution, dérive, les erreurs de mesure, … Les parasites. Type de capteurs (actifs, passifs, composites, ...), capteurs simples, intégrés et/ou intelligents.

Chapitre 2 : Conditionnement des capteurs (04 semaines)
Définition d'un circuit de conditionnement, Montage potentiométrique (Mesure des résistances, Mesure des impédances complexes, Les inconvénients du montage potentiométrique. Pont de Wheatstone, Mesures des impédances complexes, Kelvin, Wien, Maxwell, Owen, Hay, Anderson, ..., Amplificateurs d'instrumentation, Amplificateurs différentiels, amplificateurs de charge et amplificateurs d'isolement. Circuits de linéarisation et de conditionnement non-linéaire. Évaluation de la distorsion des systèmes de conditionnement. Conditionnement et CEM.

Chapitre 3 : Exemples de capteurs industriels (04 semaines)
Capteur de position et de déplacement. Capteur de Pression. Capteur de niveau. Capteur de température (thermocouple et Pt100 …). Capteur de débit. Capteur de courant, jauges de contraintes, …

Chapitre 4 : Systèmes de transmission pour capteurs (03 semaines)
Les transmetteurs (Intérêt d'un transmetteur, Paramétrage des transmetteurs, choix d'un transmetteur, boucle de courant 4-20mA, Symboles, les transmetteurs intelligents). Systèmes de transmission analogiques et numériques. Transmission en tension et en courant (4-20 mA). Techniques de modulation/démodulation. Transmission numérique série synchrone ou asynchrone. Principes, caractéristiques et protocoles (RS232C, RS422, RS485, ...).

Chapitre 5 : Introduction aux capteurs intelligents (02 semaines)
Intérêt et principes, architecture générale (module de captage, unité de traitement, interface de communication, module d'alimentation), avantages et inconvénients, Réseaux de capteurs intelligents, exemples de protocoles de communication.

Travaux pratiques :

TP1 : Evaluation d'une mesure et étude d'un circuit de conditionnement à base d'un diviseur de tension et d'un pont de Wheatstone.
TP2 : Etude d'un amplificateur d'instrumentation et évaluation du mode commun.
TP3 : Conditionnement d'un capteur passif (exemple Pt100)
TP4 : Conditionnement d'un capteur actif (exemple thermocouple et compensation de la soudure froide)
TP5 : Etude d'un capteur de niveau
TP6 : Etude d'un capteur de pression

Mode d'évaluation :

Contrôle continu (Travaux pratiques) : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques :

[01] George Asch et Coll, « les capteurs en instrumentation industrielle », 6ème édition Dunod, 2006.
[02] Pascal Dassonvalle, « Les capteurs : 50 exercices et problèmes corrigés », Dunod, 2004.
[03] Georges Asch, Patrick Renard, Pierre Desqoutte, Zoubir Mammeri, Eric Chambérod, Jean Gunther, « Acquisition de données », 3ème édition, Dunod, 2011.
[04] Fèrid Bélaïd, « Introduction aux capteurs en instrumentation industrielle », Centre de Publication Universitaire 2006.
[05] J. P. Bentley, "Principles of measurement systems", Pearson education 2005.
[06] J. Niard et al, « Mesures électriques », Nathan, 1981.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S5	**Energies Renouvelables**		**1**	**1**	ASI 5.9
VHS	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
22h30	1h30		-		

Objectifs de l'enseignement : À la fin du cours, l'étudiant doit être capable de :

- Comprendre les principales sources d'énergies renouvelables.
- Comprendre les principes de modélisation des systèmes énergétiques renouvelables.
- Comprendre les chaînes de conversion énergétique.
- Analyser les systèmes photovoltaïques, éoliens et hybrides.
- Comprendre les différents modes de stockage de l'énergie

Connaissances préalables recommandées

Électrotechnique fondamentale, Automatique linéaire, Électronique de puissance, Conversion d'énergie, Bases de programmation. Introduction aux systèmes intelligents, Energie et environnement.

CHAPITRE 1 — Introduction Générale aux Énergies Renouvelables

Crise énergétique mondiale, Réchauffement climatique, Transition énergétique, Mix énergétique mondial, Définition des énergies renouvelables (Différence : énergie primaire, énergie finale, puissance, rendement, Classification : solaire, éolien, hydraulique, biomasse, géothermie, …)

CHAPITRE 2 — Bases Électriques des Systèmes Énergétiques

Rappels : tension, courant, puissance active/réactive, Conversion AC/DC, Electronique de puissance (hacheurs, onduleurs, redresseurs), Qualité d'énergie

CHAPITRE 3 — Énergie Solaire Photovoltaïque

Rayonnement solaire, Spectre AM1.5, Cellule photovoltaïque (principe physique , jonction PN), Modélisation électrique (Modèle à une diode, deux diodes), Caractéristiques(Courbe I–V , Courbe P–V) , Point de puissance maximale (MPP), Technologies PV (Silicium monocristallin, Polycristallin, Thin film, Bifacial, HJT/TOPCon)

CHAPITRE 4 — Énergie Éolienne

- **Introduction à l'énergie éolienne**, Fonctionnement général d'une éolienne, Origine et caractéristiques du vent, Puissance éolienne et limite de Betz, Types d'éoliennes et Génératrices utilisées dans les systèmes éoliens
- **Électronique de puissance des systèmes éoliens :** Convertisseurs AC/DC et DC/AC , Onduleurs, Notions de PWM, Contrôle tension/fréquence
- **Commande et contrôle des éoliennes :** Contrôle de vitesse, Commande des pales (Pitch Control) , Introduction au MPPT éolien, Introduction aux méthodes de contrôle intelligent
- **Systèmes éoliens hybrides :** Systèmes PV–éolien , Éolien–batterie
- **Applications industrielles de l'énergie éolienne :** Production connectée au réseau, Sites isolés, Smart grids, Intégration dans les systèmes énergétiques intelligents

CHAPITRE 5 — Systèmes de Stockage d'Énergie

Importance du stockage, Batteries (Les batteries à usage solaire, plomb-acide (types ouvertes et scellées)), Li-ion , sodium-ion, Supercondensateurs, Hydrogène et piles à combustible

Chapitre 6 : Réseaux électriques intelligents – Smart Grids (3 semaines)

Architecture des Smart Grids, Réseaux intelligents et communication, Comptage intelligent, Gestion de l'énergie en temps réel, Intégration des sources renouvelables.

Références bibliographiques

1. Janaka E., Nick J., Kithsiri L., Jianzhong W., Akihiko Yokoyama, « Smart Grid: Technology and Applications », Wiley.
2. Gilbert M. Masters, « Renewable and Efficient Electric Power Systems », Wiley.

3. Fang Lin Luo, Hong Ye, « Advanced DC/AC Inverters », CRC Press.
4. Ali Keyhani, « Design of Smart Power Grid Renewable Energy Systems », Wiley.
5. Sergio Saponara, Alessandro De Gloria, « Smart Systems Integration and Simulation », Springer.
6. Mohamed Benbouzid, « Renewable Energy Systems », Elsevier.
7. Rapports IEA – International Energy Agency.

Programmes détaillés des matières du 6ème semestre

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S6	Microprocesseurs et Microcontrôleurs		3	6	ASI.6.1
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
90h00	3h00	1h30	1h30		

Prérequis
Logique combinatoire et séquentielle, Notions de programmation.

Objectifs :
Ce cours permet aux étudiants de comprendre le fonctionnement des microprocesseurs, leurs périphériques et leur interfaçage. Il leur permet également de se familiariser avec les différents types de calculateurs utilisés dans les installations industrielles

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Architecture d'un microprocesseur (2 Semaines)
Introduction aux systèmes à base d'un microprocesseur, Architecture externe d'un microprocesseur, Architecture interne d'un microprocesseur.

Chapitre 2 : Introduction au jeu d'instruction et interruptions (4 Semaines)
Le jeu d'instructions, Le code mnémonique, Les modes d'adressage, Les interruptions.

Chapitre 3 : Les mémoires (2 Semaines)
Introduction, Technologie des mémoires : La ROM, La RAM, Techniques de rafraichissement, Caractéristiques des mémoires, Modes d'adressage.

Chapitre 4 : Les interfaces (2 Semaines)
Interface série, Interface parallèle.

Chapitre 5. Le microcontrôleur (5 Semaines)
Généralités sur le microcontrôleur, Architecture du microcontrôleur, Les périphériques, Les interruptions, La programmation des microcontrôleurs, Mise en pratique.

Travaux pratiques :

TP1 : Prise en main de l'émulateur
TP2 : Opérations arithmétiques et logiques sur le microprocesseur
TP3 : Application des différents modes d'adressage
TP4 : Les interruptions
TP5 : Apprendre à programmer avec un PIC 16F84
TP6 : Commande d'un afficheur (7 segments, LCD)

Mode d'évaluation :

Interrogation écrite, devoirs surveillés, contrôle continu de travaux pratiques, examen final.
Contrôle continu TP : 20 % ; Contrôle continu TD : 20 % ; Examen final : 60 %.

Références bibliographiques :

[01] A. Farouki, T. Laroussi, T. Benhabiles, « Microprocesseurs 8086 », Univ. Constantine.
[02] J. Y. Haggège, « Microprocesseur : Support de cours », INSET, 2003.
[3] Lilen, « Cours fondamental des microprocesseurs », Dunod, 1993.
[04] Alain-Bernard Fontaine, « Le Microprocesseur 16 bits-8086-8088 », 2ième édition, Manuels informatiques », Masson, 1997.
[05] Michel Aumiaux, « Microprocesseurs 16 bits », 1997.

[06] J. Crisp, « Introduction to microprocessors and microcontrollers », Elsevier, 2nd edit 2004.
[07] Christian Tavernier, « Microcontrôleurs PIC 10, 12, 16, Description et mise en œuvre », Dunod, 2007.
[08] Pascal Mayeux, « Apprendre la programmation des PIC Mid-Range par l'expérimentation et la et la simulation », Dunod, 2010.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S6	Asservissement des systèmes linéaires discrets		3	5	ASI.6.2
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
67h30	1h30	1h30	1h30		

Pré requis : L'étudiant devra posséder les connaissances suivantes :
- Mathématiques de base -Systèmes asservis linéaires et continus

Objectifs de l'enseignement

Connaitre les techniques d'échantillonnage et de reconstruction des signaux. Être capable d'étudier la stabilité et d'évaluer la précision d'un système asservis échantillonné et la synthèse des systèmes asservis échantillonnés.

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Structure d'un système de commande numérique (1 Semaine)

1. Historique
2. Avantages et inconvénients de la commande numérique
3. Structure générale d'un système de commande numérique
4. Conversions A/N et N/A
5. Échantillonneurs/bloqueurs.

Chapitre 2. Echantillonnage des signaux (2 Semaines)

1. Modélisation des Convertisseurs A/N et N/A,
2. Échantillonnage
3. Reconstruction des signaux
4. Bloqueurs
5. Transmittance en Z et réponse fréquentielle d'un BOZ (bloqueur d'ordre zéro)
6. Théorème d'échantillonnage de Shannon
7. Considérations pratiques.

Chapitre 3. Représentation des systèmes échantillonnés (3 Semaines)

1. Définitions
2. Représentation par les équations aux différences ET operateurs d'avance/retard
3. Représentation par la réponse impulsionnelle
4. Transformée en Z
5. Transmittance en Z et simplification des blocs/diagrammes
6. Transformation de pôles/zéro par échantillonnage.

Chapitre 4. Analyse des systèmes échantillonnés (4 Semaines)

1. Conditions de stabilité
2. Nature temporelle des signaux du régime transitoire
3. Critères de stabilité Schur-Cohn, Jury et Routh-Hurwitz
4. Critère de Nyquist discret
5. Lieu d'Evans Discret.

Chapitre 5. Synthèse des systèmes échantillonnés (4 Semaines)

1. Introduction

2. Rapidité
3. Précision statique
4. Régulateurs standard PID
5. Synthèse dans le plan P et numérisation
6. Synthèse dans le plan Z
7. Implémentation pratique des régulateurs.

Chapitre 6 : Contrôleur RST **(1 Semaine)**

Mode d'évaluation :

Interrogation écrite, devoirs surveillés, contrôle continu de travaux pratiques, examen final.
Contrôle continu TP : 20 % ; Contrôle continu TD : 20 % ; Examen final : 60 %.

Références bibliographiques:

[01] J G. F. Franklin, J. D. Powel, M. L. Workman « Digital control of dynamic systems», Addison Wesley Pub. Company, 1990.
[02] Daniel Viault, Yves Quenec'hdu, « Systèmes asservis échantillonnés », ESE, 1977.
[03] Christophe Sueur, Philippe Vanheeeghe, Pierre Borne, « Automatique des systèmes échantillonnés : éléments de cours et exercices résolus », Technip, 5 décembre 2000.
[04] P. Borne. G.D. Tanguv. J. P. Richard. F. Rotella, I. Zambetalcis, « Analyse et régulation de processus industriels régulation numérique », Tome 2-Editions Technip, 1993.
[05] M. Gopal, "Digital control engineering, "John Wiley & Sons, 1988

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S6	Traitement de signal		2	3	ASI.6.3
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
56h15	1h30	1h30	0h45		

Pré requis : L'étudiant devra posséder les connaissances suivantes :

- Théorie du signal
- Les bases mathématiques

Objectifs de l'enseignement

Au terme de l'enseignement de cette matière, l'étudiant est censé avoir acquis un savoir-faire pratique du traitement du signal et de tous les outils d'analyse du signal

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : REPRÉSENTATION DES SIGNAUX (1 Semaine)

Modélisation des signaux, classification des signaux, représentation temporelle des signaux, classification énergétique, classification spectrale et les signaux numériques.

Chapitre 2 : TRANSFORMATION DE FOURIER (3 Semaines)

Transformation de Fourier des fonctions périodiques. Série de Fourier. Théorème de Fourier. Distribution ou pic de Dirac. Exemples de signaux élémentaires. Propriétés du développement en série de Fourier. Transformée de Fourier des fonctions non périodiques. Propriétés de la transformée de Fourier.

Chapitre 3 : SYSTÈMES DE TRANSMISSION (3 Semaines)

Filtres et convolution. Propriétés de la convolution. Calcul pratique de la convolution. Convolution des signaux périodiques. Introduction à la notion de corrélation. Puissance et énergie des signaux. Corrélation et densité spectrale.

Chapitre 4. FILTRAGE DES SIGNAUX ANALOGIQUES (3 Semaines)

Filtres réalisables. Les différents types de filtres Butterworth and Chebyschev.

Chapitre 5. MODULATION (2 Semaines)

Spectre d'un signal et bande passante d'un support. Types de transmission. Les différentes formes de modulation. Modulation d'amplitude. La modulation de fréquence. La modulation de phase.

Chapitre 6. NUMÉRISATION DES SIGNAUX (3 Semaines)

Échantillonnage. Échantillonnage idéal. Effet de repliement du spectre. Quantification du signal échantillonné. Quantification. Restitution du signal. Interpolation idéale. Interpolation linéaire. Restitution par bloqueur. Filtre de restitution.

Travaux pratiques :

TP1 : Représentation de signaux et applications de la transformée de Fourier
TP2 : Transformée de Fourrier Discrète
TP3 : Convolution
TP4 : Filtrage Analogique
TP5 : Filtrage Numérique

Mode d'évaluation :

Interrogation écrite, devoirs surveillés, contrôle continu de travaux pratiques, examen final.
Contrôle continu TP : 20 % ; Contrôle continu TD : 20 % ; Examen final : 60 %.

Références bibliographiques:

[01] S. Haykin, “Signals and systems”, John Wiley & Sons, 2nd ed., 2003.
[02] A.V. Oppenheim, “Signals and systems”, Prentice-Hall, 2004.
[03] F. de Coulon, “Théorie et traitement des signaux”, Edition PPUR.
[04] F. Cottet, “Traitement des signaux et acquisition de données, Cours et exercices résolus“, Dunod.
[05] B. Picinbono, “Théorie des signaux et des systèmes avec problèmes résolus“, Edition Bordas.
[06] M. Benidir, “Théorie et Traitement du signal, tome 1 : Représentation des signaux et des systèmes -Cours et exercices corrigés’’, Dunod, 2004.
[07] M. Benidir, “Théorie et Traitement du signal, tome 2 : Méthodes de base pour l’analyse et le traitement du signal - Cours et exercices corrigés’’, Dunod, 2004.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S6	Automates programmables industriels		3	5	ASI.6.4
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
67h30	1h30	1h30	1h30		

Prérequis
Notions de base sur le calculateur et la programmation.

Objectifs :
Identifier les éléments technologiques permettant de piloter le fonctionnement et de faire un suivi d'un système automatisé de production, Utiliser les outils de spécification d'un automatisme industriel en vue de prévoir une durée de cycle ou une cadence de production.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Généralités sur les systèmes automatisés (2 semaines)
Description des différentes parties, Différents types de commande, Domaines d'application des systèmes automatisés.

Chapitre 2 : Le Grafcet (3 semaines)
Description du Grafcet, Règles d'évolution du Grafcet, Les structures de bases, Modes de marches et d'arrêts.

Chapitre 3 : Architecture des API (3 semaines)
Technologie des Automates, Environnement d'un API, Aspect extérieur, Structure interne, Critères et choix des API, Câblage de l'API aux différentes E/S et aux interfaces d'un SAP (Système Automatisé de Production)

Chapitre 4 : Programmation d'un API (7semaines)
Traitement du programme automate et cycles d'exécution, Différents langages de programmation (Ladder ou à contacts, booléen ou logique ou Mode List, graphique ou Logigramme, SFC ou grafcet) programmation de grafcet à séquence unique, programmation de grafcets à séquences multiples.

Travaux pratiques :

TP1 : Modélisation et simulation du Grafcet
Utiliser un logiciel de simulation des Grafcets (EDUGRAF, AUTOMGEN…), afin de comprendre la relation entre chaque étape du Grafcet et l'action(s) à commander et la relation entre chaque transition et l'état de/des capteur(s) de la partie opérative.

TP2 : Câblage de l'automate avec la partie opérative
Câblage de l'alimentation de l'automate et le câblage des interfaces Entrées /Sorties de l'automate avec les actionneurs et les capteurs de la partie opérative.

TP3 : Initiation sur le logiciel de programmation à utiliser
Initiation sur les blocs de programmation, les blocs fonctionnels (Temporisateur, Compteur…) et les langages de programmations (Contact, List, Graph, …)

TP4 : Programmation avec les différents langages d'un automate programmable
Programmation des Grafcets des systèmes automatisé disponibles (maquettes pédagogiques).

Mode d'évaluation :

Interrogation écrite, devoirs surveillés, contrôle continu de travaux pratiques, examen final.
Contrôle continu TP : 20 % ; Contrôle continu TD : 20 % ; Examen final : 60 %.

Références bibliographiques :

[01] Hamdi Hocine, « Automatismes logiques : modélisation et commande », volumes 1 et 2, éditions de L'UMC, 2006.

[02] William Bolton, « Les automates programmables industriels », Dunod, 2010.

[03] J.C. Humblot, « Automates programmables industriels », Hermes Science Publications, 1993.

[04] Simon Moreno, Edmond Peulot, « Le GRAFCET : conception, implantation dans les automates programmables industriels », Delagrave, 2009.

[05] Kevin Collins, « La programmation des automates programmable [sic] industriels », Meadow Books, 2007.

[06] G. Michel, « Les A.P. I : architecture et applications des automates programmables industriels », Dunod, 1988.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S6	Techniques d'optimisation		3	5	ASI.6.5
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
67h30	1h30	1h30	1h30		

Prérequis :
Mathématiques et programmation informatique.

Objectifs :

Les techniques d'optimisation visent à fournir aux étudiants des compétences clés, notamment l'identification et la formulation de problèmes spécifiques dans divers contextes d'ingénierie, la maîtrise des concepts et des algorithmes associés, ainsi que l'application efficace des outils pour résoudre des problèmes concrets. Cet enseignement favorise également le développement de la pensée critique en évaluant et comparant les différentes méthodes d'optimisation, et en justifiant les choix techniques.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Introduction à l'optimisation et rappels mathématiques **(2 Semaines)**

- Définitions et concepts de base (espace euclidien, normes, etc)
- Rappels sur le calcul différentiel
- Rappels sur les matrices carrées réelles (nature de matrice carées, critère de sylvster, etc.)
- Convexité (ensemble convexe, fonction convexe,)

Chapitre 2 : Optimisation sans contrainte d'une fonction non linéaire à une seule variable **(2 Semaines)**

- Position du problème
- Conditions d'existence de solutions
- Conditions nécessaire et suffisantes d'optimalité
- Méthodes numériques : Dichotomie, section dorée, Newthon-Raphson, et sécante.

Chapitre 3 : Optimisation sans contrainte d'une fonction non linéaire à plusieurs variables **(4 Semaines)**

- Position du problème
- Conditions d'existence de solutions
- Conditions nécessaire et suffisantes d'optimalité
- Méthodes numériques : Méthodes de gradients, gradients conjugués, et Newton, Relaxation

Chapitre 4. Optimisation sous contrainte d'une fonction non linéaire **(4 Semaines)**

- Position du problème
- Conditions d'existence de solutions
- Conditions nécessaire et suffisantes d'optimalité
- Méthodes numériques : Relaxation, Projection, Pénalisation, et Uzawa.

Chapitre 5 : Programmation linéaire **(3 Semaines)**

- Position de problème
- Résolution graphique
- Méthode de Simplexe.

TPs techniques d'optimisation :

TP1 : Calcul du gradient et Hessein d'une fonction à plusieurs variables.
TP2 : Méthodes de dichotomie
TP3 : Méthode de Newthon-Raphson
TP4 : Méthodes de gradient à pas fixe
TP5 : Méthodes de gradient à pas optimal
TP6 : Méthode d'Uzawa
TP7 : Méthode de Simplexe.

Mode d'évaluation :

Interrogation écrite, devoirs surveillés, contrôle continu de travaux pratiques, examen final.
Contrôle continu TP : 20 % ; Contrôle continu TD : 20 % ; Examen final : 60 %.

Références bibliographiques :

[01] Minoux, M. (2008). *Programmation mathématique. Théorie et algorithme*s. Lavoisier.
[02] Gauvin, Jacques. *Lecons de programmation mathématique*, Montreal : Ecole Plytechnique de Montreal, 1995.
[03] Ciarlet, P.G. *Introduction à l'analyse numérique matricielle et à l'optimisation*, Paris : Masson, 1998.
[04] Rémi Ruppli, *Programmation linéaire : Idées et méthode*s, Ellipses, 2005.
[05] Pierre Borne, Abdelkader El Kamel, Khaled Mellouli, *Programmation linéaire et applications : Eléments de cours et exercices résolus*, Technip, 2004.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S6	Régulation industrielle		2	3	ASI.6.6
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
33h45	1h30		0h45		

Prérequis :
Connaissances en Asservissements linéaires continus et en Electricité générale

Objectifs :
Maîtriser le principe et la structure des boucles de régulations. Choisir le régulateur approprié pour un procédé industriel afin d'avoir les performances requises (stabilité, précision).

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Introduction à la régulation industrielle (2 semaines)
Notions de procédé industriel, Organes d'une boucle de régulation (procédé industriel, actionneurs, capteurs, régulateurs, conditionneur des signaux, consigne, mesure, perturbation, grandeurs caractéristiques, grandeurs réglantes, grandeurs réglées, grandeurs perturbatrices), Schéma d'un système régulé, Eléments constitutifs d'une boucle de régulation, symboles, schémas fonctionnels et boucles, critères de performance d'une régulation.

Chapitre 2 : Régulateur tout-ou-rien (2 semaines)
Régulateur tout-ou-rien, Régulateur tout-ou-rien avec seuil, Régulateur tout-ou-rien avec hystérésis, Régulateur tout-ou-rien avec seuil et hystérésis.

Chapitre 3 : Les régulateurs standards : P, PI, PD, PID (4 semaines)
Caractéristiques, Structures des régulateurs PID (parallèle, série, mixte), Réalisations électroniques et pneumatiques.

Chapitre 4 : Choix et dimensionnement des régulateurs (4 semaines)
Critères de choix, Méthodes de dimensionnement (critère méplat, critère symétrique, méthode de Ziegler Nichols, etc.), Réglage des Régulateurs par imposition d'un modèle de poursuite.

Chapitre 5 : Applications industrielles (3 semaines)
Régulations de température, débit, pression, niveau, etc.

Travaux pratiques
TP1 : Réponses fréquentielles
TP2 : Caractéristiques des régulateurs
TP3 : Régulation analogique (PID) de niveau de fluide
TP4 : Régulation de vitesse d'un moteur MCC
TP5 : Régulation de pression

Mode d'évaluation :
Contrôle continu de travaux pratiques, examen final.
Contrôle continu TP : 40 % ; Examen final : 60 %.

Références bibliographiques :

[01] E. Dieulesaint, D. Royer, Automatique appliquée, 2001.

[02] P. De Larminat, Automatique : Commande des systèmes linéaires. Hermes 1993.

[03] K. J. Astrom, T. Hagglund, PID Controllers: Theory, Design and Tuning, Instrument Society of America, Research Triangle Park, NC, 1995.

[04] A. Datta, M. T. Ho, S. P. Bhattacharyya, Structure and Synthesis of PID Controllers, Springer Verlag, London 2000.

[05] Jean-Marie Flaus, La régulation industrielle, Editions Hermes 1995.

[06] P. Borne, Analyse et régulation des processus industriels tome 1: Régulation continue. Editions Technip.

[07] T. Hans, P. Guyenot, Régulation et asservissement Editions Eyrolles.

[08] R. Longchamp, Commande numérique de systèmes dynamiques cours d'automatique, Presses Polytechniques et universitaires romandes 2006.

[09]http://www.technologuepro.com/cours-genie-electrique/cours-6-regulation-industrielle/

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S6	Langage de programmation 2 (COO)		1	1	ASI.6.7
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
22h30	/	/	1h30		

Prérequis

- Notions de base de l'algorithmique.
- Notions de base de la programmation en C++.

Objectifs :

Apprendre à l'étudiant les concepts de base de la programmation orientée objets ainsi que la maîtrise des techniques d'élaboration de projets, à la fin l'étudiant sera capable de :

- Réaliser des applications informatiques basées sur l'approche de la programmation objet.
- Développer des applications interface homme machine (C++, java) sous environnement Windows ou Android.

Travaux Pratiques :

TP1 : **Classes et objets**

TP2 : **Héritage et polymorphisme**

TP3 : **Gestion mémoire**

TP4 :Template

TP 5 : **Exemple orienté objet (par exemple Créer un petit jeu orienté objet en C++ ou Java)**

Mode d'évaluation :

Contrôle continue (Travaux pratiques) : 100%

Références bibliographiques :

[01] Bertrand Meyer, Conception et Programmation orientées objet, Eyrolles, 2000.

[02] Franck Barbier, Conception orientée objet en Java et C++ : Une approche comparative, Pearson Education, 2009.

[03] Edward Yourdon, Peter Coad, Conception orientée objet, Dunod, 1997.

[04] Hugues Bersini, La programmation orientée objet. Cours et exercices UML 2 avec Java, C#, C++, Python, PHP et LINQ, Eyrolles ; 6e édition, 2013.

[05] Claude Delannoy, S'initier à la programmation et à l'orienté objet : Avec des exemples en C, C++, C#, Python, Java et PHP, Eyrolles ; 2e édition, 2016.

[06] Luc GERVAIS, Apprendre la Programmation Orientée Objet avec le langage C# (2e édition), Editions ENI ;2e édition, 2016.

[07] Thierry GROUSSARD Luc GERVAIS, Java 8 - Apprendre la Programmation Orientée Objet et maîtrisez le langage (avec exercices et corrigés), Editions ENI, 2015.

[08] Luc GERVAIS, Apprendre la Programmation Orientée Objet avec le langage Java, ENI, 2014.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S6	Stage en entreprise 1		1	1	ASI.6.8
VHH	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
22h30			1h30		

Prérequis : /

Objectifs :

Ce stage en entreprise vise à offrir aux étudiants une première immersion dans le monde professionnel. Cette expérience courte, mais significative leur permet de mettre en pratique leurs connaissances théoriques dans un contexte réel. De plus, cela leur donne l'occasion d'explorer différents domaines industriels et de développer des compétences transversales telles que la communication et la résolution de problèmes. En établissant des contacts avec des professionnels du secteur, les étudiants peuvent également commencer à envisager des opportunités de stages ou d'emploi futures, contribuant ainsi à leur développement professionnel et à leur orientation de carrière.

Contenu de la matière :

Durant son stage, l'étudiant rédige un rapport mettant en lumière plusieurs points cruciaux :

1) **Présentation de l'établissement d'accueil** : Ce volet offre une vue détaillée de l'entreprise ou de l'organisme d'accueil, incluant son nom, sa taille, son histoire et son secteur d'activité. La structure organisationnelle est présentée avec une emphase sur les départements pertinents pour l'automatique, ainsi que les technologies et projets actuels liés à ce domaine.
2) **Description du déroulement du stage** : Cette section expose en détail le programme et les activités prévues durant la semaine de stage, incluant les tâches assignées, les projets en cours, les responsabilités du stagiaire, les objectifs et les attentes. Les horaires, modalités de supervision et ressources disponibles sont également spécifiés.
3) **Identification des liens avec le domaine de l'automatique** : L'étudiant identifie et décrit les aspects du stage directement associés à l'automatique, comme sa participation à des projets de conception et de développement de systèmes automatisés, son expérience pratique avec des équipements et logiciels, ainsi que ses interactions avec des professionnels du domaine au sein de l'entreprise.
4) **Retour d'expérience et perspectives** : À la fin du stage, l'étudiant partage son expérience, évalue les défis rencontrés, les succès obtenus et les leçons apprises. Il discute également des compétences acquises, des connaissances développées et des implications de son expérience sur sa formation et sa carrière future, en envisageant les opportunités à explorer dans le domaine de l'automatique et des systèmes intelligents.

Mode d'évaluation :

Rapport de stage 50 %, Présentation orale 50%.

Références bibliographiques :

[01] Greuter, M. (2007). *Bien rédiger son mémoire ou son rapport de stage* (Vol. 706). Editions l'Etudiant.

[02] Islam, M. S., Parvez, M. S., & Alam, J. (2021). Internship Report Writing: A Modern Book for Under-Graduates.

[03] Picano, J. (1989). *Méthodologie du rapport de stage*. FeniXX.

SEMESTRE	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S6	Entrepreneuriat et lean Start-Up 1		1	1	ASI.6.9
VHS	Cours	Travaux dirigés	Travaux Pratiques		
22h30	1h30				

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours situe l'étudiant dans son futur rôle d'acteur économique et l'introduit aux fondements de la démarche entrepreneuriale moderne. Il présente le concept d'université de quatrième génération (University 4.0) et le rôle de l'université dans la valorisation de la recherche scientifique et la création de startups. L'étudiant découvre ensuite l'écosystème national de soutien à l'innovation en Algérie : incubateurs, accélérateurs, fonds d'investissement et cadre réglementaire applicable aux startups et aux micro-entreprises. La seconde partie du cours pose les bases de la méthodologie Lean Startup, à travers la compréhension du marché et des besoins réels du client (Customer Discovery) et la construction d'un modèle d'affaires (Business Model Canvas). À l'issue du cours, l'étudiant sait analyser un écosystème entrepreneurial, formuler des hypothèses entrepreneuriales et concevoir un modèle d'affaires préliminaire, compétences qu'il approfondira dans le module Lean Start-Up 2.

Connaissances préalables recommandées:

Aucune connaissance technique préalable n'est requise. Une aisance avec le travail en équipe et les outils numériques de base (traitement de texte, présentation, recherche documentaire) facilite le suivi du cours.

Contenu de la matière:

I. L'université entrepreneuriale et l'université 4.0 (3 semaines)

- Évolution des générations d'université, de l'université 1.0 à l'université 4.0
- Caractéristiques de l'université 4.0
- Intelligence artificielle et transformation numérique dans l'enseignement supérieur
- Rôle de l'université dans l'économie de la connaissance
- Valorisation des résultats de la recherche scientifique
- Transformation de la recherche scientifique en startups
- Exemples d'universités entrepreneuriales à l'international (MIT, Stanford, Cambridge, Tsinghua, NUS, TUM, PSL/Polytechnique)

II. L'écosystème entrepreneurial et l'innovation en Algérie et à l'université (3 semaines)

- Concept d'écosystème entrepreneurial
- Acteurs de l'écosystème : incubateurs, accélérateurs, investisseurs, institutions publiques
- Politique algérienne de soutien à l'innovation
- Décision ministérielle n° 1275 relative aux statuts de startup, d'entreprise innovante et de détenteur de brevet
- Incubateurs universitaires et centres de soutien technologique et à l'innovation
- Rôle de l'intelligence artificielle dans l'écosystème entrepreneurial
- Articulation entre l'université et son environnement économique

III. Introduction aux startups et à la méthodologie Lean Startup (3 semaines)

- Différence entre entreprise traditionnelle et startup

- Notion d'innovation et d'incertitude dans le projet entrepreneurial
- Origines et principes de la démarche Lean Startup (Eric Ries)
- Apprentissage validé (Validated Learning) et réduction du gaspillage
- Le cycle Construire – Mesurer – Apprendre (Build – Measure – Learn)
- La comptabilité de l'innovation (Innovation Accounting)

IV. Compréhension du marché et du client : Customer Discovery (3 semaines)

- Les étapes de création d'une startup : idée, équipe, prototype, investissement
- Méthodologie de Steve Blank et Customer Development
- Identification du problème et analyse des besoins du client
- Conduite d'entretiens entrepreneuriaux
- Construction et test des hypothèses
- Adéquation problème-solution (Problem-Solution Fit)

V. Le modèle d'affaires : Business Model Canvas (3 semaines)

- Présentation du Business Model Canvas
- La proposition de valeur
- Les segments de clientèle et les canaux de distribution
- Les sources de revenus
- La structure des coûts

Mode d'évaluation:

Examen : 100 %.

Références bibliographiques

1. Ries, E. (2011). The Lean Startup.
2. Blank, S., Dorf, B. (2012). The Startup Owner's Manual.
3. Osterwalder, A., Pigneur, Y. (2010). Business Model Generation.
4. Osterwalder, A., Pigneur, Y., Bernarda, G., Smith, A. (2014). Value Proposition Design.
5. Blank, S. (2013). Why the Lean Start-Up Changes Everything. Harvard Business Review.
6. Y Combinator (2018). Startup Playbook.
7. OECD (2022). Entrepreneurship and Innovation Policy Frameworks.

Annexe - Glossaire des concepts clés

Cette liste reprend, en français, les notions fondamentales introduites dans le cours et nécessaires à la compréhension du module Lean Start-Up 2.

Terme	Définition
University 4.0	Université qui relie étroitement l'enseignement, la recherche et l'innovation numérique.
Startup	Entreprise opérant dans un contexte d'incertitude, à la recherche d'un modèle d'affaires reproductible.
Uncertainty (incertitude)	État d'incertitude propre aux marchés émergents, dans lequel évolue toute startup.
Lean Startup	Méthodologie de création d'entreprises fondée sur l'apprentissage rapide et l'expérimentation.

Terme	Définition
Lean Thinking	Approche visant à réduire le gaspillage et à maximiser la valeur créée.
Build – Measure – Learn	Cycle de base de la démarche Lean Startup : construire, mesurer, apprendre.
Validated Learning (apprentissage validé)	Apprentissage fondé sur des expérimentations réelles plutôt que sur des suppositions.
Innovation Accounting (comptabilité de l'innovation)	Mesure du progrès par l'apprentissage plutôt que par le profit immédiat.
Entrepreneurial Hypothesis (hypothèse entrepreneuriale)	Hypothèse testable sur laquelle repose le projet.
Customer Discovery	Démarche de compréhension approfondie des problèmes réels rencontrés par les clients.
Customer Development	Méthodologie de Steve Blank pour la construction progressive de la clientèle.
Customer Validation	Vérification, sur le marché réel, de la viabilité de la solution proposée.
Problem-Solution Fit	Adéquation entre le problème identifié et la solution envisagée.
Business Model Canvas	Représentation visuelle synthétique du modèle d'affaires d'un projet.
Lean Canvas	Variante simplifiée du Business Model Canvas, centrée sur le problème et la solution.
Value Proposition (proposition de valeur)	Valeur concrète que le produit ou le service apporte au client.
Idea Validation (validation de l'idée)	Vérification préalable de la pertinence d'une idée avant son développement.
Hypothesis Testing (test d'hypothèses)	Vérification méthodique des hypothèses formulées par l'équipe.
Design Thinking	Démarche de résolution de problèmes centrée sur les besoins de l'utilisateur.
Waste (gaspillage)	Toute activité qui consomme des ressources sans créer de valeur pour le client.

Programmes détaillés des matières du 7ème semestre

Semestre	Intitulé de la matière	Unité d'enseignement	Coefficient	Crédits	Code
S7	Commande des systèmes linéaires dans l'espace d'état	UEF 4.1.1	3	6	ASI 7.1
VHS	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
90h00	3h00	1h30	1h30		

Pré requis : L'étudiant devra posséder les connaissances suivantes :
- Les bases mathématiques
- Commande des systèmes linéaires continus et échantillonnés

Objectifs de l'enseignement
Ce module est une consolidation des connaissances acquises en deuxième année et permet la maitrise de la représentation des systèmes dynamiques et de leurs propriétés dans l'espace d'état ainsi que l'acquisition des principales méthodes d'analyse et de synthèse des systèmes de commande

Contenu de la matière :

Partie 1 :

Chapitre 1. Rappels : Stabilité des systèmes en boucle fermée dans le domaine fréquentiel et marges de stabilité (1 semaines)
Réponse fréquentielle à partir de fonction de transfert, représentations de la réponse fréquentielle (diagramme polaire, diagramme de Bode), Théorème de stabilité des systèmes en boucle fermée de Nyquist (diagramme de Nyquist), Cas particuliers (critère du revers sur le diagramme polaire, marges de stabilité, critère du revers sur le diagramme de Bode, marges de stabilité sur le diagramme de Bode).

Chapitre 2. Calcul des contrôleurs dans le domaine fréquentiel (2 semaines)
Réponse fréquentielles et propriétés fréquentielles des contrôleurs (P, PI, PID, PD, avance de phase, retard de phase, avance de phase), Spécification dans le domaine fréquentiel (marge de gain et de phase, facteur de résonnance, bande passante, leurs interprétations), Calcul des contrôleurs en utilisant le diagramme de Bode, Réglages en utilisant l'abaque de Black-Nichols.

Partie 2 :

Chapitre 1 : Représentation d'état des systèmes (2 semaines)
Introduction, Concepts (état, variables d'état, …), Représentation d'état des systèmes linéaires continus, Représentation d'état des systèmes discrets, Formes canoniques, Représentation d'état des systèmes non linéaires, Linéarisation.

Chapitre 2 : Analyse des systèmes dans l'espace d'état (3 semaines)
Résolution des équations d'état et matrices de transition, Méthodes de calculs de la matrice de Transition, Analyse modale (diagonalisation), Stabilité, Notions de commandabilité et d'observabilité (définitions et méthodes de test).

Chapitre 3 : Commande par retour d'état (4 semaines)
Formulation du problème de placement de pôles par retour d'état, Méthodes de calculs pour les systèmes monovariables, Cas de systèmes multivariables.

Chapitre 4 : Synthèse des observateurs d'état **(3 semaines)**

Introduction, Observateurs déterministes (Luenberger) et méthodes de calculs, Observateurs réduits, Observateurs stochastiques (filtre de Kalman).

Travaux pratiques :

TP1 : Initiation à MATLAB/Simulink,
TP2 : Etude et synthèse des régulateurs dans le domaine fréquentiel.
TP3 : La représentation d'état sous formes canoniques
TP4 : Etude et analyse des systèmes dans l'espace d'état.
TP5 : Etude et synthèse des régulateurs par placement de pôles.
TP6 : Etude et synthèse des observateurs d'état.
TP7 : Filtre de Kalman et observateurs stochastiques**.**

Mode d'évaluation :

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

Références bibliographiques :

1- Philippe de Larminat, Automatique : Commande des systèmes linéaires, Hermès Lavoisier 1996.
2- Philippe de Larminat, Automatique appliquée, 2 éditions, Hermès Lavoisier, 2010.
3- Robert L. Williams, Douglas A. Lawrence, Linear State-Space Control Systems, Edition John Wiley & Sons, 2007.
4- G. F. Franklin, J. D. Powell, L. M. Workman. Digital control of dynamic systems. Addison-Wesley Series in Electrical and Computer Engineering: Control Engineering, 1990.
5- Luc Jaulin, Représentation d'état pour la modélisation et la commande des systèmes, Lavoisier 2005.
6- Caroline Bérard, Jean-Marc Biannic, David Saussié, "La commande multivariable", Editions Dunod, 2012.
7- R. H. Middleton, G. C. Goodwin, Digital control and estimation : a unified approach, Prentice Hall 1990.
8- Hervé Guillard, Henri Bourlès, "Commandes des Systèmes. Performance & Robustesse. Régulateurs Monovariables Multivariables Applications Cours & Exercices Corrigés", Editions Technosup, 2012
9- E. Ostertag, "Mono and multivariable control and estimation" Springer, 2011.

Semestre	Intitulé de la matière	Unité d'enseignement	Coefficient	Crédits	Code
S7	Modélisation et identification des systèmes	UEF 4.1.1	3	5	ASI 7.2
VHS	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
67h30	1h30	1h30	1h30		

Pré requis : L'étudiant devra posséder les connaissances suivantes :
- Une base dans les mathématiques et systèmes asservis.
- Electronique de puissance

Objectifs de l'enseignement

Ce programme offre une initiation complète et pratique à la modélisation et à l'identification des systèmes dynamiques pour un automaticien. Il présente les bases de la modélisation et de l'identification des systèmes linéaires.

Il permet aux automaticiens de :
- Comprendre le comportement des systèmes
- Développer des modèles précis

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Modélisation des systèmes linéaires(4 semaines)
- Notion de système et de modèle
- Modélisation des systèmes mécaniques, électriques, fluidiques et thermiques
- Modèle de représentation, Modèle de connaissance
- Fonctions de transfert et matrices d'état
- Réponse temporelle et fréquentielle
- Rappels mathématiques

Chapitre 2. Identification des systèmes linéaires (3 semaines)
- **Méthodes**d'identification par les données (fréquence, temps)
- Estimation des paramètres des modèles
- Critères de validation des modèles
- Identification directe à partir **de la réponse temporelle (Broida, Strejc)**
- **Approche fréquentielle (Bode, Nyquist)**

Chapitre 3. Applications de la modélisation et de l'identification (3 semaines)
- **Analyse des performances**
- **Principe d'ajustement du modèle**
- **Modèle linéaire par rapport aux paramètres**
- **Minimisation du critère d'ajustement et calcul de la solution optimale**
- **Écriture matricielle de la méthode des moindres-carrés**

Chapitre 4. Analyse de la méthode des moindres-carrés : (3 semaines)

Biais d'estimation, Variance de l'estimation, Estimateur du maximum de vraisemblance
Rejet des mesures aberrantes.

Chapitre 5. Moindres-carrés récursifs :(2 semaine)
- Principe du calcul récursif,

- Mise en œuvre de la méthode récursive
- Facteur de pondération, facteur d'oubli

Travaux pratiques :

1- TP sur la présentation de logiciels d'identification ;
2- TP sur l'identification de la machine asynchrone par la méthode du moindre carré récursive ;
3- TP sur l'identification de la machine asynchrone par la méthode du moindre carré étendue ;
4- TP sur l'identification de la machine asynchrone par la méthode du moindre carré généralisée ;

NB. Des TP peuvent etre proposés selon le matérial et les loiciles disponibles.

Mode d'évaluation :

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

Références bibliographiques :

1- Jean-François Massieu, Philippe Dorléans, « Modélisation et analyse des systèmes linéaires », Ellipses, 1998.
2- Pierre Borne, Geneviève Dauphin-Tanguy, Jean-Pierre Richard, « Modélisation et identification des processus », Technip, 1992.
3- Ioan D. Landau, « Identification des systèmes », Hermès, 1998.
4- R. Ben Abdenour, P. Borne, M. Ksouri, M. Sahli, « Identification et commande numérique des procédés industriels », Technip, 2001.
5- Etienne DOMBRE, Wisama KHALIL, Modélisation, identification et commande des robots , éditeur HERMÈS / LAVOISIER, , 1999.
6- E. Walter, L. Pronzato : Identification de modèles paramétriques, Masson, 1997.
7- Ioan Landau, Identification des systèmes, Hermes Science Publications, 1998.
8- Bruno Despres, Lois De Conservations Euleriennes, Lagrangiennes Et Methodes Numeriques (Mathematiques & Applications), Springer, 2010
9- P. Borne et al. Modélisation et identification des processus. Technip, Paris, 1993.
10- J. Richalet. Pratique de l'identification. Hermes, Paris, 1991.
11- E. Duflos, Ph. Vanheeghe, Estimation Prédiction, Technip 2000.
12- R. Ben Abdenour, P. Borne, M. Ksouri, M. Sahli, Identification et commande numérique des procédés industriels, Technip 2001.

Semestre	Intitulé de la matière	Unité d'enseignement	Coefficient	Crédits	Code
S7	Traitement du signal avancé	UEF 4.1.1	2	3	ASI 7.3
VHS	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
56h15	1h30	1h30	0h45		

Pré requis : L'étudiant devra posséder les connaissances suivantes :
- Des connaissances sur le traitement des signaux et les probabilités, Programmation Matlab

Objectifs de l'enseignement
A la fin de ce cours, l'étudiant reçoit les notions de base qui lui permettent de comprendre et d'appliquer des méthodes de1Taitement de signal concernant les signaux aléatoires et les filtres numériques.

Chapitre 1. Rappels sur les filtres numériques (RIF et RII)
-Transformée en Z
- Structures, fonctions de transfert stabilité et Implémentation des filtres numériques (RIF et Rll)
- Filtre numérique à minimum de phase
- Les méthodes de synthèses des filtres RIF et des filtres Rll
- Filtres numériques Multicadences

Chapitre 2. Signaux aléatoires et processus stochastiques
- Rappel sur les processus aléatoires
- Stationnarité
- Densité spectrale de puissance
- Filtre adapté, filtre de Wiener
- Périodogramme, corrélogramme, périodo gramme moyenné, périodogramme
- Notions de processus stochastiques
- Stationnarités au sens large et strict et Ergodicité
- Exemples de processus stochastique (processus de Poisson, processus gaussien et Markovien)
- Statistiques d'ordre supérieur (Moments et cumulants, Polyspectres, processus non gaussiens, traitements non linéaires)
- Introduction au filtrage particulaire

Chapitre 3filtrage numérique adaptatif :
- Méthodes paramétriques
- Modèle AR (Levinson, Yulewalker,Burg, Pisarenko,Music .)
- Modèle ARMA
- Algorithme du gradient LMS
- Algorithme des moindres carrés récursifs RLS
- Filtrage de Kalman

Chapitre 4. Analyse temps-fréquence et temps :
- Dualité temps-fréquence

-Transformée de Fourier à court terme
- Ondelettes continues, discrètes et ondelettes dyadiques
- Analyse multi-résolution et bases d'ondelettes

-Transformée de Wigner-VIIIe
- Analyse Temps-Echelle,

Travaux pratiques :

1- TF et DCT par l'application

2- Périodo-gramme, corrélogramme et périodo gramme moyenné
3- Prédiction linéaire et Modèle AR (Levinson, Yulewalker,Burg, Pisarenko,Music .)
4- Algorithme du gradient
5- Algorithme des moindres carrés récursifs RLS (ARMA))
6- Filtrage de Kalman
7- Débruitage d'un signal base de DWT

Mode d'évaluation :

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

Références :

1- **Advanced Statistical Methods;** Textbook © 2024; Authors: Sahana Prasad; Springer
2- **Principles of Digital Signal Processing;** 2nd Edition; Textbook© 2022; Latest edition Springer; Authors: S. Palani
3- **Statistical Signal Processing; Frequency Estimation**; Book© 2020; Latest edition Springer; Authors: Swagata Nandi , Debasis Kundu
4- Paolo Prandoni, Martin Vetterli, Signal Processing for Communications, EPFL Press, 2008.
5- Sanjit Kumar Mitra , Digital Signal Processing: A Computer Based Approach, McGraw-Hill, 2010.
6- Alan V. Oppenheim, Ronald W. Schafer, Discrete-Time Signal Processing, Pearson, 2010.
7- John G. Proakis, Dimitris G. Manolakis, Digital Signal Processing, Pearson, 2007.
8- Sophocles J. Orfanidis, Introduction to Signal Processing, Prentice Hall, 1996.

Semestre	Intitulé de la matière	Unité d'enseignement	Coefficient	Crédits	Code
S7	Système à évenement discret	UEF 4.1.2	2	4	ASI 7.4
VHS	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
45h00	1h30	1h30	-		

Pré requis : L'étudiant devra posséder les connaissances suivantes :
- Les bases mathématiques
- Automatique de base (asservissement et régulation)
- Algorithmique

Objectifs de l'enseignement

L'objectif de la première partie de cette matière consiste en la modélisation des Systèmes à Evénements Discret (SED) par réseau de Petri autonomes, la construction des graphes de marquage et/ou de couverture et l'analyse de ces systèmes. La deuxième partie du cours est consacré à la commande par supervision des SED. Enfin en verra en troisième partie, les systèmes temporisés

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Introduction aux SED **(1 semaine)**

1. Modèles et systèmes
1.1 Système : définition
1.2 Modèle : définition
2. Systèmes continu, discret, hybride
2.1 Système hybride et définitions
2.2 Exemples de systèmes discrets
3. Domaines d'application
3.1 Domaines
3.2 Caractéristiques

Chapitre 2 : Modélisation des SED **(6 semaines)**

1. Introduction
2. Langages et automates
2.1. Langages
2.2. Automates : Machine à Etats Finis (MAF)
2.3. Conception des machines à états
3. Modélisation par des Réseaux de Pétri (RDP)
3.1. RDP ordinaire
3.2. RDP temporisé
3.3. RDP synchronisé
3.4. RDP interprété de commande
4. Modélisation par grafcet
5. Algèbre des dioides ou Max+

Chapitre 3 : Commande par supervision des SED **(5 semaines)**

1. Introduction à la RW theory
2. Commande sous contraintes

3. Synthèse de contrôleur pour les SED modélisés par Automates à états Finis
4. Synthèse de contrôleur pour les SED modélisés par RDP (méthode des invariants)
5. Synthèse de contrôleur pour les SED modélisés par Grafcet

Chapitre 4 : Extensions et Conclusion (3 semaines)

1. **Commande par supervision modulaire, hiérarchique, observation partielle, Max+**
2. **Prise en compte du temps**

2.1. RDP et Grafcet Temporisés
2.2. Automates temporisés
2.3. Algèbre des dioides ou Max+

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40 % ; Examen : 60 %.

Références bibliographiques :

1- BRAMS, Approche mathématique des réseaux de Petri, MASSON 1987
2- J.M. Proth,X. Xie, Modélisation des systèmes de production, DUNOD 1992
3- A. Marsan, S. Donatelli. Modelling with generalized stochasticPetri Nets, Willey 1995
4- M. cassandras, S. Lafortune. Introduction to DES, Willey 1999.
5- R. David et H Alla. Du Grafcet aux Réseaux de Petri, Hermes. 1992.
6- C. Cassandras and S. Lafortune. Introduction to discrete Event Systems. Kluwer Academic, 2008.
7- R. David et H Alla. Discrete, Continuous, and Hybrid Petri Nets, Springer 2010.

Semestre	Intitulé de la matière	Unité d'enseignement	Coefficient	Crédits	Code
S8	Techniques d'optimisation avancées	UEF 4.2.2	2	3	ASI 8.5
VHS	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
45h00	1h30	-	1h30		

Pré requis : Maîtrise des concepts algorithmiques de base, Connaissances en analyse mathématique, Algèbre linéaire.

Objectifs de l'enseignement

Le module vise à introduire les étudiants aux algorithmes d'optimisation bio-inspirés, s'inspirant des mécanismes observés dans la nature. Il couvre la théorie et l'application pratique de ces algorithmes pour résoudre des problèmes d'optimisation complexes.

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Introduction aux Algorithmes d'Optimisation (2 semaines)

- Définitions et enjeux.
- Domaines d'application.
- Fonctions objectif.
- Contraintes et solutions optimales.

Chapitre 2. Algorithmes Génétiques (4 semaines)

- Représentation des solutions, croisements, mutations.
- Principes de la sélection naturelle et et méthodes de sélections pour les AG.
- Algorithmes Génétiques et ses variantes
- Evolution différentielle

Chapitre 3. Essaims Particulaires (PSO)(2 semaines)

- Comportement des essaims dans la nature.
- Représentation des particules, mouvements, convergence.
- Algorithme PSO et ses variantes

Chapitre 4. Colonies de Fourmis (ACO)(2 semaines)

- Comportement des colonies de fourmis.
- Construction des solutions, dépôts de phéromones.
- Algorithme ACO et ses variantes

Chapitre 5. Algorithmes Innovateur Inspirés de la Nature (3 semaines)

- Algorithmes inspirés des lucioles (FA)
- Algorithmes inspirés de la gravitation (GSA)
- Algorithmes inspirés du système immunitaire (ISA)

Chapitre 6. Projets et Applications Réelles(2 semaines)

- Implémentation et résolution de problèmes réels.
- Études de cas et démonstrations.
- Projets individuels ou en groupe

Travaux pratiques :

TP1. Introduction à Matlab

TP2. Optimisation parl'algorithmes génétiques

TP3. Optimisation par l'algorithmes PSO

TP4. Optimisation par l'algorithmes ACO

TP5. Application réelle

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40 % ; Examen : 60 %.

Références bibliographiques :

1- S.N. Sivanandam, S.N. Deepa, Introductionto Genetic Algorithms, Springer. (DOI https://doi.org/10.1007/978-3-540-73190-0)

2- Xing, Bo, and Wen-Jing Gao. Innovative computational intelligence: a rough guide to 134 clever algorithms. Vol. 62. Cham: Springer international publishing, 2014.

3- Yang, Xin-She, and Xingshi He. "Swarm intelligence and evolutionary computation: overview and analysis." Recent advances in swarm intelligence and evolutionary computation (2015) : 1-23.

4- Kennedy, James. "Swarm intelligence." Handbook of nature-inspired and innovative computing: integrating classical models with emerging technologies. Boston, MA : Springer US, 2006. 187-219.

5- Chakraborty, Amrita, and Arpan Kumar Kar. "Swarm intelligence: A review of algorithms." Natureinspired computing and optimization : Theory and applications (2017) : 475-494.

6- Pintea, Camelia-Mihaela. Advances in bio-inspired computing for combinatorial optimization problems. Springer Berlin Heidelberg, 2014.

Semestre	Intitulé de la matière	Unité d'enseignement	Coefficient	Crédits	Code
S7	Programmation des circuits reconfigurable FPGA	UEM 4.1	3	4	ASI 7.6
VHS	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
56h15	1h30	0h45	1h30		

Objectifs:

Dans ce cours, l'étudiant peut découvrir l'environnement VHDL et apprendre à distinguer la différence entre un langage de programmation avancé (comme C ou Java) et un langage de description de matériel (VHDL). Cette distinction faisant intervenir deux aspects à considérer. D'une part, il y a VHDL lui-même, avec sa syntaxe et sa sémantique, et d'autre part, il y a la conception numérique. Tout comme en programmation où l'on utilise des langages évolués, il est aussi essentiel de savoir architecturer un projet, de l'écrire de manière logique et efficace, et de se prémunir contre les problèmes de concurrence. En revanche, la conception numérique représente, quant à elle, le défi majeur. Il s'agit de savoir comment construire un circuit complexe qui répond à leur besoin, respecte les délais, évite les problèmes de métastabilité, utilise efficacement l'espace et les ressources, tout en étant lisible et maintenable. Ensuite, il faut apprendre à simuler et vérifier la conception, à la synthétiser pour s'assurer que les outils interprètent correctement vos intentions, à connecter différents blocs, à choisir un IP, et à développer un logiciel interagissant avec ces IP. En somme, il y a énormément de connaissances à acquérir.

Connaissancespréalablesrecommandées :

Logique combinatoire et séquentielle, Machine à état fini, Microcontrôleur, processus de conception (Logiciel Vivado), système temps réel

Contenu de la matière :

Chapitre 1::Introduction aux FPGA et au VHDL(2 semaines)

1.1 Introduction aux circuits reconfigurables de type "FPGA",
1.2 Présentation de la technologie FPGA, Architecture et composants des FPGA, Comparaison avec les ASIC et les microcontrôleurs

1.3 Introduction au VHDL, Histoire et importance du VHDL
1.4 Structure fondamentale d'un programme VHDL
1.5 Processus de conception en VHDL

Chapitre 2 : Syntaxe et éléments fondamentaux du VHDL (3 semaines)

2.1 Types de données et opérateurs, Types de données scalaires et composites, Opérateurs et expressions, Attributs, Génération des paramètres Génériques, …
2.2Les processus et les listes de sensibilité : Comprendre les processus et les listes de sensibilité en VHDL
2.3. Mode concurrent et Mode séquentiel : différences et meilleures pratiques ; Instructions concurrentes par rapport aux instructions séquentielles
2.4. Les sous programmes :Component, Function, Procédure, File, Package
2.5. Type architecture d'un code VHDL : Comportemental, Flot de données et Structurel

Chapitre 3 : Conception de la logique combinatoire (2 semaines)

3.1 Circuits combinatoires de base : Portes, multiplexeurs, démultiplexeurs, décodeurs, encodeurs
3.2 VHDL pour circuits combinatoires

3.3 Écriture de code VHDL pour circuits combinatoires
3.4 Bancs d'essai et simulation

Chapitre 4 : Conception logique séquentielle(2 semaines)
4.1 Bascules et verrous, bascules SR, D, T et JK
4.2 VHDL pour circuits séquentiels
4.3 Écriture de code VHDL pour bascules et verrous en VHDL

Chapitre 5 : Conception et implémentation des FSM(1 semaine)
5.1 Machines de Mealy et de Moore (Théorie et illustrations)
5.2 Réalisation des FSM en VHDL
- Programmation des machines de Mealy et de Moore
- Simulation et validation

Chapitre 6 : Mémoire et interfaces d'E/S (1 semaine)
6.1 Conception de la mémoire
Mémoire ROM, RAM et FIFO
6.2 VHDL pour la mémoire
- Écriture de code VHDL pour les modules de mémoire
-Bancs d'essai pour la mémoire

Chapitre 7 : Synthèse et Implémentation(2 semaines)
7.1 Fondements de base de la synthèse
- Introduction aux outils de synthèse
- Contraintes de synthèse et optimisation
7.2 Mise en œuvre des FPGA
- Placement et routage
- Diagramme temporel et analyse

Chapitre 8 : Caractéristiques avancées des FPGA (1 semaine)
8.1 Gestion de l'horloge
- Génération et distribution des signaux d'horloge
- PLL et diviseurs d'horloge
8.2 Processeurs intégrés dans les FPGA
- Utilisation de processeurs souples et durs (comme MicroBlaze, Nios II, PicoBlaze, ..)

Chapitre 9. Les opérateurs câblés (1 semaine)
9.1. Représentations des nombres relatifs : binaire décalé, signe et valeur absolue, complément à 1, complément à 2.
9.2. Représentation à virgule fixe.
9.3. Représentation à virgule flottante.
9.4. Conversion entre les types d'un nombre
9.5. Exemples : Additionneurs. Multiplieurs, Diviseurs. Comparateurs, …

Travaux pratiques :

Partie 1 : Initiation et familiarisation avec l'environnement VHDL :

TP01 : *Installation et initiation au Logiciel : Xilinx Vivado or Intel Quartus Prime (depending on the FPGA platform used)*
TP02 : *Couple Entité /Architecture et notion du Signal*
Implémentation d'un additionneur complet, Multiplixeur, ….
TP03 *: Initiations aux instructions concurrentielles*

TP04 *: Initiations aux instructions séquentielles*

Partie 2 : Simulation et Implémentation des exemples pratiques :

TP04 : *Conception et Implémentation d'un cycle de commande Marche/Arrêt/sens de rotation d'un moteur à courant continu*
TP05 : *Conception et Implémentation d'un compteur spécifique qui sera notifié par des LED's et associé avec l'afficheur 7-segments*
TP6 : *Conception et implémentation d'une ALU (Arithmitic and logique unit) avec des composants primitifs*
TP7 : *Conception et Implémentation de génération d'un signal : Carré, PWM « Commande d'un moteur pas à pas , servo-moteur et moteur dc avec leurs drivers adéquats.*
TP8 : *Conception et implémentation d'un multiplieur parallèle, série et LUT (ROM)*
TP9 : *Implémentation d'un filtre RIF/RII*
TP10 : *Conception et Implémentation d'un code VHDL du Clavier (3X4)*
TP11 : *Implémentation de l'algorithme Cordic via FSM*

Moded'évaluation:

Examen: 60% , Contrôle continu : 40% (20%TD et 20%TP)

Référencesbibliographiques

1. Philip Simpson, La conception de systèmes avec FPGA - Bonnes pratiques pour le développement collaboratif Poche, Dunod, 2014.
2. Francois ANCEAU & Yvan BONNASSIEUX, Conception Des Circuits VLSI, Du composant au système, Dunod, 2007.
3. Pong P. Chu, FPGA Prototyping by VHDL Examples: Xilinx Spartan, WileyBlackwell, 2008.
4. Alexandre Nketsa, Circuits logiques programmables : Mémoires PLD, CPLD et FPGA, informatique industrielle, Ellipses Marketing, 1998.
5. Jacques WEBER & Sébastien MOUTAULT & Maurice MEAUDRE, Le langage VHDL, du langage au circuit, du circuit au langage, 5e éd.: Cours et exercices corrigés, Dunod, 2016.
6. Phillip DARCHE, Architecture Des Ordinateurs, Logique booléenne : implémentations et technologies, Vuibert, Paris, 2004.
7. "Digital Design with RTL Design, VHDL, and Verilog" by Frank Vahid
8. "FPGA Prototyping by VHDL Examples" by Pong P. Chu

- **Tools**:
  Xilinx Vivado or Intel Quartus Prime (depending on the FPGA platform used)

Semestre: S7
UEM 1.3
Matière : Programmation avancée en Python
VHS: 45h00 (Cours 1h30, TP 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 2

Objectifs de la matière :

Compétences visées :

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

Objectifs :

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

Matériels nécessaires :

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

Prérequis : Programmation Python.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Rappels sur la programmation en Python (02 Semaines)

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

Chapitre 2 : Programmation et automatisation (04 semaines)

1. Principes d'Automatisation de tâches
    - Bibliothèques Python pour l'automatisation :

- ✓ Pandas et NumPy.
- ✓ Os, shutil : manipulation de fichiers et dossiers
- ✓ Openpyxl ou pandas : travail avec des fichiers Excel ou CSV
- Définitions et exemples d'automatisation (envoi de mails,…)

2. Manipulation de fichiers avec Python :

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

3. **Exercices** :

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

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

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

Chapitre 4 : Apprentissage de GanttProject (02 semaines)

1. Introduction à la gestion de projets :

- Qu'est-ce qu'un projet ?
- Quels sont les enjeux de gestion d'un projet ?
- Interface de GanttProject

2. Les tâches (création, modification, organisation)
3. Gestion du temps (dates de début ou de fin de projet)
4. Gestion des ressources
5. **Exercices** sur Gantt Project

Chapitre 4 : Programmation orientée objet avancée (03 semaines)

1. Organisation du code :
   - Fonctions personnalisées, paramètres, valeur de retour.
   - Modules, importations et packages.
2. Structures de données complexes :
   - Listes, tuples et dictionnaires : création, modification, suppression, parcours.
3. Concepts fondamentaux de la Programmation orientée objet (POO) :
   - Classes, objets, attributs et méthodes.
   - Attributs publics, privés et protégés.
4. Méthodes spéciales :
   - **init**, **str**, **repr**, **len**.
5. Concepts avancés :
   - Encapsulation, abstraction, héritage, polymorphisme.
   - Héritage avancé, décorateurs, design patterns, métaclasses.
6. **Exercices**

Chapitre 5 : Introduction aux données pour l'IA (02 semaines)

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

Travaux pratiques :

TP 01 : Maîtriser les bases de la programmation en Python

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

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

TP 02 :

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

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

TP 03 :

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

TP 04 :

Organiser une réunion en Gantt project

1. Créer un nouveau projet :
    - Nom du projet : « Réunion ….
    - Date de début : Date et heure de la réunion
    - Durée estimée : durée totale de la réunion
2. Définition des tâches
    - Points à l'ordre du jour (chaque point de l'ordre du jour devient une tâche)
    - Sous-taches : Si un point est composé, créer alors les sous-tâches correspondantes
    - Tâches initiales et finales (par exemple : « Accueil de participants », « clôture de la réunion »)
3. Définition des ressources :
    - Participants (chaque participant est une ressource)
    - Matériel (ordinateur, datashow…)
4. Estimation des durées :
    - Durée de chaque point : temps nécessaire pour chaque point de l'ordre du jour
    - Temps de transition d'un point à l'autre
5. Création du diagramme de Gantt :
    - Visualiser l'ordre du jour
    - Identifier les points clés
6. Suivre l'avancement en temps réel (projection du Diagramme de Gantt)

TP 05 : Structures avancées et organisation du code

(Fonctions personnalisées, dictionnaires, modules et organisation modulaire

TP 06 : Programmation orientée objet avancée en Python

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

TP 07 : Manipulation de fichiers et analyse de données

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

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

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

Projet final

Titre : Analyse et visualisation d'un jeu de données + modèle prédictif simple
Compétences mobilisées : Lecture de données, POO, structures avancées, Pandas, Scikit-learn.
(Présentation orale + rapport écrit).

Mode d'évaluation :

examen 60% , CC=40%

Bibliographie

[8] . E.Schultz et M.Bussonnier (2020) : Python pour les SHS. Introduction à la programmation de données. Presses Universitaires de Rennes.

[9] . C.Paroissin, (2021) : Pratique de la data science avec R : arranger, visualiser, analyser et présenter des données. Paris : Ellipses, DL 2021.

[10] . S.Balech et C.Benavent : NLP texte minig V4.0, (Paris Dauphine – 12/2019) : lien : https://www.researchgate.net/publication/337744581_NLP_text_mining_V40_-_une_introduction_-_cours_programme_doctoral

[11] . Allen B. Downey Think Python: How to Think Like a Computer Scientist, O'Reilly Media, 2015;

[12] . Ramalho, L.. Fluent Python. " O'Reilly Media, Inc.", 2022;

[13] . Swinnen, G.. Apprendre à programmer avec Python 3. Editions Eyrolles, 2012;

[14] . Matthes, E. Python crash course: A hands-on, project-based introduction to programming. no starch press, 2019

[15] . Cyrille, H. (2018). Apprendre à programmer avec Python 3. Eyrolles, 6ème édition. ISBN: 978-2212675214

[16] . Daniel, I. (2024). Apprendre à coder en Python, J'ai lu

[17] . Nicolas, B. (2024). Python, du grand débutant à la programmation objet Cours et exercices corrigés, 3eme édition, Ellipses

[18] . Ludivine, C. (2024). Selenium Maîtrisez vos tests fonctionnels avec Python, Eni

Ressources en ligne :

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

Semestre	Intitulé de la matière		Coefficient	Crédits	Code
S7	Projet personnel professionnel		1	2	ASI 7.8
VHS	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
22h30	Volume horaire horaire hors quota Tutorat : 1h30 TP hebdomadaire				

Objectifs :

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

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Exploration des Métiers et des Aptitudes Personnelles

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

Chapitre 2 : Recherche et Documentation

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

Chapitre 3 : Définition des Objectifs Professionnels

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

Chapitre 4 : Conception et Réalisation du PPP

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

Chapitre 5: Évaluation et Présentation Finale

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

Mode d'evaluation :

Contrôle continu : 100%

Referencesbibilographiques :

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

Semestre	Intitulé de la matière	Unité d'enseignement	Coefficient	Crédits	Code
S7	Respect des normes et règles d'éthique et d'intégrité	UET 4.2	1	1	ASI 8.8
VHS	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
22h30	1h30	-	-		

Pré requis : L'étudiant devra posséder les connaissances suivantes :
- Éthique ;
- Déontologie et propriétés intellectuelle.

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

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Respect des règles d'éthique et d'intégrité,

1. Rappel sur la Charte de l'éthique et de la déontologie du MESRS :

Intégrité et honnêteté. Liberté académique. Respect mutuel. Exigence de vérité scientifique, Objectivité et esprit critique. Equité. Droits et obligations de l'étudiant, de l'enseignant, du personnel administratif et technique,

2. Recherche intègre et responsable :

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

3. Ethique et déontologie dans le monde du travail :

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

Chapitre 2. Propriété intellectuelle

1- Fondamentaux de la propriété intellectuelle

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

2- Droit d'auteur

2.1. **Droit d'auteur dans l'environnement numérique**
Introduction. Droit d'auteur des bases de données, droit d'auteur des logiciels. Cas spécifique des logiciels libres.

2.2. **Droit d'auteur dans l'internet et le commerce électronique**
Droit des noms de domaine. Propriété intellectuelle sur internet. Droit du site de commerce électronique. Propriété intellectuelle et réseaux sociaux.

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

3- Protection et valorisation de la propriété intellectuelle

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

Chapitre 3. Ethique, développement durable et nouvelles technologies

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

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 100%

Références bibliographiques:

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

21. Publication de l'université de Montréal, Stratégies de prévention du plagiat, Intégrité, fraude et plagiat, 2010.
22. Pierrick Malissard, La propriété intellectuelle : origine et évolution, 2010.
23. Le site de l'Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle www.wipo.int
24. http://www.app.asso.fr/

Programmes détaillés des matières du 8ème semestre

Semestre	Intitulé de la matière	Unité d'enseignement	Coefficient	Crédits	Code
S8	Commande des systèmes non linéaires	UEF 4.2.1	4	6	ASI 8.1
VHS	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
90h00	3h00	1h30	1h30		

Pré requis :
Il est nécessaire d'avoir des connaissances de base en analyse et en algèbre linéaire. Il est aussi indispensable d'avoir validé des enseignements de base sur la théorie des systèmes linéaires. Des connaissances en physique (mécanique et électricité) sont également requises.

Objectifs de l'enseignement
L'étudiant ayant validé cette matière est en mesure de modéliser un système non linéaire simple, de le mettre sous forme d'état, de distinguer un modèle linéaire d'un modèle non linéaire. Il est également en mesure d'analyser son comportement et d'étudier sa stabilité par différentes méthodes : plan de phase, premier harmonique et théorie de Lyapunov. Il est aussi capable de calculer le linéarisé tangent autour d'un point de fonctionnement.
Il peut synthétiser des commandes non linéaires par les méthodes de la linéarisation par retour d'état et des modes glissants.

Contenu de la matière :

Chapitre I : Généralités sur les systèmes non linéaires

- Systèmes linéaires et systèmes non linéaires
- Représentation d'état d'un SNL
- Exemples de modélisation de systèmes physiques non linéaires
- Quelques spécificités des SNL

Chapitre II : Méthode du plan de phase

- Généralités et définitions
- Méthodes de tracé du portrait de phase : isoclines, directe, …
- Points singuliers et classification des trajectoires de phase -
Cycles limites

Chapitre III : Analyse par la méthode du premier harmonique

- Rappel sur l'analyse harmonique d'un système linéaire
- Non linéarités usuelles et leur classification
- Non linéarité séparable
- Gain complexe équivalent : Calcul et exemples
- Critère de Nyquist généralisé. Application aux systèmes à non linéarité séparable en boucle fermée
- Stabilité des oscillations. Critère de Loeb.

Chapitre IV : Stabilité des systèmes non linéaires autonomes

- Notion de stabilité
- Systèmes autonomes et points d'équilibres
- Stabilité au sens de Lyapunov
- Stabilité asymptotique, globale et exponentielle
- Première et deuxième méthodes de Lyapunov

- Principe d'invariance de LaSalle
- Théorèmes d'instabilité de Lyapunov

Chapitre V : Commande non linéaire par retour d'état

- Exemple introductif
- Eléments d'algèbre différentielle : Dérivée de Lie, crochet de Lie
- Linéarisation entrée-sortie d'un système SISO
- Linéarisation entrée-état
- Synthèse de la commande linéarisante entrée-état
- Dynamique des zéros

Chapitre VI : Commande par modes glissants

- Principe de la commande par modes glissants
- Surfaces de glissement
- Régime glissant
- Synthèse de la commande : approche de la méthode de la commande équivalente
- Synthèse de la surface de glissement
- Robustesse aux incertitudes paramétriques et aux perturbations

Chapitre VII : Commande par linéarisation

- Généralités
- Commande par linéarisation

ChapitreVIII.Observateursd'étatsdessystèmesnonlinéaires

Principes fondamentaux des observateurs d'états (convergence, observabilité, estimation). Observateurs d'états pour les systèmes non linéaires : observateurs de Luenberger non linéaires, observateurs à modes glissants et les observateurs à convergence exponentielle.

<u>Travaux pratiques</u> :

TP 1 : Simulation avancée sur Matlab
TP 2 : Simulation des points d'équilibre des quelques systèmes non linéaires
TP 3 : Simulation de quelques systèmes non linéaires dans le plan de phase
TP4 : Simulation du pendule inverse en boucle ouverte
TP5 : Simulation de la commande linéarisante
TP6 : Commande par modes glissants
TP7:Simulationde la commande linéarisante
TP8 : Simulation de la commande floue

NB. La partie implémnetation est laissée à l'apréciation de l'équipe pédagogique en dépendance des matériels pédagogiques disponibles.

<u>Mode d'évaluation :</u>

Contrôle continu : 40 % (20% TD + 20% TP) ; Examen : 60%

<u>Références bibliographiques :</u>

1- Slotine,J.J.E.,&Li,W.(1991).AppliedNonlinearControl.PrenticeHall.
2- Khalil,H.K.(2014).NonlinearSystems(3rded.).MacmillanInternationalHigherEducati

on.

3- Isidori,A.(1995).NonlinearControlSystems(3rded.).Springer.

4- Tsiotras,P.,&Lozano,R.(2011).NonlinearControlSystems:AnIntroduction.Springer.

5- Edwards,C.,&Spurgeon,S.K.(1998).SlidingModeControl:TheoryAndApplications.Taylor&Francis.

6- J. J. Slotine and L. Weiping, *Applied Nonlinear Control*. Prentice-Hall, 1990.

7- R. A. DeCarlo, S. H. Zak, and S. V. Drakunov, *The Control Handbook*, ch.Variable Stucture, Sliding-Mode Controller Design, pp. 941–951. CRC Press, 1996R. A. DeCarlo, S. H. Zak, and G. P. Matthews, "Variable structure control of nonlinear multivariable systems : a tutorial," *Proceedings of the IEEE*, vol. 76, pp. 212–232, March 1988.

8- M. Zelmat, *Introduction aux Principes des Systêmes de Commande*. Algérie : Office des Publications Universitaires (OPU), 1995.

9- L. E. Ghaoui, *Commande des SystêmesLin´eaires*. ENSTA, 1995.

10- K. M. Hangos, J. Bokor, and G. Szederkényi, *Analysis and Control of Nonlinear Process Systems*. Springer-Verlag, 2004.

11- D. Arzelier and P. Paucelle, *Systêmes et Asservissements Non Lin´eaires*. Notes de Cours, LAAS Toulouse, 2004.

12- R. Husson, C. Lung, J.-F. Aubry, J. Daafouz, D. Wolf, and P. Malléus, *Automatique : Du cahier des charges a` la r´ealisation des systêmes*. Dunod, 2007.

13- J.-C. Gille, M. Pelegrin, and P. Decaulne, *Systêmes asservis non lin´eaires*. Dunod, 1988.

Y. Quénec'hdu and D. Viault, *Systêmes Non Lin´eaires*. Polycopiéde Cours, Supélec, 2000.

Semestre	Intitulé de la matière	Unité d'enseignement	Coefficient	Crédits	Code
S8	Systèmes multivariables	UEF 4.2.1	4	6	ASI 8.2
VHS	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
90h00	3h00	1h30	1h30		

Pré requis : L'étudiant devra posséder les connaissances suivantes :
- Systèmes asservis linéaires
- Systèmes échantillonnés ;

Objectifs de l'enseignement
L'objectif du cours est de donner une méthodologie pour la conception des différentes lois de commande pour les systèmes linéaires invariants multivariables, dans le contexte de l'approche d'état.

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Introduction (2 Semaines)
Objectifs de ce cours, Rappel sur le calcul matriciel, Rappel des notions de l'approche d'état, Différence entre SISO et MIMO.

Chapitre 2. Représentation d'état des systèmes multivariables (SM). (2 Semaines)
Définitions, Différentes représentations des systèmes, Résolution de l'équation d'état, Exemples d'applications

Chapitre 3. Commandabilité et Observabilité. (2 Semaines)
Introduction, Critère de commandabilité de Kalman, Commandabilité de la sortie, Critère d'observabilité, Dualité entre la commandabilité et l'observabilité, Etude de quelques formes canoniques.

Chapitre 4. Représentation des SM par matrice de transfert. (3 Semaines)
Introduction, Passage d'une représentation d'état à la représentation par matrice de transfert, Méthode de Gilbert, Méthode des invariants : forme de Smith-McMillan, Méthode par réduction d'une réalisation

Chapitre 5. Commande par retour d'état des SM. (4 Semaines)
Formulation du problème de placement de pôles par retour d'état, Méthodes de calculs pour les systèmes multivariables, Observateur d'état et commande par retour de sortie (i.e. avec observateur d'état) des SM. Commande non interactive des SM. Implémentation.

Travaux pratiques

TP1 : Introduction à Matlab
TP2 : Représentationd'état des systèmes multivariables
TP3 : Commandabilité et Observabilité.
TP4 : Représentation des SM par matrice de transfert.
TP5 : Commande par retour d'état des SM.
TP6 : Observation d'état des SM

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40 % (20% TD + 20% TP) ; Examen : 60%

Références bibliographiques :

1- De Larminat, Automatique, Hermès, 1995.
2- B. Pradin, G. Garcia ; "automatique linéaire : systèmes multivariables", polycopies de cours, INSA de Toulouse, 2011.
3- Caroline Bérard, Jean-Marc Biannic, David Saussié, ''La commande multivariable", Editions Dunod, 2012.
4- G. F. Franklin, J. D. Powell and A. E. Naaeimi, Feedback Control Dynamique Systems. (Addison-Wesly, 1991.
5- K. J. Astrôm, B. Wittenmark, Computer-Controlled Systems, Theory and design. Prentice Hall, New Jersy, 1990.
6- W. M. Wonman, Linear Multivariable Control: A Geometric approach. Springer Verlag, New York, 1985.
7- Hervé Guillard, Henri Bourlès, "Commandes des Systèmes. Performance & Robustesse. Régulateurs Monovariables Multivariables Applications Cours & Exercices Corrigés", Editions Technosup, 2012.
8- Caroline Bérard , Jean-Marc Biannic , David Saussié, Commande multivariable, Dunod, Paris, 2012.

Semestre	Intitulé de la matière	Unité d'enseignement	Coefficient	Crédits	Code
S8	Automatisme industrielle et supervison	UEF 4.2.1	2	3	ASI 8.3
VHS	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
45h00	1h30	-	1h30		

Pré requis :
API, Reseaux industriels, Bus et protocoles de communication, Chaine d'instrumentation, Dessin industriel.

Objectifs de l'enseignement
Le but du cours est de présenter à l'étudiant le système de supervision SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), très utilisé dans la supervision et l'acquisition de données des processus industriels dans divers secteurs. A la fin l'étudiant peut concevoir une interface de supervision d'un processus industriel et de savoir le logiciel et e matériel nécessaire.

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Définition d'un système SCADA **(1 semaine)**

Definition d'un systeme SCADA (supervision =surveillance-commande), utilités, fonctions, …. .
Historique : passer de la boucle PC-PO vers la boucle SCADA(PR)-PC-PO

Chapitre 2. Composants d'un système de contrôle industriel. **(2 semaines)**

Systemes de controle industriel : PLC (Programmable Logic Controller), DCS (Distributed Control Systems), SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), PAC (Programmable Automation Controller), RTU (Remote Terminal Unit), PC -based Control System.

Chapitre 3. Architectures des systèmes SCADA **(3 semaines)**

Architectures SCADA, Protocoles SCADA, Acquisition de donnees. Deploiement des systemes SCADA. Architecture reseaux. Positionnement du SCADA sur la pyramide CIM (lien avec MES et ERP)

Chapitre 4. HMI (Humain Interface Machine) dans les systèmes SCADA **(3 semaines)**

- Definition HMI, Presentation ergonomique, analytique et normative : Texte, Symbole, Courbe, Couleur, Animations, Signalisation, …. . Gestion des alarmes, Gestions des messages (erreur, confirmation, …), Gestion des gammes Production-Recettes, Archivages, et Historisation, Gestion personnels, gestion préventive, …
- Definition de qlq normes internationales de la schematisation : exemple : schéma TI (Tuyauterie et Instrumentation), ISA symbology, PCF, ….

Chapitre 5. Logiciels de supervision SCADA **(2 semaines)**

- Organisation logicielle d'un système de supervision SCADA

- **Variable dédiée au contrôle-commande** : Variables interne externe, type ToR, Numerique, analogique, chaine de caracteres, exemples illustratifs
- **Variable "objet" : V**aleur de la variable, unites, echelle, limites, horodatage, fraicheur,hysteresis, type d'objet statique ou dynamique.exemples illustratifs
- **Spécificité Temps-réel de la base des variables :** Synchronisation avec l'interface HMI,synchronisation avec le materiels (lecture, envoi, mise à jour, ..), temps de rafraichissement

(Cyclique, cyclique parametrable, flash, ….), …exemples illustratifs

- **Programmation :** Editeur graphique, bibliotheques des composants, instanciations, …exemples illustratifs (Stackage dans un fichier excel, …)
- **Administration à distance, …** exemples illustratifs

- **Présentation de quelques logiciels pour SCADA :** Siemens SIMATIC WinCC flexible,TIAPortal , Scheinder Electric, Monitor pro, Elution**,** ConrolMaestro, ARC Informatique, PCVue , Codra, Panorama P2, Panorama E2,ICONICS, GENESIS 32, …

Chapitre 6. Sécurité des systèmes SCADA (1 semaine)

Pourquoi securiser SCADA ?, Attaques (Menaces et dangers) contre les systemes SCADA, Risqueset evaluation. Scenarios des incidents possibles. Sources d'incidents. Detection et repérages despannes defaillances, erreurs, … Politique de securite. ….**Exemples illustratifs**

Chapitre 7. Applications démonstratives (3 semaines)

Etudier un exemple illustratif : Introduire toutes les notions et les concepts logiciels et materielsetudies pour elaborer un systemes SCADA correspondant, suivant un cahier des charges biendetermine tout en respectant une HMI ergonomique.

Travaux pratiques : Des travaux pratiques peuvent être pensés et élaborés par l'enseignant selon la disponibilité du matériel et logiciels.

TP1. Introduction au logiciel WinCC flexible (ou TIA Portal) de Siemens

TP2. Elaboration et Implementation d'un systeme SCADA pour asservir un le niveau d'eau dans un reservoir

TP 3. Superviser l'asservissment dela vitesse d'un moteur à courant continu MCC

TP4. Exampel 1 : Supervision : Elaboration et Implementation d'un systeme SCADA pour une barriere d'un parking :

- Etablir la commande du moteur utilise : Commande d'un moteur a courant continu (PID) ou un moteur pas a pas ou servomoteur (PWM) en langage Ladder, SCL, …
- Concevoir un grafcet correspondant du systeme complet
- Concevoir un systeme SCADA (HMI, variables à utiliser, ….
- Soulever quelques contraintes de securites et proposer des solutions ……..

TP 5. Exampel 2 : Confection d'un objet pour la supervision : Conception d'une HMI pour superviser une température à l'aide d'une aiguille (thermomètre) :

- Sur une forme d'un demi cercle gradué,
- Sur une forme d'une droite graduée verticalement

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40 % ; Examen : 60 %.

Références bibliographiques:

1- Ronald L. Krutz Securing SCADA Systems, Wiley, 2005.

2- Stuart A. Boye, Scada: Supervisory Control And Data Acquisition, ISA; Edition : 4th Revised edition, 2009.

3- Robert Radvanovsky et Jacob Brodsky, Handbook of SCADA/Control Systems Security, Second Edition, CRC Press; 2016

4- William Shaw, Cybersecurity for Scada Systems, PennWell Books, 2006

Semestre	Intitulé de la matière	Unité d'enseignement	Coefficient	Crédits	Code
S8	Modélisation des systèmes robotisés	UEF 4.2.2	2	4	ASI 8.4
VHS	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
56h15	1h30	1h30	0h45		

Pré requis : L'étudiant devra posséder les connaissances suivantes :
- Algèbre linéaire
- Géométrie dans l'espace
- Mécanique du solide

Objectifs de l'enseignement
Cette matière a pour objectif de permettre aux étudiants de maîtriser les outils de modélisation des robots manipulateurs. Les modèles calculés permettent de déterminer, dans l'espace,la position et l'orientation de l'effecteur attaché à l'extrémité de robot , la vitesse du mouvement du robot, les forces et les moments impliqués.

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Introduction
- Historique de la robotique
- Catégories des robots : manipulateur, mobile, sous-marin, etc.
- Anatomie des robots manipulateurs : segment, articulation, effecteur, actionneur, capteur, contrôleur, etc.
- Classification des robots manipulateurs selon : la géométrie, l'espace de travail, le système d'actionnement, le domaine d'applications, etc.
- Caractéristiques des robots : degrés de liberté, répétabilité, précision, vitesse, charge utile, etc.

Chapitre 2. Fondements théoriques et mathématiques préliminaires
- Position et orientation d'un corps solide
- Matrices de rotation en 2D et 3D
- Composition des rotations : par rapport au repère fixe et repère courant
- Paramétrisation des rotations : angles d'Euler et angles Roll-Pitch-Yaw
- Le mouvement rigide
- Les quaternions
- Les transformations homogènes

Chapitre 3. Modèle géométrique des robots manipulateurs

Modèle géométrique direct
- Définitions et principes
- Convention de Denavit-Hartenberg DH
- Exemple de modèles géométriques de certains robots manipulateurs : robot plan, robot cylindrique, robot SCARA, anthropomorphe, etc.
- Espace articulaire et espace opérationnel - Redondance cinématique

Modèle géométrique inverse MGI

- Problème géométrique inverse
- Techniques de découplage
- Méthodes de calcul du MGI : méthode itérative, méthode analytique et méthode graphique.
- Exemple de MGI de certains robots manipulateurs
- Configuration singulière

Chapitre 4. Modèle cinématique des robots manipulateurs

Modèle cinématique direct (Jacobien)

- Définitions et principes
- Vitesse linéaire et vitesse angulaire
- Vitesse d'un corps solide
- Le jacobien : méthode de calcul
- Exemple de calcul du Jacobien de certains robots manipulateurs -Découplage des singularités

Modèle cinématique inverse

- Définitions et principes
- Algorithmes de calcul du Jacobien Inverse : Jacobien pseudo-inverse et Jacobien transposé
- Exemple de calcul du Jacobien inverse de certains robots manipulateurs -Manipulabilité

Chapitre 5. Modèle dynamique des robots anipulateurs

- Définitions et principes
- Energie cinétique et Energie potentielle
- Formalisme de Lagrange : Equation Euler- Lagrange
- Equation du mouvement
- Forme matricielle : matrice d'inertie, matrice de Coriolis et vecteur de gravité
- Propriétés du modèle dynamique du robot
- Formalisme Newton-Euler
- Exemple de calcul de modèle dynamique pour certains robots manipulateurs
- Modèle dynamique dans l'espace articulaire et l'espace opérationnel

Chapitre 6. Actionneurs et capteurs des robots manipulateurs

- Introduction
- Structure mécanique articulée et systèmes de transmission de mouvement : engrenage, vis sans fin, etc.
- Actionneurs : Electriques, Hydrauliques, Pneumatiques, Réducteurs.
- Capteurs : Position (codeur, à effet hall, fin de course, etc) , vitesse, Force , couple, vision, etc.

Travaux pratiques :

Des travaux pratiques peuvent être pensés et élaborés par l'enseignant chargés selon la disponibilité du matériel et logiciels,on propose les enoncés suivants :

TP1. Initiation à Matlab Robotics Toolbox. (Transformations géométrique)

TP2. Modélisation géométrique et inverse d'un robot Plan (3DDL).

TP3. Modélisation cinématique directe et inverse.

TP4. Modélisation dynamique d'un robot plan (2DDL).

TP5. Génération de trajectoires en mode articulaire et cartésien.

TP6. Commande dynamique d'un robot

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40 % (20% TD + 20% TP) ; Examen : 60%

Références bibliographiques :

1- Philippe Coiffet, La robotique, Principes et Applications,Hermès, 1992.
2- W. Khalil & E. Dambre, modélisation, identification et commande des robots, Hermès, 1999.
3- Reza N. Jazar, Theory of Applied Robotics, Kinematics, Dynamics and Control. Springer 2007.
4- Mark W. Spong, Seth Hutchinson, and M. Vidyasagar, Robot Modeling andControl, Wiley, 1989.
5- Bruno Siciliano et al, Robotics, Modelling planning and Control, Springer, 2009.

Semestre	Intitulé de la matière	Unité d'enseignement	Coefficient	Crédits	Code
S7	Réseaux de communication industriels	UEF 4.1.2	1	2	ASI 7.5
VHS	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
22h30	0h45	-	0h45		

Pré requis : L'étudiant devra posséder les connaissances de base sur les technologies et les usages des réseaux industriels.

- API
- Actionneur
- Capteur
- Communication

Objectifs de l'enseignement

Ce cours présente une introduction au domaine des réseaux de données et de communication. Il vise à familiariser les étudiants avec les concepts de base des réseaux de communication de l'information. Il initie les étudiants à définir une solution simple mettant en œuvre des réseaux de type industriel

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Architecture des réseaux **(2 Semaines)**

→ Généralité, Classification, Topologies, Protocoles de communication, Techniques de transmission de données.

→ Le modèle de réseaux OSI et TCP/IP.

Chapitre 2. Bus de communications **(3 Semaines)**

→ Traditionnels

→ Emergeants

Chapitre 3. Protocoles de communications industriels sans fil (WirelessHart)**(2 Semaines)**

Chapitre 4. Sécurité des réseaux de communication industriels sans fil **(2 Semaines)**

Chapitre 5. Diagnostics des réseaux de communications industriels **(3 Semaines)**

ProfiBus, ProfiNet, CANOpen, …

Chapitre 6. Supervision réseaux **(1 Semaines)**

Chapitre 7. Serveurs/clients OPC (OLE (Object Linking and Embedding) for Process Control) **(2 Semaines)**

Travaux pratiques :

Prévoir des TPs en relation avec les réseaux industriels selon les moyens disponibles, dont on propose :

- **Simulation :**

→ **Utiliser le logiciel « CISCO Paket Tracer » pour simuler :**

- Configuration et administrattion d'un réseau à plusieurs postes (PC, Hub, Routeur, Ports RJ45, SWITCH, Adressage, ….)
- Communication entre postes dans un réseau (envoi/reception d'un message, ….),
- Partage d'un dossier, mesurer la vitesse de transmission du réseau, ...

→ **Utilser le logiciel TIAPortal**

- Configuer un réseau de plusieurs postes :API, PC, Station,Variateur de Vitesse, …
- Proposer des tpyes de communications : TCP/P , Profibus, ….

- **Pratique** :

→ **Proposer** un réseau entre API, PC, Modules industriels et informatique, … selon le matériel et le logicieldisponibles.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40 % ; Examen : 60 %.

Références bibliographiques :

1- A. Tanenbaum, Réseaux : Architecture, protocole, applications, Inter Editions - Collection iia
2- Gildas Avoine, Pascal Junod, Philippe Oechslin: Sécurité Informatique,Vuibert.
3- Malek Rahoual, Patrick Siarry, Réseaux informatiques : conception et optimisation, Editions Technip, 2006.
4- Guy Pujolle, Les réseaux, 5ième édition, Eyrolles, 2006.
5- Paul Mühlethaler, 802.11 et les Réseaux sans fil, Eyrolles, 2002.
6- Khaldoun Al Agha, Guy Pujolle, Guillaume Vivier, Réseaux de mobiles et réseaux sans fil, Eyrolles, 2001.

Semestre	Intitulé de la matière	Unité d'enseignement	Coefficient	Crédits	Code
S8	Conception et réalisation des circuits électroniques	UEM 4.2	1	2	ASI 8.6
VHS	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
33h45	0h45	-	1h30		

Pré requis :
Technologie des composants électroniques 1, Mesures électriques et électroniques.

Objectifs de l'enseignement
Cette matière concerne la conception de montages électroniques simples : analyse, principe de fonctionnement, calcul des composants et réalisation. Elle permet à l'étudiant de mettre en pratique les connaissances acquises durant sa formation en réalisant des fonctions électroniques analogiques ou numériques sur circuits imprimés.

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Techniques du dessin en électronique (3 Semaines)
Rappels sur les composants passifs et actifs, principes et propriétés, caractéristiques technologiques, domaines d'utilisation, initiation au dessin en électronique, schéma synoptique, schéma développé, schéma équivalent, dessins d'implantation, plan de câblage, dessin de définition, nomenclatures.

Chapitre 2. Technologie de réalisation de schémas électroniques (4 Semaines)
Grille internationale, maquettes préliminaires, disposition des éléments (éléments actifs, éléments passifs, circuits intégrés, radiateur, transformateurs, éléments de puissance).

Chapitre 3. Technique de câblage des circuits électroniques (4 Semaines)
Câblage imprimé, constituants, propriétés, établissements du dessin du circuit électrique, réalisation du négatif (méthodologie et logiciel), le report sur cuivre par photogravure, la gravure du cuivre, traitement après l'attaque, vérification et usinage du circuit, modification et réparation du circuit, Circuits en cms, approche théorique et exemples.

Chapitre 4. Principes de base de dépannage des circuits électroniques (4 Semaines)
Défaillance des composants, causes des défaillances (contraintes de fonctionnement d'environne-ment), instruments de mesures, méthodes de test.

Travaux pratiques :

Mini projet n°1: Etude et réalisation d'une alimentation classique 12 V DC, 5A.
Mini projet n°2: Etude et réalisation d'un amplificateur audio à circuits intégrés.
Mini projet n°3: Etude et réalisation d'un temporisateur et générateur de rampe avec NE555.
Mini projet n°4 : Etude et réalisation d'un séquenceur avec circuits logiques.
Mini projet n°5 : Etude et réalisation d'un gradateur à triac.
Mini projet n°6 : Etude et réalisation d'un interrupteur sonore.
Mini projet n°7 : Etude et réalisation d'un testeur de circuits logiques.
Mini projet n°8 : Etude et réalisation d'un traceur de courbe de composant passifs.
Mini projet n°9 : Etude et réalisation d'un amplificateur à plusieurs étages.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40 % ; Examen : 60 %.

Références bibliographiques :

1- P. Gueule ; Circuits imprimés et PC ; Dunod, 2004.
2- J. Alary ; Circuits imprimés en pratique : Méthodes de fabrication de circuits imprimés, détaillées et économiques ; Dunod, 1999.
3- P. Dunand ; Tracés des circuits imprimés, compatibilité électromagnétique.
4- H. Mostefai ; Le dépannage des circuits électroniques ; Editions Lamine.
5- R. Besson ; Technologie des composants électroniques ; Editions Radio.
6- E. Lowenber ; Electronique : Principes et applications ; Mc Graw Hill, 1978.
7- M. Fray ; Schémas d'électronique : Principes et méthodes ; Masson & Cie, 1967.

Semestre	Intitulé de la matière	Unité d'enseignement	Coefficient	Crédits	Code
S8	Stage en entreprise 2	UEM 4.2	1	1	ASI 8.7
VHS	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
22h30	Volume horaire horaire hors quota Tutorat : 1h30 TP hebdomadaire				

Pré-requis : Notions de base en automatique

Objectifs :

- Découvrir le monde du travail
- Mettre en pratique les connaissaces acquises
- Acquérrir une expérience professionnelle
- Découvrir certains aspects d'une profession
- Faciliter le passage du monde de l'enseignement supérieur à celui de l'entreprise
- Ce stage est considéré comme un stage d'un technicien

Contenu de la matière :

Durant son stage, l'étudiant rédige un rapport mettant en lumière plusieurs points cruciaux :

1. **Présentation de l'établissement d'accueil**
2. **Description du déroulement du stage**
3. **Identification des liens avec le domaine de l'automatique**
4. **Présentation d'un travail d'un technicien (réalisation et/ou une programmation):**

   Dont les missions principales (non limitées) d'un technicien sont les suivantes : Veiller à la mise en conformité, à la manipulation et à l'exploitation d'appareils particuliers. Chargé de la maintenance de ces équipements.Assurer la maintennace d'appareillage, la mesure, les essais ou l'aaplication de sprotocoles, Effectuer le dépannage des équipements endommagés, ….

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 100%

Semestre	Intitulé de la matière	Unité d'enseignement	Coefficient	Crédits	Code
S8	**Lean Start-Up 2**	UET 4.1	1	1	ASI 7.9
VHS	**Cours**	**Travaux Pratiques**	Projet collectif		
45h00	1h30	1h30			

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours prolonge le module Entrepreneuriat et Lean Start-Up 1. L'étudiant y apprend à transformer les hypothèses validées en produit minimum viable (MVP) et à mobiliser l'intelligence artificielle et la méthode TRIZ pour résoudre les contradictions techniques propres à l'innovation. Il se familiarise avec les indicateurs de performance d'une startup, en particulier le modèle AARRR, et apprend à décider, sur la base de ces indicateurs, s'il faut changer de cap (Pivot) ou poursuivre dans la même direction (Persevere). Le cours aborde enfin les sources de financement d'une startup et les stratégies de croissance, avant de se conclure par un projet intégrateur, le Startup Lab, mené en équipe tout au long du semestre et soutenu devant un jury sous la forme d'un pitch final.

Connaissances préalables recommandées:

Avoir suivi le module Entrepreneuriat et Lean Start-Up 1, notamment les notions de démarche Lean Startup, de Customer Discovery et de Business Model Canvas.

Contenu de la matière:

VI. Le produit minimum viable (MVP) (3 semaines)

- Définition et rôle du MVP dans la démarche Lean Startup
- Types de MVP : numérique, expérimental, service simulé
- Test des hypothèses critiques
- Prototypage rapide et outils de création de prototypes (Figma, Glide, Bubble, Canvas)
- Mesurer l'échec dans le délai le plus court possible

VII. Intelligence artificielle et méthode TRIZ au service de l'innovation (3 semaines)

- L'intelligence artificielle dans l'entrepreneuriat : génération d'idées, analyse de marché, développement du MVP, marketing
- Présentation de la méthodologie TRIZ
- Les contradictions techniques et la solution idéale finale
- Combinaison de l'intelligence artificielle et de TRIZ
- Les startups Deep Tech

VIII. Mesure de la performance et gestion de l'échec (3 semaines)

- Les indicateurs clés de performance (KPIs) et le management d'une startup
- Le modèle AARRR : Acquisition, Activation, Rétention, Revenu, Recommandation
- L'adéquation produit-marché (Product-Market Fit) et l'adéquation problème-solution (Problem-Solution Fit)
- Taux de rétention, taux d'attrition (Churn) et rythme de consommation de trésorerie (Burn Rate)
- Les indicateurs d'apprentissage (Learning Metrics)

- La gestion précoce de l'échec et les critères d'arrêt d'un projet (Kill Criteria)

IX. Pivoter ou persévérer : Pivot vs Persevere (2 semaines)

- Le changement de cap partiel ou total (Pivot) et la persévérance (Persevere)
- Les signaux qui motivent un changement de direction
- Les différents types de pivot
- Les indicateurs qui appuient la décision

X. Financement, croissance et expansion (2 semaines)

- Les sources de financement : autofinancement, investisseurs providentiels (business angels), capital-risque, financement participatif
- Les étapes successives du financement d'une startup
- Les stratégies de croissance rapide à faible coût (Growth Hacking)
- Les moteurs de croissance (Engines of Growth) : viral, payant, organique
- L'entonnoir marketing (Funnel Growth) et les boucles de croissance (Growth Loops)
- Les stratégies d'expansion internationale

XI. Projet intégrateur : Startup Lab et soutenance finale (2 semaines)

- Synthèse du projet mené en équipe, du choix du problème à la stratégie de financement et de croissance
- Préparation et présentation du pitch final devant un jury d'évaluation

Mode d'évaluation:

Examen final : 20 %. Travaux pratiques et ateliers : 20 %. Projet collectif (Startup Lab) : 60 %.

Références bibliographiques

1. Maurya, A. (2012). Running Lean.
2. Croll, A., Yoskovitz, B. (2013). Lean Analytics.
3. Doerr, J. (2017). Measure What Matters.
4. Weinberg, G., Mares, J. (2015). Traction: How Any Startup Can Achieve Explosive Customer Growth.
5. Eyal, N. (2014). Hooked: How to Build Habit-Forming Products.
6. Grove, A. S. (1983). High Output Management.
7. Horowitz, B. (2014). The Hard Thing About Hard Things.
8. Agrawal, A., Gans, J., Goldfarb, A. (2018). Prediction Machines.
9. Iansiti, M., Lakhani, K. R. (2020). Competing in the Age of AI.
10. Altshuller, G. (1999). The Innovation Algorithm: TRIZ, Systematic Innovation and Technical Creativity.
11. Ikovenko, S. (2003). TRIZ: The Theory of Inventive Problem Solving.
12. Graham, P. (2013). Do Things That Don't Scale.
13. McKinsey Global Institute (2023). The State of AI in Business.
14. Stanford University (2024). Artificial Intelligence Index Report.

Annexe - Glossaire des concepts clés

Cette liste reprend, en français, les notions avancées mobilisées dans le cours, en continuité directe avec le glossaire du module Entrepreneuriat et Lean Start-Up 1.

Terme	Définition
MVP (produit minimum viable)	Version la plus simple d'un produit, permettant de tester les hypothèses avec un minimum d'effort.
Market Fit	Concordance entre le produit proposé et les attentes du marché.
Product-Market Fit	Situation dans laquelle le produit répond réellement à un besoin du marché.
TRIZ	Méthodologie scientifique et structurée de résolution de problèmes innovants.
Technological Contradiction (contradiction technique)	Situation où l'amélioration d'une caractéristique d'un produit en dégrade une autre.
Deep Tech Startup	Entreprise fondée sur des sciences et des technologies de pointe.
Data-Driven Decision (décision fondée sur les données)	Décision appuyée sur des données mesurées plutôt que sur l'intuition.
KPIs (indicateurs clés de performance)	Indicateurs essentiels au suivi de la performance d'une startup.
AARRR	Modèle de mesure de la croissance en cinq étapes : acquisition, activation, rétention, revenu, recommandation.
Acquisition	Étape consistant à attirer des utilisateurs vers le produit ou le service.
Activation	Moment où l'utilisateur retire une première valeur réelle du produit.
Retention Rate (taux de rétention)	Proportion d'utilisateurs qui continuent d'utiliser le produit dans le temps.
Churn Rate (taux d'attrition)	Proportion d'utilisateurs qui abandonnent le produit.
Burn Rate	Rythme mensuel de consommation du capital disponible.
Runway	Durée pendant laquelle la startup peut fonctionner avant épuisement de ses fonds.
Kill Criteria (critères d'arrêt)	Conditions justifiant l'arrêt d'un projet jugé non viable.
Learning Metrics (indicateurs d'apprentissage)	Indicateurs centrés sur ce que l'équipe a appris, plutôt que sur le profit.
Pivot	Changement radical ou partiel de la stratégie du projet, décidé sur la base des indicateurs.
Persevere (persévérance)	Décision de poursuivre le projet dans la même direction stratégique.
Traction	Preuve tangible et mesurable de croissance sur le marché.
Growth Hacking	Ensemble de stratégies de croissance rapide et peu coûteuses.

Terme	Définition
Engines of Growth (moteurs de croissance)	Mécanismes de croissance d'une startup : viral, payant ou organique.
Viral Coefficient (coefficient viral)	Mesure du taux auquel les utilisateurs en attirent de nouveaux.
Funnel Growth (entonnoir de croissance)	Représentation du parcours de conversion d'un utilisateur.
Growth Loops (boucles de croissance)	Mécanismes de croissance autoalimentée générant continuellement de nouveaux utilisateurs.
LTV (valeur vie client)	Valeur totale qu'un client est susceptible de générer durant toute sa relation avec l'entreprise.
CAC (coût d'acquisition client)	Coût moyen nécessaire pour obtenir un nouveau client.
Network Effects (effets de réseau)	Phénomène par lequel la valeur d'un produit augmente avec le nombre de ses utilisateurs.
Investment Readiness (maturité pour l'investissement)	Degré de préparation d'un projet à lever des fonds auprès d'investisseurs.

Semestre: S8
UET 4.1
Matière : Eléments de l'intelligence artificielle appliquée
VHS: 45h00 (Cours 1h30, TP 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 2

Compétences visées :

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

Objectifs :

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

Prérequis :

Programmation avancée Python

Matériels nécessaires :

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

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Introduction à l'intelligence artificielle l'IA (01 semaine)

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

Chapitre 2 : Mathématiques de base pour l'IA (01 semaine)

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

- Expliquer la bibliothèque Matplotlib (Python)
- …

Chapitre 3 : Apprentissage automatique (Machine Learning) (03 semaines)

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

Chapitre 4 : Classification supervisée (3 semaines)

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

Chapitre 5 : Apprentissage non supervisé

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

Chapitre 6 : Les réseaux de neurones

1. Architecture d'un réseau de neurones :
   - Perception,
   - Couches et couches caches, poids, biais.
   - Fonction d'activation : ReLU, Sigmoïde, Softmax, ….
   - Exercices d'applications
2. Introduction au **Deep Learning** :
   - Notion de couches profondes.

- Introduction au réseaux convolutifs (CNN)

3. **Exercices :**
   - Expliquer Tensorflow et PyTorch
   - Analyser un Dataset de texte et prédire des sentiments
   - ….

Chapitre 7 : Mini projet (travail personnel encadré en dehors des cours) :

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

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

Travaux pratiques :

TP 01 : Initialisation

TP 02 :

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

TP 03 :

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

TP 04 :

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

TP 05 :

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

TP 06 :

- Construire un réseau de neurones simple avec TensorFlow ou PyTorch ou keras
- Construire un CNN simple pour classifier des images (exemple : Dataset MINIST)
- …

Mode d'évaluation :

examen 60% , CC=40%

Bibliographie :

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

Programmes détaillés des matières du 9ème semestre

Semestre	Intitulé de la matière	Unité d'enseignement	Coefficient	Crédits	Code
S9	**Commande avancée**	UET 5.1.1	4	6	ASI 9.1
VHS	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
90h00	3h00	1h30	1h30		

Pré-requis

Il est nécessaire d'avoir des connaissances de base en analyse, en algèbre linéaire et en optimisation. Les éléments de base de la théorie des systèmes linéaires continus et échantillonnés sont nécessaires de même que ceux de la stabilité des systèmes non linéaires.

Objectifs

L'étudiant ayant validé cette matière possède les outils de base pour proposer des commandes avancées selon une approche initiale. Parmi la grande variété des techniques de commande avancées, trois sont choisies : La commande adaptative, la commande prédictive et la commande optimale. Pour chacune, il s'agit de donner un aperçu qui permet à l'élève ingénieur d'approfondir selon le besoin en consultant la bibliographie citée plus bas.

Contenu de la matière

Chapitre I : Commande adaptative par modèle de référence (MRAC)

-Définition et bref historique
- Commande MRAC par approche MIT
- Commande MRAC par approche de Lyapunov

Chapitre II : Régulateur auto-ajustable STR

-Représentation polynomiale d'un système échantillonné
- Structure d'un correcteur STR
- Poursuite de modèle-conditions de causalité
- Equation de Diophantine-Algorithme MDPP
- Commande adaptative indirecte par STR

Chapitre III : Commande prédictive par approche d'état (MBPC)

- Formulation du problème-construction du système augmenté
- Prédictions avec le modèle augmenté
- Optimisation du critère, mise sous forme de retour d'état

Chapitre IV : Commande optimale

- Position du problème
- Rappels d'optimisation
- Aperçu sur le calcul de variations
- Solution d'un problème de commande optimale-Principe de Pontryaguine

- Exemples d'application

Travaux pratiques

TP 1 : Commande MRAC d'un système linéaire à paramètres inconnus

TP 2 : Commande STR d'un moteur à courant continu

TP 3 : Commande prédictive d'un système du premier ordre/premier ordre avec intégrateur

TP 4 : Commande optimale d'un moteur à courant continu

TP 5 : Commande $H\infty$ d'une suspension

Modalités d'évaluation

Contrôle continu 40% (20% TD + 20%TP) , Examen final : 60%

Références bibliographiques

[1] C. Foulard, S. Gentil, and J.-P. Sandraz, Commande et régulation par calculateur numérique : de la théorie aux applications. Eyrolles, 1987.
[2] V. V. Chalam, Adaptive control systems : Techniques and applications. Marcel Dekker, Inc., 1987.
[3] I. D. Landau, R. Lozano, M. M'Saad, and A. Karimi, Adaptive control : algorithms, analysis and applications. Springer Science & Business Media, 2011.
[4] K. J. Aström and B. Wittenmark, Adaptive control. Courier Corporation, 2013.
[5] J.-J. E. Slotine, W. Li, et al., Applied nonlinear control, vol. 199. prentice-HallEnglewood Cliffs, NJ, 1991.
[6] P. Boucher and D. Dumur, La commande prédictive, vol. 8. Editions Technip, 1996.
[7] L. Wang, Model predictive control system design and implementation using MAT-LAB®. Springer Science & Business Media, 2009.
[8] F. L. Lewis, D. Vrabie, and V. L. Syrmos, Optimal control. John Wiley & Sons, 2012.

Semestre	Intitulé de la matière	Unité d'enseignement	Coefficient	Crédits	Code
S9	**Apprentissage profond**	UET 5.1.1	2	4	ASI 9.2
VHS	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
45h00	1h30		1h30		

Pré requis : Techniques de l'intelligence artificielle, Théorie de l'optimisation, Traitement du signal et de l'image, Modèles statistiques, environnement de développement (Python).

Objectifs :
Maîtriser l'utilisation des techniques de l'apprentissage profond pour des applications de contrôle et de régulation dans les systèmes automatisés.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Introduction au Deep Learning (3 semaines)

- Introduction aux réseaux de neurones artificiels et Deep Learning : Inspiration biologique, le preceptron, le réseau MLP, l'algorithme BP, Loss functions, descente de gradient, SGD, Adam, cross validation, et concepts fondamentaux du Deep Learning incluant les architectures de réseaux profonds (CNN, RNN) et les différences avec les réseaux de neurones classiques.
- Bibliothèques et outils : TensorFlow, Keras, PyTorch

Chapitre 2 : Réseaux de Neurones Convolutifs (CNN) (3 semaines)
- Introduction aux CNN: Convolution, Pooling, et architectures typiques des CNN
- Applications des CNN dans la vision par ordinateur pour les systèmes automatisés
- Optimisation et régularisation dans les CNN
- Exemples d'architectures : VGG, ResNet, AlexNet

Chapitre 3 : Réseaux de Neurones Récurrents (RNN) (3 semaines)
- Introduction aux RNN
- RNN de base: LSTM, GRU
- Applications des RNN dans la prédiction de séries temporelles et le contrôle prédictif

Chapitre 4 : Auto-encodeurs et Réseaux Génératifs (3 semaines)
- Introduction aux auto-encodeurs et variational autoencoders (VAE)
- Réseaux antagonistes génératifs (GAN)
- Utilisation des auto-encodeurs pour la compression de données de capteurs
- Utilisation des GAN pour générer des scénarios de test en régulation

Chapitre 5 : Apprentissage par Renforcement (3 semaines)

- Introduction à l'apprentissage par renforcement
- Principe de l'apprentissage par renforcement
- Algorithme Q-Learning
- Applications en régulation et contrôle des systèmes automatisés

Travaux pratiques :

- **TP1 : Compréhension et préparation des données**
  - Installation et configuration des environnements de développement
  - Familiarisation avec les librairies utilisées en Deep Learning (TensorFlow, PyTorch)
  - Création de premiers réseaux de neurones simples avec TensorFlow et PyTorch

- **TP2 : Réseaux de Neurones Convolutifs (CNN)**
  - Implémentation d'un CNN pour la classification d'images (par exemple, CIFAR-10)

- **TP3 : Réseaux de Neurones Récurrents (RNN)**
  - Utilisation des RNN pour la prédiction de séries temporelles en régulation de processus.
  - Analyse de séquences temporelles avec LSTM pour la détection de pannes.

- **TP4 : Auto-encodeurs et Réseaux Génératifs**
  - Création d'un auto-encodeur pour la compression de signaux de capteurs
  - Utilisation de GAN pour générer des scénarios de test en régulation de systèmes.

- **TP5 : Apprentissage par Renforcement**
  - Implémentation d'un agent d'apprentissage par renforcement pour un environnement de contrôle automatique (comme le réglage PID)

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%

Références bibliographiques :

1. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep Learning. MIT Press.
2. Chollet, F. (2021). Deep Learning with Python. Manning Publications, Second Edition.
3. Sutton, R. S., & Barto, A. G. (2018). Reinforcement Learning: An Introduction. MIT Press.
4. Géron, A. (2019). Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow. O'Reilly Media.
5. Yu, F. R., & He, Y. (2019). Deep Reinforcement Learning for Wireless Networks. Springer.
6. Kyriakos, G., Yan, W., Frank, L. L., Derya .C. (2021). Handbook of Reinforcement learning and Control. Springer.

Semestre	Intitulé de la matière	Unité d'enseignement	Coefficient	Crédits	Code
S9	**Traitement d'image et du son**	UET 5.1.1	2	4	ASI 9.3
VHS	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
45h00	1h30		1h30		

Pré-requis

/

Objectifs

A l'issue de cette matière, l'étudiants sera capable de:

- ✓ Comprendre les concepts fondamentaux du traitement d'images et du son.
- ✓ Acquérir des compétences pratiques en utilisant MATLAB pour analyser et manipuler des images et des signaux audio.
- ✓ Appliquer les techniques de traitement d'images et du son à des problèmes réels dans le domaine de l'automatique et des systèmes intelligents.

Contenu de la matière

Chapitre 1 : Introduction au Traitement d'Images et du Son
- Introduction au traitement d'images : définition, applications, et outils.
- Introduction au traitement du son : définition, applications, et outils.
- Introduction à MATLAB pour le traitement d'images et du son.

Chapitre 2 : Acquisition et Représentation des Images**
- Formation et types d'images (bitmap, vectorielle, etc.).
- Systèmes de couleur et espaces de couleur (RGB, HSV, etc.).
- Histogrammes et transformation d'images.

Chapitre 3 : Prétraitement des Images
- Filtrage spatial : filtres de lissage et de rehaussement.
- Filtrage fréquentiel : transformée de Fourier et filtrage dans le domaine fréquentiel.
- Correction des images : correction gamma, égalisation d'histogramme.

Chapitre 4 : Analyse et Traitement des Images
- Détection des contours et segmentation.
- Morphologie mathématique.
- Analyse d'images : détection de formes, reconnaissance de motifs.

Chapitre 5 : Introduction au Traitement du Son
- Représentation des signaux audio : signal temporel et spectral.
- Transformée de Fourier et analyse spectrale.
- Filtrage des signaux audio : filtres passe-bas, passe-haut, passe-bande.

Chapitre 6 : Traitement Avancé du Son
- Compression des signaux audio : codage perceptuel, MP3.
- Synthèse sonore et traitement des effets.
- Reconnaissance vocale et applications intelligentes.

Chapitre 7 : Applications et Projets
- Applications industrielles du traitement d'images et du son.

- Projets intégrant les deux disciplines (ex. : reconnaissance d'objets et de sons pour des systèmes intelligents).
-

Travaux pratiques

TP1 : Introduction à MATLAB pour le Traitement d'Images et du Son**
- Familiarisation avec l'interface de MATLAB.
- Manipulation de base des images et des signaux audio.

TP2 : Acquisition et Visualisation des Images
- Chargement et affichage d'images.
- Manipulation des espaces de couleur et histogrammes.

TP3 : Prétraitement des Images
- Application de filtres de lissage et de rehaussement.
- Transformation des images dans le domaine fréquentiel.

TP4 : Segmentation et Analyse des Images
- Techniques de détection des contours.
- Segmentation d'images par seuillage et clustering.

TP5 : Analyse et Filtrage des Signaux Audio
- Acquisition et affichage de signaux audio.
- Analyse spectrale et application de filtres.

TP6 : Traitement Avancé des Signaux Audio
- Compression audio et traitement des effets sonores.
- Implémentation de la reconnaissance vocale basique.

TP7 : Projet Intégrateur
- Développement d'un projet intégrant traitement d'images et du son.
- Exemple de projet : Système de surveillance intelligent utilisant reconnaissance d'objets et de sons.

Mode d'évaluation

Contrôle continu : 40% , Examen final : 60%

Références bibliographiques

- Gonzalez et Woods, "Digital Image Processing", Livre.
- Johnson et Sethares, "Introduction to Digital Signal Processing", Livre.
- Ben Gold et Nelson Morgan, "Speech and Audio Signal Processing", Livre.

Tutoriels et Documentation MATLAB

- MATLAB Documentation.
- MATLAB Central.

Semestre	Intitulé de la matière	Unité d'enseignement	Coefficient	Crédits	Code
S9	**Commande des robots**	UET 5.1.2	3	5	ASI 9.4
VHS	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
67h30	1h30	1h30	1h30		

Prérequis
- Modélisation des robots manipulateurs
- Technique de commande des systèmes linéaires et non-linéaires

Objectifs
Le cours sur la commande des robots manipulateurs vise à fournir aux étudiants une compréhension approfondie des concepts fondamentaux de la robotique. Ces concepts incluent la planification de trajectoires ainsi que les techniques de commande. L'objectif essentiel du cours est de former des ingénieurs capables d'analyser les performances des systèmes de commande, en mettant l'accent sur la précision et la robustesse. À l'issue de ce cours, les étudiants doivent être capables de concevoir et de mettre en œuvre des approches de commande pour maintenir un niveau de performance optimal des robots manipulateur sous contrôle.

Contenu de la matière :

Introduction
Problèmes de commande des robots manipulateurs
Chapitre 1 : Génération de trajectoires
- Notions générales
- Génération de trajectoires et boucles de commande
- Génération de mouvement point à point
    - Méthode de base : Spline cubique et Spline quintique
    - Méthode à profile d'accélération Bang-Bang
    - Méthode à profile de vitesse trapézoïdale
    - Application à l'espace articulaire et à l'espace cartésien
- Génération de mouvement par interpolation
    - Principe de base
    - Trajectoire interpolée par loi Bang-Bang
    - Application à l'espace articulaire et à l'espace cartésien

Chapoitre 2 : Contrôle de mouvement des robots manipulateurs

- Principe de la commande dans l'espace articulaire
- Principe de la commande dans l'espace opérationnel
- Commande indépendante des articulations (*independent joint control)*

- Commande à retour d'état
- Decentralized Feedforward Compensation

- Commande dynamique (*Inverse dynamics control*)
- Commande PD avec compensation de gravité
- Commande par mode glissant
- Commande robuste
- Commande adaptative

Chapitre 3 : Contrôle des robots manipulateurs en interaction avec leur environnement

- Introduction **:** Interaction du robot manipulateur avec l'environnement
- Contrôle de la compliance du robot (*Compliance control*)
- Contrôle par impédance (*Impedance control*)
- Contrôle de force(*Force control*)

Chapitre 4 : Programmation des robots

- Généralités et objectifs des systèmes de programmation
- Méthodes de programmation
- Caractéristiques des différents langages de programmation
- Exemple de tâche programmée en langage de niveau objet

Travaux pratiques :

Des travaux pratiques peuvent être proposés par l'enseignant chargé selon la disponibilité du matériel et logiciels, on propose les enoncés suivants :

- Simulateurs de robots (Familiarisation)
- Implémentation de lois de commande par inversion de modèle et par feedback linéaire
- Planification et optimisation de trajectoires
- Commande par mode glissant
- Expérimentation sur des robots réels (si possible)
- Réalisation d'un projet de commande et de simulation de robot

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 40 % (20% TD + 20% TP) ; Examen : 60%

Références bibliographiques:

1. Reza N. Jazar, Theory of Applied Robotics, Kinematics, Dynamics and Control. Springer 2007.
2. Mark W. Spong, Seth Hutchinson, and M. Vidyasagar, Robot Modeling and Control, Wiley, 1989.
3. Bruno Siciliano et al, Robotics, Modelling planning and Control, Springer, 2009.
4. Bruno Siciliano and Oussama Khatib, Handbook of Robotics, Springer, 2008.
5. "Commande des robots manipulateurs" de Bruno Siciliano, Oussama Khatib et Alessandro De Luca
6. "Robotique : modélisation, analyse et commande" de François Chaumette et Philippe Bidaud
7. "Trajectoire planning for robots" de Sertac Karaman and Emilio Frazzoli

Semestre	Intitulé de la matière	Unité d'enseignement	Coefficient	Crédits	Code
S9	**Systèmes temps réel**	UET 5.1.2	2	3	ASI 9.5
VHS	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
45h00	1h30	-	1h30		

Pré-requis

L'étudiant devra posséder les connaissances suivantes :

- Programmation en C
- Bases en électronique numérique et micro contrôleurs

Objectifs

Cette matière vise essentiellement à acquérir des compétences pratiques en programmation avancéeet structurée, permettant aux ingénieurs d'interagir et de s'accointer avec le monde industriel via des applications palpables et bien ciblées et ouvrant ainsi unlargeéventail d'opportunitéset d'efficacitéseningénierie.

Contenu de la matière

Chapitre 1. Introduction à la programmation en C embarquée

1.1 Système multi-tâches via pointeur sur fonction et interruption Timer
1.2 Interruptions externes par la pratique
1.3 Traduction d'un grafcet d'un système complexe par le biais d'interruptions

Chapitre 2. Générateur PWM et Manipulation des Timers

2.1 Commande des servo-moteurs, Moteur DC et moteur pas-à-pas
2.2 Encodeur incrémental et supervision avec écran Oled/TFT
2.3 DMA et module Analogique par l'application
2.3 DMA-UART et transfert de données rapides

Chapitre 3. Implémentation d'une machine à état fini (FSM)

3.1 Planification et gestion des tâches Free-RTOS
3.2 Allocation-mémoires et listes chaînées (Linked lists)
3.3 Queue par la pratique
3.4 Mutex et gestion de ressources partagées
3.5 Sémaphores et gestion des priorités

Chapitre 4. Réseaux de capteurs embarqués et couche de communication appropriée

4.1 Bras manipulateur 6-DOF et protocole LoRa-Wan
4.2 Robot explorateur polyvalent et nœud de capteurs
4.3 Système multi-tâches et intelligent

Travaux Pratiques

1) Initiation, Installation et configuration de l'environnement de développement (Mikroc, CubeMx-IDE)

2) Manipulation des GPIOs de la plateforme STM32 via des exemples introductifs

3) Utilisation des timers pour la gestion du temps (Timer2, Timer3)

4) Interruptions Timer2 par la pratique (Ledblinking)

5) Fonction Pointeur et systèmes multi-tâches (implémentions FSM Simple 4leds on-off state)

6) Interruptions externes avec interruption Timer2 et gestion de priorité

7) Générateur PWM pour un servo-moteur via les registres internes du Timer 2

8) Générateur PWM pour un moteur DC-L298N via les registres internes du Timer 2

9) Manipulation des moteurs pas-à-pas unipolaire et bipolaires sans librairie intégrée

10) Encodeur incrémental et gestion d'un menu déroulant par le biais d'un écran TFT

11) Implémentation d'une machine à état fini d'un régulateur PID (température)

12) Free RTOS, Mutex et gestion de ressources partagées

13) Sémaphores et gestion des priorités

14) Applications Pratiques

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 40 % ; Examen : 60%

Références bibliographiques

1. Francis Cottet, Emmanuel Grolleau, Systèmes temps réel embarqués - 2e éd. - Spécification, conception, implémentation et validation temporelle, Dunod, 2014.
2. Nicolas Navet, Systèmes temps réel - Volume 2 : Ordonnancement, réseaux et qualité de service, Hermès – Lavoisier, 2006.
3. Bernard Chauvière, Systèmes temps-réel embarqués: Techniques d'ordonnancement et Evaluation de la qualité de service, Editions universitaires européennes, 2010.
4. UsingtheFreeRTOSRealTime Kernel-aPracticalGuide -CortexM3 Edition(FreeRTOSTutorial Books) Paperback–January 1,2010
5. MasteringtheFreeRTOS™RealTimeKernelAHands-OnTutorialGuide, RichardBarry,RealTimeEngineers Ltd., 2016
6. Test Case Generation of Embedded Real-Time Systems with Interruptions for FreeRTOS,

Wilkerson L. Andrade, Patrícia D. L. Machado, Everton L. G. Alves &DiegoR. Almeida, 2010

Semestre	Intitulé de la matière	Unité d'enseignement	Coefficient	Crédits	Code
S9	**Instrumentation virtuelle**	UEM 5.1	1	2	ASI 9.6
VHS	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
45h00	1h30	-	1h30		

Prérequis : Notions de base de l'algorithmique.

Objectifs

L'objectif principal est de se familiariser avec les bases de la programmation sous LabVIEW, un environnement de développement graphique largement utilisé dans le domaine de l'instrumentation virtuelle. La maîtrise de cet environnement facilite et accélère le développement des systèmes de test, de mesure et d'automatisation

Contenu de la matière :

Chapitre I : Prise en main de l'environnement LabVIEW (1 semaine**)**

- Composants d'un instrument virtuel (VI): Face avant, Block diagramme, Icone et connecteurs
- Explorateur de projet
- Palettes de commande, palette des fonctions et palette des outils
- Types de données : numériques, booléennes, chaines de caractères, énumérés, etc.
- La programmation graphique et le flux de données
- Outils de détection et de gestion des erreurs
- Utilisation de l'aide LabVIEW

Chapitre II : Structures de programmation dans l'environnement LabVIEW (2 semaines**)**

- Les boucles: boucle For, boucle While, boucle For avec terminal de condition
- Structure de choix (condition)
- Cadencement des boucles et intérêt des temporisations
- Tunnel et indexation
- Transfert de données itératif et registres à décalages
- Tracés et graphes déroulants.
- Structures d'évènement : programmation événementielle et programmation en scrutation

Chapitre III : Modularité (1 semaine**)**

- Création de sous-programme (sous VI): conception de l'icône et configuration du connecteur, documentation du sous VI, affectation des terminaux aux commandes et indicateurs, utilisation du sous VI dans un VI principal.

Chapitre IV : Structures de données (2 semaines**)**

- Les tableaux : création et manipulation des tableaux
- Les clusters : assemblage et désassemblage des éléments d'un cluster, cluster d'erreur
- Les définitions de type : commande personnalisée, définition de type stricte

Chapitre V : Les entrées sorties sur fichiers (1 semaine**)**

- Les opérations de base des entrées sorties sur fichier ; création, écriture, lecture, sauvegarde etc.

- Les types de Fichiers : Texte, ASCII, TDMS.
- Fichier texte, fichier tableur et fichier de mesures
- Les Directories

Chapitre VI : Acquisition de données (1semaine**)**

- Définition d'une chaine d'acquisition
- Acquisition de données en utilisant NI MAX, DAQ-Asisstant et DAQmx API.
- Contrôle des instruments : oscilloscope, générateur de fonctions, etc…

Chapitre VII : Communication des données entre les boucles parallèles (2 semaines**)**

- Les variables locales, les variables globales, les variables partagées, situation de compétition.
- Les files d'attente
- Les notifications

Chapitre VIII : Contrôle de l'interface utilisateur (2 semaines**)**

- Les nœuds de propriétés : propriétés d'un objet, propriétés classe VI et classe application.
- Les nœuds de méthodes
- Les références de commandes

Chapitre IX: Modèles de conception (2 semaines)

- Programmation séquentielle : structure séquence déroulée et empilée.
- Machine d'état : en mode scrutation et en mode évènement
- Boucles parallèles : modèle producteur/ consommateur de données

Chapitre X : Développement et distribution d'applications (1semaine**)**

- Création des exécutables
- Création des installeurs

Travaux pratiques :

Proposer des TPs en sous Labview en relation avec la spécialité

- Familiriser avec l'environnment du logiciel Labview : comment fonctionne LabView ?
- Présentation du Labview (logiciel) : Exemples sur les utilisations des Conditions, Boucles, Les variables, les registres à décalage, ….
- Conception des interfaces : surveillance et commande , …
- Lire / Ecrire un fichier
- LabVIEW et le langage Arduino
- …

Réaliser des TP pratique selon le matérial disponible

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 40 % ; Examen : 60%

Références bibliographiques :

1. Nadia Martaj et Mohand Mokhtari, "**Apprendre et maitriser LabVIEW par ses applications",** Springer 2014.
2. Richard Bitter, TaqiMohiuddin, Matthew R. Nawrocki, "**LabVIEW advanced programming techniques",** Francis Taylor2007.

3. Jovitha Jerome,"**Virtual instrumentation using LabVIEW",** PHI Learning 2010.

Semestre	Intitulé de la matière	Unité d'enseignement	Coefficient	Crédits	Code
S9	**Conception et devloppement WEB**	UEM 5.1	2	3	ASI 9.7
VHS	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
45h00	1h30	-	1h30		

Pré-requis

- Concepts fondamentaux de l'informatique et des réseaux informatiques
- Concepts de base de la programmation, tels que les variables, les boucles, les conditions et les fonctions.

Objectifs

Le cours vise à enseigner aux étudiants les bases et les fonctionnalités des technologiesdu web.Les objectifs principaux incluent l'apprentissage de la structure et du balisage des pages web avec HTML, la mise en forme et le design avec CSS, ainsi que l'interactivité et la manipulation du DOM avec JavaScript. De plus, le cours explore le développement web avancé pour créer des applications web dynamiques et modernes. À la fin du cours, les étudiants devraient être capables de concevoir, développer et déployer des sites web simples et fonctionnels, en utilisant les meilleures pratiques et en respectant les standards actuels du web.

Contenu de la matière

Chapitre 1. Introduction au Web (2 Semaines)

- Qu'est-ce qui le web
- L'avènement du web.
- L'évolution du web (les trois générations du web)
- Architecture client-serveur (Serveur web, Navigateur web, Protocole HTTP)
- Développement web : Back-end, Front-end et Full stack 197developer

Chapitre 2. LangageHTML (3Semaines)

- Structure d'un document HTML et les éléments de base
- La syntaxe de base d'une balise HTML
- Les titres et les paragraphes
- Les listes,
- Les tables,
- Les liens,
- Les images et les vidéos
- Les formulaires
- Les balises de la mise en page d'une page Web (Header, Footer, Section, …)

Chapitre 3. Les Feuilles de style CSS (3 Semaines)

- Les différentes façons d'introduire CSS dans un document HTML
- Couleurs
- Polices et textes,
- Sélecteurs,
- Modèles de la boite
- Disposition des éléments dans une page web (display, position et float)

Chapitre 4. Javascript (4 Semaines)

- Présentation et historique de Javascript
- Les différentes façons d'insérer des Scripts JavaScript dans un document HTML
- Les bases de JavaScript (Syntaxe de base, variables et les types de données)
- Opérateurs et expressions,
- Structures de contrôle,
- Fonctions,
- Manipulation du DOM et gestion des événements.

Chapitre 5. Développement Web Avancé(3 Semaines)

- Évolution du web et tendances actuelles en développement web,
- Applications web dynamiques et modernes,
- Sécurité Web (HTTPS, authentificationet protection contre les attaques courantes (XSS, CSRF, SQL Injection, etc.)

<u>Travaux pratiques</u>

TP1. Introduction au Web (2 Semaines)

- Rappels sur les protocoles IP, TCP, UDP et HTTP,
- Configuration et Mise en place d'un serveur Web,

TP2. Conception et création d'une page HTML (2 Semaines)

- Créer un document HTML de base et comprendre sa structure.
- Apprendre la structure de base d'un document HTML.
- Voir comment les navigateurs interprètent les documents HTML.
- Utiliser des éléments HTML de base avec certains attributs pour créer un site web personnel simple (titres, paragraphes, images, tableaux, liens hypertexte, liste ordonnée, liste non ordonnée, etc.)

TP3. Conception et création d'un formulaireHTML (2 Semaines)

- Utiliser des éléments HTML de base avec certains attributs pour créer un formulaire HTML simple (différents types de champs de saisie, bouton de soumission, zone de texte multilignes, menu déroulant, étiqueterles champs de formulaire,etc.)

TP4. HTML & CSS (2 Semaines)

- Utilisez des éléments HTML de base avec certains attributs pour créer unepage HTMLsimple comprenant les sections de navigation, en-tête (header), contenu principal, et pied de page (footer).
- Apprenez la structure de base des règles CSS et voyez comment les navigateurs les interprètent.
- Utiliser CSS pour formater et styliser les différentes parties de la page HTML.

TP5. HTML & Javascript (4 Semaines)

- Créer un formulaire HTML simple
- Créez un fichier CSS séparé pour styliser le formulaire
- Développer divers scripts JavaScript pour implémenter la validation et la gestion des données du formulaire

TP6. Développement Web Avancé (3 Semaines)

- Appliquer des techniques avancées en développement web pour créer une application web interactive et réactive en utilisant des technologies modernes et des frameworks commeFlask et SQL, Vue.js, etc.
- Appliquer des techniques de sécurité Webtelles que l'authentification et la protection contre les attaques courantes (XSS, CSRF, injection SQL, etc.)

Modalités d'évaluation

Examen final : 60%, Contrôle continu : 40%

Références bibliographiques

1. Livre « HTML and CSS: Design and Build Websites", de Jon Duckett », 490 pages, John Wiley & Sons; First Edition (November 8, 2011).
2. Livre "JavaScript and JQuery : Interactive front-end web development", de John Duckett, Wiley, Jun 30, 2014. ISBN-10: 9781118531648.
3. Livre "Learning Web Design: A Beginner's Guide to HTML, CSS, JavaScript, and Web Graphics", de Jennifer Niederst Robbins, 4th Edition, ISBN-10: 1449319270.
4. Livre "Flask Web Development: Developing Web Applications with Python" de Miguel Grinberg", ISBN-10: 1491991739, O'Reilly Media, April 24, 2018.
5. Livre "Créer un site web pour les nuls 12e édition », de David A. Crowder, First, EAN13 : 9782412087619.

Semestre	Intitulé de la matière	Unité d'enseignement	Coefficient	Crédits	Code
S9	Reverse engineering	UET 5.1	2	2	ASI 9.8
VHS	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
45h00	1h30	-	1h30		

Prérequis :

– Connaissances fondamentales dans la spécialité.

Objectifs :

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

Contenu de la matière :

1. Introduction à la Réverse Engineering

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

2. Méthodologie générale

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

3. Reverse engineering matériel

- Cartes électroniques : inspection visuelle, repérage de composants
- Utilisation d'outils : multimètre, oscilloscope, analyseur logique
- Reconnaissance de schémas électroniques
- Reconstitution de schémas sous KiCad / Proteus

4. Reverse engineering logiciel

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

5. Reverse engineering mécanique

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

6. Sécurité et détection d'intrusion

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

7. Cas d'études réels

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

Exemples de TP (base les 4 Génies)

- **Génie Electrique :**
  - Rétro-ingénierie d'un module électronique sans schéma
  - Exemple : module Bluetooth, relais temporisé
  - Objectifs : identifier le fonctionnement, dessiner le schéma, proposer une variante améliorée.
  - Identification de composants (IC, transistors, résistances, etc.).
  - Utilisation d'outils : multimètre, oscilloscope, analyseur logique.
  - Lecture et extraction de firmware depuis un microcontrôleur.
  - Introduction à la détection de contrefaçons électroniques.

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

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

- **Génie des Procédés :**
  - Rétroconception d'un module de laboratoire

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

Mode d'évaluation :

Examen : 60%, CC: 40%

Références bibliographiques :

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

Semestre	Intitulé de la matière	Unité d'enseignement	Coefficient	Crédits	Code
S9	**Recherche documentaire et conception de mémoire**	UET 5.1	1	1	ASI 9.9
VHS	**Cours**	**Travaux dirigés**	**Travaux Pratiques**		
22H30	1h30	-	-		

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

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

Contenu de la matière:

Partie I- : Recherche documentaire :

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

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

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

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

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

- Les techniques de recherche
- Les opérateurs de recherche

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

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

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

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

Partie II : Conception de mémoire

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Mode d'évaluation :

Examen : 100%

Références bibliographiques :

1. *M. Griselin et al., Guide de la communication écrite, 2e édition, Dunod, 1999.*
2. *J.L. Lebrun, Guide pratique de rédaction scientifique : comment écrire pour le lecteur scientifique international, Les Ulis, EDP Sciences, 2007.*
3. *A. Mallender Tanner, ABC de la rédaction technique : modes d'emploi, notices d'utilisation, aides en ligne, Dunod, 2002.*

4. *M. Greuter, Bien rédiger son mémoire ou son rapport de stage, L'Etudiant, 2007.*
5. *M. Boeglin, lire et rédiger à la fac. Du chaos des idées au texte structuré. L'Etudiant, 2005.*
6. *M. Beaud, l'art de la thèse, Editions Casbah, 1999.*
7. *M. Beaud, l'art de la thèse, La découverte, 2003.*
8. *M. Kalika, Le mémoire de Master, Dunod, 2005.*