

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



Département Automatique

DETAIL DES PROGRAMMES

**Master professionnel
Automatique Industrielle
2018 / 2019**

Semestre 1

Matières	Code	VHH				Crédits matières	Coeff	
		C	TD	TP	Travail Person			
UE fondamental								
UEP11	Commande numérique des systèmes	UEP11	3h00	1h30	1h30	3h	6	3
UE12	Identification des processus	UE12	1h30	1h30	1h30	3h	6	3
UE13	Technologie de la régulation industrielle	UE13	1h30		1h30	2h	4	2
UE14	Fonctions d'électronique appliquée	UE14	1h30	1h30	1h30	2h	4	2
UEP15	Automatique de base	UEP15	1h30	1h30	1h30	3h	6	3
UE transversal								
UE16	Programmation appliquée	UE16			2h00	1h	2	1
UE17	Anglais technique	UE17	1h30			1h	2	1
Total			10h30	6h	9h30	15h	30	15

Semestre 2 :

Matières	Code	VHH				Crédits matières	Coeff	
		C	TD	TP	Travail Person			
UE fondamental								
UEP21	Optimisation et commande optimale	UEP21	3h00	1h30		2h	5	3
UEP22	Eléments de Robotique	UEP22	3h00	1h30	1h30	3h	5	3
UE23	Commande des machines	UE23	1h30	1h30	1h30	3h	5	3
UE24	Circuits et systèmes numériques avancés	UE24	1h30	1h30	1h30	3h	5	3
UE25	Capteurs	UE25	1h30		1h30	3h	5	3
UE Transversale								
UEP26	Informatique temps réel	UEP25	1h30		1h30	2h	2	2
UE Découverte								
UEP 27	Stage industriel					3h	3	2
Total			12h00	6h00	7h30	19h	30	19

Semestre 3 :

Matières	Code	VHH				Crédits matières	Coeff	
		C	TD	TP	Travail Person			
UE fondamental								
UEP31	Productique et ordonnancement	UEP31	3h00	1h30		3h	6	3
UEP32	Outils Informatiques de Modélisation et de Simulation des systèmes Automatiques	UEP32			3h00	2h	4	2
UEP33	Automates programmables	UEP33	3h00	1h30	3h00	3h	6	3
UEP34	Diagnostic et maintenance	UEP34	1h30		1h30	2h	6	3
UE transversal								
UE36	Connaissance de l'entreprise	UE36	1h30			0h30	1	1
UE37	Sécurité industrielle	UE37	1h30			1h30	4	2
UE Découverte								
UEP38	Avant projet (Stage industriel)	UEP38	1h30		1h30	2h	3	2
Total			12h00	3h	9h00	14h	30	16

Semestre 1

Unité d'enseignement : Fondamental UEP11 - Semestre : 01
Matière : Commande Numérique des Systèmes
Volume horaire hebdomadaire : cours : 03h00 - TD : 1h30 - TP : 1h30
Crédit : 6 Coefficient : 3

OBJECTIF DU COURS

Le cours introduit des techniques de commande numériques avancées.

PRE-REQUIS

Commande numérique des systèmes

CONTENU DU PROGRAMME

Chapitre 1. Généralités sur la Commande numérique

1. Principe de la commande numérique
2. Structure d'une boucle d'asservissement numérique
3. Représentations d'un système discret
4. Méthodes de synthèses de correcteur numériques

Chapitre 2. Correcteur RST

1. Principe de la commande RST
2. Principe de la synthèse
3. Existence et unicité de correcteur RST causal à degré minimale
4. Choix du modèle à poursuivre
5. Algorithmes de synthèse du correcteur RST
6. Variantes du correcteur RST

Chapitre 3. Synthèse de correcteurs dans l'espace d'état

1. Formulation du problème de commande
2. Commande par placement de pôles
3. Observateur d'état
4. Commande par optimisation quadratique

Chapitre 4. Commande à Modèle interne

1. Formulation du problème de commande
2. Principe de la commande à modèle interne
3. Propriétés de la structure à modèle interne
4. Méthodologie de synthèse dans le cas d'un système stable
5. Cas d'un système avec pôles sur le cercle unité

Chapitre 5. Commande prédictive

1. Formulation du problème de commande
2. Principe de la commande prédictive
3. Eléments d'une commande prédictive
4. Commande matricielle dynamique

Travaux pratiques :

TP 1. Stabilisation d'un pendule inversé par un retour d'état

TP 2. Commande RST d'un moteur à courant continu

TP 3. Commande prédictive généralisée d'un échangeur de chaleur

TP 4. Commande à modèle interne d'un four

Remarque : Les travaux pratiques consistent à implémenter les différentes commandes numériques sur des systèmes du milieu industriels.

L'étude doit se faire par simulation puis par des implémentations pratiques (soit avec Matlab ou Labview) aux systèmes existant dans le laboratoire.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. J.-M. FLAUSS. *Régulation Industrielle : Régulateurs PID, Prédicatifs et Flous*. Hermès, Paris, 1994.
2. J.-P. CORRIOU. *Commande des Procédés*. Lavoisier, Paris, 2004.
3. R. LONGCHAMP. *Commande Numérique de Systèmes Dynamiques-Tome 1. Cours d'Automatique*. Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, 2015.
4. R. LONGCHAMP. *Commande Numérique de Systèmes Dynamiques-Tome 2. Solutions des Problèmes*. Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, 2015.

Unité d'enseignement : Fondamental UE12 - Semestre : 01

Matière : Identification des processus

Volume horaire hebdomadaire : cours : 1h30 - TD : 01h30 - TP : 1h30

Crédit : 6 Coefficient : 3

Chapitre 1. Introduction à l'identification

1. Objectif de l'identification
2. Les différentes étapes de l'identification
3. Les différents signaux d'excitation (SBPA,...)

Chapitre 2. Méthodes non paramétriques

1. Identification par un essai indiciel : Un 1er ordre : tangente à l'origine, méthode des 63%, Un premier ordre avec retard : méthode de BROIDA, Un premier ordre avec retard : méthode de STREJC, Un système stable oscillant : modèle du second ordre.
2. Réponse à l'impulsion, méthodes fréquentielles, Méthode de corrélation, Identification en boucle fermée, Fonction de transfert à partir d'un modèle non paramétrique.

Chapitre 3. Méthodes numériques

1. Méthodes des moindres carrés récursives et non récursives
2. Méthode du modèle

Chapitre 4. Aspects pratiques de l'identification

1. Conditionnement des signaux
2. Choix de la période d'échantillonnage
3. Choix du signal d'excitation
4. Estimation de l'ordre

Chapitre 5. Validation du modèle

1. Validation par rapport au but escompté
2. Validation du modèle avec des données expérimentales
3. Validation par des méthodes statistiques
4. Validation par des méthodes heuristiques

Travaux pratiques :

TP1: Programmation du signal SBPA

TP2: Identification paramétrique par la Méthode de Broïda et la méthode de strejc.

TP3: Programmation de la méthode des moindres carrés récursive et non récursive

TP4 : Identification boucle fermée

TP5 : Validation du modèle

Unité d'enseignement : Fondamental UE13 - Semestre : 01

Matière : Technologie de la Régulation industrielle

Volume horaire hebdomadaire : cours : 3h00 - TP : 1h30

Crédit : 4 Coefficient : 2

Chapitre 1. Introduction

1. Introduction à la régulation
2. Différents éléments de la boucle de régulation
3. Transmetteurs (pneumatique, électriques)
4. Etendue d'échelle, de mesure, valeur de zéro et la rangeabilité
5. Organes de réglage
6. Comportement en régulation
7. Comportement en poursuite
8. Régulation « Tout Ou Rien"
9. Objectifs de la régulation
10. Techniques de régulation
11. Domaines d'emploi

Chapitre 2. Technologie des régulateurs

1. Les différentes parties d'un régulateur (régulateurs pneumatiques, régulateurs électroniques)
2. Indications sur les régulateurs industriels
3. Classification des régulateurs

Chapitre 3. Actions des régulateurs

1. Action proportionnelle P
2. Bande proportionnelle
3. Action dérivée D
4. Action intégrale I
5. Régulateurs PI, PD et PID
6. Résumé et intérêt des actions P, I et D
7. Différentes structures (série, parallèle, mixte)
8. Sens d'action du régulateur
9. Régulateur PID numérique

Chapitre 4. Réglage des paramètres de régulateurs PID

1. Méthodes expérimentales de réglage des régulateurs :
2. Réglage d'un procédé du premier ordre (méthode du modèle de référence)
 - ✓ En boucle ouverte (méthode de Broïda pour les procédés autorégulants et procédés intégrateurs)
 - ✓ En boucle fermée (Méthode de Ziegler&Nichols, méthode du régleur)

Chapitre 5. Représentation des procédés

1. Plan de circulation des fluides (PCF)
2. Plan de tuyauterie et d'instrumentation (TI, ou bien P & ID : Piping and Instrumentation Diagram).

Chapitre 6. Différentes techniques de régulation

1. Limite de la régulation PID
2. Régulation cascade
3. Régulation du rapport

4. Régulation split range
5. Régulation de tendance
6. Régulation adaptative
7. Régulation floue.

Travaux pratiques :

- TP1 : Boucle de régulation niveau
- TP2 : Boucle de régulation Pression
- TP3 : Boucle de régulation Débit
- TP4 : Boucle de régulation Tout Ou Rien
- TP5 : Régulation de température (Simulation Matlab)

Unité d'enseignement : Fondamental UE14 - Semestre : 01

Matière : Fonctions d'électronique appliquée

Volume horaire hebdomadaire : cours : 1h30 - TD : 1h30- TP : 1h30

Crédit : 4 Coefficient : 2

Chapitre 1. Transistors

1. Définitions et grandeurs propre aux transistors bipolaires.
2. Montages de base des transistors bipolaires.
3. Réseaux de caractéristiques des transistors bipolaires.
4. Polarisation des transistors bipolaires.
5. Modèle dynamique de transistor et grandeurs associées.
6. Amplificateurs à transistors bipolaires (Types et classes).
7. Associations d'étages d'amplificateurs à transistors bipolaires.
8. Introduction aux transistors à effet de champ.

Chapitre 2. Amplificateurs opérationnels

1. Amplificateur différentiel idéal et réel et modes de fonctionnement.
2. Etude dynamique d'un amplificateur différentiel.
3. Caractéristiques d'un amplificateur opérationnel
4. Modèles équivalents et modes de fonctionnement d'un amplificateur opérationnel
5. Montages de base en régime linéaire (étude des Filtres actifs)
6. Montages de base en régime non linéaire
7. Amplificateurs d'instrumentations

Chapitre 3. Convertisseur CAN, CNA

Chapitre 4. Génération d'Impulsions (signaux) et oscillateurs

Chapitre 5. Les photo-éléments ou opto-éléments

1. Notion de lumière
2. Effet optoélectronique
3. Les composants optoélectroniques

Travaux pratiques :

TP1 : Etude de l'amplificateur à transistor

TP2 : Les amplificateurs opérationnels

TP3 : Etude d'un exemple de circuit CAN et étude d'un exemple de circuit CNA.

TP4 : Les oscillateurs

TP5 : Réalisation d'un montage électronique : Le responsable de cette matière, aussi bien que l'étudiant, sont libres de proposer la réalisation d'autres montages

TP6 : Introduction aux principes de réalisation de circuits imprimés PCB (Technologie de réalisation de PCB et règles de réalisation (routage, multicouches)

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Y. GRANJON, B. ESTIBALS, S. WEBER, « *Electronique-Tout le cours en fiches* », Collection: Tout le cours en fiches, Dunod 2015.
2. A. MALVINO, D. J. BATES, « *Principes d'électronique, Cours et exercices corrigés* », 8^{ème} édition, Dunod 2016.
3. Ch. ADAMS, P. GUESNU, E. BERNAUER, A. DEROUIN, « *L'électronique en pratique : 36 expériences ludiques* », Eyrolles, 2013.
4. F. DE DIEULEVEULT, H. FANE, « *Principes et pratique de l'électronique, tome 1 : Calcul des circuits et fonctions* », Dunod 1997.

5. F. DE DIEULEVEULT, H. FANE, « *Principes et pratique de l'électronique, tome 2 : Fonctions numériques et mixtes* », Dunod 1997.
6. Ch. FRANÇOIS, R. DARDEVET, P. SOLEILHAC, « *Génie Électrique : Électronique Analogique Électronique Numérique Exercices et Problèmes Corrigés* », Ellipses Marketing 2006.
7. M. MOKHTARI, “*Electronique Appliquée, Electromécanique sous Simscape & Sim Power Systems (Matlab/Simulink)*”, Springer-Verlag Berlin and Heidelberg GmbH & Co 2012.
8. P. MAYEUX, « *Apprendre l'électronique par l'expérimentation et la simulation* », ETSF, 2006.

Unité d'enseignement : Fondamental UEP15 - Semestre : 01
Matière : Automatique de base
Volume horaire hebdomadaire : cours : 1h30 - TD : 1h30 – TP : 1h30
Crédit : 6 Coefficient : 3

OBJECTIF DU COURS

L'objectif du cours est de rappeler les notions de base de l'automatique sans développements mathématiques importants. L'illustration des différentes notions est appuyée par des exemples pratiques.

PRE-REQUIS

Modélisation

Asservissement linéaire

Commande des Systèmes

CONTENU DU PROGRAMME

Chapitre 1. Généralités sur les systèmes dynamiques

1. Variables caractéristiques d'un système dynamique
2. Représentation interne et externe d'un système dynamique
3. Classes de systèmes
4. Propriétés fondamentales d'un système dynamique
5. Outils d'analyse des systèmes dynamiques

Chapitre 2. Représentations mathématiques des systèmes

1. Différents types de systèmes
2. Système linéaire continu
3. Représentation des systèmes dans l'espace d'état
 - 3.1. Systèmes linéaires continus
 - 3.2. Propriétés structurelles

Chapitre 3. Commande d'un système dynamique

1. Rappels sur la commande en boucle ouverte et en boucle fermée
2. Méthodes de synthèse de contrôleurs
3. Commande stabilisante par retour d'état
4. Synthèse d'observateurs et commande par retour d'état à base d'observateur

Chapitre 4. Systèmes multi-variables

1. Caractéristiques d'un système multivariable
2. Principe de la commande multiboucle
3. Principe de la commande multivariable
4. Notion de découplage

Chapitre 5. Systèmes non linéaires

1. Caractéristiques d'un système non linéaire
2. Notion de point d'équilibre
3. Linéarisation autour d'un point d'équilibre
4. Approche multi-modèle
5. Linéarisation globale
6. Autres approches de commande

Travaux pratiques :

TP1 : Introduction à la simulation avancée sur Matlab

TP2 : Construction de modèles des systèmes dynamiques sous Matlab/SIMULINK

TP3 : Synthèse de commande par retour d'état.
TP4 : Synthèse d'observateur
TP5 : Simulation des systèmes non linéaires

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

9. J.-M. Flauss. Régulation *Industrielle : Régulateurs PID, Prédictifs et Flous*. Hermès, Paris, 1994.
10. A. EL JAI. *Eléments d'Analyse et de Contrôle des Systèmes*. Presses Universitaires de Perpignan, Perpignan, 2004.
11. J.-P. CORRIOU. *Commande des Procédés*. Lavoisier, Paris, 2004.
12. P. MÜLLHAUPT. *Introduction à l'Analyse et à la Commande des Systèmes non Linéaires*. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, 2009.
13. A. POMERLEAU. *Commande des Procédés Industriels*. Hermès, Paris, 1997.

Unité d'enseignement : Transversal UE16 - Semestre : 01

Matière : Programmation appliquée

Volume horaire hebdomadaire : TP : 2h00

Crédit : 2 Coefficient : 1

OBJECTIFS DU COURS :

Le cours introduit les concepts et les bases de la programmation graphique nécessaires pour développer des instruments virtuels pour des applications d'automatique.

PRE-REQUIS :

- Algorithmique et programmation
- Méthodes numériques
- Asservissement numérique

CONTENU DU PROGRAMME

Chapitre 1. Généralités sur la programmation

1. Du problème au programme
2. Problème bien posé et choix des méthodes numériques
3. Environnements matériel et logiciel
4. Différent niveaux de langage
5. Techniques de production des programmes

Chapitre 2. Langage graphique

1. Programmation graphique flux de données
2. Limitation de la programmation flux de données
3. Notion de l'instrument virtuel
4. Présentation de l'environnement de programmation
5. Exemple illustratif d'édition et exécution d'un programme

Chapitre 3. Bases de la programmation graphique

1. Représentation des données
2. Structures de programmation
3. Fonctions associées aux différentes données
4. Mémorisation des données
5. Tableaux et matrices
6. Graphes
7. Fichiers

Chapitre 4. Applications pratiques

- TP1. Acquisition des données
- TP2. Traitement des données
- TP3. Commande des systèmes

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. F. COTTET. *LabVIEW : Programmation et Applications*. Dunod, Paris, 2001.
2. N. MARTAJ et .MOKHTARI .*Apprendre et Maîtriser LabVIEW par ses Applications*. Springer, Berlin, 2014.

Unité d'enseignement : Transversal UE17 - Semestre : 01

Matière : Anglais technique

Volume horaire hebdomadaire : cours : 1h30

Crédit : 2 Coefficient : 1

Section 1. Composed of chosen texts.

The study contains a phase of reading and comprehension, terminology practice, checkup exercises, paragraph building and translation into French. The passage will deal with introductory definition of control theory, system modeling and identification, control strategies, and so on.

Section 2. Same type of studying.

The passage will deal with practical aspects of Electrical Engineering such as fundamentals of Electricity, Electricals and materials and components Electronic devices, energy systems and so on.

Section 3. Deals with fundamentals of Information theory, computers, microcontrollers, microprocessors.

Recommendations:

- Il est vivement recommandé au responsable de la matière de présenter et expliquer à la fin de chaque séance (au plus) une dizaine de mots techniques de la spécialité dans les deux langues (si possible) anglais et français.
- Le responsable de la matière peut, aussi, prendre une notice en anglais de n'importe quel dispositif et le lire et le traduire avec les étudiants.

Semestre 2

Unité d'enseignement : Fondamental UEP21 - Semestre : 02

Matière : Optimisation et commande optimale

Volume horaire hebdomadaire : cours : 3h00 - TD : 1h30

Crédit : 5

Coefficient : 3

OBJECTIFS DU COURS

Le cours constitue une introduction à l'optimisation statique et l'optimisation dynamique (commande optimale). Le cours a pour objectif d'apprendre aux étudiants comment formuler des problèmes d'automatique sous forme de problèmes d'optimisation (statique et dynamique) et comment les résoudre, analytiquement ou numériquement, en utilisant des méthodes appropriées.

PRE-REQUIS:

- analyse réel,
- équations aux dérivées ordinaires,
- méthodes numériques.

CONTENU DU PROGRAMME

Partie I : Optimisation

Chapitre 1. Généralités sur l'optimisation

1. Définition de l'optimisation
2. Formulation d'un problème d'optimisation
3. Classification des problèmes d'optimisation
4. Points critiques
5. Méthodes d'optimisation

Chapitre 2. Optimisation sans contrainte

1. Conditions d'optimalité
2. Méthode graphique
3. Méthode analytique
4. Méthodes déterministes
5. Méthodes stochastiques

Chapitre 3. Optimisation en présence des contraintes

1. Problème d'optimisation avec contraintes
2. Optimisation en présence de contraintes du type égalité
3. Optimisation en présence de contraintes du type inégalité
4. Optimisation en présence de contraintes du type mixte
5. Problème dual

Chapitre 4. Programmation linéaire

1. Problème d'optimisation linéaire
2. Forme canonique
3. Méthode graphique
4. Méthode du simplexe
5. Méthode du point intérieur
6. Problème dual

Partie II : Commande optimale

Chapitre 1. Généralités sur la commande optimale

1. Définition de la commande optimale
2. Formulation d'un problème de commande optimale

3. Types de contraintes
4. Critère de performance
5. Classification des méthodes de résolution

Chapitre 2. Calcul des variations

1. Problème de calcul des variations
2. Rappel sur le calcul des variations
3. Conditions d'optimalité
4. Application à la commande optimale
 - 4.1 . Méthode directe
 - 4.2 . Méthode des multiplicateurs de Lagrange
5. Résolution numérique des conditions d'optimalité

Chapitre 3. Principe du minimum de Pontriaguine

1. Fonction d'Hamilton
2. Conditions d'optimalité (équations d'Hamilton-Pontriaguine)
3. Commande quadratique d'un système linéaire
4. Résolution de l'équation de Riccati
5. Commande linéaire quadratique Gaussienne

Chapitre 4. Programmation dynamique

1. Principe d'optimalité de Bellman
2. Forme continue du principe d'optimalité (équation d'Hamilton-Jacobi-Bellman)
3. Forme discrète du principe d'optimalité (équation fonctionnelle de Bellman)

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. P. NASLIN. *Théorie de la Commande et Conduite Optimale*. Dunod, Paris, 1969.
2. J.-P. BABARY et W. PELCZEWSKI. *Commande Optimale des Systèmes Continus Déterministes*. Masson, Paris, 1985.
3. M. BERGOUNIOUX. *Optimisation et Contrôle des Systèmes Linéaires*. Dunod, Paris, 2001.
4. J.-P. CORRIOU. *Commande des Procédés*. Lavoisier, Paris, 2004.
5. H. ABOU-KENDIL. *La commande Optimale des Systèmes Dynamiques*. Lavoisier, Paris, 2004.

Unité d'enseignement : Fondamental UEP22 - Semestre : 02
Matière : Eléments de robotique
Volume horaire hebdomadaire : cours : 3h00 - TD : 1h30 - TP : 1h30
Crédit : 5 Coefficient : 3

OBJECTIFS DU COURS

Cette matière a pour objectif de permettre aux étudiants de se familiariser avec les outils de modélisation et les techniques de contrôle des robots manipulateurs. Elle vise à donner aux étudiants la possibilité d'entreprendre en toute autonomie la résolution d'un certain nombre de problèmes élémentaires de robotique comme la mise en configuration, la génération de trajectoires, la commande dynamique...

Les travaux pratiques permettront de donner un aspect concret aux notions vues au cours pour mieux comprendre et assimiler le contenu de cette matière.

PRE-REQUIS

- Automatique linéaire et asservissement.
- Notions de base en : cinématique et dynamique.

CONTENU DU PROGRAMME

Chapitre 1. Introduction (*1 semaine*)

1. Définition et historique
2. Différentes catégories de robots
3. Vocabulaire de la robotique
4. Caractérisation des robots
5. Les différents types de robots manipulateurs
6. Utilisation des robots
7. Avenir de la robotique

Chapitre 2. Fondements théoriques et mathématiques préliminaires (*2 semaines*)

1. Positionnement
 - 1.1. Rotation
 - 1.2. Représentations de la rotation
 - 1.3. Attitude
 - 1.4. Les matrices de transformations homogènes
2. Cinématique
 - 2.1. Vitesse d'un solide
 - 2.2. Vecteur vitesse de rotation
 - 2.3. Mouvement rigide
 - 2.4. Torseur cinématique et composition de vitesses

Chapitre 3. Modélisation d'un robot manipulateur (*5 semaines*)

1. Modèle géométrique
 - 1.1. Convention de Denavit-Hartenberg
 - 1.2. Modèle géométrique direct
 - 1.3. Modèle géométrique inverse
2. Modèle cinématique
 - 2.1. Analyse directe (utilisation du Jacobien direct)
 - 2.2. Analyse inverse (utilisation du Jacobien inverse)
 - 2.3. Notion de Singularité
3. Modèle dynamique
 - 3.1. Formalismes pour la modélisation dynamique
 - 3.2. Méthode de Lagrange : équation de Lagrange, représentation matricielle (matrice d'inertie, matrice de Coriolis, Matrice de gravité).
 - 3.3. Exemple (Robot plan à 1 ou 2DDL)

Chapitre 4. Génération de trajectoire (2 semaines)

1. Génération de trajectoires et boucles de commande
2. Génération de mouvement point à point : méthode de base, méthode à profil d'accélération, méthode à profil de vitesse, application dans l'espace articulaire, application dans l'espace cartésien.
3. Génération de mouvement par interpolation : application dans l'espace articulaire et dans l'espace cartésien

Chapitre 5. Commande des robots (3 semaines)

1. Commande dynamique
2. Commande par mode glissant

Chapitre 6. Programmation des robots (2 semaines)

1. Généralités et objectifs des systèmes de programmation
2. Méthodes de programmation
3. Caractéristiques des différents langages de programmation

Travaux pratiques :

- TP1. Initiation à Matlab (Transformations géométrique)
- TP2. Modélisation géométrique et inverse d'un robot Plan (3DDL).
- TP3. Modélisation cinématique directe et inverse.
- TP4. Modélisation dynamique d'un robot plan (2DDL).
- TP5. Génération de trajectoires en mode articulaire et cartésien.
- TP6. Commande dynamique d'un robot

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

6. 1. M.W. Spong, S. Hutchinson, M. Vidyasagar, Robot Modeling and Control, Wiley, 1ère éd., 2006.
7. 2. J.J. Craig, Introduction to Robotics: Mechanics and Control, Pearson Education, 3ème éd., 2008.
8. 3. Philippe Coiffet, La robotique, Principes et Applications, Hermès, 1992.
9. 4. Reza N. Jazar, Theory of Applied Robotics, Kinematics, Dynamics and Control. Springer 2007.
10. 5. Mark W. Spong, Seth Hutchinson, and M. Vidyasagar, Robot Modeling and Control, Wiley, 1989.
11. 6. Bruno Siciliano et al, Robotics, Modelling planning and Control, Springer, 2009.
12. 7. W. Khalil & E. Dombre, modélisation, identification et commande des robots, Hermès, 1999.

Unité d'enseignement : Fondamental UE23 - Semestre : 02
Matière : Commande des machines
Volume horaire hebdomadaire : cours : 1h30 - TD : 1h30 - TP : 1h30
Crédit : 5 Coefficient : 3

Chapitre 1. Les hacheurs

1. Hacheurs deux quadrants.
2. Hacheurs quatre quadrants.
3. Hacheurs de Jones.

Chapitre 2. Commande de la machine à courant continu

1. Etude de la machine à courant continu.
 - 1.1. Equations de la machine.
 - 1.2. Types de machines à courant continu.
2. Commande de la machine à courant continu
 - 2.1. Commande de la machine à courant continu par un hacheur deux quadrants.
 - 2.2. Commande de la machine à courant continu par un hacheur quatre quadrants.
 - 2.3. Commande de la machine à courant continu par le hacheur de Jones.

Chapitre 3. Les onduleurs

1. Définition.
2. Stratégies de commande.
 - 2.1. Commande symétrique ou pleine onde.
 - 2.2. Commande décalée.
 - 2.3. Commande par modulation de largeur d'impulsion M.L.I.
3. Onduleur monophasé.
4. Onduleur triphasé.

Chapitre 4. Commande de la machine asynchrone

4. Constitution et principe de fonctionnement de la machine asynchrone.
5. Mise en équations de la machine asynchrone.
6. Commande de la machine asynchrone alimentée par un onduleur.
 - 3.1. Commande scalaire.
 - 3.2. Commande vectorielle.

Travaux pratiques :

TP1 : Commande d'une machine à courant continu par un hacheur deux quadrants.

TP2 : Commande d'une machine à courant continu par un hacheur quatre quadrants.

TP3 : Commande d'une machine à courant continu par le Hacheur de Jones.

TP4 : Commande de la machine asynchrone alimentée par un onduleur (Commande scalaire).

Unité d'enseignement : Fondamental UE24 - Semestre : 01

Matière : Circuits et systèmes numériques avancés

Volume horaire hebdomadaire : cours : 3h00 - TP : 1h30

Crédit : 5 Coefficient : 3

Chapitre 1. Introduction

Chapitre 2. Les microcontrôleurs sans système d'exploitation (PIC, AVR,)

Chapitre 3. Communication avec le monde extérieur :

1. Les entrées sorties digitales et analogiques
2. Communication série synchrone et asynchrone
3. Timers et compteurs.

Chapitre 4. Programmation et outils de développement

Chapitre 5. Les microcontrôleurs avec système d'exploitation (ARM)

Travaux pratiques :

Unité d'enseignement : Fondamental UE25 - Semestre : 02

Matière : Capteurs

Volume horaire hebdomadaire : cours : 1h30 - TP : 1h30

Crédit : 5 Coefficient : 3

Chapitre 1. Principe d'acquisition de données

Chapitre 2. Capteurs électriques et chimiques

Chapitre 3. Capteurs et actionneurs mécaniques

Chapitre 4. Capteurs numériques (codeur/encodeur, microswitches et Fin de course)

Chapitre 5. Autres capteurs (hydrauliques, pneumatiques, etc.)

Chapitre 6. Capteurs intelligents

Travaux pratiques :

TP1 : Mesure et contrôle d'une température d'un système thermique.

TP2 : Etude et réalisation d'un détecteur crépusculaire à base d'une photo résistance.

TP3 : Mesure de la position et de l'orientation d'un mobile à base d'un accéléromètre.

TP4 : Mesure et acquisition de la caractéristique I(V) d'un module photovoltaïque.

Ou tout autres TPs que le responsable de la matière peut assurer.

Unité d'enseignement : Transversal UEP25 - Semestre : 02

Matière : Informatique temps réel

Volume horaire hebdomadaire : Cours : 1h30 TP : 1h30

Crédit : 2 Coefficient : 1

Chapitre 1. Introduction aux systèmes en temps réel

1. Classification des systèmes temps réel (temps réel dur, ferme, souple),
2. Structure d'un système temps réel, test d'ordonnançabilité, notions de thread, primitives,
3. pseudo-parallélisme...

Chapitre 2. Architecture et fonctionnement d'un noyau temps réel

1. Les tâches
2. l'ordonnanceur (scheduler)
3. les signaux et les files d'attente
4. les sémaphores
5. les Timers
6. les interruptions
7. la gestion des événements

Chapitre 3. Techniques de spécifications d'un système TR

1. Techniques d'ordonnancement (SRTF, SJF, Round-Robin, ...),
2. Critères de sélection,
3. Algorithme de Rate Monotoring,
4. Applications

Chapitre 4. Programmation concurrente

1. Notion de Deadlock,
2. Exclusion mutuelle par sémaphore, synchronisation par événement, Communication, Présentation de sceptre, exemples de cœurs temps réel (FreeRTOS, VRTX, OS9, Vxworks,...).

Chapitre 5. Langage de programmation en temps réel

Java, ADA, MODULA II

Travaux pratiques :

- TP1 : Initiation programmation
- TP2 : Gestion des tâches
- TP3 : Interruptions, signaux, événements
- TP4 : Ordonnancement
- TP5 : Synchronisation, communication
- TP6 : Gestion du temps

Recommandation : Il est conseillé d'utiliser *freeRTOS* dans les TPs car il est très accessible, stable et documenté, ou bien utiliser les *stm32f4* ou les *esp32* qui sont beaucoup moins chères.

Semestre 3

Unité d'enseignement : Fondamental UEP31 - Semestre : 03

Matière : Productique et ordonnancement

Volume horaire hebdomadaire : cours : 3h00 - TD : 1h30

Crédit : 6 Coefficient : 3

Chapitre 1. Les systèmes de production

1. Synoptique général d'un système de production : le système de décision, le système d'information et le système physique.
2. Les différentes typologies

Chapitre 2. Les fonctions de base

1. Planification des ressources de production, problématique.
2. Le juste à temps ou la méthode Kanban.
3. Gestion des matières.
4. Ordonnancement.
5. Suivi de fabrication.
6. Gestion de production assistée par ordinateur ou GPAO.

Chapitre 3. Modélisation des systèmes de production

1. Motivation.
2. L'outil réseau de Petri.
3. Analyse qualitative.
4. Analyse quantitative
5. Dimensionnement d'atelier.
6. Eléments de Commande.

Chapitre 4. Simulation des systèmes de production

1. FlexSim un outil de simulation des Flux
2. Mise en œuvre

Unité d'enseignement : Fondamental UEP32 - Semestre : 03
Matière : Outils informatiques de Modélisation et de Simulation des systèmes automatiques
Volume horaire hebdomadaire : cours/TP: 03h00
Crédit : 4 Coefficient : 2

OBJECTIFS DU COURS

Le cours a pour objectif de montrer aux étudiants la démarche à suivre pour la conception d'un système de commande en utilisant des applications informatiques dédiées. Les différentes étapes de conception, c'est-à-dire de la modélisation jusqu'à l'implémentation, sont réalisées avec des interfaces graphiques. Chaque chapitre présente une interface graphique et explique son utilisation.

PRE-REQUIS

Modélisation et identification

Asservissements continu et discret

CONTENU DU PROGRAMME

Chapitre 1. Généralités sur la commande des systèmes

1. Commande d'un système dynamique
2. Eléments d'une boucle d'asservissement
3. Etapes de synthèse d'un système de commande
4. Différentes approches d'implémentation d'un système de commande

Chapitre 2. Modélisation mathématique des systèmes dynamiques

1. Notions de modèle et de systèmes
2. Classification des systèmes dynamiques
3. Approches de modélisation mathématique
4. Approches de simulation d'un système dynamique
5. Exemple d'application

Chapitre 3. Identification des systèmes dynamiques

1. Etapes d'identification d'un système dynamique
2. Récupération et traitement des mesures
3. Choix de la structure et identification des paramètres
4. Validation du modèle
5. Exemple d'application

Chapitre 4. Analyse des systèmes dynamiques

1. Propriétés fondamentales d'un système dynamique
2. Etude temporelle d'un système dynamique
3. Etude fréquentielle d'un système dynamique
4. Stabilité d'un système dynamique
5. Exemple d'application

Chapitre 5. Synthèse des correcteurs

1. Objectifs de la commande
2. Choix de la structure de commande et détermination des paramètres
3. Evaluation des performances d'un correcteur
4. Exemple d'application

Chapitre 6. Implémentation d'un système de commande

1. Structure générale d'un système de commande
2. Configuration matérielle
3. Configuration logicielle

4. Exemple d'application

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. M. MARIE et Applications de MATLA .MOKHTARI .MB 5 et SIMULINK 2: Contrôle de Procédés. Springer, New York, 1998.
2. N. MARTAJ et M. MOKHTARI. MATLAB R2009, SIMULINK et STATEFLOW pour Ingénieurs, Chercheurs et Etudiants. Springer, Berlin, 2010.
3. M. MOKHTARI et N. MARTAJ. Electronique Appliquée, Electromécanique sous Simscape & SimPowerSystems (Matlab/Simulink). Springer, Berlin, 2012.

Unité d'enseignement : Fondamental UEP33 - Semestre : 03
Matière : Automates programmables
Volume horaire hebdomadaire : cours : 3h00 - TD : 1h30 – TP: 03h00
Crédit : 6 Coefficient : 3

Chapitre 1. Généralités sur l'automate Programmable.

(Définitions, architecture interne, type d'automate, modules E/S)

Chapitre 2. Langage de programmation des automates programmables industriels

(Présentation des langages de programmation LADDER, LOG, LIST, définition et techniques de programmations, exemple de programmation de sous unité de production simple (station automatisée pneumatique/hydraulique)

Chapitre 3. Langage de programmation des automates programmables industriels évoluée

Langage de programmation Grafcet (SFC), définition et techniques de programmations, programmation en fonction structurelle simple et structurelle complexe, intégration des correcteurs PID, présentation des techniques d'implémentation sur API. (Exemple d'application sur unité de production automatisée complexe).

Chapitre 4. Automates programmable industriels et réseaux de terrain

(Définitions, généralité sur les réseaux de terrain, réseaux d'automates, solution décentralisée d'automate, application sur station de production automatisée)

Chapitre 5. HMI et contrôle supervisé (système SCADA)

Présentation du concept du contrôle supervisé (système SCADA), logiciels de supervision industrielle, critères de choix d'un logiciel de supervision, application HMI sous environnement SIMATIC Wincc, (Exemple d'application sur unité de production automatisée, HMI, implémentation sur API)

Travaux pratiques :

TP1 : Utilisation S7 Graph

- Etude et automatisation de la station malaxeur en utilisant la S7 Graph
- Etude et automatisation de la station de convoyeur (tri de pièces haute et basse)
- Exemple de programmation des entrées et les sorties analogiques (remplissage et la vidange d'une cuve avec des capteurs de niveau et une vanne proportionnelle)

TP2 : Etude de régulateur PID et implémentation sous step7

TP3 : Introduction au logiciel WinCC flexible (ou TIA Portal) de Siemens

TP4 : Elaboration et Implémentation d'un système SCADA pour asservir un le niveau d'eau dans un réservoir

TP5 : Elaboration et Implémentation d'un système SCADA pour barrière d'un parking.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. L. A. Bryan, E. A .Bryan, Programmable controllers, Theory and implementation, Second edition, industrial Text company Publication, 1997, Atlanta, Georgia. USA
2. J. R. Hackworth, F.D. Hackworth, Programmable controllers, Programming Methods and Applications, 2001. USA
3. J.M.BLEUX, J.L. FANCHON, Automatismes Industriels, édition. NATNANE, 1996, France
4. H. DANG. Automatisation des Systèmes Industriels,

Unité d'enseignement : Fondamental UEP34 - Semestre : 03
Matière : Diagnostic et maintenance
Volume horaire hebdomadaire : cours : 1h30 - TP : 1h30
Crédit : 4 Coefficient : 2

Chapitre 1. Introduction à la sûreté de fonctionnement, à la maintenance et au diagnostic des systèmes : principaux concepts et rappels (*1 semaine*)

1. Définition et objectif de la sûreté de fonctionnement ; bref historique
2. Définitions des notions d'erreur, de défauts, de défaillance et de pannes
3. Maintenance préventive, maintenance corrective et diagnostic
4. Définitions des notions de fiabilité, de maintenabilité, de taux de défaillance et de disponibilité
5. Classification des méthodes de maintenance et de diagnostic

Chapitre 2. Le service maintenance au sein de l'entreprise

1. Situation dans l'entreprise
2. Domaines d'action du service maintenance
3. Importance de la maintenance et types d'entreprise
4. Le responsable de du service maintenance
5. Fonctions et tâches associées à la maintenance

Chapitre 3. Les différentes formes de maintenance

1. Les méthodes de maintenance
2. Les opérations de maintenance
3. Les niveaux de maintenance
4. Les activités connexes
5. Exemple d'une maintenance d'automobile

Chapitre 4. Maintenance des systèmes industriels à base de fiabilité

1. Rappels sur les probabilités et les éléments de fiabilités
2. Maintenance à base de fiabilité : diagramme de fiabilité, arbre de défaillance, équation booléenne, équation probabilistique, réduction des diagrammes
3. Diagramme de Pareto et diagramme d'Ischikawa, AMDEC
4. Modèle à état transition et chaînes de Markov
5. Systèmes redondants et voteurs

Chapitre 5. Méthodes quantitatives et méthodes qualitatives de diagnostic de défauts (*Aperçu bref*)

1. Positon du problème de diagnostic des systèmes
2. Différentes étapes du diagnostic des systèmes
3. Principe du diagnostic quantitatif
4. Génération de résidus
5. Détection, localisation et identification des défauts
6. Synthèse de générateur de résidus par espace de parité
7. Synthèse de générateur de résidus à base d'observateur
8. Approche par estimation paramétrique
9. Evaluation des résidus : étape de détection et étape de localisation
10. Diagnostic qualitatif et reconnaissance de formes
11. Fonctions de classification
12. Approche de traitement de signal
13. Approche floue
14. Approche neuronale
15. Approche probabilistique

Chapitre 6. Systèmes de commande tolérants aux défauts (*Survole*)

1. Module de détection et d'isolement de fautes (FDI)
2. Commande tolérante passive
3. Commande tolérante active
4. Accommodation des fautes

5. Reconfiguration du système de commande
6. Commande tolérante aux fautes à base d'observateur d'état

Travaux pratiques :

TP1 : Maintenance d'une carte électronique de commande.

TP2 : Maintenance d'un système automatisé à base de logique câblée.

TP3 : Maintenance d'un système automatisé à base de logique programmée.

Unité d'enseignement : Transversal UE36 - Semestre : 03

Matière : Connaissance de l'entreprise

Volume horaire hebdomadaire : cours : 1h30

Crédit : 1 Coefficient : 1

Chapitre 1. Introduction

5. Définition de l'entreprise
6. Classification des entreprises
7. Les rôles : économiques, sociaux, culturels et sportifs de l'entreprise
8. L'environnement de l'entreprise

Chapitre 2. Démarrage de l'entreprise

1. L'idée de démarrage
2. L'étude de marché
3. L'étude technique
4. L'étude financière

Chapitre 3 : gestion de l'entreprise

1. Les structures de l'entreprise
2. Le marketing
3. La gestion des ressources humaines
4. La comptabilité et finances
5. La recherche et développement

Unité d'enseignement : Transversal UE37 - Semestre : 03

Matière : Sécurité industrielle

Volume horaire hebdomadaire : cours : 1h30

Crédit : 2 Coefficient : 1

Chapitre 1. Généralités et définitions

1. Notions de risques
2. Accidents du travail et maladies professionnelles
3. Prévention des risques professionnels
4. Les différents risques professionnels
5. Ergonomie et conditions de travail
6. Statistiques accidents de travail et maladies professionnelles

Chapitre 2. Les risques mécaniques

1. Généralités
2. Risques mécaniques
3. Prévention des risques mécaniques
4. Certification de conformité des équipements de travail

Chapitre 3. Les risques physiques

1. Les risques dus aux vibrations
2. Le risque de surdité
3. Les risques dus aux rayonnements ionisants
4. Les risques dus aux rayonnements non ionisants
5. Autres risques professionnels d'origine physique

Chapitre 5. Les risques chimiques

1. Généralités et définitions
2. Prévention des risques chimiques

Chapitre 6. Les risques biologiques

1. Les micro-organismes pathogènes et leur action
2. Prévention des risques biologiques

Chapitre 7. Autres problèmes liés aux risques professionnels et à la prévention

1. Stress et facteurs psychosociaux au travail
2. Nouvelles technologies et évolution de la réglementation
3. Problèmes liés à l'environnement

Unité d'enseignement : Transversal UEP38 - Semestre : 03

Matière : Avant projet

Volume horaire hebdomadaire : cours : 1h30 - TP : 1h30

Crédit : 3 Coefficient : 2

Partie I : Recherche documentaire

Chapitre 1. Définition du sujet

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

Chapitre 2. Sélectionner les sources d'information

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

Chapitre 3. Localiser les documents

1. Les techniques de recherche
2. Les opérateurs de recherche

Chapitre 4. Traiter l'information

1. Organisation du travail
2. Les questions de départ
3. Synthèse des documents retenus
4. Liens entre différentes parties
5. Plan final de la recherche documentaire

Chapitre 5. Présentation de la bibliographie

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

Partie II: Conception de mémoire et préparation de l'exposé

Chapitre 1. Plan et étapes du mémoire

1. Cerner et délimiter le sujet (Résumé)
2. Problématique et objectifs du mémoire
3. Les autres sections utiles (Les remerciements, La table des abréviations...)
4. L'introduction (La rédaction de l'introduction en dernier lieu)
5. État de la littérature spécialisée
6. Formulation des hypothèses
7. Méthodologie
8. Résultats
9. Discussion
10. Recommandations
11. Conclusion et perspectives
12. La table des matières
13. La bibliographie
14. Les annexes

Chapitre 2. Techniques et normes de rédaction

1. La mise en forme, numérotation des chapitres, des figures et des tableaux.
2. La page de garde

3. La typographie et la ponctuation
4. La rédaction. La langue scientifique : style, grammaire, syntaxe.
5. L'orthographe. Amélioration de la compétence linguistique générale sur le plan de la compréhension et de l'expression.
6. Sauvegarder, sécuriser, archiver ses données.

Chapitre 3. Exposés oraux et soutenances

Réalisation d'un exposé ou d'une présentation data-show (comment réaliser une présentation reflétant l'essentiel d'un document de recherche, utilisation latex beamer, power point, animation, vidéo, autres support informatiques, etc.)

Travaux pratiques :

Initier les étudiants à préparer un rapport et une présentation