

Moteurs de progrès

Variateurs de vitesse électroniques

SJOERD BOSGA, HECTOR ZELAYA DE LA PARRA – Depuis plus d'un siècle, le moteur à courant alternatif (CA), par sa polyvalence, règne en maître dans les usines. Toutefois, sa commande n'est à l'origine pas aussi simple que celle du moteur à courant continu (CC), où le couple est proportionnel au courant d'induit. Le développement de la variation de vitesse en alternatif a donc répondu à un double objectif : émuler les caractéristiques du variateur CC, telles que réponse en couple rapide et vitesse précise, tout en conservant les atouts du moteur CA standard.

La mission première d'un variateur consiste à réguler la vitesse ou le couple développé sur l'arbre moteur. Un exercice auquel se prête bien le moteur CC, par sa simplicité de fonctionnement (pas d'électronique de commande complexe) et sa capacité à fournir sans difficulté la vitesse et le couple demandés. Toutefois, les progrès de l'électronique de puissance depuis quelques décennies ont permis d'appliquer la vitesse variable au courant alternatif, avec la possibilité d'émuler les excellentes performances du moteur CC à l'aide d'un moteur CA robuste, peu coûteux et sans entretien.

Techniques traditionnelles

La commande en fréquence d'un variateur CA utilise des consignes de tension et de fréquence envoyées à un modulateur qui simule une onde alternative sinusoïdale et transmet celle-ci au bobinage statorique du moteur. Cette technique de « modulation de largeur d'impulsions » (MLI) exige l'utilisation d'un redresseur à diodes côté réseau et le maintien d'une tension CC constante dans le circuit intermédiaire. Un onduleur commande le moteur en tension et en fréquence au moyen d'un train d'impulsions MLI → 1. Cette méthode permet de s'affranchir du capteur qui mesure la vitesse de rotation de l'arbre ou sa position angulaire pour

Les progrès de l'électronique de puissance depuis quelques décennies ont permis d'appliquer la vitesse variable au courant alternatif.

les renvoyer dans la boucle de commande. Cette configuration « en boucle ouverte », simple et économique, est idéale pour les applications où la précision n'est pas un critère essentiel, comme le pompage et la ventilation.

Il est aussi possible d'utiliser la MLI pour le « contrôle vectoriel de flux » ; cette commande, plus performante, est toutefois plus coûteuse et nécessite un retour capteur.

Révolution technologique

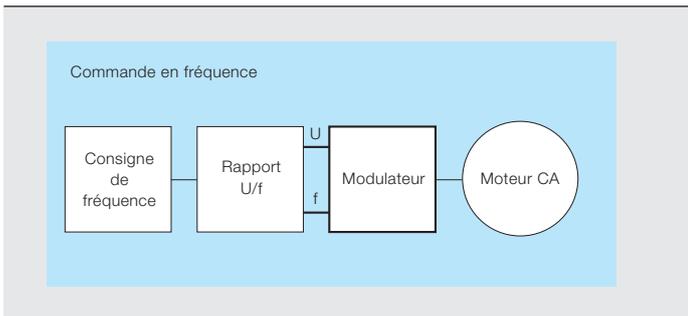
Le contrôle direct de couple DTC d'ABB surclasse les techniques de commande traditionnelles des moteurs. Par exemple, l'orientation du flux ne nécessite ni modu-

lation ni retour capteur ; elle se fonde sur un modèle théorique évolué des caractéristiques du moteur pour calculer directement le couple. Les variables de commande sont ici le flux magnétisant et le couple moteur.

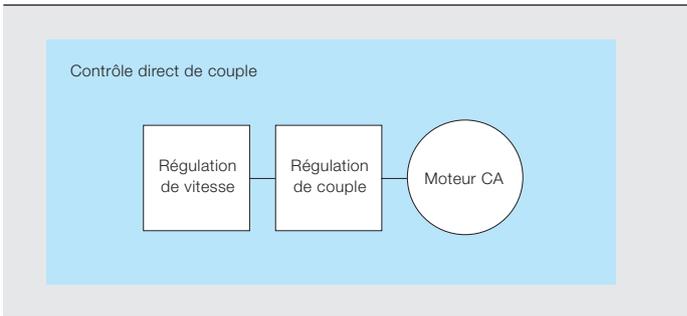
Il n'y a donc pas de modulateur MLI ni de capteur de vitesse (dynamo tachymétrique) ou de position (codeur) sur l'arbre moteur → 2. La commande DTC s'appuie sur les processeurs de traitement numérique du signal (DSP) les plus rapides du marché et sur une modélisation mathématique très poussée du fonctionnement du moteur. Résultats : un temps de réponse en régulation de couple dix fois plus court que celui de n'importe quel autre variateur CA ou CC → 3, et une précision dynamique en régulation de vitesse huit fois supérieure à celle d'un variateur CA en boucle ouverte et comparable à celle d'un variateur CC équipé d'un capteur. C'est là le premier variateur « universel » capable de rivaliser avec les variateurs CA et CC.

La commande DTC améliore notablement la consommation énergétique, la réponse en couple, la linéarité et la répétabilité, ainsi que la précision de vitesse du moteur, tout en réduisant les harmoniques.

1 Boucle de régulation d'un variateur CA à commande MLI



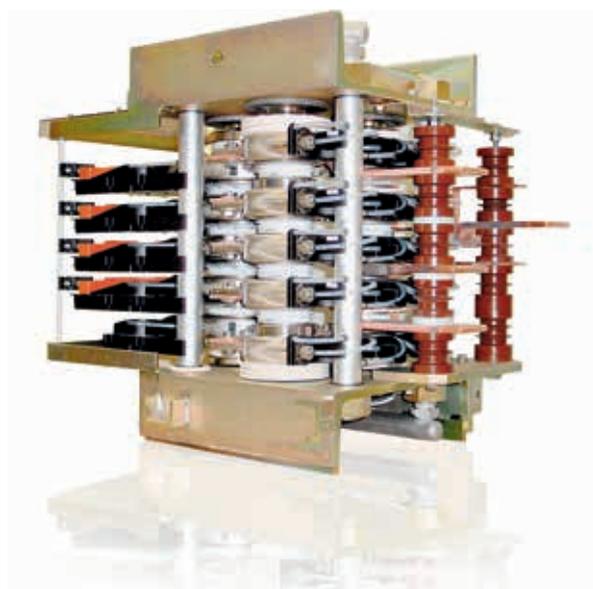
2 Boucle de régulation d'un variateur CA à commande DTC



3 Variateur ACS550 d'ABB



4 Module de puissance à IGCT de 9 MVA



La technologie DTC d'ABB a révolutionné la commande des moteurs.

Affaires de famille

Le premier convertisseur de fréquence à commande MLI, baptisé SAMI, vit le jour au début des années 1960 en Finlande, dans les usines de la société Strömberg, rachetée par ASEA en 1987. Les progrès de l'électronique de puissance au cours des décennies suivantes donnèrent naissance à toute une lignée de variateurs ABB, élargissant le champ d'application de la vitesse variable. Aujourd'hui, les variateurs moyenne tension gagnent en compacité, en fiabilité, en redondance et en efficacité énergétique. Au vu des contributions d'ABB dans ce domaine, notamment l'utilisation de thyristors intégrés commutés par la gâchette (IGCT) → 4 et la commande DTC, il n'est pas étonnant que le Groupe soit l'un des premiers fournisseurs au monde de variateurs pour l'industrie.

Sjoerd Bosga

Hector Zelaya De La Parra

ABB Corporate Research

Västerås (Suède)

sjoerd.bosga@se.abb.com

hector.zelaya@se.abb.com