

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



**Etablissement : Université Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou**

**Faculté: Faculté de Génie Electrique et d'Informatique**

**Département : Automatique**

## **Contenu pédagogique des unités d'enseignement**

**Licence Académique**

Mention : **Automatique (2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> Année)**

## Semestre : 3

### **UE : UEF 2.1.1**

#### **Matière 1 : Mathématiques 3**

(VHS: 67h30, Cours : 3h00, TD : 1h30)

#### **Chapitre 1 : Intégrales simples et multiples**

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

1.2 Intégrales doubles et triples.

1.3 Application au calcul d'aires, de volumes...

#### **Chapitre 2 : Intégrale impropres**

2.1 Intégrales de fonctions définies sur un intervalle non borné.

2.2 Intégrales de fonctions définies sur un intervalle borné, infinies à l'une des extrémités.

#### **Chapitre 3 : Equations différentielles**

3.1 Rappel sur les équations différentielles ordinaires.

3.2 Equations aux dérivées partielles.

3.3 Fonctions spéciales.

#### **Chapitre 4 : Séries**

4.1 Séries numériques.

4.2 Suites et séries de fonctions.

4.3 Séries entières, séries de Fourier.

#### **Chapitre 5 : Transformation de Fourier**

5.1 Définition et propriétés.

5.2 Application à la résolution d'équations différentielles.

#### **Chapitre 6 : Transformation de Laplace**

6.1 Définition et propriétés.

6.2 Application à la résolution d'équations différentielles.

### **UEF 2.1.1**

#### **Matière 2 : Ondes et Vibrations**

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

#### **Chapitre 1 : Introduction aux équations de Lagrange**

1.1 Equations de Lagrange pour une particule

1.1.1 Equations de Lagrange

1.1.2 Cas des systèmes conservatifs

1.1.3 Cas des forces de frottement dépendant de la vitesse

1.1.4 Cas d'une force extérieure dépendant du temps

1.2 Système à plusieurs degrés de liberté.

#### **Chapitre 2 : Oscillations libres des systèmes à un degré de liberté**

2.1 Oscillations non amorties

2.2 Oscillations libres des systèmes amortis

#### **Chapitre 3 : Oscillations forcées des systèmes à un degré de liberté**

3.1 Équation différentielle

3.2 Système masse-ressort-amortisseur

3.3 Solution de l'équation différentielle

3.3.1 Excitation harmonique

3.3.2 Excitation périodique

3.4 Impédance mécanique

#### **Chapitre 4 : Oscillations libres des systèmes à deux degrés de liberté**

4.1 Introduction

4.2 Systèmes à deux degrés de liberté

## **Chapitre 5 : Oscillations forcées des systèmes à deux degrés de liberté**

5.1 Equations de Lagrange

5.2 Système masses-ressorts-amortisseurs

5.3 Impédance

5.4 Applications

5.5 Généralisation aux systèmes à n degrés de liberté

## **Chapitre 6 : Phénomènes de propagation à une dimension**

6.1 Généralités et définitions de base

6.2 Equation de propagation

6.3 Solution de l'équation de propagation

6.4 Onde progressive sinusoïdale

6.5 Superposition de deux ondes progressives sinusoïdales

## **Chapitre 7 : Cordes vibrantes**

7.1 Equation des ondes

7.2 Ondes progressives harmoniques

7.3 Oscillations libres d'une corde de longueur finie

7.4 Réflexion et transmission

## **Chapitre 8 : Ondes acoustiques dans les fluides**

8.1 Equation d'onde

8.2 Vitesse du son

8.3 Onde progressive sinusoïdale

8.4 Réflexion-Transmission

## **Chapitre 9 : Ondes électromagnétiques**

9.1 Equation d'onde

9.2 Réflexion-Transmission

9.3 Différents types d'ondes électromagnétiques

### **UEF 2.1.2**

#### **Matière 1 : Electronique fondamentale 1**

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

#### **Chapitre 1 – Régime continu et Théorèmes fondamentaux :**

Définitions (dipôle, branche, noeud, maille), générateurs de tension et de courant (idéal, réel), relations tension-courant (R, L, C), diviseur de tension, diviseur de courant. Théorèmes fondamentaux : superposition, Thévenin, Norton, Millmann, Kennelly, Equivalence entre Thévenin et Norton, Théorème du transfert maximal de puissance.

#### **Chapitre 2 - Quadripôles passifs :**

Représentation d'un réseau passif par un quadripôle. Matrices d'un quadripôle, associations de quadripôles. Grandeurs caractérisant le comportement d'un quadripôle dans un montage (impédance d'entrée et de sortie, gain en tension et en courant), application à l'adaptation. Filtres passifs (passe-bas, passe-haut, ...), Diagramme de Bode, Courbe de gain, Courbe de phase, Fréquence de coupure, Bande passante.

#### **Chapitre 3 - Diodes :**

**3.1** Rappels élémentaires sur la physique des semi-conducteurs : Définition et structure atomique d'un semi-conducteur. Si cristallin, Si polycristallin, Notion de dopage, Semi-conducteurs N et P, Bandes d'énergie, Jonction PN, Barrière de potentiel.

**3.2** Théorie de la diode : Constitution et fonctionnement d'une diode, polarisations directe et inverse, caractéristique courant-tension, régime statique et variable. Résistance différentielle (ou dynamique), Schéma équivalent.

**3.3** Les applications des diodes : Redressement simple et double alternance. Stabilisation de la tension par la diode Zener. Ecrêtage. Multiplicateur de tension. Autres types de diodes : Varicap, DEL, Photodiode.

#### **Chapitre 4 - Transistors bipolaires :**

**4.1** Transistors bipolaires : Effet transistor, modes de fonctionnement (blocage, saturation, ...), réseau de caractéristiques statiques, polarisations, droite de charge, point de repos, ...

**4.2** Etude des trois montages fondamentaux : EC, BC, CC, schéma équivalent, gain en tension, gain en décibels, bande passante, gain en courant, impédances d'entrée et de sortie, ...

**4.3** Etude d'amplificateurs à plusieurs étages BF en régime statique et en régime dynamique, condensateurs de liaisons, condensateurs de découplage.

**4.4** Autres utilisations du transistor : Montage Darlington, transistor en commutation, ...

#### **Chapitre 5 - Les amplificateurs opérationnels :**

Principe, Schéma équivalent, Ampli-op idéal, contre-réaction, caractéristiques de l'amplio, Montages de base de l'amplificateur opérationnel : inverseur, non inverseur, sommateur, soustracteur, comparateur, suiveur, dérivateur, intégrateur, logarithmique, exponentiel, ...

#### **UEF 2.1.2**

#### **Matière 2 : Electrotechnique fondamentale 1**

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

#### **Chapitre 1 : Rappels mathématiques sur les nombres complexes (NC) :**

Forme cartésienne, NC conjugués, Module, Opérations arithmétiques sur les NC (addition, ...), Représentation géométrique, Forme trigonométrique, Formule de Moivre, racine des NC, Représentation par une exponentielle d'un NC, Application trigonométrique des formules d'Euler, Application à l'électricité des NC.

#### **Chapitre 2 : Rappels sur les lois fondamentales de l'électricité :**

Régime continu : dipôle électrique, association de dipôles R, C, L. Régime harmonique : représentation des grandeurs sinusoïdales, valeurs moyennes et efficaces, représentation de Fresnel, notation complexe, impédances, puissances en régime sinusoïdal (instantanée, active, apparente, réactive), Théorème de Boucherot. Régime transitoire : circuit RL, circuit RC, circuit RLC, charge et décharge d'un condensateur.

#### **Chapitre 3 : Circuits et puissances électriques :**

Circuits monophasés et puissances électriques. Systèmes triphasés : Equilibré et déséquilibré (composantes symétriques) et puissances électriques.

#### **Chapitre 4 : Circuits magnétiques :**

Circuits magnétiques en régime alternatif sinusoïdal. Inductances propre et mutuelle. Analogie électrique magnétique.

#### **Chapitre 5 : Transformateurs :**

Transformateur monophasé idéal. Transformateur monophasé réel. Autres transformateurs (isolement, à impulsion, autotransformateur, transformateurs triphasés).

#### **Chapitre 6 : Introduction aux machines électriques :**

Généralités sur les machines électriques. Principe de fonctionnement du générateur et du moteur. Bilan de puissance et rendement.

## **UEM 2.1**

### **Matière 1 : Probabilités & Statistiques**

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

#### **Partie A : Statistiques**

##### **Chapitre 1: Définitions de base**

**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**

**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**

**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**

**B.1.1** Arrangements

**B.1.2** Combinaisons

**B.1.3** Permutations.

##### **Chapitre 2 : Introduction aux probabilités**

**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**

**B.3.1** Conditionnement,

**B.3.2** Indépendance,

**B.3.3** Formule de Bayes.

##### **Chapitre 4 : Variables aléatoires**

**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 usuelles**

Bernoulli, binomiale, Poisson, ...

##### **Chapitre 6 : Lois de probabilité continues usuelles**

Uniforme, normale, exponentielle,...

## **Matière 2 : Informatique 3** (VHS: 22h30, TP : 1h30)

**TP 1:** Présentation d'un environnement de programmation scientifique (Matlab , Scilab, ... etc)

**TP 2:** Fichiers script et Types de données et de variables

**TP 3 :** Lecture, affichage et sauvegarde des données

**TP 4 :** Vecteurs et matrices

**TP 5 :** Instructions de contrôle (Boucles for et While, Instructions if et switch)

**TP 6:** Fichiers de fonction

**TP 7 :** Graphisme (Gestion des fenêtres graphiques, plot

**TP 8 :** Utilisation de toolbox

## **Matière 3 : TP d'Electronique 1 et d'Electrotechnique 1** ( VHS: 22h30, TP : 1h30)

### **TP d'Electronique 1**

**T.P.1.** Théorèmes fondamentaux

**T.P.2.**Caractéristiques des filtres passifs

**T.P.3.** Caractéristiques de la diode / redressement

**T.P.4.** Alimentation stabilisée avec diode Zener

**T.P.5.** Caractéristiques d'un transistor et point de fonctionnement

**T.P.6.** Amplificateurs opérationnels.

### **TP d'Electrotechnique 1**

**T.P.1** Mesure de tensions et courants en monophasé

**T.P.2** Mesure de tensions et courants en triphasé

**T.P.3** Mesure de puissances active et réactive en triphasé

**T.P.4** Circuits magnétiques (cycle d'hystérésis)

**T.P.5** Essais sur les transformateurs

**T.P.6** Machines électriques (démonstration).

## **Matière 4 : TP Ondes et Vibrations** ( VHS: 15h00, TP : 1h00)

**TP.1** Masse –ressort

**TP.2** Pendule simple

**TP.3** Pendule de torsion

**TP.4** Etude des oscillations électriques

**TP.5** Circuit électrique oscillant en régime libre et forcé

**TP.6** Pendules couplés

**TP.7** Corde vibrante

**TP.8** Poulie à gorge selon Hoffmann

**TP.9** Le haut parleur

**TP.10** Le pendule de Pohl

### **UED 2.1**

## **Matière 1 : Etat de l'Art du Génie Electrique** (VHS: 22h30, Cours : 1h30)

**1- La famille Génie Electrique :** Electronique, Electrotechnique, Automatique, Télécommunications, ... etc.

**2- Impact du Génie Electrique sur le développement de la société :** Avancées en microélectronique, Automatisation et supervision, Robotique, Développement des télécommunications, Instrumentation dans le développement de la santé, ...

## **Matière 2 : Energies et Environnement**

( VHS: 22h30, Cours : 1h30)

**Chapitre 1:** Les différentes ressources d'énergie

**Chapitre 2:** Stockage de l'énergie

**Chapitre 3:** Consommations, réserves et évolutions des ressources d'énergie

**Chapitre 4:** Les différents types de pollutions

**Chapitre 5:** Détection et traitement des polluants et des déchets

**Chapitre 6:** Impact des pollutions sur la santé et l'environnement.

### **UET 2.1**

#### **Matière 1 : Anglais technique**

(VHS: 22h30, Cours : 1h30)

#### **Contenu de la matière**

- Compréhension et expression orales, acquisition de vocabulaire, grammaire...etc.
- les noms et adjectifs, les comparatifs, suivre et donner des instructions, identifier les choses.
- Utilisation de nombres, symboles, équations.
- Mesures: Longueur, surface, volume, puissance ...etc.
- Décrire les expériences scientifiques.
- Caractéristiques des textes scientifiques.

## **Semestre 4**

### **Unité d'Enseignement : UEF 2.2**

#### **Matière 1 : Systèmes Asservis Linéaires Continus**

(VHS: 67h30, Cours : 3h, Td : 1h30)

#### **Chapitre 1: Introduction aux systèmes asservis**

- Systèmes dynamiques et signaux définitions des différentes grandeurs, système linéaire (principe *de* superposition), système non linéaire, *système* continu, système discret, système, système monovarié, système multivarié, système échantillonné.
- Représentation et modèle mathématique
- Réponse d'un système (indicielle, impulsionnelle, harmonique,...), régime transitoire, régime permanent, réponse d'un système stable, réponse d'un système instable
- Système commandé, commande automatique ; commande en boucle ouverte, commande en boucle fermée, système asservi, problème de poursuite, problème de régulation.
- Diagrammes fonctionnels d'un asservissement, principaux éléments constitutifs d'un asservissement.
- Objectifs des asservissements, définitions des performances, cahier de charge, étapes de conception et de réalisation d'en asservissement.
- Exemples pratiques de systèmes asservis.

#### **Chapitre 2: Fonction de transfert et schémas fonctionnels**

- Fonction de transfert d'un système dynamique, notion de pôles et zéros et retard pur, classe d'un système, gain statique, gain de vitesse, gain d'accélération, calcul de la réponse d'un système pour une entrée donnée.
- Fonction de transfert d'un asservissement, fonction de transfert en boucle ouverte, fonction de transfert en boucle fermée, fonction de transfert relative à une perturbation.
- Schémas fonctionnels, simplification de schémas fonctionnels

### **Chapitre 3 : Analyse temporelle**

- Analyse temporelle d'un système du premier ordre
- Analyse temporelle d'un système du second ordre
- Analyse temporelle d'un système d'ordre supérieur à deux, importance des pôles, influence des zéros, cartes des pôles et des zéros, système stable, système instable

### **Chapitre 5 : Analyse harmonique**

- Réponse harmonique d'un système dynamique linéaire stable
- Analyse harmonique d'un système, de premier ordre Analyse harmonique d'un système du second ordre.
- Cas d'un système d'ordre supérieur à deux, introduction au tracé asymptotique.

### **Chapitre 6 : Diagrammes et lieux de transfert**

- Diagrammes asymptotiques de Bode
- Lieu de Nyquist
- Lieu de Black
- Abaque de Black Nicols

### **Chapitre 7 : Stabilité et précision des systèmes asservis**

- définition de la stabilité entrée/sortie d'un système dynamique (nature des pôles)
- Critère algébrique de Routh
- Critère graphique du revers
- Critère général de Nyquist
- Précision statique des systèmes asservis, calcul de l'écart statique
- Précision dynamique d'un système asservis, caractérisation du transitoire

## **Matière 2 : Logique combinatoire et séquentielle (VHS 45h, cours , Td)**

### **Chapitre 1 : Systèmes de numération**

- Numération binaire
- Changement de base de numération
- Code binaire réfléchi

### **Chapitre 2 : Algèbre de Boole**

- Relation fondamentales
- Operations algébriques binaires
- Simplification des équations binaires

### **Chapitre 3 : Systèmes logiques combinatoires**

- Table de vérité
- Tableau de Karnaugh
- Simplification des équations par Table de Karnaugh

### **Chapitre 4 : Systèmes combinatoires usuels**

- Additionneur
- Soustracteur
- Décodeurs
- Encodeurs
- Multiplexeurs/démultiplexeurs



#### **Chapitre 4 : Les systèmes logiques séquentiels**

- Bascules D, bascule J, bascule JK
- Compteurs, décompteur
- Les registres

#### **Matière 3 : Théorie du signal**

(VHS 45h, cours , Td)

#### **Chapitre1 : Signal de l'information**

- 1.1 Théorie du signal et théorie de l'information,
- 1.2 Signal et bruit

#### **Chapitre2 : Classification des signaux**

- 2.1 Les signaux physiques et leurs modèles,
- 2.2 Signaux, déterministes et aléatoires,
- 2.3. Signaux à énergie finie,
- 2.4 Signaux à puissance moyenne finie

#### **Chapitre3 : Fonctions usuelles**

- 3.1. Fonction signe :
- 3.2 Fonction échelon unité,
- 3.3. Rampe,
- 3.4. Rectangle (ou porte),
- 3.5. Triangle,
- 3.6 Impulsion ou distribution de Dirac, 2.7. Peigne de Dirac,
- 3.7 Sinus cardinal

#### **Chapitre4 : Convolution et corrélation des signaux à énergie finie**

- 4.1 Définition,
- 4.2, Propriétés,
- 4.3 Interprétation physiques et exemples d'application
- 4.4 Détection de signaux périodiques
- 4.5 Récupération de signaux périodiques *noyés* dans un bruit

#### **Chapitre5 : Développement en série de Fourier**

- 5.1 Représentation d'un signal par un vecteur,
- 5.2 Fonctions orthogonale
- 5.3 Rappels sur la théorie des distributions
- 5.4 développement en séries de Fourier

#### **Matière 4 : Méthodes Numériques**

(VHS 45h, cours , Td)

#### **Chapitre 1 : Interpolation et approximation des fonctions**

- Interpolation : Méthode de Lagrange. Méthode de Newton.
- Approximation : Méthode des moindres carrées.

#### **Chapitre 2 : Dérivation numérique**

#### **Chapitre 3 : Intégration numérique**

- Méthode des coefficients indéterminés. Méthodes de Newton-Côtes (Trapèzes, Simpson,...).
- Méthodes de Gauss (Gauss-Laguerre, Gauss-Legendre, Gauss-Hermite, Gauss-Tchebychev).

#### **Chapitre 4 : Résolution numérique d'une équation non linéaire**

- Méthode des approximations successives. Méthode de Newton-Raphson.

## **Chapitre 5 : Résolution des systèmes d'équations linéaires**

- Méthodes directes : Gauss, Gauss Jordan, Choleski.
- Méthodes indirectes : Jacobi, Gauss Seidel, Relaxation.

### **Unité d'Enseignement UEM2.2**

**Matière 1 : Mesures Electriques et électronique** ( VHS 37h30 cours, TP)

#### **Chapitre 1 : Introduction à la mesure**

- Généralités
- Unités de mesure et équations aux dimensions.
- La précision dans les mesures.

#### **Chapitre 2 : Différentes types de mesures**

- Mesure des courants et des tensions.
- Mesure des résistances et des impédances.
- Mesure des puissances et des énergies.

#### **Chapitre 3 : Appareils de mesure analogique**

- Eléments moteurs magnétoélectrique et ferromagnétique.
- Oscilloscope

#### **Chapitre 4: Appareils de mesure numérique**

- Les capteurs en instrumentation
- Conversion des données :
- Principe de fonctionnement des appareils à affichage numérique :
- Mise en œuvre d'une chaîne de mesures informatisées :
- Caractéristiques d'une chaîne de mesures, Eléments de choix technologiques et structurels.

**Matière 2 : TP Logique Combinatoire et Séquentielle** (VHS 22h30 TP)

- Etude des portes logique et de fonctions logiques simples
- Etude du comparateur
- Les additionneurs, soustracteurs
- Les décodeurs, les multiplexeurs
- Les compteurs synchrones et asynchrones
- Les registres à décalage.

**Matière 3 : TP Méthodes numériques** (VHS 22h00 TP)

- Méthode de Lagrange.
- Méthode de Newton
- Méthode des moindres carrées.
- Méthodes de Gauss
- Méthode de Newton-Raphson.
- Gauss Jordan
- Gauss Seidel

**Matière 4 : TP systèmes Asservis** (VHS 22h30 TP)

TP 1- Etude d'un système de premier ordre RC

TP 2- Etude d'un système de premier ordre CR

TP 3- Etude d'un système de deuxième ordre RLC

TP 4- Etude d'une régulation de température avec régulateur à deux positions

TP 5- Etude d'une régulation de vitesse d'un moteur à courant continu avec régulateur proportionnel

## **Unité d'enseignement UED 2.2**

### **Matière 1 : Architecture des Systèmes automatisés**

- Domaines d'application des automatismes.
- Structure générale des systèmes automatisés.
- Fonction des différents composants d'un système automatisé.
- Relation entre les sous-systèmes
- Différentes gammes d'automates programmables
- de communication

### **Matière 2 : Sécurité électrique**

- Notions sur les grandeurs de base
- Les dangers de l'électricité
- Les zones à risque électrique
- Les moyens de protection
- Utilisation des matériels et outillages de sécurité
- Conduites à tenir en cas d'accident ou d'incendie d'origine électrique

## **Unité d'enseignement UET 2.2**

### **Matière 1 : Technique d'expression et de communication**

**Partie 1 :** écrits universitaires et professionnels (rapports de stage, rapports de projets, notes de synthèse, etc.) sans oublier la correction linguistique (orthographe, syntaxe, vocabulaire)

**Partie 2 :** techniques liées à la prise de parole en public (exposé ou entretien)

## **Semestre 5**

## **Unité d'enseignement UEF 3.1**

### **Matière 1 : Eléments d'Electronique de Puissance**

(VHS 67h30 cours, td)

#### **Chapitre 1** : Introduction

- 1.1 Historique
- 1.2 Exemples et domaines d'application

#### **Chapitre 2** : Eléments d'électronique de puissance

- 2.1 Définition
- 2.2 Sources et charges
  - 2.2.1 Sources et charges de type tension
  - 2.2.2 Sources et charges de type courant
- 2.3 Grandeurs caractéristiques
  - 2.3.1 Grandeurs caractéristiques des sources
  - 2.3.2 Grandeurs caractéristiques des charges

#### **Chapitre 3** : Les différents convertisseurs d'énergie

- 3.1 Les grandeurs converties
- 3.2 Définitions normalisées (CEI)

## **Chapitre 4 : Les interrupteurs statiques**

- 4.1 Définition générale
- 4.2 Les diodes
- 4.3 Les thyristors
- 4.4 Les transistors de puissance

## **Chapitre 5 : Les redresseurs**

- 5.1 Position du problème
- 5.2 Les montages simples polyphasés
  - 5.2.1 Les montages cathodes communes polyphasés
  - 5.2.2 Les montages anodes communes polyphasés
- 5.3 Les montages complexes polyphasés
  - 5.3.1 Association série
    - 5.3.1.1 Montage de même type
    - 5.3.1.2 Montage de type différent
- 5.4. Les montages en pont
  - 5.4.1 Les montages en pont tout diode
  - 5.4.2 Les montages en pont tout thyristor
  - 5.4.3 Les montages en pont mixte
- 5.5 Association parallèle
- 5.6 Les imperfection dans les montages
- 5.7 Fonctionnement en onduleur assisté
  - 5.7.1 Conditionnement de fonctionnement
  - 5.7.2 Conséquences d'un raté d'amorçage
- 5.8 Plan d'étude d'un redresseur

## **Chapitre 6 : Les hacheurs**

- 6.1 Position du problème
- 6.2 Présentation des différents types
- 6.3 Hacheur série
- 6.4 Hacheur parallèle
- 6.5 Hacheur réversible 2Q et 4Q

## **Chapitre 7 : Les onduleurs autonomes**

- 7.1 Position du problème
- 7.2 Présentation des différents types
- 7.3 Onduleur en pont monophasé
- 7.4 Onduleur en pont triphasé

## **Matière 2 : Régulation Industrielle**

(VHS 67h30 cours, td)

### **Chapitre 1 : Introduction à la régulation**

1. Définition, but de la régulation automatique
2. Constituant d'une chaîne de régulation
3. Exemples introductifs
4. Qualités attendues de la régulation (stabilité, rapidité, précision, dilemme précision-stabilité)

## **Chapitre 2 : Synthèse des systèmes asservis linéaires**

1. Introduction à la correction des asservissements (position du problème).
2. Différents types d'actions correctrices (P, I, D), différents type de structure des Correcteurs (PI, PD, PID, IP, avance de phase, retard de phase, Cascade, RST, ...).
3. Calcul des correcteurs, méthode analytique, méthodes graphique (Bode, Black, ..), Méthode expérimentale de Ziegler-Nichols, cas des systèmes à retard.
4. Réalisation des correcteurs, technologie électrique, technologie pneumatique.

## **Chapitre 3 : Analyse et synthèse des systèmes asservis par le lieu des racines**

- 1- Introduction et concept du lieu des racines (lieu d'Evans).
- 2- Procédure du lieu des racines,
- 3- Analyse et conception des asservissements par le lieu des racines, (Régulateur PID, ...).
- 4- Exemple de conception d'asservissement par le lieu des racines.

## **Chapitre 4 : Régulation des processus industriels**

1. Différentes étapes suivies pour la conception et la réalisation d'un système de régulation.
2. Constitution d'une boucle de régulation analogique (éléments : processus, capteurs, actionneurs, amplificateurs,...).
3. Structure : boucles simples, boucle, cascades, boucles multiples, ...
4. Analyse et conception des asservissements par le lieu de racines, (régulateurs PID, ...)
5. Introduction à la régulation numérique, constitution et description d'une boucle de régulation numérique.

## **Matière 3 : Traitement de Signal**

(VHS 45h cours, td)

### **Chapitre 1 : Rappels sur la théorie du signal**

#### **Chapitre 2 : Transformée de Fourier**

- 6.1 Définition : condition d'existence,
- 6.2 Propriétés,
- 6.3 Théorème de Plancherel,
- 6.4. Théorème de Parseval

#### **Chapitre 3 : Propriétés énergétiques et spectrales des signaux**

- 7.1 Définition,
- 7.2 Inter corrélation et densité interspectrale d'énergie,
- 7.3 Signaux à puissance moyenne finie,
- 7.4 Densité spectrale de puissance
- 7.5 Théorème de Wiener- Kintchine
- 7.6 Densité spectrale et interspectrale, de puissance,
- 7.7 Densité spectrale de puissance,
- 7.8 Notion de bruit blanc

#### **Chapiter 4 : Systèmes linéaires**

- 8.1 Définition et propriétés,
- 8.2 Filtrage, réalisabilité des filtres, filtres classiques.

**Chapitre5** : Introduction aux signaux aléatoires

- 9.1 Processus, signal et variables aléatoires,
- 9.2 Statistiques d'ordre 1 et 2,
- 9.3 Stationnarité et ergotisme,
- 9.4 Somme de signaux aléatoires, Théorème central limite, Densité de probabilité

**Matière 4 : Systèmes séquentiels** (VHS 45h cours, td)

**Chapitre 1** : Notion d'états et de transitions, automates à états finis.

**Chapitre 2** : Systèmes séquentiels, machines de Moore et de Mealy.

**Chapitre 3** : Méthodes de spécification, d'analyse et de synthèse.

**Chapitre 4** : Les mémoires

**Matière 5 : Méthodes Numérique II** (VHS 45h cours, td)

**Chapitre 1** : Résolution des systèmes d'équations non linéaires

- Méthode de Newton.

**Chapitre 2** : Optimisation des fonctions multivariables

- Méthode du gradient. Méthode de Newton. Méthode de Levenberg-Marquardt.

**Chapitre 4** : Calcul numérique des valeurs propres et des vecteurs propres

- Méthodes de Leverrier, de Souriau et de Krylov.

**Chapitre 5** : Résolution des équations différentielles ordinaires

- Le problème de Cauchy. Méthodes à un pas : méthodes d'Euler, Runge-Kutta. Méthodes à pas liés : méthode d'Adams-Bashforth.

-

**Chapitre 6** : Résolution des équations différentielles partielles

Définition et classification des E.D.P linéaires du second ordre. Méthode des différences finies..

**Unité d'enseignement UEM 3.1**

**Matière 1 : TP Traitement de signal** ( VHS: 15h00, TP)

**Contenu de la matière : TP Traitement de signal**

**Matière 2 : TP Méthodes numériques II** ( VHS: 15h00, TP)

**Contenu de la matière : TP Méthodes numériques II**

- Méthode de Newton.
- Méthode de Levenberg-Marquardt.
- Méthode du gradient
- Méthodes de Leverrier, de Souriau et de Krylov
- méthodes d'Euler, Runge-Kutta

### **Matière 3 : TP Eléments d'électronique de puissance**

( VHS: 22h30, TP)

**TP 1** - Redressement monophasé simple alternance à thyristor avec et sans diode de roue libre Sur charge R puis (R, L)

**TP 2** - Redressement *avec* un pont mixte monophasé débitant sur une machine CC.

**TP 3** - Redressement trianodique : empiètement et mesures de puissance

**TP 4** - Hacheur série charge par une machine à CC.

**TP 5** - Onduleur MLI comendant une Machine Asynchrone.

### **Matière 4 : TP Régulation Industrielle**

( VHS: 15h , TP)

**TP1 et TP2** : Introduction (en deux TP)

**TP3** : Etude de la précision et de la correction des systèmes asservis linéaires. Correcteurs proportionnels.

**TP4** : Analyse et réglage d'un régulateur de type PID

### **Unité d'enseignement : UED 3.1**

#### **Matière 1 : Programmation en langage C I**

( VHS: 15h , cours)

#### **I. Eléments de base**

I-A. Structure générale d'un programme

I-B. Considérations lexicales

I-C. Constantes littérales

I-D. Types fondamentaux

I-E. Variables

I-F. Variables, fonctions et compilation séparée

#### **II. Opérateurs et expressions**

II-A. Généralités

II-B. Présentation détaillée des opérateurs

II-C. Autres remarques

II-C-1. Les conversions usuelles

II-C-2. L'ordre d'évaluation des expressions

II-C-3. Les opérations non abstraites

#### **III. Instructions**

III-A. Syntaxe

III-B. Présentation détaillée des instructions

III-B-1. Blocs

III-B-2. Instruction-expression

III-B-3. Etiquettes et instruction goto

III-B-4. Instruction if...else...

III-B-5. Instructions while et do...while

III-B-6. Instruction for

III-B-7. Instruction switch

**Unité d'enseignement : UET 3.1****Matière 1 : Anglais Technique**

( VHS: 22h30 , cours)

L'anglais technique, discipline indispensable, permet aux étudiants de comprendre les différentes notices et caractéristique des systèmes industriels et technologiques.

La communication en utilisant l'anglais est visée notamment dans son aspect compréhension, projetant dans les activités de recherche en milieux académique et industriel.

**Semestre 6****Unité d'enseignement UEF 3.2****Matière 1 : Modélisation et simulation des systèmes dynamiques**

(VHS 67h30 cours, td)

**Chapitre 1** : Introduction au cours

- a. Les modèles dans les différentes disciplines scientifiques.
- b. Atouts et limitations de la simulation.
- c. Taxonomie des systèmes (discrets et continus. non linéaires et linéaires, stationnaires et non stationnaires).
- d. L'ordinateur et la simulation

**Chapitre 2** : Systèmes dynamiques linéaires continus

- a. Equation en différentielle ordinaire (E D O), solution d'une EDO.
- b. Représentation d'état.
- c. Fonction de transition
- d. Mouvement. trajectoire
- e. Fonction de transfert.
- f. Propriétés structurelles

**Chapitre 3**: Systèmes linéaire en temps discrets

- k. Equitations aux différences.
- l. Modèles discrets (ARMA. ARMAK, ... ).
- m. Représentation d'état et transfert.
- n. Propriétés des modèles en temps discrets.

**Chapitre 4** : Systèmes non linéaires continus

- O. Phénomènes et comportements non linéaires des systèmes
- P. Points d'équilibre
- Q. Linéarisation
- R. Trajectoires et plan de phases
- S. Systèmes du premier ordre
- T. Systèmes du second ordre
- U. Stabilité de Lyapunov



## **Chapitre 5 : Systèmes à paramètre répartis**

- V. Systèmes diffusifs (équation de la chaleur, équation de diffusion,...)
- W. discrétisation spatiale, éléments finis

## **Chapitre 6 : Simulation Monte Carlo**

- X. Génération des nombres aléatoires
- Y. Techniques de réduction de variance

## **Chapitre 7 : La simulation des systèmes à évènements discrets**

- Z. Evènement et processus.
- Aa. La notion de temps dans la simulation à évènements discrets,
  - i. Synchronisation, rendez-vous
- Bb. Stratégies de simulation :
  - i. Programmation évenement-based.

## **Matière 2 : Automatismes Industriels**

(VHS 45h00 cours, td)

### **Chapitre 1: Généralités sur les automatismes industriels de production.**

- 1- Définition des automatismes industriels,
- 2- Architecture des Automatismes industriels.
- 3- Présentation et étude des systèmes automatisés pneumatiques.
- 4- Présentation et étude des systèmes automatisés hydrauliques.
- 5- Présentation des processus de production automatisés.

### **Chapitre 2 : Généralités sur la logique programmée (automate programmable industriel)**

- 1- Généralités et définition des automates programmables industriels
- 2- Architecture interne de l'automate programmable industriel (API)
- 3- Langage de programmation LADDER, LOG, LIST,
- 4- Présentation des techniques de programmation d'API.
- 5- Exemple de programmation de sous unité de production
- 6- Etude de cas de programmation avancée d'automate programmable

### **Chapitre 3 : Modélisation par l'outil GRAFCET**

- 1- Généralités et définitions de l'outil de modélisation graphique (GRAFCET)
- 2- Présentation des éléments de base de l'outil GRAFCET.
- 3- Définition et Etude des modèles Grafcet, (exemple et étude de cas)
  - a) - Grafcet à séquence unique
  - b) - Grafcet à choix de séquences
  - c) - Grafcet à séquences simultanées
  - d) - Grafcet avec saut d'étapes
  - e) - Grafcet avec reprise de séquences
- 4- Techniques de mise en équations des modèles Grafcet et Règles d'évolutions,
- 5- Techniques de matérialisations des GRAFCET.
- 6- Exemples de modélisation des unités de productions plus complexes

## **Matière 3 : Traitement numérique du signal I I**

(VHS 45h00 cours, td)

### **1-Transformée en z :**

Définitions, Propriétés, Utilisation pour les équations aux différences linéaires à coefficients constants

### **2- Transformée de Fourier Discrète :**

Définition Propriétés, périodicité de la. TFTD, inversion

Transformée de Fourier en Temps Discret au sens des distributions de signaux périodiques de puissance finie.

Fenêtrage: temporel sur  $P$  échantillons et discrétisation fréquentielle sur  $N$  points rôle de  $P$ , de  $N$ ; rôle de la fenêtre,

Propriétés aspect matriciel de la transformation, caractère circulaire des convolutions discrètes (grâce au premier point de vue), algorithme de Transformée de Fourier Rapide (idée, et coût du calcul en multiplications).

### **3- Echantillonnage**

1. Cas des signaux à bande limitée : preuve directe, formule de Shannon, discussion,

2. Cas général; phénomène de repliement, nécessité d'un pré filtrage passe-bas.

Interpolation: reconstruction théorique, et quelques reconstructions

pratiques : bloqueurs d'ordres 0, 1.

Filtrage Linéaire des signaux en Temps Discret

Définitions et propriétés de linéarité, d'invariance temporelle et de causalité.

Propriétés des filtres linéaires invariants.

## **Matière 4 : Actionneurs électriques et Pneumatiques**

(VHS 45h00 cours, td)

### **Chapitre 01 : Actionneurs Electriques.**

#### **I- Introduction**

#### **II- Moteurs PAS à PAS (MPP)**

- Principe de fonctionnement.
- Moteurs pas à pas à aimant permanent.
- Moteur pas à pas à réluctance variable.
- Moteur pas à pas Hybride.
- Commande des moteurs pas à pas.
- Exemples de circuits de commande des MPP.

#### **III- Moteurs à courant continu (MCC)**

- Rappels technologiques sur l'organisation des moteurs à courant continu.
- Mise en équation et modélisation des moteurs à courant continu.
- MCC à excitation indépendante.
- MCC à excitation série.
- MCC à excitation composée.
- Rendement des MCC.
- commande des MCC.
- Exemples d'applications à base des moteurs à courant continu.

## **IV- Moteurs à courant alternatif**

- Rappels technologiques sur l'organisation et la mise en œuvre des moteurs asynchrones triphasés.
- Moteurs asynchrones monophasé et triphasé.
- Démarrage et branchement des Moteurs Asynchrones (étoile-triangle).
- Différents composants utilisés dans les circuits de puissance et de commande des Moteurs Asynchrones.
- Principe des variateurs de vitesse.
- Génératrice synchrone monophasée et triphasée.

### **Chapitre 02 : Actionneurs Pneumatiques**

- Introduction
- L'air Comprimé
  - Propriétés des gaz
  - Lois sur les gaz
  - Utilisation de l'air
- Identification et fonctionnement des principaux composants pneumatiques.
  - Conditionnement de l'air comprimé
  - Distributeurs
  - Les clapets
  - Vérin à simple effet
  - Vérin à double effet
  - Vannes
- Les séquences
  - Séquenceurs pneumatique
  - Montage d'un séquenceur
- Les circuits de commande
  - Composants des circuits électropneumatiques
  - Pilotage électropneumatique
  - Circuits fondamentaux de commande des vérins pneumatiques

### **Matière 5 : Systèmes à microprocesseur**

(VHS 45h00 cours, td)

**Chapitre 1** : Rappel sur les Circuits Numériques

**Chapitre 2** : Les systèmes à base de microprocesseur

**Chapitre 3** : Méthodes d'adressage des circuits mémoire et les modes d'adressage

**Chapitre 4** : Le microprocesseur Intel 8086 et son jeu d'instruction

**Chapitre 5** : Le Langage Assembleur

**Chapitre 6** : Interface Parallèle PIA 8255 et Série 8250.

**Chapitre 7** : Les interruptions.

### **Unité d'enseignement : UEM 3.2**

#### **Matière 1 : TP Modélisation**

( VHS: 22h30, TP)

## **Matière 2 : TP Microprocesseur**

( VHS: 22h30, TP)

**TP1** – Présentation et utilisation d'un émulateur du  $\mu$ P 8086.

**TP2** – programmation en assembleur 8086 sur émulateur EMU86 (exemples de programmes simples)

**TP3** – programmation avancée en assembleur 8086 sur émulateur EMU86

**TP4** – Programmation des ports E/S (Acquisition de données, génération de signaux sur ports).

Un mini-projet sera donné aux étudiants il sera présenté par le binôme et noté à la fin du semestre.

## **Matière 2 : TP Automatismes Industriels**

( VHS: 22h30, TP)

**TP1** : Initiation a la pneumatique

**TP2** : Commande Pneumatique des systèmes pneumatique

**TP3** : Commande Electrique des systèmes pneumatique et hydraulique

**TP4** : Initiation aux automates programmables industriels

**TP5** : Commande programmée des systèmes (API)

## **Unité d'enseignement UED 3.2**

### **Matière : Programmation en Langage C II**

#### **I. Objets structurés**

I-A. Tableaux

I-B. Structures et unions

I-C. Enumérations

I-D. Déclarateurs complexes

#### **II. Pointeurs**

II-A. Généralités

II-B. Les pointeurs et les tableaux

II-C. Les adresses des fonctions

II-D. Structures récursives

#### **III. Entrées-sorties**

III-A. Flots

III-B. Lecture et écriture textuelles

III-C. Opérations en mode binaire

III-D. Exemples

#### **IV. Autres éléments du langage C**

IV-A. Le préprocesseur

IV-B. La modularité de C

IV-D. La bibliothèque standard

## **Unité d'enseignement UET 3.2**

### **Mini projet**

(VHS 22h30)

Objectifs de l'enseignement : Le mini projet consistera en la mise au point de l'expérimentation

ou de la simulation d'une chaîne de développement par modèles, pour l'automatique et le traitement de signal, pour résoudre une tâche en automatique (asservissement, régulation,...., par **exemple**).

**Les étudiants** devront s'organiser en groupe de projet, se répartir les tâches, faire des réunions d'avancement et organiser une démonstration finale illustrée par un rapport. Les objectifs de ce module sont :

- Développer la notion de mini projet
- Fournir les concepts et outils nécessaires pour mettre en œuvre des simulations numériques de modèles
- Apprendre à réaliser une étude bibliographique et apprendre à mener à bien un projet.

\* Projet par groupe sur un thème de recherche pointu, choisi par l'étudiant dans une liste proposée.

\* Rédaction de rapport