MAKING MODERN LIVING POSSIBLE

Manuel de configuration

VLT® Refrigeration Drive FC 103

1,1–90 kW

vlt-drives.danfoss.com

VLT® THE REAL DRIVE

Table des matières

1 Introduction 7
1.1 Objet du Manuel de configuration 7
1.2 Organisation 7
1.3 Ressources supplémentaires 7
1.4 Abréviations, symboles et conventions 8
1.5 Symboles de sécurité 9
1.6 Définitions 9
1.7 Version de document et de logiciel 10
1.8 Homologations et certifications 10
1.8.1 Marquage CE 10
1.8.1.1 Directive basse tension 10
1.8.1.2 Directive CEM 11
1.8.1.3 Directive machine 11
1.8.1.4 Directive ErP 11
1.8.2 Conformité C-Tick 11
1.8.3 Conformité UL 11
1.8.4 Conformité marine (ADN) 11
1.8.5 Réglementations sur le contrôle d'exportation 12
1.9 Sécurité 12
1.9.1 Principes de sécurité générale 12

2 Vue d'ensemble des produits 14
2.1 Introduction 14
2.2 Description du fonctionnement 17
2.3 Séquence de fonctionnement 18
2.3.1 Section redresseur 18
2.3.2 Section intermédiaire 18
2.3.3 Section d'onduleur 18
2.4 Structures de contrôle 18
2.4.1 Structure de contrôle en boucle ouverte 18
2.4.2 Structure de commande en boucle fermée 19
2.4.3 Contrôle local (Hand On) et distant (Auto On) 20
2.4.4 Utilisation des références 21
2.4.5 Traitement du retour 23
2.5 Fonctions opérationnelles automatisées 24
2.5.1 Protection contre les courts-circuits 24
2.5.2 Protection contre les surcharges 24
2.5.3 Détection de phase moteur manquante 25
2.5.4 Détection de défaut de phase secteur 25

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

2.5.5 Commutation sur la sortie 25
2.5.6 Protection surcharge 25
2.5.7 Déclassement automatique 25
2.5.8 Optimisation automatique de l'énergie 25
2.5.9 Modulation automatique de la fréquence de commutation 26
2.5.10 Déclassement automatique pour fréquence de commutation élevée 26
2.5.11 Déclassement automatique en cas de surchauffe 26
2.5.12 Rampe automatique 26
2.5.13 Circuit de limite de courant 26
2.5.14 Performance de fluctuation de la puissance 26
2.5.15 Démarrage progressif du moteur 26
2.5.16 Atténuation des résonances 27
2.5.17 Ventilateurs à température contrôlée 27
2.5.18 Conformité CEM 27
2.5.19 Mesure du courant sur les trois phases moteur 27
2.5.20 Isolation galvanique des bornes de commande 27
2.6 Fonctions personnalisées des applications 27
2.6.1 Adaptation automatique au moteur 27
2.6.2 Protection thermique du moteur 27
2.6.3 Panne de secteur 28
2.6.4 Régulateurs PID intégrés 28
2.6.5 Redémarrage automatique 28
2.6.6 Démarrage à la volée 29
2.6.7 Couple complet à vitesse réduite 29
2.6.8 Bipasse de fréquence 29
2.6.9 Préchauffage du moteur 29
2.6.10 Quatre process programmables 29
2.6.11 Freinage par injection de courant continu 29
2.6.12 Mode veille 29
2.6.13 Autorisation de marche 29
2.6.14 Contrôleur logique avancé (SLC) 29
2.6.15 Fonction Safe Torque Off 31
2.7 Fonctions de défaut, d'avertissement et d'alarme 31
2.7.1 Fonctionnement en surchauffe 31
2.7.2 Avertissement Référence élevée et basse 32
2.7.3 Avertissement de signal de retour bas et haut 32
2.7.4 Déséquilibre de la tension d'alimentation ou perte de phase 32
2.7.5 Avertissement haute fréquence 32
2.7.6 Avertissement basse fréquence 32
2.7.7 Avertissement courant élevé 32

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

2.7.8 Avertissement courant bas 32
2.7.9 Avertissement Charge nulle/Courroie cassée 32
2.7.10 Interface série perdue 32
2.8 Interfaces utilisateur et programmation 33
2.8.1 Panneau de commande local 33
2.8.2 Logiciel PC 34
2.8.2.1 Logiciel de programmation MCT 10 34
2.8.2.2 Logiciel de calcul des harmoniques VLT® MCT 31 34
2.8.2.3 Logiciel de calcul des harmoniques (HCS) 34
2.9 Maintenance 35
2.9.1 Stockage 35

3 Intégration du système 36
3.1 Conditions ambiantes de fonctionnement 37
3.1.1 Humidité 37
3.1.2 Température 37
3.1.3 Refroidissement 37
3.1.4 Surtension générée par le moteur 38
3.1.5 Bruit acoustique 38
3.1.6 Vibrations et chocs 38
3.1.7 Atmosphères agressives 39
3.1.8 Définitions du niveau IP 40
3.1.9 Interférences radioélectriques 40
3.1.10 Conformité en matière d'isolation galvanique et de PELV 41
3.2 Protection CEM, contre les harmoniques et contre les fuites à la terre 41
3.2.1 Généralités concernant les émissions CEM 41
3.2.2 Résultats des essais CEM (émission) 43
3.2.3 Conditions d'émission 44
3.2.4 Conditions d'immunité 44
3.2.5 Isolation du moteur 45
3.2.6 Courants des paliers de moteur 45
3.2.7 Harmoniques 46
3.2.8 Courant de fuite à la terre 49
3.3 Efficacité énergétique 51
3.3.1 Classes IE et IES 51
3.3.2 Données des pertes de puissance et données d'efficacité 51
3.3.3 Pertes et rendement d'un moteur 52
3.3.4 Pertes et rendement d'un entraînement électrique de puissance 53
3.4 Intégration secteur 53
3.4.1 Configurations du secteur et effets de la CEM 53

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

3.4.2 Perturbation secteur basse fréquence 53
3.4.3 Analyse des perturbations secteur 54
3.4.4 Options pour réduire les perturbations secteur 55
3.4.5 Interférences radioélectriques 55
3.4.6 Classement du site d'exploitation 55
3.4.7 Utilisation avec une source d'entrée isolée 56
3.4.8 Contrôleur logique programmable 56
3.4.9 Retard de puissance d'entrée 56
3.4.10 Transitoires du réseau 56
3.4.11 Exploitation avec un générateur en veille 56
3.5 Intégration du moteur 57
3.5.1 Considérations relatives au choix du moteur 57
3.5.2 Filtres sinusoïdaux et dU/dt 57
3.5.3 Mise à la terre correcte du moteur 57
3.5.4 Câbles moteur 57
3.5.5 Blindage des câbles du moteur 58
3.5.6 Raccordement de plusieurs moteurs 58
3.5.7 Protection thermique du moteur 60
3.5.8 Contacteur de sortie 60
3.5.9 Efficacité énergétique 60
3.6 Entrées et sorties supplémentaires 62
3.6.1 Schéma de câblage 62
3.6.2 Raccordements de relais 63
3.6.3 Raccordement électrique conforme aux critères CEM 64
3.7 Planification mécanique 65
3.7.1 Dégagement 65
3.7.2 Montage mural 65
3.7.3 Accès 66
3.8 Options et accessoires 66
3.8.1 Options de communication 69
3.8.2 Options entrée/sortie, signal de retour et sécurité 69
3.8.3 Filtres sinus 69
3.8.4 Filtres dU/dt 69
3.8.5 Filtres harmoniques 69
3.8.6 Kit de protection IP21/NEMA Type 1 70
3.8.7 Filtres en mode commun 72
3.8.8 Kit de montage externe pour LCP 72
3.8.9 Support de fixation pour tailles de protection A5, B1, B2, C1 et C2 73
3.9 Interface série RS485 74
3.9.1 Vue d'ensemble 74

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

3.9.2 Raccordement du réseau 75
3.9.3 Terminaison du bus RS485 75
3.9.4 Précautions CEM 75
3.9.5 Vue d'ensemble du protocole FC 76
3.9.6 Configuration du réseau 76
3.9.7 Structure des messages du protocole FC 76
3.9.8 Exemples de protocole FC 80
3.9.9 Protocole Modbus RTU 80
3.9.10 Structure des messages du Modbus RTU 81
3.9.11 Accès aux paramètres 85
3.9.12 Profil de contrôle FC Drive 86
3.10 Liste de contrôle de la conception du système 92

4 Exemples d'applications 94
4.1 Exemples d'applications 94
4.2 Fonctions choisies de l'application 94
4.2.1 SmartStart 94
4.2.2 Marche/arrêt 95
4.2.3 Marche/arrêt par impulsion 95
4.2.4 Référence du potentiomètre 96
4.3 Exemples de configuration d'applications 96

5 Exigences particulières 102
5.1 Déclassement 102
5.2 Déclassement manuel 102
5.3 Déclassement pour des câbles moteurs longs ou de section plus importante 103
5.4 Déclassement pour température ambiante 103

6 Code de type et sélection 108
6.1 Commande 108
6.1.1 Introduction 108
6.1.2 Code de type 108
6.2 Options, accessoires et pièces détachées 109
6.2.1 Références : Options et accessoires 109
6.2.2 Références : Filtres harmoniques 111
6.2.3 Références : modules de filtre sinus, 200-480 V CA 111
6.2.4 Références : modules de filtre sinus, 525-600/690 V CA 112
6.2.5 Filtres harmoniques 113
6.2.6 Filtres sinus 115
6.2.7 Filtres dU/dt 116
6.2.8 Filtres en mode commun 117

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

7 Spécifications 118
7.1 Données électriques 118
7.1.1 Alimentation secteur 3 x 200-240 V CA 118
7.1.2 Alimentation secteur 3 x 380-480 V CA 120
7.1.3 Alimentation secteur 3 x 525-600 V CA 122
7.2 Alimentation secteur 124
7.3 Puissance et données du moteur 124
7.4 Conditions ambiantes 124
7.5 Spécifications du câble 125
7.6 Entrée/sortie de commande et données de commande 125
7.7 Couple de serrage des raccords 129
7.8 Fusibles et disjoncteurs 129
7.9 Dimensionnements puissance, poids et dimensions 135
7.10 Test dU/dt 136
7.11 Caractéristiques du bruit acoustique 138
7.12 Options sélectionnées 139
7.12.1 VLT® General Purpose I/O Module MCB 101 139
7.12.2 VLT® Relay Card MCB 105 139
7.12.3 VLT® Extended Relay Card MCB 113 141

8 Annexe - Schémas sélectionnés 143
8.1 Schémas de raccordement au secteur 143
8.2 Schéma de raccordement du moteur 146
8.3 Schémas des bornes relais 148
8.4 Orifices d'entrée de câble 149

Indice 154

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

1 Introduction

1.1 Objet du Manuel de configuration

Ce Manuel de configuration des variateurs de fréquence VLT® Refrigeration Drive FC 103 a été rédigé à l'attention des :

- ingénieurs de projets et systèmes.
- consultants en conception.
- spécialistes des applications et produits.

Le Manuel de configuration fournit des informations techniques qui permettent de comprendre les capacités du variateur de fréquence pour une intégration dans des systèmes de contrôle et de surveillance de moteurs.

L'objectif du Manuel de configuration est de fournir des informations relatives à la conception ainsi que des données de préparation afin de pouvoir intégrer le variateur de fréquence dans un système. Le Manuel de configuration s'applique à plusieurs variateurs de fréquence et options destinés à diverses applications et installations.

La consultation des informations détaillées du produit permet, lors de la conception, de développer un système optimal en termes de fonctionnalité et d'efficacité.

VLT® est une marque déposée.

1.2 Organisation

Chapitre 1 Introduction : objectif général du Manuel de configuration et conformité aux directives internationales.

Chapitre 2 Vue d'ensemble des produits : structure interne et fonctionnalité du variateur de fréquence ; caractéristiques opérationnelles.

Chapitre 3 Intégration du système : conditions environnementales ; CEM, harmoniques et fuites à la terre ; entrée secteur ; moteurs et raccordements du moteur ; autres connexions ; planification mécanique ; et descriptions des options et accessoires disponibles.

Chapitre 4 Exemples d'applications : échantillons d'applications du produit et consignes d'utilisation.

Chapitre 5 Exigences particulières : détails des environnements opérationnels inhabituels.

Chapitre 6 Code de type et sélection : procédures de commande de l'équipement et des options permettant de répondre à l'usage prévu du système.

Chapitre 7 Spécifications : compilation des caractéristiques techniques dans des tableaux ou sous la forme de graphiques.

Chapitre 8 Annexe - Schémas sélectionnés : compilation de graphiques illustrant :

- Raccordements secteur et moteur
- Bornes des relais
- Entrées de câble

1.3 Ressources supplémentaires

Ressources disponibles pour comprendre les fonctions avancées et la programmation des variateurs de fréquence ainsi que la conformité aux directives :

- Le *Manuel d'utilisation du VLT® Refrigeration Drive FC 103* (appelé *manuel d'utilisation* dans ce manuel) fournit des informations détaillées sur l'installation et la mise en marche du variateur de fréquence.
- Le *Manuel de configuration* du VLT® Refrigeration Drive FC 103 fournit les informations nécessaires à la conception et à la préparation visant à intégrer le variateur de fréquence dans un système.
- Le *Guide de programmation du VLT® Refrigeration Drive FC 103* (appelé *guide de programmation* dans ce manuel) fournit de plus amples détails sur la gestion des paramètres et donne de nombreux exemples d'applications.
- Le *Manuel d'utilisation de la fonction Safe Torque Off du VLT®* décrit comment utiliser les applications de sécurité fonctionnelle des variateurs de fréquence Danfoss. Ce manuel est fourni avec le variateur de fréquence lorsque la fonction STO est disponible.

Des publications et des manuels supplémentaires peuvent être téléchargés sur le site *vlt-drives.danfoss.com/Products/Detail/Technical-Documents*.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

1

AVIS!

La présence d'équipements optionnels peut changer certaines des procédures décrites. Veiller à lire les instructions fournies avec ces options pour en connaître les exigences spécifiques.

Contacter un fournisseur Danfoss ou consulter le site *www.danfoss.com* pour plus d'informations.

1.4 Abréviations, symboles et conventions

60° AVM	Modulation vectorielle asynchrone 60°
A	Ampère
CA	Courant alternatif
AD	Rejet d'air
AEO	Optimisation automatique de l'énergie
AI	Entrée analogique
AMA	Adaptation automatique au moteur
AWG	American Wire Gauge (calibre américain des fils)
°C	Degrés Celsius
CD	Décharge constante
CDM	Module d'entraînement complet : variateur de fréquence, section alimentation et auxiliaires
CM	Mode commun
CT	Couple constant
CC	Courant continu
DI	Entrée digitale
DM	Mode différentiel
D-TYPE	Dépend du variateur
CEM	Compatibilité électromagnétique
FEM	Force électromotrice
ETR	Relais thermique électronique
f_{JOG}	Fréquence du moteur lorsque la fonction jogging est activée
f_M	Fréquence du moteur
f_{MAX}	Fréquence de sortie maximum que le variateur de fréquence applique à sa sortie
f_{MIN}	Fréquence moteur minimale du variateur de fréquence
$f_{M,N}$	Fréquence nominale du moteur
FC	Variateur de fréquence
g	Gramme
Hiperface®	Hiperface® est une marque déposée de Stegmann
HO	Surcharge élevée
HP	Cheval-puissance
HTL	Impulsions du codeur HTL (10-30 V) - Haute tension logique de transistor
Hz	Hertz
I_{INV}	Courant de sortie nominal onduleur
I_{LIM}	Limite de courant
$I_{M,N}$	Courant nominal du moteur
$I_{VLT,MAX}$	Courant de sortie maximal
$I_{VLT,N}$	Courant nominal de sortie fourni par le variateur de fréquence
kHz	KiloHertz
LCP	Panneau de commande local
lsb	Bit de poids faible
m	Mètre
mA	Milliampère
MCM	Mille Circular Mil
MCT	Outil de contrôle du mouvement
mH	Inductance en millihenry
mm	Millimètre
ms	Milliseconde
msb	Bit de poids fort
η_{VLT}	Le rendement du variateur de fréquence est défini comme le rapport entre la puissance dégagée et la puissance absorbée.
nF	Capacité en nanofarad
NLCP	Panneau de commande local numérique
Nm	Newton-mètre
NO	Surcharge normale
n_s	Vitesse moteur synchrone
Paramètres en ligne/hors ligne	Les modifications apportées aux paramètres en ligne sont activées immédiatement après modification de la valeur des données.
$P_{fr,cont.}$	Puissance nominale de la résistance de freinage (puissance moyenne pendant le freinage continu)
PCB	Carte à circuits imprimés
PCD	Données de process
PDS	Entraînement électrique de puissance : un CDM et un moteur
PELV	Protective extra low voltage (très basse tension de protection)
P_m	Puissance de sortie nominale du variateur de fréquence en surcharge élevée (HO)
$P_{M,N}$	Puissance nominale du moteur
Moteur PM	Moteur à aimant permanent
Process PID	Le régulateur PID (proportionnel intégral dérivé) qui maintient la vitesse, la pression, la température, etc.
$R_{fr,nom}$	Valeur de résistance nominale qui garantit une puissance de freinage sur l'arbre moteur de 150 %/160 % pendant une minute
RCD	Relais de protection différentielle
Régén	Bornes régénératives
R_{min}	Valeur de la résistance de freinage minimale autorisée par variateur de fréquence
RMS	Valeur quadratique moyenne
tr/min	Tours par minute
R_{rec}	Résistance de freinage recommandée des résistances de freinage Danfoss
s	Seconde
SFAVM	Modulation vectorielle asynchrone à flux statorique orienté
STW	Mot d'état
SMPS	Alimentation en mode commutation
THD	Taux d'harmoniques
T_{LIM}	Limite de couple

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

TTL	Impulsions du codeur TTL (5 V) - Logique de transistor
$U_{M,N}$	Tension nominale du moteur
V	Volts
VT	Couple variable
VVC+	Commande vectorielle de tension Plus

Tableau 1.1 Abréviations

Conventions
Les listes numérotées correspondent à des procédures.
Les listes à puce fournissent d'autres informations et décrivent les illustrations.
Les textes en italique indiquent :

- Références croisées
- Liens
- Notes de bas de page
- Nom de paramètre, nom de groupe de paramètres, option de paramètre

Toutes les dimensions sont indiquées en mm (pouces).
* indique le réglage par défaut d'un paramètre.

1.5 Symboles de sécurité

Les symboles suivants sont utilisés dans ce manuel :

⚠AVERTISSEMENT

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

⚠ATTENTION

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

AVIS!

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

1.6 Définitions

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

Caractéristiques CT
Caractéristiques de couple constant utilisées pour toutes les applications telles que :

- convoyeurs à bande.
- pompes volumétriques.
- grues.

Initialisation
Si l'on effectue une initialisation (*paramétre 14-22 Mod. exploitation*), le variateur de fréquence revient sur ses réglages par défaut.

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

Facteur de puissance
Le facteur de puissance réelle (lambda) prend en compte toutes les harmoniques. Le facteur de puissance réelle est toujours inférieur au facteur de puissance (cosphi) qui ne tient compte que de la 1ère harmonique de courant et de tension.

$$\cos\phi = \frac{P\,(\mathrm{kW})}{P\,(\mathrm{kVA})} = \frac{U\lambda\ x\ I\lambda\ x\ \cos\phi}{U\lambda\ x\ I\lambda}$$

Le CosPhi est également appelé facteur de puissance de déphasage.

Les valeurs lambda et cosphi sont indiquées pour les variateurs de fréquence Danfoss VLT® au *chapitre 7.2 Alimentation secteur*.

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.

En outre, un facteur de puissance élevé indique que les harmoniques de courant sont faibles.
Tous les variateurs de fréquence Danfoss sont équipés de bobines CC intégrées au circuit intermédiaire. Les bobines garantissent un facteur de puissance élevé et réduisent le THDi sur l'alimentation principale.

Configuration
Enregistrement des réglages des paramètres dans quatre process. Basculement entre les 4 process et édition d'un process pendant qu'un autre est actif.

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 TRUE (vrai) par le SLC. (Groupe de par. *13-** Logique avancée*).

Bus standard FC
Inclut le bus RS485 avec le protocole FC ou MC. Voir le *paramétre 8-30 Protocole*.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

1

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

Arrêt
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 et que l'état d'alarme est annulé. Annuler l'état d'alarme en :

- activant la remise à zéro ou
- en programmant le variateur de fréquence pour une remise à zéro automatique.

Ne pas utiliser l'alarme 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 de fréquence fait l'objet d'un court-circuit. Une alarme verrouillée peut être annulée en coupant l'alimentation secteur, en trouvant l'origine de la panne et en reconnectant le 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. Ne pas utiliser l'alarme à des fins de sécurité des personnes.

Caractéristique VT
Caractéristiques de couple variable pour les pompes et les ventilateurs.

1.7 Version de document et de logiciel

Ce manuel est régulièrement révisé et mis à jour. Toutes les suggestions d'amélioration sont les bienvenues.

Le *Tableau 1.2* indique la version du document et la version correspondante du logiciel.

Édition	Remarques	Version logiciel
MG16G2xx	Remplace MG16G1xx	1.4x

Tableau 1.2 Version de document et de logiciel

1.8 Homologations et certifications

Les variateurs de fréquence ont été conçus conformément aux directives décrites dans cette section.

Pour plus d'informations sur les approbations et les certificats, accéder à la zone de téléchargement du site *vlt-marine.danfoss.com/support/type-approval-certificates/*.

1.8.1 Marquage CE

Illustration 1.1 CE

Le marquage CE (Communauté européenne) indique que le fabricant du produit se conforme à toutes les directives CE applicables. Les directives UE applicables à la conception et à la fabrication des variateurs de fréquence sont répertoriées dans le *Tableau 1.3*.

AVIS!

Le marquage CE ne fournit aucune information sur la qualité du produit. Les spécifications techniques ne peuvent pas être déduites du marquage CE.

AVIS!

Les variateurs de fréquence avec fonction de sécurité intégrée doivent être conformes à la directive sur les machines.

Directive UE	Version
Directive basse tension	2014/35/EU
Directive CEM	2014/30/EU
Directive sur les machines[1)]	2014/32/EU
Directive ErP	2009/125/EC
Directive ATEX	2014/34/EU
Directive RoHS	2002/95/EC

Tableau 1.3 Directives UE applicables aux variateurs de fréquence

1) La conformité à la directive sur les machines est requise uniquement pour les variateurs de fréquence avec fonction de sécurité intégrée.

Les déclarations de conformité sont disponibles à la demande.

1.8.1.1 Directive basse tension

La directive basse tension s'applique à tous les appareils électriques utilisés dans les plages de tension allant de 50 à 1000 V CA et de 75 à 1600 V CC.

La directive vise à garantir la sécurité individuelle et à éviter les dégâts matériels, à condition que les équipements électriques soient installés et entretenus correctement, pour l'application prévue.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

1.8.1.2 Directive CEM

La directive CEM (compatibilité électromagnétique) vise à réduire les interférences électromagnétiques et à améliorer l'immunité des équipements et installations électriques. Les conditions de base relatives à la protection de la directive CEM indiquent que les dispositifs qui génèrent des interférences électromagnétiques (EMI) ou dont le fonctionnement peut être affecté par les EMI, doivent être conçus pour limiter la génération d'interférences électromagnétiques. Les dispositifs doivent présenter un degré d'immunité adapté vis-à-vis des EMI lorsqu'ils sont correctement installés, entretenus et utilisés conformément à l'usage prévu.

Les dispositifs des équipements électriques utilisés seuls ou intégrés à un système doivent porter le marquage CE. Les systèmes ne requièrent pas le marquage CE mais doivent être conformes aux conditions relatives à la protection de base de la directive CEM.

1.8.1.3 Directive machine

La directive sur les machines vise à garantir la sécurité individuelle et à éviter les dégâts matériels de l'équipement mécanique utilisé pour l'application prévue. La directive sur les machines s'applique aux machines composées d'un ensemble de composants ou de dispositifs interconnectés dont au moins un est capable de mouvements mécaniques.

Les variateurs de fréquence avec fonction de sécurité intégrée doivent être conformes à la directive sur les machines. Les variateurs de fréquence sans fonction de sécurité ne sont pas concernés par cette directive. Si un variateur de fréquence est intégré au système de machines, Danfoss précise les règles de sécurité applicables au variateur de fréquence.

Lorsque les variateurs de fréquence sont utilisés sur des machines comportant au moins une pièce mobile, le fabricant de la machine doit fournir une déclaration précisant la conformité avec toutes les lois et mesures de sécurité applicables.

1.8.1.4 Directive ErP

La directive ErP est la directive européenne relative à l'écoconception des produits liés à la production d'énergie. La directive définit les exigences en matière de conception écologique pour les produits liés à la production d'énergie, notamment les variateurs de fréquence. Cette directive vise à augmenter l'efficacité énergétique et le niveau de protection de l'environnement, tout en développant la sécurité de l'approvisionnement énergétique. L'impact environnemental des produits liés à la production d'énergie inclut la consommation d'énergie pendant toute la durée de vie du produit.

1.8.2 Conformité C-Tick

Illustration 1.2 C-tick

La marque C-tick indique la conformité avec les normes techniques applicables en matière de compatibilité électromagnétique (CEM). La conformité C-tick est obligatoire pour vendre des appareils électriques et électroniques sur les marchés australien et néo-zélandais.
La norme C-tick concerne les émissions par conduction et les émissions rayonnées. Pour les variateurs de fréquence, appliquer les limites d'émission spécifiées dans la norme EN/CEI 61800-3.
Une déclaration de conformité peut être fournie à la demande.

1.8.3 Conformité UL

Homologué UL

Illustration 1.3 UL

AVIS!

Les variateurs de fréquence 525-690 V ne sont pas certifiés UL.

Le variateur de fréquence est conforme aux exigences de sauvegarde de la capacité thermique de la norme UL508C. Pour plus d'informations, se reporter au *chapitre 2.6.2 Protection thermique du moteur*.

1.8.4 Conformité marine (ADN)

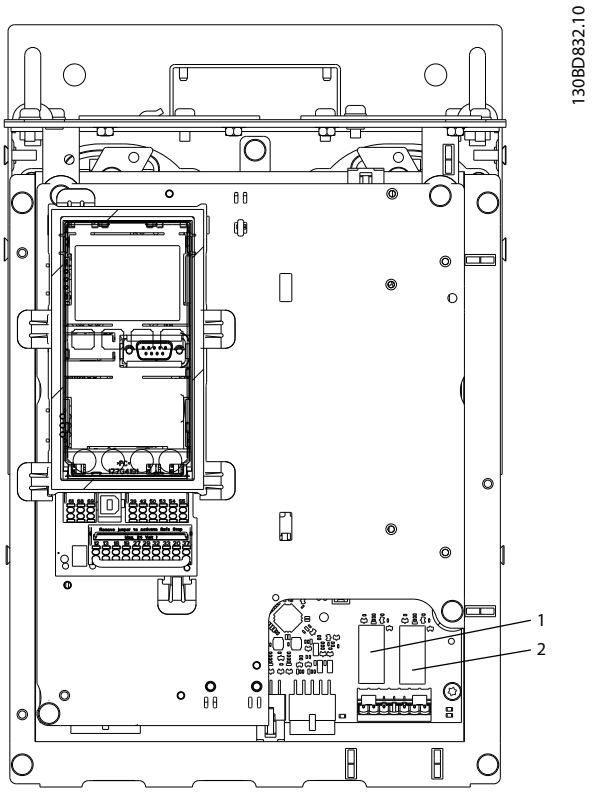
Les unités présentant une protection nominale contre les infiltrations IP55 (NEMA 12) ou supérieure empêchent la formation d'étincelles et sont classées dans la catégorie des appareils électriques limitant le risque d'explosion conformément à l'Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par voie de navigation intérieure (ADN).
Pour les unités présentant une protection nominale IP20/Châssis, IP21/Nema 1 ou IP54, il convient de protéger le risque de formation d'étincelles comme suit :

- Ne pas installer de sectionneur secteur.
- Vérifier que le *paramétre 14-50 Filtre RFI* est réglé sur *[1] Actif.*

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

- Retirer toutes les fiches relais marquées *RELAY*. Voir l'*Illustration 1.4*.
- Vérifier quelles options relais sont installées le cas échéant. La seule option relais autorisée est la carte VLT® Extended Relay Card MCB 113.

Aller sur *vlt-marine.danfoss.com/support/type-approval-certificates/* pour obtenir des informations complémentaires applicables au domaine marin.



1, 2	Fiches relais

Illustration 1.4 Emplacement des fiches relais

La déclaration du fabricant est disponible sur demande.

1.8.5 Réglementations sur le contrôle d'exportation

Les variateurs de fréquence peuvent être soumis à des réglementations régionales et/ou nationales sur le contrôle d'exportation.

Les variateurs de fréquence soumis à des réglementations sur le contrôle d'exportation sont classés par un numéro ECCN.

Le numéro ECCN est indiqué dans les documents fournis avec le variateur de fréquence.

En cas de réexportation, il incombe à l'exportateur de veiller au respect des réglementations sur le contrôle d'exportation en vigueur.

1.9 Sécurité

1.9.1 Principes de sécurité générale

Les variateurs de fréquence contiennent des composants haute tension qui peuvent provoquer des blessures mortelles en cas de mauvaise manipulation. Seul un personnel qualifié est autorisé à installer et à utiliser cet équipement. Avant toute réparation, couper d'abord l'alimentation du variateur de fréquence et attendre la durée indiquée que l'énergie électrique stockée se dissipe.

Il convient de respecter rigoureusement les précautions et consignes de sécurité pour garantir une exploitation sûre du variateur de fréquence.

Un transport, un stockage, une installation, une exploitation et une maintenance corrects et fiables sont nécessaires au fonctionnement en toute sécurité et sans problème du variateur de fréquence. Seul du personnel qualifié est autorisé à installer et utiliser cet équipement.

Par définition, le personnel qualifié est un personnel formé, autorisé à installer, mettre en service et maintenir l'équipement, les systèmes et les circuits conformément aux lois et aux réglementations en vigueur. En outre, il doit être familiarisé avec les instructions et les mesures de sécurité décrites dans ce manuel d'utilisation.

⚠AVERTISSEMENT

HAUTE TENSION

Les variateurs de fréquence contiennent des tensions élevées lorsqu'ils sont reliés à l'alimentation secteur CA, à l'alimentation CC ou à la répartition de la charge. Le non-respect de la réalisation de l'installation, du démarrage et de la maintenance par du personnel qualifié peut entraîner la mort ou des blessures graves.

- **L'installation, le démarrage et la maintenance ne doivent être effectués que par du personnel qualifié.**

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

⚠AVERTISSEMENT

DÉMARRAGE IMPRÉVU

Lorsque le variateur de fréquence est connecté au secteur CA, à l'alimentation CC ou est en répartition de la charge, le moteur peut démarrer à tout moment. Un démarrage imprévu pendant la programmation, une opération d'entretien ou de réparation peut entraîner la mort, des blessures graves ou des dégâts matériels. Le moteur peut être démarré par un commutateur externe, un ordre de bus de terrain, un signal de référence d'entrée, à partir du LCP ou suite à la suppression d'une condition de panne.

Pour éviter un démarrage imprévu du moteur :

- **Déconnecter le variateur de fréquence du secteur.**
- **Activer la touche [Off/Reset] sur le LCP avant de programmer les paramètres.**
- **Câbler et assembler entièrement le variateur de fréquence, le moteur et tous les équipements entraînés avant de connecter le variateur de fréquence au secteur CA, à l'alimentation CC ou en répartition de la charge.**

⚠AVERTISSEMENT

TEMPS DE DÉCHARGE

Le variateur de fréquence contient des condensateurs dans le circuit intermédiaire qui peuvent rester chargés même lorsque le variateur de fréquence n'est pas alimenté. Une haute tension peut être présente même lorsque les voyants d'avertissement sont éteints. Le non-respect du temps d'attente spécifié après la mise hors tension avant un entretien ou une réparation peut entraîner le décès ou des blessures graves.

1. **Arrêter le moteur.**
2. **Déconnecter le secteur CA, tous les moteurs à aimant permanent et toutes les alimentations à distance du circuit CC y compris les batteries de secours, les alimentations sans interruption et les connexions du circuit CC aux autres variateurs de fréquence.**
3. **Attendre que les condensateurs soient complètement déchargés avant de procéder à un entretien ou à une réparation. Le temps d'attente est indiqué dans le *Tableau 1.4*.**

Tension [V]	Temps d'attente minimum (minutes)	
	4	15
200–240	1,1-3,7 kW	5,5–45 kW
380–480	1,1–7,5 kW	11–90 kW
525–600	1,1–7,5 kW	11–90 kW

Tableau 1.4 Temps de décharge

⚠AVERTISSEMENT

RISQUE DE COURANT DE FUITE

Les courants de fuite à la terre dépassent 3,5 mA. Le fait de ne pas mettre le variateur de fréquence à la terre peut entraîner le décès ou des blessures graves.

- **L'équipement doit être correctement mis à la terre par un installateur électrique certifié.**

⚠AVERTISSEMENT

DANGERS LIÉS À L'ÉQUIPEMENT

Tout contact avec les arbres tournants et les matériels électriques peut entraîner des blessures graves voire mortelles.

- **L'installation, le démarrage et la maintenance doivent être effectués par du personnel qualifié uniquement.**
- **Veiller à ce que tous les travaux électriques soient conformes aux réglementations électriques locales et nationales.**
- **Suivre les procédures décrites dans ce manuel.**

⚠AVERTISSEMENT

ROTATION MOTEUR IMPRÉVUE FONCTIONNEMENT EN MOULINET

La rotation imprévue des moteurs à aimant permanent crée des tensions et peut charger l'appareil, ce qui pourrait entraîner la mort, des blessures ou des dommages matériels graves.

- **Vérifier que les moteurs à magnétisation permanente sont bien bloqués afin d'empêcher toute rotation imprévue.**

⚠ATTENTION

DANGER DE PANNE INTERNE

Une panne interne dans le variateur de fréquence peut entraîner des blessures graves, si le variateur de fréquence n'est pas correctement fermé.

- **Avant d'appliquer de la puissance, s'assurer que tous les caches de sécurité sont en place et fermement fixés.**

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

2 Vue d'ensemble des produits

2

2.1 Introduction

Ce chapitre propose un aperçu des principaux assemblages et circuits du variateur de fréquence. Il vise à décrire les fonctions électriques internes et de traitement des signaux. Une description de la structure interne de contrôle est également incluse.

Sont également décrites les fonctions automatisées et optionnelles du variateur de fréquence pour la conception de systèmes d'exploitation robustes présentant des performances de contrôle sophistiquées et de rapports d'état.

2.1.1 Produit dédié aux applications d'eau et d'eaux usées

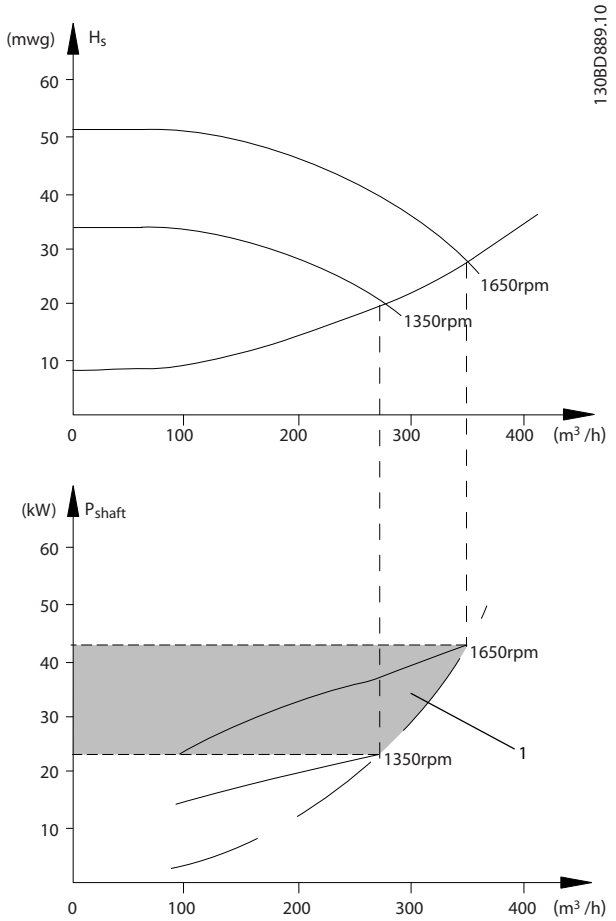
Le VLT® Refrigeration Drive FC 103 est dédié aux applications de réfrigération. L'assistant d'application intégré guide l'utilisateur dans le processus de mise en service. La gamme de caractéristiques standard et optionnelles comprend :

- Contrôle en cascade multizone
- Contrôle de zone neutre
- Contrôle de température sans condensation, flottant
- Gestion du retour d'huile
- Contrôle d'évaporateur multiretour
- Contrôle en cascade
- Détection de fonctionnement à sec
- Détection de fin de courbe
- Alternance des moteurs
- STO
- Mode veille
- Protection par mot de passe
- Protection surcharge
- Contrôleur logique avancé
- Commande de vitesse minimale
- Textes programmables libres pour informations, avertissements et alertes

2.1.2 Économies d'énergie

Comparé à des technologies et des systèmes de contrôle alternatifs, un variateur de fréquence offre le moyen de contrôle d'énergie optimal pour la régulation des ventilateurs et des pompes.

En utilisant un variateur de fréquence pour commander le débit, une réduction de 20 % de la vitesse de la pompe permet de réaliser des économies d'énergie d'environ 50 % sur des applications typiques. L'
Illustration 2.1 donne un exemple de réduction énergétique possible.



1	Économie d'énergie

Illustration 2.1 Exemple : économie d'énergie

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

2.1.3 Exemple d'économies d'énergie

Comme indiqué sur l'*Illustration 2.2*, le débit est régulé en modifiant la vitesse de la pompe mesurée en tr/min. En diminuant la vitesse de 20 % seulement par rapport à la vitesse nominale, le débit est également réduit de 20 % car il est directement proportionnel à la vitesse. La consommation d'électricité est, quant à elle, réduite de presque 50 %.
Si le système en question doit fournir un débit correspondant à 100 % seulement quelques jours par an, tandis que la moyenne est inférieure à 80 % du débit nominal le reste de l'année, la quantité d'énergie économisée est même supérieure à 50 %.

L'*Illustration 2.2* décrit le rapport entre débit, pression et puissance consommée sur la vitesse de la pompe en tr/min pour les pompes centrifuges.

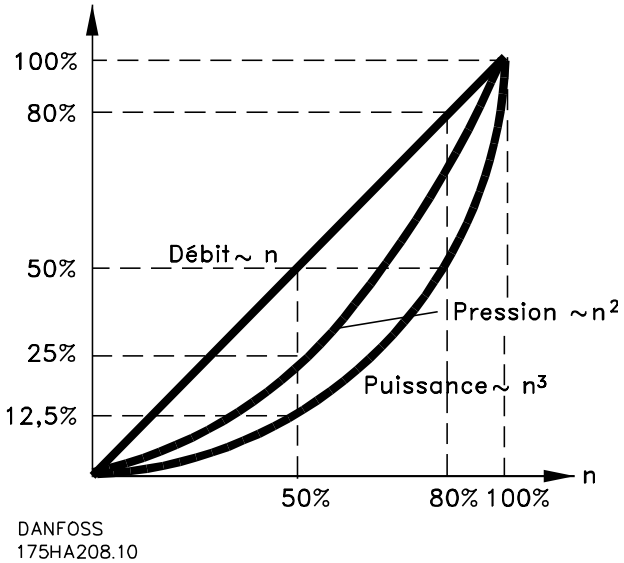


Illustration 2.2 Lois d'affinité des pompes centrifuges

$$Débit : \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

$$Pression : \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$$

$$Puissance : \frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3$$

Dans l'hypothèse d'une efficacité égale dans la plage de vitesse.

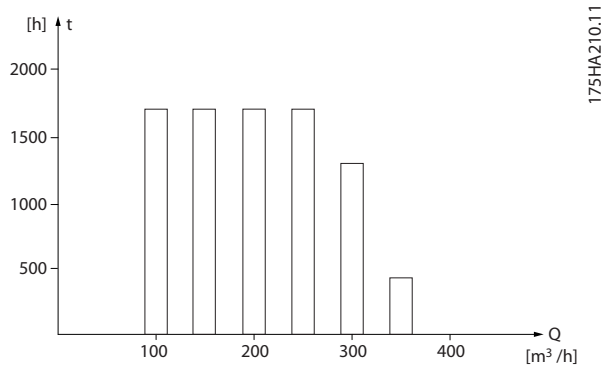
Q = débit	P = puissance
Q_1 = débit 1	P_1 = puissance 1
Q_2 = débit réduit	P_2 = puissance réduite
H = pression	n = régulation de vitesse
H_1 = pression 1	n_1 = vitesse 1
H_2 = pression réduite	n_2 = vitesse réduite

Tableau 2.1 Lois d'affinité

2.1.4 Exemple avec un débit variable sur une année

Cet exemple est calculé d'après les caractéristiques d'une pompe tirées de sa fiche technique et présentées sur l'*Illustration 2.4*.

Le résultat obtenu révèle des économies d'énergie supérieures à 50 % selon la répartition donnée du débit sur l'année,
voir l'*Illustration 2.3*. La période de récupération dépend du prix de l'électricité et du prix du variateur de fréquence. Dans le cas présent, elle est inférieure à une année si l'on compare avec les systèmes à vannes et vitesse constante.



t [h]	Durée du débit. Voir aussi le *Tableau 2.2*.
Q [m^3/h]	Débit

Illustration 2.3 Répartition du débit sur 1 année (durée par rapport au débit)

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

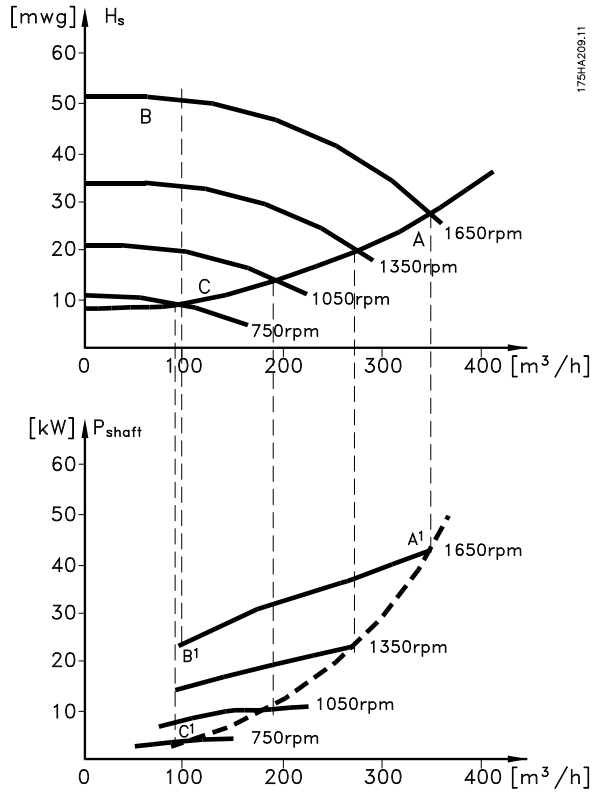


Illustration 2.4 Consommation d'énergie à différentes vitesses

Débit	Répartition		Régulation par vanne		Commande du variateur de fréquence	
	%	Durée	Puissance	Consommation	Puissance	Consommation
[m³/h]		[h]	[kW]	[kWh]	[kW]	[kWh]
350	5	438	42,5[1)]	18,615	42,5[1)]	18,615
300	15	1314	38,5	50,589	29,0	38,106
250	20	1752	35,0	61,320	18,5	32,412
200	20	1752	31,5	55,188	11,5	20,148
150	20	1752	28,0	49,056	6,5	11,388
100	20	1752	23,0[2)]	40,296	3,5[3)]	6,132
Σ	100	8760	–	275,064	–	26,801

Tableau 2.2 Résultat

1) Relevé de puissance au point A1.

2) Relevé de puissance au point B1.

3) Relevé de puissance au point C1.

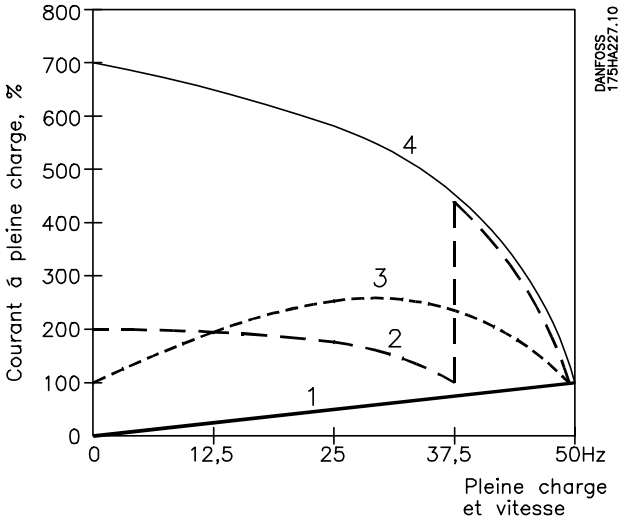
2.1.5 Contrôle amélioré

Utiliser un variateur de fréquence pour améliorer la commande du débit ou de la pression d'un système.
Utiliser un variateur de fréquence pour faire varier la vitesse du compresseur, ventilateur ou pompe, et obtenir un contrôle variable du débit et de la pression.
De plus, un variateur de fréquence peut adapter rapidement la vitesse du compresseur, du ventilateur ou de la pompe aux nouvelles conditions de débit ou de pression du système.
Obtenir un contrôle simple du procédé (débit, niveau ou pression) en utilisant le régulateur PI intégré.

2.1.6 Démarreur étoile/triangle ou démarreur progressif

Lors du démarrage de gros moteurs, il est nécessaire, dans beaucoup de pays, d'utiliser un équipement qui limite le courant de démarrage. Dans les systèmes plus traditionnels, on utilise couramment un démarreur étoile/triangle ou un démarreur progressif. Si un variateur de fréquence est utilisé, de tels démarreurs de moteur ne sont pas nécessaires.

Comme indiqué sur l'*Illustration 2.5*, un variateur de fréquence ne consomme pas plus que le courant nominal.



1	VLT® Refrigeration Drive FC 103
2	Démarreur étoile/triangle
3	Démarreur progressif
4	Démarrage direct sur secteur

Illustration 2.5 Courant de démarrage

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

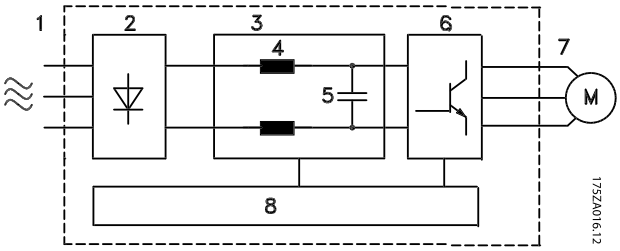
2.2 Description du fonctionnement

Le variateur de fréquence fournit une quantité régulée de puissance CA à un moteur pour contrôler sa vitesse. Le variateur de fréquence fournit une fréquence et une tension variables au moteur.

Le variateur de fréquence est divisé en 4 modules principaux :

- Redresseur
- Circuit de bus CC intermédiaire
- Onduleur
- Commande et régulation

L'*Illustration 2.6* représente un schéma fonctionnel des composants internes du variateur de fréquence.



Zone	Dénomination	Fonctions
1	Entrée secteur	• Alimentation secteur CA triphasée du variateur de fréquence.
2	Redresseur	• Le pont redresseur convertit l'entrée CA en courant CC pour alimenter le variateur de fréquence.
3	Bus CC	• Le circuit du bus intermédiaire traite le courant CC.
4	Bobines de réactance CC	• Filtrent la tension du circuit CC intermédiaire. • Assurent la protection contre les transitoires secteur. • Réduisent le courant efficace. • Augmentent le facteur de puissance répercuté vers la ligne. • Réduisent les harmoniques sur l'entrée CA.
5	Batterie de condensateurs	• Stocke l'énergie CC. • Assure une protection anti-panne pendant les courtes pertes de puissance.
6	Onduleur	• Convertit le courant CC en une forme d'onde CA à modulation d'impulsions en durée (PWM) régulée pour une sortie variable contrôlée du moteur.
7	Sortie vers le moteur	• Alimentation de sortie triphasée régulée vers le moteur.
8	Circuit de commande	• La puissance d'entrée, le traitement interne, la sortie et le courant du moteur sont surveillés pour fournir un fonctionnement et un contrôle efficaces. • L'interface utilisateur et les ordres externes sont surveillés et mis en œuvre. • La sortie et le contrôle de l'état peuvent être assurés.

Illustration 2.6 Schéma fonctionnel du variateur de fréquence

2.2.1 Principe de la structure de contrôle

- Le 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.

Le variateur de fréquence alimente le moteur avec une tension/courant et une fréquence variables qui offrent des possibilités de régulation de vitesse variable pour les moteurs standard triphasés et les moteurs PM non saillants.

Le variateur de fréquence gère divers principes de fonctionnement des moteurs tels que le mode moteur U/f spécial et VVC^{+}. Le comportement relatif aux courts-circuits de ce variateur de fréquence dépend des 3 transformateurs de courant dans les phases moteur.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

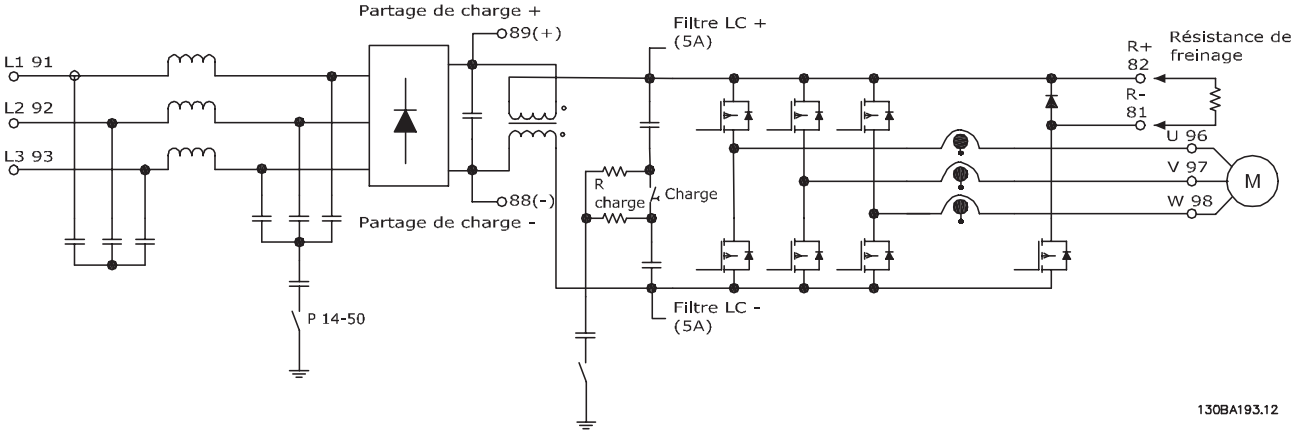


Illustration 2.7 Structure du variateur de fréquence

2.3 Séquence de fonctionnement

2.3.1 Section redresseur

Lorsqu'une puissance est appliquée au variateur de fréquence, elle entre via les bornes d'entrée (L1, L2, L3) et arrive au sectionneur et/ou à l'option de filtre RFI, selon la configuration de l'appareil.

2.3.2 Section intermédiaire

Après la section du redresseur, la tension passe dans la section intermédiaire. Un circuit de filtre composé de la bobine d'induction et de la batterie de condensateurs du bus CC lisse la tension redressée.

La bobine d'induction du bus CC fournit une impédance série au courant changeant. Ceci participe au processus de filtrage tout en réduisant la distorsion harmonique sur la forme d'onde du courant CA d'entrée normalement inhérente aux circuits redresseurs.

2.3.3 Section d'onduleur

Dès qu'un ordre de fonctionnement et la référence de vitesse sont présents, les IGBT commencent à commuter pour créer la forme d'onde de la sortie. Cette forme d'onde, telle que générée par le principe PWM VVC+ Danfoss de la carte de commande, offre des performances optimales et des pertes minimales dans le moteur.

2.4 Structures de contrôle

2.4.1 Structure de contrôle en boucle ouverte

En mode boucle ouverte, le variateur de fréquence répond manuellement à des commandes d'entrée via les touches du LCP ou à distance via les entrées analogiques et digitales ou le bus série.

Dans la configuration présentée sur l'*Illustration 2.8*, le variateur de fréquence fonctionne en mode boucle ouverte. Il reçoit une entrée du LCP (mode *Manuel*) ou via un signal distant (mode *Auto*). Le signal (référence de vitesse) est reçu et conditionné par :

- les limites de vitesse minimum et maximum programmées du moteur (en tr/min et Hz).
- les temps d'accélération et de décélération.
- le sens de rotation du moteur.

La référence est ensuite transmise pour contrôler le moteur.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

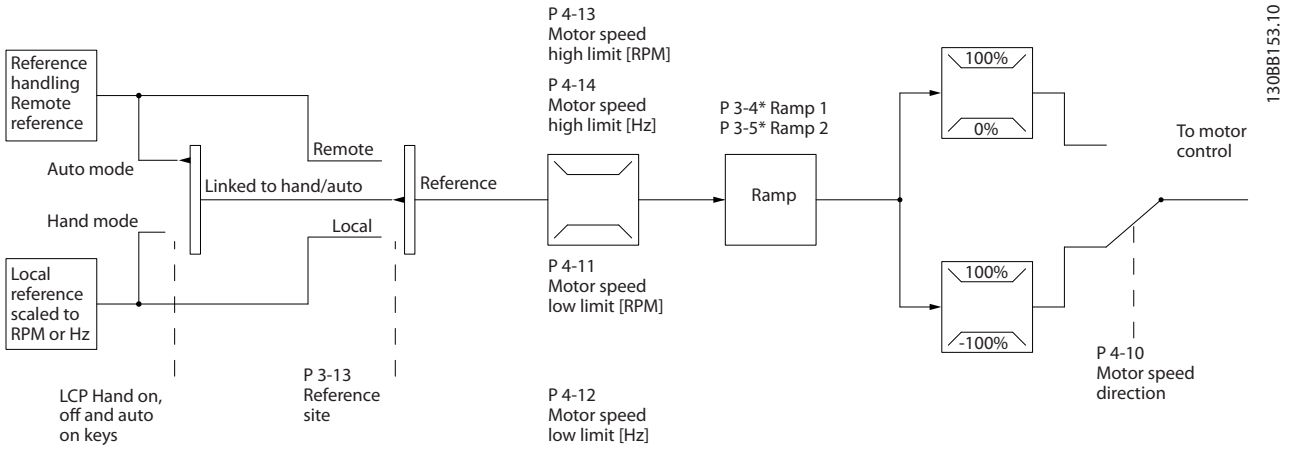


Illustration 2.8 Schéma fonctionnel du mode boucle ouverte

2.4.2 Structure de commande en boucle fermée

En mode boucle ouverte, un régulateur PID interne permet au variateur de fréquence de calculer la référence du système et les signaux de retour pour agir comme un appareil de commande indépendant. Le variateur de fréquence peut fournir des messages d'état et d'alarme, avec de nombreuses autres options programmables, pour contrôler le système externe tout en fonctionnant de façon indépendante en boucle fermée.

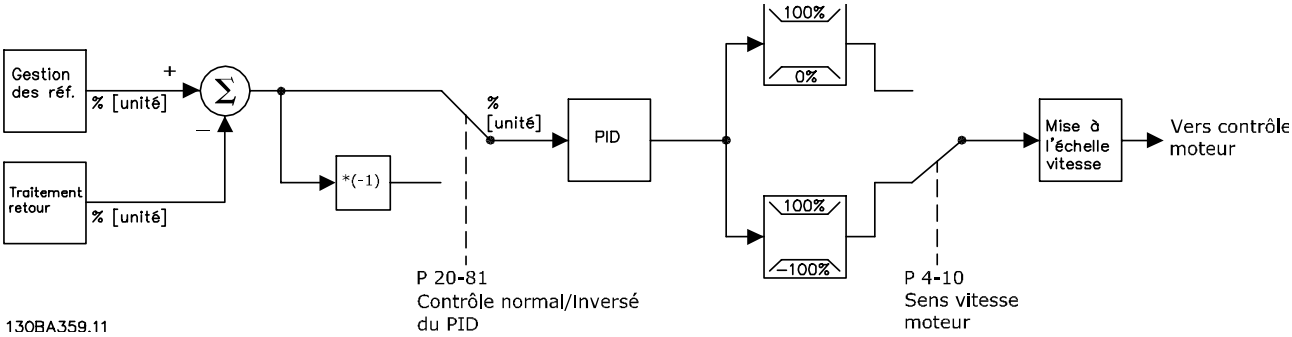


Illustration 2.9 Schéma fonctionnel du contrôleur en boucle fermée

Prenons par exemple une application de pompage dans laquelle la vitesse de la pompe est régulée de façon à ce que la pression statique dans la conduite soit constante (voir l'*Illustration 2.9*). Le variateur de fréquence reçoit un signal de retour d'un capteur du système. Il compare ce retour à une valeur de référence du point de consigne et détermine l'erreur éventuelle entre ces 2 signaux. Il ajuste alors la vitesse du moteur pour corriger cette erreur.

La consigne de la pression statique souhaitée est fournie au variateur de fréquence comme signal de référence. Un capteur mesure la pression statique réelle dans la conduite et la communique au variateur de fréquence par un signal de retour. Si le signal de retour est supérieur à la référence du point de consigne, le variateur de fréquence décélère pour réduire la pression. De la même façon, si la pression de la conduite est inférieure à la référence du point de consigne, le variateur de fréquence accélère pour augmenter la pression de la pompe.

Alors que les valeurs par défaut du contrôleur en boucle fermée du variateur de fréquence offrent souvent des performances satisfaisantes, le contrôle du système peut souvent être optimisé en ajustant les paramètres du régulateur PID. Le *réglage automatique* est fourni pour cette optimisation.

Autres fonctions programmables :

- Régulation inverse - La vitesse du moteur augmente lorsqu'un signal de retour est élevé. Cette fonction est utile dans les applications de

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

compresseur où la vitesse doit être augmentée si la pression/température est trop élevée.

- Fréquence de démarrage - Permet au système d'atteindre rapidement un état d'exploitation avant que le régulateur PID reprenne.
- Filtre passe-bas intégré - Réduit le bruit du signal de retour.

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

Actionner le variateur de fréquence manuellement via le LCP ou à distance via les entrées analogiques et digitales et le bus série.

Référence active et mode de configuration
La référence active peut correspondre à la référence locale ou distante. La référence distante est le paramètre défini par défaut.

- Pour utiliser la référence locale, configurer en mode *Hand*. Pour activer le mode *Hand*, adapter les réglages de paramètres dans le groupe de paramètres *0-4* Clavier LCP*. Pour plus d'informations, se reporter au *Guide de programmation*.
- Pour utiliser la référence distante, configurer en mode *Auto*, lequel correspond au mode défini par défaut. En mode *Auto*, il est possible de contrôler le variateur de fréquence via les entrées digitales et plusieurs interfaces série (RS485, USB ou un bus de terrain en option).
- L'*Illustration 2.10* présente le mode de configuration résultant de la sélection de la référence active, locale ou distante.
- L'*Illustration 2.11* présente le mode de configuration manuelle de la référence locale.

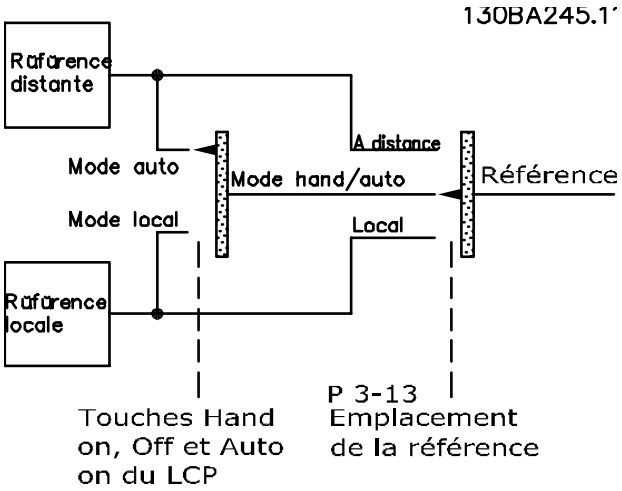


Illustration 2.10 Référence active

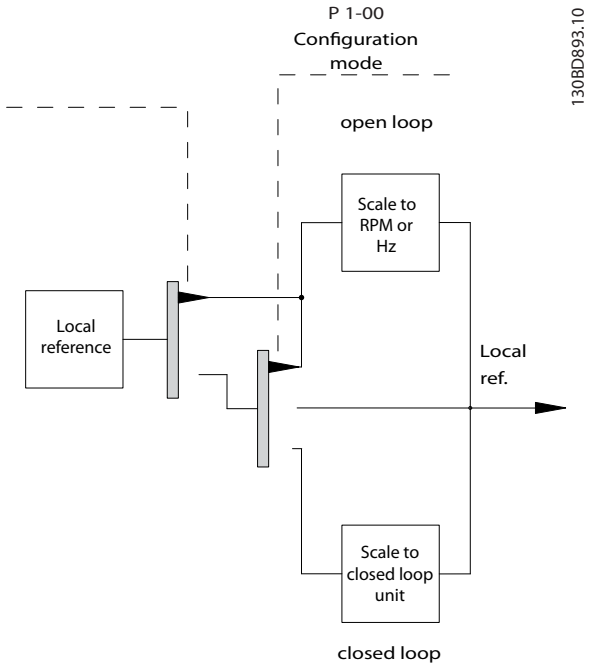


Illustration 2.11 Mode de configuration manuelle

Principe de fonctionnement de l'application
La référence locale ou la référence distante est active à tout moment. Les deux ne peuvent pas être actives en même temps. Définir le principe de fonctionnement de l'application (en boucle ouverte ou fermée) au *paramétre 1-00 Mode Config.*, comme indiqué dans le *Tableau 2.3*.
Lorsque la référence locale est active, définir le principe de fonctionnement de l'application au *paramétre 1-05 Local Mode Configuration*.
Définir l'emplacement de la référence au *paramétre 3-13 Type référence*, comme indiqué dans le *Tableau 2.3*.

Pour plus d'informations, se reporter au *Guide de programmation*.

[Hand On] [Auto On] Touches du LCP	***Paramétre 3-13 Type référence***	**Référence active**
Hand	Mode hand/auto	Local
Hand⇒Off	Mode hand/auto	Local
Auto	Mode hand/auto	A distance
Auto⇒Off	Mode hand/auto	A distance
Toutes les touches	Local	Local
Toutes les touches	A distance	A distance

Tableau 2.3 Configurations des références locale et distante

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

2.4.4 Utilisation des références

L'utilisation des références s'applique au fonctionnement en boucle ouverte et en boucle fermée.

Références internes et externes
Le variateur de fréquence permet de programmer jusqu'à 8 références internes prédéfinies. La référence interne prédéfinie active peut être sélectionnée en externe à l'aide des entrées de commande digitales ou du bus de communication série.

Des références externes peuvent également être fournies au variateur de fréquence, le plus souvent via une entrée de commande analogique. Toutes les sources de référence et la référence du bus sont ajoutées pour produire la référence externe totale. Choisir l'un des éléments suivants comme référence active :

- la référence externe
- la référence prédéfinie
- la consigne
- la somme des 3 précédents

La référence active peut être mise à l'échelle.

La référence externe est calculée comme suit :

$$Référence = X + X \times \left(\frac{Y}{100}\right)$$

Lorsque X est la référence externe, la référence prédéfinie ou la somme de ces références et Y est le *paramétre 3-14 Réf.prédéf.relative* en [%].

Lorsque Y, soit le *paramétre 3-14 Réf.prédéf.relative*, est réglé sur 0 %, la mise à l'échelle n'affecte pas la référence.

Référence distante
Une référence distante est composée des valeurs suivantes (voir l'*Illustration 2.12*) :

- Références prédéfinies
- Références externes :
  - Entrées analogiques
  - Entrées de fréquence d'impulsion
  - Entrées du potentiomètre digital
  - Références du bus de communication série
- Une référence relative prédéfinie
- Un point de consigne contrôlé par le retour

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

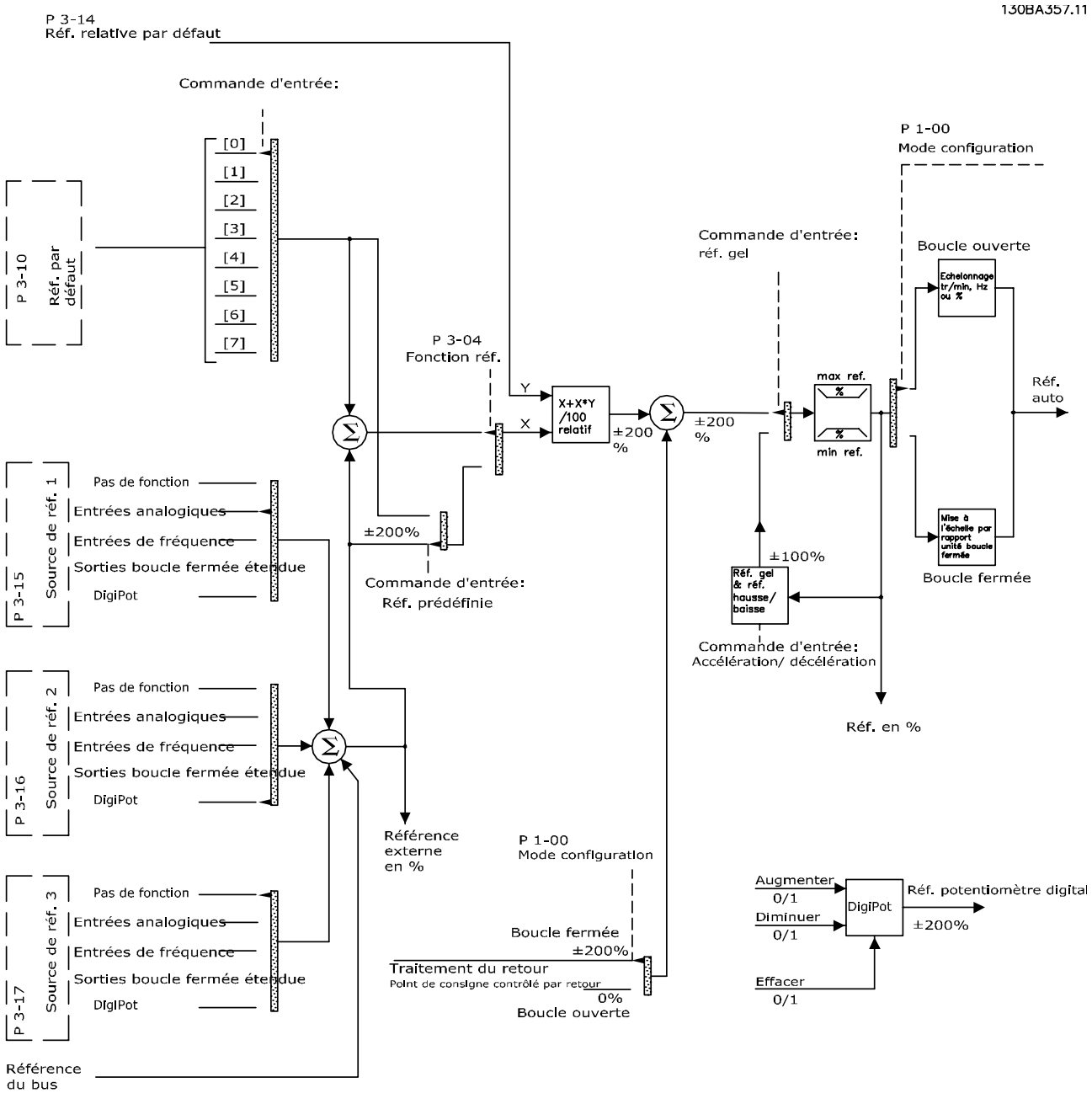


Illustration 2.12 Utilisation des références distantes

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

2.4.5 Traitement du retour

Le traitement du retour peut être configuré pour fonctionner avec des applications nécessitant un contrôle avancé, comme des points de consigne et des retours multiples (voir l'*Illustration 2.13*).
Trois types de contrôle sont fréquents :

Zone unique, une seule consigne
Ce type de contrôle est une configuration de base du retour. Le point de consigne 1 est ajouté à toute autre référence (le cas échéant) et un signal de retour est sélectionné.

Multizone, une seule consigne
Ce type de commande utilise deux ou trois capteurs de retour mais un seul point de consigne. Le retour peut être ajouté, enlevé ou réparti. De plus, la valeur maximale ou minimale peut être utilisée. Le point de consigne 1 est utilisé exclusivement dans cette configuration.

Multizone, consigne/retour
La paire consigne/retour avec la plus grande différence contrôle la vitesse du variateur de fréquence. Le maximum tente de maintenir toutes les zones à leur point de consigne respectif ou en dessous tandis que le minimum tente de maintenir toutes les zones à leur point de consigne ou au-dessus.

Exemple
Une application à 2 zones et 2 points de consigne. Le point de consigne de la zone 1 est 15 bar et le retour est 5,5 bar. Le point de consigne de la zone 2 est 4,4 bar et le retour est 4,6 bar. Si maximum est sélectionné, la consigne et le signal de retour de la zone 2 sont envoyés au régulateur PID, puisque la différence est la plus petite (le signal de retour est supérieur à la consigne, ce qui donne une différence négative). Si minimum est sélectionné, la consigne et le signal de retour de la zone 1 sont envoyés au régulateur PID, puisque la différence est plus importante (le signal de retour est inférieur à la consigne, ce qui donne une différence positive).

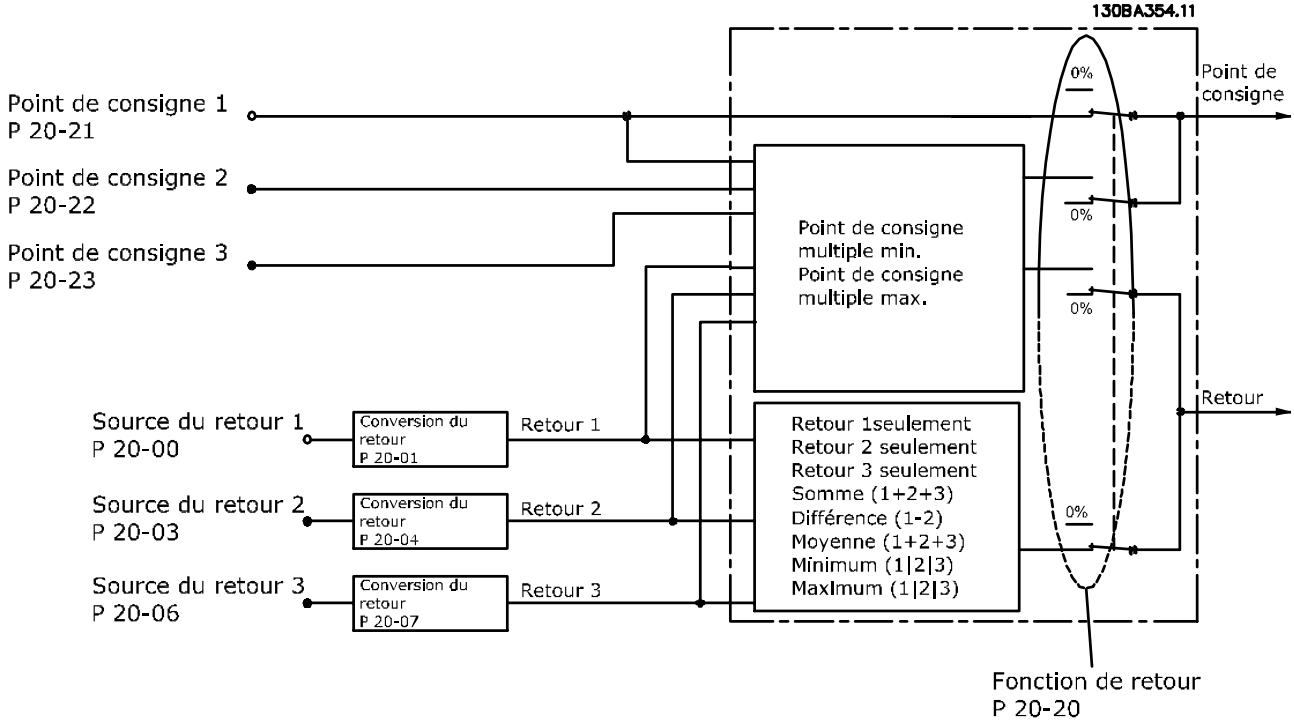


Illustration 2.13 Schéma fonctionnel du traitement du signal de retour

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

Conversion du signal de retour
Dans certaines applications, la conversion du signal de retour est utile. Par exemple, on peut utiliser un signal de pression pour fournir un signal de retour de débit. Puisque la racine carrée de la pression est proportionnelle au débit, la racine carrée du signal de pression donne une valeur proportionnelle au débit (voir l'*Illustration 2.14*).

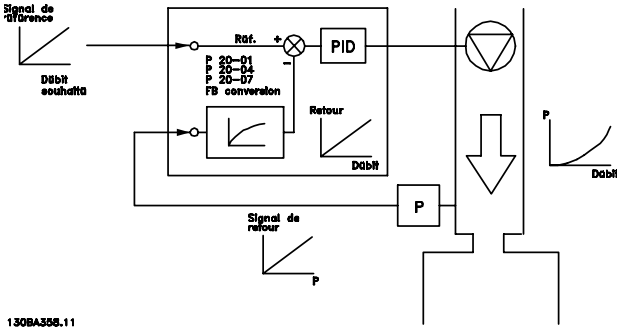


Illustration 2.14 Conversion du signal de retour

2.5 Fonctions opérationnelles automatisées

Les caractéristiques opérationnelles automatisées sont actives dès que le variateur de fréquence est en fonctionnement. La plupart ne nécessitent aucune programmation ni configuration. Le fait de savoir que ces caractéristiques sont présentes permet d'optimiser la conception d'un système et sans doute d'éviter l'introduction de composants ou fonctionnalités redondants.

Pour plus d'informations sur l'une des configurations requises, en particulier les paramètres du moteur, consulter le *guide de programmation*.

Le variateur de fréquence comporte un large éventail de fonctions de protection intégrées afin de se protéger et de protéger également le moteur qu'il fait fonctionner.

2.5.1 Protection contre les courts-circuits

Moteur (phase-phase)
Une mesure de courant effectuée sur chacune des phases moteur ou sur le circuit intermédiaire protège le variateur de fréquence contre les courts-circuits. Un court-circuit entre 2 phases de sortie se traduit par un surcourant dans l'onduleur. L'onduleur est désactivé si le courant de court-circuit dépasse la valeur limite (*alarme 16 Court-circuit*).

Côté secteur
Un variateur de fréquence fonctionnant correctement limite le courant qu'il tire de l'alimentation. 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). Voir le *chapitre 7.8 Fusibles et disjoncteurs* pour plus d'informations.

AVIS!

L'utilisation de fusibles et/ou de disjoncteurs est obligatoire afin d'assurer la conformité aux normes CEI 60364 pour CE et NEC 2009 pour UL.

2.5.2 Protection contre les surcharges

Surtension générée par le moteur
Lorsque le moteur agit comme un générateur, la tension du circuit intermédiaire augmente. Ceci se produit dans les cas suivants :

- la charge entraîne le moteur (à une fréquence de sortie constante générée par le variateur de fréquence), par exemple l'énergie est fournie par la charge.
- 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.
- un réglage incorrect de la compensation du glissement risque d'entraîner une tension élevée du circuit intermédiaire.
- 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. Pour empêcher cela, la valeur du *paramétre 4-19 Frq.sort.lim.hte* est automatiquement limitée sur la base d'un calcul interne reposant sur la valeur des *paramétre 1-40 FCEM à 1000 tr/min.*, *paramétre 1-25 Vit.nom.moteur* et *paramétre 1-39 Pôles moteur*.

AVIS!

Pour éviter que le moteur dépasse la vitesse limite (p. ex. en raison d'effets de moulinet excessifs ou de débit incontrôlé), il convient d'équiper le variateur de fréquence d'une résistance de freinage.

La surtension peut être gérée en utilisant une fonction de freinage (*paramétre 2-10 Fonction Frein et Surtension*) et/ou un contrôle de surtension (*paramétre 2-17 Contrôle Surtension*).

Contrôle de la surtension (OVC)
L'OVC réduit le risque d'arrêt du variateur de fréquence en raison d'une surtension sur le circuit intermédiaire. Ceci est géré par l'extension automatique du temps de rampe.

AVIS!

L'OVC peut être activé pour les moteurs PM (PM VVC+).

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

2.5.3 Détection de phase moteur manquante

La fonction de détection de phase moteur manquante (*paramétre 4-58 Surv. phase mot.*) est activée par défaut pour éviter l'endommagement du moteur s'il manque une phase moteur. Le réglage par défaut est de 1000 ms, mais il peut être ajusté pour une détection plus rapide.

2.5.4 Détection de défaut de phase secteur

Un fonctionnement dans des conditions de déséquilibre important réduit la durée de vie de l'unité. Les conditions sont considérées comme sévères si le moteur fonctionne continuellement à hauteur de la charge nominale. Le réglage par défaut déclenche le variateur de fréquence en cas de déséquilibre du secteur (*paramétre 14-12 Fonct.sur désiqui.réseau*).

2.5.5 Commutation sur la sortie

Une commutation sur la sortie entre le moteur et le variateur de fréquence est autorisée. Des messages d'erreur peuvent apparaître. Activer le démarrage à la volée pour « rattraper » un moteur qui tourne à vide.

2.5.6 Protection surcharge

Limite de couple
La caractéristique de limite de couple protège le moteur contre les surcharges indépendamment de la vitesse. La limite de couple est contrôlée au *paramétre 4-16 Mode moteur limite couple* ou au *paramétre 4-17 Mode générateur limite couple* et le temps avant que l'avertissement de limite de couple ne se déclenche est contrôlé au *paramétre 14-25 Délais Al./C.limit ?*.

Limite de courant
La limite de courant est contrôlée au *paramétre 4-18 Limite courant*.

Vitesse limite
Définir les limites inférieure et supérieure de la gamme de vitesse d'exploitation en utilisant les paramètres suivants :

- *Paramétre 4-11 Vit. mot., limite infér. [tr/min]*.
- *Paramétre 4-12 Vitesse moteur limite basse [Hz]* et *paramétre 4-13 Vit.mot., limite supér. [tr/min]*.
- *Paramétre 4-14 Motor Speed High Limit [Hz]*.

Par exemple, la gamme de vitesse d'exploitation peut être définie entre 30 et 50/60 Hz.
Le *Paramétre 4-19 Frq.sort.lim.hte* limite la vitesse de sortie maximale que le variateur de fréquence peut fournir.

ETR
ETR est une caractéristique électronique qui simule un relais bimétallique en s'appuyant sur des mesures internes. La courbe caractéristique est indiquée sur l'*Illustration 2.15*.

Limite tension
Le variateur de fréquence s'arrête afin de protéger les transistors et les condensateurs du circuit intermédiaire quand un certain niveau de tension programmé en dur est atteint.

Surtempérature
Le variateur de fréquence comporte des capteurs de température intégrés et réagit immédiatement aux valeurs critiques via les limites programmées en dur.

2.5.7 Déclassement automatique

Le variateur de fréquence vérifie constamment les niveaux critiques :

- température trop élevée sur la carte de commande ou le radiateur
- charge moteur élevée
- 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 ainsi que pour une vitesse de moteur faible, le variateur de fréquence peut également forcer le modèle PWM sur SFAVM.

AVIS!

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

2.5.8 Optimisation automatique de l'énergie

L'optimisation automatique de l'énergie (AEO) s'adresse au variateur de fréquence pour surveiller la charge sur le moteur et ajuster la tension de sortie afin de maximiser le rendement. En charge légère, la tension est réduite et le courant du moteur est minimisé. Le moteur profite de :

- un meilleur rendement.
- un chauffage réduit.
- un fonctionnement plus silencieux.

Il n'est pas nécessaire de sélectionner une courbe V/Hz car le variateur de fréquence ajuste automatiquement la tension du moteur.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

2.5.9 Modulation automatique de la fréquence de commutation

Le variateur de fréquence génère de courtes impulsions électriques afin de former un modèle d'onde CA. La fréquence de commutation correspond au rythme de ces impulsions. Une fréquence de commutation faible (rythme faible) provoque du bruit dans le moteur, il est donc préférable d'opter pour une fréquence de commutation plus élevée. Une fréquence de commutation élevée génère toutefois de la chaleur dans le variateur de fréquence, ce qui peut limiter la quantité de courant disponible pour le moteur.

La modulation automatique de la fréquence de commutation régule ces conditions automatiquement pour fournir la plus haute fréquence de commutation sans surchauffe du variateur de fréquence. En fournissant une fréquence de commutation régulée élevée, elle réduit le son du moteur à basse vitesse, lorsque le contrôle du bruit audible est critique et produit une puissance de sortie totale vers le moteur lorsque la demande le requiert.

2.5.10 Déclassement automatique pour fréquence de commutation élevée

Le variateur de fréquence a été conçu pour un fonctionnement continu à pleine charge à des fréquences de commutation comprises entre 3,0 et 4,5 kHz (cette plage de fréquence dépend de la puissance). Une fréquence de commutation supérieure à la plage maximale autorisée augmente la chaleur dans le variateur de fréquence et requiert un déclassement du courant de sortie.

Le variateur de fréquence comporte une fonction automatique : le contrôle de la fréquence de commutation dépendant de la charge. Cette fonction permet au moteur de profiter de la fréquence de commutation la plus élevée possible permise par la charge.

2.5.11 Déclassement automatique en cas de surchauffe

Le déclassement automatique en cas de surchauffe est activé pour empêcher le déclenchement du variateur de fréquence à température élevée. Les capteurs de température internes mesurent les conditions de protection des composants électriques contre la surchauffe. Le variateur de fréquence peut automatiquement réduire sa fréquence de commutation pour maintenir sa température de fonctionnement dans des limites sûres. Après réduction de la fréquence de commutation, le variateur peut également réduire la fréquence de sortie et le courant jusqu'à 30 % afin d'éviter un déclenchement pour cause de surchauffe.

2.5.12 Rampe automatique

Un moteur qui tente d'accélérer une charge trop vite au courant disponible peut entraîner l'arrêt du variateur. C'est également vrai en cas de décélération trop rapide. La rampe automatique protège contre ces situations en augmentant la vitesse de montée du moteur (accélération ou décélération) afin de l'adapter au courant disponible.

2.5.13 Circuit de limite de courant

Lorsqu'une charge dépasse la capacité de courant du fonctionnement normal du variateur de fréquence (depuis un variateur de fréquence ou un moteur sous-dimensionné), la limite de courant réduit la fréquence de sortie pour ralentir le moteur et réduire la charge. Un temporisateur réglable est disponible pour limiter le fonctionnement dans cet état pendant 60 secondes ou moins. La limite définie par défaut à l'usine est de 110 % du courant nominal du moteur pour réduire les contraintes du surcourant.

2.5.14 Performance de fluctuation de la puissance

Le variateur de fréquence supporte les fluctuations du secteur telles que les :

- transitoires
- chutes de courant momentanées
- brèves chutes de tension
- surtensions

Le variateur de fréquence compense automatiquement les tensions d'entrée de ±10 % de la valeur nominale afin de fournir une tension moteur et un couple à plein régime. Avec le redémarrage automatique sélectionné, le variateur de fréquence s'allume après le déclenchement de la tension. Avec le démarrage à la volée, le variateur de fréquence synchronise la rotation du moteur avant le démarrage.

2.5.15 Démarrage progressif du moteur

Le variateur de fréquence envoie la bonne quantité de courant vers le moteur pour surmonter l'inertie de charge et augmenter la vitesse du moteur. Cela permet d'éviter l'application de la tension secteur à un moteur stationnaire ou au ralenti, ce qui génère un courant élevé et de la chaleur. Cette caractéristique inhérente de démarrage progressif réduit la charge thermique et les contraintes mécaniques, augmente la durée de vie du moteur et permet un fonctionnement plus silencieux du système.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

2.5.16 Atténuation des résonances

Éliminer le bruit de résonance du moteur haute fréquence par l'atténuation des résonances. L'atténuation des fréquences à sélection manuelle ou automatique est disponible.

2.5.17 Ventilateurs à température contrôlée

Des capteurs placés dans le variateur de fréquence permettent de contrôler la température des ventilateurs de refroidissement internes. Souvent, les ventilateurs de refroidissement ne fonctionnent pas à faible charge ou en mode veille ou en pause. Cela réduit le bruit, augmente l'efficacité et prolonge la durée de vie du ventilateur.

2.5.18 Conformité CEM

Les interférences électromagnétiques (EMI) ou les interférences radio-électriques (RFI, en cas de radiofréquences) sont des perturbations qui peuvent affecter un circuit électrique à cause d'une induction ou d'un rayonnement électromagnétique à partir d'une source externe. Le variateur de fréquence a été conçu pour être conforme à la norme sur les produits CEM pour les variateurs CEI 61800-3 ainsi qu'à la norme EN 55011. Pour respecter les niveaux d'émission de la norme EN 55011, blinder et terminer correctement le câble du moteur. Pour plus d'informations concernant la performance CEM, consulter le *chapitre 3.2.2 Résultats des essais CEM (émission)*.

2.5.19 Mesure du courant sur les trois phases moteur

Le courant de sortie vers le moteur est mesuré en permanence sur les 3 phases pour protéger le variateur de fréquence et le moteur contre les courts-circuits, les défauts de terre et les pertes de phase. Les défauts de terre de sortie sont immédiatement détectés. En cas de perte de l'une des phases moteur, le variateur de fréquence s'arrête immédiatement et indique quelle phase manque.

2.5.20 Isolation galvanique des bornes de commande

Toutes les bornes de commande et de relais de sortie sont galvaniquement isolées de l'alimentation. Cela signifie que le circuit de commande est entièrement protégé du courant d'entrée. Les bornes de relais de sortie ont besoin de leur propre mise à la terre. Cette isolation est conforme aux exigences strictes de PELV pour l'isolation.

Les composants de l'isolation galvanique sont les suivants :

- l'alimentation, notamment l'isolation du signal
- la commande de gâchette des IGBT, transformateurs d'impulsions et optocoupleurs
- les transducteurs de courant de sortie à effet Hall

2.6 Fonctions personnalisées des applications

Les fonctions personnalisées des applications sont les fonctions les plus couramment programmées sur le variateur de fréquence pour une meilleure performance du système. Elles nécessitent une programmation ou une configuration minimum. L'utilisation de ces fonctions permet d'optimiser la conception d'un système et sans doute d'éviter l'introduction de fonctionnalités ou de composants redondants. Consulter le *guide de programmation* pour obtenir des instructions sur l'activation de ces fonctions.

2.6.1 Adaptation automatique au moteur

L'adaptation automatique au moteur (AMA) est une procédure de test automatisée qui mesure les caractéristiques électriques du moteur. L'AMA fournit un modèle électronique précis du moteur. Elle permet au variateur de fréquence de calculer la performance optimale et l'efficacité avec le moteur. Le recours à la procédure AMA maximise par ailleurs la fonction d'optimisation automatique de l'énergie. L'AMA est réalisée sans rotation du moteur et sans désaccouplage de la charge du moteur.

2.6.2 Protection thermique du moteur

La protection thermique du moteur est disponible de 3 façons :

- par la détection directe de la température au moyen du capteur PTC dans les bobines du moteur, connecté à une entrée analogique ou digitale standard
- par un thermocontact mécanique (type Klixon) sur une entrée digitale
- via le relais thermique électronique intégré (ETR) pour les moteurs asynchrones

L'ETR calcule la température du moteur en mesurant le courant, la fréquence et le temps de fonctionnement. Le variateur de fréquence affiche la charge thermique sur le moteur en pourcentage et peut émettre un avertissement à une consigne de surcharge programmable.
Des options programmables en cas de surcharge permettent au variateur de fréquence d'arrêter le moteur, de réduire la sortie ou d'ignorer la condition. Même à faible vitesse, le variateur de fréquence satisfait aux normes sur les surcharges de moteurs électroniques I2t de classe 20.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

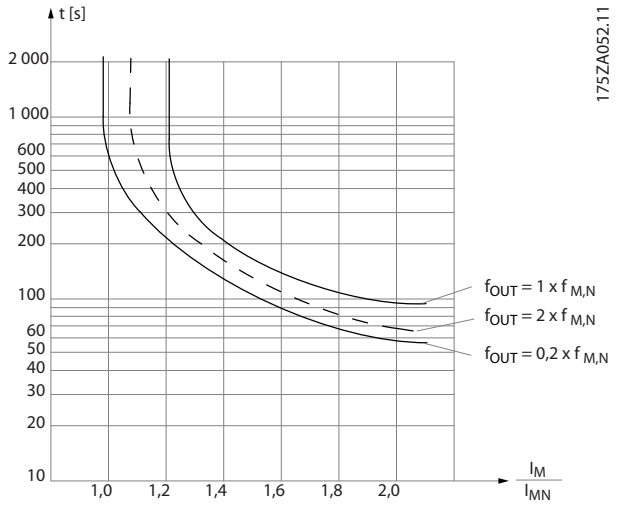


Illustration 2.15 Caractéristiques ETR

L'axe des abscisses sur l'*Illustration 2.15* 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 de fréquence. Ces courbes montrent la 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 *paramétre 16-18 Thermique moteur*.

2.6.3 Panne de secteur

Lors d'une chute de tension du secteur, le variateur de fréquence continue de fonctionner jusqu'à ce que la tension du 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. La tension secteur disponible avant la panne et la charge du moteur déterminent le temps qui s'écoule avant l'arrêt en roue libre du variateur de fréquence.

Configurer le variateur de fréquence (*paramétre 14-10 Panne secteur*) sur différents types de comportement pendant les chutes de tension :

- alarme verrouillée lorsque le circuit intermédiaire est épuisé
- roue libre avec démarrage à la volée lors du retour du secteur (*paramétre 1-73 Démarr. volée*)
- sauvegarde cinétique
- décélération contrôlée

Démarrage à la volée
Cette sélection permet de rattraper un moteur qui tourne en roue libre à cause d'une panne de courant. Cette option est importante pour les centrifugeuses et les ventilateurs.

Sauvegarde cinétique
Cette sélection permet au variateur de fréquence de fonctionner tant qu'il reste de l'énergie dans le système. Pour les pannes courtes, le fonctionnement est rétabli dès le retour du courant, sans arrêter l'application ou sans perdre à aucun moment le contrôle. Plusieurs variantes de sauvegarde cinétique peuvent être sélectionnées.

Configurer le comportement du variateur de fréquence en cas de chute de la tension, aux *paramétre 14-10 Panne secteur* et *paramétre 1-73 Démarr. volée*.

AVIS!

Le fonctionnement en roue libre est recommandé pour les compresseurs car l'inertie est trop faible pour un démarrage à la volée dans la plupart des cas.

2.6.4 Régulateurs PID intégrés

Les 4 régulateurs à action proportionnelle, intégrale, dérivée (PID) intégrés sont disponibles, ce qui permet d'éliminer le besoin de dispositifs de contrôle auxiliaires.

L'un des régulateurs PID maintient un contrôle constant des systèmes en boucle fermée lorsque la pression, le débit, la température régulés ou toute autre configuration système doivent être conservés. Le variateur de fréquence peut fournir un contrôle autosuffisant de la vitesse du moteur en réponse à des signaux de retour des capteurs distants. Le variateur de fréquence adapte 2 signaux de retour de 2 dispositifs différents. Cette fonction permet de réguler un système avec des conditions de retour différentes. Le variateur de fréquence prend des décisions de contrôle en comparant les 2 signaux afin d'optimiser la performance du système.

Utiliser les 3 régulateurs supplémentaires et indépendants pour commander tout autre équipement de process, tel que les pompes d'alimentation chimiques, les commandes de vannes ou pour l'aération avec différents niveaux.

2.6.5 Redémarrage automatique

Le variateur de fréquence peut être programmé pour redémarrer automatiquement le moteur après un déclenchement mineur tel qu'une perte de puissance momentanée ou une fluctuation. Cette fonction élimine le besoin de réinitialisation automatique et améliore l'exploitation automatisée de systèmes contrôlés à distance. Le nombre de tentatives de redémarrage ainsi que le temps écoulé entre les tentatives peuvent être limités.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

2.6.6 Démarrage à la volée

Le démarrage à la volée permet au variateur de fréquence de se synchroniser avec une rotation du moteur en marche jusqu'à la pleine vitesse, dans les deux sens. Cela évite les déclenchements dus à une surintensité. Cela réduit les contraintes mécaniques sur le système car le moteur ne reçoit aucun changement soudain de la vitesse lorsque le variateur de fréquence démarre.

2.6.7 Couple complet à vitesse réduite

Le variateur de fréquence suit une courbe V/Hz variable pour fournir un couple moteur complet, même à vitesse réduite. Le couple de sortie total peut correspondre à la vitesse de fonctionnement maximum du moteur. Cela diffère entre les variateurs de fréquence à couple variable et les variateurs de fréquence à couple constant. Les variateurs de fréquence à couple variable fournissent un couple moteur réduit à basse vitesse tandis que les variateurs de fréquence à couple constant génèrent une tension, une chaleur et un bruit du moteur excédentaires en dessous de la pleine vitesse.

2.6.8 Bipasse de fréquence

Sur certaines applications, le système peut présenter des vitesses opérationnelles qui créent une résonance mécanique. Cela génère un bruit excessif et endommage certainement les composants mécaniques du système. Le variateur de fréquence est doté de quatre largeurs de bande de fréquence de dérivation programmables. Ces dernières permettent au moteur de dépasser les vitesses qui induisent une résonance du système.

2.6.9 Préchauffage du moteur

Pour préchauffer un moteur dans un environnement froid ou humide, une petite quantité de courant CC peut être chargée en continu dans le moteur pour le protéger de la condensation et des effets d'un démarrage à froid. Cela permet d'éliminer la nécessité d'un appareil individuel de chauffage.

2.6.10 Quatre process programmables

Le variateur de fréquence possède 4 process qui peuvent être programmés indépendamment les uns des autres. Avec le multi process, il est possible de basculer entre les fonctions programmées de façon indépendante et activées par des entrées digitales ou une commande série. Des process indépendants sont utilisés par exemple pour modifier des références, pour un fonctionnement jour/nuit ou été/hiver ou pour contrôler plusieurs moteurs. Le LCP affiche le réglage actif.

Les données de process peuvent être copiées d'un variateur de fréquence à un autre en téléchargeant les informations depuis le LCP amovible.

2.6.11 Freinage par injection de courant continu

Certaines applications peuvent nécessiter le freinage du moteur pour le ralentir ou l'arrêter. L'application du courant CC freine le moteur et permet d'éliminer le besoin d'un freinage moteur séparé. Le freinage CC peut être défini pour être activé à une fréquence prédéterminée ou à la réception d'un signal. La vitesse de freinage peut aussi être programmée.

2.6.12 Mode veille

Le mode veille arrête automatiquement le moteur lorsque la demande est faible pendant une certaine durée. Lorsque la demande du système augmente, le variateur de fréquence redémarre le moteur. Le mode veille permet de réaliser des économies d'énergie et de réduire l'usure du moteur. Contrairement à un arrêt par temporisation, le variateur de fréquence est toujours disponible pour fonctionner lorsque la demande de réveil prédéfinie est atteinte.

2.6.13 Autorisation de marche

Le variateur de fréquence peut attendre un signal distant de *système prêt* avant de commencer. Lorsque cette caractéristique est active, le variateur de fréquence reste arrêté jusqu'à ce qu'il reçoive l'autorisation de démarrer. L'autorisation de marche garantit que le système ou l'équipement auxiliaire est en bon état avant d'autoriser le variateur de fréquence à démarrer le moteur.

2.6.14 Contrôleur logique avancé (SLC)

Le contrôleur logique avancé (SLC) est une séquence d'actions définies par l'utilisateur (voir *paramétre 13-52 Action contr. logique avancé* [x]) exécutées par le SLC lorsque l'événement associé défini par l'utilisateur (voir *paramétre 13-51 Événement contr. log avancé* [x]) est évalué comme étant VRAI par le SLC.
La condition d'un événement peut être un état particulier ou le fait qu'une sortie provenant d'une règle logique ou d'un opérande comparateur devienne VRAI. Cela entraîne une action associée comme indiqué sur l'*Illustration 2.16*.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

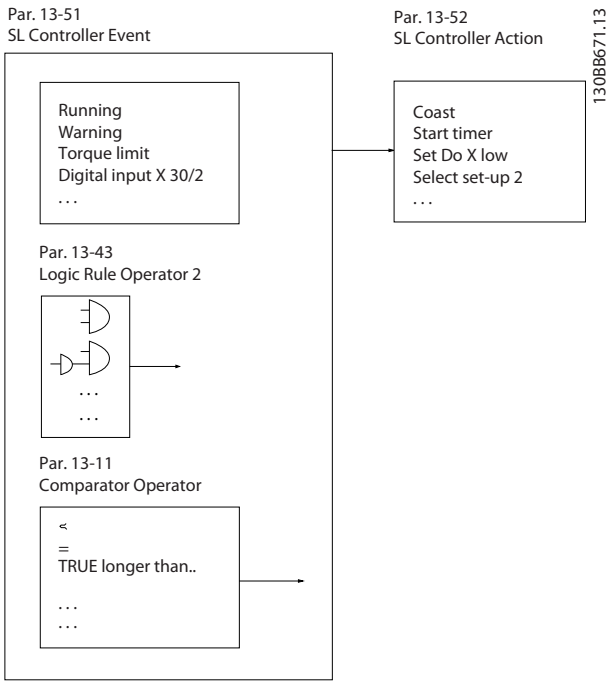


Illustration 2.16 Événement SLC et action

Les événements et actions sont numérotés et liés par paires. Cela signifie que lorsque l'événement [0] est satisfait (atteint la valeur VRAI), l'action [0] est exécutée. Après cela, les conditions d'événement [1] sont évaluées et si elles s'avèrent être TRUE (VRAI), l'action [1] est 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 en cours et aucun autre événement n'est 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 l'événement [0] est évalué comme étant vrai (TRUE), le SLC exécute l'action [0] et commence l'évaluation de l'événement [1]. Il est possible de programmer de 1 à 20 événements et actions.
Lorsque le dernier événement/action a été exécuté, la séquence recommence à partir de l'événement [0]/action [0]. L'*Illustration 2.17* donne un exemple avec quatre événements/actions :

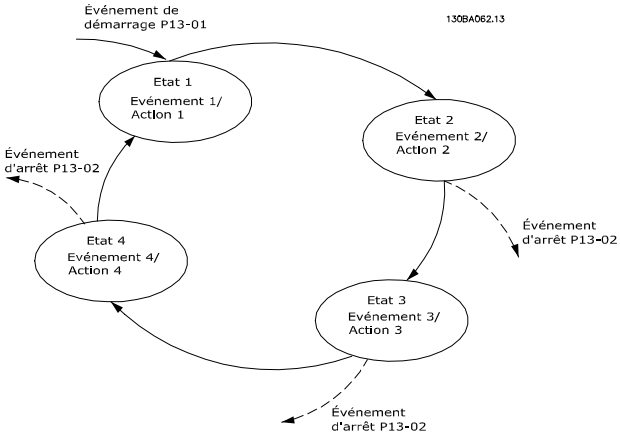


Illustration 2.17 Ordre d'exécution lorsque 4 événements/ actions sont programmés

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.

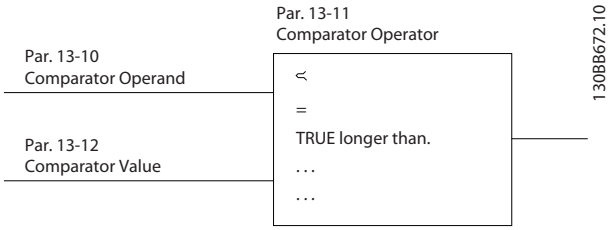


Illustration 2.18 Comparateurs

Règles logiques

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

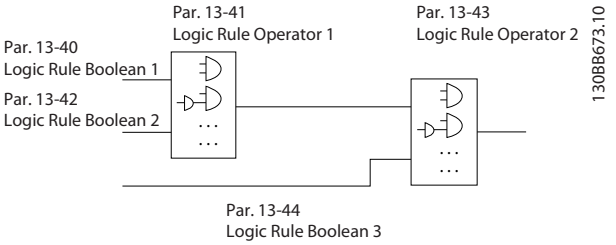


Illustration 2.19 Règles logiques

Les règles logiques, temporisateurs et comparateurs sont également disponibles pour être utilisés hors de la séquence SLC.

Pour un exemple de SLC, consulter le *chapitre 4.3 Exemples de configuration d'applications*.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

2.6.15 Fonction Safe Torque Off

Le variateur de fréquence est disponible avec une fonctionnalité Safe Torque Off (STO) via la borne de commande 37. Cette fonction désactive la tension de commande 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 la fonction STO (borne 37) est activée, le variateur de fréquence émet une alarme, arrête l'unité et fait tourner le moteur en roue libre jusqu'à l'arrêt. Un redémarrage manuel est nécessaire. La fonction STO peut être utilisée pour arrêter le variateur de fréquence en urgence. En mode d'exploitation normal lorsque la STO n'est pas nécessaire, utiliser la fonction d'arrêt habituelle. Lorsque le redémarrage automatique est utilisé, veiller à respecter les exigences de la norme ISO 12100-2 paragraphe 5.3.2.5.

Conditions de responsabilité
Il incombe à l'utilisateur de s'assurer que le personnel qui installe et utilise la fonction STO :

- a lu et compris les réglementations de sécurité concernant la santé, la sécurité, et la prévention des accidents
- dispose de bonnes connaissances concernant les normes générales et de sécurité applicables à l'application spécifique

L'utilisateur est un :

- intégrateur
- opérateur
- technicien d'entretien
- technicien de maintenance

Normes
L'utilisation de la STO sur la borne 37 oblige l'utilisateur à se conformer à toutes les dispositions de sécurité, à savoir les lois, les réglementations et les directives concernées. La fonction STO 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 STO
- 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 répertoriées ne sont pas suffisantes pour utiliser la fonctionnalité STO de manière correcte et sûre. Pour obtenir des informations complètes sur la fonction STO, se reporter au *Manuel d'utilisation de la fonction Safe Torque Off du VLT®*.

Mesures de protection

- Du personnel qualifié et expérimenté est nécessaire pour installer et mettre en service les systèmes de sécurité.
- Installer l'unité dans une protection 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 ont une influence sur l'axe du moteur (p. ex. des charges suspendues), des mesures supplémentaires (p. ex. frein de maintien de sécurité) sont nécessaires pour éliminer tout danger éventuel.

2.7 Fonctions de défaut, d'avertissement et d'alarme

Le variateur de fréquence surveille tous les aspects du fonctionnement du système, notamment les conditions du secteur, la charge moteur et la performance ainsi que l'état du variateur de fréquence. Une alarme ou un avertissement n'indique pas nécessairement un problème dans le variateur de fréquence lui-même. Cela peut être une condition extérieure du variateur de fréquence surveillé pour les limites de performance. Le variateur de fréquence dispose de multiples réponses aux pannes, avertissements et alarmes préprogrammées. Sélectionner des caractéristiques d'alarme et d'avertissement supplémentaires pour améliorer ou modifier la performance du système.

Cette section décrit les caractéristiques des alarmes et avertissements courants. La disponibilité de ces fonctions permet d'optimiser la conception d'un système et sans doute d'éviter l'introduction de fonctionnalités ou de composants redondants.

2.7.1 Fonctionnement en surchauffe

Par défaut, le variateur de fréquence émet une alarme et s'arrête en cas de surchauffe. Si la fonction *Déclassement automatique et Avertissement* est sélectionnée, le variateur de fréquence signale l'état mais continue à fonctionner et tente de se refroidir en réduisant seul sa fréquence de commutation. Il réduit ensuite si nécessaire la fréquence de sortie.

Le déclassement automatique ne remplace pas les réglages de l'utilisateur pour le déclassement pour température ambiante (voir le *chapitre 5.4 Déclassement pour température ambiante*).

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

2.7.2 Avertissement Référence élevée et basse

En mode boucle ouverte, le signal de référence contrôle directement la vitesse du variateur de fréquence. L'écran affiche un avertissement clignotant de référence élevée ou basse lorsque le maximum ou le minimum programmé est atteint.

2.7.3 Avertissement de signal de retour bas et haut

En boucle fermée, le variateur de fréquence surveille les valeurs de retour hautes et basses sélectionnées. L'écran affiche un avertissement clignotant élevé ou bas lorsque c'est nécessaire. Le variateur de fréquence peut aussi surveiller les signaux de retour en boucle ouverte. Lorsque les signaux n'affectent pas le fonctionnement du variateur en boucle ouverte, ils peuvent être utiles pour indiquer l'état du système localement ou via la communication en série. Le variateur de fréquence gère 39 unités de mesure différentes.

2.7.4 Déséquilibre de la tension d'alimentation ou perte de phase

Tout courant d'ondulation excessif dans le bus CC indique soit un déséquilibre de phase du secteur ou une perte de phase. Lorsqu'une phase de puissance vers le variateur de fréquence est perdue, l'action par défaut consiste à émettre une alarme et à arrêter l'unité pour protéger les condensateurs de bus CC. D'autres options permettent d'émettre un avertissement et de réduire le courant de sortie de 30 % du courant total ou d'émettre un avertissement et de continuer le fonctionnement normal. L'utilisation d'une unité connectée à une ligne déséquilibrée peut être souhaitable jusqu'à ce que le déséquilibre soit corrigé.

2.7.5 Avertissement haute fréquence

Lors du démarrage d'un équipement supplémentaire, comme un compresseur ou un ventilateur de refroidissement, le variateur de fréquence peut émettre un avertissement lorsque la vitesse du moteur est élevée. Un réglage spécifique haute fréquence peut être saisi dans le variateur de fréquence. Si la sortie dépasse la fréquence définie pour l'avertissement, l'unité affiche un avertissement haute fréquence. Une sortie digitale du variateur de fréquence peut exiger le démarrage des dispositifs externes.

2.7.6 Avertissement basse fréquence

Lors de l'arrêt d'un équipement, le variateur de fréquence peut émettre un avertissement lorsque la vitesse du moteur est faible. Une fréquence basse spécifique peut être sélectionnée pour déclencher un avertissement et pour arrêter des dispositifs externes. L'unité n'émet pas d'avertissement basse fréquence une fois arrêtée ou démarrée tant que la fréquence de fonctionnement n'a pas été atteinte.

2.7.7 Avertissement courant élevé

Cette fonction est similaire à l'avertissement haute fréquence, sauf si un réglage de courant élevé est utilisé pour émettre un avertissement et démarrer un équipement supplémentaire. La fonction n'est pas active lorsque l'unité est arrêtée ou au démarrage tant que le courant de fonctionnement défini n'a pas été atteint.

2.7.8 Avertissement courant bas

Cette fonction est similaire à l'avertissement basse fréquence (voir le *chapitre 2.7.6 Avertissement basse fréquence*), sauf si un réglage de courant bas est utilisé pour émettre un avertissement et arrêter l'équipement. La fonction n'est pas active lorsque l'unité est arrêtée ou au démarrage tant que le courant de fonctionnement défini n'a pas été atteint.

2.7.9 Avertissement Charge nulle/Courroie cassée

Cette fonction peut être utilisée pour surveiller une condition d'absence de charge, par exemple une courroie en V. Après l'enregistrement d'une limite de courant bas dans le variateur, si une perte de la charge est détectée, le variateur de fréquence peut être programmé pour émettre une alarme et s'arrêter ou pour continuer à fonctionner et émettre un avertissement.

2.7.10 Interface série perdue

Le variateur de fréquence peut détecter une perte de communication série. Un retard de 99 s peut être sélectionné pour éviter une réponse due à des interruptions sur le bus de communication série. Lorsque le retard est dépassé, les options disponibles pour l'unité sont les suivantes :

- Maintenir sa dernière vitesse.
- Atteindre la vitesse maximale.
- Atteindre une vitesse prédéfinie.
- Arrêter et émettre un avertissement.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

2.8 Interfaces utilisateur et programmation

Le variateur de fréquence utilise des paramètres pour programmer ses fonctions de l'application. Les paramètres fournissent une description d'une fonction et un menu d'options à sélectionner ou permettant de saisir des valeurs numériques. Un exemple de menu de programmation est présenté sur l'*Illustration 2.20*.

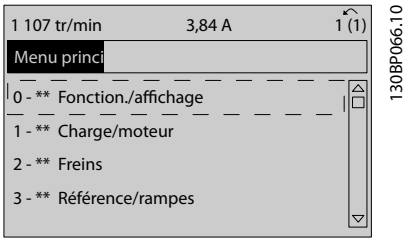


Illustration 2.20 Exemple de menu de programmation

Interface utilisateur locale
Pour la programmation locale, les paramètres sont accessibles en sélectionnant [Quick Menu] ou [Main Menu] sur le LCP.

Le menu rapide est destiné au démarrage initial et aux caractéristiques du moteur. Le menu principal permet d'accéder à tous les paramètres pour programmer les applications avancées.

Interface utilisateur distante
Pour une programmation à distance, Danfoss propose un logiciel pour développer, stocker et transférer les informations de programmation. Logiciel de programmation MCT 10 permet à l'utilisateur de connecter un PC au variateur de fréquence et de réaliser une programmation en direct plutôt que d'utiliser le clavier LCP. La programmation peut également être réalisée hors ligne et téléchargée sur l'unité. Ou encore le profil entier du variateur de fréquence peut être chargé sur le PC à des fins de sauvegarde ou d'analyse. Un connecteur USB et la borne RS485 permettent le raccordement au variateur de fréquence.

Le Logiciel de programmation MCT 10 est disponible en téléchargement gratuit sur *www.VLT-software.com*. Un CD est également disponible sous la référence 130B1000. Un manuel d'utilisation fournit des instructions détaillées. Voir aussi le *chapitre 2.8.2 Logiciel PC*..

Bornes de commande de programmation

- Chaque borne de commande a des fonctions spécifiques qu'elle est capable d'exécuter.
- Les paramètres associés à la borne activent les fonctions spécifiées.
- Pour un fonctionnement correct du variateur de fréquence, les bornes de commande doivent être :
  - correctement câblées.
  - programmées pour la fonction souhaitée.

2.8.1 Panneau de commande local

Le panneau de commande local (LCP) est un écran graphique situé à l'avant de l'unité, qui équipe l'interface utilisateur de boutons-poussoirs et affiche des messages d'état, des avertissements et des alarmes, des paramètres de programmation, etc. Un écran numérique est également disponible avec des options d'affichage limitées. L'*Illustration 2.21* présente le LCP.

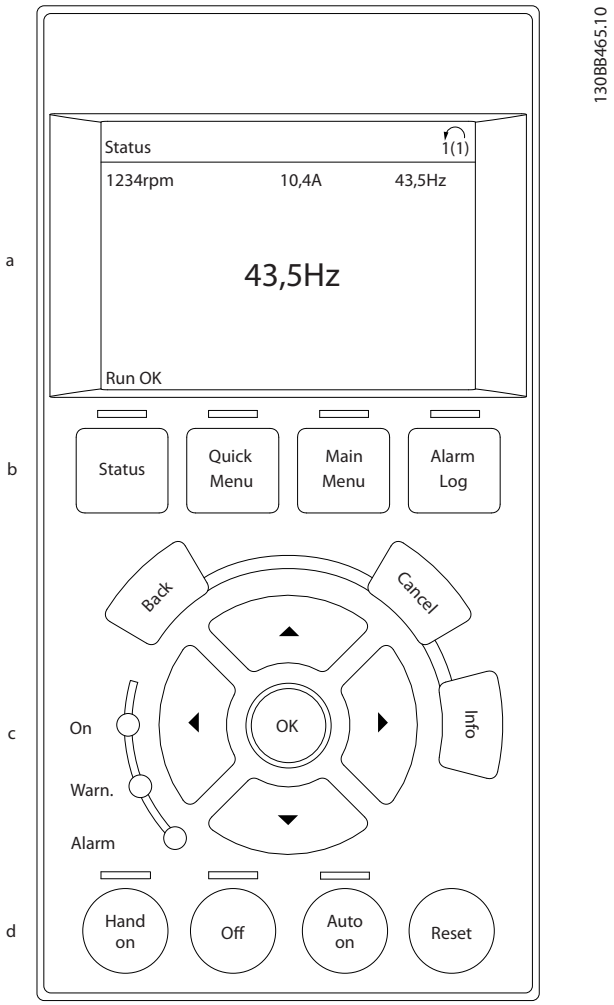


Illustration 2.21 Panneau de commande local

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

2.8.2 Logiciel PC

Le PC est connecté via un câble USB standard (hôte/dispositif) ou via l'interface RS485.

L'USB est un bus série utilisant 4 fils blindés dont la broche 4 (terre) est reliée au blindage du port USB du PC. Avec la connexion d'un PC à un variateur de fréquence via le câble USB, il existe un risque d'endommagement du contrôleur hôte USB du PC. Tous les PC standard sont fabriqués sans isolation galvanique au niveau du port USB.
Toute différence de potentiel à la terre liée au non-respect des recommandations décrites dans le *manuel d'utilisation* peut endommager le contrôleur hôte USB via le blindage du câble USB.
Lors de la connexion d'un PC à un variateur de fréquence par un câble USB, utiliser un isolateur USB avec isolation galvanique pour protéger le contrôleur hôte USB du PC des différences de potentiel de terre.
Ne pas utiliser un câble de puissance PC avec une fiche de terre lorsque le PC est connecté au variateur de fréquence via un câble USB. En effet, il réduit la différence de potentiel à la terre, mais ne supprime pas toutes les différences de potentiel liées à la connexion de la terre et du blindage au port USB du PC.

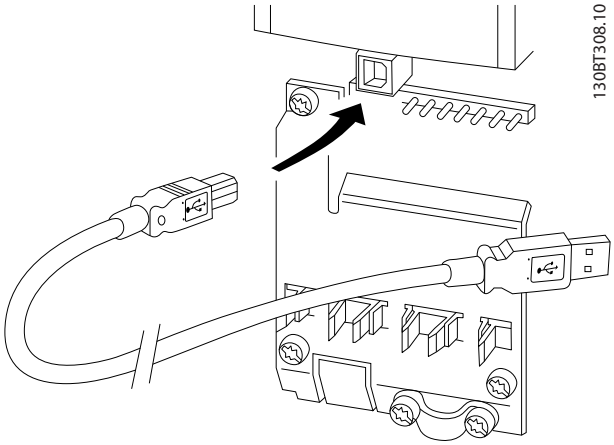


Illustration 2.22 Connexion USB

2.8.2.1 Logiciel de programmation MCT 10

Le Logiciel de programmation MCT 10 est conçu pour la mise en service et l'entretien du variateur avec une programmation guidée du contrôleur de cascade, de l'horloge temps réel, du contrôleur logique avancé et de la maintenance préventive.
Ce logiciel permet de contrôler facilement les détails et réalise une présentation générale des systèmes, grands ou petits. L'outil gère toutes les données relatives aux modèles de variateurs, aux filtres VLT® Advanced Active Filter AAF 006 et au démarreur progressif VLT® Soft Starter.

Exemple 1 : stockage des données dans le PC via le Logiciel de programmation MCT 10

1. Connecter un PC à l'unité via le port USB ou l'interface RS485.
2. Ouvrir le Logiciel de programmation MCT 10.
3. Sélectionner le port USB ou l'interface RS485.
4. Sélectionner *Copier*.
5. Sélectionner la section *Projet*.
6. Sélectionner *Coller*.
7. Sélectionner *Enregistrer sous*.

Tous les paramètres sont maintenant stockés.

Exemple 2 : transfert de données du PC vers le variateur de fréquence via le Logiciel de programmation MCT 10

1. Connecter un PC à l'unité via le port USB ou l'interface RS485.
2. Ouvrir le Logiciel de programmation MCT 10.
3. Sélectionner *Ouvrir* – les fichiers archivés s'affichent.
4. Ouvrir le fichier approprié.
5. Choisir *Écrire au variateur*.

Tous les paramètres sont maintenant transférés vers le variateur de fréquence.

Un manuel distinct pour le Logiciel de programmation MCT 10 est disponible. Télécharger le logiciel et le manuel du site *www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Softwaredownload/*.

2.8.2.2 Logiciel de calcul des harmoniques VLT® MCT 31

L'outil informatique de calcul des harmoniques MCT 31 simplifie l'estimation de la distorsion harmonique dans une application donnée. Il est possible de calculer la distorsion harmonique des variateurs de fréquence Danfoss ou autres que Danfoss équipés de dispositifs de réduction des harmoniques supplémentaires, tels que des filtres Danfoss VLT® Advanced Harmonic Filters AHF 005/AHF 010 et des redresseurs à 12-18 impulsions.

Le logiciel MCT 31 peut également être téléchargé à l'adresse *www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Softwaredownload/*.

2.8.2.3 Logiciel de calcul des harmoniques (HCS)

HCS est une version avancée de l'outil de calcul d'harmoniques. Les résultats calculés sont comparés aux normes en vigueur et peuvent être imprimés ultérieurement.

Pour plus d'informations, voir *www.danfoss-hcs.com/Default.asp?LEVEL=START*

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

2.9 Maintenance

Les modèles de variateur de fréquence Danfoss sont sans entretien jusqu'à 90 kW. Les variateurs de fréquence haute puissance (110 kW ou plus) intègrent des tapis de filtre qui doivent être nettoyés de temps en temps par l'opérateur, selon l'exposition à la poussière et aux contaminants. Des intervalles d'entretien des ventilateurs (environ 3 ans) et des condensateurs (environ 5 ans) sont recommandés dans la plupart des environnements.

2.9.1 Stockage

Comme tout équipement électronique, les variateurs de fréquence doivent être entreposés dans un endroit sec. Aucune mise en forme périodique (charge du condensateur) n'est nécessaire pendant le stockage.

Il est recommandé de garder l'équipement étanche dans son emballage jusqu'à l'installation.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

3 Intégration du système

Ce chapitre décrit les considérations nécessaires pour intégrer le variateur de fréquence dans une configuration de système. Le chapitre se divise en plusieurs sections :

- *Chapitre 3.1 Conditions ambiantes de fonctionnement*
  Conditions ambiantes de fonctionnement du variateur de fréquence dont :
  - l'environnement.
  - les protections.
  - la température.
  - le déclassement.
  - autre considérations.
- *Chapitre 3.2 Protection CEM, contre les harmoniques et contre les fuites à la terre*
  Entrée (régénération) depuis le variateur de fréquence vers le réseau électrique dont :
  - l'alimentation.
  - les harmoniques.
  - la surveillance.
  - autre considérations.
- *Chapitre 3.4 Intégration secteur*
  Entrée du variateur de fréquence depuis le secteur dont :
  - l'alimentation.
  - les harmoniques.
  - la surveillance.
  - le câblage.
  - les fusibles.
  - autre considérations.
- *Chapitre 3.5 Intégration du moteur*
  Sortie entre le variateur de fréquence et le moteur dont :
  - les types de moteur.
  - la charge.
  - la surveillance.
  - le câblage.
  - autre considérations.
- *Chapitre 3.6 Entrées et sorties supplémentaires*, *chapitre 3.7 Planification mécanique*
  Intégration de l'entrée et de la sortie du variateur de fréquence pour une conception optimale du système, notamment :
  - la correspondance entre le variateur de fréquence et le moteur.
  - les caractéristiques du système.
  - autre considérations.

La conception complète du système permet d'anticiper les problèmes potentiels tout en appliquant la combinaison la plus efficace possible de caractéristiques pour le variateur de fréquence. Les informations ci-après donnent des consignes de planification et de spécification d'un système de surveillance du moteur intégrant des variateurs de fréquence.

Les caractéristiques opérationnelles fournissent une plage de concepts, d'une commande de vitesse simple du moteur à un système automatisé totalement intégré avec par exemple :

- le traitement du retour.
- des rapports d'état opérationnels.
- des réponses de défaut automatisées.
- une programmation distante.

Une conception complète inclut les spécifications détaillées des besoins et de l'utilisation.

- Types de variateurs de fréquence
- Moteurs
- Exigences électriques
- Structure de commande et programmation
- Communication série
- Taille, forme et poids de l'équipement
- Exigences en matière de câbles électriques et de commande ; type et longueur
- Fusibles
- Équipement auxiliaire
- Transport et stockage

Voir le *chapitre 3.10 Liste de contrôle de la conception du système* pour obtenir des informations pratiques concernant la sélection et la conception.

La compréhension de ces caractéristiques et options stratégiques permet d'optimiser la conception d'un système et sans doute d'éviter l'introduction de composants ou de fonctionnalités redondants.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

3.1 Conditions ambiantes de fonctionnement

3.1.1 Humidité

Même si le variateur de fréquence peut fonctionner convenablement à une humidité relative élevée (jusqu'à 95 %), la condensation doit être évitée. Il existe un risque spécifique de condensation quand le variateur de fréquence est plus froid que l'air ambiant humide. L'humidité contenue dans l'air peut se condenser sur les composants électroniques et provoquer des courts-circuits. De la condensation se dépose sur les unités non alimentées. Installer un élément thermique dans l'armoire lorsqu'il existe un risque de condensation lié aux conditions ambiantes. Éviter toute installation dans des endroits exposés au gel. Sinon, le fait d'exploiter le variateur de fréquence en mode veille (avec le dispositif relié au secteur) peut aider à réduire le risque de condensation. Vérifier si la dissipation de puissance est suffisante pour garder les circuits du variateur de fréquence secs.

3.1.2 Température

Les limites de température ambiante minimale et maximale sont spécifiées pour tous les variateurs de fréquence. Le fait d'éviter des températures ambiantes extrêmes prolonge la durée de vie de l'équipement et maximise la fiabilité du système global. Respecter les recommandations répertoriées pour une performance et une longévité optimales de l'équipement.

- Même si les variateurs de fréquence peuvent fonctionner à des températures jusqu'à -10 °C, un fonctionnement correct à charge nominale est garanti uniquement à 0 °C ou plus.
- Ne pas dépasser la limite de température maximale.
- La durée de vie des composants électroniques baisse de 50 % tous les 10 °C lorsqu'ils sont utilisés au-dessus de la température de conception.
- Même les dispositifs présentant des niveaux de protection IP54, IP55 ou IP66 doivent être utilisés dans les plages de température ambiante spécifiées.
- Une climatisation supplémentaire de la protection ou du site d'installation peut s'avérer nécessaire.

3.1.3 Refroidissement

Les variateurs de fréquence dissipent la puissance sous forme de chaleur. Respecter les recommandations ci-après pour un refroidissement efficace des unités.

- La température maximum de l'air pour entrer dans la protection ne doit jamais dépasser 40 °C (104 °F).
- La température moyenne jour/nuit doit être inférieure à 35 °C (95 °F).
- Monter l'unité de façon à permettre un débit d'air libre dans les ailettes de refroidissement. Voir le *chapitre 3.7.1 Dégagement* pour connaître les espaces de montage qui conviennent.
- Il convient de répondre aux exigences minimum en matière de dégagement à l'avant et à l'arrière pour le débit d'air de refroidissement. Lire le *Manuel d'utilisation* pour connaître les exigences d'installation applicables.

3.1.3.1 Ventilateurs

Des ventilateurs sont intégrés au variateur de fréquence afin de garantir un refroidissement optimal. Le ventilateur principal force le débit d'air le long des ailettes de refroidissement du dissipateur de chaleur, ce qui garantit le refroidissement de l'air interne. Certaines tailles de puissance comportent un petit ventilateur secondaire près de la carte de commande, ce qui garantit la circulation de l'air interne et permet d'éviter les points chauds.

La température interne du variateur de fréquence contrôle le ventilateur principal. La vitesse augmente progressivement avec la température, réduisant le bruit et la consommation d'énergie lorsque les besoins sont faibles et garantissant un refroidissement maximal en cas de besoin. Le contrôle du ventilateur peut être adapté via le *paramétre 14-52 Contrôle ventil* pour s'ajuster à toutes les applications, mais aussi pour une protection contre les effets négatifs du refroidissement dans des conditions froides. En cas de surtempérature à l'intérieur du variateur de fréquence, il déclasse la fréquence de commutation et le modèle. Consulter le *chapitre 5.1 Déclassement* pour plus d'informations.

3.1.3.2 Calcul du débit d'air requis pour refroidir le variateur de fréquence

Le débit d'air requis pour refroidir un variateur de fréquence ou plusieurs variateurs de fréquence dans une protection, peut être calculé de la façon suivante :

1. Déterminer la perte de puissance à une sortie maximale pour tous les variateurs de fréquence à partir des tableaux de données au *chapitre 7 Spécifications*.
2. Ajouter les valeurs de perte de puissance de tous les variateurs de fréquence fonctionnant en même temps. La somme calculée correspond à la chaleur Q à transférer. Multiplier le résultat par le

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

facteur f (consulter le *Tableau 3.1*). Par exemple, f = 3,1 m^3 x K/Wh au niveau de la mer.

3. Déterminer la température la plus élevée de l'air qui entre dans la protection. Ôter cette température de la température requise à l'intérieur de la protection, par exemple 45 °C (113 °F).
4. Diviser le total obtenu à l'étape 2 du total obtenu à l'étape 3.

Le calcul est exprimé selon la formule :

$$V = \frac{f \, x \, Q}{T_i - T_A}$$

où
V = débit d'air en m^3/h
f = facteur en m^3 x K/Wh
Q = chaleur transférée en W
T_i = température à l'intérieur de la protection en °C
T_A = température ambiante en °C
f = cp x ρ (chaleur spécifique de l'air x densité d'air)

AVIS!

La chaleur spécifique de l'air (cp) et la densité d'air (ρ) ne sont pas des constantes mais dépendent de la température, de l'humidité et de la pression atmosphérique. Elles dépendent donc de l'altitude.

Le *Tableau 3.1* présente les valeurs typiques du facteur f, calculées pour différentes altitudes.

Altitude	Chaleur spécifique de l'air cp	Densité d'air ρ	Facteur f
[m]	[kJ/kgK]	[kg/m^3]	[m^3·K/Wh]
0	0,9480	1,225	3,1
500	0,9348	1,167	3,3
1000	0,9250	1,112	3,5
1500	0,8954	1,058	3,8
2000	0,8728	1,006	4,1
2500	0,8551	0,9568	4,4
3000	0,8302	0,9091	4,8
3500	0,8065	0,8633	5,2

Tableau 3.1 Facteur f, calculé pour différentes altitudes

Exemple
Quel est le débit d'air nécessaire pour refroidir 2 variateurs de fréquence (pertes de chaleur de 295 W et 1430 W) fonctionnant simultanément, montés dans une protection avec une pointe de la température ambiante de 37 °C ?

- La somme des pertes de chaleur des deux variateurs de fréquence est de 1725 W.
- 1725 W multipliés par 3,3 m^3 x K/Wh donnent 5693 m x K/h.
- 45 °C - 37 °C est égal à 8 °C (= 8 K).
- 5693 m x K/h divisés par 8 K donnent : 711,6 m^3h.

Si le débit d'air est nécessaire en pi^3/min, utiliser la conversion 1 m^3/h = 0,589 pi^3/min.
Dans l'exemple ci-dessus, 711,6 m^3/h = 418,85 pi^3/min.

3.1.4 Surtension générée par le moteur

La tension CC dans le circuit intermédiaire (bus CC) augmente lorsque le moteur est utilisé comme générateur. Ce phénomène survient de deux façons :

- La charge entraîne le moteur lorsque le variateur de fréquence fonctionne à une fréquence de sortie constante. On appelle cela une charge trop importante.
- Pendant la décélération, si l'inertie de la charge est élevée et que le temps de décélération du variateur est défini sur une valeur courte.

Le variateur de fréquence ne peut pas restituer l'énergie vers l'entrée. Par conséquent, cela limite l'énergie acceptée du moteur lorsqu'il est réglé pour permettre l'accélération automatique. En cas de surtension pendant la décélération, le variateur de fréquence tente cette opération en rallongeant automatiquement la rampe de décélération. En cas d'échec ou si la charge entraîne le moteur lorsqu'il fonctionne à une fréquence constante, le variateur s'arrête et affiche un défaut lorsqu'un niveau de tension critique du bus CC est atteint.

3.1.5 Bruit acoustique

Le bruit acoustique du variateur de fréquence provient de 3 sources :

- Bobines du circuit intermédiaire CC
- Filtre RFI obstrué
- Ventilateurs internes

Se reporter au *Tableau 7.40* pour obtenir les données sur le bruit acoustique.

3.1.6 Vibrations et chocs

Le variateur de fréquence est testé selon la procédure basée sur les normes CEI 68-2-6/34/35 et 36. Ces tests soumettent l'appareil à des forces de 0,7 g, dans la plage de 18 à 1000 Hz de façon aléatoire, dans 3 directions, pendant 2 heures. Tous les variateurs de fréquence Danfoss répondent aux spécifications correspondant à ces conditions lorsque l'appareil est à montage mural ou au sol, mais aussi lorsqu'il est monté dans les panneaux fixes au mur ou au sol.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

3.1.7 Atmosphères agressives

3.1.7.1 Gaz

Les gaz agressifs, tels que le sulfure d'hydrogène, le chlore ou l'ammoniaque, peuvent endommager les composants électriques et mécaniques du variateur de fréquence. La contamination de l'air de refroidissement peut également entraîner la décomposition graduelle des pistes de cartes de circuit imprimé et les joints de porte. Des contaminants agressifs sont souvent présents dans les stations d'épuration des eaux usées ou les piscines. Un signe clair d'atmosphère agressive est la corrosion du cuivre.

Dans des atmosphères explosives, les protections IP restreintes sont recommandées avec les cartes de circuit imprimé à revêtement conforme. Voir le *Tableau 3.2* pour connaître les valeurs des revêtements conformes.

AVIS!

Le variateur de fréquence est livré en standard avec un revêtement de classe 3C2 des cartes de circuits imprimés. Le revêtement de classe 3C3 est disponible à la demande.

Type de gaz	Unité	Classe				
		3C1	3C2		3C3	
			Valeur moyenne	Valeur maximale 1)	Valeur moyenne	Valeur maximale 1)
Sel marin	n/a	Aucun	Brouillard salin		Brouillard salin	
Oxydes de soufre	mg/m³	0,1	0,3	1,0	5,0	10
Sulfure d'hydrogène	mg/m³	0,01	0,1	0,5	3,0	10
Chlore	mg/m³	0,01	0,1	0,03	0,3	1,0
Chlorure d'hydrogène	mg/m³	0,01	0,1	0,5	1,0	5,0
Fluorure d'hydrogène	mg/m³	0,003	0,01	0,03	0,1	3,0
Ammoniaque	mg/m³	0,3	1,0	3,0	10	35
Ozone	mg/m³	0,01	0,05	0,1	0,1	0,3
Azote	mg/m³	0,1	0,5	1,0	3,0	9,0

Tableau 3.2 Classes des revêtements conformes

1) Les valeurs maximales sont des valeurs de crête transitoires qui ne doivent pas dépasser 30 minutes par jour.

3.1.7.2 Exposition à la poussière

L'installation de variateurs de fréquence dans des environnements fortement exposés à la poussière est souvent inévitable. La poussière affecte les unités montées au mur ou sur châssis avec un niveau de protection IP55 ou IP66 mais aussi les dispositifs à montage en armoire présentant un niveau de protection IP21 ou IP20. Les 3 aspects décrits ci-dessous doivent être pris en compte quand des variateurs de fréquence sont installés dans ces environnements.

Refroidissement réduit
La poussière se dépose sur la surface du dispositif et à l'intérieur, sur les cartes de circuit imprimé et les composants électroniques. Ces dépôts agissent comme des couches isolantes et gênent le transfert de chaleur dans l'air ambiant, réduisant la capacité de refroidissement. Les composants électroniques deviennent plus chauds, ce qui cause leur vieillissement prématuré et diminue la durée de vie de l'unité. Les dépôts de poussière sur le radiateur au dos de l'unité réduisent également la durée de vie de cette dernière.

Ventilateurs de refroidissement
Le débit d'air de refroidissement de l'unité est produit par des ventilateurs de refroidissement, qui sont généralement situés au dos du dispositif. Les rotors de ventilateur disposent de petits roulements dans lesquels la poussière peut pénétrer et agir comme un abrasif. Cela entraîne un endommagement des paliers et une panne du ventilateur.

Filtres
Les variateurs de fréquence haute puissance sont équipés de ventilateurs de refroidissement qui expulsent l'air chaud situé à l'intérieur du dispositif. Au-dessus d'une certaine dimension, ces ventilateurs sont équipés de tapis de filtre. Ces filtres peuvent rapidement se boucher s'ils sont utilisés dans des environnements poussiéreux. Des mesures de prévention sont nécessaires dans ces conditions.

Maintenance périodique
Dans les conditions décrites ci-dessus, il est recommandé de nettoyer le variateur de fréquence pendant l'entretien périodique. Éliminer la poussière qui s'est déposée sur le radiateur et les ventilateurs, puis nettoyer les tapis de filtre.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

3

3.1.8 Définitions du niveau IP

		Contre la pénétration de corps étrangers solides	Contre l'accès à des parties dangereuses par
Premier chiffre	0	(non protégé)	(non protégé)
	1	diamètre ≥50 mm	le dos de la main
	2	diamètre de 12,5 mm	les doigts
	3	diamètre de 2,5 mm	un outil
	4	diamètre ≥1,0 mm	un fil
	5	protection contre la poussière	un fil
	6	étanchéité à la poussière	un fil
		Contre la pénétration d'eau avec un effet nocif	
Second chiffre	0	(non protégé)	–
	1	gouttes tombant verticalement	–
	2	gouttes à un angle de 15°	–
	3	vaporisation d'eau	–
	4	projection d'eau	–
	5	jets d'eau	–
	6	jets d'eau puissants	–
	7	immersion temporaire	–
	8	immersion à long terme	–
		Informations complémentaires spécifiques pour	
Première lettre	A		le dos de la main
	B		les doigts
	C		un outil
	D		un fil
		Informations complémentaires spécifiques pour	
Lettre supplémentaire	H	dispositif haute tension	–
	M	déplacement du dispositif pendant l'essai en eau	–
	S	dispositif fixe pendant l'essai en eau	–
	W	conditions météorologiques	–

Tableau 3.3 Définitions CEI 60529 des niveaux IP

3.1.8.1 Options d'armoire et niveaux

Les variateurs de fréquence Danfoss sont disponibles avec trois protections nominales différentes :

- IP00 ou IP20 pour une installation dans l'armoire.
- IP54 ou IP55 pour un montage local.
- IP66 pour des conditions ambiantes critiques, telles que de l'humidité extrêmement élevée (air) ou de grandes concentrations de poussière ou des gaz agressifs.

3.1.9 Interférences radioélectriques

L'objectif principal en pratique est d'obtenir des systèmes qui fonctionnent de façon stable sans perturbations radioélectriques entre les composants. Pour atteindre un niveau d'immunité élevé, utiliser des variateurs de fréquence équipés de filtres RFI haute qualité.

Utiliser des filtres de Catégorie C1 spécifiés dans la norme EN 61800-3 conformes aux limites de Classe B de la norme générale EN 55011.

Placer des notices d'avertissement sur le variateur de fréquence si les filtres RFI ne correspondent pas à la Catégorie C1 (Catégorie C2 ou moins). La responsabilité relative à l'étiquetage incombe à l'opérateur.

Dans l'usage, il existe deux approches quant aux filtres RFI :

- Intégré à l'équipement
  - Les filtres intégrés prennent de la place dans l'armoire, mais éliminent également les frais additionnels d'installation, de câblage et de matériaux. Cependant, l'avantage le plus important est la conformité CEM et le câblage parfaits des filtres intégrés.
- Options externes
  - Les filtres RFI externes en option, installés à l'entrée du variateur de fréquence, provoquent une chute de tension. En pratique, cela signifie que la tension secteur totale n'est pas présente à l'entrée du variateur de fréquence et qu'un surdimensionnement peut être nécessaire. La longueur maximale du câble du moteur conformément aux limites CEM est comprise entre 1 et 50 m. Les frais sont encourus pour les matériaux, les câbles et l'assemblage. La conformité CEM n'est pas testée.

AVIS!

Pour vérifier le fonctionnement sans interférence du système de variateur ou du moteur, toujours utiliser un filtre RFI de catégorie C1.

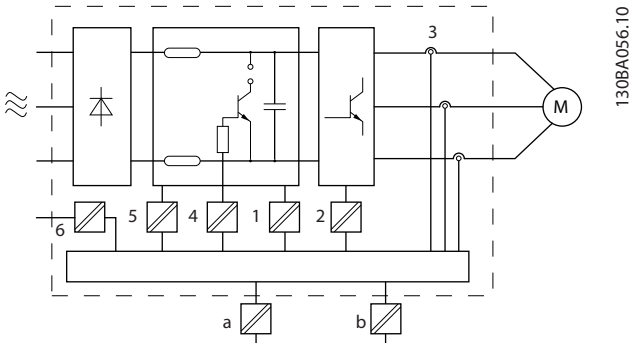
 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

AVIS!

Les unités VLT® Refrigeration Drive FC 103 sont fournies de série avec des filtres RFI intégrés conformes à la catégorie C1 (EN 61800-3) pour une utilisation avec des systèmes secteur de 400 V et des puissances nominales max. de 90 kW ou à la catégorie C2 pour des puissances nominales comprises entre 110 et 630 kW. Les unités FC 103 sont conformes à la catégorie C1 avec des câbles de moteur blindés jusqu'à 50 m ou C2 avec des câbles de moteur blindés jusqu'à 150 m. Se reporter au *Tableau 3.4* pour plus de détails.

3.1.10 Conformité en matière d'isolation galvanique et de PELV

Assurer la protection contre les électrocutions lorsque l'alimentation électrique est de type PELV (tension extrêmement basse) et que l'installation est réalisée selon les réglementations PELV locales et nationales. Pour conserver l'isolation PELV au niveau de toutes les bornes de commande, toutes les connexions doivent être de type PELV : la thermistance doit être à isolation renforcée. Toutes les bornes de relais et de commande des variateurs de fréquence Danfoss sont conformes à la norme PELV (à l'exception des unités au sol sur trépied supérieures à 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. L'isolation électrique est fournie comme indiqué sur l'*Illustration 3.1*. Les composants décrits sont conformes aux exigences en matière d'isolation galvanique et PELV.



1	Alimentation (SMPS), isolation du signal de V CC incluse, indiquant la tension du circuit intermédiaire
2	Commande de gâchette des IGBT
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
a	Isolation galvanique de l'option de secours de 24 V
f	Isolation galvanique de l'interface de bus standard RS485

Illustration 3.1 Isolation galvanique

Installation à haute altitude

⚠AVERTISSEMENT

SURTENSIONLes installations dépassant les limites d'altitude ne peuvent pas répondre aux exigences de la norme PELV. L'isolation entre les composants et les pièces critiques peut s'avérer insuffisante. Il existe un risque de surtension. Pour réduire le risque de surtension, utiliser des dispositifs de protection externes ou une isolation galvanique.

Pour les installations en altitude, contacter Danfoss concernant la norme PELV.

- 380-500 V (protections A, B et C) : au-dessus de 2000 m (6500 pi)
- 380-500 V (protections D, E et F) : au-dessus de 3000 m (9800 pi)
- 525-690 V : au-dessus de 2000 m (6500 pi)

3.2 Protection CEM, contre les harmoniques et contre les fuites à la terre

3.2.1 Généralités concernant les émissions CEM

Les variateurs de fréquence (et autres dispositifs électriques) génèrent des champs électroniques ou magnétiques qui peuvent interférer avec leur environnement. La compatibilité électromagnétique (CEM) de ces effets dépend de la puissance et des caractéristiques des

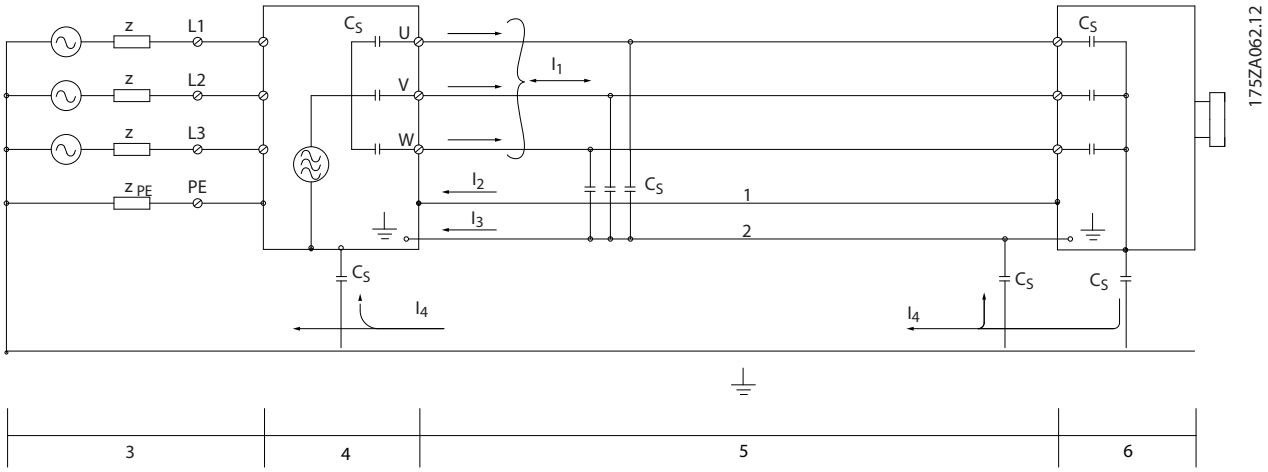
 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

harmoniques des dispositifs. L'interaction incontrôlée entre les dispositifs électriques d'un système peut dégrader la compatibilité et altérer le fonctionnement fiable. Les interférences peuvent prendre la forme de :

- distorsion des harmoniques.
- décharges électrostatiques.
- fluctuations de tension rapides.
- d'interférences haute fréquence.

Les dispositifs électriques génèrent des interférences et sont affectés par les interférences d'autres sources générées.
Les interférences électriques surviennent généralement 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 3.2*, 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 3.2*) 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 renvoyé vers l'unité via le blindage (I_3), en principe, le champ électromagnétique (I_4) émis par le câble blindé du moteur est donc faible, conformément à l'*Illustration 3.2*.
Le blindage réduit l'interférence rayonnée mais augmente les perturbations basses fréquences sur le secteur. Relier le blindage du câble moteur à la fois au côté moteur et au côté variateur de fréquence. Pour cela, il convient d'utiliser les brides pour blindage intégrées afin d'éviter des extrémités blindées torsadées (queues de cochon). Les queues de cochon augmentent l'impédance du blindage à des fréquences élevées, ce qui réduit l'effet du blindage et accroît le courant de fuite (I_4).
En cas d'utilisation d'un câble blindé pour le relais, le câble de commande, l'interface signal et le frein, raccorder le blindage à la protection, aux deux extrémités. Dans certaines situations, il peut s'avérer nécessaire d'interrompre le blindage pour éviter les boucles de courant.

En cas de raccordement du blindage sur une plaque de montage du variateur de fréquence, utiliser une plaque métallique afin de pouvoir renvoyer les courants de blindage vers l'appareil. Il importe également d'assurer un bon contact électrique à partir de la plaque de montage à travers les vis de montage et jusqu'à la protection du variateur de fréquence.
En cas d'utilisation de câbles non blindés, certaines exigences en matière d'émission ne sont pas respectées mais les exigences d'immunité sont respectées.
Utiliser les câbles de moteur et de la résistance de freinage les plus courts possibles pour réduire le niveau d'interférences émises par le système dans son ensemble (unité et installation). Éviter de placer les câbles du moteur et du frein à côté de câbles sensibles aux perturbations. Les composants électroniques de commande génèrent en particulier des interférences radioélectriques supérieures à 50 MHz (rayonnées).



1	Fil de terre	3	Alimentation secteur CA	5	Câble moteur blindé
2	Écran	4	Variateur de fréquence	6	Moteur

Illustration 3.2 Génération de courants de fuite

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

3.2.2 Résultats des essais CEM (émission)

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 ainsi qu'un moteur et un câble moteur blindé.

Filtre de type RFI		**Émission transmise**			**Émission par rayonnement**		
		Longueur de câble [m]			**Longueur de câble [m]**		
Normes et critères	**EN 55011**	**Classe B** Habitat, commerce et industrie légère	**Classe A groupe 1** Environnement industriel	**Classe A groupe 2** Environnement industriel	**Classe B** Habitat, commerce et industrie légère	**Classe A groupe 1** Environnement industriel	**Classe A groupe 2** Environnement industriel
	EN/CEI 61800-3	**Catégorie C1** Environnement premier, habitat et commerce	**Catégorie C2** Environnement premier, habitat et commerce	**Catégorie C3** Environnement second, industriel	**Catégorie C1** Environnement premier, habitat et commerce	**Catégorie C2** Environnement premier, habitat et commerce	**Catégorie C3** Environnement second, industriel
H1							
1,1–22 kW 220–240 V		50	150	150	Non	Oui	N/A
1,1–45 kW 200–240 V		50	150	150	Non	Oui	Oui
1,1–90 kW 380–480 V		50	150	150	Non	Oui	Oui
H2/H5							
1,1–22 kW 220–240 V		Non	Non	25	Non	Non	N/A
1,1-3,7 kW 200–240 V		Non	Non	5	Non	Non	Non
5,5–45 kW 200–240 V		Non	Non	25	Non	Non	Non
1,1-7,5 kW 380–480 V		Non	Non	5	Non	Non	Non
11–90 kW 380–480 V		Non	Non	25	Non	Non	Non
HX							
1,1–90 kW 525–600 V		Non	Non	Non	Non	Non	Non

Tableau 3.4 Résultats des essais CEM (émission)

HX, H1 ou H2 est défini dans le code de type en pos. 16-17 pour les filtres CEM.

HX - aucun filtre CEM intégré dans le variateur de fréquence (unités de 600 V uniquement).

H1 - filtre CEM intégré. Conforme à la classe A1/B.

H2 - pas de filtre CEM supplémentaire. Conforme à la classe A2.

H5 - Versions marines. Conformes aux mêmes niveaux d'émissions que les versions H2.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

3

3.2.3 Conditions d'émission

La norme produit CEM pour les variateurs de fréquence définit 4 catégories (C1, C2, C3 et C4) avec des exigences spécifiques pour les émissions et l'immunité. Le *Tableau 3.5* fournit la définition des 4 catégories et la classification équivalente de la norme EN 55011.

Catégorie	Définition	Classe d'émission équivalente dans la norme 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 1000 V ou un courant nominal égal ou supérieur à 400 A ou prévus pour un usage dans des systèmes complexes.	Aucune limite. Établir un plan CEM.

Tableau 3.5 Corrélation entre la norme CEI 61800-3 et la norme EN 55011

Lorsque les normes d'émissions génériques (transmises) sont utilisées, les variateurs de fréquence doivent être conformes aux limites définies dans le *Tableau 3.6* :

Environnement	Norme d'émission générique	Classe d'émission équivalente dans la norme 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 3.6 Corrélation entre la norme d'émission générique et EN 55011

3.2.4 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 que pour les environnements résidentiels et commerciaux. Tous les variateurs de fréquence Danfoss sont conformes aux exigences des environnements industriels. Par conséquent, les variateurs de fréquence sont aussi conformes aux exigences moindres des environnements résidentiels et commerciaux avec une marge de sécurité importante.
Afin de pouvoir documenter l'immunité à l'égard des interférences, les essais suivants d'immunité ont été réalisés conformément aux 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 la commutation d'un contacteur, d'un relais ou de dispositifs analogues.
- **EN 61000-4-5 (CEI 61000-4-5) :** transitoires. Simulation de transitoires provoquées, par exemple, par la foudre frappant à proximité d'installations.
- **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.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

Voir le *Tableau 3.7*.

Norme de base	Rafale[2)] CEI 61000-4-42	Surtension[2)] CEI 61000-4-5	Décharge électro-statique[2)] 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**
Plage de tension : 200-240 V, 380-500 V, 525-600 V, 525-690 V					
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}
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 3.7 Schéma d'immunité CEM

1) Injection sur blindage de câble.

2) Valeurs généralement obtenues par les tests.

3.2.5 Isolation du moteur

Les moteurs modernes à utiliser avec des variateurs de fréquence présentent un niveau élevé d'isolation pour représenter la nouvelle génération d'IGBT haute fréquence avec un dU/dt élevé. Pour un réajustement sur des moteurs anciens, confirmer l'isolation du moteur ou atténuer avec un filtre dU/dt ou si nécessaire un filtre sinus.

Pour les longueurs de câble du moteur ≤ à la longueur de câble répertoriée au *chapitre 7 Spécifications*, l'isolation du moteur recommandée est indiquée dans le *Tableau 3.8*. Si un moteur présente une valeur d'isolation nominale inférieure, utiliser un filtre dU/dt ou sinus.

Tension secteur nominale [V]	Isolation du moteur [V]
$U_N \leq 420$	U_{LL} standard = 1300
$420\ V < U_N \leq 500$	U_{LL} renforcée = 1600
$500\ V < U_N \leq 600$	U_{LL} renforcée = 1800
$600\ V < U_N \leq 690$	U_{LL} renforcée = 2000

Tableau 3.8 Isolation du moteur

3.2.6 Courants des paliers de moteur

Pour minimiser les courants d'entraînement des paliers et des arbres, relier les éléments ci-dessous à la machine entraînée :

- Variateur de fréquence
- Moteur
- Machine entraînée

Stratégies d'atténuation standard

1. Utiliser un palier isolé.
2. Appliquer des procédures d'installation rigoureuses.
   - 2a Veiller à ce que le moteur et la charge moteur soient alignés.
   - 2b Respecter strictement la réglementation CEM.
   - 2c Renforcer le PE de façon à ce que l'impédance haute fréquence soit inférieure dans le PE aux fils d'alimentation d'entrée.
   - 2d Permettre une bonne connexion haute fréquence entre le moteur et le variateur de fréquence par exemple avec un câble

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

blindé muni d'un raccord à 360° dans le moteur et le variateur de fréquence.

2e 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.

2f Procéder à une mise à la terre directe entre le moteur et la charge moteur (une pompe par exemple).

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 secteur 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.

3.2.7 Harmoniques

Les dispositifs électriques munis de redresseurs à diodes, tels que :

- ampoules fluorescentes
- ordinateurs
- photocopieurs
- télécopieurs
- divers équipements de laboratoire
- systèmes de télécommunications

peuvent ajouter une distorsion harmonique à l'alimentation secteur. Les variateurs de fréquence utilisent une entrée en pont à diodes, ce qui peut également contribuer à une distorsion des harmoniques.

Le variateur de fréquence ne peut absorber le courant uniformément à partir de la ligne électrique. Ce courant non sinusoïdal comporte des composants qui sont des multiples de la fréquence fondamentale du courant. Ces composants sont appelés harmoniques. Il est important de contrôler la distorsion harmonique totale de l'alimentation secteur. Même si les harmoniques de courant n'affectent pas directement la consommation d'énergie électrique, elles génèrent de la chaleur dans les câbles et les transformateurs. Cette production de chaleur peut affecter les autres dispositifs situés sur la même ligne électrique.

3.2.7.1 Analyse des harmoniques

Plusieurs caractéristiques du système électrique d'un bâtiment déterminent la contribution exacte des harmoniques du variateur de fréquence au THD d'une installation et sa capacité à respecter les normes IEEE. Les généralisations concernant la contribution des harmoniques des variateurs de fréquence sur une installation spécifique sont difficiles. Si nécessaire, analyser les harmoniques du système afin de déterminer les effets de l'équipement.

Un variateur de fréquence consomme un courant non sinusoïdal qui accroît le courant d'entrée I_{RMS}. Un courant non sinusoïdal est transformé à l'aide d'une analyse de série Fourier en une somme de courants sinusoïdaux de fréquences différentes, c'est-à-dire en plusieurs harmoniques de courant I_N dont la fréquence de base est égale à 50 ou 60 Hz.

Les harmoniques de courant ne contribuent pas directement à la consommation de puissance mais elles augmentent les pertes de chaleur de l'installation (transformateurs, inducteurs, câbles). Ainsi, dans les installations électriques caractérisées par un pourcentage élevé de charges redressées, il convient de maintenir les harmoniques de courant à un niveau faible afin d'éviter la surcharge du transformateur, des inducteurs et des câbles.

Abréviation	Description
f_1	Fréquence fondamentale
I_1	Courant fondamental
U_1	Tension fondamentale
I_n	Harmoniques de courant
U_n	Harmoniques de tension
n	Ordre des harmoniques

Tableau 3.9 Abréviations associées aux harmoniques

	Courant fondamental (I_1)	Harmoniques de courant (I_n)		
Courant	I_1	I_5	I_7	I_{11}
Fréquence [Hz]	50	250	350	550

Tableau 3.10 Courant non sinusoïdal transformé

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

Tableau 3.11 Comparaison entre les harmoniques de courant et le courant Courant

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

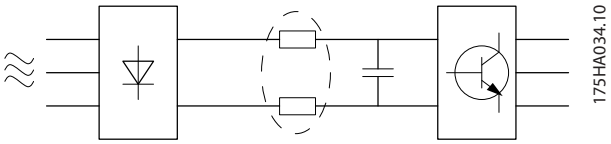


Illustration 3.3 Bobines CC

AVIS!

Certaines 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 condensateurs de correction du facteur de puissance.

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

La distorsion de la tension d'alimentation secteur dépend de la taille des harmoniques de courant multipliée par l'impédance secteur à la fréquence concernée. La distorsion de tension totale THD est calculée à partir de chacun des harmoniques de courant selon la formule :

$$THD = \frac{\sqrt{U_5^2 + U_7^2 + \ldots + U_N^2}}{U1}$$

3.2.7.2 Conditions d'émission harmonique

Équipements raccordés au réseau public d'alimentation

Option	Définition
1	CEI/EN 61000-3-2 Classe A pour équipement triphasé équilibré (pour équipement professionnel uniquement jusqu'à une puissance totale de 1 kW).
2	CEI/EN 61000-3-12 Équipement 16 A-75 A et équipement professionnel depuis 1 kW jusqu'à un courant de phase de 16 A.

Tableau 3.12 Normes d'émission d'harmoniques

3.2.7.3 Résultats des essais harmoniques (émission)

Les puissances allant jusqu'à PK75 en T2 et T4 sont conformes à la norme CEI/EN 61000-3-2 Classe A. Les puissances de P1K1 à P18K en T2 et jusqu'à P90K en T4 sont conformes à la norme CEI/EN 61000-3-12, tableau 4. Les puissances P110-P450 en T4 respectent également la norme CEI/EN 61000-3-12 même si cela n'est pas obligatoire car les courants sont supérieurs à 75 A.

Le *Tableau 3.13* décrit que la puissance du court-circuit du S_{sc} d'alimentation au point d'interface entre l'alimentation de l'utilisateur et le système public (R_{sce}) est supérieure ou égale à :

$$S_{SC} = \sqrt{3} \times R_{SCE} \times U_{secteur} \times I_{équ} = \sqrt{3} \times 120 \times 400 \times I_{équ}$$

	Harmoniques de courant individuels I_n/I_1 (%)			
	I_5	I_7	I_{11}	I_{13}
Réel (typique)	40	20	10	8
Limite pour R_{sce}≥120	40	25	15	10
	Taux de distorsion des harmoniques de courant (%)			
	THD		**PWHD**	
Réel (typique)	46		45	
Limite pour R_{sce}≥120	48		46	

Tableau 3.13 Résultats des essais harmoniques (émission)

Il est de la responsabilité de l'installateur ou de l'utilisateur de l'équipement de s'assurer, en consultant l'opérateur du réseau de distribution si nécessaire, que l'équipement est raccordé uniquement à une alimentation avec une puissance de court-circuit S_{sc} supérieure ou égale à celle spécifiée dans l'équation.
Consulter l'opérateur du réseau de distribution pour raccorder d'autres puissances au réseau public d'alimentation.

Conformité avec les directives des différents niveaux de système :
Les données des harmoniques de courant dans le *Tableau 3.13* sont proposées en conformité avec la norme CEI/EN 61000-3-12 en rapport avec la norme produit concernant les entraînements électriques de puissance. Ces données peuvent servir de base pour le calcul de l'influence des harmoniques de courant sur le système d'alimentation et pour la documentation de conformité aux directives régionales concernées : IEEE 519 -1992 ; G5/4.

3.2.7.4 Effet des harmoniques dans un système de distribution de puissance

Sur l'*Illustration 3.4*, un transformateur est connecté côté primaire à un point de couplage commun PCC1, sur l'alimentation en moyenne tension. Le transformateur présente une impédance Z_{xfr} et alimente un certain nombre de charges. Le point de couplage commun où toutes les charges sont connectées est PCC2. Chaque charge est connectée via des câbles présentant une impédance Z_1, Z_2, Z_3.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

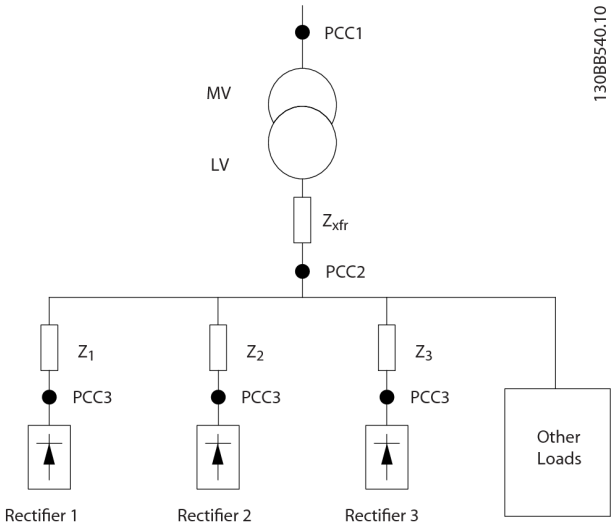


Illustration 3.4 Petit réseau de distribution

Les harmoniques de courant prélevées 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 R_{sce}. R_{sce} est défini comme le rapport entre la puissance apparente du court-circuit de l'alimentation au point PCC (S_{sc}) et la puissance apparente nominale de la charge (S_{equ}).

$$R_{sce} = \frac{S_{ce}}{S_{équ}}$$

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, le transformateur).
- La distorsion de tension des harmoniques entraîne des perturbations sur les autres charges et augmentent leurs pertes.

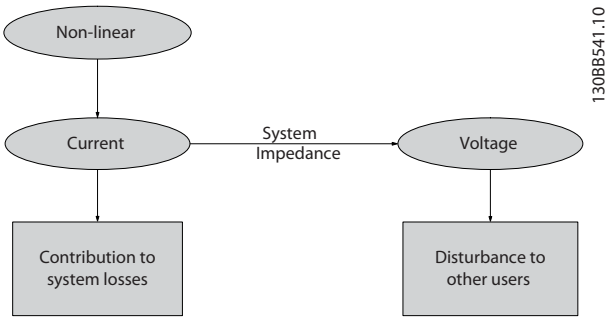


Illustration 3.5 Effets négatifs des harmoniques

3.2.7.5 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

Si l'un des moteurs est branché directement en ligne et que l'autre est alimenté via un variateur de fréquence, un transformateur de 250 kVA avec deux moteurs de 110 kW connectés est suffisant. Cependant, le transformateur est 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 VLT® Advanced Harmonic Filter AHF 005/AHF 010* pour des détails spécifiques sur chaque norme.

En Europe, le THVD maximum est de 8 % si l'installation est connectée via le réseau public. Si l'installation dispose de son propre transformateur, la limite du THVD est de 10 %. Le VLT® Refrigeration Drive FC 103 a été conçu pour supporter un THVD de 10 %.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

3.2.7.6 Atténuation des harmoniques

Lorsqu'une suppression supplémentaire des harmoniques est nécessaire, Danfoss propose une large gamme de matériel d'atténuation, notamment :

- variateurs à 12 impulsions
- filtres AHF
- variateurs à charge harmonique faible
- filtres actifs

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 des charges)
- exigences/réglementations locales/nationales (IEEE 519, CEI, G5/4, etc.)
- coût total de propriété (coûts initiaux, rendement, maintenance, etc.)

Toujours envisager une atténuation des harmoniques si la charge du transformateur présente une contribution non linéaire d'au moins 40 %.

Danfoss propose des outils de calcul des harmoniques (voir le *chapitre 2.8.2 Logiciel PC*).

3.2.8 Courant de fuite à la terre

Respecter les réglementations locales et nationales concernant la mise à la terre de protection de l'équipement en cas de courant de fuite supérieur à 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 mise à la terre.
Le courant de fuite à la terre provient de plusieurs sources et dépend des différentes configurations du système, notamment :

- filtrage RFI
- longueur de câble du moteur
- blindage du câble du moteur
- alimentation du variateur de fréquence

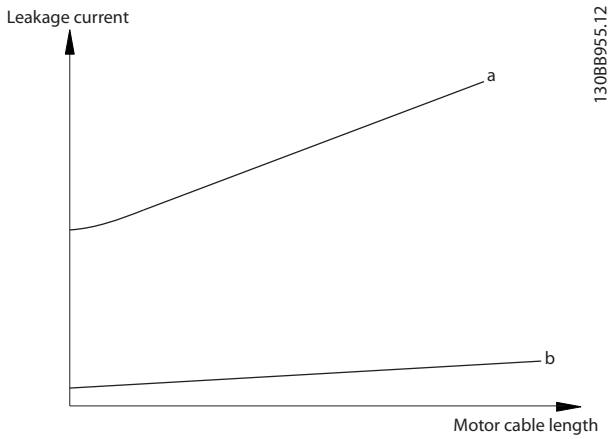


Illustration 3.6 Influence de la longueur de câble moteur et de la puissance sur le courant de fuite. Puissance a > puissance b

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

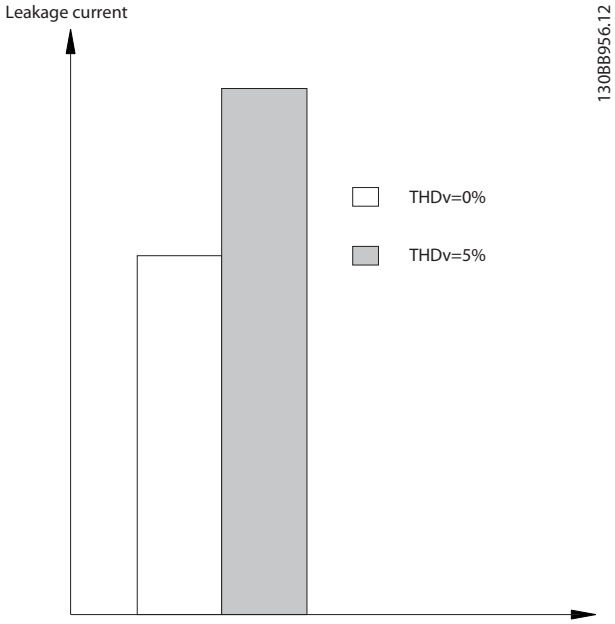


Illustration 3.7 Influence de la distorsion de la ligne sur le courant de fuite

Si le courant de fuite dépasse 3,5 mA, le respect de la norme EN/CEI 61800-5-1 (norme produit concernant les entraînements électriques de puissance) exige une attention particulière. Renforcer la mise à la terre avec les exigences suivantes en matière de protection par mise à la terre :

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

- Fil de mise à la terre (borne 95) d'au moins 10 mm^2 de section.
- 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 capables de détecter les courants CA et CC.
- Utiliser des RCD avec un retard 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.

Le courant de fuite comprend plusieurs fréquences provenant de la fréquence secteur et de la fréquence de commutation. La détection de la fréquence de commutation dépend du type de RCD utilisé.

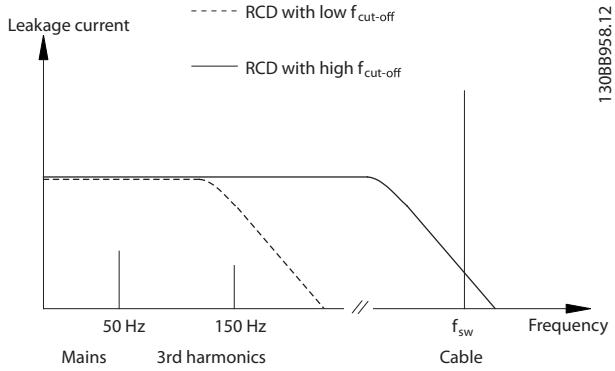


Illustration 3.8 Sources principales du courant de fuite

La quantité de courant de fuite détectée par les RCD dépend de la fréquence de coupure des RCD.

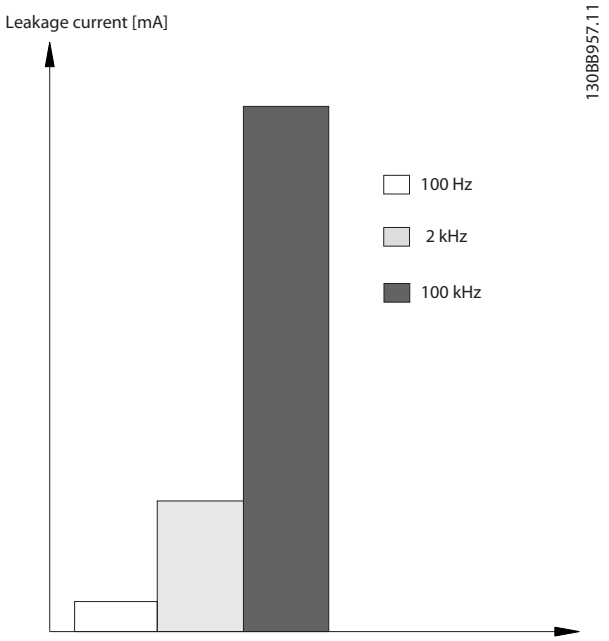


Illustration 3.9 Influence de la fréquence de coupure des RCD sur le courant de fuite

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

3.3 Efficacité énergétique

La norme *EN 50598 Écoconception des entraînements électriques de puissance, des démarreurs de moteur, de l'électronique de puissance et de leurs applications entraînées* fournit des directives pour évaluer l'efficacité énergétique des variateurs de fréquence.

La norme propose une méthode neutre pour déterminer les classes d'efficacité et les pertes de puissance à pleine charge et à charge partielle. Elle permet de combiner tout moteur et tout variateur de fréquence.

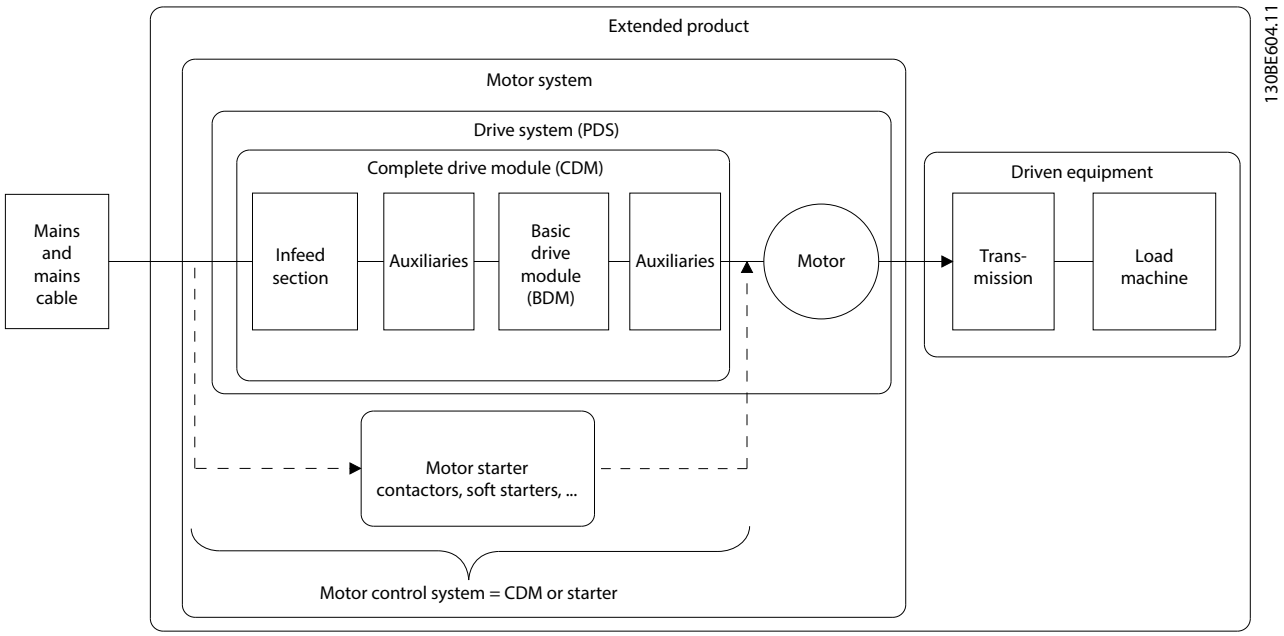


Illustration 3.10 Entraînement électrique de puissance (PDS) et module d'entraînement complet (CDM)

3.3.1 Classes IE et IES

Modules d'entraînement complet
Selon la norme EN 50598-2, le module d'entraînement complet (CDM) comprend le variateur de fréquence, sa section alimentation et ses auxiliaires.

Classes d'efficacité énergétique pour le CDM :

- IE0 = inférieur à l'état de l'art.
- IE1 = état de l'art.
- IE2 = supérieur à l'état de l'art.

Les variateurs de fréquence Danfoss remplissent les critères de la classe d'efficacité énergétique IE2. La classe d'efficacité énergétique est définie au point nominal du CDM.

Entraînements électriques de puissance
Un entraînement électrique de puissance (PDS) est composé d'un module d'entraînement complet (CDM) et d'un moteur.

Classes d'efficacité énergétique pour le PDS :

- IES0 = inférieur à l'état de l'art.
- IES1 = état de l'art.
- IES2 = supérieur à l'état de l'art.

Selon l'efficacité du moteur, les moteurs entraînés par un variateur de fréquence Danfoss VLT® sont généralement conformes à la classe d'efficacité énergétique IES2.

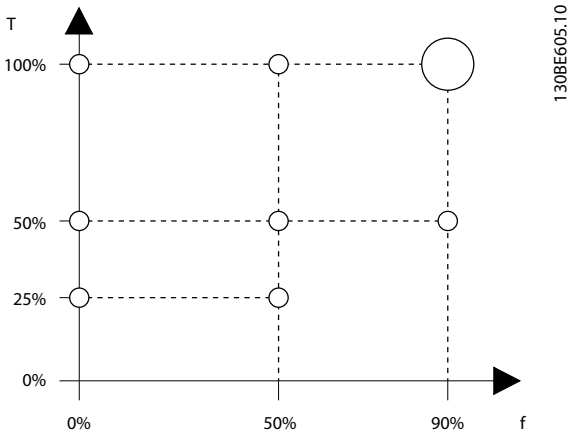
La classe d'efficacité énergétique est définie au point nominal du PDS et peut être calculée d'après les pertes du CDM et du moteur.

3.3.2 Données des pertes de puissance et données d'efficacité

La perte de puissance et l'efficacité d'un variateur de fréquence dépendent de la configuration et de l'équipement auxiliaire. Pour obtenir les données d'efficacité et de perte de puissance spécifiques à une configuration, utiliser l'application Danfoss VLT® ecoSmart.

Les données de perte de puissance sont indiquées en % de la puissance de sortie apparente nominale et sont déterminées selon la norme EN 50598-2. Lorsque les données de perte de puissance sont déterminées, le variateur de fréquence utilise les réglages d'usine sauf pour les données du moteur requises pour faire tourner le moteur.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.



T	Couple [%]
f	Fréquence [%]

Illustration 3.11 Points de fonctionnement du variateur de fréquence selon la norme EN 50598-2

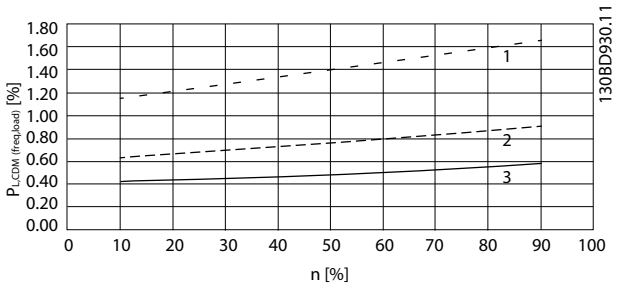
Se reporter à l'adresse *www.danfoss.com/vltenergyefficiency* pour les données de perte de puissance et d'efficacité du variateur de fréquence aux points de fonctionnement spécifiés sur l'*Illustration 3.11*.

Utiliser l'application VLT® ecoSmart pour calculer les classes d'efficacité IE et IES. Elle est disponible sur *vlt-ecosmart.danfoss.com*.

Exemple de données disponibles
L'exemple suivant représente les données de perte de puissance et d'efficacité pour un variateur de fréquence dont les caractéristiques sont les suivantes :

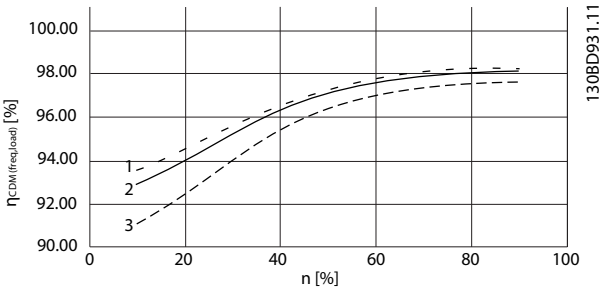
- puissance nominale 55 kW, tension nominale à 400 V ;
- puissance apparente nominale, Sr, 67,8 kVA ;
- puissance de sortie nominale, P_{CDM}, 59,2 kW ;
- rendement nominal, η_r, 98,3 %.

L'*Illustration 3.12* et l'*Illustration 3.13* représentent les courbes de perte de puissance et d'efficacité. La vitesse est proportionnelle à la fréquence.



1	100 % charge
2	50 % charge
3	25 % charge

Illustration 3.12 Données de perte de puissance du variateur de fréquence. Pertes relatives du CDM ($P_{L, CDM}$) [%] en fonction de la vitesse (n) [% de la vitesse nominale].



1	100 % charge
2	50 % charge
3	25 % charge

Illustration 3.13 Données de rendement du variateur de fréquence. Rendement du CDM ($\eta_{CDM(fréq, charge)}$) [%] en fonction de la vitesse (n) [% de la vitesse nominale].

Interpolation de la perte de puissance
Déterminer la perte de puissance à un point de fonctionnement arbitraire en procédant à une interpolation bidimensionnelle.

3.3.3 Pertes et rendement d'un moteur

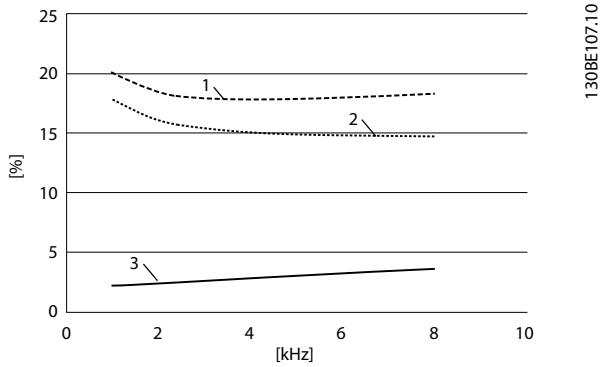
Le rendement d'un moteur fonctionnant à 50-100 % de la vitesse nominale du moteur et à 75-100 % du couple nominal est quasiment constant. Cette remarque vaut à la fois lorsque le variateur de fréquence commande le moteur et lorsque le moteur fonctionne directement sur secteur.

Le rendement dépend du type de moteur et du niveau de magnétisation.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

Pour plus d'informations sur les types de moteur, consulter la brochure sur les technologies moteur sur *www.vlt-drives.danfoss.com*.

Fréquence de commutation
La fréquence de commutation influence les pertes de magnétisation dans le moteur et les pertes de commutation dans le variateur de fréquence, comme indiqué sur l'*Illustration 3.14*.



1	Moteur et variateur de fréquence
2	Moteur uniquement
3	Variateur de fréquence uniquement

Illustration 3.14 Pertes [%] en fonction de la fréquence de commutation [kHz]

AVIS!

Un variateur de fréquence génère des pertes d'harmoniques supplémentaires dans le moteur. Ces pertes diminuent lorsque la fréquence de commutation augmente.

3.3.4 Pertes et rendement d'un entraînement électrique de puissance

Pour estimer les pertes de puissance à différents points de fonctionnement d'un entraînement électrique de puissance, additionner les pertes de puissance au point de fonctionnement de chaque composant du système :

- variateur de fréquence.
- moteur.
- équipement auxiliaire.

3.4 Intégration secteur

3.4.1 Configurations du secteur et effets de la CEM

Divers types de systèmes secteur CA sont utilisés pour alimenter les variateurs électriques. Chacun affecte les caractéristiques CEM du système. Les systèmes à 5 fils TN-S sont considérés comme les meilleurs à cet égard, alors que le système IT isolé est le moins souhaitable.

Type de système	Description
Systèmes secteur TN	Il existe 2 types de systèmes de distribution secteur TN : TN-S et TN-C.
TN-S	Il s'agit d'un système à 5 fils avec des conducteurs neutre (N) et de terre (PE) séparés. Il fournit ainsi les meilleures propriétés CEM et évite la transmission d'interférences.
TN-C	Il s'agit d'un système à 4 fils avec un conducteur neutre et de protection par mise à la terre (PE) commun au système entier. Le conducteur neutre et de protection par mise à la terre entraîne de mauvaises caractéristiques de CEM.
Systèmes secteur TT	Il s'agit d'un système à 4 fils avec un conducteur neutre mis à la terre et une mise à la terre individuelle des variateurs de fréquence. Il présente de bonnes caractéristiques de CEM si la mise à la terre est correcte.
Système secteur IT	Il s'agit d'un système à 4 fils isolé où le conducteur neutre est mis à la terre ou non via une impédance.

Tableau 3.14 Types de systèmes de secteur CA

3.4.2 Perturbation secteur basse fréquence

3.4.2.1 Alimentation secteur non sinusoïdale

La tension secteur est rarement une tension sinusoïdale uniforme avec une amplitude et une fréquence constantes. Ceci est dû en partie à des charges qui prélèvent des courants non sinusoïdaux sur le secteur ou qui ont des caractéristiques non linéaires, telles que :

- les ordinateurs.
- les postes de télévision.
- les alimentations en mode commutation.
- les lampes à économie d'énergie.
- les variateurs de fréquence.

Les écarts sont inévitables et acceptables dans certaines limites.

3.4.2.2 Conformité aux directives CEM

Dans la plupart des pays européens, la base de l'estimation objective de la qualité du secteur est la loi sur la compatibilité électromagnétique des dispositifs (EMVG). La conformité à cette réglementation garantit que tous les dispositifs et réseaux connectés aux systèmes de distribution électrique répondent à l'usage prévu sans générer de problèmes.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

Norme	Définition
EN 61000-2-2, EN 61000-2-4, EN 50160	Définit les limites de tension secteur afin de respecter les réseaux d'alimentation industriels et publics.
EN 61000-3-2, 61000-3-12	Régule les interférences secteur générées par les dispositifs connectés.
EN 50178	Surveille les équipements électroniques utilisés sur les installations électriques.

Tableau 3.15 Normes de conception EN pour la qualité de la puissance du secteur

3.4.2.3 Variateurs de fréquence sans interférences

Chaque variateur de fréquence génère une perturbation secteur. Les normes actuelles définissent uniquement les plages de fréquences jusqu'à 2 kHz. Certains variateurs de fréquence décalent la perturbation secteur dans la zone supérieure à 2 kHz, qui n'est pas concernée par la norme, et ils sont donc désignés comme des dispositifs « sans interférence ». Les limites de cette zone sont actuellement étudiées. Les variateurs de fréquence ne décalent pas les perturbations secteur.

3.4.2.4 Survenue d'une perturbation secteur

La déformation due aux perturbations secteur de la forme d'onde sinusoïdale par les courants d'entrée à impulsion des charges est généralement appelée harmoniques. Dérivée de la méthode Fourier, elle est évaluée jusqu'à 2,5 kHz, ce qui correspond au 50ème harmonique de la fréquence secteur.

Les redresseurs d'entrée des variateurs de fréquence génèrent cette forme typique d'interférence harmonique sur le secteur. Si les variateurs de fréquence sont reliés à des systèmes de secteur 50 Hz, le troisième harmonique (150 Hz), le cinquième harmonique (250 Hz) ou le septième harmonique (350 Hz) présente les effets les plus marqués. Le résidu harmonique total est appelé taux d'harmoniques (THD).

3.4.2.5 Effets d'une perturbation secteur

Les harmoniques et les fluctuations de tension sont 2 formes de perturbation secteur basse fréquence. Leur apparence est différente à leur origine par rapport à tout autre point du système secteur où une charge est reliée. Par conséquent, une plage d'influences doit être déterminée collectivement au moment d'évaluer les effets de la perturbation secteur. Cela comprend l'alimentation secteur, la structure et les charges.

Des avertissements de sous-tension et des pertes fonctionnelles supérieures peuvent se produire suite à une perturbation secteur.

Avertissements de sous-tension

- Mesures de tension incorrectes suite à la distorsion de la tension secteur sinusoïdale
- Mesures incorrectes de l'alimentation car seule la mesure de courant efficace réel tient compte du résidu harmonique.

Pertes plus importantes

- Les harmoniques réduisent la puissance active, la puissance apparente et la puissance réactive.
- Déforment les charges électriques entraînant des perturbations audibles sur d'autres dispositifs ou, dans le pire des cas, une destruction.
- Réduisent la durée de vie des dispositifs suite à une surchauffe.

AVIS!

Un résidu harmonique excessif place une charge sur l'équipement de correction du facteur de puissance et peut même entraîner sa destruction. Pour cette raison, il convient d'installer des bobines d'arrêt sur l'équipement de correction du facteur de puissance en présence d'un résidu harmonique excessif.

3.4.3 Analyse des perturbations secteur

Pour éviter toute altération de la qualité de la puissance du secteur, diverses méthodes peuvent être utilisées avec des systèmes ou des dispositifs qui engendrent des harmoniques de courant. Des programmes d'analyse du secteur, tels que le logiciel de calcul des harmoniques (HCS), analysent les conceptions du système d'harmoniques. Des contre-mesures spécifiques peuvent être testées au préalable et garantir une compatibilité postérieure du système.

Pour analyser les systèmes secteur, accéder au site*http://www.danfoss-hcs.com/Default.asp?LEVEL=START* pour télécharger le logiciel.

AVIS!

Danfoss dispose d'un niveau d'expertise CEM élevé et fournit aux clients des analyses de CEM avec une évaluation détaillée ou des calculs sur le secteur en plus de cours de formation, de séminaires et d'ateliers.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

3.4.4 Options pour réduire les perturbations secteur

Généralement, la perturbation secteur issue de contrôleurs peut être réduite en limitant l'amplitude des courants d'impulsions. Cette réduction améliore le facteur de puissance λ (lambda).

Plusieurs méthodes sont recommandées pour éviter les harmoniques du secteur :

- bobines d'arrêt d'entrée ou bobines d'arrêt sur le circuit intermédiaire dans les variateurs de fréquence.
- filtres passifs.
- filtres actifs.
- circuits intermédiaires minces.
- application frontale active et variateurs à charge harmonique faible.
- redresseurs avec 12, 18 ou 24 impulsions par cycle.

3.4.5 Interférences radioélectriques

Les variateurs de fréquence engendrent des perturbations radioélectriques (RFI) suite à des impulsions de courant à largeur variable. Les câbles de moteur et les variateurs de fréquence émettent des radiations de ces composants et les conduisent dans le système de secteur.

Les filtres RFI sont utilisés pour réduire les perturbations sur le secteur. Ils confèrent une immunité au bruit pour protéger les dispositifs contre les perturbations haute fréquence. Ils réduisent également les perturbations émises dans le câble secteur ou la radiation depuis le câble secteur. Les filtres sont prévus pour limiter les perturbations à un niveau spécifié. Les filtres intégrés sont souvent des équipements standard classés pour une immunité spécifique.

AVIS!

Tous les variateurs de fréquence VLT® Refrigeration Drive FC 103 sont équipés de bobines d'arrêt de perturbation secteur en standard.

3.4.6 Classement du site d'exploitation

La connaissance des exigences relatives à l'environnement nécessaires pour que le variateur de fréquence fonctionne est le facteur le plus important de la conformité CEM.

3.4.6.1 Environnement 1/Classe B : Résidentiel

Les sites d'exploitation reliés au réseau public basse tension, y compris les zones légèrement industrialisées, sont classés comme Environnement 1/Classe B. Ils ne disposent pas de leurs propres transformateurs de distribution haute ou moyenne tension pour un système de secteur distinct. Les classements d'environnement s'appliquent aux bâtiments, aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur. Voici des exemples d'ordre général :

- zones commerciales.
- bâtiments résidentiels.
- restaurants.
- parkings.
- installations de loisirs.

3.4.6.2 Environnement 2/classe A : Industriel

Les environnements industriels ne sont pas reliés au réseau électrique public. Au lieu de cela, ils disposent de leurs propres transformateurs de distribution haute ou moyenne tension. Les classements d'environnement s'appliquent aux bâtiments, aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur.

Ils sont définis comme industriels et sont caractérisés par des conditions électromagnétiques spécifiques :

- Présence de dispositifs scientifiques, médicaux ou industriels.
- Commutation de grandes charges inductives et capacitives.
- Survenue de champs magnétiques forts (par exemple, suite à des courants élevés).

3.4.6.3 Environnements spéciaux

Dans les zones où les transformateurs moyenne tension se sont clairement démarqués d'autres endroits, l'utilisateur décide du type d'environnement pour le classement de ses installations. L'utilisateur est responsable de la compatibilité électromagnétique nécessaire pour permettre une exploitation sans difficulté de tous les dispositifs dans certaines conditions. Voici des exemples d'environnements spéciaux :

- centres commerciaux.
- supermarchés.
- stations essence.
- immeubles de bureaux.
- entrepôts.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

3

3.4.6.4 Étiquettes de mise en garde

Lorsqu'un variateur de fréquence n'est pas conforme à la catégorie C1, un avertissement doit être fourni. Cette opération incombe à l'utilisateur. L'élimination des perturbations est basée sur les classes A1, A2 et B de la norme EN 55011. L'utilisateur est le responsable final du classement approprié des dispositifs et des frais dérivés de la correction des problèmes de CEM.

3.4.7 Utilisation avec une source d'entrée isolée

De nombreuses installations électriques aux États-Unis sont reliées à la terre. Même si ce n'est généralement pas le cas aux États-Unis, l'alimentation d'entrée peut être une source isolée. Tous les variateurs de fréquence Danfoss peuvent être utilisés avec une source d'entrée isolée mais aussi avec des lignes électriques reliées à la terre.

3.4.8 Contrôleur logique programmable

L'équipement de correction du facteur de puissance sert à réduire le déphasage (φ) entre la tension et le courant afin de rapprocher le facteur de puissance de l'unité (cos φ). Ceci est nécessaire quand de nombreuses charges inductives, telles que des moteurs ou des régulateurs de puissance, sont utilisées dans un système de distribution électrique. Les variateurs de fréquence dotés d'un circuit intermédiaire isolé ne prélèvent pas de puissance réactive du système de secteur et ne génèrent pas non plus de déphasage. Ils ont un cos φ d'environ 1.

Pour cette raison, les moteurs à vitesse variable ne doivent pas en tenir compte lors du dimensionnement d'un équipement de correction du facteur de puissance. Cependant, le courant prélevé par l'équipement de correction de phase augmente parce que les variateurs de fréquence engendrent des harmoniques. La charge et le facteur de chaleur sur les condensateurs augmentent proportionnellement au nombre de générateurs d'harmoniques. Par conséquent, il convient d'installer des bobines d'arrêt dans l'équipement de correction du facteur de puissance. Ces bobines empêchent aussi les résonances entre les inductances de charge et la capacitance. Les variateurs avec cos φ < 1 requièrent aussi des bobines d'arrêt dans l'équipement de correction du facteur de puissance. Il convient aussi de tenir compte du niveau de puissance réactive supérieur, pour les dimensions des câbles.

3.4.9 Retard de puissance d'entrée

Pour garantir que le circuit de suppression des surcharges d'entrée fonctionne correctement, il convient de respecter un délai entre les applications successives de puissance d'entrée.

Le *Tableau 3.16* affiche le temps minimum à respecter entre les applications de puissance d'entrée.

Tension d'entrée [V]	380	415	460	600
Temps d'attente [s]	48	65	83	133

Tableau 3.16 Retard de puissance d'entrée

3.4.10 Transitoires du réseau

Les transitoires sont de brefs pics de tension dans une plage de quelques milliers de volts. Ils peuvent avoir lieu dans tous les types de systèmes de distribution de puissance, dans des environnements industriels et résidentiels.

La foudre est une cause courante de transitoires. Cependant, ils sont aussi causés par la commutation en ligne/hors ligne de grandes charges ou la commutation d'un autre équipement de transitoires du réseau, comme un équipement de correction du facteur de puissance. Les transitoires peuvent aussi être provoqués par des courts-circuits, le déclenchement de disjoncteurs dans des systèmes de distribution électrique et le couplage inductif entre des câbles parallèles.

La norme EN 61000-4-1 décrit les formes de ces transitoires et la quantité d'énergie qu'ils contiennent. Il existe plusieurs façons de limiter les effets nocifs des transitoires. Les parafoudres ioniques et les éclateurs fournissent une protection de premier niveau contre les transitoires à haute énergie. Pour une protection de deuxième niveau, la plupart des dispositifs électroniques, notamment les variateurs de fréquence, utilisent des varistances pour atténuer les transitoires.

3.4.11 Exploitation avec un générateur en veille

Utiliser des systèmes d'énergie de secours quand l'exploitation continue est nécessaire, même en cas de défaut secteur. Ils sont également utilisés en parallèle avec le réseau public pour obtenir une puissance secteur supérieure. Il s'agit d'une pratique courante pour les unités combinées de chauffage et d'alimentation, lesquelles tirent profit du rendement élevé qui peut être obtenu avec cette forme de conversion d'énergie. Quand l'énergie de secours est fournie par un générateur, l'impédance du secteur est

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

généralement supérieure à celle obtenue lorsque la puissance provient du réseau public. Ceci fait augmenter le taux d'harmoniques. Avec une conception adéquate, les générateurs peuvent fonctionner dans un système contenant des dispositifs générant des harmoniques.

Lors de la conception d'un système, penser à utiliser un générateur autonome.

- Lorsque le système est basculé du secteur à une alimentation par générateur, généralement la charge harmonique augmente.
- Les concepteurs doivent calculer ou mesurer l'augmentation de la charge harmonique pour s'assurer que la qualité de la puissance est conforme aux réglementations afin d'empêcher des problèmes d'harmoniques et une défaillance de l'équipement.
- Éviter une charge asymétrique du générateur, car cela accentue les pertes et peut faire augmenter le taux d'harmoniques.
- Un décalage 5/6 de l'enroulement du générateur atténue les cinquième et septième harmoniques, mais laisse le troisième harmonique augmenter. Un décalage 2/3 réduit le troisième harmonique.
- Si possible, l'opérateur doit déconnecter l'équipement de correction du facteur de puissance, car il provoque des résonances dans le système.
- Les bobines d'arrêt ou les filtres d'absorption actifs ainsi que les charges résistives utilisées en parallèle peuvent atténuer les harmoniques.
- Des charges capacitives exploitées en parallèle créent une charge additionnelle suite à des effets de résonance imprévisibles.

Une analyse plus précise est possible en utilisant un logiciel d'analyse de secteur, tel que le HCS. Pour analyser les systèmes secteur, accéder au site *http://www.danfoss-hcs.com/Default.asp?LEVEL=START* pour télécharger le logiciel.

En cas d'exploitation avec des dispositifs générant des harmoniques, les charges maximales basées sur un fonctionnement sans problèmes des installations sont indiquées dans le tableau des limites d'harmoniques.

Limites d'harmoniques

- Redresseurs B2 et B6⇒maximum 20 % de la charge nominale du générateur.
- Redresseur B6 avec bobine d'arrêt⇒maximum 20-35 % de la charge nominale du générateur, selon la composition.
- Redresseur B6 contrôlé⇒maximum 10 % de la charge nominale du générateur.

3.5 Intégration du moteur

3.5.1 Considérations relatives au choix du moteur

Le variateur de fréquence peut induire une contrainte électrique sur un moteur. Il faut donc tenir compte des effets suivants sur le moteur au moment de choisir un moteur pour le variateur de fréquence :

- Contrainte d'isolation
- Contrainte de paliers
- Contrainte thermique

3.5.2 Filtres sinusoïdaux et dU/dt

Les filtres de sortie profitent à certains moteurs pour réduire la contrainte électrique et permettre une plus grande longueur de câble. Les options de sortie incluent des filtres sinusoïdaux (également appelés filtres LC) et des filtres dU/dt. Les filtres dU/dt réduisent la hausse marquée de l'impulsion. Les filtres sinus lissent les impulsions de tension pour les convertir en tension de sortie sinusoïdale. Avec certains variateurs de fréquence, les filtres sinus sont conformes à la norme EN 61800-3 RFI catégorie C2 pour les câbles moteur non blindés (voir le *chapitre 3.8.3 Filtres sinus*).

Pour en savoir plus sur les options de filtres sinus et dU/dt, se reporter aux *chapitre 6.2.6 Filtres sinus*, *chapitre 3.8.3 Filtres sinus* et *chapitre 6.2.7 Filtres dU/dt*.

Pour plus d'informations sur les références des filtres sinus et dU/dt, se reporter aux *chapitre 3.8.3 Filtres sinus* et *chapitre 6.2.7 Filtres dU/dt*.

3.5.3 Mise à la terre correcte du moteur

Une mise à la terre correcte du moteur est essentielle à la sécurité personnelle et pour répondre aux exigences électriques de CEM des équipements basse tension. Une mise à la terre correcte est nécessaire pour l'utilisation efficace des blindages et filtres. Les détails de conception doivent être vérifiés pour une mise en œuvre correcte de la CEM.

3.5.4 Câbles moteur

Les recommandations et spécifications relatives au câble du moteur sont fournies au *chapitre 7.5 Spécifications du câble*.

Le variateur de fréquence permet d'utiliser tous les types de moteurs asynchrones triphasés standard. Le réglage effectué en usine correspond à une rotation dans le sens

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

horaire quand la sortie du variateur de fréquence est raccordée comme suit :

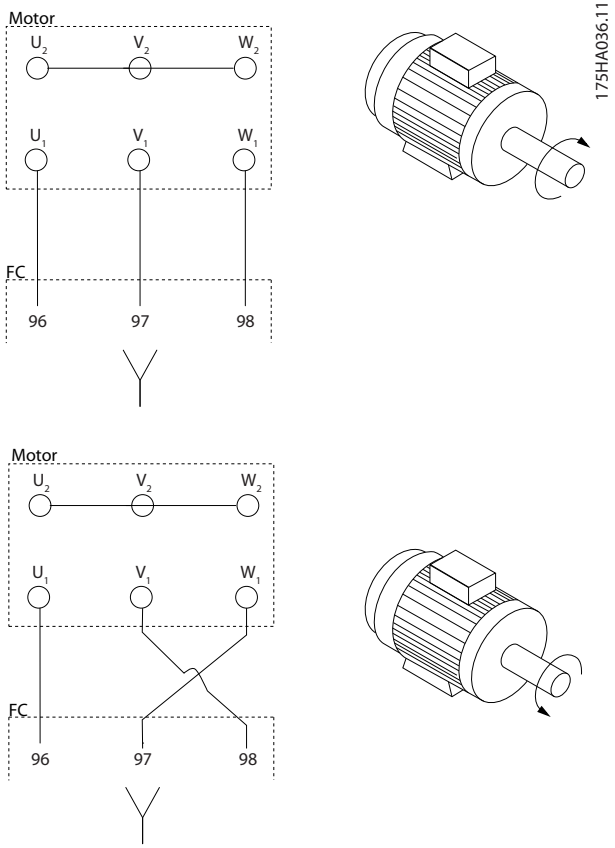


Illustration 3.15 Connexions des bornes pour une rotation dans le sens horaire et dans le sens antihoraire

Modifier le sens de rotation en inversant 2 phases côté moteur ou en modifiant le réglage du *paramétre 4-10 Direction vit. moteur*.

3.5.5 Blindage des câbles du moteur

Les variateurs de fréquence génèrent des fronts d'impulsions forts sur leurs sorties. Ces impulsions contiennent des composants haute fréquence (s'étendant jusqu'à la plage des gigahertz), qui provoquent le rayonnement indésirable du câble du moteur. Les câbles blindés du moteur réduisent ce rayonnement.

Le blindage vise à :

- réduire la magnitude des interférences rayonnées.
- améliorer l'immunité aux interférences des dispositifs individuels.

Le blindage capture les composants haute fréquence et les renvoie à la source de l'interférence (dans ce cas, le variateur de fréquence). Les câbles blindés du moteur fournissent également une immunité aux interférences des sources externes proches.

Même un blindage correct n'élimine pas complètement le rayonnement. Les composants du système situés dans les environnements de rayonnement doivent fonctionner sans dégradation.

3.5.6 Raccordement de plusieurs moteurs

AVIS!

Des problèmes peuvent survenir au démarrage et à vitesse réduite, si les dimensions des moteurs sont très différentes, parce que la résistance ohmique relativement grande dans le stator des petits moteurs entraîne une tension supérieure au démarrage et à vitesse réduite.

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 :

- 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.
- Ne pas utiliser de raccord commun des joints pour les câbles longs (voir l'*Illustration 3.17*).
- La longueur totale de câble du moteur spécifiée dans le *Tableau 3.4* est valable tant que les câbles parallèles restent courts (moins de 10 m chacun) (voir l'*Illustration 3.19* et l'*Illustration 3.20*).
- Tenir compte de la chute de tension dans les câbles du moteur (voir l'*Illustration 3.20*).
- Pour les longs câbles parallèles, utiliser un filtre LC (voir l'*Illustration 3.20*).
- Pour les longs câbles sans raccordement parallèle, voir l'*Illustration 3.21*.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

AVIS!

Quand les moteurs sont connectés en parallèle, régler le *paramétre 1-01 Motor Control Principle* sur *[0] U/f*.

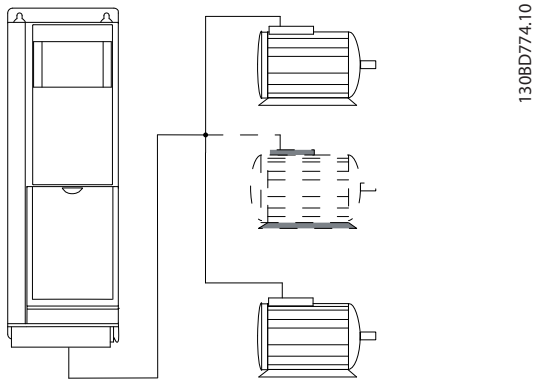


Illustration 3.16 Raccord commun des joints pour câbles courts

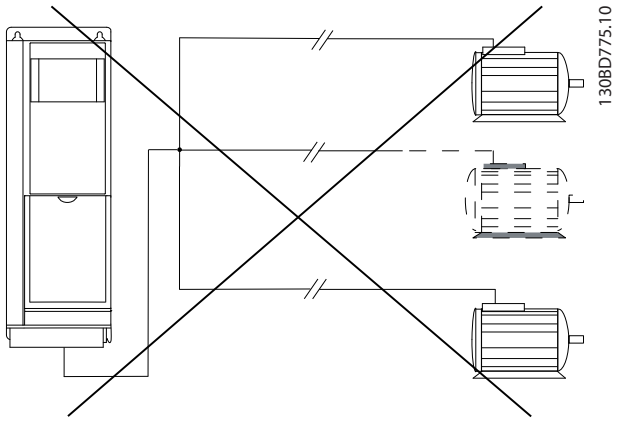


Illustration 3.17 Raccord commun des joints pour câbles longs

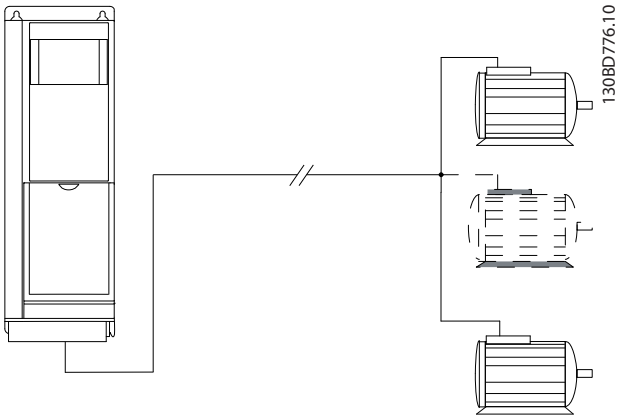


Illustration 3.18 Câbles parallèles sans charge

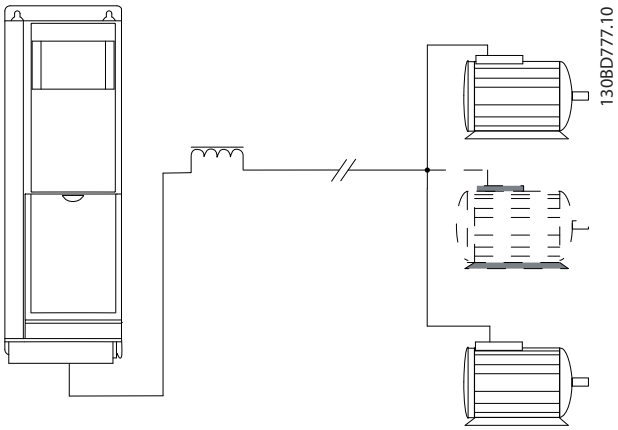


Illustration 3.19 Câbles parallèles avec charge

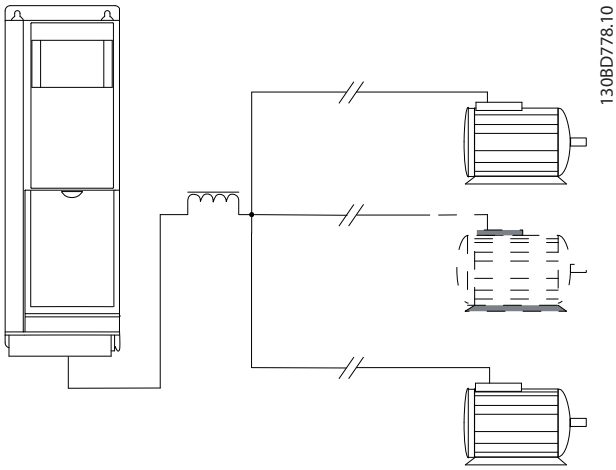


Illustration 3.20 Filtre LC pour longs câbles parallèles

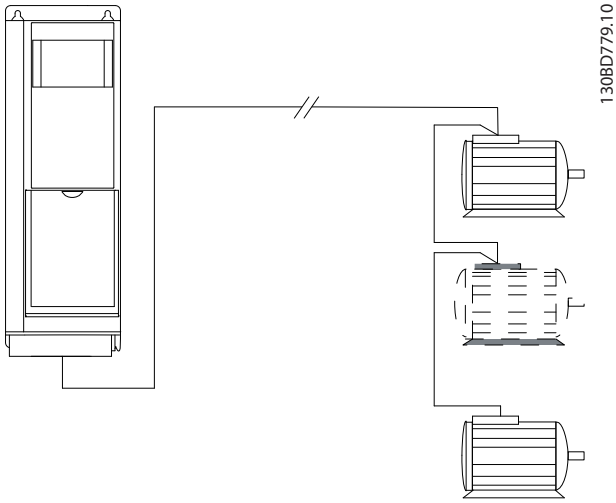


Illustration 3.21 Longs câbles des connexions en série

Consulter le *Tableau 7.7* pour en savoir plus sur les longueurs de câble nécessaires pour des connexions parallèles de plusieurs moteurs.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

3

3.5.7 Protection thermique du moteur

Le variateur de fréquence confère une protection thermique du moteur de plusieurs façons :

- La limite de couple protège le moteur des surcharges indépendamment de la vitesse.
- La vitesse minimum limite la plage de vitesse d'exploitation minimum, par exemple entre 30 et 50/60 Hz.
- La vitesse maximale limite la vitesse de sortie maximale.
- L'entrée est disponible pour une thermistance externe.
- Le relais thermique électronique (ETR) des moteurs asynchrones simule un relais bimétallique en s'appuyant sur des mesures internes. L'ETR mesure le courant, la vitesse et la durée en cours afin de calculer la température du moteur et le protéger de toute surchauffe en émettant un avertissement ou en coupant l'alimentation du moteur. Les caractéristiques de l'ETR sont indiquées sur l'*Illustration 3.22*.

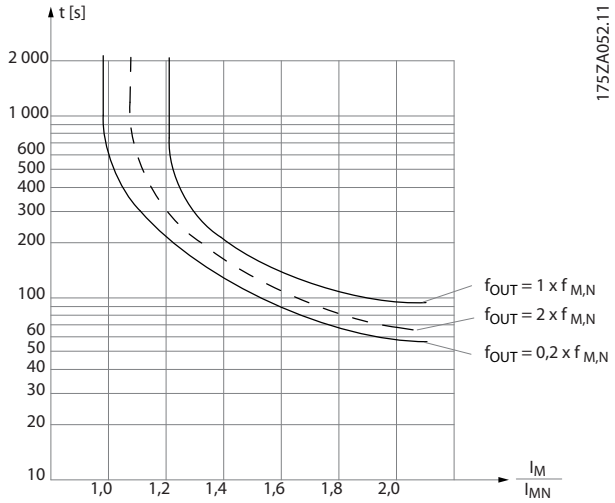


Illustration 3.22 Caractéristiques du relais thermique électronique

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 déclenche un arrêt. Ces courbes montrent la 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.

3.5.8 Contacteur de sortie

Même s'il ne s'agit pas d'une pratique conseillée, le fonctionnement d'un contacteur de sortie entre le moteur et le variateur de fréquence ne risque pas d'endommager le variateur de fréquence. La fermeture d'un contacteur de sortie préalablement ouvert peut connecter le variateur de fréquence en marche à un moteur arrêté. Cela peut entraîner le déclenchement du variateur de fréquence et l'affichage d'un défaut par ce dernier.

3.5.9 Efficacité énergétique

Rendement du variateur de fréquence
La charge du variateur de fréquence a peu d'influence sur son rendement.

Cela signifie aussi que le rendement du variateur de fréquence n'est pas modifié en choisissant d'autres caractéristiques U/f. Ces dernières affectent cependant le rendement du moteur.

Le rendement baisse un peu lorsque la fréquence de commutation est réglée sur une valeur supérieure à 5 kHz. Le rendement baisse également un peu lorsque le câble moteur dépasse 30 m.

Calcul du rendement
Calculer le rendement du variateur de fréquence à différentes charges selon l'*Illustration 3.23*. Multiplier le facteur de ce graphique par le facteur de rendement spécifique répertorié au *chapitre 7.1 Données électriques*.

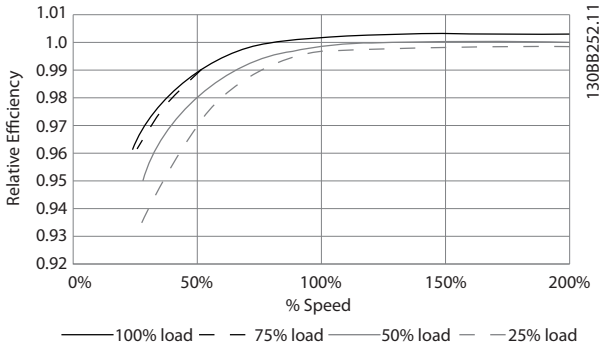


Illustration 3.23 Courbes de rendement typique

Exemple : prenons comme hypothèse un variateur de fréquence 55 kW, 380-480 V CA avec une charge de 25 %, à 50 % de sa vitesse. Le graphique montre 0,97 ; le rendement nominal pour le variateur 55 kW est de 0,98. Le rendement réel est donc : 0,97 x 0,98 = 0,95.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

Efficacité du moteur
Le rendement d'un moteur raccordé à un variateur de fréquence est lié au niveau de magnétisation. Le rendement du moteur dépend de son type.

- Dans la plage de 75 à 100 % du couple nominal, le rendement du moteur est pratiquement constant dans les deux cas d'exploitation avec le variateur de fréquence et avec l'alimentation directe par le secteur.
- L'influence de la caractéristique tension/fréquence sur les petits moteurs est marginale, mais avec des moteurs de 11 kW et plus, les avantages sur le rendement sont significatifs.
- La fréquence de commutation n'affecte pas le rendement des petits moteurs. Les moteurs de 11 kW et plus ont un rendement augmenté de 1 à 2 %. Le rendement est amélioré puisque la sinusoïde du courant du moteur est presque parfaite à fréquence de commutation élevée.

Rendement du système
Pour calculer le rendement du système, multiplier le rendement du variateur de fréquence par le rendement du moteur.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

3.6 Entrées et sorties supplémentaires

3.6.1 Schéma de câblage

Lorsqu'elles sont câblées et correctement programmées, les bornes de commande fournissent :

- un retour, une référence et d'autres signaux d'entrée au variateur de fréquence.
- l'état de sortie et les conditions de panne du variateur de fréquence.
- des relais pour exploiter l'équipement auxiliaire.
- une interface de communication série.
- 24 V communs.

Les bornes de commande sont programmables pour plusieurs fonctions en sélectionnant des options de paramètres via le panneau de commande local (LCP) à l'avant de l'unité ou de sources externes. La plupart des câbles de commande sont fournis par le client, sauf mention contraire spécifiée dans la commande passée en usine.

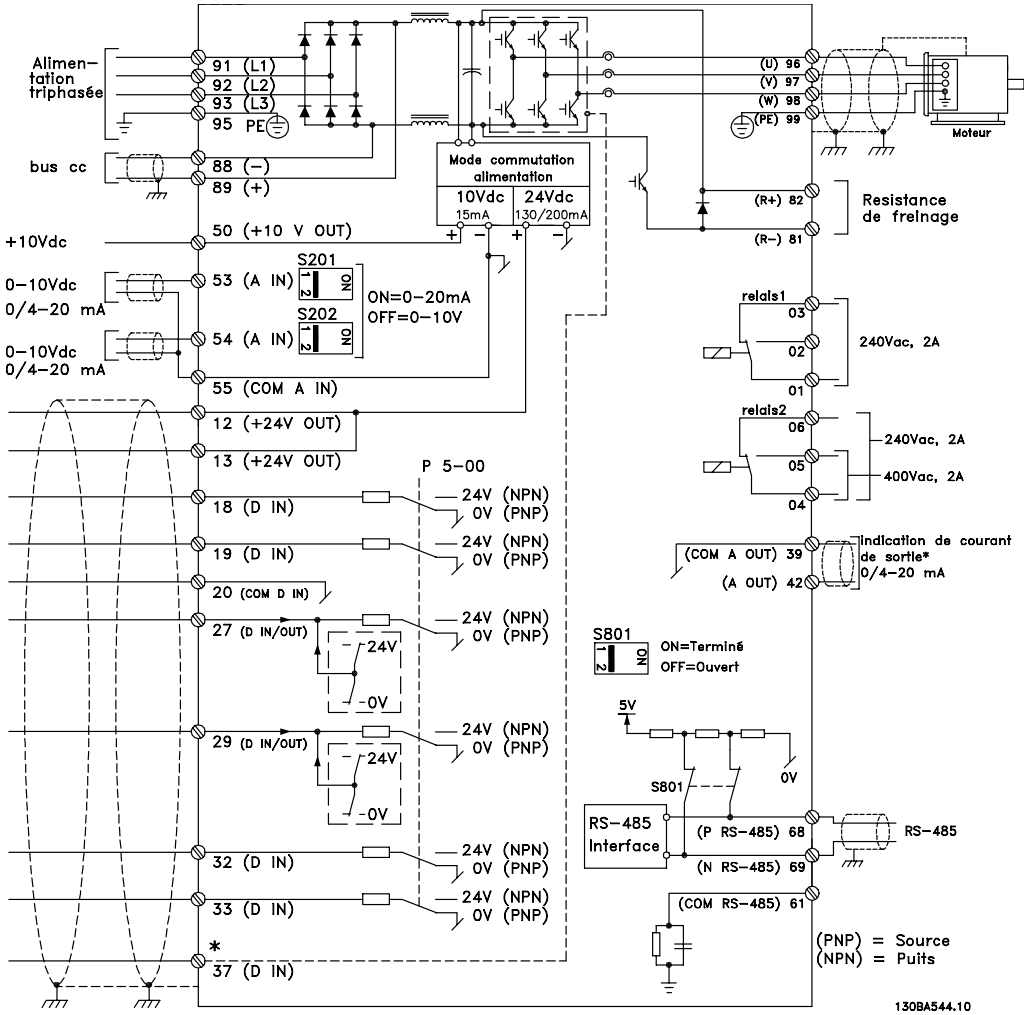


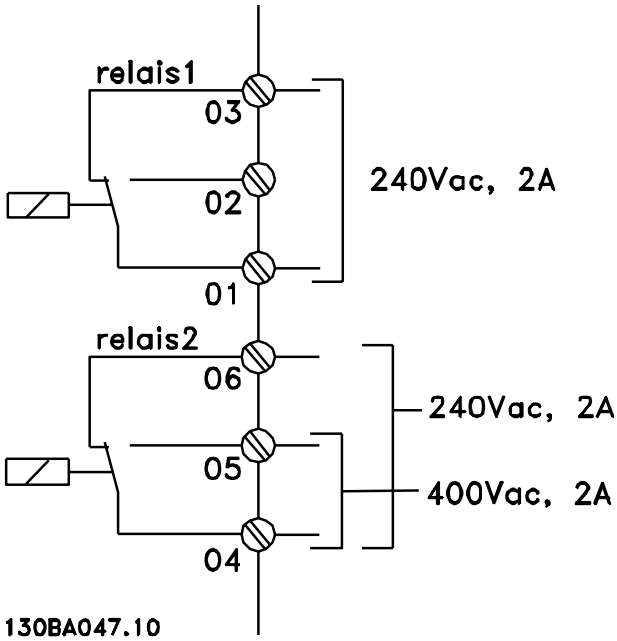
Illustration 3.24 Schéma de câblage de base

A = analogique, D = digitale

*La borne 37 (en option) est utilisée pour la fonction STO. Pour les instructions d'installation de la fonction STO, se reporter au *Manuel d'utilisation de la fonction Safe Torque Off des variateurs de fréquence VLT®*.

**Ne pas connecter le blindage.

3.6.2 Raccordements de relais



Relais	Borne[1)]	Description
1	1	Commune
	2	Normalement ouvert 240 V maximum
	3	Normalement fermé 240 V maximum
2	4	Commune
	5	Normalement fermé 240 V maximum
	6	Normalement fermé 240 V maximum
1	01–02	Établissement (normalement ouverte)
	01–03	Interruption (normalement fermé)
2	04–05	Établissement (normalement ouverte)
	04–06	Interruption (normalement fermé)

Illustration 3.25 Sorties de relais 1 et 2, tensions maximales

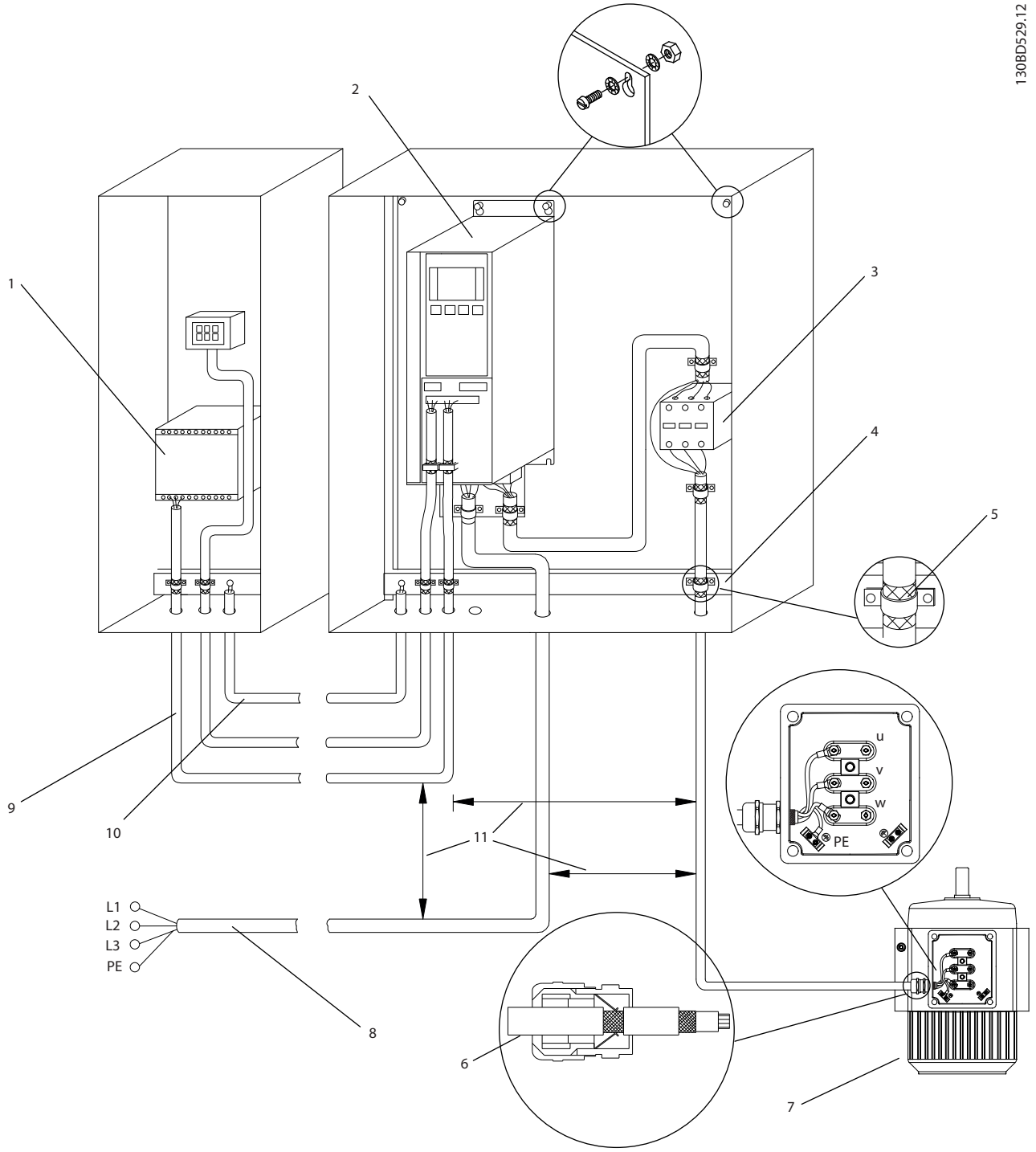
1) Pour ajouter d'autres sorties relais, installer le module d'option de relais VLT® MCB 105 ou VLT® MCB 113.

Pour plus d'informations concernant les relais, se reporter au *chapitre 7 Spécifications* et au *chapitre 8.3 Schémas des bornes relais*.

Pour plus d'informations concernant les options de relais, se reporter au *chapitre 3.8 Options et accessoires*.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

3.6.3 Raccordement électrique conforme aux critères CEM



1	PLC	7	Moteur, triphasé et terre de protection (blindé)
2	Variateur de fréquence	8	Secteur, triphasé et terre de protection renforcée (non blindé)
3	Contacteur de sortie	9	Câblage de commande (blindé)
4	Étrier de serrage	10	Fil d'égalisation de potentiel minimum 16 mm^2 (0,025 po)
5	Isolation de câble (dénudé)	11	Espace entre le câble de commande, le câble moteur et le câble secteur : minimum 200 mm
6	Presse-étoupe		

Illustration 3.26 Raccordement électrique conforme CEM

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

Pour plus d'informations sur la CEM, voir le *chapitre 2.5.18 Conformité CEM* et le *chapitre 3.2 Protection CEM, contre les harmoniques et contre les fuites à la terre*.

AVIS!

INTERFÉRENCES CEM

Utiliser des câbles blindés pour le câblage de commande et du moteur, et des câbles séparés pour le câblage de commande, d'alimentation et du moteur. Toute mauvaise isolation des câblages de l'alimentation, du moteur et de commande risque de provoquer une baisse de la performance ou un comportement inattendu. Au moins 200 mm (7,9 po) d'espace entre les câbles d'alimentation, du moteur et de commande sont nécessaires.

3.7 Planification mécanique

3.7.1 Dégagement

Une installation côte à côte convient à toutes les tailles de protection, sauf lorsqu'un kit de protection IP21/IP4X/ TYPE 1 est utilisé (voir le *chapitre 3.8 Options et accessoires*).

Dégagement horizontal, IP20

Tous les châssis de tailles IP20 A et B permettent l'installation côte à côte sans dégagement. L'ordre de montage est toutefois important. L'*Illustration 3.27* montre comment procéder à un montage correct.

REMARQUE

Pour les protections A2 et A3, veiller à un dégagement de 40 mm minimum entre les variateurs de fréquence.

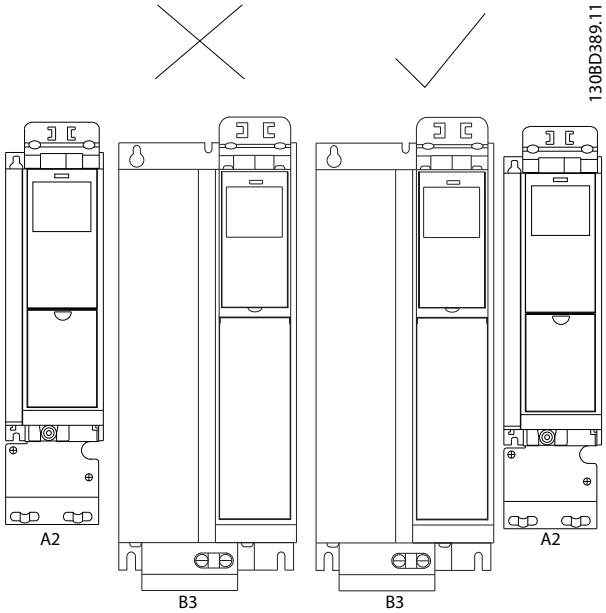


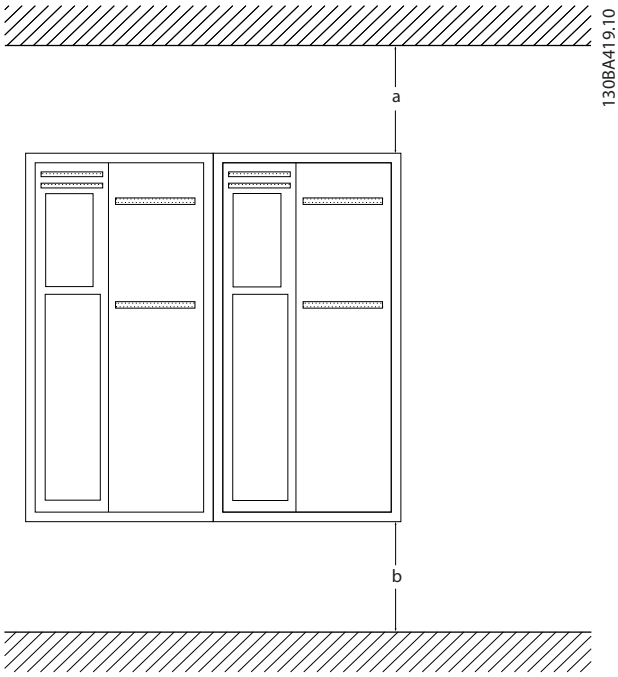
Illustration 3.27 Montage côte à côte correct sans dégagement

Dégagement horizontal, kit de protection IP21

Lorsque le kit de protection IP21 est utilisé sur une protection de type A2 ou A3, l'espace entre les variateurs de fréquence doit être de 50 mm minimum.

Dégagement vertical

Pour des conditions de refroidissement optimales, il convient de veiller à ce que l'air circule librement au-dessus et en dessous du variateur de fréquence. Voir l'*Illustration 3.28*.



Taille de protection	A2/A3/A4/ A5/B1	B2/B3/B4/ C1/C3	C2/C4
a [mm]	100	200	225
b [mm]	100	200	225

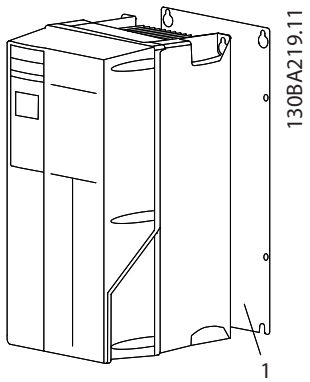
Illustration 3.28 Dégagement vertical

3.7.2 Montage mural

Pour un montage sur un mur plat, aucune plaque arrière n'est nécessaire.

Lors d'un montage sur un mur irrégulier, utiliser une plaque arrière pour garantir un air de refroidissement suffisant au-dessus du dissipateur de chaleur. Utiliser la plaque arrière avec des protections A4, A5, B1, B2, C1 et C2 uniquement.

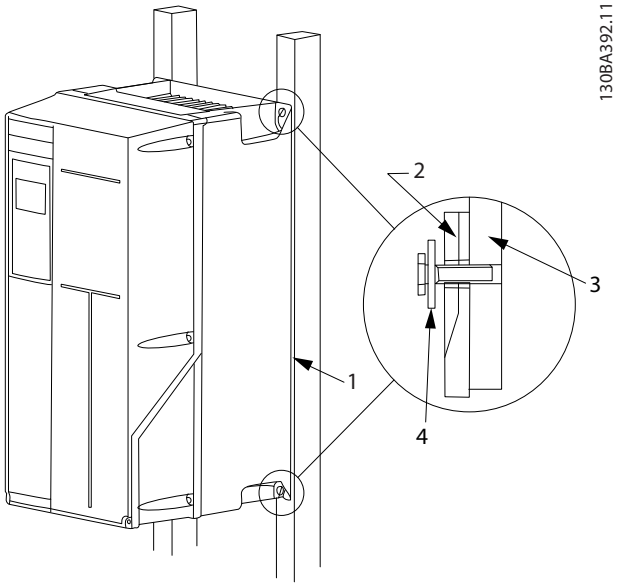
 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.



1	Plaque arrière

Illustration 3.29 Montage avec plaque arrière

Pour des variateurs de fréquence avec une protection nominale IP66, utiliser une rondelle en nylon pour protéger le revêtement époxy.



1	Plaque arrière
2	Variateur de fréquence avec protection IP66
3	Plaque arrière
4	Rondelle en fibre

Illustration 3.30 Montage avec plaque arrière pour protection nominale IP66

3.7.3 Accès

Pour planifier l'accessibilité des câbles avant le montage, consulter les dessins au *chapitre 8.1 Schémas de raccordement au secteur* et au *chapitre 8.2 Schéma de raccordement du moteur*.

3.8 Options et accessoires

Options

Pour les références, consulter le *chapitre 6 Code de type et sélection*.

Blindage secteur

- Une plaque de protection Lexan® est montée devant les bornes et barres de puissance pour prévenir tout contact accidentel lorsque la porte de l'armoire est ouverte.

Filtres RFI

- Le variateur comporte en standard des filtres RFI classe A2 intégrés. Si des niveaux supplémentaires de protection RFI/CEM sont requis, ils peuvent être obtenus en utilisant des filtres RFI classe A1 qui assurent la suppression des interférences aux fréquences radio électriques et des rayonnements électromagnétiques conformément à la norme EN 55011.

Relais de protection différentielle (RCD)

Utilise la méthode d'équilibrage des noyaux pour surveiller les courants de défaut à la terre des systèmes mis à la terre et des systèmes à haute résistance vers la terre (systèmes TN et TT dans la terminologie CEI). Il existe un pré-avertissement (50 % de la consigne d'alarme principale) et une consigne d'alarme principale. Un relais d'alarme SPDT est associé à chaque consigne pour un usage externe, ce qui nécessite un transformateur de courant *à fenêtre* externe (fourni et installé par le client).

- Intégré au circuit de Safe Torque Off du variateur de fréquence.
- Le dispositif CEI 60755 de type B contrôle les courants de défaut à la terre CC à impulsions et CC purs.
- Indicateur à barres LED du niveau de courant de défaut à la terre, compris entre 10 et 100 % de la consigne.
- Mémoire des pannes.
- Touche TEST/RESET.

IRM (dispositif de surveillance de la résistance d'isolation)

Surveille la résistance d'isolation des systèmes non reliés à la terre (systèmes IT selon la terminologie CEI) entre les conducteurs de phase du système et la terre. Il existe un pré-avertissement ohmique et une consigne d'alarme principale pour le niveau d'isolation. Un relais d'alarme unipolaire bidirectionnel est associé à chaque consigne pour une utilisation externe.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

AVIS!

Il est possible de connecter un seul dispositif de surveillance de la résistance d'isolation à chaque système non relié à la terre (IT).

- Intégré au circuit de Safe Torque Off du variateur de fréquence.
- Affichage LCD de la résistance d'isolation.
- Mémoire des pannes.
- Touches INFO, TEST et RESET.

Fusibles

- Des fusibles sont recommandés pour assurer une protection à action rapide du variateur de fréquence contre les surcharges du courant. La protection par fusibles limite les dégâts sur le variateur et minimise le temps d'intervention en cas de panne. Les fusibles sont nécessaires pour répondre à la certification maritime.

Sectionneur

- Une poignée montée sur la porte permet d'actionner manuellement le sectionneur secteur pour activer et désactiver l'alimentation du variateur de fréquence, renforçant la sécurité lors de l'entretien. Le sectionneur est indissociable des portes de l'armoire pour éviter qu'elles ne soient ouvertes alors que l'alimentation n'est pas déconnectée.

Disjoncteurs

- Un disjoncteur peut être déclenché à distance mais il doit être réinitialisé manuellement. Les disjoncteurs sont indissociables des portes de l'armoire pour éviter qu'elles ne soient ouvertes alors que l'alimentation n'est pas déconnectée. Lorsqu'un disjoncteur est commandé en option, des fusibles sont également inclus pour assurer une protection à action rapide du variateur de fréquence contre les surcharges du courant.

Contacteurs

- Un interrupteur à contact contrôlé électroniquement assure l'activation et la désactivation à distance de l'alimentation du variateur de fréquence. Un contact auxiliaire sur le contacteur est surveillé par la sécurité Pilz si l'option d'arrêt d'urgence CEI est demandée.

Démarreurs manuels

Ils fournissent une alimentation triphasée pour les ventilateurs de refroidissement électriques souvent requis pour les gros moteurs. L'alimentation des démarreurs est fournie côté charge de tout contacteur, disjoncteur ou sectionneur fourni et du côté de l'entrée du filtre RFI classe 1 (en option). Elle comporte un fusible pour chaque démarreur de moteur et est coupée lorsque le variateur de fréquence est hors tension. Deux démarreurs maximum sont autorisés (un seul si un circuit protégé par fusible 30 A est commandé). Les démarreurs de moteur sont intégrés au circuit Safe Torque Off du variateur de fréquence.

Fonctions de l'unité :

- Interrupteur marche-arrêt.
- Protection contre les court-circuits et les surcharges avec fonction de test.
- Mode de reset manuel.

Bornes protégées par fusible 30 A

- Alimentation triphasée correspondant à la tension secteur en entrée pour l'alimentation des équipements auxiliaires du client.
- Non disponibles si 2 démarreurs manuels sont sélectionnés.
- Les bornes sont désactivées lorsque le variateur de fréquence est hors tension.
- L'alimentation des bornes protégées par fusible est fournie côté charge de tout contacteur, disjoncteur ou sectionneur fourni et côté entrée du filtre RFI classe 1 (en option).

Alimentation 24 V CC

- 5 A, 120 W, 24 V CC.
- Protégée contre les surintensités, surcharges, courts-circuits et surtempératures.
- Pour alimenter les dispositifs fournis par le client tels que des capteurs, E/S PLC, contacteurs, sondes de température, témoins lumineux ou tout autre matériel électronique.
- Les diagnostics comprennent un contact CC-ok sec, une LED CC-ok verte et une LED surcharge rouge.

Surveillance de la température extérieure

- Conçue pour surveiller les températures des composants du système externes tels que bobinages ou paliers du moteur. Inclut 8 modules d'entrées universelles plus 2 modules d'entrées de thermistance dédiées. Les dix modules sont tous intégrés au circuit STO et peuvent être surveillés via un réseau de bus de terrain (nécessite l'acquisition d'un coupleur module/bus séparé). Commander une option de frein STO pour sélectionner la surveillance de la température extérieure.

Communication série

VLT® PROFIBUS DP-V1 MCA 101

- PROFIBUS DP V1 offre un haut niveau de disponibilité et de compatibilité, un support pour tous les principaux fournisseurs de PLC, compatible avec les versions futures.
- Communication rapide et efficace, installation transparente, diagnostic avancé ainsi que

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

paramétrage et autoconfiguration des données de process via des fichiers GSD.

- Paramétrage acyclique à l'aide de PROFIBUS DP V1, PROFIdrive ou des automates finis profil FC Danfoss, PROFIBUS DP V1, maître de classes 1 et 2.
- Références :
  - 130B1100 non tropicalisé.
  - 130B1200 tropicalisé (classe G3/ISA S71.04-1985).

VLT® LonWorks pour ADAP-KOOL® MCA 107

- Échange continu de messages entre plusieurs processeurs
- Permet une communication directe entre des dispositifs réseau séparés

VLT® PROFINET MCA 120

L'option PROFINET offre une connectivité aux réseaux PROFINET via le protocole PROFINET. L'option est capable de gérer une connexion simple avec un intervalle de connexion réel jusqu'à 1 ms dans les deux sens.

- Serveur Web intégré pour un diagnostic à distance et une lecture des paramètres de base du variateur de fréquence.
- Si certains avertissements ou alarmes sont émis ou sont résolus de nouveau, une notification par e-mail peut être configurée pour envoyer un e-mail à un ou plusieurs destinataires.
- TCP/IP pour un accès facile aux données de configuration du variateur de fréquence depuis le Logiciel de programmation MCT 10.
- Fichier FTP (protocole de transfert de fichier) chargé et téléchargé.
- Support de DCP (protocole de découverte et de configuration).

Autres options

VLT® General Purpose I/O MCB 101

L'option d'E/S offre un large éventail d'entrées et de sorties de commande.

- 3 entrées digitales 0-24 V : logique 0 < 5 V ; Logique 1 > 10 V.
- 2 entrées analogiques 0-10 V résolution 10 bits plus signe.
- 2 sorties digitales NPN/PNP push-pull.
- 1 sortie analogique 0/4-20 mA.
- Raccord à ressort.
- Réglage des paramètres séparés.
- Références :
  - 130B1125 non tropicalisé.
  - 130B1212 tropicalisé (classe G3/ISA S71.04-1985).

VLT® Relay Option MCB 105

Permet d'étendre les fonctions relais avec 3 sorties relais supplémentaires.

- Charge max. sur les bornes : charge résistive CA-1 : 240 V CA, 2 A, CA-15.
- Charge inductive à cos φ 0,4 : 240 V CA, 0,2 A, CC-1.
- Charge résistive : 24 V CC, 1 A, CC-13.
- Charge inductive : à cos φ 0,4 : 24 V CC, 0,1 A.
- Charge min. sur les bornes : CC 5 V : 10 mA.
- Vitesse de commutation max. à charge nominale/charge min. : 6 min-1/20 s-1.
- Références :
  - 130B1110 non tropicalisé.
  - 130B1210 tropicalisé (classe G3/ISA S71.04-1985).

VLT® Analog I/O Option MCB 109

Cette option E/S analogique convient facilement au variateur de fréquence pour une mise à niveau du rendement avancé et un contrôle via les entrées/sorties supplémentaires. Cette option actualise le variateur de fréquence avec une alimentation de secours sur batterie pour l'horloge intégrée au variateur de fréquence. Cela permet une utilisation stable de toutes les fonctions d'horloge du variateur de fréquence, comme des actions temporisées.

- 3 entrées analogiques, chacune étant configurable comme entrée de tension et de température.
- Connexion de signaux analogiques 0-10 V mais aussi d'entrées de température PT1000 et NI1000.
- 3 sorties analogiques configurables individuellement comme sorties 0-10 V.
- Alimentation de sauvegarde incluse pour la fonction d'horloge standard dans le variateur de fréquence. La batterie de secours dure généralement 10 ans selon l'environnement.
- Références :
  - 130B1143 non tropicalisé
  - 130B1243 tropicalisé (classe G3/ISA S71.04-1985).

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

VLT® Extended Relay Card MCB 113
La carte Extended Relay Card MCB 113 ajoute des entrées/sorties au variateur de fréquence pour une plus grande flexibilité.

- 7 entrées digitales.
- 2 sorties analogiques.
- 4 relais unipolaires bidirectionnels.
- Conforme aux recommandations NAMUR.
- Capacité d'isolation galvanique.
- Références :
  - 130B1164 non tropicalisé.
  - 130B1264 tropicalisé.

VLT® 24 V DC Supply Option MCB 107
L'option est utilisée pour raccorder une alimentation CC externe afin de maintenir la section de commande et toute option installée en direct pendant une panne d'alimentation.

- Plage tension d'entrée : 24 V CC ±15 % (37 V maximum en 10 s).
- Courant d'entrée maximal : 2,2 A.
- Longueur de câble max. : 75 m.
- Charge capacitive d'entrée : < 10 uF.
- Retard mise sous tension : < 0,6 s.
- Facile à installer sur les variateurs de fréquence de machines existantes.
- Maintient la carte de commande et les options actives en cas de coupures de courant.
- Maintient les bus de terrain actifs en cas de coupures de courant.
- Références :
  - 130B1108 non tropicalisé.
  - 130B1208 tropicalisé (classe G3/ISA S71.04-1985).

3.8.1 Options de communication

- VLT® PROFIBUS DP-V1 MCA 101
- VLT® AK-LonWorks MCA 107
- VLT® PROFINET MCA 120

Pour plus d'informations, se reporter au *chapitre 7 Spécifications*.

3.8.2 Options entrée/sortie, signal de retour et sécurité

- VLT® General Purpose I/O Module MCB 101
- VLT® Relay Card MCB 105
- VLT® Extended Relay Card MCB 113

Pour plus d'informations, se reporter au *chapitre 7 Spécifications*.

3.8.3 Filtres sinus

Lorsqu'un moteur est contrôlé par un variateur de fréquence, il émet un bruit de résonance. Ce bruit, dû à la construction du moteur, se produit à chaque commutation de l'onduleur du variateur de fréquence. La fréquence du bruit des résonances correspond ainsi à la fréquence de commutation du variateur de fréquence.

Danfoss peut proposer un filtre sinus qui atténue le bruit acoustique du moteur.

Le filtre réduit le temps de rampe d'accélération de la tension, la tension de charge de pointe U_{PIC} et le courant d'ondulation ΔI vers le moteur, ce qui signifie que le courant et la tension deviennent quasiment sinusoïdaux. Le bruit acoustique du moteur est ainsi réduit au strict minimum.

Le courant d'ondulation des bobines du filtre sinus génère aussi un certain bruit. Remédier au problème en intégrant le filtre dans une armoire ou une installation similaire.

3.8.4 Filtres dU/dt

Danfoss fournit des filtres dU/dt qui sont des filtres passe-bas à mode différentiel qui réduisent les pics de tensions entre phases de la borne du moteur et diminuent le temps de montée jusqu'à un niveau qui réduit la contrainte sur l'isolation des bobinages du moteur. Ce problème est particulièrement important pour les câbles courts du moteur.

Comparés aux filtres sinus (voir le *chapitre 3.8.3 Filtres sinus*), les filtres dU/dt comportent une fréquence d'arrêt supérieure à la fréquence de commutation.

3.8.5 Filtres harmoniques

Les filtres VLT® Advanced Harmonic Filter AHF 005 et AHF 010 sont des filtres harmoniques avancés, sans comparaison possible avec les filtres électroniques harmoniques traditionnels. Les filtres harmoniques Danfoss

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

ont été spécialement conçus pour s'adapter aux variateurs de fréquence Danfoss.

En raccordant les filtres harmoniques Danfoss AHF 005 ou AHF 010 face à un variateur de fréquence Danfoss, la distorsion de courant harmonique renvoyée vers le secteur est réduite à 5 % et 10 %.

3

3.8.6 Kit de protection IP21/NEMA Type 1

IP20/IP4X top/NEMA TYPE 1 est une protection optionnelle disponible pour les appareils compacts IP20.
En cas d'utilisation du kit de protection, l'unité IP20 est améliorée de manière à respecter la protection IP21/4X top/TYPE 1.

La protection IP4X top peut s'appliquer à toutes les variantes FC 103 IP20 standard.

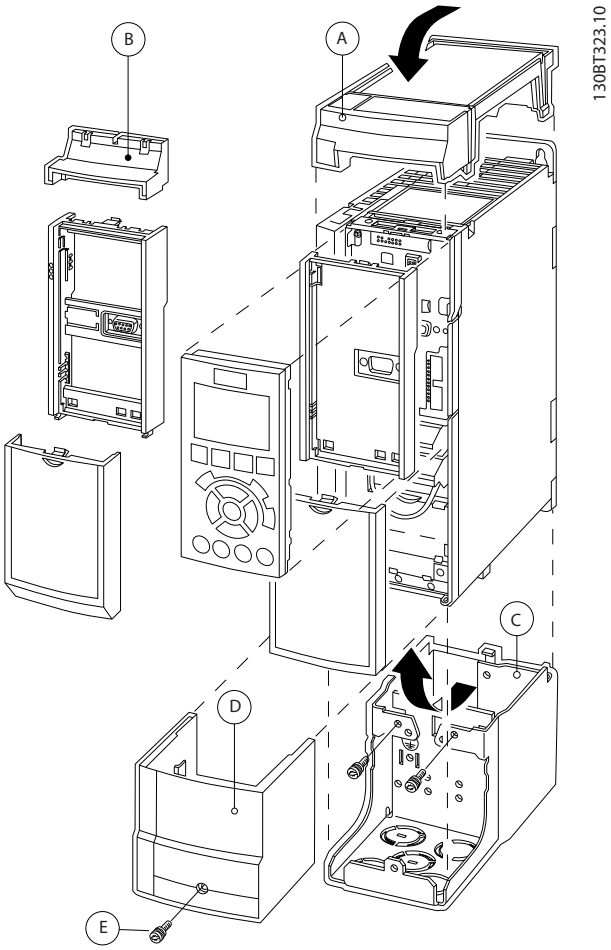
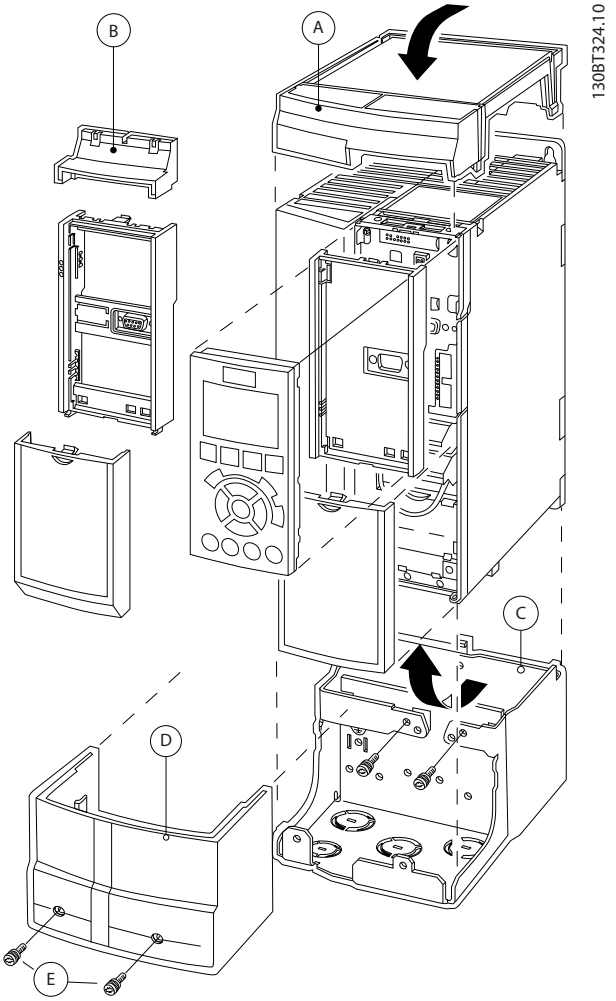


Illustration 3.31 Protection de taille A2



A	Couvercle supérieur
B	Bord
C	Base
D	Couvercle inférieur
E	Vis

Illustration 3.32 Protection de taille A3

1. Placer le couvercle supérieur comme illustré. Si une option A ou B est utilisée, le bord doit recouvrir l'entrée supérieure.
2. Placer la base C au bas du variateur de fréquence.
3. Utiliser les brides présentes dans le sac d'accessoires pour attacher correctement les câbles.

Orifices pour presse-étoupes :

- Taille A2 : 2 x M25 et 3 x M32.
- Taille A3 : 3 x M25 et 3 x M32.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

Type de protection	Hauteur A [mm]	Largeur B [mm]	Profondeur C[1)] [mm]
A2	372	90	205
A3	372	130	205
B3	475	165	249
B4	670	255	246
C3	755	329	337
C4	950	391	337

Tableau 3.17 Dimensions

1) Si l'option A/B est utilisée, la profondeur augmente (voir le chapitre 7.9 Dimensionnements puissance, poids et dimensions pour plus de détails).

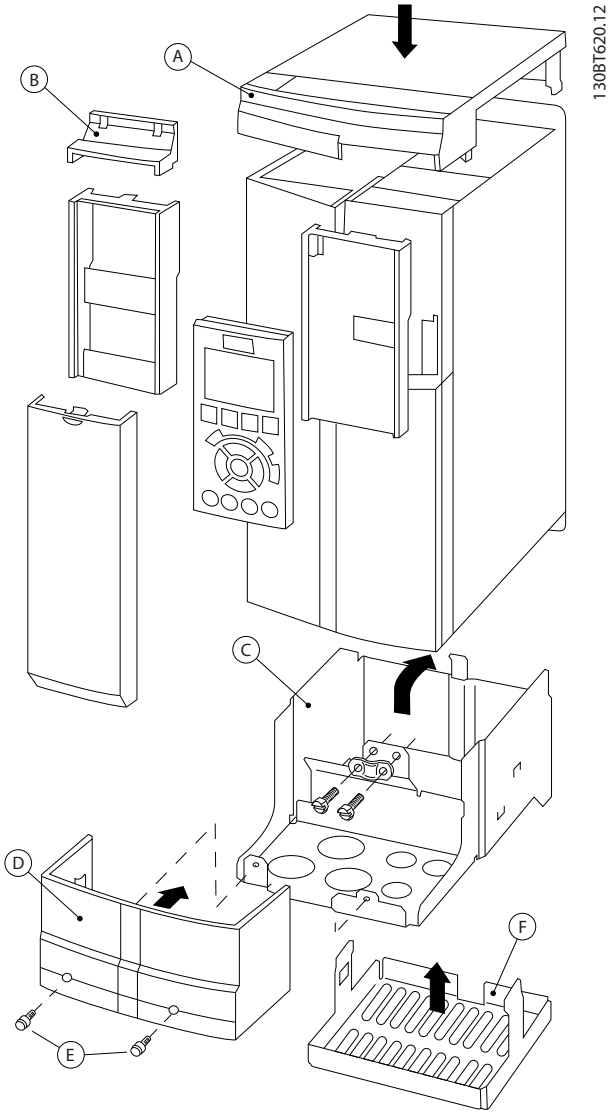


Illustration 3.33 Protection de taille B3

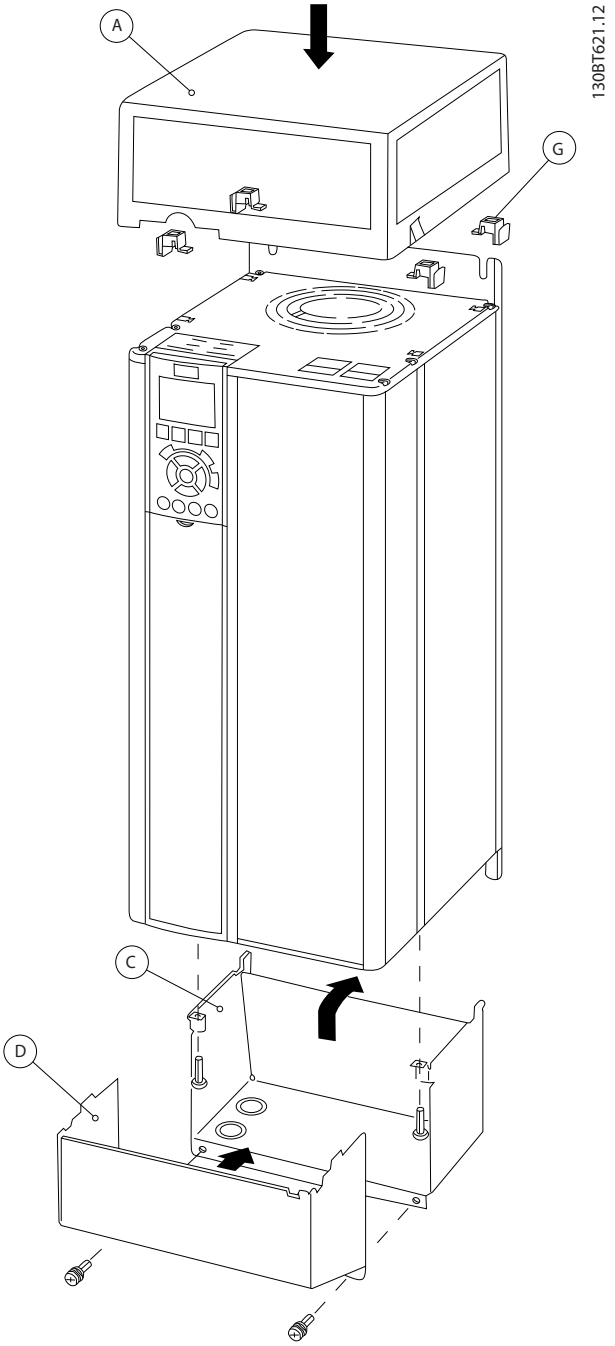


Illustration 3.34 Protections de tailles B4, C3 et C4

A	Couvercle supérieur
B	Bord
C	Base
D	Couvercle inférieur
E	Vis
F	Protection du ventilateur
G	Fixation supérieure

Tableau 3.18 Légende de l'*Illustration 3.33* et de l'*Illustration 3.34*

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

Lorsqu'un module d'option A et/ou B est utilisé, le bord (B) doit être fixé sur le couvercle supérieur (A).

AVIS!

Le montage côte à côte n'est pas possible lorsque l'on utilise le Kit de protection IP21/IP4X/TYPE 1.

3.8.7 Filtres en mode commun

Les noyaux hautes fréquences en mode commun (noyaux HF-CM) réduisent les interférences électromagnétiques et éliminent les dommages dus aux décharges électriques. Ce sont des noyaux magnétiques spécifiques nanocristallins qui présentent une performance de filtrage supérieure par rapport aux noyaux de ferrite courants. Le noyau HF-CM agit comme un inducteur en mode commun entre les phases et la terre.

Installés autour des 3 phases du moteur (U, V, W), ils réduisent les courants en mode commun haute fréquence. Ainsi, l'interférence électromagnétique haute fréquence provenant du câble du moteur s'en trouve réduite.

Le nombre de noyaux nécessaire dépend de la longueur du câble du moteur et de la tension du variateur de fréquence. Chaque kit contient 2 noyaux. Consulter le *Tableau 3.19* pour déterminer le nombre de noyaux nécessaire.

Longueur de câble[1)]	Taille de protection				
[m]	A et B		C		D
	T2/T4	T7	T2/T4	T7	T7
50	2	4	2	2	4
100	4	4	2	4	4
150	4	6	4	4	4
300	4	6	4	4	6

Tableau 3.19 Nombre de noyaux

1) Lorsque des câbles plus longs sont nécessaires, empiler plusieurs noyaux HF-CM.

Installer les noyaux HF-CM en faisant passer les 3 câbles phases moteur (U, V, W) dans chaque noyau, comme indiqué sur l'*Illustration 3.35*.

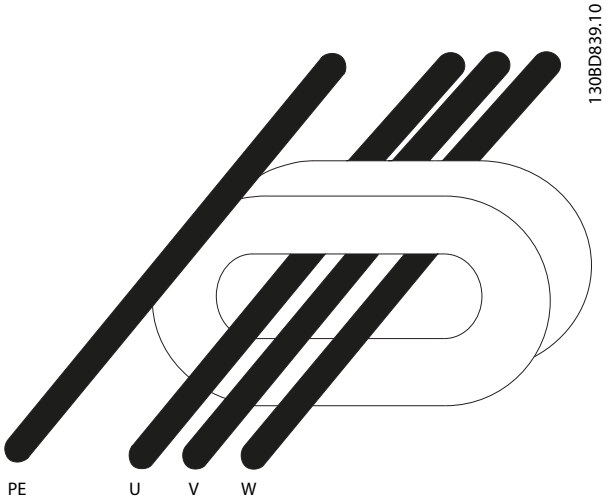


Illustration 3.35 Noyau HF-CM avec phases moteur

3.8.8 Kit de montage externe pour LCP

Le LCP peut être déplacé vers l'avant d'une protection à l'aide du kit de montage externe. Serrer les vis de fixation à un couple de 1 Nm maximum.

La protection du LCP est IP66.

Protection	avant, IP66
Longueur de câble max. entre le LCP et l'unité	3 m
Communication standard	RS485

Tableau 3.20 Caractéristiques techniques

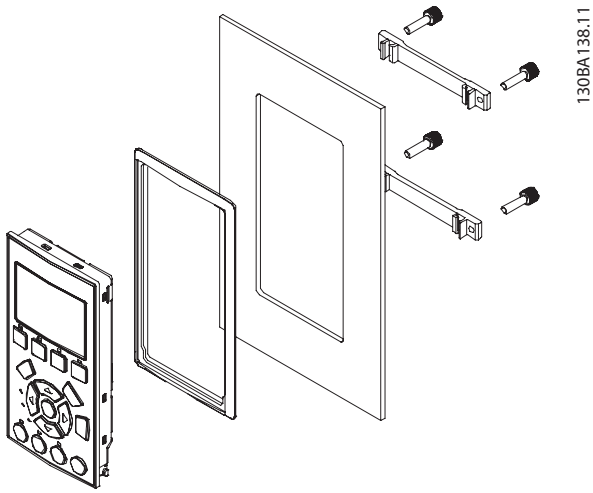


Illustration 3.36 Kit LCP comprenant LCP graphique, fixations, câble de 3 m et joint Référence 130B1113

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

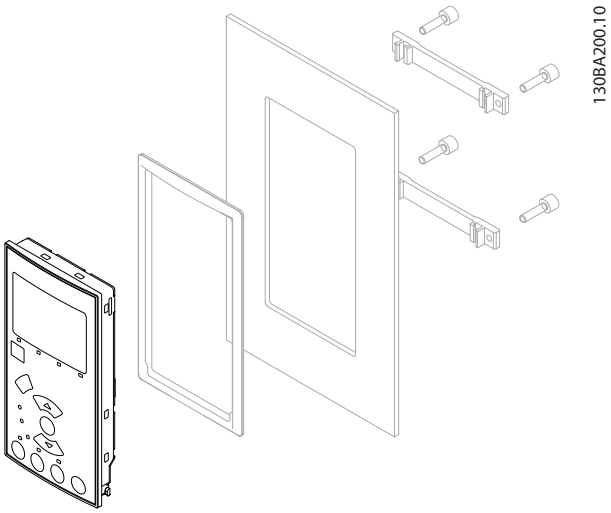


Illustration 3.37 Kit LCP comprenant LCP numérique, fixations et joint Référence 130B1114

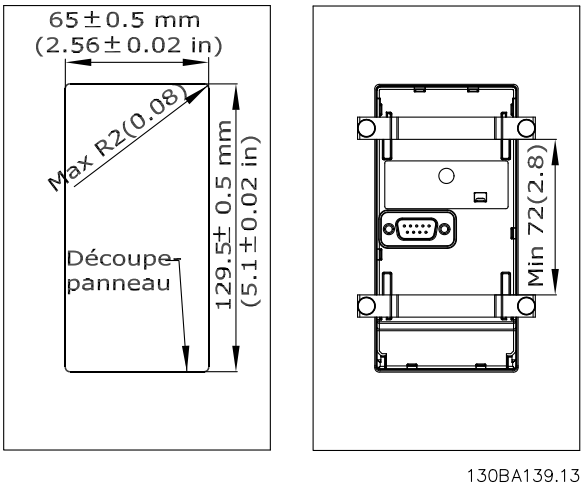


Illustration 3.38 Dimensions du kit LCP

3.8.9 Support de fixation pour tailles de protection A5, B1, B2, C1 et C2

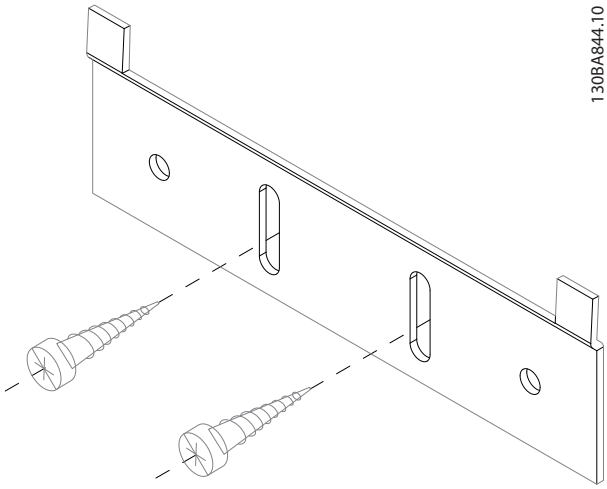


Illustration 3.39 Support inférieur

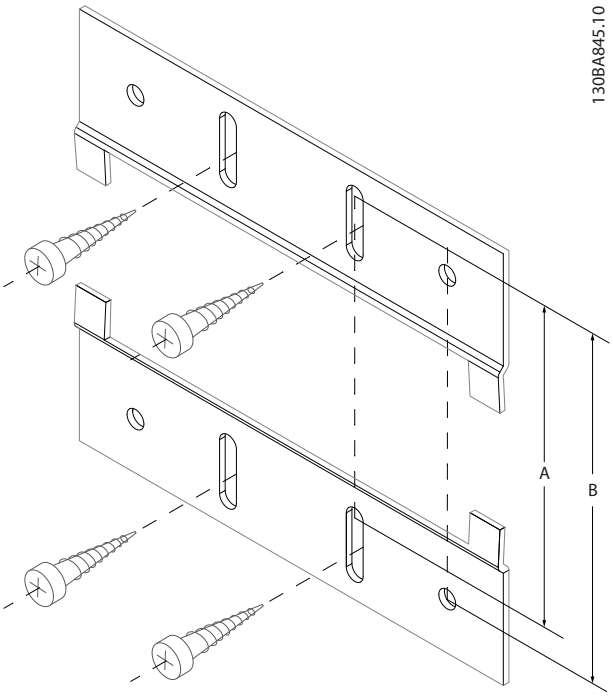


Illustration 3.40 Support supérieur

Voir les dimensions dans le *Tableau 3.21*.

Taille de protection	IP	A [mm]	B [mm]	Référence
A5	55/66	480	495	130B1080
B1	21/55/66	535	550	130B1081
B2	21/55/66	705	720	130B1082
B3	21/55/66	730	745	130B1083
B4	21/55/66	820	835	130B1084

Tableau 3.21 Détails des supports de montage

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

3

3.9 Interface série RS485

3.9.1 Vue d'ensemble

RS485 est une interface de bus à deux fils compatible avec une topologie de réseau multipoints. Les nœuds peuvent être connectés en tant que bus ou via des câbles de dérivation depuis un tronçon de ligne commun. Un total de 32 nœuds peuvent être connectés à 1 segment de réseau.
Les répéteurs divisent les segments de réseaux (voir l'*Illustration 3.41*).

AVIS!

Chaque répéteur fonctionne comme un nœud au sein du segment sur lequel il est installé. Chaque nœud connecté au sein d'un réseau donné doit disposer d'une adresse de nœud unique pour tous les segments.

Terminer chaque segment aux deux extrémités, à l'aide du commutateur de terminaison (S801) du variateur de fréquence ou d'un réseau de résistances de terminaison polarisé. Utiliser toujours un câble blindé à paire torsadée (STP) pour le câblage du bus et suivre les règles habituelles en matière d'installation.

Il est important de disposer d'une mise à la terre de faible impédance du blindage à chaque nœud, y compris à hautes fréquences. Relier alors une grande surface du blindage à la terre, par exemple à l'aide d'un étrier de serrage ou d'un presse-étoupe conducteur. Il peut être nécessaire d'appliquer des câbles d'égalisation de potentiel pour maintenir le même potentiel de terre dans tout le réseau, en particulier dans les installations comportant des câbles longs.
Pour éviter toute disparité d'impédance, utiliser toujours le même type de câble dans l'ensemble du réseau. Lors du raccordement d'un moteur au variateur de fréquence, utiliser toujours un câble de moteur blindé.

Câble	Paire torsadée blindée (STP)
Impédance [Ω]	120
Longueur de câble [m]	1200 max. (y compris les câbles de dérivation) 500 max. de poste à poste

Tableau 3.22 Spécifications du câble

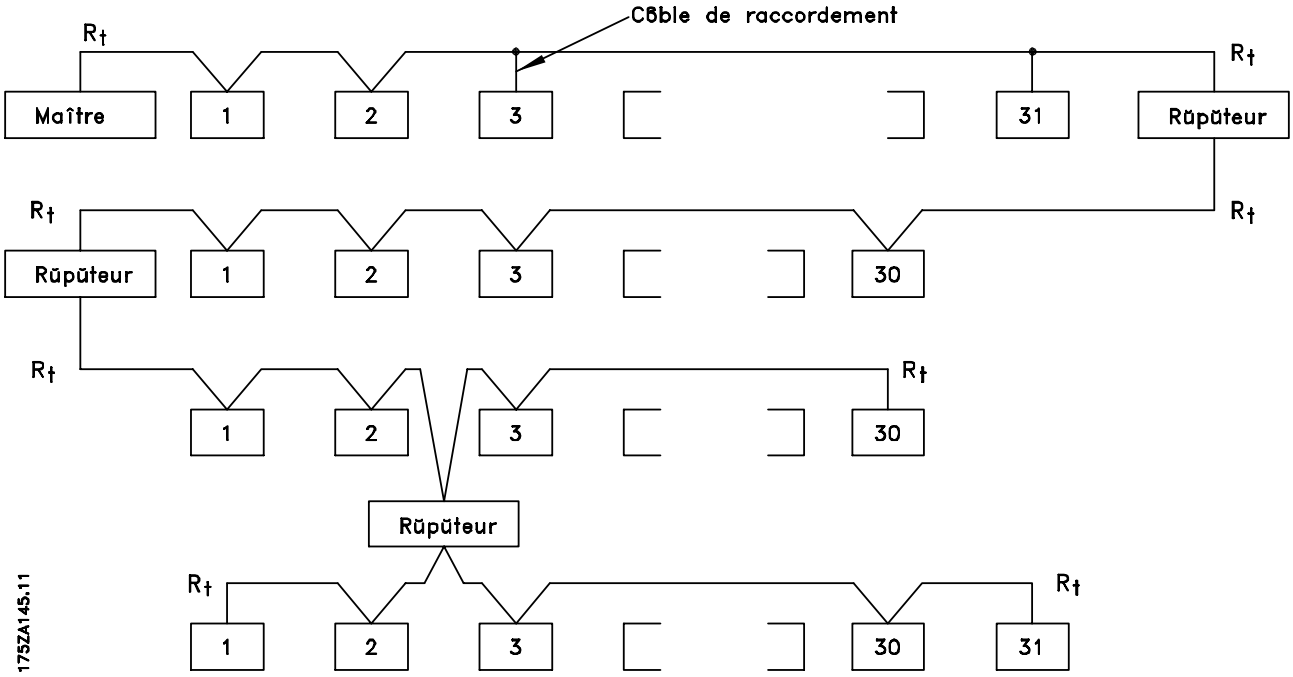
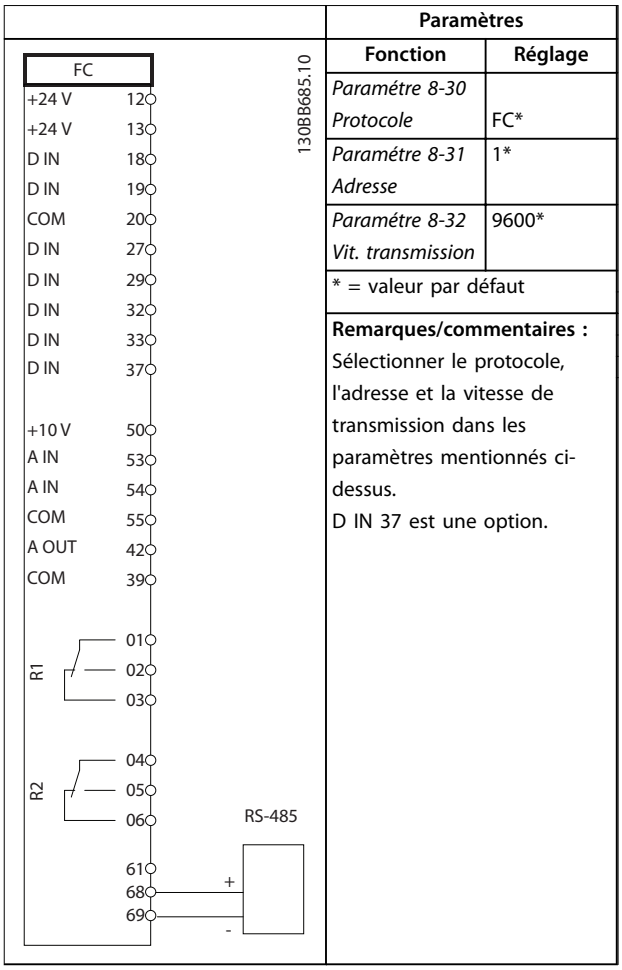


Illustration 3.41 Interface bus RS485



Paramètres	
Fonction	**Réglage**
Paramétre 8-30 Protocole	FC*
Paramétre 8-31 Adresse	1*
Paramétre 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. D IN 37 est une option.	

Tableau 3.23 Raccordement du réseau RS485

3.9.2 Raccordement du réseau

Un ou plusieurs variateurs de fréquence peuvent être raccordés à un contrôleur (ou maître) à l'aide de l'interface normalisée RS485. La borne 68 est raccordée au signal P (TX+, RX+) tandis que la borne 69 est raccordée au signal N (TX-, RX-). Voir les dessins au *chapitre 3.6.1 Schéma de câblage*.

Pour raccorder plusieurs variateurs de fréquence au même maître, utiliser des liaisons parallèles.

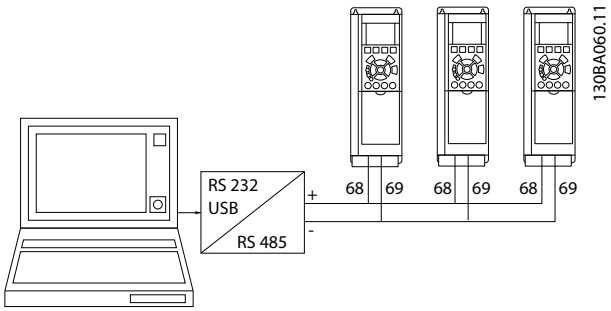


Illustration 3.42 Connexions parallèles

Pour éviter des courants d'équilibrage de tension à l'écran, raccorder selon l'*Illustration 3.24*.

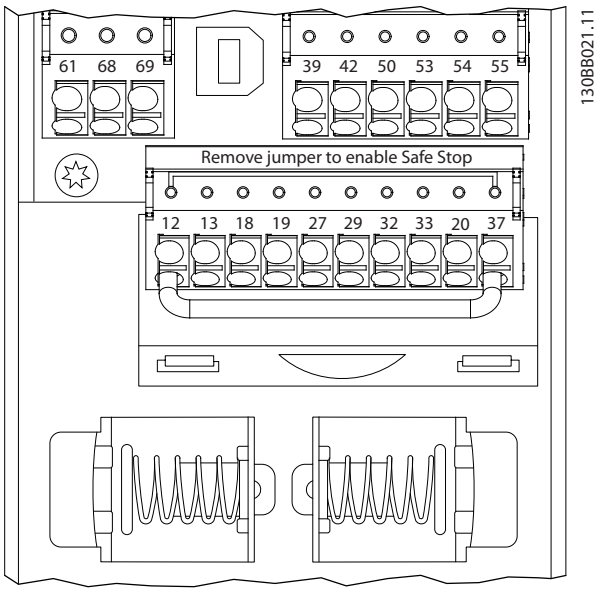


Illustration 3.43 Bornes de la carte de commande

3.9.3 Terminaison du bus RS485

Terminer le bus RS485 par un réseau de résistances à chaque extrémité. À cette fin, mettre le commutateur S801 de la carte de commande sur ON.

Régler le protocole de communication au *paramétre 8-30 Protocole*.

3.9.4 Précautions CEM

Les précautions CEM suivantes sont recommandées pour assurer une exploitation sans interférence du réseau RS485.

Respecter les réglementations nationales et locales en vigueur, par exemple à l'égard de la protection par mise à la terre. Maintenir le câble de communication RS485 à l'écart des câbles du moteur et de résistance de freinage, afin d'éviter une nuisance réciproque des bruits liés aux hautes fréquences. Normalement, une distance de 200 mm (8 pouces) est suffisante, mais il est recommandé de garder la plus grande distance possible, notamment en cas d'installation de câbles en parallèle sur de grandes distances. Si le câble RS485 doit croiser les câbles de moteur, il doit le croiser suivant un angle de 90°.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

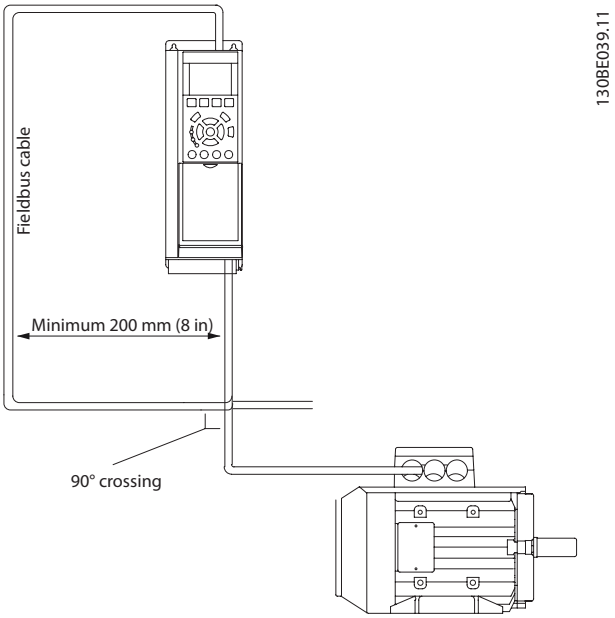


Illustration 3.44 Passage des câbles

3.9.5 Vue d'ensemble du protocole FC

Le protocole FC, également appelé bus FC ou bus standard, est le bus de terrain standard de Danfoss. Il définit une technique d'accès selon le principe maître-esclave pour les communications via le bus série.
Un maître et un maximum de 126 esclaves peuvent être raccordés au bus. Le maître sélectionne chaque esclave grâce à un caractère d'adresse dans le télégramme. Un esclave ne peut jamais émettre sans y avoir été autorisé au préalable, et le transfert direct de messages entre les différents esclaves n'est pas possible. Les communications ont lieu en mode semi-duplex.
La fonction du maître ne peut pas être transférée vers un autre nœud (système à maître unique).

La couche physique est la RS485, qui utilise le port RS485 intégré au variateur de fréquence. Le protocole FC prend en charge différents formats de télégramme :

- un format court de 8 octets pour les données de process ;
- un format long de 16 octets qui comporte également un canal de paramètres ;
- un format utilisé pour les textes.

3.9.6 Configuration du réseau

Pour activer le protocole FC du variateur de fréquence, définir les paramètres suivants :

Numéro de paramètre	Réglage
Paramétre 8-30 Protocole	FC
Paramétre 8-31 Adresse	1–126
Paramétre 8-32 Vit. transmission	2400–115200
Paramétre 8-33 Parité/bits arrêt	Parité à nombre pair, 1 bit d'arrêt (défaut)

Tableau 3.24 Paramètres du protocole FC

3.9.7 Structure des messages du protocole FC

3.9.7.1 Contenu d'un caractère (octet)

Chaque caractère transmis commence par un bit de départ. Ensuite, 8 bits de données, correspondant à un octet, sont transmis. Chaque caractère est sécurisé par un bit de parité. Ce bit est réglé sur 1 lorsqu'il atteint la parité. La parité est atteinte en présence d'un nombre égal de 1 s dans les 8 bits de données et le bit de parité au total. Le caractère se termine par un bit d'arrêt et se compose donc au total de 11 bits.

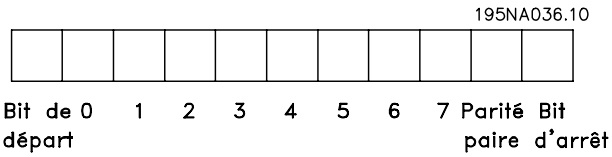


Illustration 3.45 Contenu d'un caractère

3.9.7.2 Structure du télégramme

Chaque télégramme présente la structure suivante :

- Caractère de départ (STX) = 02 Hex.
- Un octet indiquant la longueur du télégramme (LGE).
- Un octet indiquant l'adresse (ADR) du variateur de fréquence.

Viennent ensuite plusieurs octets de données (nombre variable, dépend du type de télégramme).

Un octet de contrôle des données (BCC) termine le télégramme.

Illustration 3.46 Structure du télégramme

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

3.9.7.3 Longueur du télégramme (LGE)

La longueur du télégramme comprend le nombre d'octets de données auquel s'ajoutent l'octet d'adresse ADR et l'octet de contrôle des données BCC.

4 octets de données	LGE = 4 + 1 + 1 = 6 octets
12 octets de données	LGE = 12 + 1 + 1 = 14 octets
Télégrammes contenant des textes	10[1)] + n octets

Tableau 3.25 Longueur des télégrammes

1) 10 correspond aux caractères fixes tandis que n est variable (dépend de la longueur du texte).

3.9.7.4 Adresse (ADR) du variateur de fréquence

Deux formats d'adresse différents sont utilisés.
La plage d'adresses du variateur est soit de 1–31 soit de 1–126.

- Format d'adresse 1–31
  - Bit 7 = 0 (format d'adresse 1–31 actif).
  - Bit 6 non utilisé.
  - Bit 5 = 1 : diffusion, les bits d'adresse (0–4) ne sont pas utilisés.
  - Bit 5 = 0 : pas de diffusion.
  - Bit 0-4 = adresse du variateur de fréquence 1-31.
- Format d'adresse 1–126
  - Bit 7 = 1 (format d'adresse 1–126 actif).
  - Bit 0-6 = adresse du variateur de fréquence 1-126.
  - Bit 0-6 = 0 diffusion.

L'esclave renvoie l'octet d'adresse sans modification dans le télégramme de réponse au maître.

3.9.7.5 Octet de contrôle des données (BCC)

La somme de contrôle est calculée comme une fonction XOR. Avant de recevoir le premier octet du télégramme, la somme de contrôle calculée est égale à 0.

3.9.7.6 Champ de données

La construction de blocs de données dépend du type de télégramme. Il existe trois types de télégrammes et le type de télégramme est valable aussi bien pour les télégrammes de commande (maître⇒esclave) que pour les télégrammes de réponse (esclave⇒maître).

Voici les 3 types de télégramme :

Bloc de process (PCD)
Un PCD est composé d'un bloc de données de 4 octets (2 mots) et comprend :

- Mot de contrôle et valeur de référence (du maître à l'esclave).
- Mot d'état et fréquence de sortie actuelle (de l'esclave au maître).

Illustration 3.47 Bloc de process

Bloc de paramètres
Un bloc de paramètres est utilisé pour le transfert de paramètres entre le maître et l'esclave. Le bloc de données est composé de 12 octets (6 mots) et contient également le bloc de process.

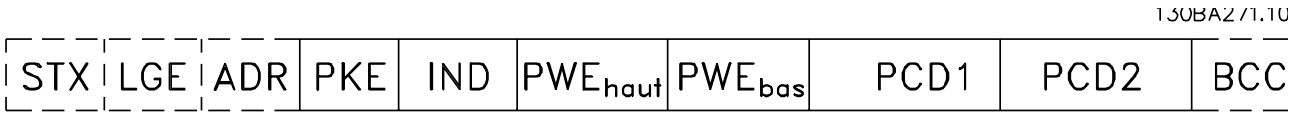


Illustration 3.48 Bloc de paramètres

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

Bloc de texte

Un bloc de texte est utilisé pour lire ou écrire des textes via le bloc de données.

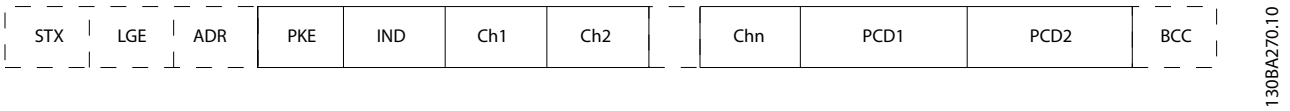


Illustration 3.49 Bloc de texte

3.9.7.7 Champ PKE

Le champ PKE contient deux sous-champs :

- Ordre et réponse de paramètres AK.
- Numéro de paramètre PNU.

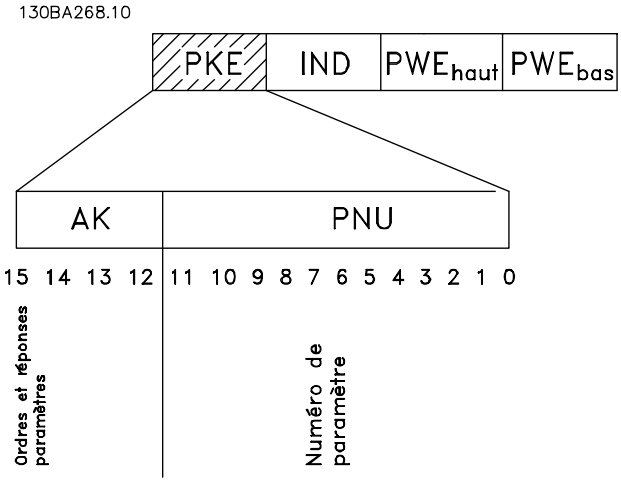


Illustration 3.50 Champ PKE

Les bits 12 à 15 sont utilisés pour le transfert d'ordres de paramètres du maître à l'esclave ainsi que pour la réponse traitée par l'esclave et renvoyée au maître.

Numéro bit				Ordre de paramètre
15	14	13	12	
0	0	0	0	Pas d'ordre.
0	0	0	1	Lire la valeur du paramètre.
0	0	1	0	Écrire la valeur du paramètre en RAM (mot).
0	0	1	1	Écrire la valeur du paramètre en RAM (mot double).
1	1	0	1	Écrire la valeur du paramètre en RAM et EEPROM (mot double).
1	1	1	0	Écrire la valeur du paramètre en RAM et EEPROM (mot).
1	1	1	1	Lire/écrire du texte.

Tableau 3.26 Ordres de paramètres maître ⇒ esclave

Numéro bit				Réponse
15	14	13	12	
0	0	0	0	Pas de réponse.
0	0	0	1	Valeur du paramètre transmise (mot).
0	0	1	0	Valeur du paramètre transmise (mot double).
0	1	1	1	Ordre impossible à exécuter.
1	1	1	1	Texte transmis

Tableau 3.27 Réponse esclave ⇒ maître

S'il est impossible d'exécuter l'ordre, l'esclave envoie cette réponse :
0111 Ordre impossible à exécuter
- et publie un rapport de défauts (voir le *Tableau 3.28*) dans la valeur de paramètre (PWE) :

PWE bas (Hex)	Message d'erreur
0	Le numéro de paramètre utilisé n'existe pas.
1	Aucun accès en écriture au paramètre défini.
2	La valeur des données dépasse les limites du paramètre.
3	L'indice utilisé n'existe pas.
4	Le paramètre n'est pas de type tableau.
5	Le type de données ne correspond pas au paramètre défini.
11	La modification des données dans le paramètre défini n'est pas possible dans l'état actuel du variateur de fréquence. Certains paramètres ne peuvent être modifiés qu'avec le moteur à l'arrêt.
82	Aucun accès du bus au paramètre défini.
83	La modification des données est impossible car les réglages d'usine ont été sélectionnés

Tableau 3.28 Rapports d'erreur des valeurs de paramètre

3.9.7.8 Numéro de paramètre (PNU)

Les bits n° 0 à 11 sont utilisés pour le transfert des numéros de paramètre. La fonction du paramètre concerné est définie dans la description des paramètres dans le *guide de programmation.*

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

3.9.7.9 Indice (IND)

L'indice est utilisé avec le numéro de paramètre pour l'accès lecture/écriture aux paramètres dotés d'un indice, p. ex. le *paramétre 15-30 Journal alarme : code*. L'indice est composé de 2 octets, un octet de poids faible et un octet de poids fort.

Seul l'octet de poids faible est utilisé comme un indice.

3.9.7.10 Valeur du paramètre (PWE)

Le bloc valeur du paramètre se compose de 2 mots (4 octets) et la valeur dépend de l'ordre donné (AK). Le maître exige une valeur de paramètre lorsque le bloc PWE ne contient aucune valeur. Pour modifier une valeur de paramètre (écriture), écrire la nouvelle valeur dans le bloc PWE et l'envoyer du maître à l'esclave.

Lorsqu'un esclave répond à une demande de paramètre (ordre de lecture), la valeur actuelle du paramètre du bloc PWE est transmise et renvoyée au maître. Si un paramètre ne contient pas de valeur numérique, mais plusieurs options de données, par exemple *paramétre 0-01 Langue* où [0] Anglais et [4] Danois, il convient de choisir la valeur de données en saisissant la valeur dans le bloc PWE. La communication série permet de lire uniquement les paramètres de type de données 9 (séquence de texte).

Les *Paramétre 15-40 Type. FC* à *paramétre 15-53 N° série carte puissance* contiennent le type de données 9.
À titre d'exemple, le *paramétre 15-40 Type. FC* permet de lire l'unité et la plage de tension secteur. Lorsqu'une séquence de texte est transmise (lue), la longueur du télégramme est variable et les textes présentent des longueurs variables. La longueur du télégramme est indiquée dans le 2e octet du télégramme, LGE. Lors d'un transfert de texte, le caractère d'indice indique s'il s'agit d'un ordre de lecture ou d'écriture.

Afin de pouvoir lire un texte via le bloc PWE, régler l'ordre de paramètre (AK) sur F Hex. L'octet haut du caractère d'indice doit être 4.

Certains paramètres contiennent du texte qui peut être écrit via le bus de terrain. Pour écrire un texte via le bloc PWE, régler l'ordre de paramètre (AK) sur F Hex. L'octet haut du caractère d'indice doit être 5.

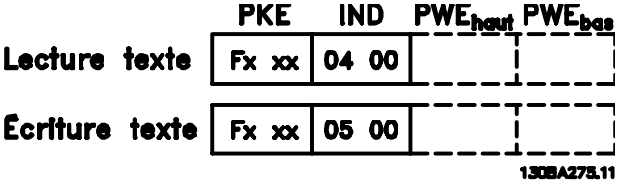


Illustration 3.51 Texte via le bloc PWE

3.9.7.11 Types de données pris en charge

Non signé signifie que le télégramme ne comporte pas de signe.

Types de données	Description
3	Nombre entier 16 bits
4	Nombre entier 32 bits
5	Non signé 8 bits
6	Non signé 16 bits
7	Non signé 32 bits
9	Séquence de texte
10	Chaîne d'octets
13	Différence de temps
33	Réservé
35	Séquence de bits

Tableau 3.29 Types de données pris en charge

3.9.7.12 Conversion

Les caractéristiques de chaque paramètre sont données en réglage d'usine. Les valeurs de paramètre ne sont transmises que sous la forme de nombres entiers. Les facteurs de conversion sont donc utilisés pour transmettre des nombres décimaux.

Le *Paramétre 4-12 Vitesse moteur limite basse [Hz]* a un facteur de conversion de 0,1. Pour prérégler la fréquence minimale sur 10 Hz, transmettre la valeur 100. Un facteur de conversion de 0,1 signifie que la valeur transmise est multipliée par 0,1. La valeur 100 est donc lue sous la forme 10,0.

Exemples :
0 s⇒indice de conversion 0
0,00 s⇒indice de conversion -2
0 ms⇒indice de conversion -3
0,00 ms⇒indice de conversion -5

3.9.7.13 Mots de process (PCD)

Le bloc de mots de process est divisé en deux blocs, chacun de 16 bits, qui apparaissent toujours dans l'ordre indiqué.

PCD 1	PCD 2
Télégramme de contrôle (mot de contrôle maître⇒esclave)	Valeur de référence
Télégramme de contrôle (mot d'état esclave⇒maître)	Fréquence de sortie actuelle

Tableau 3.30 Mots de process (PCD)

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

3

3.9.8 Exemples de protocole FC

3.9.8.1 Écriture d'une valeur de paramètre

Changer le *paramétre 4-14 Vitesse moteur limite haute [Hz]* sur 100 Hz.
Écrire les données en EEPROM.

PKE = E19E Hex - Écriture d'un mot unique au *paramétre 4-14 Vitesse moteur limite haute [Hz]* :
IND = 0000 Hex
PWEHAUT = 0000 hex
PWEBAS = 03E8 Hex - Valeur de données 1000 correspondant à 100 Hz, voir le *chapitre 3.9.7.12 Conversion*.

Le télégramme présente l'apparence suivante :

E19E H	0000 H	0000 H	03E8 H
PKE	IND	PWE high	PWE low

130BA092.10

Illustration 3.52 Écrire les données en EEPROM

AVIS!

Le *Paramétre 4-14 Vitesse moteur limite haute [Hz]* est un mot unique, et l'ordre de paramètre pour l'écriture dans l'EEPROM est E. Le numéro de paramètre *4-14* est 19E au format hexadécimal.

La réponse de l'esclave au maître est :

119E H	0000 H	0000 H	03E8 H
PKE	IND	PWE high	PWE low

130BA093.10

Illustration 3.53 Réponse de l'esclave

3.9.8.2 Lecture d'une valeur de paramètre

Lire la valeur au *paramétre 3-41 Temps d'accél. rampe 1*.

PKE = 1155 Hex - Lire la valeur au *paramétre 3-41 Temps d'accél. rampe 1*.
IND = 0000 Hex
PWEHAUT = 0000 hex
PWEBAS = 0000 hex

1155 H	0000 H	0000 H	0000 H
PKE	IND	PWE high	PWE low

130BA094.10

Illustration 3.54 Valeur de paramètre

Si la valeur au *paramétre 3-41 Temps d'accél. rampe 1* est égale à 10 s, la réponse de l'esclave au maître est :

130BA267.10

1155 H	0000 H	0000 H	03E8 H
PKE	IND	PWE high	PWE low

Illustration 3.55 Réponse de l'esclave

3E8 Hex correspond à 1000 au format décimal. L'indice de conversion du *paramétre 3-41 Temps d'accél. rampe 1* est -2, c.-à-d. 0,01.
Le *Paramétre 3-41 Temps d'accél. rampe 1* est du type *Non signé 32 bits*.

3.9.9 Protocole Modbus RTU

3.9.9.1 Hypothèses de départ

Danfoss part du principe que le contrôleur installé prend en charge les interfaces mentionnées dans ce manuel et que toutes les exigences et restrictions concernant le contrôleur et le variateur de fréquence sont strictement respectées.

Le Modbus RTU intégré (terminal distant) est conçu pour communiquer avec n'importe quel contrôleur prenant en charge les interfaces définies dans ce document. Il est entendu que l'utilisateur connaît parfaitement les capacités et les limites du contrôleur.

3.9.9.2 Vue d'ensemble du Modbus RTU

La présentation du Modbus RTU décrit le procédé qu'utilise un contrôleur pour accéder à un autre dispositif, indépendamment du type de réseau de communication physique. Cela inclut la manière dont le Modbus RTU répond aux demandes d'un autre dispositif et comment les erreurs sont détectées et signalées. Il établit également un format commun pour la structure et le contenu des champs de message.
Pendant les communications sur un réseau Modbus RTU, le protocole :

- détermine la façon dont chaque contrôleur apprend l'adresse de son dispositif.
- détermine la façon dont il reconnaît un message qui lui est adressé.
- détermine les actions à entreprendre.
- extrait les données et les informations contenues dans le message.

Si une réponse est nécessaire, le contrôleur élabore et envoie le message de réponse.
Les contrôleurs communiquent à l'aide d'une technique maître-esclave dans lequel le maître peut initier des transactions (appelées requêtes). Les esclaves répondent en

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

fournissant au maître les données demandées ou en effectuant l'action demandée dans la requête.
Le maître peut s'adresser à un esclave en particulier ou transmettre un message à diffusion générale à tous les esclaves. Les esclaves renvoient une réponse aux requêtes qui leur sont adressées individuellement. Aucune réponse n'est renvoyée aux requêtes à diffusion générale du maître.
Le protocole Modbus RTU établit le format de la requête du maître en indiquant :

- l'adresse du dispositif (ou diffusion).
- un code de fonction définissant l'action requise.
- toutes les données à envoyer.
- un champ de contrôle d'erreur.

Le message de réponse de l'esclave est également construit en utilisant le protocole Modbus. Il contient des champs confirmant l'action entreprise, toute donnée à renvoyer et un champ de contrôle d'erreur. Si une erreur se produit lors de la réception du message ou si l'esclave est incapable d'effectuer l'action demandée, ce dernier renvoie un message d'erreur. Sinon, une temporisation se produit.

3.9.9.3 Variateur de fréquence avec Modbus RTU

Le variateur de fréquence communique au format Modbus RTU sur l'interface intégrée RS485. Le Modbus RTU offre l'accès au mot de contrôle et à la référence du bus du variateur de fréquence.

Le mot de contrôle permet au maître Modbus de contrôler plusieurs fonctions importantes du variateur de fréquence :

- le démarrage ;
- l'arrêt du variateur de fréquence de plusieurs façons :
  - arrêt en roue libre
  - arrêt rapide
  - arrêt avec freinage par injection de courant continu
  - arrêt normal (rampe)
- reset après une coupure ;
- fonctionnement à plusieurs vitesses prédéfinies ;
- fonctionnement en sens inverse ;
- changement du process actif ;
- contrôle du relais intégré du variateur de fréquence.

La référence du bus est généralement utilisée pour commander la vitesse. Il est également possible d'accéder aux paramètres, de lire leurs valeurs et le cas échéant, d'écrire leurs valeurs. Cela permet de disposer d'une gamme d'options de contrôle, comprenant le contrôle du point de consigne du variateur de fréquence lorsque le régulateur PI interne est utilisé.

3.9.9.4 Configuration du réseau

Pour activer le Modbus RTU sur le variateur de fréquence, régler les paramètres suivants :

Paramètre	Réglage
Paramétre 8-30 Protocole	Modbus RTU
Paramétre 8-31 Adresse	1–247
Paramétre 8-32 Vit. transmission	2400–115200
Paramétre 8-33 Parité/bits arrêt	Parité à nombre pair, 1 bit d'arrêt (défaut)

Tableau 3.31 Paramètres du Modbus RTU

3.9.10 Structure des messages du Modbus RTU

3.9.10.1 Variateur de fréquence avec Modbus RTU

Les contrôleurs sont configurés pour communiquer sur le réseau Modbus à l'aide du mode RTU ; chaque octet d'un message contient 2 caractères de 4 bits hexadécimaux. Le format de chaque octet est indiqué dans le *Tableau 3.32*.

Bit de démarrage	Octet de données								Arrêt/ parité	Arrêt

Tableau 3.32 Format de chaque octet

Système de codage	Binaire 8 bits, hexadécimal 0-9, A-F. 2 caractères hexadécimaux contenus dans chaque champ à 8 bits du message.
Bits par octet	1 bit de démarrage. 8 bits de données, bit de plus faible poids envoyé en premier ; 1 bit pour parité paire/impaire ; pas de bit en l'absence de parité. 1 bit d'arrêt si la parité est utilisée ; 2 bits en l'absence de parité.
Champ de contrôle d'erreur	Contrôle de redondance cyclique (CRC).

3.9.10.2 Structure des messages Modbus RTU

Le dispositif de transmission place un message Modbus RTU dans un cadre avec un début connu et un point final. Cela permet aux dispositifs de réception de commencer au début du message, de lire la portion d'adresse, de déterminer à quel dispositif il s'adresse (ou tous les dispositifs si le message est à diffusion générale) et de reconnaître la fin du message. Les messages partiaux sont détectés et des erreurs apparaissent. Les caractères pour la transmission doivent être au format hexadécimal 00 à FF dans chaque champ. Le variateur de fréquence surveille en

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

permanence le bus du réseau, même pendant les intervalles silencieux. Lorsqu'un variateur de fréquence ou un dispositif reçoit le premier champ (le champ d'adresse), il le décode pour déterminer à quel dispositif le message s'adresse. Les messages du Modbus RTU adressés à zéro sont les messages à diffusion générale. Aucune réponse n'est permise pour les messages à diffusion générale. Une structure de message typique est présentée dans le *Tableau 3.33*.

Démarrage	Adresse	Fonction	Données	Contrôle CRC	End
T1-T2-T3-T4	8 bits	8 bits	N x 8 bits	16 bits	T1-T2-T3-T4

Tableau 3.33 Structure typique des messages du Modbus RTU

3.9.10.3 Champ démarrage/arrêt

Les messages commencent avec une période silencieuse d'au moins 3,5 intervalles de caractère. Ceci est effectué grâce à un multiple d'intervalles de caractère en fonction de la vitesse de transmission du réseau sélectionnée (indiqué comme démarrage T1-T2-T3-T4). Le premier champ transmis est l'adresse du dispositif. Après transfert du dernier caractère, une période similaire d'au moins 3,5 intervalles de caractère marque la fin du message. Un nouveau message peut commencer après cette période. La structure entière du message doit être transmise comme une suite ininterrompue. Si une période silencieuse de plus de 1,5 intervalle de caractère se produit avant achèvement de la structure, le dispositif de réception élimine le message incomplet et considère que le prochain octet est le champ d'adresse d'un nouveau message. De même, si un nouveau message commence avant 3,5 intervalles de caractère après un message, le dispositif de réception le considère comme la suite du message précédent. Cela entraîne une temporisation (pas de réponse de l'esclave), puisque la valeur du champ CRC final n'est pas valide pour les messages combinés.

3.9.10.4 Champ d'adresse

Le champ d'adresse d'une structure de message contient 8 bits. Les adresses des dispositifs esclaves valides sont comprises dans une plage de 0 à 247 décimal. Chaque dispositif esclave dispose d'une adresse dans la plage de 1 à 247 (0 est réservé pour le mode de diffusion générale, que tous les esclaves reconnaissent). Un maître s'adresse à un esclave en plaçant l'adresse de l'esclave dans le champ d'adresse du message. Lorsque l'esclave envoie sa réponse, il place sa propre adresse dans ce champ d'adresse pour faire savoir au maître quel esclave est en train de répondre.

3.9.10.5 Champ de fonction

Le champ de fonction d'une structure de message contient 8 bits. Les codes valides figurent dans une plage comprise entre 1 et FF. Les champs de fonction sont utilisés pour le transfert de paramètres entre le maître et l'esclave. Lorsqu'un message est envoyé par un maître à un dispositif esclave, le champ de code de fonction indique à l'esclave l'action à effectuer. Lorsque l'esclave répond au maître, il utilise le champ de code de fonction pour indiquer soit une réponse normale (sans erreur) soit une erreur (appelée réponse d'exception). Pour une réponse normale, l'esclave renvoie simplement le code de fonction d'origine. Pour une réponse d'exception, l'esclave renvoie un code équivalent au code de fonction d'origine avec son bit de plus fort poids réglé sur "1" logique. De plus, l'esclave place un code unique dans le champ de données du message de réponse. Ce code indique au maître l'erreur survenue ou la raison de l'exception. Se reporter également au *chapitre 3.9.10.10 Codes de fonction pris en charge par le Modbus RTU* et au *chapitre 3.9.10.11 Codes d'exceptions Modbus*.

3.9.10.6 Champ de données

Le champ de données est construit en utilisant des ensembles de 2 chiffres hexadécimaux, dans la plage de 00 à FF au format hexadécimal. Ceux-ci sont composés d'un caractère RTU. Le champ de données des messages envoyés par le maître au dispositif esclave contient plus d'informations que l'esclave doit utiliser pour effectuer l'action définie par le code de fonction. Cela peut inclure des éléments tels que des adresses de bobines ou de registres, la quantité d'éléments à manier et le comptage des octets de données réels dans le champ.

3.9.10.7 Champ de contrôle CRC

Les messages comportent un champ de contrôle d'erreur, fonctionnant sur la base d'une méthode de contrôle de redondance cyclique (CRC). Le champ CRC vérifie le contenu du message entier. Il s'applique indépendamment de la méthode de contrôle de la parité utilisée pour chaque caractère du message. Le dispositif de transmission calcule la valeur CRC, puis joint le CRC comme étant le dernier champ du message. Le dispositif de réception recalcule un CRC lors de la réception du message et compare la valeur calculée à la valeur réelle reçue dans le champ CRC. Si les deux valeurs ne sont pas égales, une temporisation du temps du bus se produit. Le champ de contrôle d'erreur contient une valeur binaire de 16 bits mise en œuvre sous la forme de deux octets de 8 bits. Ensuite, l'octet de poids faible du champ est joint en premier, suivi de l'octet de poids fort. L'octet de poids fort du CRC est le dernier octet envoyé dans le message.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

3.9.10.8 Adresse de registre des bobines

En Modbus, toutes les données sont organisées dans des registres de bobines et de maintien. Les bobines contiennent un seul bit, tandis que les registres de maintien contiennent un mot à 2 octets (16 bits). Toutes les adresses de données des messages du Modbus sont référencées sur zéro. La première occurrence d'un élément de données est adressée comme un élément 0. Par exemple : la bobine connue comme *bobine 1* dans un contrôleur programmable est adressée dans le champ d'adresse de données d'un message du Modbus. La *bobine 127 décimal* est adressée comme *bobine 007EHEX* (*126 décimal*).
Le *registre de maintien 40001* est adressé comme *registre 0000* dans le champ d'adresse de données du message. Le champ de code de fonction spécifie déjà une exploitation « registre de maintien ». La référence 4XXXX est donc implicite. Le *registre de maintien 40108* est adressé comme *registre 006BHEX* (107 décimal).

Numéro de bobine	Description		Sens du signal
1–16	Mot de contrôle du variateur de fréquence.		Maître vers esclave
17–32	Référence de vitesse ou de point de consigne du variateur Plage 0x0 - 0xFFFF (-200 %... ~200 %).		Maître vers esclave
33–48	Mot d'état du variateur de fréquence (voir le *Tableau 3.36*).		Esclave vers maître
49–64	Mode boucle ouverte : fréquence de sortie du variateur de fréquence. Mode boucle fermée : signal de retour du variateur de fréquence.		Esclave vers maître
65	Contrôle d'écriture du paramètre (maître vers esclave).		Maître vers esclave
	0 =	Les modifications de paramètres sont écrites dans la RAM du variateur de fréquence.	
	1 =	Les modifications de paramètres sont écrites dans la RAM et l'EEPROM du variateur de fréquence	
66–65536	Réservé.		

Tableau 3.34 Descriptions de la bobine

Bobine	0	1
01	Référence prédéfinie lsb	
02	Référence prédéfinie msb	
03	Freinage CC	Pas de freinage CC
04	Arrêt en roue libre	Pas d'arrêt en roue libre
05	Arrêt rapide	Pas d'arrêt rapide
06	Gel fréquence	Pas de gel fréquence
07	Arrêt rampe	Démarrage
08	Pas de reset	Reset
09	Pas de jogging	Jogging
10	Rampe 1	Rampe 2
11	Données non valides	Données valides
12	Relais 1 inactif	Relais 1 actif
13	Relais 2 inactif	Relais 2 actif
14	Process lsb	
15	Process msb	
16	Pas d'inversion	Inversion

Tableau 3.35 Mot de contrôle du variateur de fréquence (profil FC)

Bobine	0	1
33	Commande non prête	Commande prête
34	Variateur de fréquence non prêt	Variateur de fréquence prêt
35	Arrêt en roue libre	Arrêt de sécurité
36	Pas d'alarme	Alarme
37	Non utilisé	Non utilisé
38	Non utilisé	Non utilisé
39	Non utilisé	Non utilisé
40	Absence d'avertissement	Avertissement
41	Pas à référence	À référence
42	Mode manuel	Mode automatique
43	Hors de la plage de fréquence	Dans plage de fréq.
44	Arrêté	Fonctionne
45	Non utilisé	Non utilisé
46	Pas d'avertis. de tension	Avertissement de tension
47	Pas dans limite de courant	Limite de courant
48	Sans avertis. thermique	Avertis.thermiq.

Tableau 3.36 Mot d'état du variateur de fréquence (profil FC)

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

Numéro de registre	Description
00001–00006	Réservé
00007	Dernier code d'erreur depuis une interface d'objet de données FC
00008	Réservé
00009	Indice de paramètres[1)]
00010–00990	Groupe de paramètres 000 (paramètres 0-01 à 0-99)
01000–01990	Groupe de paramètres 1-00 (paramètres 1-00 à 1-99)
02000–02990	Groupe de paramètres 2-00 (paramètres 2-00 à 2-99)
03000–03990	Groupe de paramètres 3-00 (paramètres 3-00 à 3-99)
04000–04990	Groupe de paramètres 4-00 (paramètres 4-00 à 4-99)
...	...
49000–49990	Groupe de paramètres 49-00 (paramètres 49-00 à 49-99)
50000	Données d'entrée : registre du mot de contrôle du variateur de fréquence (CTW)
50010	Données d'entrée : registre de référence du bus (REF)
...	...
50200	Données de sortie : registre du mot d'état du variateur de fréquence (STW)
50210	Données de sortie : registre de la valeur réelle principale du variateur (MAV)

Tableau 3.37 Registres de stockage

1) Sert à spécifier le numéro d'indice à utiliser lors de l'accès à un paramètre indexé.

3.9.10.9 Comment contrôler le variateur de fréquence

Les codes disponibles pouvant être utilisés dans les champs de fonction et de données d'un message du Modbus RTU sont répertoriés au *chapitre 3.9.10.10 Codes de fonction pris en charge par le Modbus RTU* et au *chapitre 3.9.10.11 Codes d'exceptions Modbus*.

3.9.10.10 Codes de fonction pris en charge par le Modbus RTU

Le Modbus RTU prend en charge l'utilisation des codes de fonction (voir le *Tableau 3.38*) dans le champ de fonction d'un message.

Fonction	Code de fonction (hex)
Lecture bobines	1
Lecture registres de maintien	3
Écriture bobine unique	5
Écriture registre unique	6
Écriture bobines multiples	F
Écriture registres multiples	10
Obtenir le compteur d'événements de communication	B
Rapport ID esclave	11

Tableau 3.38 Codes de fonction

Fonction	Code de fonction	Code de sous-fonction	Sous-fonction
Diagnostics	8	1	Redémarrer communication
		2	Renvoyer registre de diagnostic
		10	Nettoyer compteurs et registre de diagnostic
		11	Renvoyer comptage message bus
		12	Renvoyer comptage erreur communication bus
		13	Retourner le compteur d'erreurs esclave
		14	Renvoyer comptage message esclave

Tableau 3.39 Codes de fonction et codes de sous-fonction

3.9.10.11 Codes d'exceptions Modbus

Pour plus d'informations sur la structure d'une réponse d'exception, se reporter au*chapitre 3.9.10.5 Champ de fonction*.

Code	Nom	Signification
1	Fonction non autorisée	Le code de fonction reçu dans la requête ne correspond pas une action autorisée pour le serveur (ou esclave). Cela peut venir du fait que le code de fonction n'est applicable qu'à des dispositifs plus récents et n'a pas été implémenté dans l'unité sélectionnée. Cela peut également signifier que le serveur (ou esclave) est dans un état incorrect pour traiter une demande de ce type, par exemple parce qu'il n'est pas configuré pour renvoyer les valeurs du registre.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

Code	Nom	Signification
2	Adresse de données illégale	L'adresse de données reçue dans la requête n'est pas une adresse autorisée pour le serveur (ou esclave). Plus spécifiquement, la combinaison du numéro de référence et de la longueur du transfert n'est pas valide. Pour un contrôleur avec 100 registres, une requête avec offset de 96 et longueur de 4 peut réussir, une requête avec offset de 96 et longueur de 5 génère l'exception 02.
3	Valeur de données illégale	Une valeur contenue dans le champ de données de la requête n'est pas autorisée pour le serveur (esclave). Cela signale une erreur dans la structure du reste d'une requête complexe, p. ex. la longueur impliquée est incorrecte. Cela NE signifie PAS spécifiquement qu'un élément de données envoyé pour stockage dans un registre présente une valeur en dehors de l'attente du programme d'application, puisque le protocole Modbus n'a pas connaissance de la signification d'une valeur particulière dans un registre particulier.
4	Échec du dispositif esclave	Une erreur irréparable s'est produite alors que le serveur (ou esclave) tentait d'effectuer l'action demandée.

Tableau 3.40 Codes d'exceptions Modbus

3.9.11 Accès aux paramètres

3.9.11.1 Gestion des paramètres

Le PNU (numéro de paramètre) est traduit depuis l'adresse du registre contenue dans le message lecture ou écriture Modbus. Le numéro du paramètre est traduit vers le Modbus en tant que décimal (10 x numéro de paramètre). Exemple : Affichage *paramétre 3-12 Catch up/slow Down Value* (16 bits) : Le registre de maintien 3120 conserve la valeur des paramètres. Une valeur de 1352 (décimale) signifie que le paramètre est réglé sur 12,52 %.

Affichage du *paramétre 3-14 Réf.prédéf.relative* (32 bits) : Les registres de maintien 3410 et 3411 conservent la valeur des paramètres. Une valeur de 11300 (décimale) signifie que le paramètre est réglé sur 1113,00.

Pour plus d'informations sur les paramètres, la taille et l'indice de conversion, consulter le *guide de programmation.*

3.9.11.2 Stockage des données

La bobine 65 décimal détermine si les données écrites sur le variateur de fréquence sont enregistrées dans l'EEPROM et dans la RAM (bobine 65 = 1) ou uniquement dans la RAM (bobine 65 = 0).

3.9.11.3 IND (Index)

Certains paramètres du variateur de fréquence sont des paramètres de tableau, par exemple le *paramétre 3-10 Réf.prédéfinie*. Comme le Modbus ne prend pas en charge les tableaux dans les registres de maintien, le variateur de fréquence a réservé le registre de maintien 9 comme pointeur vers le tableau. Avant de lire ou d'écrire dans un paramètre de tableau, régler le registre de maintien 9. Le réglage du registre de maintien sur la valeur 2 entraîne le placement de la lecture/écriture suivante dans les paramètres de tableau de l'indice 2.

3.9.11.4 Blocs de texte

On accède aux paramètres stockés sous forme de chaînes de texte comme on le fait pour les autres paramètres. La taille maximum d'un bloc de texte est de 20 caractères. Si une demande de lecture d'un paramètre contient plus de caractères que n'en contient le paramètre, la réponse est tronquée. Si la demande de lecture d'un paramètre contient moins de caractères que n'en contient le paramètre, la réponse comporte des espaces.

3.9.11.5 Facteur de conversion

Une valeur de paramètre ne pouvant être transmise que sous la forme d'un nombre entier, il faut utiliser un facteur de conversion pour transmettre des chiffres à décimales.

3.9.11.6 Valeurs de paramètre

Types de données standard
Les types de données standard sont int16, int32, uint8, uint16 et uint32. Ils sont stockés comme 4x registres (40001-4FFFF). Les paramètres sont lus à l'aide de la fonction 03HEX *Lecture registres de maintien*. Ils sont écrits à l'aide de la fonction 6HEX *Prédéfinir registre unique* pour 1 registre (16 bits) et de la fonction 10HEX *Prédéfinir registres multiples* pour 2 registres (32 bits). Les tailles lisibles vont de 1 registre (16 bits) à 10 registres (20 caractères).

Types de données non standard
Les types de données non standard sont des chaînes de texte et sont stockés comme registres 4x (40001–4FFFF). Les paramètres sont lus à l'aide de la fonction 03HEX *Lecture registres de maintien* et écrits à l'aide de la fonction 10HEX *Prédéfinir registres multiples*. Les tailles lisibles vont de 1 registre (2 caractères) à 10 registres (20 caractères).

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

3.9.12 Profil de contrôle FC Drive

3.9.12.1 Mot de contrôle selon le profil FC (*paramétre 8-10 Profil de ctrl* = profil FC)

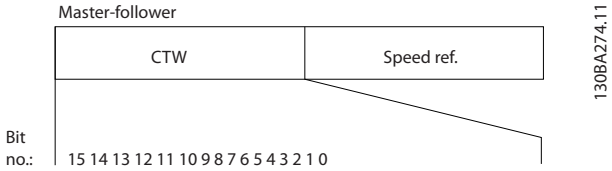


Illustration 3.56 Mot contrôle

Bit	Valeur de bit = 0	Valeur de bit = 1
00	Valeur de référence	Sélection externe lsb
01	Valeur de référence	Sélection externe msb
02	Freinage CC	Rampe
03	Roue libre	Pas de roue libre
04	Arrêt rapide	Rampe
05	Maintien fréquence de sortie	Utiliser rampe
06	Arrêt rampe	Démarrage
07	Pas de fonction	Reset
08	Pas de fonction	Jogging
09	Rampe 1	Rampe 2
10	Données non valides	Données valides
11	Pas de fonction	Relais 01 actif
12	Pas de fonction	Relais 02 actif
13	Configuration des paramètres	Sélection lsb
14	Configuration des paramètres	Sélection msb
15	Pas de fonction	Inverse

Tableau 3.41 Bits du mot de contrôle

Signification des bits de contrôle

Bits 00/01
Utiliser les bits 00 et 01 pour choisir entre les quatre valeurs de référence préprogrammées au *paramétre 3-10 Réf.prédéfinie* selon le *Tableau 3.42* :

Valeur de référence programmée	Paramètre	Bit 01	Bit 00
1	*Paramétre 3-10 Réf.prédéfinie* [0]	0	0
2	*Paramétre 3-10 Réf.prédéfinie* [1]	0	1
3	*Paramétre 3-10 Réf.prédéfinie* [2]	1	0
4	*Paramétre 3-10 Réf.prédéfinie* [3]	1	1

Tableau 3.42 Valeurs de référence

AVIS!

Faire une sélection au *paramétre 8-56 Sélect. réf. par défaut* afin d'établir la liaison entre les bits 00/01 et la fonction correspondante des entrées digitales.

Bit 02, Freinage CC
Bit 02 = 0 entraîne le freinage CC et l'arrêt. Le courant de freinage et la durée sont définis aux *paramétre 2-01 Courant frein CC* et *paramétre 2-02 Temps frein CC*.
Bit 02 = 1 mène à la rampe.

Bit 03, Roue libre
Bit 03 = 0 : le variateur de fréquence lâche immédiatement le moteur (les transistors de sortie s'éteignent) et il s'arrête en roue libre.
Bit 03 = 1 : le variateur de fréquence lance le moteur si les autres conditions de démarrage sont remplies.

Faire une sélection au *paramétre 8-50 Sélect.roue libre* afin d'établir la liaison entre le bit 03 et la fonction correspondante d'une entrée digitale.

Bit 04, Arrêt rapide
Bit 04 = 0 : entraîne la vitesse du moteur à suivre la rampe de décélération rapide jusqu'à l'arrêt (réglé au *paramétre 3-81 Temps rampe arrêt rapide*).

Bit 05, Maintien fréquence de sortie
Bit 05 = 0 : la fréquence de sortie actuelle (en Hz) est gelée. Modifier la fréquence de sortie gelée uniquement à l'aide des entrées digitales (*paramétre 5-10 E.digit.born.18* à *paramétre 5-15 E.digit.born.33*) programmées sur *Accélération* et *Décélération*.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

AVIS!

Si gel sortie est actif, arrêter le variateur de fréquence par ce qui suit :

- **Bit 03 roue libre.**
- **Bit 02 freinage CC**
- **Entrée digitale (*paramétre 5-10 E.digit.born.18* à *paramétre 5-15 E.digit.born.33*) programmée sur *Freinage CC*, *Arrêt roue libre* ou *Reset* et *Arrêt roue libre*.**

Bit 06, Arrêt/marche rampe
Bit 06 = 0 : entraîne l'arrêt, la vitesse du moteur suit la rampe de décélération jusqu'à l'arrêt via le paramètre de rampe de décélération sélectionné.
Bit 06 = 1 : si les autres conditions de démarrage sont remplies, laisser le variateur de fréquence démarrer le moteur.

Faire une sélection au *paramétre 8-53 Sélect.dém.* afin d'établir la liaison entre le bit 06 Arrêt/marche rampe et la fonction correspondante d'une entrée digitale.

Bit 07, Reset
Bit 07 = 0 : pas de reset.
Bit 07 = 1 : remet à zéro un état de défaut. Le reset est activé au début du signal, lors du changement de 0 logique pour 1 logique, par exemple.

Bit 08, Jogging
Bit 08 = 1 : le *Paramétre 3-19 Fréq.Jog. [tr/min]* détermine la fréquence de sortie.

Bit 09, Choix de rampe 1/2
Bit 09 = 0 : la rampe 1 est active (*paramétre 3-41 Temps d'accél. rampe 1* à *paramétre 3-42 Temps décél. rampe 1*).
Bit 09 = 1 : la rampe 2 (*paramétre 3-51 Temps d'accél. rampe 2* à *paramétre 3-52 Temps décél. rampe 2*) est active.

Bit 10, Données non valides/valides
Indique au variateur de fréquence dans quelle mesure le mot de contrôle doit être utilisé ou ignoré.
Bit 10 = 0 : le mot de contrôle est ignoré.
Bit 10 = 1 : le mot de contrôle est utilisé. Cette fonction est pertinente car le télégramme contient toujours le mot de contrôle, indépendamment du type de télégramme. Désactiver le mot de contrôle s'il ne doit pas être utilisé pour mettre à jour ou lire des paramètres.

Bit 11, Relais 01
Bit 11 = 0 : le relais n'est pas activé.
Bit 11 = 1 : le relais 01 est activé si *[36] Mot contrôle bit 11* est sélectionné au *paramétre 5-40 Fonction relais*.

Bit 12, Relais 04
Bit 12 = 0 : le relais 04 n'est pas activé.
Bit 12 = 1 : le relais 04 est activé si *[37] Mot contrôle bit 12* est sélectionné au *paramétre 5-40 Fonction relais*.

Bits 13/14, Sélection de process
Utiliser les bits 13 et 14 pour choisir entre les quatre process selon le *Tableau 3.43*

Configuration	Bit 14	Bit 13
1	0	0
2	0	1
3	1	0
4	1	1

Tableau 3.43 Spécification des process de menu

Cette fonction n'est possible que lorsque *[9] Multi process* est sélectionné au *paramétre 0-10 Process actuel*.

Faire une sélection au *paramétre 8-55 Sélect.proc.* afin d'établir la liaison entre les bits 13/14 et la fonction correspondante des entrées digitales.

Bit 15 Inverse
Bit 15 = 0 : pas d'inversion.
Bit 15 = 1 : Inversion. Dans le réglage par défaut, l'inversion est réglée sur Entrée dig. au *paramétre 8-54 Sélect.Invers.*. Le bit 15 n'implique une inversion qu'à condition d'avoir sélectionné *[1] Bus*, *[2] Digital et bus* ou *[3] Digital ou bus.*

3.9.12.2 Mot d'état selon le profil FC (STW) (*paramétre 8-10 Profil de ctrl*= profil FC)

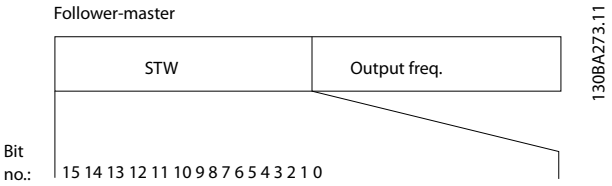


Illustration 3.57 Mot d'état

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Commande non prête	Commande prête
01	Variateur pas prêt	Variateur prêt
02	Roue libre	Activé
03	Pas d'erreur	Arrêt
04	Pas d'erreur	Erreur (pas de déclenchement)
05	Réservé	-
06	Pas d'erreur	Alarme verrouillée
07	Absence d'avertissement	Avertissement
08	Vitesse ≠ référence	Vitesse = référence
09	Commande locale	Ctrl bus
10	Hors limite fréquence	Limite de fréquence OK
11	Inactif	Fonctionne
12	Variateur OK	Arrêté, démarrage automatique
13	Tension OK	Tension dépassée
14	Couple OK	Couple dépassé
15	Temporisation OK	Temporisation dépassée

Tableau 3.44 Bits de mot d'état

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

3

Explication des bits d'état

Bit 00, Commande non prête/prête
Bit 00 = 0 : le variateur de fréquence disjoncte.
Bit 00 = 1 : les commandes du variateur de fréquence sont prêtes mais le composant de puissance n'est pas forcément alimenté (en cas d'alimentation 24 V externe des commandes).

Bit 01, Variateur prêt
Bit 01 = 1 : le variateur de fréquence est prêt à fonctionner mais un ordre de roue libre est actif via les entrées digitales ou la communication série.

Bit 02, Arrêt roue libre
Bit 02 = 0 : le variateur de fréquence lâche le moteur.
Bit 02 = 1 : le variateur de fréquence démarre le moteur à l'aide d'un ordre de démarrage.

Bit 03, Pas d'erreur/alarme
Bit 03 = 0 : le variateur de fréquence n'est pas en état de panne.
Bit 03 = 1 : le variateur de fréquence disjoncte. Pour rétablir le fonctionnement, appuyer sur [Reset].

Bit 04, Pas d'erreur/erreur (pas de déclenchement)
Bit 04 = 0 : le variateur de fréquence n'est pas en état de panne.
Bit 04 = 1 : le variateur de fréquence indique une erreur mais ne disjoncte pas.

Bit 05, Inutilisé
Le bit 05 du mot d'état n'est pas utilisé.

Bit 06, Pas d'erreur/alarme verrouillée
Bit 06 = 0 : le variateur de fréquence n'est pas en état de panne.
Bit 06 = 1 : le variateur de fréquence a disjoncté et est verrouillé.

Bit 07, Absence d'avertissement/avertissement
Bit 07 = 0 : Il n'y a pas d'avertissements.
Bit 07 = 1 : un avertissement s'est produit.

Bit 08, Vitesse ≠ référence/vitesse = référence
Bit 08 = 0 : le moteur tourne mais la vitesse actuelle est différente de la référence de vitesse réglée. Ceci peut par exemple être le cas au moment des accélérations et décélérations de rampe en cas d'arrêt/marche.
Bit 08 = 1 : la vitesse du moteur est égale à la référence de vitesse réglée.

Bit 09, Commande locale/contrôle par bus
Bit 09 = 0 : [Stop/Reset] est activé sur l'unité de commande ou *[2] Commande locale* est sélectionné au *paramétre 3-13 Type référence*. Le contrôle via la communication série est impossible.
Bit 09 = 1 : il est possible de commander le variateur de fréquence via le bus de terrain/la communication série.

Bit 10, Hors limite fréquence
Bit 10 = 0 : la fréquence de sortie a atteint la valeur réglée au *paramétre 4-11 Vit. mot., limite infér. [tr/min]* ou *paramétre 4-13 Vit.mot., limite supér. [tr/min]*.
Bit 10 = 1 : la fréquence de sortie figure dans les limites mentionnées.

Bit 11, Pas d'exploitation/exploitation
Bit 11 = 0 : le moteur ne fonctionne pas.
Bit 11 = 1 : le variateur de fréquence a reçu un signal de démarrage ou la fréquence de sortie est supérieure à 0 Hz.

Bit 12, Variateur OK/arrêté, démarrage automatique
Bit 12 = 0 : l'onduleur n'est pas soumis à une surtempérature temporaire.
Bit 12 = 1 : l'onduleur est arrêté à cause d'une surtempérature mais l'unité n'a pas disjoncté et poursuit son fonctionnement dès que la surtempérature disparaît.

Bit 13, Tension OK/limite dépassée
Bit 13 = 0 : absence d'avertissement de tension.
Bit 13 = 1 : La tension CC dans le circuit intermédiaire du variateur de fréquence est trop basse ou trop élevée.

Bit 14, Couple OK/limite dépassée
Bit 14 = 0 : le courant du moteur est inférieur à la limite de couple sélectionnée au *paramétre 4-18 Limite courant*.
Bit 14 = 1 : la limite de couple du *paramétre 4-18 Limite courant* a été dépassée.

Bit 15, Temporisation OK/limite dépassée
Bit 15 = 0 : les temporisations de protection thermique du moteur et de protection thermique n'ont pas dépassé 100 %.
Bit 15 = 1 : l'une des temporisations a dépassé 100 %.

Si la connexion entre l'option Interbus et le variateur de fréquence est perdue ou si un problème de communication interne est survenu, tous les bits du STW sont réglés sur 0.

3.9.12.3 Valeur de référence de vitesse du bus

La vitesse de référence est transmise au variateur de fréquence par une valeur relative en %. La valeur est transmise sous forme d'un mot de 16 bits ; en nombres entiers (0-32767), la valeur 16384 (4000 hexadécimal) correspond à 100 %. Les nombres négatifs sont exprimés en complément à 2. La fréquence de sortie réelle (MAV) est mise à l'échelle de la même façon que la référence du bus.

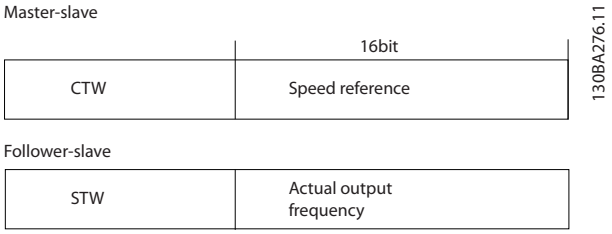


Illustration 3.58 Fréquence de sortie réelle (MAV)

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

La référence et la MAV sont toujours mises à l'échelle de la façon suivante :

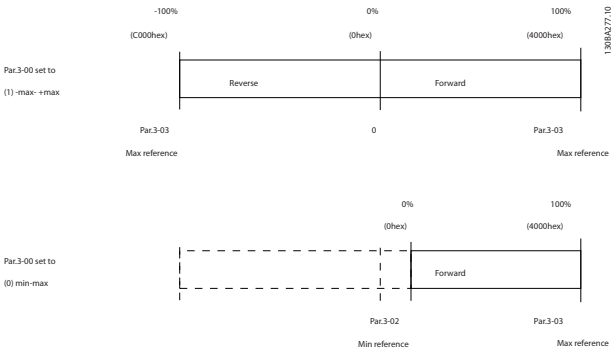


Illustration 3.59 Référence et MAV

3.9.12.4 Mot de contrôle selon le profil PROFIdrive (CTW)

Le mot de contrôle est utilisé pour envoyer des commandes à un esclave à partir d'un maître (p. ex. un ordinateur).

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Off 1	On 1
01	Off 2	On 2
02	Off 3	On 3
03	Roue libre	Pas de roue libre
04	arrêt rapide	Rampe
05	Maintien fréquence de sortie	Utiliser rampe
06	Arrêt rampe	Démarrage
07	Pas de fonction	Reset
08	Jogging 1 OFF	Jogging 1 ON
09	Jogging 2 OFF	Jogging 2 ON
10	Données non valides	Données valides
11	Pas de fonction	Ralentis.
12	Pas de fonction	Rattrapage
13	Configuration des paramètres	Sélection lsb
14	Configuration des paramètres	Sélection msb
15	Pas de fonction	Inverse

Tableau 3.45 Bits du mot de contrôle

Signification des bits de contrôle

Bit 00, OFF 1/ON 1
La rampe normale s'arrête via les temps de la rampe en cours de sélection.
Bit 00 = 0 implique l'arrêt et l'activation du relais de sortie 1 ou 2 si la fréquence de sortie est de 0 Hz et si *[31] Relais 123* est sélectionné au *paramétre 5-40 Fonction relais*.
Bit 0 = 1 signifie que le variateur de fréquence est en État 1 : *Commutation sur inhibée*.

Bit 01, OFF 2/ON 2
Arrêt en roue libre
Si la fréquence de sortie est 0 Hz et si *[31] Relais 123* a été sélectionné au *paramétre 5-40 Fonction relais*, lorsque le bit 01 = 0, un arrêt en roue libre et une activation du relais de sortie 1 ou 2 surviennent.

Bit 02, OFF 3/ON 3
Arrêt rapide utilisant le temps de rampe du *paramétre 3-81 Temps rampe arrêt rapide*. Si la fréquence de sortie est 0 Hz et si *[31] Relais 123* a été sélectionné au *paramétre 5-40 Fonction relais*, lorsque le bit 02 = 0, un arrêt rapide et une activation du relais de sortie 1 ou 2 surviennent.
Bit 02 = 1 signifie que le variateur de fréquence est en État 1 : *Commutation sur inhibée*.

Bit 03, Roue libre/pas de roue libre
Le bit d'arrêt en roue libre 03 = 0 génère un arrêt.
Si les autres conditions de démarrage sont remplies, lorsque bit 03 = 1, le variateur de fréquence peut démarrer.

AVIS!

La sélection dans le *paramétre 8-50 Sélect.roue libre* détermine comment le bit 03 est lié à la fonction correspondante des entrées digitales.

Bit 04, Arrêt rapide/rampe
Arrêt rapide utilisant le temps de rampe du *paramétre 3-81 Temps rampe arrêt rapide*.
Bit 04 = 0 : un arrêt rapide se produit.
Si les autres conditions de démarrage sont remplies, lorsque bit 04 = 1, le variateur de fréquence peut démarrer.

AVIS!

La sélection au *paramétre 8-51 Quick Stop Select* détermine comment le bit 04 est relié à la fonction correspondante des entrées digitales.

Bit 05, Maintien fréquence sortie/utiliser rampe
Bit 05 = 0 : la fréquence de sortie actuelle peut être maintenue même si la référence est modifiée.
Lorsque le bit 05 = 1, le variateur de fréquence peut assurer à nouveau sa fonction de réglage ; le fonctionnement s'effectue selon la référence respective.

Bit 06, Arrêt/marche rampe
L'arrêt normal de rampe utilise les temps de la rampe effective sélectionnée. En outre, activation du relais de sortie 01 ou 04 si la fréquence de sortie est de 0 Hz et si *[31] Relais 123* est sélectionné au *paramétre 5-40 Fonction relais*.
Bit 06 = 0 entraîne un arrêt.
Si les autres conditions de démarrage sont remplies, lorsque bit 06 = 1, le variateur de fréquence peut démarrer.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

AVIS!

La sélection au *paramétre 8-53 Sélect.dém.* détermine comment le bit 06 est relié à la fonction correspondante des entrées digitales.

3

Bit 07, Pas de fonction/réinitialisation
Réinitialisation après déconnexion.
Accuse réception de l'événement dans le tampon des pannes.
Quand bit 07=0, aucun reset n'a lieu.
En cas de changement de pente du bit 07 à 1, une réinitialisation a lieu après la mise hors tension.

Bit 08, Jogging 1 OFF/ON
Activation de la vitesse prédéfinie au *paramétre 8-90 Vitesse Bus Jog 1*. Jogging 1 est possible seulement si bit 04 =0 et bit 00-03 =1.

Bit 09, Jogging 2 OFF/ON
Activation de la vitesse préprogrammée au *paramétre 8-91 Vitesse Bus Jog 2*. Jogging 2 n'est possible que si bit 04 = 0 et bit 00-03 = 1.

Bit 10, Données non valides/valides
Permet d'indiquer au variateur de fréquence si le mot de contrôle doit être utilisé ou ignoré.
Bit 10 = 0 implique que le mot de contrôle est ignoré.
Bit 10 = 1 implique que le mot de contrôle est utilisé.
Cette fonction est pertinente du fait que le mot de contrôle est toujours contenu dans le message quel que soit le type de télégramme utilisé. Il est possible de désactiver le mot de contrôle s'il ne doit pas être utilisé pour mettre à jour ou lire des paramètres.

Bit 11, Pas de fonction/ralentissement
Sert à diminuer la référence de vitesse d'un montant égal à la valeur figurant au *paramétre 3-12 Catch up/slow Down Value*.
Lorsque le bit 11 = 0, la référence n'est pas modifiée.
Bit 11 = 1 : la référence est diminuée.

Bit 12, Pas de fonction/rattrapage
Sert à augmenter la référence de vitesse d'un montant égal à la valeur figurant au *paramétre 3-12 Catch up/slow Down Value*.
Lorsque le bit 12 = 0, la référence n'est pas modifiée.
Bit 12 = 1 : la référence est augmentée.
Si les fonctions de ralentissement et d'accélération sont activées (bits 11 et 12 = 1), le ralentissement a la priorité, c'est-à-dire que la valeur de référence de la vitesse sera diminuée.

Bits 13/14, Sélection de process
Les bits 13 et 14 sont utilisés pour choisir entre les 4 configurations de paramètres selon le *Tableau 3.46* :

Cette fonction n'est possible que lorsque *[9] Multi process* est sélectionné au *paramétre 0-10 Process actuel*. La sélection au *paramétre 8-55 Sélect.proc.* détermine comment les bits 13 et 14 sont reliés à la fonction correspondante des entrées digitales. Il est seulement possible de changer le process en cours si les process ont été reliés au *paramétre 0-12 Ce réglage lié à*.

Configuration	Bit 13	Bit 14
1	0	0
2	1	0
3	0	1
4	1	1

Tableau 3.46 Sélection de process

Bit 15, Pas de fonction/inverse
Bit 15 = 0 implique une absence d'inversion.
Bit 15 = 1 implique une inversion.

AVIS!

En réglages d'usine, l'inversion est réglée sur *[0] Entrée dig.* au *paramétre 8-54 Sélect.Invers.*.

AVIS!

Le bit 15 n'implique une inversion qu'à condition d'avoir sélectionné *[1] Bus, [2] Digital et bus* ou *[3] Digital ou bus* au *paramétre 8-54 Sélect.Invers.*.

3.9.12.5 Mot d'état selon le Profil PROFIdrive (STW)

Le mot d'état sert à communiquer l'état d'un esclave à un maître (par exemple un ordinateur).

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Commande non prête	Commande prête
01	Variateur pas prêt	Variateur prêt
02	Roue libre	Activé
03	Pas d'erreur	Arrêt
04	Off 2	On 2
05	Off 3	On 3
06	Démarrage possible	Démarrage impossible
07	Absence d'avertissement	Avertissement
08	Vitesse ≠ référence	Vitesse = référence
09	Commande locale	Ctrl bus
10	Hors limite fréquence	Limite de fréquence OK
11	Inactif	Fonctionne
12	Variateur OK	Arrêté, démarrage automatique
13	Tension OK	Tension dépassée
14	Couple OK	Couple dépassé
15	Temporisation OK	Temporisation dépassée

Tableau 3.47 Bits de mot d'état

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

Explication des bits d'état

Bit 00, Commande non prête/prête
Lorsque le bit 00 = 0, le bit 00, 01 ou 02 du mot de contrôle est sur 0 (OFF 1, OFF 2 ou OFF 3) - ou le variateur de fréquence est déconnecté (arrêt).
Lorsque le bit 00 = 1, la commande du variateur de fréquence est prête, mais on ne dispose pas obligatoirement d'une alimentation vers le bloc présent (dans le cas d'une alimentation externe de 24 V du système de contrôle).

Bit 01, Variateur pas prêt/prêt
Même signification que le bit 00 ; toutefois, on dispose ici d'une alimentation vers le bloc de puissance. Le variateur de fréquence est prêt lorsqu'il reçoit les signaux de démarrage requis.

Bit 02, Roue libre/activer
Lorsque le bit 02 = 0, le bit 00, 01 ou 02 du mot de contrôle est sur 0 (OFF 1, OFF 2 ou OFF 3 ou roue libre) - ou le variateur de fréquence est déconnecté (arrêt).
Lorsque le bit 02 = 1, le bit 00, 01 ou 02 du mot de contrôle est sur 1 ; le variateur de fréquence ne s'est pas arrêté.

Bit 03, Pas d'erreur/alarme
Lorsque le bit 03 = 0, le variateur de fréquence n'est pas en état d'erreur.
Lorsque le bit 03 = 1, le variateur de fréquence s'est arrêté et requiert un signal de réinitialisation pour pouvoir redémarrer.

Bit 04, ON 2/OFF 2
Bit 04 = 0 : le bit 01 du mot de contrôle est sur « 0 ».
Bit 04 = 1 : le bit 01 du mot de contrôle est sur 1.

Bit 05, ON 3/OFF 3
Bit 05 = 0 : le bit 02 du mot de contrôle est sur « 0 ».
Bit 05 = 1 : le bit 02 du mot de contrôle est sur 1.

Bit 06, Démarrage possible/impossible
Si *[1] PROFIdrive* a été sélectionné au *paramétre 8-10 Profil de ctrl*, le bit 06 est sur 1 après un acquittement de déconnexion, après activation de OFF2 et OFF3 et après enclenchement de la tension de réseau. *Démarrage impossible* est réinitialisé, avec le bit 00 du mot de contrôle réglé sur 0 et les bits 01, 02 et 10 réglés sur 1.

Bit 07, Absence d'avertissement/avertissement
Bit 07 = 0 signifie qu'il n'y a pas d'avertissements.
Bit 07 = 1 signifie l'apparition d'un avertissement.

Bit 08, Vitesse ≠ référence/vitesse = référence
Bit 08 = 0 signifie que la vitesse effective du moteur dévie de la référence de vitesse définie. Cela peut être par exemple le cas si la vitesse a été modifiée au démarrage/à l'arrêt par la rampe d'accélération/de décélération.
Bit 08 = 1 signifie que la vitesse effective du moteur correspond à la référence de vitesse définie.

Bit 09, Exploitation locale/contrôle du bus
Bit 09 = 0 indique que le variateur de fréquence a été arrêté au moyen de la touche [Stop] du LCP ou que *[0] Mode hand/auto* ou *[2] Local* a été sélectionné au *paramétre 3-13 Type référence*.
Bit 09 = 1 indique que le variateur de fréquence est commandé par l'interface série.

Bit 10, Hors limite fréquence/limite de fréquence OK
Lorsque le bit 10 = 0, cela indique que la fréquence de sortie se trouve en dehors des limites définies aux *paramétre 4-52 Avertis. vitesse basse* et *paramétre 4-53 Avertis. vitesse haute*.
Bit 10 = 1 indique que la fréquence de sortie se trouve dans les limites mentionnées.

Bit 11, Pas d'exploitation/exploitation
Bit 11 = 0 indique que le moteur ne tourne pas.
Bit 11 = 1 indique que le variateur de fréquence dispose d'un signal de démarrage, ou que la fréquence de sortie est supérieure à 0 Hz.

Bit 12, Variateur OK/arrêté, démarrage automatique
Bit 12 = 0, l'onduleur n'est soumis à aucune surcharge temporaire.
Bit 12 = 1 indique que l'onduleur s'est arrêté en raison d'une surcharge. Toutefois, le variateur de fréquence ne s'est pas déconnecté (avec mise en défaut) et redémarre dès la disparition de la surcharge.

Bit 13, Tension OK/tension dépassée
Bit 13 = 0 indique que les limites de tension du variateur de fréquence ne sont pas dépassées.
Bit 13 = 1 indique que la tension continue dans le circuit intermédiaire du variateur de fréquence est trop faible ou trop élevée.

Bit 14, Couple OK/couple dépassé
Bit 14 = 0 signifie que le couple du moteur est inférieur à la limite sélectionnée aux *paramétre 4-16 Mode moteur limite couple* et *paramétre 4-17 Mode générateur limite couple*.
Bit 14 = 1 : la limite du couple sélectionnée aux *paramétre 4-16 Mode moteur limite couple* et *paramétre 4-17 Mode générateur limite couple* est dépassée.

Bit 15, Temporisation OK/temporisation dépassée
Bit 15 = 0 indique que les temporisations de la protection thermique du moteur et de la protection thermique du variateur de fréquence n'ont pas dépassé 100 %.
Bit 15 = 1 indique que l'une des temporisations a dépassé 100 %.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

3.10 Liste de contrôle de la conception du système

Le *Tableau 3.48* fournit une liste de contrôle pour l'intégration d'un variateur de fréquence dans un système de contrôle du moteur. La liste constitue un rappel de toutes les catégories et options générales nécessaires à la spécification des exigences du système.

3

Catégorie	Détails	Remarques	☑
Modèle FC			
Puissance			
	Volts		
	Courant		
Physique			
	Dimensions		
	Poids		
Conditions ambiantes de fonctionnement			
	Température		
	Altitude		
	Humidité		
	Qualité de l'air/poussière		
	Conditions de déclassement		
Taille de protection			
Entrée			
Câbles			
	Type		
	Longueur		
Fusibles			
	Type		
	Taille		
	Caractéristiques nominales		
Options			
	Connecteurs		
	Contacts		
	Filtres		
Sortie			
Câbles			
	Type		
	Longueur		
Fusibles			
	Type		
	Taille		
	Caractéristiques nominales		
Options			
	Filtres		
Commande			
Câblage			
	Type		
	Longueur		
	Connexions des bornes		
Communication			
	Protocole		
	Connexion		
	Câblage		
Options			

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

Catégorie	Détails	Remarques	☑
	Connecteurs		
	Contacts		
	Filtres		
Moteur			
	Type		
	Caractéristiques nominales		
	Tension		
	Options		
Outils spéciaux et équipement			
	Déplacement et stockage		
	Installation		
	Raccordement du secteur		

Tableau 3.48 Liste de contrôle de la conception du système

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

4 Exemples d'applications

4.1 Exemples d'applications

Le VLT® Refrigeration Drive FC 103 est dédié aux applications de réfrigération. La large gamme de caractéristiques standard et optionnelles inclut SmartStart optimisé :

- **Alternance moteur**
  La fonctionnalité d'alternance du moteur convient aux applications (par exemple, ventilateur ou pompe) avec 2 moteurs partageant 1 variateur de fréquence.

AVIS!

Ne pas utiliser l'alternance du moteur avec des compresseurs.

- **Contrôle de groupe**
  Le contrôle en cascade de base est intégré en standard, avec une capacité pouvant atteindre 3 compresseurs. Le contrôle de groupe permet de commander la vitesse d'un seul compresseur dans un groupe de compresseurs. Pour commander jusqu'à 6 compresseurs, utiliser la carte VLT® Extended Relay Card MCB 113.
- **Contrôle de température sans condensation, flottant**
  Gain d'argent en surveillant la température extérieure et en permettant la température de condensation d'être aussi basse que possible, ce qui réduit la vitesse du ventilateur et la consommation d'énergie.
- **Gestion du retour d'huile**
  La gestion du retour d'huile améliore la fiabilité et la durée de vie du compresseur et garantit une lubrification adéquate, en surveillant le compresseur à vitesse variable. Si cette fonction est exécutée depuis un certain temps, elle augmente la vitesse pour renvoyer l'huile vers le réservoir.
- **Surveillance de basse et haute pression**
  Gain d'argent en réduisant les réinitialisations sur site requises. Le variateur de fréquence surveille la pression du système et si la pression atteint un niveau proche de celui qui engage la vanne d'arrêt, le variateur de fréquence effectue un arrêt de sécurité et redémarre peu de temps après.
- **STO**
  STO active la fonction Safe Torque Off (roue libre) en cas de situation critique.
- **Mode veille**
  Le mode veille permet d'économiser de l'énergie en arrêtant la pompe en l'absence de demande.
- Horloge en temps réel.
- **Contrôleur logique avancé (SLC)**
  SLC comprend la programmation d'une séquence composée d'événements et d'actions. SLC offre une large gamme de fonctions de PLC utilisant des comparateurs, des règles logiques et des temporisations.

4.2 Fonctions choisies de l'application

4.2.1 SmartStart

Pour configurer le variateur de fréquence en toute logique et efficacité, le texte et le langage utilisés sont parfaitement compréhensibles pour les ingénieurs et les installateurs du secteur de la réfrigération. Pour une installation encore plus efficace, le menu assistant de configuration intégré guide l'utilisateur dans la configuration du variateur de fréquence de manière claire et structurée.

Les applications suivantes sont prises en charge :

- contrôle de plusieurs compresseurs.
- ventilateur multicondenseur, tour de refroidissement/évaporant condensant.
- ventilateur et pompe uniques.
- système de pompage.

La fonction est activée dès la première mise sous tension, après une restauration des réglages d'usine ou à partir du menu rapide. Lorsque l'assistant est activé, le variateur de fréquence demande les informations nécessaires à l'exécution de l'application.

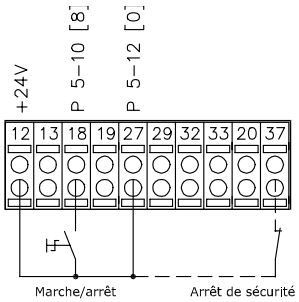
 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

4.2.2 Marche/arrêt

Borne 18 = marche/arrêt *paramétre 5-10 E.digit.born.18 [8] Démarrage.*
Borne 27 = inactif *paramétre 5-12 E.digit.born.27 [0] Inactif* (*[2] Lâchage* par défaut).

Paramétre 5-10 E.digit.born.18 = [8] Démarrage (par défaut).

Paramétre 5-12 E.digit.born.27 = [2] Lâchage (par défaut).



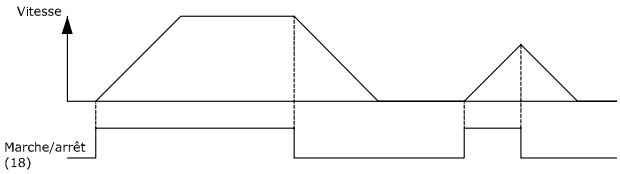


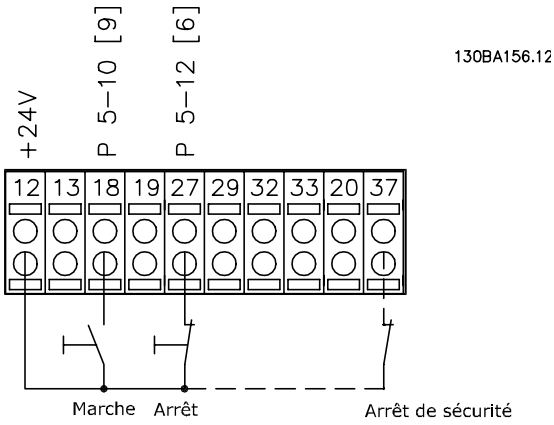
Illustration 4.1 Borne 37 : disponible uniquement avec la fonction Safe Torque Off (STO)

4.2.3 Marche/arrêt par impulsion

Borne 18 = marche/arrêt *paramétre 5-10 E.digit.born.18 [9] Impulsion démarrage.*
Borne 27 = Arrêt *paramétre 5-12 E.digit.born.27 [6] Arrêt NF.*

Paramétre 5-10 E.digit.born.18 = [9] Impulsion démarrage.

Paramétre 5-12 E.digit.born.27 = [6] Arrêt NF.



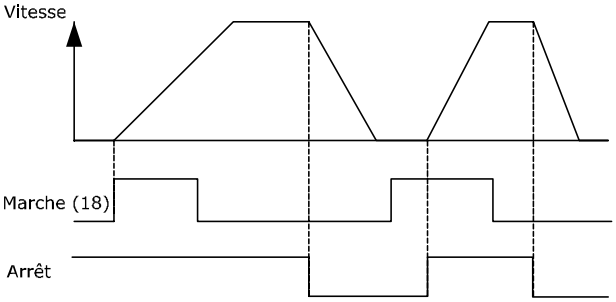


Illustration 4.2 Borne 37 : uniquement disponible avec la fonction STO

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

4.2.4 Référence du potentiomètre

Référence de tension via un potentiomètre.

Paramétre 3-15 Source référence 1 [1] = Entrée ANA 53

Paramétre 6-10 Ech.min.U/born.53 = 0 V

Paramétre 6-11 Ech.max.U/born.53 = 10 V

Paramétre 6-14 Val.ret./Réf.bas.born.53 = 0 tr/min

Paramétre 6-15 Val.ret./Réf.haut.born.53 = 1500 tr/min

Commutateur S201 = Inactif (U)

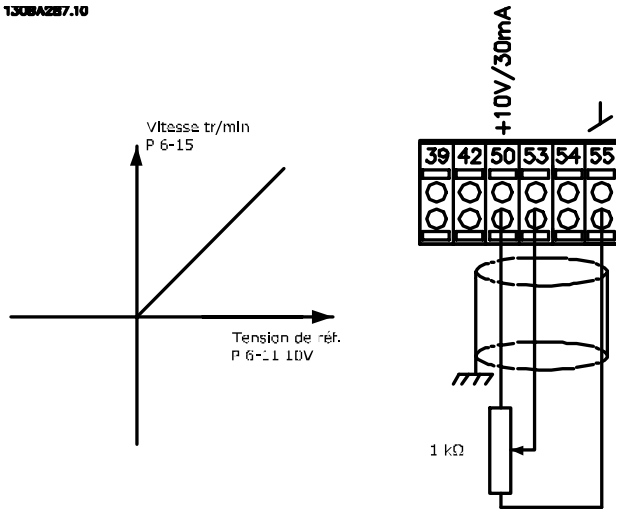


Illustration 4.3 Référence de tension via un potentiomètre

4.3 Exemples de configuration 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 *paramétre 0-03 Réglages régionaux*).
- Les paramètres associés aux bornes et leurs réglages sont indiqués à côté des dessins.
- Le réglage des commutateurs des bornes analogiques A53 ou A54 est aussi représenté.

AVIS!

En cas d'utilisation de la fonctionnalité STO en option, un cavalier peut être nécessaire entre la borne 12 (ou 13) et la borne 37 pour que le variateur de fréquence fonctionne avec les valeurs de programmation par défaut.

Exemple d'application du SLC

Une séquence 1 :

1. Démarrage.
2. Rampe d'accélération.
3. Faire fonctionner à une vitesse de référence pendant 2 s.
4. Rampe de décélération.
5. Maintenir l'arbre jusqu'à l'arrêt.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

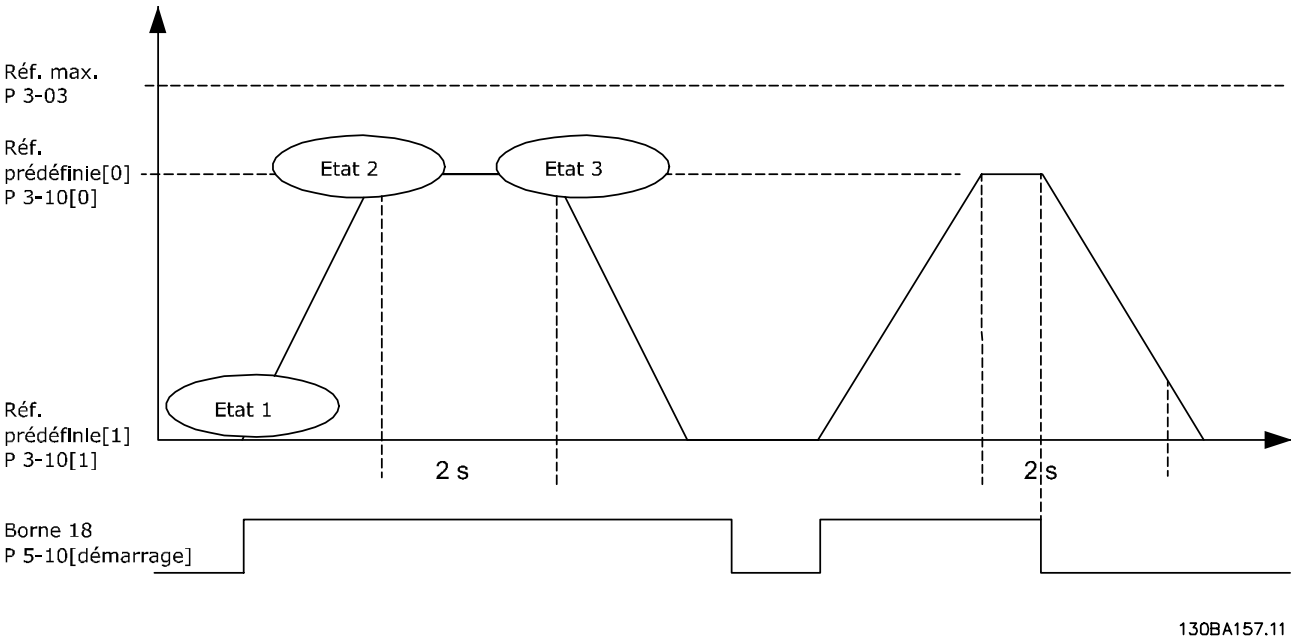


Illustration 4.4 Rampe d'accélération/rampe de décélération

Régler les temps de rampe souhaités aux *paramétre 3-41 Temps d'accél. rampe 1* et *paramétre 3-42 Temps décél. rampe 1*.

$$t_{rampe} = \frac{t_{acc} \times n_{norm}\,(par..\,1 - 25)}{réf\ [tr/min]}$$

Régler la borne 27 sur *[0] Inactif* (*paramétre 5-12 E.digit.born.27*)
Régler la référence prédéfinie 0 à la première vitesse prédéfinie (*paramétre 3-10 Réf.prédéfinie* [0]) en pourcentage de la vitesse de référence max. (*paramétre 3-03 Réf. max.*). Exemple : 60 %
Régler la référence prédéfinie 1 à la deuxième vitesse prédéfinie (*paramétre 3-10 Réf.prédéfinie* [1]. P. ex. : 0 % (zéro).
Régler la temporisation 0 pour une vitesse de fonctionnement constante au *paramétre 13-20 Tempo.contrôleur de logique avancé* [0]. Exemple : 2 s

Régler Événement 1 au *paramétre 13-51 Événement contr. log avancé* [1] sur *[1] Vrai.*
Régler Événement 2 au *paramétre 13-51 Événement contr. log avancé* [2] sur *[4] Sur réf.*
Régler Événement 3 au *paramétre 13-51 Événement contr. log avancé* [3] sur *[30] Temporisation 0.*
Régler Événement 4 au *paramétre 13-51 Événement contr. log avancé* [4] sur *[0] Faux.*

Régler Action 1 au *paramétre 13-52 Action contr. logique avancé* [1] sur *[10] Réf. prédéf. 0*
Régler Action 2 au *paramétre 13-52 Action contr. logique avancé* [2] sur *[29] Tempo début 0.*
Régler Action 3 au *paramétre 13-52 Action contr. logique avancé* [3] sur *[11] Réf. prédéf. 1.*
Régler Action 4 au *paramétre 13-52 Action contr. logique avancé* [4] sur *[1] Aucune action.*

Régler le au *paramétre 13-00 Mode contr. log avancé* sur Actif.

L'ordre de démarrage/d'arrêt est appliqué sur la borne 18. Si le signal d'arrêt est appliqué, le variateur de fréquence décélère et passe en fonctionnement libre.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

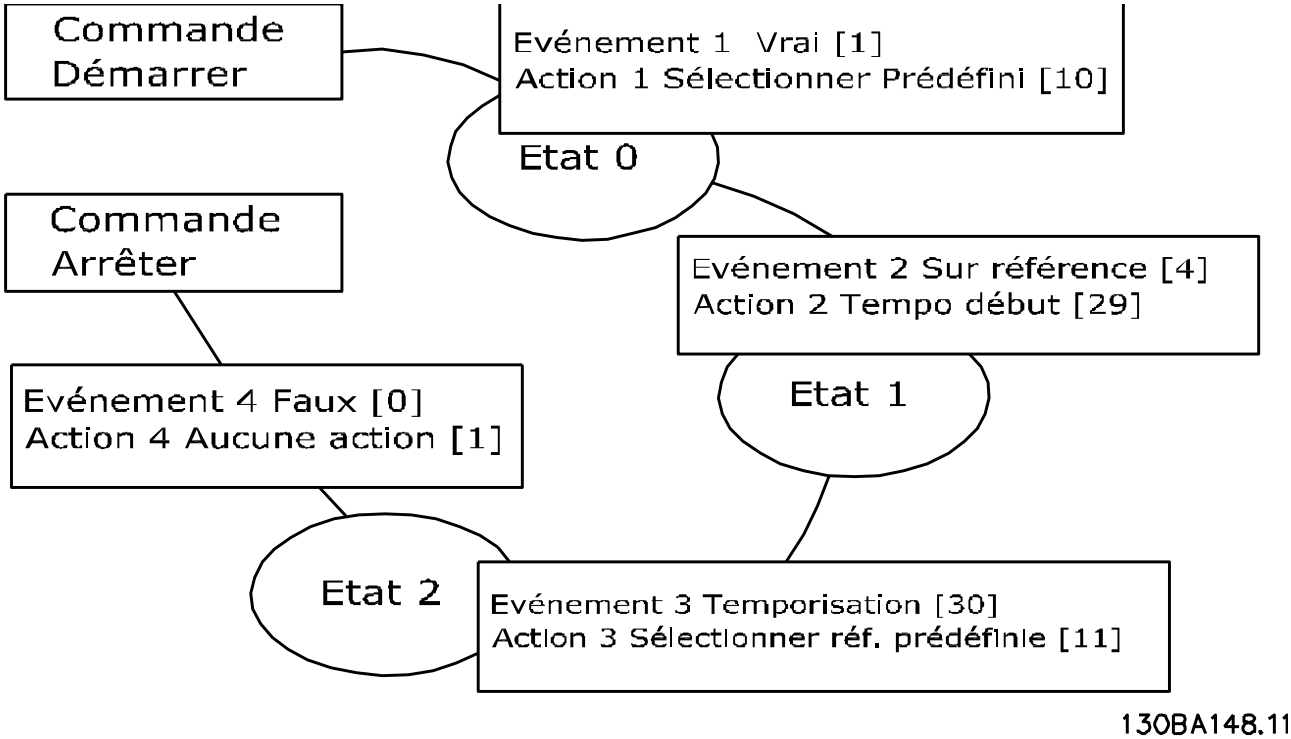
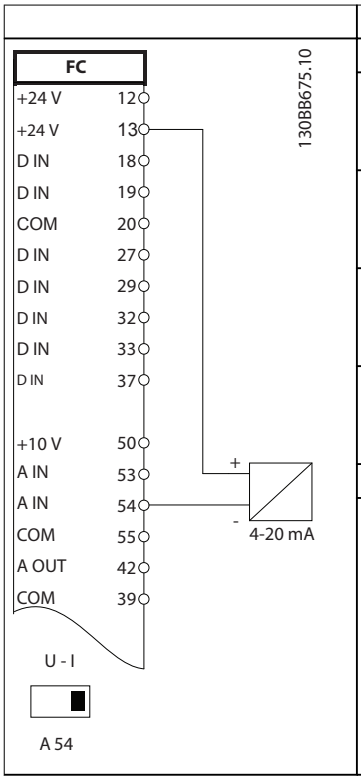


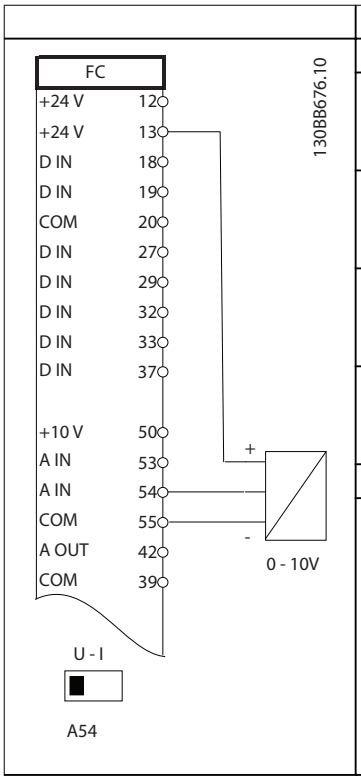
Illustration 4.5 Exemple d'application du SLC

4.3.1 Retour



	Paramètres	
	Fonction	**Réglage**
	Paramétre 6-22 Ech.min.I/born. 54	4 mA*
	Paramétre 6-23 Ech.max.I/born. 54	20 mA*
	Paramétre 6-24 Val.ret./ Réf.bas.born.54	0*
	Paramétre 6-25 Val.ret./ Réf.haut.born.54	50*
	* = valeur par défaut	
	Remarques/commentaires : D IN 37 est une option.	

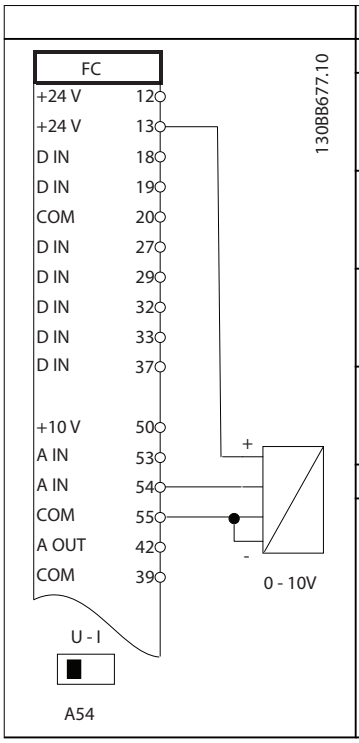
Tableau 4.1 Transducteur de retour de courant analogique



	Paramètres	
	Fonction	**Réglage**
	Paramétre 6-20 Ech.min.U/born. 54	0.07 V*
	Paramétre 6-21 Ech.max.U/born. 54	10 V*
	Paramétre 6-24 Val.ret./ Réf.bas.born.54	0*
	Paramétre 6-25 Val.ret./ Réf.haut.born.54	50*
	* = valeur par défaut	
	Remarques/commentaires : D IN 37 est une option.	

Tableau 4.2 Transducteur de retour de tension analogique (3 fils)

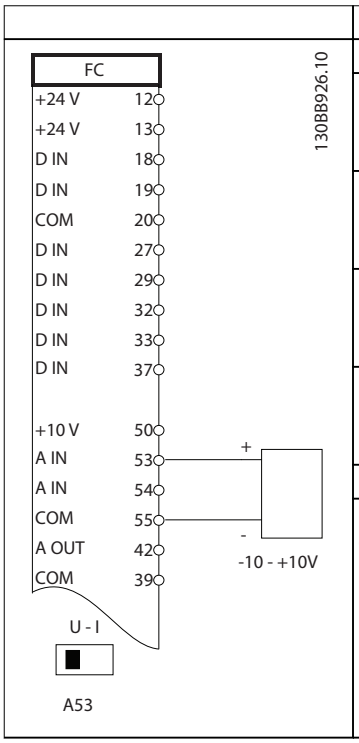
 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.



Paramètres	
Fonction	**Réglage**
Paramétre 6-20 Ech.min.U/born. 54	0.07 V*
Paramétre 6-21 Ech.max.U/born. 54	10 V*
Paramétre 6-24 Val.ret./ Réf.bas.born.54	0*
Paramétre 6-25 Val.ret./ Réf.haut.born.54	50*
* = valeur par défaut	
Remarques/commentaires : D IN 37 est une option.	

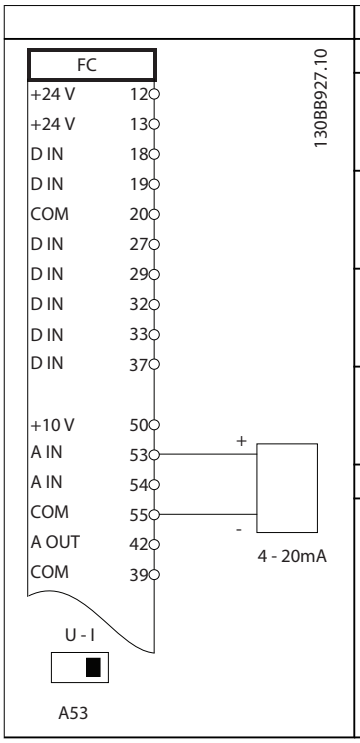
Tableau 4.3 Transducteur de retour de tension analogique (4 fils)

4.3.2 Vitesse



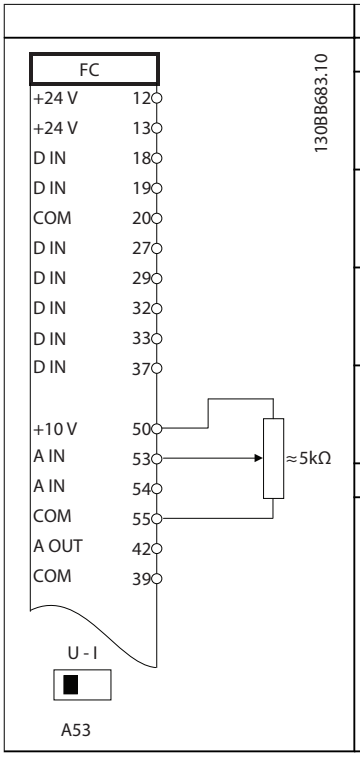
Paramètres	
Fonction	**Réglage**
Paramétre 6-10 Ech.min.U/born. 53	0.07 V*
Paramétre 6-11 Ech.max.U/born. 53	10 V*
Paramétre 6-14 Val.ret./ Réf.bas.born.53	0 Hz
Paramétre 6-15 Val.ret./ Réf.haut.born.53	50 Hz
* = valeur par défaut	
Remarques/commentaires : D IN 37 est une option.	

Tableau 4.4 Référence de vitesse analogique (tension)



Paramètres	
Fonction	**Réglage**
Paramétre 6-12 Ech.min.I/born. 53	4 mA*
Paramétre 6-13 Ech.max.I/born. 53	20 mA*
Paramétre 6-14 Val.ret./ Réf.bas.born.53	0 Hz
Paramétre 6-15 Val.ret./ Réf.haut.born.53	50 Hz
* = valeur par défaut	
Remarques/commentaires : D IN 37 est une option.	

Tableau 4.5 Référence de vitesse analogique (courant)

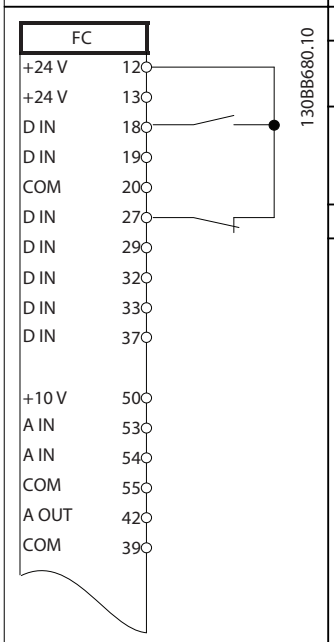


Paramètres	
Fonction	**Réglage**
Paramétre 6-10 Ech.min.U/born. 53	0.07 V*
Paramétre 6-11 Ech.max.U/born. 53	10 V*
Paramétre 6-14 Val.ret./ Réf.bas.born.53	0 Hz
Paramétre 6-15 Val.ret./ Réf.haut.born.53	50 Hz
* = valeur par défaut	
Remarques/commentaires : D IN 37 est une option.	

Tableau 4.6 Référence de vitesse (à l'aide d'un potentiomètre manuel)

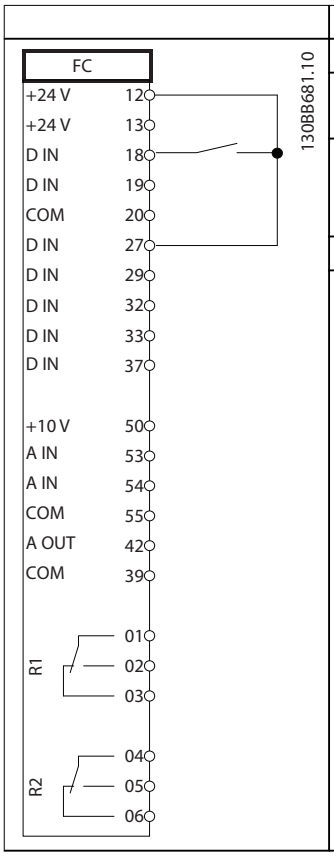
 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

4.3.3 Marche/arrêt



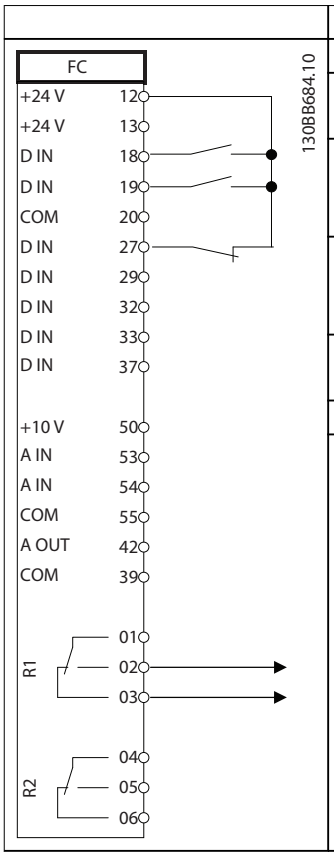
Paramètres	
Fonction	**Réglage**
Paramétre 5-10 E.digit.born.18	*[8] Démarrage**
Paramétre 5-12 E.digit.born.27	*[7] Verrouillage sécu.*
* = valeur par défaut	
Remarques/commentaires : D IN 37 est une option.	

Tableau 4.7 Ordre de marche/arrêt avec verrouillage externe



Paramètres	
Fonction	**Réglage**
Paramétre 5-10 E.digit.born.18	*[8] Démarrage**
Paramétre 5-12 E.digit.born.27	*[7] Verrouillage sécu.*
* = valeur par défaut	
Remarques/commentaires : Si le *paramétre 5-12 E.digit.born.27* est réglé sur *[0] Inactif*, aucun cavalier n'est requis sur la borne 27. D IN 37 est une option.	

Tableau 4.8 Ordre de marche/arrêt sans verrouillage externe



Paramètres	
Fonction	**Réglage**
Paramétre 5-10 E.digit.born.18	*[8] Démarrage**
Paramétre 5-11 E.digit.born.19	*[52] Autorisation de marche*
Paramétre 5-12 E.digit.born.27	*[7] Verrouillage sécu.*
Paramétre 5-40 Fonction relais	*[167] Ordre dém. actif*
* = valeur par défaut	
Remarques/commentaires : D IN 37 est une option.	

Tableau 4.9 Autorisation de marche

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

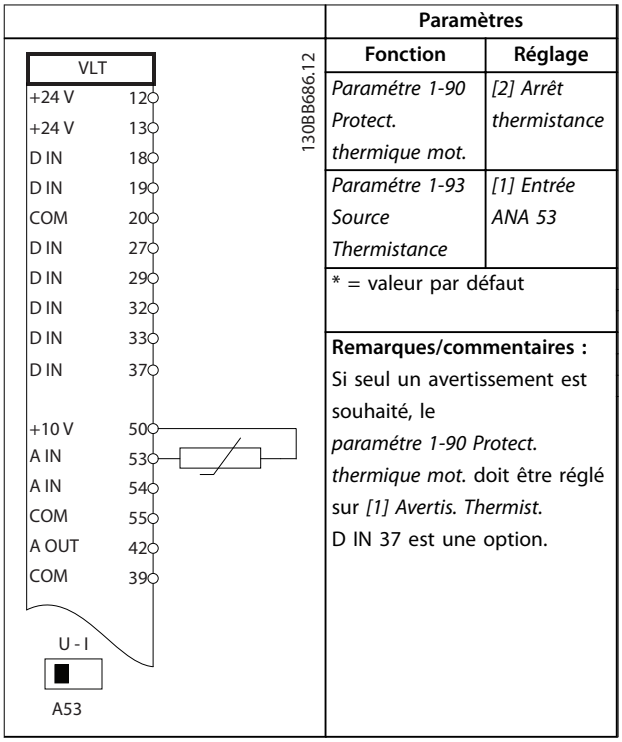
4.3.4 Thermistance moteur

⚠AVERTISSEMENT

ISOLATION THERMISTANCE

Risque de blessures ou de dommages à l'équipement.

- **Utiliser uniquement des thermistances comportant une isolation renforcée ou double pour satisfaire aux exigences d'isolation PELV.**



Paramètres	
Fonction	**Réglage**
Paramétre 1-90 Protect. thermique mot.	*[2] Arrêt thermistance*
Paramétre 1-93 Source Thermistance	*[1] Entrée ANA 53*
* = valeur par défaut	
Remarques/commentaires : Si seul un avertissement est souhaité, le *paramétre 1-90 Protect. thermique mot.* doit être réglé sur *[1] Avertis. Thermist.* D IN 37 est une option.	

Tableau 4.10 Thermistance moteur

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

5 Exigences particulières

5.1 Déclassement

Ce chapitre fournit des données concernant le fonctionnement du variateur de fréquence dans des conditions qui nécessitent un déclassement. Parfois, ce déclassement est réalisé manuellement. Dans d'autres conditions, le variateur de fréquence effectue automatiquement un déclassement si nécessaire. Le déclassement permet de garantir les performances à des étapes critiques, où l'arrêt constituerait une alternative.

5.2 Déclassement manuel

5.2.1 Quand envisager le déclassement

Envisager le déclassement dans l'une des conditions suivantes :

- Fonctionnement au-dessus de 1000 m (faible pression atmosphérique).
- Fonctionnement à basse vitesse.
- Câbles moteur longs.
- Câbles présentant une section large.
- Température ambiante élevée.

Pour plus d'informations, se reporter au *chapitre 5.4 Déclassement pour température ambiante*.

5.2.2 Déclassement pour fonctionnement à faible vitesse

Lorsqu'un moteur est raccordé à un variateur de fréquence, il est nécessaire de vérifier que son refroidissement 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 au moteur. Par conséquent, 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, lorsque 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 du moteur.

5.2.3 Déclassement pour basse pression atmosphérique

La capacité de refroidissement de l'air est amoindrie en cas de faible pression atmosphérique.

Au-dessous d'une altitude de 1000 m, aucun déclassement n'est nécessaire. Au-dessus de 1000 m, déclasser le courant de sortie maximum (I_{sortie}) à température ambiante (T_{AMB}) en fonction de la courbe représentée sur l'*Illustration 5.1* : À des altitudes de plus de 2000 m, merci de contacter Danfoss en ce qui concerne la norme PELV.

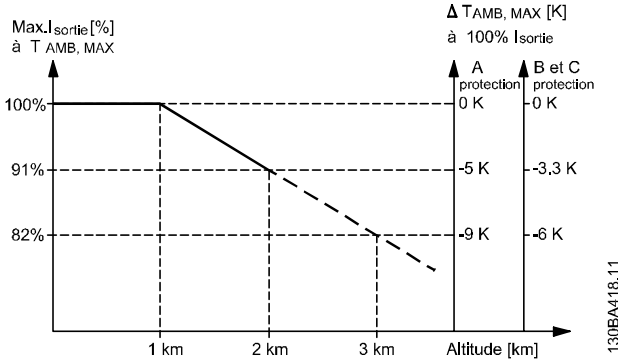


Illustration 5.1 Déclassement du courant de sortie en fonction de l'altitude à $T_{AMB, MAX}$ pour les protections de tailles A, B et C.

Une autre solution consiste à diminuer la température ambiante à haute altitude et à garantir un courant de sortie de 100 %. Voici un exemple de lecture du graphique de l'*Illustration 5.1* : la situation à 2000 m est élaborée pour une protection de type B avec $T_{AMB, MAX}$ = 50 °C. À une température de 45 °C ($T_{AMB, MAX}$ - 3,3 K), 91 % du courant de sortie nominal est disponible. À une température de 41,7 °C, 100 % du courant de sortie nominal est disponible.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

5.3 Déclassement pour des câbles moteurs longs ou de section plus importante

AVIS!

S'applique aux variateurs de fréquence jusqu'à 90 kW seulement.
La longueur de câble maximale pour ce variateur de fréquence est de 300 m de câble non blindé et 150 m de câble blindé.
Ce variateur a été conçu pour fonctionner avec un câble moteur de section nominale. S'il faut utiliser un câble d'une section plus grosse, réduire le courant de sortie de 5 % à chaque étape d'augmentation de la section du câble.
La capacité à la terre et donc le courant à la terre augmentent avec la section du câble.

5.4 Déclassement pour température ambiante

La température moyenne ($T_{AMB, MOY}$) sur 24 heures doit être inférieure d'au moins 5 °C à la température ambiante maximale autorisée ($T_{AMB, MAX}$). Si le variateur de fréquence est en service à des températures ambiantes élevées, il est nécessaire de réduire le courant de sortie en continu. Le déclassement dépend du type de modulation, qui peut être réglé sur 60° AVM ou SFAVM au *paramétre 14-00 Type modulation*.

5.4.1 Déclassement pour température ambiante, protection de taille A

60° AVM - modulation par largeur d'impulsion

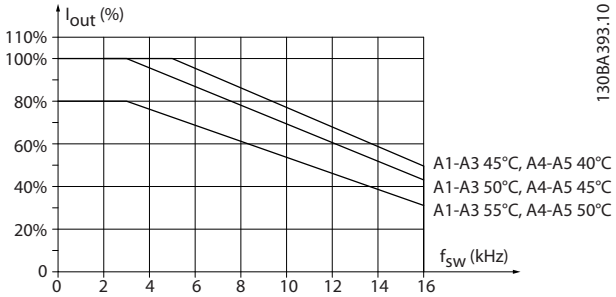


Illustration 5.2 Déclassement de I_{sortie} pour différentes $T_{AMB, MAX}$ pour protection de taille A, utilisant 60° AVM

SFAVM - modulation vectorielle asynchrone à fréquence statorique

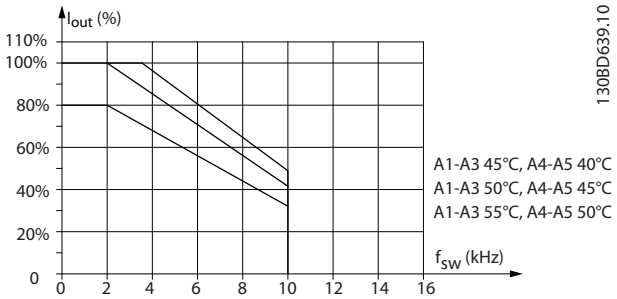


Illustration 5.3 Déclassement de I_{sortie} pour différentes $T_{AMB, MAX}$ pour protections de taille A, utilisant SFAVM

En cas d'utilisation de câble de moteur de 10 m ou moins dans une protection de taille A, un déclassement moindre est nécessaire. Cela vient du fait que la longueur du câble de moteur a une influence relativement importante sur le déclassement recommandé.

60° AVM

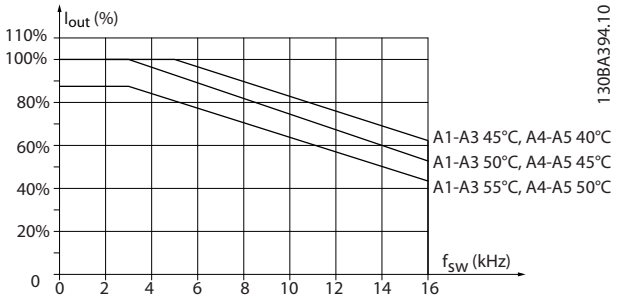


Illustration 5.4 Déclassement de I_{sortie} pour différentes $T_{AMB, MAX}$ pour protections de taille A, utilisant 60° AVM et un câble de moteur de 10 m maximum

SFAVM

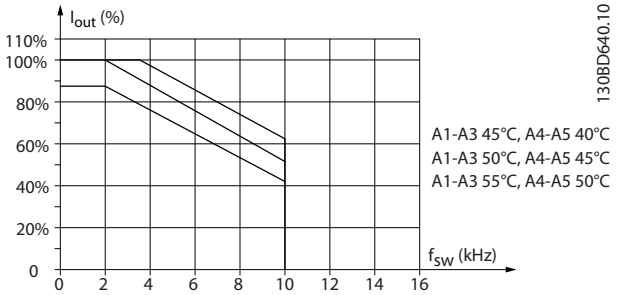


Illustration 5.5 Déclassement de I_{sortie} pour différentes $T_{AMB, MAX}$ pour protection de type A, utilisant SFAVM et un câble de moteur de 10 m maximum

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

5.4.2 Déclassement pour température ambiante, protection de taille B

Protections B, T2 et T4
60° AVM - modulation par largeur d'impulsion

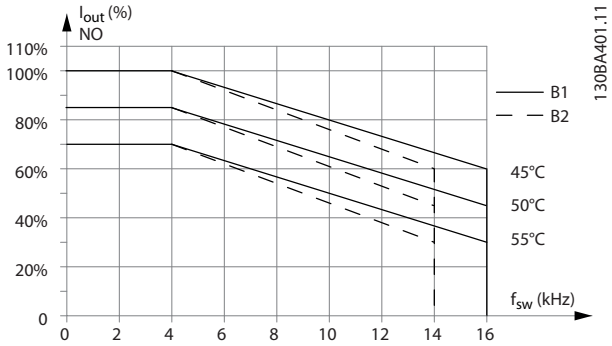


Illustration 5.6 Déclassement de I_{sortie} pour différentes $T_{AMB,MAX}$ pour protections de tailles B1 et B2, utilisant 60° AVM en mode couple normal (surcouple de 110 %)

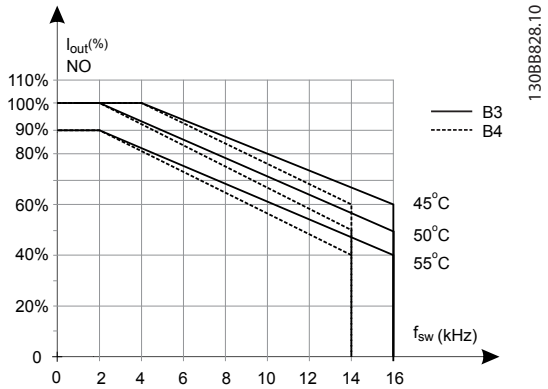


Illustration 5.7 Déclassement de I_{sortie} pour différentes $T_{AMB,MAX}$ pour protections de tailles B3 et B4, utilisant 60° AVM en mode surcharge normale (surcouple de 110 %)

SFAVM - modulation vectorielle asynchrone à fréquence statorique

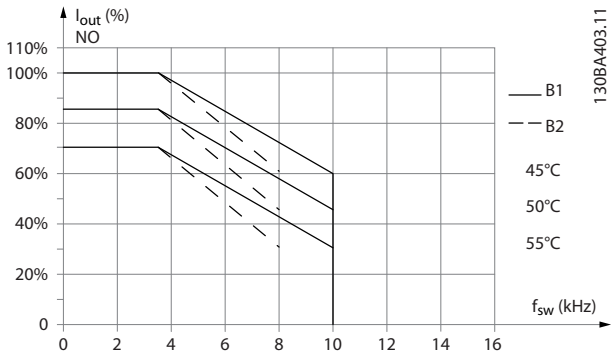


Illustration 5.8 Déclassement de I_{sortie} pour différentes $T_{AMB,MAX}$ pour protections de tailles B1 et B2, utilisant SFAVM en mode surcharge normale (surcouple de 110 %)

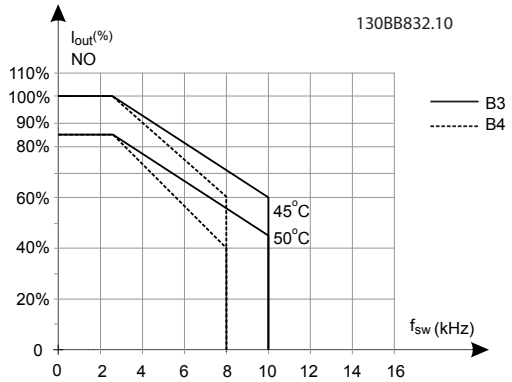


Illustration 5.9 Déclassement de I_{sortie} pour différentes $T_{AMB,MAX}$ pour protections de tailles B3 et B4, utilisant SFAVM en mode surcharge normale (surcouple de 110 %)

Protections B, T6
60° AVM - modulation par largeur d'impulsion

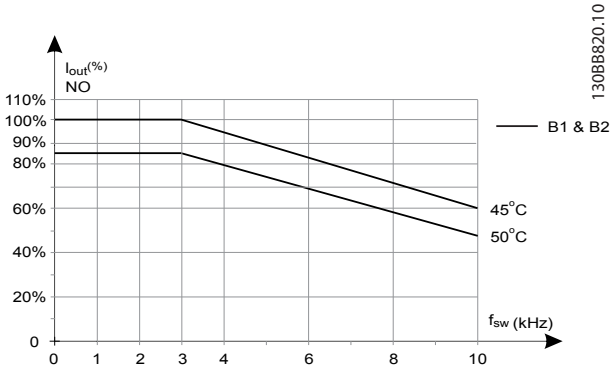


Illustration 5.10 Déclassement du courant de sortie avec fréquence de commutation et température ambiante pour variateurs de fréquence de 600 V, protection de taille B, 60° AVM, SN

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

SFAVM - modulation vectorielle asynchrone à fréquence statorique

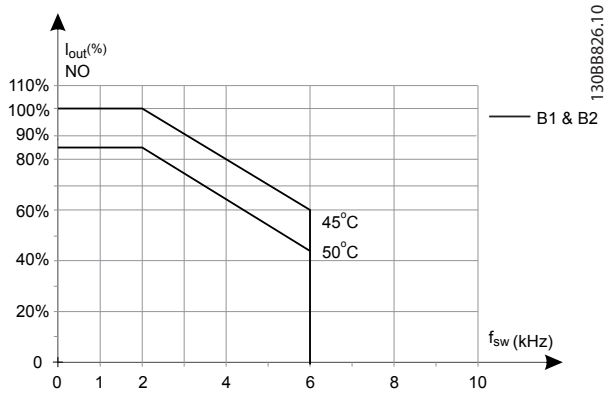


Illustration 5.11 Déclassement du courant de sortie avec fréquence de commutation et température ambiante pour variateurs de fréquence de 600 V, protection de taille B, SFAVM, SN

Protections B, T7
Protections B2 et B4, 525-690 V
60° AVM - modulation par largeur d'impulsion

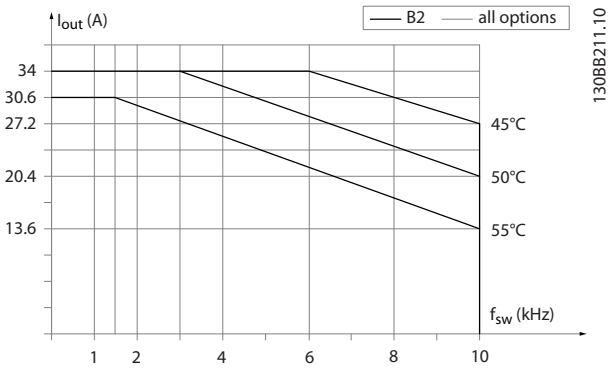


Illustration 5.12 Déclassement du courant de sortie avec fréquence de commutation et température ambiante pour protections de tailles B2 et B4, 60° AVM.

SFAVM - modulation vectorielle asynchrone à fréquence statorique

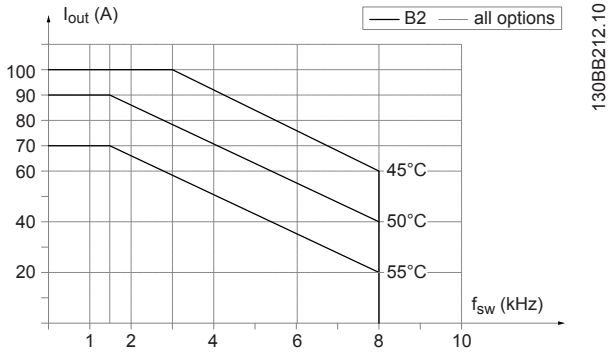


Illustration 5.13 Déclassement du courant de sortie avec fréquence de commutation et température ambiante pour protections de tailles B2 et B4, SFAVM.

5.4.3 Déclassement pour température ambiante, protection de taille C

Protections C, T2 et T4
60° AVM - modulation par largeur d'impulsion

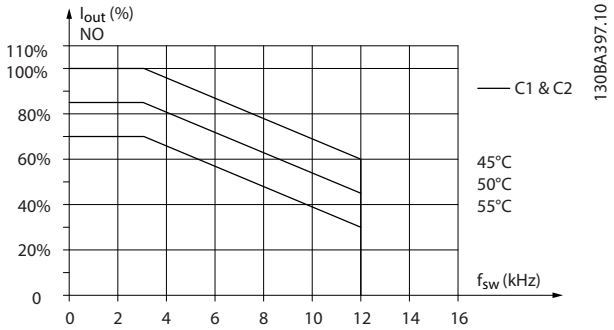


Illustration 5.14 Déclassement de I_{sortie} pour différentes $T_{AMB,MAX}$ pour protections de tailles C1 et C2, utilisant 60° AVM en mode surcharge normale (surcouple de 110 %)

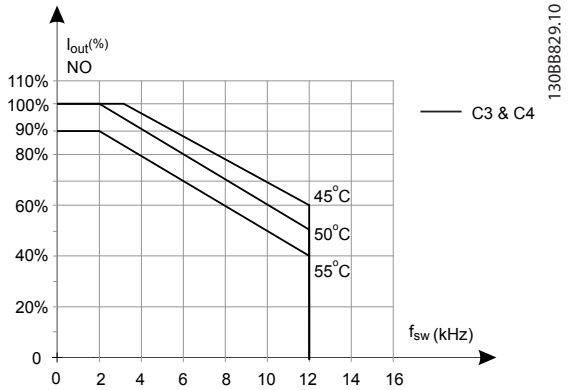


Illustration 5.15 Déclassement de I_{sortie} pour différentes $T_{AMB,MAX}$ pour protections de tailles C3 et C4, utilisant 60° AVM en mode surcharge normale (surcouple de 110 %)

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

5

SFAVM - modulation vectorielle asynchrone à fréquence statorique

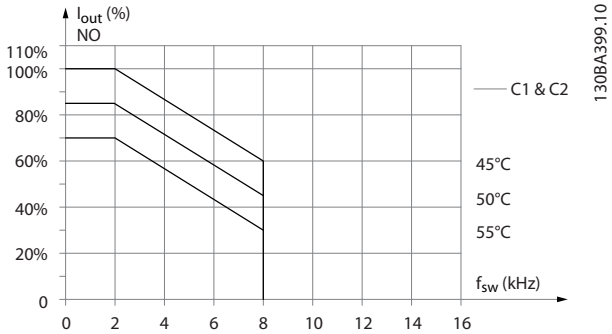


Illustration 5.16 Déclassement de I_{sortie} pour différentes $T_{AMB,MAX}$ pour protections de tailles C1 et C2, utilisant SFAVM en mode surcharge normale (surcouple de 110 %)

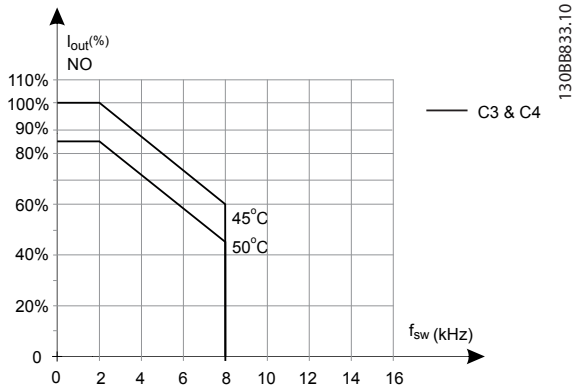


Illustration 5.17 Déclassement de I_{sortie} pour différentes $T_{AMB,MAX}$ pour protections de tailles C3 et C4, utilisant SFAVM en mode surcharge normale (surcouple de 110 %)

Protections de tailles C, T6
60° AVM - modulation par largeur d'impulsion

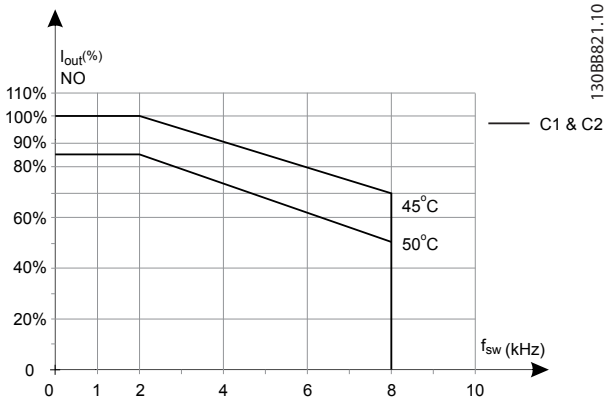


Illustration 5.18 Déclassement du courant de sortie avec fréquence de commutation et température ambiante pour variateurs de fréquence de 600 V, protection de taille C, 60° AVM, SN.

SFAVM - modulation vectorielle asynchrone à fréquence statorique

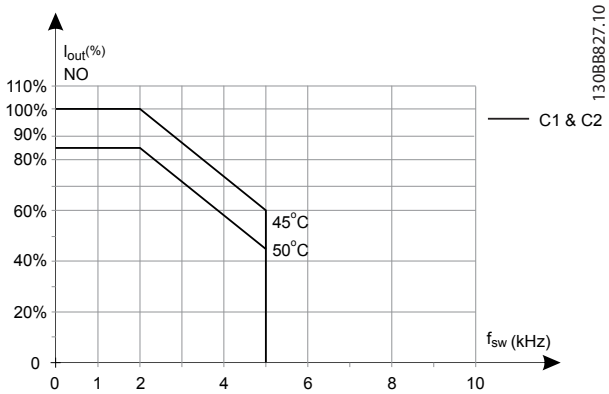


Illustration 5.19 Déclassement du courant de sortie avec fréquence de commutation et température ambiante pour variateurs de fréquence de 600 V, protection de taille C, SFAVM, SN

Protection de taille C, T7
60° AVM - modulation par largeur d'impulsion

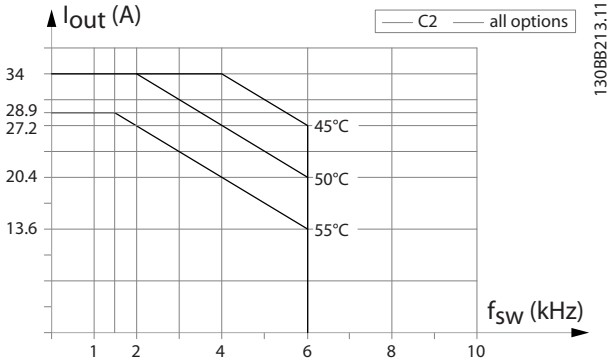


Illustration 5.20 Déclassement du courant de sortie avec fréquence de commutation et température ambiante pour protection de taille C2, 60° AVM.

SFAVM - modulation vectorielle asynchrone à fréquence statorique

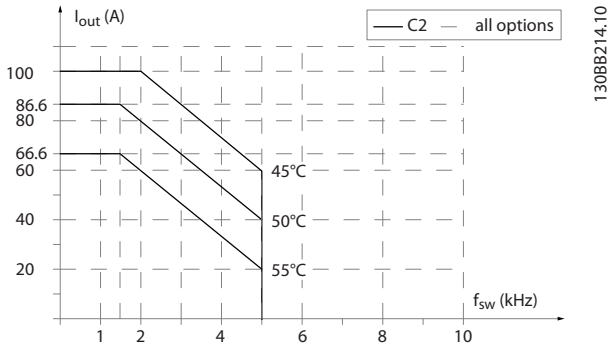


Illustration 5.21 Déclassement du courant de sortie avec fréquence de commutation et température ambiante pour protection de taille C2, SFAVM.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

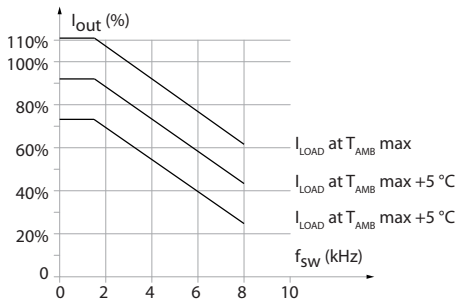


Illustration 5.22 Déclassement du courant de sortie avec fréquence de commutation et température ambiante pour protection de type C3.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

6 Code de type et sélection

6.1 Commande

6.1.1 Introduction

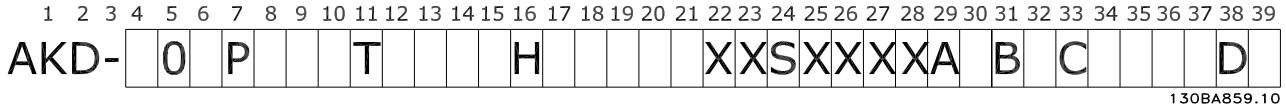


Illustration 6.1 Code de type

Configurer le variateur de fréquence adapté à l'application et générer le type de code string à partir du système de configuration du variateur sur Internet. Le système de configuration génère automatiquement une référence à 8 chiffres à envoyer au service commercial local.

Le système de configuration du variateur peut également établir une liste de projets comportant plusieurs produits et l'envoyer à un représentant Danfoss.

Accéder au système de configuration du variateur sur le site Internet :
www.danfoss.com/drives.

6.1.2 Code de type

Exemple de code type :
FC-103-P18KT4E21H1XGCXXXSXXXXAZBKCXXXXDX

Les caractères de la chaîne sont définis dans le *Tableau 6.1* et le *Tableau 6.2*. Dans l'exemple ci-dessus, une option AK-LonWorks et une option d'E/S à usage général sont incluses dans le variateur de fréquence.

Description	Position	Options possibles[1)]
Groupe de produits et série VLT	1–6	FC 103
Dimensionnement puissance	8–10	1,1-90 kW (P1K1-P90K)
Nombre de phases	11	3 phases (T)
Tension secteur	11–12	T 2 : 200–240 V CA T 4 : 380–480 V CA
Protection	13–15	E20 : IP20 E21 : IP21/NEMA 1 E55 : IP 55/NEMA 12 E66 : IP66 P21 : IP21/NEMA 1 avec plaque arrière P55 : IP55/NEMA 12 avec plaque arrière Z55 : A4 protection IP55 Z66 : A4 protection IP66
Filtre RFI	16–17	H1 : filtre RFI classe A1/B H2 : filtre RFI classe A2 Hx : pas de filtre RFI
Affichage	19	G : panneau de commande local graphique (GLCP) X : aucun panneau de commande local
Tropicalisation PCB	20	X : PCB non tropicalisé C : PCB tropicalisé
Option secteur	21	X : pas de sectionneur secteur 1 : avec sectionneur secteur (IP55 uniquement)
Adaptation	22	Réservé
Adaptation	23	Réservé
Version du logiciel	24–27	Logiciel réel
Langue du logiciel	28	

Tableau 6.1 Référence de commande

1) Certains choix disponibles dépendent de la taille de protection.

Description	Position	Options disponibles
Options A	29–30	AX : Pas d'option AZ : VLT® AK-LonWorks MCA 107 A0 : VLT® PROFIBUS DP MCA 101 AL : VLT® PROFINET MCA 120

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

Description	Position	Options disponibles
Options B	31–32	BX : Pas d'option BK : General Purpose I/O option MCB 101 BP : VLT® Relay option MCB 105 BO : VLT® Analog I/O option MCB 109
Options C0, MCO	33–34	CX : Pas d'option
Options C1	35	X : Pas d'option R : VLT® Extended Relay Card MCB 113
Logiciel option C	36–37	XX : logiciel standard
Options D	38–39	DX : Pas d'option D0 : VLT® 24 V DC Supply option MCB 107

Tableau 6.2 Numéro de code de commande, options

6.2 Options, accessoires et pièces détachées

6.2.1 Références : Options et accessoires

AVIS!

Il est possible de commander les options en tant qu'options incorporées en usine, voir les informations concernant les commandes.

Type	Description	Référence
Matériel divers I		
Connecteur de circuit intermédiaire	Bloc de raccordement pour la connexion du circuit intermédiaire sur A2/A3	130B1064
Kit IP 21/4X top/TYPE 1	IP21/NEMA 1 Dessus + fond A2	130B1122
Kit IP 21/4X top/TYPE 1	IP21/NEMA 1 Dessus + fond A3	130B1123
Kit IP 21/4X top/TYPE 1	IP21/NEMA 1 Dessus + fond B3	130B1187
Kit IP 21/4X top/TYPE 1	IP21/NEMA 1 Dessus + fond B4	130B1189
Kit IP 21/4X top/TYPE 1	IP21/NEMA 1 Dessus + fond C3	130B1191
Kit IP 21/4X top/TYPE 1	IP21/NEMA 1 Dessus + fond C4	130B1193
IP21/4X dessus	Couvercle supérieur IP21 A2	130B1132
IP21/4X dessus	Couvercle supérieur IP21 A3	130B1133
IP21/4X dessus	Couvercle supérieur IP21 B3	130B1188
IP21/4X dessus	Couvercle supérieur IP21 B4	130B1190
IP21/4X dessus	Couvercle supérieur IP21 C3	130B1192
IP21/4X dessus	Couvercle supérieur IP21 C4	130B1194

Type	Description	Référence
Matériel divers I		
Kit de montage sur panneau de support	Protection de taille A5	130B1028
Kit de montage sur panneau de support	Protection de taille B1	130B1046
Kit de montage sur panneau de support	Protection de taille B2	130B1047
Kit de montage sur panneau de support	Protection de taille C1	130B1048
Kit de montage sur panneau de support	Protection de taille C2	130B1049
Blocs de raccordement	Blocs de raccordement à vis pour remplacer les bornes à ressort 1 sac de connecteurs à 10 broches, 1 sac de connecteurs à 6 broches et 1 sac de connecteurs à 3 broches	130B1116
Plaque arrière	A5 IP55/NEMA 12	130B1098
Plaque arrière	B1 IP21/IP55/NEMA 12	130B3383
Plaque arrière	B2 IP21/IP55/NEMA 12	130B3397
Plaque arrière	C1 IP21/IP55/NEMA 12	130B3910
Plaque arrière	C2 IP21/IP55/NEMA 12	130B3911
Plaque arrière	A5 IP66	130B3242
Plaque arrière	B1 IP66	130B3434
Plaque arrière	B2 IP66	130B3465
Plaque arrière	C1 IP66	130B3468
Plaque arrière	C2 IP66	130B3491
LCP et kits		
LCP 102	panneau de commande local graphique (GLCP)	130B1107
Câble LCP	Câble LCP distinct, 3 m	175Z0929
Kit LCP	Kit de montage du LCP comprenant LCP graphique, fixations, câble de 3 m et joint	130B1113
Kit LCP	Kit de montage du panneau comprenant LCP numérique, fixations et joint	130B1114
Kit LCP	Kit de montage du panneau pour tous les LCP, comprenant fixations, câble de 3 m et joint	130B1117
Kit LCP	Kit de montage avant, protections IP55/IP66, fixations, câble de 8 m et joint	130B1129
Kit LCP	Kit de montage du LCP pour tous les LCP, comprenant fixations et joint, sans câble	130B1170

Tableau 6.3 Options et accessoires

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

Type	Description	Commentaires
Option pour emplacement A		**Référence tropicalisée**
MCA 107	AK-LonWorks	130B1108
Options pour emplacement B		
MCB 101	VLT® General Purpose I/O Module MCB 101	130B1212
MCB 105	VLT® Relay Card MCB 105	130B1210
MCB 109	Option VLT® Analog I/O MCB 109 et batterie de secours pour horloge en temps réel	130B1243
Option pour C		
MCB 113	VLT® Extended Relay Card MCB 113	130B1264
Option pour D		
MCB 107	24 V CC de secours	130B1208

Tableau 6.4 Références des options A, B, C et D

Pour des informations concernant la compatibilité des options de bus de terrain et d'application avec des versions logicielles moins récentes, contacter le distributeur Danfoss.

Type	Description		
Pièces de rechange		**Référence**	**Commentaires**
Carte de commande FC	Avec fonction STO	130B1150	
Carte de commande FC	Sans fonction STO	130B1151	
Ventilateur A2	Ventilateur, protection de taille A2	130B1009	
Ventilateur A3	Ventilateur, protection de taille A3	130B1010	
Ventilateur A5	Ventilateur, protection de taille A5	130B1017	
Ventilateur B1	Ventilateur, protection de taille B1	130B3407	
Ventilateur B2	Ventilateur externe, protection de taille B2	130B3406	
Ventilateur B3	Ventilateur externe, protection de taille B3	130B3563	
Ventilateur B4	Ventilateur externe, 18,5/22 kW	130B3699	
Ventilateur B4	Ventilateur externe, 22/30 kW	130B3701	
Ventilateur C1	Ventilateur externe, protection de taille C1	130B3865	
Ventilateur C2	Ventilateur externe, protection de taille C2	130B3867	
Ventilateur C3	Ventilateur externe, protection de taille C3	130B4292	
Ventilateur C4	Ventilateur externe, protection de taille C4	130B4294	
Matériel divers II			
Sac d'accessoires A2	Sac d'accessoires, protection de taille A2	130B1022	
Sac d'accessoires A3	Sac d'accessoires, protection de taille A3	130B1022	
Sac d'accessoires A5	Sac d'accessoires, protection de taille A5	130B1023	
Sac d'accessoires B1	Sac d'accessoires, protection de taille B1	130B2060	
Sac d'accessoires B2	Sac d'accessoires, protection de taille B2	130B2061	
Sac d’accessoires B3	Sac d'accessoires, protection de taille B3	130B0980	
Sac d’accessoires B4	Sac d'accessoires, protection de taille B4	130B1300	Petit
Sac d’accessoires B4	Sac d'accessoires, protection de taille B4	130B1301	Grand
Sac d'accessoires C1	Sac d'accessoires, protection de taille C1	130B0046	
Sac d'accessoires C2	Sac d'accessoires, protection de taille C2	130B0047	
Sac d'accessoires C3	Sac d'accessoires, protection de taille C3	130B0981	
Sac d'accessoires C4	Sac d'accessoires, protection de taille C4	130B0982	Petit
Sac d'accessoires C4	Sac d'accessoires, protection de taille C4	130B0983	Grand

Tableau 6.5 Références des pièces de rechange

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

6.2.2 Références : Filtres harmoniques

Les filtres harmoniques sont utilisés pour réduire les harmoniques du secteur.

Pour les références, consulter le *Manuel de configuration du VLT® Advanced Harmonic Filter AHF 005/AHF 010.*

AVIS!

La prise en charge des filtres AHF et sinus nécessite la version de logiciel 1.1x ou supérieure. Les filtres dU/dt sont pris en charge et peuvent être utilisés sur toute version de logiciel.

6.2.3 Références : modules de filtre sinus, 200-480 V CA

Taille du variateur de fréquence			Fréquence de commutation minimale [kHz]	Fréquence de sortie max. [Hz]	Référence IP20	Référence IP00	Courant filtre nominal à 50 Hz [A]
200–240 V	380–440 V	440–480 V					
	P1K1	P1K1	5	120	130B2441	130B2406	4,5
	P1K5	P1K5	5	120	130B2441	130B2406	4,5
	P2K2	P2K2	5	120	130B2443	130B2408	8
P1K1	P3K0	P3K0	5	120	130B2443	130B2408	8
P1K5			5	120	130B2443	130B2408	8
	P4K0	P4K0	5	120	130B2444	130B2409	10
P2K2	P5K5	P5K5	5	120	130B2446	130B2411	17
P3K0	P7K5	P7K5	5	120	130B2446	130B2411	17
P4K0			5	120	130B2446	130B2411	17
P5K5	P11K	P11K	4	60	130B2447	130B2412	24
P7K5	P15K	P15K	4	60	130B2448	130B2413	38
	P18K	P18K	4	60	130B2448	130B2413	38
P11K	P22K	P22K	4	60	130B2307	130B2281	48
P15K	P30K	P30K	3	60	130B2308	130B2282	62
P18K	P37K	P37K	3	60	130B2309	130B2283	75
P22K	P45K	P55K	3	60	130B2310	130B2284	115
P30K	P55K	P75K	3	60	130B2310	130B2284	115
P37K	P75K	P90K	3	60	130B2311	130B2285	180
P45K	P90K		3	60	130B2311	130B2285	180

Tableau 6.6 Alimentation secteur 3 x 200-480 V

AVIS!

En cas d'utilisation de filtres sinus, la fréquence de commutation doit respecter les spécifications du filtre au *paramétre 14-01 Fréq. commut..*

AVIS!

Voir aussi le *Manuel de configuration des filtres de sortie.*

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

6.2.4 Références : modules de filtre sinus, 525-600/690 V CA

Taille du variateur de fréquence		Fréquence de commutation minimale [kHz]	Fréquence de sortie max. [Hz]	Référence IP20	Référence IP00	Courant filtre nominal à 50 Hz [A]
525–600 V	690 V					
P1K1		2	60	130B2341	130B2321	13
P1K5		2	60	130B2341	130B2321	13
P2K2		2	60	130B2341	130B2321	13
P3K0		2	60	130B2341	130B2321	13
P4K0		2	60	130B2341	130B2321	13
P5K5		2	60	130B2341	130B2321	13
P7K5		2	60	130B2341	130B2321	13
	P11K	2	60	130B2342	130B2322	28
P11K	P15K	2	60	130B2342	130B2322	28
P15K	P18K	2	60	130B2342	130B2322	28
P18K	P22K	2	60	130B2342	130B2322	28
P22K	P30K	2	60	130B2343	130B2323	45
P30K	P37K	2	60	130B2343	130B2323	45
P37K	P45K	2	60	130B2344	130B2324	76
P45K	P55K	2	60	130B2344	130B2324	76
P55K	P75K	2	60	130B2345	130B2325	115
P75K	P90K	2	60	130B2345	130B2325	115
P90K		2	60	130B2346	130B2326	165

Tableau 6.7 Alimentation secteur 3 x 525-690 V

AVIS!

En cas d'utilisation de filtres sinus, la fréquence de commutation doit respecter les spécifications du filtre au *paramétre 14-01 Fréq. commut.*.

AVIS!

Voir aussi le *Manuel de configuration des filtres de sortie.*

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

6.2.5 Filtres harmoniques

Les filtres harmoniques sont utilisés pour réduire les harmoniques du secteur.

- AHF 010 : distorsion de courant de 10 %
- AHF 005 : distorsion de courant de 5 %

Refroidissement et ventilation
IP20 : refroidi par convection naturelle ou ventilateurs intégrés.
IP00 : un refroidissement forcé supplémentaire est requis. Veiller à garantir un débit d'air suffisant par le filtre pendant l'installation pour empêcher la surchauffe du filtre. Un débit d'air minimum de 2 m/s est nécessaire via le filtre.

Caractéristiques de puissance et de courant[1)]		Moteur typique	Courant nominal du filtre 50 Hz	Référence AHF 005		Référence AHF 010	
[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
1,1–4,0	1,2–9	3	10	130B1392	130B1229	130B1262	130B1027
5,5–7,5	14,4	7,5	14	130B1393	130B1231	130B1263	130B1058
11,0	22	11	22	130B1394	130B1232	130B1268	130B1059
15,0	29	15	29	130B1395	130B1233	130B1270	130B1089
18,0	34	18,5	34	130B1396	130B1238	130B1273	130B1094
22,0	40	22	40	130B1397	130B1239	130B1274	130B1111
30,0	55	30	55	130B1398	130B1240	130B1275	130B1176
37,0	66	37	66	130B1399	130B1241	130B1281	130B1180
45,0	82	45	82	130B1442	130B1247	130B1291	130B1201
55,0	96	55	96	130B1443	130B1248	130B1292	130B1204
75,0	133	75	133	130B1444	130B1249	130B1293	130B1207
90,0	171	90	171	130B1445	130B1250	130B1294	130B1213

Tableau 6.8 Filtres harmoniques pour 380-415 V, 50 Hz

Caractéristiques de puissance et de courant[1)]		Moteur typique	Courant nominal du filtre 60 Hz	Référence AHF 005		Référence AHF 010	
[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
1,1–4,0	1,2–9	3	10	130B3095	130B2857	130B2874	130B2262
5,5–7,5	14,4	7,5	14	130B3096	130B2858	130B2875	130B2265
11,0	22	11	22	130B3097	130B2859	130B2876	130B2268
15,0	29	15	29	130B3098	130B2860	130B2877	130B2294
18,0	34	18,5	34	130B3099	130B2861	130B3000	130B2297
22,0	40	22	40	130B3124	130B2862	130B3083	130B2303
30,0	55	30	55	130B3125	130B2863	130B3084	130B2445
37,0	66	37	66	130B3026	130B2864	130B3085	130B2459
45,0	82	45	82	130B3127	130B2865	130B3086	130B2488
55,0	96	55	96	130B3128	130B2866	130B3087	130B2489
75,0	133	75	133	130B3129	130B2867	130B3088	130B2498
90,0	171	90	171	130B3130	130B2868	130B3089	130B2499

Tableau 6.9 Filtres harmoniques pour 380-415 V, 60 Hz

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

Caractéristiques de puissance et de courant[1)]		Moteur typique	Courant nominal du filtre 60 Hz	Référence AHF 005		Référence AHF 010	
[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
1,1–4,0	1–7,4	3	10	130B1787	130B1752	130B1770	130B1482
5,5–7,5	9,9–13	7,5	14	130B1788	130B1753	130B1771	130B1483
11,0	19	11	19	130B1789	130B1754	130B1772	130B1484
15,0	25	15	25	130B1790	130B1755	130B1773	130B1485
18,0	31	18,5	31	130B1791	130B1756	130B1774	130B1486
22,0	36	22	36	130B1792	130B1757	130B1775	130B1487
30,0	47	30	48	130B1793	130B1758	130B1776	130B1488
37,0	59	37	60	130B1794	130B1759	130B1777	130B1491
45,0	73	45	73	130B1795	130B1760	130B1778	130B1492
55,0	95	55	95	130B1796	130B1761	130B1779	130B1493
75,0	118	75	118	130B1797	130B1762	130B1780	130B1494
90	154	90	154	130B1798	130B1763	130B1781	130B1495

Tableau 6.10 Filtres harmoniques pour 440-480 V, 60 Hz

1) Courant nominal et puissance nominale du variateur de fréquence selon les conditions de fonctionnement réelles.

Caractéristiques de puissance et de courant[1)]		Moteur typique	Courant nominal du filtre 60 Hz	Référence AHF 005		Référence AHF 010	
[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
11,0	15	10	15	130B5261	130B5246	130B5229	130B5212
15,0	19	16,4	20	130B5262	130B5247	130B5230	130B5213
18,0	24	20	24	130B5263	130B5248	130B5231	130B5214
22,0	29	24	29	130B5263	130B5248	130B5231	130B5214
30,0	36	33	36	130B5265	130B5250	130B5233	130B5216
37,0	49	40	50	130B5266	130B5251	130B5234	130B5217
45,0	58	50	58	130B5267	130B5252	130B5235	130B5218
55,0	74	60	77	130B5268	130B5253	130B5236	130B5219
75,0	85	75	87	130B5269	130B5254	130B5237	130B5220
90	106	90	109	130B5270	130B5255	130B5238	130B5221

Tableau 6.11 Filtres harmoniques pour 600 V, 60 Hz

Caractéris-tiques de puissance et de courant[1)]		Moteur typique	Caractéristiques de puissance et de courant		Moteur typique	Courant nominal du filtre	Référence AHF 005		Référence AHF 010	
500–550 V			551–690 V			50 Hz				
[kW]	[A]	[kW]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
11,0	15	7,5	P15K	16	15	15	130B5000	130B5088	130B5297	130B5280
15,0	19,5	11	P18K	20	18,5	20	130B5017	130B5089	130B5298	130B5281
18,0	24	15	P22K	25	22	24	130B5018	130B5090	130B5299	130B5282
22,0	29	18,5	P30K	31	30	29	130B5019	130B5092	130B5302	130B5283
30,0	36	22	P37K	38	37	36	130B5021	130B5125	130B5404	130B5284
37,0	49	30	P45K	48	45	50	130B5022	130B5144	130B5310	130B5285
45,0	59	37	P55K	57	55	58	130B5023	130B5168	130B5324	130B5286
55,0	71	45	P75K	76	75	77	130B5024	130B5169	130B5325	130B5287
75,0	89	55	–	–	–	87	130B5025	130B5170	130B5326	130B5288
90,0	110	90	–	–	–	109	130B5026	130B5172	130B5327	130B5289

Tableau 6.12 Filtres harmoniques pour 500-690 V, 50 Hz

1) Courant nominal et puissance nominale du variateur de fréquence selon les conditions de fonctionnement réelles.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

6.2.6 Filtres sinus

Caractéristiques de puissance et de courant des variateurs de fréquence						Courant nominal du filtre			Fréquence de commutation	Référence	
200–240 V		380–440 V		441–500 V		50 Hz	60 Hz	100 Hz		IP00	IP20/23[1)]
[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[A]	[A]	[A]	[kHz]		
–	–	1,1	3	1,1	3	4,5	4	3,5	5	130B2406	130B2441
–	–	1,5	4,1	1,5	3,4						
–	–	2,2	5,6	2,2	4,8	8	7,5	5,5	5	130B2408	130B2443
1,1	6,6	3	7,2	3	6,3						
1,5	7,5	–	–	–	–						
–	–	4	10	4	8,2	10	9,5	7,5	5	130B2409	130B2444
2,2	10,6	5,5	13	5,5	11	17	16	13	5	130B2411	130B2446
3	12,5	7,5	16	7,5	14,5						
3,7	16,7	–	–	–	–						
5,5	24,2	11	24	11	21	24	23	18	4	130B2412	130B2447
7,5	30,8	15	32	15	27	38	36	28,5	4	130B2413	130B2448
		18,5	37,5	18,5	34						
11	46,2	22	44	22	40	48	45,5	36	4	130B2281	130B2307
15	59,4	30	61	30	52	62	59	46,5	3	130B2282	130B2308
18,5	74,8	37	73	37	65	75	71	56	3	130B2283	130B2309
22	88	45	90	55	80	115	109	86	3	130B3179	130B3181*
30	115	55	106	75	105						
37	143	75	147	90	130	180	170	135	3	130B3182	130B3183*
45	170	90	177								

Tableau 6.13 Filtre sinus pour variateurs de fréquence avec 380-500 V

*1) Les numéros de commande signalés par un * sont IP23.*

Caractéristiques de puissance et de courant des variateurs de fréquence						Courant nominal du filtre 690 V			Fréquence de commutation	Référence	
525–600 V		551–690 V		525–550 V		50 Hz	60 Hz	100 Hz		IP00	IP20/23[1)]
[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[A]	[A]	[A]	kHz		
1,1	2,4	1,5	2,2	1,5	2,7	4,5	4	3	4	130B7335	130B7356
1,5	2,7	2,2	3,2	2,2	3,9						
2,2	3,9	3,0	4,5	3,0	4,9						
3	4,9	4,0	5,5	4,0	6,1	10	9	7	4	130B7289	130B7324
4	6,1	5,5	7,5	5,5	9,0						
5,5	9	7,5	10	7,5	11						
7,5	11	11	13	7,5	14	13	12	9	3	130B3195	130B3196
11	18	15	18	11	19	28	26	21	3	130B4112	130B4113
15	22	18,5	22	15	23						
18,5	27	22	27	18	28						
22	34	30	34	22	36	45	42	33	3	130B4114	130B4115
30	41	37	41	30	48						
37	52	45	52	37	54	76	72	57	3	130B4116	130B4117*
45	62	55	62	45	65						
55	83	75	83	55	87	115	109	86	3	130B4118	130B4119*
75	100	90	100	75	105						
90	131	–	–	90	137	165	156	124	2	130B4121	130B4124*

Tableau 6.14 Filtre sinus pour variateurs de fréquence avec 525-600 V et 525-690 V

*1) Les numéros de commande signalés par un * sont IP23.*

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

Paramètre	Réglage
Paramétre 14-00 Type modulation	*[1] SFAVM*
Paramétre 14-01 Fréq. commut.	Configurer conformément à chaque filtre. Indiqué sur l'étiquette du filtre et dans le manuel des filtres de sortie. Les filtres sinus ne permettent pas de fréquence de commutation inférieure à celles spécifiées par le filtre individuel.
Paramétre 14-55 Filtre de sortie	*[2] Filtre sinus fixe*
Paramétre 14-56 Capacitance Output Filter	Configurer conformément à chaque filtre. Indiqué sur l'étiquette du filtre et dans le manuel des filtres de sortie (obligatoire uniquement en mode Flux).
Paramétre 14-57 Inductance Output Filter	Configurer conformément à chaque filtre. Indiqué sur l'étiquette du filtre et dans le manuel des filtres de sortie (obligatoire uniquement en mode Flux).

Tableau 6.15 Réglage des paramètres pour l'exploitation avec un filtre sinus

6.2.7 Filtres dU/dt

6

Caractéristiques du variateur de fréquence [V]										Courant nominal du filtre [V]				Référence		
200–240		380–440		441–500		525–550		551–690		380 à 60 Hz 200-400/ 440 à 50 Hz	460/480 à 60 Hz 500/525 à 50 Hz	575/600 à 60 Hz	690 à 50 Hz	IP00	IP20[1)]	IP54
[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]			
3	12,5	5,5	13	5,5	11	5,5	9,5	1,1	1,6	17	15	13	10	N/A	130B7367*	N/A
3,7	16	7,5	16	7,5	14,5	7,5	11,5	1,5	2,2							
–	–	–	–	–	–	–	–	2,2	3,2							
								3	4,5							
								4	5,5							
								5,5	7,5							
								7,5	10							
5,5	24,2	11	24	11	21	7,5	14	11	13	44	40	32	27	130B2835	130B2836*	130B2837
7,5	30,8	15	32	15	27	11	19	15	18							
–	–	18,5	37,5	18,5	34	15	23	18,5	22							
–	–	22	44	22	40	18,5	28	22	27							
11	46,2	30	61	30	52	30	43	30	34	90	80	58	54	130B2838	130B2839*	130B2840
15	59,4	37	73	37	65	37	54	37	41							
18,5	74,8	45	90	55	80	45	65	45	52							
22	88	–	–	–	–	–	–	–	–							
–	–	55	106	75	105	55	87	55	62	106	105	94	86	130B2841	130B2842*	130B2843
–	–							75	83							
30	115	75	147	90	130	75	113	90	108	177	160	131	108	130B2844	130B2845*	130B2846
37	143	90	177	–	–	90	137	–	–							
45	170	–	–	–	–	–	–	–	–							

Tableau 6.16 Filtres dU/dt pour 200-690 V

1) Les protections de taille A3 dédiées supportant le montage en armoire et le montage externe. Raccordement du câble blindé fixe au variateur de fréquence.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

Paramètre	Réglage
Paramétre 14-01 Fréq. commut.	Toute fréquence de commutation supérieure à celle spécifiée par le filtre individuel est déconseillée.
Paramétre 14-55 Filtre de sortie	*[0] Pas de filtre*
Paramétre 14-56 Capacitance Output Filter	Non utilisé
Paramétre 14-57 Inductance Output Filter	Non utilisé

Tableau 6.17 Réglages des paramètres du filtre dU/dt

6.2.8 Filtres en mode commun

Taille de protection	Référence	Dimensions du noyau					Poids
		W	w	H	h	d	[kg]
A et B	130B3257	60	43	40	25	22,3	0,25
C1	130B7679	82,8	57,5	45,5	20,6	33	–
C2, C3, C4	130B3258	102	69	61	28	37	1,6

Tableau 6.18 Filtres en mode commun, références

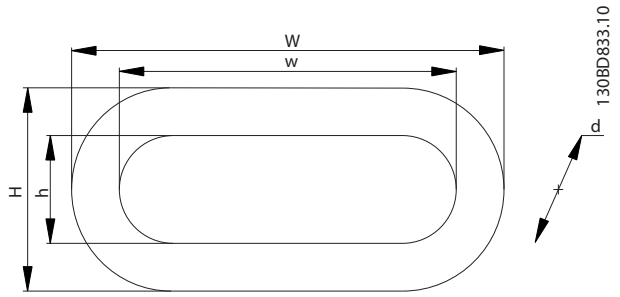


Illustration 6.2 Noyau HF-CM

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

7 Spécifications

7.1 Données électriques

7.1.1 Alimentation secteur 3 x 200-240 V CA

Désignation du type	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K7
Surcharge[1)]	NO	NO	NO	NO	NO
Sortie d'arbre typique [kW]	1,1	1,5	2,2	3,0	3,7
Sortie d'arbre typique [HP] à 208 V	1,5	2,0	2,9	4,0	4,9
IP20/châssis[6)]	A2	A2	A2	A3	A3
IP55/NEMA 12	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A5	A5
IP66/NEMA 4X	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A5	A5
Courant de sortie					
Continu (3 x 200-240 V) [A]	6,6	7,5	10,6	12,5	16,7
Intermittent (3 x 200-240 V) [A]	7,3	8,3	11,7	13,8	18,4
kVA continu (208 V CA) [kVA]	2,38	2,70	3,82	4,50	6,00
Courant d'entrée maximal					
Continu (3 x 200-240 V) [A]	5,9	6,8	9,5	11,3	15,0
Intermittent (3 x 200-240 V) [A]	6,5	7,5	10,5	12,4	16,5
Autres spécifications					
Perte de puissance estimée[3)] à charge nominale max. [W][4)]	63	82	116	155	185
IP20, IP21, section max. de câble[2)] (secteur, moteur, frein et répartition de la charge) [mm²/(AWG)]	4, 4, 4 (12, 12, 12) (minimum 0,2 (24))				
IP55, IP66, section max. de câble[2)] (secteur, moteur, frein et répartition de la charge) [mm²/(AWG)]	4, 4, 4 (12, 12, 12)				
Section max. de câble avec sectionneur	6, 4, 4 (10, 12, 12)				
Rendement[5)]	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96

Tableau 7.1 Alimentation secteur 3 x 200-240 V CA

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

Désignation du type	P5K5	P7K5	P11K	P15K	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K
Surcharge[1)]	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Sortie d'arbre typique [kW]	5,5	7,5	11	15	18,5	22	30	37	45
Sortie d'arbre typique [HP] à 208 V	7,5	10	15	20	25	30	40	50	60
IP20/châssis[6)]	B3	B3	B3	B4	B4	C3	C3	C4	C4
IP21/NEMA 1	B1	B1	B1	B2	C1	C1	C1	C2	C2
IP55/NEMA 12	B1	B1	B1	B2	C1	C1	C1	C2	C2
IP66/NEMA 4X	B1	B1	B1	B2	C1	C1	C1	C2	C2
Courant de sortie									
Continu (3 x 200-240 V) [A]	24,2	30,8	46,2	59,4	74,8	88,0	115	143	170
Intermittent (3 x 200-240 V) [A]	26,6	33,9	50,8	65,3	82,3	96,8	127	157	187
kVA continu (208 V CA) [kVA]	8,7	11,1	16,6	21,4	26,9	31,7	41,4	51,5	61,2
Courant d'entrée maximal									
Continu (3 x 200-240 V) [A]	22,0	28,0	42,0	54,0	68,0	80,0	104,0	130,0	154,0
Intermittent (3 x 200-240 V) [A]	24,2	30,8	46,2	59,4	74,8	88,0	114,0	143,0	169,0
Autres spécifications									
Perte de puissance estimée[3)] à charge nominale max. [W][4)]	269	310	447	602	737	845	1140	1353	1636
IP20, section max. de câble[2)] (secteur, moteur, frein et répartition de la charge) [mm²/(AWG)]	10, 10 (8, 8, –)			35 (2)		50 (1)		150 (300 MCM)	
IP21, IP55, IP66, section max. de câble[2)] (secteur, moteur) [mm²/(AWG)]	16, 10, 16 (6, 8, 6)			35, -, - (2, -, -)	50 (1)			150 (300 MCM)	
Rendement[5)]	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,97	0,97	0,97	0,97

Tableau 7.2 Alimentation secteur 3 x 200-240 V CA

7

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

7.1.2 Alimentation secteur 3 x 380-480 V CA

Désignation du type	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5
Surcharge[1)]	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Sortie d'arbre typique [kW]	1,1	1,5	2,2	3,0	4,0	5,5	7,5
Sortie d'arbre typique [HP] à 460 V	1,5	2,0	2,9	4,0	5,0	7,5	10
IP20/châssis[6)]	A2	A2	A2	A2	A2	A3	A3
IP55/NEMA 12	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A5	A5
IP66/NEMA 4X	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A5	A5
Courant de sortie							
Continu (3 x 380-440 V) [A]	3	4,1	5,6	7,2	10	13	16
Intermittent (3 x 380-440 V) [A]	3,3	4,5	6,2	7,9	11	14,3	17,6
Continu (3 x 441-480 V) [A]	2,7	3,4	4,8	6,3	8,2	11	14,5
Intermittent (3 x 441-480 V) [A]	3,0	3,7	5,3	6,9	9,0	12,1	15,4
kVA continu (400 V CA) [kVA]	2,1	2,8	3,9	5,0	6,9	9,0	11,0
kVA continu (460 V CA) [kVA]	2,4	2,7	3,8	5,0	6,5	8,8	11,6
Courant d'entrée maximal							
Continu (3 x 380-440 V) [A]	2,7	3,7	5,0	6,5	9,0	11,7	14,4
Intermittent (3 x 380-440 V) [A]	3,0	4,1	5,5	7,2	9,9	12,9	15,8
Continu (3 x 441-480 V) [A]	2,7	3,1	4,3	5,7	7,4	9,9	13,0
Intermittent (3 x 441-480 V) [A]	3,0	3,4	4,7	6,3	8,1	10,9	14,3
Autres spécifications							
Perte de puissance estimée[3)] à charge nominale max. [W][4)]	58	62	88	116	124	187	255
IP20, IP21, section max. de câble[2)] (secteur, moteur, frein et répartition de la charge) [mm²/(AWG)][2)]	4, 4, 4 (12, 12, 12) (0,2 minimum (24))						
IP55, IP66, section max. de câble[2)] (secteur, moteur, frein et répartition de la charge) [mm²/(AWG)][2)]	4, 4, 4 (12, 12, 12)						
Section max. de câble[2)] avec sectionneur	6, 4, 4 (10, 12, 12)						
Rendement[5)]	0,96	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97

Tableau 7.3 Alimentation secteur 3 x 380-480 V CA

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

Désignation du type	P11K	P15K	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K
Surcharge[1)]	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Sortie d'arbre typique [kW]	11	15	18,5	22	30	37	45	55	75	90
Sortie d'arbre typique [HP] à 460 V	15	20	25	30	40	50	60	75	100	125
IP20/châssis[7)]	B3	B3	B3	B4	B4	B4	C3	C3	C4	C4
IP21/NEMA 1	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
IP55/NEMA 12	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
IP66/NEMA 4X	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
Courant de sortie										
Continu (3 x 380–439 V) [A]	24	32	37,5	44	61	73	90	106	147	177
Intermittent (3 x 380–439 V) [A]	26,4	35,2	41,3	48,4	67,1	80,3	99	117	162	195
Continu (3 x 440-480 V) [A]	21	27	34	40	52	65	80	105	130	160
Intermittent (3 x 440-480 V) [A]	23,1	29,7	37,4	44	61,6	71,5	88	116	143	176
kVA continu (400 V CA) [kVA]	16,6	22,2	26	30,5	42,3	50,6	62,4	73,4	102	123
kVA continu (460 V CA) [kVA]	16,7	21,5	27,1	31,9	41,4	51,8	63,7	83,7	104	128
Courant d'entrée maximal										
Continu (3 x 380–439 V) [A]	22	29	34	40	55	66	82	96	133	161
Intermittent (3 x 380–439 V) [A]	24,2	31,9	37,4	44	60,5	72,6	90,2	106	146	177
Continu (3 x 440-480 V) [A]	19	25	31	36	47	59	73	95	118	145
Intermittent (3 x 440-480 V) [A]	20,9	27,5	34,1	39,6	51,7	64,9	80,3	105	130	160
Autres spécifications										
Perte de puissance estimée[3)] à charge nominale max. [W][4)]	278	392	465	525	698	739	843	1083	1384	1474
IP20, section max. de câble[2)] (secteur, moteur, frein et répartition de la charge) [mm²/(AWG)]	10, 10, - (8, 8, -)			35, –, – (2, –, –)			50 (1)		95 (4/0)	
IP21, IP55, IP66, section max. de câble[2)] (secteur, moteur) [mm²/(AWG)]	10, 10, - (8, 8, -)			35, 25, 25 (2, 4, 4)		50 (1)			150 (300 MCM)	
Sectionneur secteur fourni :	16, 10, 10 (6, 8, 8)					50, 35, 35 (1, 2, 2)			95, 70, 70 (3/0, 2/70, 2/0)	185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0)
Rendement[5)]	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,99

Tableau 7.4 Alimentation secteur 3 x 380-480 V CA

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

7.1.3 Alimentation secteur 3 x 525-600 V CA

Désignation du type	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K7	P4K0	P5K5	P7K5
Surcharge[1)]	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Sortie d'arbre typique [kW]	1,1	1,5	2,2	3,0	3,7	4,0	5,5	7,5
IP20/Châssis	A3	A3	A3	A3	A2	A3	A3	A3
IP21/NEMA 1	A3	A3	A3	A3	A2	A3	A3	A3
IP55/NEMA 12	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5
IP66/NEMA 4X	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5
Courant de sortie								
Continu (3 x 525-550 V) [A]	2,6	2,9	4,1	5,2	–	6,4	9,5	11,5
Intermittent (3 x 525-550 V) [A]	2,9	3,2	4,5	5,7	–	7,0	10,5	12,7
Continu (3 x 525-600 V) [A]	2,4	2,7	3,9	4,9	–	6,1	9,0	11,0
Intermittent (3 x 525-600 V) [A]	2,6	3,0	4,3	5,4	–	6,7	9,9	12,1
kVA continu (525 V CA) [kVA]	2,5	2,8	3,9	5,0	–	6,1	9,0	11,0
kVA continu (575 V CA) [kVA]	2,4	2,7	3,9	4,9	–	6,1	9,0	11,0
Courant d'entrée maximal								
Continu (3 x 525-600 V) [A]	2,4	2,7	4,1	5,2	–	5,8	8,6	10,4
Intermittent (3 x 525-600 V) [A]	2,7	3,0	4,5	5,7	–	6,4	9,5	11,5
Autres spécifications								
Perte de puissance estimée[3)] à charge nominale max. [W][4)]	50	65	92	122	–	145	195	261
IP20, section max. de câble[2)] (secteur, moteur, frein et répartition de la charge) [mm²/(AWG)]	4, 4, 4 (12, 12, 12) (0,2 minimum (24))							
IP55, IP66, section max. de câble[2)] (secteur, moteur, frein et répartition de la charge) [mm²/(AWG)]	4, 4, 4 (12, 12, 12) (0,2 minimum (24))							
Section max. de câble[2)] avec sectionneur	6, 4, 4 (10, 12, 12)							
Rendement[5)]	0,97	0,97	0,97	0,97	–	0,97	0,97	0,97

Tableau 7.5 Alimentation secteur 3 x 525-600 V CA

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

Désignation du type	P11K	P15K	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K
Surcharge[1)]	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Sortie d'arbre typique [kW]	11	15	18,5	22	30	37	45	55	75	90
IP20/Châssis	B3	B3	B3	B4	B4	B4	C3	C3	C4	C4
IP21/NEMA 1	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
IP55/NEMA 12	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
IP66/NEMA 4X	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
Courant de sortie										
Continu (3 x 525-550 V) [A]	19	23	28	36	43	54	65	87	105	137
Intermittent (3 x 525-550 V) [A]	21	25	31	40	47	59	72	96	116	151
Continu (3 x 525-600 V) [A]	18	22	27	34	41	52	62	83	100	131
Intermittent (3 x 525-600 V) [A]	20	24	30	37	45	57	68	91	110	144
kVA continu (525 V CA) [kVA]	18,1	21,9	26,7	34,3	41	51,4	61,9	82,9	100	130,5
kVA continu (575 V CA) [kVA]	17,9	21,9	26,9	33,9	40,8	51,8	61,7	82,7	99,6	130,5
Courant d'entrée maximal										
Continu (3 x 525-600 V) [A]	17,2	20,9	25,4	32,7	39	49	59	78,9	95,3	124,3
Intermittent (3 x 525-600 V) [A]	19	23	28	36	43	54	65	87	105	137
Autres spécifications										
Perte de puissance estimée[3)] à charge nominale max. [W][4)]	300	400	475	525	700	750	850	1100	1400	1500
IP21, IP55, IP66, section max. de câble[2)] (secteur, frein et répartition de la charge) [mm²/(AWG)]	16, 10, 10 (6, 8, 8)			35, –, – (2, –, –)		50, –, – (1, –, –)			150 (300 MCM)	
IP21, IP55, IP66, section max. de câble[2)] (moteur) [mm²/(AWG)]	10, 10, – (8, 8, –)			35, 25, 25 (2, 4, 4)		50, –, – (1, –, –)			150 (300 MCM)	
IP20, section max. de câble[2)] (secteur, frein et répartition de la charge) [mm²/(AWG)]	10, 10, – (8, 8, –)			35, –, – (2, –, –)			50, –, – (1, –, –)		150 (300 MCM)	
Section max. de câble[2)] avec sectionneur	16, 10, 10 (6, 8, 8)					50, 35, 35 (1, 2, 2)			95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)	185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0)
Rendement[5)]	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98

Tableau 7.6 Alimentation secteur 3 x 525-600 V CA

Pour le type de fusible, voir le chapitre 7.8 Fusibles et disjoncteurs.

1) Surcharge normale (NO) = couple de 110 % pendant 60 s.

2) Les trois valeurs pour la section de câble max. correspondent respectivement à un câble monoconducteur, à un fil souple et à un fil souple avec manchon.

3) S'applique au dimensionnement du refroidissement de variateur de fréquence. Si la fréquence de commutation est supérieure au réglage par défaut, les pertes de puissance peuvent augmenter. Les puissances consommées par le LCP et la carte de commande sont incluses. Pour les données des pertes de puissance selon la norme EN 50598-2, consulter www.danfoss.com/vltenergyefficiency.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

4) Rendement mesuré au courant nominal. Pour la classe d'efficacité énergétique, voir le chapitre 7.4 Conditions ambiantes.. Pour les pertes de charge partielles, voir www.danfoss.com/vltenergyefficiency.

5) Mesuré avec des câbles moteur blindés de 5 m à la charge et à la fréquence nominales.

6) Les protections de tailles A2+A3 peuvent être converties en classe IP21 à l'aide d'un kit de conversion. Voir aussi le chapitre 3.7 Planification mécanique..

7) Les protections de tailles B3+B4 et C3+C4 peuvent être converties en classe IP21 à l'aide d'un kit de conversion. Voir aussi le chapitre 3.7 Planification mécanique..

7.2 Alimentation secteur

Alimentation secteur	
Bornes d'alimentation	L1, L2, L3
Tension d'alimentation	200–240 V ±10 %
Tension d'alimentation	380–480 V ±10 %
Tension d'alimentation	525–600 V ±10 %

Tension secteur faible/chute de tension secteur :
Lors d'une chute de tension du secteur ou en cas de faible tension secteur, le variateur de fréquence continue de fonctionner jusqu'à ce que la tension du circuit intermédiaire chute en dessous du seuil d'arrêt minimal. Le seuil d'arrêt minimal est généralement inférieur de 15 % par rapport à la tension nominale d'alimentation la plus basse 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 maximum entre phases secteur	3,0 % de la tension nominale d'alimentation
Facteur de puissance réelle (λ)	≥ 0,9 à charge nominale
Facteur de puissance de déphasage (cos ϕ)	Proche de 1 (> 0,98)
Commutation sur l'entrée d'alimentation L1, L2, L3 (hausses de puissance) ≤ 7,5 kW	Maximum 2 fois/minute
Commutation sur l'entrée d'alimentation L1, L2, L3 (mises sous tension) 11-75 kW	Maximum 1 fois/minute
Commutation sur l'entrée d'alimentation L1, L2, L3 (mises sous tension) ≥ 90 kW	maximum 1 fois/2 minutes
Environnement conforme à la norme EN 60664-1	Catégorie de surtension III/degré de pollution 2

L'utilisation de l'unité convient sur un circuit limité à 100 000 ampères symétriques (rms), 240/500/600/690 V maximum.

7.3 Puissance et données du moteur

Puissance du moteur (U, V, W)	
Tension de sortie	0-100 % de la tension d'alimentation
Fréquence de sortie (1,1-90 kW)	0-590[1)] Hz
Commutation sur la sortie	Illimitée
Temps de rampe	1-3600 s

1) À partir de la version logicielle 1.10, la fréquence de sortie du variateur de fréquence est limitée à 590 Hz. Contacter le partenaire Danfoss local pour plus d'informations.

Caractéristiques de couple	
Couple de démarrage (couple constant)	Maximum 110 % pendant 60 s[1)]
Couple de démarrage	Maximum 135 % pendant 0,5 s maximum[1)]
Surcouple (couple constant)	Maximum 110 % pendant 60 s[1)]

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

7.4 Conditions ambiantes

Environnement	
Caractéristique IP	IP20[1)]/Châssis, IP21[2)]/Type 1, IP55/Type 12, IP66/Type 4X
Essai de vibration	1,0 g
Humidité relative max.	5-93 % (CEI 721-3-3 ; classe 3K3 (non condensante) pendant le fonctionnement)
Environnement agressif (CEI 60068-2-43) test H_2S	Classe Kd
Température ambiante[3)]	Maximum 50 °C (moyenne sur 24 heures max. 45 °C)

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

Température ambiante min. en pleine exploitation	0 °C
Température ambiante min. en exploitation réduite	-10 °C
Température durant le stockage/transport	-25 à +65/70°C
Altitude max. au-dessus du niveau de la mer sans déclassement	1000 m

Déclassement pour haute altitude, voir le chapitre Conditions spéciales dans le Manuel de configuration

Normes CEM, Émission	EN 61800-3
Normes CEM, Immunité	EN 61800-3
Classe d'efficacité énergétique[4)]	IE2

Voir le chapitre 5 Exigences particulières.
1) Uniquement pour ≤ 3,7 kW (200-240 V), ≤ 7,5 kW (380-480 V).
2) En tant que kit de protection pour ≤ 3,7 kW (200-240 V), ≤ 7,5 kW (380-480 V).
3) Déclassement pour température ambiante élevée, voir le chapitre 5 Exigences particulières.
4) Déterminée d'après la norme EN 50598-2 à :

- *Charge nominale.*
- *90 % de la fréquence nominale.*
- *Fréquence de commutation réglée en usine.*
- *Type de modulation réglé en usine.*

7

7.5 Spécifications du câble

Longueurs et sections des câbles de commande[1)]	
Longueur max. du câble du moteur, blindé	150 m (492 pi)
Maximum max. du câble du moteur, non blindé	300 m (984 pi)
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 mm²/18 AWG
Section max. des bornes de commande, fil souple avec manchons d'extrémité de câble et collier	0,5 mm²/20 AWG
Section minimale des bornes de commande	0,25 mm²/24 AWG

1) Pour les câbles de puissance, voir les tableaux de données électriques au chapitre 7.1 Données électriques.

7.5.1 Longueur des câbles des multiples connexions parallèles du moteur

Tailles de protection	Puissance [kW]	Tension [V]	1 câble [m]	2 câbles [m]	3 câbles [m]	4 câbles [m]
A2, A4, A5	1,1–1,5	400	150	45	20	8
A2, A4, A5	2,2–4	400	150	45	20	11
A3, A4, A5	5,5–7,5	400	150	45	20	11
B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3, C4	11–90	400	150	75	50	37

Tableau 7.7 Longueur max. de chaque câble parallèle

Pour plus d'informations, se reporter au chapitre 3.5.6 Raccordement de plusieurs moteurs.

7.6 Entrée/sortie de commande et données de commande

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 NPN[2)]	>19 V CC
Niveau de tension, « 1 » logique NPN[2)]	< 14 V CC

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

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, R_i	Environ 4 kΩ

Safe Torque Off (STO), borne 37[3), 4)] (borne 37 logique PNP fixe)	
Niveau de tension	0-24 V CC
Niveau de tension, « 0 » logique PNP	< 4 V CC
Niveau de tension, « 1 » logique PNP	> 20 V CC
Tension maximale sur l'entrée	28 V CC
Courant d'entrée typique à 24 V	50 mA_{rms}
Courant d'entrée typique à 20 V	60 mA_{rms}
Capacitance d'entrée	400 nF

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.
2) Sauf borne d'entrée 37, Safe Torque Off.
3) Consulter le Manuel d'utilisation des variateurs de fréquence VLT® - Safe Torque Off pour en savoir plus sur la borne 37 et la fonction Safe Torque Off.
4) En cas d'utilisation d'un contacteur comportant une bobine CC en association avec la fonction STO, il est important de prévoir un chemin de retour pour le courant venant de la bobine lors de sa mise hors tension. Cela peut être obtenu en installant dans la bobine une diode de roue libre (ou bien un MOV de 30 ou 50 V pour un temps de réponse plus court). Des contacteurs typiques peuvent être achetés avec cette diode.

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, R_i	Environ 10 kΩ
Tension maximale	±20 V
Mode courant	Commutateur S201/commutateur S202 = Actif (I)
Niveau de courant	0/4 à 20 mA (mise à l'échelle possible)
Résistance d'entrée, R_i	Environ 200 Ω
Courant maximal	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.

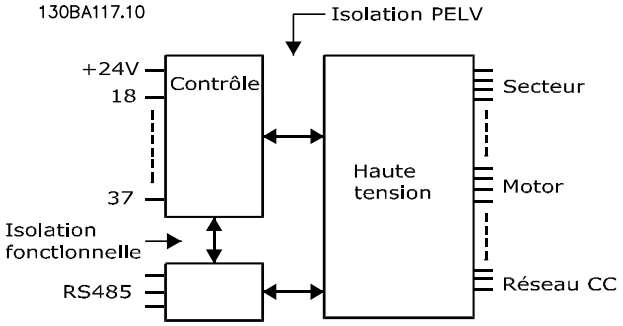


Illustration 7.1 Isolation PELV des entrées analogiques

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

Entrées impulsions	
Impulsions programmables	2/1
Nombre de bornes impulsion	29, 33[1)]/32[2)], 33[2)]
Fréquence maximale aux bornes 29, 32, 33	110 kHz (activation push-pull)
Fréquence maximale aux bornes 29, 32, 33	5 kHz (collecteur ouvert)
Fréquence minimale aux bornes 29, 32, 33	4 Hz
Niveau de tension	Consulter le *chapitre 7.6.1 Entrées digitales*.
Tension maximale sur l'entrée	28 V CC
Résistance d'entrée, R_i	Environ 4 kΩ
Précision d'entrée d'impulsion (0,1-1 kHz)	Erreur maximale : 0,1 % de l'échelle totale
Précision d'entrée du codeur (1-11 kHz)	Erreur maximale : 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 impulsionnelles 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 de la sortie analogique	0/4–20 mA
Charge max. à la terre - sortie analogique	500 Ω
Précision de la sortie analogique	Erreur maximale : 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 RS485	
N° de borne	68 (P, TX+, RX+), 69 (N, TX-, RX-)
Borne n° 61	Commun des bornes 68 et 69

Le circuit de communication série RS485 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/impulsion	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 maximale : 0,1 % de l'échelle totale
Résolution des sorties en fréquence	12 bits

1) Les bornes 27 et 29 peuvent être programmées comme des entrées.
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 maximale	200 mA

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

Sorties relais	
Sorties relais programmables	
N° de borne relais 01	1-3 (interruption), 1-2 (établissement)
Charge maximale sur les bornes (CA-1)[1)] sur 1-3 (NF), 1-2 (NO) (charge résistive)	240 V CA, 2 A

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

Charge max. sur les bornes (CA-15)[1] (charge inductive à cosφ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
Charge maximale sur les bornes (CC-1)[1] sur 1-2 (NO), 1-3 (NF) (charge résistive)	60 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	400 V CA, 2 A
Charge maximale sur les bornes (CA-15)[1] sur 4-5 (NO) (charge inductive à cosφ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
Charge maximale sur les bornes (CC-1)[1] sur 4-5 (NO) (charge résistive)	80 V CC, 2 A
Charge maximale sur les bornes (CC-13)[1] sur 4-5 (NO) (charge inductive)	24 V CC, 0,1 A
Charge maximale sur les bornes (CA-1)[1] sur 4-6 (NF) (charge résistive)	240 V CA, 2 A
Charge maximale sur les bornes (CA-15)[1] sur 4-6 (NF) (charge inductive à cosφ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
Charge maximale sur les bornes (CC-1)[1] sur 4-6 (NF) (charge résistive)	50 V CC, 2 A
Charge maximale sur les bornes (CC-13)[1] sur 4-6 (NF) (charge résistive)	24 V CC, 0,1 A
Charge minimale sur les bornes sur 1-3 (NF), 1-2 (NO), 4-6 (NF), 4-5 (NO)	24 V CC 10 mA, 24 V CA 20 mA
Environnement conforme à la norme EN 60664-1	Catégorie de surtension III/degré de pollution 2

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.

7

Carte de commande, sortie 10 V CC

N° de borne	50
Tension de sortie	10,5 V ±0,5 V
Charge maximale	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 0-590 Hz	± 0,003 Hz
Précision de reproductibilité de démarrage/arrêt précis (bornes 18, 19)	≤ ±0,1 ms
Temps de réponse système (bornes 18, 19, 27, 29, 32, 33)	≤ 10 ms
Plage de commande de vitesse (boucle ouverte)	1:100 de la vitesse synchrone
Plage de commande de vitesse (boucle fermée)	1:1000 de la vitesse synchrone
Précision de vitesse (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

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

Performance de la carte de commande

Intervalle de balayage	1 ms

Carte de commande, communication série USB

Norme USB	1.1 (Pleine vitesse)
Fiche USB	Fiche dispositif 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 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.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

7.7 Couple de serrage des raccords

	Puissance moteur [kW]			Couple [Nm]			
Protection	200–240 V	380-480 V	525–600 V	Secteur	Moteur	Terre	Relais
A2	1,1–2,2	1,1–4,0	–	1,8	1,8	3	0,6
A3	3,0–3,7	5,5–7,5	1,1–7,5	1,8	1,8	3	0,6
A4	1,1–2,2	1,1–4,0	–	1,8	1,8	3	0,6
A5	1,1–3,7	1,1–7,5	1,1–7,5	1,8	1,8	3	0,6
B1	5,5–11	11–18	11–18	1,8	1,8	3	0,6
B2	15	22–30	22–30	4,5	4,5	3	0,6
B3	5,5–11	11–18	11–18	1,8	1,8	3	0,6
B4	15–18	22–37	22–37	4,5	4,5	3	0,6
C1	18–30	37–55	37–55	10	10	3	0,6
C2	37–45	75–90	75–90	14/24[1)]	14/24[1)]	3	0,6
C3	22–30	45–55	45–55	10	10	3	0,6
C4	37–45	75–90	75–90	14/24[1)]	14/24[1)]	3	0,6

Tableau 7.8 Serrage des bornes

1) Pour des dimensions de câbles différentes x/y, où x ≤ 95 mm² et y ≥ 95 mm².

7

7.8 Fusibles et disjoncteurs

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

AVIS!

L'utilisation de fusibles du côté alimentation est obligatoire pour les installations conformes aux normes CEI 60364 (CE) et NEC 2009 (UL).

Recommandations :

- Fusibles de type gG.
- Disjoncteurs de type Moeller. Pour d'autres types de disjoncteur, s'assurer que l'énergie dans le variateur de fréquence est inférieure ou égale à celle fournie par des disjoncteurs de type Moeller.

L'utilisation de fusibles et disjoncteurs conformes aux recommandations garantit que les dommages éventuels du variateur de fréquence se limitent à des dommages internes à l'unité. Voir la *note applicative Fusibles et disjoncteurs* pour plus d'informations.

L'utilisation des fusibles mentionnés du *Tableau 7.9* au *Tableau 7.16* convient sur un circuit capable de fournir 100 000 A_{rms} (symétriques), en fonction de la tension nominale du variateur de fréquence. Avec des fusibles adaptés, le courant nominal de court-circuit du variateur de fréquence (SCCR) s'élève à 100 000 A_{rms}.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

7.8.1 Conformité CE

200–240 V

Type de protection	Puissance moteur [kW]	Taille de fusible recommandée	Taille de fusible max. recommandé	Disjoncteur recommandé (Moeller)	Seuil de déclenchement max. [A]
A2	1,1–2,2	gG-10 (1,1-1,5) gG-16 (2,2)	gG-25	PKZM0-25	25
A3	3,0–3,7	gG-16 (3) gG-20 (3,7)	gG-32	PKZM0-25	25
B3	5,5–11	gG-25 (5,5-7,5) gG-32 (11)	gG-63	PKZM4-50	50
B4	15–18	gG-50 (15) gG-63 (18)	gG-125	NZMB1-A100	100
C3	22–30	gG-80 (22) aR-125 (30)	gG-150 (22) aR-160 (30)	NZMB2-A200	150
C4	37–45	aR-160 (37) aR-200 (45)	aR-200 (37) aR-250 (45)	NZMB2-A250	250
A4	1,1–2,2	gG-10 (1,1-1,5) gG-16 (2,2)	gG-32	PKZM0-25	25
A5	1,1–3,7	gG-10 (1,1-1,5) gG-16 (2,2-3) gG-20 (3,7)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	5,5–11	gG-25 (5,5) gG-32 (7,5-11)	gG-80	PKZM4-63	63
B2	15	gG-50	gG-100	NZMB1-A100	100
C1	18–30	gG-63 (18,5) gG-80 (22) gG-100 (30)	gG-160 (18,5-22) aR-160 (30)	NZMB2-A200	160
C2	37–45	aR-160 (37) aR-200 (45)	aR-200 (37) aR-250 (45)	NZMB2-A250	250

Tableau 7.9 200-240 V, types de protection A, B et C

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

380-480 V

Type de protection	Puissance moteur [kW]	Taille de fusible recommandée	Taille de fusible max. recommandé	Disjoncteur recommandé (Moeller)	Seuil de déclenchement max. [A]
A2	1,1–4,0	gG-10 (1,1-3) gG-16 (4)	gG-25	PKZM0-25	25
A3	5,5–7,5	gG-16	gG-32	PKZM0-25	25
B3	11–18	gG-40	gG-63	PKZM4-50	50
B4	22–37	gG-50 (22) gG-63 (30) gG-80 (37)	gG-125	NZMB1-A100	100
C3	45–55	gG-100 (45) gG-160 (55)	gG-150 (45) gG-160 (55)	NZMB2-A200	150
C4	75–90	aR-200 (75) aR-250 (90)	aR-250	NZMB2-A250	250
A4	1,1–4	gG-10 (1,1-3) gG-16 (4)	gG-32	PKZM0-25	25
A5	1,1–7,5	gG-10 (1,1-3) gG-16 (4-7,5)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	11–18,5	gG-40	gG-80	PKZM4-63	63
B2	22–30	gG-50 (22) gG-63 (30)	gG-100	NZMB1-A100	100
C1	37–55	gG-80 (37) gG-100 (45) gG-160 (55)	gG-160	NZMB2-A200	160
C2	75–90	aR-200 (75) aR-250 (90)	aR-250	NZMB2-A250	250

Tableau 7.10 380-480 V, types de protection A, B et C

525–600 V

Type de protection	Puissance moteur [kW]	Taille de fusible recommandée	Taille de fusible max. recommandé	Disjoncteur recommandé (Moeller)	Seuil de déclenchement max. [A]
A3	5,5–7,5	gG-10 (5,5) gG-16 (7,5)	gG-32	PKZM0-25	25
B3	11–18	gG-25 (11) gG-32 (15-18)	gG-63	PKZM4-50	50
B4	22–37	gG-40 (22) gG-50 (30) gG-63 (37)	gG-125	NZMB1-A100	100
C3	45–55	gG-63 (45) gG-100 (55)	gG-150	NZMB2-A200	150
C4	75–90	aR-160 (75) aR-200 (90)	aR-250	NZMB2-A250	250
A5	1,1–7,5	gG-10 (1,1-5,5) gG-16 (7,5)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	11–18	gG-25 (11) gG-32 (15) gG-40 (18,5)	gG-80	PKZM4-63	63
B2	22–30	gG-50 (22) gG-63 (30)	gG-100	NZMB1-A100	100
C1	37–55	gG-63 (37) gG-100 (45) aR-160 (55)	gG-160 (37-45) aR-250 (55)	NZMB2-A200	160
C2	75–90	aR-200 (75–90)	aR-250	NZMB2-A250	250

Tableau 7.11 525-600 V, types de protection A, B et C

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

7.8.2 Conformité UL

3 x 200–240 V

	Taille de fusible max. recommandée					
Puissance moteur [kW]	**Bussmann Type RK1[1)]**	**Bussmann Type J**	**Bussmann Type T**	**Bussmann Type CC**	**Bussmann Type CC**	**Bussmann Type CC**
1,1	KTN-R-10	JKS-10	JJN-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
1,5	KTN-R-15	JKS-15	JJN-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
2,2	KTN-R-20	JKS-20	JJN-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20
3,0	KTN-R-25	JKS-25	JJN-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25
3,7	KTN-R-30	JKS-30	JJN-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30
5.5/7.5	KTN-R-50	JKS-50	JJN-50	–	–	–
11	KTN-R-60	JKS-60	JJN-60	–	–	–
15	KTN-R-80	JKS-80	JJN-80	–	–	–
18,5–22	KTN-R-125	JKS-125	JJN-125	–	–	–
30	KTN-R-150	JKS-150	JJN-150	–	–	–
37	KTN-R-200	JKS-200	JJN-200	–	–	–
45	KTN-R-250	JKS-250	JJN-250	–	–	–

Tableau 7.12 3 x 200-240 V, types de protection A, B et C

	Taille de fusible max. recommandée							
Puissance moteur [kW]	SIBA Type RK1	LittelFuse Type RK1	Ferraz Shawmut Type CC	Ferraz Shawmut Type RK1[3)]	Bussmann Type JFHR2[2)]	LittelFuse JFHR2	Ferraz Shawmut JFHR2[4)]	Ferraz Shawmut J
1,1	5017906-010	KLN-R-10	ATM-R-10	A2K-10-R	FWX-10	–	–	HSJ-10
1,5	5017906-016	KLN-R-15	ATM-R-15	A2K-15-R	FWX-15	–	–	HSJ-15
2,2	5017906-020	KLN-R-20	ATM-R-20	A2K-20-R	FWX-20	–	–	HSJ-20
3,0	5017906-025	KLN-R-25	ATM-R-25	A2K-25-R	FWX-25	–	–	HSJ-25
3,7	5012406-032	KLN-R-30	ATM-R-30	A2K-30-R	FWX-30	–	–	HSJ-30
5.5/7.5	5014006-050	KLN-R-50	–	A2K-50-R	FWX-50	–	–	HSJ-50
11	5014006-063	KLN-R-60	–	A2K-60-R	FWX-60	–	–	HSJ-60
15	5014006-080	KLN-R-80	–	A2K-80-R	FWX-80	–	–	HSJ-80
18,5–22	2028220-125	KLN-R-125	–	A2K-125-R	FWX-125	–	–	HSJ-125
30	2028220-150	KLN-R-150	–	A2K-150-R	FWX-150	L25S-150	A25X-150	HSJ-150
37	2028220-200	KLN-R-200	–	A2K-200-R	FWX-200	L25S-200	A25X-200	HSJ-200
45	2028220-250	KLN-R-250	–	A2K-250-R	FWX-250	L25S-250	A25X-250	HSJ-250

Tableau 7.13 3 x 200-240 V, types de protection A, B et C

1) Les fusibles KTS de Bussmann peuvent remplacer les fusibles KTN pour les variateurs de fréquence de 240 V.

2) Les fusibles FWH de Bussmann peuvent remplacer les fusibles FWX pour les variateurs de fréquence de 240 V.

3) Les fusibles A6KR de Ferraz-Shawmut peuvent remplacer les fusibles A2KR pour les variateurs de fréquence de 240 V.

4) Les fusibles A50X de Ferraz-Shawmut peuvent remplacer les fusibles A25X pour les variateurs de fréquence de 240 V.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

3 x 380–480 V

	Taille de fusible max. recommandée					
Puissance moteur [kW]	**Bussmann Type RK1**	**Bussmann Type J**	**Bussmann Type T**	**Bussmann Type CC**	**Bussmann Type CC**	**Bussmann Type CC**
1,1	KTS-R-6	JKS-6	JJS-6	FNQ-R-6	KTK-R-6	LP-CC-6
1,5–2,2	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
3	KTS-R-15	JKS-15	JJS-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
4	KTS-R-20	JKS-20	JJS-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20
5,5	KTS-R-25	JKS-25	JJS-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25
7,5	KTS-R-30	JKS-30	JJS-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30
11–15	KTS-R-40	JKS-40	JJS-40	–	–	–
18	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	–	–	–
22	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	–	–	–
30	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	–	–	–
37	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	–	–	–
45	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	–	–	–
55	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	–	–	–
75	KTS-R-200	JKS-200	JJS-200	–	–	–
90	KTS-R-250	JKS-250	JJS-250	–	–	–

Tableau 7.14 3 x 380-480 V, types de protection A, B et C

	Taille de fusible max. recommandée							
Puissance moteur [kW]	SIBA Type RK1	LittelFuse Type RK1	Ferraz Shawmut Type CC	Ferraz Shawmut Type RK1	Bussmann JFHR2	Ferraz Shawmut J	Ferraz Shawmut JFHR2[1)]	LittelFuse JFHR2
1,1	5017906-006	KLS-R-6	ATM-R-6	A6K-6-R	FWH-6	HSJ-6	–	–
1,5–2,2	5017906-010	KLS-R-10	ATM-R-10	A6K-10-R	FWH-10	HSJ-10	–	–
3	5017906-016	KLS-R-15	ATM-R-15	A6K-15-R	FWH-15	HSJ-15	–	–
4	5017906-020	KLS-R-20	ATM-R-20	A6K-20-R	FWH-20	HSJ-20	–	–
5,5	5017906-025	KLS-R-25	ATM-R-25	A6K-25-R	FWH-25	HSJ-25	–	–
7,5	5012406-032	KLS-R-30	ATM-R-30	A6K-30-R	FWH-30	HSJ-30	–	–
11–15	5014006-040	KLS-R-40	–	A6K-40-R	FWH-40	HSJ-40	–	–
18	5014006-050	KLS-R-50	–	A6K-50-R	FWH-50	HSJ-50	–	–
22	5014006-063	KLS-R-60	–	A6K-60-R	FWH-60	HSJ-60	–	–
30	2028220-100	KLS-R-80	–	A6K-80-R	FWH-80	HSJ-80	–	–
37	2028220-125	KLS-R-100	–	A6K-100-R	FWH-100	HSJ-100	–	–
45	2028220-125	KLS-R-125	–	A6K-125-R	FWH-125	HSJ-125	–	–
55	2028220-160	KLS-R-150	–	A6K-150-R	FWH-150	HSJ-150	–	–
75	2028220-200	KLS-R-200	–	A6K-200-R	FWH-200	HSJ-200	A50-P-225	L50-S-225
90	2028220-250	KLS-R-250	–	A6K-250-R	FWH-250	HSJ-250	A50-P-250	L50-S-250

Tableau 7.15 3 x 380-480 V, types de protection A, B et C

1) Les fusibles A50QS de Ferraz-Shawmut peuvent remplacer les fusibles A50P.

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

3 x 525–600 V

	Taille de fusible max. recommandée									
Puissance moteur [kW]	Bussmann Type RK1	Bussmann Type J	Bussmann Type T	Bussmann Type CC	Bussmann Type CC	Bussmann Type CC	SIBA Type RK1	LittelFuse Type RK1	Ferraz Shawmut Type RK1	Ferraz Shawmut J
1,1	KTS-R-5	JKS-5	JJS-6	FNQ-R-5	KTK-R-5	LP-CC-5	5017906-005	KLS-R-005	A6K-5-R	HSJ-6
1,5–2,2	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10	5017906-010	KLS-R-010	A6K-10-R	HSJ-10
3	KTS-R15	JKS-15	JJS-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15	5017906-016	KLS-R-015	A6K-15-R	HSJ-15
4	KTS-R20	JKS-20	JJS-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20	5017906-020	KLS-R-020	A6K-20-R	HSJ-20
5,5	KTS-R-25	JKS-25	JJS-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25	5017906-025	KLS-R-025	A6K-25-R	HSJ-25
7,5	KTS-R-30	JKS-30	JJS-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30	5017906-030	KLS-R-030	A6K-30-R	HSJ-30
11–15	KTS-R-35	JKS-35	JJS-35	–	–	–	5014006-040	KLS-R-035	A6K-35-R	HSJ-35
18	KTS-R-45	JKS-45	JJS-45	–	–	–	5014006-050	KLS-R-045	A6K-45-R	HSJ-45
22	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	–	–	–	5014006-050	KLS-R-050	A6K-50-R	HSJ-50
30	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	–	–	–	5014006-063	KLS-R-060	A6K-60-R	HSJ-60
37	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	–	–	–	5014006-080	KLS-R-075	A6K-80-R	HSJ-80
45	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	–	–	–	5014006-100	KLS-R-100	A6K-100-R	HSJ-100
55	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	–	–	–	2028220-125	KLS-125	A6K-125-R	HSJ-125
75	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	–	–	–	2028220-150	KLS-150	A6K-150-R	HSJ-150
90	KTS-R-175	JKS-175	JJS-175	–	–	–	2028220-200	KLS-175	A6K-175-R	HSJ-175

Tableau 7.16 3 x 525-600 V, types de protection A, B et C

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

7.9 Dimensionnements puissance, poids et dimensions

Type de protection [kW] :		A2		A3		A4	A5	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4
200–240 V **380-480 V** **525–600 V**		**1,1–2,2** **1,1–4,0**		**3,0–3,7** **5,5–7,5** **1,1–7,5**		**1,1–2,2** **1,1–4,0**	**1,1–3,7** **1,1–7,5** **1,1–7,5**	**5,5–11** **11–18,5** **11–18,5**	**15** **22–30** **11–30**	**5,5–11** **11–18,5** **11–18,5**	**15–18,5** **22–37** **22–37**	**18,5–30** **37–55** **37–55**	**37–45** **75–90** **37–90**	**22–30** **45–55** **45–55**	**37–45** **75–90** **75–90**
IP NEMA		20 Châssis	21 Type 1	20 Châssis	21 Type 1	55/66 Type 12/4X	55/66 Type 12/4X	21/55/66 Type 1/12/4X	21/55/66 Type 1/12/4X	20 Châssis	20 Châssis	21/55/66 Type 1/12/4X	21/55/66 Type 1/12/4X	20 Châssis	20 Châssis
Hauteur [mm]															
Protection	A[1)]	246	372	246	372	390	420	480	650	350	460	680	770	490	600
Hauteur de la plaque arrière	A	268	375	268	375	390	420	480	650	399	520	680	770	550	660
Hauteur avec plaque de découplage pour câbles de bus de terrain	A	374	–	374	–	–	–	–	–	419	595	–	–	630	800
Distance entre les trous de fixation	a	257	350	257	350	401	402	454	624	380	495	648	739	521	631
Largeur [mm]															
Protection	B	90	90	130	130	200	242	242	242	165	231	308	370	308	370
Largeur de la plaque arrière	B	90	90	130	130	200	242	242	242	165	231	308	370	308	370
Largeur de plaque arrière avec une option C	B	130	130	170	170	–	242	242	242	205	231	308	370	308	370
Distance entre les trous de fixation	f	70	70	110	110	171	215	210	210	140	200	272	334	270	330
Profondeur[2)] [mm]															
Sans option A/B	C	205	205	205	205	175	200	260	260	248	242	310	335	333	333
Avec option A/B	C	220	220	220	220	175	200	260	260	262	242	310	335	333	333
Trous de vis [mm]															
	c	8,0	8,0	8,0	8,0	8,2	8,2	12	12	8	–	12	12	–	–
Diamètre ø	d	11	11	11	11	12	12	19	19	12	–	19	19	–	–
Diamètre ø	e	5,5	5,5	5,5	5,5	6,5	6,5	9	9	6,8	8,5	9,0	9,0	8,5	8,5
	f	9	9	9	9	6	9	9	9	7,9	15	9,8	9,8	17	17
Poids maximal [kg]		4,9	5,3	6,6	7,0	9,7	14	23	27	12	23,5	45	65	35	50

[1)] Voir l'*Illustration 7.2* et l'*Illustration 7.3* pour les trous de fixation supérieurs et inférieurs.

[2)] La profondeur de la protection varie selon les options installées.

Tableau 7.17 Dimensionnements puissance, poids et dimensions

Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

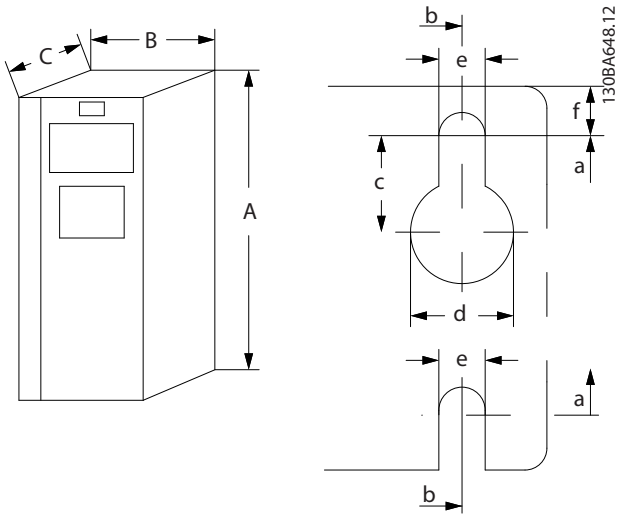


Illustration 7.2 Trous de fixation supérieurs et inférieurs (voir le *chapitre 7.9 Dimensionnements puissance, poids et dimensions*)

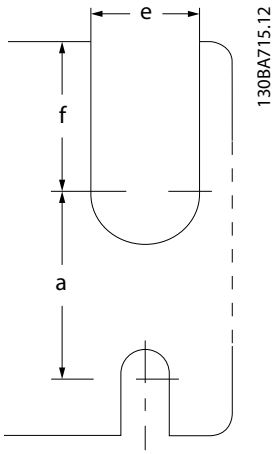


Illustration 7.3 Trous de fixation supérieurs et inférieurs (B4, C3 et C4)

7.10 Test dU/dt

Pour éviter l'endommagement des moteurs sans papier d'isolation de phase ou autre renforcement d'isolation prévus pour l'exploitation du variateur de fréquence, installer un filtre dU/dt ou LC à la sortie du variateur de fréquence.

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

- de l'inductance moteur ;
- du câble moteur (type, section, longueur, blindage ou non).

L'auto-induction entraîne un pic de tension du moteur avant de se stabiliser. Le niveau dépend de la tension dans le circuit intermédiaire.

L'activation des IGBT cause un pic de tension sur les bornes du moteur. Le temps de montée et la tension de pointe influencent tous deux la durée de vie du moteur. Une tension de pointe trop élevée affecte principalement les moteurs dépourvus d'isolation de bobines entre phases.

Avec des câbles moteur courts (quelques mètres), le temps de montée et le pic de tension sont plus faibles. Le temps de montée et le pic de tension augmentent avec la longueur du câble.

Le variateur de fréquence est conforme aux normes CEI 60034-25 et CEI 60034-17 pour la construction du moteur.

Pour obtenir les valeurs approximatives des longueurs de câble et des tensions qui ne sont pas mentionnées ci-après, utiliser les règles suivantes :

- Le temps de montée augmente/diminue proportionnellement à la longueur de câble.
- U_{PIC} = tension continue circuit intermédiaire x 1,9 (tension continue circuit intermédiaire = tension d'alimentation x 1,35).
- $dU/dt = \frac{0.8 \times U_{PIC}}{Temps\ de\ montée}$

Les données sont mesurées conformément à la norme CEI 60034-17.
Les longueurs de câbles sont exprimées en mètres.

200–240 V (T2)

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U_{PIC} [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	240	0,226	0,616	2,142
50	240	0,262	0,626	1,908
100	240	0,650	0,614	0,757
150	240	0,745	0,612	0,655

Tableau 7.18 Variateur de fréquence, P5K5, T2

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U_{PIC} [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	230	0,13	0,510	3,090
50	230	0,23	0,590	2,034
100	230	0,54	0,580	0,865
150	230	0,66	0,560	0,674

Tableau 7.19 Variateur de fréquence, P7K5, T2

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U_{PIC} [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	240	0,264	0,624	1,894
136	240	0,536	0,596	0,896
150	240	0,568	0,568	0,806

Tableau 7.20 Variateur de fréquence, P11K, T2

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U_{PIC} [kV]	dU/dt [kV/µs]
30	240	0,556	0,650	0,935
100	240	0,592	0,594	0,807
150	240	0,708	0,575	0,669

Tableau 7.21 Variateur de fréquence, P15K, T2

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U_{PIC} [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	240	0,244	0,608	1,993
136	240	0,568	0,580	0,832
150	240	0,720	0,574	0,661

Tableau 7.22 Variateur de fréquence, P18K, T2

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U_{PIC} [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	240	0,244	0,608	1,993
136	240	0,560	0,580	0,832
150	240	0,720	0,574	0,661

Tableau 7.23 Variateur de fréquence, P22K, T2

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U_{PIC} [kV]	dU/dt [kV/µs]
15	240	0,194	0,626	2,581
50	240	0,252	0,574	1,929
150	240	0,444	0,538	0,977

Tableau 7.24 Variateur de fréquence, P30K, T2

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U_{PIC} [kV]	dU/dt [kV/µs]
30	240	0,300	0,598	1,593
100	240	0,536	0,566	0,843
150	240	0,776	0,546	0,559

Tableau 7.25 Variateur de fréquence, P37K, T2

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U_{PIC} [kV]	dU/dt [kV/µs]
30	240	0,300	0,598	1,593
100	240	0,536	0,566	0,843
150	240	0,776	0,546	0,559

Tableau 7.26 Variateur de fréquence, P45K, T2

380–480 V (T4)

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U_{PIC} [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	400	0,640	0,690	0,862
50	400	0,470	0,985	0,985
150	400	0,760	1,045	0,947

Tableau 7.27 Variateur de fréquence, P1K5, T4

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U_{PIC} [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	400	0,172	0,890	4,156
50	400	0,310	–	2,564
150	400	0,370	1,190	1,770

Tableau 7.28 Variateur de fréquence, P4K0, T4

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U_{PIC} [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	400	0,04755	0,739	8,035
50	400	0,207	1,040	4,548
150	400	0,6742	1,030	2,828

Tableau 7.29 Variateur de fréquence, P7K5, T4

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U_{PIC} [kV]	dU/dt [kV/µs]
15	400	0,408	0,718	1,402
100	400	0,364	1,050	2,376
150	400	0,400	0,980	2,000

Tableau 7.30 Variateur de fréquence, P11K, T4

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U_{PIC} [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	400	0,422	1,060	2,014
100	400	0,464	0,900	1,616
150	400	0,896	1,000	0,915

Tableau 7.31 Variateur de fréquence, P15K, T4

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U_{PIC} [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	400	0,344	1,040	2,442
100	400	1,000	1,190	0,950
150	400	1,400	1,040	0,596

Tableau 7.32 Variateur de fréquence, P18K, T4

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U_{PIC} [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	400	0,232	0,950	3,534
100	400	0,410	0,980	1,927
150	400	0,430	0,970	1,860

Tableau 7.33 Variateur de fréquence, P22K, T4

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U_{PIC} [kV]	dU/dt [kV/µs]
15	400	0,271	1,000	3,100
100	400	0,440	1,000	1,818
150	400	0,520	0,990	1,510

Tableau 7.34 Variateur de fréquence, P30K, T4

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U_{PIC} [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	480	0,270	1,276	3,781
50	480	0,435	1,184	2,177
100	480	0,840	1,188	1,131
150	480	0,940	1,212	1,031

Tableau 7.35 Variateur de fréquence, P37K, T4

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U_{PIC} [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	400	0,254	1,056	3,326
50	400	0,465	1,048	1,803
100	400	0,815	1,032	1,013
150	400	0,890	1,016	0,913

Tableau 7.36 Variateur de fréquence, P45K, T4

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U_{PIC} [kV]	dU/dt [kV/µs]
10	400	0,350	0,932	2,130

Tableau 7.37 Variateur de fréquence, P55K, T4

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U_{PIC} [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	480	0,371	1,170	2,466

Tableau 7.38 Variateur de fréquence, P75K, T4

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U_{PIC} [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	400	0,364	1,030	2,264

Tableau 7.39 Variateur de fréquence, P90K, T4

7.11 Caractéristiques du bruit acoustique

Valeurs de base mesurées à une distance de 1 mètre de l'unité :

Taille de protection	Vitesse réduite du ventilateur (50 %) [dBA]	Vitesse maximale du ventilateur [dBA]
A2	51	60
A3	51	60
A4	50	55
A5	54	63
B1	61	67
B2	58	70
B3	59,4	70,5
B4	53	62,8
C1	52	62
C2	55	65
C3	56,4	67,3
C4	–	–

Tableau 7.40 Valeurs mesurées

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

7.12 Options sélectionnées

7.12.1 VLT® General Purpose I/O Module MCB 101

Le MCB 101 sert d'extension des entrées et sorties digitales et analogiques.

Installer le MCB 101 dans l'emplacement B du variateur de fréquence.

Contenu :

- Module d'option MCB 101
- Fixation étendue pour LCP
- Protection borniers

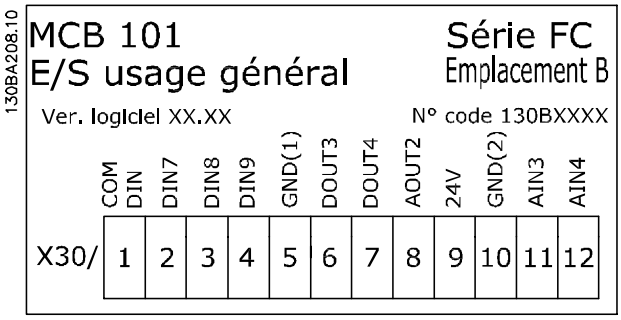


Illustration 7.4 MCB 101 Option

7.12.2 VLT® Relay Card MCB 105

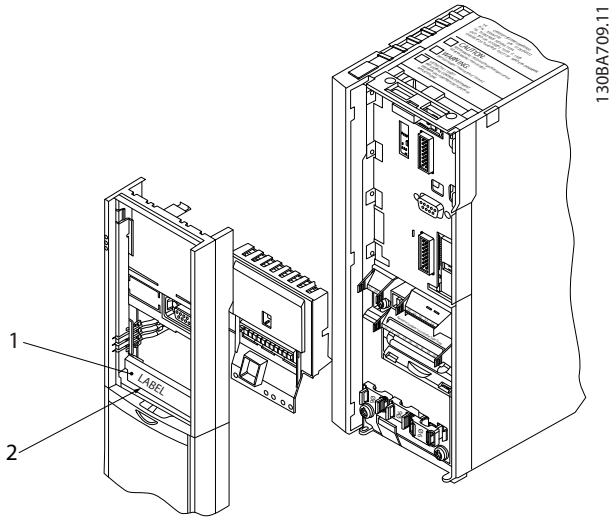
Le MCB 105 comprend 3 contacts d'interrupteur unipolaire bidirectionnel et doit être installé dans l'emplacement de l'option B.

Données électriques	
Charge max. sur les bornes (CA-1)[1)] (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)] (charge résistive)	24 V DC 1 A
Charge max. sur les bornes (CC-13)[1)] (charge inductive)	24 V DC 0,1 A
Charge min. sur les bornes (CC)	5 V 10 mA
Vitesse de commutation max. à charge nominale/min.	6 minimum^{-1}/20 s^{-1}

1) CEI 947 parties 4 et 5

Lorsque le kit d'option relais est commandé séparément, il comprend :

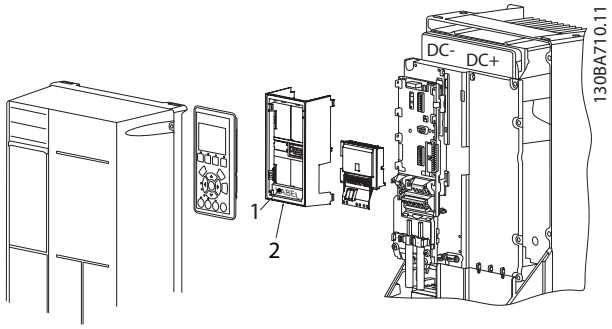
- Module de relais MCB 105
- Fixation LCP et protection borniers plus grandes
- Étiquette permettant de recouvrir l'accès aux commutateurs S201, S202 et S801
- Étriers de fixation des câbles au module relais



1	**ATTENTION !** L'étiquette DOIT être placée sur le châssis du LCP, comme illustré (approbation UL).
2	Carte relais

Illustration 7.5 Tailles de protection A2, A3 et B3

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.



1	**ATTENTION !** L'étiquette DOIT être placée sur le châssis du LCP, comme illustré (approbation UL).
2	Carte relais

Illustration 7.6 Tailles de protection A5, B1, B2, B4, C1, C2, C3 et C4

Illustration 7.7 Étiquette d'avertissement placée sur l'option

Comment ajouter le MCB 105 :

1. Couper l'alimentation du variateur de fréquence.
2. Couper l'alimentation des connexions sous tension sur les bornes de relais.
3. Retirer le LCP, la protection borniers et la fixation du LCP du variateur de fréquence.
4. Installer le MCB 105 dans l'emplacement B.
5. Brancher les câbles de commande et les fixer à l'aide des bandes fournies.
6. Veiller à ce que la longueur de fil dénudé soit correcte (voir l'*Illustration 7.9*).
7. Ne pas mélanger éléments sous tension (haute tension) et signaux de commande (PELV).
8. Installer la fixation du LCP et la protection borniers correspondantes.
9. Remettre le LCP en place.
10. Remettre le variateur de fréquence sous tension.
11. Sélectionner les fonctions de relais au *paramétre 5-40 Fonction relais* [6-8], au *paramétre 5-41 Relais, retard ON* [6-8] et au *paramétre 5-42 Relais, retard OFF* [6-8].

AVIS!

La zone [6] est le relais 7, la zone [7] est le relais 8 et la zone [8] est le relais 9

AVIS!

Pour accéder à l'interrupteur de terminaison S801 du RS485 ou aux interrupteurs de courant/tension S201/S202, démonter la carte relais (voir l'*Illustration 7.5* et l'*Illustration 7.6*, position 2).

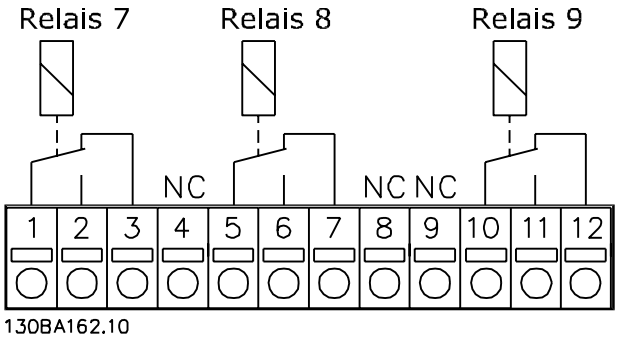


Illustration 7.8 Relais

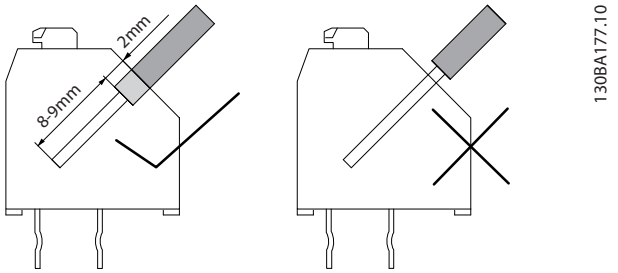
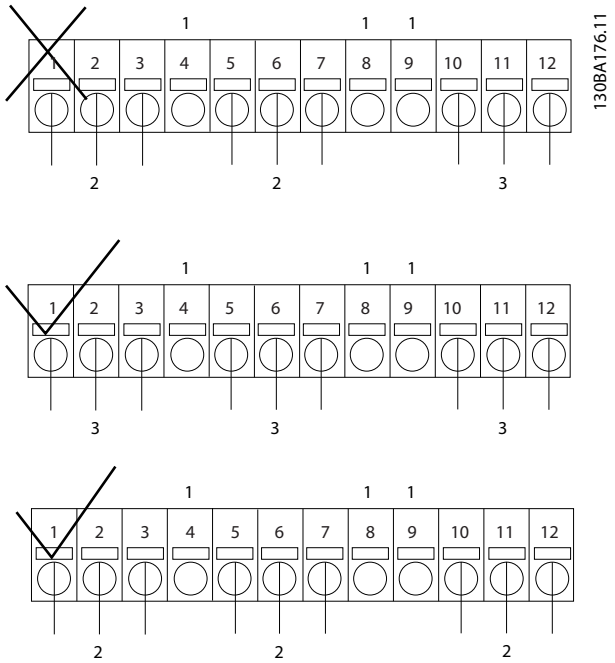


Illustration 7.9 Insertion correcte des fils

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.



1	NF
2	Pièce sous tension
3	PELV

Illustration 7.10 Câblage correct du relais

AVIS!

Ne pas mélanger les systèmes 24/48 V et les systèmes haute tension.

7.12.3 VLT® Extended Relay Card MCB 113

Le MCB 113 prolonge les E/S du variateur de fréquence par :

- 7 entrées digitales.
- 2 sorties analogiques.
- 4 relais unipolaires bidirectionnels.

L'E/S étendue augmente la flexibilité et permet une conformité aux recommandations allemandes NAMUR NE37.
Le MCB 113 est une option C1 standard, automatiquement détectée après l'installation.

Données électriques

Relais	
Chiffres	4 interrupteurs unipolaires bidirectionnels
Charge à 250 V CA/30 V CC	8 A
Charge à 250 V CA/30 V CC avec cosφ = 0,4	3,5 A
Catégorie de surtension (contact-terre)	III
Catégorie de surtension (contact-contact)	II
Combinaison de signaux 250 V et 24 V	Possible avec un relais intermédiaire inutilisé entre
Retard débit max.	10 ms

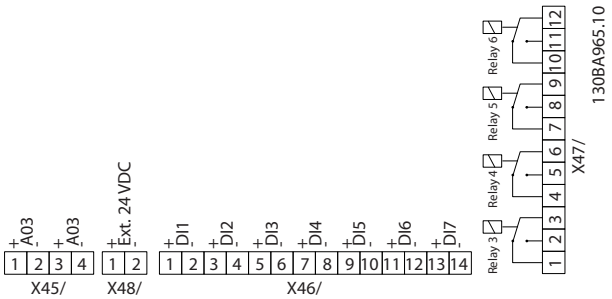


Illustration 7.11 Raccordements électriques du MCB 113

Pour assurer une isolation galvanique entre le variateur de fréquence et la carte d'option, connecter le MCB 113 à une alimentation 24 V externe sur X48. Lorsque l'isolation galvanique n'est pas nécessaire, la carte d'option peut être alimentée par une alimentation interne 24 V provenant du variateur de fréquence.

AVIS!

Pour connecter les signaux 24 V et haute tension dans les relais, veiller à ce qu'il subsiste un relais inutilisé entre le signal 24 V et le signal haute tension.

Pour configurer le MCB 113, utiliser les groupes de paramètres :

- *5-1* Entrées digitales*
- *6-7* Sortie ANA 3*
- *6-8* Sortie ANA*
- *14-8* Options*
- *5-4* Relais*
- *16-6* Entrées et sorties*

AVIS!

Dans le groupe de paramètres *5-4* Relais*,

- **Le tableau [2] est le relais 3.**
- **Le tableau [3] est le relais 4.**
- **Le tableau [4] est le relais 5.**
- **Le tableau [5] est le relais 6.**

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

Isolé de la terre/du châssis pour une utilisation sur des systèmes de réseau IT

Entrées digitales	
Chiffres	7
Plage	0–24 V
Mode	PNP/NPN
Impédance d'entrée	4 kW
Bas niveau de déclenchement	6,4 V
Haut niveau de déclenchement	17 V
Retard débit max.	10 ms

Sorties analogiques	
Chiffres	2
Plage	0/4-20 mA
Résolution	11 bits
Linéarité	< 0,2 %

7

7.12.4 VLT® LonWorks pour ADAP-KOOL® MCA 107

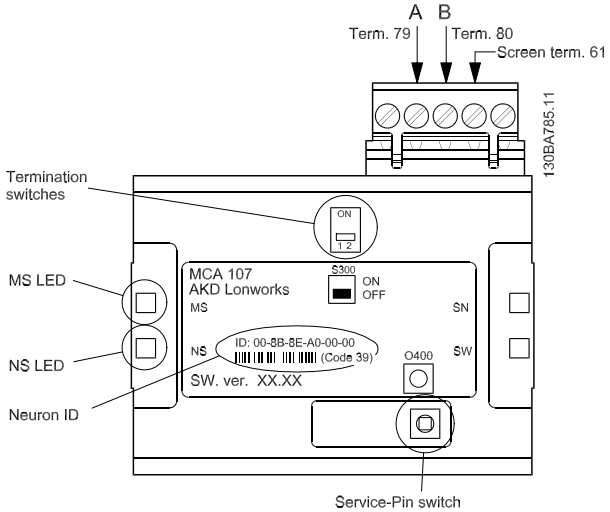


Illustration 7.12 Option AKD LonWorks

S300 commute entre :

- OFF : pas de terminaison (réglage d'usine)
- ON : terminaison simple (120 Ω)

Le commutateur à bouton-poussoir O400 active la fonction pin de service.

Étiquette du voyant	Description
MS	Voyant d'entretien (rouge)
NS	Voyant d'état (vert)

Tableau 7.41 Voyants

L'ID Neuron est imprimé sur l'option en texte et en code-barres (code 39).

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

8 Annexe - Schémas sélectionnés

8.1 Schémas de raccordement au secteur

Cet ensemble de schémas a été prévu pour aider à la planification de l'accès, au cours de la phase de conception.
Consulter le *Manuel d'utilisation* pour connaître les procédures d'installation notamment :

- les exigences de sécurité.
- les étapes des procédures d'installation.
- les autres configurations possibles.
- les schémas supplémentaires.

Raccordement au secteur des protections de tailles A2 et A3

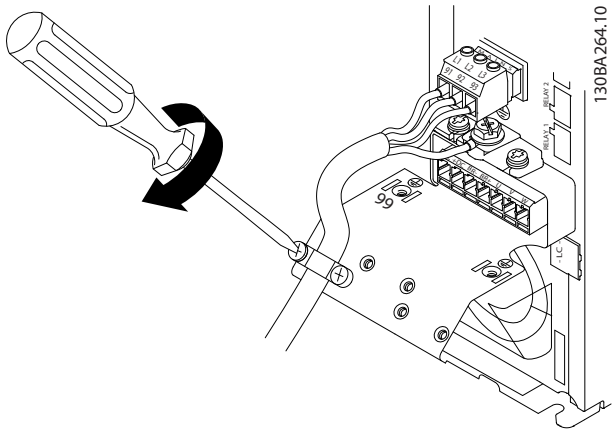


Illustration 8.1 Fixation du support

Raccordement au secteur des protections de tailles A4/A5

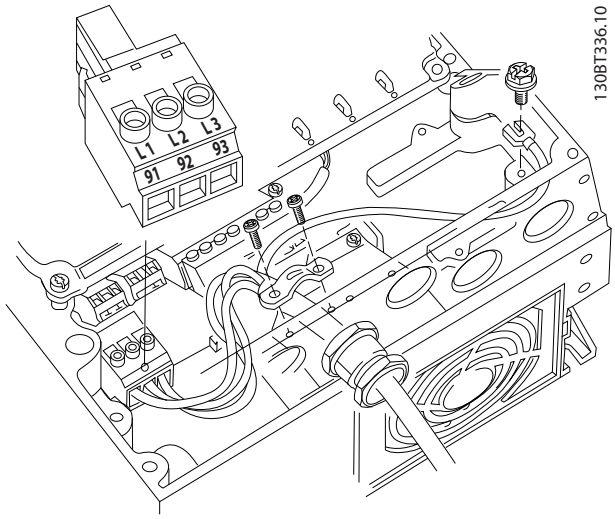


Illustration 8.2 Secteur et terre sans sectionneur

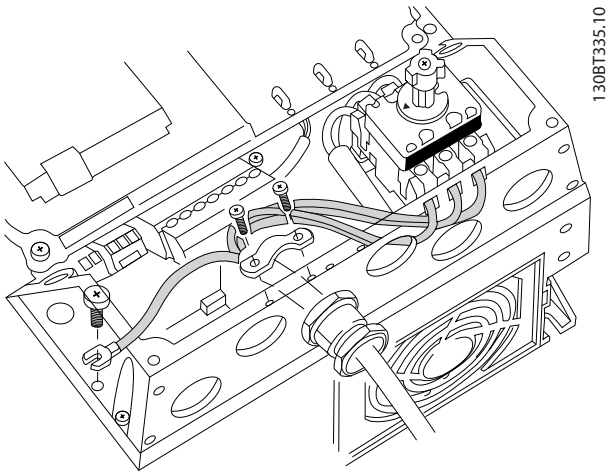


Illustration 8.3 Secteur et mise à la terre avec sectionneur

En cas d'utilisation d'un sectionneur (protections A4/A5), monter la terre sur le côté gauche du variateur de fréquence.

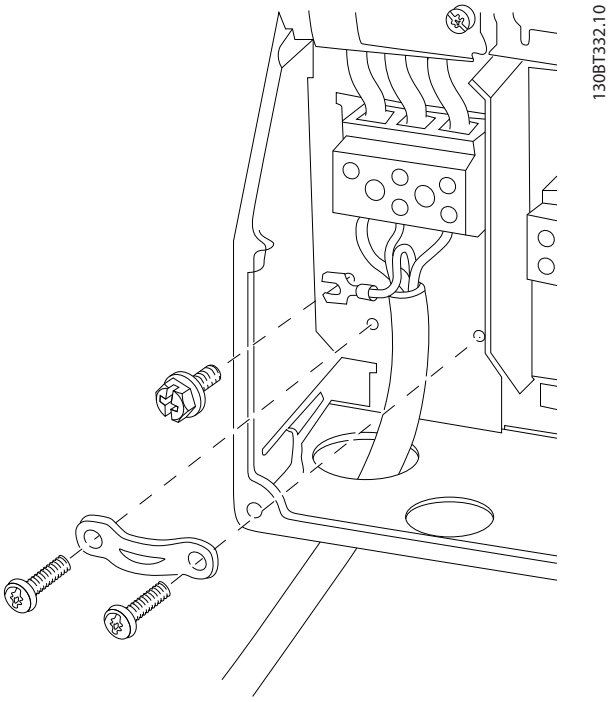


Illustration 8.4 Raccordement au secteur des protections de tailles B1 et B2

8

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

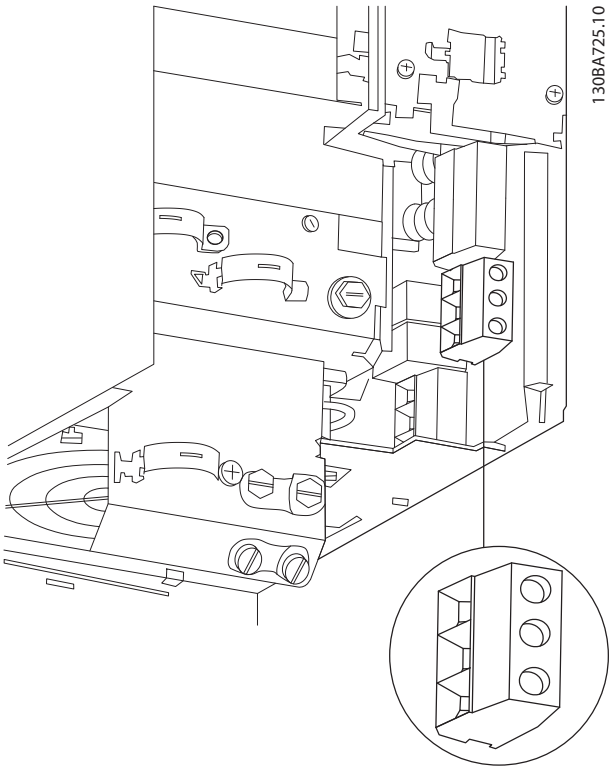


Illustration 8.5 Raccordement au secteur des protections de taille B3

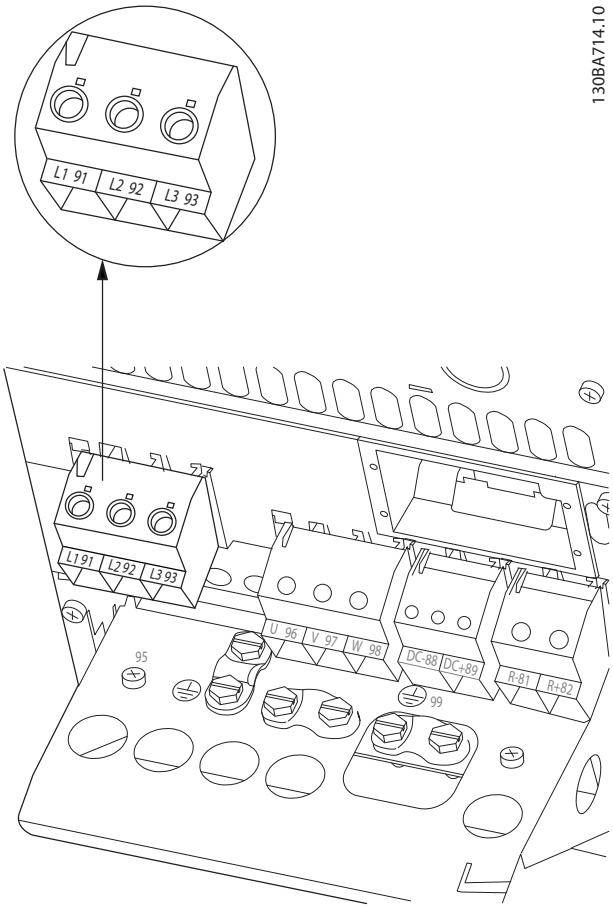


Illustration 8.6 Raccordement au secteur des protections de taille B4

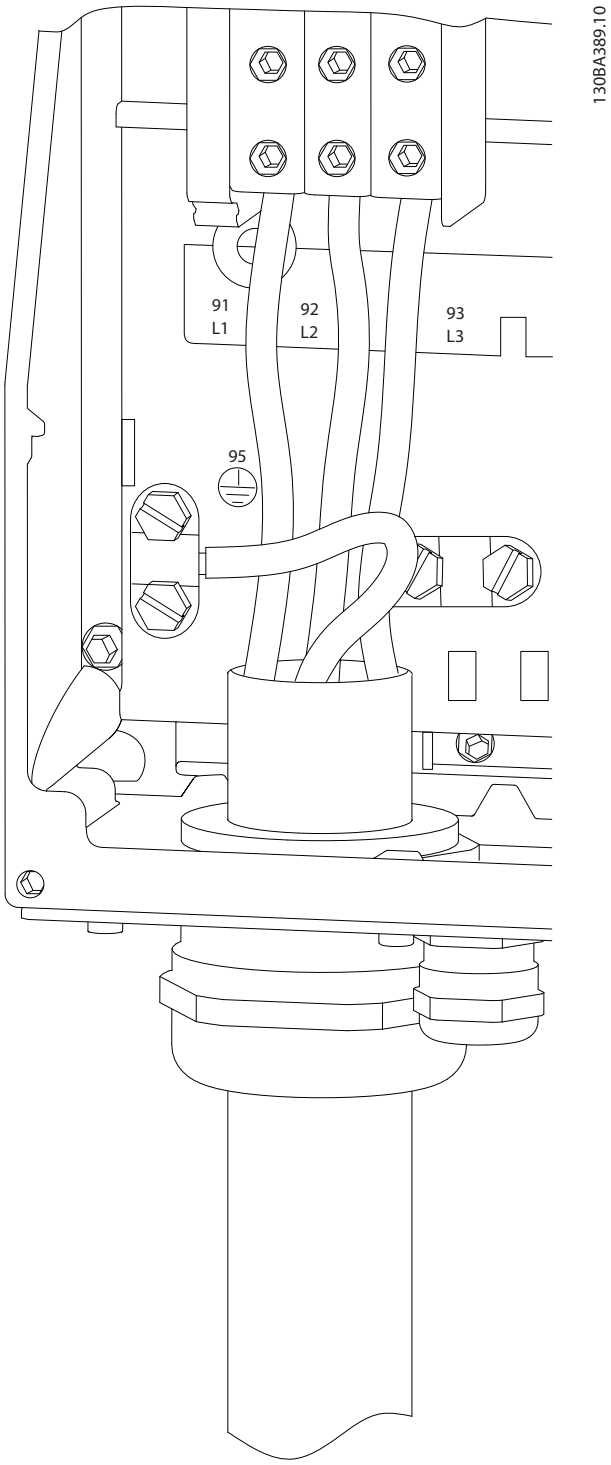


Illustration 8.7 Raccordement au secteur des protections de tailles C1 et C2 (IP21/NEMA Type 1 et IP55/66/NEMA Type 12)

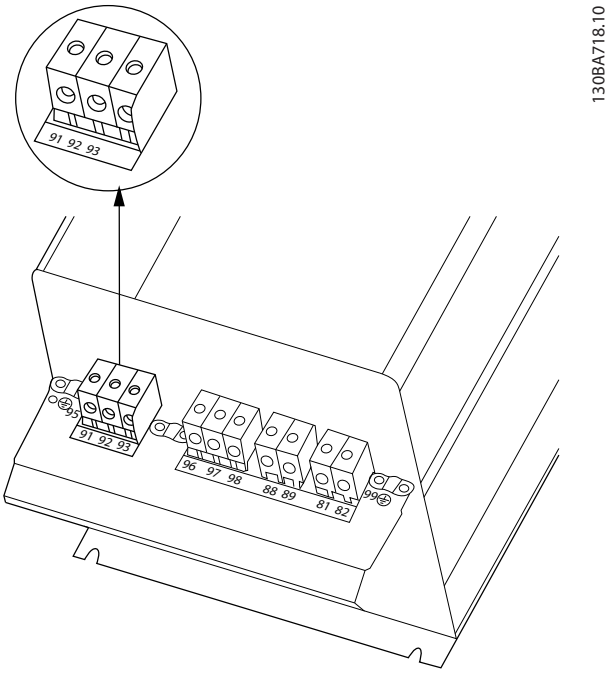


Illustration 8.8 Raccordement au secteur des protections de taille C3 (IP20)

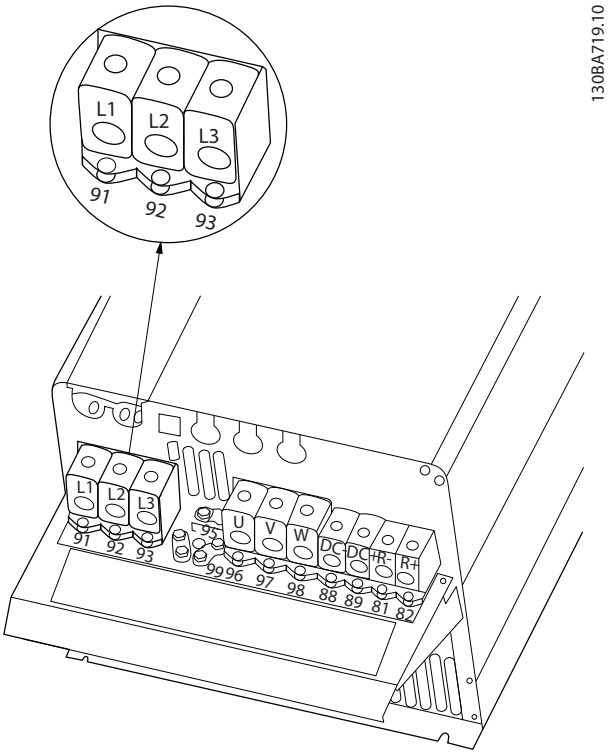


Illustration 8.9 Raccordement au secteur des protections de taille C4 (IP20)

8

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

8.2 Schéma de raccordement du moteur

Raccordement du moteur
Cet ensemble de schémas a été prévu pour aider à la planification de l'accès, au cours de la phase de conception.
Consulter le *Manuel d'utilisation* pour connaître les procédures d'installation notamment :

- les exigences de sécurité ;
- les étapes des procédures d'installation ;
- les descriptions des bornes ;
- les autres configurations possibles ;
- les schémas supplémentaires.

N° de borne	96	97	98	99	
	U	V	W	PE[1)]	Tension du moteur 0 à 100 % de la tension secteur. 3 fils hors du moteur.
	U1	V1	W1	PE[1)]	Raccordement en triangle.
	W 2	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 8.1 Descriptions des bornes

1) Mise à la terre de protection

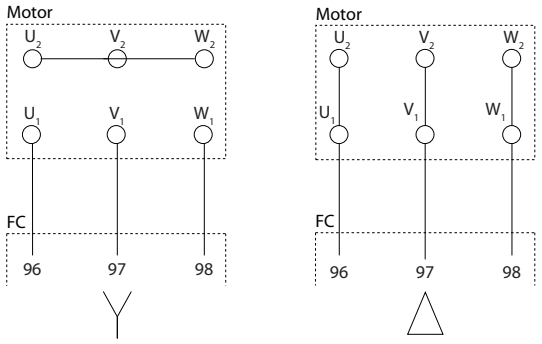


Illustration 8.10 Connexions en étoile et en triangle

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.

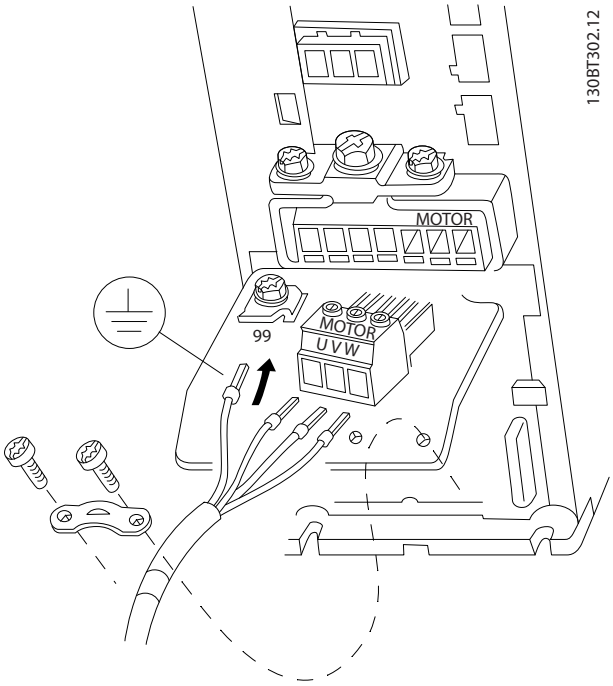


Illustration 8.11 Raccordement du moteur pour protections de tailles A2 et A3

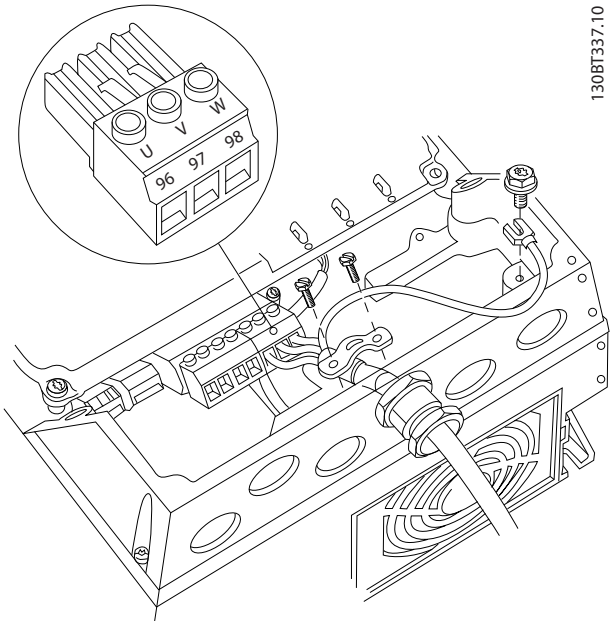


Illustration 8.12 Raccordement du moteur pour protections de tailles A4/A5

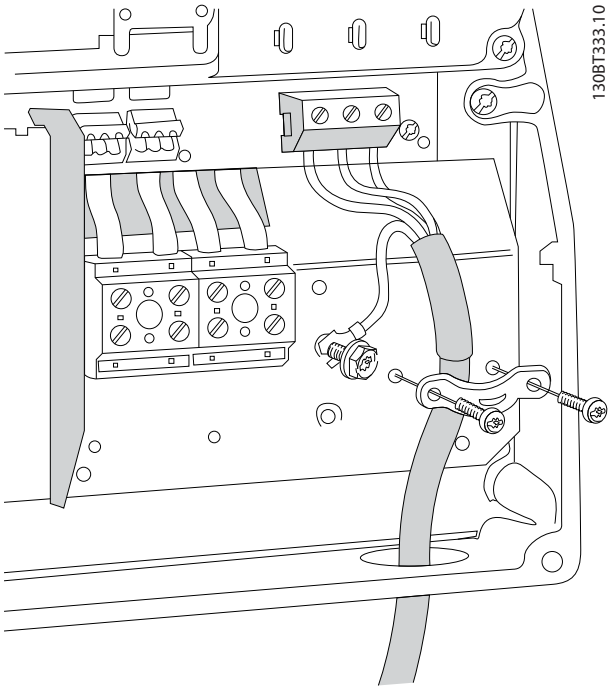


Illustration 8.13 Raccordement du moteur pour protections de tailles B1 et B2

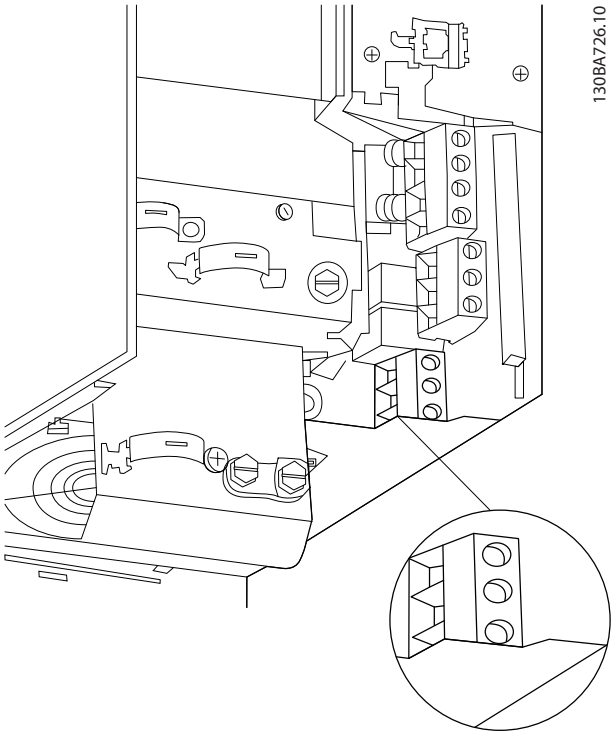


Illustration 8.14 Raccordement du moteur pour protection de taille B3

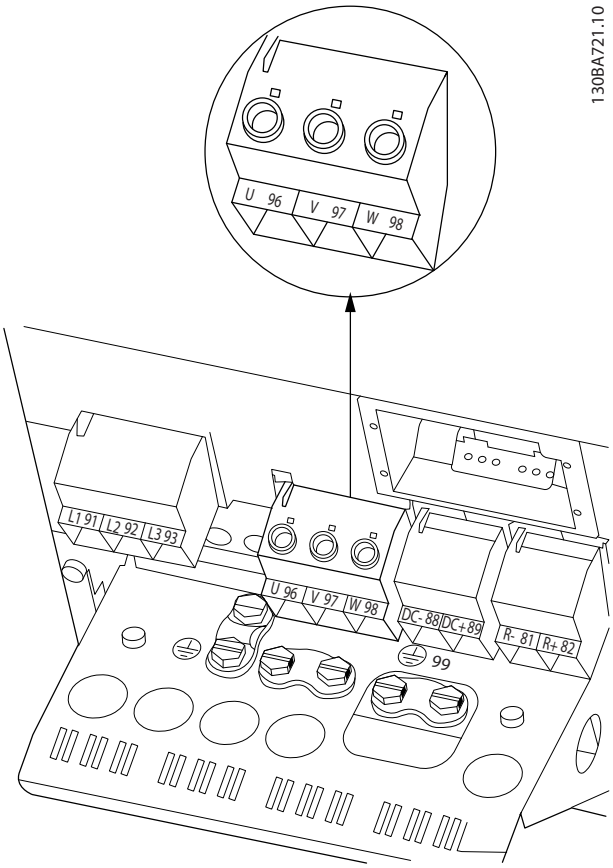


Illustration 8.15 Raccordement du moteur pour protection de taille B4

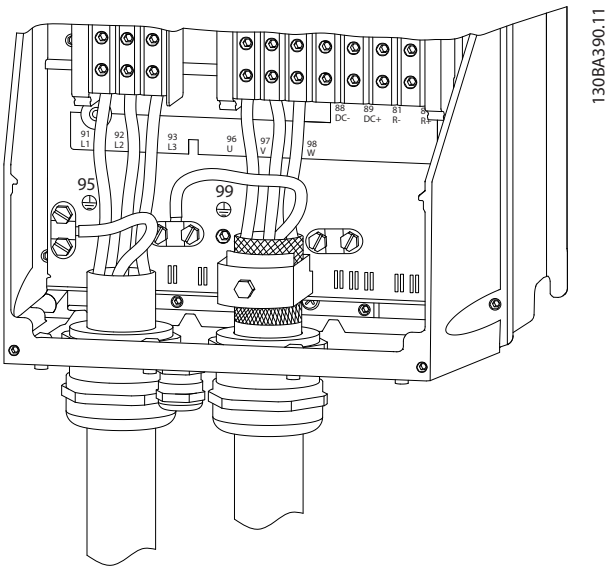


Illustration 8.16 Raccordement du moteur Protections de tailles C1 et C2 (IP21/NEMA Type 1 et IP55/66/NEMA Type 12)

8

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

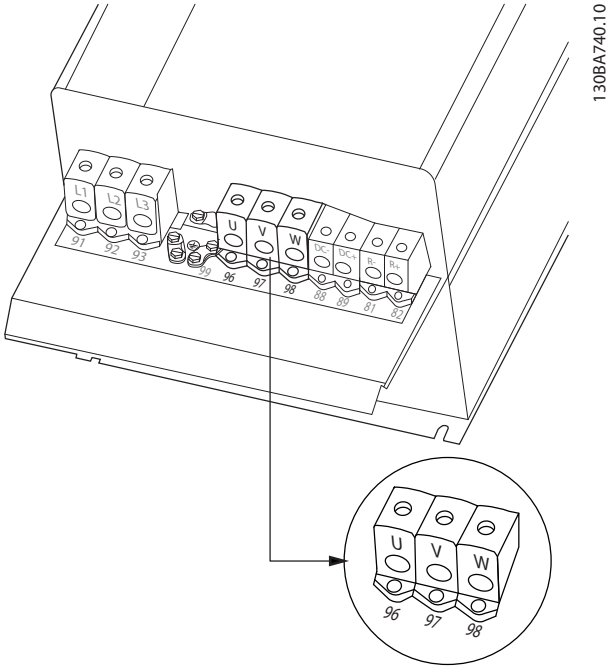


Illustration 8.17 Raccordement du moteur pour protections de tailles C3 et C4

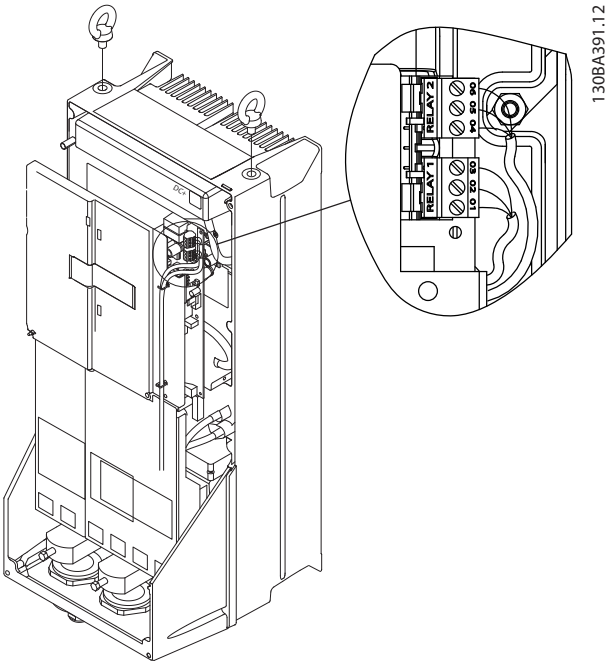


Illustration 8.19 Bornes de raccordement relais (Protections de tailles C1 et C2).

8.3 Schémas des bornes relais

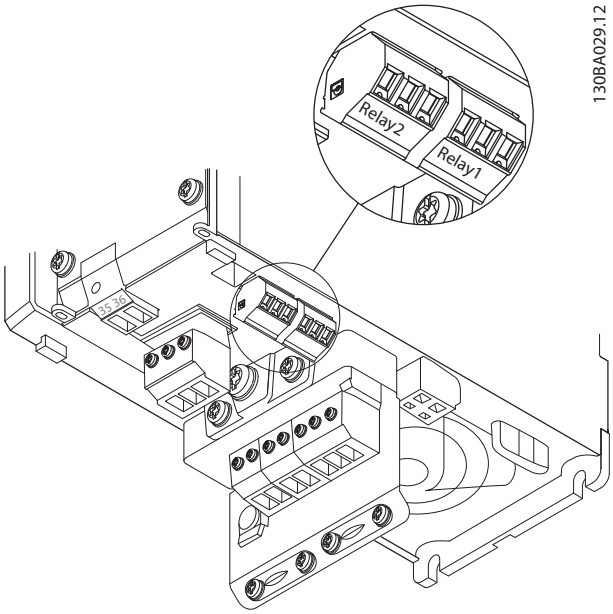


Illustration 8.18 Bornes de raccordement relais (Protections de tailles A2 et A3)

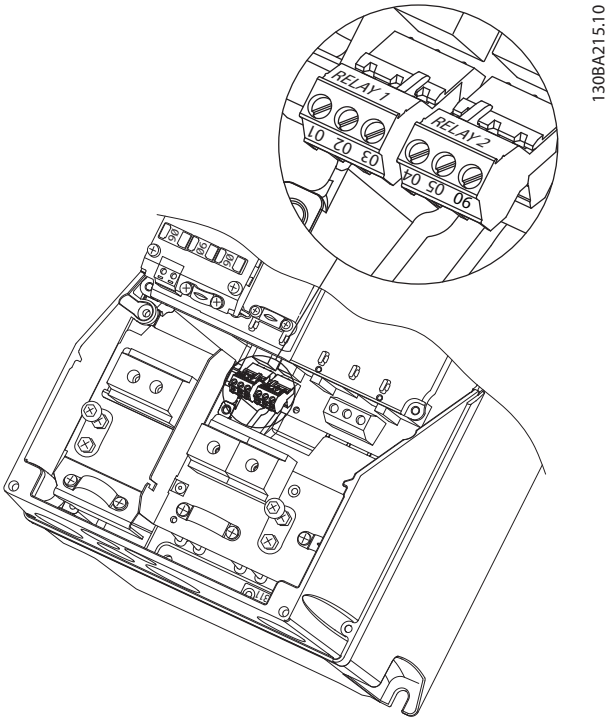
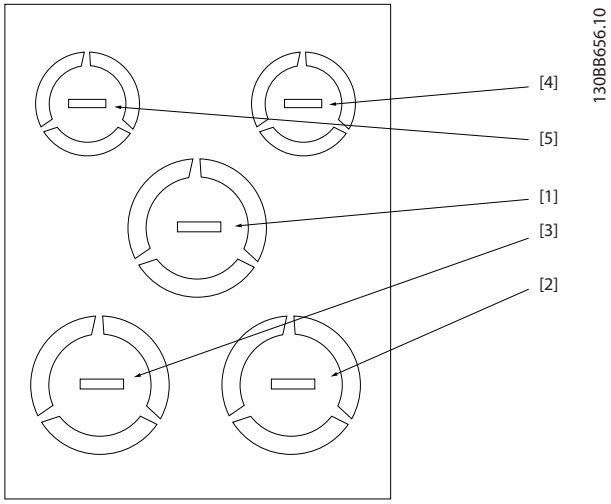


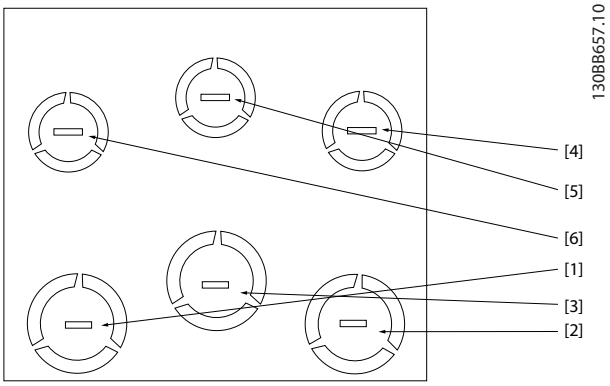
Illustration 8.20 Bornes de raccordement relais (Protections de tailles A5, B1 et B2).

8.4 Orifices d'entrée de câble



Nombre d'orifices et utilisation recommandée		Dimensions[1)]		Mesure métrique la plus proche
		UL [pouce]	[mm]	
1	Secteur	3/4	28,4	M25
2	Moteur	3/4	28,4	M25
3	Frein/ répartition de la charge	3/4	28,4	M25
4	Câble de commande	1/2	22,5	M20
5	Câble de commande	1/2	22,5	M20
1) Tolérance ±0,2 mm				

Illustration 8.21 Protection de taille A2, IP21

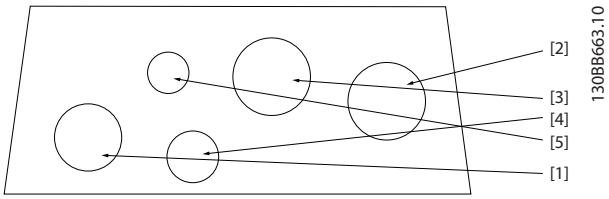


Nombre d'orifices et utilisation recommandée		Dimensions[1)]		Mesure métrique la plus proche
		UL [pouce]	[mm]	
1	Secteur	3/4	28,4	M25
2	Moteur	3/4	28,4	M25
3	Frein/ répartition de la charge	3/4	28,4	M25
4	Câble de commande	1/2	22,5	M20
5	Câble de commande	1/2	22,5	M20
6	Câble de commande	1/2	22,5	M20
1) Tolérance ±0,2 mm				

Illustration 8.22 Protection de taille A3, IP21

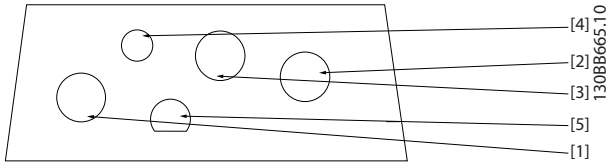
8

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.



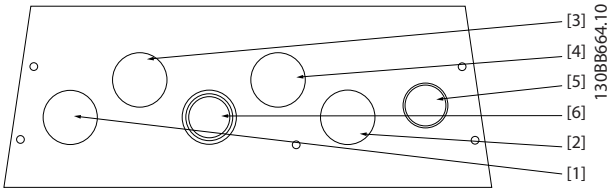
Nombre d'orifices et utilisation recommandée		Dimensions[1]		Mesure métrique la plus proche
		UL [pouce]	[mm]	
1	Secteur	3/4	28,4	M25
2	Moteur	3/4	28,4	M25
3	Frein/ répartition de la charge	3/4	28,4	M25
4	Câble de commande	1/2	22,5	M20
5	Supprimé	–	–	–
1) Tolérance ±0,2 mm				

Illustration 8.23 Protection de taille A4, IP55



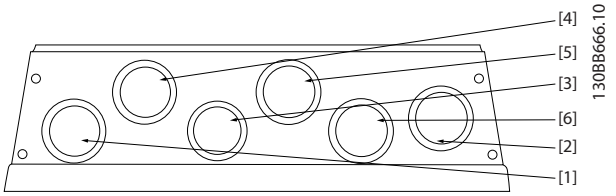
Nombre d'orifices et utilisation recommandée		Mesure métrique la plus proche
1	Secteur	M25
2	Moteur	M25
3	Frein/répartition de la charge	M25
4	Câble de commande	M16
5	Câble de commande	M20

Illustration 8.24 Protection de taille A4, orifices de presse-étoupe fileté IP55



Nombre d'orifices et utilisation recommandée		Dimensions[1]		Mesure métrique la plus proche
		UL [pouce]	[mm]	
1	Secteur	3/4	28,4	M25
2	Moteur	3/4	28,4	M25
3	Frein/ répartition de la charge	3/4	28,4	M25
4	Câble de commande	3/4	28,4	M25
5	Câble de commande[2]	3/4	28,4	M25
6	Câble de commande[2]	3/4	28,4	M25
1) Tolérance ±0,2 mm 2) Orifice de débouchure				

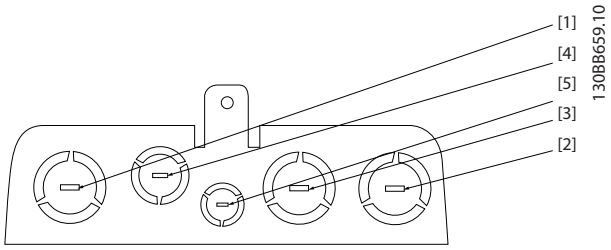
Illustration 8.25 Protection de taille A5, IP55



Nombre d'orifices et utilisation recommandée		Mesure métrique la plus proche
1	Secteur	M25
2	Moteur	M25
3	Frein/répartition de la charge	28,4 mm[1]
4	Câble de commande	M25
5	Câble de commande	M25
6	Câble de commande	M25
1) Orifice de débouchure		

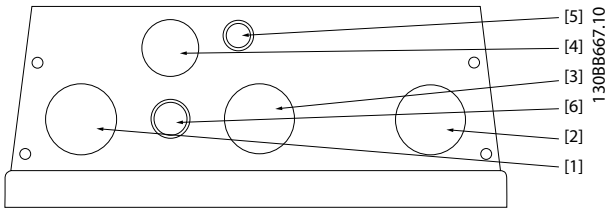
Illustration 8.26 Protection de taille A5, orifices de presse-étoupe fileté IP55

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.



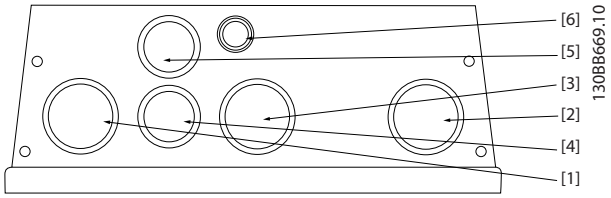
Nombre d'orifices et utilisation recommandée		Dimensions[1]		Mesure métrique la plus proche
		UL [pouce]	[mm]	
1	Secteur	1	34,7	M32
2	Moteur	1	34,7	M32
3	Frein/ répartition de la charge	1	34,7	M32
4	Câble de commande	1	34,7	M32
5	Câble de commande	1/2	22,5	M20
1) Tolérance ±0,2 mm				

Illustration 8.27 Protection de taille B1, IP21



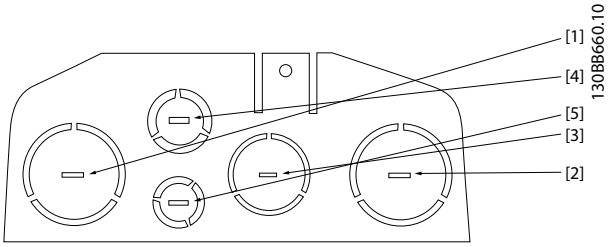
Nombre d'orifices et utilisation recommandée		Dimensions[1]		Mesure métrique la plus proche
		UL [pouce]	[mm]	
1	Secteur	1	34,7	M32
2	Moteur	1	34,7	M32
3	Frein/ répartition de la charge	1	34,7	M32
4	Câble de commande	3/4	28,4	M25
5	Câble de commande	1/2	22,5	M20
5	Câble de commande[2]	1/2	22,5	M20
1) Tolérance ±0,2 mm 2) Orifice de débouchure				

Illustration 8.28 Protection de taille B1, IP55



Nombre d'orifices et utilisation recommandée		Mesure métrique la plus proche
1	Secteur	M32
2	Moteur	M32
3	Frein/répartition de la charge	M32
4	Câble de commande	M25
5	Câble de commande	M25
6	Câble de commande	22,5 mm[1]
1) Orifice de débouchure		

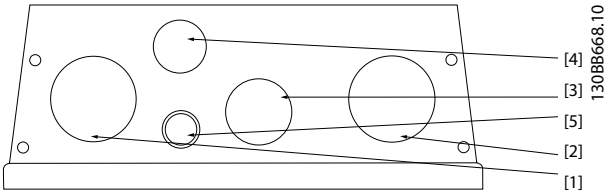
Illustration 8.29 Protection de taille B1, orifices de presse-étoupe fileté IP55



Nombre d'orifices et utilisation recommandée		Dimensions[1]		Mesure métrique la plus proche
		UL [pouce]	[mm]	
1	Secteur	1 1/4	44,2	M40
2	Moteur	1 1/4	44,2	M40
3	Frein/ répartition de la charge	1	34,7	M32
4	Câble de commande	3/4	28,4	M25
5	Câble de commande	1/2	22,5	M20
1) Tolérance ±0,2 mm				

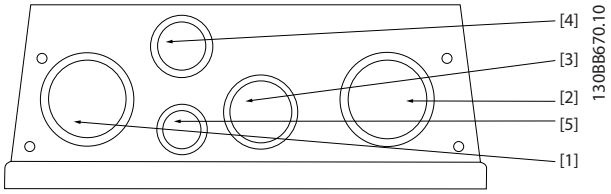
Illustration 8.30 Protection de taille B2, IP21

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.



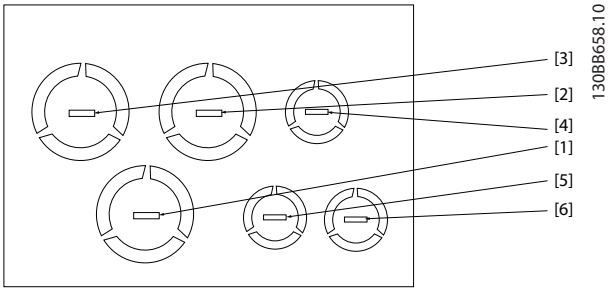
Nombre d'orifices et utilisation recommandée		Dimensions[1)]		Mesure métrique la plus proche
		UL [pouce]	[mm]	
1	Secteur	1 1/4	44,2	M40
2	Moteur	1 1/4	44,2	M40
3	Frein/ répartition de la charge	1	34,7	M32
4	Câble de commande	3/4	28,4	M25
5	Câble de commande[2)]	1/2	22,5	M20
1) Tolérance ±0,2 mm 2) Orifice de débouchure				

Illustration 8.31 Protection de taille B2, IP55



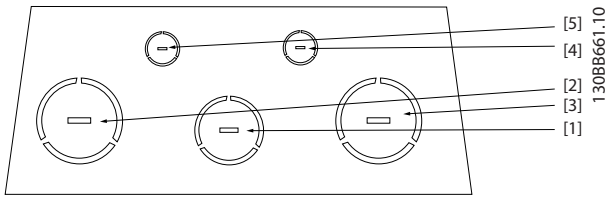
Nombre d'orifices et utilisation recommandée		Mesure métrique la plus proche
1	Secteur	M40
2	Moteur	M40
3	Frein/répartition de la charge	M32
4	Câble de commande	M25
5	Câble de commande	M20

Illustration 8.32 Protection de taille B2, orifices de presse-étoupe fileté IP55



Nombre d'orifices et utilisation recommandée		Dimensions[1)]		Mesure métrique la plus proche
		UL [pouce]	[mm]	
1	Secteur	1	34,7	M32
2	Moteur	1	34,7	M32
3	Frein/ répartition de la charge	1	34,7	M32
4	Câble de commande	1/2	22,5	M20
5	Câble de commande	1/2	22,5	M20
6	Câble de commande	1/2	22,5	M20
1) Tolérance ±0,2 mm				

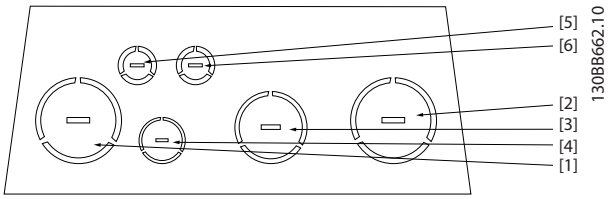
Illustration 8.33 Protection de taille B3, IP21



Nombre d'orifices et utilisation recommandée		Dimensions[1)]		Mesure métrique la plus proche
		UL [pouce]	[mm]	
1	Secteur	2	63,3	M63
2	Moteur	2	63,3	M63
3	Frein/ répartition de la charge	1 1/2	50,2	M50
4	Câble de commande	3/4	28,4	M25
5	Câble de commande	1/2	22,5	M20
1) Tolérance ±0,2 mm				

Illustration 8.34 Protection de taille C1, IP21

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.



Nombre d'orifices et utilisation recommandée		Dimensions[1)]		Mesure métrique la plus proche
		UL [pouce]	[mm]	
1	Secteur	2	63,3	M63
2	Moteur	2	63,3	M63
3	Frein/ répartition de la charge	1 1/2	50,2	M50
4	Câble de commande	3/4	28,4	M25
5	Câble de commande	1/2	22,5	M20
6	Câble de commande	1/2	22,5	M20
1) Tolérance ±0,2 mm				

Illustration 8.35 Protection de taille C2, IP21

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

Indice

A

Abréviations 8, 46
Accélération automatique 38
Adaptation automatique au moteur 8, 27
voir aussi *AMA*
Adresse du variateur de fréquence 76, 77
AEO 8
voir aussi *Optimisation automatique de l'énergie*
AMA 8, 27
voir aussi *Adaptation automatique au moteur*
Application
Application 14
Contrôle de zone 14
Contrôle en cascade 14
Horloge en temps réel 94
Arrêt
Alarme verrouillée 10, 24
Arrêt 10, 25, 26, 28, 31, 32, 56, 60, 67, 81, 87, 88, 90, 91, 101, 102
Assistant 14
Atténuation des résonances 27
Auto on 20
Autorisation de marche 29, 100

B

Bipasse de fréquence 29
Blindage 58
Blindage : 57
Bloc de paramètres 77
Bloc de process 77
Bloc de texte 78, 85
Borne 37 31, 62
Boucle fermée 19, 20, 21, 28, 32, 83
Boucle ouverte 18
Bruit acoustique 38
Bruit acoustique nominal 138

C

CA
Courant CA 17, 18
Entrée CA 17
Forme d'onde CA 17
Secteur CA 17
Câblage
Câblage 40, 46, 62, 64, 92
du relais 141
Schéma de câblage 62
Câble
blindé 65
moteur 27, 40, 42, 49, 58, 60, 64, 69, 72, 74, 102, 103, 136
moteur non blindé 57
Entrée de câble 149
Longueur de câble du moteur 45, 49, 58, 72
Orifices d'entrée 149
Calcul du débit d'air 37
Capteur PTC 27
CC
Circuit intermédiaire 24, 136
Courant CC 29
Freinage CC 81, 83, 86
CDM 51
CEM
Caractéristique de CEM 53
CEM 7, 42, 44, 45, 65
Conditions d'émission 42, 44
Conditions d'immunité 42, 44
Effet CEM 53
Émissions 42
Immunité CEM 45
Interférences 65
Mise en œuvre CEM 57
Plan CEM 44
Propriété CEM 53
CFM 38
Champ d'adresse 82
Champ de contrôle CRC 82
Champ de fonction 82
Champ démarrage/arrêt 82
Champ PKE 78
Chocs 38
Circuit intermédiaire 17
Circulation d'air 37, 38, 39, 113
Classe d'efficacité énergétique 125
Commande
Câblage de commande 65
Filtre de mode commun 117
Filtre dU/dt 116
Filtre harmonique 111
Filtre sinus 111, 112, 115
Logique de commande 17
Options et accessoires 109
Commande de robinet 28
Commande de vitesse minimale 14
Communication série
Bit de contrôle 86, 89
Bit du mot de contrôle 86, 89
Carte de commande, communication série USB 128
Mot de contrôle 86, 89
Mot d'état 87, 90

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

Commutation
sur la sortie 25
Fréquence de commutation 25, 26, 31, 37, 46, 50, 53, 60, 61, 69, 104, 105, 106, 115, 116, 117
Perte de commutation 53
Comparateur 29, 30, 94
Compensation du glissement 9, 24
Condensation 37
Conditions de refroidissement 65
Conditions d'exploitation extrêmes 24
Conformité
CE 10
marine 11
C-tick 11
Homologué UL 11
Isolation galvanique 27, 34, 41, 141
Marquage CE 10, 11
Connexion en étoile 146
Connexion en triangle 146
Consigne 21
Contacteur 67
Contacteur de sortie 60, 64
Contrôle amélioré 16
Contrôle de groupe 94
Contrôle d'évaporateur multiretour 14
Contrôle en cascade 14
Contrôle variable du débit et de la pression 16
Contrôleur logique avancé 9, 14, 29, 34, 94, 96, 97
Conventions 9
Cos φ 56, 68, 139, 141
Couple
Caractéristique VT 10
Caractéristiques CT 9
Caractéristiques de couple 124
constant 8
intégral 29
nominal 61
variable 9
Limite de couple 8, 25, 60, 88
Courant
Boucles de courant 42
Courant 46
bas 32
CC 17
de fuite 42, 49
de sortie 26, 27, 58, 102, 103, 104
de sortie nominal 8
d'entrée 46
d'ondulation 32, 69
élevé 32
fondamental 46
nominal 44
Distorsion de courant 48, 113
Distorsion des harmoniques de courant 70
Harmoniques de courant 46
Harmoniques de courant individuels 47
Limite de courant 8, 25, 26
Mesure du courant 27
Surcourant 29
Tension du circuit intermédiaire 41
Courant de fuite 13
Courant du capteur 18
Courant efficace 17
Court-circuit
Court-circuit 10, 17, 27, 31, 37, 56, 67
(phase moteur-phase) 24
Protection contre les courts-circuits 24
Rapport de court-circuit 48
Cycle d'utilisation 9

D

Débit variable sur 1 année 15
Déclassement
Applications de couple constant (mode CT) 102
Applications de couple variable (quadratique) (VT) 102
Automatique 25
Basse pression atmosphérique 102
Déclassement 26, 31, 36, 92, 102, 103, 104, 105
Fonctionnement à faible vitesse 102
Manuel 102
Refroidissement 102
Section large 103
Température ambiante 103
Définition 9, 44, 47, 54
Définition du niveau IP 40
Dégagement 37, 41, 64, 65
Dégagement horizontal 65
Dégagement vertical 65
Démarrage à la volée 25, 26, 28, 29
Démarrage imprévu 13
Démarreur étoile/triangle 16
Démarreur progressif 16
Déséquilibre de la tension d'alimentation 25, 32
Détection de fin de courbe 14
Détection de fonctionnement à sec 14

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

Dimensionnements puissance 135
Dimensions 71, 73, 92, 135, 149, 150, 151, 152
Diode du redresseur 46
Directive
Basse tension 10
CEM 10
ErP 11
Machines 10
Directives
Directive basse tension 10
Directive CEM 11
Directive machine 11
Disjoncteur 24, 50, 56, 67, 129
Dispositif de surveillance de la résistance d'isolation 67
Données
Champ de données 82
Octet de contrôle des données 76, 77
Type de données 79, 85

E

E/S 67, 68, 69, 6, 141
E/S analogiques 68

É

Économies d'énergie 14, 15, 29
Élément thermique de l'armoire 37
Émission par rayonnement 43
Émission transmise 43

E

Environnement
Industriel 44, 55, 56
Résidentiel 44, 55, 56

É

Équipement optionnel 7

E

ETR 8, 25, 27, 60
voir aussi *Relais thermique électronique*

F

Facteur de conversion 79, 85
Facteur de puissance 9, 17, 54, 55, 56, 57
Filtre
AHF 005 113
AHF 010 113
DU/dt 45, 57, 69, 116, 117, 136
Filtre 39
de mode commun 72
harmonique 70, 111, 113, 114
Interférences radioélectriques 40
voir aussi *RFI*
LC 57, 58, 59, 136
Mode commun 117
Sinus 18, 57, 69
Fonctionnement en moulinet 13
Frein
Courant de freinage 86
Freinage 29
Option de freinage 67
Fusible 24, 67, 92, 129

G

Générateur 24, 38, 49, 57

H

Hand on 20
Harmoniques
Analyse 46
Atténuation des harmoniques 49
Calcul des harmoniques 34, 49
Conditions d'émission 47
Distorsion des harmoniques 9, 42, 46
Harmoniques 7, 17, 36, 46, 47, 48, 54, 55, 56, 57
de tension 47
Norme d'émission d'harmoniques 47
Résultats des essais 47
Taux d'harmoniques 46
Haute altitude 41, 102
Haute tension 12
Horloge en temps réel 34
Humidité 37, 38, 40, 92

I

Indice (IND) 79, 85
Indice de conversion 79, 80
Initialisation 9
Interférences radioélectriques 27, 55, 66
voir aussi *RFI*

J

Jogging 87

K

Kit de montage externe 72
Kit de protection IP21/NEMA Type 1 70

L

Lambda 9, 55
LCP 8, 33, 62, 72, 91
voir aussi *Panneau de commande local*
Liste de contrôle de la conception du système 92

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

Logiciel
HCS 57
voir aussi *Logiciel de calcul des harmoniques*
de calcul des harmoniques (HCS) 34, 54
de programmation MCT 10 34
MCT 31 34
Logiciel PC 34
Lois d'affinité 15
Lois de la proportionnalité 15
Longueur du télégramme 76, 79

M

Maintenance 39
Maintenance préventive 34
Marche/arrêt 95
Marche/arrêt impulsions 95
Menu rapide 33
Mise à la terre 27, 46, 49, 53, 143
Modbus RTU
Code de fonction 84
Code d'exception 84
Configuration du réseau 81
Interface RS485 81
Protocole 80
Structure des messages 81, 82
Vue d'ensemble 80
Mode veille 14, 27, 29, 94
Modulation 8, 26, 103, 104, 105, 106
Modulation par largeur d'impulsion 18
Moment d'inertie 24
Montage côte à côte 65
Montage mécanique 65
Montage mural 65
Mot de process 79
Mot d'état 77, 79, 83, 84, 88
Moteur
Absence de phase moteur 25
Alternance moteur 14, 94
Câblage moteur 65
Contrainte d'isolation 57
Contrainte de paliers 57
Contrainte thermique 57
Couple moteur 91
Courant de paliers 45
Courant moteur 17, 25, 61, 88
Démarreur 16, 67
Isolation 45
Mise à la terre 57
Phases moteur 24
Pic de tension 136
Protection thermique du moteur 11, 27, 60, 88, 101
Puissance du moteur 124
Raccordement du moteur 146
Tension moteur 136
Thermistance 101
Thermistance moteur 101

N

Niveau de tension 125
Normes
EN 50598 51
EN 50598-2 51
Normes et directives
EN 50598-2 51, 125
Noyau en mode commun haute fréquence 72
Numéro de paramètre (PNU) 78

O

Onduleur 17
Optimisation automatique de l'énergie 8, 25, 27
voir aussi *AEO*
Option
AK-LonWorks 69
Alimentation 24 V CC 69
Carte relais 12, 69, 139, 140, 141
Contrôleur de cascade 34
Extended Relay Card MCB 113 69
PROFIBUS 68
PROFINET 68
Options d'armoire 40
Ordre de marche/arrêt 100
Ordre externe 17
OVC 24
voir aussi *Contrôle de la surtension*

P

Panneau de commande local 8, 33, 62
voir aussi *LCP*
PCD 77, 79
PELV 8, 27, 41, 101, 102, 140
Période de récupération 15

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

Personnel qualifié.... 12
Perte de magnétisation.... 53
Perte de puissance.... 51
Pilz.... 67
Plaque arrière.... 65
Poids.... 36, 92, 117, 135
Point de couplage commun.... 47
Potentiomètre.... 99
Poussière.... 35, 39, 40
Précautions.... 12
Préchauffage.... 29
Profil FC
Longueur du télégramme (LGE).... 77
Vue d'ensemble du protocole.... 76
Protection contre les fuites à la terre.... 42
Protection contre les transitoires.... 17
Protection par mot de passe.... 14
Protection thermique.... 11
PT1000.... 68
Puissance d'entrée.... 17, 65

R

RCD.... 8, 50, 66
Redresseur.... 17, 18
Référence
Référence.... 96
distante.... 20, 21
externe.... 21
prédéfinie.... 21
Utilisation des références.... 21, 22
Référence de vitesse.... 99
Référence de vitesse analogique.... 99
Référence du potentiomètre.... 96
Refroidissement.... 27, 28, 32, 35, 37, 39, 60, 65, 67, 102, 113
Registre des bobines.... 83
Règle logique.... 29, 30, 94
Réglementations sur le contrôle d'exportation.... 12
Régulateur PID.... 19, 23, 28
Relais
Borne relais.... 41, 140, 148
Option de relais.... 63, 68
Raccordement de relais.... 63
Relais.... 12, 25, 41, 62, 140, 141
04.... 87
1.... 83, 86, 87
2.... 83, 86
7.... 140
8.... 140
9.... 140
à interrupteur unipolaire bidirectionnel.... 141
d'alarme à interrupteur unipolaire bidirectionnel.... 66, 67
de sortie.... 27, 89
intégré.... 81
Sortie relais.... 63
Relais thermique électronique.... 60
voir aussi *ETR*
Rendement
Classe d'efficacité.... 51
Classe d'efficacité énergétique.... 51
Efficacité du moteur.... 61
Efficacité énergétique.... 51
Rendement.... 8, 25, 27, 51, 60, 61
Répartition de la charge.... 12, 13, 149, 150, 151, 152, 153
Réseau public d'alimentation.... 47
Résistance de freinage
Résistance de freinage.... 8, 24
Retour
Conversion du signal de retour.... 24
Retour.... 21, 23, 62, 69, 83, 98
Signal de retour.... 19, 28
Traitement du retour.... 23, 36
Retour d'huile.... 14
RFI
Filtre RFI.... 18, 38, 40, 49, 55, 66, 67
RFI.... 18, 27, 38, 41, 55, 57
Rotation imprévue du moteur.... 13
Roue libre.... 9, 28, 31, 81, 83, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 94
RS485
Installation et configuration.... 74
Interface série RS485.... 74
Précautions CEM.... 75
Raccordement du réseau.... 75
RS485.... 9, 20, 33, 34, 41, 72, 74, 75, 76, 140
Terminaison du bus.... 75

S

Sauvegarde cinétique.... 28
Secteur
Alimentation secteur.... 9, 46
Blindage secteur.... 66
Panne de secteur.... 28
Raccordement au secteur.... 143
Transitoire.... 17, 56
Section d'onduleur.... 18
Section intermédiaire.... 18

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

Section redresseur..... 18
Sectionneur..... 18, 67
Sécurité..... 12, 13, 31, 69, 143, 146
Serrage, bornes..... 129
SmartStart..... 94
Sonde thermique..... 18
Sous-tension..... 54
STO..... 7, 14, 31, 62, 94
Stockage..... 33, 34, 35, 36, 85, 93
Structure du télégramme..... 76
Support de fixation..... 73
Surcharge
Consigne de surcharge..... 27
LED surcharge..... 67
Mode surcharge normale..... 104, 105
Protection surcharge..... 14, 25, 67
Surcharge..... 27, 46, 60, 67
Surtempérature..... 10, 25, 26, 31, 67, 88
Surtension
Contrôle de la surtension..... 24
Surtension..... 24, 38
générée par le moteur..... 24
Système d'alimentation de secours..... 57

T

Température
Régulation de la température..... 14
Température..... 37
ambiante..... 37
maximale..... 37
moyenne..... 37
Temps de décharge..... 13
Temps de montée..... 136
Test dU/dt..... 136
Textes librement programmables..... 14
Thermistance..... 10, 41, 60, 67
Transformateur..... 46
Transitoire..... 39, 50
Tropicalisation..... 39, 66

U

U/f..... 60
UPIC..... 136

V

Valeur du paramètre (PWE)..... 79
Ventilateur..... 10, 14, 16, 27, 28, 32, 35, 37, 38, 39, 71, 102, 113
Ventilation..... 113
Verrouillage..... 100
Verrouillage sécu..... 100
Version logiciel..... 110
Vibrations..... 38
Vitesse limite..... 18, 25, 60
VVC+..... 9, 18

 Danfoss A/S © 08/2015 Tous droits réservés.

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

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

Danfoss AG, VLT® Antriebstechnik
Parkstrasse 6
CH-4402 Frenkendorf
Tél.: +41 61 906 11 11
Telefax: +41 61 906 11 21
www.danfoss.ch

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

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

130R0385 MG16G204 08/2015