



ENQUÊTE SPIN-OFF KU LEUVEN

Développements «dynamiques» en régulation mécatronique

Hubert Lahaut, *Control & Automation Magazine*

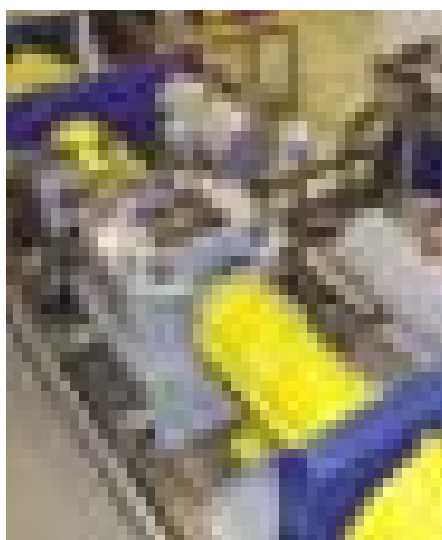
Spicer-Off Highway travaille en ce moment sur un système «mécatronique» dont les principes ont vu le jour à la division «Techniques de production, construction de machines et automatisation» de la KU Leuven. L'idée de départ est simple : répertorier le comportement dynamique pour développer des machines (dans ce cas, des transmissions), plus efficaces et plus légères.

Spicer Off-Highway Bruges a fait évoluer son projet de transmission exclusivement mécanique vers un système de propulsion totalement intégré du moteur aux roues motrices, avec un contenu plus «mécatronique». Cette nouvelle approche autorise simultanément un fonctionnement intelligent, efficace et confortable du véhicule. Les investissements sur fonds propres et la collaboration de caractère ouvert et innovant ont amené à toute une série de produits novateurs, comme le «Brake by Clutch». Des défis tels que l'efficacité en matière de carburant ou la faible production de bruit arrivent désormais aussi sur le marché du «off-highway».

«La demande de machines toujours plus précises (qui tournent plus vite), avec de plus grandes capacités journalières, livrant de plus hauts rendements en étant toutefois toujours plus légères, nécessite des techniques de réglage qui prennent en compte le comportement dynamique de la machine lors de sa conduite. Ce comportement dynamique, qui indique comment une machine bouge et vibre lorsque vous la commandez, est une donnée importante dans notre branche.», expliquent Nicolas De Schuyter et José Gryspeerdt, respectivement Managing Director et Transmission Engineering Director Brugge R&D Center, en nous donnant d'emblée le ton.

Centre de compétences

Spicer-Off Highway Belgium (SOHB) fait partie de Dana Holding Corporation, un des leaders du marché sur le plan du développement et de la production de lignes de propulsion. Au sein du groupe, Bruges est le centre de compétences et de production pour tout ce qui concerne les transformateurs de couple et les transmissions de vitesse pour les engins de transport lourds, comme les grues, les bulldozers, les machines pour l'industrie minière, les empileurs de conteneurs, les chariots élévateurs, etc. Technologie et innovation sont les concepts qui ont fait le succès de ces dernières années. Une de ces innovations à laquelle on porte pour l'instant beaucoup d'attention est le développement d'un système de transmission pour véhicules hybrides. Ce système est électromécanique et offre comme grand avantage une régulation des vitesses sans



à-coups, une grande efficacité énergétique, un faible bruit, etc. Nicolas De Schuyter : «L'heure est impérativement au changement. En tant que fabricant spécialisé, nous avons à faire face à des concepts totalement différents pour la gestion de l'énergie et avec des machines autoéducatibles qui, avec le datamining, deviennent de plus en plus intelligentes et prennent elles-mêmes les décisions. Et cela, service et diagnostic à distance compris. Mais heureusement, il n'y a pas que des défis, il y a aussi beaucoup de possibilités, comme développer et valider virtuellement, un outil qui nous aide à pousser plus loin l'intégration. Mais tout cela était assez vérifiable jusqu'à présent. Nous faisons face maintenant à une augmentation des possibilités et de la complexité. Dans la «mécatronique», nous passons d'une évolution à une révolution». Et José Gryspeerdt poursuit : «Les véhicules de terrain pour le traitement des matériaux n'ont pas un bon score en matière d'efficacité énergétique. Toutefois, à cause de l'augmentation incessante du prix du carburant et d'une législation environnementale toujours plus sévère, on garde aussi les pieds sur terre et on souhaite des engins ou des véhicules adaptés. Et nous parlons bien ici d'un système qui demande une approche très spécifique. Ce qui importe dans le secteur, ce n'est pas tant le nombre de CV, mais bien le couple qui pourra être transmis parfaitement, sans pertes ni chocs.

José Gryspeerdt, *Transmission Engineering Director Brugge R&D Center* : «Les véhicules de terrain pour le traitement des matériaux n'ont pas un bon score en matière d'efficacité énergétique. Mais à cause de l'augmentation incessante du prix du carburant et d'une législation environnementale toujours plus sévère, la demande de véhicules ou de machines-outils adaptés se fait plus vive.»



C'est pourquoi les transmissions commutables hydrauliques n'ont plus rien à voir sur les tracteurs modernes et les autres engins agricoles. Des moments de prise courts et minutés, des vitesses basses et hautes, le tout couplé à une consommation de carburant raisonnable sont d'une extrême importance».

Une boîte de vitesses intelligente

La «mécatronique» n'est pas l'addition de la mécanique, de l'informatique et de l'électronique, mais bien l'intégration des trois, et demande donc une approche interdisciplinaire. Nicolas De Schuyter explique : «Une boîte de vitesses entièrement automatique pèse de 300 à 800 kg. C'est aussi un produit très sophistiqué qui n'est guère comparable au système de transmission d'une voiture normale. Nos produits ont traversé une énorme évolution et ont déjà nettement repoussé les frontières de la mécanique et de l'hydraulique par le biais de la «mécatronique». L'accélération est presque entièrement dirigée par ordinateur, et grâce à cela la conduite des véhicules lourds est plus simple et plus efficace. Ce n'est plus l'homme, mais le logiciel qui décide quelle est la combinaison idéale de vitesse, de transmission ou de puissance de freinage quand des



charges sont déplacées». Une des pistes suivies pour l'instant est la transmission des véhicules hybrides, qui font aussi leur entrée dans le marché off-highway. José Gryspeerdt : «Nous parlons ici d'un système de gestion de l'énergie complètement différent de celui d'une voiture hybride. Car là où une voiture normale roule le plus souvent vers l'avant, nos véhicules ont ce que l'on appelle un «cycle en Y», c'est-à-dire ramasser une charge, rouler en marche arrière, déposer la charge et ensuite retourner à son point de départ. En d'autres termes, accélérations et freinages en permanence, lever et déposer des charges, font hausser la consommation. En récupérant l'énergie libérée par l'accélération et le freinage via des batteries ou des accus de haute capacité, pour pouvoir la restituer lors de l'accélération, le moteur restera toujours à un nombre de tours constant et travaillera à un point d'émission plus optimal, ce qui diminuera les émissions de CO2. Grâce aux capacités de pointe de cette énergie «récupérée», un moteur

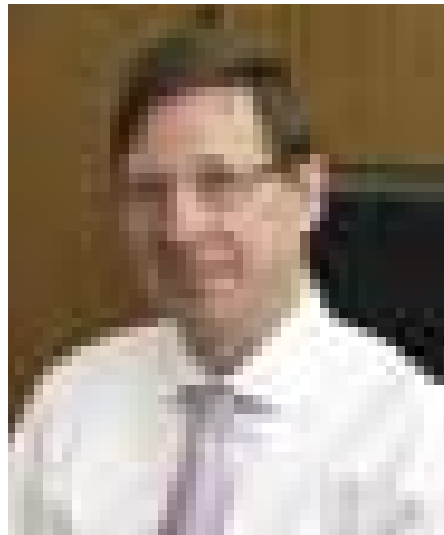
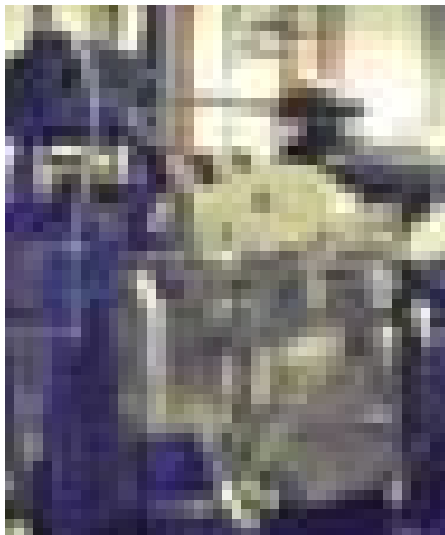
la KU Leuven, dans la division «Techniques de production, construction de machines et automatisation». José Gryspeerdt : «À la base, il y a un postulat très simple. Si on tient compte du comportement dynamique dans la conduite, on peut rendre ses machines plus rapides, plus précises, plus légères et plus puissantes. Le comportement dynamique indique comment la machine bouge et vibre lorsque vous la commandez et doit être considéré comme un modèle pour la machine. Les techniques de régulation basées sur un tel modèle de machine sont un domaine de recherche depuis plusieurs années à la KU Leuven. L'utilisation des résultats de cette recherche par l'industrie reste toutefois très limitée. Car le principe a beau être simple, une bonne description du comportement dynamique des machines n'est pas toujours disponible».

Spicer-Off Highway est l'un des moteurs de cette structure de collaboration depuis la création du FMTC, auquel des entreprises belges lient leur R&D en «mécatronique». Dans ce projet,

ons permet de changer de vitesse en souplesse. En outre, il est possible ainsi de développer des régulateurs de façon systématique, ce qui n'était pas le cas avec les techniques traditionnelles. Sur la base des résultats tangibles de cette enquête, nous avons aussi décidé de détailler plus encore les techniques développées et de les intégrer dans notre processus de projet actuel».

Un nouveau concept «mécatronique»

Le petit monde de la transmission bouge comme jamais auparavant. Les engins traditionnels et les autres machines, comme les bulldozers et les élévateurs sont désormais des petits bijoux technologiques, intégrant les dernières découvertes en matière de senseurs et de commande électronique. Et nos interlocuteurs de conclure ; «Les engins et les machines deviennent de plus en plus intelligents, et s'adapteront continuellement aux produits changeants et aux



moins puissant peut être monté (et avec l'énergie de freinage on peut aussi rattraper les capacités de pointe qui, sinon, devraient être fournies par le moteur ; c'est pourquoi on peut installer un moteur de plus faible puissance), ce qui fait faire des économies complémentaires. À cause ce cycle en Y court, nous devons récupérer très rapidement l'énergie, et la rendre très vite à nouveau. Reprendre les avancées du monde de l'automobile est ici quasiment impossible, c'est pourquoi nous devons développer nos propres récupérateurs d'énergie».

Changer de vitesse en souplesse

Les dissipateurs de force développés par Spicer-Off Highway peuvent désormais aussi changer de vitesse en souplesse, grâce à une technologie mise au point par le «Flanders' Mechatronics Technology Centre (FMTC)». Il s'agit de l'application de techniques de régulation qui font usage de l'information sur le comportement dynamique de la ligne de propulsion. La technologie a vu le jour à

Nicolas De Schuyter, Managing Director de Spicer-Off : «En tant que fabricant spécialisé, nous avons à faire à des concepts totalement différents pour la gestion de l'énergie, et à des machines autoéducatibles qui, avec le datamining, deviennent de plus en plus intelligentes et prennent elles-mêmes des décisions. Et cela, service et diagnostic à distance compris?».

les chercheurs développent une technique qui permet de concevoir de manière systématique les régulateurs pour des systèmes avec un comportement dynamique changeant. La programmation Matlab soutient cette procédure qui a été validée pour la commande d'embrayages multidisques humides dans une transmission de vitesses de SOHB. Nicolas De Schuyter : «Des transmissions de ce type sont utilisées sur des véhicules off-highway, par exemple les élévateurs. Ils permettent de changer de vitesse en conservant le couple donné : la liaison entre le moteur et les roues motrices n'est jamais interrompue. L'application des techniques de régulation basées sur un modèle à ce type de transmissi-

environnements de production. L'intelligence nécessaire sera aussi introduite pour veiller à la maintenance des machines. Nous faisons ainsi usage d'un émulateur de machine développé par le FMTC, qui nous permet d'optimiser virtuellement un projet. De ce fait, nous pouvons réduire très fort notre «time-to-market». Nous l'employons pour le développement d'un nouveau projet «mécatronique» d'embrayage. Auparavant, c'était une commande ON/OFF, où le remplissage de l'embrayage déterminait la modulation. Avec les transmissions électroniques, nous avons pu en préciser la modulation, mais nous voulons l'affiner encore en mesurant le comportement de l'embrayage à l'aide de senseurs adéquats de manière à pouvoir adapter à chaque instant, en temps réel, sa conduite. Les informations recueillies sont transmises au Transmission Controller, où un changement de vitesse optimal est garanti, compte tenu de l'usure des composants de frottement internes».

<<