MAKING MODERN LIVING POSSIBLE

Manuel de configuration

VLT® Decentral Drive FCD 302

THE REAL DRIVE

Table des matières

1 Introduction 5
1.1 Guide de lecture du Manuel de configuration 5
1.1.1 Définitions 5
1.1.2 Symboles 8
1.2 Précautions de sécurité 8
1.3 Version logiciel 9
1.4 Marquage CE 9
1.4.1 Conformité 9
1.4.2 Champ d'application 9
1.4.3 Marquage CE 10
1.4.4 Conformité avec la directive CEM 2004/108/CE 10
1.4.5 Conformité 10
1.5 Mise au rebut 10

2 Présentation générale du produit 11
2.1 Commande 11
2.1.1 Principe de contrôle 12
2.1.2 Contrôle de courant interne en mode VVCplus 12
2.2 CEM 14
2.2.1 Généralités concernant les émissions CEM 14
2.2.2 Résultats des essais CEM 15
2.2.3 Conditions d'émission 16
2.2.4 Conditions d'immunité 16
2.3 Utilisation des références 18
2.3.1 Limites de réf. 19
2.3.2 Mise à l'échelle des références prédéfinies et des références du bus 20
2.3.3 Mise à l'échelle des références et du retour analogiques et d'impulsions 20
2.3.4 Zone morte autour de zéro 21
2.5 Isolation galvanique (PELV) 25
2.5.1 PELV - Protective Extra Low Voltage 25
2.6 Frein mécanique 26
2.6.1 Frein mécanique pour applications de levage 26
2.6.2 Câblage de la résistance de freinage 26
2.7 Fonctions de freinage 26
2.7.1 Freinage de maintien mécanique 27
2.7.2 Freinage dynamique 27
2.7.3 Sélection de la résistance de freinage 27
2.7.4 Contrôle avec la fonction de freinage 29

3 Intégration du système 30
3.1 Introduction 30
3.1.1 Installation 30
3.1.1.1 Installation hygiénique 30
3.2 Entrée : dynamique côté secteur 31
3.2.1 Connexions 31
3.2.1.1 Câbles, généralités 31
3.2.1.2 Raccordement au secteur et mise à la terre 31
3.2.1.3 Raccordement de relais 32
3.2.2 Fusibles et disjoncteurs 32
3.2.2.1 Fusibles 32
3.2.2.2 Recommandations 32
3.2.2.3 Conformité CE 33
3.2.2.4 Conformité UL 33
3.3 Sortie : dynamique côté moteur 33
3.3.1 Raccordement du moteur 33
3.3.2 Sectionneurs secteur 34
3.3.3 Informations moteur supplémentaires 35
3.3.3.1 Câble moteur 35
3.3.3.2 Protection thermique du moteur 35
3.3.3.3 Raccordement en parallèle des moteurs 35
3.3.3.4 Isolation du moteur 36
3.3.3.5 Courants des paliers de moteur 36
3.3.4 Conditions de fonctionnement extrêmes 36
3.3.4.1 Protection thermique du moteur 37
3.4 Choix de variateur/d'options 38
3.4.1 Câbles de commande et bornes 38
3.4.1.1 Passage des câbles de commande 38
3.4.1.2 Commutateurs DIP 38
3.4.1.3 Exemple de câblage de base 39
3.4.1.4 Installation électrique, câbles de commande 40
3.4.1.5 Sortie relais 41
3.4.2 Résistances de freinage 41
3.4.2.1 Résistances de freinage 10% 42
3.4.2.2 Résistance de freinage 40 % 42
3.4.3 Exigences particulières 42
3.4.3.1 Déclassement manuel 42
3.4.3.2 Déclassement automatique 42
3.4.3.3 Déclassement pour fonctionnement à faible vitesse 42
3.4.4 CEM 43

3.4.4.1 Câbles conformes CEM 43
3.4.4.2 Mise à la terre de câbles de commande blindés 45
3.4.4.3 Commutateur RFI 45
3.4.5 Perturbations alimentation secteur/harmoniques 46
3.4.5.1 Perturbations alimentation secteur/harmoniques 46
3.4.5.2 Effet des harmoniques dans un système de distribution de puissance 46
3.4.5.3 Normes et exigences quant aux limites d'harmoniques 47
3.4.5.4 Atténuation des harmoniques 47
3.4.5.5 Calcul d'harmoniques 47
3.4.6 Test final et programmation 48
3.4.6.1 Essai de haute tension 48
3.4.6.2 Mise à la terre 48
3.4.6.3 Mise à la terre de sécurité 48
3.4.6.4 Contrôle final de configuration 48
3.5 Conditions ambiantes 49
3.5.1 Humidité relative de l'air 49
3.5.2 Environnements agressifs 49
3.5.3 Vibrations et chocs 50
3.5.4 Bruit acoustique 50

4 Exemples d'applications 51
4.1 Raccordement du codeur 56
4.2 Sens de rotation du codeur 56
4.3 Système de variateur de boucle fermée 56
4.4 Régulateur PID 57
4.4.1 Régulat. PID vit. 57
4.4.2 Les paramètres suivants sont pertinents en matière de commande de vitesse. 57
4.4.3 Réglage du régulateur PID de vitesse 59
4.4.4 Régulat. PID proc. 60
4.4.6 Exemple de régulateur PID de process 62
4.4.8 Méthode de réglage de Ziegler Nichols 64
4.4.9 Exemple de régulateur PID de process 65
4.5 Structures de contrôle 66
4.5.1 Structure de contrôle dans VVC^{plus} Contrôle vectoriel avancé du 66
4.5.2 Structure de contrôle dans flux sans capteur 67
4.5.3 Structure de contrôle en flux avec retour codeur 67
4.6 Contrôle local (Hand On) et distant (Auto) 68
4.7 Programmation de la limite de couple et d'arrêt 69
4.8 Frein mécanique 70
4.9 Arrêt de sécurité 71
4.9.1.1 Borne 37, Fonction d'arrêt de sécurité 72

4.9.1.2 Essai de mise en service de l'arrêt de sécurité 77

5 Code de type et guide de sélection 78

5.1 Description de type de code 78

5.1.1 Système de configuration du variateur 79

5.2 Numéros de code 80

5.2.1 Numéros de code : Accessoires 80

5.2.2 Numéros de code : Pièces de rechange 80

5.3 Options et accessoires 81

5.3.1 Options bus 81

5.3.2 Option codeur MCB 102 81

5.3.3 Option résolveur MCB 103 82

6 Spécifications 85

6.1 Encombrement 85

6.2 Données électriques et tailles de câble 86

6.3 Spécifications générales 88

6.4 Rendement 92

6.5.1 Bruit acoustique 92

6.6.1 Conditions dU/dt 92

Indice 93

1 Introduction

1.1 Guide de lecture du Manuel de configuration

Le Manuel de configuration donne les informations requises pour intégrer le variateur de fréquence dans diverses applications.

Ressources supplémentaires disponibles

- *Manuel d'utilisation MG04F*, fournit les informations requises pour installer et mettre en service le variateur de fréquence.
- *Guide de programmation MG04G*, fournit des informations sur la programmation de l'unité et comporte des descriptions complètes de paramètres.
- *Manuel d'utilisation Modbus RTU MG92B*, fournit les informations requises pour le contrôle, le suivi et la programmation du variateur via le bus de terrain Profibus intégré.
- *Manuel d'utilisation Profibus MG34N, Manuel d'utilisation Ethernet MG90J et Manuel d'utilisation ProfiNet MG90U*, fournissent les informations requises pour le contrôle, le suivi et la programmation du variateur via un bus de terrain.
- *Manuel du MCB 102.*
- *VLT Automation Drive FC 300, option résolveur MCB 103, MI331.*
- *Instruction relative à l'option d'interface PLC de sécurité MCB 108, MI33J.*
- *Manuel de configuration de la résistance de freinage, MG90O.*
- Homologations.

Des documents techniques et des homologations sont disponibles en ligne sur *www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/Technical+Documentation.*

1.1.1 Définitions

Variateur de fréquence :

Roue libre
L'arbre moteur se trouve en fonctionnement libre. Pas de couple sur le moteur.

I_{MAX}
Courant maximal de sortie.

I_N
Courant nominal de sortie fourni par le variateur de fréquence.

U_{MAX}
Tension de sortie maximale.

Entrée :

Ordre de commande
Démarrer et arrêter le moteur raccordé à l'aide du LCP et des entrées digitales.
Les fonctions sont réparties en deux groupes.

Les fonctions du groupe 1 ont une priorité supérieure aux fonctions du groupe 2.

Groupe 1	Réinitialisation, arrêt roue libre, réinitialisation et arrêt roue libre, arrêt rapide, freinage CC, arrêt et touche Off.
Groupe 2	Démarrage, impulsion de démarrage, inversion, démarrage avec inversion, jogging et gel sortie

Tableau 1.1 Fonctions des ordres de commande

Moteur :

f_{JOG}
Fréquence du moteur lorsque la fonction jogging est activée (via des bornes digitales).

f_M
Fréquence du moteur. Sortie du variateur de fréquence. La fréquence de sortie est liée à la vitesse de l'arbre du moteur en fonction du nombre de pôles et de la fréquence de glissement.

f_{MAX}
La fréquence de sortie maximum que le variateur de fréquence applique à sa sortie. La fréquence de sortie maximum est réglée aux par. de limite 4-12, 4-13 et 4-19.

f_{MIN}
La fréquence moteur minimale du variateur de fréquence. Défaut : 0 Hz.

$f_{M,N}$
Fréquence nominale du moteur (données de la plaque signalétique).

I_M
Courant du moteur.

$I_{M,N}$
Courant nominal du moteur (données de la plaque signalétique).

$n_{M,N}$
Vitesse nominale du moteur (données de la plaque signalétique).

n_s
Vitesse moteur synchrone

$$n_s = \frac{2 \times par..1-23 \times 60\ s}{par..1-39}$$

1

$P_{M,N}$
Puissance nominale du moteur (données de la plaque signalétique).

$T_{M,N}$
Couple nominal (moteur).

U_M
Tension instantanée du moteur.

$U_{M,N}$
Tension nominale du moteur (données de la plaque signalétique).

Couple de décrochage

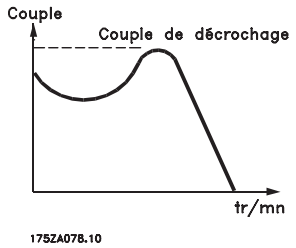


Illustration 1.1 Couple de décrochage

η
Le rendement du variateur de fréquence est défini comme le rapport entre la puissance dégagée et la puissance absorbée.

Ordre de démarrage désactivé
Ordre d'arrêt faisant partie du groupe 1 d'ordres de commande, voir ce groupe.

Ordre d'arrêt
Voir Ordres de commande.

Références :
Référence analogique
Un signal analogique appliqué à l'entrée 53 ou 54. Le signal peut être une tension 0-10 V ou -10 -+10V. Le signal de courant est de 0-20 mA ou 4-20 mA.

Référence binaire
Signal appliqué au port de communication série (RS-485 borne 68–69).

Réf. prédéfinie
Référence prédéfinie, réglée entre -100% et +100% de la plage de référence. Sélectionner huit références prédéfinies à l'aide des bornes digitales.

Référence d'impulsions
Référence d'impulsions appliquée à la borne 29 ou 33, sélectionnée au par. 5-13 ou 5-15 [32]. Mise à l'échelle au groupe de paramètres 5-5*.

RéfMAX
Montre la relation entre l'entrée de référence à 100% de la valeur de l'échelle complète (généralement 10 V, 20 mA) et la référence résultante. Régler la valeur de référence maximale au par. 3-03 Réf. max.

RéfMIN
Détermine la relation entre l'entrée de référence à la valeur 0% (généralement 0 V, 0 mA, 4 mA) et la référence résultante. Régler la valeur de référence minimum au par. 3-02 Référence minimale.

Autres :
Entrées analogiques
Les entrées analogiques permettent de contrôler diverses fonctions du variateur de fréquence.
Il en existe deux types :
Entrée de courant, 0-20 mA et 4-20 mA
Entrée de tension, 0-10 V CC
Entrée de tension, -10 à +10 V CC.

Sorties analogiques
Les sorties analogiques peuvent fournir un signal de 0-20 mA ou 4-20 mA.

Adaptation automatique au moteur, AMA
L'algorithme d'AMA détermine, à l'arrêt, les paramètres électriques du moteur raccordé.

Résistance de freinage
La résistance de freinage est un module capable d'absorber la puissance de freinage générée lors du freinage régénératif. Cette puissance de freinage régénératif augmente la tension du circuit intermédiaire et un hacheur de freinage veille à transmettre la puissance à la résistance de freinage.

Caractéristiques de couple constant (CC)
Caractéristiques de couple constant que l'on utilise pour toutes les applications, telles que convoyeurs à bande, pompes volumétriques et grues.

Entrées digitales
Les entrées digitales permettent de contrôler diverses fonctions du variateur de fréquence.

Sorties digitales
Le variateur de fréquence est doté de deux sorties à semi-conducteurs qui peuvent fournir un signal 24 V CC (max. 40 mA).

DSP
Processeur de signal numérique.

ETR
Le relais thermique électronique constitue un calcul de charge thermique basé sur une charge et un temps instantanés. Son objectif est d'estimer la température du moteur.

Hiperface®
Hiperface® est une marque déposée de Stegmann.

Initialisation
Si l'on effectue une initialisation (voir *14-22 Mod. exploitation*), le variateur de fréquence reprend les réglages par défaut.

Cycle d'utilisation intermittent
Une utilisation intermittente fait référence à une séquence de cycles d'utilisation. Chaque cycle consiste en une période en charge et une période à vide. Le fonctionnement peut être périodique ou non périodique.

LCP
Le panneau de commande local (LCP) comprend une interface complète de commande et de programmation du variateur de fréquence. Le LCP est amovible et peut être installé à l'aide d'un kit de montage à une distance maximale de 3 mètres du variateur de fréquence, par exemple dans un panneau frontal.

lsb
Bit de plus faible poids.

msb
Bit de plus fort poids.

MCM
Abréviation de Mille Circular Mil, unité de mesure américaine de la section de câble. 1 MCM=0,5067 mm^2.

Paramètres en ligne/hors ligne
Les modifications apportées aux paramètres en ligne sont activées directement après modification de la valeur de données. Les modifications apportées aux paramètres hors ligne sont seulement activées après avoir appuyé sur la touche [OK] du LCP.

Process PID
Le régulateur PID maintient les vitesse, pression, température, etc. souhaitées en adaptant la fréquence de sortie à la variation de charge.

PCD
Données de process

Entrée impulsions/codeur incrémental
Un capteur numérique externe utilisé pour l'information de retour de la vitesse et de la direction du moteur. Les codeurs sont utilisés pour le retour de précision à haute vitesse et les applications ultra-dynamiques. La connexion du codeur se fait soit aux bornes 32 et 32 soit par l'option de codeur MCB 102.

RCD
Relais de protection différentielle.

Process
Il est possible d'enregistrer des réglages de paramètres dans quatre process. Passer d'un process à l'autre et en éditer un pendant qu'un autre est actif.

SFAVM
Type de commutation appelé S tator F lux oriented A synchronous V ector M odulation (modulation vectorielle asynchrone à flux statorique orienté, *14-00 Type modulation*).

Compensation du glissement
Le variateur de fréquence compense le glissement du moteur en augmentant la fréquence en fonction de la charge du moteur mesurée, la vitesse du moteur restant ainsi quasiment constante.

Contrôleur logique avancé (SLC)
Le SLC est une séquence d'actions définies par l'utilisateur exécutées lorsque les événements associés définis par l'utilisateur sont évalués comme étant VRAI par le contrôleur logique avancé. (Groupe de par. 13-** *Logique avancée (SLC)*).

STW
Mot d'état

Bus standard FC
Inclut le bus RS-485 avec le protocole FC ou MC. Voir le *8-30 Protocole*.

Thermistance :
Résistance dépendant de la température placée à l'endroit où l'on souhaite surveiller la température (variateur de fréquence ou moteur).

THD
Taux d'harmoniques, indique la contribution totale des harmoniques.

Alarme
État résultant de situations de panne, p. ex. en cas de surchauffe du variateur de fréquence ou lorsque celui-ci protège le moteur, le processus ou le mécanisme. Le redémarrage est impossible tant que l'origine de la panne n'a pas été résolue ; l'état d'alarme est annulé par un reset ou, dans certains cas, grâce à un reset programmé automatiquement. L'alarme ne peut pas être utilisée à des fins de sécurité des personnes.

Alarme verrouillée
État résultant de situations de panne lorsque le variateur de fréquence assure sa propre protection et nécessitant une intervention physique, p. ex. si la sortie du variateur fait l'objet d'un court-circuit. Un déclenchement verrouillé peut être annulé par coupure de l'alimentation secteur, résolution de l'origine de la panne et reconnexion du variateur de fréquence. Le redémarrage est impossible tant que l'état d'alarme n'a pas été annulé par un reset ou, dans certains cas, grâce à un reset programmé automatiquement. L'alarme ne peut pas être utilisée à des fins de sécurité des personnes.

Caractéristiques de couple variable (CV)
Caractéristiques de CV que l'on utilise pour les pompes et les ventilateurs.

VVC ^{plus}
Si on la compare au contrôle standard de proportion tension/fréquence, la commande vectorielle de tension (VVC^{plus}) améliore la dynamique et la stabilité, à la fois lorsque la référence de vitesse est modifiée et lorsqu'elle est associée au couple de charge.

1

60° AVM
Type de modulation appelé 60° Asynchronous Vector Modulation (modulation vectorielle asynchrone, *14-00 Type modulation*).

Facteur de puissance
Le facteur de puissance est le rapport entre I_1 et I_{RMS}.

$$Facteur\ de\ puissance = \frac{\sqrt{3} \times U \times I_1 \cos\varphi}{\sqrt{3} \times U \times I_{RMS}}$$

Facteur de puissance pour alimentation triphasée :

$$= \frac{I1 \times \cos\varphi 1}{I_{RMS}} = \frac{I_1}{I_{RMS}} \quad puisque\ \cos\varphi 1 = 1$$

Le facteur de puissance indique dans quelle mesure le variateur de fréquence impose une charge à l'alimentation secteur.
Plus le facteur de puissance est bas, plus l'I_{RMS} est élevé pour la même performance en kW.

$$I_{RMS} = \sqrt{I_1^2 + I_5^2 + I_7^2 + .. + I_n^2}$$

En outre, un facteur de puissance élevé indique que les différents harmoniques de courant sont faibles.
Les bobines CC intégrées au circuit CC garantissent un facteur de puissance élevé et réduisent le THD sur l'alimentation principale.

1.1.2 Symboles

Les symboles suivants sont utilisés dans ce manuel.

⚠AVERTISSEMENT

Indique une situation potentiellement dangereuse qui, si elle n'est pas évitée, peut entraîner des blessures graves ou le décès.

⚠ATTENTION

Indique une situation potentiellement dangereuse qui, si elle n'est pas évitée, peut entraîner des blessures superficielles à modérées. Ce signe peut aussi être utilisé pour mettre en garde contre des pratiques non sûres.

ATTENTION

Indique une situation qui peut entraîner des dégâts matériels.

REMARQUE!

Met en évidence une information qui doit être attentivement prise en considération pour éviter toute erreur ou toute utilisation non optimale de l'équipement.

* Indique le réglage par défaut.

1.2 Précautions de sécurité

⚠AVERTISSEMENT

La tension dans le variateur de fréquence est dangereuse lorsque l'appareil est relié au secteur. Une planification correcte de l'installation du moteur, du variateur de fréquence et du bus de terrain est nécessaire. Suivre les instructions de ce manuel, ainsi que les réglementations de sécurité locales et nationales. Le non-respect des recommandations de configuration est susceptible d'entraîner la mort, des blessures corporelles graves ou d'endommager l'équipement une fois en marche.

⚠AVERTISSEMENT

Haute tension

Tout contact avec les parties électriques, même après la mise hors tension de l'appareil, peut causer des blessures graves ou mortelles.
Lors de la planification, veiller à pouvoir déconnecter les autres entrées de tension comme l'alimentation externe 24 V CC, la répartition de la charge (connexion de circuit intermédiaire CC) et le raccordement du moteur en cas de sauvegarde cinétique.
Les systèmes où sont installés les variateurs de fréquence, doivent, si nécessaire, être équipés de dispositifs de protection et de surveillance supplémentaires, conformément aux réglementations de sécurité en vigueur, p. ex. législation sur les outils mécaniques, réglementations sur la prévention des accidents, etc. Des modifications sur les variateurs de fréquence au moyen du logiciel d'exploitation sont autorisées.
Le non-respect des recommandations de configuration est susceptible d'entraîner la mort ou des blessures graves une fois l'équipement en marche.

REMARQUE!

Les situations dangereuses doivent être identifiées par le fabricant de machines/l'intégrateur chargé des moyens préventifs nécessaires. Des dispositifs de protection et de surveillance supplémentaires peuvent être inclus, conformément aux réglementations de sécurité nationales en vigueur, p. ex. législation sur les outils mécaniques, réglementations sur la prévention des accidents.

REMARQUE!

Grues, équipements et applications de levage :
Le contrôle des freins externes doit toujours être conçu avec un système redondant. Le variateur de fréquence ne peut en aucun cas constituer le circuit de sécurité principal. Conformité avec les normes concernées, à savoir
Applications de levage et grues : CEI 60204-32
Équipements de levage : EN 81

Mode protection
Lorsqu'une limite matérielle au niveau du courant moteur ou de la tension du circuit CC est dépassée, le variateur de fréquence passe en mode protection. Le mode protection implique un changement de la stratégie de modulation PWM et une fréquence de commutation basse pour minimiser les pertes. Cela continue pendant 10 s après la dernière panne et augmente la fiabilité et la robustesse du variateur de fréquence tout en rétablissant le contrôle complet du moteur.
Dans les applications de levage, le mode protection n'est pas utilisable car le variateur de fréquence n'est généralement pas capable de quitter ce mode et cela allonge donc la durée avant d'activer le frein, ce qui n'est pas recommandé.
Le mode protection peut être désactivé en réglant sur zéro le *14-26 Temps en U limit.*, ce qui signifie que le variateur de fréquence s'arrête immédiatement si l'une des limites matérielles est dépassée.

REMARQUE!

Il est recommandé de désactiver le mode protection pour les applications de levage (*14-26 Temps en U limit.* = 0).

1.3 Version logiciel

Vérifier la version du logiciel au par. *15-43 Version logiciel*.

1.4 Marquage CE

1.4.1 Conformité

Directive machine (2006/42/CE)
Les variateurs de fréquence ne sont pas concernés par cette directive. Cependant, si un variateur de fréquence est livré pour une machine, Danfoss précise les règles de sécurité applicables au variateur de fréquence.
Qu'est-ce que la conformité et le marquage CE ?
Le marquage CE a pour but de réduire les barrières commerciales et techniques au sein de l'AELE et de l'UE. L'UE a instauré la marque CE pour indiquer de manière simple que le produit satisfait aux directives spécifiques de l'UE. La marque CE n'est pas un label de qualité ni une homologation des caractéristiques du produit. Les variateurs de fréquence sont concernés par deux directives de l'Union européenne :

Directive basse tension (2006/95/CE)
Dans le cadre de cette directive du 1er janvier 1997, le marquage CE doit être apposé sur les variateurs de fréquence. La directive s'applique à tous les matériels et appareils électriques utilisés dans les plages de tension allant de 50 à 1000 V CA et de 75 à 1500 V CC. Marquage CE selon cette directive et certificat de conformité à la demande.
Directive CEM (2004/108/CE)
CEM est l'abréviation de compatibilité électromagnétique. Il y a compatibilité électromagnétique quand les interférences mutuelles des divers composants et appareils ne nuisent pas à leur bon fonctionnement.
La directive CEM est en vigueur depuis le 1er janvier 1996. Danfoss appose le marquage CE selon cette directive et délivre un certificat de conformité à la demande. Pour exécuter une installation correcte d'un point de vue de la CEM, se reporter aux instructions du Manuel de configuration. En outre, Danfoss précise les normes respectées par nos produits. Danfoss propose les filtres indiqués dans les caractéristiques techniques et apporte son aide afin d'obtenir le meilleur résultat possible en termes de CEM.

Dans la plupart des cas, le variateur de fréquence est utilisé par des professionnels en tant que composant complexe intégré à un plus vaste ensemble (appareil, système ou installation).

1.4.2 Champ d'application

Dans ses *Principes d'application de la directive du Conseil 2004/108/CE*, l'UE prévoit trois types d'utilisation d'un variateur de fréquence. Voir ci-après pour la CEM et le marquage CE.

1. Le variateur de fréquence est vendu directement à l'utilisateur final. À titre d'exemple, le variateur est vendu à une grande surface de bricolage. L'utilisateur final n'est pas un spécialiste et installe le variateur de fréquence pour commander, par exemple, une machine de bricolage ou un appareil électroménager. Aux termes de la directive CEM, ce variateur de fréquence doit porter le marquage CE.
2. Le variateur est vendu pour une installation dans une usine. L'usine est construite par des professionnels de l'industrie. Il peut s'agir d'une installation de production ou d'un groupe de chauffage/ventilation conçu et mis en place par des professionnels. Aux termes de la directive CEM, ni le variateur de fréquence VLT ni l'installation globale ne sont tenus de porter le marquage CE. L'installation doit toutefois satisfaire aux exigences essentielles de CEM prévues dans la directive. L'on peut s'en assurer

en utilisant des composants, des appareils et des systèmes marqués CE conformément aux dispositions de la directive CEM.

3. Le variateur de fréquence vendu est une pièce constitutive d'un système complet. Il peut s'agir par exemple d'un système de climatisation, commercialisé comme étant complet. Aux termes de la directive CEM, l'ensemble du système doit porter le marquage CE. Le fabricant peut assurer le marquage CE prévu dans les dispositions de la directive CEM en utilisant des composants marqués CE ou en contrôlant la CEM du système. Il n'est pas nécessaire de contrôler l'ensemble du système si seuls des composants marqués CE sont utilisés.

1.4.3 Marquage CE

Le marquage CE se révèle une bonne chose s'il remplit sa mission initiale : faciliter les échanges au sein de l'UE et de l'AELE.

Mais le marquage CE peut couvrir des réalités fort différentes. Analyser au cas par cas ce qui se cache derrière une marque CE donnée.

Les spécifications peuvent varier grandement. La marque CE peut donc donner à tort à l'installateur un sentiment de sécurité si le variateur de fréquence est un simple composant intervenant dans un système ou dans un appareil.

Danfoss appose le marquage CE sur ses variateurs de fréquence conformément aux dispositions de la directive basse tension. Le variateur satisfait à la directive basse tension si son montage a été correctement effectué. Danfoss délivre un certificat de conformité qui atteste le marquage CE selon la directive basse tension.

Cette marque CE est également reconnue par la directive CEM sous réserve d'avoir suivi les instructions CEM relatives au filtrage et à l'installation. La déclaration de conformité prévue dans la directive CEM est délivrée sur cette base.

Le Manuel de configuration prévoit une notice exhaustive afin de garantir une installation conforme aux recommandations en matière de CEM.

1.4.4 Conformité avec la directive CEM 2004/108/CE

Le variateur de fréquence est le plus souvent utilisé par des professionnels en tant que composant complexe intégré à un plus vaste ensemble (appareil, système ou installation).

REMARQUE!

La mise en conformité définitive de l'unité, du système ou de l'installation en matière de CEM incombe à l'installateur.

Afin d'aider l'installateur dans son travail, Danfoss a rédigé, pour son système de commande motorisé, un manuel d'installation permettant de satisfaire à la réglementation CEM. Les normes et valeurs d'essais des systèmes de commande motorisés sont satisfaites à condition de respecter les instructions d'installation spécifiques à la CEM, voir *3.4.4 CEM*.

1.4.5 Conformité

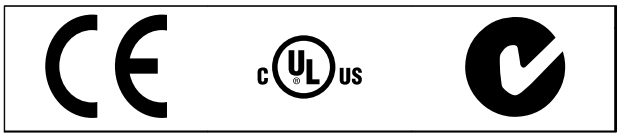
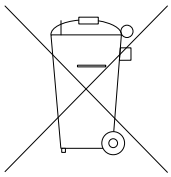


Tableau 1.2 Homologations de FCD 302

1.5 Mise au rebut



Cet équipement contient des composants électriques et ne peut pas être jeté avec les ordures ménagères.
Il doit être collecté séparément avec les déchets électriques et électroniques conformément à la législation locale en vigueur.

Tableau 1.3 Instruction de mise au rebut

2 Présentation générale du produit

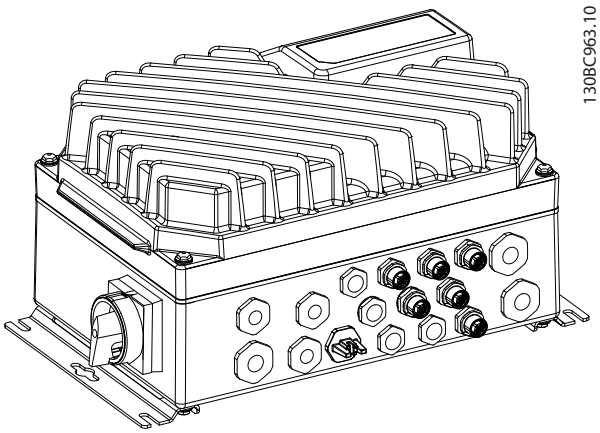


Illustration 2.1 Petite unité

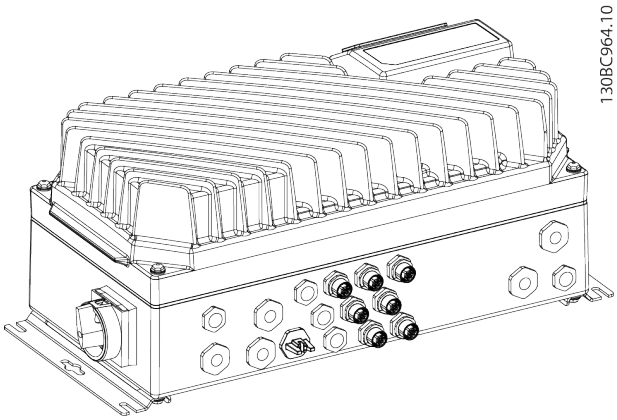


Illustration 2.2 Grande unité

2.1 Commande

Un variateur de fréquence redresse la tension CA du secteur en tension CC. La tension continue (CC) est convertie en un courant CA d'amplitude et de fréquence variables.

La tension, le courant et la fréquence variables qui alimentent le moteur offrent des possibilités de régulation de vitesse variable à l'infini pour les moteurs standard triphasés à courant alternatif et les moteurs synchrones à aimant permanent.

Le variateur de fréquence FCD 302 est conçu pour les installations comportant plusieurs variateurs de petite taille, et spécialement sur les applications de convoyeur de l'industrie agroalimentaire et de manutention, par exemple. Dans les installations où plusieurs moteurs sont répartis autour d'un site, comme une usine d'embouteillage, de préparation et de conditionnement des aliments et les installations de manutention des bagages dans les aéroports, il peut exister des douzaines, voire des centaines, de variateurs fonctionnant ensemble, mais répartis sur un grand espace physique. Dans ces cas, les coûts de câblage seuls dépassent le coût des variateurs individuels, et il devient alors pertinent de rapprocher la commande des moteurs.

Le variateur de fréquence peut contrôler la vitesse ou le couple sur l'arbre moteur.

Commande de vitesse

Il en existe deux types :

- Contrôle en boucle ouverte qui ne nécessite pas de signal de retour du moteur (sans capteur).
- Le régulateur PID de vitesse en boucle fermée qui nécessite un signal de retour de vitesse vers une entrée. Une commande de la vitesse en boucle fermée correctement optimisée est plus précise qu'une commande en boucle ouverte.

Commande de couple

La fonction de commande de couple est utilisée dans les applications où le couple sur l'arbre de sortie du moteur contrôle l'application, telle que contrôle de la tension.

- La boucle fermée en mode flux avec le retour codeur comprend la commande du moteur basée sur les signaux de retour du système. Cela améliore les performances dans les quatre quadrants et à toutes les vitesses du moteur.
- Boucle ouverte en mode VVC^{plus}. Cette fonction est utilisée dans des applications mécaniques robustes mais la précision est limitée. La fonction de couple en boucle ouverte fonctionne uniquement dans un sens de vitesse. Le couple est calculé sur la base de la mesure de courant interne du variateur de fréquence. Voir l'exemple d'application *4.5.1 Structure de contrôle dans VVC^{plus} Contrôle vectoriel avancé du* .

Référence vitesse/couple

La référence à ces contrôles peut être soit une référence unique, soit la somme de plusieurs références, y compris celles mises à l'échelle de manière relative. L'utilisation des références est détaillée dans le chapitre *2.3 Utilisation des références*.

2

2.1.1 Principe de contrôle

Le variateur de fréquence est compatible avec divers principes de fonctionnement des moteurs tels que mode moteur U/f spécial, VVCplus ou contrôle vectoriel de flux.
En outre, le variateur de fréquence peut fonctionner avec des moteurs synchrones à aimant permanent (servomoteurs sans balais) ainsi qu'avec des moteurs asynchrones normaux à cage.
Le comportement relatif aux courts-circuits dépend des trois transformateurs de courant dans les phases moteur et de la protection de désaturation avec signal de retour du frein.

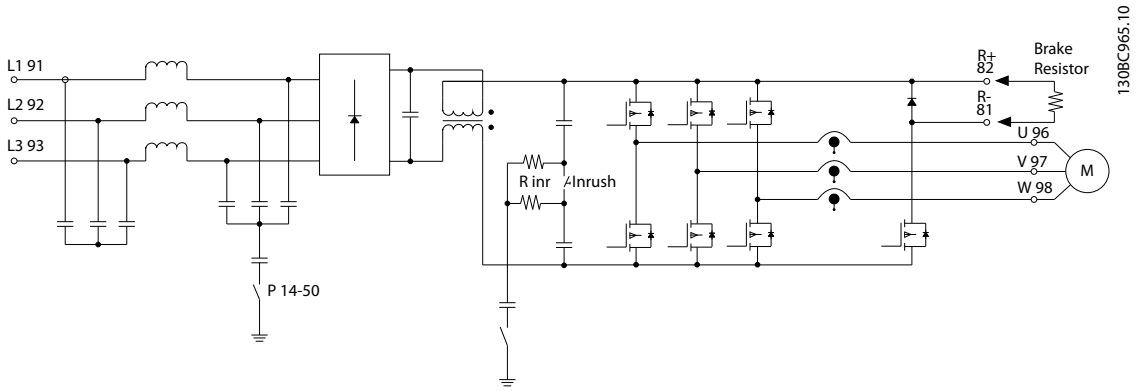


Illustration 2.3 Principe de contrôle

2.1.2 Contrôle de courant interne en mode VVCplus

Le variateur de fréquence comporte un contrôleur de limite de courant intégré qui est activé lorsque le courant du moteur et donc le couple dépassent les limites de couple réglées aux *4-16 Mode moteur limite couple*, *4-17 Mode générateur limite couple* et *4-18 Limite courant*.
Si le variateur de fréquence est en limite de courant pendant l'exploitation du moteur ou en mode régénérateur, il réduit le couple le plus rapidement possible en dessous des limites réglées, sans perdre le contrôle du moteur.

Le contrôleur de logique avancé (SLC) est essentiellement une séquence d'actions définies par l'utilisateur (voir par. *13-52 Action contr. logique avancé* [x]) exécutées par le SLC lorsque l'*événement* associé défini par l'utilisateur (voir par. *13-51 Événement contr. log avancé* [x]) est évalué comme étant VRAI par le SLC.
La condition pour un événement peut être un état particulier ou qu'une sortie provenant d'une règle logique ou d'un opérande comparateur devienne VRAI. Cela entraîne une action associée comme illustré dans *Illustration 2.4*.

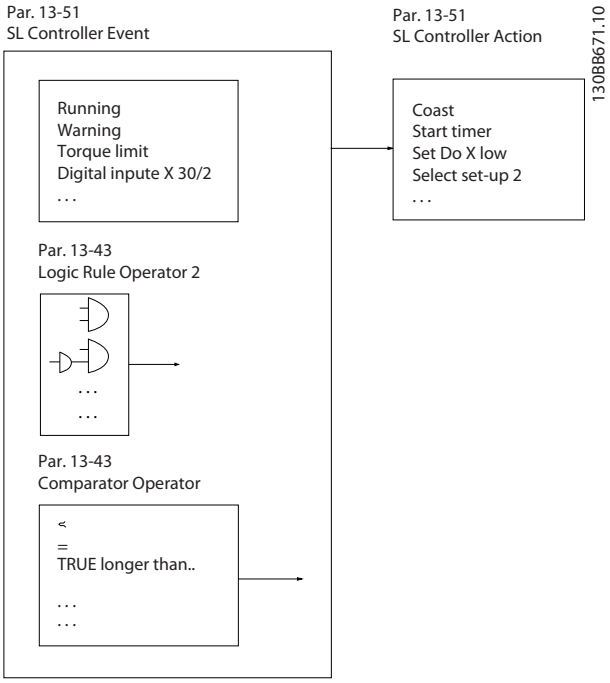


Illustration 2.4 État de contrôle actuel/Evénement et action

Les *événements* et *actions* sont numérotés et liés par paires. Cela signifie que lorsque *[0] événement* est satisfait (atteint la valeur VRAI), *[0] action* est exécutée. Après cela, les conditions de *[1] événement* seront évaluées et si elles s'avèrent être VRAI, *[1] action* sera exécutée et ainsi de suite. Un seul *événement* est évalué à chaque fois. Si un *événement* est évalué comme étant FAUX, rien ne se passe

(dans le SLC) pendant l'intervalle de balayage actuel et aucun autre *événement* ne sera évalué. Cela signifie que lorsque le SLC démarre, il évalue l'*événement* [0] (et uniquement l'événement *[0]*) à chaque intervalle de balayage. Uniquement lorsque *[0] événement* est évalué comme étant VRAI, le SLC exécute *[0] action* et commence l'évaluation de l'*événement*. Il est possible de programmer de 1 à 20 *événements* et [1] *actions*.
Lorsque le dernier *événement/action* a été exécuté, la séquence recommence à partir de *[0] événement/[0] action*. *Illustration 2.5* donne un exemple avec trois événements/actions.

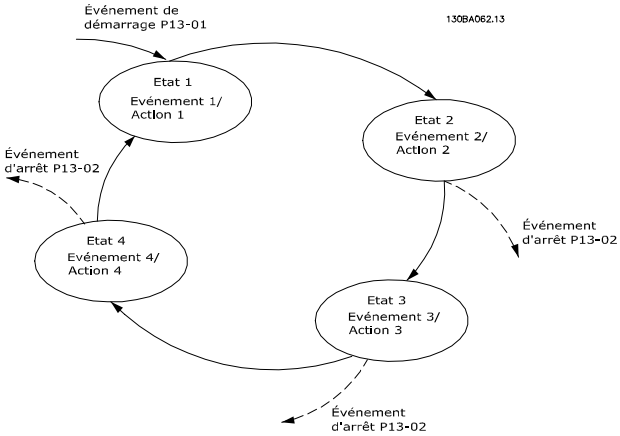


Illustration 2.5 Exemple - Contrôle de courant interne

Comparateurs

Les comparateurs sont utilisés pour comparer des variables continues (c.-à-d. fréquence de sortie, courant de sortie, entrée analogique, etc.) à des valeurs prédéfinies fixes.

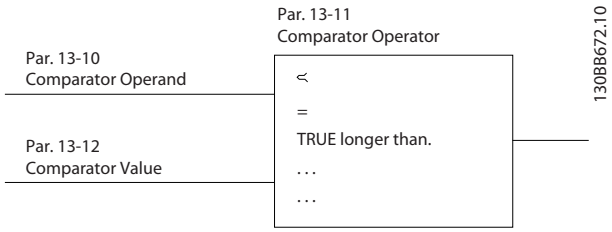


Illustration 2.6 Comparateurs

Règles de Logique

Associer jusqu'à trois entrées booléennes (entrées VRAI/FAUX) à partir des temporisateurs, comparateurs, entrées digitales, bits d'état et événements à l'aide des opérateurs logiques ET, OU, PAS.

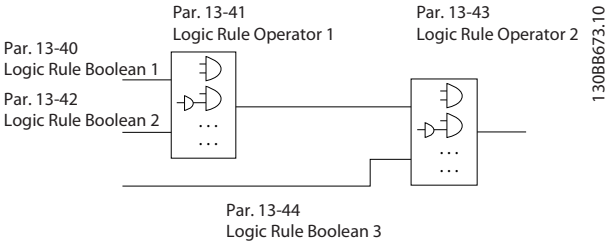
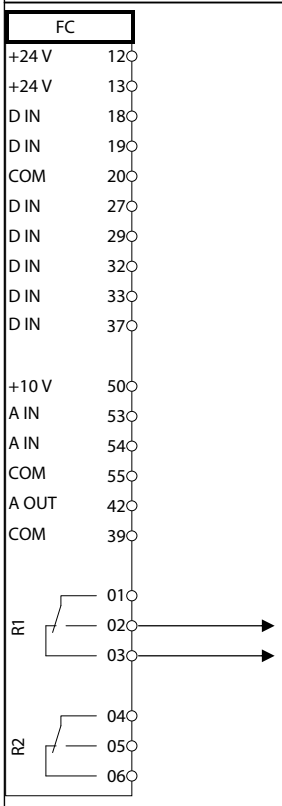


Illustration 2.7 Règles de Logique

2

Exemple d'application



Paramètres	
Fonction	**Réglage**
4-30 Fonction perte signal de retour moteur	[1] Avertis-sement
4-31 Erreur vitesse signal de retour moteur	100 tr/min
4-32 Fonction tempo. signal de retour moteur	5 s
7-00 PID vit.source ret.	[2] MCB 102
17-11 Résolution (PPR)	1024*
13-00 Mode contr. log avancé	[1] Actif
13-01 Événement de démarrage	[19] Avertis-sement
13-02 Événement d'arrêt	[44] Touche Reset
13-10 Opérande comparateur	[21] N° avertiss.
13-11 Opérateur comparateur	[1] ≈*
13-12 Valeur comparateur	90
13-51 Événement contr. log avancé	[22] Comparateur 0
13-52 Action contr. logique avancé	[32] Déf. sort. dig. A bas
5-40 Fonction relais	[80] Sortie digitale A
* = valeur par défaut	
Remarques/commentaires : Si la limite dans la surveillance du signal de retour est dépassée, l'avertissement 90 apparaît. Le SLC surveille l'avertissement 90 et si l'avertissement 90 devient TRUE (VRAI), le relais 1 est déclenché. L'équipement externe peut indiquer qu'il faut procéder à l'entretien. Si l'erreur de signal de retour redescend sous la limite en moins de 5 s, alors le variateur continue à fonctionner et l'avertissement disparaît. Le relais 1 reste déclenché tant que la touche [Reset] sur le LCP n'a pas été enfoncée.	

Tableau 2.1 Utilisation du SLC pour régler un relais

2.2 CEM

2.2.1 Généralités concernant les émissions CEM

Les interférences électriques sont généralement produites par conduction à des fréquences comprises entre 150 kHz et 30 MHz. Des interférences en suspension dans l'air émanant du système du variateur de fréquence (30 MHz-1 GHz) sont notamment générées par l'onduleur, le câble du moteur et le moteur.
Comme le montre l'*Illustration 2.8*, les courants de fuite sont imputables aux courants capacitifs affectant le câble moteur et au rapport dU/dt élevé de la tension du moteur. La mise en œuvre d'un câble moteur blindé augmente le courant de fuite (voir l'*Illustration 2.8*) car les câbles blindés ont une capacité par rapport à la terre supérieure à celle des câbles non blindés. L'absence de filtrage du courant de fuite se traduit par une perturbation accentuée du réseau dans la plage d'interférence radioélectrique inférieure à 5 MHz environ. Étant donné que le courant de fuite (I_1) est ramené à l'unité via le blindage (I_3), en principe, il existe uniquement un faible champ électromagnétique (I_4) émis par le câble blindé du moteur, conformément à la figure ci-dessous.

Le blindage réduit l'interférence rayonnée mais augmente les interférences basses fréquences sur le secteur. Raccorder le blindage du câble du moteur aux protections du variateur de fréquence et du moteur. Utiliser les brides pour blindage intégrés afin d'éviter des extrémités blindées torsadées (queues de cochon). Elles augmentent l'impédance du blindage à des fréquences élevées, ce qui réduit l'effet du blindage et accroît le courant de fuite (I4). En cas d'utilisation d'un câble blindé pour le relais de bus de terrain, le câble de commande, l'interface signal ou le frein, raccorder le blindage aux deux extrémités de la protection. Dans certaines situations, il peut s'avérer nécessaire d'interrompre le blindage pour éviter les boucles de courant.

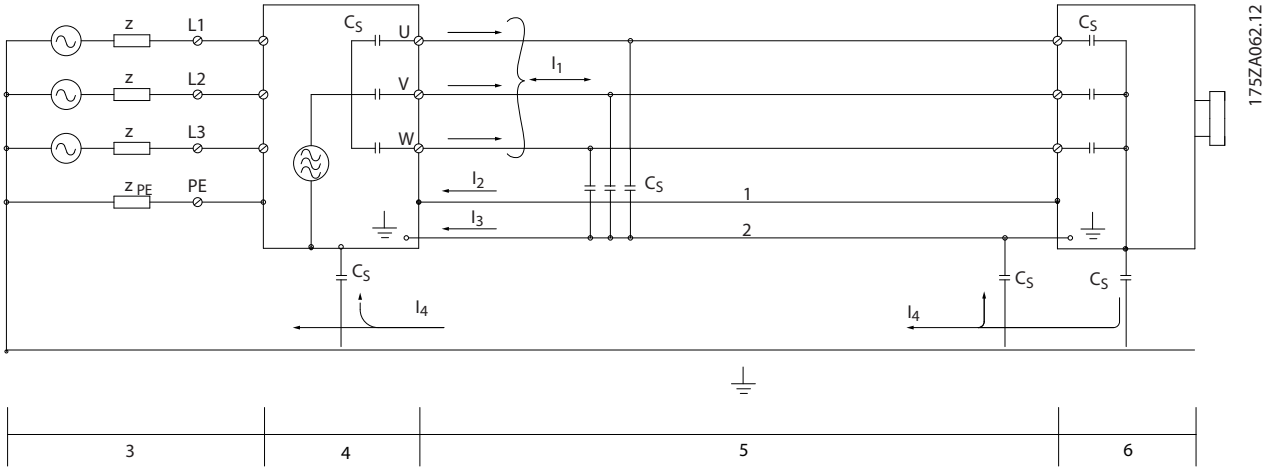


Illustration 2.8 Exemple - Courant de fuite

En cas de d'utilisation de plaques de montage, ces dernières doivent être métalliques pour garantir le transport des courants de blindage vers l'unité. Assurer un bon contact électrique à partir de la plaque de montage à travers les vis de montage et jusqu'au châssis du variateur de fréquence.

En cas d'utilisation de câbles non blindés, certaines exigences en matière d'émission ne sont pas respectées. Cependant, les conditions d'immunité sont observées.

Utiliser des câbles de moteur et de frein aussi courts que possible pour réduire le niveau d'interférences émises par le système dans son ensemble (unité + installation). Éviter de placer les câbles du moteur et du frein à côté de câbles sensibles aux perturbations. La fréquence des interférences radioélectriques supérieure à 50 MHz (en suspension dans l'air) est générée en particulier par les circuits électroniques de commande.

2.2.2 Résultats des essais CEM

Les résultats des essais suivants ont été obtenus sur un système regroupant un variateur de fréquence VLT (avec des options, le cas échéant), un câble de commande blindé, un boîtier de commande doté d'un potentiomètre et un câble moteur blindé.

Filtre de type RFI		Émission transmise			Émission par rayonnement	
Normes et exigences	EN 55011	Classe B	Classe A groupe 1	Classe A groupe 2	Classe B	Classe A groupe 1
		Habitat, commerce et industrie légère	Environnement industriel	Environnement industriel	Habitat, commerce et industrie légère	Environnement industriel
	EN/CEI 61800-3	Catégorie C1	Catégorie C2	Catégorie C3	Catégorie C1	Catégorie C2
		Environnement premier, habitat et commerce	Environnement premier, habitat et commerce	Environnement second, industriel	Environnement premier, habitat et commerce	Environnement premier, habitat et commerce
H1						
FCD302	0,37-3 kW	Non	10 m	10 m	Non	Oui

Tableau 2.2 Résultats des essais CEM (émission, immunité)

2

2.2.3 Conditions d'émission

Conformément à la norme produit CEM EN/CEI 61800-3:2004 pour les variateurs de fréquence à vitesse variable, les conditions CEM dépendent de l'usage prévu du variateur de fréquence. Quatre catégories sont définies dans la norme produit CEM. Ces définitions, ainsi que les conditions des émissions transmises sur l'alimentation secteur, sont présentées dans le *Tableau 2.3*.

Catégorie	Définition	Condition d'émission transmise selon les limites indiquées dans EN 55011
C1	Variateurs de fréquence installés dans un environnement premier (habitat et commerce) avec une tension d'alimentation inférieure à 1000 V.	Classe B
C2	Variateurs de fréquence installés dans un environnement premier (habitat et commerce) avec une tension d'alimentation inférieure à 1000 V, qui ne sont ni enfichables ni amovibles et prévus pour être installés et mis en service par un professionnel.	Classe A groupe 1
C3	Variateurs de fréquence installés dans un environnement second (industriel) avec une tension d'alimentation inférieure à 1000 V.	Classe A groupe 2
C4	Variateurs de fréquence installés dans un environnement second avec une tension d'alimentation égale ou supérieure à 1 000 V ou un courant nominal égal ou supérieur à 400 A ou prévus pour un usage dans des systèmes complexes.	Aucune limite. Un plan CEM doit être effectué.

Tableau 2.3 Conditions d'émission

Lorsque les normes d'émissions génériques sont utilisées, les variateurs de fréquence doivent être conformes aux limites indiquées dans *Tableau 2.4*.

Environnement	Norme générique	Condition d'émission transmise selon les limites indiquées dans EN 55011
Environnement premier (habitat et commerce)	Norme EN/CEI 61000-6-3 concernant les émissions dans les environnements résidentiels, commerciaux et de l'industrie légère.	Classe B
Environnement second (environnement industriel)	Norme EN/CEI 61000-6-4 concernant les émissions dans les environnements industriels.	Classe A groupe 1

Tableau 2.4 Classes de limites d'émissions

2.2.4 Conditions d'immunité

Les conditions d'immunité des variateurs de fréquence dépendent de l'environnement dans lequel ils sont installés. Les exigences sont plus strictes pour l'environnement industriel pour les environnements d'habitat et de bureaux. Tous les variateurs de fréquence Danfoss sont conformes aux exigences pour l'environnement industriel et par conséquent sont conformes aux exigences moindres des environnements résidentiels et commerciaux, offrant ainsi une importante marge de sécurité.

Afin de pouvoir documenter l'immunité à l'égard de perturbations provenant de phénomènes de commutation électrique, les essais suivants d'immunité ont été réalisés sur un système comprenant un variateur de fréquence (avec options, le cas échéant), un câble de commande blindé et un boîtier de commande avec potentiomètre, câble moteur et moteur.
Les essais ont été effectués selon les normes de base suivantes :

- **EN 61000-4-2 (CEI 61000-4-2) :** décharges électrostatiques (DES). Simulation de l'influence des décharges électrostatiques générées par le corps humain.
- **EN 61000-4-3 (CEI 61000-4-3) :** champ électromagnétique rayonné à modulation d'amplitude : simulation de l'influence des radars, matériels de radiodiffusion et appareils de communication mobiles.
- **EN 61000-4-4 (CEI 61000-4-4) :** rafales. Simulation d'interférences provoquées par un contacteur en ouverture, un relais ou un dispositif analogue.
- **EN 61000-4-5 (CEI 61000-4-5) :** transitoires. Simulation de transitoires provoquées, par exemple, par la foudre dans des installations à proximité.
- **EN 61000-4-6 (CEI 61000-4-6) :** mode commun RF. Simulation de l'effet d'équipement de transmission connecté par des câbles de raccordement.

Voir le *Tableau 2.5*.

Plage de tension : 200-240 V, 380-480 V					
Norme de base	**Rafale CEI 61000-4-4**	**Surtension CEI 61000-4-5**	**Décharge électro-statique CEI 61000-4-2**	**Champ électromagnétique rayonné CEI 61000-4-3**	**Tension mode commun RF CEI 61000-4-6**
Critère d'acceptation	**B**	**B**	**B**	**A**	**A**
Ligne	4 kV CM	2 kV/2 Ω DM 4 kV/12 Ω CM	—	—	10 V_{RMS}
Moteur	4 kV CM	4 kV/2 Ω[1)]	—	—	10 V_{RMS}
Frein	4 kV CM	4 kV/2 Ω[1)]	—	—	10 V_{RMS}
Répartition de la charge	4 kV CM	4 kV/2 Ω[1)]	—	—	10 V_{RMS}
Fils de commande	2 kV CM	2 kV/2 Ω[1)]	—	—	10 V_{RMS}
Bus standard	2 kV CM	2 kV/2 Ω[1)]	—	—	10 V_{RMS}
Fils du relais	2 kV CM	2 kV/2 Ω[1)]	—	—	10 V_{RMS}
Options d'application et bus	2 kV CM	2 kV/2 Ω[1)]	—	—	10 V_{RMS}
Câble LCP	2 kV CM	2 kV/2 Ω[1)]	—	—	10 V_{RMS}
Alimentation externe 24 V CC	2 V CM	0,5 kV/2 Ω DM 1 kV/12 Ω CM	—	—	10 V_{RMS}
Protection	—	—	8 kV AD 6 kV CD	10 V/m	—

Tableau 2.5 Immunité CEM

1) Injection sur blindage de câble
AD : rejet d'air
CD : décharge de contact
CM : mode commun
DM : mode différentiel

2.3 Utilisation des références

2

Référence locale

La référence locale est active lorsque le variateur de fréquence fonctionne avec la touche Hand On activée. Ajuster la référence à l'aide des flèches [▲]/[▼] et [◀]/[▶].

Référence distante

Le système de gestion des références permettant de calculer la référence distante est présenté dans l'*Illustration 2.9*.

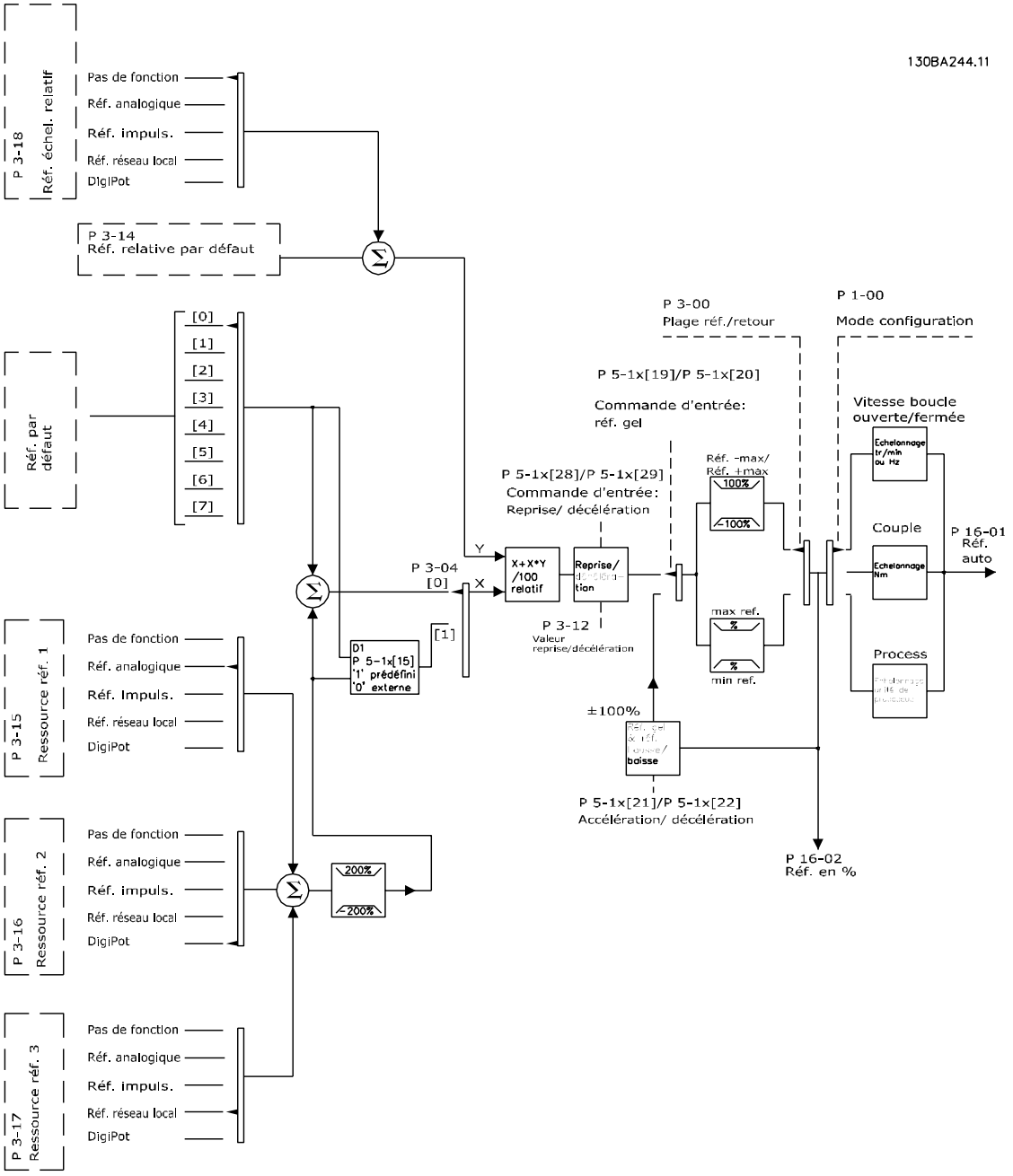


Illustration 2.9 Référence distante

La référence distante est calculée à chaque intervalle de balayage et comporte initialement deux types d'entrée de référence :

1. X (consigne externe) : addition (voir *3-04 Fonction référence*) de quatre références maximum sélectionnées en externe, comprenant toute combinaison (déterminée par le réglage des *3-15 Ress.? Réf. 1*, *3-16 Ress.? Réf. 2* et *3-17 Ress.? Réf. 3*) d'une référence prédéfinie fixe (*3-10 Réf.prédéfinie*), de références analogiques variables, de références d'impulsions digitales variables et de références de bus série variables, et ce quel que soit le variateur de fréquence contrôlé ([Hz], [tr/min], [Nm], etc.).
2. Y- (référence relative) : addition d'une référence prédéfinie fixe (*3-14 Réf.prédéf.relative*) et d'une référence analogique variable (*3-18 Echelle réf.relative*) en [%].

Les deux types d'entrée de référence sont associées dans le calcul suivant : Référence distante = X + X * Y/100%. Si la référence relative n'est pas utilisée, le par. *3-18 Echelle réf.relative* doit être réglé sur *Pas de fonction* et le par. à *0 %*. Les fonctions *rattrapage/ralentissement* et *gel référence* peuvent toutes deux être activées par les entrées digitales sur le variateur de fréquence. Les fonctions et les paramètres sont décrits dans le Guide de programmation. La mise à l'échelle des références analogiques est décrite dans les groupes de paramètres 6-1* et 6-2* et celle des références d'impulsions digitales est décrite dans le groupe de paramètres 5-5*.
Les limites et plages de référence sont définies dans le groupe de paramètres 3-0*.

2.3.1 Limites de réf.

Les par. *3-00 Plage de réf.*, *3-02 Référence minimale* et *3-03 Réf. max.* définissent ensemble la plage autorisée de la somme de toutes les références. Cette dernière est verrouillée si nécessaire. La relation entre la référence résultante (après verrouillage) est indiquée dans *Illustration 2.10*/*Illustration 2.11* et la somme de toutes les références est illustrée dans *Illustration 2.12*.

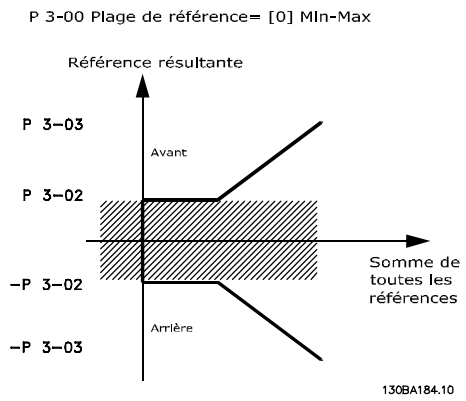


Illustration 2.10 Plage de réf. réglé = [0] Min - Max.

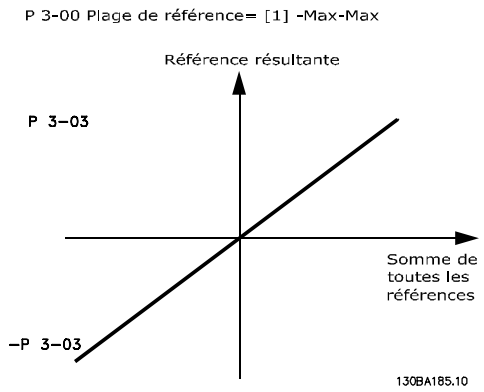


Illustration 2.11 Plage de réf. = [1] Max - Max.

La valeur du par. *3-02 Référence minimale* ne peut pas avoir une valeur inférieure à 0, à moins que le par. *1-00 Mode Config.* ne soit réglé sur *[3] Process*. Dans ce cas, les relations entre la référence résultante (après verrouillage) et la somme de toutes les références sont telles que présentées dans l'*Illustration 2.12*.

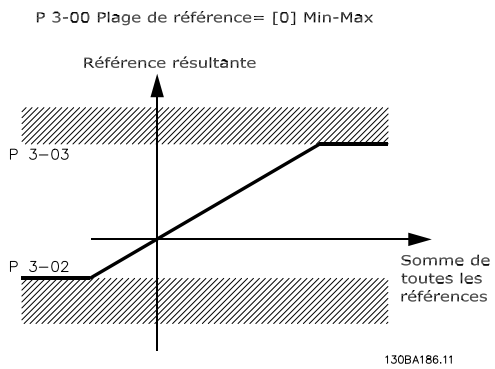


Illustration 2.12 Somme de toutes les références

2

2.3.2 Mise à l'échelle des références prédéfinies et des références du bus

Les références prédéfinies sont mises à l'échelle selon les règles suivantes :

- Quand *3-00 Plage de réf.* : *[0] Min - Max* , la référence 0% est égale à 0 [unité] où "unité" peut être toute unité (à savoir tr/min, m/s, bar, etc.) et la référence 100 % est égale à Max. (abs. (*3-03 Réf. max.*), abs. (*3-02 Référence minimale*)).
- Quand *3-00 Plage de réf.* : *[1] -Max - +Max*, la référence 0% est égale à 0 [unité], la référence -100 % est égale à -Réf. max. et la référence 100% est égale à Réf. max.

Les références de bus sont mises à l'échelle selon les règles suivantes :

- Quand *3-00 Plage de réf.* : *[0] Min - Max*, pour obtenir une résolution maximum sur la référence de bus, la mise à l'échelle est la suivante : la référence 0% est égale à Référence minimale et la référence 100% à la Réf. max.
- Quand *3-00 Plage de réf.* : *[1] -Max - +Max*, la référence -100% est égale à -Réf. max. et la référence 100% à Réf. max.

2.3.3 Mise à l'échelle des références et du retour analogiques et d'impulsions

Les références et le signal de retour sont mis à l'échelle à partir des entrées analogiques et d'impulsions de la même façon. La seule différence est qu'une référence au-dessus ou en dessous des "valeurs limites" minimum et maximum spécifiées (P1 et P2 dans l'*Illustration 2.13*) est verrouillée, contrairement à un signal de retour au-dessus ou en dessous de ces limites.

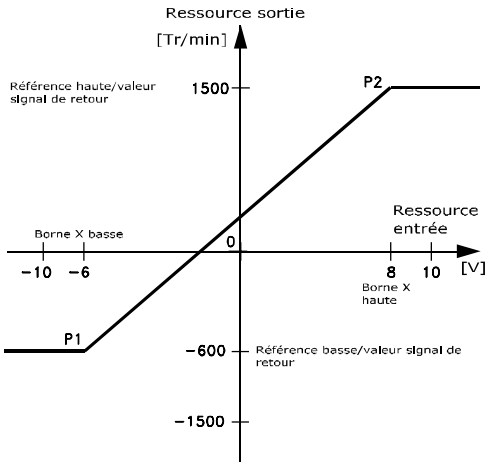


Illustration 2.13 Mise à l'échelle des références et du retour analogiques et d'impulsions

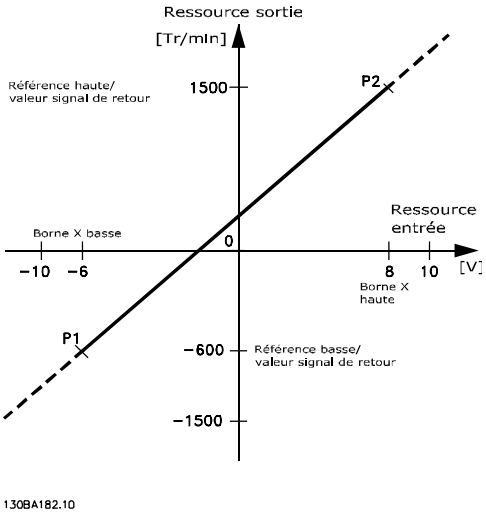


Illustration 2.14 Mise à l'échelle de la sortie de référence

Les valeurs limites P1 et P2 sont définies par les paramètres suivants en fonction de l'entrée analogique ou d'impulsions utilisée.

	ANA 53 S201=OFF	ANA 53 S201=ON	ANA 54 S202=OFF	ANA 54 S202=ON	Entrée impulsions 29	Entrée impulsions 33
P1 = (valeur entrée minimum, valeur référence minimum)						
Valeur référence minimum	*6-14 Val.ret./ Réf.bas.born.53*	*6-14 Val.ret./ Réf.bas.born.53*	*6-24 Val.ret./ Réf.bas.born.54*	*6-24 Val.ret./ Réf.bas.born.54*	*5-52 Val.ret./ Réf.bas.born.29*	*5-57 Val.ret./ Réf.bas.born.33*
Valeur entrée minimum	*6-10 Ech.min.U/ born.53* [V]	*6-12 Ech.min.I/ born.53* [mA]	*6-20 Ech.min.U/ born.54* [V]	*6-22 Ech.min.I/ born.54* [mA]	*5-50 F.bas born. 29* [Hz]	*5-55 F.bas born.33* [Hz]
P2 = (valeur entrée maximum, valeur référence maximale)						
Valeur référence maximale	*6-15 Val.ret./ Réf.haut.born. 53*	*6-15 Val.ret./ Réf.haut.born.53*	*6-25 Val.ret./ Réf.haut.born. 54*	*6-25 Val.ret./ Réf.haut.born.54*	*5-53 Val.ret./ Réf.haut.born.29*	*5-58 Val.ret./ Réf.haut.born.33*
Valeur entrée maximum	*6-11 Ech.max.U /born.53* [V]	*6-13 Ech.max.I/ born.53* [mA]	*6-21 Ech.max.U /born.54*[V]	*6-23 Ech.max.I/ born.54*[mA]	*5-51 F.haute born.29* [Hz]	*5-56 F.haute born.33* [Hz]

Tableau 2.6 Valeurs limites de référence et d'entrée

2.3.4 Zone morte autour de zéro

Dans certains cas, la référence (dans de rares cas, le signal de retour aussi) doit présenter une zone morte autour de zéro (c'est-à-dire qu'il faut veiller à ce que la machine soit arrêtée lorsque la référence est proche de zéro).

Pour activer la zone morte et en définir la largeur, procéder comme suit :

- La valeur de la référence minimum (voir *Tableau 2.6* pour le paramètre pertinent) ou de la référence maximale doit être égale à zéro. En d'autres termes, P1 ou P2 doit être sur l'axe X dans le graphique ci-dessous.
- Et les deux points définissant le graphique de mise à l'échelle se trouvent dans le même quadrant.

Les dimensions de la zone morte sont définies par P1 ou P2, comme illustré dans *Illustration 2.15*.

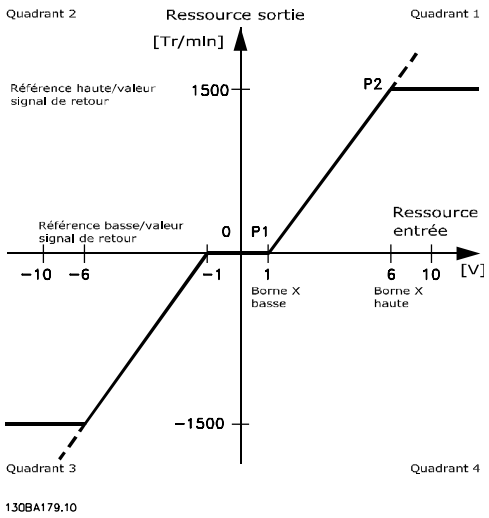


Illustration 2.15 Zone morte

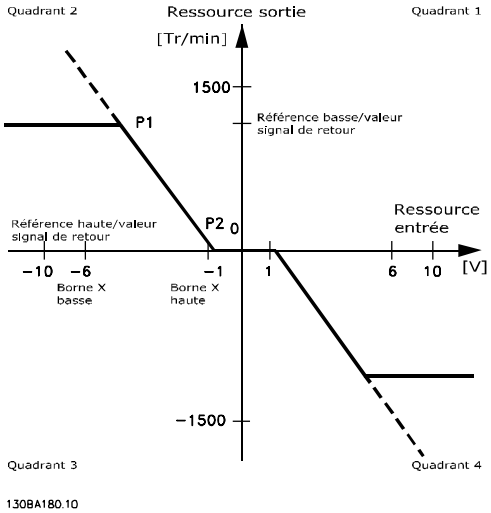


Illustration 2.16 Zone morte inversée

Ainsi, une valeur limite de référence de P1 = (0 V, 0 tr/min) ne résulte pas en une zone morte. Une valeur limite de référence de p. ex. P1 = (1 V, 0 tr/min) résulte en une zone morte de -1 V à +1 V dans ce cas, tant que la valeur limite P2 est placée dans le Quadrant 1 ou le Quadrant 4.

2

Cas 1 : référence positive avec zone morte, entrée digitale pour déclencher inversion.

Ce cas illustre comment l'entrée de référence, dont les limites sont comprises entre Min et Max, est verrouillée.

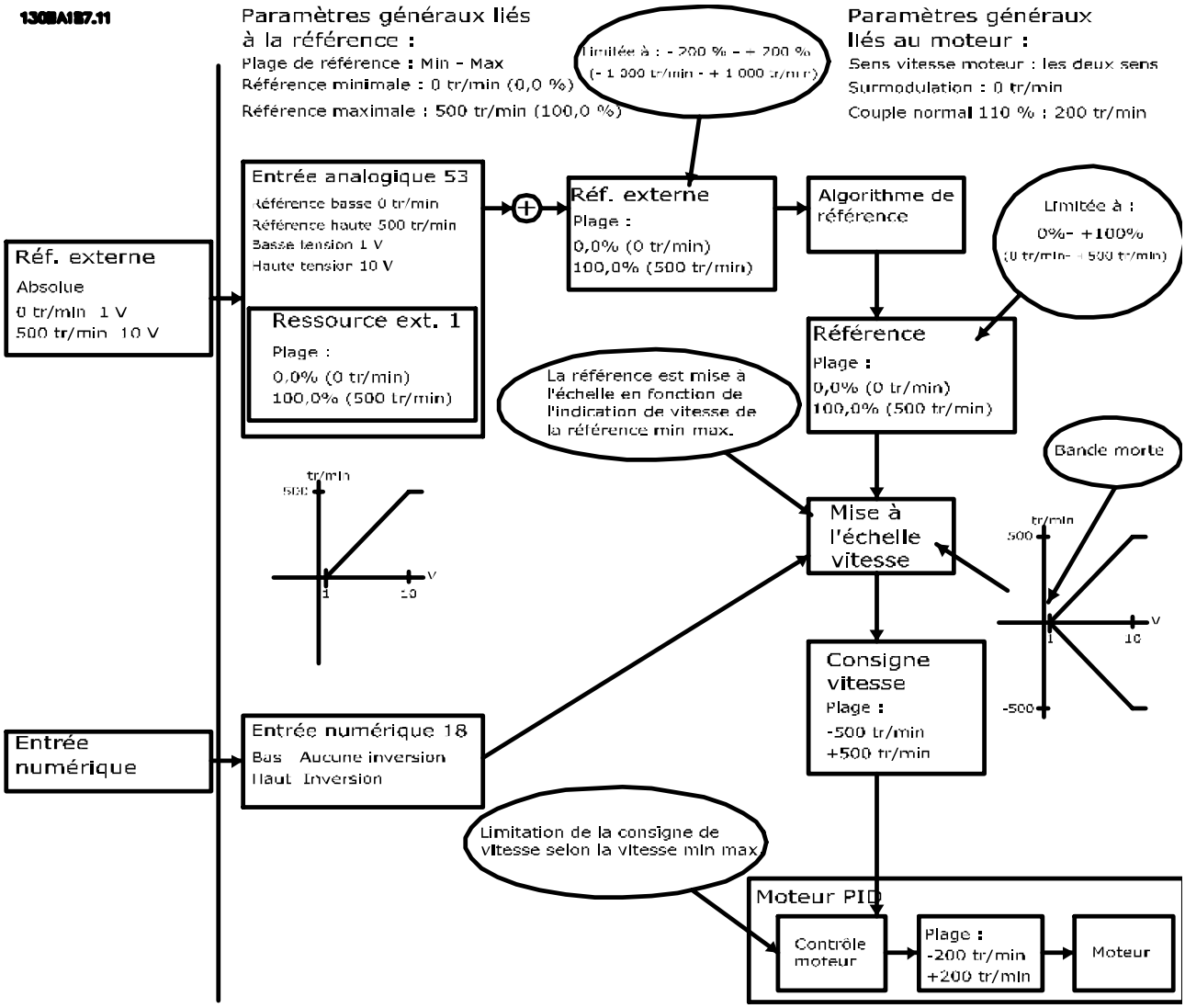


Illustration 2.17 Exemple 1 - Référence positive

Cas 2 : référence positive avec zone morte, entrée digitale pour déclencher inversion. Règles de verrouillage.

Ce cas illustre comment l'entrée de référence, dont les limites ne sont pas comprises entre -Max et +Max, est verrouillée par rapport aux limites d'entrée haute et basse avant l'ajout à la consigne externe. Et comment la consigne externe est verrouillée sur -Max à +Max par l'algorithme de référence.

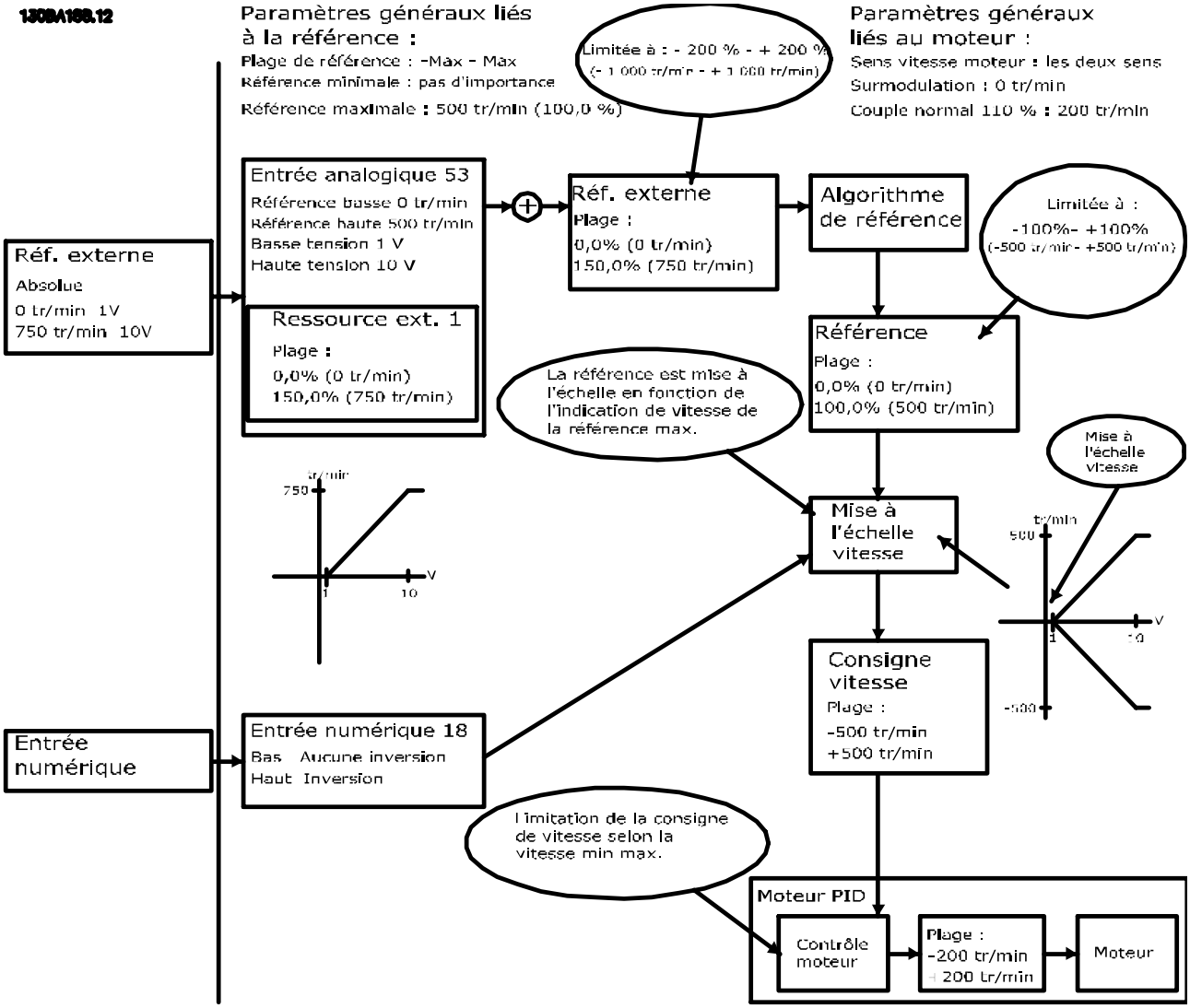


Illustration 2.18 Exemple 2 - Référence positive

2

Cas 3 : référence négative à positive avec zone morte, le signe détermine le sens, -Max à +Max.

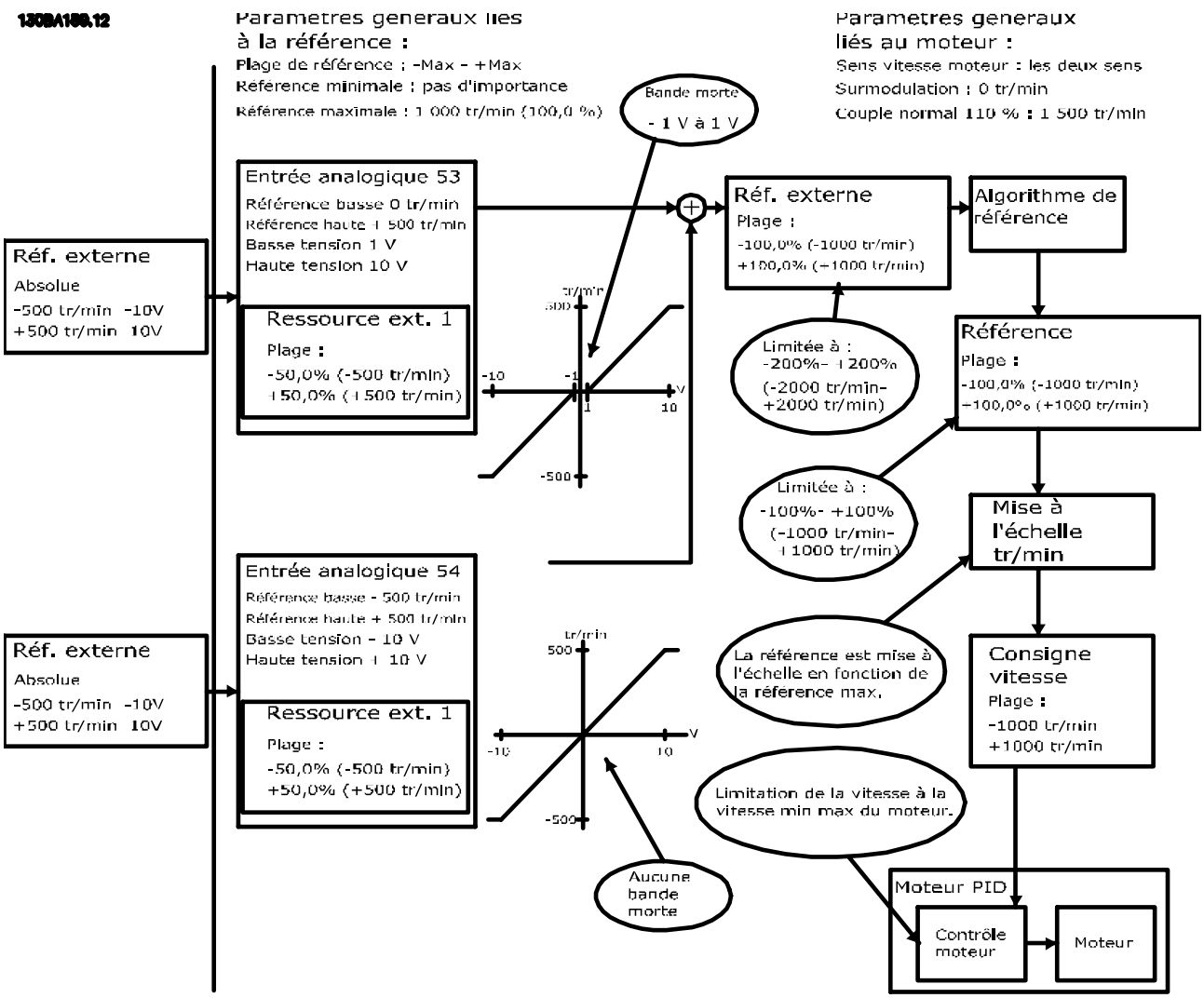


Illustration 2.19 Exemple 3 - Référence positive à négative

2.4.1 Courant de fuite à la terre

Suivre les réglementations locales et nationales concernant la mise à la terre de protection de l'équipement en cas de courant de fuite > 3,5 mA.
La technologie du variateur de fréquence implique une commutation de fréquence élevée à des puissances importantes. Cela génère un courant de fuite dans la connexion à la terre. Un courant de défaut dans le variateur de fréquence au niveau du bornier de puissance de sortie peut contenir une composante CC pouvant charger les condensateurs du filtre et entraîner un courant à la terre transitoire.
Le courant de fuite à la terre provient de plusieurs sources et dépend des différentes configurations du système dont le filtrage RFI, les câbles du moteur blindés et la puissance du variateur de fréquence.

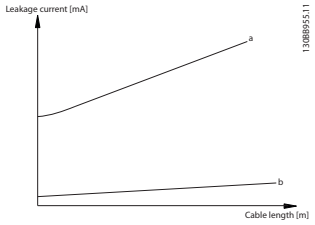


Illustration 2.20 Influence de la longueur de câble et de la puissance sur le courant de fuite pour Pa>Pb.

Le courant de fuite dépend également de la distorsion de la ligne.

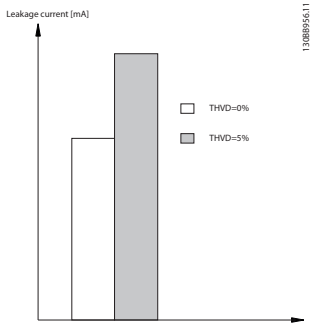


Illustration 2.21 Influence de la distorsion de la ligne sur le courant de fuite

REMARQUE!

En cas d'utilisation d'un filtre, désactiver le par. *14-50 Filtre RFI* pendant la charge pour éviter qu'un courant de fuite élevé ne fasse commuter le RCD.

La norme EN/CEI 61800-5-1 (norme produit concernant les systèmes d'entraînement électriques) exige une attention particulière si le courant de fuite dépasse 3,5 mA. La mise à la terre doit être renforcée de l'une des façons suivantes :

- Fil de terre (borne 95) d'au moins 10 mm2
- Deux fils de terre séparés respectant les consignes de dimensionnement

Voir les normes EN/CEI 61800-5-1 et EN 50178 pour plus d'informations.

Utilisation de RCD

Lorsque des relais de protection différentielle (RCD), aussi appelés disjoncteurs de mise à la terre (ELCB), sont utilisés, respecter les éléments suivants :

- Utiliser les RCD de type B uniquement car ils sont capables de détecter les courants CA et CC.
- Utiliser des RCD avec un retard du courant d'appel pour éviter les pannes dues aux courants à la terre transitoires.
- Dimensionner les RCD selon la configuration du système et en tenant compte de l'environnement d'installation.

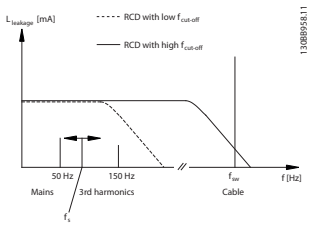


Illustration 2.22 Sources principales du courant de fuite

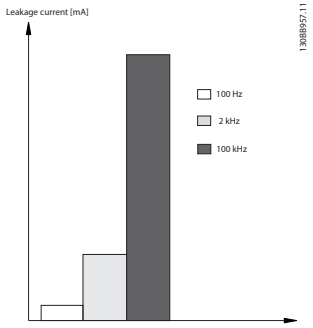


Illustration 2.23 Influence de la fréquence de coupure du RCD

Voir également la *Note applicative du RCD, MN90G.*

2.5 Isolation galvanique (PELV)

2.5.1 PELV - Protective Extra Low Voltage

La norme PELV offre une protection grâce à une tension extrêmement basse. La protection contre l'électrocution est assurée lorsque l'alimentation électrique est de type PELV et que l'installation est réalisée selon les dispositions des réglementations locales et nationales concernant les alimentations PELV.

2

Toutes les bornes de commande et de relais 01-03/04-06 sont conformes à PELV (Protective Extra Low Voltage) à l'exception des unités au sol sur trépied au-dessus de 400 V.

L'isolation galvanique est obtenue en respectant les exigences en matière d'isolation renforcée avec les lignes de fuite et les distances correspondantes. Ces exigences sont décrites dans la norme EN 61800-5-1.

Les composants qui forment l'isolation électrique décrite ci-dessous répondent également aux exigences en matière d'isolation renforcée avec les essais correspondants décrits dans EN 61800-5-1.
L'isolation galvanique PELV existe à six endroits (voir *Illustration 2.24*) :

Pour conserver l'isolation PELV, toutes les connexions réalisées sur les bornes de commande doivent être de type PELV, p. ex. la thermistance doit être à isolation renforcée.

1. Alimentation (SMPS), isolation du signal de UCC incluse, indiquant la tension du circuit intermédiaire CC.
2. Pilotage des IGBT par transformateurs d'impulsions/coupleurs optoélectroniques.
3. Transformateurs de courant.
4. Coupleur optoélectronique, module de freinage.
5. Courant d'appel interne, RFI et circuits de mesure de la température.
6. Relais personnalisés.
7. Frein mécanique.

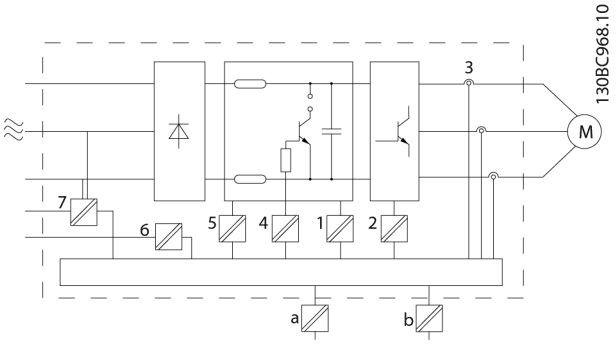


Illustration 2.24 Isolation galvanique

L'isolation galvanique fonctionnelle (a et b sur le schéma) est destinée à l'option de secours 24 V et à l'interface du bus standard RS-485.

⚠AVERTISSEMENT

Installation à haute altitude :
380-500 V : A des altitudes de plus de 2 000 m, contacter Danfoss en ce qui concerne la norme PELV.
380-500 V : A des altitudes de plus de 3 000 m, contacter Danfoss en ce qui concerne la norme PELV.

⚠AVERTISSEMENT

Tout contact avec les parties électriques, même après la mise hors tension de l'appareil, peut causer des blessures graves ou mortelles.
Veiller également à déconnecter d'autres entrées de tension, par exemple la répartition de charge (connexion de circuit intermédiaire CC) et le raccordement du moteur en cas de sauvegarde cinétique.
Avant de toucher n'importe quelle partie électrique, patienter au moins le temps indiqué dans le chapitre *Introduction du manuel d'utilisation du FCD 302, MG04F*.
Ce laps de temps peut être raccourci si tel est indiqué sur la plaque signalétique de l'unité spécifique.

2.6 Frein mécanique

2.6.1 Frein mécanique pour applications de levage

Pour prendre connaissance d'un exemple de commande de frein mécanique avancée pour des applications de levage, voir le chapitre *4 Exemples d'applications*.

2.6.2 Câblage de la résistance de freinage

CEM (câbles torsadés/blindage)
Pour réduire le bruit électrique provenant des câbles entre la résistance de freinage et le variateur de fréquence, les câbles doivent être torsadés.

Pour une performance CEM améliorée, utiliser un blindage métallique.

2.7 Fonctions de freinage

La fonction de freinage est utilisée pour freiner la charge sur l'arbre du moteur, par freinage dynamique ou statique.

2.7.1 Freinage de maintien mécanique

Le frein de maintien mécanique monté directement sur l'arbre du moteur effectue normalement un freinage statique. Dans certaines applications, le couple de maintien statique fonctionne comme un maintien statique de l'arbre du moteur (en général moteurs synchrones à magnétisation permanente). Un frein de maintien est soit contrôlé par un PLC soit directement par une sortie digitale du variateur de fréquence (relais ou semi-conducteur).

REMARQUE!

Lorsque le frein de maintien est inclus dans la chaîne de sécurité :
Un variateur de fréquence ne peut pas fournir le contrôle de sécurité d'un frein mécanique. Un circuit de redondance pour la commande de frein doit être inclus dans l'installation complète.

2.7.2 Freinage dynamique

Freinage dynamique effectué par :

- Freinage résistance : un frein IGBT maintient la surtension sous un certain seuil en dirigeant l'énergie du frein du moteur vers la résistance de freinage connectée (par. *2-10 Fonction Frein et Surtension* = [1]).
- Freinage CA : l'énergie de freinage est répartie dans le moteur en modifiant les conditions de perte dans le moteur. La fonction de freinage CA ne peut pas être utilisée dans les applications avec une fréquence de cycle élevée, car cela entraîne une surchauffe du moteur (par. *2-10 Fonction Frein et Surtension* = [2]).
- Freinage CC : un courant CC en surmodulation ajouté au courant CA fonctionne comme un frein magnétique (≠ 0 s).

2.7.3 Sélection de la résistance de freinage

Pour gérer des exigences plus élevées par freinage génératorique, une résistance de freinage est nécessaire. L'utilisation d'une résistance de freinage garantit que l'énergie est absorbée par celle-ci et non par le variateur de fréquence. Pour plus d'informations, voir le *Manuel de configuration de la résistance de freinage, MG90O.*

Si la quantité d'énergie cinétique transférée à la résistance à chaque période de freinage est inconnue, la puissance moyenne peut être calculée à partir du temps de cycle et du temps de freinage, également appelé cycle d'utilisation intermittent. Le cycle d'utilisation intermittent de la résistance indique le cycle d'utilisation pendant lequel la résistance est active. *Illustration 2.25* représente un cycle de freinage typique.

REMARQUE!

Les fournisseurs de moteurs utilisent souvent S5 pour indiquer la charge autorisée qui correspond au cycle d'utilisation intermittent.

Le cycle d'utilisation intermittent de la résistance est calculé comme suit :

Cycle d'utilisation = tb/T

T = temps de cycle en secondes
tb est le temps de freinage en secondes (du temps de cycle)

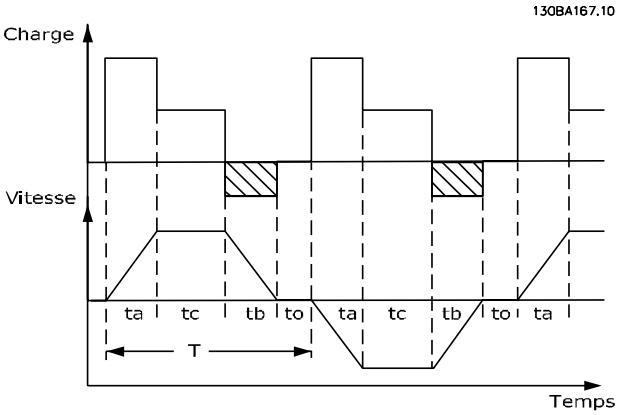


Illustration 2.25 Temps de cycle de freinage dynamique

	Temps de cycle [s]	Cycle d'utilisation du freinage au couple de 100%	Cycle d'utilisation du freinage en surcouple (150/160%)
3x380-480 V			
PK37-P75K	120	Continu	40%
P90K-P160	600	Continu	10%
P200-P800	600	40%	10%

Tableau 2.7 Freinage en surcouple élevé

2

Les résistances de freinage ont un cycle d'utilisation de 5%, 10% et 40%. Si un cycle d'utilisation de 10% est appliqué, les résistances de freinage sont capables d'absorber la puissance de freinage pendant 10% du temps de cycle. Les 90% restants du temps de cycle sont utilisés pour évacuer la chaleur excédentaire.

REMARQUE!

Vérifier que la résistance est conçue pour gérer le temps de freinage requis.

La charge maximum autorisée pour la résistance de freinage est indiquée comme une puissance de pointe à un cycle d'utilisation intermittent donné et peut être calculée comme suit :

$$R_{fr}\,[\Omega] = \frac{U_{cc}^2}{P_{pointe}}$$

où

Ppointe = Pmoteur x M_{fr} [%] x ηmoteur x ηVLT[W]

La résistance de freinage dépend de la tension du circuit intermédiaire (Ucc).
La fonction de freinage est réglée selon quatre aspects du secteur.

Taille	Frein activé	Avertissement avant coupure	Coupure (arrêt verrouillé)
FCD 303 3 x 380-480 V	778 V	810 V	820 V

Tableau 2.8 Valeurs limites de freinage

REMARQUE!

Vérifier que la résistance de freinage peut supporter une tension de 410 V, 820 V, 850 V, 975 V ou 1 130 V, à condition d'utiliser des résistances de freinage.

R_{rec} est la résistance de freinage recommandée par Danfoss, en d'autres termes celle qui garantit que le variateur de fréquence peut freiner au couple de freinage le plus élevé ($M_{fr(\%)}$) de 160%. La formule peut s'écrire :

$$R_{rec}\,[\Omega] = \frac{U_{cc}^2 \times 100}{P_{moteur} \times M_{fr\,(\%)} \times \eta_{VLT} \times \eta_{moteur}}$$

La valeur typique de η_{moteur} est de 0,90.
La valeur typique de η_{VLT} est de 0,98.

Pour les variateurs de fréquence de 200 V et 480 V, Rrec au couple de freinage de 160% s'écrit :

$$200\,V\ :\ R_{rec} = \frac{107780}{P_{moteur}}\,[\Omega]$$

$$480\,V\ :\ R_{rec} = \frac{375300}{P_{moteur}}\,[\Omega]\ 1)$$

$$480\,V\ :\ R_{rec} = \frac{428914}{P_{moteur}}\,[\Omega]\ 2)$$

1) Pour les variateurs de fréquence ≤ 7,5 kW à la sortie d'arbre

2) Pour les variateurs de fréquence de 11-75 kW à la sortie d'arbre

REMARQUE!

La résistance du circuit de freinage choisie ne doit pas être supérieure à celle recommandée par Danfoss. En sélectionnant une résistance de valeur ohmique supérieure, il est possible que l'on n'obtienne pas un couple de freinage de 160% puisque le variateur de fréquence risque de disjoncter par mesure de sécurité.

REMARQUE!

En cas d'apparition d'un court-circuit dans le transistor de freinage, l'on n'empêche la dissipation de puissance dans la résistance qu'en utilisant un interrupteur de secteur ou un contacteur afin de déconnecter le variateur du secteur. (Le contacteur peut être commandé par le variateur de fréquence.)

REMARQUE!

Ne pas toucher la résistance de freinage car celle-ci peut devenir très chaude pendant ou après le freinage. La résistance de freinage doit être située dans un environnement sûr pour éviter tout risque d'incendie.

Les variateurs de fréquence de taille D-F contiennent plusieurs hacheurs de freinage. Par conséquent, utiliser une résistance de freinage par hacheur de freinage pour ces tailles de châssis.

2.7.4 Contrôle avec la fonction de freinage

Le frein est protégé contre les courts-circuits de la résistance de freinage. D'autre part, le transistor de freinage est contrôlé de manière à s'assurer de la détection du court-circuit du transistor. L'on peut utiliser une sortie relais/digitale pour protéger la résistance de freinage contre la surcharge en relation avec une panne du variateur de fréquence.
La fonction freinage permet également d'afficher la puissance instantanée et la puissance moyenne des 120 dernières secondes et de surveiller que la puissance dégagée ne dépasse pas une limite fixée par l'intermédiaire du par. *2-12 P. kW Frein Res.*. Au par. *2-13 Frein Res Therm*, sélectionner la fonction à exécuter lorsque la puissance transmise à la résistance de freinage dépasse la limite définie au par. *2-12 P. kW Frein Res.*.

REMARQUE!

La surveillance de la puissance de freinage n'est pas une fonction de sécurité, cette dernière nécessitant un interrupteur thermique. La résistance de freinage n'est pas protégée contre les fuites à la terre.

Contrôle Surtension (OVC) (à l'exclusion de la résistance de freinage) peut être sélectionné comme fonction de freinage de remplacement au par. *2-17 Contrôle Surtension*. Cette fonction est active pour toutes les unités et permet d'éviter un arrêt si la tension du circuit intermédiaire augmente. Elle génère une augmentation de la fréquence de sortie pour limiter la tension du circuit intermédiaire. Cette fonction est utile du fait qu'elle évite l'arrêt inutile du variateur de fréquence, au cas où, par exemple, le temps de rampe de décélération est trop court. La durée de descente de rampe est alors rallongée.

OVC ne peut être activé lors du fonctionnement d'un moteur PM (si *1-10 Construction moteur* est réglé sur *[1]PM, SPM non saillant)*.

3 Intégration du système

3

3.1 Introduction

3.1.1 Installation

Le FCD 302 se compose de deux parties : le boîtier d'installation et la partie électronique.

Montage en tant qu'appareil autonome

- Les trous à l'arrière du boîtier d'installation servent à fixer les supports de fixation.
- Veiller à ce que l'emplacement d'installation soit suffisamment résistant pour supporter le poids de l'unité.
- Vérifier que des vis ou des boulons de montage adaptés sont utilisés.

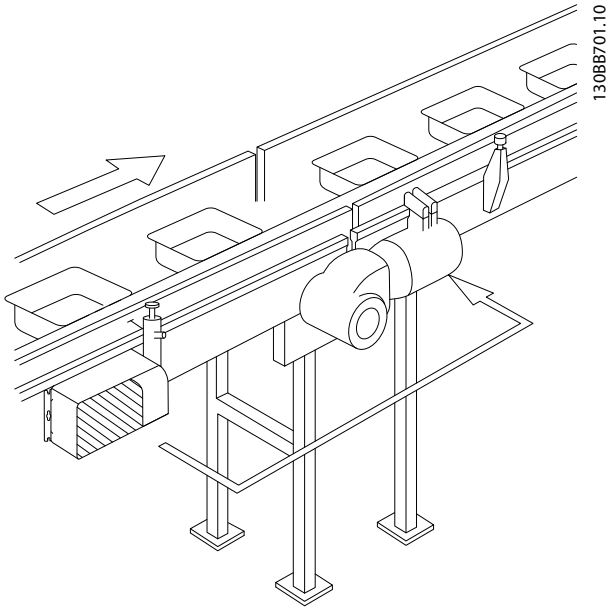


Illustration 3.1 FCD 302 monté en tant qu'appareil autonome avec supports de fixation

Positions de montage autorisées

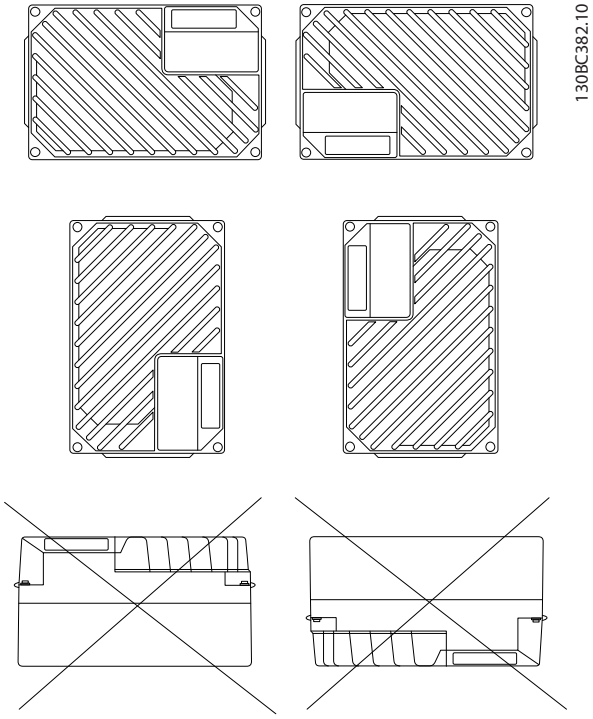


Illustration 3.2 Positions de montage autorisées – applications standard

3.1.1.1 Installation hygiénique

Le FCD 302 est conçu conformément aux directives EHEDG et peut donc être installé dans des environnements où la simplicité du nettoyage est primordiale.

Monter le FCD 302 verticalement sur un mur ou sur le châssis d'une machine afin que les liquides puissent s'écouler de la protection. Orienter l'unité de sorte que les presse-étoupes soient à la base.

Utiliser des presse-étoupes conçus pour répondre aux exigences relatives à une application hygiénique, par exemple Rittal HD 2410.110/120/130. Les presse-étoupes à utilisation hygiénique garantissent une simplicité de nettoyage optimale dans l'installation.

REMARQUE!

Seuls les variateurs de fréquence portant la désignation de protection hygiénique, FCD 302 P XXX T4 W69, sont certifiés EHEDG.

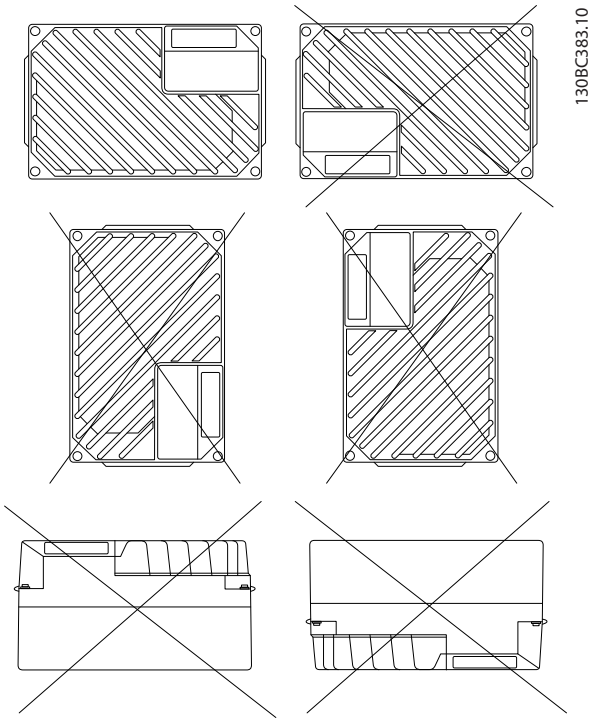


Illustration 3.3 Positions de montage autorisées – Applications hygiéniques

3.2 Entrée : dynamique côté secteur

3.2.1 Connexions

3.2.1.1 Câbles, généralités

REMARQUE!

Câbles, généralités

L'ensemble du câblage doit être conforme aux réglementations nationales et locales en matière de sections de câble et de température ambiante. Des conducteurs (75 °C) en cuivre sont recommandés.

3.2.1.2 Raccordement au secteur et mise à la terre

Pour obtenir des instructions pour l'installation et l'emplacement des bornes, se reporter au *Manuel d'utilisation du FCD 302, MG04F*.

Raccordement au secteur

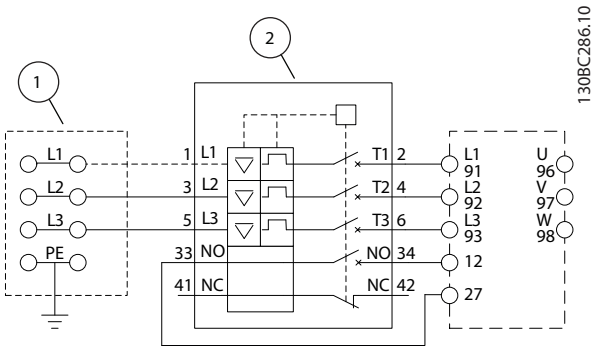


Illustration 3.4 Grande unité uniquement : disjoncteur et sectionneur secteur

1	Bornes de boucle
2	Disjoncteur

Tableau 3.1 Légende

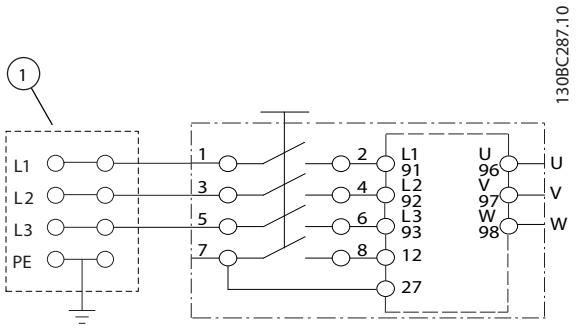


Illustration 3.5 Grande unité uniquement : interrupteur secteur sur le côté secteur avec bornes de boucle

1	Bornes de boucle

Tableau 3.2 Légende

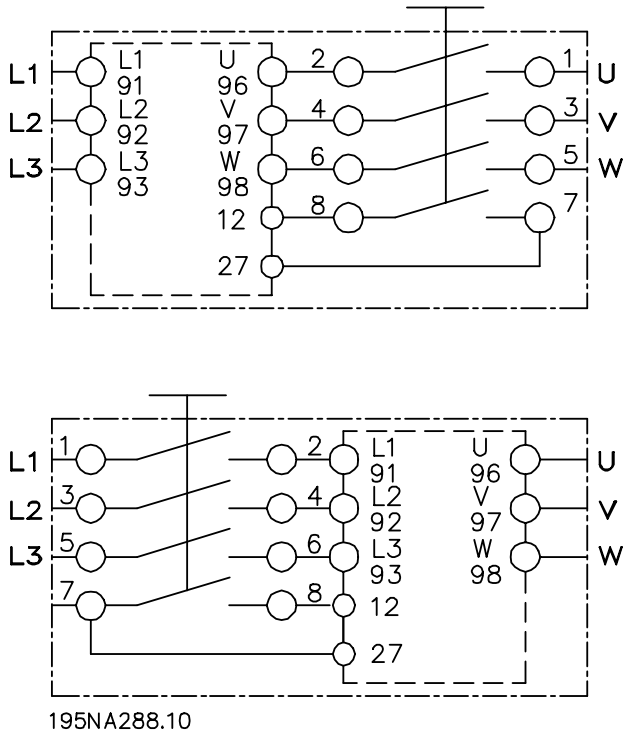


Illustration 3.6 Branchement moteur et alimentation à l'aide d'un interrupteur secteur

Sur les unités petites ou grandes, l'interrupteur secteur est en option. L'interrupteur est indiqué monté du côté du moteur. Il peut également être situé du côté secteur ou omis.

Sur les grandes unités, le disjoncteur est en option. Les grandes unités peuvent être configurées avec un interrupteur secteur ou un disjoncteur, mais jamais les deux. L'*Illustration 3.6* n'est pas applicable en pratique, mais elle permet simplement d'indiquer les positions respectives des composants.

Généralement, les câbles de puissance pour le secteur sont des câbles non blindés.

3.2.1.3 Raccordement de relais

Pour définir le relais de sortie, voir le groupe de paramètre 5-4* Relais.

No.	01-02	Établissement (normalement ouvert)
	01-03	Interruption (normalement fermé)
	04-05	Établissement (normalement ouvert)
	04-06	Interruption (normalement fermé)

Tableau 3.3 Réglages des relais

Pour prendre connaissance de l'emplacement des bornes de relais, se reporter au *Manuel d'utilisation du FCD 302, MG04F*.

3.2.2 Fusibles et disjoncteurs

3.2.2.1 Fusibles

Il est recommandé d'utiliser des fusibles et/ou des disjoncteurs du côté de l'alimentation comme protection en cas de panne d'un composant interne au variateur de fréquence (première panne).

REMARQUE!

Ceci est obligatoire pour assurer la conformité à la norme CEI 60364 pour la conformité CE et au NEC 2009 pour la conformité UL.

⚠AVERTISSEMENT

Le personnel et les biens doivent être protégés contre les conséquences éventuelles d'une panne de composant interne au variateur de fréquence.

Protection du circuit de dérivation

Afin de protéger l'installation contre les risques électriques et d'incendie, tous les circuits de dérivation d'une installation, d'un appareillage de connexion, de machines, etc. doivent être protégés contre les courts-circuits et les surcourants, conformément aux règlements nationaux et internationaux.

REMARQUE!

Pour UL, les recommandations données ne traitent pas la protection du circuit de dérivation.

Protection contre les courts-circuits

Danfoss recommande d'utiliser les fusibles/disjoncteurs mentionnés ci-dessous afin de protéger le personnel d'entretien et l'équipement en cas de panne d'un composant interne au variateur de fréquence.

3.2.2.2 Recommandations

⚠AVERTISSEMENT

Le non-respect des recommandations peut entraîner des risques pour le personnel et endommager le variateur de fréquence et d'autres équipements en cas de dysfonctionnement.

Les sections suivantes répertorient le courant nominal recommandé. Danfoss recommande le type de fusible gG et les disjoncteurs Danfoss CB (Danfoss - CTI-25). Il est possible d'utiliser d'autres types de disjoncteur à condition que leur énergie dans le variateur de fréquence se limite à un seuil inférieur ou équivalent à celui des disjoncteurs de type Danfoss CB.

Observer les recommandations des fusibles et des disjoncteurs pour éviter des dommages externes au variateur de fréquence.

Voir la note applicative *Fusibles et disjoncteurs MN90T* pour plus d'informations.

3.2.2.3 Conformité CE

Les fusibles et les disjoncteurs doivent obligatoirement être conformes à la norme CEI 60364.
Danfoss recommande les tailles de fusible jusqu'à gG-25.
La taille convient sur un circuit capable de délivrer 100 000 Arms (symétriques), 480 V. Avec des fusibles adaptés, le courant nominal de court-circuit du variateur de fréquence (SCCR) s'élève à 100 000 Arms.

3.2.2.4 Conformité UL

Les fusibles et les disjoncteurs doivent obligatoirement être conformes au NEC 2009. Pour satisfaire aux exigences UL/cUL, utiliser les fusibles d'entrée de *Tableau 6.3* et conformes aux conditions répertoriées dans *6.2 Données électriques et tailles de câble*.

3.3 Sortie : dynamique côté moteur

3.3.1 Raccordement du moteur

REMARQUE!

Pour se conformer aux prescriptions d'émissions CEM, l'utilisation de câbles blindés/armés est recommandée.

Voir *6.3 Spécifications générales* pour le dimensionnement correct des sections et longueurs des câbles du moteur.

Blindage des câbles
Éviter les extrémités blindées torsadées (queues de cochon) car elles détériorent l'effet de blindage aux fréquences élevées. Si le montage d'un disjoncteur ou d'un contacteur moteur impose une interruption du blindage, continuer le blindage en adoptant une impédance HF aussi faible que possible.
Relier le blindage du câble moteur à la plaque de connexion à la terre du variateur de fréquence et au boîtier métallique du moteur.
Réaliser les connexions du blindage avec la plus grande surface possible (étrier de serrage). Ceci est fait en utilisant les dispositifs d'installation fournis dans le variateur de fréquence.
Si le montage d'un isolateur de moteur ou d'un relais moteur impose une découpe du blindage, le blindage doit être continué avec la plus faible impédance HF possible.

Longueur et section des câbles
Le variateur de fréquence a été testé avec un câble d'une longueur et d'une section données. En augmentant la section du câble, la capacitance, et donc le courant de fuite, peut augmenter d'où la nécessité de réduire la longueur du câble en conséquence. Garder le câble moteur aussi court que possible pour réduire le niveau sonore et les courants de fuite.

Le variateur de fréquence permet d'utiliser tous les types de moteurs asynchrones triphasés standard. Les moteurs de petite taille sont généralement montés en étoile (230/400 V, Y). Les moteurs de grande taille sont normalement montés en triangle (400/690 V, Δ). Se référer à la plaque signalétique du moteur pour le mode de raccordement et la tension corrects.

Pour l'installation des câbles secteur et du moteur, se reporter au *Manuel d'utilisation du FCD 302,MG04F*.

Borne n°	96	97	98	99	
	U	V	W	PE[1)]	Tension moteur 0 à 100% de la tension secteur 3 fils hors du moteur
	U1	V1	W1	PE[1)]	Raccordement en triangle
	W2	U2	V2		6 fils hors du moteur
	U1	V1	W1	PE[1)]	Raccordement en étoile U2, V2, W2 U2, V2 et W2 à interconnecter séparément.

Tableau 3.4 Bornes de raccordement du moteur

[1)]Mise à la terre protégée

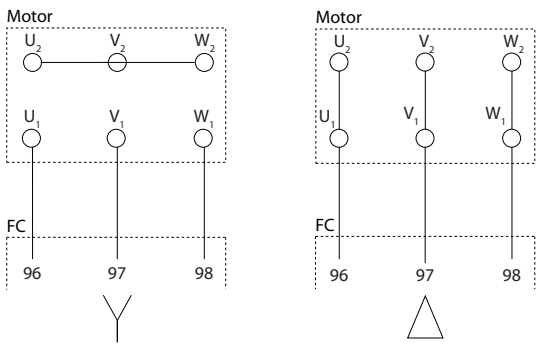


Illustration 3.7 Mise à la terre étoile - triangle

REMARQUE!

Sur les moteurs sans papier d'isolation de phase ou autre renforcement d'isolation convenant à un fonctionnement avec alimentation de tension (par exemple un variateur de fréquence), placer un filtre sinus à la sortie du variateur de fréquence.

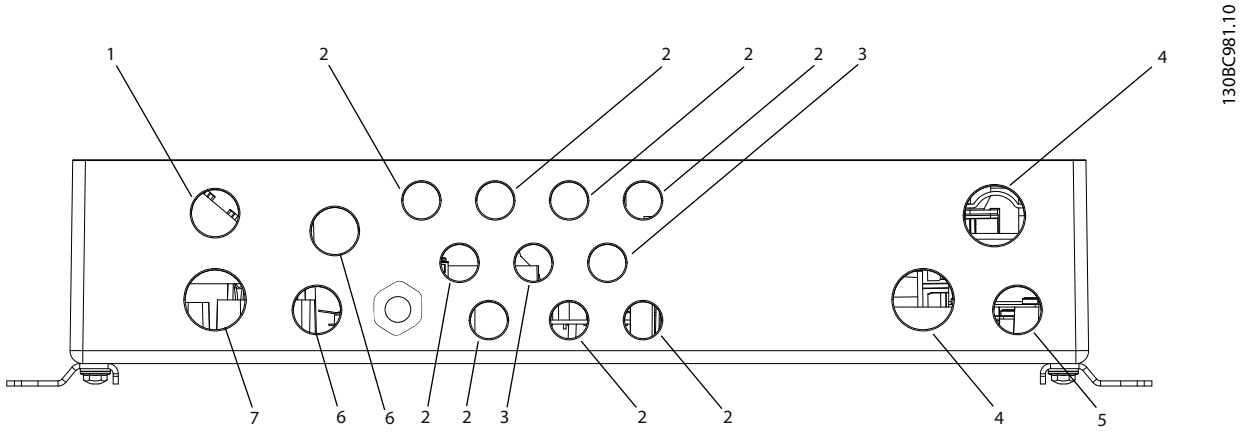


Illustration 3.8 Orifices d'entrée de câble - Grande unité

1	Frein M20
2	8xM16
3	2xM20
4	Câbles secteur M25
5	M20
6	24 V M20
7	Moteur M25

Tableau 3.5 Légende

3.3.2 Sectionneurs secteur

Le variateur de fréquence est disponible avec en option :

- un interrupteur de fonctionnement sur le côté secteur ou moteur ;
- un disjoncteur intégré sur le côté secteur (grande unité uniquement).

Spécifier le besoin lors de la commande.

Illustration 3.9 et *Illustration 3.10* présentent des exemples de configuration de grande unité.

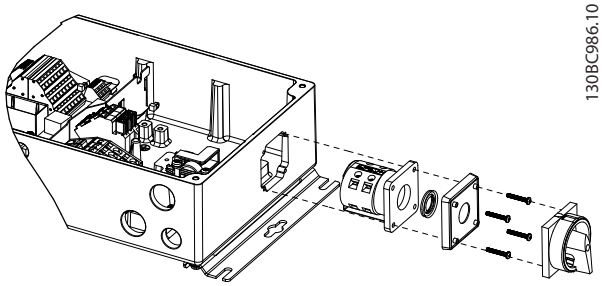


Illustration 3.9 Emplacement de l'interrupteur de fonctionnement, côté secteur, grande unité (IP66/Type 4X intérieur)

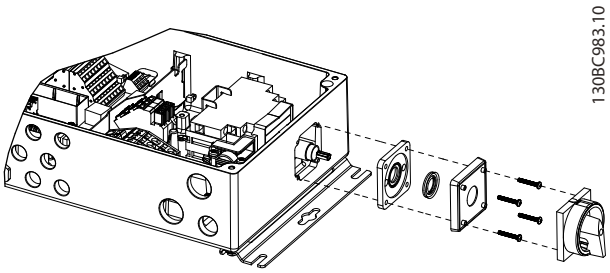


Illustration 3.10 Emplacement du disjoncteur, côté secteur, grande unité

3.3.3 Informations moteur supplémentaires

3.3.3.1 Câble moteur

Le moteur doit être raccordé aux bornes U/T1/96, V/T2/97, W/T3/98. La terre doit être raccordée à la borne 99. Le variateur de fréquence permet d'utiliser tous les types de moteurs asynchrones triphasés standard. Le réglage d'usine correspond à une rotation dans le sens horaire quand la sortie du variateur de fréquence est raccordée comme dans *Tableau 3.6* :

N° de borne	Fonction
96, 97, 98, 99	Secteur U/T1, V/T2, W/T3 Mise à la terre

Tableau 3.6 Raccordement du moteur - réglage d'usine

- Borne U/T1/96 reliée à la phase U
- Borne V/T2/97 reliée à la phase V
- Borne W/T3/98 reliée à la phase W

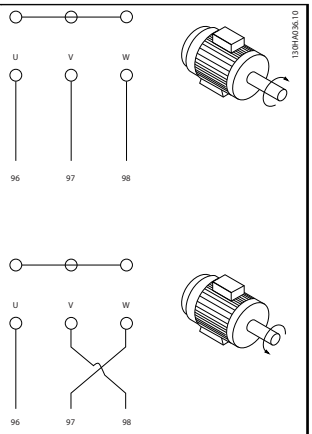


Tableau 3.7 Raccordement du moteur - sens de rotation

Le sens de rotation peut être modifié en inversant deux phases côté moteur ou en changeant le réglage du 4-10 Direction vit. moteur.

Le contrôle de la rotation du moteur peut être effectué à l'aide du *1-28 Ctrl rotation moteur* et en suivant les étapes indiquées sur l'affichage.

3.3.3.2 Protection thermique du moteur

Le relais thermique électronique du variateur de fréquence a reçu une certification UL pour la protection d'un moteur unique, lorsque le *1-90 Protect. thermique mot.* est positionné sur *ETR Alarme* et le *1-24 Courant moteur* est positionné sur le courant nominal du moteur (voir plaque signalétique du moteur).

3.3.3.3 Raccordement en parallèle des moteurs

Le variateur de fréquence peut commander plusieurs moteurs montés en parallèle. Il convient de noter les points suivants en cas d'utilisation d'un raccordement en parallèle des moteurs :

- Il est recommandé de faire fonctionner des applications avec moteurs parallèles en mode U/F au par. *1-01 Principe Contrôle Moteur* [0]. Régler le rapport U/f aux par. *1-55 Caract. V/f - U* et *1-56 Caract. V/f - f*.
- Le mode VCC+ peut être utilisé dans certaines applications.
- La valeur du courant total consommé par les moteurs ne doit pas dépasser la valeur du courant de sortie nominal I_{INV} du variateur de fréquence.
- Si les tailles de moteur sont largement différentes en matière de résistance d'enroulement, des problèmes de démarrage peuvent survenir en raison d'une tension du moteur trop basse à vitesse faible.
- Le relais thermique électronique (ETR) du variateur de fréquence n'est pas utilisable en tant que protection de chaque moteur. Une protection additionnelle du moteur doit être prévue, p. ex. des thermistances dans chaque moteur ou dans les relais thermiques individuels. (Les disjoncteurs ne représentent pas une protection appropriée.)

REMARQUE!

Les installations avec câbles connectés en un point commun comme indiqué dans le premier exemple de l'illustration sont uniquement recommandées pour des longueurs de câble courtes.

REMARQUE!

Quand les moteurs sont connectés en parallèle, le *1-02 Source codeur arbre moteur* ne peut pas être utilisé et le *1-01 Principe Contrôle Moteur* doit être positionné sur *Caractéristiques spéciales du moteur (U/f)*.

La longueur totale de câble du moteur spécifiée au paragraphe *6 Spécifications* est valable tant que les câbles parallèles restent courts (moins de 10 m chacun).

3

3.3.3.4 Isolation du moteur

Pour les longueurs de câble du moteur ≤ à la longueur maximum indiquée au paragraphe *6.3 Spécifications générales*, les valeurs nominales d'isolation du moteur suivantes sont recommandées en raison des pics de tension qui peuvent s'élever au double de la tension du circuit intermédiaire, 2,8 fois la tension secteur, suite aux effets de ligne de transmission dans le câble du moteur. Si un moteur présente une valeur d'isolation nominale inférieure, il est conseillé d'utiliser un filtre du/dt ou sinus.

Tension secteur nominale	Isolation du moteur
U_N≤420 V	ULL standard = 1 300 V
420 V < U_N ≤ 500 V	ULL renforcée = 1 600 V

Tableau 3.8 Tension secteur et isolation du moteur

3.3.3.5 Courants des paliers de moteur

Tous les moteurs installés avec des FC 302 de 90 kW minimum doivent présenter des paliers isolés avec des têtes non motrices afin d'éliminer les courants de paliers à circulation. Pour minimiser les courants d'entraînement des paliers et des arbres, une mise à la terre correcte du variateur, du moteur, de la machine entraînée et du moteur de la machine entraînée est requise.

Stratégies d'atténuation standard

1. Utiliser un palier isolé
2. Appliquer des procédures d'installation rigoureuses
   - Veiller à ce que le moteur et la charge moteur soient alignés
   - Respecter strictement la réglementation CEM
   - Renforcer le PE de façon à ce que l'impédance haute fréquence soit inférieure dans le PE aux fils d'alimentation d'entrée
   - Permettre une bonne connexion haute fréquence entre le moteur et le variateur de fréquence par exemple avec un câble armé muni d'un raccord à 360° dans le moteur et le variateur de fréquence.
   - Veiller à ce que l'impédance entre le variateur de fréquence et la mise à la terre soit inférieure à l'impédance de la mise à la terre de la machine. Cela peut s'avérer difficile pour les pompes
   - Procéder à une mise à la terre directe entre le moteur et la charge moteur
3. Abaisser la fréquence de commutation de l'IGBT.
4. Modifier la forme de l'onde de l'onduleur, 60° AVM au lieu de SFAVM.
5. Installer un système de mise à la terre de l'arbre ou utiliser un raccord isolant
6. Appliquer un lubrifiant conducteur
7. Utiliser si possible des réglages minimum de la vitesse
8. Veiller à ce que la tension de la ligne soit équilibrée jusqu'à la terre. Cela peut s'avérer difficile pour les réseaux IT, TT, TN-CS ou les systèmes de colonne mis à la terre
9. Utiliser un filtre dU/dt ou sinus

3.3.4 Conditions de fonctionnement extrêmes

Court-circuit (phase moteur – phase)
Une mesure de courant effectuée sur chacune des trois phases moteur ou sur le circuit intermédiaire protège le variateur de fréquence contre les courts-circuits. Un court-circuit entre deux phases de sortie se traduit par un surcourant dans l'onduleur. L'onduleur est désactivé séparément si le courant de court-circuit dépasse la valeur limite (alarme 16 Arrêt verrouillé).
Pour la protection du variateur de fréquence contre les courts-circuits au niveau de la répartition de la charge et des sorties de freinage, se reporter aux directives du Manuel de configuration.

Commutation sur la sortie
Les commutations sur la sortie entre le moteur et le variateur de fréquence sont possibles sans limitation. Il est absolument impossible d'endommager le variateur de fréquence au cours de cette opération. Des messages d'erreur peuvent cependant apparaître.

Surtension générée par le moteur
La tension du circuit intermédiaire augmente lorsque le moteur agit comme un alternateur, dans les cas suivants :

1. La charge entraîne le moteur (à fréquence de sortie constante générée par le variateur de fréquence) : l'énergie est fournie par la charge.
2. Lors de la décélération (rampe descendante), si le moment d'inertie est élevé, le frottement est faible et le temps de rampe de décélération est trop court pour que l'énergie se dissipe sous forme de perte du variateur de fréquence, du moteur et de l'installation.
3. Un réglage incorrect de la compensation du glissement peut entraîner une tension plus élevée du circuit intermédiaire.
4. Force contre-électromotrice FCEM issue du fonctionnement du moteur PM. Si le moteur PM est en roue libre à un régime élevé, la FCEM peut

éventuellement dépasser la tolérance de tension maximum du variateur de fréquence et provoquer des dommages. Le variateur de fréquence est conçu pour éviter la génération de force contre-électromotrice : la valeur du par. *4-19 Frq.sort.lim.hte* est automatiquement limitée sur la base d'un calcul interne reposant sur la valeur des par. *1-40 FCEM à 1000 tr/min.*, *1-25 Vit.nom.moteur* et *1-39 Pôles moteur*.
Si le moteur peut dépasser la vitesse limite (en raison d'effets de moulinet excessifs, par ex.), il est alors recommandé d'installer une résistance de freinage.

REMARQUE!

Le variateur de fréquence doit être équipé d'un hacheur de freinage.

L'unité de commande peut tenter de corriger la rampe dans la mesure du possible (*2-17 Contrôle Surtension*). L'onduleur s'arrête afin de protéger les transistors et les condensateurs du circuit intermédiaire quand un certain niveau de tension est atteint.
Voir les par. *2-10 Fonction Frein et Surtension* et *2-17 Contrôle Surtension* afin de sélectionner la méthode utilisée pour contrôler le niveau de tension du circuit intermédiaire.

REMARQUE!

L'OVC ne peut pas être activé lorsqu'un moteur PM fonctionne, c'est-à-dire si le par. *1-10 Construction moteur* est réglé sur *[1] PM, SPM non saillant*.

Chute tension secteur
Lors d'une chute de tension du secteur, le variateur de fréquence continue de fonctionner jusqu'à ce que la tension présente sur le circuit intermédiaire chute en dessous du seuil d'arrêt minimal. Ce seuil est généralement inférieur de 15% à la tension nominale d'alimentation la plus basse du variateur de fréquence. La tension secteur présente avant la chute et la charge du moteur déterminent le temps qui s'écoule avant l'arrêt en roue libre de l'onduleur.

Surcharge statique en mode VVCplus
Quand le variateur de fréquence est en surcharge, les régulateurs réduisent la fréquence de sortie dans le but de réduire la charge. La surcharge est définie lorsqu'elle atteint la limite de couple réglée au par. *4-16 Mode moteur limite couple/4-17 Mode générateur limite couple*.
Pour une surcharge extrême, un courant agit pour s'assurer que le variateur de fréquence s'arrête au bout de 5 à 10 s environ.

Le fonctionnement dans la limite du couple est restreint dans le temps (0 à 60 s) défini au *14-25 Délais Al./C.limit ?*.

3.3.4.1 Protection thermique du moteur

Pour protéger l'application contre des dommages sérieux, le variateur de fréquence dispose de plusieurs caractéristiques dédiées.

Limite couple
Grâce à la caractéristique de limite de couple, le moteur est protégé de toute surcharge indépendamment de la vitesse. Sélectionner les réglages de limite de couple au par. *4-16 Mode moteur limite couple* et/ou *4-17 Mode générateur limite couple*. Régler le temps de déclenchement de l'avertissement de limite de couple au par. *14-25 Délais Al./C.limit ?*.

Limite courant
Régler la limite de courant au par. *4-18 Limite courant*. Régler le temps avant que l'avertissement de limite de couple ne se déclenche au par. *14-24 Délais Al./Limit.C*.

Vitesse limite min.
(*4-11 Vit. mot., limite infér. [tr/min]* ou *4-12 Vitesse moteur limite basse [Hz]*) limite la gamme de vitesse d'exploitation entre 30 et 50/60 Hz, par exemple. Vitesse limite max. : (*4-13 Vit.mot., limite supér. [tr/min]* ou *4-19 Frq.sort.lim.hte*) limite la fréquence de sortie max. à celle qu'est capable de fournir le variateur.

ETR (relais thermique électronique)
La fonction ETR mesure le courant, la vitesse et la durée en cours afin de calculer la température du moteur et le protéger de toute surchauffe (avertissement ou déclenchement). Une entrée de thermistance externe est également disponible. ETR est une caractéristique électronique qui simule un relais bimétallique en s'appuyant sur des mesures internes. La courbe caractéristique est indiquée dans *Illustration 3.11* :

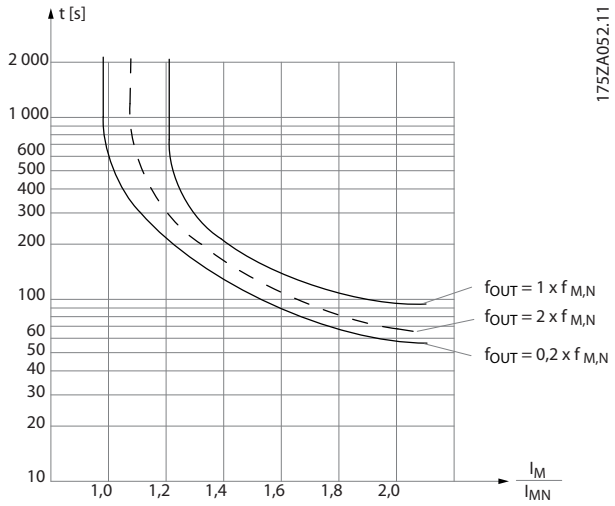


Illustration 3.11 Fonctions ETR

Illustration 3.11: l'axe des abscisses indique le rapport entre I_{moteur} et I^{moteur} nominale. L'axe des ordonnées représente le temps en secondes avant que l'ETR ne se déclenche et fasse disjoncter le variateur. Ces courbes montrent la

3

vitesse nominale caractéristique à deux fois la vitesse nominale et à 0,2 fois la vitesse nominale.
À vitesse plus faible, l'ETR se déclenche à une chaleur inférieure en raison du refroidissement moindre du moteur. De cette façon, le moteur est protégé contre les surchauffes même à une vitesse faible. La caractéristique ETR calcule la température du moteur en fonction du courant et de la vitesse réels. La température calculée est visible en tant que paramètre d'affichage au *16-18 Thermique moteur* du variateur de fréquence.

3.4 Choix de variateur/d'options

3.4.1 Câbles de commande et bornes

3.4.1.1 Passage des câbles de commande

L'alimentation externe 24 V CC peut être utilisée comme alimentation basse tension de la carte de commande et d'éventuelles cartes d'options installées. Cela permet à une unité LCP (y compris réglages des paramètres) de fonctionner pleinement sans raccordement au secteur.

REMARQUE!

Un avertissement de basse tension sera émis lors de la connexion de l'alimentation 24 V CC ; cependant, aucune mise en arrêt ne se produira.

⚠AVERTISSEMENT

Utiliser une alimentation 24 V CC de type PELV pour assurer une isolation galvanique correcte (type PELV) sur les bornes de commande du variateur de fréquence.

3.4.1.2 Commutateurs DIP

- Les bornes d'entrées analogiques 53 et 54 permettent de choisir des signaux d'entrée de tension (0-10 V) ou de courant (0-20 mA).
- Régler les commutateurs S201 (borne 53) et S202 (borne 54) pour sélectionner le type de signal. ON correspond à courant et OFF à tension.
- La borne 53 est réglée par défaut sur une référence de vitesse en boucle ouverte.
- La borne 54 est réglée par défaut sur un signal de retour en boucle fermée.

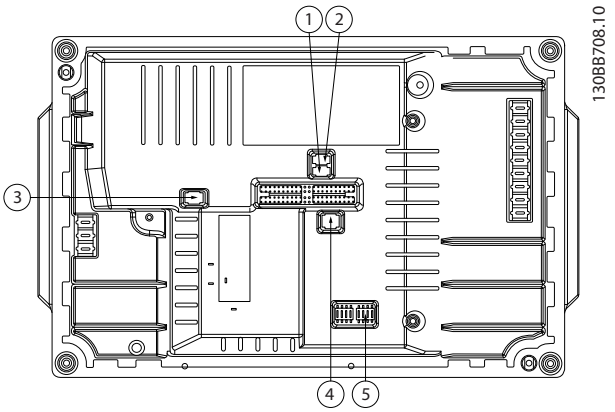


Illustration 3.12 Emplacement des commutateurs DIP

1	S201 - borne 53
2	S202 - borne 54
3	S801 - terminaison du bus standard
4	Terminaison Profibus
5	Adresse bus de terrain

Tableau 3.9 Légende

REMARQUE!

Les commutateurs 4 et 5 sont valables pour les unités équipées des options bus.

3.4.1.3 Exemple de câblage de base

Connecter les bornes 27 et 37 aux bornes 12 et 13, +24 V, comme représenté dans *Illustration 3.13*.

Réglages par défaut :
27 = Lâchage *5-10 E.digit.born.18* [2]
37 = Arrêt sûr du couple inversé

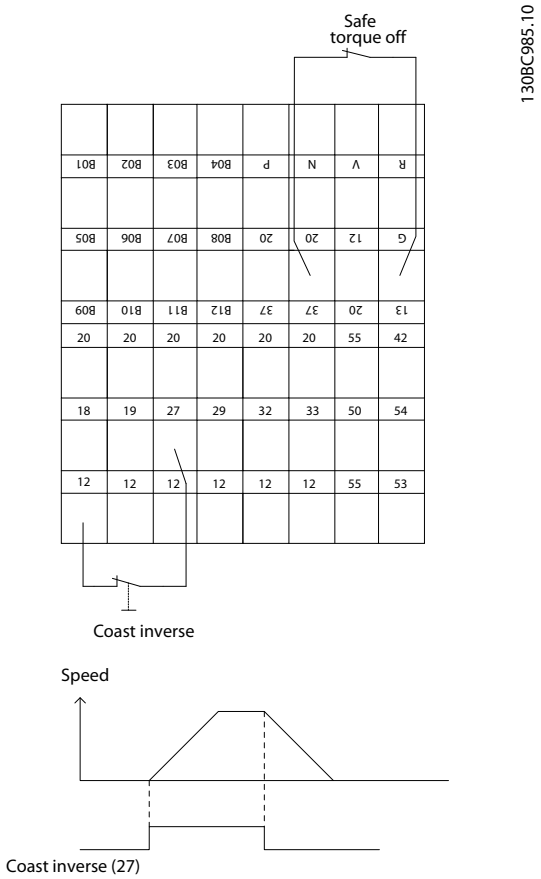


Illustration 3.13 Exemple de câblage de base

3

3.4.1.4 Installation électrique, câbles de commande

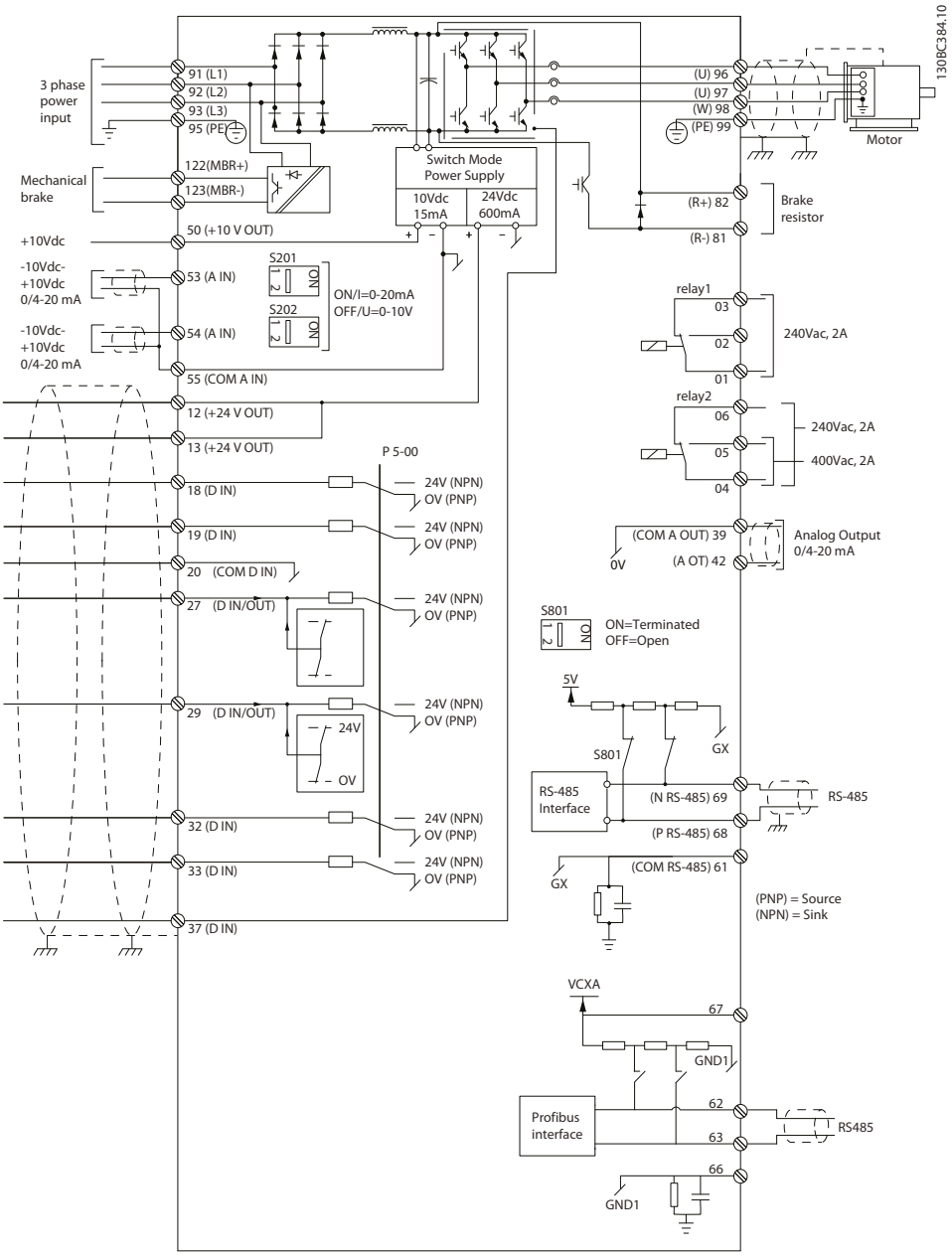


Illustration 3.14 Bornes électriques sans options

A = analogique, D = digitale
La borne 37 est utilisée pour l'arrêt de sécurité.
Le relais 2 n'a pas de fonction lorsque le variateur de fréquence présente une sortie de frein mécanique.

Les câbles de commande très longs et les signaux analogiques peuvent, dans de rares cas, provoquer des boucles de mise à la terre de 50/60 Hz, en raison du bruit provenant des câbles de l'alimentation secteur. Dans ce cas, il peut être nécessaire de rompre le blindage ou d'insérer un condensateur de 100 nF entre le blindage et le châssis. Connecter les entrées et sorties digitales et analogiques séparément aux entrées communes (borne 20, 55, 39) afin d'éviter que les courants de terre des deux groupes n'affectent d'autres groupes. Par exemple, la commutation sur l'entrée digitale peut troubler le signal d'entrée analogique.

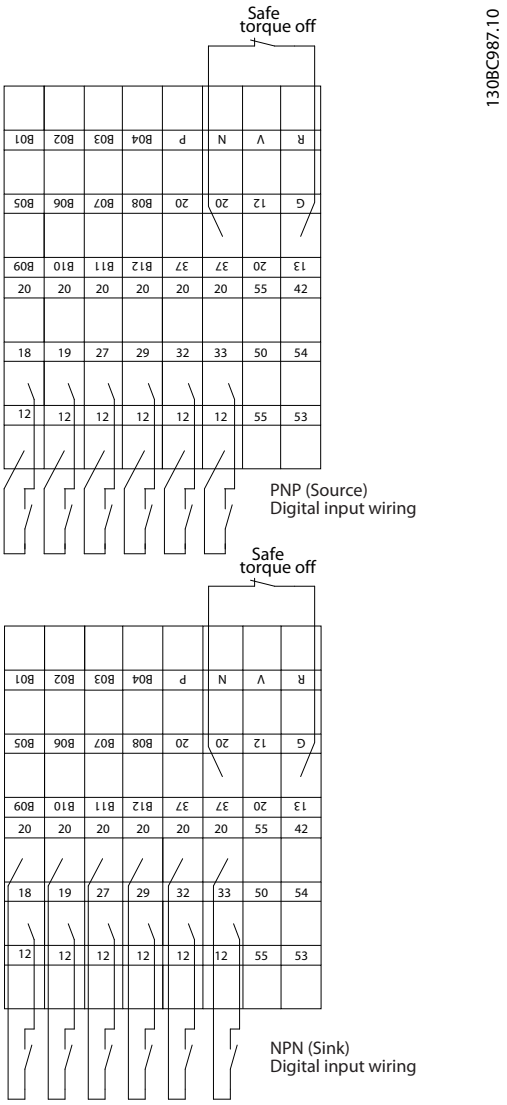


Illustration 3.15 Polarité d'entrée des bornes de commande

REMARQUE!

Pour se conformer aux prescriptions d'émissions CEM, l'utilisation de câbles blindés/armés est recommandée. En cas d'utilisation d'un câble non blindé/non armé. Pour plus d'informations, voir *2.2.2 Résultats des essais CEM*.

3.4.1.5 Sortie relais

La sortie relais avec les bornes 01, 02, 03 et 04, 05, 06 a une capacité de 240 V CA max., 2 A. Un minimum de 24 V CC, 10 mA ou 24 V CA, 100 mA peut être utilisé pour indiquer les états et les avertissements. Les deux relais sont présents physiquement sur la carte d'installation. Ils sont programmables via le groupe de paramètres 5-4*. Les relais sont de forme C, ce qui signifie qu'ils ont chacun un contact normalement ouvert et un contact normalement fermé sur un interrupteur unidirectionnel. Les contacts de chaque relais sont prévus pour une charge maximale de 240 V CA à 2 A.

Relais 1

- Borne 01 : commune
- Borne 02 : normalement ouvert 240 V CA
- Borne 03 : normalement fermé 240 V CA

Relais 2

- Borne 04 : commune
- Borne 05 : normalement ouvert 240 V CA
- Borne 06 : normalement fermé 240 V CA

Les relais 1 et 2 sont programmés aux par. *5-40 Fonction relais*, *5-41 Relais, retard ON* et *5-42 Relais, retard OFF*.

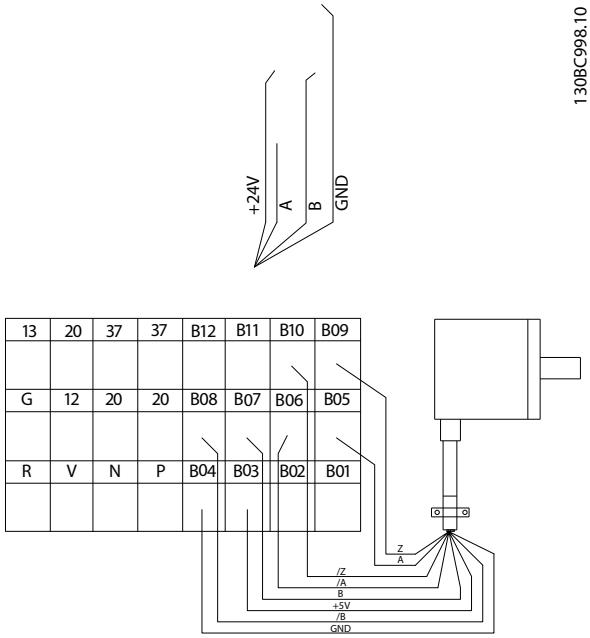


Illustration 3.16 Raccordement de relais

3.4.2 Résistances de freinage

Dans certaines applications, l'interruption de l'énergie cinétique est nécessaire. Dans ce variateur de fréquence, l'énergie n'est pas restituée au réseau. A la place, l'énergie

cinétique doit être transformée en chaleur par le freinage à l'aide d'une résistance.

Dans les applications où le moteur est utilisé comme un frein, l'énergie est générée dans le moteur et renvoyée vers le variateur de fréquence. La tension du circuit CC du variateur augmente lorsque l'énergie ne peut pas être transportée à nouveau vers le moteur. Dans les applications avec freinage fréquent ou charges à inertie élevée, cette augmentation peut entraîner une alarme de surtension du variateur puis un arrêt. Les résistances de freinage sont utilisées pour dissiper l'énergie excédentaire liée au freinage régénératif. La résistance est sélectionnée en fonction de sa valeur ohmique, de son taux de dissipation de puissance et de sa taille physique. Danfoss Les résistances de freinage sont disponibles en plusieurs versions, pour une installation interne ou externe au variateur de fréquence. Les numéros de code peuvent être trouvés dans le paragraphe *5.2.1 Numéros de code : Accessoires*.

3.4.2.1 Résistances de freinage 10%

Pour les variateurs de fréquence équipés de l'option de freinage dynamique, un IGBT de freinage, avec les bornes 81 (R-) et 82 (R+), est inclus dans chaque module d'onduleur pour la connexion de résistance(s) de freinage. Pour utiliser une résistance de freinage interne :

Résistance de freinage 1 750 Ω 10 W/100%	Pour un montage à l'intérieur du boîtier d'installation sous les bornes du moteur
Résistance de freinage 350 Ω 10 W/100%	Pour un montage à l'intérieur du boîtier d'installation sous les bornes du moteur

Tableau 3.10 Résistances de freinage 10%

3.4.2.2 Résistance de freinage 40 %

L'installation externe de la résistance de freinage présente les avantages de choisir la résistance en fonction des besoins de l'application, de dissiper l'énergie hors du panneau de commande et de protéger le variateur de fréquence contre les surchauffes si la résistance de freinage est en surcharge.

No.	81 (fonction en option)	82 (fonction en option)	Bornes de résistance de freinage
	R-	R+	

Tableau 3.11 Résistances de freinage 40%

- Le câble de raccordement de la résistance de freinage doit être blindé. Relier le blindage au boîtier métallique du variateur de fréquence et à celui de la résistance de freinage à l'aide d'étriers de serrage.
- Dimensionner la section du câble de la résistance de freinage en fonction du couple de freinage.

3.4.3 Exigences particulières

Dans certaines conditions, où l'exploitation du variateur relève du défi, le déclassement doit être pris en compte. Parfois, ce déclassement doit être réalisé manuellement. Dans d'autres conditions, le variateur effectue automatiquement un déclassement si nécessaire. Cette procédure permet de garantir les performances à des étapes critiques, où l'arrêt constituerait une alternative.

3.4.3.1 Déclassement manuel

Le déclassement manuel est à envisager dans les cas suivants :

- Pression atmosphérique : pour une installation à des altitudes supérieures à 1 000 m
- Vitesse du moteur : lors d'une exploitation continue à bas régime dans des applications à couple constant
- Température ambiante : lorsque les températures dépassent 50 °C

Contacter Danfoss pour la Note applicative et prendre connaissance des tableaux et de l'élaboration. Seul le cas d'une exploitation à de basses vitesses du moteur est présenté ici.

3.4.3.2 Déclassement automatique

Le variateur vérifie constamment les niveaux critiques :

- haute température critique sur la carte de commande ou le radiateur ;
- charge moteur élévée ;
- haute tension du circuit intermédiaire ;
- vitesse du moteur faible.

En réponse à un niveau critique, le variateur de fréquence ajuste la fréquence de commutation. Pour des températures internes élevées et critiques, ainsi que pour une vitesse du moteur faible, le variateur peut également forcer le modèle PWM sur SFAVM.

REMARQUE!

Le déclassement automatique est différent lorsque le par. *14-55 Filtre de sortie* est réglé sur *[2] Filtre sinusoïdal fixe*.

3.4.3.3 Déclassement pour fonctionnement à faible vitesse

Lorsqu'un moteur est raccordé à un variateur de fréquence, il est nécessaire de vérifier que le refroidissement du moteur est adapté.
Le niveau de chauffe dépend de la charge sur le moteur ainsi que de la vitesse et de la durée de fonctionnement.

Applications de couple constant (mode CT)
Un problème peut survenir à faible vitesse de rotation dans des applications de couple constant. Dans une application de couple constant, un moteur peut surchauffer à des vitesses faibles en raison du peu d'air de refroidissement venant du ventilateur intégré du moteur. Donc, si le moteur doit fonctionner en continu à une vitesse de rotation inférieure à la moitié de la vitesse nominale, il convient de lui apporter un supplément d'air de refroidissement (ou d'utiliser un moteur conçu pour ce type de fonctionnement). Une autre solution consiste à réduire le degré de charge du moteur en sélectionnant un moteur plus grand. Cependant, la conception du variateur de fréquence impose des limites quant à la taille du moteur.

Applications de couple variable (quadratique) (VT)
Dans les applications VT telles que pompes centrifuges et ventilateurs, le couple est proportionnel au carré de la vitesse et la puissance est proportionnelle au cube de la vitesse. Il n'y a pas besoin de refroidissement ou de déclassement supplémentaire du moteur dans ces applications. Dans *Illustration 3.17*, la courbe VT typique est en dessous du couple maximum avec déclassement et du couple maximum avec refroidissement forcé à toutes les vitesses.

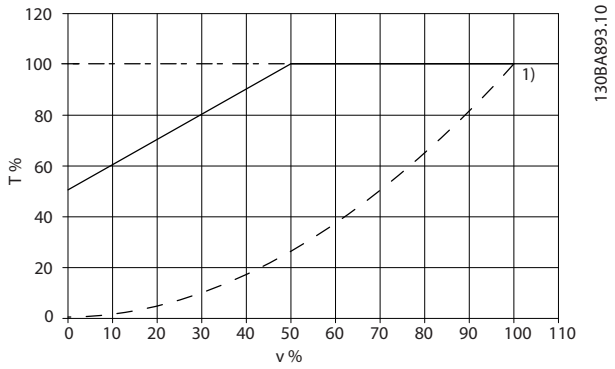


Illustration 3.17 Applications VT - Charge maximum pour un moteur standard à 40 °C

Elément	Description
————	Couple maximum
— — — —	Couple type à la charge VT

Tableau 3.12 Légende - Applications VT

REMARQUE!

L'exploitation en vitesse sursynchrone entraîne une baisse du couple moteur disponible inversement proportionnelle à l'augmentation de la vitesse. Cela doit être pris en compte lors de la phase de conception pour éviter une surcharge du moteur.

3.4.4 CEM

3.4.4.1 Câbles conformes CEM

Ce chapitre fournit des directives d'installation des variateurs de fréquence selon de bonnes pratiques. Respecter ces directives de manière à être conforme à la norme EN 61800-3 *Environnement premier*. Si l'installation s'effectue selon la norme EN 61800-3 *Environnement second*, c.-à-d. pour des réseaux industriels ou dans une installation qui possède son propre transformateur, il est acceptable de s'écarter de ces directives, sans que cela ne soit recommandé. Voir aussi les par. *1.4.3 Marquage CE*, *2.2.1 Généralités concernant les émissions CEM* et *2.2.2 Résultats des essais CEM*.

Règles de construction mécanique afin de garantir une installation électrique conforme aux normes CEM :

- N'utiliser que des câbles de moteur blindés et des câbles de commande blindés. Le blindage doit fournir une couverture minimale de 80%. Le matériau du blindage doit être métallique, généralement (sans s'y limiter) du cuivre, de l'aluminium, de l'acier ou du plomb. Le câble secteur n'est soumis à aucune condition.
- Les installations utilisant des conduits métalliques rigides ne doivent pas nécessairement utiliser du câble blindé, mais le câble moteur doit être installé dans un conduit séparé des câbles de commande et secteur. La connexion complète du conduit entre l'unité et le moteur est requise. La performance des conduits souples au regard des normes CEM varie beaucoup, et des informations doivent être obtenues auprès du fabricant.
- Raccorder le blindage/le conduit à la terre aux deux extrémités pour les câbles du moteur ainsi que pour les câbles de commande. Dans certains cas, il est impossible de connecter le blindage aux deux extrémités. Dans ce cas, connecter le blindage au variateur de fréquence.
- Éviter de terminer le blindage par des extrémités torsadées (queues de cochon). Une terminaison de ce type augmente l'impédance des hautes fréquences du blindage, ce qui réduit son efficacité dans les hautes fréquences. Utiliser des étriers de serrage basse impédance ou des presse-étoupe CEM à la place.
- Éviter dans la mesure du possible d'utiliser des câbles de moteur ou de commande non blindés dans les armoires renfermant les variateurs.

Laisser le blindage aussi près que possible des connecteurs.

Illustration 3.18 montre un exemple d'installation électrique d'un variateur de fréquence IP20 conforme aux normes CEM. Le variateur de fréquence est connecté à un PLC qui est installé dans une armoire séparée. Un autre mode

d'installation peut assurer une performance conforme aux normes CEM, pourvu que les directives ci-dessus soient suivies.

Si l'installation n'est pas exécutée selon les directives et si des câbles et fils de commande non blindés sont utilisés, certaines conditions d'émission ne sont pas remplies, bien que les conditions d'immunité le soient. Voir la section *2.2.2 Résultats des essais CEM*.

3

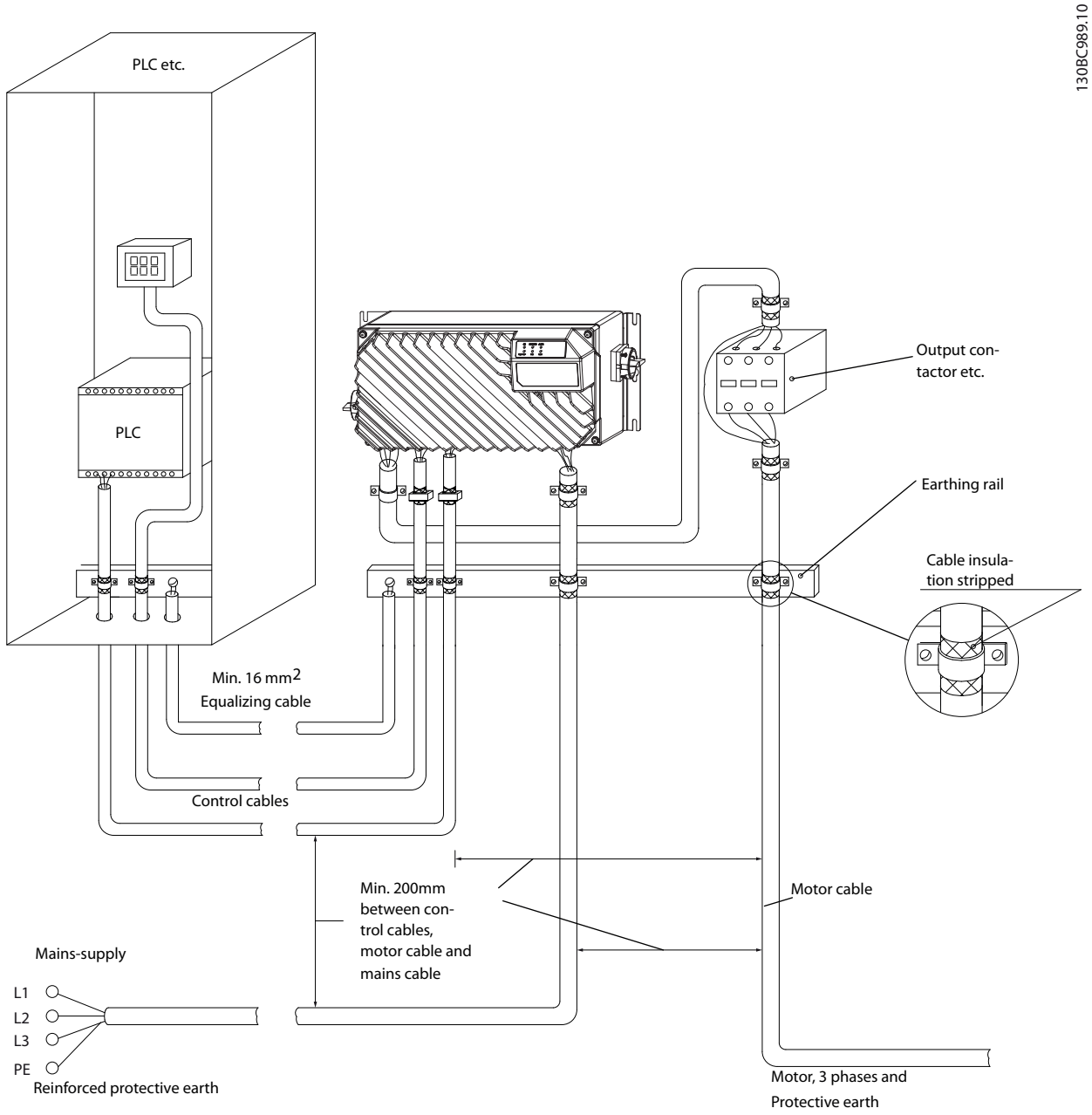


Illustration 3.18 Installation électrique d'un variateur de fréquence conforme aux normes CEM

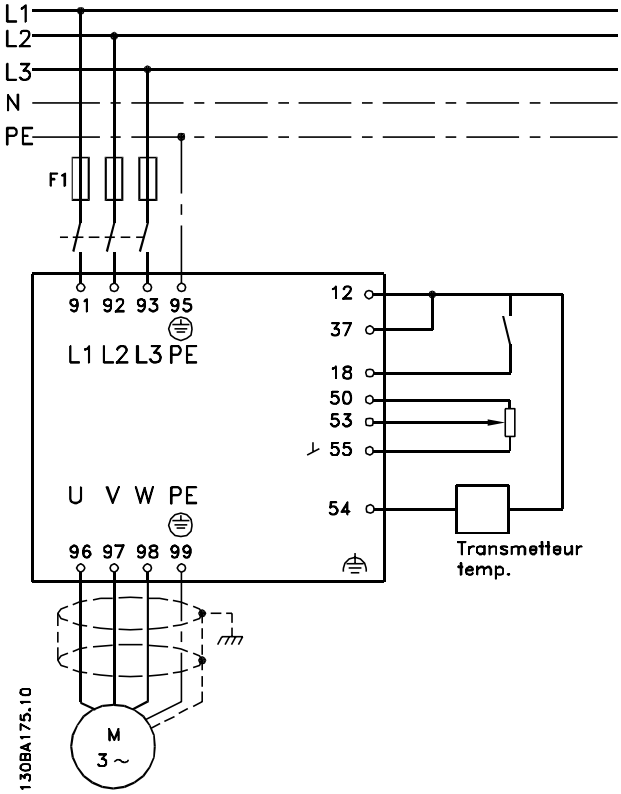


Illustration 3.19 Schéma de raccordement électrique

3.4.4.2 Mise à la terre de câbles de commande blindés

Blindage correct

La méthode privilégiée dans la plupart des cas est de sécuriser le contrôle et les câbles avec des étriers de blindage à chaque extrémité pour garantir le meilleur contact de câble haute fréquence possible.

Si le potentiel de la terre entre le variateur de fréquence et le PLC est différent, du bruit électrique peut se produire et nuire à l'ensemble du système. Remédier à ce problème en installant un câble d'égalisation à côté du câble de commande. Section min. du câble : 16 mm².

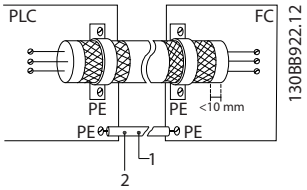


Illustration 3.20 Blindage des câbles de commande

1	Min. 16 mm²
2	Câble d'égalisation

Tableau 3.13 Légende

Boucles de mise à la terre de 50/60 Hz

En présence de câbles de commande très longs, des boucles de mise à la terre peuvent survenir. Pour remédier à ce problème, relier l'une des extrémités du blindage à la terre via un condensateur 100 nF (fils courts).

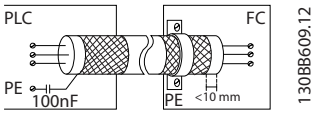


Illustration 3.21 Blindage des boucles de mise à la terre de 50/60 Hz

Éviter le bruit CEM sur la communication série

Cette borne est reliée à la terre via une liaison RC interne. Utiliser une paire torsadée afin de réduire l'interférence entre les conducteurs. La méthode recommandée est montrée dans l'*Illustration 3.22*.

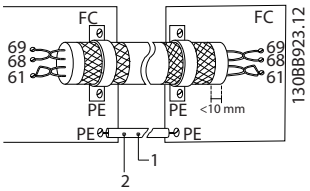


Illustration 3.22 Blindage pour la réduction du bruit CEM, communication série

1	Min. 16 mm²
2	Câble d'égalisation

Tableau 3.14 Légende

La connexion à la borne 61 peut également être omise :

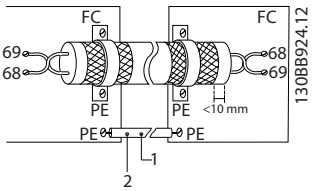


Illustration 3.23 Blindage pour la réduction du bruit CEM, communication série, sans borne 61

1	Min. 16 mm²
2	Câble d'égalisation

Tableau 3.15 Légende

3.4.4.3 Commutateur RFI

Alimentation secteur isolée de la terre

Lorsque le variateur de fréquence est alimenté par une source secteur isolée (réseau IT) ou un réseau TT/TNS, régler le commutateur RFI sur [Inactif] via le par. *14-50 Filtre RFI* sur le variateur.

Sinon, régler *14-50 Filtre RFI* sur [Actif].
Pour plus d'informations, se reporter à :

- CEI 364-3
- Note applicative *VLT sur réseau IT, MN90C*. Il est important d'utiliser des moniteurs d'isolement compatibles avec l'électronique de puissance (CEI 61557-8).

3.4.5 Perturbations alimentation secteur/ harmoniques

3.4.5.1 Perturbations alimentation secteur/ harmoniques

Un variateur de fréquence consomme un courant non sinusoïdal qui accroît le courant d'entrée I_{RMS}. Un courant non sinusoïdal peut être transformé à l'aide d'une analyse de Fourier en une somme de courants sinusoïdaux de fréquences différentes, c'est-à-dire en harmoniques de courant I_N différents dont la fréquence de base est égale à 50 Hz :

Courants harmoniques	I_1	I_5	I_7
Hz	50 Hz	250 Hz	350 Hz

Tableau 3.16 Courants harmoniques

Les courants harmoniques ne contribuent pas directement à la consommation de puissance mais ils augmentent les pertes thermiques de l'installation (transformateurs, câbles). De ce fait, dans les installations caractérisées par un pourcentage élevé de charges redressées, maintenir les courants harmoniques à un niveau faible afin d'éviter la surcharge du transformateur et la surchauffe des câbles.

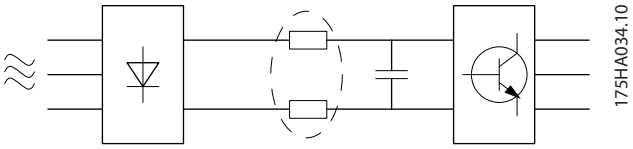


Illustration 3.24 Bobines du circuit intermédiaire

REMARQUE!

Certains harmoniques de courant sont susceptibles de perturber les équipements de communication reliés au même transformateur ou de provoquer des résonances dans les connexions avec les batteries de correction du facteur de puissance.

	Courant d'entrée
I_{RMS}	1,0
I_1	0,9
I_5	0,4
I_7	0,2
I_{11-49}	< 0,1

Tableau 3.17 Comparaison entre les harmoniques de courant et le courant d'entrée RMS

Pour produire des harmoniques de courant bas, le variateur de fréquence est doté en standard de bobines de circuit intermédiaire. Les bobines CC réduisent le taux d'harmoniques (THD) à 40%.

3.4.5.2 Effet des harmoniques dans un système de distribution de puissance

Dans l'*Illustration 3.25*, un transformateur est connecté côté primaire à un point de couplage commun PCC1, sur l'alimentation en moyenne tension. Le transformateur a une impédance Z_{xfr} et alimente un certain nombre de charges. Le point de couplage commun où toutes les charges sont connectées ensemble est PCC2. Chaque charge est connectée via des câbles présentant une impédance Z_1, Z_2, Z_3.

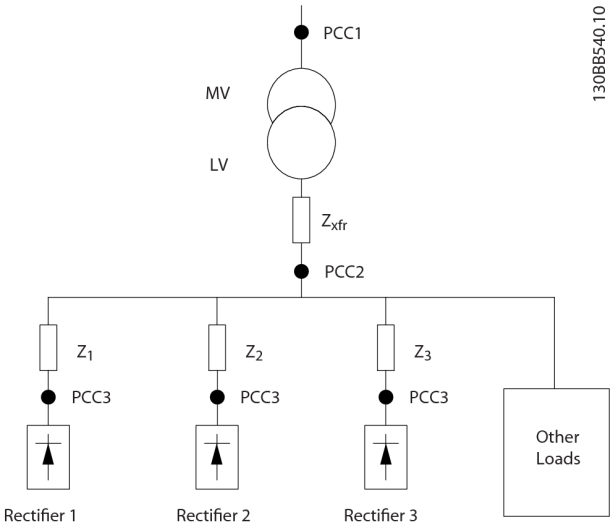


Illustration 3.25 Petit réseau de distribution

Les harmoniques de courant prélevés par des charges non linéaires provoquent une distorsion de la tension en raison de la baisse de cette dernière sur les impédances du réseau de distribution. Des impédances supérieures entraînent des niveaux plus élevés de distorsion de la tension.

La distorsion de courant est liée aux performances des appareils et à la charge individuelle. La distorsion de tension est quant à elle liée aux performances du système.

Il est impossible de déterminer la distorsion de tension sur le PCC en ne connaissant que les performances d'harmoniques de la charge. Pour prévoir la distorsion sur le PCC, la configuration du système de distribution et les impédances associées doivent être identifiées.

Un terme couramment utilisé pour décrire l'impédance d'un réseau est le rapport de court-circuit Rsce, défini comme le rapport entre la puissance apparente du court-circuit de l'alimentation au point PCC (Ssc) et la puissance apparente nominale de la charge (Sequ).

$$R_{sce} = \frac{S_{ce}}{S_{équ}}$$

où $S_{sc} = \frac{U^2}{Z_{alimentation}}$ et $S_{équ} = U \times I_{équ}$

L'effet négatif des harmoniques est double :

- Les harmoniques de courant contribuent à des pertes système (dans le câblage, transformateur).
- La distorsion de tension des harmoniques entraîne des perturbations sur les autres charges et augmentent leurs pertes.

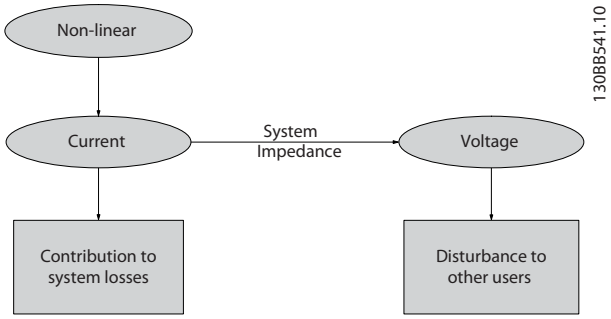


Illustration 3.26 Effets négatifs des harmoniques

3.4.5.3 Normes et exigences quant aux limites d'harmoniques

Les exigences relatives aux limites d'harmoniques peuvent être les suivantes :

- Exigences spécifiques à l'application
- Normes à respecter

Les exigences spécifiques à l'application sont liées à une installation particulière où des raisons techniques limitent les harmoniques.

Exemple : un transformateur de 250 kVA avec deux moteurs de 110 kW connectés est suffisant si l'un des moteurs est branché directement en ligne et que l'autre est alimenté via un variateur de fréquence. Cependant, le transformateur sera sous-dimensionné si les deux moteurs sont alimentés par variateur de fréquence. L'utilisation de moyens supplémentaires pour réduire les harmoniques dans l'installation ou le choix de variantes de variateur à charge harmonique faible permet le fonctionnement des deux moteurs avec des variateurs de fréquence.

Il existe diverses normes, réglementations et recommandations pour atténuer les harmoniques. Différentes normes s'appliquent dans des zones géographiques et des industries variées. Les normes suivantes sont les plus courantes :

- IEC61000-3-2
- IEC61000-3-12
- IEC61000-3-4
- IEEE 519
- G5/4

Voir le *Manuel de Configuration du filtre harmonique avancé 005/010 MG80C* pour des détails spécifiques sur chaque norme.

3.4.5.4 Atténuation des harmoniques

Dans les situations où une suppression supplémentaire des harmoniques est nécessaire, Danfoss propose une vaste gamme de matériel d'atténuation. Il s'agit de :

- variateurs VLT à 12 impulsions,
- filtres AHF VLT,
- variateurs VLT à charge harmonique faible,
- filtres actifs VLT.

Le choix de la solution appropriée dépend de plusieurs facteurs :

- réseau (distorsion de fond, déséquilibre du réseau, résonance et type d'alimentation (transformateur/générateur)) ;
- application (profil, nombre et taille de charges) ;
- exigences/réglementations locales/nationales (IEEE519, CEI, G5/4, etc.) ;
- coût total de propriété (coûts initiaux, rendement, maintenance, etc.).

3.4.5.5 Calcul d'harmoniques

Le logiciel de calcul MCT31 de Danfoss permet de déterminer le degré de pollution en termes de tension sur le réseau, ainsi que les mesures à prendre. À partir du site *www.danfoss.com*, vous pouvez télécharger gratuitement l'outil VLT® Harmonic Calculation MCT 31. Le logiciel est très ciblé sur la convivialité et n'intervient que sur les paramètres système normalement accessibles.

Utiliser des relais de protection différentielle (RCD), des mises à la terre multiples ou une mise à la terre en tant que protection supplémentaire, à condition de respecter les normes de sécurité locales.
Un défaut de mise à la terre peut introduire une composante continue dans le courant de fuite.
Si des relais RCD sont utilisés, les réglementations locales doivent être respectées. Les relais doivent convenir à la protection d'équipements triphasés avec pont redresseur et décharge courte lors de la mise sous tension à l'aide de

RDC. Pour plus d'informations, voir le chapitre *2.4 courant de fuite à la terre*.

3.4.6 Test final et programmation

3

3.4.6.1 Essai de haute tension

Effectuer un essai de haute tension en court-circuitant les bornes U, V, W, L_1, L_2 et L_3. Alimenter les variateurs de fréquence 380-500 V avec un courant continu de 2,15 kV maximum pendant une seconde entre ce court-circuit et le châssis.

⚠AVERTISSEMENT

En cas d'essai de haute tension de toute l'installation, interrompre les raccordements secteur et moteur si les courants de fuite sont trop élevés.

3.4.6.2 Mise à la terre

Noter les points de base suivants lors de l'installation d'un variateur de fréquence, afin d'obtenir la compatibilité électromagnétique (CEM).

- Circuit de protection par mise à la terre : noter que le courant de fuite du variateur de fréquence est élevé. Il convient donc de mettre l'appareil à la terre par mesure de sécurité. Respecter les réglementations de sécurité locales.
- Mise à la terre haute fréquence : utiliser des fiches aussi courtes que possible.

Connecter les différents systèmes de mise à la terre à l'impédance des conducteurs la plus basse possible. Pour ce faire, le conducteur doit être aussi court que possible et la surface aussi grande que possible.
Installer les armoires métalliques des différents appareils sur la plaque arrière de l'armoire avec une impédance HF aussi faible que possible. Cela permet d'éviter une tension différentielle à hautes fréquences entre les différents dispositifs et la présence d'interférences radioélectriques dans d'éventuels câbles de raccordement entre les appareils. Les interférences radioélectriques sont ainsi réduites.
Afin d'obtenir une faible impédance HF, utiliser les boulons de montage des dispositifs en tant que liaison hautes fréquences avec la plaque arrière. Il est nécessaire de retirer la peinture isolante ou équivalente aux points de montage.

3.4.6.3 Mise à la terre de sécurité

Le courant de fuite du variateur de fréquence est élevé. L'appareil doit être mis à la terre correctement par mesure de sécurité, conformément à la norme CEI 61800-5-1.

⚠AVERTISSEMENT

Le courant de fuite à la terre du variateur de fréquence dépasse 3,5 mA. Afin de s'assurer que le câble de terre a une bonne connexion mécanique à la mise à la terre (borne 95), la section du câble doit être d'au moins 10 mm² ou être composée de 2 câbles de terre nominaux terminés séparément.

3.4.6.4 Contrôle final de configuration

Pour contrôler la configuration et s'assurer que le variateur de fréquence fonctionne, procéder comme suit.

Étape 1. Localiser la plaque signalétique du moteur.

REMARQUE!

Le moteur est connecté en étoile (Y) ou en triangle (Δ). Ces informations sont disponibles sur la plaque signalétique du moteur.

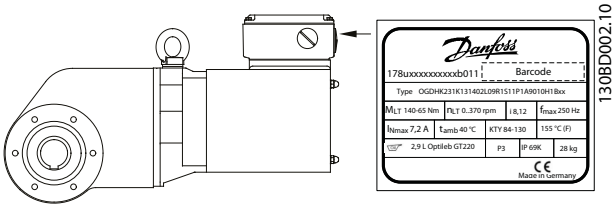


Illustration 3.27 Emplacement de la plaque signalétique du moteur

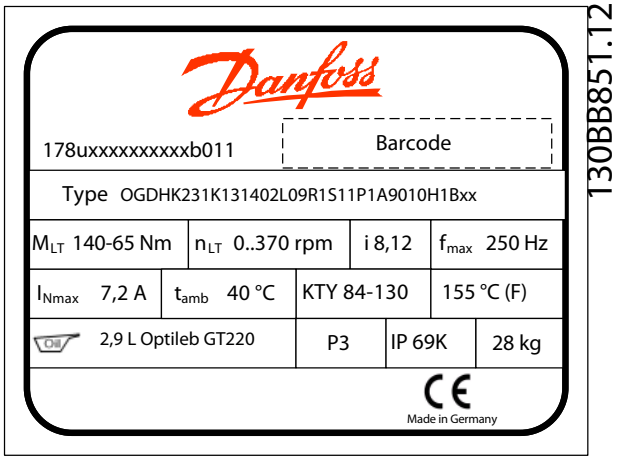


Illustration 3.28 Plaque signalétique

Étape 2. Contrôler les données de la plaque signalétique du moteur dans cette liste de paramètres.
Pour accéder à cette liste, appuyer d'abord sur la touche [Quick Menu] du LCP et choisir Config. rapide Q2.

1. *1-20 Puissance moteur [kW]*
   1-21 Puissance moteur [CV]
2. *1-22 Tension moteur*
3. *1-23 Fréq. moteur*
4. *1-24 Courant moteur*
5. *1-25 Vit.nom.moteur*

Étape 3. Sélectionner les données du moteur OGD

1. Régler *1-11 Motor Model* sur 'Danfoss OGD LA10'.

Étape 4. Configurer la vitesse limite et les temps de rampe

Configurer les limites souhaitées pour la vitesse et le temps de rampe :

3-02 Référence minimale

3-03 Réf. max.

4-11 Vit. mot., limite infér. [tr/min] ou *4-12 Vitesse moteur limite basse [Hz]*

4-13 Vit.mot., limite supér. [tr/min] ou *4-14 Vitesse moteur limite haute [Hz]*

3-41 Temps d'accél. rampe 1

3-42 Temps décél. rampe 1

3.5 Conditions ambiantes

3.5.1 Humidité relative de l'air

Le variateur de fréquence a été conçu en conformité avec les normes CEI/EN 60068-2-3, EN 50178 pt. 9.4.2.2 à 50 °C.

3.5.2 Environnements agressifs

Un variateur de fréquence renferme un grand nombre de composants mécaniques et électroniques qui sont tous, dans une certaine mesure, sensibles aux effets de l'environnement.

⚠ATTENTION

Il ne doit pas être installé dans des environnements où les liquides, les particules ou les gaz en suspension dans l'air risquent d'attaquer et d'endommager les composants électroniques. Les risques de pannes augmentent si les mesures de protection nécessaires ne sont pas prises, ce qui réduit la vie du variateur de fréquence.

Protection boîtier conforme à la norme CEI 60529
La fonction d'arrêt de sécurité peut être installée et exploitée uniquement dans une armoire de commande de protection IP54 ou supérieure (ou environnement équivalent). Ceci évite les interactions et les courts-circuits entre les bornes, les connecteurs, les pistes et les circuits de sécurité suite à l'introduction de corps étrangers.

Des liquides transportés par l'air peuvent se condenser dans le variateur de fréquence et entraîner la corrosion des composants et pièces métalliques. La vapeur, l'huile et l'eau de mer peuvent aussi provoquer la corrosion des composants et pièces métalliques. L'usage d'équipements munis d'une protection IP54/55 est préconisé dans ce type d'environnement. Pour une protection supplémentaire, des circuits imprimés tropicalisés peuvent être commandés en option.

Des particules en suspension dans l'air telles que des particules de poussière peuvent provoquer des pannes mécaniques, électriques ou thermiques dans le variateur de fréquence. La présence de particules de poussière autour du ventilateur du variateur de fréquence est un indicateur typique de niveaux excessifs de particules en suspension. L'usage d'équipement de niveau de protection IP54/55 ou d'une armoire pour les équipements IP00/IP20/TYPE 1 est préconisé dans les environnements très poussiéreux.

Dans des environnements à températures et humidité élevées, des gaz corrosifs tels que des mélanges de sulfure, d'azote et de chlore engendrent des processus chimiques sur les composants du variateur de fréquence.

De telles réactions chimiques affectent et endommagent rapidement les composants électroniques. Dans de tels environnements, installer l'équipement dans une armoire bien ventilée en tenant à distance du variateur tout gaz agressif.
Pour une protection supplémentaire dans de tels environnements, une tropicalisation pour circuits imprimés peut être commandée en option.

REMARQUE!

L'installation de variateurs de fréquence dans des environnements agressifs non seulement augmente le risque d'arrêts mais réduit également la durée de vie du variateur.

Avant l'installation du variateur, il faut contrôler la présence de liquides, de particules et de gaz dans l'air ambiant. Pour cela, observer les installations existantes dans l'environnement. L'existence de liquides nocifs en suspension dans l'air est signalée par la présence d'eau ou d'huile sur les pièces métalliques ou la corrosion de ces dernières.

Des niveaux excessifs de poussière sont souvent présents dans les armoires d'installation et installations électriques existantes. Le noircissement des rails en cuivre et des

extrémités de câble des installations existantes est un indicateur de présence de gaz agressifs en suspension dans l'air.

Les protections D et E sont dotées d'une option de canal de ventilation arrière en acier inoxydable qui fournit une protection supplémentaire dans les environnements agressifs. Une ventilation adéquate est toujours nécessaire pour les composants internes du variateur de fréquence. Contacter Danfoss pour des informations complémentaires.

3.5.3 Vibrations et chocs

Le variateur de fréquence est testé à l'aide de procédures reposant sur les normes indiquées :

Le variateur de fréquence répond aux spécifications destinées aux unités montées sur les murs et au sol des locaux industriels ainsi qu'aux panneaux fixés sur les sols et murs.

- CEI/EN 60068-2-6 : Vibrations (sinusoïdales) - 1970
- CEI/EN 60068-2-64 : Vibrations, aléatoires à bande large

3.5.4 Bruit acoustique

Le bruit acoustique du variateur de fréquence a trois sources :

1. Bobines du circuit intermédiaire CC.
2. Ventilateur intégré.
3. Filtre RFI obstrué.

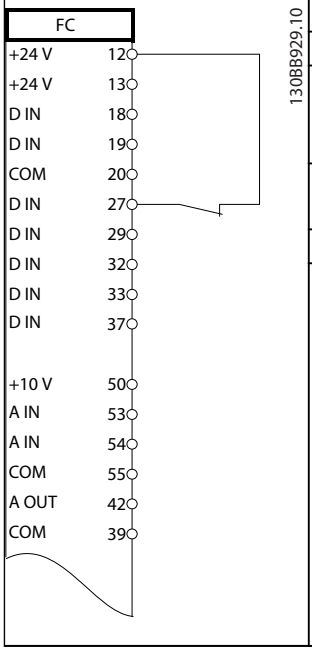
Se reporter à *6 Spécifications* pour les données sur le bruit acoustique.

4 Exemples d'applications

Les exemples de cette partie servent de référence rapide pour les applications courantes.

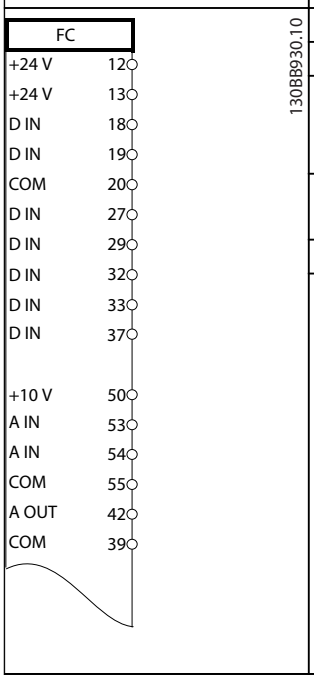
- Les réglages des paramètres correspondent aux valeurs régionales par défaut sauf indication contraire (sélection au par. *0-03 Réglages régionaux*).
- Les paramètres associés aux bornes et leurs réglages sont indiqués à côté des dessins.
- Lorsque le réglage des commutateurs des bornes analogiques A53 ou A54 est nécessaire, ceux-ci sont aussi représentés.

Un cavalier peut être nécessaire entre la borne 12 (ou 13) et la borne 27 pour que le variateur de fréquence fonctionne si les valeurs de programmation d'usine par défaut sont utilisées. Voir l'*4.9.1.1 Borne 37, Fonction d'arrêt de sécurité* pour des précisions.



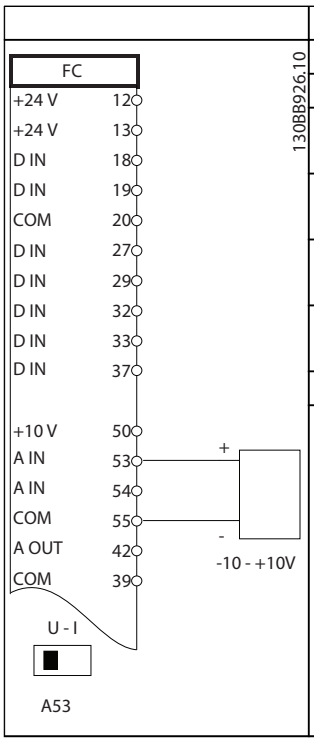
Paramètres	
Fonction	Réglage
1-29 Adaptation auto. au moteur (AMA)	[1] AMA activée compl.
5-12 E.digit.born. 27	[2]* Lâchage
* = valeur par défaut	
Remarques/commentaires : le groupe de paramètres 1-2* doit être réglé en fonction du moteur.	

Tableau 4.1 AMA avec borne 27 connectée



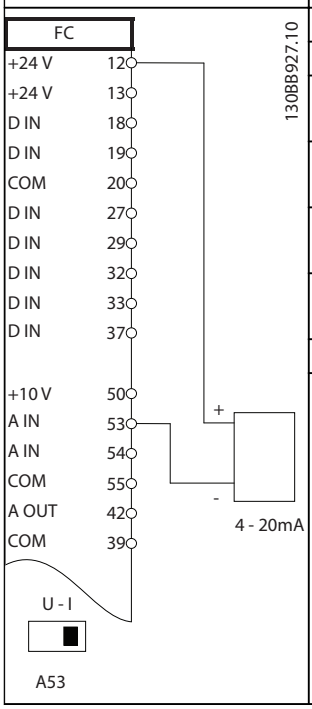
Paramètres	
Fonction	Réglage
1-29 Adaptation auto. au moteur (AMA)	[1] AMA activée compl.
5-12 E.digit.born. 27	[0] Inactif
* = valeur par défaut	
Remarques/commentaires : le groupe de paramètres 1-2* doit être réglé en fonction du moteur.	

Tableau 4.2 AMA sans borne 27 connectée



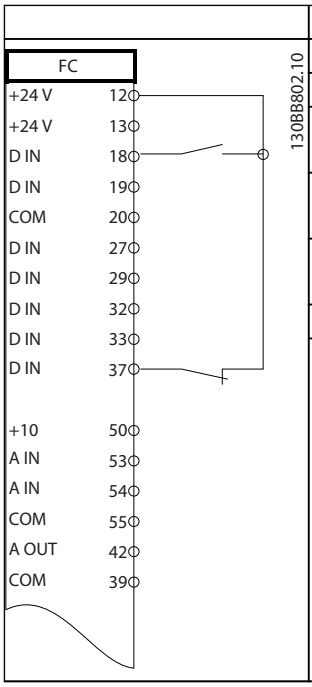
Paramètres	
Fonction	Réglage
6-10 Ech.min.U/ born.53	0,07 V*
6-11 Ech.max.U/ born.53	10 V*
6-14 Val.ret./ Réf.bas.born.53	0 RPM
6-15 Val.ret./ Réf.haut.born.53	1500 RPM
* = valeur par défaut	
Remarques/commentaires :	

Tableau 4.3 Référence de vitesse analogique (tension)



Paramètres	
Fonction	Réglage
6-12 Ech.min.I/ born.53	4 mA*
6-13 Ech.max.I/ born.53	20 mA*
6-14 Val.ret./ Réf.bas.born.53	0 RPM
6-15 Val.ret./ Réf.haut.born.53	1500 RPM
* = valeur par défaut	
Remarques/commentaires :	

Tableau 4.4 Référence de vitesse analogique (courant)



Paramètres	
Fonction	Réglage
5-10 E.digit.born. 18	[8] Démarrage*
5-12 E.digit.born. 27	[0] Inactif
5-19 Arrêt de sécurité borne 37	[1] Alarme arrêt sécur.
* = valeur par défaut	
Remarques/commentaires : Si le par. *5-12 E.digit.born.27* est réglé sur *[0] Inactif*, aucun cavalier n'est requis sur la borne 27.	

Tableau 4.5 Ordre de démarrage/arrêt avec arrêt de sécurité

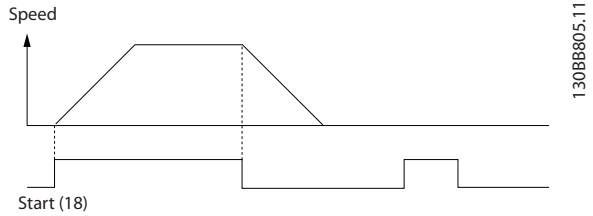
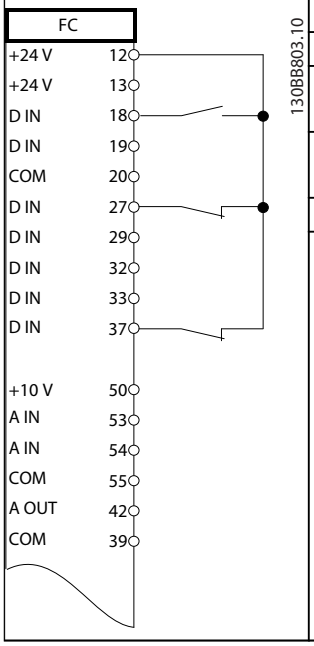


Illustration 4.1 Ordre de démarrage/arrêt avec arrêt de sécurité



Paramètres	
Fonction	Réglage
5-10 E.digit.born. 18	[9] Impulsion démarrage
5-12 E.digit.born. 27	[6] Arrêt (contact NF)
* = valeur par défaut	
Remarques/commentaires : Si le par. *5-12 E.digit.born.27* est réglé sur *[0] Inactif*, aucun cavalier n'est requis sur la borne 27.	

Tableau 4.6 Marche/arrêt par impulsion

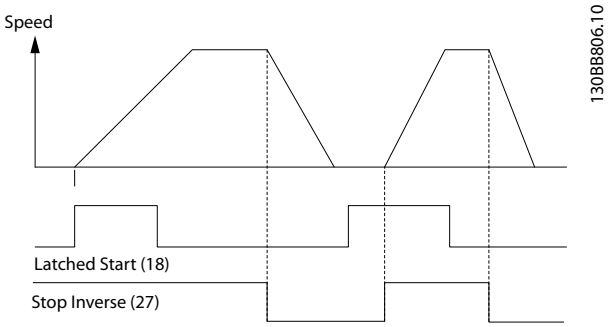
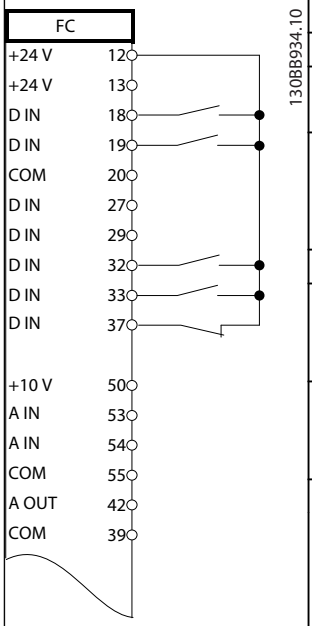
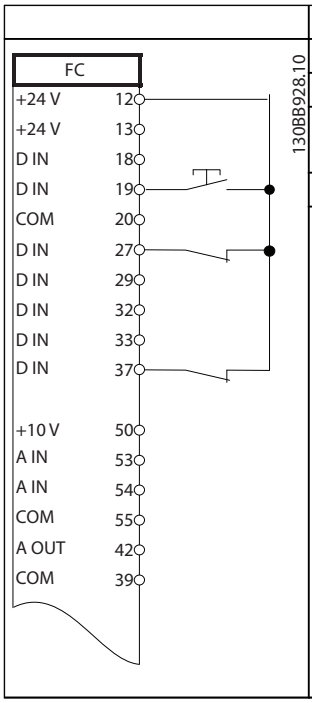


Illustration 4.2 Marche/arrêt par impulsion



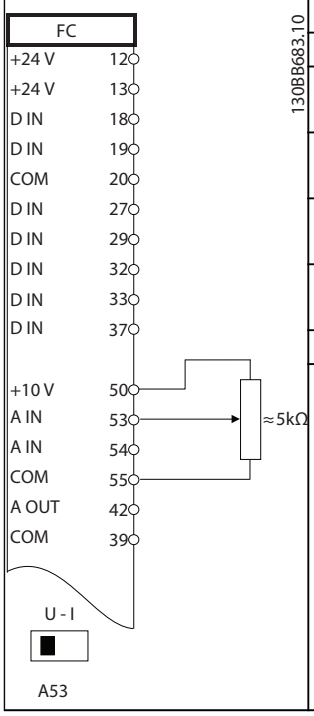
Paramètres	
Fonction	Réglage
5-10 E.digit.born.18	[8] Démarrage
5-11 E.digit.born.19	[10] Inversion*
5-12 E.digit.born.27	[0] Inactif
5-14 E.digit.born.32	[16] Réf prédéfinie bit 0
5-15 E.digit.born.33	[17] Réf prédéfinie bit 1
3-10 Réf.prédéfinie	
Réf.prédéfinie 0	25%
Réf.prédéfinie 1	50%
Réf.prédéfinie 2	75%
Réf.prédéfinie 3	100%
* = valeur par défaut	
Remarques/commentaires :	

Tableau 4.7 Démarrage/arrêt avec inversion et 4 vitesses prédéfinies



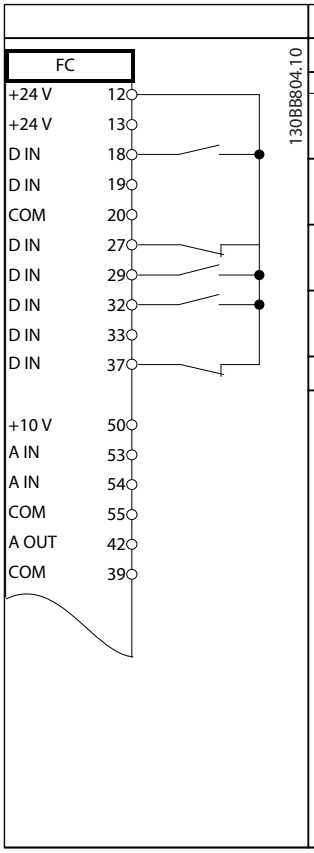
Paramètres	
Fonction	Réglage
5-11 E.digit.born. 19	[1] Reset
* = valeur par défaut	
Remarques/commentaires :	

Tableau 4.8 Réinitialisation d'alarme externe



Paramètres	
Fonction	Réglage
6-10 Ech.min.U/ born.53	0,07 V*
6-11 Ech.max.U/ born.53	10 V*
6-14 Val.ret./ Réf.bas.born.53	0 RPM
6-15 Val.ret./ Réf.haut.born.53	1500 RPM
* = valeur par défaut	
Remarques/commentaires :	

Tableau 4.9 Référence de vitesse (à l'aide d'un potentiomètre manuel)



Paramètres	
Fonction	Réglage
5-10 E.digit.born. 18	[8] Démarrage*
5-12 E.digit.born. 27	[19] Gel référence
5-13 E.digit.born. 29	[21] Accélé-ration
5-14 E.digit.born. 32	[22] Décélé-ration
* = valeur par défaut	
Remarques/commentaires :	

Tableau 4.10 Accélération/décélération

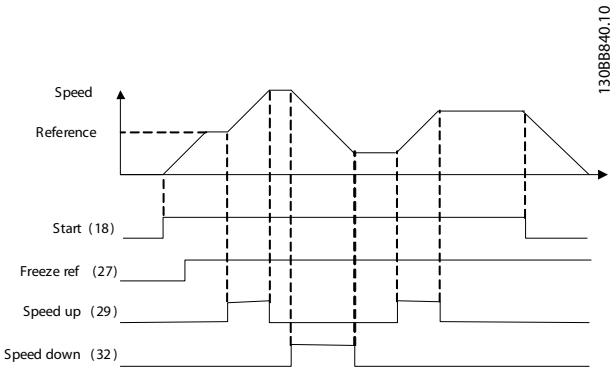
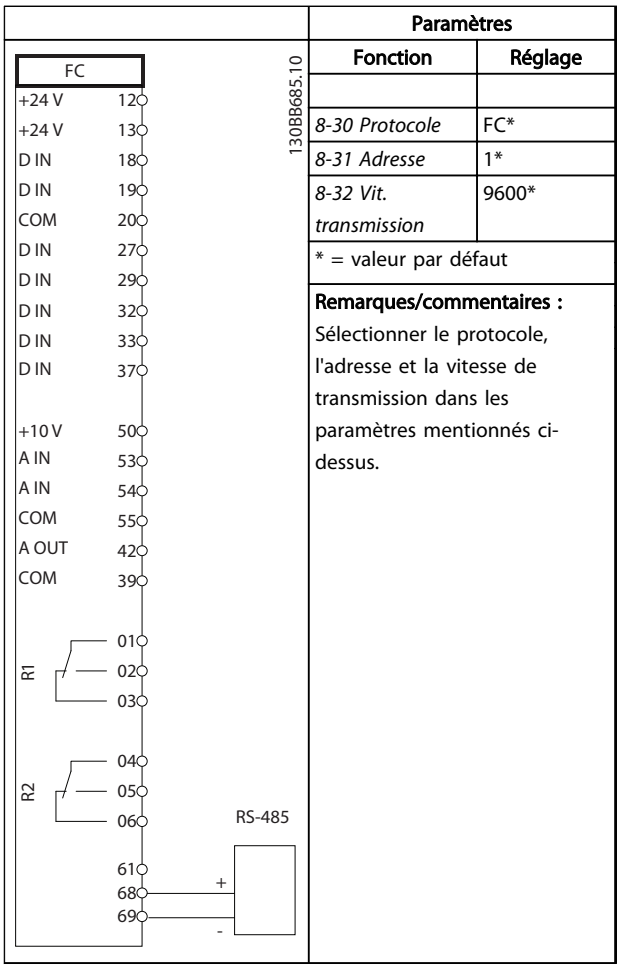


Illustration 4.3 Accélération/décélération

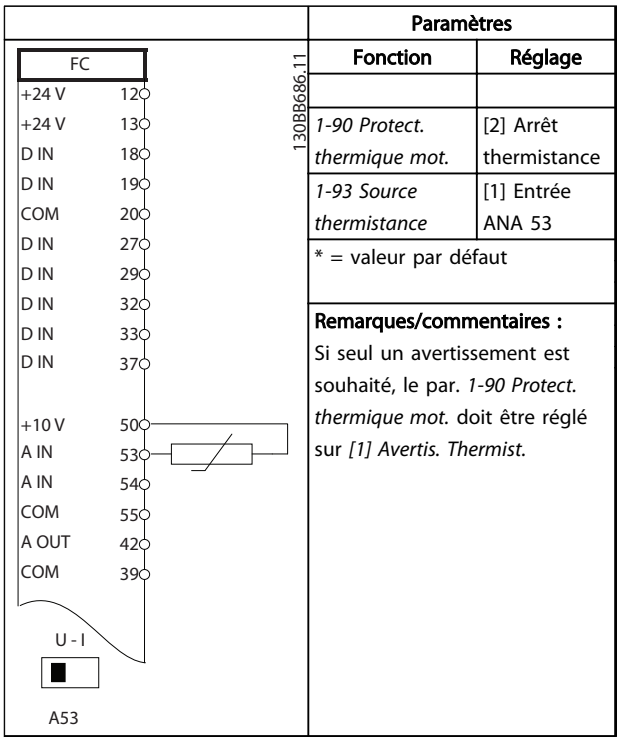


Paramètres	
Fonction	Réglage
8-30 Protocole	FC*
8-31 Adresse	1*
8-32 Vit. transmission	9600*
* = valeur par défaut	
Remarques/commentaires : Sélectionner le protocole, l'adresse et la vitesse de transmission dans les paramètres mentionnés ci-dessus.	

Tableau 4.11 Raccordement du réseau RS-485

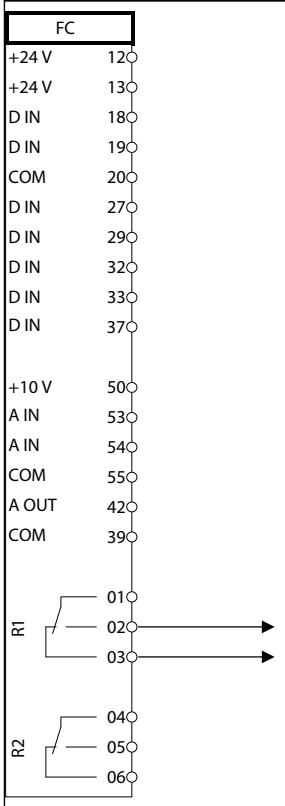
ATTENTION

Les thermistances doivent avoir une isolation renforcée ou double pour satisfaire aux exigences d'isolation PELV.



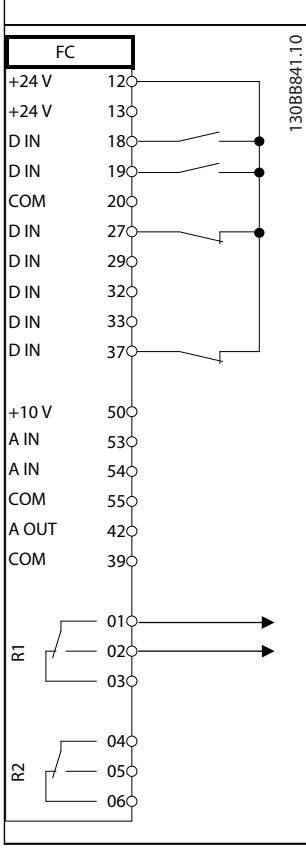
Paramètres	
Fonction	Réglage
1-90 Protect. thermique mot.	[2] Arrêt thermistance
1-93 Source thermistance	[1] Entrée ANA 53
* = valeur par défaut	
Remarques/commentaires : Si seul un avertissement est souhaité, le par. *1-90 Protect. thermique mot.* doit être réglé sur *[1] Avertis. Thermist.*	

Tableau 4.12 Thermistance moteur



Paramètres	
Fonction	**Réglage**
4-30 Fonction perte signal de retour moteur	[1] Avertis-sement
4-31 Erreur vitesse signal de retour moteur	100RPM
4-32 Fonction tempo. signal de retour moteur	5 s
7-00 PID vit.source ret.	[2] MCB 102
17-11 Résolution (PPR)	1024*
13-00 Mode contr. log avancé	[1] Actif
13-01 Événement de démarrage	[19] Avertis-sement
13-02 Événement d'arrêt	[44] Touche Reset
13-10 Opérande comparateur	[21] N° avertiss.
13-11 Opérateur comparateur	[1] ≈*
13-12 Valeur comparateur	90
13-51 Événement contr. log avancé	[22] Comparateur 0
13-52 Action contr. logique avancé	[32] Déf. sort. dig. A bas
5-40 Fonction relais	[80] Sortie digitale A
* = valeur par défaut	
Remarques/commentaires : Si la limite dans la surveillance codeur est dépassée, l'avertis-sement 90 apparaît. Le SLC surveille l'avertissement 90 et si l'avertissement 90 devient TRUE (VRAI), le relais 1 est déclenché. L'équipement externe peut alors indiquer qu'il faut procéder à l'entretien. Si l'erreur de signal de retour redescend sous la limite en moins de 5 s, alors le variateur continue à fonctionner et l'avertissement disparaît. Néanmoins, le relais 1 reste déclenché tant que la touche [Reset] sur le LCP n'a pas été enfoncée.	

Tableau 4.13 Utilisation du SLC pour régler un relais



Paramètres	
Fonction	**Réglage**
5-40 Fonction relais	[32] Ctrl frein mécanique
5-10 E.digit.born. 18	[8] Démarrage*
5-11 E.digit.born. 19	[11] Démarrage avec inv.
1-71 Retard démar.	0,2
1-72 Fonction au démar.	[5] VVC+/Flux sens hor.
1-76 Courant Démar.	Im,n
2-20 Activation courant frein.	Dépend de l'app.
2-21 Activation vit.frein[tr/mn]	Moitié du glissement nominal du moteur
* = valeur par défaut	
Remarques/commentaires :	

Tableau 4.14 Commande de frein mécanique

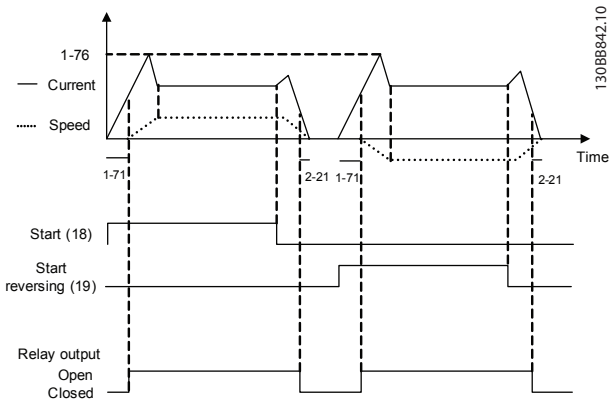


Illustration 4.4 Commande de frein mécanique

4

4.1 Raccordement du codeur

Le but de cette consigne est de faciliter le processus de raccordement du codeur au variateur de fréquence. Avant d'installer le codeur, les réglages élémentaires pour un système de contrôle de vitesse en boucle fermée sera montré.

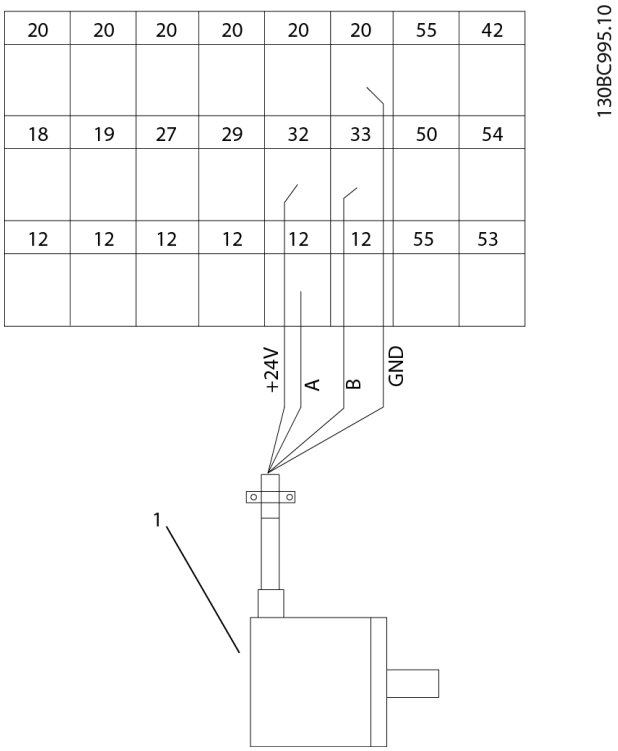


Illustration 4.5 Connexion du codeur au variateur de fréquence

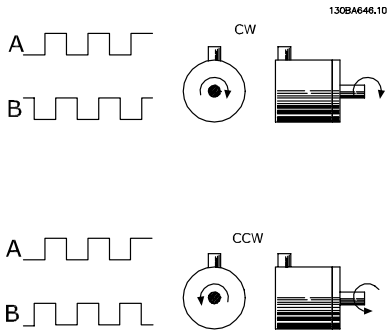


Illustration 4.6 Codeur incrémental 24 V avec longueur de câble maximum de 5 m

4.2 Sens de rotation du codeur

Le sens du codeur est déterminée par l'ordre des impulsions entrant dans le variateur.
Le sens horaire signifie que le canal A est 90 degrés électriques avant le canal B.
Le sens antihoraire signifie que le canal B est 90 degrés électriques avant le canal A..

Le sens est déterminé en examinant l'extrémité de l'arbre.

4.3 Système de variateur de boucle fermée

Un système de variateur en boucle fermé comprend différents éléments tels que :

- Moteur
- Ajout
  (Multiplicateur)
  (Frein mécanique)
- Variateur de fréquence
- Codeur comme système de retour
- Résistance de freinage pour un freinage dynamique
- Transmission
- Charge

Les applications demandant une commande de frein mécanique demanderont normalement une résistance de freinage.

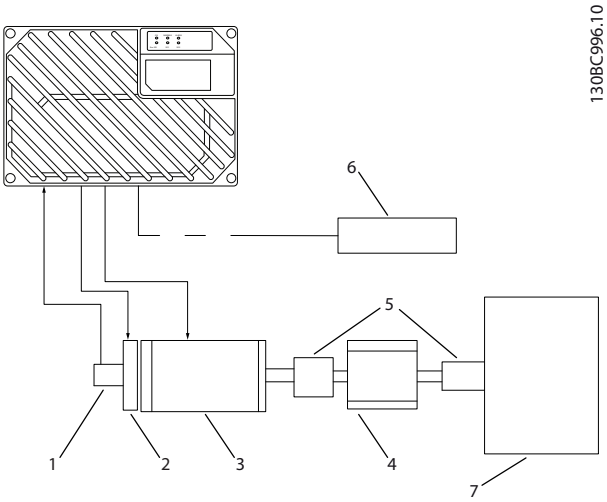


Illustration 4.7 Process élémentaire pour la commande de vitesse en boucle fermée

Elément	Description
1	Codeur
2	Frein mécanique
3	Moteur
4	Boîte de vitesses
5	Transmission
6	Résist. frein.
7	Charge

Tableau 4.15 Légende

4.4 Régulateur PID

4.4.1 Régulat. PID vit.

1-00 Mode Config.	1-01 Principe Contrôle Moteur			
	U/f	VVCplus	Flux ss retour	Flux retour codeur
[0] Boucle ouverte vit.	Inactif	Inactif	ACTIF	N.A.
[1] Boucle fermée vit.	N.A.	ACTIF	N.A.	ACTIF
[2] Couple	N.A.	N.A.	N.A.	Inactif
[3] Process		Inactif	ACTIF	ACTIF

Tableau 4.16 Configurations où la commande de vitesse est active.

"N.A." signifie que le mode spécifique n'est absolument pas disponible.

"Inactif" signifie que le mode spécifique est disponible, mais que la commande de vitesse n'est pas active dans ce mode.

REMARQUE!

Le régulateur PID de vitesse fonctionne avec la valeur de paramètre par défaut, mais le réglage précis des paramètres est fortement recommandé afin d'optimiser les performances de commande du moteur. Il est tout particulièrement recommandé de régler de manière appropriée les deux principes de contrôle du moteur de flux si l'on souhaite obtenir un rendement optimal.

4.4.2 Les paramètres suivants sont pertinents en matière de commande de vitesse.

Paramètre	Description de la fonction	
7-00 PID vit.source ret.	Sélectionner l'entrée qui fournit le signal de retour au régulateur PID de vitesse.	
30-83 PID vit.gain P	Plus la valeur est élevée, plus le contrôle est rapide. Cependant, une valeur trop élevée peut entraîner des oscillations.	
7-03 PID vit.tps intég.	Élimine l'erreur de vitesse en état stable. Une valeur faible entraîne une réaction rapide. Cependant, une valeur trop faible peut entraîner des oscillations.	
7-04 PID vit.tps diff.	Fournit un gain proportionnel à la vitesse de modification du signal de retour. Le réglage de ce paramètre à 0 désactive le différenciateur.	
7-05 PID vit.limit gain D	Dans le cas d'une application, pour laquelle la référence ou le retour change très vite, d'où un changement rapide de l'erreur, le différenciateur peut rapidement devenir trop dominant. Cela résulte du fait qu'il réagit aux changements au niveau de l'écart. Plus l'écart change rapidement, plus le gain différentiel est important. Il est donc possible de limiter le gain différentiel de manière à pouvoir régler un temps de dérivée raisonnable en cas de modifications lentes et un gain raisonnablement rapide en cas de modifications rapides.	
7-06 PID vit.tps filtre	Un filtre passe-bas atténue les oscillations du signal de retour et améliore la stabilité de l'état. Un temps de filtre trop important risque cependant de détériorer la performance dynamique du régulateur PID de vitesse. Réglages pratiques du par. 7-06 à partir du nombre d'impulsions par tour du codeur (PPR) :	
	Codeur PPR	***7-06 PID vit.tps filtre***
	512	10 ms
	1024	5 ms
	2048	2 ms
	4096	1 ms

Tableau 4.17 Paramètres pertinents en matière de commande de vitesse

Exemple de méthode de programmation de la commande de vitesse

Dans ce cas, le régulateur PID de vitesse est utilisé pour maintenir une vitesse de moteur constante indépendamment des variations de charge sur le moteur. La vitesse requise du moteur est réglée via un potentiomètre raccordé à la borne 53. La plage de vitesse est comprise entre 0 et 1500 tr/min correspondant à 0-10 V sur le potentiomètre. Le démarrage et l'arrêt sont commandés par un commutateur raccordé à la borne 18. Le régulateur

4

PID de vitesse surveille le régime effectif du moteur à l'aide d'un codeur incrémental 24 V (HTL) comme signal de retour. Le capteur du signal de retour est un codeur (1024 impulsions par tour) raccordé aux bornes 32 et 33.

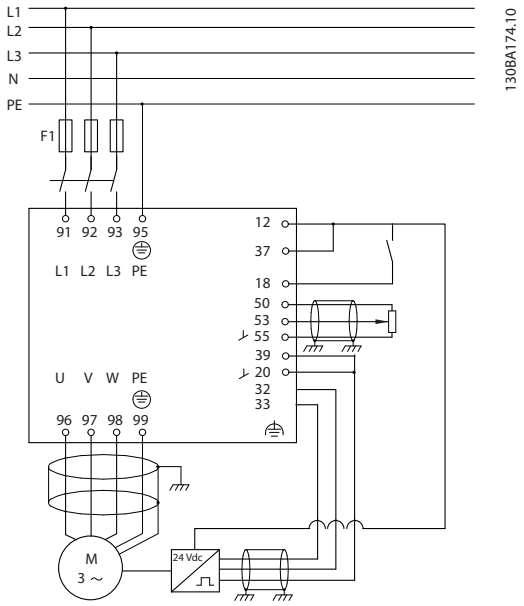


Illustration 4.8 Exemple - Connexions de la commande de vitesse

Les points suivants doivent être programmés dans l'ordre indiqué (voir l'explication des réglages dans le *Guide de programmation du FCD 302, MG04G*).
La liste suppose que tous les autres paramètres et commutateurs conservent leur réglage par défaut.

Fonction	N° de paramètre	Réglage
1) Veiller à ce que le moteur fonctionne correctement. Procéder comme suit :		
Régler les paramètres du moteur conformément aux données de la plaque signalétique	1-2*	Tel que spécifié par la plaque signalétique du moteur
Faire exécuter au variateur de fréquence une adaptation automatique au moteur	*1-29 Adaptation auto. au moteur (AMA)*	[1] AMA activée compl.
2) Vérifier que le moteur fonctionne et que le codeur est correctement raccordé. Procéder comme suit :		
Appuyer sur la touche Hand On du LCP. Vérifier que le moteur fonctionne et noter son sens de rotation (qui sera donc le "sens positif").		Définir une référence **positive**.
Aller au par. *16-20 Angle moteur*. Faire doucement tourner le moteur dans le sens positif. La rotation doit être aussi lente que possible (seulement quelques tours par minute) de manière à pouvoir déterminer si la valeur au *16-20 Angle moteur* augmente ou diminue.	*16-20 Angle moteur*	N.A. (paramètre en lecture seule) Remarque : une valeur croissante repart à 0 lorsqu'elle atteint 65535.
Si le *16-20 Angle moteur* décroît, modifier le sens de rotation du codeur au *5-71 Sens cod.born.32 33*.	*5-71 Sens cod.born. 32 33*	[1] Sens antihoraire (si le par. *16-20 Angle moteur* décroît)
3) Veiller à ce que les limites du variateur soient définies à des valeurs sûres		
Définir des limites acceptables pour les références.	3-02 Référence minimale 3-03 Réf. max.	0 tr/min (par défaut) 1 500 tr/min (par défaut)
Vérifier que les réglages des rampes correspondent aux capacités du variateur et aux spécifications de fonctionnement autorisé de l'application.	3-41 Temps d'accél. rampe 1 3-42 Temps décél. rampe 1	réglage par défaut réglage par défaut

Fonction	N° de paramètre	Réglage
Définir des limites acceptables pour la vitesse et la fréquence du moteur.	4-11 Vit. mot., limite infér. [tr/min] 4-13 Vit.mot., limite supér. [tr/min] 4-19 Frq.sort.lim.hte	0 tr/min (par défaut) 1 500 tr/min (par défaut) 60 Hz (valeur par défaut : 132 Hz)
4) Configurer la commande de vitesse et sélectionner le principe de contrôle du moteur		
Activation de la commande de vitesse	1-00 Mode Config.	[1] Boucle fermée vit.
Sélection du principe de contrôle du moteur	1-01 Principe Contrôle Moteur	[3] Flux retour codeur
5) Configurer la référence et la mettre à l'échelle par rapport à la commande de vitesse		
Définir l'entrée ANA 53 comme source de référence	3-15 Ress.? Réf. 1	Inutile (par défaut)
Mettre l'entrée ANA 53 0 tr/min (0 V) sur 1500 tr/min (10 V)	6-1*	Inutile (par défaut)
6) Configurer le signal du codeur 24 V HTL comme signal de retour pour le contrôle du moteur et de la vitesse		
Définir les entrées digitales 32 et 33 comme entrées du codeur	5-14 E.digit.born.32 5-15 E.digit.born.33	[0] Inactif (par défaut)
Choisir la borne 32/33 comme signal de retour du moteur	1-02 Source codeur arbre moteur	Inutile (par défaut)
Choisir la borne 32/33 comme signal de retour du PID de vitesse	7-00 PID vit.source ret.	Inutile (par défaut)
7) Régler les paramètres du régulateur PID de vitesse		
Consulter si nécessaire les consignes de réglage ou procéder au réglage manuel	7-0*	Voir les consignes ci-après
8) Terminé !		
Enregistrer le réglage des paramètres sur le LCP afin de les conserver.	0-50 Copie LCP	[1] Lect.PAR.LCP

Tableau 4.18 Réglages de commande de vitesse

4.4.3 Réglage du régulateur PID de vitesse

Les consignes de réglage suivantes sont pertinentes lorsque l'on utilise l'un des principes de contrôle du moteur avec flux dans les applications où la charge est principalement inerte (faible quantité de frottement).

La valeur du *30-83 PID vit.gain P* dépend de l'inertie combinée du moteur et de la charge ; la largeur de bande sélectionnée peut être calculée à l'aide de la formule suivante :

$$Par..7-02 = \frac{Inertie\ totale\,[kgm^2]\ x\ par..1-25}{Par..1-20}\ x\ Largeur\ de\ bande\ [rad/s]\ x\ 9550$$

REMARQUE!

***1-20 Puissance moteur [kW]* est la puissance du moteur exprimée en [kW] (c.-à-d. saisir 4 kW au lieu de 4 000 W dans la formule).**

20 rad/s est une valeur pratique pour la largeur de bande. Vérifier le résultat du calcul du *30-83 PID vit.gain P* par rapport à la formule suivante (inutile si l'on utilise un signal de retour haute résolution tel que SinCos) :

$$Par..7-02_{MAX} = \frac{0.01\ x\ 4\ x\ Résolution\ codeur\ x\ Par..7-06}{2\ x\ \pi}\ x\ Ondulation\ couple\ max.\ [\%]$$

5 ms est une bonne valeur de départ pour le *7-06 PID vit.tps filtre* (une résolution de codeur plus faible nécessite une valeur de filtre plus élevée). Une ondulation de couple max. de 3% est généralement acceptable. Pour les codeurs incrémentaux, la résolution se trouve soit au par. *5-70 Pts/tr cod.born.32 33* (24 V HTL sur variateur standard), soit au par. *17-11 Résolution (PPR)* (5 V TTL sur option MCB 102).

Généralement, la limite pratique maximum du *30-83 PID vit.gain P* est déterminée par la résolution du codeur et le temps de filtre du signal de retour, mais d'autres facteurs de l'application peut restreindre le *30-83 PID vit.gain P* à une valeur plus faible.

Pour atténuer le dépassement, le *7-03 PID vit.tps intég.* peut être réglé sur 2,5 s environ (varie selon l'application).

7-04 PID vit.tps diff. doit être réglé sur 0 jusqu'à ce que tout le reste soit réglé. Le cas échéant, pour terminer le réglage, augmenter cette valeur par petits incréments.

4.4.4 Régulat. PID proc.

Le régulateur PID de process peut servir à contrôler les paramètres de l'application mesurés par un capteur (c.-à-d. pression, température, débit) et affectés par le moteur raccordé par l'intermédiaire d'une pompe, d'un ventilateur ou autre.

Tableau 4.19 répertorie les configurations où le contrôle de process est possible. Lorsqu'un principe de contrôle du moteur à vecteur de flux est utilisé, veiller également à régler les paramètres du régulateur PID de vitesse. Se reporter à la section relative à la structure de contrôle pour l'activation de la commande de vitesse.

1-00 Mode Config.	1-01 Principe Contrôle Moteur			
	U/f	VVC^{plus}	Flux ss retour	Flux retour codeur
[3] Process	N.A.	Process	Process & vitesse	Process & vitesse

Tableau 4.19 Réglages du régulateur PID de process

REMARQUE!

le régulateur PID de process fonctionne avec la valeur de paramètre par défaut mais le réglage précis des paramètres est fortement recommandé afin d'optimiser le rendement du contrôle de l'application. Les deux principes de contrôle du moteur avec flux dépendent largement, pour pouvoir atteindre leur rendement optimal, du réglage approprié du régulateur PID de vitesse (avant même le réglage du régulateur PID de process).

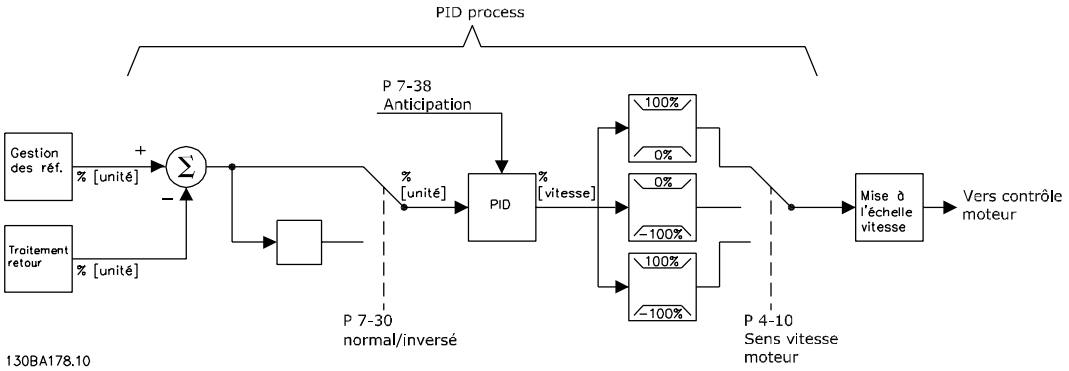


Illustration 4.9 Diagramme du régulateur PID de process

4.4.5 Paramètres pertinents du contrôle de process

Paramètre	Description de la fonction
7-20 PID proc./1 retour	Sélectionner la source (c.-à-d. entrée analogique ou impulsions) qui fournit le signal de retour au régulateur PID de process.
7-22 PID proc./2 retours	En option : déterminer si le régulateur PID de process doit obtenir un signal de retour supplémentaire (et en spécifier la source). Si une source supplémentaire est sélectionnée, les deux signaux de retour sont ajoutés avant d'être utilisés dans le régulateur PID de process.
7-30 PID proc./Norm.Inv.	Sous [0] Normal, le contrôle de process répond par une augmentation de la vitesse du moteur si le signal de retour passe en dessous de la référence. Dans la même situation, mais sous [1] Inverse, le contrôle de process répond par une vitesse décroissante.
7-31 PID proc./Anti satur.	La fonction anti-saturation implique l'initialisation de l'intégrateur à une fréquence correspondant à la fréquence de sortie actuelle lorsqu'une limite de fréquence ou de courant ou de tension est atteinte. Cela empêche l'intégration d'un écart qui ne peut, en aucun cas, être compensé par un changement de vitesse. Pour désactiver cette fonction, sélectionner [0] Inactif.
7-32 PID proc./Fréq.dém.	Dans certaines applications, un temps très long s'écoule avant d'atteindre la vitesse/point de consigne requis. Dans ces applications, régler la vitesse fixe du moteur sur le variateur de fréquence avant d'activer le régulateur de process peut présenter un avantage. Pour cela, régler une valeur de démarrage du process PID (vitesse) au par. 7-32 PID proc./ Fréq.dém..
7-33 PID proc./Gain P	Plus la valeur est élevée, plus le contrôle est rapide. Cependant, une valeur trop élevée peut entraîner des oscillations.
7-34 PID proc./Tps intégral.	Élimine l'erreur de vitesse en état stable. Une valeur faible entraîne une réaction rapide. Cependant, une valeur trop faible peut entraîner des oscillations.
7-35 PID proc./Tps diff.	Fournit un gain proportionnel à la vitesse de modification du signal de retour. Le réglage de ce paramètre à 0 désactive le différenciateur.
7-36 PID proc./ Limit.gain D.	Dans le cas d'une application, pour laquelle la référence ou le retour change très vite, d'où un changement rapide de l'erreur, le différenciateur peut rapidement devenir trop dominant. Cela résulte du fait qu'il réagit aux changements au niveau de l'écart. Plus l'écart change rapidement, plus le gain différentiel est important. Il est donc possible de limiter le gain différentiel de manière à pouvoir régler un temps de dérivée raisonnable en cas de modifications lentes.
7-38 Facteur d'anticipation PID process	Pour les applications dans lesquelles il existe une corrélation acceptable (et quasiment linéaire) entre la référence de process et la vitesse du moteur nécessaire à l'obtention de cette référence, le facteur d'anticipation peut servir à obtenir une meilleure performance dynamique du régulateur PID de process.
5-54 Tps filtre pulses/29 (borne impulsions 29), 5-59 Tps filtre pulses/33 (borne impulsions 33), 6-16 Const.tps.fil.born.53 (borne analogique 53), 6-26 Const.tps.fil.born. 54 (borne analogique 54)	En cas d'oscillation du signal de retour de courant/tension, il est possible d'amortir ces oscillations au moyen d'un filtre de retour. Cette constante de temps est l'expression de la limite de vitesse des ondulations présentes sur le signal de retour. Exemple : si le filtre passe-bas a été réglé sur 0,1 s, la limite de vitesse est de 10 RAD/s (réciproque de 0,1 s), ce qui correspond à (10/(2 x π)) = 1,6 Hz. Cela signifie que tous les courants/tensions déviant de plus de 1,6 oscillation par seconde sont atténués par le filtre. La commande ne portera que sur un signal de retour dont la fréquence (vitesse) varie de moins de 1,6 Hz. Le filtre passe-bas améliore la stabilité de l'état mais la sélection d'un temps de filtre trop important risque de détériorer la performance dynamique du régulateur PID de process.

Tableau 4.20 Les paramètres sont pertinents en matière de contrôle de process

4

4.4.6 Exemple de régulateur PID de process

Illustration 4.10 est un exemple de régulateur PID de process utilisé dans une installation de ventilation.

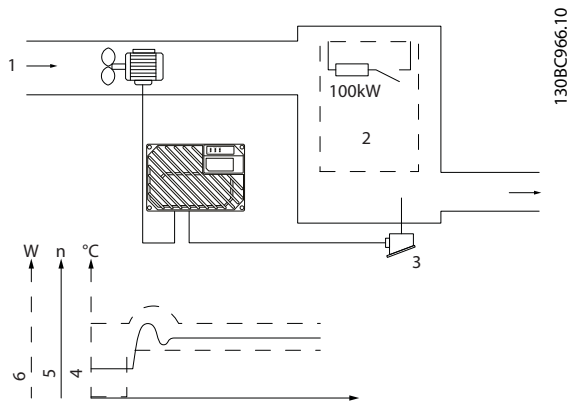


Illustration 4.10 Régulateur PID de process dans l'installation de ventilation

Elément	Description
1	Air froid
2	Processus de génération de chaleur
3	Transmetteur température
4	Température
5	Vitesse du ventilateur
6	Chaleur

Tableau 4.21 Légende

Dans une installation de ventilation, la température doit pouvoir être réglée entre -5 et 35 °C avec un potentiomètre de 0 à 10 V. La tâche du contrôle de process est de gérer la température à un niveau prédéfini constant.

Il s'agit d'une commande inverse, ce qui signifie que lorsque la température monte, la vitesse du ventilateur augmente afin de livrer davantage d'air. Lorsque la température baisse, la vitesse diminue. Le transmetteur utilisé est un capteur thermique dont la plage de service est de -10 °C à +40 °C, 4-20 mA. Vitesse min./max. 300/1 500 tr/min

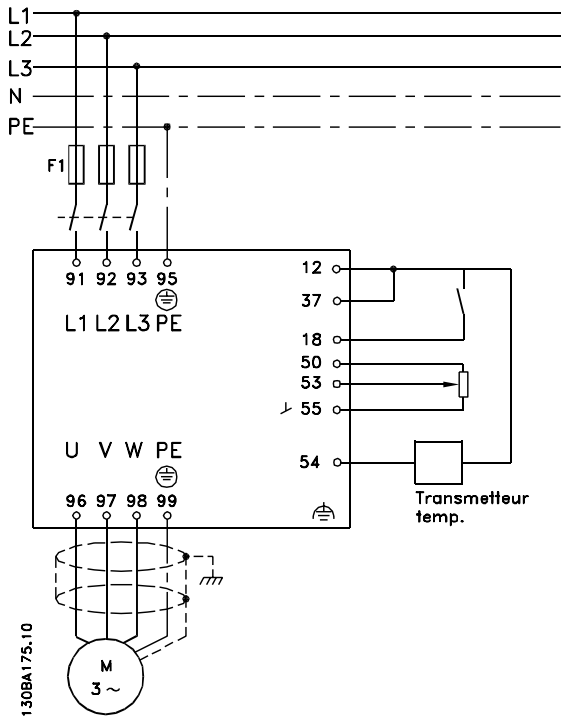


Illustration 4.11 Transmetteur à deux conducteurs

1. Démarrage/arrêt via commutateur raccordé à la borne 18.
2. Référence de température via potentiomètre (-5 à 35 °C, 0 à 10 V CC) raccordé à la borne 53.
3. Signal de retour de température via transmetteur (-10 à 40 °C, 4 à 20 mA) raccordé à la borne 54. Commutateur S202 réglé sur ON (entrée courant).

Fonction	N° de par.	Réglage
Initialiser le variateur de fréquence	14-22	[2] Initialisation - mettre hors tension, puis sous tension - appuyer sur reset
1) Régler les paramètres du moteur :		
Régler les paramètres du moteur conformément aux données de la plaque signalétique	1-2*	Comme indiqué sur la plaque signalétique du moteur
Effectuer une adaptation automatique au moteur (**AMA**) complète	1-29	[1] AMA activée compl.
2) Vérifier que le moteur tourne dans le bon sens. Lorsque le moteur est connecté au variateur de fréquence avec un ordre de phase précis tel que U-U ; V-V ; W-W, l'arbre moteur tourne habituellement dans le sens horaire, si l'on observe l'extrémité de l'arbre.		
Appuyer sur la touche Hand On du LCP. Vérifier la direction de l'arbre en appliquant une référence manuelle.		
Si le moteur tourne à l'inverse du sens requis : 1. Changer la direction du moteur au *4-10 Direction vit. moteur* 2. Mettre hors tension, attendre que le circuit intermédiaire soit déchargé, intervertir deux des phases moteur	4-10	Sélectionner la direction correcte de l'arbre moteur
Régler le mode de configuration	1-00	[3] Process
Régler la configuration du mode Local	1-05	[0] Boucle ouverte vitesse
3) Régler la configuration des références, c.-à-d. la plage d'utilisation des références. Mettre à l'échelle l'entrée analogique au par. 6-xx		
Définir les unités de référence/retour Définir la référence min. (10 °C) Définir la référence max. (80 °C) Si la valeur définie est déterminée à partir d'une valeur prédéfinie (paramètre de tableau), régler les autres sources de référence sur Pas de fonction.	3-01 3-02 3-03 3-10	[60] °C, unité à afficher -5 °C 35 °C [0] 35% $Réf = \frac{Par.\ 3-10_{(0)}}{100} \times ((Par.\ 3-03) - (par.\ 3-02)) = 24,5°\ C$ 3-14 Réf.prédéf.relative à 3-18 Echelle réf.relative [0] = Pas de fonction
4) Régler les limites du variateur de fréquence :		
Régler les temps de rampe sur une valeur appropriée telle que 20 s	3-41 3-42	20 s 20 s
Régler les limites de la vitesse min. Régler la limite max. de la vitesse du moteur Entrer la fréquence de sortie max.	4-11 4-13 4-19	300 RPM 1500 RPM 60 Hz
Régler S201 ou S202 sur la fonction d'entrée analogique souhaitée (volts (V) ou milliampères (I)) **REMARQUE!** **Les commutateurs sont sensibles ; mettre hors tension puis sous tension en conservant le réglage par défaut de V**		
5) Mettre à l'échelle les entrées analogiques utilisées pour la référence et le signal de retour		
Régler la tension basse de la borne 53 Régler la tension haute de la borne 53 Régler la valeur de retour basse de la borne 54 Régler la valeur de retour haute de la borne 54 Définir la source du retour	6-10 6-11 6-24 6-25 7-20	0 V 10 V -5 °C 35 °C [2] Entrée ANA 54
6) Réglages basiques du PID		
PID proc./Norm.Inv.	7-30	[0] Normal
PID proc./Anti satur.	7-31	[1] Actif
PID proc./Fréq.dém.	7-32	300 tr/min
Enregistrer les paramètres sur le LCP	0-50	[1] Lect.PAR.LCP

Tableau 4.22 Exemple de configuration du régulateur PID de process

4

4.4.7 Optimisation de l'appareil de commande de processus

Les réglages de base ont maintenant été effectués ; tout ce qui reste à faire est d'optimiser le gain proportionnel, le temps d'action intégrale et le temps de dérivée (*7-33 PID proc./Gain P*, *7-34 PID proc./Tps intégral.*, *7-35 PID proc./Tps diff.*). Dans la plupart des process, il est possible d'effectuer cela en suivant ces directives :

1. Démarrer le moteur
2. Régler le *7-33 PID proc./Gain P* sur 0,3 et l'augmenter jusqu'à ce que le signal de retour commence, à nouveau, à varier de manière continue. Ensuite, diminuer la valeur jusqu'à ce que le signal de retour se soit stabilisé. Maintenant, diminuer le gain proportionnel de 40-60%.
3. Régler le par. *7-34 PID proc./Tps intégral.* sur 20 s et diminuer la valeur jusqu'à ce que le signal de retour commence, à nouveau, à varier de manière continue. Augmenter le temps d'action intégrale jusqu'à ce que le signal de retour se stabilise, suivi d'une augmentation de 15-50%.
4. N'utiliser le par. *7-35 PID proc./Tps diff.* que pour les systèmes à action très rapide (temps de dérivée). La valeur caractéristique correspond à quatre fois le temps d'action intégrale défini. Le différenciateur devrait uniquement être utilisé une fois que les réglages du gain proportionnel et du temps d'action intégrale ont été entièrement optimisés. Veiller à ce que les oscillations du signal de retour soient suffisamment atténuées par le filtre passebas.

REMARQUE!

Si nécessaire, il est possible d'activer plusieurs fois démarrage/arrêt de manière à provoquer un changement du signal de retour.

4.4.8 Méthode de réglage de Ziegler Nichols

L'on peut utiliser différentes méthodes de réglage du PID du variateur de fréquence. L'une de ces approches consiste à utiliser une technique développée dans les années 1950 ; elle a néanmoins résisté au temps et reste largement utilisée encore aujourd'hui. Cette méthode est connue sous le nom de méthode de réglage de Ziegler Nichols.

REMARQUE!

La méthode décrite ne doit pas être utilisée sur les applications qui pourraient être endommagées par les oscillations créées par des réglages de contrôle marginalement stables.

Les critères de réglage des paramètres reposent sur l'évaluation du système à la limite de la stabilité plutôt que sur une réponse graduelle. Le gain proportionnel est augmenté jusqu'à ce que des oscillations continues soient observées (telles que mesurées sur le signal de retour), c.-à-d. jusqu'à ce que le système devienne marginalement stable. Le gain correspondant *(K_u)* est appelé gain final. La période d'oscillation (Pu) (connue sous le nom de période finale) est déterminée conformément aux indications mentionnées dans *Illustration 4.12*.

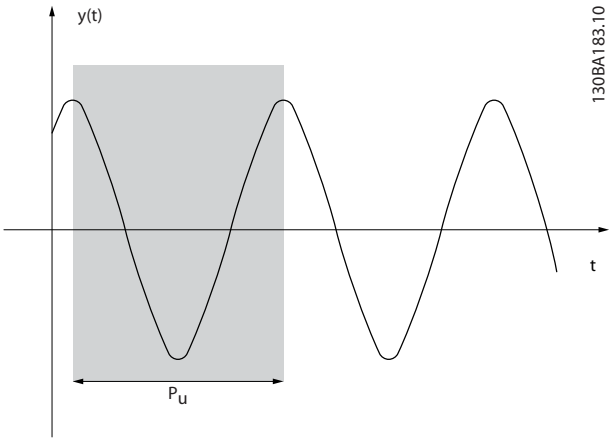


Illustration 4.12 Système marginalement stable

Mesurer *Pu* lorsque l'amplitude d'oscillation est relativement faible. "Reculer" ensuite à nouveau à partir de ce gain, comme illustré dans le *Tableau 4.23*.

K_u est le gain auquel l'oscillation est obtenue.

Type de contrôle	Gain proportionnel	Temps intégral	Temps de dérivée
Contrôle PI	0,45 * K_u	0,833 * P_u	-
Contrôle strict PID	0,6 * K_u	0,5 * P_u	0,125 * P_u
Dépassement PID	0,33 * K_u	0,5 * P_u	0,33 * P_u

Tableau 4.23 Réglage de Ziegler Nichols pour le régulateur, sur la base d'une limite de stabilité.

L'expérience a montré que le réglage du régulateur selon la méthode de Ziegler Nichols donne une bonne réponse en boucle fermée pour de nombreux systèmes. L'opérateur peut réitérer les réglages finaux du régulateur afin d'obtenir un contrôle satisfaisant.

Description pas à pas

Étape 1 : ne sélectionner que Contrôle proportionnel, ce qui signifie que le temps intégral est sélectionné à la valeur maximum, tandis que le temps de dérivée est sélectionné à zéro.

Étape 2 : augmenter la valeur du gain proportionnel jusqu'à ce que le point d'instabilité soit atteint (oscillations soutenues). La valeur critique du gain, K_u, est atteinte.

Étape 3 : mesurer la période d'oscillation pour obtenir la constante de temps critique, P_u.

Étape 4 : utiliser le *Tableau 4.23* pour calculer les paramètres nécessaires du régulateur PID.

4.4.9 Exemple de régulateur PID de process

Illustration 4.10 est un exemple de régulateur PID de process utilisé dans une installation de ventilation.

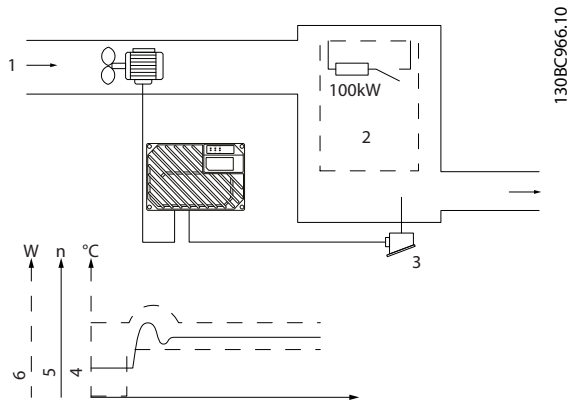


Illustration 4.13 Régulateur PID de process dans l'installation de ventilation

Elément	Description
1	Air froid
2	Processus de génération de chaleur
3	Transmetteur température
4	Température
5	Vitesse du ventilateur
6	Chaleur

Tableau 4.24 Légende

Dans une installation de ventilation, la température doit pouvoir être réglée entre -5 et 35 °C avec un potentiomètre de 0 à 10 V. La tâche du contrôle de process est de gérer la température à un niveau prédéfini constant.

Il s'agit d'une commande inverse, ce qui signifie que lorsque la température monte, la vitesse du ventilateur augmente afin de livrer davantage d'air. Lorsque la température baisse, la vitesse diminue. Le transmetteur utilisé est un capteur thermique dont la plage de service est de -10 °C à +40 °C, 4-20 mA. Vitesse min./max. 300/1 500 tr/min

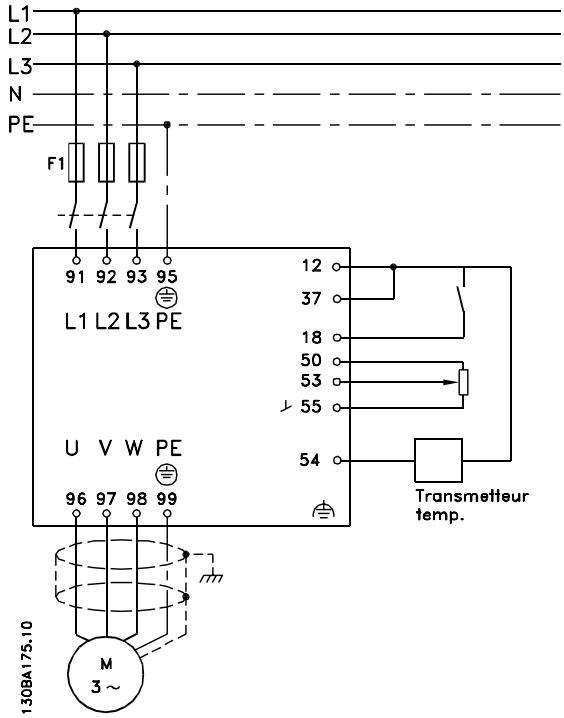


Illustration 4.14 Transmetteur à deux conducteurs

1. Démarrage/arrêt via commutateur raccordé à la borne 18.
2. Référence de température via potentiomètre (-5 à 35 °C, 0 à 10 V CC) raccordé à la borne 53.
3. Signal de retour de température via transmetteur (-10 à 40 °C, 4 à 20 mA) raccordé à la borne 54. Commutateur S202 réglé sur ON (entrée courant).

4

4.5 Structures de contrôle

4.5.1 Structure de contrôle dans VVCplus Contrôle vectoriel avancé du

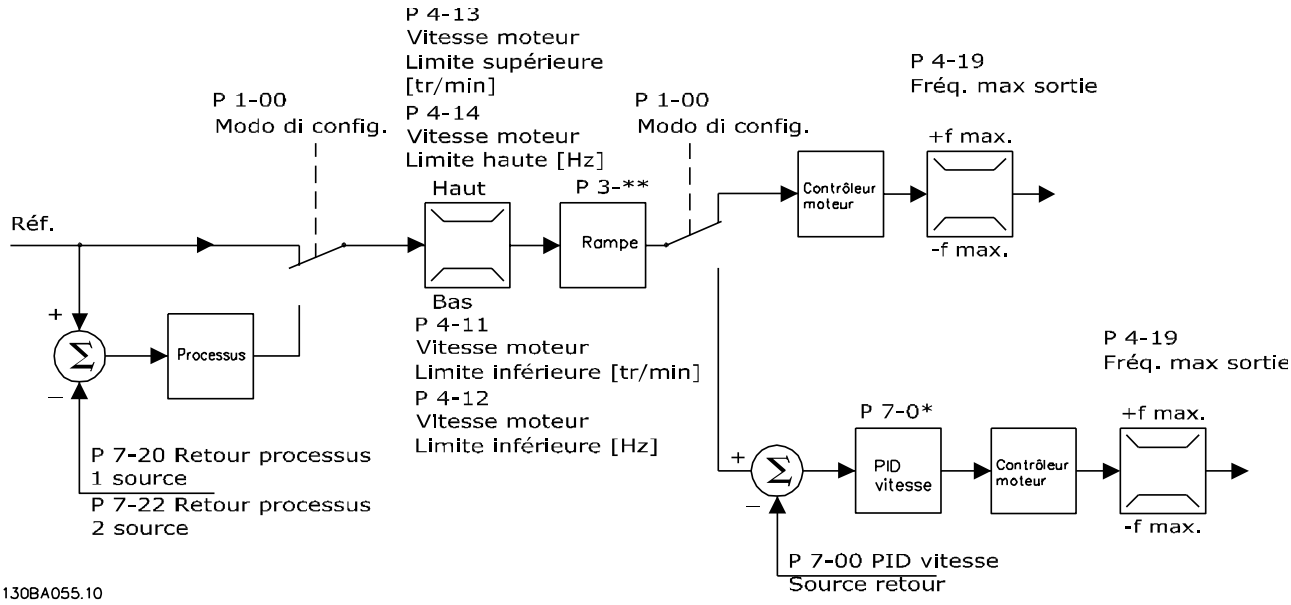


Illustration 4.15 Structure de contrôle dans les configurations en boucles ouverte et fermée VVCplus

Dans la configuration présentée dans l'*Illustration 4.15*, le par. *1-01 Principe Contrôle Moteur* est réglé sur *[1] VVCplus* et le par. *1-00 Mode Config.* sur *[0] Boucle ouverte vit.* La référence résultante du système de gestion des références est reçue et soumise à la limite de rampe et de vitesse avant d'être transmise au contrôle du moteur. La sortie du contrôle est alors limitée par la limite de fréquence maximale.

Si le par. *1-00 Mode Config.* est réglé sur *[1] Boucle fermée vit.*, la référence résultante passe de la limite de rampe et de vitesse à un régulateur PID de vitesse. Les paramètres du régulateur PID de vitesse se trouvent dans le groupe de paramètres 7-0*. La référence résultante du régulateur PID de vitesse est transmise au contrôle du moteur soumis à la limite de fréquence.

Sélectionner *[3] Process* au par. *1-00 Mode Config.* afin d'utiliser le régulateur PID de process pour le contrôle en boucle fermée, de la vitesse ou de la pression par exemple, dans l'application contrôlée. Les paramètres du process PID se trouvent dans les groupes de paramètres 7-2* et 7-3*.

4.5.2 Structure de contrôle dans flux sans capteur

Structure de contrôle dans les configurations boucles ouverte et fermée flux sans capteur.

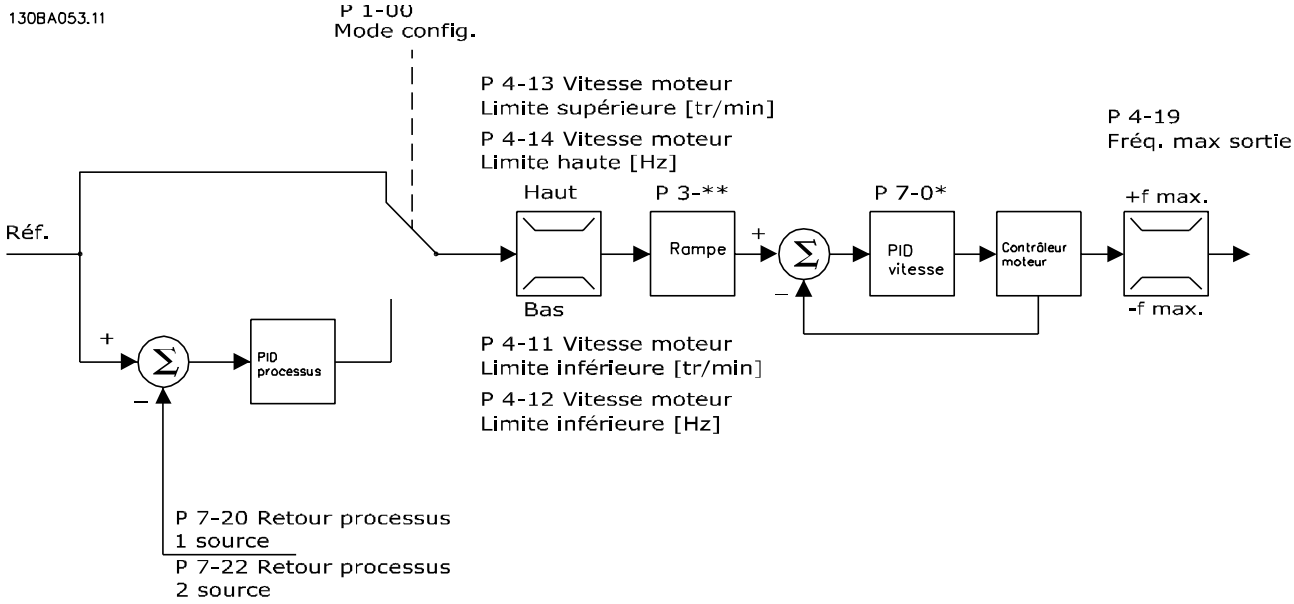


Illustration 4.16 Structure de contrôle dans Flux sans retour

Dans la configuration illustrée, le par. *1-01 Principe Contrôle Moteur* est réglé sur *[2] Flux ss retour* et le par. *1-00 Mode Config.* sur *[0] Boucle ouverte vit.* La référence résultante du système de gestion des références est soumise aux limites de rampe et de vitesse telles que déterminées par les réglages des paramètres indiqués.

Un signal de retour de la vitesse estimée est généré à destination du PID de vitesse afin de contrôler la fréquence de sortie. Le PID de vitesse doit être réglé avec ses paramètres P, I et D (groupe de paramètres 7-0*).

Sélectionner *[3] Process* au par. *1-00 Mode Config.* afin d'utiliser le régulateur PID de process pour le contrôle en boucle fermée, de la vitesse ou de la pression par exemple, dans l'application contrôlée. Les paramètres du process PID se trouvent dans les groupes de paramètres 7-2* et 7-3*.

4.5.3 Structure de contrôle en flux avec retour codeur

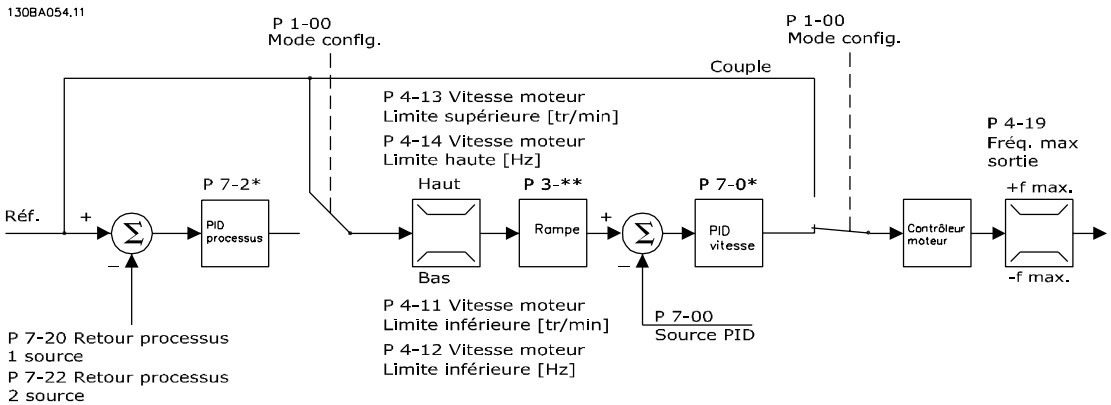


Illustration 4.17 Structure de contrôle en flux avec retour codeur

Dans la configuration illustrée, le par. *1-01 Principe Contrôle Moteur* est réglé sur [*3] Flux retour codeur* et le par. *1-00 Mode Config.* sur *[1] Boucle fermée vit.*

Dans cette configuration, le contrôle du moteur repose sur un signal de retour d'un codeur monté directement sur le moteur (défini au *1-02 Source codeur arbre moteur*).

4

Sélectionner *[1] Boucle fermée vit.* au par. *1-00 Mode Config.* afin d'utiliser la référence résultante comme entrée du régulateur PID de vitesse. Les paramètres du régulateur PID de vitesse se trouvent dans le groupe de paramètres 7-0*.

Sélectionner *[2] Couple* au par. *1-00 Mode Config.* pour utiliser la référence résultante directement comme une référence de couple. La commande de couple ne peut être sélectionnée que dans la configuration *Flux retour codeur* (*1-01 Principe Contrôle Moteur*). Lorsque ce mode est sélectionné, l'unité de référence est le Nm. Il ne nécessite aucun retour concernant le couple réel puisque celui-ci est calculé sur la base de la mesure de courant du variateur de fréquence.

Sélectionner *[3] Process* au par. *1-00 Mode Config.* afin d'utiliser le régulateur PID de process pour le contrôle en boucle fermée d'une variable de process (vitesse, par exemple) dans l'application contrôlée.

4.6 Contrôle local (Hand On) et distant (Auto)

Le variateur de fréquence peut être actionné manuellement via le panneau de commande locale (LCP) ou à distance via les entrées analogiques et digitales et le bus série. Si l'autorisation est donnée aux par. *0-40 Touche [Hand on] sur LCP*, *0-41 Touche [Off] sur LCP*, *0-42 Touche [Auto on] sur LCP* et *0-43 Touche [Reset] sur LCP*, il est possible de démarrer et d'arrêter le variateur de fréquence via le LCP à l'aide des touches [Hand ON] et [Off]. Les alarmes peuvent être réinitialisées via la touche [Reset]. Après avoir appuyé sur la touche [Hand On], le variateur de fréquence passe en mode local et suit la référence locale qui peut être définie à l'aide de la touche fléchée sur le LCP.

Après avoir appuyé sur la touche [Auto On], le variateur passe en mode Auto et suit (par défaut) la référence distante. Dans ce mode, il est possible de contrôler le variateur via les entrées digitales et diverses interfaces série (RS-485, USB ou un bus de terrain en option). Consulter des informations complémentaires concernant le démarrage, l'arrêt, les rampes variables et les configurations de paramètres, etc. dans le groupe de paramètres 5-1* (entrées digitales) ou le groupe de paramètres 8-5* (communication série).

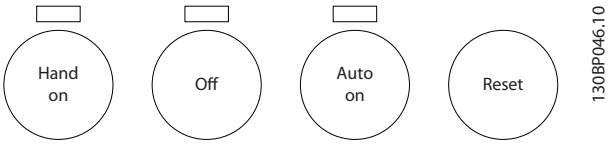


Illustration 4.18 Touches du LCP

Référence active et mode de configuration

La référence active peut correspondre à la référence locale ou distante.

Au par. *3-13 Type référence*, la référence locale peut être sélectionnée en permanence en réglant sur [2] Local. Pour régler en permanence la référence distante, sélectionner [1] A distance. En sélectionnant *[0] Mode hand/auto* (par défaut), l'emplacement de la référence dépend du mode activé (mode Hand ou mode Auto).

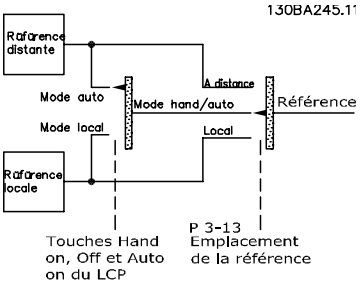


Illustration 4.19 Utilisation des références locales

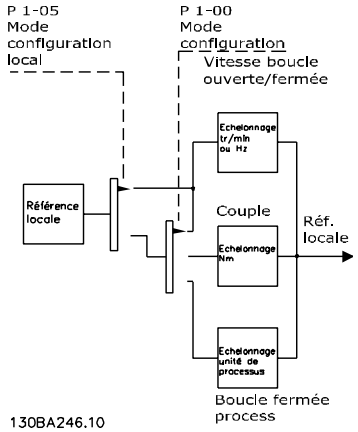


Illustration 4.20 Utilisation des références distantes

Touches du LCP	3-13 Type référence	Référence active
Hand	Mode hand/auto	Locale
Hand⇒Off	Mode hand/auto	Locale
Auto	Mode hand/auto	Distante
Auto⇒Off	Mode hand/auto	Distante
Toutes les touches	Locale	Locale
Toutes les touches	Distante	Distante

Tableau 4.25 Conditions d'utilisation des références locales/distantes

1-00 Mode Config. détermine le type de principe de fonctionnement de l'application (à savoir Vitesse, Couple ou Contrôle de process) utilisé lorsque la référence distante est activée. *1-05 Configuration mode Local* détermine le type de principe de fonctionnement de l'application utilisé lorsque la référence locale est activée. L'une d'elles est toujours active, mais les deux ne peuvent pas l'être en même temps.

4.7 Programmation de la limite de couple et d'arrêt

Dans les applications avec un frein électromécanique externe, comme les applications de levage, il est possible d'arrêter le variateur de fréquence via un ordre d'arrêt standard et d'activer simultanément le frein électromécanique externe.
L'exemple ci-dessous montre la programmation des connexions du variateur de fréquence.
Le frein externe peut être relié au relais 1 ou 2.
Programmer la borne 27 sur *[2] Lâchage* ou *[3] Roue libre NF* et la borne 29 sur Mode born. 29, *[1] Sortie* et *[27] Limite couple & arrêt*.

Description
Lorsqu'un ordre d'arrêt est actif via la borne 18 et que le variateur de fréquence n'est pas en limite de couple, le moteur suit la rampe de décélération jusqu'à 0 Hz.
Si le variateur de fréquence est en limite de couple et qu'un ordre d'arrêt est activé, la borne 29 Sortie (programmée sur Limite couple & arrêt [27]) est activée. Le signal envoyé à la borne 27 passe de '1 logique' à '0 logique' et le moteur commence à passer en roue libre, garantissant ainsi que l'opération de levage s'arrête, même si le variateur lui-même ne peut pas gérer le couple requis (à savoir en raison d'une surcharge excessive).

- Démarrage/arrêt avec la borne 18
  5-10 E.digit.born.18 [8] Démarrage
- Arrêt rapide avec la borne 27
  5-12 E.digit.born.27 [2] Arrêt en roue libre (Contact NF)
- Borne 29 Sortie
  5-02 Mode born.29 [1] Borne 29 Mode sortie
  5-31 S.digit.born.29 [27] Limite de couple et arrêt
- [0] Sortie de relais (Relais 1)
  5-40 Fonction relais [32] Commande de frein mécanique

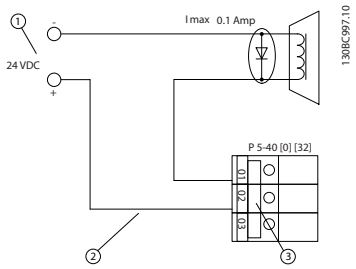


Illustration 4.21 Commande de frein mécanique

Elément	Description
1	Alimentation externe 24 V CC
2	Raccordement du frein mécanique
3	Relais 1

Tableau 4.26 Légende

4.8 Frein mécanique

Dans les applications de levage, il est nécessaire de pouvoir commander un frein électromécanique. Pour commander le frein, il faut utiliser une sortie relais (relais1 ou relais2) ou une sortie digitale programmée (borne 27 ou 29). Cette sortie doit normalement être fermée aussi longtemps que le variateur de fréquence est incapable de "maintenir" le moteur, par exemple du fait d'une charge excessive. Pour les applications avec un frein électro-magnétique, sélectionner *[32] commande de frein mécanique* dans l'un des paramètres suivants :

5-40 Fonction relais (param. de tableau),

5-30 S.digit.born.27 ou

5-31 S.digit.born.29

En cas de sélection de *[32] Ctrl frein mécanique*, le relais de frein mécanique reste fermé pendant le démarrage et jusqu'à ce que le courant de sortie dépasse un niveau prédéfini. Sélectionner le niveau prédéfini dans *2-20 Activation courant frein.*. Pendant l'arrêt, le frein mécanique se ferme lorsque la vitesse est inférieure au niveau sélectionné au par. *2-21 Activation vit.frein[tr/mn]*. Lorsque le variateur de fréquence est en état d'alarme (surtension par ex.) ou lors d'un arrêt de sécurité, le frein mécanique est immédiatement mis en circuit.

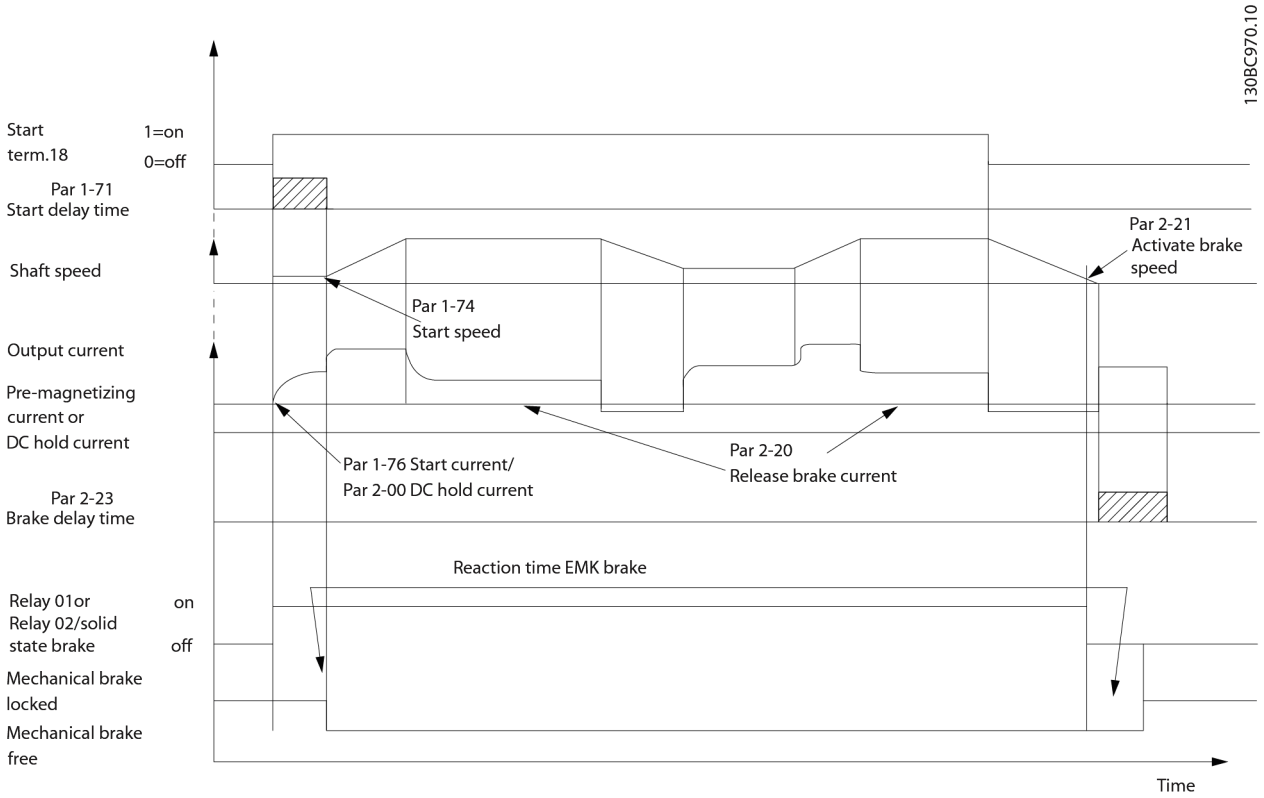


Illustration 4.22 Commande de frein mécanique pour les applications de levage

Dans les applications de levage/abaissement, il est nécessaire de pouvoir commander un frein électromécanique.

Description pas à pas

- Pour contrôler le frein mécanique, utiliser une sortie relais, une sortie digitale (borne 27 ou 29) ou une tension de sortie de frein à semi-conducteur (bornes 122 - 123). Utiliser un contacteur adapté si nécessaire.
- S'assurer que la sortie est désactivée tant que le variateur de fréquence n'est pas en mesure d'entraîner le moteur. Par exemple, en raison d'une surcharge ou si le moteur n'est pas encore monté.
- Sélectionner *[32] Ctrl frein mécanique* dans le groupe de paramètres 5-4* (ou dans le groupe 5-3*) avant de connecter le frein mécanique.

- Le frein est relâché lorsque le courant du moteur dépasse la valeur réglée au par. *2-20 Activation courant frein.*.
- Le frein est enclenché lorsque la fréquence de sortie est inférieure à une limite prédéfinie. Régler la limite au par. *2-21 Activation vit.frein[tr/mn]* ou *2-22 Activation vit. Frein[Hz]* et uniquement si le variateur de fréquence exécute un ordre d'arrêt.

REMARQUE!

Recommandation : Pour les applications de levage vertical ou autre, s'assurer que la charge peut être stoppée en cas d'urgence ou de défaillance d'une seule pièce, contacteur par exemple.
Lorsque le variateur de fréquence passe en mode alarme ou est exposé à une situation de surtension, le frein mécanique intervient.

REMARQUE!

Dans les applications de levage, veiller à ce que les réglages de limites de couple ne dépassent pas la limite de courant. Régler les limites de couple aux par. *4-16 Mode moteur limite couple* et *4-17 Mode générateur limite couple*. Régler la limite de courant au par. *4-18 Limite courant*. Recommandation : Régler *14-25 Délais Al./C.limit ?* sur *[0]*, *14-26 Temps en U limit.* sur *[0]* et *14-10 Panne secteur* sur *[3] Roue libre*.

4.9 Arrêt de sécurité

Le variateur de fréquence peut appliquer la fonction de sécurité *Arrêt sûr du couple* (tel que défini par la norme EN CEI 61800-5-2[1]) ou la *catégorie d'arrêt 0* (telle que définie dans la norme EN 60204-1[2]).
Danfoss nomme cette fonctionnalité *arrêt de sécurité*. Avant d'intégrer et d'utiliser l'arrêt de sécurité dans une installation, procéder à une analyse approfondie des risques afin de déterminer si la fonctionnalité d'arrêt de sécurité et les niveaux de sécurité sont appropriés et suffisants. L'arrêt de sécurité est conçu et approuvé comme acceptable pour les exigences de :

- Catégorie de sécurité 3 selon EN 954-1 (et EN ISO 13849-1)
- Niveau de performance "d" selon EN ISO 13849-1:2008
- Capacité SIL 2 selon CEI 61508 et EN 61800-5-2
- SILCL 2 selon EN 62061

1) Se reporter à la norme EN CEI 61800-5-2 pour prendre connaissance des détails de la fonction Arrêt sûr du couple (STO).
2) Se reporter à la norme EN CEI 60204-1 pour prendre connaissance des détails des catégories d'arrêt 0 et 1.

Activation et fin de l'arrêt de sécurité
La fonction arrêt de sécurité (STO) est activée par suppression de la tension au niveau de la borne 37 de l'onduleur de sécurité. En raccordant l'onduleur de sécurité à des dispositifs de sécurité externes fournissant un retard de sécurité, une installation pour une catégorie d'arrêt de sécurité 1 peut être obtenue. La fonction d'arrêt de sécurité peut être utilisée pour les moteurs synchrones, asynchrones et les moteurs à magnétisation permanente.

⚠AVERTISSEMENT

Après installation de l'arrêt de sécurité (STO), un essai de mise en service doit être réalisé. Un essai de mise en service réussi est obligatoire après la première installation et après chaque remplacement au niveau de l'installation de sécurité.

Caractéristiques techniques de l'arrêt de sécurité
Les valeurs suivantes sont associées aux différents types de niveaux de sécurité :

Temps de réaction de T37
- Temps de réaction type : 10 ms

Temps de réaction = délai entre l'arrêt de l'alimentation de l'entrée STO et l'arrêt du pont de sortie du variateur de fréquence.

Données de la norme EN ISO 13849-1
- Niveau de performance "d"
- $MTTF_d$ (durée moyenne de fonctionnement avant défaillance) : 24 816 années
- DC (couverture du diagnostic) : 99%
- Catégorie 3
- Durée de vie de 20 ans

Données des normes EN CEI 62061, EN CEI 61508, EN CEI 61800-5-2
- Capacité SIL 2, SILCL 2
- PFH (probabilité de défaillance dangereuse par heure) = 7e-10FIT = 7e-19/h
- SFF (pourcentage de défaillance en sécurité) > 99%
- HFT (tolérance aux défaillances du matériel) = 0 (architecture 1oo1)
- Durée de vie de 20 ans

Données de la norme EN CEI 61508 (faible sollicitation)
- Valeur PFDavg pour un essai sur 1 an : 3, 07E-14
- Valeur PFDavg pour un essai sur 3 ans : 9, 20E-14
- Valeur PFDavg pour un essai sur 5 ans : 1, 53E-13

Données SISTEMA
Les données de sécurité fonctionnelles sont disponibles via une bibliothèque de données à utiliser conjointement à 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. La bibliothèque est complétée et développée en permanence.

Abrév.	Réf.	Description
Cat.	EN 954-1	Catégorie, niveau "B, 1-4"
FIT		Taux de défaillance : 1E-9 heures
HFT	CEI 61508	Tolérance aux défaillances du matériel : HFT = n signifie que n+1 défaillances peuvent entraîner une perte de la fonction de sécurité
MTTFd	EN ISO 13849-1	Mean Time To Failure - dangerous (durée moyenne de fonctionnement avant défaillance) Unité : années
PFH	CEI 61508	Probabilité de défaillance dangereuse par heure. Prendre en compte la valeur PFH lorsque le dispositif de sécurité est fortement sollicité (plus d'une fois par an) ou activé en continu, lorsque la fréquence des demandes de fonctionnement sur un système lié à la sécurité est supérieure à une fois par an.
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 a-e.
SFF	CEI 61508	Pourcentage de défaillance en sécurité [%] : pourcentage des défaillances de sécurité et pannes dangereuses détectées d'une fonction de sécurité ou d'un sous-système lié à toutes les pannes.
SIL	CEI 61508	Niveau d'intégrité de sécurité
STO	EN 61800-5-2	Désactivation sûre du couple
SS1	EN 61800 -5-2	Arrêt de sécurité 1

Tableau 4.27 Abréviations liées à la sécurité fonctionnelle

Valeur PFDavg (probabilité de défaillance à la sollicitation) Probabilité de défaillance en cas de demande de fonction de sécurité.

4.9.1.1 Borne 37, Fonction d'arrêt de sécurité

Le variateur de fréquence est disponible avec une fonctionnalité d'arrêt de sécurité via la borne de commande 37. L'arrêt de sécurité désactive la tension de contrôle des semi-conducteurs de puissance de l'étage de sortie du variateur de fréquence, ce qui empêche la génération de la tension requise pour faire tourner le moteur. Lorsque l'arrêt de sécurité (borne 37) est activé, 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. La fonction d'arrêt de sécurité peut être utilisée comme arrêt d'urgence du variateur de fréquence. En mode d'exploitation normal, lorsque l'arrêt de sécurité n'est pas nécessaire, utiliser plutôt la fonction d'arrêt habituelle. Lorsque le redémarrage automatique est utilisé, les exigences de la norme ISO 12100-2, paragraphe 5.3.2.5, doivent être remplies.

Conditions de responsabilité

Il incombe à l'utilisateur de s'assurer que le personnel qui installe et utilise la fonction d'arrêt de sécurité :

- a lu et compris les réglementations de sécurité concernant la santé et la sécurité, et la prévention des accidents ;
- a compris les consignes générales et de sécurité fournies dans cette description et dans la description détaillée de ce manuel ;
- a une bonne connaissance des normes générales et de sécurité applicables à l'application spécifique.

L'utilisateur est défini comme : un intégrateur, un opérateur, un technicien de service, un technicien de maintenance.

Normes

L'utilisation de l'arrêt de sécurité 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 d'arrêt de sécurité optionnelle est conforme aux normes suivantes :

- EN 954-1 : 1996 catégorie 3
- CEI 60204-1 : 2005 catégorie 0 - arrêt non contrôlé
- CEI 61508 : 1998 SIL2
- CEI 61800-5-2 : 2007 – fonction d'arrêt sûr du couple
- CEI 62061 : 2005 SIL CL2
- ISO 13849-1 : 2006 catégorie 3 PL "d"
- ISO 14118 : 2000 (EN 1037) – prévention d'un démarrage imprévu

Les informations et instructions du Manuel d'utilisation ne sont pas suffisantes pour utiliser la fonctionnalité d'arrêt de sécurité de manière correcte et sûre. Les informations et instructions correspondantes du *Manuel de configuration* doivent être suivies.

Mesures de protection

- Du personnel qualifié et expérimenté est nécessaire pour installer et mettre en service les systèmes de sécurité.
- L'unité doit être installée dans une armoire IP54 ou dans un environnement similaire. Dans des applications spéciales, un degré de protection IP supérieur est nécessaire.

- Le câble entre la borne 37 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 éventuel.

Installation et configuration de l'arrêt de sécurité

⚠AVERTISSEMENT

FONCTION D'ARRÊT DE SÉCURITÉ !

La fonction d'arrêt de sécurité 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 spécifié dans la section Sécurité de ce manuel. Le non-respect de ces consignes peut entraîner le décès ou des blessures graves.

- Il n'est pas recommandé d'arrêter le variateur de fréquence à l'aide de la fonction d'arrêt sûr du couple. 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 cela n'est pas acceptable ou présente un danger, utiliser un autre mode d'arrêt du variateur de fréquence et des machines avant de recourir à cette fonction. Selon l'application, un frein mécanique peut être nécessaire.
- Concernant les variateurs de fréquence pour moteurs synchrones et à magnétisation permanente en cas de panne de plusieurs semi-conducteurs de puissance des IGBT : malgré l'activation de la fonction d'arrêt sûr du couple, le système peut produire un couple d'alignement qui fait tourner l'arbre du moteur à son maximum de 180/p degrés. "p" représente le nombre de paires de pôles.
- Cette fonction convient pour effectuer un travail mécanique sur le système ou sur la zone concernée d'une seule machine. Elle n'offre pas de sécurité en matière d'électricité. Ne pas utiliser cette fonction en tant que contrôle du démarrage et/ou de l'arrêt du variateur de fréquence.

Suivre les étapes pour réaliser une installation sûre du variateur de fréquence :

1. Retirer le 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 cavalier dans *Illustration 4.23*).
2. Connecter un relais de surveillance de sécurité externe via une fonction de sécurité NO à la borne 37 (arrêt de sécurité) et à la borne 12 ou 13 (24 V CC). Suivre l'instruction du dispositif de sécurité. Le relais de surveillance de sécurité doit être conforme à la catégorie 3 (EN 954-1)/PL "d" (ISO 13849-1) ou SIL 2 (EN 62061).

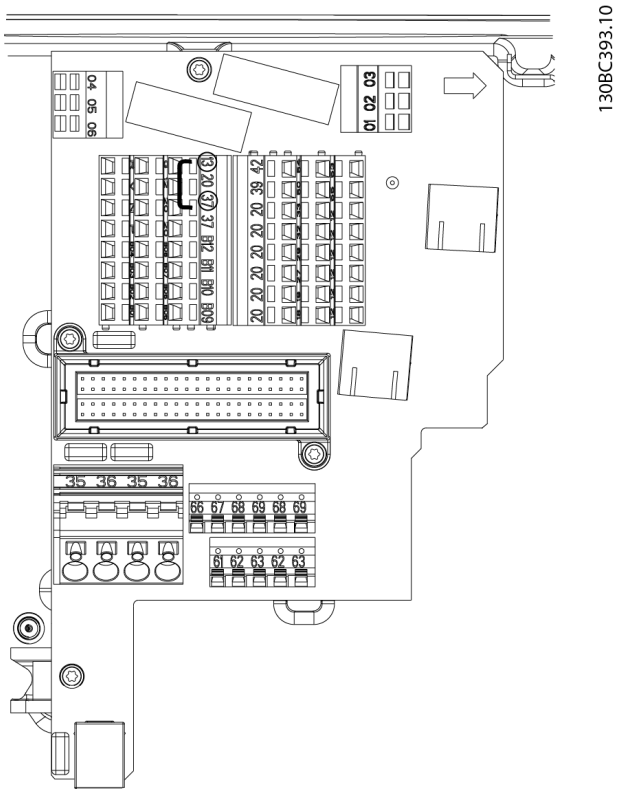


Illustration 4.23 Cavalier entre la borne 12/13 (24 V) et 37

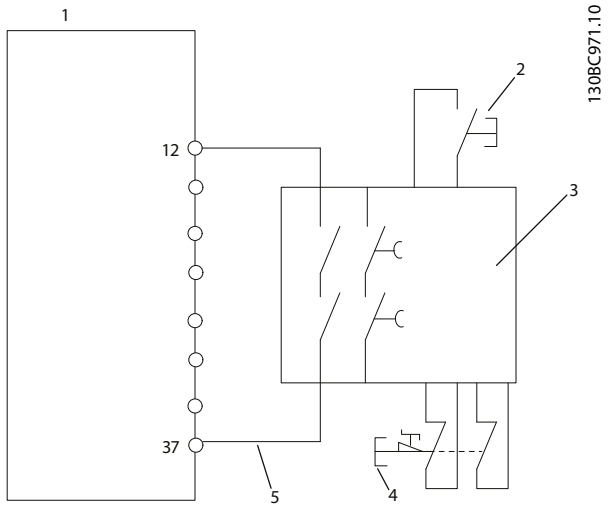


Illustration 4.24 Installation pour obtenir une catégorie d'arrêt 0 (EN 60204-1) avec catégorie de sécurité 3 (EN 954-1)/PL "d" (ISO 13849-1) ou SIL 2 (EN 62061).

1	Variateur de fréquence
2	Bouton Reset
3	Relais de sécurité (cat. 3, PL d ou SIL2)
4	Arrêt d'urgence
5	Câble protégé contre les courts-circuits (s'il n'est pas installé dans l'armoire IP54)

Tableau 4.28 Légende

Essai de mise en service de l'arrêt de sécurité

Après l'installation et avant le premier fonctionnement, procéder à un essai de mise en service de l'installation en faisant usage de l'arrêt de sécurité. Par ailleurs, procéder à l'essai après chaque modification de l'installation.

Exemple avec STO (arrêt de sécurité)

Un relais de sécurité évalue les signaux du bouton d'arrêt d'urgence et déclenche une fonction STO sur le variateur de fréquence en cas d'activation de ce bouton (voir *Illustration 4.25*). Cette fonction de sécurité correspond à un arrêt de catégorie 0 (arrêt non contrôlé) selon la norme CEI 60204-1. Si la fonction est déclenchée pendant l'exploitation, le moteur ralentit de manière incontrôlée. L'alimentation du moteur est suspendue en toute sécurité afin d'empêcher tout autre mouvement. Il n'est pas nécessaire de surveiller le site à l'arrêt. S'il convient d'anticiper une force externe, des mesures additionnelles doivent être prises pour prévenir tout mouvement éventuel (freins mécaniques, par ex.).

REMARQUE!

Pour toutes les applications avec arrêt de sécurité, il est important d'exclure tout court-circuit dans le câblage vers T37. Exclure la probabilité d'un court-circuit conformément à la description de la norme EN ISO 13849-2 D4 et utiliser un câblage protégé (blindé ou séparé).

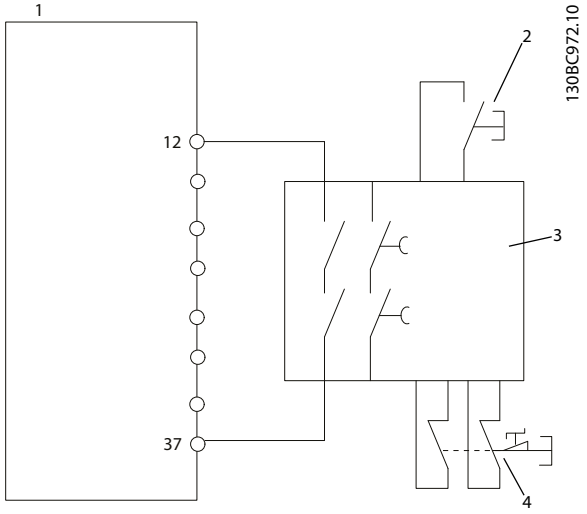


Illustration 4.25 Exemple STO

1	Variateur de fréquence
2	Touche [Reset]
3	Relais de sécurité
4	Arrêt d'urgence

Tableau 4.29 Légende

Exemple avec l'arrêt de sécurité SS1

SS1 correspond à un arrêt contrôlé de catégorie 1 selon la norme CEI 60204-1 (voir *Illustration 4.26*). Lors de l'activation de la fonction de sécurité, le variateur de fréquence effectue un arrêt contrôlé normal. L'activation peut avoir lieu via la borne 27. Une fois la temporisation de sécurité expirée sur le module de sécurité externe, le STO est déclenché et la borne 37 est définie à un niveau bas. La décélération s'exécute conformément à la configuration du variateur de fréquence. Si le variateur de fréquence n'est pas arrêté après la temporisation de sécurité, l'activation du STO place le variateur de fréquence en roue libre.

REMARQUE!

Lors de l'utilisation de la fonction SS1, la rampe de freinage du variateur de fréquence n'est pas surveillée en termes de sécurité.

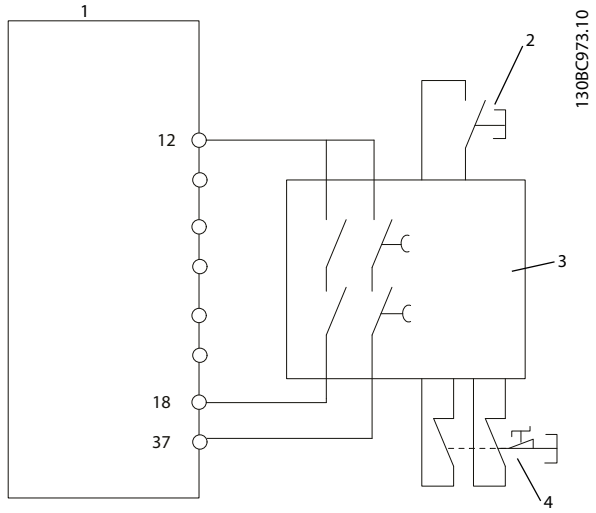


Illustration 4.26 Exemple SS1

1	Variateur de fréquence
2	Touche [Reset]
3	Relais de sécurité
4	Arrêt d'urgence

Tableau 4.30 Légende

Exemple avec l'application de catégorie 4/PL e

Aux emplacements où le système de contrôle de la sécurité requiert deux canaux pour que la fonction STO soit de catégorie 4/PL e, mettre en œuvre un canal par l'intermédiaire de l'arrêt de sécurité T37 (STO) et l'autre canal par un contacteur. Connecter le contacteur dans le circuit de puissance d'entrée ou de sortie du variateur de fréquence, contrôlé par le relais de sécurité (voir *Illustration 4.27*). Le contacteur doit être contrôlé via un contact auxiliaire guidé et connecté à l'entrée de réinitialisation du relais de sécurité.

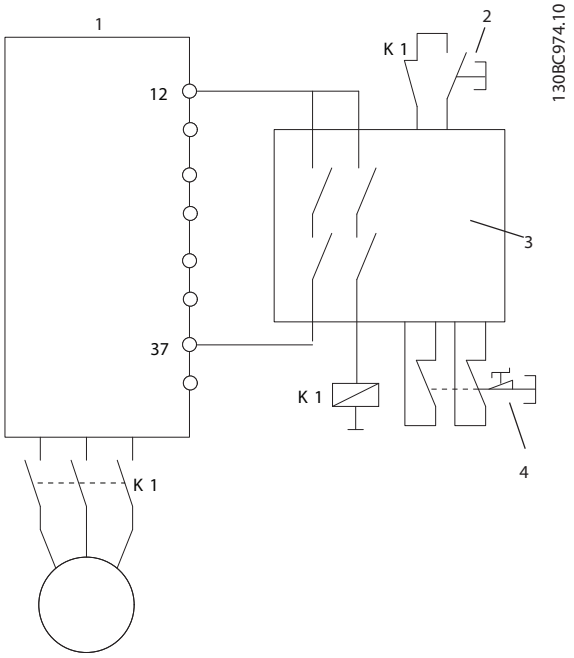


Illustration 4.27 Exemple STO de catégorie 4

1	Variateur de fréquence
2	Touche [Reset]
3	Relais de sécurité
4	Arrêt d'urgence

Tableau 4.31 Légende

Mise en parallèle de l'entrée de l'arrêt de sécurité avec celle du relais de sécurité

Les entrées de l'arrêt de sécurité T37 (STO) peuvent être connectées directement ensemble s'il est nécessaire de contrôler plusieurs variateurs de fréquence à partir de la même ligne de commande via un relais de sécurité (voir *Illustration 4.28*). Connecter des entrées ensemble augmente la probabilité de défaillance en matière de sécurité. Un défaut dans un variateur de fréquence peut entraîner la désactivation de tous les variateurs. La probabilité de défaut pour T37 est si faible que le résultat éventuel reste cependant toujours conforme aux exigences SIL2.

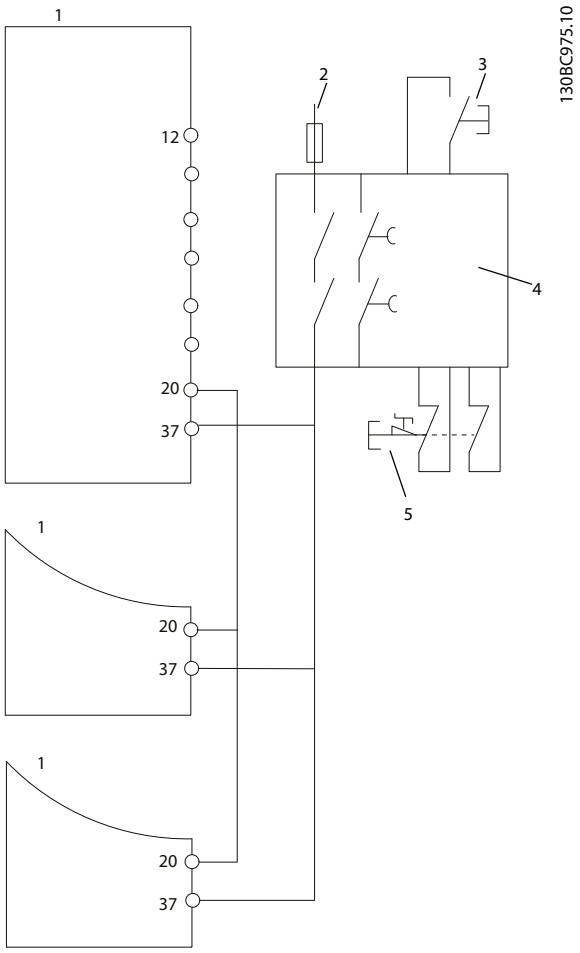


Illustration 4.28 Mise en parallèle d'un exemple avec plusieurs variateurs

1	Variateur de fréquence
2	24 V CC
3	Touche [Reset]
4	Relais de sécurité
5	Arrêt d'urgence

Tableau 4.32 Légende

⚠AVERTISSEMENT

L'activation de l'arrêt de sécurité (c.-à-d. la suppression de la tension 24 V CC sur la borne 37) ne fournit pas de sécurité électrique. La fonction d'arrêt de sécurité elle-même ne suffit donc pas à implémenter la fonction d'arrêt d'urgence tel que défini par la norme EN 60204-1. L'arrêt d'urgence nécessite des mesures d'isolation électrique comme la coupure du secteur par un contacteur supplémentaire.

1. Activer la fonction d'arrêt de sécurité en supprimant l'alimentation 24 V CC à la borne 37.
2. Après activation de l'arrêt de sécurité (c.-à-d. après le temps de réponse), le variateur de fréquence passe en roue libre (il s'arrête en créant un champ rotationnel dans le moteur). Le temps de réponse est généralement inférieur à 10 ms.

Ainsi, le variateur ne redémarrera pas la création d'un champ rotationnel par erreur interne (conformément à la cat. 3 des normes EN 954-1, PL d selon EN ISO 13849-1 et SIL 2 selon EN 62061. Après activation de l'arrêt de sécurité, l'écran affiche le texte "Arrêt de sécurité activé". Le texte d'aide associé indique "L'arrêt de sécurité a été activé". Cela signifie que l'arrêt de sécurité a été activé ou que le fonctionnement normal n'a pas encore repris après son activation.

REMARQUE!

Les exigences de la cat. 3 (EN 954-1)/PL "d" (ISO 13849-1) ne sont remplies que lorsqu'une alimentation 24 V CC pour la borne 37 est coupée ou reste faible grâce à un dispositif de sécurité lui-même conforme à la cat. 3 (EN 954-1)/PL "d" (ISO 13849-1). Si des forces externes agissent sur le moteur, il ne doit pas fonctionner sans mesures supplémentaires de protection contre les chutes. Des forces externes peuvent survenir, par exemple, en cas d'axe vertical (charges suspendues) où un mouvement involontaire, généré par la gravité par exemple, pourrait être à l'origine d'un danger. Les mesures de protection contre les chutes peuvent se composer de freins mécaniques.

Par défaut, la fonction d'arrêt de sécurité est réglée sur un comportement de prévention contre tout redémarrage indésirable. Pour reprendre l'exploitation après activation de l'arrêt de sécurité,

1. appliquer de nouveau une tension de 24 V CC à la borne 37 (le texte relatif à l'arrêt de sécurité est toujours affiché) ;
2. créer un signal de reset (via bus, E/S digitale ou touche [Reset]).

La fonction d'arrêt de sécurité peut être réglée sur un comportement de redémarrage automatique. Régler la valeur du par. *5-19 Arrêt de sécurité borne 37* de la valeur par défaut [1] à la valeur [3].
Le redémarrage automatique signifie que l'arrêt de sécurité prend fin et que le fonctionnement normal a repris dès que la tension de 24 V CC est appliquée à la borne 37. Aucun signal de reset n'est requis.

⚠AVERTISSEMENT

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

1. **La prévention contre tout redémarrage indésirable est appliquée par les autres parties de l'installation d'arrêt de sécurité.**
2. **La présence en zone dangereuse peut être physiquement exclue lorsque l'arrêt de sécurité n'est pas actif. En particulier, le *paragraphe 5.3.2.5 de la norme ISO 12100-2 2003* doit être observé.**

4.9.1.2 Essai de mise en service de l'arrêt de sécurité

Après l'installation et avant le premier fonctionnement, procéder à un essai de mise en service d'une installation ou d'une application à l'aide d'un arrêt de sécurité. Procéder à nouveau à l'essai après chaque modification de l'installation ou de l'application impliquant l'arrêt de sécurité.

REMARQUE!

Un essai de mise en service réussi est obligatoire après la première installation et après chaque remplacement au niveau de l'installation de sécurité.

Essai de mise en service (sélectionner le cas 1 ou 2 selon les besoins) :

Cas 1 : la prévention contre tout redémarrage pour l'arrêt de sécurité est nécessaire (c.-à-d. arrêt de sécurité uniquement lorsque le par. *5-19 Arrêt de sécurité borne 37* est réglé sur la valeur par défaut [1], ou arrêt de sécurité et MCB 112 associés lorsque le par. *5-19 Arrêt de sécurité borne 37* est réglé sur [6] ou [9]) :

1.1 Supprimer 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). L'étape de l'essai est réussie lorsque

- le moteur s'arrête en roue libre et
- que le frein mécanique (s'il est raccordé) reste activé,
- que l'alarme "Arrêt de sécurité [A68]" est affichée dans le LCP, s'il est monté.

1.2 Envoyer un signal de reset (via bus, E/S digitale ou touche [Reset]). L'essai est concluant si le moteur reste en état d'arrêt de sécurité et que le frein mécanique (s'il est raccordé) reste activé.

1.3 Appliquer à nouveau la tension 24 V CC à la borne 37. L'essai est concluant si le moteur reste en état de roue libre et que le frein mécanique (s'il est connecté) reste activé.

1.4 Envoyer un signal de reset (via bus, E/S digitale ou touche [Reset]). L'essai est concluant si le moteur reprend son fonctionnement.

L'essai de mise en service est concluant si les quatre étapes 1.1, 1.2, 1.3 et 1.4 le sont également.

Cas 2 : le redémarrage automatique de l'arrêt de sécurité est souhaité et autorisé (c.-à-d. arrêt de sécurité uniquement lorsque le par. *5-19 Arrêt de sécurité borne 37* est réglé sur [3] ou arrêt de sécurité et MCB 112 associés lorsque le par. *5-19 Arrêt de sécurité borne 37* est réglé sur [7] ou [8]) :

2.1 Supprimer 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). L'étape de l'essai est réussie lorsque

- le moteur s'arrête en roue libre et
- que le frein mécanique (s'il est raccordé) reste activé,
- que l'alarme "Arrêt de sécurité [A68]" est affichée dans le LCP, s'il est monté.

2.2 Appliquer à nouveau la tension 24 V CC à la borne 37.

L'essai est concluant si le moteur reprend son fonctionnement. L'essai de mise en service est concluant si les deux étapes 2.1 et 2.2 le sont également.

REMARQUE!

Voir l'avertissement sur le comportement du redémarrage au par. *Arrêt de sécurité borne 37* .

REMARQUE!

La fonction d'arrêt de sécurité peut être utilisée pour les moteurs asynchrones, synchrones 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 : angle=360/(nombre de pôles). L'application utilisant des moteurs synchrones ou à magnétisation permanente doit prendre cette rotation résiduelle en compte et veiller à ce qu'il n'y ait pas de risque de sécurité. Cette situation ne concerne pas les moteurs asynchrones.

5 Code de type et guide de sélection

5.1 Description de type de code

Position	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	39	39
	F	C	D	3	0	2	P				T	4				H	1											X	A		B		X	X	X	X	X	D	

130BB797.10

Illustration 5.1 Description de type de code

5

Position	Description	Choix/options	
01-03	Groupe de produits	FCD	Decentral Drive
04-06	Série de variateur de fréquence	302	Performance avancée
07-10	Puissance	PK37	0,37 kW/0,5 HP
		PK55	0,55 kW/0,75 HP
		PK75	0,75 kW/1,0 HP
		P1K1	1,1 kW/1,5 HP
		P1K5	1,5 kW/2,0 HP
		P2K2	2,2 kW/3,0 HP
		P3K0	3,0 kW/4,0 HP (grande unité uniquement)
		PXXX	Boîtier d'installation uniquement (sans partie de puissance)
11-12	Phases, tension secteur	T	Triphasé
		4	380-480 V CA
13-15	Protection	B66	Noire standard - IP66/Type 4X
		W66	Blanc standard - IP66/Type 4X
		W69	Blanche hygiénique - IP66K/Type 4X
16-17	Filtre RFI	H1	Filtre RFI classe A1/C2
18	Frein	X	Pas de frein
		S	Hacheur de freinage + alimentation de frein mécanique

Position	Description	Choix/options	
19	Configuration du matériel	1	Produit complet, petite unité, montage autonome
		3	Produit complet, grande unité, montage autonome
		X	Partie variateur, petite unité (pas de boîtier d'installation)
		Y	Partie variateur, grande unité (pas de boîtier d'installation)
		R	Boîtier d'installation, petite unité, montage autonome (pas de partie variateur)
		T	Boîtier d'installation, grande unité, montage autonome (pas de partie variateur)
20	Supports	X	Pas de support
		E	Supports plats
		F	Supports de 40 mm
21	Filetages	X	Pas de boîtier d'installation
		M	Filetages métriques
22	Option d'interrupteur secteur	X	Pas d'option d'interrupteur secteur
		E	Interrupteur secteur sur l'entrée secteur
		F	Interrupteur secteur sur la sortie moteur
		H	Disjoncteur et déconnexion secteur, bornes de boucle (grande unité uniquement)
		K	Interrupteur secteur sur entrée secteur avec bornes de boucle supplémentaires (grande unité uniquement)
23	Affichage	X	Pas de connecteur d'affichage (pas de boîtier d'installation)
		C	Avec connecteur d'affichage

Position	Description	Choix/options	
24	Fiches du capteur	X	Pas de fiches de capteur
		E	Montage direct 4xM12 : 4 entrées digitales
		F	Montage direct 6xM12 : 4 entrées digitales, 2 sorties relais
25	Fiche moteur	X	Pas de fiche moteur
26	Fiche secteur	X	Pas de fiche secteur
27	Fiche bus de terrain	X	Pas de fiche bus de terrain
		E	M12 Ethernet
		P	M12 Profibus
28	Réservé	X	Pour une utilisation ultérieure
29-30	Option A	AX	Pas d'option A
		A0	Profibus DP
		AN	Ethernet IP
		AL	ProfiNet
31-32	Option B	BX	Pas d'option B
		BR	Option du codeur
		BU	Option du résolveur
		BZ	Interface PLC de sécurité
33-37	Réservé	XXXXX	Pour une utilisation ultérieure
38-39	Option D	DX	Pas d'option D
		D0	Entrée secours 24 V CC

Tableau 5.1 Description de type de code

Tous les choix ou options ne sont pas disponibles pour chaque variante FCD 302. Pour vérifier si la version appropriée est disponible, consulter le système de configuration du variateur sur Internet : *http://driveconfig.danfoss.com.*

REMARQUE!

Les options A et D pour le FCD 302 sont intégrées sur la carte de commande. Par conséquent, les options enfichables pour les variateurs de fréquence ne peuvent pas être utilisées dans ce cas. Une modification en rattrapage ultérieure nécessitera le remplacement de la carte de commande complète. Les options B sont enfichables, avec les mêmes concepts que pour les variateurs de fréquence.

5.1.1 Système de configuration du variateur

Concevoir le variateur de fréquence selon les exigences de l'application à l'aide du système de numéros de code.

Commander des variateurs en version standard ou en version intégrant des options en envoyant un type de code string décrivant le produit au service commercial Danfoss local, par exemple :
FCD302P2K2T4B66H1X1XMXCXXXXXA0BXXXXXXDX

La signification des caractères de la chaîne se trouve dans les pages contenant les numéros de code de ce chapitre. Dans l'exemple ci-dessus, un Profibus DP V1 et une option de secours 24 V sont inclus dans le variateur.

À partir du système de configuration du variateur sur Internet, configurer le variateur adapté à l'application et générer le type de code string. Le système de configuration du variateur génère automatiquement une référence de vente à huit chiffres à envoyer au service commercial local.
Par ailleurs, établir une liste de projets comportant plusieurs produits et l'envoyer à un représentant commercial Danfoss.

Le système de configuration du variateur se trouve sur le site Internet : www.danfoss.com/drives.

Le variateur de fréquence est automatiquement livré avec un ensemble de langues en fonction de la région d'où provient la commande.
Pour commander un autre ensemble de langues, contacter le service commercial Danfoss local.

5.2 Numéros de code

5.2.1 Numéros de code : Accessoires

Accessoires	Description	Numéros de code
Supports de fixation étendus	Supports de 40 mm	130B5771
Supports de fixation	Supports plats	130B5772
Câble LCP	Câble préconfectionné à utiliser entre l'onduleur et le LCP	130B5776
Résistance de freinage 1 750 Ω 10 W/100%	Pour un montage à l'intérieur du boîtier d'installation sous les bornes du moteur	130B5778
Résistance de freinage 350 Ω 10 W/100%	Pour un montage à l'intérieur du boîtier d'installation sous les bornes du moteur	130B5780
Panneau de commande VLT LCP 102	Affichage graphique pour la programmation et la lecture	130B1078
Membrane d'aération, goretex	Membrane destinée à éviter la condensation dans la protection	175N2116
Terminaison PE, M20	Acier inoxydable	175N2703
Terminaison PE, M16	Acier inoxydable	130B5833

Tableau 5.2 Numéros de code : Accessoires

5.2.2 Numéros de code : Pièces de rechange

Pièces de rechange	Description	Numéros de code
Couvercle de protection	Couvercle de protection en plastique pour la partie onduleur	130B5770
Joint d'étanchéité	Joint entre le boîtier d'installation et la partie onduleur	130B5773
Sac d'accessoires	Étriers de serrage de rechange et vis pour la terminaison du blindage	130B5774
Interrupteur secteur	Interrupteur de rechange pour la déconnexion du secteur ou du moteur	130B5775
Fiche LCP	Fiche de rechange pour le montage dans le boîtier d'installation	130B5777
Carte de terminaison principale	Pour montage dans le boîtier d'installation	130B5779
Fiches de capteur M12	Jeu de deux fiches de capteur M12 pour montage dans l'orifice du presse-étoupe	130B5411
Carte de commande	Carte de commande avec alimentation de secours 24 V	130b5783
Carte de commande Profibus	Carte de commande Profibus avec alimentation de secours 24 V	130b5781
Carte de commande Ethernet	Carte de commande Ethernet avec alimentation de secours 24 V	130b5788
Carte de commande Profinet	Carte de commande Profinet avec alimentation de secours 24 V	130b5794

Tableau 5.3 Numéros de code : Pièces de rechange

L'emballage contient :

- Sac d'accessoires, fourni uniquement sur commande du boîtier d'installation. Contenu :
  - 2 étriers de serrage
  - support des câbles de moteur/charge
  - support d'élévation pour l'étrier de serrage
  - vis 4 mm 20 mm
  - autotaraudeuse 3,5 mm 8 mm
- Documentation

Selon les options installées, le boîtier peut contenir un ou deux sacs et un ou plusieurs livrets.

5.3 Options et accessoires

Danfoss propose une vaste gamme d'options et d'accessoires pour le variateur de fréquence.

5.3.1 Options bus

Sélectionner l'option bus lors de la commande du variateur de fréquence. Toutes les options bus sont incluses sur la carte de commande. Pas d'option A distincte disponible. Pour modifier ultérieurement l'option bus, changer la carte de commande. Les cartes de commande suivantes avec différentes options bus sont disponibles. Toutes les cartes de commande disposent d'une alimentation de secours 24 V de série.

Elément	Numéro de code
Carte de commande PROFIBUS	130B5781
Carte de commande Ethernet	130B5788
Carte de commande PROFINET	130B5794

Tableau 5.4 Cartes de commande avec options bus

5.3.2 Option codeur MCB 102

Le module codeur peut être utilisé comme source du retour pour le contrôle de flux en boucle fermée (*1-02 Source codeur arbre moteur*) et pour la commande de vitesse en boucle fermée (*7-00 PID vit.source ret.*). Configurer l'option codeur dans le groupe de paramètres 17-**.

L'option codeur MCB 102 est utilisée pour les éléments suivants :

- Boucle fermée VVCplus
- Commande de vitesse du vecteur de flux
- Commande de couple du vecteur de flux
- Moteur à magnétisation permanente

Types de codeurs pris en charge :
Codeur incrémental : type TTL 5 V, RS-422, fréquence max. : 410 à 14,0 kHz
Codeur incrémental : 1 Vpp, sinus-cosinus
Codeur Hiperface® : absolu et sinus-cosinus (Stegmann/SICK)
Codeur EnDat : absolu et sinus-cosinus (Heidenhain), prend en charge la version 2.1
Codeur SSI : Absolu
Moniteur codeur :
Les 4 canaux du codeur (A, B, Z et D) sont surveillés : circuit ouvert et court-circuit peuvent être détectés. Pour chaque canal, un voyant vert s'allume lorsque le canal fonctionne correctement.

REMARQUE!

Les LED ne sont pas visibles lorsque le montage a lieu dans un variateur de fréquence FCD302. La réaction en cas d'erreur du codeur peut être sélectionnée au *17-61 Surveillance signal codeur* : Désactivé, Avertissement ou Alarme.

Le kit d'option codeur contient les éléments suivants :

- Option codeur MCB 102
- Câble de connexion des bornes client à la carte de commande

Connecteur Désignation X31	Codeur incrémental (se reporter au graphique A)	Codeur SinCos Hiperface® (se reporter au graphique B)	Codeur EnDat	Codeur SSI	Description
1	NF			24 V*	Sortie 24 V (21-25 V, I_{max} : 125 mA)
2	NF	8 V CC			Sortie 8 V (7-12 V, I_{max} : 200 mA)
3	5 V CC		5 V CC	5 V*	Sortie 5 V (5 V ± 5%, I_{max} : 200 mA)
4	GND		GND	GND	GND
5	Entrée A	+COS	+COS		Entrée A
6	Entrée inv A	REFCOS	REFCOS		Entrée inv A
7	Entrée B	+SIN	+SIN		Entrée B
8	Entrée inv B	REFSIN	REFSIN		Entrée inv B
9	Entrée Z	+Données RS-485	Horloge sortie	Horloge sortie	Entrée Z OU +Données RS-485
10	Entrée inv Z	-Données RS-485	Horloge sortie inv.	Horloge sortie inv.	Entrée Z OU -Données RS-485
11	NF	NF	Entrée données	Entrée données	Usage ultérieur
12	NF	NF	Entrée données inv.	Entrée données inv.	Usage ultérieur
Max. 5 V sur X31.5-12					

Tableau 5.5 Bornes de connexion de l'option codeur MCB 102

** Alimentation du codeur : voir les données sur le codeur*

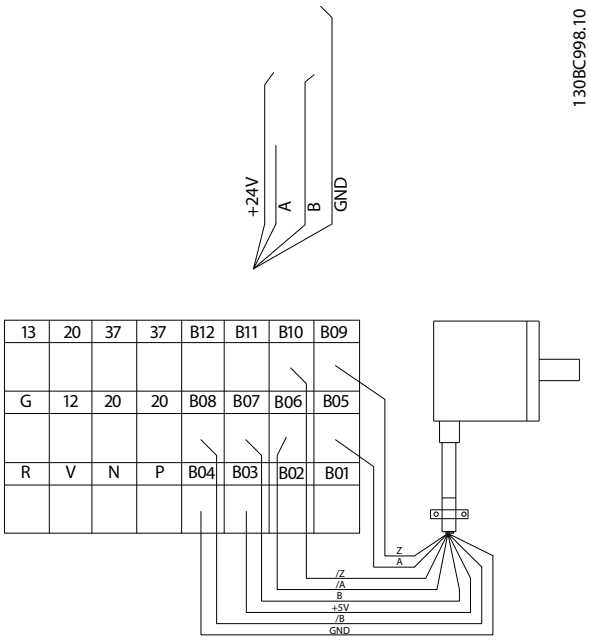


Illustration 5.2 Connexions du codeur incrémental 5 V

Longueur max. de câble 10 m.

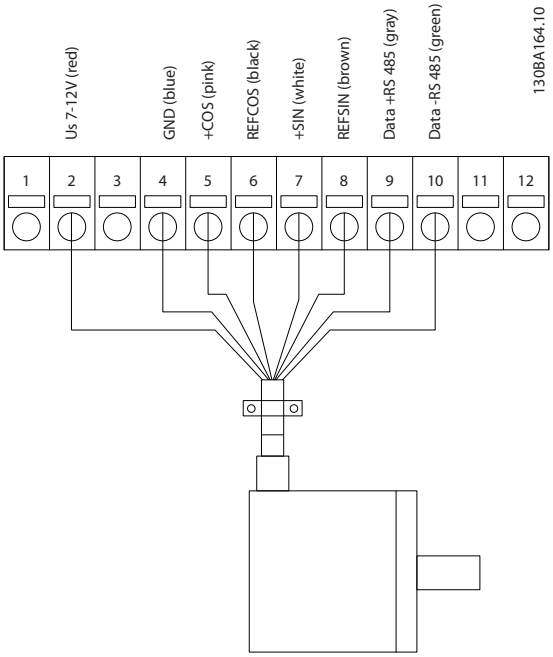


Illustration 5.3 Connexions du codeur Hiperface - 1

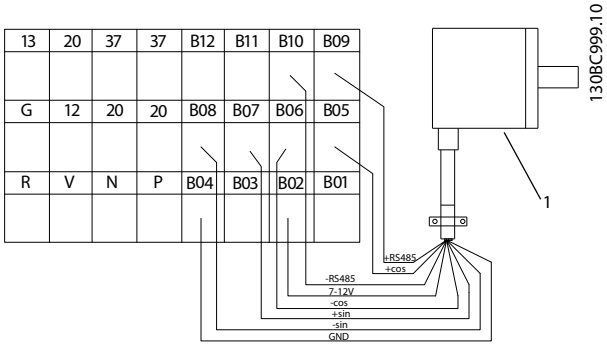


Illustration 5.4 Connexions du codeur Hiperface - 2

Elément	Description
1	Codeur Hiperface

Tableau 5.6 Légende

5.3.3 Option résolveur MCB 103

L'option résolveur MCB 103 sert d'interface entre le signal de retour du moteur du résolveur et le variateur de fréquence. Les résolveurs sont généralement utilisés comme dispositif de retour de moteur pour les moteurs synchrones à aimant permanent sans balais.

Le kit d'option du résolveur comprend les éléments suivants :

- Option du résolveur MCB 103
- Câble de connexion des bornes client à la carte de commande

Sélection de paramètres : 17-5* Interface résolveur.

L'option résolveur MCB 103 gère plusieurs types de résolveurs.

Pôles résolveur	17-50 Pôles: 2 *2
Tension entrée résolveur	17-51 Tension d'entrée: 2,0–8,0 Vrms * 7,0 Vrms
Fréquence d'entrée résolveur	17-52 Fréquence d'entrée: 2–15 kHz *10,0 kHz
Rapport de transformation	17-53 Rapport de transformation: 0.1–1.1 *0.5
Tension d'entrée secondaire	Max 4 Vrms
Charge secondaire	Env. 10 kΩ

Tableau 5.7 Spécifications de l'option résolveur MCB 103

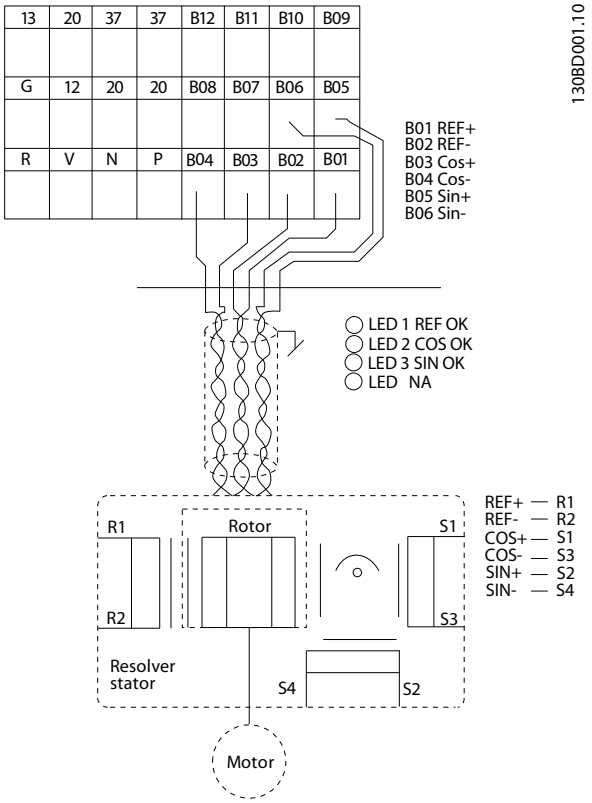


Illustration 5.5 Connexions de l'option du résolveur MCB 103

REMARQUE!

L'option résolveur MCB 103 ne peut être utilisée qu'avec les types de résolveurs à excitation au rotor. Les résolveurs à excitation au stator ne peuvent pas être utilisés.

REMARQUE!

Les LED ne sont pas visibles avec l'option résolveur.

Indicateurs lumineux

La LED 1 est allumée lorsque le signal de référence est OK sur le résolveur
La LED 2 est allumée lorsque le signal Cosinus est OK sur le résolveur
La LED 3 est allumée lorsque le signal Sinus est OK sur le résolveur

Les LED sont actives lorsque le *17-61 Surveillance signal codeur* est réglé sur *Avertissement* ou *Alarme*.

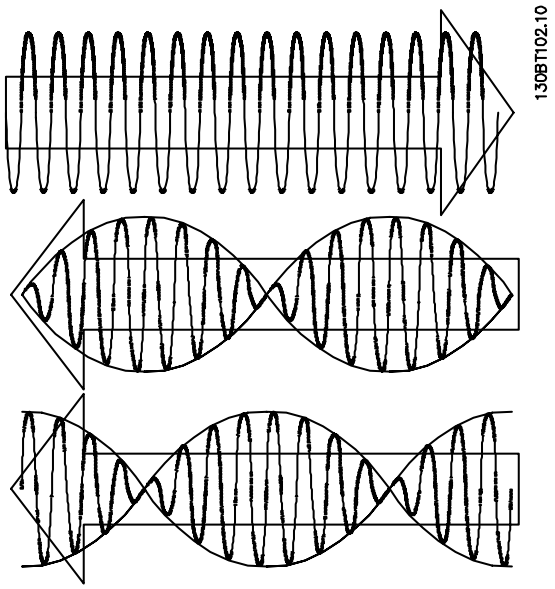


Illustration 5.6 Signaux de résolveur

Exemple de configuration

Dans cet exemple, on utilise un moteur à aimant permanent (PM) avec un résolveur comme retour vitesse. Un moteur PM doit généralement fonctionner en mode flux.

Câblage

La longueur de câble est de 150 m maximum lorsque l'on utilise une paire torsadée.

REMARQUE!

Les câbles du résolveur doivent être blindés et séparés des câbles du moteur.

REMARQUE!

Le blindage du câble du résolveur doit être correctement connecté à la plaque de découplage et au châssis (terre) du côté moteur.

REMARQUE!

Toujours utiliser des câbles de moteur et de hacheur de freinage blindés.

1-00 Mode Config.	[1] Boucle fermée vit.
1-01 Principe Contrôle Moteur	[3] Flux retour codeur
1-10 Construction moteur	[1] PM, SPM non saillant
1-24 Courant moteur	Plaque signalétique
1-25 Vit.nom.moteur	Plaque signalétique
1-26 Couple nominal cont. moteur	Plaque signalétique
L'AMA n'est pas possible sur les moteurs PM.	
1-30 Résistance stator (Rs)	Fiche technique du moteur
30-80 Inductance axe d (Ld)	Fiche technique du moteur (mH)
1-39 Pôles moteur	Fiche technique du moteur
1-40 FCEM à 1000 tr/min.	Fiche technique du moteur
1-41 Décalage angle moteur	Fiche technique du moteur (généralement zéro)
17-50 Pôles	Fiche technique du résolveur
17-51 Tension d'entrée	Fiche technique du résolveur
17-52 Fréquence d'entrée	Fiche technique du résolveur
17-53 Rapport de transformation	Fiche technique du résolveur
17-59 Interface résolveur	[1] Activé

Tableau 5.8 Régler les paramètres suivants

5.3.4 Alimentation de secours 24 V CC de l'option MCB 107

Alimentation 24 V CC externe

Une alimentation 24 V CC externe peut être installée pour servir d'alimentation basse tension pour la carte de commande et toute carte d'option installée. Cela permet à une unité LCP (y compris réglages des paramètres) de fonctionner pleinement sans raccordement au secteur.

Spécification de l'alimentation 24 V CC externe	
Plage tension d'entrée	24 V CC ±15% (max. 37 V en 10 s)
Courant d'entrée max.	2,5 A
Courant d'entrée moyen	0,9 A
Longueur max. du câble	75 m
Charge capacitive d'entrée	< 10 uF
Retard mise sous tension	< 0,6 s

Les entrées sont protégées.

Numéros des bornes

Borne 35 : - alimentation 24 V CC externe

Borne 36 : + alimentation 24 V CC externe

6 Spécifications

6.1 Encombrement

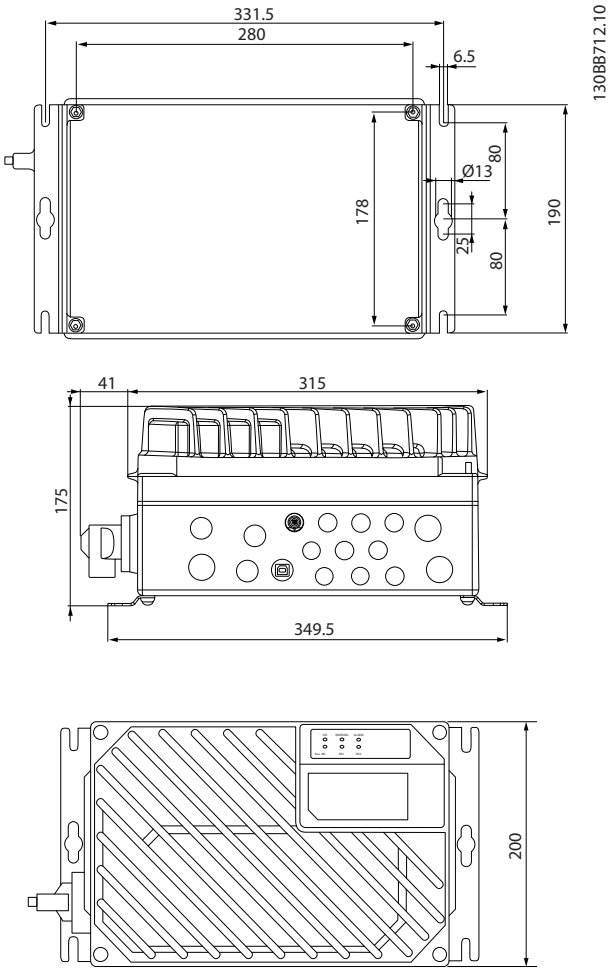


Illustration 6.1 Petite unité

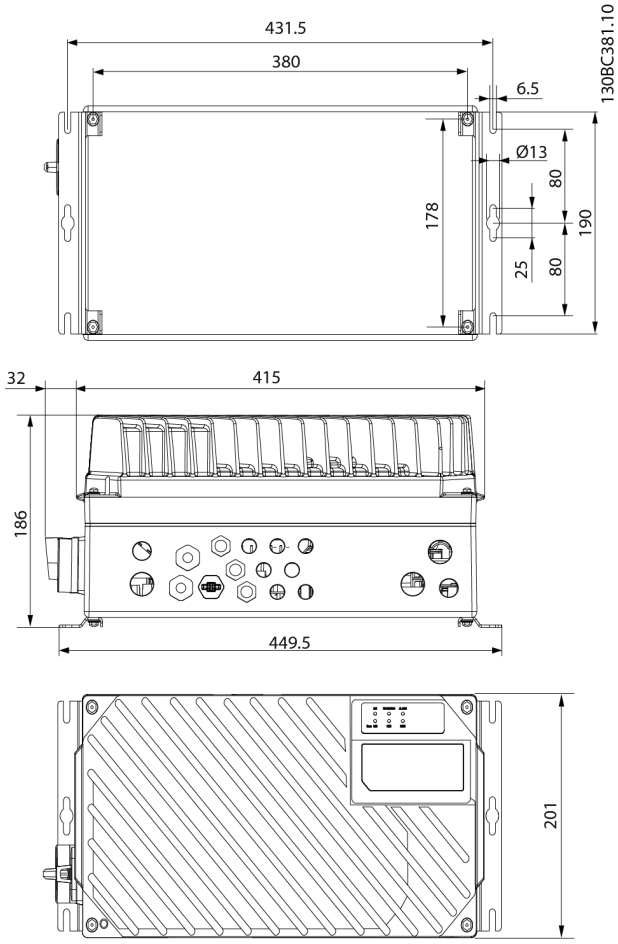


Illustration 6.2 Grande unité

Côté moteur	1xM20, 1xM25
Côté contrôle	2xM20, 9xM16[1)]
Côté secteur	2xM25

Tableau 6.1 Légende

[1)] Également utilisé pour les prises de capteur/actionneur 4xM12/6xM12

6.2 Données électriques et tailles de câble

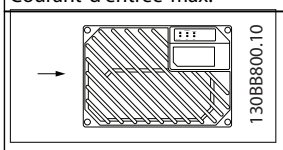
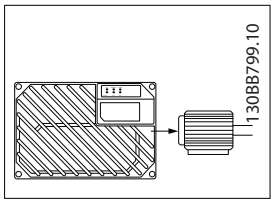
Alimentation secteur 3 x 380-480 V CA								
Variateur de fréquence		**PK37**	**PK55**	**PK75**	**P1K1**	**P1K5**	**P2K2**	**P3K0**
Sortie d'arbre nominale [kW]		0,37	0,55	0,75	1,1	1,5	2,2	3,0
Sortie d'arbre nominale [HP]		0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0
Courant d'entrée max.								
	Continu (3 x 380-440 V) [A]	1,2	1,6	2,2	2,7	3,7	5,0	6,5
	Intermittent (3 x 380-440 V) [A]	1,9	2,6	3,5	4,3	5,9	8,0	10,4
	Continu (3 x 441-480 V) [A]	1,0	1,4	1,9	2,7	3,1	4,3	5,7
	Intermittent (3 x 441-480 V) [A]	1,6	2,2	3,0	4,3	5,0	6,9	9,1
	Taille de fusible max. recommandée*	gG-25						
	Disjoncteur intégré (grande unité)	Réf. CTI-25M Danfoss : 047B3151						
	Disjoncteur recommandé (petite unité)	Réf. CTI-45MB Danfoss : 047B3164						
	Perte de puissance à charge max. [W]	35	42	46	58	62	88	116
	Rendement	0,93	0,95	0,96	0,96	0,97	0,97	0,97
	Poids, petite unité [kg]	9,8						N/A
	Poids, grande unité [kg]	13,9						
Courant de sortie								
	Continu (3 x 380-440 V) [A]	1,3	1,8	2,4	3,0	4,1	5,2	7,2
	Intermittent (3 x 380-440 V) [A]	2,1	2,9	3,8	4,8	6,6	8,3	11,5
	Continu (3 x 441-480 V) [A]	1,2	1,6	2,1	3,0	3,4	4,8	6,3
	Intermittent (3 x 441-480 V) [A]	1,9	2,6	3,4	4,8	5,4	7,7	10,1
	kVA continu (400 V CA) [kVA]	0,9	1,3	1,7	2,1	2,8	3,9	5,0
	kVA continu (460 V CA) [kVA]	0,9	1,3	1,7	2,4	2,7	3,8	5,0
	Taille max. du câble : (secteur, moteur, frein) [mm²]/[AWG]	câble rigide 6/10 câble souple 4/12						

Tableau 6.2 Sortie d'arbre du FCD 302, courant de sortie et courant de sortie

**Pour remplir les conditions UL/cUL, utiliser les fusibles d'entrée suivants.*

1. Calibre américain des fils. La section de câble max. correspond à la section la plus grande pouvant être raccordée aux bornes. Toujours suivre les réglementations nationales et locales.
2. Il faut utiliser des fusibles d'entrée du type gG. Pour maintenir la conformité UL/cUL, utiliser des fusibles d'entrée correspondant à ces types (voir *Tableau 6.3*).
3. Mesuré avec 10 m de câble moteur blindé à charge nominale et à fréquence nominale.

Taille de fusible d'entrée recommandée 25 A

Marque	Type de fusible	N° de fichier UL	Catégorie UL (code CCN)
Bussmann	FWH-25	E91958	JFHR2
Bussmann	KTS-R25	E52273	RK1/JDDZ
Bussmann	JKS-25	E4273	J/JDDZ
Bussmann	JJS-25	E4273	T/JDDZ
Bussmann	FNW-R-25	E4273	CC/JDDZ
Bussmann	KTK-R-25	E4273	CC/JDDZ
Bussmann	LP-CC-25	E4273	CC/JDDZ
SIBA	5017906-025	E180276	RK1/JDDZ
LITTLE FUSE	KLS-R25	E81895	RK1/JDDZ
FERRAZ-SHAWMUT	ATM-R25	E163267/E2137	CC/JDDZ
FERRAZ-SHAWMUT	A6K-25R	E163267/E2137	RK1/JDDZ
FERRAZ-SHAWMUT	HSJ25	E2137	J/HSJ

Tableau 6.3 Fusibles d'entrée du FCD 302 remplissant les conditions UL/cUL

Niveau de tension CC	Unités 380-480 V (V CC)
Sous-tension onduleur désactivée	373
Avertissement de sous-tension	410
Sous-tension onduleur réactivée (reset avertissement)	398
Avertissement surtension (sans frein)	778
Frein dynamique allumé	778
Surtension onduleur réactivée (reset avertissement)	795
Avertissement surtension (avec frein)	810
Déclenchement surtension	820

Tableau 6.4 Niveau de tension CC du FCD 302

Fusibles

L'utilisation de l'unité convient sur un circuit limité à 100 000 ampères symétriques (rms), 500 V maximum.

Disjoncteur

L'utilisation de l'unité convient sur un circuit limité à 100 000 ampères symétriques (rms), 500 V maximum.

6.3 Spécifications générales

Alimentation secteur (L1, L2, L3)	
Tension d'alimentation	380-480 V ±10%

Tension secteur faible/chute de tension secteur :
En cas de tension secteur basse ou de chute de la tension secteur, le variateur de fréquence continue de fonctionner jusqu'à ce que la tension présente sur le circuit intermédiaire descende sous le seuil d'arrêt minimum, qui correspond généralement à 15% en dessous de la tension nominale d'alimentation secteur du variateur de fréquence. Mise sous tension et couple complet ne sont pas envisageables à une tension secteur inférieure à 10% de la tension nominale d'alimentation secteur du variateur de fréquence.

Fréquence d'alimentation	50/60 Hz ±5%
Écart temporaire max. entre phases secteur	3,0% de la tension nominale d'alimentation
Facteur de puissance réelle (λ)	≥ 0,9 à charge nominale
Facteur de pouvoir de déphasage (cos ϕ)	près de l'unité (> 0,98)
Commutation sur l'entrée d'alimentation L1, L2, L3 (hausses de puissance)	maximum 2 fois/min

L'utilisation de l'unité convient sur un circuit limité à 100 000 ampères symétriques (rms), 480 V maximum.

Puissance du moteur (U, V, W)	
Tension de sortie	0-100% de la tension d'alimentation
Fréquence de sortie	0-1000 Hz
Fréquence de sortie en mode Flux	0-300 Hz
Commutation sur la sortie	Illimitée
Temps de rampe	0,01-3600 s

Caractéristiques de couple	
Couple de démarrage (couple constant)	maximum 160% pendant 60 s[1)]
Couple de démarrage	maximum 180% pendant 0,5 s maximum[1)]
Surcouple (couple constant)	maximum 160% pendant 60 s[1)]
Couple de démarrage (couple variable)	maximum 110% pendant 60 s[1)]
Surcouple (couple variable)	maximum 110% pendant 60 s[1)]

*[1)] *Le pourcentage se réfère au couple nominal.*

Longueurs et sections des câbles de commande1)	
Longueur max. du câble du moteur, blindé	10 m
Longueur max. du câble du moteur, non blindé, sans remplir les spécifications en matière d'émissions.	10 m
Section max. des bornes de commande, fil souple/rigide sans manchon d'extrémité de câble	1,5 mm²/16 AWG
Section max. des bornes de commande, fil souple avec manchons d'extrémité de câble	1,5 mm²/16 AWG
Section max. des bornes de commande, fil souple avec manchons d'extrémité de câble et collier	1,5 mm²/16 AWG
Section minimale des bornes de commande	0,25 mm²/24 AWG

[1)]Câbles de puissance, voir les tableaux dans le chapitre 6.2 Données électriques et tailles de câble du Manuel de configuration du FCD 302, MG04H

Protection et caractéristiques

- Protection du moteur thermique électronique contre les surcharges
- La surveillance de la température du radiateur assure l'arrêt du variateur de fréquence lorsque la température atteint un niveau prédéfini.
- Le variateur de fréquence est protégé contre les courts-circuits sur les bornes U, V, W du moteur.
- En cas d'absence de l'une des phases secteur, le variateur s'arrête ou émet un avertissement (en fonction de la charge).
- La surveillance de la tension du circuit intermédiaire assure l'arrêt du variateur de fréquence en cas de tension trop faible ou trop élevée.

- Le variateur de fréquence contrôle en permanence les niveaux critiques de température interne, courant de charge, haute tension sur le circuit intermédiaire et les vitesses faibles du moteur. Pour répondre à un niveau critique, le variateur de fréquence peut ajuster la fréquence de commutation ou changer le type de modulation pour garantir la performance du variateur.

Entrées digitales	
Entrées digitales programmables	4 (6)[1)]
N° de borne	18, 19, 27[1)], 29[1)], 32, 33,
Logique	PNP ou NPN
Niveau de tension	0-24 V CC
Niveau de tension, "0" logique PNP	< 5 V CC
Niveau de tension, "1" logique PNP	> 10 V CC
Niveau de tension, "0" logique NPN2)	> 19 V CC
Niveau de tension, "1" logique NPN2)	< 14 V CC
Tension maximale sur l'entrée	28 V CC
Plage de fréquence d'impulsion	0-110 kHz
(Cycle d'utilisation) durée de l'impulsion min.	4,5 ms
Résistance d'entrée, Ri	env. 4 kΩ

Toutes les entrées digitales sont isolées galvaniquement de la tension d'alimentation (PELV) et d'autres bornes haute tension.
1) Les bornes 27 et 29 peuvent aussi être programmées comme sorties.

Arrêt de sécurité, borne 37 (borne 37 logique PNP)	
Niveau de tension	0-24 V CC
Niveau de tension, "0" logique PNP	< 4 V CC
Niveau de tension, "1" logique PNP	20 V DC
Courant d'entrée nominal à 24 V	50 mA rms
Courant d'entrée nominal à 20 V	60 mA rms
Capacitance d'entrée	400 nF

Entrées analogiques	
Nombre d'entrées analogiques	2
N° de borne	53, 54
Modes	Tension ou courant
Sélection du mode	Commutateurs S201 et S202
Mode tension	Commutateur S201/commutateur S202 = Inactif (U)
Niveau de tension	-10 à +10 V (échelonnable)
Résistance d'entrée, Ri	env. 10 kΩ
Tension max.	±20 V
Mode courant	Commutateur S201/commutateur S202 = Actif (I)
Niveau de courant	0/4 à 20 mA (échelonnable)
Résistance d'entrée, Ri	env. 200 Ω
Courant max.	30 mA
Résolution des entrées analogiques	10 bits (+ signe)
Précision des entrées analogiques	Erreur max. 0,5% de l'échelle totale
Largeur de bande	100 Hz

Les entrées analogiques sont isolées galvaniquement de la tension d'alimentation (PELV) et d'autres bornes haute tension.

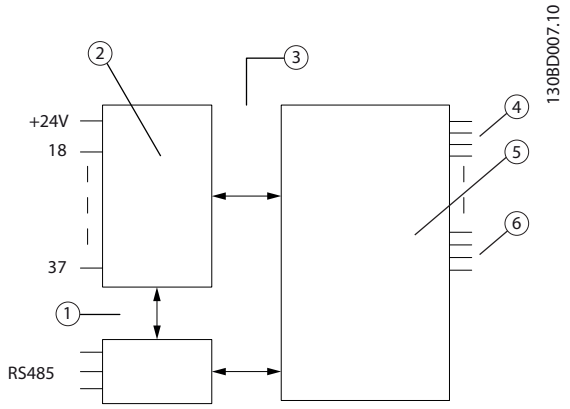


Illustration 6.3 Entrées analogiques

Elément	Description
1	Isolation fonctionnelle
2	Commande
3	Isolation PELV
4	Secteur
5	Haute tension
6	Moteur

Tableau 6.5 Légende

6

Entrées codeur/impulsions	
Entrées codeur/impulsions programmables	2/1
Numéro de borne impulsion/codeur	29, 33[1)]/32[2)], 33[2)]
Fréquence max. à la borne 29, 32, 33	110 kHz (activation push-pull)
Fréquence max. à la borne 29, 32, 33	5 kHz (collecteur ouvert)
Fréquence min. à la borne 29, 32, 33	4 Hz
Niveau de tension	Voir *6.3.1 Entrées digitales*
Tension maximale sur l'entrée	28 V CC
Résistance d'entrée, Ri	env. 4 kΩ
Précision d'entrée impulsions (0,1 à 1 kHz)	Erreur max. : 0,1% de l'échelle totale
Précision d'entrée du codeur (1 à 110 kHz)	Erreur max. : 0,05% de l'échelle totale

Les entrées d'impulsions et du codeur (bornes 29, 32, 33) sont isolées galvaniquement de la tension d'alimentation (PELV) et d'autres bornes haute tension.

1) Les entrées d'impulsions sont 29 et 33

2) Entrées codeur : 32=A et 33=B

Sortie analogique	
Nombre de sorties analogiques programmables	1
N° de borne	42
Plage de courant à la sortie analogique	0/4 à 20 mA
Charge max. à la terre - sortie analogique inférieure à	500 Ω
Précision de la sortie analogique	Erreur max. : 0,5% de l'échelle totale
Résolution de la sortie analogique	12 bits

La sortie analogique est isolée galvaniquement de la tension d'alimentation (PELV) et d'autres bornes haute tension.

Carte de commande, communication série RS-485	
N° de borne	68 (P,TX+, RX+), 69 (N,TX-, RX-)
Borne n° 61	Commune aux bornes 68 et 69

Le circuit de communication série RS-485 est séparé fonctionnellement des autres circuits centraux et isolé galvaniquement de la tension d'alimentation (PELV).

Sortie digitale	
Sorties digitales/impulsions programmables	2
N° de borne	27, 29 [1)]
Niveau de tension à la sortie digitale/en fréquence	0-24 V
Courant de sortie max. (récepteur ou source)	40 mA
Charge max. à la sortie en fréquence	1 kΩ
Charge capacitive max. à la sortie en fréquence	10 nF
Fréquence de sortie min. à la sortie en fréquence	0 Hz
Fréquence de sortie max. à la sortie en fréquence	32 kHz
Précision de la sortie en fréquence	Erreur max. : 0,1% de l'échelle totale

Résolution des sorties en fréquence	12 bits

1) Les bornes 27 et 29 peuvent être programmées comme entrée.

La sortie digitale est isolée galvaniquement de la tension d'alimentation (PELV) et d'autres bornes haute tension.

Carte de commande, sortie 24 V CC :	
N° de borne	12, 13
Tension de sortie	24 V +1, -3 V
Charge max.	600 mA

L'alimentation 24 V CC est isolée galvaniquement de la tension secteur (PELV) tout en ayant le même potentiel à la terre que les entrées et sorties analogiques et digitales.

Sorties relais	
Sorties relais programmables	2
N° de borne relais 01	1-3 (interruption), 1-2 (établissement)
Charge max. sur les bornes (CA-1)[1] sur 1-3 (NF), 1-2 (NO) (charge résistive)	240 V CA, 2 A
Charge max. sur les bornes (CA-15)[1] (charge inductive à cosφ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
Charge max. sur les bornes (CC-1)[1] sur 1-2 (NO), 1-3 (NF) (charge résistive)	48 V CC, 1 A
Charge max. sur les bornes (CC-13)[1] (charge inductive)	24 V CC, 0,1 A
N° de borne relais 02	4-6 (interruption), 4-5 (établissement)
Charge max. sur les bornes (CA-1)[1] sur 4-5 (NO) (charge résistive)[2][3] Surtension cat. II	240 V CA, 2 A
Charge max. sur les bornes (CA-15)[1] sur 4-5 (NO) (charge inductive à cosφ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
Charge max. sur les bornes (CC-1)[1] sur 4-5 (NO) (charge résistive)	80 V CC, 2 A
Charge max. sur les bornes (CC-13)[1] sur 4-5 (NO) (charge inductive)	24 V CC, 0,1 A
Charge max. sur les bornes (CA-1)[1] sur 4-6 (NF) (charge résistive)	240 V CA, 2 A
Charge max. sur les bornes (CA-15)[1] (charge inductive à cosφ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
Charge max. sur les bornes (CC-1)[1] sur 4-6 (NO), 4-5 (NF) (charge résistive)	48 V CC, 1 A
Charge max. sur les bornes (CC-13)[1] (charge inductive)	24 V CC, 0,1 A
Charge min. sur les bornes 1-3 (NF), 1-2 (NO), 4-6 (NF), 4-5 (NO)	24 V CC 10 mA, 24 V CA 20 mA

1) CEI 60947 parties 4 et 5
Les contacts de relais sont isolés galvaniquement du reste du circuit par une isolation renforcée (PELV).
2) Catégorie de surtension II
3) Applications UL 300 V CA, 2 A

Carte de commande, sortie 10 V CC	
N° de borne	±50
Tension de sortie	10,5 V ±0,5 V
Charge max.	15 mA

L'alimentation 10 V CC est isolée galvaniquement de la tension d'alimentation (PELV) et d'autres bornes haute tension.

Caractéristiques de contrôle	
Résolution de fréquence de sortie à 0-1000 Hz	±0,003 Hz
Précision de reproductibilité de *Dém/arrêt précis* (bornes 18, 19)	≤±0,1 ms
Temps de réponse système (bornes 18, 19, 27, 29, 32, 33)	≤ 2 ms
Vitesse, plage de régulation (boucle ouverte)	1:100 de la vitesse synchrone
Plage de commande de vitesse (boucle fermée)	1:1000 de la vitesse synchrone
Vitesse, précision (boucle ouverte)	30-4000 tr/min : erreur ±8 tr/min
Précision de vitesse (boucle fermée) fonction de la résolution du dispositif du signal de retour	0-6000 tr/min : erreur ±0,15 tr/min
Précision de commande du couple (retour de vitesse)	erreur max. ±5% du couple nominal

Toutes les caractéristiques de contrôle sont basées sur un moteur asynchrone 4 pôles.

Performance de la carte de commande	
Intervalle de balayage	1 ms

Environnement	
Niveau de protection	IP66/Type 4X (intérieur)
Essai de vibration des unités sans disjoncteur	1,7 g RMS
Montage de l'unité avec disjoncteur intégré sur une structure de support plane, résistant aux secousses et rigide à la torsion	
Humidité relative max.	5%-95% (CEI 60 721-3-3 ; classe 3K3) (non condensante) pendant le fonctionnement
Température ambiante	Max. 40 °C (moyenne sur 24 heures max. 35 °C)
Température durant le stockage/transport	-25 à +65/70 °C
Déclassement pour température ambiante élevée	
Température ambiante min. en pleine exploitation	0 °C
Température ambiante min. en exploitation réduite	-10 °C
Altitude max. au-dessus du niveau de la mer	1000 m
Déclassement à haute altitude	
Carte de commande, communication série USB :	
Norme USB	1.1 (Full speed)
Fiche USB	Fiche USB de type B

La connexion au PC est réalisée via un câble USB standard hôte/dispositif.
La connexion USB est isolée galvaniquement de la tension d'alimentation (PELV) et d'autres bornes sous haute tension.
La mise à la terre USB n'est pas isolée galvaniquement de la terre de protection. Utiliser uniquement un ordinateur portable isolé en tant que connexion PC au connecteur USB sur le variateur de fréquence.

6.4 Rendement

Contacter la hotline Danfoss pour prendre connaissance des données de rendement.

6.5.1 Bruit acoustique

Contacter la hotline Danfoss pour prendre connaissance des données sur le bruit acoustique.

6.6.1 Conditions dU/dt

REMARQUE!

380-690 V

Pour éviter le vieillissement prématuré des moteurs (sans papier d'isolation de phase ou autre renforcement d'isolation) non prévus pour l'exploitation d'un variateur de fréquence, Danfoss recommande vivement de placer un filtre dU/dt ou un filtre sinus à la sortie du variateur de fréquence. Pour plus d'informations sur les filtres du/dt et sinus, se reporter au Manuel de configuration des filtres de sortie.

Quand un transistor est activé dans le pont de l'onduleur, la tension appliquée au moteur augmente selon un rapport du/dt dépendant :

- du câble moteur (type, section, longueur, blindage ou non)
- et des inductions.

L'auto-induction provoque un dépassement de la tension du moteur UPIC avant de se stabiliser à un niveau déterminé par la tension présente dans le circuit intermédiaire. Le temps de montée et le pic de tension UPIC influencent tous deux la durée de vie du moteur. Une tension de pointe trop élevée affecte principalement les moteurs dépourvus de papier d'isolation de phase. Si le câble du moteur est court (quelques mètres), le temps de montée et le pic de tension sont plus faibles.

Le pic de tension sur les bornes du moteur est causé par l'activation des IGBT. Le variateur de fréquence est conforme aux exigences de la norme CEI 60034-25 concernant les moteurs conçus pour être contrôlés par des variateurs de fréquence. Le variateur de fréquence est également conforme à CEI 60034-17 concernant les moteurs standard contrôlés par des variateurs de fréquence.
Contacter la hotline Danfoss pour prendre connaissance des valeurs mesurées lors des tests en laboratoire.

Indice

A

Activation De La Sortie ... 36

Alimentation
- Externe 24 V CC ... 84
- Secteur ... 5
- Secteur (L1, L2, L3) ... 88

AMA
- Avec Borne 27 Connectée ... 51
- Sans Borne 27 Connectée ... 51

B

Blindé/armé ... 33

Bruit Acoustique ... 50, 92

C

Câblage De La Résistance De Freinage ... 26

Caractéristique De Couple ... 88

Caractéristiques
- De Contrôle ... 91
- De Sortie (U, V, W) ... 88

Carte
- De Commande ... 79
- De Commande, Communication Série RS-485 ... 90
- De Commande, Communication Série USB ... 92
- De Commande, Sortie +10 V CC ... 91
- De Commande, Sortie 24 V CC ... 91

Chute Tension Secteur ... 36

Circuit Intermédiaire ... 36, 50, 92

Commande De Couple ... 11

Communication Série ... 92

Conditions
- D'émission ... 16
- D'immunité ... 16

Conformité
- Et Marquage CE ... 9
- Et Marquage CE ... 9

Contrôle
- De Courant Interne En Mode VVCplus ... 12
- Local (Hand On) Et Distant (Auto On) ... 68

Couple De Décrochage ... 5

Courant
- De Fuite ... 25
- De Fuite À La Terre ... 25

Court-circuit (phase Moteur – Phase) ... 36

D

Définitions ... 5

DeviceNet ... 5

Directive
- Basse Tension (2006/95/CE) ... 9
- CEM 2004/108/CE ... 10
- Machine (2006/42/CE) ... 9

Directive CEM (2004/108/CE) ... 9

Données
- De La Plaque Signalétique ... 49
- De Plaque Signalétique ... 48

É

Électro- ... 69

E

Emission
- Rayonnée ... 15
- Transmise ... 15

Encombrement ... 85

Entrées
- Analogiques ... 89
- Codeur/impulsions ... 90
- Digitales ... 89

Environnement ... 92

Environnements Agressifs ... 49

F

Flux ... 67

Fonction De Freinage ... 29

Fonctionnement De La Carte De Commande ... 91

Frein Mécanique Pour Applications De Levage ... 26

Freinage De Maintien Mécanique ... 27

G

Gel
- Référence ... 18
- Sortie ... 5

Généralités Concernant Les Émissions CEM ... 14

H

Humidité Relative De L'air ... 49

I

Instruction De Mise Au Rebut ... 10

J

Jogging ... 5

L

LCP ... 5, 68

Limites De Réf ... 19

Longueurs Et Sections De Câble ... 88

M

Mise
- À L'échelle Des Références Et Du Retour Analogiques Et D'impulsions..... 20
- À L'échelle Des Références Prédéfinies Et Des Références Du Bus..... 20

Modbus..... 5

Mode Protection..... 9

Moment D'inertie..... 36

N

Niveau De Tension..... 89

Numéros De Code..... 79

P

PELV
- PELV..... 54
- - Protective Extra Low Voltage..... 25

Perturbations Alimentation Secteur..... 46

Phases Moteur..... 36

PID
- De Vitesse..... 66
- Vitesse..... 11

Plaque Signalétique Du Moteur..... 48

Point De Couplage Commun..... 46

Précautions De Sécurité..... 8

Profibus..... 5

Programmation De La Limite De Couple Et D'arrêt..... 69

Protection
- Protection..... 25, 49
- Du Circuit De Dérivation..... 32
- Et Caractéristiques..... 88

Puissance
- De Freinage..... 5, 29
- Du Moteur..... 88

R

Rapport De Court-circuit..... 46

Rattrapage/ralentissement..... 18

RCD..... 5

Référence De Vitesse..... 51

Régulat.
- PID Proc..... 60
- PID Vit..... 57

Relais De Protection Différentielle..... 47

Rendement..... 92

Résistance De Freinage..... 27

Résistances De Freinage..... 41

Résultats Des Essais CEM..... 15

Retour Codeur..... 67

Roue Libre..... 5

S

Secteur IT..... 45

Sectionneurs Secteur..... 34

Sortie
- Analogique..... 90
- Digitale..... 90

Sorties Relais..... 91

Surcharge Statique En Mode VVCplus..... 36

Surtension Générée Par Le Moteur..... 36

Symboles..... 8

Système De Configuration Du Variateur..... 79

T

Temps De Montée..... 92

Tension Du Moteur..... 92

Thermistance..... 54, 5

V

Vibrations Et Chocs..... 50

Vitesse
- De Moteur Synchrone..... 5
- Nominale Du Moteur..... 5

VVC..... 7

VVCplus..... 66

Z

Zone
- Morte..... 21
- Morte Autour De Zéro..... 21

www.danfoss.com/drives

Danfoss n'assume aucune 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.

130R0320 MG04H104 Rév. 2013-03-05