

## Steer by wire

# Feedback tactile pour conduite facile

**Le remplacement de la direction hydraulique traditionnelle par un système de direction assistée électrique est une conséquence naturelle de l'électrification des véhicules.** Dans un grand nombre de ces applications, les modules de feedback tactile Lord pour systèmes de direction électrique sont de plus en plus souvent choisis par les ingénieurs des bureaux d'études.

► «Adopter des conceptions de véhicules basées sur une technologie électrique tout en maintenant l'interface opérateur-machine pouvant imiter le toucher des systèmes hydrauliques traditionnels : les OEM développent de nouveaux systèmes hydrauliques pour véhicules dotés de systèmes électriques intelligents pour réduire leur complexité et améliorer leurs performances.

Les systèmes hydrauliques, souvent inefficaces, bruyants et complexes, posent certains problèmes environnementaux

en cas de fuite mais existent depuis de nombreuses années : les OEM sont à l'aise avec leur implémentation. Par contraste, les systèmes électriques sont intrinsèquement propres et efficaces, fonctionnent silencieusement et permettent des conceptions plus ergonomiques et des installations moins complexes lors du processus de fabrication.

Sur les systèmes de direction électrique, la détection de la commande de direction est exigée. Cependant, de nombreux ingénieurs considèrent

le feedback de direction tactile comme un impératif dans toute implémentation électrique, car elle procure à l'opérateur un sens de contrôle accru du véhicule et améliore la sécurité de fonctionnement.

### RETOUR HAPTIQUE

Sans colonne de direction mécanique traditionnelle, les développeurs de commandes électriques ont réalisé rapidement que le manque de retour haptique entraîne souvent une dégradation du contrôle de conduite en raison du sur- ou sous-virage, ce qui compromet la sécurité et réduit la productivité.

Pour résoudre ce problème, un dispositif de feedback contrôlable et de force proportionnelle est connecté à la commande de direction de l'opérateur afin de fournir des informations tactiles utiles, imitant souvent le toucher du système conventionnel remplacé. Le contrôleur est programmé avec un algorithme de feedback tactile qui ajuste le feedback du couple appliqué sur la commande de l'opérateur. Ce retour haptique est fonction de la position angulaire du volant de direction, de la vitesse, de l'accélération, de la position des roues dirigées, de la vitesse

du véhicule ou d'autres paramètres – individuellement ou en combinaison.

Pour un équipementier, acheminer des fils électriques est meilleur marché que des conduites hydrauliques et, d'un point de vue ergonomique, une direction demandant moins d'effort, dotée d'un taux de réduction variable, réduit la fatigue des bras et des poignets souvent constatée avec une direction traditionnelle à plusieurs tours. Par ailleurs, la direction électrique est avantageuse dans les véhicules où l'opérateur, dans une nacelle, récupère en hauteur du stock sur les rayonnages d'un entrepôt, car elle élimine les colonnes de direction mécanique télescopiques ou les conduites hydrauliques.

L'incorporation du feedback tactile à la détection de la direction offre la possibilité de communiquer des informations au conducteur concernant certaines conditions du véhicule : une pulsion tactile (un haut couple suivi d'un faible couple) lorsqu'on tourne le volant peut indiquer un problème du véhicule, ou un effort accru pour tourner le volant peut indiquer une obstruction.

Les systèmes d'avertissement



Lord Corporation offre une série de modules mecatronics de feedback tactile pur « steer-by-wire ». Lord a collaboré avec des fournisseurs de capteurs en vue de standardiser un kit d'encodage à la fois souple et économique. Lord Corporation offre différents niveaux de résolution et de redondance, ce qui fournit au client de nombreuses options. Et, comme les dispositifs de feedback tactile de Lord se montent directement sur le volant de direction dans les applications générales, ils sont construits pour résister aux couples normaux appliqués en tournant le volant, sans autre colonne, raccord ou arbre. Cette intégration améliore l'implémentation pour les clients et élimine des composants. De plus, les familles de produits sont conçues autour de deux fourchettes de couples nominaux qui servent de point central à chaque famille de produits – 5 Nm et 12 Nm. Dans les applications actuelles, ces couples nominaux se sont montrés répandus et efficaces.

du véhicule, les butées de bout de course (indicateurs de fin de course) et une friction variable ou un effort de rotation variable (selon le mode de fonctionnement de la machine), procurent un contrôle plus précis du véhicule en minimisant les possibilités de survirage ou de sous-virage et offrent ainsi une meilleure sécurité. De plus, la standardisation des produits autour de commandes électriques communes peut diminuer les coûts associés à la formation des opérateurs et des interfaces de véhicule communes peuvent être adoptées plus facilement.

### TECHNOLOGIE MAGNÉTO-RHÉOLOGIQUE

La technologie a dépassé le stade expérimental : le feedback tactile de direction basée sur la technologie magnéto-rhéologique (MR) proportionnelle a été déjà adapté à des applications s'étendant d'OEM de grands fabricants de chariots élévateurs à des OEM de sociétés de systèmes de propulsion maritime. Les modules tactiles MR de Lord Corporation offrent des avantages distincts par rapport à d'autres types d'appareils de génération de couple, tels que les freins ou moteurs électromagnétiques à frottement. Ainsi, le feedback MR produit un couple uniforme, sans glissement saccadé ni à-coups. De plus, la consommation électrique des véhicules électriques constitue un problème énorme. Une plus grande efficacité énergétique signifie des durées de fonctionnement prolongées, des cycles de recharge moins nombreux et une plus grande autonomie de la batterie. Les systèmes de direction utilisant la technologie MR sont plus petits et consomment moins d'énergie.

Certains fournisseurs proposent des ensembles de composants pour dispositifs de feedback tactile (TFD™) intégrant tout le matériel nécessaire à l'interface de l'opérateur — retour d'effort, détection de position, arbre et papiers — dans de simples appareils prêts à l'emploi, ce qui

### LE FEEDBACK TACTILE : UN DISPOSITIF DÉJÀ IMPLANTÉ

La tendance vers les commandes électriques « x-by-wire », comprenant la direction assistée, le changement de vitesse, l'accélérateur et les freins électriques, a créé un besoin de dispositifs hautement contrôlables, robustes et économiques en vue de fournir à l'opérateur un retour d'effort réaliste, que la commande manuelle soit un volant, une manette, une pédale ou un levier.

Un dispositif de feedback tactile Lord génère en sortie un couple proportionnel en réponse à une entrée de courant électrique. Le dispositif contient une bobine qui génère un champ magnétique. Le flux magnétique traverse un espace formé entre un rotor et un stator. L'espace formé entre le rotor et le stator est rempli d'un matériau réactif à l'énergie magnétique. Ce matériau contient des particules qui, lorsqu'elles sont exposées à un champ magnétique, s'alignent pour former des chaînes.

Le mouvement relatif entre le rotor et le stator engendre une action de cisaillement entre les particules magnétiques. Il en découle un couple sur l'arbre de sortie, qui est proportionnel au courant d'entrée. Avec une réponse de quelques millisecondes, l'unité haute fidélité à action rapide permet un contrôle très précis de la sortie de couple, ce qui offre aux concepteurs de systèmes des possibilités de contrôle maximum.

Le dispositif de feedback tactile le plus avancé a été commercialisé dès 2004 pour une application de sécurité essentielle de propulsion marine. En tant que composant intégral du système Volvo Penta IPS, le TFD Lord fournit des communications CANbus, une surveillance de l'état et une détection à double redondance en plus du retour d'effort habituel à l'opérateur.

élimine toute duplication. Des unités intégrées exhaustives, qui comprennent détection et feedback, peuvent éliminer la colonne de direction traditionnelle en permettant la connexion directe du volant au dispositif de feedback tactile. Les considérations environnementales comprennent la cote IP (Industrial Protection), la corrosion (brouillard salin), les exigences de détection (exigences d'entrée/sortie pour le contrôleur du véhicule et la redondance), ainsi que le niveau de feedback (fourchette de couples nécessaire).

### SOUPLE ET ÉCONOMIQUE

Dans ce but, Lord Corporation a collaboré avec des fournisseurs de capteurs en vue de standardiser un kit d'encodage à la fois souple et économique. Sa gamme de modules de feedback tactile offre différents niveaux de résolution et de redondance.

Ces dispositifs se montent directement sur le volant de direction ; ils sont construits pour résister aux couples normaux appliqués en tournant le volant, sans autre colonne, raccord ou arbre. Cette intégration améliore l'implémentation pour les clients et élimine des composants. Les familles de produits sont conçues autour de deux fourchettes de couples nominaux

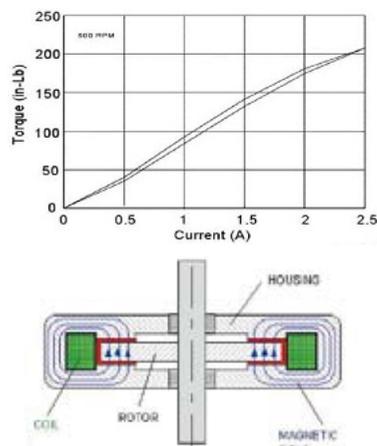
qui servent de point central à chaque famille de produits – 5 Nm et 12 Nm.

Bien que beaucoup de gens croient que les systèmes électriques sont encore expérimentaux et chers, leur coût continuera à diminuer au fur et à mesure de l'accroissement de leur taux d'adoption. La technologie est éprouvée : des systèmes électriques sont installés depuis plus de 20 ans sur des tracteurs de 20 tonnes dans des applications forestières !

Compte tenu des possibilités offertes par les systèmes électriques, la phase suivante est l'intégration des concepts et le développement. Quelle est la meilleure approche pour combi-

ner un arbre, une colonne, une unité de couple et un capteur dans un même dispositif afin d'éliminer des composants et de créer une unité intégrée ? L'intégration de telles variables exige de l'expertise afin d'adapter une solution aux besoins. S'il est permis de juger d'après la diversité des applications finales, l'acceptation des modules « steer-by-wire » à feedback tactile pour les systèmes de direction électriques continuera à croître comme moyen d'améliorer non seulement la sécurité, mais également le confort de l'opérateur et la commodité.» ■

Douglas F. LeRoy,  
chef de marché  
LORD Corporation



Dans un TFD Lord, le rotor tourne librement dans le boîtier en l'absence de champ magnétique. Lorsque la bobine est sous tension, le champ magnétique modifie instantanément le matériau sensible à l'énergie magnétique. Le couple ainsi appliqué sur l'arbre de sortie est proportionnel au courant d'entrée. Linde Material Handling UK, un constructeur de chariots élévateurs basé au Royaume-Uni, a été le premier à incorporer un système TFD (Tactile Feedback Devices) complètement intégré développé par Lord, qui fournit un toucher haute fidélité sur les chariots Linde à portée active entièrement électrique aux commandes de direction électriques.

