Université de Toulouse

Faculté sciences et ingénierie Université de Toulouse

PÉRIODE D'ACCRÉDITATION : 2022 / 2026

UNIVERSITE DE TOULOUSE

SYLLABUS MASTER

Mention Electronique, énergie électrique, automatique

M2 ingénierie des systèmes temps réel

http://www.fsi.univ-tlse3.fr/

2026 / 2027

20 NOVEMBRE 2026

SOMMAIRE

PRÉSENTATION 3
PRÉSENTATION DE LA MENTION ET DU PARCOURS 3
Mention Electronique, énergie électrique, automatique 3
Compétences de la mention 3
Parcours 3
PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE M2 ingénierie des systèmes temps réel . . 4
RUBRIQUE CONTACTS 6
CONTACTS PARCOURS 6
CONTACTS MENTION 6
CONTACTS DÉPARTEMENT : FSI.EEA 6
Tableau Synthétique des UE de la formation 7
LISTE DES UE 9
GLOSSAIRE 28
TERMES GÉNÉRAUX 28
TERMES ASSOCIÉS AUX DIPLOMES 28
TERMES ASSOCIÉS AUX ENSEIGNEMENTS 29

PRÉSENTATION DE LA MENTION ET DU PARCOURS

MENTION ELECTRONIQUE, ÉNERGIE ÉLECTRIQUE, AUTOMATIQUE

L'objectif du Master EEA, **labélisé CMI** , est, suivant le parcours choisi, de former des cadres spécialistes en Electronique, Energie électrique, Automatique, Informatique industrielle et Traitement du Signal et des Images. Les diplômés peuvent intégrer les secteurs de l'aéronautique, de l'espace, de l'énergie, des télécommunications, mais également des transports, de l'environnement, des systèmes embarqués, de la production et du transport de l'énergie électrique ainsi que de sa conversion. La structure indifférenciée des parcours permet une insertion professionnelle dans l'industrie et les services (2 mois de durée moyenne de recherche d'emploi) ou une poursuite en doctorat.

.

Ce Master est composée de 6 parcours types :

- Electronique des Systèmes Embarqués et Télécommunications (ESET)
- **Energie Electrique : Conversion, Matériaux, Développement durable** (E2-CMD) - *M2 commun avec l'INP/ENSEEIHT de Toulouse*
- **Ingénierie des Systèmes Temps Réel** (ISTR)
- **Automatique et Robotique** (AURO)
- Signal Image et Apprentissage Automatique (SIA2)
- **Systèmes et Microsystèmes Embarqués** (SME)

Les parcours **en gras** peuvent être suivis **en alternance en M2** (et dès le M1 pour le parcours SME), ou de façon classique.

COMPÉTENCES DE LA MENTION

- Mobiliser des méthodes et techniques d'analyse et de conception des systèmes relevant du domaine de l'EEA
- Modéliser différents aspects comportementaux d'un système relevant du domaine de l'EEA
- Extraire, analyser et synthétiser des données en vue de leur exploitation,
- Coordonner et gérer globalement un projet d'étude et/ou de recherche
- Communiquer de façon claire et non ambiguë, en français et en anglais, dans un registre adapté à un public de spécialistes ou de non spécialistes en utilisant les supports appropriés.
- Savoir questionner une thématique, élaborer une problématique, mobiliser les ressources pour documenter un sujet.
- Intégrer les aspects organisationnels et humains de l'entreprise afin de s'adapter et participer à son évolution future.

PARCOURS

Ce parcours est la deuxième année du diplôme du master EEA-ISTR qui vise à former des spécialistes en conception, analyse, mise en œuvre, optimisation et exploitation de systèmes automatiques et temps réel, autonomes et/ou embarqués. Cette formation est une réponse à la demande récurrente des partenaires industriels de l'université et des laboratoires de recherche sur lesquels s'appuie la formation. Ce parcours de master de deux ans a une première année commune avec le master EEA-AURO. Pour cette seconde année, un étudiant sera amené à choisir 3 blocs de spécialisation parmi 4 :

- Spéc. **Commande** (UE de commande linéaire avancée, UE de commande non linéaire, UE de conception et de mise en œuvre des commandes temps réel) ;
- Spéc. **Autonomie** (UE de modèles temporels avancés, UE de contrôle et de simulation, UE de diagnostic et de supervision) ;

- Spéc. **Réactivité** (UE de Techniques pour le temps reel, UE de conception des systèmes temps réel, UE de réseaux temps réel) ;
- Spéc. **Fiabilité** (UE de sûreté de fonctionnement, UE de vérification et validation, UE de tolérances aux fautes).

La seconde année est ouverte à l'alternance.

PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE M2 INGÉNIERIE DES SYSTÈMES TEMPS RÉEL

Objectifs

Le parcours ISTR s'adresse à des étudiants ayant un profil orienté vers les systèmes automatiques et temps réel, autonomes et/ou embarqués :

- titulaire d'une licence EEA ou équivalent, pour une entrée en M1,
- ayant une première année de master validée pour une entrée en M2.

Le M2 EEA-ISTR a pour vocation de compléter les connaissances acquises en première année (dans les domaines l'automatique à évènements discrets, l'automatique à temps continu, l'informatique industrielle et la conception système) par des enseignements avancés autour de la fiabilité, la sûreté de fonctionnement, la commande des systèmes, les réseaux temps réel, le diagnostic des systèmes à évènements discrets.

En deuxième année, un étudiant sera amené à choisir 3 blocs de spécialisation parmi 4 (Commande, Autonomie, Réactivité et Fiabilité)

Organisation du cursus et contenu

- *La première année* : elle est commune avec celle du master AURO. Elle est articulée autour d'un socle comprenant l'automatique à temps continu, l'automatique discrète, l'informatique industrielle et conception systèmes, auxquels s'ajoutent des UEs plus spécifiques permettant d'approfondir ou de découvrir un certain nombre de disciplines connexes (réseaux pour la commande, commande des convertisseurs, traitement d'images, etc.). A ce socle scientifique, s'ajoutent les disciplines de formation générale et de langues afin de préparer l'étudiant à sa future insertion professionnelle. Au second semestre, un projet d'étude et de recherche en petit groupe encadré par un membre de l'équipe pédagogique permet de mettre en pratique certaines matières vues durant l'année. Un stage facultatif est de plus prévu afin de renforcer l'expérience professionnelle des étudiants.
- *La seconde année* **:** elle approfondit le socle de connaissances. Outre les UE de formation générale et de langues nécessaires à tout étudiant de niveau master, elle propose des enseignements scientifiques répartis dans 4 blocs de spécialisation (Commande, Autonomie, Réactivité et Fiabilité).

La deuxième année est ouverte à l'alternance. Cela signifie qu'elle est organisée de manière à pouvoir accueillir au sein d'une même promotion des étudiants en formation initiale et des étudiants en **contrat d'apprentissage** . Les enseignements sont donc répartis en plusieurs blocs, entrecoupés de semaines « libres » où :

- Les étudiants alternants rejoignent leur entreprise d'accueil pour leur contrat professionnel ;
- Les étudiants non alternants effectuent des projets par équipe sur des thèmes mixant les différentes thématiques abordées au sein du master. La pédagogie par projets est donc au centre de la formation.

De manière plus précise, l'année de master 2 comprend environ 7 mois de cours à l'université. Les étudiants non alternants doivent alors effectuer un stage d'environ 5 mois de stage en entreprise ou en laboratoire, en France ou à l'étranger. Ainsi, quel que soit le mode d'apprentissage choisi, nos étudiants bénéficient d'une expérience professionnelle forte, à travers les projets et le stage ou bien le contrat d'apprentissage.

Débouchés

Notre master étant indifférencié, il permet d'envisager une carrière professionnelle **aussi bien dans l'industrie que dans la recherche (à travers la préparation d'un doctorat**). Notre master offre donc une palette variée de postes envisageables selon la spécialisation choisie (des 3 blocs parmi 4), par exemples :

- Ingénieur systèmes et simulations
- Ingénieur R&D dans les domaines du transport (aéronautique, espace et automobile)
- Ingénieur en fiabilité et sureté de fonctionnement
- Concepteur développeur logiciel temps réel - embarqué
- Concepteurs de systèmes de communication
- Responsables automatismes
- Automaticien

- Responsable de production
- Ingénieur Informatique Industrielle
- Ingénieur en électronique systèmes embarqués...

RUBRIQUE CONTACTS

CONTACTS PARCOURS

RESPONSABLE M2 INGÉNIERIE DES SYSTÈMES TEMPS RÉEL

LOUEMBET Christophe
Email : clouembet@laas.fr Téléphone : 0561336950

SECRÉTAIRE PÉDAGOGIQUE

RAYNAUD Charlene
Email : fsi-master-eea.secretariat@utoulouse.fr

CONTACTS MENTION

RESPONSABLE DE MENTION ELECTRONIQUE, ÉNERGIE ÉLECTRIQUE, AUTOMATIQUE

BIDAN Pierre
Email : pierre.bidan@laplace.univ-tlse.fr

RIVIERE Nicolas
Email : nriviere@laas.fr Téléphone : 05 61 33 78 61

VIALLON Christophe
Email : cviallon@laas.fr Téléphone : 05 61 33 68 40

CONTACTS DÉPARTEMENT: FSI.EEA

DIRECTEUR DU DÉPARTEMENT

FRETON Pierre
Email : pierre.freton@laplace.univ-tlse.fr

SECRETARIAT DU DÉPARTEMENT

MICHEL Florence
Email : florence.michel@univ-tlse3.fr Téléphone : 0561557621

TABLEAU SYNTHÉTIQUE DES UE DE LA FORMATION

page	Code	Intitulé UE	semestre*	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	TD	TP	Projet	Stage*
Premier semestre										
10	KEAT9AAU	CONCEPT° DES SYSTÈMES ORIENTÉE OBJET ET SYSTÈMES TEMPS RÉEL	I	3	O	10	6	20		
11	KEAT9ABU	ASPECTS ORGANISATIONNELS ET HUMAINS	I	3	O		36			
12	KEAT9ACU	INGÉNIERIE SYSTÈME ET GESTION D'ENTREPRISE (IG & GE)	I	3	O	14	12	12		
	KEAT9ADU	CHOIX 1	I	9	O					
	Choisir 3 sous-UE parmi les 4 sous-UE suivantes :									
16	KEAX9AD1	Commande linéaire avancée				8	20	12		
13	KEAT9AD2	Techniques pour le temps réel				10	12	12		
14	KEAT9AD3	Sureté de fonctionnement				6	20	4		
15	KEAT9AD4	Diagnostic et supervision				6	16	8		
	KEAT9AEU	CHOIX 2	I	9	O					
	Choisir 3 sous-UE parmi les 4 sous-UE suivantes :									
20	KEAX9AE1	Commande non linéaire				10	12	8		
17	KEAT9AE2	Conception des systèmes temps réel				4	8	8		
18	KEAT9AE3	Vérification et validation				6	12	12		
19	KEAT9AE4	Contrôle et simulation				5	10	15		
21	KEAT9AVU	ANGLAIS	I	3	O		24			
Second semestre										
	KEATAADU	CHOIX 3	II	9	O					
	Choisir 3 sous-UE parmi les 4 sous-UE suivantes :									
27	KEAXAAD1	Conception et mise en oeuvre des commandes temps réel					8	12		
24	KEATAAD2	Réseaux temps réel				16	8	12		

* **AN** :enseignenents annuels, **I** : premier semestre, **II** : second semestre
Stage: en nombre de mois

page	Code	Intitulé UE	semestre*	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	TD	TP	Projet	Stage*
25		KEATAAD3 Tolérances aux fautes				6	12	12		
26		KEATAAD4 Modèles temporels avancés				7	19	4		
22	KEATAABU	STAGE	II	18	O					6
23	KEATAACU	PROJETS	II	3	O			20	150	

* **AN** :enseignenents annuels, **I** : premier semestre, **II** : second semestre
Stage: en nombre de mois

LISTE DES UE

UE	CONCEPT° DES SYSTÈMES ORIENTÉE OBJET ET SYSTÈMES TEMPS RÉEL	3 ECTS	1er semestre
KEAT9AAU	Cours : 10h , TD : 6h , TP : 20h	Enseignement en français	Travail personnel 39 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

LOUEMBET Christophe
Email : clouembet@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cette unité est composée de deux volets : la conception des systèmes orientée objets et les systèmes temps réel.
Le premier vise à donner une formation avancée et un savoir-faire pour la conception des applications orientées objets avec le langage Java. Son évolutivité, son efficacité et la portabilité de sa plate-forme font de cette technologie une solution idéale pour de nombreuses applications.
Le deuxième volet porte sur les applications temps réel (TR). Ces dernières se déploient de manière croissante dans de nombreux systèmes et dans pratiquement tous les domaines technologiques. Elles possèdent deux caractéristiques : la réactivité et le respect de contraintes temporelles. L'étude des exécutifs TR est abordée (principes de base, ordonnancement TR, mise en œuvre d'applications TR).

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Conception orientée objets :

1. **Les principes généraux de la modélisation et de la programmation "objet"**
2. **Programmation orientée objets avec Java :** classes, collections, héritage, polymorphisme, style (conception et bonne pratique de programmation)
3. **Patrons de conception :** singleton, factory, model-view-controler
4. **Travaux Pratiques :** Réalisation d'une simulation d'un robot de manutention avec Java3D ; développement d'une interface graphique avec Swing et JGraphX.

Systèmes temps réel :

1. **Exécutifs temps réel**
   - Concepts de base, fonctionnement multitâches
   - Ordonnancement temps réel
   - Linux temps réel
2. **Travaux Pratiques :** Mesures de performances sur Linux temps réel, Génération de signaux ; Commande PWM d'un asservissement de position

PRÉ-REQUIS

Linux, concepts des systèmes d'exploitation, programmation en Langage C, principes de la programmation parallèle.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Java examples in a nutshell. David Flanagan, O'Reilly Media, 3rd edition, January 2004.

MOTS-CLÉS

Temps réel, exécutif, multitâches, parallélisme, orientée-objet, Java, patron de conception, 3D, interface graphique.

UE	ASPECTS ORGANISATIONNELS ET HUMAINS	3 ECTS	1er semestre
KEAT9ABU	TD : 36h	Enseignement en français	Travail personnel 39 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

BRIAND Cyrille
Email : briand@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'agilité est un paradigme qui vise à rendre l'entreprise d'aujourd'hui plus adaptable, plus flexible et beaucoup plus réactive. En lien avec ce concept, l'objectif de ce module est de décrire divers modèles d'organisation d'entreprises et de conduite de projets, ainsi que d'initier aux méthodes et outils permettant de développer l'agilité de l'organisation et de son management. Les principaux modèles utiles pour la planification de production, l'ordonnancement et la conduite de projet sont en particuliers étudiés. En lien avec les spécificités de l'organisation en termes de métiers, de réactivité, de sécurité, ... divers modèles de systèmes d'informations sont décrits et analysés .

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Gestion de production
Typologie des entreprises, typologie des produits et services, planification, MRP, ordonnancement sous contraintes de temps et de ressources, ERP, MES.
Conduite de projet
IS et conduite de projet, ordonnancement, suivi de projet, gestion des revues et des livrables, agilité, gestion des risques et des incertitudes, gestion de la communication.
Management
Concepts de management : Contexte et enjeux du management, typologie des modes de management, analyser une situation managériale, exercices pratiques et étude de cas
Systèmes d'informations
Définitions, Architecture de SI, Modélisation de SI, Urbanisation, Sécurité, Gestion des utilisateurs/autorisations/droits d'accès

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

SCRUM : le guide pratique de la méthode agile la plus populaire, C. Aubry, Dunod, 2010
Le grand livre de la gestion de projet. J.Y. Moine. Afnor, 2013
Gestion de la production et des flux. V. Giard, Economica, 2003

MOTS-CLÉS

Conduite de projets, Management, Production, Agilité, Systèmes d'information,

UE	INGÉNIERIE SYSTÈME ET GESTION D'ENTREPRISE (IG & GE)	3 ECTS	1er semestre
KEAT9ACU	Cours : 14h , TD : 12h , TP : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 37 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

LOUEMBET Christophe
Email : clouembet@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Les systèmes et produits sont de plus en plus complexes et multifonctionnels (systèmes de transport, de télécommunication, ou simplement les objets courants). L'Ingénierie Système est une démarche méthodologique pour maîtriser la conception de tels systèmes, et développe une approche par processus collaboratifs et itératifs (processus de conception, de définition des solutions, ...) durant toute la vie du système, de sa conception à son retrait.
Dans le milieu professionnel, l'Ingénieur est le garant d'une connaissance technique et scientifique, mais il est intégré dans une structure qu'il doit connaître pour mener au mieux ses missions. Il doit comprendre les contraintes de la Gestion des Entreprises, notamment en ce qui concerne ses aspects économiques, sociaux et surtout gestionnaires.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

I - Approche de l'Ingénierie Système

- Introduction & Standards internationaux
- Analyser le besoin Client & Préparer la validation du système
- Définir & Préparer la vérification du système
- Organiser la mise en œuvre & Intégrer, Vérifier et Valider le système
- IS et Management de Projet & Management de la conception
- Etude de cas

II - Gestion des Entreprises

- Concepts de base de la gestion d'entreprise : notion de performance comptable, trésorerie, besoin en Fonds de Roulement, investissement, amortissement comptable, financement de l'investissement et la stratégie (internalisation - sous-traitance).
- Bureau d'Etude : mise en situation par l'utilisation d'un jeu de simulation du management d'une entreprise industrielle.

PRÉ-REQUIS

Conception de systèmes ; connaissance de l'entreprise

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Bibliographie proposée par les enseignants lors de leurs interventions.

MOTS-CLÉS

Ingénierie Système, conception, vérification, validation, Gestion des Entreprises, trésorerie, amortissement comptable, financement de l'investissement.

UE	CHOIX 1	9 ECTS	1er semestre
Sous UE	Techniques pour le temps réel		
KEAT9AD2	Cours : 10h , TD : 12h , TP : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 124.5 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

ESCOURROU Maxime
Email : maxime.escourrou@laas.fr

LOUEMBET Christophe
Email : clouembet@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Un des objectifs de ce module est d'approfondir la compréhension des méthodes utilisées dans le cadre de vérification d'exigence de réactivité des systèmes temps réel pour en saisir leur portée et leur limitation vis-à-vis des nouvelles architectures des calculateurs. Nous présenterons aussi les spécificités des systèmes d'exploitation (OS) destinés au monde de l'embarqué et nous verrons pourquoi l'utilisation d'OS généraliste n'est pas toujours une solution. Le deuxième objectif de ce module est de faciliter le choix d'une solution technique pour l'implantation d'un système de commande. Un dernier objectif sera de comprendre la mise-en-œuvre d'une application temps réel sur un micro-contrôleur à l'aide d'un OS respectant la norme industrielle OSEK/VDX répandue dans le domaine automobile.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

I - Ordonnancement avancé (6h C, 8h TD)

- Approche holistique et contrainte de précédence
- Analyse de sensibilité et dimensionnement de système
- Ordonnancement pour architecture multi-cœurs

II - Système d'exploitation temps réel pour l'embarqué (4hC, 4hTD, 12hTP)

- Spécificité d'un OS temps réel
- Norme OSEK/VDX (AUTOSAR)
- TP 1 : présentation de système d'exploitation temps réel *Trampoline*
- TP 2 : développement d'une application temps réel

PRÉ-REQUIS

Système temps réel
Informatique industrielle et micro-contrôleur

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Hard Real-Time Computing Systems, Giorgio Buttazzo, Springer, ISBN 978-1-4614-0675-4
Programming in the OSEK/VDX Environment, Joseph Lemieux, ISBN 1-57820-081-4

MOTS-CLÉS

Vérification d'exigence, réactivité, systèmes d'exploitation, norme industrielle OSEK/VDX

UE	CHOIX 1	9 ECTS	1er semestre
Sous UE	Sureté de fonctionnement		
KEAT9AD3	Cours : 6h , TD : 20h , TP : 4h	Enseignement en français	Travail personnel 124.5 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

LOUEMBET Christophe
Email : clouembet@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Le déploiement de systèmes de contrôle-commande fiables nécessite de concevoir, vérifier et valider des architectures matérielles et des applications logicielles garantissant un certain niveau de sûreté de fonctionnement et de robustesse face à des défauts de conception, des variations de l'environnement ou des modifications internes du procédé piloté (volontaires ou non). Pour cela, des méthodes d'évaluation et de validation seront étudiées afin de voir comment les prémunir de fautes potentielles pouvant provoquer un accident. Ce module est le premier d'un cycle de trois. Il présente les concepts et techniques de base de la sûreté de fonctionnement informatique en se focalisant sur l'évaluation.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Enjeux et concepts de la sûreté de fonctionnement
- Méthodes d'évaluation qualitative et quantitative des systèmes et des logiciels
- Gestion du risque : identifier et évaluer les risques, afin de mettre en place des mesures permettant de les maîtriser (notamment des techniques de sûreté de fonctionnement).
- Certification et Normes
- Introduction à la sécurité informatique

PRÉ-REQUIS

Systèmes à événements discrets, Conception système

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Guide de la sûreté de fonctionnement, J.-C. Laprie et al., Cépaduès.

MOTS-CLÉS

Sûreté de fonctionnement, Evaluation, Tolérance aux fautes, Gestion du risque, Sécurité

UE	CHOIX 1	9 ECTS	1er semestre
Sous UE	Diagnostic et supervision		
KEAT9AD4	Cours : 6h , TD : 16h , TP : 8h	Enseignement en français	Travail personnel 124.5 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

RIBOT Pauline
Email : pribot@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif de ce module est de donner des méthodes rigoureuses s'appuyant sur des modèles formels afin de réaliser la commande supervisée et le diagnostic de systèmes à événements discrets (SED). La commande supervisée reprend le schéma de l'automatique continue pour obtenir un superviseur capable de contraindre les évolutions du modèle du procédé afin de respecter un ensemble de spécifications (états interdits, séquences d'événements interdites...). La technique du diagnostiqueur compile dans un graphe d'état les séquences d'événements incluant les fautes et les reconstitue à partir des seuls événements observables. Cette démarche dans son ensemble est indispensable dans un contexte de conception, développement, validation, certification et exploitation des systèmes.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Partie diagnostic

- Diagnostic à base de modèles à événements discrets
- Détection et principe du diagnostiqueur
- Analyse de la diagnosticabilité

Partie commande supervisée

- Définition des événements (contrôlables, non-contrôlables...)
- Contrôlabilité et existence d'un superviseur
- Elaboration de la commande supervisée (modélisation du système physique et des spécifications par des automates)

Bureau d'étude

Deux séances de travaux pratiques illustrent les deux techniques : commande supervisée d'un système de transport et diagnostic d'une chaîne d'assemblage par la technique du diagnostiqueur

PRÉ-REQUIS

Systèmes à événements discrets, théorie des langages et automates

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- P. J. Ramadge & W. M. Wonham : Supervisory control of a class of discrete event processes, SIAM, J. Control and Optimization, 25(1), 1987
- M. Sampath & al., Diagnosability of discrete-event systems. IEEE TAC 40(9),1995.

MOTS-CLÉS

Automates, langages, diagnostic, diagnostiqueur, diagnosticabilité, commande supervisée, contraintes, contrôlabilité

UE	CHOIX 1	9 ECTS	1er semestre
Sous UE	Commande linéaire avancée		
KEAX9AD1	Cours : 8h , TD : 20h , TP : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 124.5 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

GOUAISBAUT Frédéric
Email : fgouaisb@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Dans de nombreuses applications, comme les commandes de vol en aéronautique ou la commande d'un bras robotisé, les systèmes que nous voulons asservir sont constitués de dizaines de variables interagissant de manière complexe et qui possèdent plusieurs entrées de commande et plusieurs mesures. D'autre part, ces mêmes systèmes sont souvent entachés d'incertitudes de modélisation et soumis à des entrées de perturbations. Pour aborder ces systèmes, il convient d'étudier leur modélisation, apprendre à quantifier leurs performances, savoir analyser leur robustesse et résoudre la question de la synthèse de correcteurs satisfaisant des compromis entre différentes performances et robustesse. Ces nombreux problèmes seront abordés dans ce module tant du point de vue des méthodes que par des exemples.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

1. **Problématique des systèmes linéaires multi-entrées, multi-sorties (MIMO) :** Multiplicité des capteurs/actionneurs, entrées/sorties de performance, incertitudes dans un schéma de commande
2. **Représentation et modélisation des systèmes linéaires MIMO :** Modélisation externe et interne, équations différentielles couplées, matrice de transfert, théorie de la réalisation.
3. **Commande des systèmes linéaires MIMO :** Placement de pôle par retour d'état, placement de structure propre, retour de sortie dynamique, commande non interactive.
4. **Outils d'optimisation convexe pour les systèmes linéaires MIMO :** Inégalités matricielles linéaires pour l'analyse de performances (localisation de pôles, H-infini), synthèse de retours d'état.
5. **Modélisation polytopique des systèmes linéaires incertains :** Représentation par intervalles, modèles polytopiques, analyse robuste par LMI, synthèse de retours d'état robustes et performants.
6. **Représentations linéaires fractionnaires (LFT) des systèmes incertains et leur étude :** Modélisation LFT, Théorème du petit gain, synthèse H-infini, mu-analyse

Travaux pratiques : Commande d'un procédé à trois bacs d'eau, commande robuste d'un modèle de lanceur, commande d'un bras robotisé.

PRÉ-REQUIS

Représentation d'état des systèmes linéaires, Algèbre linéaire.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Multivariable Feedback Control : Analysis and Design. S. Skogestad, I. Postlethwaite. Wiley.
- Robustesse et Commande Optimale. D. Alazard et al. Cépaduès.
- Feedback Systems. K.J. Åström, R.M. Murray. Princeton University Press.

MOTS-CLÉS

Systèmes linéaires multivariables, théorie de la réalisation, analyse de performances, robustesse, retour d'état, optimisation convexe, mu-analyse.

UE	CHOIX 2	9 ECTS	1er semestre
Sous UE	Conception des systèmes temps réel		
KEAT9AE2	Cours : 4h , TD : 8h , TP : 8h	Enseignement en français	Travail personnel 142.5 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

BERTHOU Pascal
Email : berthou@laas.fr

TAMSSAOUET Ferhat
Email : ferhat.tamssaouet@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

La prise en compte des contraintes temps réel dans la conception des systèmes doit être réalisée au plus tôt, au travers de modèles adaptés. Ce module vise à compléter les connaissances acquises dans la conception des systèmes orientés objets avec UML, par un approfondissement des modèles de conception intégrant les contraintes non fonctionnelles comme le temps.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Partie I - UML 2
- Rappel du processus de conceptions avec UML 2
- Nouveaux diagrammes et prise en compte explicite du temps
- Application à un cas d'étude : pilote de barre franche

Partie II - MARTE
- Concepts de l'extension MARTE
- Cas d'étude

Partie III - SysML
- Nouveaux diagrammes et principe de modélisation
- Projet de conception SysML

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

UML 2 par la pratique : Etudes de cas et exercices corrigés (Broché) de Pascal Roques (Auteur)
Editeur : Eyrolles (17 avril 2008), Langue : Français, ISBN-10 : 2212123221

MOTS-CLÉS

UML2, MARTE, SysML

UE	CHOIX 2	9 ECTS	1er semestre
Sous UE	Vérification et validation		
KEAT9AE3	Cours : 6h , TD : 12h , TP : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 142.5 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

RIVIERE Nicolas
Email : nriviere@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Afin d'éviter des conséquences humaines, financières ou économiques, il est impératif de vérifier certains logiciels ou systèmes de contrôle-commande pour en éliminer les fautes. Il existe plusieurs méthodes pour effectuer de telles vérifications, les principales étant le test et le model-checking. Le test est indispensable et permet de découvrir de nombreuses fautes au cours du développement. Cependant il ne peut pas être exhaustif. Le model-checking permet d'éliminer les fautes au cours de la conception. C'est une méthode exhaustive en grande partie automatique qui nécessite un modèle formel du système tel que les automates temporisés. Ces deux méthodes sont complémentaires dans la résolution de problèmes de sûreté de fonctionnement.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

1 - Test logiciel
Test structurel
Test fonctionnel
2 - Automates temporisés
Automates temporisés : définition, comportement, sémantique
Vérification de propriétés : régions, zones, accessibilité
Model-checking et logique temporelle
Bureau d'étude : syste&#768 ;me de commande d'un proce&#769 ;de&#769 ; critique

PRÉ-REQUIS

Réseau de Petri, Machines à états, Programmation en langage C, Théorie des langages et des automates

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

* Vérification de logiciels : Techniques et outils du model-checking, Schnoebelen.
* Introduction to Software Testing, P. Ammann & J. Offutt.
* Rajeev Alur and David L. Dill, A theory of timed automata.

MOTS-CLÉS

Vérification, Model-checking, Validation, Test, Sûreté de fonctionnement, Automates temporisés

UE	CHOIX 2	9 ECTS	1er semestre
Sous UE	Contrôle et simulation		
KEAT9AE4	Cours : 5h , TD : 10h , TP : 15h	Enseignement en français	Travail personnel 142.5 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

TAMSSAOUET Ferhat
Email : ferhat.tamssaouet@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif de ce cours est de montrer comment le temps peut être pris en compte dans les modèles à événements discrets pour la synthèse de contrôleurs et la simulation de systèmes dynamiques.
Les systèmes (max,+)-linéaires permettent de représenter, analyser et commander via une certaine structure algébrique la classe des systèmes à événements discrets mettant en jeu des phénomènes de synchronisation et de retard tels que les systèmes de transport, de production ou les réseaux informatiques.
Dans la simulation à événements discrets, chaque variable d'état porte sa propre horloge et le temps évolue par ordonnancement des événements. Les exécutions sont donc asynchrones ce qui permet le prototypage de systèmes sur des plateformes matérielles comme les FPGA avant leur réalisation physique.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

I- Les graphes d'événements temporisés et l'algèbre (max,+)
- Définitions et propriétés de l'algèbre (max,+)
- Modélisation de systèmes (max,+)-linéaires
- Calcul de temps de cycle
- Commande en juste-à-temps

II- La simulation à évènements discrets
- Définition et propriétés de DEVS
- Modélisation de systèmes avec DEVS
- Ordonnanceurs à évènements discrets, simulation des systèmes discrets, continus et hybrides
- Cosimulation, prototypage virtuel et simulation hardware in the loop

III-Travaux Pratiques
TP1 : Mise en équation de systèmes (max,+)-linéaires, commande en boucle ouverte.
TP2 : Développement et commande du prototype virtuel d'un moteur à courant continu

PRÉ-REQUIS

Modélisation de systèmes à événements discrets (réseaux de Petri, automates), Bases d'algèbre linéaire, Automatique linéaire.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Synchronisation and Linearity , F. Baccelli, G. Cohen, G. J. Olsder, J. Quadrat 1993.
Theory of Modeling and Simulation , B. P. Zeigler, T. G. Kim, H. Praehofer, 2000.
Continuous System Simulation , F. E. Cellier and E. Kofman, 2006.

MOTS-CLÉS

Système à événements discrets, Réseaux de Petri temporisés, Automates temporisés, Algèbre (max,+), DEVS, Commande et simulation de systèmes

UE	CHOIX 2	9 ECTS	1er semestre
Sous UE	Commande non linéaire		
KEAX9AE1	Cours : 10h , TD : 12h , TP : 8h	Enseignement en français	Travail personnel 142.5 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

GOUAISBAUT Frédéric
Email : fgouaisb@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

De nombreux systèmes physiques ont des comportements que ne peuvent rendre compte des modèles linéaires. Saturation de la commande, zone morte des capteurs sont autant de phénomènes qui sont difficilement appréhendés par des modèles linéaires. Ce module vise à fournir la méthodologie pour étudier des systèmes non linéaires et les asservir. Une première partie du cours sera consacrée à l'étude de la stabilité pour les systèmes non linéaires. Une attention particulière sera portée à la théorie de Lyapunov. Une seconde partie est consacrée à la commande des systèmes non linéaires et l'exposition des méthodes classiques de commande basées sur l'utilisation de fonctions de Lyapunov ou de fonctions de stockage. Enfin, une introduction aux concepts de retour linéarisant est proposée.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

1. Problématique des systèmes non linéaires
- Les dynamiques non linéaires,
- Rappel du plan de phase.

2. Analyse de stabilité pour les systèmes non linéaires
- Stabilité au sens de Lyapunov
- Stabilité Entrée-Sortie

3. Commande des systèmes non linéaires
- La commande backstepping et feedforward
- Notions de commande passifiante
- Introduction à la géométrie différentielle et à la linéarisation.

Travaux pratiques : Commande par backstepping d'un procédé électro-mécanique, commande linéarisante d'un robot mobile.

PRÉ-REQUIS

Représentation d'état des systèmes linéaires.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Nonlinear Analysis.** M. Vidyasagar, Prentice-Hall editions, 2002.
- **Nonlinear systems.** Khalil, H.K., Prentice-Hall editions, 2002.

MOTS-CLÉS

Systèmes non linéaires, théorie de Lyapunov, Stabilité Entrée- Sortie, commande linéarisante.

UE	ANGLAIS	3 ECTS	1er semestre
KEAT9AVU	TD : 24h	Enseignement en français	Travail personnel 51 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CHAPLIER Claire
Email : claire.chaplier@univ-tlse3.fr

CONNERADE Florent
Email : florent.connerade@univ-tlse3.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

=12.0ptNiveau C1/C2 du CECRL (Cadre Européen Commun de Référence pour les Langues)
Permettre aux étudiants de développer les compétences indispensables à la réussite dans leur future vie professionnelle en contextes culturels variés. =12.0ptA=12.0ptcqu=12.0ptérir l'autonomie linguistique nécessaire et perfectionner les outils de langue spécialisée permettant l'intégration professionnelle et la communication d'une expertise scientifique dans le contexte international

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Développer :
- les compétences liées à la compréhension de publications scientifiques ou professionnelles rédigées en anglais ainsi que les compétences nécessaires à la compréhension de communications scientifiques orales.
- les outils d'expression permettant de maîtriser une présentation orale et/ou écrite et d'aborder une discussion critique dans le domaine scientifique
- la maîtrise des éléments d'argumentation critique à l'oral et/ou à l'écrit d'une publication scientifique
une réflexion plus large sur leur place, leur intégration et leur rayonnement en tant que scientifiques dans la société, abordant des questions d'actualité, d'éthique, d'intégrité

PRÉ-REQUIS

Niveau B2

COMPÉTENCES VISÉES

S'exprimer avec aisance à l'oral, devant un public, en usant de registres adaptés aux différents contextes et aux différents interlocuteurs.Se servir aisément d'une langue vivante autre que le français : compréhension et expression écrites et orales :
- Comprendre un article scientifique ou professionnel rédigé en anglais sur un sujet relatif à leur domaine.
- Produire un écrit scientifique ou technique dans un anglais adapté, de qualité et respectant les normes et usages de la communauté scientifique anglophone.
-Interagir à l'oral en anglais : réussir ses échanges formels et informels lors des colloques, réunions ou entretiens professionnels.

MOTS-CLÉS

Projet Anglais scientifique Professionalisation Communication esprit critique scientifique interculturel

UE	STAGE	18 ECTS	2nd semestre
KEATAABU	Stage : 6 mois	Enseignement en français	Travail personnel 450 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

LOUEMBET Christophe
Email : clouembet@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif de cette UE est de préparer les étudiants à leur future insertion sur le marché de l'emploi. Plus précisément, il s'agit de :

- les préparer à leur recherche d'emploi à travers leur recherche de stage (rédaction de CV, lettre de motivation, entretiens, ...),
- leur permettre d'acquérir une première expérience professionnelle valorisable par la suite sur leur CV,
- les mettre en situation en leur confiant des missions scientifiques et techniques au sein d'une entreprise (grand groupe, PME, startup) ou d'un laboratoire, selon qu'ils se destinent à une carrière dans l'industrie ou dans la recherche.

Ce stage peut être réalisé en France ou à l'étranger.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Les sujets de stages doivent être en cohérence avec les thématiques du master afin que l'expérience professionnelle ainsi acquise soit valorisable pour leur future recherche d'emploi. Voici quelques thématiques propres au master ISTR : Fiabilité, Sûreté de fonctionnement, Commande des systèmes, Réseaux temps réel, Diagnostic des Systèmes à Evènements Discrets...
Pendant son stage, l'étudiant travaillera au sein d'un laboratoire ou d'une entreprise sous la direction d'un responsable. A l'issue du stage, un rapport devra être rédigé à destination de l'entreprise et une soutenance sera organisée.

PRÉ-REQUIS

UE de formation générale, UE scientifiques du master.

MOTS-CLÉS

Expérience professionnelle, mise en situation.

UE	PROJETS	3 ECTS	2nd semestre
KEATAACU	TP : 20h , Projet : 150h	Enseignement en français	Travail personnel 55 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

LOUEMBET Christophe
Email : clouembet@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Les objectifs de cette UE sont triples :
• Concevoir, développer, implémenter et valider des solutions suivant un cahier des charges initial visant la réalisation d'une application reposant sur la complémentarité des disciplines enseignées.
• Approfondir certaines matières au travers de projets (académique ou industriel).
• Mettre en pratique et développer les compétences en gestion de projet et dans les différents domaines de spécialité de la formation : Fiabilité, Sûreté de fonctionnement, Commande des systèmes, Réseaux temps réel, Diagnostic des Systèmes à Evènements Discrets....

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Organisation en équipe pour la réalisation de projets portant sur un sujet aux confluents de plusieurs thématiques propres du master
- Analyse du cahier des charges
- Spécification fonctionnelle
- Choix d'architectures matérielle et logicielle
- Conception, développement, et intégration de différents modules liés aux projets
- Validation

Utilisation d'outils de gestion de projet (outils de suivi de version)

PRÉ-REQUIS

Gestion de projet, Fiabilité, Sûreté de fonctionnement, Commande des systèmes, Réseaux temps réel, Diagnostic des Systèmes à Evènements Discrets, Programmation.

MOTS-CLÉS

Projets transversaux, intégration, travail en équipe, approfondissement de spécialisations

UE	CHOIX 3	9 ECTS	2nd semestre
Sous UE	Réseaux temps réel		
KEATAAD2	Cours : 16h , TD : 8h , TP : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 138 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

BERTHOU Pascal
Email : berthou@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Les évolutions technologiques dans les domaines des calculateurs et des réseaux de communication induisent un fort accroissement des besoins en développement de systèmes distribués de contrôle-commande. Leurs réseaux deviennent le système nerveux qui doit être intégré dès la conception dans les contraintes temporelles du système. Ce module présente les principaux concepts des réseaux locaux industriels qui offrent les mécanismes indispensables à la garantie de contraintes temporelles. Des techniques de calcul sont introduites pour permettre d'analyser et dimensionner les algorithmes en fonction des spécificités des réseaux avec deux exemples : l'ordonnancement d'une application distribuée sur CAN et la vérification du respect des contraintes temporelles par le Network Calculus dans AFDX.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Partie I - Introduction aux réseaux Temps-Réel

- Principes
- Exemples des réseaux locaux industriels et embarqués

Partie II - Dimensionnement des applications distribuées Temps-Réel

- Ordonnancement dans un réseau CAN
- Network Calculus et respect des contraintes temporelles dans AFDX

PRÉ-REQUIS

Principes de l'ordonnancement

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Network Calculus : a theory of deterministic queuing systems for the Internet. J-Y Le Boudec et P Thiran. Springer, 2001

MOTS-CLÉS

CAN, AFDX, Ordonnancement, Network Calculus, Contraintes temporelles

UE	CHOIX 3	9 ECTS	2nd semestre
Sous UE	Tolérances aux fautes		
KEATAAD3	Cours : 6h , TD : 12h , TP : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 138 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

TAMSSAOUET Ferhat
Email : ferhat.tamssaouet@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Tout système informatique est sujet aux fautes, quelles soient matérielles ou logicielles. La miniaturisation du matériel et la complexité grandissante du logiciel empêchent la prévention et l'élimination complètes des fautes à l'exécution. Ainsi, pour accroitre la fiabilité des systèmes, il est nécessaire de recourir à des mécanismes de tolérance aux fautes.
L'objectif de ce module est de comprendre le fonctionnement de ces mécanismes ainsi que leurs hypothèses de fonctionnement afin de permettre une intégration correcte au sein d'un système. Un accent particulier sera mis sur le lien entre tolérance aux fautes et systèmes répartis.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

A- Architecture Tolérantes aux fautes (4h C, 4h TD, 8h TP)
- Mécanismes de base pour la tolérance aux fautes
- Redondance spatiale et temporelle
- Architecture commande/moniteur (COM/MON)
- Evolution architecturale sûre des systèmes

B- Tolérance aux fautes et systèmes répartis : (4h C, 6hTD, 4h TP)
- Modélisation de systèmes répartis, modèles de fautes
- Mécanismes de base pour la tolérance aux fautes en environnement réparti : diffusion fiable, synchronisation d'horloge répartie, détecteurs de défaillance, consensus en présence de fautes
- Causalité et temps réparti
- Service de sauvegarde et reprise répartie.

PRÉ-REQUIS

Introduction à la Sûreté de fonctionnement

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

A generic Fault-Tolerant Architecture for RT Dependable Systems, D. Powell.
Distributed Computing : fundamentals, simulations and advanced topics, H. Attiya & J. Welch.
Reliable Distributed Programming, R. Guerraoui & L. Rodrigues.

MOTS-CLÉS

Sûreté de fonctionnement, Tolérance aux fautes, Architecture sûre, Systèmes distribués

UE	CHOIX 3	9 ECTS	2nd semestre
Sous UE	Modèles temporels avancés		
KEATAAD4	Cours : 7h , TD : 19h , TP : 4h	Enseignement en français	Travail personnel 138 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

RIBOT Pauline
Email : pribot@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

La prise en compte du temps dans les modèles à événements discrets permet la représentation de systèmes nécessitant par exemple le respect obligatoire de durées minimale ou maximale des tâches à exécuter, de durée d'attente entre des opérations élémentaires, de temps d'acheminement d'éléments dans le système...L'objectif est de montrer comment ces systèmes peuvent être représentés par des modèles réseaux de Petri temporels et stochastiques. Ces modèles fournissent des outils d'analyse et d'évaluation de performance que le temps soit représenté par des entiers, des intervalles ou encore des probabilités. Ceci conduit à une évaluation bien plus fine du fonctionnement en terme, par exemple, de durée moyenne de traitement et de taux d'utilisation des ressources.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

— **Les réseaux de Petri et le temps**

- Les réseaux de Petri temporisés (Sifakis, Ramchandani, Alla)
- Les réseaux de Petri à intervalles de sensibilisation
- Sémantiques et modèles de Merlin et Khansa
- L'analyse d'accessibilité par la technique du graphe des classes (Merlin)

— **Les réseaux de Petri stochastiques**

- Extensions stochastiques des réseaux de Petri : représentation sous forme de chaîne de Markov, étude du régime stationnaire de la chaîne, calcul des indicateurs spécifiques tels que le marquage moyen d'une place et la fréquence de franchissement des transitions
- Les réseaux de Petri stochastiques généralisés : détermination de la chaîne à temps discret et réduction aux transitions stochastiques

— **Bureau d'étude**

Réglage des temporisations de la commande d'un système de traitement de procédés chimiques

PRÉ-REQUIS

Systèmes à événements discrets, réseaux de Petri, chaînes de Markov

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

— Les réseaux de Petri, M. Diaz, Hermès, collection I2C, Mai 2001, ISBN : 2746202506
— Stochastic Petri Nets, An Introduction to the Theory (2nd edition) F. Bause, P. Kritzinger, Vieweg Verlag, Germany, 2002, ISBN : 3-528-15535-3.

MOTS-CLÉS

Réseaux de Petri, temps, modélisation, analyse, évaluation de performance, probabilité

UE	CHOIX 3	9 ECTS	2nd semestre
Sous UE	Conception et mise en oeuvre des commandes temps réel		
KEAXAAD1	TD : 8h , TP : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 138 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

RIVIERE Nicolas
Email : nriviere@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Dans cette UE, les étudiants apprendront à réaliser la commande d'un système temps réel de bout en bout, du prototypage à la mise en œuvre sur un calculateur numérique (type microcontrôleur). Pour cela, ils apprendront à tenir compte des contraintes matérielles de la chaîne de contrôle-commande (i.e. du calculateur au procédé) pour effectuer le bon choix des différentes interfaces et de la meilleure architecture logicielle.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

La commande d'un système temps réel nécessite de tenir compte de nombreux paramètres permettant d'obtenir une certaine performance globale. Ces paramètres sont, entre autres, la stabilité, les contraintes temporelles, la robustesse. Pour réaliser cela, il faut effectuer le bon choix : du système d'interfaçage entre le calculateur et le procédé, des adaptations nécessaires à effectuer sur les signaux, de l'échantillonnage, de l'environnement logiciel. Les étudiants apprendront à tenir compte de ces paramètres et contraintes afin d'avoir la commande la plus adéquate. Ensuite, ils devront faire le prototypage de la commande continue avec un outil logiciel qu'ils transposeront dans le domaine discret en vue d'effectuer l'implémentation associée sur un calculateur (PC, microcontrôleur). Ils devront mettre en place une méthode permettant de vérifier les exigences du système.

PRÉ-REQUIS

Systèmes linéaires à temps discret et identification, Systèmes temps réel, Microcontrôleur.

MOTS-CLÉS

Commande, Temps réel, Mise en œuvre.

GLOSSAIRE

TERMES GÉNÉRAUX

SYLLABUS

Dans l'enseignement supérieur, un syllabus est la présentation générale d'un cours ou d'une formation. Il inclut : objectifs, programme de formation, description des UE, prérequis, modalités d'évaluation, informations pratiques, etc.

DÉPARTEMENT

Les départements d'enseignement sont des structures d'animation pédagogique internes aux composantes (ou facultés) qui regroupent les enseignantes et enseignants intervenant dans une ou plusieurs mentions.

UE : UNITÉ D'ENSEIGNEMENT

Un semestre est découpé en unités d'enseignement qui peuvent être obligatoires, à choix ou facultatives. Une UE représente un ensemble cohérent d'enseignements auquel sont associés des ECTS.

UE OBLIGATOIRE / UE FACULTATIVE

L'UE obligatoire fait référence à un enseignement qui doit être validé dans le cadre du contrat pédagogique. L'UE facultative vient en supplément des 60 ECTS de l'année. Elle est valorisée dans le supplément au diplôme. L'accumulation de crédits affectés à des UE facultatives ne contribue pas à la validation de semestres ni à la délivrance d'un diplôme.

ECTS : EUROPEAN CREDITS TRANSFER SYSTEM

Les ECTS constituent l'unité de mesure commune des formations universitaires de licence et de master dans l'espace européen. Chaque UE obtenue est ainsi affectée d'un certain nombre d'ECTS (en général 30 par semestre d'enseignement, 60 par an). Le nombre d'ECTS varie en fonction de la charge globale de travail (CM, TD, TP, etc.) y compris le travail personnel. Le système des ECTS vise à faciliter la mobilité et la reconnaissance des diplômes en Europe.

TERMES ASSOCIÉS AUX DIPLOMES

Les diplômes sont déclinés en domaines, mentions et parcours.

DOMAINE

Le domaine correspond à un ensemble de formations relevant d'un champ disciplinaire ou professionnel commun. La plupart des formations de l'UT3 relèvent du domaine « Sciences, Technologies, Santé ».

MENTION

La mention correspond à un champ disciplinaire. Il s'agit du niveau principal de référence pour la définition des diplômes nationaux. La mention comprend, en général, plusieurs parcours.

PARCOURS

Le parcours constitue une spécialisation particulière d'un champ disciplinaire choisie par l'étudiant·e au cours de son cursus.

LICENCE CLASSIQUE

La licence classique est structurée en six semestres et permet de valider 180 crédits ECTS. Les UE peuvent être obligatoires, à choix ou facultatives. Le nombre d'ECTS d'une UE est fixé sur la base de 30 ECTS pour l'ensemble des UE obligatoires et à choix d'un semestre.

LICENCE FLEXIBLE

À la rentrée 2022, l'université Toulouse III - Paul Sabatier met en place une licence flexible. Le principe est d'offrir une progression "à la carte" grâce au choix d'unités d'enseignement (UE). Il s'agit donc d'un parcours de formation personnalisable et flexible dans la durée. La progression de l'étudiant·e dépend de son niveau de départ et de son rythme personnel. L'inscription à une UE ne peut être faite qu'à condition d'avoir validé les UE pré-requises. Le choix de l'itinéraire de la licence flexible se fait en concertation étroite avec une direction des études (DE) et dépend de la formation antérieure, des orientations scientifiques et du projet professionnel de l'étudiant·e. L'obtention du diplôme est soumise à la validation de 180 crédits ECTS.

DIRECTION DES ÉTUDES ET ENSEIGNANT·E RÉFÉRENT·E

La direction des études (DE) est constituée d'enseignantes et d'enseignants référents, d'une directrice ou d'un directeur des études et d'un secrétariat pédagogique. Elle organise le projet de formation de l'étudiant·e en proposant une individualisation de son parcours pouvant conduire à des aménagements. Elle est le lien entre l'étudiant·e, l'équipe pédagogique et l'administration.

TERMES ASSOCIÉS AUX ENSEIGNEMENTS

CM : COURS MAGISTRAL(AUX)

Cours dispensé en général devant un grand nombre d'étudiantes et d'étudiants (par exemple, une promotion entière), dans de grandes salles ou des amphithéâtres. Ce qui caractérise également le cours magistral est qu'il est le fait d'une enseignante ou d'un enseignant qui en définit les structures et les modalités. Même si ses contenus font l'objet de concertations avec l'équipe pédagogique, chaque cours magistral porte donc la marque de la personne qui le crée et le dispense.

TD : TRAVAUX DIRIGÉS

Ce sont des séances de travail en groupes restreints (de 25 à 40 étudiantes et étudiants selon les composantes), animées par des enseignantes et enseignants. Les TD illustrent les cours magistraux et permettent d'approfondir les éléments apportés par ces derniers.

TP : TRAVAUX PRATIQUES

Méthode d'enseignement permettant de mettre en pratique les connaissances théoriques acquises durant les CM et les TD. Généralement, cette mise en pratique se réalise au travers d'expérimentations et les groupes de TP sont constitués de 16 à 20 étudiantes et étudiants. Certains travaux pratiques peuvent être partiellement encadrés ou peuvent ne pas être encadrés du tout. A contrario, certains TP, du fait de leur dangerosité, sont très encadrés (jusqu'à une enseignante ou un enseignant pour quatre étudiantes et étudiants).

PROJET OU BUREAU D'ÉTUDE

Le projet est une mise en pratique en autonomie ou en semi-autonomie des connaissances acquises. Il permet de vérifier l'acquisition de compétences.

TERRAIN

Le terrain est une mise en pratique encadrée des connaissances acquises en dehors de l'université.

STAGE

Le stage est une mise en pratique encadrée des connaissances acquises dans une entreprise ou un laboratoire de recherche. Il fait l'objet d'une législation très précise impliquant, en particulier, la nécessité d'une convention pour chaque stagiaire entre la structure d'accueil et l'université.

SESSIONS D'ÉVALUATION

Il existe deux sessions d'évaluation : la session initiale et la seconde session (anciennement appelée "session de rattrapage", constituant une seconde chance). La session initiale peut être constituée d'examens partiels et terminaux ou de l'ensemble des épreuves de contrôle continu et d'un examen terminal. Les modalités de la seconde session peuvent être légèrement différentes selon les formations.

SILLON

Un sillon est un bloc de trois créneaux de deux heures d'enseignement. Chaque UE est généralement affectée à un sillon. Sauf cas particuliers, les UE positionnées dans un même sillon ont donc des emplois du temps incompatibles.


Université
de Toulouse