



Manuel d'utilisation Safe Torque Off

Variateurs de fréquence VLT®



Table des matières

1 Introduction	2
1.1 Objet de ce manuel	2
1.2 Ressources supplémentaires	2
1.3 Aperçu fonctionnel	2
1.4 Homologations et certifications	3
1.5 Symboles, abréviations et conventions	3
2 Sécurité	5
2.1 Symboles de sécurité	5
2.2 Personnel qualifié	5
2.3 Précautions de sécurité	5
3 Installation	7
3.1 Consignes de sécurité	7
3.2 Installation de la fonction STO	7
3.3 Installation en association avec la VLT® PTC Thermistor Card MCB 112	8
4 Mise en service	9
4.1 Consignes de sécurité	9
4.2 Activation de la fonction STO	9
4.3 Réglages des paramètres de STO en association avec la VLT® PTC Thermistor Card MCB 112	9
4.4 Comportement de redémarrage automatique/manuel	9
4.5 Essai de mise en service de la fonction STO	10
4.6 Sécurité relative à la configuration du système	10
4.7 Service et maintenance	11
5 Exemples d'applications	12
5.1 Données SISTEMA	12
5.2 Arrêt d'urgence du variateur de fréquence avec Safe Torque Off – Catégorie 1, PL c, SIL 1	12
5.3 Arrêt d'urgence du variateur de fréquence avec Safe Torque Off à l'aide d'un relais de sécurité – Catégorie 3, PL d, SIL 2	13
5.4 Arrêt d'urgence du variateur de fréquence avec Safe Torque Off, relais de sécurité et contacteur de sortie – Catégorie 4, PL e, SIL 3	14
5.5 Arrêt d'urgence de plusieurs variateurs de fréquence – Catégorie 3, PL d, SIL 2	15
6 Caractéristiques techniques de la fonction STO	17
Indice	19

1 Introduction

1.1 Objet de ce manuel

Ce manuel fournit des informations sur l'utilisation des variateurs de fréquence Danfoss VLT® dans des applications de sécurité fonctionnelle. Le manuel inclut des informations sur les normes de sécurité fonctionnelle, sur la fonction Safe Torque Off (STO) des variateurs de fréquence Danfoss VLT®, sur l'installation et la mise en service, ainsi que sur l'entretien et la maintenance de la STO.

VLT® est une marque déposée.

1.2 Ressources supplémentaires

Ce manuel s'adresse aux utilisateurs déjà familiarisés avec les variateurs de fréquence VLT®. Il complète les manuels et consignes disponibles au téléchargement à l'adresse drives.danfoss.com/knowledge-center/technical-documentation/. Lire les instructions fournies avec le variateur de fréquence et/ou l'option du variateur de fréquence avant l'installation de l'unité et respecter ces instructions pour une installation sûre.

1.3 Aperçu fonctionnel

1.3.1 Introduction

La fonction Safe Torque Off (STO) est un composant du système de contrôle de la sécurité qui empêche le variateur de fréquence de générer la puissance requise pour faire tourner le moteur.

AVIS!

Sélectionner et appliquer correctement les composants du système de contrôle de la sécurité pour obtenir le niveau souhaité de sécurité fonctionnelle. Avant d'intégrer et d'utiliser la STO dans une installation, procéder à une analyse approfondie des risques de l'installation afin de déterminer si la fonctionnalité STO et les niveaux de sécurité sont appropriés et suffisants.

Le variateur de fréquence VLT® est disponible avec :

- Safe Torque Off (STO) selon la norme EN CEI 61800-5-2 ;
- catégorie d'arrêt 0 selon la norme EN 60204-1.

Le variateur de fréquence comprend la fonctionnalité STO via la borne de commande 37.

Le variateur de fréquence VLT® doté de la fonctionnalité STO a été conçu et approuvé comme acceptable pour les exigences suivantes :

- catégorie 3 de la norme EN ISO 13849-1 ;
- niveau de performance « d » selon la norme EN ISO 13849-1 ;
- SIL 2 selon les normes CEI 61508 et EN 61800-5-2 ;
- SILCL 2 selon la norme EN 62061.

1.3.2 Produits concernés et identification

La fonction STO est disponible sur les types de variateurs de fréquence suivants :

- VLT® HVAC Drive FC 102
- VLT® Refrigeration Drive FC 103
- VLT® AQUA Drive FC 202
- VLT® AutomationDrive FC 301 à boîtier de taille A1
- VLT® AutomationDrive FC 302
- VLT® Decentral Drive FCD 302
- VLT® Parallel Drive Modules

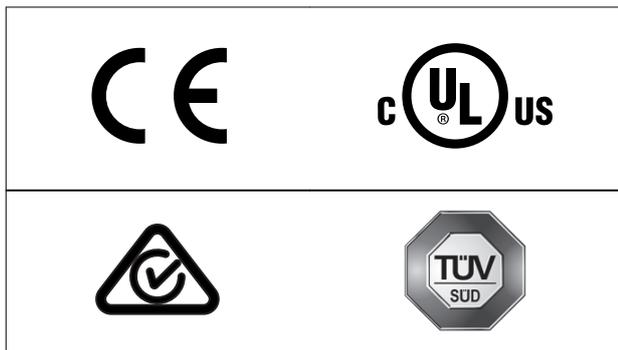
Identification

- Confirmer que le variateur de fréquence est configuré avec la fonction STO en vérifiant le code type sur la plaque signalétique (voir le *Tableau 1.1*).

Produit	Code type
VLT® HVAC Drive FC 102	T ou U au chiffre 18 du code type
VLT® Refrigeration Drive FC 103	T au chiffre 18 du code type
VLT® AQUA Drive FC 202	T ou U au chiffre 18 du code type
VLT® AutomationDrive FC 301 à boîtier de taille A1	T au chiffre 18 du code type
VLT® AutomationDrive FC 302	X, B ou R au chiffre 18 du code type
VLT® Decentral Drive FCD 302	X, B ou R au chiffre 18 du code type
VLT® Parallel Drive Modules	T ou U au chiffre 18 du code type

Tableau 1.1 Identification du code type

1.4 Homologations et certifications



D'autres homologations et certifications sont disponibles. Contacter le partenaire Danfoss local.

1.5 Symboles, abréviations et conventions

Abréviation	Référence	Description
B _{10d}		Nombre de cycles jusqu'à ce que 10 % des composants présentent une panne dangereuse (pour composants pneumatiques et électromécaniques).
Cat.	EN ISO 13849-1	Catégorie, niveau « B, 1-4 »
CCF		Panne de cause commune
DC		Couverture de diagnostic divisée en faible, moyenne et élevée.
FIT		Taux de panne : 1E-9/heure
HFT	EN CEI 61508	Tolérance aux défauts du matériel : HFT = n signifie que n+1 défauts peuvent entraîner une perte de la fonction de sécurité.
MTTFd	EN ISO 13849-1	Durée moyenne de fonctionnement avant une panne dangereuse. Unité : années divisées en faible, moyenne et élevée.
PFH	EN CEI 61508	Probabilité de panne dangereuse par heure. Prendre en compte cette valeur si le dispositif de sécurité fonctionne à forte sollicitation ou en mode de fonctionnement continu, lorsque la fréquence des demandes de fonctionnement sur un système lié à la sécurité est supérieure à une fois par an.
PFD	EN CEI 61508	Probabilité moyenne de panne à la sollicitation : valeur utilisée pour un fonctionnement à faible demande.
PL	EN ISO 13849-1	Niveau discret utilisé pour spécifier la capacité de pièces liées à la sécurité de systèmes de contrôle à exécuter une fonction de sécurité dans des conditions prévisibles. Niveaux divisés de a à e.
PLr		Niveau de performance requis (le niveau de performance requis propre à une fonction de sécurité).
SIL	EN CEI 61508 EN CEI 62061	Niveau d'intégrité de sécurité
STO	EN CEI 61800-5-2	Safe Torque Off
SS1	EN CEI 61800-5-2	Arrêt de sécurité 1
SRECS	EN CEI 62061	Système de commande électrique lié à la sécurité
SRP/CS	EN ISO 13849-1	Parties du système de commande liées à la sécurité
PDS/SR	EN CEI 61800-5-2	Système de variateur de puissance (associé à la sécurité)

Tableau 1.2 Abréviations liées à la sécurité fonctionnelle

1.4.1 Normes appliquées et conformité

L'utilisation de la STO sur la borne 37 oblige l'utilisateur à se conformer à toutes les dispositions de sécurité, à savoir les lois, les réglementations et les directives concernées.

La fonction STO intégrée est conforme aux normes suivantes :

- CEI/EN 60204-1 : 2016 Catégorie d'arrêt 0 – arrêt non contrôlé
- CEI/EN 61508 : 2010 SIL2
- CEI/CE 61800-5-2 : 2016
- CEI/EN 62601 : 2015 SIL CL2
- EN ISO 13849-1 : 2015 Catégorie 3 PL « d »

Conventions

Les listes numérotées correspondent à des procédures. Les listes à puces fournissent d'autres informations et décrivent les illustrations.

Les textes en italique indiquent :

- Références croisées
- Liens
- Nom du paramètre
- Notes de bas de page
- Groupe de paramètres
- Option de paramètre
- Alarmes/avertissements

Toutes les dimensions dans les schémas sont indiquées en unités de mesure métriques et anglo-saxonnes (entre parenthèses), par exemple : mm (po).L'astérisque (*) indique le réglage par défaut d'un paramètre.

2 Sécurité

2.1 Symboles de sécurité

Les symboles suivants sont utilisés dans ce manuel :

▲AVERTISSEMENT

Indique une situation potentiellement dangereuse qui peut entraîner des blessures graves ou le décès.

▲ATTENTION

Indique une situation potentiellement dangereuse qui peut entraîner des blessures superficielles à modérées. Ce signe peut aussi être utilisé pour mettre en garde contre des pratiques non sûres.

AVIS!

Fournit des informations importantes, notamment sur les situations qui peuvent entraîner des dégâts matériels.

2.2 Personnel qualifié

Les produits ne peuvent être assemblés, installés, programmés, mis en service, entretenus et mis hors service que par des personnes aux compétences éprouvées. Les personnes aux compétences éprouvées :

- sont des ingénieurs électriciens qualifiés ou des personnes ayant été formées par des ingénieurs électriciens qualifiés et possédant l'expérience adéquate pour exploiter des dispositifs, des systèmes, une installation ou des machines conformément aux normes générales et aux directives relatives à la technologie de sécurité ;
- maîtrisent les réglementations de base concernant la santé et la sécurité, et la prévention des accidents ;
- ont lu et compris les consignes de sécurité fournies dans ce manuel et les instructions données dans le manuel d'utilisation du variateur de fréquence ;
- ont une bonne connaissance des normes générales et spécialisées applicables à l'application spécifique.

Les utilisateurs des systèmes de variateur de puissance (associés à la sécurité) (PDS(SR)) sont chargés :

- d'analyser les risques et les dangers de l'application ;
- d'identifier les fonctions de sécurité nécessaires et d'attribuer le SIL ou le Plr à chacune des fonctions ;

- d'autres sous-systèmes et de valider les signaux et les ordres en provenance de ceux-ci ;
- de concevoir des systèmes de commande liés à la sécurité et appropriés (matériel, logiciel, paramétrage, etc.).

Mesures de protection

- Seul du personnel qualifié et expérimenté est autorisé à installer et mettre en service les systèmes de sécurité.
- Installer le variateur de fréquence dans une armoire IP54 selon la norme CEI 60529 ou dans un environnement équivalent. Dans des applications spéciales, un indice de protection nominale supérieur peut être nécessaire.
- Le câble situé entre l'option de sécurité et le dispositif de sécurité externe doit être protégé contre les courts-circuits conformément à la norme ISO 13849-2 tableau D.4. Si des forces externes influencent l'axe du moteur (p. ex. charges suspendues), des mesures supplémentaires (p. ex. frein de maintien de sécurité) sont nécessaires pour éliminer tout danger.

2.3 Précautions de sécurité

Consulter le chapitre *Sécurité* du *manuel d'utilisation/des guides* à des fins de précautions de sécurité générale.

▲ATTENTION

Après l'installation de la fonction STO, procéder à un essai de mise en service comme indiqué au *chapitre 4.5 Essai de mise en service de la fonction STO*. Un essai de mise en service réussi est obligatoire après la première installation et après chaque modification de l'installation de sécurité.

▲AVERTISSEMENT

RISQUE DE DÉCÈS OU DE BLESSURES GRAVES
Si des forces externes agissent sur le moteur, p. ex. en cas d'axe vertical (charges suspendues) et si un mouvement involontaire, lié à la gravité par exemple, est susceptible d'entraîner un danger, le moteur doit être équipé de dispositifs supplémentaires de protection contre les chutes. Par exemple, installer des freins mécaniques supplémentaires.

⚠️ AVERTISSEMENT**RISQUE DE DÉCÈS OU DE BLESSURES GRAVES**

La fonction STO (c.-à-d. suppression de la tension 24 V CC sur la borne 37) ne fournit pas de sécurité électrique. La fonction STO elle-même ne suffit pas à mettre en œuvre la fonction d'arrêt d'urgence telle que définie par la norme EN 60204-1. L'arrêt d'urgence nécessite des mesures d'isolation électrique comme, p. ex., la coupure du secteur par un contacteur supplémentaire.

⚠️ AVERTISSEMENT**RISQUE DE CHOC ÉLECTRIQUE**

La fonction STO N'isole PAS la tension secteur vers le variateur de fréquence ou les circuits auxiliaires. N'intervenir sur les parties électriques du variateur de fréquence ou du moteur qu'après avoir isolé l'alimentation secteur et après avoir attendu le temps de décharge spécifié au chapitre *Sécurité* du *manuel d'utilisation/des guides* concernés. Le non-respect de ces consignes peut entraîner le décès ou des blessures graves.

- Ne pas arrêter le variateur de fréquence à l'aide de la fonction STO. Si un variateur de fréquence en marche est arrêté à l'aide de cette fonction, l'unité disjoncte et s'arrête en roue libre. Si cette limitation n'est pas acceptable (p.ex. si elle génère un danger), utiliser le mode d'arrêt approprié pour stopper le variateur de fréquence et les machines avant de recourir à la fonction STO. Selon l'application, un frein mécanique peut être nécessaire.
- La fonction STO convient pour effectuer un travail mécanique sur le système du variateur de fréquence ou sur la zone concernée d'une seule machine. Elle ne confère pas de sécurité électrique. La fonction STO ne doit pas être utilisée comme commande de démarrage et/ou d'arrêt du variateur de fréquence.

⚠️ ATTENTION**REDÉMARRAGE AUTOMATIQUE**

Le comportement de redémarrage automatique est autorisé uniquement dans l'une de ces deux situations :

- La prévention contre tout redémarrage imprévu est appliquée par les autres parties de l'installation de la fonction STO.
- la présence en zone dangereuse peut être physiquement exclue lorsque la fonction STO n'est pas active. En particulier, le paragraphe 6.3.3.2.5 de la norme ISO 12100 : 2010 doit être respecté.

⚠️ AVERTISSEMENT**RISQUE DE DÉCÈS OU DE BLESSURES GRAVES**

La fonction STO peut être utilisée pour les moteurs synchrones, asynchrones et les moteurs à magnétisation permanente. Deux pannes peuvent survenir dans le semi-conducteur de puissance du variateur de fréquence. Lorsque des moteurs synchrones ou des moteurs à magnétisation permanente sont utilisés, une rotation résiduelle peut provenir de défaillances. La rotation peut être calculée comme suit : $\text{angle} = 360 / (\text{nombre de pôles})$. L'application utilisant des moteurs synchrones ou à magnétisation permanente doit tenir compte de cette rotation résiduelle et veiller à ce qu'il n'y ait pas de risque en termes de sécurité. Cette situation ne concerne pas les moteurs asynchrones.

AVIS!

Procéder à une évaluation des risques pour chaque fonction d'arrêt afin de déterminer la sélection d'une catégorie d'arrêt conforme à la norme EN 60204-1 :

- La catégorie d'arrêt 0 est atteinte avec un arrêt immédiat de la puissance vers l'actionneur, ce qui entraîne une roue libre incontrôlée jusqu'à l'arrêt. La fonction STO conforme à la norme EN 61800-5-2 réalise un arrêt de catégorie d'arrêt 0.
- La catégorie d'arrêt 1 est obtenue avec une puissance disponible vers les actionneurs de la machine pour obtenir l'arrêt. La puissance est éliminée des actionneurs lorsque l'arrêt est obtenu conformément à la norme EN 61800-5-2 Arrêt de sécurité 1 (SS1).
- Un arrêt de catégorie 2 est un arrêt contrôlé avec de la puissance disponible vers les actionneurs des machines. Une position de maintien sous tension suit l'arrêt.

AVIS!

Lors de la conception de l'application de la machine, tenir compte du temps et de la distance nécessaires à l'arrêt de la roue libre (arrêt de catégorie 0 ou STO). Pour plus d'informations sur les catégories d'arrêt, consulter la norme EN 60204-1.

3 Installation

3.1 Consignes de sécurité

ATTENTION

DANGER ÉLECTRIQUE

L'utilisateur ou l'installateur électrique a pour responsabilité de veiller à une mise à la terre correcte et à la conformité aux réglementations de sécurité locales et nationales en vigueur.

Voir le *chapitre 2 Sécurité* et le *manuel d'utilisation/les guides* du variateur de fréquence concerné. Il faut également toujours respecter les consignes fournies par le fabricant du moteur.

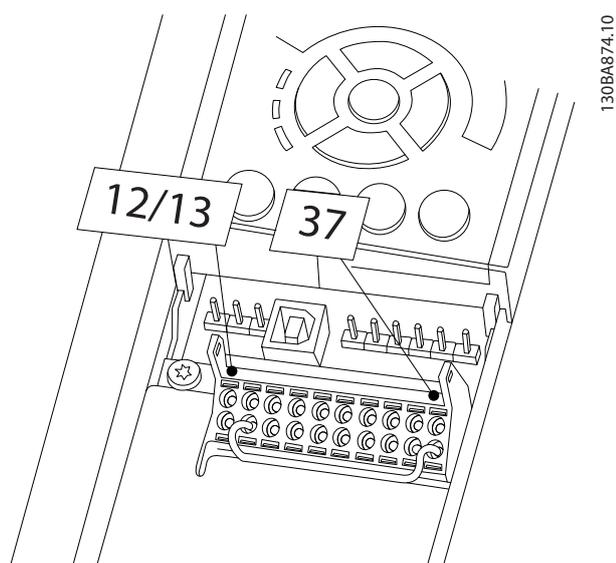
3.2 Installation de la fonction STO

Pour le raccordement du moteur, le raccordement au réseau CA et le câblage de commande, respecter les instructions d'installation sûre disponibles dans le *manuel d'utilisation/les guides* du variateur de fréquence.

Pour l'installation avec la VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 certifiée Ex, voir le *chapitre 3.3 Installation en association avec la VLT® PTC Thermistor Card MCB 112*.

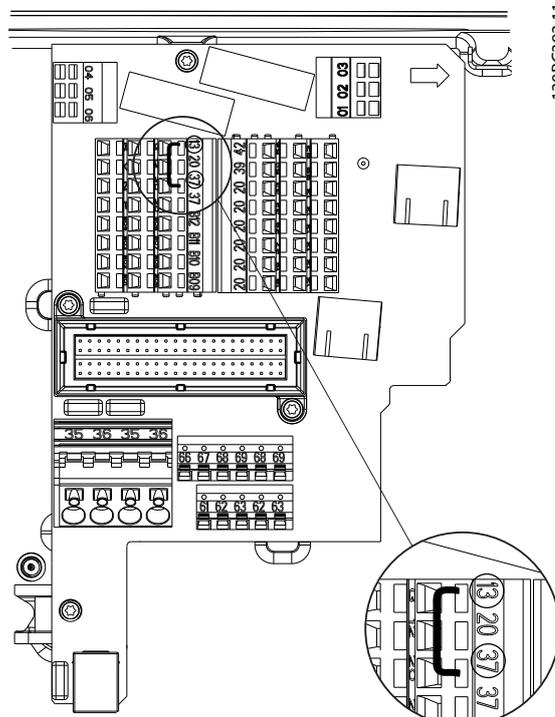
Activer la fonction STO en procédant comme suit :

1. Retirer le fil cavalier entre les bornes de commande 37 et 12 ou 13. La coupure ou la rupture du cavalier n'est pas suffisante pour éviter les courts-circuits. (Voir le cavalier sur l'*Illustration 3.1*)



130BA874.10

Illustration 3.1 Cavalier entre les bornes 12/13 (24 V) et 37 (tous les variateurs de fréquence sauf FCD 302).



130BC393.11

Illustration 3.2 Cavalier entre les bornes 13 (24 V) et 37 (FCD 302).

2. Connecter p. ex. un relais de surveillance de sécurité externe via une fonction de sécurité NO à la borne 37 (STO) et à la borne 12 ou 13 (24 V CC). Des exemples de raccordement et d'application sont présentés au *chapitre 5 Exemples d'applications*.
3. Procéder au câblage en respectant les instructions fournies dans le *manuel d'utilisation/les guides* du variateur de fréquence.

3.3 Installation en association avec la VLT® PTC Thermistor Card MCB 112

AVIS!

La combinaison de la VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 et de la fonction STO est disponible uniquement pour les VLT® HVAC Drive FC 102, VLT® AQUA Drive FC 202, VLT® AutomationDrive FC 302 et VLT® AutomationDrive FC 301 avec boîtier de taille A1

La VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 utilise la borne 37 comme canal de déconnexion lié à la sécurité.

- Veiller à ce que la sortie X44/12 du MCB 112 soit liée (opérateur AND) au capteur lié à la sécurité (p. ex. le bouton d'arrêt d'urgence et le commutateur de sécurité) qui active la fonction STO. Cela signifie que la sortie vers la borne 37 de la fonction STO est HAUTE (24 V) uniquement si le signal provenant de la sortie X44/12 du MCB 112 et le signal du capteur lié à la sécurité sont HAUTS. Si au moins un des deux signaux est BAS, la sortie vers la borne 37 devient BASSE également.
- Veiller à ce que le dispositif de sécurité avec la logique AND soit conforme au niveau de sécurité nécessaire.
- Le court-circuit protège la connexion de la sortie du dispositif de sécurité avec logique AND sûre à la borne 37 de la fonction STO (voir l'illustration 3.3).

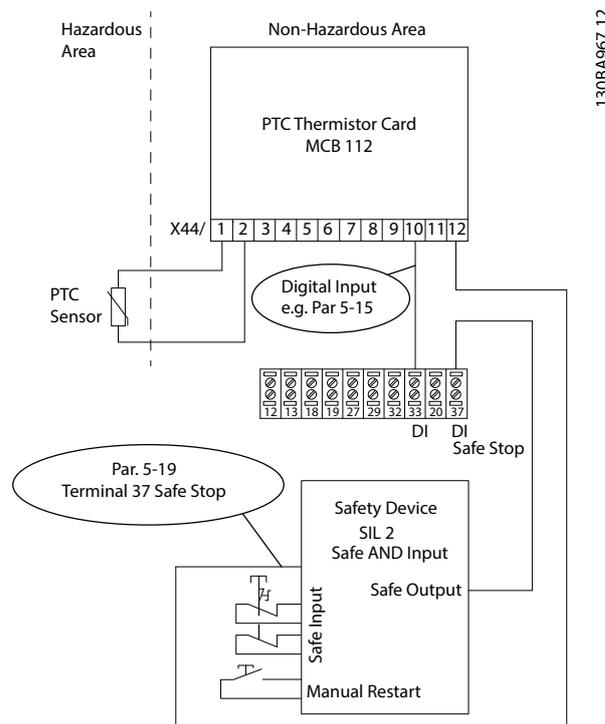


Illustration 3.3 Combinaison d'une fonction STO et d'une application MCB 112

L'illustration 3.3 présente une entrée de redémarrage pour le dispositif de sécurité externe. Cela signifie que dans cette installation, le paramètre 5-19 Terminal 37 Safe Stop peut être réglé sur la valeur [7] PTC 1 & relais W ou [8] PTC 1 et relais A/W. Voir le manuel d'utilisation de la VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 pour plus d'informations.

4 Mise en service

4.1 Consignes de sécurité

ATTENTION

DANGER ÉLECTRIQUE

L'utilisateur ou l'installateur électrique a pour responsabilité de veiller à une mise à la terre correcte et à la conformité aux réglementations de sécurité locales et nationales en vigueur.

Voir le chapitre 2 Sécurité et le manuel d'utilisation/les guides du variateur de fréquence concerné. Il faut également toujours respecter les consignes fournies par le fabricant du moteur.

4.2 Activation de la fonction STO

La fonction STO est activée par suppression de la tension au niveau de la borne 37 du variateur de fréquence. En raccordant le variateur de fréquence à des dispositifs de sécurité externes fournissant un retard de sécurité, une installation d'arrêt de sécurité 1 peut être obtenue. Les dispositifs de sécurité externes doivent être conformes à la Cat./PL ou SIL lorsqu'ils sont connectés à la borne 37. La fonction STO peut être utilisée pour les moteurs synchrones, asynchrones et les moteurs à magnétisation permanente.

Lorsque la fonction STO (borne 37) est activée, le variateur de fréquence émet une alarme, arrête l'unité et fait tourner le moteur en roue libre jusqu'à l'arrêt. Un redémarrage manuel est nécessaire. Utiliser la fonction STO pour arrêter le variateur de fréquence dans les situations d'arrêt d'urgence. En mode d'exploitation normal lorsque la STO n'est pas nécessaire, utiliser plutôt la fonction d'arrêt habituelle. Veiller à respecter les exigences de la norme ISO 12100, paragraphe 6.3.3.2.5, avant d'utiliser la fonction de redémarrage automatique.

4.3 Réglages des paramètres de STO en association avec la VLT® PTC Thermistor Card MCB 112

Lorsque la MCB 112 est connectée, d'autres sélections sont disponibles pour *paramètre 5-19 Terminal 37 Safe Stop* ([4] *Alarme PTC 1* à [9] *PTC 1 & relais W/A*).

- Les sélections [1]* *Arrêt sécurité alarme* et [3] *Arrêt sécu avertiss.* sont toujours disponibles, mais ne doivent pas être utilisées, car elles sont dédiées aux installations sans MCB 112 ou autre dispositif de sécurité externe. Si les options [1]* *Arrêt sécurité alarme* et [3] *Arrêt sécu avertiss.* sont sélectionnées et que la MCB

112 est déclenchée, le variateur de fréquence réagit par une *alarme 72, Panne danger* et place le moteur en roue libre de manière sûre sans redémarrage automatique.

- Les choix [4] *Alarme PTC 1* et [5] *Avertis. PTC 1* ne doivent pas être sélectionnés lorsqu'un dispositif de sécurité externe est utilisé. Utiliser uniquement ces sélections lorsque la MCB 112 utilise la fonction STO. Si l'option [4] *Alarme PTC 1* ou [5] *Avertis. PTC 1* est sélectionnée et si le dispositif de sécurité externe déclenche la fonction STO, le variateur de fréquence réagit par une *alarme 72, Panne danger* et place le moteur en roue libre de manière sûre sans redémarrage automatique.
- Sélectionner [6] *PTC 1 & relais A* à [9] *PTC 1 & relais W/A* pour la combinaison d'un dispositif de sécurité externe et d'une MCB 112.

ATTENTION

REDÉMARRAGE AUTOMATIQUE

Les sélections permettent un redémarrage automatique lorsque le dispositif de sécurité externe est désactivé.

Avant de sélectionner [7] *PTC 1 & relais W* ou [8] *PTC 1 & relais A/W*, vérifier que :

- la prévention contre tout redémarrage indésirable est appliquée par les autres parties de l'installation de la fonction STO ou
- la présence en zone dangereuse peut être physiquement exclue lorsque la fonction STO n'est pas active. Il convient notamment de respecter le paragraphe 6.3.3.2.5 de la norme ISO 12100 : 2010.

Voir le Manuel d'utilisation de la VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 pour plus d'informations.

4.4 Comportement de redémarrage automatique/manuel

L'état par défaut de la fonction STO empêche tout redémarrage imprévu (comportement de prévention de redémarrage). Pour arrêter la STO et reprendre le fonctionnement normal :

- Appliquer à nouveau l'alimentation 24 V CC à la borne 37.
- Envoyer un signal de Reset (via le bus, l'E/S digitale ou la touche [Reset]).

Régler la fonction STO sur redémarrage automatique en réglant la valeur du *paramètre 5-19 Terminal 37 Safe Stop*

de la valeur par défaut [1]* *Arrêt sécurité alarme* à la valeur [3] *Arrêt sécu avertiss.*

Le redémarrage automatique signifie que la STO prend fin et que le fonctionnement normal reprend dès que la tension de 24 V CC est appliquée à la borne 37. Aucun signal de reset n'est requis.

4.5 Essai de mise en service de la fonction STO

Après l'installation et avant le premier fonctionnement, procéder à un essai de mise en service de l'installation en faisant usage de la fonction STO.

Procéder à nouveau à l'essai après chaque modification de l'installation ou de l'application impliquant la STO.

AVIS!

Un essai de mise en service réussi de la fonction STO est nécessaire après l'installation initiale et après chaque modification ultérieure de l'installation.

Pour réaliser un essai de mise en service :

- Suivre les instructions du *chapitre 4.5.1 Prévention contre tout démarrage pour l'application STO* pour les applications sans redémarrage automatique après un arrêt de sécurité, ou
- Suivre les instructions du *chapitre 4.5.2 Redémarrage automatique de la fonction STO* pour les applications avec redémarrage automatique après un arrêt de sécurité.

4.5.1 Prévention contre tout démarrage pour l'application STO

Toute application où le *paramètre 5-19 Terminal 37 Safe Stop* est réglé sur la valeur par défaut [1]* *Arrêt sécurité alarme* ou la combinaison de la fonction STO et de la VLT® PTC Thermistor MCB 112 où le *paramètre 5-19 Terminal 37 Safe Stop* est réglé sur [6] *PTC 1 & relais A* ou [9] *PTC 1 & relais W/A* :

1. Couper l'alimentation 24 V CC de la borne 37 à l'aide du dispositif de coupure tandis que le moteur est entraîné par le variateur de fréquence (c.-à-d. que l'alimentation secteur n'est pas interrompue).
2. Vérifier que :
 - 2a le moteur tourne en roue libre ;
 - 2b le frein mécanique reste activé (s'il est raccordé) ;
 - 2c *l'alarme 68, Arrêt sécurité* est affichée si le panneau de commande local (LCP) est installé.

3. Appliquer à nouveau la tension 24 V CC à la borne 37.
4. Vérifier que le moteur reste en état de roue libre et que le frein mécanique (s'il est connecté) reste activé.
5. Envoyer un signal de Reset (via le bus, l'E/S digitale ou la touche [Reset]).
6. S'assurer que le moteur est à nouveau opérationnel.

On considère que l'essai de mise en service a réussi lorsque toutes les étapes indiquées ont été respectées.

4.5.2 Redémarrage automatique de la fonction STO

Toute application où le *paramètre 5-19 Terminal 37 Safe Stop* est réglé sur [3] *Arrêt sécu avertiss.* ou la combinaison de Safe Torque Off et de la VLT® PTC Thermistor MCB 112 où le *paramètre 5-19 Terminal 37 Safe Stop* est réglé sur [7] *PTC 1 & relais W* ou [8] *PTC 1 & relais A/W* :

1. Couper l'alimentation 24 V CC de la borne 37 à l'aide de l'interrupteur tandis que le moteur est entraîné par le variateur de fréquence (c.-à-d. que l'alimentation réseau n'est pas interrompue).
2. Vérifier que :
 - 2a le moteur tourne en roue libre.
 - 2b le frein mécanique reste activé (s'il est raccordé) ;
 - 2c *l'avertissement 68, Arrêt sécurité* est affiché si le panneau de commande local (LCP) est installé.
3. Appliquer à nouveau la tension 24 V CC à la borne 37.
4. S'assurer que le moteur est à nouveau opérationnel.

On considère que l'essai de mise en service a réussi lorsque toutes les étapes indiquées ont été respectées.

AVIS!

Voir l'avertissement sur le comportement au redémarrage au *chapitre 2.3 Précautions de sécurité.*

4.6 Sécurité relative à la configuration du système

- Les mesures de sécurité sont de la responsabilité de l'utilisateur.
- Les paramètres du variateur de fréquence peuvent être protégés par un mot de passe.

4.7 Service et maintenance

Il est obligatoire pour PL d ou SIL 2 de réaliser un test fonctionnel tous les 12 mois afin de détecter toute panne ou tout dysfonctionnement de la fonction STO. Cela est recommandé pour un PL ou un SIL inférieur.

Pour réaliser le test fonctionnel, procéder aux étapes suivantes (ou utiliser une méthode similaire convenant à l'application) :

1. Ôter la tension 24 V CC à la borne 37.
2. Vérifier si le LCP affiche *Alarme 68, Arrêt sécurité*.
3. Vérifier que le variateur de fréquence arrête l'unité.
4. Vérifier que le moteur est en roue libre et se met complètement à l'arrêt.
5. Vérifier que le moteur ne peut pas être démarré.
6. Reconnecter l'alimentation 24 V CC à la borne 37.
7. Vérifier que le moteur ne démarre pas automatiquement et redémarre uniquement grâce à un signal de Reset (via le bus, l'E/S digitale ou la touche [Reset]).

5 Exemples d'applications

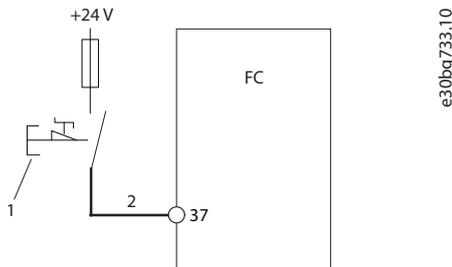
5.1 Données SISTEMA

SISTEMA (*Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine Applications*, outil logiciel d'intégrité de la sécurité pour évaluer les applications machines) est un outil logiciel fournissant une assistance complète aux développeurs et aux testeurs de commandes de machine liées à la sécurité, pour l'évaluation de la sécurité conformément à la norme ISO 13849-1.

Les données de sécurité fonctionnelles sont disponibles via une bibliothèque de données à utiliser conjointement avec l'outil de calcul SISTEMA développé par l'IFA (Institute for Occupational Safety and Health of the German Social Accident Insurance), de même que les données de calcul manuel. Le SISTEMA est disponible en téléchargement gratuit sur www.danfoss.com/en/service-and-support/downloads/dds/sistema-safety-integrity-software-tool/#overview.

5.2 Arrêt d'urgence du variateur de fréquence avec Safe Torque Off – Catégorie 1, PL c, SIL 1

L'illustration 5.1 montre un exemple d'application d'arrêt d'urgence avec Safe Torque Off – Catégorie 1, PL c, SIL 1.



1	Bouton d'arrêt d'urgence
2	Câble protégé contre les courts-circuits (s'il n'est pas installé dans l'armoire IP54). Voir la norme ISO 13849-2 Tableau D.4 pour plus d'informations.

Illustration 5.1 Arrêt d'urgence avec Safe Torque Off – Catégorie 1, PL c, SIL 1

Fonction de sécurité

En cas d'urgence, le dispositif d'arrêt d'urgence est activé. La fonction Safe Torque Off (STO) du variateur de fréquence est activée. Après une commande d'arrêt ou d'arrêt d'urgence, le variateur de fréquence est arrêté.

Caractéristiques de conception

- Le circuit peut être utilisé jusqu'à la catégorie 1, PL c (ISO 13849-1) ou SIL 1 (EN 62061 et CEI 61508).
- La fonction Safe Torque Off (STO) est activée par l'intermédiaire d'un contact de commutateur à fonctionnement positif 1 NF (conformément à CEI 60947-1, CEI 60947-5-1 et CEI 60947-5-5).
- Pour PL c, l'ensemble des fonctions de sécurité doit être calculé (MTTFd).
- Utiliser les principes de sécurité de base.
- Le dispositif utilisé pour activer la fonction Safe Torque Off (STO) doit convenir à la catégorie, au PL ou au SIL sélectionné.

Lors de la mise en œuvre de l'arrêt d'urgence, prêter attention aux points suivants :

- Toutes les normes non liées à la sécurité doivent être respectées pour l'application et ses composants.
- Le concepteur de l'application est chargé de sélectionner les composants adaptés.
- Le câble indiqué en gras sur l'illustration 5.1 doit être protégé contre les courts-circuits conformément à la norme ISO 13849-2 tableau D.4.
- Pour satisfaire au PL c, il est nécessaire de calculer MTTFd et DC pour l'ensemble de la fonction de sécurité.
- La valeur B_{10d} du dispositif d'arrêt d'urgence doit être connue. Elle doit être assez élevée pour satisfaire au PL c correspondant à MTTFd.

Mise en œuvre dans SISTEMA à l'aide de la bibliothèque Danfoss VLT®

Par exemple, utiliser le sous-système « VLT® AutomationDrive FC 302/FC302 Safe Torque Off (Terminal 37) ». Il n'est pas nécessaire de modifier tous les paramètres définis dans la bibliothèque.

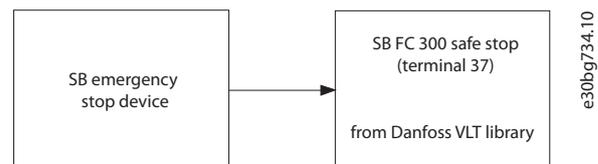
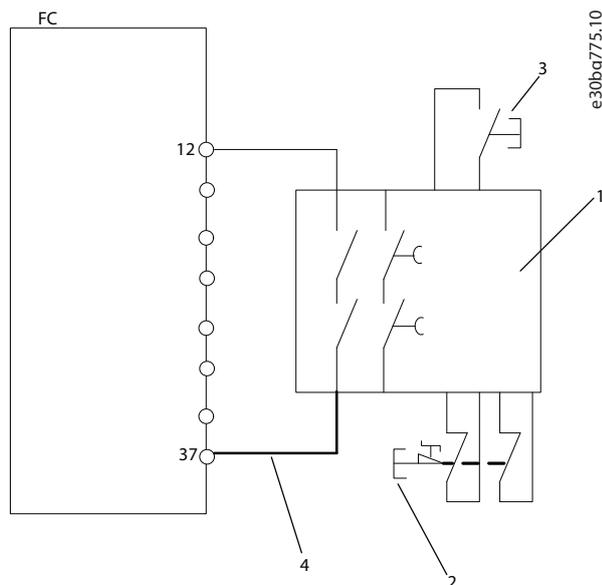


Illustration 5.2 Schéma fonctionnel lié à la sécurité

5.3 Arrêt d'urgence du variateur de fréquence avec Safe Torque Off à l'aide d'un relais de sécurité – Catégorie 3, PL d, SIL 2

L'illustration 5.3 montre un exemple d'application d'arrêt d'urgence avec Safe Torque Off à l'aide d'un relais de sécurité – Catégorie 3, PL c, SIL 2



1	Relais de sécurité (catégorie 3, PL d ou SIL 2)
2	Bouton d'arrêt d'urgence
3	Bouton Reset
4	Câble protégé contre les courts-circuits (s'il n'est pas installé dans l'armoire IP54). Voir la norme ISO 13849-2 Tableau D.4 pour plus d'informations.

Illustration 5.3 Exemple d'installation permettant d'obtenir une catégorie d'arrêt 0 (EN 60204-1) avec catégorie de sécurité 3/PL « d » (ISO 13849-1) ou SIL 2 (EN 62061 et CEI 61508).

Fonction de sécurité

En cas d'urgence, le dispositif d'arrêt d'urgence est activé. La fonction Safe Torque Off (STO) du variateur de fréquence est activée. Après une commande d'arrêt ou d'arrêt d'urgence, le variateur de fréquence est arrêté.

Caractéristiques de conception

- Le circuit peut être utilisé jusqu'à la catégorie 3, PL d (ISO 13849-1) ou SIL 2 (EN 62061 et CEI 61508).
- Pour PL d, l'ensemble des fonctions de sécurité doit être calculé (MTTFd).
- Utiliser les principes de sécurité de base.
- Le dispositif utilisé pour activer la fonction Safe Torque Off (STO) et le relais de sécurité doit convenir à la catégorie, au PL et au SIL sélectionnés.

Lors de la mise en œuvre de l'arrêt d'urgence, prêter attention aux points suivants :

- Toutes les normes non liées à la sécurité doivent être respectées pour l'application et ses composants.
- Le concepteur de l'application est chargé de sélectionner les composants adaptés.
- Le câble indiqué en gras sur l'illustration 5.3 doit être protégé contre les courts-circuits conformément à la norme ISO 13849-2 tableau D.4.
- Pour satisfaire au PL d, il est nécessaire de calculer MTTFd et DC pour l'ensemble de la fonction de sécurité.

Cette configuration peut être utilisée avec un dispositif de commutation positive double. Selon le relais de sécurité, il est aussi possible de raccorder plusieurs dispositifs d'activation à une fonction Safe Torque Off (STO).

Mise en œuvre dans SISTEMA à l'aide de la bibliothèque Danfoss VLT®

Par exemple, utiliser le sous-système « VLT® AutomationDrive FC 302/FCD 302 Safe Torque Off (Terminal 37) ». Il n'est pas nécessaire de modifier tous les paramètres définis dans la bibliothèque.

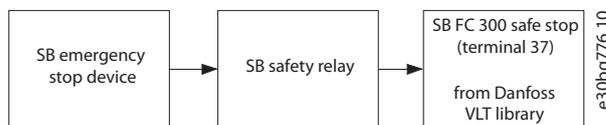
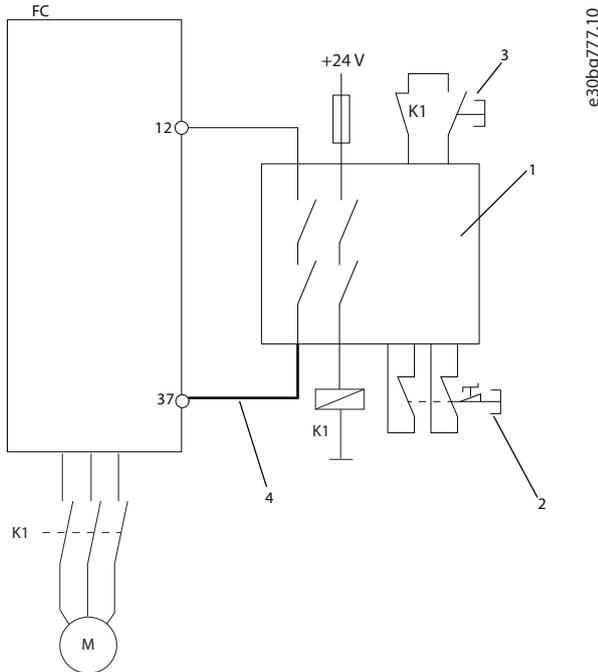


Illustration 5.4 Schéma fonctionnel lié à la sécurité

5.4 Arrêt d'urgence du variateur de fréquence avec Safe Torque Off, relais de sécurité et contacteur de sortie – Catégorie 4, PL e, SIL 3

L'illustration 5.5 montre un exemple d'application d'un arrêt d'urgence du variateur de fréquence avec Safe Torque Off, relais de sécurité et contacteur de sortie – Catégorie 4, PL e, SIL 3.

5



1	Relais de sécurité (catégorie 4, PL e, SIL 3)
2	Bouton d'arrêt d'urgence
3	Bouton Reset
4	Câble protégé contre les courts-circuits (s'il n'est pas installé dans l'armoire IP54). Voir la norme ISO 13849-2 Tableau D.4 pour plus d'informations.

Illustration 5.5 Variateur de fréquence avec Safe Torque Off, relais de sécurité et contacteur de sortie – Catégorie 4, PL e, SIL 3

Fonction de sécurité

En cas d'urgence, le dispositif d'arrêt d'urgence est activé. La fonction Safe Torque Off (STO) du variateur de fréquence est activée. Après une commande d'arrêt ou d'arrêt d'urgence, le variateur de fréquence est arrêté.

Lorsque le système de contrôle de la sécurité doit être conforme à PL e (ISO 13849-1) ou SIL 3 (EN 62061 et CEI 61508), la fonction STO nécessite un arrêt à deux voies. Une voie peut être mise en œuvre par l'entrée STO sur le variateur de fréquence et l'autre par un contacteur qui peut être raccordé à l'entrée du variateur de fréquence ou à des circuits de puissance de sortie. Le contacteur doit

être contrôlé par un contact auxiliaire guidé, indiqué par K1 sur l'illustration 5.5.

Caractéristiques de conception

- Le circuit peut être utilisé jusqu'à la catégorie 4 et PL e.
- Pour PL e, l'ensemble des fonctions de sécurité doit être calculé (MTTFd).
- Utiliser les principes de sécurité de base.
- Le dispositif utilisé pour activer la fonction Safe Torque Off (STO) et le relais de sécurité doit convenir à la catégorie, au PL ou au SIL sélectionné.

Lors de la mise en œuvre de l'arrêt d'urgence, prêter attention aux points suivants :

- Toutes les normes non liées à la sécurité doivent être respectées pour l'application et ses composants.
- Le concepteur de l'application est chargé de sélectionner les composants adaptés.
- Le câble indiqué en gras sur l'illustration 5.5 doit être protégé contre les courts-circuits conformément à la norme ISO 13849-2 tableau D.4.
- Pour satisfaire au PL e, il est nécessaire de calculer MTTFd et DC pour l'ensemble de la fonction de sécurité.

Cette configuration peut être utilisée avec un dispositif de commutation positive double.

Mise en œuvre dans SISTEMA à l'aide de la bibliothèque Danfoss VLT®

Par exemple, utiliser le bloc « VLT® AutomationDrive FC 302 (Terminal 37) ». Il n'est pas nécessaire de modifier tous les paramètres définis dans la bibliothèque.

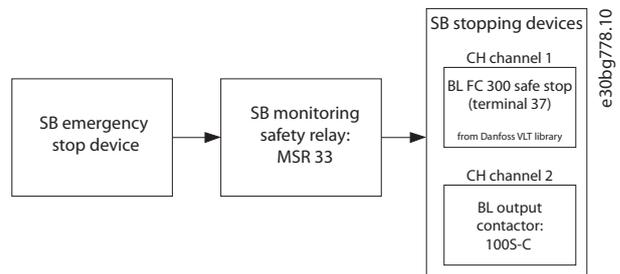
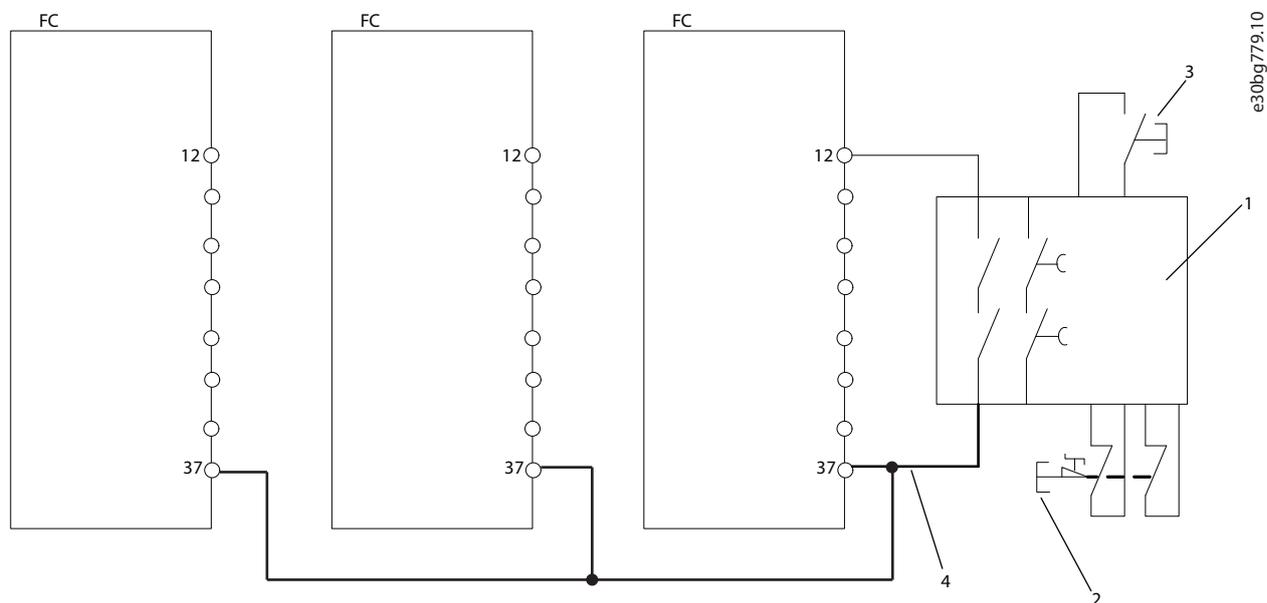


Illustration 5.6 Schéma fonctionnel lié à la sécurité

5.5 Arrêt d'urgence de plusieurs variateurs de fréquence – Catégorie 3, PL d, SIL 2

L'illustration 5.7 montre un exemple d'application d'un arrêt d'urgence de plusieurs variateurs de fréquence – Catégorie 3, PL d, SIL 2.



e30bg779.10

5

1	Relais de sécurité (catégorie 3, PL d ou SIL 2)
2	Bouton d'arrêt d'urgence
3	Bouton Reset
4	Câble protégé contre les courts-circuits (s'il n'est pas installé dans l'armoire IP54). Voir la norme ISO 13849-2 Tableau D.4 pour plus d'informations.

Illustration 5.7 Arrêt d'urgence de plusieurs variateurs de fréquence – Catégorie 3, PL d, SIL 2

Fonction de sécurité

En cas d'urgence, le dispositif d'arrêt d'urgence est activé. La fonction Safe Torque Off (STO) du variateur de fréquence est activée. Après une commande d'arrêt ou d'arrêt d'urgence, le variateur de fréquence est arrêté.

Les entrées STO peuvent être connectées directement ensemble, s'il est nécessaire de commander plusieurs variateurs de fréquence sur la même ligne de commande.

La connexion d'entrées ensemble augmente la probabilité d'un défaut en matière de sécurité, car un défaut dans un variateur peut entraîner la désactivation de tous les variateurs de fréquence. La probabilité de défaut est si faible, de l'ordre de 1×10^{-10} par heure, que le résultat éventuel reste cependant toujours conforme aux exigences SIL 2 pour un nombre réaliste de variateurs de fréquence. Il est recommandé de ne pas connecter plus de 20 entrées en parallèle.

AVIS!

En cas d'utilisation de l'alimentation interne 24 V CC (borne 12), le nombre d'entrées parallèles (borne 37) est limité à 3, sans quoi la puissance de sortie disponible serait dépassée.

Caractéristiques de conception

- Le circuit peut être utilisé jusqu'à la catégorie 3, PL d ou SIL 2.
- Pour PL d, l'ensemble des fonctions de sécurité doit être calculé (MTTFd).
- Utiliser les principes de sécurité de base.
- Le dispositif utilisé pour activer la fonction Safe Torque Off (STO) et le relais de sécurité doit convenir à la catégorie, au PL ou au SIL sélectionné.

Lors de la mise en œuvre de l'arrêt d'urgence, prêter attention aux points suivants :

- Toutes les normes non liées à la sécurité doivent être respectées pour l'application et ses composants.
- Le concepteur de l'application est chargé de sélectionner les composants adaptés.
- Le câble indiqué en gras sur l'illustration 5.7 doit être protégé contre les courts-circuits conformément à la norme ISO 13849-2 tableau D.4.
- Pour satisfaire au PL d, il est nécessaire de calculer MTTFd et DC pour l'ensemble de la fonction de sécurité.

Cette configuration peut être utilisée avec un dispositif de commutation positive double. Selon le relais de sécurité, il est aussi possible de raccorder plusieurs dispositifs d'activation à une fonction Safe Torque Off.

Mise en œuvre dans SISTEMA à l'aide de la bibliothèque Danfoss VLT®

Par exemple, utiliser le sous-système « VLT® AutomationDrive FC 302/FCD 302 Safe Torque Off (Terminal 37) ». Il n'est pas nécessaire de modifier tous les paramètres définis dans la bibliothèque. Le sous-système doit être mis en fonction de sécurité dès que plusieurs variateurs de fréquence sont présents sur la seule ligne STO.



Illustration 5.8 Schéma fonctionnel lié à la sécurité

6 Caractéristiques techniques de la fonction STO

AVIS!

Pour obtenir les caractéristiques techniques et les conditions de fonctionnement du variateur de fréquence, se reporter au *manuel d'utilisation/aux guides correspondants*.

AVIS!

Le signal STO doit être fourni par SELV ou PELV.

Directives européennes	Directive Machines (2006/42/CE)	EN ISO 13849-1	
		EN CEI 62061	
		EN CEI 61800-5-2	
	Directive CEM (2014/30/UE)	EN 50011	
		EN 61000-6-3	
		EN 61800-3	
Directive Basse Tension (2014/35/UE)	EN 50178		
	EN 61800-5-1		
Normes de sécurité	Sécurité des machines	EN ISO 13849-1, CEI 62061, CEI 60204-1	
	Sécurité fonctionnelle	CEI 61508-1 à -7, CEI 61800-5-2	
Fonction de sécurité		CEI 61800-5-2	CEI 60204-1
		Safe Torque Off (STO)	Catégorie d'arrêt 0
Performance de sécurité	ISO 13849-1		
	Catégorie	Cat 3	
	Couverture du diagnostic	DC : 90 % (moyenne)	
	Durée moyenne de fonctionnement avant une panne dangereuse	MTTFd : 14 000 ans (élevée)	
	Niveau de performance	PL d	
	CEI 61508/CEI 62061		
	Niveau d'intégrité de sécurité	SIL 2, SIL CL2	
	Probabilité de panne dangereuse par heure	PFH : 1E-10/h ; 1E-8/h pour certaines variantes ^{1), 2)} (mode à forte sollicitation)	
	Probabilité de panne dangereuse à la sollicitation	PFD : 1E-10 ; 1E-4 pour certaines variantes ^{1), 2)} (mode à faible sollicitation)	
	Tolérance aux défauts du matériel	HFT : 0 (1oo1)	
	Intervalle des essais de validité T1	20 ans	
Durée de mission TM	20 ans		
Temps de réaction	Temps de réponse de l'entrée à la sortie	Maximum 20 ms, 60 ms pour certaines variantes ^{1), 2)}	

Tableau 6.1 Caractéristiques techniques

1) VLT[®] HVAC Drive FC 102, VLT[®] Refrigeration Drive FC 103, VLT[®] AQUA Drive FC 202 et VLT[®] Automation Drive FC 301/FC 302 High Power Drives avec boîtier de taille F :

- 400 V : 450/500 kW (600/650 HP) – 800/1 000 kW (1 075/1 350 HP) (surcharge élevée/surcharge normale).
- 690 V : 630/710 kW (850/950 HP) – 1 800/2 000 kW (2 400/2 700 HP) (surcharge élevée/surcharge normale).

2) VLT[®] Parallel Drive Modules:

- 400 V : 250/315 kW (350/450 HP) – 800/1000 kW (1200/1350 HP) (surcharge élevée/surcharge normale).
- 690 V : 315/400 kW (350/400 HP) – 1 000/1 200 kW (1 150/1 350 HP) (surcharge élevée/surcharge normale).

Indice

A

Abréviations..... 3
 Activation..... 9
 Alarme..... 9

C

Canal de déconnexion..... 8
 Capteur lié à la sécurité..... 8
 Caractéristiques techniques..... 17
 Carte thermistance..... 8
 Certifications..... 3
 Commutateur de sécurité..... 8
 Comportement de redémarrage..... 9
 Conventions..... 4

D

Définition des paramètres..... 9
 Dispositif de sécurité..... 8
 Dispositifs de sécurité externes..... 9
 Données SISTEMA..... 12

E

Essai de mise en service..... 10

F

Fin..... 9
 Frein mécanique..... 10

H

Homologations..... 3

I

Identification..... 2
 Installation..... 8

M

Maintenance..... 11

N

Normes et conformité..... 3

O

Ordre..... 5

P

Personnel qualifié..... 5
 Prévention contre tout redémarrage..... 9, 10
 Prévention contre tout redémarrage imprévu..... 9
 Produits concernés..... 2

R

Redémarrage automatique..... 9, 10

S

Sélections..... 9
 Signal..... 5, 8
 SIL CL2..... 3
 SIL2..... 3
 Sortie..... 8
 Symboles..... 3
 Système de contrôle..... 5

**Danfoss VLT Drives**

1 bis Av. Jean d'Alembert,
78990 Elancourt
France
Tél.: +33 (0) 1 30 62 50 00
Fax.: +33 (0) 1 30 62 50 26
e-mail: Variateurs.vlt@danfoss.fr
www.drives.danfoss.fr

Danfoss VLT Drives

A. Gossetlaan 28,
1702 Groot-Bijgaarden
Belgique
Tél.: +32 (0) 2 525 0711
Fax.: +32 (0) 2 525 07 57
e-mail: drives@danfoss.be
www.danfoss.be/drives/fr

Danfoss AG, VLT® Antriebstechnik

Parkstrasse 6
CH-4402 Frenkendorf
Tél.: +41 61 906 11 11
Telefax: +41 61 906 11 21
www.danfoss.ch

.....
Danfoss décline toute responsabilité quant aux erreurs qui se seraient glissées dans les catalogues, brochures ou autres documentations écrites. Dans un souci constant d'amélioration, Danfoss se réserve le droit d'apporter sans préavis toutes modifications à ses produits, y compris ceux se trouvant déjà en commande, sous réserve, toutefois, que ces modifications n'affectent pas les caractéristiques déjà arrêtées en accord avec le client. Toutes les marques de fabrique de cette documentation sont la propriété des sociétés correspondantes. Danfoss et le logotype Danfoss sont des marques de fabrique de Danfoss A/S. Tous droits réservés.
.....

Danfoss A/S
Ulstaes 1
DK-6300 Graasten
vlt-drives.danfoss.com

