

# Quand la sécurité passe par le variateur : atouts et limites

Assurer la sécurité d'un entraînement avec un variateur ? Oui, c'est possible, mais dans un cadre bien précis et en restant conscient que le variateur de vitesse n'est pas un organe de sécurité. Les solutions proposées, en accord avec la normalisation, offre cependant nombre d'opportunités aux intégrateurs : gain de temps et réduction des coûts. De plus, les variateurs dotés de fonctions de sécurité exploitent aujourd'hui les capacités fonctionnelles et de sécurité des réseaux d'automatismes...

Aujourd'hui, l'intelligence embarquée fait du variateur de vitesse un composant d'automatisme, en plus de sa fonction de base de gestion de la puissance.

Concernant le motion control, cette tendance s'explique notamment par une gestion rapide des paramètres critiques au plus près de l'axe. Un choix technologique qui contribue à réduire les temps de cycle et semble-t-il à contourner les coûts engendrés par les réseaux rapides. Il arrive même que le contrôleur de robotique soit intégré pour des géométries à 2 ou 3 axes. Ce qui évite de recourir à la baie du robot. Aujourd'hui, il est possible de contrôler un moteur en vitesse et en couple, sans utiliser de capteurs, ce qui est très utile pour le pilotage de broches rapides.

Même constat pour la variation de fréquence où résident parfois sur un même appareil 100 à 200 fonctions préprogrammées, une régulation PI ou PID, ainsi que des entrées/sorties utilisables pour des tâches connexes. Mais tous les variateurs ne s'embarquent pas dans cette voie. Il existe encore un fort potentiel pour les produits simples et dépouillés à des coûts très abordables. Dans ce cas, l'automate « externe » reste de rigueur pour traiter ne serait-ce que quelques entrées/sorties simples.

Quoi qu'il en soit, le variateur de fréquence doté du bloc de fonction adéquat se spécialise par métiers : levage, ventilation, compression...

Enfin, on remarque sur le marché des automatismes que les fabricants d'IHM proposent des écrans tactiles à raccorder aux variateurs. De ce fait, pour des besoins de visualisation à bas coût sur de petites machines, il n'est plus nécessaire d'utiliser un automate.

Un courant européen ? Le Japon semble rester sur un schéma séparé plus classique. Cette tendance concerne les variateurs des applications de motion control, mais aussi les applications type U/f sur les machines. Les constructeurs observent à ce sujet une demande du marché croissante. Autre tendance : la sécurité de la commande. Il s'agit dans ce cas de s'assurer que l'ordre reçu par le variateur est correct.

## SÉCURITÉ INTÉGRÉE

Sujet à la mode dans les automates, les fonctions de sécurité prennent aussi de plus en plus souvent place à bord des variateurs pour les applications de contrôle d'axes. Ainsi, en cas d'arrêt d'urgence, le courant n'est plus coupé en amont, mais en sortie du variateur. « On est véritablement en train de transformer le variateur en organe de sécurité, alors que ce n'est pas son rôle ! », s'étonne un fabricant. Effectivement, il ne faut surtout pas perdre de vue que le variateur n'est pas, à la base, un organe de sécurité.

## ADIEU LA COUPURE SAUVAGE EN AMONT DU VARIATEUR

« Selon la norme EN 60204-1 (\*), il faut distinguer 2 actions différentes, explique Philippe Brem, responsable vitesse variable chez ABB France. « L'arrêt d'urgence », c'est-à-dire la manœuvre d'urgence destinée à arrêter un processus ou un mouvement devenu dangereux. Et la « coupure d'urgence » ou manœuvre d'urgence destinée à couper l'alimentation électrique de tout ou partie d'une installation, s'il y a risque de choc électrique ou tout autre risque d'origine électrique. Dans l'esprit de la



Chez Lenze, la fonction de sécurité modulaire (à ajouter) repose sur 2 cartes : SM100 pour la fonction STO et SM301 avec plusieurs fonctions de sécurité. (doc. Lenze)

(\*) Sécurité des machines - Equipements électriques des Machines - Partie 1: Règles Générales - Annexe E..

plupart de nos clients, ces 2 actions vont de pair. Effectivement, de fait, la première est obtenue par l'activation de la seconde. De plus, avec des variateurs de vitesse classiques, la technologie ne permettait guère d'autres solutions. Car la coupure de l'alimentation électrique du variateur, provoque l'arrêt moteur ! Cependant, aujourd'hui, il est possible de dissocier les 2 actions. On peut ainsi réaliser un arrêt d'urgence sans coupure d'urgence. C'est la fonction « Safe Torque Off ». Cette fonction, sans retombée du contacteur de ligne, répond à la définition de l'arrêt d'urgence selon la norme ci-dessus EN 60204-1. »

### EN 61800-5-2 : NORME SPÉCIFIQUE AUX ENTRAÎNEMENTS

Intitulée « Entraînements électriques de puissance à vitesse variable – Exigence de sécurité fonctionnelle », la norme EN 61800-5-2:2007 donne des spécifications et des lignes directrices concernant les entraînements électriques de puissance utilisés pour les applications relatives à la sécurité. Cette norme de produit présente des aspects relatifs à la sécurité au regard du cadre de la norme CEI 61508 et introduit des exigences pour les entraînements électriques de puissance, lorsqu'ils sont utilisés comme sous-systèmes dans des systèmes de sécurité.

« La norme EN 61800-6-2 comprend des définitions pour de nombreuses fonctions de sécurité, ajoute Philippe Brem. Un entraînement peut fournir une ou plusieurs de ces fonctions. » Ajoutons qu'ABB propose à ce sujet un guide technique (en français !) de 44 pages, très bien documenté.

### SAFE TORQUE OFF : LA FONCTION DE SÉCURITÉ PRINCIPALE

La fonction STO (Safe Torque Off) est plus connue sous le nom de « Prévention de Démarrage Intempestif ». Lorsque cette fonction est active, la puissance générant la rotation ou le déplacement dans le cas de moteur linéaire, n'est plus transmise au moteur. Le variateur ne peut pas fournir au moteur l'énergie pouvant produire du couple ou la force dans le cas de moteur linéaire. Et pour cause, au plus près du moteur, la fonction STO coupe l'alimentation de la carte électronique qui génère les impulsions de gâchette des IGBT. Activer la fonction en marche correspond à un arrêt en roue libre selon la définition d'arrêt d'urgence catégorie 0 selon la norme IEC 60204-1. La fonction STO peut être utilisée lorsque l'alimentation moteur doit être interdite pour éviter un redémarrage intempestif. Elle est actionnée par l'ouverture d'une protection ou un bouton d'arrêt d'urgence. Un relais de sécurité permet de connecter plusieurs commandes sur l'entrée STO d'un variateur.

Activer la fonction STO sur un variateur, tout comme les autres fonctions de sécurité définies par la norme (voir encadré), permet de conserver l'accès à la carte de communication et au réseau sur laquelle elle est reliée.

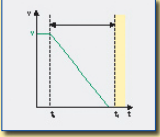
### ATOUTS ET LIMITES

En permettant de supprimer 1 ou 2 contacteurs, l'intérêt d'intégrer des fonctions de sécurité sur un variateur est en grande partie économique. Par ailleurs, la coupure de l'alimentation en amont du variateur jusqu'alors pratiquée, nécessitait d'ajou-


## LES FONCTIONS DE SÉCURITÉ EMBARQUÉES

Parmi les fonctions définies par la norme EN 61800-5-2 se trouvent :


- **Safe torque off (STO)** : cette fonction permet de mettre la machine hors couple et/ou interdit le redémarrage intempestif ;
- **Safe stop 1 (SS1)** : cette fonction arrête le moteur en sécurité et active la fonction STO en dessous d'une vitesse spécifiée ou après un temps défini ;
- **Safe stop 2 (SS2)** : cette fonction arrête le moteur en sécurité et active la fonction SOS en dessous d'une vitesse spécifiée ou après un temps défini ;
- **Safe operating stop (SOS)** : maintien du moteur immobilisé en sécurité tout en conservant le couple moteur actif ;
- **Safe-limited speed (SLS)** : cette fonction empêche le moteur de dépasser la limite de vitesse spécifiée ;
- **Safe direction (SDI)** : empêche l'arbre moteur de tourner dans le sens non désiré ;
- **Safe brake control (SBC)** : cette fonction génère un signal de retour sûr lorsque la vitesse du moteur se situe en dessous d'une limite de vitesse spécifiée ;
- **Safe speed monitor (SSM)** : cette fonction génère un signal de retour sûr lorsque la vitesse du moteur se situe en dessous d'une limite de vitesse spécifiée ;
- .../...




**Fonction Safe Stop 1**  
(doc. Beckhoff)



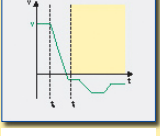
**Fonction Safe Torque Off**



**Fonction Safe Operating Stop**



**Fonction Safe Limited Speed**



**Fonction Safe Direction**

ter une alimentation auxiliaire pour garantir la continuité d'alimentation de la carte de communication. Une alimentation quasiment aussi coûteuse que la carte de sécurité, surtout pour les petites puissances !

Autre atout, loin d'être négligeable : la limitation du temps de remise en marche normale lors d'un arrêt d'urgence. Sur ce point, l'intérêt économique n'est plus à démontrer.

Ajoutons qu'en milieu Atex, lorsque la sonde de température d'un moteur électrique dépasse la limite de température admise, il est alors astucieux d'actionner directement sur le variateur la fonction STO.

Au rang des limites à l'intégration de la sécurité dans un variateur, précisons que la rampe de décélération d'un moteur, pilotée par le variateur ne peut pas être de sécurité. En effet,



L'arrêt d'urgence peut certes induire cette rampe, mais dans le cas où le variateur serait défaillant, il ne pourrait pas appliquer cette demande de façon sûre. Si le variateur ne respecte pas la rampe de décélération demandée, il passe alors automatiquement en mode Safe torque off, c'est-à-dire en « roue libre ». En d'autres termes, si le contrôle de la décélération du moteur est un paramètre critique pour la sécurité, il devra être géré par un système de frein mécanique. De la même façon, dans le cas du pilotage de charges suspendues, il convient de prévoir d'autres mesures que le pilotage du couple par le variateur pour bloquer le moteur et empêcher toute chute. « La sécurité sur un variateur n'a jamais été conçue pour se substituer à un frein mécanique. On laisse toutefois la possibilité de procéder à un arrêt « propre » sur une rampe d'arrêt contrôlée par le variateur, mais en

conservant le fait d'enclencher un frein mécanique si survient un problème », rappelle Jean-Claude Jacquet, directeur commercial de Lenze.

## UNE OFFRE RELATIVEMENT LARGE

« ABB fournit la fonction STO sur des variateurs de la série ACS800 ou la fonction STO avec relais de sécurité dans l'armoire, précise Philippe Brem. Pour les variateurs d'une puissance supérieure à 500 kW, nous avons par ailleurs modifié le pont de diodes pour intégrer les fonctions de sécurité. »

Chez Beckhoff, la famille de variateurs AX500 pour applications de contrôle de mouvement, reçoit une carte en option, reliée au réseau Twinsafe. La carte AX5801 offre 2 entrées redondantes pour assurer les fonctions STO et SS1. Elle intègre un relais de sécurité. Tou-



La famille de variateurs AX500 de Beckhoff, pour applications de contrôle de mouvement, reçoit une carte en option, reliée au réseau Twinsafe (doc. Beckhoff).

jours avec un relais de sécurité intégré, la seconde carte, plus évoluée, assure les fonctions de vitesse lente, plage de position, contrôle de la direction ou encore limitation du couple. « Les entrées/sorties de sécurité sont cependant gérées par notre automate PC, de façon externe au variateur qui reste quant à lui strictement passif », ajoute Pierre Hervy, ingénieur applications et marketing. Pour les variateurs de 0,3 à 120 kW, la carte de sécurité est proposée à un prix fixe quelle que soit la puissance, de 80 à 235 € selon l'option.

Rockwell Automation intègre la sécurité en option sur ses variateurs Powerflex (pour moteurs asynchrones), et sur Kinetix 6500 (applications motion). Deux cartes sont disponibles. La carte de sécurité de base (cat. 3 ou cat. 4 avec un contacteur) assure la fonction STO. Elle gère directement les commandes d'arrêt (arrêt d'urgence, contacteur d'ouverture de porte, gâche de déverrouillage, poignée homme-mort. « Lorsque l'opérateur demande au variateur une vitesse lente de

sécurité, la carte commande l'ouverture de gâche après vérification de la vitesse, gère les signaux de la poignée homme-mort et permet à l'opérateur de relancer la marche normale après intervention lorsque la gâche est revenue en position fermée », explique Fabrice Poulet, responsable de l'activité vitesse variable et composants industriels. Une seconde carte évoluée (Cat. 4 SIL3) est capable de contrôler en permanence l'intégrité de la chaîne de sécurité. Dans une même gamme, l'option de sécurité est ici livrée au même prix quelle que soit la puissance du variateur.

Les plates-forme de variateurs de fréquence 8400 jusqu'à 45 kW (gamme élargit à 100 kW d'ici 2 à 3 ans), et servo multi-axes ECS jusqu'à 32 A de Lenze, intègre l'option de sécurité STO. La plate-forme L-force (servo-varianteurs et convertisseurs de fréquence) proposent aussi une option de sécurité jusqu'à 400 kW. La fonction modulaire (à ajouter) repose sur 2 cartes : SM100 pour la fonction STO et SM301 avec plusieurs fonctions de sécurité. « Au-delà de la

## UN INTÉRÊT ÉCONOMIQUE

Emile Tripa, direction des études, normalisation des composants chez Solystic\* : « Tout d'abord, la sécurité intégrée sur un variateur nous permet de laisser ce dernier sous tension à la différence d'une coupure d'alimentation en amont. Dans certains cas de mouvements dangereux ou à forte inertie, il est possible de piloter le déverrouillage mécanique du protecteur mobile à travers la bobine à manque de tension de l'interrupteur de sécurité. C'est alors le variateur lui-même qui donne le signal d'ouverture à la bobine après la détection d'une vitesse nulle par le capteur du moteur. Par ailleurs, utiliser des fonctions intégrées de sécurité permet de s'affranchir d'un contacteur. C'est économiquement important sur certaines réalisations. Cela est d'autant plus vrai sur les petites machines où le courant d'appel limite la vie du contacteur, qu'il faut alors parfois remplacer. »



Emile Tripa, direction des études, normalisation des composants chez Solystic. (photo M. Laurent)

\* Spécialiste du tri postal et de la reconnaissance de caractères, Solystic a équipé les services postaux de 25 pays sur les 5 continents. Rattachée à la branche Government Systems du groupe Northrop Grumman, Solystic a développé des compétences d'intégrateur systèmes de tri postal.

carte de sécurité, Lenze s'intéresse au traitement des signaux et aux méthodes d'évaluation, précise Antoine Cumin, ingénieur application. Nous sommes actuellement en train de qualifier des codeurs pour que ceux-ci remontent une preuve de présence signal même lorsqu'il passe à 0 V sur toutes les entrées. D'une façon générale, notre objectif est de rendre plus facilement accessible la sécurité intégrée. »



**L'utilisation d'une vitesse de sécurité sur des applications telles que le nettoyage en fonctionnement dans l'agroalimentaire, ou le nettoyage d'un cylindre sur une machine d'impression, permet d'éviter que le personnel ne se blesse, tout en maximisant le temps de fonctionnement de la machine (doc. Rockwell Automation).**

Chez Schneider Electric, les variateurs Altivar 32 au format book (facilite l'installation en armoire cote à cote) intègrent un mini automate et des fonctions de sécurité. « Avec des fonctions par métiers tels que maintenance, petit levage, emballage, machine à bois ou textile, ces variateurs visent le marché des petites machines autonomes, souligne Edouard Van Den Corput, responsable management d'offre variation de vitesse. Par ailleurs, un même outil logiciel permet de configurer les aspects fonctionnels et de sécurité. Typiquement, il est

moins coûteux en matériel et en temps de câblage d'utiliser un variateur doté de fonctions de sécurité pour la maintenance avec une logique de freinage, l'équilibrage des charges et la commande de contacteur de ligne sécurisée... ». Polyvalent, l'Altivar 71, se limite en revanche à la fonction STO depuis 2002.

Pour les applications de contrôle de mouvement, le Lexium 32 (même format) reçoit des options de sécurité et se configure avec le même logiciel So Move. Ce dernier, lorsqu'il est en liaison directe avec le variateur, délivre un certificat une fois que les 2 entrées ont été configurées en mode de sécurité.

Notamment pour des applications de contrôle de mouvement, B&R Automation propose, depuis plus de 2 ans, l'option Safe MC sur les variateurs Acopos Micro et Acopos Multi. « L'Acopos Multi Safe MC est doté de 4 microprocesseurs dédiés à l'acquisition des données issues des codeurs, explique Olivier Rambaldelli, responsable marketing. Bien que les interfaces graphiques soient distinctes, la sécurité

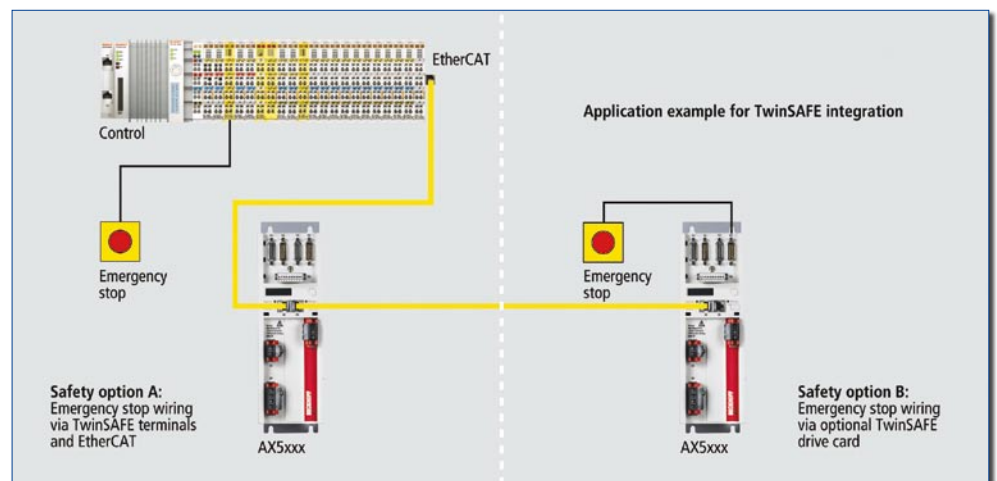


**Chez Siemens, les systèmes d'entraînement pour applications d'asservissement de position sont dotés de la fonction de sécurité Safely limited speed (SLS) sans codeur (doc. Siemens).**

se programme dans le même environnement que la partie fonctionnelle de l'automatisme. De plus, les variateurs communiquent sur un réseau capable de gérer les aspects fonctionnels et de sécurité. » Sont notamment intégrées les fonctions STO, SOS, SLS... « Toutes ces fonctions intégrées dans le variateur sont certifiées par le TÜV depuis début 2010. »

Pour sa part, Siemens dote désormais ses systèmes d'entraînement pour applications d'asservissement de position,

de la fonction de sécurité Safely Limited Speed (SLS) sans codeur. Cette fonctionnalité évite ainsi les coûts de câblage, de montage et de mise en service liés au recours à des codeurs externes. La fonction Safely Limited Speed permet de surveiller la vitesse de rotation des moteurs asynchrones, tels que les bobineuses sur les machines textiles par exemple, conformément à la norme EN 61800-5-2. Elle est aujourd'hui disponible sur les variateurs Sinamics S110 et S120 ainsi que sur les modèles Sinamics G120 et G120D (version IP65). ■



**L'utilisation d'un bus capable de gérer les trames de sécurité, s'ajoute à l'intérêt de traiter la sécurité dans le variateur (doc. Beckhoff).**