

ANNEE 4 - AE

Semestre 7 d'automne

ORIENTATION INGENIERIE SYSTEME

Modélisation multiphysique	6 credits	72,75h
Outils de modélisation	5 credits	60h
Architectures des systèmes technologiques (puissance et signal)	7 credits	88h
Automatique	4 credits	39,25h
Grandir en autonomie et construire son projet professionnel	4 credits	25h
Développer ses aptitudes managériales	4 credits	45h

ORIENTATION SYSTEMES EMBARQUES

Chaînes d'acquisition et commande numérique des systèmes	5 credits	60h
Informatique matérielle	4 credits	44h
Architectures analogiques des systèmes embarqués	4 credits	32,5h
Modélisation des composants et architectures numériques	5 credits	55h
Analyse des systèmes complexes	4 credits	50h
QSE APS 4A GEI -1	4 credits	46,25h
Développer ses aptitudes managériales	4 credits	45h

Semestre 8 de printemps



ORIENTATION INGENIERIE SYSTEME

Processus pour l'ingénierie des systèmes	5 credits	61h
Projet mécatronique	4 credits	63h
QSE et APS	4 credits	48,75h
Dynamique des structures et commande	4 credits	54,5h
Programmation orientée objet et temps réel	3 credits	50,75h
Projet d'initiation à la recherche	4 credits	62,5h
Communiquer dans les organisations	6 credits	41,25h

ORIENTATION SYSTEMES EMBARQUES

Informatique Logicielle et réseaux	5 credits	101,5h
Gestion de l'énergie pour systèmes embarqués	3 credits	42h
Optimisation des systèmes discrets et continus	5 credits	
Automatique appliquée	3 credits	35h
Grandir en autonomie et construire son projet professionnel	4 credits	25h
Communiquer dans les organisations	6 credits	41,25h
Projet de recherche tutoré	4 credits	42,5h

Modélisation multiphysique

 **ECTS**
6 credits **Number of hours**
72,75h

Presentation

Objectives

A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer (principaux concepts) :

- Les principaux concepts de la modélisation de systèmes multiphysiques à paramètres localisés (0D/1D) ou distribués (3D).
- Les approches réseaux en modélisation multi-domaines, la modélisation acausale/causal, les bonds graphs, les méthodes de calcul par éléments finis en mécanique.

L'étudiant devra être capable de :

- Mettre en place des modèles 0D/1D (électrique, mécanique, hydraulique, thermique) ou 3D (mécanique) pour des systèmes mécatroniques.
- Utiliser des plateformes logicielles comme Dymola/Modelica, AMESim, Simulink, Patran-Nastran.

Pre-requisites

Lois de Kirchhoff et électrocinétique, notion de travail/énergie et puissance, notion de pression en hydrostatique des fluides, conduction et convection en transfert thermique.

Résistance des matériaux pour l'option méca.

Useful info

Place

> Toulouse

Outils de modélisation

 ECTS
5 credits

 Number of
hours
60h


Useful info

Place

› Toulouse

Architectures des systèmes technologiques (puissance et signal)

 **ECTS**
7 credits

 **Number of hours**
88h

Presentation

Objectives

A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer (principaux concepts) :

Transmission de puissance

Les besoins de puissance, les fonctions associées et les architectures qui en découlent dans les systèmes technologiques (mécanique, hydraulique et électrique).

Transmission et traitement de l'information

L'intérêt d'un langage graphique commun, les concepts liés au paradigme objet, les concepts d'un processus de conception orientée objet, Les principaux diagrammes UML impliqués dans une modélisation objet : diagramme des cas d'utilisation, de séquences, de classe, d'état, de structure composite et d'activité. L'intérêt les principaux concepts associés aux réseaux industriels. Les principales technologies d'interfaces et de traitement de l'information en électronique embarquée.

L'étudiant devra être capable de :

Transmission de puissance

- identifier et structurer les besoins de puissance (alimenter, doser, distribuer, transformer, conditionner, gérer, etc.)

- analyser un schéma de puissance mécanique/hydraulique/électrique d'un point de vue architectural et fonctionnel

- évaluer/citer/comparer les solutions mises en œuvre pour réaliser une fonction associée à la transmission de puissance

- effectuer la synthèse d'une architecture de puissance mécanique/hydraulique/électrique à partir d'exigences fonctionnelles

Transmission et traitement de l'information

- analyser un système informatique et le décomposer avec une approche orientée objet

- choisir les diagrammes les plus adaptés à une modélisation en fonction du point de vue que l'étudiant identifie : vue structurelle, comportementale, des interactions.

- proposer un modèle en utilisant le langage UML.

- analyser un réseau industriel

- analyser et implémenter une solution technologique de traitement d'information sur un système de type mécatronique

Pre-requisites

Connaissances technologiques de base en mécanique, hydraulique et électrique

Useful info

Place

› Toulouse

Automatique

 **ECTS**
4 credits

 **Number of hours**
39,25h

Presentation

Place

➤ Toulouse

Objectives

A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer (principaux concepts) :

Les techniques et méthodes de commande numérique.

Les correcteurs continus.

Pre-requisites

- AE-SE :

Systèmes bouclés (I2MAAU11)

Automatique et architecture (I3MAAU11)

Commande des systèmes linéaires continus (I3MAAU21)

- GM-IS :

Etude des systèmes (I3ICDM11)

Useful info

Grandir en autonomie et construire son projet professionnel

 ECTS
4 credits

 Number of
hours
25h

Presentation

Objectives

A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer (principaux concepts) :

Définir, construire et manager un projet.

Activités Physiques et Sportives

d'inventorier les problèmes à résoudre :

- Connaître l'Activité Physique et Sportive (les règles, le sens, les rôles, etc.),
- Concevoir l'objectif du projet.

de s'organiser :

- Connaître les contraintes, les ressources, et les moyens disponibles,
- Savoir choisir et planifier les actions dans le temps,
- Savoir s'impliquer dans le groupe et le projet :

savoir s'adapter, oser impulser l'action, savoir, renoncer, proposer, etc.

de réguler :

- Savoir observer,
- Savoir réaliser un bilan,
- Savoir réajuster les choix si nécessaire.

Pre-requisites

Acquis de l'apprentissage 1ère, 2ème, 3ème année.

Useful info

Place

➤ Toulouse

Développer ses aptitudes managériales

 **ECTS**
4 credits **Number of hours**
45h

Presentation

Un module est proposé aux étudiants dans certains cas particuliers

Objectives

A la fin de ce module, l'étudiant devra :

- * Connaître le contexte légal et les implications juridiques de l'activité de l'entreprise
- * Être capable de porter un jugement critique sur la santé financière d'une entreprise et d'apprécier la rentabilité d'un investissement
- * Réaliser un diagnostic du marché et de l'entreprise pour prendre des décisions et se fixer des objectifs stratégiques
- * Mobiliser les connaissances sur le marché pour mettre en œuvre un plan d'action marketing adapté aux moyens et aux objectifs stratégiques de l'entreprise

Module LV2 : en option

Les objectifs, définis en référence au CECRL pour les 5 activités langagières, sont spécifiques à la langue étudiée - allemand, espagnol, chinois- et le niveau de l'étudiant. Ces objectifs peuvent être consultés :

<https://moodle.insa-toulouse.fr/course/view.php?id=44>

Anglais complémentaire : en option

Useful info

Place

➤ Toulouse

Chaînes d'acquisition et commande numérique des systèmes

 ECTS
5 credits

 Number of
hours
60h

Presentation

Objectives

Modélisation et commande d'un système électronique depuis le capteur, la numérisation du signal, les processus de compression, puis les techniques et méthodes de commande numérique, et la transmission vers un actionneur.

Useful info

Place

> Toulouse

Informatique matérielle

 **ECTS**
4 credits **Number of hours**
44h

Presentation

Objectives

A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer (principaux concepts) :

- * Partie contrôle de périphériques
- Les spécificités de la programmation des unités périphériques pour microcontrôleur.
- Comment prendre en compte des contraintes matérielles spécifiques aux systèmes embarqués à ressources limitées.
- * Partie conception d'architecture
- Les concepts liés au paradigme objet.
- Les concepts d'un processus de conception orientée objet.
- Les principaux diagrammes UML impliqués dans une modélisation objet : diagramme des cas d'utilisation, de séquences, de classe, d'état, de structure composite et d'activité.

L'étudiant devra être capable de :

- * Partie contrôle de périphériques
- Sélectionner une architecture processeur adaptée à l'application logicielle et à l'environnement.

- Concevoir et tester les techniques de la programmation par interruption matérielle.

- Utiliser des outils de mise au point et de test en développement croisé.

- Lire et naviguer dans une documentation constructeur.

* Partie conception d'architecture

- décomposer avec une approche orientée objet un système logiciel ou matériel

- choisir les diagrammes les plus adaptés à une modélisation en fonction du point de vue que l'étudiant identifie : vue structurelle, comportementale, des interactions

- proposer un modèle objet complet d'un système logiciel ou matériel en utilisant le langage UML

Pre-requisites

- * Structure et fonctionnement des ordinateurs (2et3 IMACS)
- * Langage d'assemblage (3 IMACS)

Useful info

Place

➤ Toulouse

Architectures analogiques des systèmes embarqués

 ECTS
4 credits

 Number of
hours
32,5h

Presentation

Pre-requisites

- Module analogique 2° année
- Module signal
- Mineure conditionnement du signal de la thématique système. Première partie du cours de 4° année Modélisation des composants et architectures numériques

Useful info

Place

➤ Toulouse

Modélisation des composants et architectures numériques

 ECTS
5 credits

 Number of
hours
55h

Presentation

Place

➤ Toulouse

Objectives

A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer (principaux concepts) :

-les modèles des composants électroniques, ainsi que des systèmes électroniques numériques

-la problématique de l'intégration des circuits électroniques

-la conception et l'optimisation de performances des architectures numériques.

L'étudiant devra être capable de comprendre les ruptures technologiques futures dans leur vie professionnelle, les modèles des principaux composants électroniques actives et les architecture numériques complexes.

Pre-requisites

Electricité générale, électrostatique, électronique analogique et numérique, informatique matérielle

Useful info

Analyse des systèmes complexes

 **ECTS**
4 credits **Number of hours**
50h

Presentation

Objectives

A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer (principaux concepts) :

- Les principes, les difficultés et les limites de la modélisation de systèmes à plusieurs entrées et plusieurs sorties.
- La conception et la mise en œuvre de commande de systèmes à plusieurs entrées et plusieurs sorties.
- Les principaux comportements possibles observables dans les systèmes non linéaires (points d'équilibre, cycles limites, comportements complexes) et leur évolution par variation des paramètres.
- Les fondements de la théorie de Lyapunov

L'étudiant devra être capable de :

- Appréhender la mise en œuvre pratique du contrôle d'un processus à multiples entrées et multiples sorties.
- Débuter l'analyse d'un système non linéaire par différentes techniques (analyse qualitative, numérique, approche géométrique et calculatoire)

- S'appuyer sur l'analyse numérique (Matlab©) pour établir, confirmer, valider, simuler et mettre en œuvre les résultats théoriques abordés en cours.

Pre-requisites

- Cours de 2e année « Systèmes bouclés » (I2MAU11)
- Cours 3e année IMACS « Modélisation et analyse des systèmes linéaires (I3AMAU11)
- Cours 3e année IMACS « Commande des systèmes » (I3AMAU12)

Useful info

Place

➤ Toulouse

QSE APS 4A GEI -1

 ECTS
4 credits

 Number of
hours
46,25h

Useful info

Place

➤ Toulouse

Processus pour l'ingénierie des systèmes

 **ECTS**
5 credits **Number of hours**
61h

Presentation

Place

➤ Toulouse

Objectives

A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer (principaux concepts) :


Quels sont les processus impliqués en ingénierie système et comment ils s'articulent, comment il faut organiser ces processus en entreprise, quels sont les acteurs et leurs rôles, et quelles sont les normes associées.

L'étudiant devra être capable de :

- définir, capturer, analyser et exprimer les besoins des parties intéressées en vue de concevoir et de réaliser un système, un produit, un service.
- transformer les besoins en exigences techniques, définir, analyser les exigences techniques,
- construire à partir de ces exigences des spécifications puis des solutions d'architecture logique et physique, et de les évaluer
- gérer les processus de développement, depuis le recueil des besoins jusqu'au choix d'une solution

Useful info

Projet mécatronique

 ECTS
4 credits


 Number of
hours
63h

Useful info

Place

› Toulouse

QSE et APS

 ECTS
4 credits

 Number of
hours
48,75h

Useful info

Place

➤ Toulouse

Dynamique des structures et commande

 **ECTS**
4 credits **Number of hours**
54,5h

Presentation

Objectives

A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer (principaux concepts) :

- différentes approches pour analyser et évaluer les performances de systèmes à événements discrets,
- différents types de modélisation adaptées aux problèmes considérés (modèles déterministes ou stochastiques, modèles d'optimisation numérique et combinatoire, modèles concurrents)
- les algorithmes disponibles pour résoudre ces problèmes.

L'étudiant devra être capable de :

Apprendre à modéliser et résoudre des problèmes de recherche opérationnelle (optimisation, programmation linéaire, graphes, processus stochastiques) et des systèmes à événements discrets. Modéliser systèmes stochastiques tel qu'un réseau de files d'attente par une chaîne de Markov. Calculer ses mesures de performances stationnaires et dimensionner sa capacité.

Modéliser un SED par réseau de Petri, analyser les propriétés du réseau de Petri par différentes méthodes d'analyse (exhaustive et structurelle).

Pre-requisites

Algèbre linéaire - Probabilités - Systèmes dynamiques (notion d'état) - bases en logique et réseaux de Petri.

Useful info

Place

➤ Toulouse

Programmation orientée objet et temps réel

 **ECTS**
3 credits

 **Number of hours**
50,75h

Presentation

Objectives

A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer (principaux concepts) :

Partie programmation orientée objet :

La notion de programmation objet, d'appel de méthode, de classe,

Le principe de la programmation d'interfaces graphiques.

Partie réseaux

Les concepts et les techniques de base pour interconnecter des réseaux locaux (LAN) dans l'Internet : répéteur, pont, routeur,

Les concepts et les techniques avancées pour interconnecter des LAN dans l'Internet : subnetting, CIDR, VLAN, VPN, proxy applicatif, NAT,

Les principaux protocoles de l'architecture de l'Internet TCP/IP : UDP, TCP, IP, ARP/proxy ARP, ICMP, DHCP, RIP, OSPF, BGP.

Partie temps réel

Concevoir des applications temps réel,

Comprendre les principaux services d'un noyau temps réel et les manipuler.

L'étudiant devra être capable de :

Partie programmation orientée objet

Développer des applications en Java contenant des interfaces graphiques, en respectant un style de programmation modulaire à objets.

Partie réseaux

Effectuer des choix d'architecture matérielle permettant de prendre en compte les besoins et les contraintes associés à une interconnexion de réseaux locaux,

Effectuer des choix de plans d'adressage et de routage simples ou complexes,

Mettre en œuvre (administrer) des réseaux Ethernet et IP dans les contextes d'interconnexion de base ou avancée abordés dans le cours.

Partie temps réel

Mettre en place une méthodologie de conception afin de répondre à une spécification,

Concevoir des architectures logicielles d'application temps réel,

Dimensionner correctement les différents paramètres des tâches et des moyens de synchronisation et de communication,

Simuler et analyser les performances d'une application temps réel.

Pre-requisites


Algorithmique et programmation - Bases en Langage C -
Conception orientée objet - Cours d'introduction aux réseaux
informatiques (3MIC).

Useful info

Place

➤ Toulouse

Projet d'initiation à la recherche

 ECTS
4 credits


 Number of
hours
62,5h

Useful info

Place

› Toulouse

Communiquer dans les organisations

 **ECTS**
6 credits **Number of hours**
41,25h

Presentation

Objectives

A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer :

- * Les flux de circulation d'information au sein des organisations
- * Ses droits et devoirs en matière de communication d'Internet
- * Les différences entre anglais courant et anglais professionnel

L'étudiant devra être capable de

- * S'adapter aux flux de communication des organisations et y participer efficacement
- * Repérer les spécificités langagières, en anglais, liées à ces différentes situations professionnelles et à les maîtriser
- * s'adapter aux spécificités de la communication professionnelle dans les pays anglo-saxons.

Module LV2 annualisé : en option

Les objectifs, définis en référence au CECRL pour les 5 activités langagières, sont spécifiques à la langue étudiée - allemand, espagnol, chinois- et le niveau de l'étudiant. Ces objectifs peuvent être consultés :

<https://moodle.insa-toulouse.fr/course/view.php?id=44>

Anglais complémentaire annualisé :

Les étudiants les plus faibles en anglais suivent un cours annualisé d'anglais complémentaire.

Pre-requisites

Pour la partie communication en français : niveau C1 exigé


Pour la langue anglaise : Maitrise de l'anglais général

Useful info

Place

> Toulouse

Informatique Logicielle et réseaux

 ECTS
5 credits

 Number of
hours
101,5h

Useful info

Place

➤ Toulouse

Gestion de l'énergie pour systèmes embarqués

 ECTS
3 credits

 Number of
hours
42h

Presentation

Objectives

A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer (principaux concepts) :

- Les caractéristiques des sources d'énergie utilisables sur systèmes embarqués,
- Les méthodes de récupération et de stockage de l'énergie ambiante,
- Les architectures des circuits électroniques de gestion de l'énergie,
- Le fonctionnement d'une machine à collecteur et balais et ses grandeurs électriques et mécaniques caractéristiques.
- Le fonctionnement d'un transformateur et les modèles qui lui sont associés.
- Les structures et principales caractéristiques électriques des redresseurs à diodes monophasés et triphasés.
- Les principales structures de hacheurs, leurs propriétés, réversibilités et stratégies de commande.
- Le principe d'une régulation de couple ou/et de vitesse d'une machine à collecteur à l'aide d'un hacheur.

L'étudiant devra être capable de :

- Analyser les besoins en énergie d'un système embarqué et de proposer et dimensionner une solution,

- Analyser un système mécanique et de dégager les besoins en matière d'entraînement, le type du convertisseur qui doit être associé à la machine.

- Dimensionner les éléments de la chaîne de conversion d'énergie électrique qui va permettre de piloter l'actionneur.

- Faire le choix d'une stratégie de commande pour les interrupteurs électroniques du convertisseur en vue de garantir sa sûreté de fonctionnement.

Pre-requisites

Connaissances générales concernant l'électricité, les courants alternatifs, les circuits électriques, l'électronique analogique et numérique ainsi que les outils mathématiques (transformées de Fourier et de Laplace) et les bases de l'automatique (fonctions de transfert et schéma blocs)

Useful info

Place

> Toulouse

Optimisation des systèmes discrets et continus



ECTS
5 credits

In brief

➤ **Number of students:** 75.50

Presentation

Objectives

À la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer (principaux concepts) :

- différentes approches pour analyser, évaluer les performances de systèmes à événements discrets au travers de différents modèles (déterministes ou stochastiques), les optimiser (optimisation linéaire)
- les méthodes d'optimisation des systèmes continus
- statiques (conditions du premier et du second ordre)
- dynamiques (programmation dynamique)
- leurs applications à la commande optimale ou prédictive essentiellement pour des systèmes linéaires.

L'étudiant devra être capable de :

- analyser, modéliser et résoudre un problème d'optimisation de systèmes discrets sous la forme d'un programme linéaire ou d'un graphe, en appliquant les algorithmes adaptés (simplexe ou algorithmes de la théorie des graphes),

- modéliser et caractériser les processus markoviens stationnaires à espace d'état discret (chaines) à temps continu ou discret, les files d'attente et réseaux de files d'attente, d'analyser leur régime transitoire et stationnaire, d'évaluer leurs performances

- modéliser et analyser un SED par réseau de Petri

- formaliser et résoudre un problème d'optimisation à critère quadratique, non linéaire, sans ou avec contraintes dans le cas de systèmes à variables réelles

- développer et synthétiser une loi de commande optimale (LQG) sur un processus linéaire ou linéarisé.

Pre-requisites

Algèbre linéaire - Probabilités - Systèmes dynamiques (notion d'état) - Bases en logique et réseaux de Petri.

Useful info

Place

➤ Toulouse

Automatique appliquée

 **ECTS**
3 credits **Number of hours**
35h

Presentation

d'acquisition et commande numérique - commande optimale-graphes

Objectives

A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer (principaux concepts) :

Cet enseignement illustre l'ensemble des cours d'automatique de 4ème année (commande des systèmes non linéaires, commande optimale, commande numérique, commande multi-variable, graphes).

L'étudiant devra être capable de :

- Modéliser/identifier un système
- Synthétiser une commande suivant un cahier des charges (performances) et le mettre en œuvre
- Savoir être critique sur une commande
- Savoir rédiger un compte-rendu

Pre-requisites


- Analyse des systèmes non linéaires - Systèmes multi-variables - Périphériques - Commande numérique - Chaînes


Useful info

Place

> Toulouse

Grandir en autonomie et construire son projet professionnel

 ECTS
4 credits

 Number of
hours
25h

Useful info

Place

➤ Toulouse

Projet de recherche tutoré



Presentation

Objectives

L'UF vise à sensibiliser les étudiants aux activités de recherche par le biais de « projets tutorés » (PT) effectués par groupe d'au moins 4 étudiants sous la conduite d'un tuteur (enseignant ou industriel). Ces projets sont adossés à une formation à la recherche documentaire (FRD). Un cours de conduite de projet sert de guide à la réalisation du projet.

A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer (principaux concepts) :

- les concepts, normes et techniques liées à l'élaboration d'un état de l'art attendant au projet,
- les concepts et techniques attendant à la conduite d'un projet en groupe.

L'étudiant devra être capable de :

- élaborer un état de l'art sur un domaine de recherche attendant au projet,
- conduire un projet en groupe,
- intégrer des techniques relevant de différents domaines pour aboutir à la réalisation demandée.

Pre-requisites

Fonctions du sujet du projet.

Useful info

Place

➤ Toulouse