الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
People's Democratic Republic of Algeria
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Ministry of Higher Education and Scientific Research

LOGO
De l'université

عرض تكوين
ل. م . د

ماستر أكاديمية

برنامج وطني

(تحيين 2026-Bis)

المؤسسة	الكلية/ المعهد	القسم

الميدان	الفرع	التخصص
علوم وتكنولوجيا	الكترونيك	أداتيه

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
People's Democratic Republic of Algeria
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Ministry of Higher Education and Scientific Research

LOGO
De l'université

OFFRE DE FORMATION
L.M.D

MASTER ACADEMIQUE

PROGRAMME NATIONAL

(Mise à jour 2026-Bis)

Etablissement	Faculté / Institut	Département

Domaine	Filière	Spécialité
Sciences et Technologies	*Electronique*	*Instrumentation*

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
People's Democratic Republic of Algeria
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Ministry of Higher Education and Scientific Research

LOGO
De l'université

Training Offer
L.M.D

ACADEMIC MASTER'S DEGREE

NATIONAL PROGRAMME

(2026-Bis Update)

Institution	Faculty / Institute	Department

Domain	Field	Specialisation
Science and Technology	*Electronics*	*Instrumentation*

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
Electronique	Instrumentation	Electronique	**1**	**1.00**
		Télécommunications	**2**	**0.80**
		Génie Biomédical	**2**	**0.80**
		Automatique	**3**	**0.70**
		Electrotechnique	**3**	**0.70**
		Electromécanique	**4**	**0.65**
		Autres licences du domaine ST	**5**	**0.60**

II – Fiches d'organisation semestrielles des enseignements de la spécialité

Semestre 1

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 1.1.1 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 : UEF 1.1.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Traitement avancé du signal 01	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Métrologie industrielle	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.1 Crédits : 11 Coefficients : 7	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 01/TP Métrologie industrielle	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	Actionneurs industriels	3	2	1h30		**1h00**	**37h30**	**37h30**	40%	60%
	Programmation avancée en Python	2	2	1h30		1h30	45h00	5h00	40%	60%
UE Découverte Code : UED 1.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	**Respect des normes et des règles d'éthique et d'intégrité**	**1**	**1**	**1h30**			**22h30**	**02h30**		**100%**
Total semestre 1		**30**	**17**	**12h00**	**6h00**	**7h00**	**375h00**	**375h00**		

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	Microcontrôleurs et DSP	6	3	**2h30**	1h30		**60h00**	**90h00**	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%
	Traitement avancé du signal 02	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	TP Microcontrôleurs et DSP	2	1			**1h00**	**15h00**	**10h00**	100%	
	TP Systèmes asservis numériques/ TP Traitement avancé du signal 02	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP VHDL - FPGA	1	1			**1h00**	**15h00**	**10h00**	100%	
	Apprentissage par projet	3	**1**	1h30		**1h00**	**37h30**	**37h30**	40%	60%
UE Transversale Code : UET 1.2 Crédits : 4 Coefficients : 4	Eléments d'IA appliquée	2	2	1h30	1h30		45h00	5h00	40%	60%
	Lean start-up	**2**	**2**	**1h30**	**1h30**		**45h00**	**05h00**	**80% (20% Atl + 60% Prj)**	**20%**
Total semestre 2		**30**	**17**	**11h30**	**7h30**	**6h00**	**375h00**	**375h00**		

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	Automates programmables industriels	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Actionneurs industriels	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Capteurs avancés et systèmes de mesure	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
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		1h30	45h00	30h00	40%	60%
UE Transversale Code : UET2.1 Crédits : 3 Coefficients : 3	Reserve engineering	2	2	1h30	1h30 Atelier		45h00	5h00	40%	60%
	Recherche documentaire et conception de mémoire	1	1	**1h00**			**15h00**	**10h00**		100%
Total semestre 3		**30**	**18**	**11h30**	**6h00**	**7h30**	**375h00**	**375h00**		

Orientations générales sur le choix des matières de découverte :

Les matières découvertes 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
- Systèmes énergétiques autonomes
- Electroacoustique et analyses vibratoires
- Compatibilité électromagnétique
- Instrumentation et mesure industrielles
- Sécurité industrielle
- Robotique
- Réglage des Entrainements Electriques
- Bio instrumentation et biocapteurs
- Méthodes et outils pour le control non destructif
- Outils pour la maintenance en instrumentation
- Maintenance industrielle et diagnostic
- Réseaux et communication industriels

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)
- Recherche opérationnelle

Semestre 4

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

	VHS	Coeff	Crédits
Travail Personnel	550	09	18
Stage en entreprise ou dans un laboratoire	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 /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:

Chapitre 1. L'amplificateur opérationnel et montages à base de l'AOp (02 semaines)
1.1. Modes de fonctionnement d'un amplificateur opérationnel (AOp)
1.2. Fonctionnement d'un AOp en mode linéaire (Amplificateur inverseur, Amplificateur non inverseur, Suiveur de tension, Amplificateur différentiel, Amplificateur additionneur ou sommateur, Intégrateur, Dérivateur, Montages logarithmique et exponentiel)
1.3. Fonctionnement d'un AOp en mode non linéaire (comparateur, AOp en régime de saturation)
1.3.1. Comparateur simple (comparateur à un seuil)
- Comparateur simple à zéro
- Comparateur simple non inverseur
1.3.2. Comparateur à deux seuils
- Comparateur Trigger de Schmitt non-inverseur
- Comparateur Trigger de Schmitt inverseur
1.3.3. Comparateur à fenêtre
- Comparateur à fenêtre-1
- Comparateur à fenêtre-2
1.4. L'utilisation de l'AOp selon ses caractéristiques (précision, bruit, produit gain-fréquence, etc.),
1.5. L'ampli d'instrumentation.
1.6. Comparaison.

Chapitre 2. Convertisseurs de signaux A-N et N-A (03 semaines)
2.1. Introduction (Rôle, Chaine de traitement numérique d'un procédé, Classification des signaux)
2.2. Conversion Analogique Numérique (CAN)
2.2.1. Echantillonneur-Bloqueur (Sample and Hold)
2.2.2. Caractéristiques des convertisseurs (Résolution d'un CAN, Pleine échelle ou plage de conversion, Caractéristique de transfert, Temps de conversion T_c, Erreur de décalage (erreur d'offset), Erreur de gain, Erreur de linéarité, Erreur de quantification)
2.2.3. Architecture des convertisseurs Analogique Numérique
- Convertisseurs à intégration (CAN simple rampe (à comptage d'impulsions), CAN double rampe (à comptage d'impulsions))
- Convertisseur à approximations successives ou à pesées successives (SAR Converter)
- Convertisseur Flash (convertisseur à comparateur parallèle ou par comparaison directe)
2.2.4. Comparaison entre les CAN
2.2.5. Convertisseur A/N basé sur un convertisseur N/A
2.3. Conversion Numérique Analogique CNA (Digital to Analog Converter DAC)

2.3.1. Caractéristiques des convertisseurs N-A (Résolution d'un CNA et plage de conversion, Caractéristique de transfert)
2.3.2. Architectures des convertisseurs numérique-analogique
- Convertisseurs numérique-analogique à réseau de résistances pondérées (ou à courants pondérés)
- Convertisseurs numérique-analogique à réseau de résistances R-2R
2.3.3. Comparaison entre le CNA

Chapitre 3. Circuits de génération d'impulsions ou de signaux (04 semaines)
3.1. Rappel sur la charge et la décharge d'un condensateur et le transistor en commutation
3.1.1. Charge et décharge d'un condensateur (Notions préliminaires, Modèle électrique d'un condensateur C, charge d'un condensateur à travers une résistance (par un échelon de tension), décharge d'un condensateur à travers une résistance R)
3.1.2. Transistor en commutation
3.2. Oscillateurs linéaires et non linéaires
3.2.1. Oscillateurs linéaires
- Oscillateurs harmoniques amortis,
- Oscillateurs harmoniques (Oscillateur à résistance négative)
3.2.2. Oscillateurs non linéaires
- Oscillateur de Van der Pol (Equation différentielle, Etude expérimentale, Approche théorique assisté par ordinateur)
3.3. Oscillateur commandé en tension (VCO)
3.4. Boucle à verrouillage de phase "PLL : Phase Locked Loop"
- Les éléments constitutifs de la PLL (Comparateur de phase (détecteur d'erreur de phase), Filtre passe-bas, Oscillateur commandé en tension (VCO)
- Principe de fonctionnement de la PLL)
3.5. Astables et Monostables (les multivibrateurs).
3.5.1. Astables (à transistors, à amplificateur opérationnel, à NE555, à portes logiques)
3.5.2. Monostables (à transistors, à amplificateur opérationnel, à NE555, à portes logiques)

Chapitre 4. Circuits de traitement des signaux (03 semaines)
4.1.But de la modulation
4.2. Structure d'un système de télécommunication
4.3. Modulation d'amplitude (AM : Amplitude Modulation), détection synchrone
4.3.1. Modulation d'amplitude à double bande latérale avec porteuse
4.3.2. Modulation d'amplitude à double bande latérale à porteuse supprimée
4.3.3. Modulation d'amplitude à bande latérale unique BLU (ou SSB pour Single Side Band)
4.3.4. Modulation d'amplitude en quadrature (QAM)
4.3.5. Démodulation synchrone ou cohérente (Démodulation du signal AM avec porteuse, Démodulation du signal AM avec porteuse supprimée, Démodulation d'un signal AM à bande latérale unique, Démodulation d'un signal QAM)
4.4. Modulation de fréquence (FM : Frequency Modulation), détection synchrone
4.4.1. Généralités sur la modulation FM (Expression d'une onde modulée en fréquence, Spectre d'un signal FM, Bande de fréquence, Puissance dans les signaux FM ; Rendement)
4.4.2. Modulateurs de fréquence (Modulation par diode varicap, Modulateur d'Armstrong)
4.4.3. Démodulation synchrone des signaux FM (Démodulation par boucle à verrouillage de phase)
4.5. Modulation de phase (PM : Phase Modulation)
4.6. Modulation par impulsions
4.6.1. Modulation analogique par impulsions
- Modulation par impulsion en amplitude (MIA)
- Modulation par impulsion en durée (MID)
- Modulation par impulsion en position (MIP)
4.6.2. Modulation numérique (digitale) par impulsions
- Modulation par impulsions codées MIC (Pulse Code Modulation, PCM)

Chapitre 5. Etude des filtres actifs **(03 semaines)**

5.1. Intérêt des filtres actifs

5.2. Caractéristiques générales (Filtrage, Fonction de transfert, Diagramme de Bode, Variable normalisées, Filtre passif et filtre actif, Principaux gabarits)

5.3. Fonctions d'approximation de filtres

5.3.1. Les filtres du second degré (Fonctions biquadratiques)

5.3.2. Diagramme de Bode du filtre passe bas du 2ème ordre

5.3.3. Filtres de Butterworth (filtre passe bas)

5.3.4. Filtres de Bessel

5.3.5. Filtres de Tchebychev (filtre passe bas)

5.4. Transposition de fréquences (transformation, changement de variable)

5.5. Synthèse de filtres actifs

5.5.1. Phases de synthèse

5.5.2. Filtre du premier ordre (Filtre passe bas du premier ordre (ou filtre à 20 dB/déc = 6 dB/octave), Filtre passe haut du premier ordre (ou filtre à 20 dB/déc = 6 dB/octave))

5.5.3. Filtre du deuxième ordre (Filtres de Sallen Key et de Rauch, Filtre passe bas du 2ème ordre (ou filtre en - 40 dB/décade), Filtre passe haut du 2ème ordre (ou filtre en 40 dB/décade), Filtre passe bande du 2ème ordre)

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40 % ; Examen : 60 %.

Références bibliographiques :

[1] . R. Damaye, Les Oscillateurs, Générateurs et synthétiseurs de signaux (2ème édition revue et augmentée), Diffusion : Editions Techniques et Scientifiques Françaises, Paris Cedex 19.

[2] . A.P. Malvino, Principes d'électronique, 6 édition ; Sciences-Sup, Dunod.

[3] . J. Millman, Micro-électronique, Ediscience.

[4] . J. Encinas, Système à verrouillage de phase (P.L.L): réalisations et applications.

[5] . H.H. Ouslimani, A. Ouslimani, Fonctions principales d'électronique : Cours et exercices résolus, Editions CASTEILLA, 2010.

[6] . F. Milsant, Cours d'électronique tome 4 ; Eyrolles, 1994.

[7] . G. Metzger, J.P. Vabre, Electronique des impulsions, Tome 1, 3e édition ; Masson, 1985.

[8] . J-D. Chatelain et R. Dessoulavy, Electronique, Tomes 1 et 2 ; Dunod.

[9] . S. Boubeker, Electronique des impulsions, OPU, 1999.

[10] . B. Haraoubia, Les amplificateurs opérationnels, Fonctionnement et applications, ENAG Editions, 1994.

Semestre:1
Unité d'enseignement: UEF 1.1.1
Matière2: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.

Chapitre 1 : Rappels sur les capteurs (01semaines)
Capteurs passifs et actifs, Grandeurs mesurables, Classifications des capteurs

Chapitre 2 : Capteurs intelligents (06semaines)

Définitions. Propriétés statiques et dynamiques. Structure interne d'un capteur intelligent : Circuits de conditionnement, Organe de traitement des données, Interface de communication. Métrologie des capteurs intelligents : Calibration, Précision et validation des mesures, Mise en service à distance,Autodiagnostic. Réseaux de capteurs

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. Dassonvalle, Les capteurs, Dunod 2013.

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

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours est conçu pour permettre à l'étudiant de :

- ✓ Maitriser et appliquer les méthodes de filtrage numérique
- ✓ Evaluer les performances d'un filtre numérique
- ✓ Comprendre le passage du domaine analogique au domaine numérique.

Connaissances préalables recommandées:

L'étudiant devra posséder les connaissances suivantes :

- ✓ Les bases mathématiques ;
- ✓ Transformée de Fourier discrète (TFD)
- ✓ Le filtrage analogique (analyse et synthèses) ;

Contenu de la matière:

Chapitre 1. Rappels sur les filtres analogiques (3 semaines)

- Caractéristiques des filtres
- Différents types du filtre analogiques
- Dimensionnement des filtres de : Butterworth, Bessel, Chebychev I et II, Elliptique. Normalisation et dénormalisation des fréquences.

Chapitre 2. Les systèmes linéaires discrets invariants dans le temps (3 semaines)

- Rappels sur l'échantillonnage
- Transformé en Z et Transformée en Z inverse
- Caractéristiques des systèmes discrets linéaires invariants (linéarité, équation récurrente, récursivité, invariance temporelle, réponse impulsionnelle, fonction de transfert, causalité critère de stabilité,…)

Chapitre 3. Analyse et synthèse des filtres numériques (4 semaines)

- Filtres numériques
- Gabarit fréquentiel
- Structure des filtres RIF et RII
- Stabilité et implémentation des filtres numériques (RIF et RII)
- Filtre numérique à minimum de phase
- Analyse des filtres RIF et RII
- Synthèse des filtresRIF(par fenêtrage, par échantillonnage fréquentiel)
- Synthèse des filtres RII (par invariance impulsionnelle, par transformation bilinéaire)

Chapitre 4. Filtres numériques multicadences (2 Semaines)

- Sous échantillonnage et suréchantillonnage
- Systèmes multicadence et analyse spectrale
- Banc de filtres et décomposition polyphases
- Applications de traitement multicadence

Chapitre 6. Transformation en ondelettes (3 semaines)

- Dualité temps-fréquence et transformée de Fourier à court terme. Inconvénients.
- Ondelettes continues, discrètes (DWT) et ondelettes dyadiques
- Exemples de DWT (Haar, Daubechies, …etc)
- Analyse multi-résolution
- Version lifting de la DWT

- Exemples d'applications

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

[1] . J. *G. Proakis and D. G. Manolakis, Digital Signal Processing: Principles, Algorithms and Applications. Third Edition, Macmillan, 1996.*

[2] . A. V. Oppenheim, R. W. Schafer: Discrete-time signal processing, Prentice Hall, 1999, 2nd edition

[3] . M. Bellanger : Traitement numérique du signal : Théorie et pratique, 8e édition, Dunod, 2006.

[4] . Messaoud Benidir : Méthodes de base pour l'analyse et le traitement du signal, Dunod, 2004.

[5] . Y. Mori, ''Filtrage numérique''. Vol. IV, Hermès-Lavoisier. 2006

[6] . Y. Mori, ''Filtrage numérique en traitement du signal - Exercices et travaux pratiques''. Hermès-Lavoisier.

[7] . M. Kunt, "Traitement Numérique des Signaux",Dunod, Paris, 1981 ;

[8] . D.Schlichthärle, "Digital Filters Basics and Design" 2e edition, Springer, 2011 ;

[9] . [9]. F. Cottet, Traitement des signaux et acquisition de données- Cours et exercices corrigés, 4e édition, Dunod, Paris, 2015.

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 et incertitudes. Notions d'erreurs (aléatoires, systématiques, accidentelles « fidélité et justesse »). 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.. Causes d'erreurs (étalonnage, sensibilité, linéarité, précision, répétabilité, reproductibilité, résolution, hystérésis … etc.). Calculs d'erreurs. 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.htmlFM

Semestre:1
Unité d'enseignement: UEM1.1
Matière1: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 bruité, Filtrage des signaux parasités
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, 3e 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: UEM1.1
Matière2: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. Dassonvalle, Les capteurs, Dunod 2013.

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEM 1.1
Matière 3:TP Traitement avancé du signal 1/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.
Les travaux pratiques de la deuxième partie sont réalisés par le logiciel Proteus/ISIS et expérimentalement.

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 1– Une fois par quinzaine

TP1 : Analyse, Synthèse (méthode des fenêtres) et implémentation d'un filtre numérique RIF

TP2 : Analyse, Synthèse par transformation bilinéaire (cas des filtres de Butterworth et Tchebychev) et implémentation d'un filtre numérique RII

TP3 : Application du filtrage numérique

TP4 : Mise en œuvre d'un banc de filtres numériques

TP5 : Débruitage d'un signal par transformée en ondelette discrète

TP Métrologie industrielle– Une fois par quinzaine

TP1 : Etude des modes d'évaluation des incertitudes de mesure.
TP2 : Etude de la traçabilité métrologique**.**
TP3 : Estimation de la mesure par la 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", 8e édition, Dunod, 2006
[5] .Lorenzo Zago, Bases de métrologie, Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud, 2012.
[6] .P-A. Paratte, Traité d'électricité, volume XVII, Systèmes de mesure, Presses polytechniques romandes.
[7] .J. P. Bentley, Principles of measurement systems, Pearson education, 2005.
[8] .D. Barchesi, Mesure physique et Instrumentation, Ellipses 2003.
[9] .J.P. Holman, Experimental Methods for Engineers, McGraw-Hill 1994.
[10] .

Semestre 1
Unité d'enseignement: UEM1.1
Matière : Actionneurs industriels
VHS: 37 h 30 (Cours: 1h30, TP: 1h 00)
Crédits: 3
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours vise à fournir aux étudiants une compréhension approfondie des actionneurs industriels, en mettant l'accent sur leur fonctionnement, leur commande et leurs applications dans les systèmes automatisés. À la fin du module, les étudiants seront capables de sélectionner, concevoir et mettre en œuvre des actionneurs appropriés pour diverses applications industrielles.

Connaissances préalables recommandées

Electronique fondamentale 1 et 2, Mesures électriques et électroniques.

Contenu de la matière :

Le nombre de semaines affichées sont indiquées à titre indicatif. Il est évident que le responsable du cours n'est pas tenu de respecter rigoureusement ce dimensionnement ou bien l'agencement des chapitres.

Chapitre 1 : Introduction aux Actionneurs Industriels (3 Semaines)
Introduction aux actionneurs industriels : définition, rôle et importance dans les systèmes automatisés. Types d'actionneurs industriels : électriques, hydrauliques, pneumatiques, électromagnétiques, etc. Principaux critères de sélection des actionneurs : puissance, vitesse, précision, fiabilité, coût, etc.

Chapitre 2 : Actionneurs Électriques Actionneurs Hydrauliques et Pneumatiques (6 Semaines)
Fonctionnement des actionneurs électriques : moteurs à courant continu, moteurs pas à pas, servomoteurs, etc. Principes de base de la conversion électromécanique : force magnétique, couple, vitesse, etc. Commande des actionneurs électriques : contrôle en boucle ouverte, contrôle en boucle fermée, techniques de modulation de largeur d'impulsion (PWM), etc.

Fonctionnement des actionneurs hydrauliques : vérins hydrauliques, pompes, valves, etc. Fonctionnement des actionneurs pneumatiques : vérins pneumatiques, compresseurs, distributeurs, etc. Avantages et inconvénients des systèmes hydrauliques et pneumatiques par rapport aux systèmes électriques.

Chapitre 3 : Commande et Contrôle des Actionneurs (4 Semaines)
Techniques de commande des actionneurs industriels : contrôle analogique, contrôle numérique, contrôle proportionnel, contrôle séquentiel, etc. Interfaces de contrôle : capteurs de position, capteurs de force, contrôleurs programmables, etc. Rétroaction et surveillance des actionneurs :techniques de détection des pannes, diagnostic, maintenance préventive, etc.

Travaux pratiques :

Connaissances préalables recommandées

Pour réussir ce TP, les étudiants devraient avoir des connaissances préalables dans les domaines suivants :

- Électronique de base (circuits électriques, composants électroniques).
- Physique générale (principes de base des mesures physiques).

- Mathématiques de base (analyse, statistiques).
- Compétences en programmation (pour l'acquisition et le traitement des données).

Les travaux pratiques seront structurés autour des modules suivants :

TP Actionneur industriels

- **TP5 :** Exploration des Actionneurs
- **TP6 :** Contrôle de Moteur Électrique
- **TP7 :** Manipulation de Vérins Hydrauliques
- **TP8 :** Commande de Vérins Pneumatiques
- **TP9 : Systèmes d'acquisition de données**
  - Objectif : Concevoir et mettre en œuvre un système d'acquisition de données, en intégrant des actionneurs dans un système automatisé.
  - Activités : Utilisation d'ADC, d'amplificateurs de signal, et de filtres pour acquérir et traiter des données de capteurs et activer les actionneurs.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu (40%), Examen final (60%)

Références bibliographiques :

[1] G. Asch, « Les Capteurs en Instrumentation Industrielle », Dunod, 2010.

[2] P. Dassonvalle, « Les Capteurs : Exercices et problèmes corrigés », Dunod, 2005.

[3] T. Lang, « Electronique des systèmes de mesure », Masson, 1992.

[4] G. Asch, « Acquisition de données : du capteur à l'ordinateur », Dunod, 2003.

[5] F. Cottet, « Traitement des signaux et acquisition de données : Cours et exercices », Dunod, 1999.

[6] M. Cerr, « Instrumentation industrielle » , Tomes 1 et 2 ; Edition Tech et Doc.

[7] G. Asch et al. « Acquisition de données », 3e édition, Dunod, 2011.

[8] P. Oguic, « Mesures et PC », Edition ETSF.

[9] F. Boudoin, M. Lavabre, « Capteurs : principales utilisations », Edition Casteilla, 2007

[10] "Introduction to Instrumentation and Measurements" par Robert B. Northrop.

[11] "Sensors and Transducers" par Ian Sinclair.

[12] "Principles of Measurement Systems" par John P. Bentley.

[13] "Industrial Instrumentation and Control" par S. K. Singh.

Semestre: S1
Unité d'enseignement: UEM 1.1
Matière : Programmation avancée en Python
VHS: 45h00 (Cours 1h30, TP 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 2

Objectifs de la matière :

Compétences visées :

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

Objectifs :

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

Matériels nécessaires :

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

Prérequis : Programmation Python,

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Rappels sur la programmation en Python (02 Semaines)

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

Chapitre 2 : Programmation et automatisation (04 semaines)

1. Principes d'Automatisation de tâches
    - Bibliothèques Python pour l'automatisation :
        - ✓ Pandas et NumPy.

- ✓ Os, shutil : manipulation de fichiers et dossiers
- ✓ Openpyxl ou pandas : travail avec des fichiers Excel ou CSV

- Définitions et exemples d'automatisation (envoi de mails,…)

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

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

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

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

Chapitre 4 : Apprentissage de GanttProject (02 semaines)

1. Introduction à la gestion de projets :

- Qu'est-ce qu'un projet ?
- Quels sont les enjeux de gestion d'un projet ?
- Interface de GanttProject

2. Les tâches (création, modification ,organisation)
3. Gestion du temps (dates de début ou de fin de projet)
4. Gestion des ressources
5. **Exercices** sur Gantt Project

Chapitre 4 : Programmation orientée objet avancée (03 semaines)

1. Organisation du code :
   - Fonctions personnalisées, paramètres, valeur de retour.
   - Modules, importations et packages.
2. Structures de données complexes :
   - Listes, tuples et dictionnaires : création, modification, suppression, parcours.
3. Concepts fondamentaux de la Programmation orientée objet (POO) :
   - Classes, objets, attributs et méthodes.
   - Attributs publics, privés et protégés.
4. Méthodes spéciales :
   - **init**, **str**, **repr**, **len**.
5. Concepts avancés :
   - Encapsulation, abstraction, héritage, polymorphisme.
   - Héritage avancé, décorateurs, design patterns, métaclasses.
6. **Exercices**

Chapitre 5 : Introduction aux données pour l'IA (02 semaines)

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

Travaux pratiques :

TP 01 : Maîtriser les bases de la programmation en Python

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

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

TP 02 :

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

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

TP 03 :

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

TP 04 :

organiser une réunion en Ganttproject

1. Créer un nouveau projet :
    - Nom du projet : « Réunion …..
    - Date de début : Date et heure de la réunion
    - Durée estimée : durée totale de la réunion
2. Définition des tâches
    - Points à l'ordre du jour (chaque point de l'ordre du jour devient une tâche)
    - Sous-taches : Si un point est composé, créer alors les sous-tâches correspondantes
    - Tâches initiales et finales (par exemple : « Accueil de participants », « clôture de la réunion »)
3. Définition des ressources :
    - Participants (chaque participant est une ressource)
    - Matériel (ordinateur, datashow…)
4. Estimation des durées :
    - Durée de chaque point : temps nécessaire pour chaque point de l'ordre du jour
    - Temps de transition d'un point à l'autre
5. Création du diagramme de Gantt :
    - Visualiser l'ordre du jour
    - Identifier les points clés
6. Suivre l'avancement en temps réel (projection du Diagramme de Gantt)

TP 05 : Structures avancées et organisation du code

(Fonctions personnalisées, dictionnaires, modules et organisation modulaire

TP 06 : Programmation orientée objet avancée en Python

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

TP 07 : Manipulation de fichiers et analyse de données

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

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

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

Projet final

Titre : Analyse et visualisation d'un jeu de données + modèle prédictif simple
Compétences mobilisées : Lecture de données, POO, structures avancées, Pandas, Scikit-learn. (Présentation orale + rapport écrit).

Mode d'évaluation :

examen 60% , CC=40%

Bibliographie

[1] . E.Schultz et M.Bussonnier (2020) : Python pour les SHS. Introduction à la programmation de données. Presses Universitaires de Rennes.
[2] . C.Paroissin, (2021) : Pratique de la data science avec R : arranger, visualiser, analyser et présenter des données. Paris : Ellipses, DL 2021.
[3] . S.Balech et C.Benavent : NLP texte minig V4.0, (Paris Dauphine – 12/2019) : lien : https://www.researchgate.net/publication/337744581_NLP_text_mining_V40_-_une_introduction_-_cours_programme_doctoral
[4] . Allen B. Downey Think Python: How to Think Like a Computer Scientist, O'Reilly Media, 2015;
[5] . Ramalho, L.. Fluent Python. " O'Reilly Media, Inc.", 2022;
[6] . Swinnen, G.. Apprendre à programmer avec Python 3. Editions Eyrolles, 2012;
[7] . Matthes, E. Python crash course: A hands-on, project-based introduction to programming. no starch press, 2019
[8] . Cyrille, H. (2018). Apprendre à programmer avec Python 3. Eyrolles, 6ème édition. ISBN: 978-2212675214
[9] . Daniel, I. (2024). Apprendre à coder en Python, J'ai lu
[10] . Nicolas, B. (2024). Python, du grand débutant à la programmation objet Cours et exercices corrigés, 3eme édition, Ellipses
[11] . Ludivine, C. (2024). Selenium Maîtrisez vos tests fonctionnels avec Python, Eni

Ressources en ligne :

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

Semestre : 1
Unité d'enseignement : UET 1.2.2
Matière : Respect des normes et des règles d'éthique et d'intégrité.
VHS : 22h30 (Cours : 1h30)
Crédit : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement:

Développer la sensibilisation des étudiants au respect des principes éthiques et des règles qui régissent la vie à l'université et dans le monde du travail. Les sensibiliser au respect et à la valorisation de la propriété intellectuelle. Leur expliquer les risques des maux moraux telle que la corruption et à la manière de les combattre, les alerter sur les enjeux éthiques que soulèvent les nouvelles technologies et le développement durable.

Connaissances préalables recommandées :

Ethique et déontologie (les fondements)

Contenu de la matière :

A.Respect des règles d'éthique et d'intégrité,

1. **Rappel sur la Charte de l'éthique et de la déontologie du MESRS :** Intégrité et honnêteté. Liberté académique. Respect mutuel. Exigence de vérité scientifique, Objectivité et esprit critique. Equité. Droits et obligations de l'étudiant, de l'enseignant, du personnel administratif et technique,

2. Recherche intègre et responsable

- Respect des principes de l'éthique dans l'enseignement et la recherche
- Responsabilités dans le travail d'équipe : Egalité professionnelle de traitement. Conduite contre les discriminations. La recherche de l'intérêt général. Conduites inappropriées dans le cadre du travail collectif
- Adopter une conduite responsable et combattre les dérives : Adopter une conduite responsable dans la recherche. Fraude scientifique. Conduite contre la fraude. Le plagiat (définition du plagiat, différentes formes de plagiat, procédures pour éviter le plagiat involontaire, détection du plagiat, sanctions contre les plagiaires, …). Falsification et fabrication de données.

3. Ethique et déontologie dans le monde du travail :
Confidentialité juridique en entreprise. Fidélité à l'entreprise. Responsabilité au sein de l'entreprise, Conflits d'intérêt. Intégrité (corruption dans le travail, ses formes, ses conséquences, modes de lutte et sanctions contre la corruption)

B- Propriété intellectuelle

I- Fondamentaux de la propriété intellectuelle

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

1. **Droit d'auteur dans l'environnement numérique**

Introduction. Droit d'auteur des bases de données, droit d'auteur des logiciels.Cas spécifique des logiciels libres.

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

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

3. Brevet

Définition. Droits dans un brevet. Utilité d'un brevet. La brevetabilité. Demande de brevet en Algérie et dans le monde.

III- Protection et valorisation de la propriété intellectuelle

Comment protéger la propriété intellectuelle. Violation des droits et outil juridique. Valorisation de la propriété intellectuelle. Protection de la propriété intellectuelle en Algérie.

C. Ethique, développement durable et nouvelles technologies

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

Mode d'évaluation :

Examen : 100 %

Références bibliographiques:

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

20. Emanuela Chiriac, Monique Filiatrault et André Régimbald, Guide de l'étudiant: l'intégrité intellectuelle plagiat, tricherie et fraude… les éviter et, surtout, comment bien citer ses sources, 2014.
21. Publication de l'université de Montréal, Stratégies de prévention du plagiat, Intégrité, fraude et plagiat, 2010.
22. Pierrick Malissard, La propriété intellectuelle : origine et évolution, 2010.
23. Le site de l'Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle www.wipo.int
24. http://www.app.asso.fr/

IV - Programme détaillé par matière du semestre S2

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEF 1.2.1
Matière 1:Microcontrôleurs& DSP
VHS: 60h00 (Cours: 2h30, TD: 1h30)
Crédits: 6
Coefficient: 3

Objectifs de l'enseignement :

Connaître le fonctionnement et l'architecture interne des dsPIC qui sont l'intégration du multiplicateur DSP dans un microcontrôleur. Apprendre leur programmation et connaître les techniques utilisées pour l'implémentation des algorithmes de traitement numérique du signal.

Connaissances préalables recommandées :

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

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Notions de base sur les microcontrôleurs dsPIC (2 semaines)

- Introduction aux microcontrôleurs PIC 8, 16 et 32 bits.
- Aperçu général sur la série 16 bits ; spécialement les dsPIC33F/PIC24H.
- Architecture de la CPU Core.
- Organisation des mémoires : programme et de données.
- Gestion matérielle des interruptions.
- Configuration de base : bits de configuration, les oscillateurs, le circuit de reset, chien de garde.
- Gestion des ports d'entrées/sorties.

Chapitre 2 : Programmation des microcontrôleurs dsPIC (4 semaines)

- Jeu d'instructions Assembleur.
- Initiation à la programmation en C embarqué avec MPLAB-XC16.
- Manipulation des registres y compris les ports I/O en assembleur, en XC16 et en assembleur à l'intérieur du XC16.
- Gestion des périphériques de temporisations.

Chapitre 3 : Interfaçage des capteurs avec les microcontrôleurs dsPIC(4 semaines)

- Conversion Analogique Numérique.
- Implémentation du filtrage numérique des mesures dans les dsPIC.
- Exemple pratique du développement hardware/firmware de :
    - Mesure de la température.
    - Mesure des pressions et poids avec jauges de contraintes.
    - Mesure des débits et des niveaux des liquides.

- **Chapitre 4 : Autres périphériques matériels des microcontrôleurs dsPIC (4 semaines)**
    - Gestion des I/O capture/compare pour la mesure de la vitesse.
    - Contrôle de la vitesse de rotation des moteurs en PWM.
    - Communication : UART, SPI et I^2C.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

[1] .Lucio Di Jasio « Programming 16-bit PIC microcontrollers in C : Learning to fly the PIC 24 », 2nd edition, Elsevier, 2012.
[2] .Creed Huddleston « Intelligent sensor design using the Microchip dsPIC® », Elsevier, 2007.
[3] .J.M. Angulo Usategui, A. Etxebarría Ruiz, I. Angulo Martínez, I. Trueba Parra « MicrocontroladoresdsPIC :Diseñopráctico de aplicaciones » Spanish Edition, McGraw-Hill 2006.
[4] .Armstrong Subero « Programming PIC microcontrollers with XC8 », Apress 2018.
[5] .Microchip, « 16-Bit MCU and DSC Programmer's Reference Manual : High-Performance Microcontrollers (MCU) and Digital Signal Controllers (DSC) », (DS70000157G),
[6] .Microchip, « MPLAB® C compiler for PIC24 MCUs and dsPIC® DSCs user's guide » (DS51284J),
[7] .Microchip, « MPLAB® Assembler, Linker and utilities for PIC24 MCUs and dsPIC® DSCs user's guide » (DS51317H),
[8] .Microchip, « dsPIC33F/PIC24H Family Reference Manual » (DS70197C), https://www.microchip.com/doclisting/TechDoc.aspx?type=ReferenceManuals
[9] .Microchip, « dsPIC33F/PIC24H Section 2 : CPU » (DS70204),
[10] . Microchip, « dsPIC33F/PIC24H Section 3 : Data Memory » (DS70202),
[11] . Microchip, « dsPIC33F/PIC24H Section 4 : Program Memory » (DS70203),
[12] . Microchip, « dsPIC33F/PIC24H Section 5 : Flash Programming » (DS70191),
[13] . Microchip, « dsPIC33F/PIC24H Section 6 : Interrupts » (DS70184),
[14] . Microchip, « dsPIC33F/PIC24H Section 7 : Oscillator » (DS70186),
[15] . Microchip, « dsPIC33F/PIC24H Section 8 : Reset » (DS70192),
[16] . Microchip, « dsPIC33F/PIC24H Section 9 : Watchdog Timer and Power-Saving Modes » (DS70196),
[17] . Microchip, « dsPIC33F/PIC24H Section 25 : Device Configuration » (DS70194),
[18] . Microchip, « dsPIC33F/PIC24H Section 10 : I/O Ports » (DS70193),
[19] . Microchip, « dsPIC33F/PIC24H Section 11 : Timers » (DS70205),
[20] . Microchip, « dsPIC33F/PIC24H Section 12 : Input Capture » (DS70198),
[21] . Microchip, « dsPIC33F/PIC24H Section 13 : Output Compare » (DS70209),
[22] . Microchip, « dsPIC33F/PIC24H Section 14 : Motor Control PWM » (DS70187),
[23] . Microchip, « dsPIC33F/PIC24H Section 15 : Quadrature Encoder Interface (QEI) » (DS70208),
[24] . Microchip, « dsPIC33F/PIC24H Section 16 : Analog-to-Digital Converter (ADC) » (DS70183),
[25] . Microchip, « dsPIC33F/PIC24H Section 17 : UART » (DS70188),
[26] . Microchip, « dsPIC33F/PIC24H Section 18 : Serial Peripheral Interface (SPI) » (DS70206),
[27] . Microchip, « dsPIC33F/PIC24H Section 19 : Inter-Integrated Circuit™ (I2C™) » (DS70195).

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 :

L'objectif de ce cours est d'aborder certains aspects de la commande numérique des systèmes dynamiques linéaires. Introduire les propriétés et les représentations des systèmes dynamiques linéaires à temps discret. Analyse amélioration des performances des systèmes asservi numériques Partant de procédés physiques modélisées par des fonctions de transfert en p(variable de Laplace) nous aborderons successivement la modélisation de systèmes discrets et échantillonnés, leur analyse et pour finir la synthèse de lois de commande numériques.

Connaissances préalables recommandées :

- ✓ Théorie de signal ;
- ✓ Des aspects mathématiques tels que la manipulation de fonctions et de suites, le calcul intégral et les séries et la transformée de Laplace ;
- ✓ L'automatique des systèmes asservis linéaires à temps continus ;
- ✓ Méthode de synthèse des correcteurs ;

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Modélisation des signaux et des systèmes échantillonnés (3 semaines)
Echantillonnage et reconstitution des signaux : Définition, signal échantillonné et CAN, Théorème de Shannon et bloqueur d'ordre zéro et d'ordre un et CNA. Transformée en z des signaux échantillonnés : Définition, propriétés de la transformée en $\boldsymbol{z}$, fonction detransferts échantillonnés, équation aux récurrentes, transformée en $\boldsymbol{z}$ inverse. Relations entre les modèles à temps continu et à temps discret : discrétisation avant, discrétisation arrière et transformation bilinéaire (Tustin).

Chapitre 2. Analyse des performances des systèmes asservis numériques (4 semaines)
Mise en équation des asservissements échantillonnés : Fonction de transfert en boucle fermée, Fonction de transfert des systèmes complexes, relation temps continu – temps discret en boucle fermée. Stabilité des asservissements échantillonnés : critère mathématique de stabilité, Critère algébrique de Jury, critère de Routh, analyse fréquentielle de la stabilité, Influence de la fréquence d'échantillonnage sur la stabilité. Précision des asservissements échantillonnés : Erreurs de position et de vitesse, Précision d'un système échantillonné de classe $\in \{0,1,..\}$.

Chapitre 3.Analyse des systèmes échantillonnés dans l'espace d'état (4 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. Notions de gouvernabilité et d'observabilité pour les systèmes SISO et MIMO.

Chapitre 4. Correction des systèmes asservis numériques (4 semaines)
Rôle du correcteur, correction numérique d'un système à temps continu, compensation de la perte de stabilité par placement des pôles, synthèse d'un correcteur numérique par discrétisation d'un correcteur continu, Synthèse d'un correcteur numérique par méthode polynomiale.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40 % ; Examen : 60 %.

Références bibliographiques :

[1] .P. Borne, G. Dauphin-Tanguy, J.P. Richard, F. Rotella, and I. Zambettakis. Analyse et Régulation des Processus Industriels. Tome 1 : Régulation continue. Technip, France, 1993. ;

[2] .B. d'Andréa Novel and M. Cohen de Lara. Commande Linéaire des Systèmes Dynamiques. Masson, France, 1994 ;

[3] .E. Dieulesaint and D. Royer. Automatique Appliquée : 2. Systèmes linéaires de commande à signaux échantillonnés Masson, France, 1990. ;

[4] .R.C. Dorf and R.H. Bishop. Modern Control Systems. Addison-Wesley Publishing Company, Inc., New-York, 1995;

[5] .D. Jaume, S. Thelliez, and M. Vergé. Commande des Systèmes Dynamiques par Calculateur. Eyrolles, France, 1991 ;

[6] .B. Pradin. SYSTEMES A TEMPS DISCRET - Commande numérique des procédés. INSA Toulouse, France, 1999. ;

[7] .R. Longchamp, 'Commande numérique de systèmes dynamiques', Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 2006 ;

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.

L'application du contenu de cette matière s'effectue au niveau de la matière « **UEM1.1 : TP FPGA & VHDL** ».

Connaissances préalables recommandées :

Electronique numérique (combinatoire et séquentielle).

Contenu de la matière:

Chapitre 1. Notion de base sur les circuits programmables (1 semaines)

- Architecture générale des circuits logiques programmables : PAL, GAL, PLD, CPLD
- Exemples de constructeurs et outils de programmation : Altera Quartus II, Xilinx ISE

Chapitre 2. Programmation en VHDL (5 semaines)

- Historique du VHDL.
- Comparaison entre le VHDL et les langages de programmation.
- Différentes descriptions d'une architecture : flot de données, comportemental, structurel.
- Identificateurs et sensibilité à la majuscule.
- Commentaires.
- Représentation des nombres en VHDL
- Structure générale d'un code VHDL : Bibliothèque, Entité, Ports, Architecture.
- Types de données : prédéfinis, définis par l'utilisateur
- Opérateurs : logique, relationnel, de décalage, de concaténation
- Attributs des signaux : EVENT, …
- Signal, variable et constant
- Process
- Component
- Instruction IF-THEN-ELSE
- Instruction CASE-WHEN
- Instruction WHEN-ELSE
- Instruction WITH-SELECT-WHEN

Chapitre 3. Applications sur les circuits FPGA (5 semaines)

- Multiplexeur
- Bascule D
- Additionneur
- Compteur universel avec actions : activation, remise-à-zéro, charge (load).
- Diviseur de fréquence.
- Gestion de la fréquence avec des boutons : sélection, division
- Décodeur 7 segments,
- Affichage série sur plusieurs 7 segments.

- Unité arithmétique-logique 8-bit
- Comparateur 8-bits

Chapitre 4. Conception avancée avec les machines à nombre d'états fini (FSM) (4 semaines)

- Introduction : structure de Mealy et Moore
- Représentation d'une machine FSM
- Exemples de conception de FSM

Mode d'évaluation:

Examen : **60%**, Contrôle Continue : **40%**

Références bibliographiques:

[1] .Volnei A. Pedroni, « Circuit Design with VHDL », MIT Press, 2004.
[2] .Volnei A. Pedroni, « Circuit Design and Simulation with VHDL », 2ème édition, MIT Press, 2010.
[3] .Bryan Mealy, Fabrizio Tappero, « Free Range VHDL », 2018
[4] .Pong P. Chu, « FPGA prototyping by vhdlexamples : Xilinx Spartan™-3 Version », John Wiley & Sons, 2008.
[5] .Jacques Weber , Sébastien Moutault, Maurice Meaudre, « Le langage VHDL : du langage au circuit, du circuit au langage », Dunod, 2007.
[6] .Christian Tavernier, « Circuits logiques programmables », Dunod 1992.

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEF 1.2.2
Matière 4:Traitement Avancé de Signal 2
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours est conçu pour permettre à l'étudiant de :

- ✓ Cerner les notions des processus aléatoires discrets
- ✓ Développer la théorie mathématique de diverses réalisations des filtres adaptatifs linéaires

Connaissances préalables recommandées:

Ce cours suppose que l'étudiant a une certaine connaissance de :

- ✓ Probabilités et statistiques
- ✓ Processus aléatoires
- ✓ Filtres numériques
- ✓ Signaux et systèmes à temps discret
- ✓ L'algèbre matricielle.

Contenu de la matière:

Chapitre 1 : Signaux aléatoires et processus stochastiques (3 semaines)

- Rappel sur les processus aléatoires
- Rappel sur les notions : moyenne, autocorrélation et stationnarité
- Densité spectrale de puissance
- 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)

Chapitre 2. Processus et modèles aléatoires discrets (4 semaines)

- Processus stochastiques à temps discret
- La matrice de corrélation (définition et propriétés)
- Modèles stochastiques (AR, MA, ARMA)
- Les équations de Yule-Walker

Chapitre 3. Filtrage linéaire optimal (4 semaines)

- Filtrage de Wiener : Formulation du problème de filtrage, Principe d'orthogonalité, Equation de Wiener-Hopf, Surface de l'erreur quadratique moyenne, Erreur quadratique moyenne (EQM) minimale
- Prédiction linéaire : Prédiction linéaire avant, Prédiction linéaire arrière, Algorithme de Levinson-Durbin
- Erreur de prédiction

Chapitre 4. Algorithmes de Filtrage numérique adaptatif (4 semaines)

- Algorithme du gradient déterministe (steepestdescent)
- Algorithme du gradient stochastique (least-mean square– LMS)
- Variantes de l'algorithme LMS

- Algorithme des moindres carrés récursif – MCR (recursive least-squares – RLS)

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques:

[1] .S. Haykin, "Adaptive Filter Theory",5eédition,Pearson Prentice Hall, 2014;

[2] .J. G. Proakis and D. G. Manolakis, "Digital Signal Processing: Principles, Algorithms and Applications". Third Edition, Macmillan, 1996.

[3] .J. G. Boroujeny, Adaptive Filters: Theory and Applications. John Wiley and Son, 1998.

[4] . A. Antoniou, "Digital Filters Analysis, Design, and Signal Processing Applications", McGraw-Hill, 2018;

[5] .P. StoicaetR. Moses , "Spectral Analysis of Signals", Pearson Prentice Hall, 2005;

[6] . F. Cottet, Traitement des signaux et acquisition de données- Cours et exercices corrigés, 4e édition, Dunod, Paris, 2015.

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEM 1.2
Matière 1:TP Microcontrôleurs &DSP
VHS: 15h00 (TP: 1h00)
Crédits: 2
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Mettre en pratique les connaissances théoriques apprises dans le cours à travers la conception de différentes applications et la programmation accentuée plus vers l'assembleur pour bien comprendre l'architecture interne des dsPIC et en C embarqué pour atteindre les objectifs rapidement.

Connaissances préalables recommandées:

Langage de programmation, microprocesseurs.

Contenu de la matière:

TP1 : Environnement de développement en simulation MPLAB X / Proteus : Création de projets de clignotement d'une LED avec l'outils graphique MCC (MPLAB® Code Configurator).

TP2 : Gestion des ports I/O en Assembleur : configuration, écriture, lecture.

TP3-4 : Débogage de la mémoire programme et mémoire de données (manipulation des registres spéciaux comme STATUS, et de contrôle des ports I/O comme TRIS/LATCH/PORT).

TP5-6 : Programmation des mêmes opérations précédentes en XC16, et comparaison entre résultats de compilation en termes d'optimisation.

TP7 : Configuration du module ADC en assembleur et en C.

TP8-9 : Mesure d'une grandeur analogique selon l'équipement existant dans l'établissement, sinon en simulation (température, pression, débit, vitesse, …) et affichage du résultat de mesure sur 4x7segments (pour bien voir l'instabilité de l'affichage du dernier caractère).

TP10-11 : Filtrage numérique en temps réel du bruit de mesure et affichage du résultat sur 4x7segments et sur LCD.

TP12-15 : Application d'un asservissement de vitesse d'un moteur tout en intégrant un protocole de communication ; exemple de stockage des données mesurées sur PC.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 100%

Références bibliographiques:

[1] .Lucio Di Jasio « Programming 16-bit PIC microcontrollers in C : Learning to fly the PIC 24 », 2nd edition, Elsevier, 2012.

[2] .Creed Huddleston « Intelligent sensor design using the Microchip dsPIC® », Elsevier, 2007.
[3] .J.M. Angulo Usategui, A. Etxebarría Ruiz, I. Angulo Martínez, I. Trueba Parra « MicrocontroladoresdsPIC :Diseñopráctico de aplicaciones » Spanish Edition, McGraw-Hill 2006.
[4] .Armstrong Subero « Programming PIC microcontrollers with XC8 », Apress 2018.
[5] .Microchip, « 16-Bit MCU and DSC Programmer's Reference Manual : High-Performance Microcontrollers (MCU) and Digital Signal Controllers (DSC) », (DS70000157G),
[6] .Microchip, « MPLAB® C compiler for PIC24 MCUs and dsPIC® DSCs user's guide » (DS51284J),
[7] .Microchip, « MPLAB® Assembler, Linker and utilities for PIC24 MCUs and dsPIC® DSCs user's guide » (DS51317H),
[8] .Microchip, « dsPIC33F/PIC24H Family Reference Manual » (DS70197C), https://www.microchip.com/doclisting/TechDoc.aspx?type=ReferenceManuals
[9] .Microchip, « dsPIC33F/PIC24H Section 2 : CPU » (DS70204),
[10] . Microchip, « dsPIC33F/PIC24H Section 3 : Data Memory » (DS70202),
[11] . Microchip, « dsPIC33F/PIC24H Section 4 : Program Memory » (DS70203),
[12] . Microchip, « dsPIC33F/PIC24H Section 5 : Flash Programming » (DS70191),
[13] . Microchip, « dsPIC33F/PIC24H Section 6 : Interrupts » (DS70184),
[14] . Microchip, « dsPIC33F/PIC24H Section 7 : Oscillator » (DS70186),
[15] . Microchip, « dsPIC33F/PIC24H Section 8 : Reset » (DS70192),
[16] . Microchip, « dsPIC33F/PIC24H Section 9 : Watchdog Timer and Power-Saving Modes » (DS70196),
[17] . Microchip, « dsPIC33F/PIC24H Section 25 : Device Configuration » (DS70194),
[18] . Microchip, « dsPIC33F/PIC24H Section 10 : I/O Ports » (DS70193),
[19] . Microchip, « dsPIC33F/PIC24H Section 11 : Timers » (DS70205),
[20] . Microchip, « dsPIC33F/PIC24H Section 12 : Input Capture » (DS70198),
[21] . Microchip, « dsPIC33F/PIC24H Section 13 : Output Compare » (DS70209),
[22] . Microchip, « dsPIC33F/PIC24H Section 14 : Motor Control PWM » (DS70187),
[23] . Microchip, « dsPIC33F/PIC24H Section 15 : Quadrature Encoder Interface (QEI) » (DS70208),
[24] . Microchip, « dsPIC33F/PIC24H Section 16 : Analog-to-Digital Converter (ADC) » (DS70183),
[25] . Microchip, « dsPIC33F/PIC24H Section 17 : UART » (DS70188),
[26] . Microchip, « dsPIC33F/PIC24H Section 18 : Serial Peripheral Interface (SPI) » (DS70206),
[27] . Microchip, « dsPIC33F/PIC24H Section 19 : Inter-Integrated Circuit™ (I2C™) » (DS70195),

Semestre : 2
Unité d'enseignement : UEM 1.2
Matière 2 : TP Systèmes asservis numériques. / TP Traitement avancé du signal 02
VHS : 22h30 (TP : 1h30)
Crédits : 2
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

Mettre en pratique les connaissances théoriques apprises dans les cours des systèmes asservis numériques et du traitement avancé du signal 2.

Connaissances préalables recommandées :

- ✓ Programmation des circuits numériques ;
- ✓ L'automatique des systèmes asservis numériques ;
- ✓ Traitement de signal.

Contenu de la matière :

TP Systèmes asservis numériques – Une fois par quinzaine

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 : Modélisation et correction par représentation d'état discret
Modélisation et 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 standard (P, PI PID). Examen des réponses temporelles du système bouclé pour différentes entrées de la consigne, de la perturbation et du bruit de mesure

TP Traitement avancé du signal 02 – Une fois par quinzaine

TP 1 : Simulation des signaux aléatoires, Calcul de la densité spectrale de puissance, Calcul de la fonction d'auto-corrélation et d'inter-corrélation.
TP 2 : Filtrage des signaux aléatoires.
TP 3 : Analyse spectrale des signaux aléatoires.
TP4: Analyse spectrale paramétrique AR et/ou ARMA de signaux sonores (exemple de signaux non-stationnaires)
TP5 : Elimination d'une interférence 50Hz par l'algorithme du gradient LMS

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 100 %.

Références bibliographiques :

[1] .P. Borne, G. Dauphin-Tanguy, J.P. Richard, F. Rotella, and I. Zambettakis. Analyse et Régulation des Processus Industriels. Tome 1 : Régulation continue. Technip, France, 1993 ;

[2] .J. L Abatut, Systèmes et Asservissement Linéaires Echantillonnés, Edition Dunod.

[3] .H. Buhler, Réglages Echantillonnés Tome 1, Edition Dunod.

[4] .B. d'Andréa Novel and M. Cohen de Lara. Commande Linéaire des Systèmes Dynamiques. Masson, France, 1994 ;

[5] .E. Dieulesaint and D. Royer. Automatique Appliquée : 2. Systèmes linéaires de commande à signaux échantillonnés Masson, France, 1990. ;

[6] .D. Jaume, S. Thelliez, and M. Vergé. Commande des Systèmes Dynamiques par Calculateur. Eyrolles, France, 1991 ;

[7] .B. Pradin. SYSTEMES A TEMPS DISCRET - Commande numérique des procédés. INSA Toulouse, France, 1999.

[8] .1. S. Haykin, "Signals and systems", John Wiley & sons, 2ed, 2003.

[9] .2. A.V. Oppenheim,"Signals and systems", Prentice-Hall, 2004.

[10] . *3. Mori Yvon, "Signaux aléatoires et processus stochastiques", Lavoisier*, 2014

[11] . 4. A. Papoulis, "Probability, Random variable and Stochastic Processes", Mc Graw Hill 1984.

[12] . 5. E. Robine, "Introduction à la théorie de la communication, Tome II: Signaux aléatoires", Masson 1970.

[13] . 6. N. Hermann, "Probabilités de l'ingénieur : variables aléatoires et simulations Bouleau", 2002.

[14] . 7. Ruegg, Alan, "Processus stochastique", Lausanne : Presses polytechniques et universitaires romandes, 1989.

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEM 1.2
Matière 3:TP VHDL – FPGA
VHS: 15h00 (TP: 1h00)
Crédits: 1
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:

TP1 : Présentation de l'outil de développement et de simulation : Altera Quartus II ou Xilinx ISE.
TP2 : Exploitation de la carte de développement à travers un exemple donnée d'un additionneur.
TP3 : Premiers exemples de circuit : multiplexeur, bascule D.
TP4 : Compteur décimal 48 bits simple.
TP5 : Compteur décimal 48 bits avec actions : activation, remise-à-zéro, charge.
TP6 : Feu tricolore de circulation routière.
TP7 : Multiplicateur/diviseur avec les registres à décalage.
TP8 : Affichage série sur plusieurs 7 segments.
TP9 : Horloge numérique.
TP10 : Division de fréquence.
TP11 : Division de fréquence commandable avec des boutons.
TP12 : Affichage VGA.

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] .Volnei A. Pedroni, « Circuit Design with VHDL », MIT Press, 2004.
[7] .Volnei A. Pedroni, « Circuit Design and Simulation with VHDL », 2ème édition, MIT Press, 2010.
[8] .Bryan Mealy, Fabrizio Tappero, « Free Range VHDL », 2018
[9] .Pong P. Chu, « FPGA prototyping by vhdlexamples : Xilinx Spartan™-3 Version », John Wiley & Sons, 2008.
[10] . Jacques Weber , Sébastien Moutault, Maurice Meaudre, « Le langage VHDL : du langage au circuit, du circuit au langage », Dunod, 2007.
[11] . Christian Tavernier, « Circuits logiques programmables », Dunod 1992.

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

Objectifs de l'enseignement:

Analyser un cahier des charges.Mettre en œuvre et conduire avec méthode un projet de réalisation électronique. Sensibiliser l'étudiant àla 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:

[1] .H. Prevost, Conduite de projet, Technip, 1996.
[2] .I. Chvidchenko, Conduite et gestion des grands projets, Cepadues, 1993.
[3] .V. Giard, Gestion de projet, Economica, 1991.
[4] .M. Joly & J.L.G. Muller, De la gestion de projet au management par projet, Afnor, 1994.
[5] .G.M. Caupin& J. Le Bissonnais, Conduire un projet d'investissement, Afnor - A Savoir, 1996.
[6] .Documentations constructeurs (Data Books).

Semestre: S2
Unité d'enseignement: UET 1.2.1
Matière : Eléments d'intelligence artificielle appliquée
VHS: 45h00 (Cours 1h30, TP 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 2

Compétences visées :

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

Objectifs :

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

Prérequis :

Programmation avancée Python

Matériels nécessaires :

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

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Introduction à l'intelligence artificielle l'IA (01 semaine)

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

Chapitre 2 : Mathématiques de base pour l'IA (01 semaine)

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

- …

Chapitre 3 : Apprentissage automatqiue (Machine Learning) (03 semaines)

1. Concepts clés : Données, Modèles, features, étiquettes, généralisation.
2. Phases d'un pipeline d'apprentissage : entraînement, validation, test.
3. Types d'apprentissage :
   - Supervisé
   - Non supervisé
   - Par renforcement *(aperçu)*
4. **Exercices :**
   - Approfondir les notions vues au cours
   - ….

Chapitre 4 : Classification supervisée (3 semaines)

1. Principe d'entrainement de modèle de classification simple :
2. Les modèles et algorithmes :
   - SVM (Support Vector Machine)
   - Arbres de décisions
3. Évaluation de performance :
   - Matrice de confusion, précision, rappel, F1-score.
5. **Exercices :**
   - Expliquer comment utiliser Scikit-learn ?
   - Comparaison de plusieurs modèles sur un dataset
   - ….

Chapitre 5 : Apprentissage non supervisé

1. Notion de clustering.
2. Algorithmes :
   - **K-means**
   - DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise)
3. Visualisation 2D et interprétation des résultats.
4. **Exercices :**
   - Expliquer comment utiliser un algorithme de clustering sur un Dataset
   - Expliquer comment visualiser les clusters.
   - ….

Chapitre 6 : Les réseaux de neurones

1. Architecture d'un réseau de neurones :
   - Perception,
   - Couches et couches caches, poids, biais.
   - Fonction d'activation : ReLU, Sigmoïde, Softmax, ….
   - Exercices d'applications
2. Introduction au **Deep Learning** :
   - Notion de couches profondes.
   - Introduction au réseaux convolutifs (CNN)

3. **Exercices :**
    - Expliquer Tensorflow et PyTorch
    - Analyser un Dataset de texte et prédire des sentiments
    - ….

Chapitre 6 : Introdution Les réseaux de neurones

Chapitre 7 : Mini projet (travail personnel encadré en dehors des cours) :

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

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

Travaux pratiques :

TP 01 : Initialisation

TP 02 :

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

TP 03 :

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

TP 04 :

- Utilisation Scikit-learn pour entrainer un modèle de classification simple
- …….

TP 05 :

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

TP 06 :

- Construire un réseau de neurones simple avec TensorFlow ou PyTorch ou keras
- Construire un CNN simple pour classifier des images (exemple : Dataset MINIST)
- …

Mode d'évaluation :

examen 60% , CC=40%

_____

Bibliographie :

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

Semestre: S2
Unité d'enseignement : UET 1.1
Matière : Lean Start-Up 2
VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)
Crédits : 2
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours prolonge le module Entrepreneuriat et Lean Start-Up 1. L'étudiant y apprend à transformer les hypothèses validées en produit minimum viable (MVP) et à mobiliser l'intelligence artificielle et la méthode TRIZ pour résoudre les contradictions techniques propres à l'innovation. Il se familiarise avec les indicateurs de performance d'une startup, en particulier le modèle AARRR, et apprend à décider, sur la base de ces indicateurs, s'il faut changer de cap (Pivot) ou poursuivre dans la même direction (Persevere). Le cours aborde enfin les sources de financement d'une startup et les stratégies de croissance, avant de se conclure par un projet intégrateur, le Startup Lab, mené en équipe tout au long du semestre et soutenu devant un jury sous la forme d'un pitch final.

Connaissances préalables recommandées:

Avoir suivi le module Entrepreneuriat et Lean Start-Up 1, notamment les notions de démarche Lean Startup, de Customer Discovery et de Business Model Canvas.

Contenu de la matière:

VI. Le produit minimum viable (MVP) (3 semaines)

- Définition et rôle du MVP dans la démarche Lean Startup
- Types de MVP : numérique, expérimental, service simulé
- Test des hypothèses critiques
- Prototypage rapide et outils de création de prototypes (Figma, Glide, Bubble, Canvas)
- Mesurer l'échec dans le délai le plus court possible

VII. Intelligence artificielle et méthode TRIZ au service de l'innovation (3 semaines)

- L'intelligence artificielle dans l'entrepreneuriat : génération d'idées, analyse de marché, développement du MVP, marketing
- Présentation de la méthodologie TRIZ
- Les contradictions techniques et la solution idéale finale
- Combinaison de l'intelligence artificielle et de TRIZ
- Les startups Deep Tech

VIII. Mesure de la performance et gestion de l'échec (3 semaines)

- Les indicateurs clés de performance (KPIs) et le management d'une startup
- Le modèle AARRR : Acquisition, Activation, Rétention, Revenu, Recommandation
- L'adéquation produit-marché (Product-Market Fit) et l'adéquation problème-solution (Problem-Solution Fit)
- Taux de rétention, taux d'attrition (Churn) et rythme de consommation de trésorerie (Burn Rate)
- Les indicateurs d'apprentissage (Learning Metrics)
- La gestion précoce de l'échec et les critères d'arrêt d'un projet (Kill Criteria)

IX. Pivoter ou persévérer : Pivot vs Persevere (2 semaines)

- Le changement de cap partiel ou total (Pivot) et la persévérance (Persevere)
- Les signaux qui motivent un changement de direction
- Les différents types de pivot
- Les indicateurs qui appuient la décision

X. Financement, croissance et expansion (2 semaines)

- Les sources de financement : autofinancement, investisseurs providentiels (business angels), capital-risque, financement participatif
- Les étapes successives du financement d'une startup
- Les stratégies de croissance rapide à faible coût (Growth Hacking)
- Les moteurs de croissance (Engines of Growth) : viral, payant, organique
- L'entonnoir marketing (Funnel Growth) et les boucles de croissance (Growth Loops)
- Les stratégies d'expansion internationale

XI. Projet intégrateur : Startup Lab et soutenance finale (2 semaines)

- Synthèse du projet mené en équipe, du choix du problème à la stratégie de financement et de croissance
- Préparation et présentation du pitch final devant un jury d'évaluation

Mode d'évaluation:

Examen final : 20 %. Travaux pratiques et ateliers : 20 %. Projet collectif (Startup Lab) : 60 %.

Références bibliographiques

1. Maurya, A. (2012). Running Lean.
2. Croll, A., Yoskovitz, B. (2013). Lean Analytics.
3. Doerr, J. (2017). Measure What Matters.
4. Weinberg, G., Mares, J. (2015). Traction: How Any Startup Can Achieve Explosive Customer Growth.
5. Eyal, N. (2014). Hooked: How to Build Habit-Forming Products.
6. Grove, A. S. (1983). High Output Management.
7. Horowitz, B. (2014). The Hard Thing About Hard Things.
8. Agrawal, A., Gans, J., Goldfarb, A. (2018). Prediction Machines.
9. Iansiti, M., Lakhani, K. R. (2020). Competing in the Age of AI.
10. Altshuller, G. (1999). The Innovation Algorithm: TRIZ, Systematic Innovation and Technical Creativity.
11. Ikovenko, S. (2003). TRIZ: The Theory of Inventive Problem Solving.
12. Graham, P. (2013). Do Things That Don't Scale.
13. McKinsey Global Institute (2023). The State of AI in Business.
14. Stanford University (2024). Artificial Intelligence Index Report.

Annexe - Glossaire des concepts clés

Cette liste reprend, en français, les notions avancées mobilisées dans le cours, en continuité directe avec le glossaire du module Entrepreneuriat et Lean Start-Up 1.

Terme	Définition
MVP (produit minimum viable)	Version la plus simple d'un produit, permettant de tester les hypothèses avec un minimum d'effort.

Terme	Définition
Market Fit	Concordance entre le produit proposé et les attentes du marché.
Product-Market Fit	Situation dans laquelle le produit répond réellement à un besoin du marché.
TRIZ	Méthodologie scientifique et structurée de résolution de problèmes innovants.
Technological Contradiction (contradiction technique)	Situation où l'amélioration d'une caractéristique d'un produit en dégrade une autre.
Deep Tech Startup	Entreprise fondée sur des sciences et des technologies de pointe.
Data-Driven Decision (décision fondée sur les données)	Décision appuyée sur des données mesurées plutôt que sur l'intuition.
KPIs (indicateurs clés de performance)	Indicateurs essentiels au suivi de la performance d'une startup.
AARRR	Modèle de mesure de la croissance en cinq étapes : acquisition, activation, rétention, revenu, recommandation.
Acquisition	Étape consistant à attirer des utilisateurs vers le produit ou le service.
Activation	Moment où l'utilisateur retire une première valeur réelle du produit.
Retention Rate (taux de rétention)	Proportion d'utilisateurs qui continuent d'utiliser le produit dans le temps.
Churn Rate (taux d'attrition)	Proportion d'utilisateurs qui abandonnent le produit.
Burn Rate	Rythme mensuel de consommation du capital disponible.
Runway	Durée pendant laquelle la startup peut fonctionner avant épuisement de ses fonds.
Kill Criteria (critères d'arrêt)	Conditions justifiant l'arrêt d'un projet jugé non viable.
Learning Metrics (indicateurs d'apprentissage)	Indicateurs centrés sur ce que l'équipe a appris, plutôt que sur le profit.
Pivot	Changement radical ou partiel de la stratégie du projet, décidé sur la base des indicateurs.
Persevere (persévérance)	Décision de poursuivre le projet dans la même direction stratégique.
Traction	Preuve tangible et mesurable de croissance sur le marché.
Growth Hacking	Ensemble de stratégies de croissance rapide et peu coûteuses.
Engines of Growth (moteurs de croissance)	Mécanismes de croissance d'une startup : viral, payant ou organique.

Terme	Définition
Viral Coefficient (coefficient viral)	Mesure du taux auquel les utilisateurs en attirent de nouveaux.
Funnel Growth (entonnoir de croissance)	Représentation du parcours de conversion d'un utilisateur.
Growth Loops (boucles de croissance)	Mécanismes de croissance autoalimentée générant continuellement de nouveaux utilisateurs.
LTV (valeur vie client)	Valeur totale qu'un client est susceptible de générer durant toute sa relation avec l'entreprise.
CAC (coût d'acquisition client)	Coût moyen nécessaire pour obtenir un nouveau client.
Network Effects (effets de réseau)	Phénomène par lequel la valeur d'un produit augmente avec le nombre de ses utilisateurs.
Investment Readiness (maturité pour l'investissement)	Degré de préparation d'un projet à lever des fonds auprès d'investisseurs.

V - Programme détaillé par matière du semestre S3

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

Objectifs de l'enseignement :

Ce cours permet à l'étudiant de comprendre l'organisation matérielle et logicielle des API, de choisir un API et les composants associés selon l'application souhaitée et d'utiliser un langage de programmation adapté pour l'API.

Connaissances préalables recommandées :

Logique combinatoire et séquentielle, Microprocesseurs, Microcontrôleurs, Capteurs.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : L'automatisation des machines (4 semaines)

1. Modèles structurels
1.1 Schéma bloc
1.2 Schémas de procédés
1.3 Schémas de circuits
1.3.1 Nomenclature et codification
1.4 Modèles fonctionnels
1.4.1 Logique binaire et algèbre booléenne
1.4.2 Logique combinatoire
1.4.3 Logique séquentielle
1.4.4 Synthèse des systèmes séquentiels

Chapitre 2 : Le GRAFCET(3 semaines)

2.1. Introduction au grafcet
2.2. Le langage ladder
2.3. Traduction d'un grafcet en ladder
2.4. Transcription d'un cahier des charges en grafcet

Chapitre 3 : Les Réseaux de Petri(3 semaines)

3.1 Notions de Base
3.2 RdP Particuliers
3.3 Propriétés des RdP
3.4 Graphe de Marquages & Arborescence de Couverture
3.5 Algèbre Linéaire
3.6 Testez vos connaissances

Chapitre 4 : Automates programmables(4 semaines)

4.1Matériel – Architecture et gammes d'automates
4.2 L'UNITE CENTRALE
4.2.1 Introduction
4.2.2 Fonctions logicielles de l'Unité Centrale
4.2.3 Le processeur

4.2.4 La mémoire
4.2.5 Le cycle de fonctionnement
4.2.6 La sécurité de fonctionnement
4.3 LES COUPLEURS INDUSTRIELS
4.3.1 Généralités
4.3.2 Coupleurs d'entrées
4.3.3 Coupleurs de sorties
4.3.4 Architecture d'E/S
4.3.5 Coupleurs intelligents
4.4 MISE EN ENERGIE D'UN SYSTEME AUTOMATISE
4.4.1 Alimentation électrique
4.4.2 Alimentation pneumatique

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, Educalivre, 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 :

Chapitre1 : Les actionneurs électriques(3 semaines)
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 permanant, Moteur à reluctance variable, Moteur hybride

Chapitre 2 : Les actionneurs pneumatiques et hydrauliques(3 semaines)
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 (2 semaines)
Chapitre 4 : Actionneurs à déformation de matériaux(1 semaine)
Chapitre 5 : Actionneurs ultrasonores ('ultrasonicmotors') (1 semaine)
Chapitre 6 : Actionneurs Inertiels ('impact drives') (1 semaine)
Chapitre 7 : Actionneurs Stick and slip' : l'effet collé-glissé(1 semaine)
Chapitre 8 : Actionneurs intelligents(2 semaines)

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, 3e 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.

[10] . https://infoscience.epfl.ch/record/32233/files/EPFL_TH1756.pdf

[11] . http://www.technologuepro.com/cours-genie-electrique/cours-27-capteurs-actionneurs-instrumentation/

Semestre: 3
Unité d'enseignement: UEF 1.1.1
Matière 3 : Capteurs Avancés et Systèmes de mesure
VHS: 22h30 (Cours: 1h30, TD:)
Crédits: 3
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Etudier les fonctions innovantes des capteurs avancés qui ont un impact positif sur un système.

Connaissances préalables recommandées:

Mesures électriques et électroniques, capteurs classiques.

Contenu de la matière:

Chapitre 1 : Rappels sur les capteurs (01semaines)

Capteurs passifs et actifs, Grandeurs mesurables, Classifications des capteurs

Chapitre 2 : Capteurs intelligents (06 semaines)

Définitions. Propriétés statiques et dynamiques. Structure interne d'un capteur intelligent : Circuits de conditionnement, Organe de traitement des données, Interface de communication. Métrologie des capteurs intelligents : Calibration, Précision et validation des mesures, Mise en service à distance, Autodiagnostic. Réseaux de capteurs

Chapitre 2 : Applications des capteurs intelligents (02 semaines)

Application manufacturière, Application traitement de l'eau, Application process continu, Application domotique et Application embarquée.

Chapitre 3 : Nouvelles technologies de capteurs avancés (03 semaines)

Fonctionnalités innovantes. Capteurs avancés de micro-mesures (Les jauges de contrainte).Description des composants, des types et des applications des systèmes de capteurs avancés (thermiques, mécaniques, magnétiques et chimiques).

Chapitre 4 : Capteur avancée pour de nouvelles opportunités industrielles (Capteur sans fil) (01 semaines)

Architecture matérielle du capteur sans fil, Applications, Les Protocoles sans fil, Comparaison entre les protocoles sans fil.

Chapitre 5 : Techniques de mesure et de surveillance intelligentes (01 semaines)

Procédure pour une surveillance intelligente, Capteurs intelligents et surveillance intelligente, choix du capteur.

Références bibliographiques:

1. *Lin, Y.-L., Kyung, C.-M., Yasuura, H., Liu, Y., Smart Sensors and Systems*
2. *Ian R. Sintclair, Sensors and transducers, Newnes, 2001.*
3. *M. Bayart, B. Conrard, A. Chovin, M. Robert, Capteurs et actionneurs intelligents, 2005.*
4. *Julian W. Gardner, Vijay K. Varadan, Osama O. Awadelkarim, Microsensors, MEMS, and Smart Devices Hardcover, 2001.*
5. *Randy Frank, Understanding Smart Sensors, 2nd ed. Edition, Artech House.*

6. *Vijay K. Varadan, K. J. Vinoy, S. Gopalakrishnan, Smart Material Systems and MEMS: Design and Development Methodologies.*
7. *Smart Sensor Systems, edited by Gerard C.M. Meijer, John Wiley & Sons, Ltd. ISBN: 978-0-470-86691-7*
8. *Fiber Bragg gratings: fundamentals and applications in telecommunications and sensing, A. Othonos, K. Kalli, Artech House, ISBN: 0890063443, 9780890063446*

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Semestre: 3
Unité d'enseignement: UEF 2.1.2
Matière 4 : 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:

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

Semestre: 3
Unité d'enseignement: UEF 2.1.2
Matière 5 : Eléments de régulation numérique
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif de ce cours est de découvrir les différents éléments de régulation numérique employés pour le contrôle des systèmes dynamiques. Ainsi, apprendre les différents composants dans une chaine de régulation : transmetteur, capteur, actionneur, correcteurs. Donner des outils et méthodes pour : analyser les systèmes dynamiques linéaires à temps discret, concevoir des éléments de régulation numérique et orientées les schémas développés vers leur mise en œuvre en temps-réel sur des processus physiques réels.

Connaissances préalables recommandées :

- ✓ Eléments de régulation analogique ;
- ✓ Traitements numériques des signaux ;
- ✓ Asservissement linéaire échantillonné.

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Rappel sur la régulation analogique (2 semaines)
Modélisation des systèmes physiques : modèle d'un circuit RLC, modèle d'un système mécanique, modèle d'une vanne de réglage. Modèle d'un four. Analogies Electrique-Mécaniques et représentation symbolique de la régulation analogique. Schémas de régulation analogique complexes.

Chapitre 2. Eléments de régulation analogique (2 semaines)
Eléments d'une boucle de régulation : Transmetteur, régulateur, positionneur, Servo-moteur, vérins. Modes d'action des régulateurs : Action tout ou rien, proportionnelle, intégrale et dérivée (PID), hystérésis. Stratégies de régulation : Régulation directe, Régulateurs en cascade, Régulation à échelle partagée (split-range), Régulation de proportion (feedforward), Régulation de substitution (override).

Chapitre 3. Régulation numérique (4 semaines)
Structure de la régulation numérique : Schéma de commande, choix du pas de discrétisation, Convertisseurs (CAN et CNA), régulateur numérique (calculateur). Objectifs de la correction : Cahier de charge, Analyse des performances du système en boucle fermée (stabilité, rapidité et précision). Eléments de régulation numérique industriels : PID numérique, microcontrôleur. Avantages et inconvénients des éléments de régulation numérique : Exemple Comparaisons entre PI analogique et PI numérique.

Chapitre 4. Eléments de régulation numérique (4 semaines)
Elément de régulation numérique standards : Transposition des correcteurs analogiques, PID de Ziegler-Nichols, Avance de phase numérisé. Régulateurs P, PI, PID numériques de Takahashi, Circuit Anti-windup (Prédicteur de Smith). Eléments de régulation numérique à temps d'établissement fini : minimal absolu, minimal non absolu, à réponse pile, résolution de l'équations diophantienne.

Chapitre 5. Eléments de commande numérique avancée (3 semaines)

Schéma de commande numérique et cahier de charge, Synthèse par la méthode de Zdan, Régulateur RST numérique, Contrôleurs quadratiques linéaires (LQ), Correcteur adaptative numérique, Choix de l'élément et la méthode de correction numérique. Analyse temporelle et fréquentielle du système bouclé à commande numérique.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40 % ; Examen : 60 %.

Références bibliographiques :

[1] .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 ;

[2] .Robert L. Williams, Douglas A, Lawrence, Linear State-Space Control Systems, Edition John Wiley & Sons, 2007 ;

[3] .Y. Granjon, Systèmes linéaires, non linéaires, à temps continu, à temps discret, représentation d'état, 2eme Edition, Dunod, Paris, 2010 ;

[4] .R. Longchamp, Commande numérique de systèmes dynamiques, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 1995 ;

[5] .D. Lequesne, Régulation P.I.D : Analogique, numérique et floue, Edition Hermès, 2005 ;

[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] .M. Retif, Synthèse d'une commande robuste : Correcteurs échantillonnés, commande par P.I.D., par modèle d'état et polynomiale RST-Automatique, Ellipses Marketing, 2011 ;

[8] .E. Godoy, E. Ostertag, Commande numérique des systèmes : Approches fréquentielle et polynomiale, Ellipses Marketing, 2004 ;

[9] .R. Longchamp, Commande numérique de systèmes dynamiques, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 2006 ;

[10] . D. V. Bobál, *J.* Böhm, *J. Fessel, J.* Machácek, *Digital self-tuning controllers: Algorithm, implementation and application, Advanced Textbooks in control and signal processing, Springer-verlag London limited, 2005;*

[11] . E. Gody, Régulation industrielle *: Outils de modélisation, méthodes et architectures de commande, 3eme Edition, Dunod, Paris, 2019 ;*

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:

A l'issu de ce TP, l'étudiant sera capable de:

- Comprendre la relation entre la partie opérative (le système à commander) et la partie commande (l'automate programmable) pour un système automatisé.
- Réaliser le câblage des interfaces entrées/sorties d'un automate programmable.
- Programmer un automate programmable pour gérer d'une manière séquentielle les actions prévues dans les cahiers des charges.

Connaissances préalables recommandées:

- ✓ Cours Automates programmables industriels.

Contenu de la matière:

TP 1. Modélisation et simulation du Grafcet. (2 semaines)
Utiliser un logiciel de simulation des Grafcets (EDUGRAF, AUTOMGEN…), à fin de comprendre la relation entre chaque étape du Grafcet et l'action(s) à commander et la relation entre chaque transition et l'état de/des capteur(s) de la partie opérative.

TP 2. Câblage de l'automate avec la partie opérative (2 semaines)
Câblage de l'alimentation de l'automate et le câblage des interfaces Entrées /Sorties de l'automate avec les actionneurs et les capteurs de la partie opérative.

TP 3. Initiation sur le logiciel de programmation de l'automate programmable (2semaines)
Initiation sur les blocs de programmation, les blocs fonctionnels (Temporisateur, Compteur,…) et les langages de programmations (Contact, List, Graph, …)

TP 4. Programmation avec les différents langages d'un automate programmable (4 semaines)
Programmation des Grafcets des systèmes automatisé (maquettes pédagogiques) disponibles.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 100%.

Références bibliographiques:

[1] .Automatisation et technique des commande-SCE ;
[2] .https://www.academia.edu/25781071/Automatisation_et_technique_des_commandes_SCE
[3] .Câblage des entrées et sorties des automates programmables ;
[4] .https://www.eic2.ch/pdf/cablage_securite_ed905.pdf
[5] .Automatisation de procédés, technique de régulation, EDS ;
[6] .https://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/56845_2019_04_fr_extract_pa_eds_s.pdf Automate programmable S7-1200;
[7] .https://media.automation24.com/manual/fr/61777246_s71200_System_Manual_fr-FR_fr-FR.pdf
[8] .Document de formation pour une solution complète ... - Siemens
[9] .https://www.automation.siemens.com/sce-static/learning-training-documents/classic/advanced-programming/b05-struct-prog-fr.pdf

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 maitriser les notions théoriques étudiées en cours.

Connaissances préalables recommandées :

- ✓ Cours éléments de régulation numérique ;
- ✓ Cours actionneurs industriels ;

Contenu de la matière :

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

TP Régulation numérique

TP1 : Modélisation et analysedes systèmes échantillonnés à l'aide du logiciel Matlab-Simulink.
TP2 : Régulation numérique par PID d'un système dynamique : par les méthodes de Ziegler-Nichols et Takahashi.
TP3 : Régulation analogique et numérique de la vitesse d'un moteur à courant continu (Correcteur à avance de phase).
TP4 : Asservissement numérique de la température (Correction à réponse pile)
TP5 : Contrôle numérique d'un pendule inverse (Approche de contrôle avancée de Zdan ou RST).
TP6 : Etude d'un asservissement numérique d'un bras flexible (comparaisons des performances entre un PID et commande avancée)

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 :

[1] .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 ;
[2] .R. Longchamp, Commande numérique de systèmes dynamiques, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 1995 ;
[3] .D. Lequesne, Régulation P.I.D : Analogique, numérique et floue, Edition Hermès, 2005 ;
[4] .M. Retif, Synthèse d'une commande robuste : Correcteurs échantillonnés, commande par P.I.D., par modèle d'état et polynomiale RST-Automatique, Ellipses Marketing, 2011 ;

[5] .E. Gody, Régulation industrielle : Outils de modélisation, méthodes et architectures de commande, 3eme Edition, Dunod, Paris, 2019 ;
[6] .G. Clerc, G. Grellet, Actionneurs électriques, Modèles, Commande, Eyrolles, 1999.
[7] .G. Lacroux, Les actionneurs électriques pour la robotique et les asservissements, 1994.
[8] .J. Faisandier, Mécanismes hydrauliques et pneumatiques, Dunod, 1999.
[9] .R. Labonville, Conception des circuits hydrauliques, une approche énergétique, Editions de l'Ecole Poly technique de Montréal, 1991.
[10] . Michel Grout, Patrick Salaun, Instrumentation industrielle, 3e édition, Dunod, 2012.

Semestre:3
Unité d'enseignement: UEM2.1
Matière3: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: UEM2.1
Matière 4:Fiabilité et maintenance des systèmes électroniques
VHS: 45h00 (Cours : 1h30, TP: 1h30)
Crédits: 3
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Il s'intéresse aux concepts de base de la maintenance, essentiellement à l'étude et l'analyse de la fiabilité qui est un concept très important pour la sureté du fonctionnement des systèmes électroniques. L'évaluation et l'amélioration de la fiabilité permettra une bonne maitrise de toute sources de défaillance ainsi qu'une diminution des charges de maintenance par optimisation des stocks et d'approvisionnement. Connaître les concepts de base en maintenance.

Connaissances préalables recommandées:

- ✓ Notions de base de probabilité et de statistique.
- ✓ Connaissance des méthodes de dénombrement, Analyse combinatoire: arrangement, permutation, combinaison

Contenu de la matière:

Chapitre 1 : Principaux concepts de la maintenance. (3 semaines : Cours & TD)
La maintenance, La maintenance corrective, La maintenance prédictive, Les différents niveaux de maintenance, la terotechnologie, l'entretien, la fiabilité, la maintenabilité, la disponibilité, la panne, la défaillance, la réparation, le dépannage, le diagnostic, notion de GMAO, Définition de quelques sigles : MTTF, MTTR, MUT, MDT, MTBF

Chapitre 2 : Modèle de base de probabilité(3 semaines : Cours & TD)
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.

Chapitre 3 : Application à la fiabilité des théorèmes de probabilités (3 semaines : Cours & TD)

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.

Chapitre 4 : Notions des défaillances(3 semaines : Cours & TD)

Classification des 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 : Gestion de stocks en maintenance(3 semaines : Cours & TD)
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 ».

Travaux Pratiques :

TP1 :Initiation à la Gestion Maintenance Assitée par Ordinateur ''GMAO''.

TP2 :Application pratique avec l'outil GestoMaint (Gestion atelier de maintenance pour Windows)-GMAO.

TP3 :Création d'une base des données sous ACCESS.

TP4 :Gestion des systèmes électronique par simulation Fast Maint (8.0.1)**-GMAO.**

TP5 : Gestion de stocks en maintenance: Etude d'une ERP

Mode d'évaluation:

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

Références bibliographiques:

[1] .A. Pollard, Fiabilité et statstiques prévisionnelles ;

[2] .D. Dacunha-Castelle, M. Duflo, Probabilites 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 ;

[10] . A.Bellaouar ,S.Beleulmi , Cours Fiabilité, maintenabilité et disponibilité (FMD),Université Constantin1, 2014 ;

[11] . J.Ph. Gayon. Gestion des stocks : Notes de cours, exercices, projets et annales. Génie industriel, INP Grenoble, 2015..

[12] . https://www.cogep.com/fr/gmao/

Semestre: 3
Unité d'enseignement : UET 2.1
Matière 1 : Reverse Engineering
VHS : 45h00 (Cours : 1h30 et Atelier : 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement :

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

Compétences visées

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

A**daptabilité aux spécialités du domaine Sciences et Technologie : é**

- Toutes les spécialités du domaine ST sont concernées suivant
- Exemples de taches : Documentation technique numérique, résultats de veille technologique, Gestion de projets techniques, Collaboration autour de plans, Analyses de rapports, Compréhension de procédés industriels, Suivi de données de production, Techniques de reporting, Prototypage, Essais)

Prérequis :

- Connaissances fondamentales dans la spécialité.

Contenu de la matière :

1. Introduction à la Réverse Engineering

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

2. Méthodologie générale

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

3. Reverse engineering matériel

- Cartes électroniques : inspection visuelle, repérage de composants
- Utilisation d'outils : multimètre, oscilloscope, analyseur logique
- Reconnaissance de schémas électroniques
- Reconstitution de schémas sous KiCad / Proteus

4. Reverse engineering logiciel

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

5. Reverse engineering mécanique

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

6. Sécurité et détection d'intrusion

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

7. Cas d'études réels

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

Exemples de TP (base les 4 Génies)

- **Génie Electrique :**

- Rétro-ingénierie d'un module électronique sans schéma
- Exemple : module Bluetooth, relais temporisé
- Objectifs : identifier le fonctionnement, dessiner le schéma, proposer une variante améliorée.
- Identification de composants (IC, transistors, résistances, etc.).
- Utilisation d'outils : multimètre, oscilloscope, analyseur logique.
- Lecture et extraction de firmware depuis un microcontrôleur.
- Introduction à la détection de contrefaçons électroniques.

- **Génie Mécanique :**

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

- **Génie Civil :**

- Analyse d'ouvrages existants sans plans (murs, dalles, structures…).
- Exemples : escalier métallique, appui de fenêtre, coffrage)
- Étude et rétroconception d'un élément de structure existant
- Identification des matériaux, des assemblages et des contraintes.

- Modélisation de l'ouvrage via Revit, AutoCAD ou SketchUp.
- Étude de réhabilitation ou reproduction d'éléments structurels anciens.

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

Mode d'évaluation :

- TP techniques
- Mini-projet de rétro-ingénierie (rapport + soutenance)
- Examen final (QCM + étude de cas)

- Examen : 60% et CC TP : 40%

Références bibliographiques :

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

Semestre : 3
Unité d'enseignement : UET2.1
Matière :Recherche documentaire et conception de mémoire
VHS : 15h00 (Cours : 1h00)
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
Matière1: 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 éclairement 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. Dispersions, 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
Matière2: 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. Villoz, 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 (2e édition)*

5. *A. Damien, La biomasse énergie: Définitions, ressources et modes de transformation, Collection Technique et Ingénierie, Dunod/L'Usine Nouvelle 2013 (2 e édition)*
6. *A. Labouret, M. Villoz, Installations photovoltaïques: Conception et dimensionnement d'installations raccordées au réseau, Collection Technique et Ingénierie, Dunod/Le Moniteur 2012 (5e 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, chaine 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. Jouhaneau, Notions Elémentaires 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:

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

27. JL. Cocquerelle, CEM et électronique de puissance.
28. A. Charoy, Parasites et perturbations des électroniques :Terres, masses, câblages.

Semestre :
Unité d'enseignement : UED
Matière 5 : Instrumentation et mesures industrielles
VHS : 22h30 (Cours : 1h30)
Crédit : 1
Coefficient : 1

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 (2semaines)
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) (2semaines)
Principes d'une chaine 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 (6semaines)
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 AddressableRemoteTransducer (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. Dassonvalle, 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, 3e 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 maitrise 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, Maitrise)

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. Maitrise 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 dela 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 Entrainements Electriques
VHS : 45h (Cours : 3h00)
Crédit : 2
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement:

Initier les étudiants à se familiariser avec le réglage les entrainements 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, Entrainements électriques à vitesse variable, Tome 1, collection Schneider 1997.*
2. *Jean Bonal, Guy Séguier, Entrainements électriques à vitesse variable, Tome 2, collection Schneider 1998.*
3. *Jean Bonal, Guy Séguier, Entrainements 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, Nickolskii
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, Buttrworth-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*.
8. Precend - Qui sommes-nous ? : www.precend.fr
9. ECND-PdL :www.ecnd-pdl.fr
10. American Society for Non Destructive Testing :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 : 1h30)
Crédit : 1
Coefficient : 1

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

Méthodedu 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, Hermes1995.
4. *Villemeur, Sureté de fonctionnement des systèmes industriels, Dunod, 1988.*

Semestre:
Unité d'enseignement: UED 1.2.2
Matière 13 :
VHS: 22h30 (Cours: 1h30)
Crédits: 1
Coefficient: 1

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 ;
- ✓ Capteurs ;
- ✓ Automates programmables industriels ;

Contenu de la matière:

Chapitre 1. Généralités sur les bus de terrain (04 semaines)
1.1-Définitions (Bus, Terrain, Réseau, Réseau local, Réseau local industriel (RLI), Réseau local d'entreprise, Quelques noms des réseaux locaux industriels). 1.2-Présentation de l'environnement industriel. 1.3-Architecture d'un RLI (réseaux de terrain, réseaux d'atelier, réseaux d'usine). 1.4-Caractéristiques d'un RLI (le nombre de nœuds, la quantité d'information, le temps de transmission). 1.5-Caractéristiques des données échangées dans un RLI (Nature des messages échangés, Taille des messages). 1.6-Rôle d'un RLI dans une installation industrielle. 1.7-Architecture OSI et RLI (Adaptation du modèle OSI aux RLI, Caractéristiques de la couche physique pour les RLI, Caractéristiques de la sous-couche MAC pour les RLI).

Chapitre 2. : Le bus 485 Modbus (02 semaines)
Rappel sur la norme RS232. La liaison RS485. Le protocole Modbus. Adressage et trame Modbus.

Chapitre 3. Le bus CAN (Controller Area Network) (03 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. Services de la couche application. CANopen.

Chapitre 4. Profibus (03 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 (03 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: 60 % ; Examen: 40 %.

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.*

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 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	Matière 1 : Matière 2 :	
S2	Matière 1 : Matière 2 :	

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	Matière 1 : Matière 2 :	

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