

FICHE ECTS

Code ECTS :	I5AEGE11
Crédits ECTS :	5
Enseignant responsable de l'UF :	TOUNSI Patrick
Libellé de l'UF (français) :	Gestion électrique et électronique pour le véhicule électrique
Libellé de l'UF (anglais) :	Electronic design for electrical vehicle
Semestre :	Semestre 1 <input checked="" type="checkbox"/> Semestre 2 <input type="checkbox"/> Annuel <input type="checkbox"/>

Objectifs généraux : Cet enseignement adresse l'électrification des transports (automobile, avion, scooter, gyropode ...) et notamment l'architecture électronique des chaînes de commande des actionneurs électriques.

Garantir un rendement énergétique optimal, mais aussi la robustesse du système et la sûreté de fonctionnement nécessite un savoir-faire large en électronique et en informatique matérielle. Cet enseignement est centré autour d'un bureau d'étude visant à mettre en œuvre l'architecture électronique typique d'une chaîne de traction d'un véhicule électrique (moteur synchrone à aimants permanents, onduleur, microcontrôleur double cœur, mise en réseau sur bus multiplexés, composants de surveillance), à l'aide de composants industriels et en prenant les contraintes du secteur automobile (intégration, safety, rendement, diagnostic embarqué, CEM). Cet enseignement se fait en partenariat avec la société NXP.

VERSION FRANÇAISE

VERSION ANGLAISE

Objectif de l'enseignement ¹ (max 1000 caract.):	Objectives (max 1000 charact.) :
<p>A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer (principaux concepts) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Connaître des actionneurs pour le véhicule électrique et commandes avancées • Connaître les composants et technologies pour les véhicules électriques • Synthétiser une commande vectorielle pour piloter un moteur synchrone • Choisir et dimensionner l'architecture électronique de chaînes de commande d'actionneurs électromécaniques • Analyser les modes de défaillances d'un driver de moteur et mettre en œuvre des diagnostics et des solutions pour garantir la sûreté de fonctionnement <p>L'étudiant devra être capable de :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dimensionner et réaliser la commande d'un actionneur électromécanique pour optimiser le rendement énergétique (commande vectorielle pour le pilotage d'un moteur synchrone) • Dimensionner et réaliser une architecture électronique et un logiciel embarqué pour garantir fonctionnement sûr de la chaîne de commande d'actionneurs électromécaniques, à partir de composants dédiés à l'automobile (microcontrôleur, composants de puissance, capteurs, system basis chip) 	<p>At the end of this module, the student will have understood and be able to explain (main concepts):</p> <ul style="list-style-type: none"> • advanced commands and actuators for electric vehicle powertrain • technologies and devices for electric vehicles • develop field oriented control for synchronous motor control • propose and dimension electronic architecture for electromechanical actuator chains • analyze the failure modes of a motor driver and propose diagnosis and solutions to ensure safety <p>The student will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> • design and realize the command of electromechanical actuator (field oriented control for synchronous motor command). • design electronic architecture and embedded software for safe powertrain application, realized with real devices dedicated for automotive applications (microcontroller, smart power devices, sensors, system basis chip)
<p><i>Le verbe qui décrit l'objectif doit décrire de façon précise l'effet attendu, on conseille d'éviter des verbes vagues pour lesquels il sera difficile de vérifier si l'objectif est atteint (connaître, comprendre, apprendre, savoir...) On peut s'inspirer des verbes d'actions de la taxonomie de Bloom²</i></p>	

Description de l'enseignement (max 1000 caract.):	Description (max 1000 caract.):
<p>Programme (contenu détaillé) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Moteurs et commandes pour le véhicule électrique : cet enseignement présente les différents types de moteurs électriques, leurs architectures et contraintes et la manière dont on les commande. L'enseignement se focalise principalement sur le moteur synchrone à aimant permanent et sur le moteur asynchrone, car il constitue des moteurs largement utilisés pour la traction des véhicules électriques. L'un des objectifs de cet enseignement est de déterminer la commande du moteur utilisé durant le bureau d'étude. • Dimensionnement d'un convertisseur d'énergie pour les transports : Dimensionnement d'un convertisseur de gestion de module de supercondensateurs (hacheur réversible en courant, condensateur, inductance, dissipateur). • Introduction sécurité automobile : les équipements électroniques automobiles associés aux chaînes de traction doivent répondre à des exigences sévères en matière de sûreté de fonctionnement (safety). Dans le secteur automobile, ils doivent se conformer au niveau le plus exigeant du standard ISO26262 noté ASIL-D. Le choix des composants, l'architecture électronique et logicielle doivent être spécifiés et conçus pour répondre à cette exigence fondamentale. Durant cet enseignement, une rapide introduction aux exigences de sûreté de fonctionnement dans l'automobile est faite par un expert industriel, en expliquant en quoi cela impacte l'architecture électronique des équipements. Une analyse des modes de défaillance des différents composants de la chaîne de traction est réalisée afin d'identifier les solutions matérielles et logicielles permettant de garantir une sécurité du conducteur et des passagers. Ces solutions seront mises en œuvre dans le bureau d'étude. Les concepts abordés durant ce cours sont transposables à d'autres secteurs industriels, comme l'aéronautique, le ferroviaire... • Introduction aux composants automobiles : les équipements automobiles utilisent des composants à haut niveau d'intégration et configurable afin de réduire les coûts de fabrication, réduire la consommation énergétique, garantir la robustesse et la sûreté de fonctionnement. Cet enseignement est composé de plusieurs interventions faites par des intervenants industriels, présentant les différentes technologies embarquées dans un véhicule électrique. Les interventions se focalisent particulièrement sur les composants mis en œuvre durant le bureau d'étude (microcontrôleur à double cœur lockstep, gate driver, power SBC, drivers de bus multiplexés pour l'automobile). • BE électronique automobile : le but du bureau d'étude est de mettre en œuvre l'équipement électronique principal de la chaîne de traction, appelé main inverter, c'est-à-dire l'onduleur qui commande le moteur d'un véhicule électrique. Celui-ci sera réalisé à partir de composants automobiles fournis par NXP, partenaire de ce bureau d'étude. Le bureau d'étude se déroule 	<p>Programme (detailed contents):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Motors and commands for electric vehicle: in this course, the different types of electric motors are presented, with the architectures and constraints related to their commands. The course is mainly focused on (permanent magnet) synchronous and asynchronous motors, because of their large use in electric vehicle. • Design of an energy converter for transportation application: design of a power converter (4 quadrant chopper, capacitor, inductor, thermal dissipator). • Introduction to automotive safety: electronic equipments for automotive powertrain applications must comply with harsh requirements in terms of safety (ISO26262 standard). Electronic and software design must be specified and realized to ensure this major constraint. In this course, an industrial expert provides an introduction of automotive safety and underlines how it has an impact on electronic architecture of equipments. An analysis of failure mode of the different parts of a powertrain chain is made in order to identify hardware and software solutions to ensure safety. The solutions will be tested in the automotive electronic lab. The concepts can be adapted to other industrial domains, as aerospace or railway industries. • Introduction to automotive devices: automotive electronic equipments use integrated devices with specific features in order to reduce cost, energy consumption and ensure the required reliability and safety level. In this short course, an industrial expert presents some technologies used in automotive equipments, especially those used in electrical vehicles. The presentation mainly focuses on components used in the automotive electronic lab (lockstep double core microcontroller, smart power gate drivers, power system basis chip, multiplexed bus drivers). • Automotive electronic lab: in this lab, students design a prototype of a main inverter, whose management is the powertrain of an electric vehicle. The prototype is based on electronic devices dedicated to automotive provided by our industrial partner (NXP). The lab consists of a project based on a workteam made of 12 to 16 students. The first part of the lab is dedicated to the detailed specification of the hardware and software of the prototype. The specification clarifies the theoretical elements of the motor commands (how the field oriented control will be implemented). A rapid safety analysis of the prototype is also made to apply related concepts learnt in the course Introduction to automotive safety. The second part of the course is dedicated to the design of the embedded software, the motor command, and the configuration of the different sensors and drivers. Then tests are realized to demonstrate the compliance to the initial requirements. Finally, safety mechanisms associated to simple failure modes are also tested to prove their relevance. The evaluation of the lab is based on specification and design reports, and

<p>sous la forme d'un projet réalisé par équipe de 12 à 16 étudiants. La première partie du bureau d'étude est consacrée à la rédaction d'une spécification détaillée de l'architecture matérielle et logicielle du système à partir d'un cahier des charges. Cette spécification intègre l'étude théorique du moteur effectuée dans l'enseignement d'Actionneurs pour le véhicule électrique (comment la commande vectorielle sera implémentée), ainsi que l'analyse safety faite dans l'enseignement Introduction safety automobile. La deuxième partie est dédiée à la réalisation du logiciel embarqué, de la commande moteur et à la configuration des différents capteurs et drivers. Ensuite, des tests modulaires sont effectués afin de démontrer le fonctionnement du système en adéquation avec le cahier des charges. Enfin, les mécanismes de sûreté de fonctionnement sont testés pour prouver leur pertinence. Le bureau d'étude sera évalué grâce aux rapports de spécification et de réalisation, ainsi que par une soutenance finale.</p>	<p>by a final presentation.</p>
<p><i>Vous pouvez aussi mentionner ci-dessus les documents remis aux étudiants</i></p>	

<p>Méthode d'évaluation (max 1000 caract.):</p>	<p>Assessment (max 1000 charact.):</p>
<p>Comment évaluez-vous que ces objectifs sont atteints ?</p> <p>Un contrôle écrit est proposé pour évaluer les concepts théoriques vus dans le cours de Moteurs et commandes pour le véhicule électrique</p> <p>Des rapports de Bureaux d'études servent à l'évaluation des acquis pour les parties Dimensionnement d'un convertisseur d'énergie pour les transports et BE électronique automobile.</p> <p>En quoi le système d'évaluation aide les étudiants à atteindre ces objectifs ?</p> <p>Motivation supplémentaire pour valoriser son travail devant un jury</p>	<p>How do you assess that the objectives have been reached?</p> <p>A written exam is proposed for the evaluation of the theoretical concepts learnt in the course Motors and commands for electric vehicle.</p> <p>The evaluation of Design of an energy converter for transportation application and Automotive electronic lab are based on reports and presentation.</p>
<p>Examen écrit <input type="checkbox"/> oral <input checked="" type="checkbox"/> Rapport <input checked="" type="checkbox"/> Exposé <input checked="" type="checkbox"/> TP <input checked="" type="checkbox"/></p>	<p>Written ex. <input type="checkbox"/> Oral ex. <input checked="" type="checkbox"/> Report <input checked="" type="checkbox"/> Presentation <input checked="" type="checkbox"/> Labwork <input type="checkbox"/></p>
<p>Autre (à préciser) :</p>	<p>Other (please describe) :</p>

<p>Pré-requis (Code APOGEE + intitulé, sinon notions nécessaires) (max 200 caract.):</p>	<p>Necessary knowledge (APOGEE Code + title, or required knowledge) (max 200 charact.):</p>

Bibliographie (auteur, titre, éditeur, année, ISBN) : <i>Bibliographie, webographie, photocopié...</i> <i>Il s'agit de documents accessibles aux étudiants pour mieux maîtriser votre enseignement</i>	Bibliography (author, title, publisher, year, ISBN) :

Horaire présentiel : <i>Tel que l'enseignement est comptabilisé</i>		Travail personnel ³ :	Contact hours:	Personal work :	
CM :	20	60	Lectures:	20	60
TD :	5		Tutorials:	5	
TP :	35.75		Lab work:	35.75	
Projet :			Project:		
Examen formatif			Coursework		
Examen certificatif			Exam		

Langue(s) utilisée(s) pour l'enseignement :	Français
--	----------

Type de formation :	Formation initiale <input type="checkbox"/> Formation continue <input type="checkbox"/> Apprentissage <input type="checkbox"/> VAE <input type="checkbox"/>
----------------------------	---

Mots clés :	Keywords :
Moteurs électriques (synchrones, asynchrones), convertisseurs de puissance, électronique automobile, commande vectorielle, contrôle pour traction automobile, safety, sécurité, fiabilité, microcontrôleur dédié automobile	Electric motor (synchronous, asynchronous), power converter, automotive powertrain control, field oriented control, electronics for automotive, safety, reliability, microcontroller for automotive application

¹http://enseignants.insa-toulouse.fr/fr/ameliorer_mon_cours/comment_rediger_les_objectifs_de_son_enseignement.html

²http://enseignants.insa-toulouse.fr/fr/ameliorer_mon_cours/la_taxonomie_de_bloom.html

³ à titre d'exemple, on peut multiplier le présentiel par un facteur fonction du type de pédagogie : 0,9 pour les CM, 0,7 pour les TD, 0,3 pour les TP, 1,5 pour les APP et autres pédagogies actives. Dans tous les cas, cette valeur doit être la plus authentique possible et s'appuyer sur des moyens appropriés pour guider le travail personnel de l'étudiant (exercices non corrigés lors des TD, préparation de TP, exercices « pour aller plus loin », grilles d'auto-évaluation, travail personnel à faire utilisant la bibliographie recommandée, ...)