



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

اللجنة البيداغوجية الوطنية لميدان العلوم و التكنولوجيا

Comité Pédagogique National du domaine Sciences et Technologies



# HARMONISATION OFFRE DE FORMATION MASTER ACADEMIQUE

## 2016 - 2017

Domaine	Filière	Spécialité
<i>Sciences et Technologies</i>	<i>Electronique</i>	<i>Instrumentation</i>



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

اللجنة البيداغوجية الوطنية لميدان العلوم و التكنولوجيا

Comité Pédagogique National du domaine Sciences et Technologies



مواعمة

عرض تكوين  
ماستر أكاديمي

2017-2016

التخصص	الفرع	الميدان
اداتية	الالكترونيك	علوم و تكنولوجيا

## **I – Fiche d'identité du Master**

## Conditions d'accès

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

Filière	Master harmonisé	Licences ouvrant accès au master	Classement selon la compatibilité de la licence	Coefficient affecté à la licence
<b>Electronique</b>	Instrumentation	Electronique	<b>1</b>	<b>1.00</b>
		Télécommunications	<b>2</b>	<b>0.80</b>
		Génie Biomédical	<b>2</b>	<b>0.80</b>
		Automatique	<b>3</b>	<b>0.70</b>
		Electrotechnique	<b>3</b>	<b>0.70</b>
		Electromécanique	<b>4</b>	<b>0.65</b>
		Autres licences du domaine ST	<b>5</b>	<b>0.60</b>

## **II - Fiches d'organisation semestrielles des enseignements de la spécialité**

**Semestre 1M1 Instrumentation Biomédicale**

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UF 11B Crédits : 10 Coefficients : 5	Electronique d'instrumentation	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	Capteurs en instrumentation industrielle	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UF 12B Crédits : 8 Coefficients : 4	Traitement avancé du signal	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Métrologie industrielle	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UM 11B Crédits : 9 Coefficients : 5	TP Electronique d'instrumentation	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Capteurs en instrumentation industrielle	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Traitement avancé du signal/TP Métrologie industrielle	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	Programmation orienté objet	3	2	1h30		1h00	37h30	37h30	40%	60%
UE Découverte Code : UD 11B Crédits : 2 Coefficients : 2	Matière au choix 1	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	Matière au choix 2	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
UE Transversale Code : UT 11B Crédits : 1 Coefficients : 1	Anglais technique et terminologie	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
<b>Total semestre 1</b>		<b>30</b>	<b>17</b>	<b>13h30</b>	<b>6h00</b>	<b>5h30</b>	<b>375h00</b>	<b>375h00</b>		

**Semestre 2**

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Microprocesseurs & DSP	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	Systèmes asservis numériques	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Electronique numérique avancée : VHDL – FPGA	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Réseaux et communication industriels	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.2 Crédits : 9 Coefficients : 5	TP Microprocesseurs & DSP	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Systèmes asservis numériques	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP VHDL - FPGA / TP Réseaux industriels	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	Avant-projet	3	2	1h30		1h00	37h30	37h30	40%	60%
UE Découverte Code : UED 1.2 Crédits : 2 Coefficients : 2	Matière au choix 4	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	Matière au choix 5	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
UE Transversale Code : UET 1.2 Crédits : 1 Coefficients : 1	Ethique, déontologie et propriété intellectuelle	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
<b>Total semestre 2</b>		<b>30</b>	<b>17</b>	<b>13h30</b>	<b>6h00</b>	<b>5h30</b>	<b>375h00</b>	<b>375h00</b>		



**Semestre 3**

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 2.1.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Systèmes à événements discrets & API	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	Actionneurs industriels	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 2.1.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Electronique de puissance avancée	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Eléments de régulation numérique	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 2.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	TP Automates programmables industriels	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Actionneurs industriels/TP régulation numérique	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Electronique de puissance avancée	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	Fiabilité et maintenance des systèmes électroniques	3	2	1h30		1h00	37h30	37h30	40%	60%
UE Découverte Code : UED 2.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Matière au choix 5	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	Matière au choix 6	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
UE Transversale Code : UET 2.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Recherche documentaire et conception de mémoire	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
<b>Total semestre 3</b>		<b>30</b>	<b>17</b>	<b>13h30</b>	<b>6h00</b>	<b>5h30</b>	<b>375h00</b>	<b>375h00</b>		

## Orientations générales sur le choix des matières transversales et de découverte :

Six matières (de découverte) dans le Référentiel des Matières du Master "Instrumentation" (Tableau ci-dessus) sont laissées au libre choix des établissements qui peuvent choisir indifféremment leurs matières parmi la liste présentée ci-dessous en fonction de leurs priorités.

### Matières avec programmes détaillés :

- Optoélectronique (Découverte)
- Systèmes énergétiques autonomes (Découverte)
- Electroacoustique et analyses vibratoires (Découverte)
- Compatibilité électromagnétique (Découverte)
- Instrumentation et mesure industrielles (Découverte)
- Sécurité industrielle (Découverte)
- Robotique (Découverte)
- Réglage des Entraînements Electriques (Découverte)
- Bio instrumentation et biocapteurs (Découverte)
- Méthodes et outils pour le control non destructif (Découverte)
- Outils pour la maintenance en instrumentation (Découverte)
- Maintenance industrielle et diagnostic (Découverte)
- ...

### Autres matières laissées au libre choix des établissements (programmes ouverts après validation du CPND)

- Systèmes d'affichage (Découverte)
- Instruments de mesure (Découverte)
- Mesures en haute fréquence (Découverte)
- Electroacoustique, son et HIFI (Découverte)
- Télégestion industrielle (SCADA) (Découverte)
- Théorie de la commande des systèmes industriels (Découverte)
- Capteurs intelligents en instrumentation industrielle (Découverte)
- ...

### Semestre 4

Stage en entreprise sanctionné par un mémoire et une soutenance.

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

**Ce tableau est donné à titre indicatif**

**Evaluation du Projet de Fin de Cycle de Master**

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

### **III - Programme détaillé par matière du semestre S1**

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

### **Objectifs de l'enseignement:**

Etude et analyse des circuits électroniques analogiques utilisés dans les chaînes de mesure et instrumentation.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Electronique fondamentale 1 et 2, Fonctions de l'électronique, Electronique des impulsions.

### **Contenu de la matière:**

#### **Chapitre1 : Généralités sur l'électronique d'instrumentation (02 semaines)**

Généralités sur les chaînes d'acquisition, Adaptation de la source du signal à la chaîne de mesure, Linéarisation, Amplification du signal et réduction de la tension de mode commun, Détection de l'information, Amplificateurs d'isolement, Amplificateur D-C (Direct Coupled), Amplificateur D-C à large bande, Circuit de charge et décharge d'un condensateur, Circuits de mise en forme.

#### **Chapitre2 : Circuits Comparateurs et Convertisseurs de signaux (03 semaines)**

##### **2.1 Les Comparateurs**

- 2.1.1 Comparateur à zéro
- 2.1.2 Comparateur à référence non nulle
- 2.1.3 Comparateur à hystérésis : Trigger de Schmitt
- 2.1.3 Comparateur à fenêtre

##### **2.2 Convertisseurs de signaux (A-N, N-A)**

- 2.2.1 Principes généraux, Définition des caractéristiques des convertisseurs CAN-CNA
- 2.2.2 Théorie de l'échantillonnage et de la quantification, Echantillonneur élémentaire MOS, Echantillonneur-Bloqueur.
- 2.2.3 Conversion CNA, Paramètres de performances, Principales architectures.
- 2.2.4 Conversion CAN, Paramètres de performances, Principales architectures.

#### **Chapitre 3 : Circuits de génération des signaux (02 semaines)**

- 3.1. Circuit de charge et décharge d'un condensateur.
- 3.2. Oscillateurs linéaires et non linéaires, Oscillateurs commandés en tension (VCO), Boucles à verrouillage de phase PLL.
- 3.3. Astables et Monostables.

#### **Chapitre 4 : Circuits de traitement des signaux (04 semaines)**

##### **3.1. Modulation**

- 3.1.1. Modulation d'amplitude (AM)
- 3.1.2. Modulation de fréquence (FM)
  - 3.1.2.1. Exemple de modulateur FM: l'oscillateur commandé en tension (VCO).
- 3.1.3. Modulations d'impulsions : Amplitude, largeur, position, erreur, Modulation d'impulsions codées
  - 3.1.3.1. Exemple de modulateur MLI: l'oscillateur 555 en mode monostable

##### **3.2. Multiplexeurs analogiques**

##### **3.3. Multiplieurs analogiques**

##### **3.4. Détection synchrone**

**Chapitre 5 : Les filtres actifs****(02 semaines)**

4.1. Intérêt et principe du filtrage en électronique

4.2 Filtres passifs et filtres actifs

4.3. Classification des filtres : caractéristiques, modèles et synthèse de filtres analogiques (Bessel, Butterworth, Tchebychev, ...)

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

4.4.1. Filtre passe-bas du 1<sup>er</sup> ordre (ou filtre à 20 dB/déc = 6 dB/octave)4.4.2. Filtre passe-haut du 1<sup>er</sup> ordre (ou filtre à 20 dB/déc = 6 dB/octave).4.4.3. Filtre passe-bas du 2<sup>e</sup> ordre (ou filtre en -40 dB/décade).4.4.4. Filtre passe-haut du 2<sup>e</sup> ordre (ou filtre en 40 dB/décade).

4.4.5. Filtre passe-bande (filtre réjecteur)

**Chapitre 6 : Les Sondes de mesure et Les Circuits d'entrée****(02 semaines)**

Circuits d'entrée pour des systèmes à 50 Ohm, circuits d'entrée Hz, sonde passive de tension, sonde active de tension, sonde passive de courant, sonde active de courant, Circuits d'entrée pour des mesures de puissance, ...

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

**Références bibliographiques :**

1. A.P. Malvino, Principes d'électronique, 6 édition ; Sciences-Sup, Dunod.
2. J. Millman, Micro-électronique, Ediscience.
3. J. Encinas, Système à verrouillage de phase (P.L.L): réalisations et applications.
4. H. H. Ouslimani, A. Ouslimani, Fonctions principales d'électronique, Casteilla, 2010.
5. F. Milsant, Cours d'électronique tome 4 ; Eyrolles, 1994.
6. G. Metzger, J.P. Vabre, Electronique des impulsions, Tome 1, 3<sup>e</sup> édition ; Masson, 1985.
7. J-D. Chatelain et R. Dessoulavy, Electronique, Tomes 1 et 2 ; Dunod.
8. S. Boubeker, Electronique des impulsions, OPU, 1999.
9. B. Haraoubia, Les amplificateurs opérationnels, ENAG Edition, 1994.

**Semestre: 1**  
**Unité d'enseignement: UEF 1.1.1**  
**Matière 2: Capteurs en instrumentation industrielle**  
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**  
**Crédits: 4**  
**Coefficient: 2**

### **Objectifs de l'enseignement:**

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.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Electronique analogique, Fonctions d'électronique, Mesures électriques et électroniques, Traitement du signal.

### **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.

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

## **Références bibliographiques**

1. *Georges Asch et Collaborateurs. Les capteurs en instrumentation industrielle, Dunod 2006*
2. *Ian R. Sintclair. Sensors and transducers, Newnes, 2001.*
3. *J. G. Webster. Measurement, Instrumentation and Sensors Handbook, Taylor & Francis Ltd.*
4. *M. Grout. Instrumentation industrielle: Spécification et installation des capteurs et des vannes de régulation, Dunod, 2002.*
5. *R. Palas-Areny, J. G. Webster. Sensors and signal conditioning, Wiley and Sons, 1991.*
6. *R. Sinclair, Sensors and Transducers, Newness, Oxford, 2001.*
7. *M. Cerr, Instrumentation industrielle : T.1 et T.2, Edition Tec et Doc.*
8. *N. Ichinose, Guide pratique des capteurs, Masson*
9. *P. Dassonville, Les capteurs, Dunod 2013.*

**Semestre: 1****Unité d'enseignement: UEF 1.1.2****Matière 3: Traitement avancé du signal****VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)****Crédits: 4****Coefficient: 2****Objectifs de l'enseignement :**

L'étudiant reçoit les notions de base qui lui permettent de comprendre et d'appliquer des méthodes de traitement de signal concernant les signaux aléatoires et les filtres numériques.

**Connaissances préalables recommandées :**

Des connaissances sur le traitement numérique des signaux déterministes et les probabilités sont nécessaires pour suivre cette matière.

**Contenu de la matière :****Chapitre 1 : Rappels sur les filtres numériques (RIF et RII) (3 semaines)**

- Transformée en Z
- Structures, fonctions de transfert, stabilité et implémentation des filtres numériques (RIF et RII)
- Filtre numérique à minimum de phase
- Les méthodes de synthèses des filtres RIF et des filtres RII
- Filtres numériques Multicadences

**Chapitre 2 : Signaux aléatoires et processus stochastiques (4 Semaines)**

- Rappel sur les processus aléatoires
- Stationnarité
- Densité spectrale de puissance
- Filtre adapté, filtre de Wiener
- Périodogramme, corrélogramme, périodogramme moyenné, périodogramme lissé
- Notions de processus stochastiques
- Stationnarités au sens large et strict et Ergodicité
- Exemples de processus stochastiques (processus de Poisson, processus gaussien et processus Markovien)
- Statistiques d'ordre supérieur (Moments et cumulants, Polyspectres, processus non gaussiens, traitements non linéaires)
- Introduction au filtrage particulière

**Chapitre 3: Analyse spectrale paramétrique et filtrage numérique adaptatif (4 semaines)**

- Méthodes paramétriques
- Modèle AR (Lévinson, Yulewalker, Burg, Pisarenko, Music ...)
- Modèle ARMA
- Algorithme du gradient stochastique LMS
- Algorithme des moindres carrés récurrents RLS

**Chapitre 4 : Analyse temps-fréquence et temps-échelle (4 semaines)**

- 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-Ville
- Analyse Temps-Echelle.

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

**Références bibliographiques :**

1. Mori Yvon, "Signaux aléatoires et processus stochastiques", Lavoisier, 2014.
2. N. Hermann, "Probabilités de l'ingénieur : variables aléatoires et simulations Bouleau", 2002.
3. M. Kunt, "Traitement Numérique des Signaux", Dunod, Paris, 1981.
4. J. M Brossier, "Signal et Communications Numériques, Collection Traitement de Signal", Hermès, Paris, 1997.
5. M. Bellanger, "Traitement numérique du signal : Théorie et pratique", 8<sup>e</sup> édition, Dunod, 2006.

**Semestre: 1**  
**Unité d'enseignement: UEF 1.1.2**  
**Matière 4: Métrologie industrielle**  
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**  
**Crédits: 4**  
**Coefficient: 2**

### **Objectifs de l'enseignement:**

A l'issue de cette matière, l'étudiant sera normalement apte à valider un procédé, à faire les réglages de paramètres nécessaires dans le cadre du contrôle d'un procédé de fabrication ou à définir les conditions de sécurité d'un produit ou d'un système.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Mesures électriques et électroniques

### **Contenu de la matière:**

#### **Chapitre1: Généralités sur la Métrologie Industrielle (02 semaines)**

Définition. Vocabulaire et rôle de la métrologie. Différentes métrologies (fondamentale, scientifique, industrielle, légale, ... etc.). Rôle de la Métrologie dans l'entreprise. Relation entre la métrologie et la qualité. Les organismes officiels internationaux. Les normes et recommandations en métrologie.

#### **Chapitre 2 : Système international d'unités. (02 semaines)**

Unités de base. Symboles. Unités dérivées. Autres unités. Modèles des relations entre unités de mesures. Mesure, erreurs Incertitudes Terminologie des incertitudes de mesure. Les modes d'évaluation des incertitudes de mesure. Loi de composition des incertitudes de mesure.

#### **Chapitre 3: Système de mesure (03 semaines)**

Principe et caractéristiques. Etalonnage, sensibilité, précision, répétabilité, reproductibilité, rangeabilité, confirmation métrologique, erreurs et incertitudes, notions d'erreurs (aléatoires, systématiques, fidélité et justesse), causes d'erreurs (étalonnage, sensibilité, linéarité, Précision, Répétabilité, Reproductibilité, résolution, hystérésis ... etc.). Les méthodes générales de mesures, Mesures par déviation, Mesures par comparaison.

#### **Chapitre 4 : Traçabilité métrologique (03 semaines)**

Définition et intérêt, Notions d'étalon, Hiérarchies d'étalonnage (SI, National Référence, ... etc.), Exemples de chaîne de traçabilité, Evaluation des bilans d'incertitudes. Etude statistiques.

#### **Chapitre 5 : Métrologie et contrôle qualité (02 semaines)**

Impact de la mesure sur la production, Notion de capabilité de mesure. Méthodes de déclaration de la conformité, Gestion et identification des moyens de mesure. Choix de la périodicité d'étalonnage, Cartes de contrôle.

#### **Chapitre 6: Analyse statistique des données (03 semaines)**

Dispersion statistique, La moyenne, Autres types de moyenne, La médiane, Variance et écart type, Histogramme, Construction d'un histogramme, Estimation par la méthode des moindres carrés, La loi ou distribution normale ou gaussienne, Intervalle de confiance, Critères de normalité.

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

**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. <https://langloisp.users.greyc.fr/metrologie/cm/index.html>
8. <http://www.doc-etudiant.fr/Sciences/Physique/Cours-Introduction-a-la-Metrologie-Industrielle-8223.html>FM

**Semestre: 1**  
**Unité d'enseignement: UEM 1.1**  
**Matière 1: TP Electronique d'instrumentation**  
**VHS: 22h30 (TP: 1h30)**  
**Crédits: 2**  
**Coefficient: 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

Mettre en pratique les connaissances théoriques apprises sur les circuits électroniques associés à l'instrumentation.

**Connaissances préalables recommandées:**

Electronique d'instrumentation

**Contenu de la matière:**

**TP1** Etude d'un oscillateur à relaxation : générateur de signaux carrés et un Monostable.

**TP2** Etude de la Conversion A/N (Temps d'échantillonnage et théorème de Shannon, erreurs de quantification et temps de conversion).

**TP3** Etude des circuits de Modulation AM, FM et MLI

**TP4** Filtrage actif, Caractérisation des filtres, Réalisation d'un générateur de signaux bruités, Filtrage des signaux parasites

**TP5** Etude d'une boucle à verrouillage de phase PLL

**TP6** Etude d'un oscillateur commandé en tension (VCO)

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 100%.

**Références bibliographiques :**

1. A.P. Malvino, *Principes d'électronique*, 6 édition ; Sciences-Sup, Dunod.
2. J. Millman, *Micro-électronique*, Ediscience.
3. J. Encinas, *Système à verrouillage de phase (P.L.L): réalisations et applications*.
4. H. H. Ouslimani, A. Ouslimani, *Fonctions principales d'électronique*, Casteilla, 2010.
5. F. Milsant, *Cours d'électronique tome 4*, Eyrolles, 1994.
6. G. Metzger, J.P. Vabre, *Electronique des impulsions*, Tome 1, 3<sup>e</sup> édition, Masson, 1985.
7. J-D. Chatelain et R. Dessoulavy, *Electronique*, Tomes 1 et 2, Dunod.
8. S. Boubeker, *Electronique des impulsions*, OPU, 1999.

**Semestre: 1**  
**Unité d'enseignement: UEM 1.1**  
**Matière 2: TP Capteurs en instrumentation industrielle**  
**VHS: 22h30 (TP: 1h30)**  
**Crédits: 2**  
**Coefficient: 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

Mettre en pratique les connaissances théoriques apprises sur les circuits électroniques associés aux capteurs ainsi que l'étude de quelques capteurs les plus courants.

**Connaissances préalables recommandées:**

Capteurs en instrumentation industrielle

**Contenu de la matière:**

**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: 100%

**Références bibliographiques :**

1. *Georges Asch et Collaborateurs. Les capteurs en instrumentation industrielle, Dunod 2006*
2. *M. Grout. Instrumentation industrielle: Spécification et installation des capteurs et des vannes de régulation, Dunod, 2002.*
3. *N. Ichinose, Guide pratique des capteurs, Masson*
4. *P. Dassonville, Les capteurs, Dunod 2013.*

**Semestre: 1**

**Unité d'enseignement: UEM 1.1**

**Matière 3: TP Traitement avancé du signal/TP Métrologie industrielle**

**VHS: 22h30 (TP: 1h30)**

**Crédits: 2**

**Coefficient: 1**

**Objectifs de l'enseignement :**

Travaux pratiques réalisés sous MATLAB pour donner un aspect pratique à des notions théoriques complexes.

**Connaissances préalables recommandées :**

Mathématiques (Théorie et calcul des probabilités, Analyse complexe). Théorie du signal déterministe, Probabilités et statistiques. Métrologie industrielle.

**Contenu de la matière :**

**TP Traitement avancé du signal**

**TP1 :** Synthèse et application d'un filtre RIF passe-bas par la méthode des fenêtres (Hanning, Hamming, Bessel et/ou Blackman)

**TP2 :** Synthèse et application d'un filtre RII passe-bas par transformation bilinéaire

**TP3 :** Analyse spectrale paramétrique AR et/ou ARMA de signaux sonores (exemple de signaux non-stationnaires)

**TP4 :** Elimination d'une interférence 50Hz par l'algorithme du gradient LMS

**TP5 :** Débruitage d'un signal par la transformée en ondelette discrète DWT.

**TP Métrologie industrielle**

**TP1 :** Etude des modes d'évaluation des incertitudes de mesure.

**TP2 :** Etude de la Traçabilité métrologique.

**TP3 :** Estimation de la mesure par Méthode des moindres carrés.

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 100%.

**Références bibliographiques :**

1. Mori Yvon, "Signaux aléatoires et processus stochastiques", Lavoisier, 2014.
2. N. Hermann, "Probabilités de l'ingénieur : variables aléatoires et simulations Bouleau", 2002.
3. M. Kunt, "Traitement Numérique des Signaux", Dunod, Paris, 1981.
4. M. Bellanger, "Traitement numérique du signal : Théorie et pratique", 8<sup>e</sup> édition, Dunod, 2006 Lorenzo Zago, Bases de Métrologie, Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud, 2012.
5. P-A. Paratte, *Traité d'électricité, volume XVII, Systèmes de mesure, Presses polytechniques romandes.*
6. J. P. Bentley, *Principles of measurement systems, Pearson education, 2005.*
7. D. Barchesi, *Mesure physique et Instrumentation, Ellipses 2003.*
8. J.P. Holman, *Experimental Methods for Engineers, McGraw-Hill 1994.*

**Semestre: 1**

**Unité d'enseignement: UEM 1.1**

**Matière 4: Programmation orienté objet en C++**

**VHS: 37h30 (Cours : 1h30, TP: 1h00)**

**Crédits: 3**

**Coefficient: 2**

**Objectifs de l'enseignement :**

Apprendre à l'étudiant les fondements de base de la programmation orientée objets ainsi que la maîtrise des techniques de conception des programmes avancés en langage C++.

**Connaissances préalables recommandées :**

Programmation en langage C.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1. Introduction à la programmation orientée objets (POO) (2 semaines)**

Principe de la POO, Définition du langage C++, Mise en route de langage C++, Le noyau C du langage C++.

**Chapitre 2. Notions de base (2 semaines)**

Les structures de contrôle, Les fonctions, Les tableaux, La récursivité, Les fichiers, Pointeurs, Pointeurs et références, Pointeurs et tableaux, L'allocation dynamique.

**Chapitre 3. Classes et objets (3 semaines)**

Déclaration de classe, Variables et méthodes d'instance, Définition des méthodes, Droits d'accès et encapsulation, Séparations prototypes et définitions, Constructeur et destructeur, Les méthodes constantes, Association des classes entre elles, Classes et pointeurs.

**Chapitre 4. Héritage et polymorphisme (3 semaines)**

Héritage, Règles d'héritage, Chaînage des constructeurs, Classes de base, Préprocesseur et directives de compilation, Polymorphisme, Règles à suivre, Méthodes et classes abstraites, Interfaces, Traitements uniformes, Tableaux dynamiques, Chaînage des méthodes, Implémentation des méthodes virtuelles, Classes imbriquées.

**Chapitre 5. Les conteneurs, itérateurs et foncteurs (3 semaines)**

Les séquences et leurs adaptateurs, Les tables associatives, Choix du bon conteneur, Itérateurs : des pointeurs boostés, La pleine puissance des *list* et *map*, Foncteur : la version objet des fonctions, Fusion des deux concepts.

**Chapitre 6. Notions avancées (2 semaines)**

La gestion des exceptions, Les exceptions standard, Les assertions, Les fonctions templates, La spécialisation, Les classes templates.

**TP Programmation orientée objet en C++**

**TP1 :** Maîtrise d'un compilateur C++

**TP2 :** Programmation C++

**TP3 :** Classes et objets

**TP4 :** Héritage et polymorphisme

**TP5 :** Gestion mémoire

**TP6 :** Templates

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

**Références bibliographiques:**

1. Bjarne Stroustrup (auteur du C++), *Le langage C++*, Pearson.
2. Claude Delannoy, *Programmer en langage C++*, 2000.
3. Bjarne Stroustrup, *Le Langage C++*, Pearson Education France, 2007.
4. P.N. Lapointe, *Pont entre C et C++ (2ème Édition)*, Vuibert, Edition 2001.

**Semestre : 1**

**Unité d'enseignement : UED 1.1**

**Matière : Matière 1 au choix**

**VHS : 22h30 ( cours : 1h30)**

**Crédits : 1**

**Coefficient : 1**

**Semestre : 1**

**Unité d'enseignement : UED 1.1**

**Matière : Matière 2 au choix**

**VHS : 22h30 ( cours : 1h30)**

**Crédits : 1**

**Coefficient : 1**

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

### **Objectifs de l'enseignement:**

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

### **Connaissances préalables recommandées:**

Vocabulaire et grammaire de base en anglais

### **Contenu de la matière:**

- Compréhension écrite : Lecture et analyse de textes relatifs à la spécialité.
- Compréhension orale : A partir de documents vidéo authentiques de vulgarisation scientifiques, prise de notes, résumé et présentation du document.
- Expression orale : Exposé d'un sujet scientifique ou technique, élaboration et échange de messages oraux (idées et données), Communication téléphonique, Expression gestuelle.
- Expression écrite : Extraction des idées d'un document scientifique, Ecriture d'un message scientifique, Echange d'information par écrit, rédaction de CV, lettres de demandes de stages ou d'emplois.

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

### **Mode d'évaluation:**

Examen: 100%.

### **Références bibliographiques :**

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

## **IV - Programme détaillé par matière du semestre S2**

**Semestre: 2**  
**Unité d'enseignement: UEF 1.2.1**  
**Matière 1: Microprocesseurs & DSP**  
**VHS: 67h30 (Cours: 3h00, TD: 1h30)**  
**Crédits: 6**  
**Coefficient: 3**

### **Objectifs de l'enseignement:**

Connaître le fonctionnement et l'architecture interne des microprocesseurs et des DSP. Apprendre leur programmation et connaître les techniques utilisées pour l'implémentation sur DSP des principaux algorithmes de traitement numérique du signal.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Systèmes à microprocesseurs. Traitement numérique du signal. Programmation en langage assembleur.

### **Contenu de la matière:**

#### **Première partie : Microprocesseurs**

##### **Chapitre 1 : Notions de base sur les microprocesseurs (1 semaine)**

Historique. Organisation interne des Microprocesseurs. Organisation des informations (données, instructions, adresses) et bus. Différents types de processeurs (microprocesseur standard, microcontrôleur, DSP, API, etc.). Architectures (Von Neumann, Harvard), CISC, RISC.

##### **Chapitre 2 : Système à microprocesseur (2 semaines)**

Organisation. Interfaçage avec le monde extérieur, capteurs, actionneurs, exemples d'application. Mémoires (Différents types, Conception d'un plan mémoire, Décodage d'adresses). Principaux types de circuits d'entrées-sorties (architecture interne simplifiée et usages). Les interruptions (Causes, Interruptions matérielles, logicielles, Traitement des interruptions). Pile et ses utilisations.

##### **Chapitre 3 : Etude et programmation d'un microprocesseur 16 bits (5 semaines)**

Etude simplifiée du brochage et de l'architecture interne, File d'attente. Différents registres internes, Gestion de la mémoire. Modes d'adressage. Etude du jeu d'instructions. Ecriture de programmes en langage assembleur.

#### **Seconde partie : Processeurs des signaux numériques**

##### **Chapitre 1 : Notions de base sur les processeurs des signaux numériques (DSP) (1 semaine)**

Introduction. Principaux domaines d'applications des DSP. Différences entre DSP et microprocesseurs. Format de calcul (virgule fixe, virgule flottante). Schéma général d'utilisation d'un DSP.

##### **Chapitre 3 : Etude d'un processeur TMS320Cxx (3 semaines)**

Architecture, Structure et fonctionnement des unités de calcul, Fonctions spéciales pour l'arithmétique, Jeu d'instructions, Modes d'adressages spécifiques,

##### **Chapitre 4. Développement d'applications sur DSP (3 semaines)**

Implantation d'un système à base de DSP. Environnement logiciel. Génération de code. *Test et debug*. Mise en œuvre de quelques algorithmes de traitement du signal (FFT, convolution, filtres numériques RIF et RII, etc.) sur DSP. Mise en pratique sur cartes d'évaluation DSP Texas Instrument TMS320Cxx.

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

## **Références bibliographiques:**

1. *J.L. Hennessy ; Architecture des ordinateurs : Une approche quantitative, Ediscience.*
2. *Zanella, Architecture et technologie des ordinateurs, Dunod.*
3. *B. Brey, Intel microprocessors 8086/8088, 80186/80188, 80286, 80386, Prentice Hall, 2009.*
4. *M. Aumiaux, Les systèmes à microprocesseurs, Masson, Paris, 1982.*
5. *R. Dubois, Les microprocesseurs 16 bits à la loupe et leurs coupleurs, Eyrolles, 1985.*
6. *B. Saguez, Guide Matériel et Logiciel 8086-8088 et Coprocesseur Mathématique 8087, Eyrolles, 1985*
7. *G. Baudoin et F. Virolleau, Les DSP : famille TMS320C54x. Développement d'applications.*
8. *B. Bouchez, Applications audio-numériques des DSP: théorie et pratique du traitement numérique du son, Publitrionic, 2003.*
9. *P. Laspsley , J. Bier , A. Shoham, E. A. Lee, DSP Fundamentals: Architecture and Features, Berkley Design Technology, Inc, 1994.*
10. *Oktay Alkin, Digital Signal Processing: A Laboratory Approach using. PC-DSP, Prentice Hall.*
11. *Digital Control Applications with the TMS320 Family: Selected Application notes, Texas Instruments, 1991.*
12. *R. Chassaing, D. Reay, Digital Signal Processing and Applications with the TMS320C6713 and TMS320C6416 DSK, John Wiley & Sons, 2008.*
13. *T.B. Welch, C.H.G. Wright and M.G. Morrow, Real-Time Digital Signal Processing from MATLAB to C with TMS320C6x DSPs, CRC Press, 2012.*
14. *N. Dahnoun, Digital Signal Processing Implementation using the TMS320 C6000 DSP platform, Prentice Hall, 2000.*
15. *N. Kehtarnaz, M. Keramat, DSP System Design using TMS320C6000, Prentice Hall, 2006.*
16. *Texas Instruments, Code Composer Studio Development Tools v3.3 Getting Started Guide (Rev. H), <http://www.ti.com/lit/ug/spru509h/spru509h.pdf>, 2008.*
17. *Texas Instruments, TMS320C6000 CPU and Instruction Set Reference Guide (Rev. G), <http://www.ti.com/lit/ug/spru189g/spru189g.pdf>, 2006.*
18. *Texas Instruments, TMS320C6000 Chip Support Library API Reference Guide (Rev. J), <http://www.ti.com/lit/ug/spru401j/spru401j.pdf>, 2004.*
19. *Texas Instruments, TMS320C1X User's Guide. Juillet 1991.*
20. *TMS320 DSP/BIOS User's Guide, Literature Number: SPRU423B November 2002, Texas Instrument Inc.*
21. *TMS320C28x Floating Point Unit and Instruction Set, Reference Guide, Literature Number: SPRUE02B June 2007–Revised January 2015, Texas Instrument Inc.*
22. *<http://ii.pw.edu.pl/kowalski/dsp/edspa>.*

**Semestre: 2**  
**Unité d'enseignement: UEF 1.2.1**  
**Matière 2 : Systèmes asservis numériques**  
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**  
**Crédits: 4**  
**Coefficient: 2**

### **Objectifs de l'enseignement:**

Introduire les propriétés et les représentations des systèmes dynamiques linéaires à temps discret. Donner les éléments fondamentaux de la commande des systèmes linéaires représentés sous forme de fonction de transfert en  $Z$ . Présenter les différentes méthodes de synthèse de correcteurs à temps discrets.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Analyse temporelle et fréquentielle des systèmes asservis continus, Représentations graphique et d'état, Synthèse de correcteur.

### **Contenu de la matière:**

#### **Chapitre 1 : Etude de l'échantillonnage d'un signal (5 Semaines)**

Transformée en  $Z$  et transformée en  $Z$  modifiée : Théorème de Shannon, bloqueurs d'ordre zéro et d'ordre un, propriétés de la transformée en  $Z$ , Aperçu sur la transformée en  $Z$  modifiée et ses propriétés,... Théorème de la valeur initiale et de la valeur finale d'un système échantillonné  
 Transferts échantillonnés, et équation aux récurrentes: Discrétisation d'un transfert continu, Représentation des systèmes discrets par des équations de récurrences, Propriétés, ...  
 Aperçu sur la transformation bilinéaire d'un transfert échantillonné : Relation entre l'asservissement des systèmes continus et l'asservissement des systèmes échantillonnés (étude de la stabilité d'un système échantillonné par le critère de Routh, ...).

#### **Chapitre 2 : Analyse des systèmes échantillonnés dans l'espace d'état (5 Semaines)**

Discrétisation de l'équation d'état d'un système continu : Relation entre l'équation d'état d'un système continu et celle d'un système discret.  
 Représentation et résolution de l'équation d'état d'un système discret : Différentes formes de la matrice d'évolution (diagonale, compagne, observateur, contrôleur, observabilité et contrôlabilité).  
 Stabilité et précision d'un système discret : Racines de l'équation caractéristique, modes contrôlables, modes observables à partir de la représentation d'état des systèmes échantillonnés, Réponses d'un système échantillonné, Examen de stabilité par le critère de Jury, ...  
 Notions de gouvernabilité et d'observabilité pour les systèmes SISO et MIMO.

#### **Chapitre 3. Synthèse d'un contrôleur (5 Semaines)**

Placement des pôles par retour d'état et par retour de sortie : synthèse de lois de commande simples  
 Estimateur d'état et de sortie : Cas états du système inaccessibles  
 Autres méthodes de synthèse : contrôleur PID numérique (structure à 1 degré de liberté), contrôleur RST (structure à 2 degrés de liberté).

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

### **Références bibliographiques :**

1. L. Maret, *Régulation Automatique*, 1987.
2. Dorf & Bishop, *Modern Control Systems*, Addison-Wesley, 1995
3. J. L Abatut, *Systèmes et Asservissement Linéaires Echantillonnés*, Dunod.
4. J. Ragoth, M. Roesch, *Exercices et Problèmes d'Automatique*, Masson.
5. J. Mainguenaud, *Cours d'automatique Tome3*, Masson.
6. T.J. Katsuhiko, *Modern Control Engineering*, 5th edition, Prentice Hall.

7. *H. Buhler, Réglages échantillonnés Tome 1, Dunod.*
8. *M. Rivoire, Cours d'Automatique Tome 2, Chihab.*
9. *Th. Kailath, Linear Systems, Prentice-Hall, 1980.*

**Semestre: 2**  
**Unité d'enseignement: UEF 1.2.2**  
**Matière 3: Electronique numérique avancée : VHDL et FPGA**  
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**  
**Crédits: 4**  
**Coefficient: 2**

### **Objectifs de l'enseignement :**

Dans cette matière, les étudiants auront à étudier les différents types de circuits programmables, ainsi que les différentes méthodes de conception en particulier la programmation en utilisant les langages de description matérielle.

### **Connaissances préalables recommandées :**

Electronique numérique (combinatoire et séquentielle)

### **Contenu de la matière :**

#### **Chapitre 1. Les Réseaux Logiques Programmables : PLD (1 Semaine)**

Introduction, Structure des réseaux logiques combinatoires, - Classification des réseaux logiques combinatoires

#### **Chapitre 2. Les technologies des éléments programmables (1 Semaine)**

#### **Chapitre 3. Architecture des FPGA (2 Semaine)**

Présentation des CP (Circuits programmables type PLA, CPLD), Structure des FPGA & ASICs, Architecture générale, Blocs logiques programmables, Terminologies, Blocs de mémoire intégrée, Exemples de constructeurs Altera et Xilinx, Applications.

#### **Chapitre 4. Programmation VHDL (5 Semaines)**

Introduction, Outils de programmation : Altera Quartus II, Modelsim, Xilinx ISE, Structure d'un programme, Structure d'une description VHDL simple, Entité, Les différentes descriptions d'une architecture (de type flot de données, comportemental ou procédural, structurel et architecture de test), Process, Les structures de contrôle en VHDL, Instructions séquentielles et concurrentes, Les paquetages et les bibliothèques.

#### **Chapitre 5. Applications : Implémentation de quelques circuits logiques dans les circuits FPGA (6 Semaines)**

Multiplexeur, Compteur, Comparateur, Registre à décalage, Filtre simple.

### **Mode d'évaluation :**

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

### **Références bibliographiques :**

1. Volnei A. Pedroni, "Circuit Design with VHDL", MIT Press, 2004
2. Jacques Weber, Sébastien Moutault, Maurice Meaudre, "Le langage VHDL : du langage au circuit, du circuit au langage", Dunod, 2007
3. Christian Tavernier, "Circuits logiques programmables", Dunod 1992

**Semestre: 2**  
**Unité d'enseignement: UEF 1.2.2**  
**Matière 4 : Réseaux et communication industriels**  
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**  
**Crédits: 4**  
**Coefficient: 2**

### **Objectifs de l'enseignement:**

Permettre à l'étudiant de se familiariser avec les notions de transmission de données numériques, plus particulièrement les différents types de réseaux existants dans le monde industriel. L'accent sera mis sur la compréhension des différentes topologies avec leurs avantages et inconvénients vis-à-vis d'une installation industrielle donnée.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Réseaux informatiques locaux.

### **Contenu de la matière:**

#### **Chapitre 1 : Généralités sur les bus de terrain**

**(4 semaines)**

Définition d'un bus de terrain, Avantages et inconvénients, Historique : La boucle de courant 4-20 mA, La normalisation des bus de terrain, La pyramide CIM, Les modèle OSI, TCP/IP et les réseaux de terrains, Les différents réseaux de terrain (WorldFIP, INTERBUS, ASi, CAN, LonWorks, Profibus, Ethernet, Autres réseaux de terrain)

#### **Chapitre 2 : Le bus 485 Modbus**

**(2 semaines)**

Rappel sur la norme RS232, La liaison RS485, Le protocole Modbus, Adressage et trame Modbus

#### **Chapitre 3 : CAN ou Computer Area Network**

**(3 semaines)**

Vue globale sur CAN, Modèles CAN OSI, Trames de données CAN et caractéristiques, Méthodes d'accès et principe d'arbitrage, Débits, Hardware du CAN, Comparaison entre CAN et la norme Ethernet 802.3, CANopen

#### **Chapitre 4 : Profibus**

**(3 semaines)**

Vue globale sur Profibus et caractéristiques, Les trois types de Profibus (DP, FMS et PA), Mode d'accès, Ethernet Industriel et Profinet, Débits

#### **Chapitre 5: Aperçu sur les réseaux industriels sans fils**

**(3 semaines)**

Technologies, protocoles et architectures des réseaux industriels sans fils (WLAN 802.11, Bluetooth, Protocoles HART, Wireless Profibus, Bluetooth, ZigBee, ...), Sécurité des réseaux de communication industriels sans fil.

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

### **Références bibliographiques:**

1. G. Pujolle, *Les réseaux*, Eyrolles, avril 1995.
2. J-P., Thomesse, *Les réseaux Locaux industriels*, Eyrolles, 1994.
3. P. Vrignat, *Réseaux locaux industriels - Cours et travaux pratiques*, Gaëtan Morin, 1999.
4. P. Rolin, G. Martineau, L. Toutain, A. Leroy, *Les réseaux, principes fondamentaux*, Hermes, 1996.
5. J-L. Montagnier, *Pratique des réseaux d'entreprise - Du câblage à l'administration - Du réseau local aux réseaux télécom*, Eyrolles, 1996.

6. *Ciame, Réseaux de terrain : Description et critères de choix, Hermes, 2001.*
7. *C. Servin, Réseaux et Télécoms : Cours et exercices corrigés Dunod.*
8. *D. Présent, S. Lohier, Transmissions et Réseaux, Cours et exercices corrigés, Dunod.*
9. *P. Hoppenot, Introduction aux Réseaux Locaux Industriels.*
10. *Emad Aboelela, Network simulation experiments, University of Massachusetts Dartmouth.*
11. *Ir. H. Lecocq, Les réseaux locaux industriels, Université de Liège.*
12. *J-F. Hérold, O. Guillotin, P. Anayar, Informatique industrielle et réseaux en 20 fiches*
13. *P. Dumas, Informatique industriel 2eme édition*
14. *D. Paret, Le Bus CAN Application, Dunod*
15. *F. Lepage, Les réseaux locaux industriels, Hermes*
16. *C. Sindjui, Le grand guide des systèmes de contrôle- commande industriels.*

**Semestre: 2**  
**Unité d'enseignement: UEM 1.2**  
**Matière 1: TP Microprocesseurs & DSP**  
**VHS: 22h30 (TP: 1h30)**  
**Crédits: 2**  
**Coefficient: 1**

### **Objectifs de l'enseignement:**

Mettre en pratique les connaissances théoriques apprises dans le cours à travers la conception et la programmation en assembleur de différentes applications.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Langage assembleur pour les microprocesseurs et les DSP.

### **Contenu de la matière:**

*Ci-dessous une liste (non exhaustive) de TPs pouvant être réalisées dans le cadre de ce TP. Les équipes de formation sont priées de réaliser au moins 5 TPs (voire plus, si cela est possible). Par ailleurs, il est permis de rajouter ou remplacer quelques TPs de la liste jointe par d'autres TPs en relation avec la matière. **Précision** : Tout changement apporté à cette liste doit être signalé au CPND de manière à en faire profiter les autres établissements.*

#### **Partie Microprocesseurs :**

**TP0** : Prise en main de la carte de développement (kit du labo ou utiliser le debugger sous DOS)

**TP1** : Techniques de programmation 1 : Conception de divers programmes simples faisant intervenir les instructions les plus utilisées ainsi que les différents modes d'adressage

**TP2** : Techniques de programmation 2 : Conception de divers programmes faisant intervenir boucles et structures de contrôle.

**TP3** : Programmation de l'interface parallèle, le temporisateur ou l'interface série.

#### **Partie DSP :**

**TP0** : Familiarisation avec le *Code Composer Studio* : Création de projets, outils de débogage, cible, EVM, simulateur.

**TP1** : Implémentation d'algorithmes de la FFT, du produit de convolution

**TP2** : Échantillonnage d'un signal audio

**TP3** : Filtrage en temps réel : FIR, RII

**TP4** : Réalisation d'une application utilisant les interruptions.

**TP5**: Réalisation d'un système d'acquisition de données.

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 100%

### **Références bibliographiques:**

1. M. Aumiaux, *L'emploi des microprocesseurs*, Masson, Paris, 1982.
2. M. Aumiaux, *Les systèmes à microprocesseurs*, Masson, Paris, 1982.
3. H. Lilen, *8088 et ses périphériques*, Edition Radio 1986
4. S. Leibson, *Manuel des interfaces*, McGraw Hill, 1986
5. H. Bennassar, *Cours de microprocesseurs 16 bits : 8086/68000*, OPU, 1993
6. G. Baudoin et F. Virolleau, *Les DSP : famille TMS320C54x. Développement d'applications.*

7. *Digital Control Applications with the TMS320 Family: Selected Application notes*, Texas Instruments, 1991.
8. R. Chassaing, D. Reay, *Digital Signal Processing and Applications with the TMS320C6713 and TMS320C6416 DSK*, John Wiley & Sons, 2008.
9. N. Dahnoun, *Digital Signal Processing Implementation using the TMS320 C6000 DSP platform*, Prentice Hall, 2000.
10. Texas Instruments, *Code Composer Studio Development Tools v3.3 Getting Started Guide (Rev. H)*, <http://www.ti.com/lit/ug/spru509h/spru509h.pdf>, 2008.
11. Texas Instruments, *TMS320C6000 CPU and Instruction Set Reference Guide (Rev. G)*, <http://www.ti.com/lit/ug/spru189g/spru189g.pdf>, 2006.
12. Texas Instruments, *TMS320C6000 Chip Support Library API Reference Guide (Rev. J)*, <http://www.ti.com/lit/ug/spru401j/spru401j.pdf>, 2004.
13. Texas Instruments, *TMS320C1X User's Guide*. Juillet 1991.
14. *TMS320 DSP/BIOS User's Guide*, Literature Number: SPRU423B November 2002, Texas Instrument Inc.
15. *TMS320C28x Floating Point Unit and Instruction Set, Reference Guide*, Literature Number: SPRUE02B June 2007–Revised January 2015, Texas Instrument Inc.

**Semestre: 2**  
**Unité d'enseignement: UEM 1.2**  
**Matière 2: TP Systèmes asservis numériques**  
**VHS: 22h30 (TP: 1h30)**  
**Crédits: 2**  
**Coefficient: 1**

### **Objectifs de l'enseignement:**

Mettre en pratique les connaissances théoriques apprises dans le cours des systèmes asservis numériques.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Théorie des systèmes asservis

### **Contenu de la matière:**

#### **TP1 : Modélisation d'un système physique avec Simulink/Matlab :**

Modélisation d'une machine à courant continu (ou bien d'une machine synchrone à aimants permanents, un processus chimique, etc.).

Linéarisation par un modèle discret (utilisation des commandes Matlab *dlinmod*, *trim*, etc.), Comparaison des réponses temporelles modèle/système pour différentes excitations en utilisant les blocs de Simulink/Matlab.

#### **TP2 : Analyse d'un système échantillonné :**

Application de quelques transformations sur le modèle du **TP1** (utilisation des commandes : *canon*, *bilin*, *c2dm*, *d2cm*, *ssdata*, *tfdata*, *ss2ss*, etc.).

Examen de la contrôlabilité et l'observabilité (commandes *ctrb*, *obsv*)

#### **TP3 : Synthèse des lois de commande :**

Synthèse des lois de commande à partir de la représentation d'état du système physique de **TP1** (commandes : *dreg*, *dlqr*, etc.). Examen des réponses fréquentielles du système corrigé (commandes : *dbode*, *dnyquist*, *dsigma*, etc.).

#### **TP4 : Implémentation des contrôleurs échantillonnés :**

Utilisation de Simulink pour implémenter les lois de commande (par retour d'états, par retour de sortie) ou des contrôleurs échantillonnés (PID numérique, RST, etc.).

Examen des réponses temporelles du système bouclé pour différentes entrées de la consigne, de la perturbation et du bruit de mesure.

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 100%

### **Références bibliographiques :**

1. L. Maref, *Régulation Automatique*, 1987.
2. Dorf & Bishop, *Modern Control Systems*, Addison-Wesley, 1995
3. J. L Abatut, *Systèmes et Asservissement Linéaires Echantillonnés*, Edition Dunod
4. J. Rago, M. Roesch, *Exercices et Problèmes d'Automatique*, Edition Masson.
5. T.J. Katsuhiko, *Modern Control Engineering*, 5th Edition, Prentice Hall.
6. H. Buhler, *Réglages Echantillonnés Tome 1*, Edition Dunod.
7. Th. Kailath, *Linear Systems*, Prentice-Hall, 1980.

**Semestre: 2**  
**Unité d'enseignement: UEM 1.2**  
**Matière 3: TP VHDL – FPGA / TP Réseaux industriels**  
**VHS: 22h30 (TP: 1h30)**  
**Crédits: 2**  
**Coefficient: 1**

### **Objectifs de l'enseignement:**

Les travaux pratiques devront permettre de mettre en pratique les éléments théoriques abordés en cours.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Electronique numérique. Réseaux et protocoles de communication industriels.

### **Contenu de la matière:**

*Sont exposées ci-dessous deux listes de TPs répondant aux objectifs de la matière. Les équipes de formation sont priées de choisir au moins 5 TPs en fonction de la disponibilité des équipements tant matériels que logiciels. Par ailleurs, il est permis de rajouter ou remplacer quelques TPs de la liste jointe par d'autres TPs en relation avec la matière. **Précision** : Tout changement apporté à ces listes doit être signalé au CPND de manière à en faire profiter les autres établissements.*

#### **TP VHDL - FPGA**

**TP1** : Introduction au VHDL langage. Présentation de l'outil de développement : carte de développement et logiciel de simulation.

**TP2** : Exploitation du simulateur de VHDL.

**TP3** : Développement d'un premier exemple de circuit : compteur décimal.

**TP4** : Développement d'un deuxième exemple de circuit : multiplexeur.

**TP5** : Développement d'un troisième exemple de circuit : registre à décalage.

**TP6** : Implémentation d'un FPGA.

#### **TP Réseaux industriels**

**TP1** : Implémentation et mise en œuvre sur RS232, RS485, Ethernet

**TP2** : Transmission d'une trame de données sur un bus CAN

**TP3** : Transmission d'une trame de données via une connexion sans fils

**TP4** : Elaboration d'un réseau local sans fils

**TP5** : Echange données via réseau Ethernet

**TP6** : Etude d'un exemple de réseau industriel

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 100%

### **Références bibliographiques:**

1. J. Weber, Sébastien Moutault, Maurice Meaudre, "Le langage VHDL : du langage au circuit, du circuit au langage", Dunod, 2007.
2. C. Tavernier, "Circuits logiques programmables", Dunod 1992.
3. J-P. Thomesse, Les réseaux Locaux industriels, Eyrolles, 1994.
4. P. Vrignat, Réseaux locaux industriels - Cours et travaux pratiques, Gaëtan Morin, 1999.

5. *P. Rolin, Gilbert Martineau, Laurent Toutain, Alain Leroy, Les réseaux, principes fondamentaux, Hermes, 1996.*
6. *J-L. Montagnier, Pratique des réseaux d'entreprise - Du câblage à l'administration - Du réseau local aux réseaux télécom, Eyrolles, 1996.*
7. *Ciame, Réseaux de terrain : Description et critères de choix, Hermes, 2001.*
8. <http://www.comsol.com/shared/downloads/IntroductionToCOMSOLMultiphysics.pdf>

**Semestre: 2**  
**Unité d'enseignement: UEM 1.2**  
**Matière 4 : Avant-projet**  
**VHS: 37h30 (Cours: 1h30, TP: 1h00)**  
**Crédits: 3**  
**Coefficient: 2**

### **Objectifs de l'enseignement:**

Analyser un cahier des charges. Mettre en œuvre et conduire avec méthode un projet de réalisation électronique. Sensibiliser l'étudiant à la gestion du temps du projet. Apprendre à valider une solution technique. Rédiger les documents techniques.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Savoir trouver, utiliser et produire la documentation technique d'un projet.

### **Contenu de la matière:**

1. Analyser une solution technique existante.
2. Rechercher des documents et exploiter les informations.
3. Gérer un projet : cahier des charges, choix techniques, coût, échéancier, planification de l'exécution des travaux, prise en charge contraintes du cahier des charges et de la démarche qualité.
4. Mettre en œuvre les composants matériels et logiciels à l'aide des notices des constructeurs.
5. Concevoir tout ou une partie d'un schéma fonctionnel ou structurel, d'un algorithme et de son codage associé, d'un séquenceur et de son codage associé.
6. Réaliser un prototype.
7. Valider une solution technique (mesures ou simulations) en respect d'un cahier des charges,
8. Rédiger les documents techniques associés au projet.

### ***Indications générales :***

Dès le début du semestre, les étudiants sont sollicités pour choisir un projet (du niveau du master) parmi une liste fournie par le responsable de la matière ou proposer leur propre projet (qui doit avoir l'aval préalable du responsable de la matière).

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

### **Références bibliographiques:**

23. H. Prevost, *Conduite de projet, Technip, 1996.*
24. I. Chvidchenko, *Conduite et gestion des grands projets, Cepadues, 1993.*
25. V. Giard, *Gestion de projet, Economica, 1991.*
26. M. Joly & J.L.G. Muller, *De la gestion de projet au management par projet, Afnor, 1994.*
27. G.M. Caupin & J. Le Bissonnais, *Conduire un projet d'investissement, Afnor - A Savoir, 1996.*
28. *Documentations constructeurs (Data Books).*

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

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

**Semestre : 2**  
**Unité d'enseignement : UET 1.2**  
**Matière : Éthique, déontologie et propriété intellectuelle**  
**VHS : 22h30 (Cours : 1h30)**  
**Crédit : 1**  
**Coefficient : 1**

### **Objectifs de l'enseignement:**

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. 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.

### **Connaissances préalables recommandées :**

Aucune

### **Contenu de la matière :**

#### **A- Ethique et déontologie**

##### **I. Notions d'Éthique et de Déontologie**

**(3 semaines)**

1. Introduction
  - 1-1 Définitions : Morale, éthique, déontologie
  - 1-2 Distinction entre éthique et déontologie
2. 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. Équité. Droits et obligations de l'étudiant, de l'enseignant, du personnel administratif et technique.
3. Éthique 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)

##### **II. Recherche intègre et responsable**

**(3 semaines)**

1. Respect des principes de l'éthique dans l'enseignement et la recherche
2. Responsabilités dans le travail d'équipe : Égalité professionnelle de traitement. Conduite contre les discriminations. La recherche de l'intérêt général. Conduites inappropriées dans le cadre du travail collectif
3. 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.

#### **B- Propriété intellectuelle**

##### **I- Fondamentaux de la propriété intellectuelle**

**(1 semaine)**

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

##### **II- Droit d'auteur**

**(5 semaines)**

###### **1- Droit d'auteur dans l'environnement numérique**

Introduction. Protection des créations des logiciels. Protection des créations des Bases de données. Protection des données personnelles. Cas spécifique des logiciels libres

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

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

**3- Brevet**

Définition. Utilité d'un brevet. Conditions de brevetabilité. Dépôt d'une demande de brevet en Algérie et dans le monde. Droits et revendications dans un brevet.

**4- Marques, dessins et modèles**

Définition. Droit des Marques. Droit des dessins et modèles. Appellation d'origine. Le secret. La contrefaçon.

**5. Droit des Indications géographiques**

Définitions. Protection des Indications Géographiques en Algérie. Traités internationaux sur les indications géographiques.

**III- Protection et valorisation de la propriété intellectuelle (3 semaines)**

Modes de protection de la propriété intellectuelle. Violation des droits et outil juridique. Valorisation de la propriété intellectuelle. Protection de la propriété intellectuelle en Algérie.

**Mode d'évaluation :**

Examen : 100 %

**Références bibliographiques:**

1. *Le site de l'Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle [www.wipo.int](http://www.wipo.int)*
2. *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](https://www.mesrs.dz/documents/12221/26200/Charte+fran_ais+d_f.pdf/50d6de61-aabd-4829-84b3-8302b790bdce)*
3. *Arrêtés N°933 du 28 Juillet 2016 fixant les règles relatives à la prévention et la lutte contre le plagiat*
4. *L'abc du droit d'auteur, organisation des nations unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO)*
5. *E. Prairat, De la déontologie enseignante. Paris, PUF, 2009.*
6. *Racine L., Legault G. A., Bégin, L., Éthique et ingénierie, Montréal, McGraw Hill, 1991.*
7. *Siroux, D., Déontologie : Dictionnaire d'éthique et de philosophie morale, Paris, Quadrige, 2004, p. 474-477.*
8. *Medina Y., La déontologie, ce qui va changer dans l'entreprise, éditions d'Organisation, 2003.*
9. *Didier Ch., Penser l'éthique des ingénieurs, Presses Universitaires de France, 2008.*
10. *Gavarini L. et Ottavi D., Éditorial. de l'éthique professionnelle en formation et en recherche, Recherche et formation, 52 | 2006, 5-11.*
11. *Caré C., Morale, éthique, déontologie. Administration et éducation, 2e trimestre 2002, n°94.*
12. *Jacquet-Francillon, François. Notion : déontologie professionnelle. Le télémaque, mai 2000, n° 17*
13. *Carr, D. Professionalism and Ethics in Teaching. New York, NY Routledge. 2000.*
14. *Galloux, J.C., Droit de la propriété industrielle. Dalloz 2003.*
15. *Wagret F. et J-M., Brevet d'invention, marques et propriété industrielle. PUF 2001*
16. *Dekermadec, Y., Innover grâce au brevet: une révolution avec internet. Insep 1999*
17. *AEUTBM. L'ingénieur au cœur de l'innovation. Université de technologie Belfort-Montbéliard*
18. *Fanny Rinck et Léda 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*
19. *Didier DUGUEST IEMN, Citer ses sources, IAE Nantes 2008*
20. *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*

21. *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.*
22. *Publication de l'université de Montréal, Stratégies de prévention du plagiat, Intégrité, fraude et plagiat, 2010.*
23. *Pierrick Malissard, La propriété intellectuelle : origine et évolution, 2010.*
24. <http://www.app.asso.fr/>
25. <http://ressources.univ-rennes2.fr/propriete-intellectuelle/cours-2-54.html>

**V - Programme détaillé par matière du semestre S3**

**Semestre : 3**

**Unité d'enseignement : UEF 2.1.1**

**Matière 1 : Systèmes à événements discrets & API**

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

**Crédits : 6**

**Coefficient : 3**

**Objectifs de l'enseignement :**

Maîtriser les modèles dynamiques pour l'analyse et le pilotage de systèmes à événements discrets. Identifier les éléments technologiques permettant de piloter le fonctionnement et de faire un suivi d'un système automatisé de production.

**Connaissances préalables recommandées :**

Asservissements linéaires, Mathématiques.

**Contenu de la matière :**

- 1- Généralités : Description des différentes parties, Différents types de commande, Domaines d'application des systèmes automatisés.
- 2- Les Automates à états finis
- 3- Systèmes à événements discrets
- 4- Systèmes à évolutions simultanées: Statecharts, Grafcet
- 5- Architecture et programmation des API
- 6- Réseaux de Pétri: Définition, propriétés, méthodes d'analyse. Décomposition en machines à états finis. Réseaux de Pétri interprétés et commande des systèmes parallèles
- 7- Parallélisme: Problèmes liés au parallélisme, exclusion mutuelle, sémaphore, moniteur. Modélisation de ces mécanismes par réseaux de Pétri

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

**Références bibliographiques:**

1. *F. Baccelli, G. Cohen, G.J. Olsder, and J.-P. Quadrat, Synchronization and linearity, an Algebra for Discrete Event Systems, Wiley, 1992.*
2. *C.G. Cassandras and S. Lafortune, Introduction to Discrete Event Systems, Kluwer Academic Publishers, 1999.*
3. *C. G. Cassandras, Discrete Event Systems: Modelling and Performance Analysis, Aksen Associates Inc. Publishers, Homewood, IL and Boston, MA, 1993.*
4. *G. DeMicheli, Digital Design, McGraw Hill, New York, 1993.*
5. *H.R. Lewis and C.H. Papadimitriou, Elements of the Theory of Computation, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1981.*
6. *René David and Hassan Alla, Discrete Continuous and Hybrid Petri Nets, Springer Verlag, 2005.*
7. *Adepa - Afcet, Le Grafcet, Edition Cepadues, 2ème éd, 1995*
8. *René David, Hassan Alla. Du Grafcet aux Réseaux de Pétri. Edition Hermès, 1992.*
9. *J.C Bossy, P. Brard, P. Faugère, C. Merlaud, Le Grafcet: sa pratique et ses applications, Educavivres, Ed. Casteilla, 1995.*
10. *Simon Moreno, Edmond Peulot. Le Grafcet: Conception-Implantation dans les automates programmables industriels. Edition Casteilla, 2009.*
11. *G. Michel. Les API: Architecture et applications des automates programmables industriels. Edition Dunod 1988.*
12. *William Bolton. Les Automates Programmables Industriels. Edition Dunod 2010.*
13. *J.C. Humblot, Automates programmables industriels, Hermes Science Publications, 1993.*

14. *M. Diaz, Les Réseaux de Pétri : Modèles fondamentaux. Traité IC2-Série Informatique et Systèmes d'Information, Hermes Science, 2001.*
15. *A. Choquet-Geniet, Les réseaux de Pétri : Un outil de modélisation, Dunod, 2006.*
16. *Daniel Bouteille et al., Les automatismes programmables, Cepadues-Editions, 2ème édition, 1997.*
17. *Henri Ney, Eléments d'automatismes, Collection Electrotechnique et normalisation, Edition Nathan, 1996.*
18. *P. Borne, G. Dauphin-Tanguy, J-P. Richard, F. Rotella, I. Zambettakis, Automatique Analyse et régulation des processus industriels, Tome 2 Régulation numérique, éditions Technip*

**Semestre : 3**  
**Unité d'enseignement : UEF 2.1.1**  
**Matière 2 : Actionneurs industriels**  
**VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)**  
**Crédits : 4**  
**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :**

Donner aux étudiants les notions nécessaires sur les actionneurs les plus répandus dans l'instrumentation industrielle.

**Connaissances préalables recommandées :**

Notions d'électronique de puissance, d'électrotechnique.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Les actionneurs électriques**

1.1 Les pré-actionneurs électriques : Le relais, Le contacteur, Le sectionneur, Les fusibles, Le relais thermique.

1.2 Les convertisseurs électromécaniques : Organisation de la machine, Principe de fonctionnement, Démarrage du moteur à courant continu, Bilan des puissances, Réversibilité de la machine à courant continu, Alimentation du moteur, Fonctionnement à vitesse variable

1.3 les moteurs pas à pas : Moteur à aimant permanent, Moteur à reluctance variable, Moteur hybride

**Chapitre 2 : Les actionneurs pneumatiques et hydrauliques**

2.1 L'énergie pneumatique : Constitution d'une installation pneumatique, Production de l'énergie pneumatique, Principes physiques.

2.2 Les pré-actionneurs pneumatiques : Fonction, Constituants d'un distributeur, Les principaux distributeurs pneumatiques, Les dispositifs de commande, Application : presse pneumatique.

2.3 Les actionneurs pneumatiques : Les vérins, Le générateur de vide ou venturi.

2.4 Les actionneurs hydrauliques : Définition, Principaux types de vérins, Dimensionnement des vérins, Applications.

**Chapitre 3 : Actionneurs électrostatiques**

**Chapitre 4 : Actionneurs à déformation de matériaux**

**Chapitre 5 : Actionneurs ultrasonores ('ultrasonicmotors')**

**Chapitre 6 : Actionneurs Inertiels ('impact drives')**

**Chapitre 7 : Actionneurs Stick and slip' : l'effet collé-glissé**

**Chapitre 8 : Actionneurs intelligents**

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

**Références bibliographiques:**

1. Guy Clerc, Guy Grellet, *Actionneurs électriques, Modèles, Commande*, Eyrolles, 1999.
2. Gérard Lacroux, *Les actionneurs électriques pour la robotique et les asservissements*, 1994.
3. Yves Granjon, *Automatique : Systèmes linéaires, non linéaires, temps continu, temps discret, représentation d'état*, Dunod, 2010.
4. J. Faisandier, *Mécanismes hydrauliques et pneumatiques*, Dunod, 1999.
5. R. Labonville, *Conception des circuits hydrauliques, une approche énergétique*, Editions de l'Ecole Poly technique de Montréal, 1991.
6. P. Maye, *Moteurs électriques pour la robotique*, Dunod, 2000.
7. Michel Grout, Patrick Salaun, *Instrumentation industrielle, 3<sup>e</sup> édition*, Dunod, 2012.

8. 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.

[https://infoscience.epfl.ch/record/32233/files/EPFL\\_TH1756.pdf](https://infoscience.epfl.ch/record/32233/files/EPFL_TH1756.pdf)

<http://www.technologuepro.com/cours-genie-electrique/cours-27-capteurs-actionneurs-instrumentation/>

**Semestre: 3**  
**Unité d'enseignement: UEF 2.1.2**  
**Matière 3 : Electronique de puissance avancée**  
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**  
**Crédits: 4**  
**Coefficient: 2**

**Objectifs de l'enseignement:**

Maîtriser le fonctionnement des principaux convertisseurs statiques, acquérir les connaissances pour un choix technique suivant le domaine d'applications d'un convertisseur de puissance.

**Connaissances préalables recommandées:**

Electronique de puissance.

**Contenu de la matière:**

1. Les Convertisseurs alternatif-continu
2. Les Convertisseurs continu-alternatif
3. Les thyristors et conversion AC/DC commandée
4. Les triacs et conversion AC/AC directe
5. Les transistors de puissance et conversion DC/DC
6. La Conversion DC/AC
7. Principes de synthèse des convertisseurs statiques
8. Pertes et évacuation thermique liées aux composants de puissance
9. Circuits intégrés de puissance et régulateurs intégrés

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

**Références bibliographiques:**

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

**Semestre: 3**  
**Unité d'enseignement: UEF 2.1.2**  
**Matière 4 : Eléments de régulation numérique**  
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**  
**Crédits: 4**  
**Coefficient: 2**

**Objectifs de l'enseignement:**

Donner les outils fondamentaux pour traiter des problèmes de contrôle de processus échantillonnés. Des méthodes de calcul de correcteurs numériques sont proposées, orientées vers leur mise en œuvre en temps-réel sur support électronique.

**Connaissances préalables recommandées:**

Eléments de régulation analogique, Traitement numériques des signaux, Asservissement linéaire échantillonné.

**Contenu de la matière:**

**Partie1 : Régulation analogique**

**Chapitre 1 : Rappels sur la régulation analogique**

- a. Modélisation des systèmes physiques : modèle d'un circuit RLC, modèle d'un système mécanique, modèle d'une vanne de réglage. Modèle d'un four
- b. Analogies Electrique-Mécaniques et représentation symbolique de la régulation analogique.

**Chapitre 2 : Eléments de la régulation pneumatique**

Les soufflets, membranes, buse palette, vérins.

**Chapitre 3 : Synthèse des régulateurs analogiques**

- a. Méthodes de réglage des actions Proportionnelle, Intégrale, et Dérivée : méthode par approches successives, méthode nécessitant l'identification du procédé, méthode de Ziegler et Nichols.
- b. Régulation analogique cascade : cascade sur grandeur réglante, cascade sur la grandeur intermédiaire.
- c. Régulation analogique Tout Ou Rien TOR
- d. Régulateur pneumatique Foxboro

**Partie 2 : Régulation numérique**

**Chapitre 4 : Rappels sur les systèmes échantillonnés**

- a. Modèle des systèmes à temps discret
- b. Choix du pas de discrétisation à partir d'un transfert continu
- c. Convertisseurs : Analogique/Numérique et Numérique/Analogique
- d. Transformée en Z et fonction de transfert discrète
- e. Réponse d'un système discret
- f. Eléments de la régulation numérique.

**Chapitre 5 : Stabilité et performances d'un système discret (aspect régulation)**

**Chapitre 6 : Synthèse des régulateurs numériques**

- a. Régulateur PID numérique : synthèse basée sur la méthode de la réponse indicielle, synthèse basée sur la méthode de l'oscillation limite en boucle fermée.
- b. Synthèse d'un régulateur RST numérique

**Chapitre 7 : Analyse temporelle et fréquentielle d'un système corrigé par régulateur numérique**

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

**Références bibliographiques :**

1. *Philippe de Larminat, Automatique : Commande des systèmes linéaires, Hermès Lavoisier, 1996.*
2. *Hubert Egon, Asservissement linéaires échantillonnés et représentation d'état, Méthodes, 2001.*
3. *Luc Jaulin, Représentation d'état pour la modélisation et la commande des systèmes, Lavoisier, 2005.*
4. *Robert L. Williams, Douglas A, Lawrence, Linear State-Space Control Systems, Edition John Wiley & Sons, 2007.*
5. *R. Longchamp, Commande numérique de systèmes dynamiques, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 1995.*
6. *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.*
7. *K. J. Aström, B. Wittenmark, Computer Controlled Systems: Theory and Design, Prentice-Hall, 1984.*
8. *R. H. Middleton, G. C. Goodwin, Digital Control and Estimation: a Unified Approach, Prentice Hall, 1990.*
9. *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.*
10. *Emmanuel Godoy, Eric Ostertag, Commande numérique des systèmes : Approches fréquentielle et polynomiale, Ellipses Marketing, 2004.*
11. *L. Maret, Régulation automatique, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes*
12. *H. Buhler, Réglages échantillonnés, Vol 1, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes.*
13. *D. Lequesne, Régulation P.I.D : Analogique, numérique et floue, Edition Hermès, 2005*
14. *H. Bühler, Electronique de réglage et de commande, Traité d'Electricité, vol. XVI, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes*
15. *Jean-Marie Flaus. La régulation industrielle, Editions Hermes 1995.*
16. *Roland Longchamp. Commande numérique de systèmes dynamiques, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 2006.*

<http://www.technologuepro.com/cours-genie-electrique/cours-6-regulation industrielle>

**Semestre: 3**  
**Unité d'enseignement: UEM 2.1**  
**Matière 1: TP Automates programmables industriels**  
**VHS: 22h30 (TP: 1h30)**  
**Crédits: 2**  
**Coefficient: 1**

### **Objectifs de l'enseignement:**

Apprendre à l'étudiant comment installer, programmer et utiliser un API. Lui montrer comment analyser et respecter les contraintes technologiques et sécuritaires liées à l'interfaçage des différents éléments industriels avec un API. L'initier à maîtriser les tâches d'édition et de débogage des programmes ainsi que la correction des erreurs détectées.

### **Connaissances préalables recommandées:**

API, Grafcet, Ladder

### **Contenu de la matière:**

**TP00 :** Prise en main de l'environnement API : Simulation d'un système automatisé, Revue des différents logiciels. Introduction au logiciel Step7 de Siemens

**TP01 :** Mise en œuvre d'un API : Configuration Hardware. Initiation à la programmation en Ladder (Marche-Arrêt d'un actionneur avec maintien). Utilisation des entrées/sorties TOR : Utilisation des relais, contacteur, ... (faire éventuellement les câblages nécessaires).

**TP02 :** Mise à l'échelle des entrées/sorties analogiques : Mesure du signal à l'entrée d'un capteur (faire éventuellement les câblages nécessaires). Utilisation de quelques blocs usuels : Opérations arithmétiques, temporisateurs, Génération d'un signal triangulaire, ...

**TP03 :** Contrôle du niveau d'un réservoir. Utilisation des blocs spéciaux (interruptions)

***Exemples d'applications : Réaliser au moins 2 TPs parmi la liste des TPs suivantes***

**TP04 :** Contrôle d'un vérin pneumatique

**TP05 :** Contrôle de feux de signalisation tricolores pour une simple intersection

**TP06 :** Contrôle d'une unité de remplissage et de transfert de bouteilles

**TP07 :** Contrôle d'une perceuse automatisé

**TP08 :** Transfert et tri de pièces de différentes dimensions

**TP09 :** Contrôle d'une unité de matriçage

**TP10 :** Contrôle d'une unité de Fabrication de Médicaments

**TP11 :** Contrôle d'un Four Tunnel

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 100%.

### **Références bibliographiques :**

**Semestre: 3**  
**Unité d'enseignement: UEM 2.1**  
**Matière 2: TP Actionneurs industriels / TP Régulation numérique**  
**VHS: 22h30 (TP: 1h30)**  
**Crédits: 2**  
**Coefficient: 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

Permettre aux étudiants d'exploiter et de maîtriser les notions théoriques étudiées en cours.

**Connaissances préalables recommandées:**

Cours Eléments Régulation numérique, Cours Actionneurs industriels.

**Contenu de la matière:**

Les enseignants sont appelés à choisir deux à trois TP pour chaque matière parmi les deux listes de TP présentées ci-dessous.

**TP Régulation numérique**

**TP1:** Etude des systèmes échantillonnés à l'aide du logiciel Matlab-Simulink

**TP2:** Régulation numérique

**TP3:** Régulation de la vitesse d'un moteur à courant continu à base d'un correcteur numérique

**TP4:** Pendule Inverse (Approche numérique)

**TP Actionneurs industriels**

**TP1 :** Moteur pas à pas

**TP2 :** Moteur à courant continu et à courant alternatif

**TP3 :** Mise en œuvre d'un système pneumatique

**TP4 :** Servo vérin hydraulique

**TP5 :** Vanne de réglage

**TP6 :** Les Actionneurs thermiques

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 100%.

**Références bibliographiques**

**Semestre: 3**  
**Unité d'enseignement: UEM 2.1**  
**Matière 3: TP Electronique de puissance avancée**  
**VHS: 22h30 (TP: 1h30)**  
**Crédits: 2**  
**Coefficient: 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

Le but est de comprendre le fonctionnement et de connaître les caractéristiques des différents types de convertisseurs de base et leurs applications aux machines.

**Connaissances préalables recommandées:**

Electronique de puissance.

**Contenu de la matière:**

**TP1.** Convertisseur alternatif-continu

**TP2.** Convertisseur continu- alternatif

**TP3.** Convertisseur alternatif- alternatif

**TP4.** Convertisseur continu-continu

**TP5.** ...

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 100%

**Références bibliographiques**

**Semestre: 3**  
**Unité d'enseignement: UEM 2.1**  
**Matière 4: Fiabilité et maintenance des systèmes électroniques**  
**VHS: 37h30 (Cours : 1h30, TP: 1h00)**  
**Crédits: 3**  
**Coefficient: 2**

### **Objectifs de l'enseignement:**

Décrire l'importance de l'étude de fiabilité pour le bon fonctionnement des systèmes. Orienter le choix de matériels, les études de conceptions, évaluer les durabilités ou les durée économiques de remplacement. Connaître les concepts de base en maintenance.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Probabilités.

### **Contenu de la matière:**

#### **Chapitre 1 : Définition des principaux concepts de la maintenance**

La maintenance, la terotechnologie, l'entretien, la fiabilité, la maintenabilité, la disponibilité, la panne, la défaillance, la réparation, le dépannage, le diagnostic, la GMAO, Signification de quelques sigles : MTTF, MTTR, MUT, MDT, MTBF

#### **Chapitre2 : Modèle de base de probabilité :**

Rappels d'analyse combinatoire : arrangement, permutation, combinaison. Probabilité : événement, expérience. Algèbre des événements : commutativité de l'union et de l'intersection, absorption, distribution de l'union et de l'intersection, élément neutre et complémentation. Les axiomes. Théorèmes des probabilités : probabilité totale, probabilité conditionnelle, théorème de Bayes. Application de la probabilité dans l'électronique.

#### **Chapitre3 : Application à la fiabilité des théorèmes de probabilités**

Les systèmes : système série, système parallèle, système mixte, système série-parallèle à configuration symétrique, système parallèle-série à configuration symétrique, système mixte à configuration non symétrique  
 Application du théorème de Bayes sur les différentes configurations précédentes.

#### **Chapitre4 : Les défaillances**

Taux de défaillance, Calcul du MTBF, Fonction de répartition et densité de probabilité des défaillances. Lois usuelles de la fiabilité : loi exponentielle, loi de Weibull, loi binomiale, loi de poisson. Les arbres de défaillance.

#### **Chapitre 5 : La gestion de stocks en maintenance**

Définition du stock maintenance, Responsabilités des différentes phases de la gestion du stock maintenance, Catalogue des articles du stock maintenance, Codification, Règles de gestion de stock maintenance, Le fichier « stock maintenance ».

#### **Chapitre 6 : Politiques de Maintenance**

La maintenance corrective, La maintenance prédictive, Les différents niveaux de maintenance.

### **Travaux Pratiques :**

Les enseignants responsables de la matière sont priés de réaliser une série de TPs en relation avec la matière et la retourner ensuite au CPND-ST pour synthèse, enrichissement et diffusion.

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

**Références bibliographiques**

1. *A. Pollard, Fiabilité et statistiques prévisionnelles*
2. *D. Dacunha-Castelle, M. Duflo, Probabilités et Statistiques, Tome 1, Masson, 1982*
3. *M.R. Spiegel, Probabilités et statistiques, Cours et problèmes, série Schaum, McGraw Hill, 1981.*
4. *Jean Heng, Pratique de la maintenance préventive, Dunod, 2002.*
5. *Renaud Cuignet, Management de la maintenance, Dunod, 2002.*
6. *F. Monchy, Maintenance : Méthodes et organisation, Dunod, 2000.*
7. *J. M. Bleux, J. L. Fanchon, Maintenance : Systèmes automatisés de production, Collection Etapes, Nathan, 1997.*
8. *Zwingelstein G, Diagnostic de défaillance, Hermès, paris 1997.*
9. *Raymond Magnan, Pratique de la maintenance industrielle, Dunod, 2003.*

**Semestre : 3**  
**Unité d'enseignement : UED 2.1**  
**Matière 1 : au choix**  
**VHS : 22h30 (Cours : 1h30)**  
**Crédits : 1**  
**Coefficient : 1**

**Semestre : 3**  
**Unité d'enseignement : UED 2.1**  
**Matière 2 : au choix**  
**VHS : 22h30 (Cours : 1h30)**  
**Crédits : 1**  
**Coefficient : 1**

**Semestre : 3**

**Unité d'enseignement : UET 2.1**

**Matière : Recherche documentaire et conception de mémoire**

**VHS : 22h30 (Cours : 1h30)**

**Crédit : 1**

**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement :**

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

**Connaissances préalables recommandées :**

Méthodologie de la rédaction, Méthodologie de la présentation.

**Contenu de la matière:**

**Partie I- : Recherche documentaire :**

**Chapitre I-1 : Définition du sujet**

**(02 Semaines)**

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

**Chapitre I-2 : Sélectionner les sources d'information**

**(02 Semaines)**

- Type de documents (Livres, Thèses, Mémoires, Articles de périodiques, Actes de colloques, Documents audiovisuels...)
- Type de ressources (Bibliothèques, Internet...)
- Evaluer la qualité et la pertinence des sources d'information

**Chapitre I-3 : Localiser les documents**

**(01 Semaine)**

- Les techniques de recherche
- Les opérateurs de recherche

**Chapitre I-4 : Traiter l'information**

**(02 Semaines)**

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

**Chapitre I-5 : Présentation de la bibliographie**

**(01 Semaine)**

- Les systèmes de présentation d'une bibliographie (Le système Harvard, Le système Vancouver, Le système mixte...)
- Présentation des documents.
- Citation des sources

## Partie II : Conception de mémoire

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### Mode d'évaluation :

Examen : 100%

### Références bibliographiques :

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

## **Proposition de quelques matières de découverte**

**Semestre:**  
**Unité d'enseignement: UED**  
**Matière 1: Optoélectronique**  
**VHS: 22h30 (Cours: 1h30)**  
**Crédits: 1**  
**Coefficient: 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

Faire découvrir à l'étudiant les principaux composants optoélectroniques, leurs caractéristiques, leur principe de fonctionnement ainsi que les domaines d'utilisation.

**Connaissances préalables recommandées:**

Electronique fondamentale, Dispositifs optoélectroniques.

**Contenu de la matière:**

**Chapitre 1 : Eléments de Photométrie**

Sources optiques (primaire, secondaire), Flux lumineux, Angle solide, intensité lumineuse, luminance et éclairage d'une source optique. Grandeurs spectrales. Photométrie énergétique et visuelle. Température de couleur. Source Lambertienne, ...

**Chapitre 2 : Photoémetteurs**

Technologies et caractéristiques, Diagramme de directivité, ...

- La source LED
- La photodiode PIN
- La diode Laser, ....

**Chapitre 3 : Photorécepteurs**

Photodiode, Phototransistor, Cellules photovoltaïques, CCD

**Chapitre 4 : Exemples d'applications**

Détecteur de mouvement (opto-coupleur à fourche), Opto-coupleur pour isolation galvanique, Détecteur de luminescence, Détecteur de contraste, Détecteur de couleur, Générateur photovoltaïque, ...

**Chapitre 5: Les fibres optiques**

Rappels sur la réfraction. Les différents types de fibres optiques (Technologies et caractéristiques). Principes de la propagation de la lumière dans une fibre optique. Dispersion, Pertes et atténuations dans une fibre optique

**Mode d'évaluation:**

Examen: 100%.

**Références bibliographiques :**

1. P. Bhattacharya, *Semiconductor optoelectronic devices*, Prentice Hall 1997.
2. E. Rosencher, *Optoélectronique*, 2e édition, Dunod, 2002.
3. R. Maciejko, *Optoélectronique*, Presses internationales Polytechnique, 2002.
4. K. Booth, *The essence of optoelectronics*, Prentice Hall 1998.
5. J. Wilson, *Optoelectronics – an introduction*, 3th ed., Prentice-Hall 1998.
6. J. Singh, *Semiconductor optoelectronics*, McGraw Hill, Inc., 1995.
7. D. Decoster, *Détecteurs optoélectroniques*, Lavoisier, 2002

**Semestre: 1**  
**Unité d'enseignement: UED**  
**Matière 2: Systèmes énergétiques autonomes**  
**VHS: 22h30 (Cours: 1h30)**  
**Crédits: 1**  
**Coefficient: 1**

### **Objectifs de l'enseignement:**

Susciter l'intérêt de l'étudiant aux énergies renouvelables en général et aux systèmes énergétiques exploitant l'énergie solaire ou éolienne en particulier. Faire acquérir à l'étudiant une certaine compétence dans le dimensionnement d'une installation éolienne ou photovoltaïque.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Connaissances générales

### **Contenu de la matière:**

#### **Chapitre 1 : Dispositifs de production d'énergie électrique,**

Notions sur les transformations d'énergie (mécanique ; thermique ; hydraulique, ...), Historique (Volta, Oersted, Faraday, etc.), l'alternateur, la dynamo, les modes de production de l'énergie électrique (centrale électrique hydraulique, les centrales thermiques). Les sources d'énergies non renouvelables (fossiles et nucléaires). Les sources d'énergies renouvelables.

#### **Chapitre 2 : Energie éolienne**

Historique, principe et structure, Caractéristiques et dimensionnement, Carte du gisement éolien en Algérie, Parcs éoliens et puissance, Normes, Avantages et inconvénients. Exemple d'une installation éolienne.

#### **Chapitre 3 : Systèmes hybrides**

Systèmes Hybrides (Hydrolienne, Principe de fonctionnement de l'hydrolienne, Les différents types d'hydroliennes et les exploitants,...)

#### **Chapitre 4 : Energie solaire photovoltaïque**

Principe d'une installation photovoltaïque, le gisement solaire en Algérie, Technologies des cellules photovoltaïques, Les modules photovoltaïques, MPPT, Caractéristiques et connectique photovoltaïque, Normes. L'onduleur (rôle, principe, caractéristiques et rendement). Exemple d'une installation photovoltaïque.

#### **Chapitre 5 : Autres sources d'énergies renouvelables**

Les familles d'énergie renouvelables (énergie solaire, énergie éolienne, énergie hydraulique, Biomasse, Géothermie). Les différentes énergies renouvelables dans le monde. Rentabilité.

### **Mode d'évaluation:**

Examen: 100%.

### **Références bibliographiques :**

1. J. Vernier, *Les énergies renouvelables*, édition PUF, 2012
2. E. Riolet, *Le mini-éolien*, édition Eyrolles, 2010
3. A. Labouret et M. Viloz, *Energie solaire photovoltaïque*, Editions du Moniteur 2009
4. B. Fox, *Energie électrique éolienne : Production, prévision et intégration au réseau*, Collection Technique et Ingénierie, Dunod/L'Usine Nouvelle 2015 (2<sup>e</sup> édition)

5. A. Damien, *La biomasse énergie: Définitions, ressources et modes de transformation*, Collection Technique et Ingénierie, Dunod/L'Usine Nouvelle 2013 (2<sup>e</sup> édition)
6. A. Labouret, M. Viloz, *Installations photovoltaïques: Conception et dimensionnement d'installations raccordées au réseau*, Collection Technique et Ingénierie, Dunod/Le Moniteur 2012 (5<sup>e</sup> édition)
7. <http://www.cder.dz/spip.php?article1442>

**Semestre**  
**Unité d'enseignement Découverte: UED**  
**Matière 3 : Electroacoustique et analyses vibratoires**  
**VHS: 22h30 (Cours: 1h30)**  
**Crédits: 1**  
**Coefficient: 1**

### **Objectifs de l'enseignement:**

Acquérir des notions d'acoustique, d'électroacoustique (mesures et analyses des bruits, prise de son et enregistrement, chaîne électroacoustique, analogie électro-mécanique-acoustique). Application du Traitement du Signal à la surveillance des machines tournantes par analyse vibratoires.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Des notions de base en physique (ondes et vibrations), Electronique, Electrotechnique et Traitement du Signal.

### **Contenu de la matière:**

#### **Chapitre 1 : Notions d'acoustique**

**(4 semaines)**

Définition d'une onde acoustique, de pression acoustique, de vitesse acoustique, d'accélération acoustique et d'impédance acoustique ; Production et modes de propagation des ondes acoustiques ; Équation générale de propagation en termes de pression acoustique et solutions : onde plane et onde sphérique,  
 Réflexion et Réfraction des ondes acoustiques,  
 Niveau acoustiques, bandes de fréquences d'analyse des bruits et vibrations,  
 Perception auditive, Courbes isosoniques et Filtres de pondération

#### **Chapitre 2 : Électro-acoustique**

**(5 semaines)**

Chaîne électroacoustique : source sonore, microphone électrostatique, amplificateur de puissance, haut-parleur (électrodynamique),  
 Prise de sons et enregistrement sur différents supports,  
 Mesures et analyse des bruits : description et fonctionnement d'un sonomètre, calibration du microphone, évaluation des nuisances sonores.  
 Audiométrie automatique  
 Analogie électro-mécano-acoustique

#### **Chapitre 3 Mesures et analyses vibratoires**

**(6 semaines)**

Vibration, origines des vibrations, différents types de vibrations (libres, forcées, résonances, auto-excitées),  
 Signaux vibratoires : harmonique, périodique complexe, aléatoire, transitoire, représentations temporelle et fréquentielle,  
 Application du traitement du signal à l'analyse vibratoire : notion de Spectre, d'Auto-corrélation et du Cepstre,  
 Stratégies de maintenance des machines tournantes et paramètres de surveillance,  
 Chaîne de mesure des vibrations,  
 Exploitations des résultats de mesures.(diagnostic et détection des défauts, ...)

### **Mode d'évaluation:**

Examen: 100%.

### **Références bibliographiques:**

1. J. Joughaneau, *Notions Élémentaires d'Acoustique, Electroacoustique.*

2. *Michel Bruneau, Manuel d'acoustique fondamentale*
3. *Mario Rossi, Électroacoustique, EPFL, 1979.*
4. *Graham Kelly, Mechanical Vibrations: Theory and Applications.*
5. *M. Kunt, Traitement Numérique des signaux, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes (PPUR).*
6. *Analyse vibratoire des machines tournantes, Techniques de l'Ingénieur.*

**Semestre :**  
**Unité d'enseignement : UED**  
**Matière 4 : Compatibilité électromagnétique**  
**VHS : 22h30 (Cours : 1h30)**  
**Crédit : 1**  
**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

Appliquer les lois générales de l'électromagnétisme aux problèmes de pollution électromagnétique de l'environnement et de son effet sur les systèmes électroniques. Acquérir une approche globale de recherche des causes potentielles de perturbation dans un environnement donné. Choisir une technique de protection optimale.

**Connaissances préalables recommandées :**

Notions de bases en mathématiques, statistiques et traitement de signal.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Introduction à la compatibilité électromagnétique (CEM)**

Organismes de réglementation, Présentation générale, Exemples de normes, Terminologie employée.

**Chapitre 2 : Sources de Perturbations**

Classification selon W. Duff, Sources permanentes/Intermittentes, Sources impulsionnelles (i- arcs électriques, foudre, décharges ESD, ii- contacts électrique et charge inductive, iii- décharge électrostatique).

**Chapitre 3 : Etude des couplages**

Couplage par impédance commune, Couplage capacitif, Couplage inductif, Couplage par rayonnement électromagnétique

**Chapitre 4 : Les techniques de protection en CEM**

Disposition des composants et du câblage, Les blindages, Le filtrage, La protection contre les surtensions.

**Chapitre 5 : Circuits imprimés et circuits intégrés**

Sources d'émission sur un circuit, Paramètres de quelques séries logiques, Marges de bruit statique et dynamique des séries logiques, Courants de transition – «*groundbounce*», Inductance des trous de passage «*vias*», Placement des condensateurs de Découplage, Circuits simple ou double face, Alimentations en simple/double face, Circuits multicouches, Pistes, lignes de transmission, Impédances caractéristiques, Circuits d'adaptation de ligne.

**Chapitre 6 : Les méthodes d'investigation**

Les tests normalisés, Les tests d'immunité aux décharges électrostatiques, Les tests d'immunité aux perturbations conduites, Les tests d'immunité aux creux de tension, coupures brèves, Les tests d'immunité aux perturbations rayonnées, Les tests d'immunité aux champs magnétiques, Mesure des perturbations conduites émises, Mesure des perturbations conduites rayonnées.

**Mode d'évaluation :**

Examen : 100 %

**Références bibliographiques:**

1. T. Williams, *Compatibilité électromagnétique de la conception à l'homologation.*
2. Guy Gérard Champiot, *Les perturbations électriques et électromagnétiques.*

3. *JL. Cocquerelle, CEM et électronique de puissance.*
4. *A. Charoy, Parasites et perturbations des électroniques : Terres, masses, câblages.*

**Semestre :**  
**Unité d'enseignement : UED**  
**Matière 5 : Instrumentation et mesures industrielles**  
**VHS : 45h00 (Cours : 3h00)**  
**Crédit : 2**  
**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement:**

Faire découvrir à l'étudiant les techniques de mesures industrielles. Le familiariser aux systèmes de mesures industriels et l'initier aux problèmes de bruits et interférences dans l'instrumentation industrielle.

**Connaissances préalables recommandées :**

Electronique d'instrumentation, capteurs, mesures électriques et électroniques.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Notions de mesures industrielles (2 semaines)**

Rôle des instruments, Symbolisation et schémas, Caractéristiques d'un appareil de mesure (Précision, résolution, temps de réponse, étendue de mesure, linéarité, grandeur physique, ...), Les générateurs de tension (0-10V), Les générateurs d'intensité (0-20 mA et 4-20 mA). Connections (filaires avec contact à 2, 3 et 4 fils, sans fils, ...), mesures statiques et mesures dynamiques.

**Chapitre 2 : Acquisition numériques des signaux analogiques (Rappels) (2 semaines)**

Principes d'une chaîne de mesure analogique et numérique, Echantillonneur bloqueur, conditionnement, Conversion analogique numérique (CAN), exemples de CAN, Précision et résolution d'un CAN. Fonction principales de l'électronique en instrumentation (filtrage, amplification, générateur d'impulsions, ...)

**Chapitre 3 : Exemples de systèmes de mesure industriels (6 semaines)**

Introduction, appareillage classique (voltmètre, pinces ampèremétrique, mégohmmètre, ...), Thermométrie (avec et sans contacts, techniques de raccordement, tolérances, ...), Manométrie (principes généraux, les différents types, défaillances et anomalies ...), Débitmétrie (principes et exemples, l'extracteur de racine carrée, débitmètre à compensation de masse volumique, les erreurs de débitmétrie), Tachymétrie (principe et appareillage), Hygrométrie (principe et appareillage), Mesure de viscosité (principe et appareillage), Mesure de densité et masse volumique (densimétrie), Mesure du pH (pH-mètre), Chromatographie (principe et appareillage), Mesure de conductivité (principe et appareillage), Techniques d'analyse spectroscopique (principe et appareillage), ...

**Chapitre 4 : Bruits et interférences dans l'instrumentation électronique (2 semaines)**

Introduction, Origines des bruits dans les circuits électroniques, Exemples de bruits (thermique, en 1/f ...), Modèles de bruits en amplification, Les interférences, Sources des interférences cohérentes, Réduction des effets des interférences en instrumentation

**Chapitre 5 : Réseaux de mesures et bus d'instrumentation (3 semaines)**

Introduction aux bus d'instrumentation (principe, exemples, protocoles et normes), Testeurs de liaisons, analyseurs de trames, analyseurs de protocoles, mesures par le protocole HART pour Highway Addressable Remote Transducer (concepts de base, exemples, maintenance via HART)

**Mode d'évaluation :**

Examen : 100 %

**Références bibliographiques:**

1. G. Asch, *Les Capteurs en Instrumentation Industrielle*, Dunod, 2010.
2. P. Dassonville, *Les Capteurs : Exercices et problèmes corrigés*, Dunod, 2005.

3. *A. Migeon, Applications industrielles des capteurs, Hermès Science Publications, 1997.*
4. *M. Cerr, Instrumentation industrielle, Tomes 1 et 2, Edition Tech et Doc.*
5. *F. Cottet, Traitement des signaux et acquisition de données : Cours et exercices, Dunod, 1999.*
6. *G. Asch et al., Acquisition de données, 3<sup>e</sup> édition, Dunod, 2011.*
7. *J. G. Webster, Measurement, Instrumentation and Sensors Handbook, Taylor & Francis Ltd.*

**Semestre :**  
**Unité d'enseignement : UED**  
**Matière 6 : Sécurité industrielle**  
**VHS : 22h30 (Cours : 1h30)**  
**Crédit : 1**  
**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

Sensibiliser le personnel à la sécurité et l'environnement. Evaluer et traiter les risques professionnels.

**Connaissances préalables recommandées :**

Notions de bases en chimie et électrotechnique.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Eléments de maîtrise des risques**

Notions de risque, Les différents domaines de la sécurité, Les résultats de sécurité dans l'industrie, Les facteurs de succès en matière de sécurité.

**Chapitre 2 : Démarche appliquée dans les industries de procédé**

Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC), Retour d'expérience en matière de gestion des risques dans les industries de procédé, Système de Management de la sécurité (SMS), Normes qualité ISO 9000 - Version 2000

**Chapitre 3 : Risques chimiques (Identification, évaluation, Maîtrise)**

Les produits toxiques, Les produits sensibles à la chaleur, Réactions chimiques dangereuses.

**Chapitre 4 : Sécurité des installations électriques :**

Risques électriques, Nature des accidents électriques et dangers du courant électrique, Mesures de protection, Mesures de sécurité contre les effets indirects du courant électrique, Vérifications et contrôle des installations.

**Chapitre 5 : Sécurité des équipements de travail et des appareils à pression**

Réglementation et normes techniques, Contrôle des appareils à pression de vapeur et de gaz, Contrôle des machines tournantes et des appareils thermiques, Contrôle de la tuyauterie et des postes de chargement.

**Mode d'évaluation :**

Examen : 100 %

**Références bibliographiques:**

1. L.G. Hewitson, *Guide de la protection des équipements électriques*, Dunod, 2007.
2. P. Levalois, D. Gauvin, *Bilan des normes et recommandations d'exposition aux champs électromagnétiques*, 1996.
3. P. Dyevre, P. Merelan, *Effets sur la santé de l'exposition professionnelle aux rayonnements ultraviolets*, 1994.
4. Villemeur, *Sureté de fonctionnement des systèmes industriels*, Dunod, 1988.
5. A.Lannoy. *Maîtrise des risques et sureté de fonctionnement*. Editeurs : Tec et Doc
6. E. Niel, E. Craye, *Maîtrise des risques de fonctionnements des systèmes de production*, Hermès, 2005.
7. A. Leroy, *Dictionnaire d'analyse et de gestion des risques*, Hermès, 2005.
8. T. Tanzy, *Ingénierie des risques*, Hermès, 2005.

**Semestre :**  
**Unité d'enseignement : UED**  
**Matière 7 : Robotique**  
**VHS : 22h30 (Cours : 1h30)**  
**Crédit : 1**  
**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

Introduire l'étudiant aux aspects fondamentaux de la robotique et aux récents développements dans le domaine de la robotique industrielle.

**Connaissances préalables recommandées :**

Aucune.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Généralités**

Définitions, Constituants d'un robot, Classification des robots, Caractéristiques d'un robot, Les générations de robot, Programmation des robots.

**Chapitre 2 : Degré de libertés - Architecture**

Positionnement d'un solide dans l'espace, Liaison, Mécanismes, Morphologie des robots, manipulateurs

**Chapitre 3 : Modèle géométrique d'un robot en chaîne simple**

Nécessité d'un modèle, Coordonnées opérationnelles, Translation et rotation, Matrices de transformation homogène, Obtention du modèle géométrique, Paramètres de Denavit-Hartenberg modifié, Inversion du modèle géométrique - Méthode de Paul, Solutions multiples – Espace de travail – Aspects

**Chapitre 4 : Technique de simplification**

Vitesse et accélération des robots, Matrice Jacobéenne et son utilité, Définition des équations en direct et en inverse, Signification des singularités.

**Mode d'évaluation :**

Examen : 100 %

**Références bibliographiques:**

1. H. Asada, J.J.E. Slotine, *Robot Analysis and Control, a Wiley Interscience Publication, 1986.*
2. J.J. Craig, *Introduction to Robotics, Mechanics and Control, Addison-Wesley, 1989.*

**Semestre :**  
**Unité d'enseignement : UED**  
**Matière 8 : Réglage des Entraînements Electriques**  
**VHS : 45h (Cours : 3h00)**  
**Crédit : 2**  
**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement:**

Initier les étudiants à se familiariser avec le réglage les entraînements électriques, à savoir : Entraînements à vitesse variable, ou "servo entraînements" lesquels requièrent un contrôle permanent du mouvement.

**Connaissances préalables recommandées :**

Notions de base sur l'électrotechnique et l'électricité ainsi que la régulation automatique.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Introduction aux entraînements réglés**

- 1.1 Définition des entraînements réglés
- 1.2 Les utilisateurs des entraînements
- 1.3 Objectifs du cours
- 1.4 Les applications des entraînements dans l'industrie des machines

**Chapitre 2 : Entraînement avec machine DC**

- 2.1 Introduction
- 2.2 Modélisation mathématique
  - 2.2.1 Rappel : construction et fonctionnement du moteur DC
  - 2.2.2 Equations caractéristiques
  - 2.2.3 Schéma fonctionnel
  - 2.2.4 Modèle électrique de la machine DC
  - 2.2.5 Constantes de temps mécaniques et électriques
  - 2.2.6 Caractéristique couple-vitesse de la machine à excitation séparée en régime permanent constant
- 2.3 Alimentation par variateur de courant continu
  - 2.3.1 Fonctionnement
  - 2.3.2 Caractéristique statique
  - 2.3.3 Commande du variateur de courant par modulation de largeur d'impulsion (PWM)
- 2.4 Récupération d'énergie
- 2.5 Régulation de courant
  - 2.5.1 Régulateur linéaire de type PI analogique
- 2.6 Régulation de vitesse
  - 2.6.1 Structure du système de régulation de vitesse
  - 2.6.2 Modélisation du système à régler
  - 2.6.3 Choix et principe d'ajustage du régulateur de vitesse
  - 2.6.4 Synthèse du régulateur pour la magnétisation nominale

**Chapitre 3 : Entraînement avec machine synchrone auto-commutée**

- 3.1 Principe de fonctionnement de la machine synchrone
- 3.2 Démarrage
- 3.3 Mise au point sur la terminologie : moteurs DC brushless et AC brushless
  - 3.3.1 Introduction
  - 3.3.2 Moteur à courant continu sans collecteur
  - 3.3.3 Structure du moteur à courant continu sans collecteur
  - 3.3.4 Contrôle du couple
  - 3.3.5 Distributions magnétiques du bobinage statorique et de l'aimant permanent
  - 3.3.6 Conclusion sur la machine DC brushless

- 3.4 Modélisation mathématique de la machine synchrone auto-commutée ("AC brushless")
  - 3.4.1 Equations de tension
  - 3.4.2 Couple électromagnétique
  - 3.4.3 Déphasage entre le courant et la FEM
- 3.5 Alimentation par convertisseur de fréquence
- 3.6 Une première stratégie de pilotage : la commande scalaire de la machine synchrone auto-commutée
  - 3.6.1 Mesure de la position angulaire
  - 3.6.2 Asservissement de courant
- 3.7 Commande vectorielle de la machine synchrone auto-commutée

## **Chapitre 4 : Entraînement avec machine asynchrone**

- 4.1 Généralités sur la machine asynchrone
  - 4.1.1 Constitution
  - 4.1.2 Principe de fonctionnement
- 4.2 Modélisation mathématique en régime sinusoïdal permanent
  - 4.2.1 Schéma équivalent d'une phase statorique
  - 4.2.2 Couple électromagnétique en régime sinusoïdal permanent
- 4.3 Commande scalaire de la machine asynchrone
  - 4.3.1 Commande à flux d'entrefer constant
  - 4.3.2 Régime d'affaiblissement de champ
- 4.4 Commande vectorielle de la machine asynchrone
  - 4.4.1 Equations de la machine asynchrone dans le référentiel statorique
  - 4.4.2 Couple électromagnétique
  - 4.4.3 Equations la machine asynchrone dans le référentiel tournant à la vitesse synchrone
  - 4.4.4 Orientation du système d'axes (tournant) par rapport au flux rotorique
  - 4.4.5 Fonctions de transfert tension-courant

### **Mode d'évaluation :**

Examen : 100 %

### **Références bibliographiques:**

1. Jean Bonal, Guy Séguier, *Entraînements électriques à vitesse variable, Tome 1, collection Schneider 1997.*
2. Jean Bonal, Guy Séguier, *Entraînements électriques à vitesse variable, Tome 2, collection Schneider 1998.*
3. Jean Bonal, Guy Séguier, *Entraînements électriques à vitesse variable, Tome 3, collection Schneider 1998.*
4. Michel Pinard. *Commande électronique des moteurs électriques, Dunod, 2004.*
5. Loron Luc. *Commande des systèmes électriques, Lavoisier, 2000.*
6. J.-P. Caron, J.P. Hautier, *Modélisation et commande de la machine asynchrone, Technip, 1995.*
7. G. Grellet, G. Clerc, *Actionneurs électriques, Principes, Modèles, Commandes, Eyrolles, 1996.*
8. J. Lesenne, F. Notelet, G. Séguier, *Introduction à l'électrotechnique approfondie, Technique et Documentation, 1981.*
9. J. Caron, J. Hautier, *Modélisation et Commande de la Machine Asynchrone, Edition Technip, Paris, France, 1995.*
10. R. Chauprade. *Commandes des moteurs à courant alternatif (Electronique de puissance), 1987.*
11. R. Chauprade. *Commandes des moteurs à courant continu (Electronique de puissance), 1984.*

**Semestre :**  
**Unité d'enseignement : UED**  
**Matière 9 : Bio instrumentation et biocapteurs**  
**VHS : 22h30 (Cours : 1h30)**  
**Crédit : 1**  
**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

Ce cours est destiné à se familiariser avec les dispositifs capables de prélever les signaux physiologiques et biologiques.

**Connaissances préalables recommandées :**

Systèmes de transduction fondamentaux, Electronique fondamentale, Chimie générale.

**Contenu de la matière :**

1. Origine du signal biologique
2. Bruit dans les systèmes biologiques
3. Electrode électrochimique, équation de Nerst, Nernst
4. Capteurs ioniques et ampérométriques
5. Enregistrement ECG, EMG, EEG
6. Enregistrement du signal respiratoire
7. Enregistrement du signal de débit sanguin
8. Bio récepteur enzymatique, Biocapteurs
9. Application biomédicale et environnementale

**Mode d'évaluation :**

Examen : 100 %

**Références bibliographiques:**

1. *Tran Minh Canh, Les biocapteurs, Elsevier-Masson, 1991*
2. *G. Broun et C. Moreau, Les équipements biomédicaux à l'hôpital et au laboratoire, Maloine, 1998.*
3. *R. Normann, Principles of Bioinstrumentation, Wiley, 1988.*
4. *T. Thomas, D.A. Corlis, J. Bailey, The Psychophysical Measurement of Visual Function, Butterworth-Heinemann 2003.*

**Semestre :**  
**Unité d'enseignement : UED**  
**Matière 10 : Méthodes et outils pour le control non destructif**  
**VHS : 22h30 (Cours : 1h30)**  
**Crédit : 1**  
**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

Ce cours constitue une aide aux choix des méthodes et techniques de contrôles non destructifs (CND) pour les équipements industriels statiques et dynamiques. Il permet aux étudiants de se familiariser avec ce type de contrôle avancé.

**Connaissances préalables recommandées :**

Physique, électronique, capteurs, appareils de mesure, automatique.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Rappels des principes de la maintenance conditionnelle**

Les paramètres de surveillance, L'organisation de la maintenance conditionnelle.

**Chapitre 2 : Les contrôles non destructifs (CND) des équipements statiques :**

Adopter une démarche de CND, Concevoir des capacités métalliques sous pression, Identifier les risques de dégradation, Préparer les CND, Appliquer la réglementation, Choisir les méthodes et outils CND.

**Chapitre 3 : Les contrôles des équipements dynamiques**

La surveillance vibratoire des machines tournantes, Etablir un budget d'acquisition des moyens de surveillance vibratoire, Les analyses d'huile

**Chapitre 4 : Les systèmes experts**

**Mode d'évaluation :**

Examen : 100 %

**Références bibliographiques:**

1. Jean Claude Francastel, Ingénierie de la maintenance de la conception à l'exploitation d'un bien, Edition Dunod, 2007.
2. Nicolas Liebeaux, Modélisation de Capteurs Électromagnétiques: Application au contrôle non destructif par courants de Foucault, Editions universitaires européennes, 2010.
3. Jean Perdijon, Le contrôle non destructif par ultrasons, Hermes Science Publications, 1993.
4. ICNDT, The International Committee for Non-Destructive Testing : <http://www.icndt.org/>
5. EFNDT, European Federation for Non-Destructive Testing : <http://www.efndt.org/>
6. CIVA, logiciel de contrôle non destructif développé et édité par le CEA : <http://www-civa.cea.fr/>
7. Cofrend - Qui est la Cofrend ? : [www.cofrend.com](http://www.cofrend.com).
8. Precend - Qui sommes-nous ? : [www.precend.fr](http://www.precend.fr)
9. ECND-PdL : [www.ecnd-pdl.fr](http://www.ecnd-pdl.fr)
10. American Society for Non Destructive Testing : [www.asnt.org](http://www.asnt.org)

**Semestre :**  
**Unité d'enseignement : UED**  
**Matière 11 : Outils pour la maintenance en instrumentation**  
**VHS : 22h30 (Cours : 1h30)**  
**Crédit : 1**  
**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

Cette matière, fournit pour l'étudiant un outil de référence pour des pratiques de l'industrie en matière de maintenance en instrumentation. Il vise à aider les personnes concernées à appliquer de bonnes méthodes de maintenance en s'assurant de la pleine utilisation des ressources, internes et externes.

**Connaissances préalables recommandées :**

Notions en maintenance industrielle.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Organisation générale de la maintenance**

Les fonctions élémentaires de la maintenance, Préparer le recours aux services extérieurs.

**Chapitre 2 : Mise en œuvre des structures**

L'organisation de la maintenance, Les systèmes de communication/information, La mobilisation des moyens en personnel.

**Chapitre 3 : Les méthodes de maintenance**

Le tronc commun des méthodes de maintenance, Evaluer les risques de défaillance, Faire des choix parmi les démarches analytiques, Faire des choix parmi les méthodes stratégiques, Mise en oeuvre des méthodes, assurer la qualité du service de maintenance, Assurer la sécurité des travaux de maintenance, Préparer l'ordonnancement des travaux de maintenance.

**Mode d'évaluation :**

Examen : 100 %

**Références bibliographiques:**

1. Jean Claude Francastel, *Ingénierie de la maintenance de la conception à l'exploitation d'un bien*, Edition Dunod, 2007.
2. *Ouvrage collectif, Maintenance Industrielle*, Ed. AFNOR, 1996.
3. J. Héng, *Pratique de la maintenance préventive : Mécanique-Pneumatique-Hydraulique-Électricité, Froid*, Dunod, 2002.
4. F. Monchy, *La fonction maintenance, formation à la gestion de la maintenance industrielle*, Ed. Masson, 1987.
5. D. Boitel et C. Hazard, *Guide de la maintenance*, Ed. Nathan Technique, 1987.
6. F. Boucly et A. Ogus, *Le management de la maintenance*, Ed. AFNOR Gestion, 1988.
7. E. Niel, E. Craye, *Maîtrise des risques de fonctionnements des systèmes de production*, Hermès, 2005.
8. N. Limnios, *Arbre de défaillance*, Hermès, 2005.
9. A. Leroy, *Dictionnaire d'analyse et de gestion des risques*, Hermès, 2005.
10. T. Tanzy, *Ingénierie des risques*, Hermès, 2005.

**Semestre :**  
**Unité d'enseignement : UED**  
**Matière 12 : Maintenance industrielle et diagnostic**  
**VHS : 22h30 (Cours : 3h00)**  
**Crédit : 2**  
**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement:**

Maîtrise des causes, modes et mécanismes des défaillances. Maîtrise des méthodes internes et externes de diagnostic. Capacité d'appliquer les tests de décision.

**Connaissances préalables recommandées :**

Instrumentation industrielle, Capteurs, Pratique de la maintenance en instrumentation, Probabilités et statistiques.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Concepts de maintenance**

Définition des systèmes et composants - Maintenance et sûreté de fonctionnement - Fiabilité, Maintenabilité, Disponibilité, Sécurité - Taches de maintenance - Niveaux de maintenance - Maintenance basée sur la fiabilité - Totale productive maintenance.

**Chapitre 2 : Classification des défaillances**

Définitions - Classification des défaillances en fonction des causes - Classification des défaillances en fonction du degré - Classification des défaillances en fonction de la vitesse d'apparition - Classification des défaillances en fonction de la vitesse d'apparition et du degré - Classification des défaillances en fonction de la date d'apparition - Classification des défaillances en fonction des effets - Défauts et pannes.

**Chapitre 3 : Diagnostic et méthodes**

Notion de causalité - Définition du diagnostic - Classification des méthodes de diagnostic - Procédure de diagnostic - Mesures - Validation des mesures - Caractérisation du fonctionnement par analyse de signatures - Détection d'un dysfonctionnement.

**Chapitre 4 : Méthodes de diagnostic par modélisations fonctionnelles et matérielles**

Techniques d'analyse fonctionnelle - Arbres fonctionnels et matériels - Analyse des modes de défaillances et de leurs effets - Arbre de défaillance.

**Chapitre 5 : Méthodes de diagnostic par modélisation physique**

Méthode du modèle - Méthodes de diagnostic par identification de paramètres - Méthodes de diagnostic par estimation du vecteur d'état - Méthodes de diagnostic par modélisation des signatures.

**Chapitre 6 : Méthodes de diagnostic par analyse des signatures externes**

Méthodes de diagnostic externe - Méthode de diagnostic par reconnaissance des formes - Méthode de diagnostic par réseaux de neurones - Méthode de diagnostic par systèmes experts.

**Chapitre 7 : Décision en diagnostic**

Tests statistiques de décision - Tests de Bayes - Test du minimax - Test de Neyman-Pearson - Tests composites.

**Mode d'évaluation :**

Examen : 100 %

**Références bibliographiques:**

1. F. Monchy, Maintenance : Méthodes et organisation, Dunod 2000.
2. G. Zwinglestein, La maintenance basée sur la fiabilité, Hermes 1996.
3. G. Zwinglestein, Diagnostic des défaillances, Hermes 1995.
4. *Villemeur, Sûreté de fonctionnement des systèmes industriels, Dunod, 1988.*

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

Université.....  
Faculté.....  
Département.....

Filière :.....  
Spécialité :.....  
Année universitaire 20... /20....

Le...../...../20....

**PROCES VERBAL CONCERNANT LE CHOIX DES MATIERES DE DECOUVERTE DE LA  
PREMIERE ANNEE MASTER**

Les enseignants, soussignés, après délibération ont arrêté le choix des matières de découverte du master ..... proposées dans le canevas de ce master. A ce propos, les enseignants\* dont les noms suivent s'engagent à assurer l'enseignement de ces matières. Dans le cas où l'équipe de formation choisit une matière dont le programme n'est pas disponible dans le canevas, le responsable de la filière s'engage à adresser ce programme au CPND-ST pour enrichissement et validation.

\* A chaque matière, il est possible d'indiquer le nom de l'enseignant principal et éventuellement le nom d'un enseignant suppléant.

Semestres	Matières de découverte	Enseignants
S1	<u>Matière 1 :</u> <u>Matière 2 :</u>	
S2	<u>Matière 1 :</u> <u>Matière 2 :</u>	

Observations :.....  
.....

Noms et Prénoms des enseignants		Matières enseignées	Semestre	Emargements
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				

Le responsable de la filière

Le chef du département

**Rappels :** La nature des matières de découverte doivent apporter un complément à la formation et doivent être choisies en fonction des besoins du tissu socio-économique local ou régional et de la disponibilité des enseignants spécialistes en la matière.

Copies aux VRP/VDP

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

Université.....  
Faculté.....  
Département.....

Filière :.....  
Spécialité :.....  
Année universitaire 20... /20....

Le...../...../20....

**PROCES VERBAL CONCERNANT LE CHOIX DES MATIERES DE DECOUVERTE DE LA  
DEUXIEME ANNEE MASTER**

Les enseignants, soussignés, après délibération ont arrêté le choix des matières de découverte du master ..... proposées dans le canevas de ce master. A ce propos, les enseignants\* dont les noms suivent s'engagent à assurer l'enseignement de ces matières. Dans le cas où l'équipe de formation choisit une matière dont le programme n'est pas disponible dans le canevas, le responsable de la filière s'engage à adresser ce programme au CPND-ST pour enrichissement et validation.

\* A chaque matière, il est possible d'indiquer le nom de l'enseignant principal et éventuellement le nom d'un enseignant suppléant.

Semestres	Matières de découverte	Enseignants
S3	<u>Matière 1</u> : <u>Matière 2</u> :	

Observations :.....  
.....

Noms et Prénoms des enseignants		Matières enseignées	Semestre	Emargements
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Le responsable de la filière

Le chef du département

**Rappels** : La nature des matières de découverte doivent apporter un complément à la formation et doivent être choisies en fonction des besoins du tissu socio-économique local ou régional et de la disponibilité des enseignants spécialistes en la matière.

Copies aux VRP/VDP