

Edito

Avec la montée en puissance des simulateurs, la validation expérimentale arrive maintenant après de nombreuses heures passées sur les outils informatiques. Toutefois, la recherche doit considérer ces deux approches comme complémentaires, bien entendu, mais surtout concomitantes, et cette démarche sera d'autant plus pertinente que les moyens de simulation et d'expérimentation associés seront pointus.

Se doter de logiciels très puissants est naturel pour un laboratoire de recherche mais il nous faut aussi réaliser des manipulations performantes, donc disposer d'une instrumentation perfectionnée et des machines-outils nécessaires à leur élaboration. Ainsi, le LEEI s'est récemment équipé d'un centre de micro-usinage (cf p6) qui permettra, par exemple, de réaliser des pièces pour l'étude du contrôle des instabilités de l'écoulement de l'air le long du profil de l'aile d'un avion avec des moteurs piezoélectriques.

Nos tutelles ont le souci permanent de mettre à notre disposition de tels moyens techniques. Au service de l'expérimentation, indispensable au crédit des travaux d'un laboratoire de recherche, ils ne peuvent cependant être acquis qu'avec le soutien de nos partenaires industriels et des collectivités locales et territoriales. Qu'ils en soient ici remerciés.

Yvon Chéron
Directeur du LEEI

SOMMAIRE

Edito	01
Dossier	01
Recherche	04
Enseignement	05
Actualités	06
Contacts	06

L'électricité dans l'automobile

Dossier

Il est difficile de soulever les questions posées par l'omniprésence de l'automobile dans nos pays industrialisés sans tomber dans le trivial ou l'euphémisme. Qu'ils soient relatifs à l'environnement, aux économies d'énergie, à la sécurité ou au confort des passagers, les enjeux politiques et économiques sont considérables. Or, parmi les axes d'innovation, l'accroissement très net de la puissance électrique nécessaire à bord tient une place de choix. Actuellement de 1kW, elle devrait s'élever à 5kW en 2005 et à 10kW en 2010. L'électricité envahit le véhicule, à de multiples niveaux. Mariano Sans, Ingénieur ENSEEIHT aujourd'hui Expert Automaticien pour le contrôle-moteur et Chef de Projet Développements Avancés chez Siemens VDO Automotive à Toulouse, a accepté de faire le point sur ce sujet pour LEEInfos.

La consommation électrique

Pompes à eau et à huile, ventilateur, compresseur de climatisation, airbags, fermeture centralisée, direction assistée, alarme, etc : énumérer tous les dispositifs électriques serait vain. Les ordinateurs (ou calculateurs) embarqués prolifèrent, pour commander l'injection, le freinage et bien d'autres fonctions. Dès lors, la gestion de l'énergie électrique devient très complexe, le souci d'économie étant constant, tout en privilégiant la prestation au conducteur, pour un meilleur confort et une meilleure

sécurité. Automatiser le ralentissement de la fréquence de balayage des essuie-glace lorsque le véhicule est à l'arrêt, ou moduler l'intensité de l'éclairage selon les conditions extérieures, va dans ce sens.



"SPIRIT", un concept de cockpit d'avant-garde de Siemens VDO, à l'image des évolutions techniques sous capot et habitacle
Crédits photos : Siemens VDO Automotive

L'alimentation de tous ces appareils est assurée par l'alternateur, voire la batterie. Cette production d'énergie est donc directement liée au régime du moteur thermique, comme le fonctionnement de plusieurs accessoires : c'est le cas en général des pompes à eau, à huile, à essence, et du compresseur de climatisation. Aujourd'hui, l'idée consiste à rendre ces dispositifs électriques et indépendants du moteur thermique afin de mieux les contrôler, d'accroître leurs rendements respectifs, de gagner en flexibilité et en souplesse d'utilisation. En outre, ils peuvent se "surveiller" les uns les autres, voire être redondants, ce qui accroît la sûreté de fonctionnement.

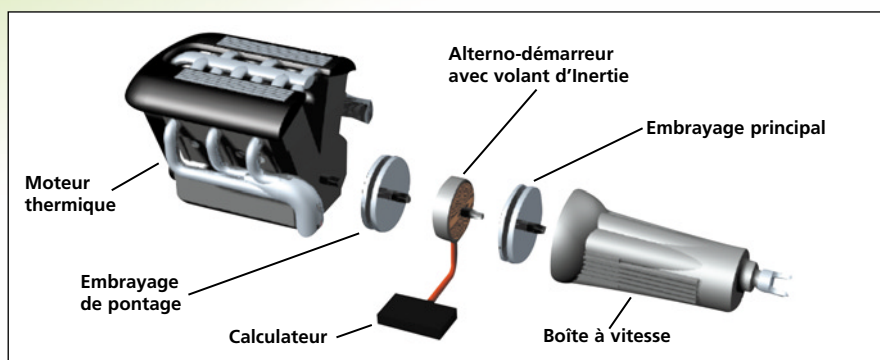
Cet accroissement du nombre des consommateurs électriques suppose donc un re-dimensionnement des générateurs d'électricité batterie et alternateur.

L'alternateur-démarrreur

Avec cette montée en puissance, et contrairement aux configurations actuelles avec démarreur séparé, la même machine électrique peut assurer les fonctions d'alternateur et de démarreur. Elle est naturellement baptisée alternateur-démarrreur (AD), et ses avantages sont nombreux. Outre le fait qu'il soit plus compact car plus intégré, sa capacité essentielle est de pouvoir recharger des batteries plus puissantes que l'alternateur conventionnel. Par ailleurs, l'AD réalise un démarrage plus silencieux et plus rapide, de moins d'une seconde. Cela permet de stopper le moteur thermique lors d'un arrêt prolongé du véhicule, par exemple à un feu rouge, et de le redémarrer avec l'AD lorsque le conducteur lève le pied de la pédale de frein. Les économies de carburant qui découlent de ce "stop and go" sont de l'ordre de 7%, mais la réduction la plus spectaculaire qu'il induit est celle des rejets de gaz polluants. Lorsque le véhicule est à l'arrêt, ces émissions sont même purement et simplement supprimées puisque le moteur thermique est coupé. De plus, avec un démarrage optimisé, l'AD peut lisser le couple du moteur thermique, atténuer ses vibrations et procurer un plus grand confort aux passagers.

La puissance d'un tel AD varie de 4kW à 10kW. Mais lorsqu'un moteur électrique est placé au cœur d'une automobile, il est tentant de l'utiliser également pour la traction. Pour être l'équivalent autonome d'un moteur thermique, sa puissance devrait se situer aux alentours de 70kW, ce qui suppose un poids et un encombrement plus importants.

La chaîne cinématique de la voiture peut être schématisée comme suit :



Crédits photos : Siemens VDO Automotive

Dans cette configuration dite «série», suivant l'état des embrayages principal et de pontage, l'AD fonctionne soit en mode «moteur», pour générer du couple sur l'arbre en déchargeant la batterie, soit en mode «générateur», pour recharger la batterie en puisant de l'énergie sur l'arbre. Ainsi, quand le véhicule roule en descente, ou même si le conducteur appuie sur la pédale de frein, il peut y avoir récupération d'énergie pour la batterie. Toutefois, cette configuration complexe nécessite le pilotage automatique des deux embrayages et de la transmission par des calculateurs... qui eux aussi auront besoin d'énergie électrique ! Souvent on préférera donc

une configuration avec l'embrayage principal seul, ce qui préserve tout de même l'intérêt des nouvelles fonctionnalités liées à l'AD. A propos des systèmes de transmission pilotés automatiquement par un ordinateur de bord, Mariano Sans souligne qu'ils procurent une économie de carburant supérieure à 8% par rapport aux systèmes manuels et aux boîtes automatiques classiques. Au total, il annonce qu'avec un AD, un embrayage piloté et une

transmission automatisée l'économie d'essence peut atteindre 15% sur une voiture "citadine".

La batterie

La puissance électrique à l'intérieur de l'automobile augmentant rapidement, les batteries sont de plus en plus sollicitées. Les modèles actuels ont du mal à faire face à la demande croissante d'énergie électrique. De plus, comme évoqué ci-dessus, une montée en tension accompagnant cette montée en puissance rendrait plus efficace l'introduction de convertisseurs statiques à semi-conducteurs de puissance qui améliorent les rendements et réduisent les poids de

Antérieurement aux études en cours, Siemens VDO Automotive et le LEEI ont conduit des travaux communs dans le cadre d'une thèse financée par l'ADEME et centrée sur les lois de commande prédictives. Plus précisément, ils visaient d'abord le contrôle du ralenti avec des algorithmes de pilotage qui évitent que la voiture à l'arrêt ne cale lorsque de gros consommateurs (direction assistée électrique, climatisation...) se mettent en marche. Ensuite l'effort a porté sur le contrôle électronique du moteur à injection directe* dans le but de réduire la consommation d'essence et les rejets polluants. Deux modes de combustion ont été utilisés : le mode homogène, à richesse stœchiométrique (1g d'essence pour 15g d'air) dans tout le cylindre, et le mode stratifié dans lequel la combustion ne se fait que dans une partie du cylindre, à mélange très pauvre. Il fallait donc piloter les vannes d'arrivée du carburant et de l'air pour que l'explosion ait lieu avec les bons volumes de fluides. Maurice Fadel souligne la difficulté de modéliser et de prendre en compte, en particulier, la re-circulation des gaz brûlés, qui permet d'accroître le rendement du moteur et de diminuer la pollution. Cette thèse a reçu le prix «Léopold Escande» en juin 2001. Aujourd'hui Siemens VDO Automotive se consacre à la validation industrielle des résultats obtenus sur la base du savoir-faire du LEEI en matière de commande non linéaire et prédictive.

*Le carburant est injecté directement dans la chambre de combustion

câblage. De même, L'AD n'est "ren-table" que s'il est concomitant avec une montée en tension du réseau électrique à bord, elle-même rendue nécessaire par l'augmentation de la puissance électrique embarquée. Bref, tension, électronique de puissance et AD ne sont pleinement intéressants que s'ils évoluent simultanément.

Ainsi, d'une part la future génération de batteries aura des tensions multipliées par 3, soit 36V/42V, et c'est le maximum admissible pour des raisons de sécurité, et d'autre part de nombreux travaux de recherche sont menés pour modéliser le fonctionnement de la batterie. L'objectif est de savoir estimer son état de charge, évaluer son vieillissement et surveiller la fonction de charge pour éviter soit la décharge excessive, soit la surcharge, et la diagnostiquer à temps... La complexité du réseau électrique à bord et la sensibilité de la batterie aux paramètres extérieurs, comme les conditions climatiques, rendent cette modélisation délicate. Par ailleurs, tous les équipements électriques ne sont pas calibrés pour le réseau 42V, il faudra donc un double circuit mixte 14V et 42V pendant encore quelques années.

Le moteur électrique

Eu égard aux enjeux économiques énormes, les questions relatives à l'électricité dans l'automobile sont traitées dans le plus grand secret chez les constructeurs et les équipementiers. Toutefois, certaines tendances font l'unanimité. Ainsi, le véhicule "tout-électrique" semble devoir être limité à des utilisations particulières, pour des flottes réduites en milieu urbain. Dans l'automobile hybride, utiliser le moteur électrique pour la traction est lourd à mettre en œuvre. Dans l'immédiat, son rôle semble devoir être confiné à celui d'alternateur-permettant d'apporter ponctuellement un couple additionnel à la traction du véhicule, notamment pour faire face à des demandes de forte accélération (BOOST). Dans ce schéma simplifié, l'embrayage « de pontage » est supprimé.

L'amélioration de l'efficacité de la chaîne de traction d'un véhicule hybride pour obtenir le point optimal dans le plan couple-régime est au centre de travaux actuellement conduits en collaboration par le LEEI et Siemens VDO Automotive dans le cadre d'une thèse financée par l'Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME). Il s'agit de satisfaire au mieux les exigences simultanées d'avancée du véhicule, de consommation électrique à bord et de charge de la batterie. Cette optimisation peut être locale (à un instant t) mais aussi globale avec la prise en compte d'un parcours type au cours duquel il s'agit de maximiser le rendement. La configuration de base de cette étude comprend un moteur thermique, un AD, une transmission automatisée avec boîte de vitesses et un embrayage pilotés en fonction du bilan énergétique à bord de la voiture. Le LEEI intervient notamment au niveau de la modélisation des organes électriques, y compris la batterie, sur la commande de l'AD et sur le réseau global.

L'usage de l'énergie électrique dans l'automobile n'est certainement pas un phénomène récent comme en témoignent les nombreux travaux de recherche menés au LEEI en la matière, dont une synthèse est présentée en page 4. Mais aujourd'hui il semble s'amplifier sous l'effet de pressions politiques, économiques et sociétales convergentes. De nouveaux types de consommateurs ou auxiliaires électriques sont en gestation : la direction assistée ou tout-électrique (moteurs à chaque roue), les radars anti-collision, et même les freins électriques. Tout cela a des implications très fortes du point de vue de la sécurité et de la sûreté de fonctionnement impliquant des redondances, des surveillances croisées, et donc encore plus d'électronique ! Mariano Sans conclut en soulignant qu'il ne faut pas perdre de vue que le surcoût induit par toutes ces innovations ne sera accepté par les clients automobilistes que s'ils y trouvent une valeur ajoutée suffisante.

Contact : Maurice Fadel
Tél. : 05 61 58 83 36
Maurice.Fadel@leei.enseiht.fr

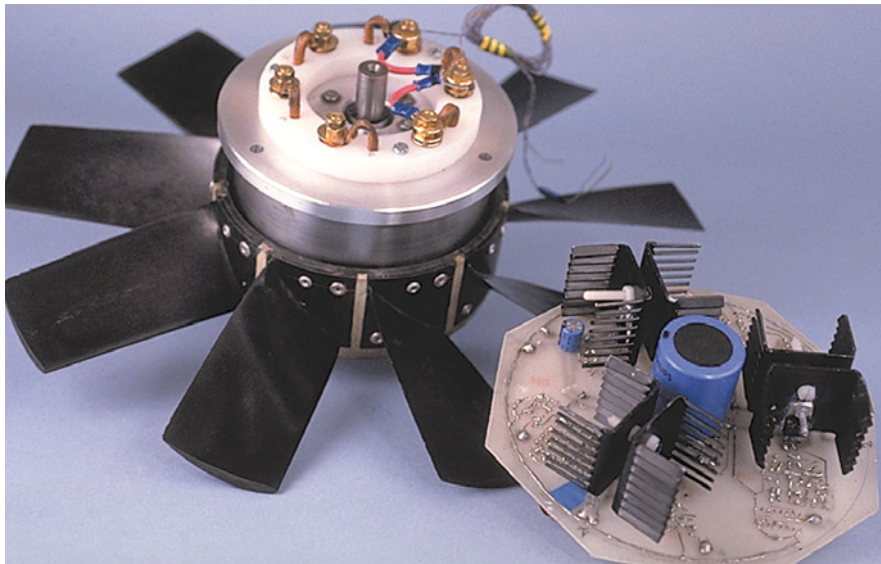
Eckart von Westerholt, chef de projet alternateur-démarrateur (AD) chez Valéo, présente ainsi la vision de l'équipementier automobile : d'abord un AD "séparé" (machine électrique entraînée par une courroie) va être introduit dans un réseau électrique de 14V. Ensuite, des AD séparés, puis "intégrés" (directement sur l'arbre du moteur thermique), seront développés dans un réseau 42V car ils offriront des possibilités et des performances supérieures (récupération d'énergie et fonction de traction). Les puissances des AD intégrés sont supérieures à celles des AD séparés qui sont limitées à 6 ou 8kW à cause de la transmission par courroie. Mais les premiers sont beaucoup plus complexes, et leur insertion dans le véhicule a une incidence forte sur son architecture.

Telle est l'évolution attendue du marché de la grande série. Ainsi, la première étape devrait débiter rapidement, d'ici deux ans, en raison des avantages d'une fonction "stop and go" silencieuse permettant d'économiser environ 10% de carburant en utilisation urbaine, et d'une architecture classique (réseau 14V, machine électrique séparée). En revanche, chez Valéo on estime que l'introduction du 42V en grande série ne devrait finalement pas intervenir avant 2010. Cette prévision lointaine est liée aux surcoûts induits par le réseau bi-tension nécessaire pour une transition du 14V vers le 42V à plus courte échéance, avec des difficultés de câblage, ainsi que par les nouveaux composants 42V eux-mêmes.

Intégré ou séparé, l'AD fonctionne avec une électronique de puissance placée entre la machine électrique et la batterie. Les convertisseurs utilisés comprennent des parties électronique de puissance et de commande, et travaillent dans une gamme de puissance de 2kW jusqu'à plus de 10kW. Eckart von Westerholt ajoute qu'ils mettent en œuvre les fonctions démarreur, moteur, redresseur synchrone, et peuvent intégrer des automatismes "stop and go", des systèmes de gestion de charge de la batterie, ou encore des systèmes de diagnostic. Cette électronique de puissance peut reposer sur des technologies classiques (MOSFET discrets sur substrats) mais elle se développe de plus en plus vers de la haute intégration (modules hybrides).



L'automobile et le LEEI



Prototype de motoventilateur

gain sur la consommation et une plus grande souplesse de commande. Mais elle demande aussi que soient fortement minimisées les ondulations de couple pour éviter les vibrations du volant, gênantes pour le conducteur. Un actionneur original à aimants permanents et commutation électronique a été proposé, réalisé et testé dans le cadre d'un travail de thèse. Si les assistances électriques de direction ont déjà fait leur apparition sur des véhicules de série, elles sont encore basées sur des moteurs à collecteur mais elles devraient, dans les années à venir, évoluer vers des moteurs sans balais comme dans la solution étudiée au LEEI.

Les coopérations en cours avec Siemens mentionnées dans le dossier LEEInfos n°6 ne font que perpétuer une longue tradition de travaux menés au LEEI dans le domaine de l'automobile. Cet article va mettre en exergue les actions les plus marquantes.

Aspect "traction électrique"

Michel Lajoie-Mazenc se rappelle que dès 1972 un contrat avec la société SEV MARCHAL portait sur la mise au point d'un entraînement électrique pour véhicules automobiles. Le LEEI s'est ensuite fortement investi de 1990 à 1994 dans le Mixed Research Group in Automotive Systems* pour y travailler sur la simulation du système véhicule électrique (deux thèses soutenues). Puis le programme V.E.R.T. (Véhicule Electrique Routier à Turbine), dans lequel Renault souhaitait motoriser électriquement un "Espace" en utilisant des moteurs à aimants permanents, a donné lieu à une thèse (1992-1996). Enfin, de 1997 à 2000, un contrat avec la société Moteurs Leroy Somer, dans le cadre du projet VEDELIC centré sur les nouvelles chaînes de traction pour la voiture électrique avec utilisation de batteries lithium-ion et de moteurs à aimants permanents, a fait l'objet d'une thèse pour concevoir un entraînement fonctionnant sans capteur sur une large plage de vitesse.

Aspect "équipements de bord"

Le programme de recherche européen Prometheus* (1991-1997) a été l'occasion pour le LEEI de s'investir encore dans l'automobile. Il comprenait notamment un module "Electromechanics", animé par Michel Lajoie-Mazenc. Il s'agissait d'analyser les aptitudes des moteurs à commutation électronique à intervenir dans l'équipement automobile. Le démonstrateur choisi était un motoventilateur pour refroidir le moteur thermique. Ce motoventilateur, caractérisé par l'absence de contacts glissants et une commande électronique, pouvait fonctionner à vitesse variable indépendamment du régime du moteur thermique. La conception de ce dispositif s'est inscrite dans une thèse et les possibilités d'intégration de l'électronique ont été étudiées. Les études menées dans Prometheus et les échanges d'idées qui les accompagnaient ont favorisé la banalisation de ce type d'équipement.

Suite à Prometheus, un nouveau contrat a été signé avec Renault pour définir et concevoir un actionneur destiné à l'assistance électrique de la direction du véhicule. Celle-ci doit permettre, par rapport à la solution hydraulique traditionnelle, un

Solelhada

Une action bien connue du LEEI est son investissement dans la motorisation de véhicules solaires, soumis à des contraintes de poids et de rendement extrêmes. Un moteur-roue (sans transmission mécanique) a été entièrement conçu et réalisé au laboratoire pour le véhicule Hélio-trope qui traversa l'Australie du nord au sud au cours du World Solar Challenge en 1996. Ce moteur n'avait alors que très peu d'homologues. En 2001, en revanche, ils étaient très nombreux ! Le LEEI a participé à cette édition 2001 avec son véhicule Solelhada, équipé du même moteur. Stéphane Astier fait remarquer que ces travaux sur les véhicules solaires ont motivé un travail de thèse où l'approche systémique a été mise en œuvre pour la conception de la chaîne de traction de véhicules électriques en liaison avec la gestion de l'énergie électrique embarquée.

*MIRGAS : Laboratoire commun créé par Siemens, la Région Midi-Pyrénées, le CNRS et l'INPT, où intervenaient le LEEI, le LEN7, l'IMFT et le LAAS

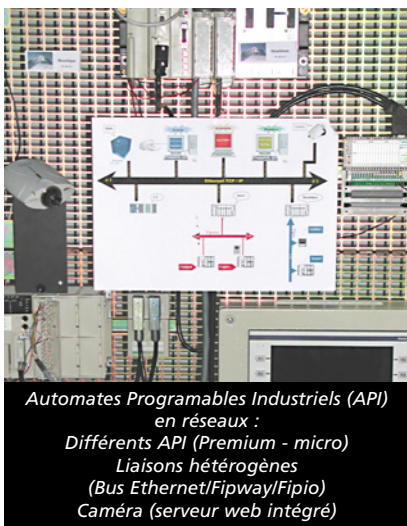
*Prometheus traitait de l'électronique dans l'automobile et regroupait les constructeurs (PSA, Renault), des équipementiers et des laboratoires européens

Contacts :

Stephan Astier - Tél. : 05 61 58 83 59
Stephan.Astier@leei.enseeiht.fr
Michel Lajoie-Mazenc - Tél. : 05 61 58 82 53
Michel.Lajoie-Mazenc@leei.enseeiht.fr

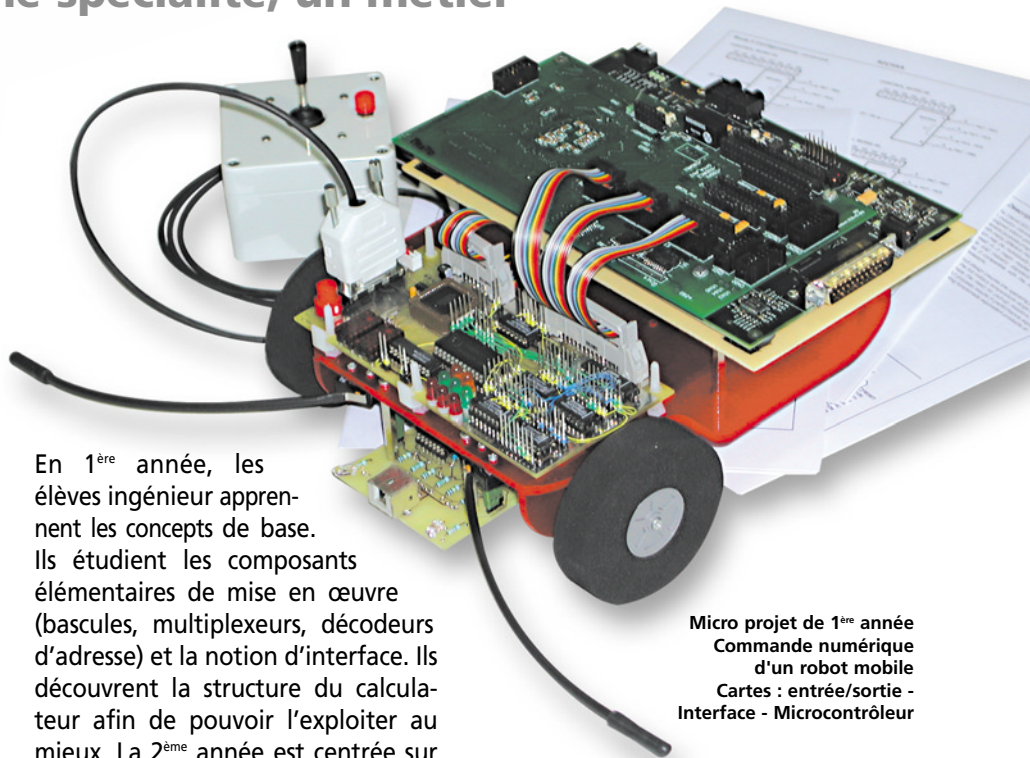
L'informatique industrielle : une spécialité, un métier

Pour éviter toute confusion avec l'informatique, Stéphane Caux, Marcel Grandpierre et Jean-Claude Hapiot, enseignants au Département Génie Electrique & Automatique, précisent que l'informatique industrielle est liée à un processus matériel et s'applique à des objets physiques. Elle traite des données issues de capteurs et le résultat des calculs agit sur le processus. Une chaîne de production peut nécessiter la prise en compte de plusieurs centaines, voire de milliers de capteurs, ce qui donne une idée de la complexité du lien entre les données en entrée et les actions qui résultent de leur traitement. C'est l'ordinateur qui prend la décision de l'action à mener sur le processus auquel il est assujéti, par exemple pour contrôler un moteur, un procédé chimique ou plus généralement tout dispositif qui peut prendre plusieurs états.



*Automates Programmables Industriels (API)
en réseaux :
Différents API (Premium - micro)
Liaisons hétérogènes
(Bus Ethernet/Fipway/Fipio)
Caméra (serveur web intégré)*

Jean-Claude Hapiot souligne que l'informaticien industriel est pluridisciplinaire puisque sa compétence s'étend des capteurs (physique) aux actionneurs (gestion de la puissance) en passant par le traitement informatique de l'algorithme de contrôle (automatique). L'informatique industrielle enseignée à l'ENSEEIH n'est pas uniquement limitée au Génie Electrique, lequel constitue simplement un domaine d'application privilégié eu égard aux activités du LEEI.



*Micro projet de 1^{ère} année
Commande numérique
d'un robot mobile
Cartes : entrée/sortie -
Interface - Microcontrôleur*

En 1^{ère} année, les élèves ingénieur apprennent les concepts de base. Ils étudient les composants élémentaires de mise en œuvre (bascules, multiplexeurs, décodeurs d'adresse) et la notion d'interface. Ils découvrent la structure du calculateur afin de pouvoir l'exploiter au mieux. La 2^{ème} année est centrée sur la méthodologie avec les systèmes logiques (automatismes discrets) et les systèmes numériques (commande de procédés). Enfin, l'option "Automatique et Informatique Industrielle" (All) de 3^{ème} année aborde les notions d'ordonnancement, de temps réel et l'utilisation d'outils spécifiques (langages synchrones, exécutif temps réel).

Des moyens matériels originaux et performants

Ces enseignements théoriques vont de pair avec de nombreux travaux pratiques. En 1^{ère} année, il s'agit d'expérimenter le pilotage par automates (par exemple un ascenseur) et par micro-processeurs (par exemple un robot mobile). En 2^{ème} année, il y a des T.P. dédiés à la découverte d'un ou deux points du cours, mais également un micro-projet de 30h sur la commande numérique. Enfin, en 3^{ème} année les manipulations portent sur la commande d'un processus à connotation industrielle, mariant tous les aspects vus précédemment. Stéphane Caux cite en exemple la programmation multi-tâches avec noyau temps réel et l'utilisation d'outils et de concepts pour la gestion complète d'un atelier flexible.

La particularité de ces séances est d'avoir lieu sur le "plateau d'automatique". Tous les matériels sont regroupés par ateliers dans une grande salle décloisonnée, ce qui donne une nouvelle dimension appréciable à la pédagogie.

Quant à l'évolution du métier d'ingénieur informaticien industriel, Marcel Grandpierre souligne une standardisation des outils et l'ouverture vers les technologies Internet. Les automates propriétaires font place à des composants standards, programmables avec des ateliers logiciels graphiques qui permettent de s'affranchir du codage. Ils intègrent désormais des interfaces Ethernet et peuvent être connectés en réseau. La prise de contrôle à distance via Internet est alors très simple. Autant de nouveautés déjà présentées dans les enseignements de l'ENSEEIH.

Contact : Maria David
Tél. : 05 61 58 82 57
Maria.David@leei.enseeih.fr

PERDURE : Photovoltaïque & Eolien pour des Ressources DURables en Energie

Le réseau PERDURE a été créé il y a un an dans le cadre de la Communauté de Travail des Pyrénées (CTP) pour y promouvoir les énergies renouvelables. La tendance étant à la production au plus proche du consommateur, dans des mini-centrales de quelques dizaines de kW, l'activité scientifique de PERDURE est centrée sur la production d'énergie éolienne et photovoltaïque, soit pour des systèmes autonomes décentralisés en site isolé, soit intégrée au bâtiment. Les laboratoires français impliqués sont le LAAS¹ et le LEEI, porteur du projet. Les laboratoires des universités de Barcelone, Pampelune et Tarragone² représentent la partie espagnole. Des industriels des deux pays sont également impliqués dans PERDURE, dont l'objectif vise à étendre des relations fortes, existantes depuis de



Maximum Power Point Tracking pour éolienne (en haut) et pour système photovoltaïque (ci-contre)

nombreuses années. Ainsi, le LAAS coopère avec Barcelone et Tarragone sur le photovoltaïque à travers des doctorats et post-doctorats en co-tutelle. Le LEEI entretient des liens étroits avec Pampelune, notamment avec Luis Marroyo, qui a soutenu une thèse au LEEI dont

les résultats sont exploités par la société Ingelectric Team et implantés sur les éoliennes de Gamesa Eolica produites en Navarre. D'autres laboratoires universitaires, tels que le GREAH³ et l'IMFT⁴ collaborent avec le LEEI sur le thème de PERDURE.

1. Laboratoire d'Analyse et d'Architectures des Systèmes
2. www.upc.es www.unav.es www.urv.es
3. Groupe de Recherche en Electrotechnique et Automatique du Havre
4. Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse

Contact : Xavier Roboam
Tél. : 05 61 58 83 29
Xavier.Roboam@leei.enseeiht.fr

Pour en savoir plus

Laboratoire d'Electrotechnique et d'Electronique Industrielle

Direction : Yvon Chéron
Yvon.Cheron@leei.enseeiht.fr
Tél. : (33) 05 61 58 82 08
Fax : (33) 05 61 63 88 75
www.leei.enseeiht.fr

Département de Formation en Génie Electrique et Automatique

Direction : Maria David
Maria.David@leei.enseeiht.fr
Tél. : (33) 05 61 58 82 52
Fax : (33) 05 61 63 88 75
www.enseeiht.fr/gea

Adresse postale :
ENSEEIH
2, rue Charles Camichel - BP 7122
31071 Toulouse Cedex 7
www.enseeiht.fr

Directeur de Publication :
Yvon Chéron - Directeur du LEEI
Ont aimablement contribué à ce numéro :
Mariano Sans
mariano.sans@siemens.com
Eckart von Westerholt
eckart.westerholt@valeo.com
Editeur : Médiasquare
Centre d'Affaires La Boursidière - BP 199
92357 Le Plessis-Robinson
Tél. : 01 46 31 36 36 - Fax : 01 46 31 56 46
www.mediasquare.fr

Rédacteur en chef : Smaïl Chertouk
ISSN en cours, dépôt légal : 1^{er} trimestre 2002
Tous droits réservés.

Un centre de micro-usinage haut de gamme



Robert Larroche aux commandes du centre de micro-usinage

Comme l'explique Bertrand Nogarède, les travaux des chercheurs du groupe EM2* nécessitent l'emploi de pièces mécaniques dont les profils sont de plus en plus sophistiqués, avec une précision d'ordre micrométrique. Actuellement, par exemple, ils étudient un nouveau concept d'actionneur piézoélectrique à deux degrés de liberté qui requiert une telle précision.

Sous-traiter la fabrication des pièces serait trop pénalisant. Grâce à un financement de la DGA obtenu dans le cadre d'un Projet d'Etudes Amont impliquant le groupe EM2 et plusieurs industriels, le LEEI a donc pu acquérir son propre centre de micro-usinage doté de 4 axes et autorisant un usinage à 6000tr/min, avec une

résolution inférieure au centième de millimètre. Cette machine est très performante pour réaliser des prototypes de dimension centimétrique, voire millimétrique.

Quant à sa mise en œuvre, Robert Larroche, technicien et opérateur sur cette machine, résume ainsi le processus : les chercheurs conçoivent une ébauche de la pièce à fabriquer, puis ils étudient avec lui et Dominique Harribey, assistant ingénieur, la séquence des opérations (gamme) d'usinage à enchaîner. Cette gamme d'usinage est ensuite simulée sur un poste de CFAO*. Une fois mise au point, elle est téléchargée dans le centre de micro-usinage qu'il faut alors régler (montage des outils, paramètres divers). Enfin, il y a une opération de test, souvent à vide, avant que la pièce ne soit effectivement usinée.

* Groupe "Machines et Mécanismes Electroactifs"
* Conception Fabrication Assistées par Ordinateur

Contact : Bertrand Nogarède
Tél. : 05 61 58 83 38
Bertrand.Nogarede@leei.enseeiht.fr