**Semestre 3 Master : Automatique et informatique industrielle**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 | Commande avancée | 6 | 3 | 3h00 | 1h30 |  | 67h30 | 82h30 | 40% | 60% |
| Commande de robots de manipulation | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 |  | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| UE Fondamentale  Code : UEF 2.1.2  Crédits : 8  Coefficients : 4 | Systèmes à évènement discrets | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 |  | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| FPGA et programmation VHDL | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 |  | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| UE Méthodologique  Code : UEM 2.1  Crédits : 9  Coefficients : 5 | Supervision industrielle | 3 | 2 | 1h30 |  | 1h00 | 37h30 | 37h30 | 40% | 60% |
| TP Commande avancée | 2 | 1 |  |  | 1h30 | 22h30 | 27h30 | 100% |  |
| TP Commande de robots de manipulation | 2 | 1 |  |  | 1h30 | 22h30 | 27h30 | 100% |  |
| TP FPGA et programmation VHDL | 2 | 1 |  |  | 1h30 | 22h30 | 27h30 | 100% |  |
| UE Découverte  Code : UED 2.1  Crédits : 2  Coefficients : 2 | Unité au choix\* | 1 | 1 | 1h30 |  |  | 22h30 | 02h30 |  | 100% |
| Unité au choix\* | 1 | 1 | 1h30 |  |  | 22h30 | 02h30 |  | 100% |
| UE Transversale  Code : UET 2.1  Crédits : 1  Coefficients : 1 | Unité au choix\*\* | 1 | 1 | 1h30 |  |  | 22h30 | 02h30 |  | 100% |
| Total semestre 3 |  | **30** | **17** | **13h30** | **6h00** | **5h30** | **375h00** | **375h00** |  |  |

**UE Découverte *(S1, S2 et S3)***

1. Nano-technologie
2. Sûreté de fonctionnement
3. Gestion de la maintenance
4. Biotechnologie
5. Technologies Biomédicales
6. Applications de la Télécommunication
7. Véhicules électriques
8. Hydraulique et pneumatique
9. Capteurs intelligents
10. Vision intelligente
11. Robotique (Robotique mobile, Robotique humanoïde, Robotique de service, Robotique pour l’environnement, …)
12. Traitement d’images et vision
13. *Autres...*

**Semestre 4**

Stage en entreprise sanctionné par un mémoire et une soutenance.

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

**Ce tableau est donné à titre indicatif**

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

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

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

**Semestre: 3**

**Unité d’enseignement: UEF 2.1.1**

**Matière: Commande avancée**

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

**Crédits: 4**

**Coefficient: 2**

**Objectifs de l’enseignement :**

Cette matière a pour objectif de permettre aux étudiants de maîtriser des outils de synthèse de correcteurs performants qui tiennent compte des conditions réelles de fonctionnement des systèmes physiques : Incertitudes paramétriques, dynamiques négligées, paramètres variables dans le temps, présence de perturbations et de bruits de mesure. Les techniques de commande enseignées permettent de maintenir un niveau de performance malgré la présence de toutes ces contraintes.

**Connaissances préalables recommandées :**

Systèmes linéaires continus et échantillonnés, analyse des systèmes non linéaires, optimisation

**Contenu de la matière :**

**Partie 1: Commande optimale (5 semaines)**

* 1. Introduction et outils mathématiques pour l'optimisation dynamique
  2. Commande en temps minimal
  3. Commande Linéaire Quadratique
  4. Commande Linéaire Quadratique Gaussienne

**Partie 2 : Commande adaptative (5 semaines)**

1. Commande adaptative directe et indirecte
2. Commande adaptative par modèle de référence (MRAC)
3. Synthèse de MRAC par approche MIT
4. Synthèse de MRAC par approche de Lyapunov
5. Synthèse de MRAC dans l’espace d’état
6. Régulateurs auto-ajustables (STR) : Approcha directe
7. Régulateurs auto-ajustables (STR) : Approcha indirecte

**Partie 3 : Commande prédictive (5 semaines)**

1. Principe de la commande prédictive
2. Prédicteur d’un système numérique
3. Commande GPC, prédicteur optimal
4. Commande GPC sous contraintes
5. Commande prédictive par approche d’état (State Space Model Predictive Control)

**Mode d’évaluation :**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%

**Références bibliographiques** :

# I. D. Landau Identification et commande des systèmes, Hermès, 1993.

# K. J. Astrom and B. Wittenmark, Adaptive control., Dover, 2008.

# I. D. Landau, R. Lozano, M. M’Saad, and A. Karimi, Adaptive control. Springer , 2011.

# V. V. Chalam, Adaptive control systems: Techniques and applications. Marcel Dekker,1987

# P. Boucher and D. Dumur, La commande prédictive, Technip, 1996.

# J. A. Rossister, Model-Based Predictive Control: A Practical Approach, CRC Press, 2003

# J. M. Maciejowski, Predictive Control: With Constraints, Prentice Hall, 2002

# E. F.Camacho, C. B. Alba, Model predictive control. Springer, 2013

# K. Zhou and J. C. Doyle, Essentials of Robust Control,. Prentice Hall, 1997.

# D. Alazard, et al. Robustesse et commande optimale. Editions Cépaduès (2000)

# G. Duc, S. Font, Commande H∞ et µ-Analysis, des outils pour la robustesse, Hermes (1999)

# S. Skogestadand, I. Postlethwaite, Multivariable Feedback Control. Analysis and Design. Wiley 2005.

# Daniel Liberzon. *Calculus of Variations and Optimal Control Theory: A Concise Introduction*. Princeton University Press, 2012.

# Kemin Zhou, John C. Doyle,  Keith Glover . *Robust and Optimal Control*.Prentice Hall, 1995.

# Hence P. Geering.*Optimal control with engineering application*.Springer, 2007.

1. Joao P. Hespanha. *Undergraduate lectures notes on LQG LQR controller design*. 2007.

**Semestre: 3**

**Unité d’enseignement: UEF 2.1.1**

**Matière 1:** **Commande de robots de manipulation**

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

**Crédits: 4**

**Coefficient: 2**

**Objectifs de l’enseignement :**

Cette matière a pour objectif de permettre aux étudiants de maîtriser 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

**Connaissances préalables recommandées :**

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

**Contenu de la matière :**

**I-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

**II- 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

**III- Modélisation d’un robot manipulateur (3 semaines)**

* 1. Modèle géométrique

•Convention de Denavit-Hartenberg

• Modèle géométrique direct

• Modèle géométrique inverse

* 2. Modèle cinématique

•Analyse directe (utilisation du Jacobien direct)

•Analyse inverse (utilisation du Jacobien inverse)

•Notion de Singularité

* 3. Modèle dynamique

•Formalismes pour la modélisation dynamique

•Méthode de Lagrange : équation de Lagrange, représentation matricielle (matrice d’inertie, matrice de Coriolis, Matrice de gravité).

• Exemple (Robot plan à 1 ou 2DDL)

**IV- Génération de trajectoire (3 semaines)**

* génération de trajectoires et boucles de commande
* 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.
* Génération de mouvement par interpolation : application dans l’espace articulaire et dans l’espace cartésien

**V- Commande des robots (3 semaines)**

* 1. Commande dynamique
* 2. Commande par mode glissant

**VI- Programmation des robots (3 semaines)**

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

**Mode d’évaluation :**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%

**Références bibliographiques**:

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

**Semestre: 3**

**Unité d’enseignement: UEF 2.1.2**

**Matière: Systèmes à évènement discrets**

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

**Crédits: 4**

**Coefficient: 2**

**Objectifs de l’enseignement:**

L’objectif de la première partie de cette matière consiste en la modélisation des Systèmes à Evénements Discret (SED) par réseau de Petri autonomes, la construction des graphes de marquage et/ou de couverture et l’analyse de ces systèmes. La deuxième partie du cours est consacré à la commande par supervision des SED. Enfin en verra en troisième partie, les systèmes temporisés.

**Connaissances préalables recommandées:**

Automatique de base (asservissement et régulation). Algorithmique.

**Contenu de la matière:**

**Chapitre 1 : Introduction aux SED (1 semaine)**

* **I .1. Modèles et systèmes**

1.1 Système: définition

1.2 Modèle: définition

* **I.2. Systèmes continu, discret, hybride**

2.1 Système hybride et définitions

2.2 Exemples de systèmes discrets

* **I.3. Domaines d’application**

3.1 Domaines

3.2 Caractéristiques

**Chapitre 2 : Modélisation des SED (6 semaines)**

* **II.1. Introduction**
* **II.2. Langages et automates**

2.1. Langages

2.2. Automates: Machine à Etats Finis (MAF)

2.3. Conception des machines à états

* **II.3. Modélisation par RDP**

3.1. RDP ordinaire

3.2. RDP temporisé

3.3. RDP synchronisé

3.4. RDP interprété de commande

* **II.4. Modélisation par grafcet**
* **II.5. Algèbre des dioides ou Max+**

**Chapitre 3 : Commande par supervision des SED (5 semaines)**

* **III.1. Introduction à la RW theory**
* **III.2. Commande sous contraintes**
* **III.3. Synthèse de contrôleur pour les SED modélisés par Automates à états Finis**
* **III.4. Synthèse de contrôleur pour les SED modélisés par RDP (méthode desinvariants)**
* **III.5. Synthèse de contrôleur pour les SED modélisés par Grafcet**

**Chapitre 4 : Extensions et Conclusion (3 semaines)**

* **IV.1. Commande par supervision modulaire, hiérarchique, observation partielle, Max+**
* **IV.2. Prise en compte du temps**

2.1. RDP et Grafcet Temporisés

2.2. Automates temporisés

2.3. Algèbre des dioides ou Max+

**Mode d’évaluation:**

Contrôle continu: 40 % ; Examen: 60 %.

**Références bibliographiques:**

1. BRAMS, Approche mathématique des réseaux de Petri, MASSON 1987
2. J.M. Proth,X. Xie, Modélisation des systèmes de production, DUNOD 1992
3. A. Marsan, S. Donatelli .Modelling with generalized stochasticPetri Nets, Willey 1995
4. M. cassandras, S. Lafortune. Introduction to DES, Willey 1999.
5. R. David et H Alla. Du Grafcet aux Réseaux de Petri, Hermes. 1992.
6. C. Cassandras and S. Lafortune. Introduction to discrete Event Systems. Kluwer Academic, 2008.

**Semestre: 3**

**Unité d’enseignement: UEF 2.1.2**

**Matière 1:** **FPGA et programmation VHDL**

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

**Crédits: 4**

**Coefficient: 2**

**Objectifs de l’enseignement :**

Ce module enseigne les différentes technologies des circuits numériques, les méthodologies de conception des circuits à haute densité d’intégration VLSI ainsi que les outils de développement nécessaires à la description matérielle telle que les outils de CAO (Conception Assistée par Ordinateur) et les langages de haut niveau de description matérielle.

**Connaissances préalables recommandées :**

1. Le codage des nombres.
2. Les circuits combinatoires.
3. Les circuits séquentiels.

**Contenu de la matière:**

**Chapitre 1. Le langage VHDL**. **(2 semaines)**

Les unités de conception.Les niveaux de description. Organisation en bibliothèque. Les éléments du langage. Les objets du langage. Les catégories des données. Modélisation par paramètres génériques. Les types d’instructions. Les sous-programmes. La simulation fonctionnelle des circuits : Test-Bench.

**Chapitre 2. Les circuits numériques. (3 semaines)**

Architectures classiques des circuits numériques. Les circuits standards : les fonctions simples, les microprocesseurs et les DSP, les mémoires. Les circuits spécifiques à l’application ASIC : les prés-diffusés, les circuits à la demande, les prés-caractérisés.Les circuits programmables PLD : les circuits programmables simples SPLD, les circuits programmables complexes CPLD, les réseaux logiques programmables FPGA. Les technologies d’interconnexions : les fusibles, les anti-fusibles, MOS à grille flottante, Mémoires statiques. Les critères de choix. Les domaines d’applications.

**Chapitre 3. Les réseaux logiques reconfigurable FPGA**. **(3 semaines)**

Les types d’architectures des FPGA : Architecture de type îlots de calcul, Architecture de type hiérarchique, Architecture de type mer de portes.Les différents éléments des FPGA : Le circuit configurable (Les blocs logiques CLB, Les blocs d’entrée/sortie IOB, Les interconnexions programmables), Gestionnaire d’horloge, Le réseau mémoire SRAM. Les FPGA actuelles : Bloc de petits multiplieurs dans un FPGA, Blocs des DSP dans un FPGA, Blocs de cœurs de processeurs dans un FPGA. Les critères de choix. Les domaines d’applications.

**Chapitre 4. Méthodologie de la conception**. **(3 semaines)**

Méthodes de conception : la conception des circuits à faibles densité d’intégration, la conception des circuits à haute densité d’intégration. Les outils de développement : les outils de CAO, les différentes approches de description d’un circuit, les langages de description. Présentation des compilateurs qui contient les outils de CAO.

**Chapitre 5. Les opérateurs câblés**. **(2 semaines)**

Représentations des nombres relatifs : binaire décalé, signe et valeur absolue, complément à 1, complément à 2. Représentation à virgule fixe.Représentation à virgule flottante. Additionneurs. Multiplieurs.Diviseurs. Comparateurs.

**Chapitre 6 : Etude d’un exemple de FPGA - SPARTAN3** **(2 semaines)**

Caractéristiques générales, 2. Bloc entrée-sortie (IOB), 3.Bloc logique configurable, 4. Bloc RAM, 5. Multiplieur, 6. Gestionnaire d’horloge, 7.Ressources de routage et connectivite, 8.Configuration, 9.Méthodologie de placement, 10.Conception d’un FPGA.

**Mode d’évaluation:**

Contrôle continu: 40 % ; Examen: 60 %.

**Références bibliographiques:**

1. Philip Simpson, La conception de systèmes avec FPGA - Bonnes pratiques pour le développement collaboratif Poche, Dunod, 2014.
2. Francois ANCEAU & Yvan BONNASSIEUX, Conception Des Circuits VLSI, Du composant au système, Dunod, 2007.
3. [Pong P. Chu](https://www.amazon.fr/Pong-P.-Chu/e/B001ITRMEY/ref=dp_byline_cont_book_1), FPGA Prototyping by VHDL Examples: Xilinx Spartan, Wiley-Blackwell, 2008.
4. Alexandre Nketsa, Circuits logiques programmables : Mémoires PLD, CPLD et FPGA, informatique industrielle, Ellipses Marketing, 1998.
5. Jacques WEBER & Sébastien MOUTAULT & Maurice MEAUDRE, Le langage VHDL, du langage au circuit, du circuit au langage, 5e éd.: Cours et exercices corrigés, Dunod, 2016.
6. Phillip DARCHE, Architecture Des Ordinateurs, Logique booléenne : implémentations et technologies, Vuibert, Paris, 2004.

**Semestre: 3**

**Unité d’enseignement: UEM 2.1**

**Matière: Supervision industrielle**

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

**Crédits: 3**

**Coefficient: 2**

**Objectifs de l’enseignement:**

Le but du cours est de présenter à l’étudiant le système de supervision SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*), très utilisé dans la supervision et l’acquisition de données des processus industriels dans divers secteurs. A la fin l'étudiant peut concevoir une interface de supervision d'un processus industriel et de savoir le logiciel et e matériel nécessaire.

**Connaissances préalables recommandées:**

API, Réseaux industriels, Bus et protocoles de communication, Chaine d'instrumentation, Dessin industriel,

**Contenu de la matière:**

**Chapitre 1. Définition d'un système SCADA**  **(1 semaine)**

Définition d'un système SCADA (supervision =surveillance-commande), utilités, fonctions, …. . Historique : passer de la boucle PC-PO vers la boucle SCADA-PC-PO

**Chapitre 2. Composants d’un système de contrôle industriel**. **(2 semaines)**

Systèmes de contrôle industriel : PLC (Programmable Logic Controller), DCS (Distributed Control Systems), SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), PAC (Programmable Automation Controller), RTU (Remote Terminal Unit), PC -based Control System.

**Chapitre 3. Architectures des systèmes SCADA** **(3 semaines)**

Architectures SCADA, Protocoles SCADA, Acquisition de données. Déploiement des systèmes SCADA. Architecture réseaux,. Positionnement du SCADA sur la pyramide CIM (lien avec MES et ERP)

**Chapitre 4. HMI (Humain Interface Machine) dans les systèmes SCADA**  **(3 semaines)**

Définition HMI, Présentation ergonomique analytique et normative : Texte, Symbole, Courbe, Couleur, Animations, Signalisation, …. . Gestion des alarmes, Gestions des messages (erreur, confirmation, …), Gestion des gammes Production-Recettes, Archivages, et Historisation, Définition de qlq normes internationales de la schématisation TI (Tuyauterie et Instrumentation), ISA symbology, PCF, ….

**Chapitre 5. Logiciels de supervision SCADA (2 semaines)**

* **Organisation logicielle d'un système de supervision SCADA**

**Variable dédiées au contrôle-commande** : Variables interne externe , type ToR, Numérique, analogique, chaine de caractères

**Variable "objet" : V**aleur de la variable, unités, échelle, limites, horodatage, fraîcheur, hystérésis, type d'objet statique ou dynamique.

**spécificité Temps-réel de la base des variables :** Synchronisation avec l'interface HMI, synchronisation avec le matériels (lecture, envoi, mise à jour, ..), temps de rafraichissement (cyclique, cyclique paramétrable, flash, ….), …

**Programmation :** Editeur graphique, bibliothèques des composants, instanciations , …

**Administration à distance , …**

* **Présentation de quelques logiciels pour SCADA :**

Siemens 🡪SIMATIC WinCC flexible, TIAPortal , Scheinder Electric 🡪 Monitor pro, Elution 🡪 ConrolMaestro, ARC Informatique 🡪PCVue , Codra 🡪 Panorama P2, Panorama E2 ,ICONICS 🡪 GENESIS 32, …

**Chapitre 6. Sécurité des systèmes SCADA (1 semaine)**

Pourquoi sécuriser SCADA ?, Attaques (Menaces et dangers) contre les systèmes SCADA, Risques et évaluation. Scénarios des incidents possibles. Sources d’incidents. détection et repérages des pannes défaillances, erreurs, … Politique de sécurité. ….

**Chapitre 7. Applications démonstratives (3 semaines)**

Etudier un exemple illustratif : Introduire toutes les notions et les concepts logiciels et matériels étudiés pour élaborer un systèmes SCADA correspondant, suivant un cahier des charges bien déterminé.

**Travaux pratiques :**

Des travaux pratiques peuvent être pensés et élaborés par l’enseignant selon la disponibilité du matériel et logiciels.

**TP1.** Introduction au logiciel WinCC flexible (ou TIA Portal) de Siemens

**TP2.** Elaboration et Implémentation d'un système SCADA pour asservir un le niveau d'eau dans un réservoir

**TP3.** Elaboration et Implémentation d'un système SCADA pour barrière d'un parking :

* Etablir la commande du moteur utilisé : Commande d'un moteur à courant continu (PID) ou un moteur pas à pas ou servomoteur (PWM) en langage Ladder, SCL, …
* Concevoir un grafcet correspondant du système complet
* Concevoir un système SCADA ( HMI, variables àutiliser, ….)
* Soulever quelques contraintes de sécurités et proposer des solutions ……..

**Mode d’évaluation:**

Contrôle continu: 40 % ; Examen: 60 %.

**Références bibliographiques:**

1. Ronald L. Krutz Securing SCADA Systems, Wiley, 2005.
2. Stuart A. Boye, Scada: Supervisory Control And Data Acquisition, ISA; Édition : 4th Revised edition, 2009.
3. [Robert Radvanovsky et Jacob Brodsky, Handbook of SCADA/Control Systems Security, Second Edition,](https://www.amazon.fr/Handbook-Control-Systems-Security-Second-ebook/dp/B01EUQGFGM/ref=sr_1_3?s=english-books&ie=UTF8&qid=1497098201&sr=1-3&keywords=Scada%3A+Supervisory" \o "Handbook of SCADA/Control Systems Security, Second Edition)  CRC Press; 2016
4. William Shaw, Cybersecurity for Scada Systems, PennWell Books, 2006.

**Semestre: 3**

**Unité d’enseignement: UEM 2.1**

**Matière: TP Commande avancée**

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

**Crédits: 2**

**Coefficient: 1**

**Objectifs de l’enseignement:**

L’objectif est de donner une méthodologie pour la conception des différentes lois de commande pour les systèmes linéaires.

**Connaissances préalables recommandées**

Contenu du cours

**Contenu de la matière:**

**Tp1 :** Commande optimal LQ

**TP2 :** Commande optimale LQR

**Tp3 :** Commande adaptative par approche MIT et de Lyapunov

**Tp4 :** Commande adaptative par régulateur auto-ajustable

**Tp5 :** Commande prédictive par approche fonction de transfert

**Tp6 :** Commande prédictive par approche d’état

**Mode d’évaluation :**100% évaluation continue

**Semestre: 3**

**Unité d’enseignement: UEM 2.1**

**Matière: TP Commande de robots de manipulation**

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

**Crédits: 2**

**Coefficient: 1**

**Objectifs de l’enseignement:**

Mettre en pratique et donner un aspect concret aux notions vues au cours "Commande de robots de manipulation " par des travaux pratiques pour mieux comprendre et assimiler le contenu de cette matière.

**Connaissances préalables recommandées**

Contenu du cours

**Contenu de la matière:**

**TP1.** Initiation à Matlab Robotics Toolbox. (Transformations géométrique)

**TP2.** Modélisation géométrique et inverse d’un robot Plan (3DDL).

**TP3.** Modélisation cinématique directe et inverse.

**TP4.** Modélisation dynamique d’un robot plan (2DDL).

**TP5.** Génération de trajectoires en mode articulaire et cartésien.

**TP6.** Commande dynamique d’un robot

**Mode d’évaluation :**100% évaluation continue

**Semestre: 3**

**Unité d’enseignement: UEM 2.1**

**Matière: TP FPGA et programmation VHDL**

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

**Crédits: 2**

**Coefficient: 1**

**Objectifs de l’enseignement:**

Ce TP permettra à l’étudiant la mise en pratique et la consolidation des connaissances acquises dans la matière FPGA et programmation VHDL.

**Connaissances préalables recommandées**

Contenu du cours.

**Contenu de la matière:**

**TP1**: Maîtrise d’un outil de conception (xilinx, altera)

**TP2.** Conception d’un système combinatoire

**TP3.** Conception d’un système séquentiel : le processus

**TP4**. Conception des machines d’état

**TP5**. Conception d’une conception large.

**TP6** : implémentation de la conception sur une carte FPGA

**Mode d’évaluation :**100% évaluation continue