MAKING MODERN LIVING POSSIBLE

Manuel de configuration

VLT® HVAC Drive FC 102

1,1-90 kW

www.danfoss.com/drives

VLT®
THE REAL DRIVE

Table des matières

1 Guide de lecture du présent Manuel de configuration 6

2 Présentation de VLT® HVAC Drive 11

2.1 Sûreté 11

2.2 Marquage CE 12

2.3 Humidité relative de l'air 13

2.4 Environnements agressifs 13

2.5 Vibrations et chocs 14

2.6 Absence sûre du couple 14

2.7 Avantages 21

2.8 Structures de contrôle 36

2.9 Généralités concernant les normes CEM 46

2.10 Isolation galvanique (PELV) 52

2.11 Courant de fuite à la terre 52

2.12 Fonction de freinage 53

2.13 Conditions d'exploitation extrêmes 55

3 Sélection 59

3.1 Options et accessoires 59

3.1.1 Installation des modules d'option à l'emplacement B 59

3.1.2 Module d'E/S à usage général MCB 101 59

3.1.3 Entrées digitales - borne X30/1-4 61

3.1.4 Entrées de tension analogiques - borne X30/10-12 61

3.1.5 Sorties digitales - borne X30/5-7 61

3.1.6 Sorties analogiques - borne X30/5+8 61

3.1.7 Option de relais MCB 105 61

3.1.8 Option de secours 24 V MCB 107 (option D) 63

3.1.9 Option d'E/S analogiques MCB 109 64

3.1.10 Carte thermistance PTC MCB 112 66

3.1.11 Option d'entrée du capteur MCB 114 67

3.1.11.1 Numéros de code de commande et pièces livrées 68

3.1.11.2 Spécifications électriques et mécaniques 68

3.1.11.3 Câblage électrique 69

3.1.12 Kit de montage externe pour LCP 69

3.1.13 Kit de protection IP21/IP41/TYPE 1 70

3.1.14 Kit de protection IP21/Type 1 70

3.1.15 Filtres de sortie 72

4 Commande 73

4.1 Formulaire de commande 73

4.2 Numéros de code 76

5 Installation mécanique 86

5.1 Installation mécanique 86

5.1.1 Exigences de sécurité de l'installation mécanique 86

5.1.2 Encombrement 87

5.1.3 Sacs d'accessoires 90

5.1.4 Montage mécanique 91

5.1.5 Montage externe 92

6 Installation électrique 93

6.1 Connexions - Protections de types A, B et C 93

6.1.1 Couple 93

6.1.2 Suppression des débouchures pour câbles supplémentaires 94

6.1.3 Raccordement au secteur et mise à la terre 94

6.1.4 Raccordement du moteur 97

6.1.5 Raccordement de relais 104

6.2 Fusibles et disjoncteurs 105

6.2.1 Fusibles 105

6.2.2 Recommandations 106

6.2.3 Conformité CE 106

6.2.4 Tableaux de fusibles 107

6.3 Sectionneurs et contacteurs 116

6.4 Informations moteur supplémentaires 117

6.4.1 Câble moteur 117

6.4.2 Protection thermique du moteur 117

6.4.3 Raccordement en parallèle des moteurs 118

6.4.4 Sens de rotation du moteur 120

6.4.5 Isolation du moteur 121

6.4.6 Courants des paliers de moteur 121

6.5 Câbles de commande et bornes 122

6.5.1 Accès aux bornes de commande 122

6.5.2 Passage des câbles de commande 122

6.5.3 Bornes de commande 123

6.5.4 Commutateurs S201, S202 et S801 124

6.5.5 Installation électrique, bornes de commande 124

6.5.6 Exemple de câblage de base 125

6.5.7 Installation électrique, câbles de commande 126

6.5.8 Sortie relais 127

6.6 Raccordements supplémentaires 128

6.6.1 Raccordement du bus CC 128

6.6.2 Répartition de la charge 128
6.6.3 Installation du câble de la résistance de freinage 128
6.6.4 Connexion d'un PC au variateur de fréquence 128
6.6.5 Logiciel PC 129
6.6.6 MCT 31 129
6.7 Sécurité 129
6.7.1 Essai de haute tension 129
6.7.2 Mise à la terre 129
6.7.3 Mise à la terre de sécurité 130
6.7.4 Installation selon les critères ADN 130
6.8 Installation conforme à CEM 131
6.8.1 Installation électrique - Précautions CEM 131
6.8.2 Utilisation de câbles conformes CEM 133
6.8.3 Mise à la terre des câbles de commande blindés 134
6.8.4 Commutateur RFI 135
6.9 Relais de protection différentielle 135
6.10 Configuration finale et test 135

7 Exemples d'applications 137
7.1 Exemples d'applications 137
7.1.1 Marche/arrêt 137
7.1.2 Marche/arrêt par impulsion 137
7.1.3 Référence potentiomètre 138
7.1.4 Adaptation automatique au moteur (AMA) 138
7.1.5 Contrôleur logique avancé 138
7.1.6 Programmation du contrôleur logique avancé 139
7.1.7 Exemple d'application du SLC 140
7.1.8 Contrôleur de cascade 142
7.1.9 Démarrage de la pompe avec alternance de la pompe principale 143
7.1.10 État et fonctionnement du système 143
7.1.11 Schéma de câblage de la pompe à vitesse variable/fixe 143
7.1.12 Schéma de câblage d'alternance de la pompe principale 144
7.1.13 Schéma de câblage du contrôleur de cascade 145
7.1.14 Conditions démarrage/arrêt 145

8 Installation et configuration du 146
8.1 Installation et configuration du 146
8.2 Vue d'ensemble du protocole FC 148
8.3 Configuration du réseau 148
8.4 Structure des messages du protocole FC 148
8.4.1 Contenu d'un caractère (octet) 148

8.4.2 Structure du télégramme 149
8.4.3 Longueur du télégramme (LGE) 149
8.4.4 Adresse (ADR) du variateur de fréquence 149
8.4.5 Octet de contrôle des données (BCC) 149
8.4.6 Champ de données 150
8.4.7 Champ PKE 151
8.4.8 Numéro de paramètre (PNU) 151
8.4.9 Indice (IND) 151
8.4.10 Valeur du paramètre (PWE) 152
8.4.11 Types de données pris en charge par le variateur de fréquence 152
8.4.12 Conversion 152
8.4.13 Mots de process (PCD) 153
8.5 Exemples 153
8.5.1 Écriture d'une valeur de paramètre 153
8.5.2 Lecture d'une valeur de paramètre 153
8.6 Vue d'ensemble du Modbus RTU 154
8.6.1 Hypothèses de départ 154
8.6.2 Ce que l'utilisateur devrait déjà savoir 154
8.6.3 Vue d'ensemble du Modbus RTU 154
8.6.4 Variateur de fréquence avec Modbus RTU 154
8.7 Configuration du réseau 154
8.8 Structure des messages du Modbus RTU 155
8.8.1 Variateur de fréquence avec Modbus RTU 155
8.8.2 Structure des messages Modbus RTU 155
8.8.3 Champ démarrage/arrêt 155
8.8.4 Champ d'adresse 155
8.8.5 Champ de fonction 156
8.8.6 Champ de données 156
8.8.7 Champ de contrôle CRC 156
8.8.8 Adresse de registre des bobines 156
8.8.9 Comment contrôler le variateur de fréquence 157
8.8.10 Codes de fonction pris en charge par le Modbus RTU 158
8.8.11 Codes d'exceptions Modbus 158
8.9 Comment accéder aux paramètres 159
8.9.1 Gestion des paramètres 159
8.9.2 Stockage des données 159
8.9.3 IND 159
8.9.4 Blocs de texte 159
8.9.5 Facteur de conversion 159
8.9.6 Valeurs de paramètre 159

8.10 Exemples 159
8.10.1 Lecture état bobines (01 HEX) 159
8.10.2 Forcer/écrire bobine unique (05 HEX) 160
8.10.3 Forcer/écrire bobines multiples (0F HEX) 161
8.10.4 Lecture registres de maintien (03 HEX) 161
8.10.5 Prédéfinir registre unique (06 HEX) 162
8.10.6 Prédéfinir registres multiples (10 HEX) 162
8.11 Danfoss Profil de contrôle FC 163
8.11.1 Mot de contrôle selon le profil FC (*8-10 Profil de ctrl* = profil FC) 163
8.11.2 Mot d'état selon le profil FC (STW) (*8-10 Profil de ctrl* = profil FC) 164
8.11.3 Valeur de référence de vitesse du bus 165

9 Spécifications générales et dépannage 166
9.1 Tableaux d'alimentation secteur 166
9.2 Spécifications générales 175
9.3 Rendement 180
9.4 Bruit acoustique 181
9.5 Pic de tension sur le moteur 181
9.6 Exigences particulières 185
9.6.1 Objectif du déclassement 185
9.6.2 Déclassement pour température ambiante 185
9.6.3 Déclassement pour température ambiante, protection de type A 185
9.6.4 Déclassement pour température ambiante, protection de type B 186
9.6.5 Déclassement pour température ambiante, protection de type C 188
9.6.6 Adaptations automatiques pour garantir les performances 189
9.6.7 Déclassement pour basse pression atmosphérique 189
9.6.8 Déclassement pour fonctionnement à faible vitesse 190
9.7 Dépannage 191
9.7.1 Mots d'alarme 195
9.7.2 Mots d'avertissement 196
9.7.3 Mots d'état élargi 197

Indice 205

1

1 Guide de lecture du présent Manuel de configuration

VLT® HVAC Drive
Gamme FC 102

Ce manuel concerne l'ensemble des variateurs de fréquence VLT® HVAC Drive avec la version de logiciel 3.9.x.
Le numéro de version du logiciel actuel est indiqué au par. *15-43 Version logiciel*.

Tableau 1.1 Version logiciel

La présente publication contient des informations propriétaires de Danfoss. En acceptant et en utilisant ce manuel, l'utilisateur accepte que les informations contenues dans ledit manuel soient utilisées uniquement pour faire fonctionner l'équipement de Danfoss ou l'équipement provenant d'autres fournisseurs, à condition que cet équipement ait été conçu à des fins de communication avec l'équipement de Danfoss sur une liaison de communication série. Cette publication est protégée par les lois danoises sur les droits d'auteur ainsi que par celles de la plupart des autres pays.

Danfoss ne garantit en aucune manière qu'un logiciel produit selon les instructions fournies dans le présent manuel fonctionne correctement dans n'importe quel environnement physique, matériel ou logiciel.

Même si Danfoss a testé et révisé la documentation disponible dans ce manuel, Danfoss n'apporte aucune garantie ni déclaration, expresse ou implicite, relative à la présente documentation, y compris en ce qui concerne sa qualité, ses performances ou sa conformité vis-à-vis d'un objectif particulier.

En aucun cas, Danfoss ne pourra être tenue pour responsable des dommages consécutifs, accidentels, spéciaux, indirects ou directs résultant de l'utilisation ou de l'incapacité à utiliser les informations contenues dans ce manuel, même si la société sait que de tels dommages peuvent survenir. En particulier, Danfoss ne saurait être tenue pour responsable des coûts, y compris mais sans limitation, les coûts résultant d'une perte de bénéfices ou de revenus, de la perte ou de dommages causés à un équipement, d'une perte de logiciels, d'une perte de données et des coûts associés à leur remplacement ou à une réclamation de tiers.

Danfoss se réserve le droit de réviser cette publication à tout moment et d'en modifier le contenu sans notification préalable ni obligation d'informer les utilisateurs précédents ou actuels de ces révisions ou modifications.

- Le *Manuel de configuration* fournit toutes les informations techniques concernant le variateur de fréquence ainsi que la conception et les applications client.
- Le *Guide de programmation* fournit des informations sur la programmation et comprend une description complète des paramètres.
- *Note applicative, guide de déclassement pour température.*
- *Le Manuel d'utilisation du logiciel de programmation MCT 10* permet à l'utilisateur de configurer le variateur de fréquence à partir d'un environnement PC Windows™.
- Logiciel Danfoss VLT® Energy Box à l'adresse *www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions* puis choisir Téléchargement logiciels.
- *Manuel d'utilisation de VLT® HVAC Drive BACnet.*
- *Manuel d'utilisation de VLT® HVAC Drive Metasys.*
- *Manuel d'utilisation de VLT® HVAC Drive FLN.*

La documentation technique Danfoss est disponible sur papier auprès du représentant Danfoss local ou en ligne sur :
www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/Technical+Documentation.htm

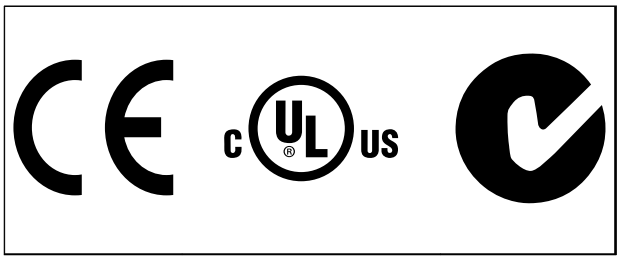


Tableau 1.2

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 *chapitre 6.4.2 Protection thermique du moteur*.

Les symboles suivants sont utilisés dans ce document.

⚠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 dangereuses.

AVIS!

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

Courant alternatif	CA
Calibre américain des fils	AWG
Ampère	A
Adaptation automatique au moteur	AMA
Limite de courant	I_{LIM}
Degré Celsius	°C
Courant continu	CC
Dépend du variateur	D-TYPE
Compatibilité électromagnétique	CEM
Relais thermique électronique	ETR
Variateur de fréquence	FC
Gramme	g
Hertz	Hz
Cheval-puissance	HP
KiloHertz	kHz
Panneau de commande local	LCP
Mètre	m
Inductance en millihenry	mH
Milliampère	mA
Milliseconde	ms
Minute	min
Outil de contrôle du mouvement	MCT
Nanofarad	nF
Newton-mètres	Nm
Courant nominal du moteur	$I_{M,N}$
Fréquence nominale du moteur	$f_{M,N}$
Puissance nominale du moteur	$P_{M,N}$
Tension nominale du moteur	$U_{M,N}$
Moteur à magnétisation permanente	Moteur PM
Tension extrêmement basse de protection	PELV
Carte à circuits imprimés	PCB
Courant de sortie nominal onduleur	I_{INV}
Tours par minute	tr/min
Bornes régénératives	Régén
Seconde	s
Vitesse du moteur synchrone	n_s
Limite de couple	T_{LIM}
Volts	V
Courant de sortie maximal	$I_{VLT,MAX}$
Courant nominal de sortie fourni par le variateur de fréquence	$I_{VLT,N}$

Tableau 1.3 Abréviations

1

1.1.1 Définitions

Variateur de fréquence :

$I_{VLT,MAX}$
Courant de sortie maximal

$I_{VLT,N}$
Courant nominal de sortie fourni par le variateur de fréquence.

$U_{VLT,\ MAX}$
Tension de sortie maximale.

Entrée :

Ordre de commande Démarrer et arrêter le moteur raccordé à l'aide du LCP et des entrées digitales. Les fonctions sont réparties en deux groupes. Les fonctions du groupe 1 ont une priorité supérieure aux fonctions du groupe 2.	Groupe 1	Reset, arrêt en roue libre, reset et arrêt en roue libre, arrêt rapide, freinage CC, arrêt et touche Off.
	Groupe 2	Démarrage, impulsion de démarrage, inversion, démarrage avec inversion, jogging et gel sortie

Tableau 1.4 Groupes de fonctions

Moteur :

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

f_M
Fréquence du moteur.

f_{MAX}
Fréquence maximale du moteur.

f_{MIN}
Fréquence minimale du moteur.

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

I_M
Courant du moteur.

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

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

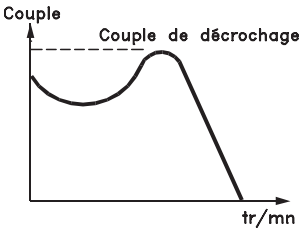
$P_{M,N}$
Puissance nominale du moteur (données de la plaque signalétique).

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

U_M
Tension instantanée du moteur.

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

Couple de décrochage



175ZA078.10

Illustration 1.1 Couple de décrochage

η_{VLT}
Le rendement du variateur de fréquence est défini comme le rapport entre la puissance dégagée et la puissance absorbée.

Ordre de démarrage désactivé
Ordre d'arrêt faisant partie du groupe 1 d'ordres de commande, voir le *Tableau 1.4*.

Ordre d'arrêt
Voir Ordres de commande.

Références :

Référence analogique
Un signal transmis vers les entrées analogiques 53 ou 54 peut prendre la forme de tension ou de courant.

Référence bus
Signal appliqué au port de communication série (port FC).

Référence prédéfinie
Référence prédéfinie pouvant être réglée de -100 % à +100 % de la plage de référence. Huit références prédéfinies peuvent être sélectionnées par l'intermédiaire des bornes digitales.

Référence d'impulsions
Signal impulsionnel appliqué aux entrées digitales (borne 29 ou 33).

$Réf_{MAX}$
Détermine la relation entre l'entrée de référence à 100 % de la valeur de l'échelle complète (généralement 10 V, 20 mA) et la référence résultante. Valeur de référence maximum définie au par. *3-03 Réf. max.*

$Réf_{MIN}$
Détermine la relation entre l'entrée de référence à la valeur 0 % (généralement 0 V, 0 mA, 4 mA) et la référence résultante. Valeur de référence minimum définie au par. *3-02 Référence minimale*

Autres :

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

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

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

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

Caractéristiques de couple constant (CC)
Caractéristiques de CC que l'on utilise pour les compresseurs frigorifiques à vis et rotatif.

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

Sorties digitales
Le variateur de fréquence est doté de 2 sorties à semi-conducteurs qui peuvent fournir un signal 24 V CC (max. 40 mA).

DSP
Processeur de signal numérique.

Sorties relais
Le variateur de fréquence est doté de deux sorties relais programmables.

ETR
Le relais thermique électronique correspond à un calcul de charge thermique basé sur la charge instantanée et le temps. Il permet d'estimer la température du moteur.

GLCP
Panneau de commande local graphique (LCP102).

Initialisation
Si l'on effectue une initialisation (*14-22 Mod. exploitation*), les paramètres programmables du variateur de fréquence reviennent à leurs valeurs par défaut.

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

LCP
Le panneau de commande local constitue une interface complète d'utilisation et de programmation du variateur de fréquence. Le LCP est amovible et peut être installé à l'aide d'un kit de montage à une distance maximale de 3 mètres du variateur de fréquence, par exemple dans un panneau frontal.
Le LCP est disponible en deux versions :

- LCP101 numérique (NLCP)
- LCP102 graphique (GLCP)

lsb
Bit de poids faible.

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

msb
Bit de poids fort.

NLCP
Panneau de commande local numérique LCP 101

Paramètres en ligne/hors ligne
Les modifications apportées aux paramètres en ligne sont activées directement après modification de la valeur de données. Appuyer sur [OK] pour activer les modifications apportées aux paramètres hors ligne.

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

RCD
Relais de protection différentielle.

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

SFAVM
Type de modulation appelé Stator Flux oriented Asynchronous Vector Modulation (modulation vectorielle asynchrone à flux statorique orienté, *14-00 Type modulation*).

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

1

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.

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

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

Alarme verrouillée
État résultant de situations de panne lorsque le variateur de fréquence assure sa propre protection et nécessitant une intervention physique, p. ex. si la sortie du variateur fait l'objet d'un court-circuit. 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. L'alarme verrouillée ne peut pas être utilisée à des fins de sécurité des personnes.

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

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

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

1.1.2 Facteur de puissance

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

$$Facteur\ de\ puissance = \frac{\sqrt{3} \times U \times I1 \times \cos\varphi}{\sqrt{3} \times U \times I_{RMS}}$$

Facteur de puissance pour alimentation triphasée :

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

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

$$IRMS = \sqrt{I_1^2 + I_5^2 + I_7^2 + \ldots + I_n^2}$$

En outre, un facteur de puissance élevé indique que les différents harmoniques de courant sont faibles.
Les bobines CC intégrées aux variateurs de fréquence génèrent un facteur de puissance élevé, qui minimise la charge imposée à l'alimentation secteur.

2 Présentation de VLT® HVAC Drive

2.1 Sûreté

2.1.1 Note de sécurité

⚠AVERTISSEMENT

La tension dans le variateur de fréquence est dangereuse lorsque l'appareil est relié au secteur. Toute installation incorrecte du moteur, du variateur de fréquence ou du bus de terrain risque d'endommager l'appareil et de provoquer des blessures graves ou mortelles. Se conformer donc aux instructions de ce manuel et aux réglementations de sécurité locales et nationales.

Réglementations de sécurité

1. Déconnecter le variateur de fréquence du secteur avant toute réparation. S'assurer que l'alimentation secteur est bien coupée et que le temps nécessaire s'est écoulé avant de déconnecter les bornes du moteur et du secteur.
2. La touche [Stop/Reset] sur le LCP du variateur de fréquence ne déconnecte pas l'équipement du secteur et ne doit donc en aucun cas être utilisée comme interrupteur de sécurité.
3. Protéger la mise à la terre du matériel, l'utilisateur contre la tension d'alimentation et le moteur contre les surcharges, conformément aux réglementations locales et nationales.
4. Les courants de fuite à la terre sont supérieurs à 3,5 mA.
5. La protection contre la surcharge moteur est définie au par. *1-90 Protect. thermique mot.*Pour obtenir cette fonction, régler le par. *1-90 Protect. thermique mot.* sur la valeur [ETR Alarme] (valeur par défaut) ou la valeur [ETR Avertis.]. Remarque : cette fonction est initialisée à 1,16 x courant nominal du moteur et à la fréquence nominale du moteur. Pour le marché d'Amérique du Nord : les fonctions ETR assurent la protection de classe 20 contre la surcharge du moteur en conformité avec NEC.
6. Ne pas déconnecter les bornes d'alimentation du moteur et du secteur lorsque le variateur de fréquence est connecté au secteur. S'assurer que l'alimentation secteur est bien coupée et que le temps nécessaire s'est écoulé avant de déconnecter les bornes du moteur et du secteur.
7. Attention : le variateur de fréquence comporte d'autres alimentations de tension que L1, L2 et L3 lorsque la répartition de charge (connexion de circuit intermédiaire CC) et l'alimentation externe 24 V CC sont installées. Vérifier que toutes les entrées de tension sont débranchées et que le temps nécessaire s'est écoulé avant de commencer la réparation.

Installation à haute altitude

⚠ATTENTION

380-500 V, protections de types A, B et C : à des altitudes supérieures à 2000 m, contacter Danfoss en ce qui concerne la norme PELV.
525-690 V : à des altitudes supérieures à 2000 m, contacter Danfoss en ce qui concerne la norme PELV.

⚠AVERTISSEMENT

Avertissement relatif aux démarrages imprévus

1. **Le moteur peut être arrêté à l'aide des commandes digitales, des commandes de bus, des références ou d'un arrêt local lorsque le variateur de fréquence est relié au secteur. Ces modes d'arrêt ne sont pas suffisants lorsque la sécurité des personnes exige l'élimination de tout risque de démarrage imprévu.**
2. **Le moteur peut se mettre en marche lors de la programmation des paramètres. Il convient donc de toujours activer la touche [Reset] avant de modifier les données.**
3. **Un moteur à l'arrêt peut se mettre en marche en cas de panne des composants électroniques du variateur de fréquence ou après une surcharge temporaire, une panne de secteur ou un raccordement défectueux du moteur.**

⚠AVERTISSEMENT

Tout contact avec les parties électriques, même après la mise hors tension de l'appareil, peut causer des blessures graves ou mortelles.

Veiller également à déconnecter d'autres entrées de tension comme l'alimentation externe 24 V CC, la répartition de la charge (connexion de circuit intermédiaire CC) et le raccordement moteur en cas de sauvegarde cinétique. Consulter le *Manuel d'utilisation* pour obtenir une description détaillée des règles de sécurité.

2

2.1.2 Avertissement

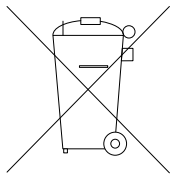
⚠AVERTISSEMENT

Les condensateurs du circuit intermédiaire du restent chargés après que l'alimentation a été déconnectée. Pour éviter tout risque d'électrocution, déconnecter le du secteur avant de commencer l'entretien. Attendre au moins pendant le temps indiqué ci-dessous avant de procéder à l'entretien du variateur de fréquence :

Tension [V]	Temps d'attente min. (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
525-690		11-90 kW
Noter que le circuit intermédiaire peut être soumis à une haute tension même si les voyants sont éteints.		

Tableau 2.1 Temps de décharge

2.1.3 Instruction de mise au rebut



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

2.2 Marquage CE

2.2.1 Conformité et marquage CE

Qu'est-ce que la conformité et le marquage CE ?
Le marquage CE a pour but de réduire les barrières commerciales et techniques au sein de l'AELE et de l'UE. L'UE a instauré la marque CE pour indiquer de manière simple que le produit satisfait aux directives spécifiques de l'UE. La marque CE n'est pas un label de qualité ni une homologation des caractéristiques du produit. Les variateurs de fréquence sont concernés par trois directives de l'Union européenne :

Directive machines (2006/42/CE)
Les variateurs de fréquence à fonction de sécurité intégrée entrent désormais dans le cadre de la directive machines. Danfoss appose le marquage CE selon cette directive et délivre un certificat de conformité à la demande. Les variateurs de fréquence sans fonction de sécurité ne sont pas concernés par cette directive. Cependant, si un variateur de fréquence est livré pour une machine, nous précisons les règles de sécurité applicables au variateur de fréquence.

Directive basse tension (2006/95/CE)
Dans le cadre de cette directive du 1er janvier 1997, le marquage CE doit être apposé sur les variateurs de fréquence. La directive s'applique à tous les matériels et appareils électriques utilisés dans les plages de tension allant de 50 à 1000 V CA et de 75 à 1500 V CC. Danfoss appose le marquage CE selon cette directive et délivre un certificat de conformité à la demande.

Directive CEM (2004/108/CE)
CEM est l'abréviation de compatibilité électromagnétique. On parle de compatibilité électromagnétique lorsque les interférences mutuelles des divers composants et appareils ne nuisent pas à leur bon fonctionnement.
La directive CEM est en vigueur depuis le 1er janvier 1996. Danfoss appose le marquage CE selon cette directive et délivre un certificat de conformité à la demande. Pour procéder à une installation correcte du point de vue de la CEM, se reporter aux instructions du *Manuel de configuration*. En outre, Danfoss précise les normes respectées par nos produits. Danfoss propose les filtres indiqués dans les caractéristiques techniques et apporte son aide afin d'obtenir le meilleur résultat possible en termes de CEM.

Dans la plupart des cas, le variateur de fréquence est utilisé par des professionnels en tant que composant complexe intégré à un plus vaste ensemble (appareil, système ou installation). Nous attirons l'attention du lecteur sur le fait que la mise en conformité définitive de l'unité, du système ou de l'installation en matière de CEM incombe à l'installateur.

2.2.2 Champ d'application

Dans ses *Principes d'application de la directive du Conseil 2004/108/CE*, l'UE prévoit trois types d'utilisation d'un variateur de fréquence.

1. Le variateur de fréquence est vendu directement à l'utilisateur final. Aux termes de la directive CEM, ce variateur de fréquence doit porter le marquage CE.
2. Le variateur de fréquence vendu fait partie d'un système. Il est commercialisé en tant que système complet. Il peut s'agir, par exemple, d'un système de conditionnement d'air. Aux termes de la directive CEM, l'ensemble du système doit porter le marquage CE. Le fabricant peut assurer le marquage CE prévu dans les dispositions de la directive CEM en contrôlant la CEM du système. Les composants du système ne doivent pas être marqués CE.

3. Le variateur de fréquence est vendu pour une installation dans une usine. Il peut s'agir d'une installation de production ou d'un groupe de chauffage/ventilation conçu et mis en place par des professionnels. Aux termes de la directive CEM, le variateur de fréquence doit être marqué CE. L'installation finie ne doit pas porter le marquage CE. L'installation doit toutefois satisfaire aux exigences essentielles prévues dans la directive. On peut s'en assurer en utilisant des appareils et des systèmes marqués CE conformément aux dispositions de la directive CEM.

2.2.3 Variateur de fréquence Danfoss et marquage CE

Le marquage CE vise à faciliter les échanges au sein de l'UE et de l'AELE.

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

Les spécifications couvertes peuvent s'avérer très différentes et une marque CE peut donc donner à tort à l'installateur un sentiment de sécurité si le variateur de fréquence est un simple composant intervenant dans un système ou dans un appareil.

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

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

Le *Manuel de configuration* prévoit une notice exhaustive afin de garantir une installation conforme aux recommandations en matière de CEM. En outre, Danfoss précise les normes respectées par ses différents produits.

Danfoss peut aider à atteindre le meilleur résultat possible en termes de CEM.

2.2.4 Conformité avec la directive CEM 2004/108/CE

Comme cela a déjà été mentionné, le variateur de fréquence est le plus souvent utilisé par des professionnels en tant que composant complexe intégré à un plus vaste ensemble (appareil, système ou installation). Noter que la mise en conformité définitive de l'unité, du système ou de l'installation en matière de CEM incombe à l'installateur. Afin d'aider l'installateur dans son travail, Danfoss a rédigé, pour son système de commande motorisé, un manuel d'installation permettant de satisfaire à la réglementation CEM. Les normes et valeurs d'essais des systèmes de commande motorisés sont satisfaites à condition de respecter les instructions d'installation spécifiques à la CEM, voir .

2.3 Humidité relative de l'air

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

2.4 Environnements agressifs

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

⚠ATTENTION

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

Protection boîtier conforme à la norme CEI 60529
La fonction Absence sûre du couple peut être installée et exploitée uniquement dans une armoire de commande de protection IP54 ou supérieure (ou dans un environnement équivalent). Ceci évite les interactions et les courts-circuits entre les bornes, les connecteurs, les pistes et les circuits de sécurité dus à la présence de corps étrangers.

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

2

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

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

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

AVIS!

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

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

Des niveaux excessifs de poussière sont souvent présents dans les armoires d'installation et installations électriques existantes. Le noircissement des rails en cuivre et des extrémités de câble des installations existantes est un indicateur de présence de gaz agressifs en suspension dans l'air.

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

2.5 Vibrations et chocs

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

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

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

2.6 Absence sûre du couple

Le FC 102 peut appliquer la fonction de sécurité *Absence sûre du couple* (tel que défini par la norme EN CEI 61800-5-2[1]) et la *Catégorie d'arrêt 0* (telle que définie dans la norme EN 60204-1[2]).
Avant d'intégrer et d'utiliser l'absence sûre du couple sur une installation, il convient de procéder à une analyse approfondie des risques de l'installation afin de déterminer si la fonctionnalité d'absence sûre du couple et les niveaux de sécurité sont appropriés et suffisants. Elle est conçue et approuvée comme acceptable pour les exigences de :

- Catégorie 3 de la norme EN ISO 13849-1
- Niveau de performance « d » selon la norme EN ISO 13849-1:2008
- Capacité SIL 2 selon CEI 61508 et EN 61800-5-2
- SILCL 2 selon EN 62061

1) Se reporter à la norme EN CEI 61800-5-2 pour connaître les détails de la fonction Absence sûre du couple (STO).
2) Se reporter à la norme EN CEI 60204-1 pour connaître les détails des catégories d'arrêt 0 et 1.
Activation et désactivation de l'absence sûre du couple
La fonction Absence sûre du couple (STO) est activée par suppression de la tension au niveau de la borne 37 de l'onduleur de sécurité. En raccordant l'onduleur de sécurité à des dispositifs de sécurité externes conférant un retard de sécurité, une installation pour une catégorie 1 d'absence sûre du couple peut être obtenue. La fonction Absence sûre du couple de FC 102 peut être utilisée pour les moteurs synchrones, asynchrones et les moteurs à magnétisation permanente. Voir les exemples au paragraphe *chapitre 2.6.1 Borne 37, fonction Absence sûre du couple*.

⚠AVERTISSEMENT

Après installation de l'absence sûre du couple (STO), un essai de mise en service, tel que spécifié dans la section *Essai de mise en service de l'absence sûre du couple,* doit être réalisé. Un essai de mise en service réussi est obligatoire après la première installation et après chaque remplacement au niveau de l'installation de sécurité.

Caractéristiques techniques de l'absence sûre du couple
Les valeurs suivantes sont associées aux différents types de niveaux de sécurité :

Temps de réaction de T37

- Temps de réaction maximum : 20 ms

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

Données de la norme EN ISO 13849-1

- Niveau de performance « d »
- $MTTF_d$ (durée moyenne de fonctionnement avant défaillance) : 14 000 ans
- DC (couverture du diagnostic) : 90 %
- Catégorie 3
- Durée de vie de 20 ans

Données des normes EN CEI 62061, EN CEI 61508, EN CEI 61800-5-2

- Capacité SIL 2, SILCL 2
- PFH (probabilité de défaillance dangereuse par heure) = 1E-10/h
- SFF (pourcentage de défaillance en sécurité) > 99 %
- HFT (tolérance aux défaillances du matériel) = 0 (architecture 1001)
- Durée de vie de 20 ans

Données de la norme EN CEI 61508 (faible sollicitation)

- Valeur PFDavg pour un essai sur 1 an : 1E-10
- Valeur PFDavg pour un essai sur 3 ans : 1E-10
- Valeur PFDavg pour un essai sur 5 ans : 1E-10

Aucune maintenance de la fonctionnalité STO n'est nécessaire.

Prendre des mesures de sécurité : seul le personnel qualifié par exemple doit pouvoir accéder et procéder à l'installation dans des armoires fermées.

Données SISTEMA
Les données de sécurité fonctionnelles sont disponibles auprès de Danfoss, via une bibliothèque de données à utiliser conjointement avec l'outil de calcul SISTEMA développé par l'IFA (Institute for Occupational Safety and Health of the German Social Accident Insurance), de même que les données de calcul manuel. La bibliothèque est complétée et développée en permanence.

Abrév.	Réf.	Description
Cat.	EN ISO 13849-1	Catégorie, niveau « B, 1-4 »
FIT		Taux de défaillance : 1E-9 heures
HFT	CEI 61508	Tolérance aux défaillances du matériel : HFT = n signifie que n+1 défaillances peuvent entraîner une perte de la fonction de sécurité
MTTFd	EN ISO 13849-1	Durée moyenne de fonctionnement avant défaillance Unité : années
PFH	CEI 61508	Probabilité de défaillance dangereuse par heure. Cette valeur doit être prise en compte si le dispositif de sécurité fonctionne à forte sollicitation (plus d'une fois par an) ou en mode de fonctionnement continu, lorsque la fréquence des demandes de fonctionnement sur un système lié à la sécurité est supérieure à une fois par an.
PFD	CEI 61508	Probabilité moyenne de défaillance à la sollicitation : valeur utilisée pour un fonctionnement à faible demande.
PL	EN ISO 13849-1	Niveau discret utilisé pour spécifier la capacité de pièces liées à la sécurité de systèmes de contrôle à exécuter une fonction de sécurité dans des conditions prévisibles. Niveaux a-e
SFF	CEI 61508	Pourcentage de défaillance en sécurité [%] : pourcentage des défaillances de sécurité et pannes dangereuses détectées d'une fonction de sécurité ou d'un sous-système lié à toutes les pannes.
SIL	CEI 61508	Niveau d'intégrité de sécurité
STO	EN 61800-5-2	Absence sûre du couple
SS1	EN 61800 -5-2	Arrêt de sécurité 1

Tableau 2.2 Abréviations liées à la sécurité fonctionnelle

2.6.1 Borne 37, fonction Absence sûre du couple

Le FC 102 est disponible avec une fonctionnalité d'absence sûre du couple via la borne de commande 37. L'absence sûre du couple désactive la tension de contrôle des semi-conducteurs de puissance de l'étage de sortie du variateur de fréquence, ce qui empêche la génération de la tension requise pour faire tourner le moteur. Lorsque l'absence sûre du couple (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 d'absence sûre du couple peut être utilisée pour arrêter le variateur de fréquence dans les situations d'urgence.

2

En mode de fonctionnement normal lorsque l'absence sûre du couple n'est pas nécessaire, utiliser plutôt la fonction d'arrêt habituelle du variateur de fréquence. Lorsque le redémarrage automatique est utilisé, les exigences de la norme ISO 12100-2, paragraphe 5.3.2.5 doivent être remplies.

Conditions de responsabilité
Il incombe à l'utilisateur de s'assurer que le personnel qui installe et utilise la fonction d'absence sûre du couple :

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

Normes
L'utilisation de l'absence sûre du couple sur la borne 37 oblige l'utilisateur à se conformer à toutes les dispositions de sécurité, à savoir les lois, les réglementations et les directives concernées. La fonction d'absence sûre du couple en option est conforme aux normes suivantes :

CEI 60204-1 : 2005 catégorie 0 - arrêt non contrôlé

CEI 61508 : 1998 SIL2

CEI 61800-5-2 : 2007 – fonction d'absence sûre du couple (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 du *Manuel d'utilisation* ne sont pas suffisantes pour utiliser la fonctionnalité d'absence sûre du couple de manière correcte et sécurisée. Les informations et instructions correspondantes du *Manuel de configuration* doivent être respectées.

Mesures de protection

- Les systèmes de sécurité peuvent être installés et mis en service par un personnel qualifié et compétent uniquement.
- L'unité doit être installée dans une armoire IP54 ou dans un environnement similaire. Dans des applications spéciales, un degré de protection IP supérieur peut être nécessaire.
- Le câble entre la borne 37 et le dispositif de sécurité externe doit être protégé contre les courts-circuits conformément à la norme ISO 13849-2 tableau D.4.
- Si des forces externes influencent l'axe du moteur (p. ex. charges suspendues), des mesures supplémentaires (p. ex. frein de maintien de sécurité) sont nécessaires pour éliminer tout danger.

Installation et configuration de l'absence sûre du couple

AVERTISSEMENT

FONCTION D'ABSENCE SÛRE DU COUPLE !
La fonction d'absence sûre du couple N'isole PAS la tension secteur vers le variateur de fréquence ou les circuits auxiliaires. N'intervenir sur les parties électriques du variateur de fréquence ou du moteur qu'après avoir isolé l'alimentation secteur et après avoir attendu le temps spécifié dans la section Sécurité de ce manuel. Le non-respect de ces consignes peut entraîner le décès ou des blessures graves.

- Il est déconseillé d'arrêter le variateur de fréquence à l'aide de la fonction d'absence sûre du couple. Si un variateur de fréquence en marche est arrêté à l'aide de cette fonction, l'unité disjoncte et s'arrête en roue libre. Si cela n'est pas acceptable (p. ex. génère un danger), le variateur de fréquence et les machines doivent être stoppés à l'aide du mode d'arrêt approprié avant de recourir à cette fonction. Selon l'application, un frein mécanique peut être nécessaire.
- Concernant les variateurs de fréquence pour moteurs synchrones et à magnétisation permanente en cas de panne de plusieurs semi-conducteurs de puissance des IGBT : malgré l'activation de la fonction Absence sûre du couple, le système du variateur de fréquence peut produire un couple d'alignement qui fait tourner l'arbre moteur à son maximum de 180/p degrés, « p » représentant le nombre de paires de pôles.
- Cette fonction convient pour effectuer un travail mécanique sur le système du variateur de fréquence ou sur la zone concernée d'une seule machine. Elle ne confère pas de sécurité électrique. Cette fonction ne doit pas être utilisée en tant que contrôle du démarrage et/ou de l'arrêt du variateur de fréquence.

Veiller à respecter les exigences suivantes pour une installation sûre du variateur de fréquence :

1. Retirer le cavalier entre les bornes de commande 37 et 12 ou 13. La coupure ou la rupture du cavalier n'est pas suffisante pour éviter les courts-circuits. (Voir le cavalier sur l'*Illustration 2.1*.)

2

2. Connecter un relais de surveillance de sécurité externe via une fonction de sécurité NO (l'instruction pour le dispositif de sécurité doit être respectée) à la borne 37 (Absence sûre du couple) et à la borne 12 ou 13 (24 V CC). Le relais de surveillance de sécurité doit être conforme à la catégorie 3/PL « d » (ISO 13849-1) ou SIL 2 (EN 62061).

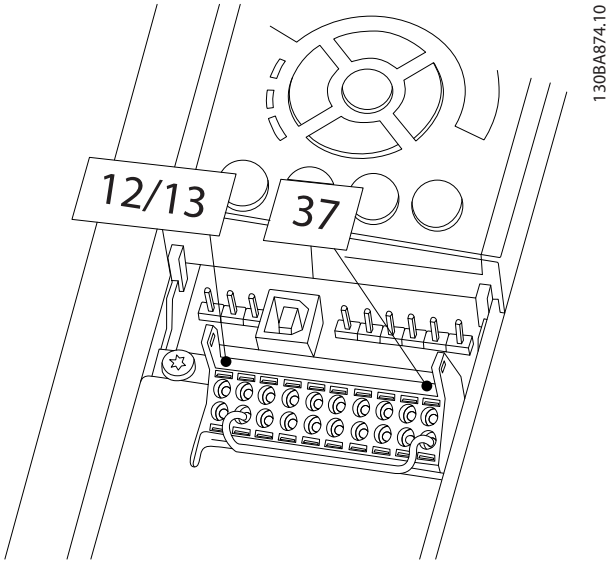


Illustration 2.1 Cavalier entre les bornes 12/13 (24 V) et 37

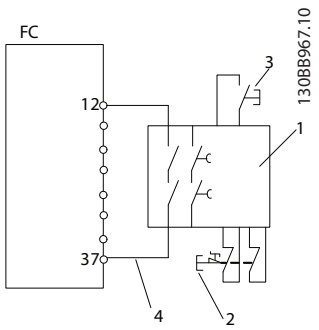


Illustration 2.2 Installation pour obtenir une catégorie d'arrêt 0 (EN 60204-1) avec catégorie de sécurité 3/PL « d » (ISO 13849-1) ou SIL 2 (EN 62061).

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

Tableau 2.3 Légende de l'*Illustration 2.2*

Essai de mise en service de l'absence sûre du couple
Après l'installation et avant la première mise en marche, procéder à un essai de mise en service de l'installation en utilisant l'absence sûre du couple. Procéder par ailleurs à l'essai après chaque modification de l'installation.

Exemple avec STO (absence sûre du couple)
Un relais de sécurité évalue les signaux du bouton d'arrêt d'urgence et déclenche une fonction STO sur le variateur de fréquence en cas d'activation de ce bouton (voir l'*Illustration 2.3*). Cette fonction de sécurité correspond à un arrêt de catégorie 0 (arrêt non contrôlé) selon la norme CEI 60204-1. Si la fonction est déclenchée pendant le fonctionnement, le moteur ralentit de manière incontrôlée. L'alimentation du moteur est suspendue en toute sécurité afin d'empêcher tout autre mouvement. Il n'est pas nécessaire de surveiller le site à l'arrêt. S'il convient d'anticiper une force externe, des mesures additionnelles doivent être prises pour prévenir tout mouvement éventuel (p. ex. freins mécaniques).

AVIS!

Pour toutes les applications avec absence sûre du couple, il est important d'exclure tout court-circuit dans le câblage vers T37. Pour ce faire, se conformer à la norme EN ISO 13849-2 D4 et utiliser un câblage protégé (blindé ou séparé).

Exemple avec l'arrêt de sécurité SS1
SS1 correspond à un arrêt contrôlé de catégorie 1 selon la norme CEI 60204-1 (voir l'*Illustration 2.4*). Lors de l'activation de la fonction de sécurité, un arrêt contrôlé normal se produit. L'activation peut avoir lieu via la borne 27. Une fois la temporisation de sécurité expirée sur le module de sécurité externe, le STO est déclenché et la borne 37 est réglée à un niveau bas. La décélération est exécutée conformément à la configuration du variateur de fréquence. Si le variateur de fréquence n'est pas arrêté après la temporisation de sécurité, l'activation du STO place le variateur de fréquence en roue libre.

AVIS!

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

Exemple avec l'application de catégorie 4/PL e
Aux endroits où le système de contrôle de la sécurité requiert deux canaux pour que la fonction STO soit de catégorie 4/PL e, il est possible de mettre en œuvre un canal par l'intermédiaire de l'absence sûre du couple T37 (STO) et l'autre canal par un contacteur, qui peut être connecté dans le circuit de puissance d'entrée ou de sortie du variateur de fréquence et contrôlé par le relais de sécurité (voir l'*Illustration 2.5*). Le contacteur doit être contrôlé via un contact auxiliaire guidé et connecté à l'entrée de réinitialisation du relais de sécurité.

2

Mise en parallèle de l'entrée de l'absence sûre du couple avec celle du relais de sécurité

Les entrées de l'absence sûre du couple T37 (STO) peuvent être connectées directement s'il est nécessaire de contrôler plusieurs variateurs de fréquence à partir de la même ligne de commande via un relais de sécurité (voir l'*Illustration 2.6*). La connexion d'entrées augmente la probabilité de défaillance en matière de sécurité, car un défaut dans un variateur peut entraîner la désactivation de tous les variateurs de fréquence. La probabilité de défaut pour T37 est si faible que le résultat éventuel reste cependant toujours conforme aux exigences SIL2.

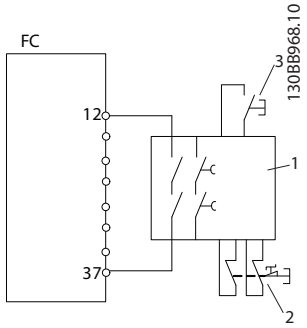


Illustration 2.3 Exemple STO

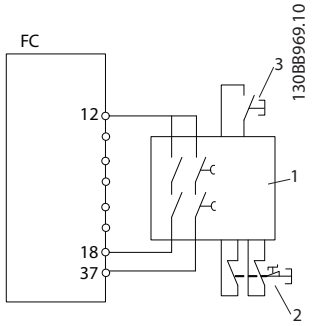


Illustration 2.4 Exemple SS1

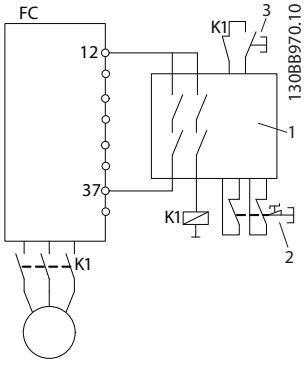


Illustration 2.5 Exemple STO de catégorie 4

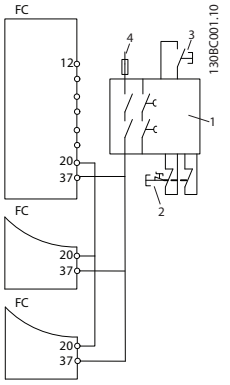


Illustration 2.6 Exemple de mise en parallèle de plusieurs variateurs de fréquence

1	Relais de sécurité
2	Bouton d'arrêt d'urgence
3	Bouton Reset
4	24 V CC

Tableau 2.4 Légende de l'*Illustration 2.3* à l'*Illustration 2.6*

⚠AVERTISSEMENT

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

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

Ainsi, le variateur ne recommence pas la création d'un champ rotationnel par erreur interne (conformément à la cat. 3 PL d de la norme EN ISO 13849-1 et SIL 2 selon la norme EN 62061). Après activation de l'absence sûre du couple, l'écran du variateur de fréquence affiche le texte Absence sûre du couple activée. Le texte d'aide associé indique « L'absence sûre du couple a été activée ». Cela signifie que l'absence sûre du couple a été activée ou que le fonctionnement normal n'a pas encore repris après son activation.

AVIS!

Les exigences de la cat. 3/PL « d » (ISO 13849-1) sont respectées uniquement lorsqu'une alimentation 24 V CC de la borne 37 est coupée ou reste faible grâce à un dispositif de sécurité lui-même conforme à la cat. 3/PL « d » (ISO 13849-1). Si des forces externes agissent sur le moteur, p. ex. en cas d'axe vertical (charges suspendues) et si un mouvement involontaire, lié à la gravité par exemple, est susceptible d'être à l'origine d'un danger, le moteur ne doit pas fonctionner sans mesures complémentaires de protection anti-chute. Des freins mécaniques, p. ex., doivent également être installés.

Pour reprendre le fonctionnement après l'activation de l'absence sûre du couple, appliquer d'abord à nouveau une tension 24 V CC à la borne 37 (le texte Absence sûre du couple activée reste affiché) puis créer un signal de reset (via le bus, l'E/S digitale ou la touche [Reset] de l'onduleur).

Par défaut, cette fonction est réglée sur un comportement de prévention contre tout redémarrage imprévu. Cela signifie que, pour mettre fin à l'absence sûre du couple et reprendre un fonctionnement normal, la tension de 24 V CC doit être à nouveau appliquée à la borne 37. Un signal de reset doit ensuite être donné (via le bus, l'E/S digitale ou la touche [Reset]).

La fonction Absence sûre du couple peut être réglée sur un comportement de redémarrage automatique en modifiant la valeur du par. *5-19 Arrêt de sécurité borne 37* de la valeur par défaut [1] à la valeur [3]. Si une option MCB 112 est connectée au variateur de fréquence, le comportement de redémarrage automatique est défini par les valeurs [7] et [8].
Le redémarrage automatique signifie que l'absence sûre du couple prend fin et que le fonctionnement normal reprend, dès que la tension de 24 V CC est appliquée à la borne 37 ; aucun signal de reset n'est nécessaire.

⚠AVERTISSEMENT

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

1. **La prévention contre tout redémarrage imprévu est appliquée par les autres parties de l'installation d'absence sûre du couple.**
2. **La présence en zone dangereuse peut être physiquement exclue lorsque l'absence sûre du couple n'est pas active. En particulier, le paragraphe 5.3.2.5 de la norme ISO 12100-2 2003 doit être respecté.**

2.6.2 Installation du dispositif de sécurité externe associé au MCB 112

Si le module de thermistance certifié Ex MCB 112, qui utilise la borne 37 comme canal de mise hors tension pour motif de sécurité, est raccordé, la sortie X44/12 du MCB 112 doit être liée (opérateur AND) au capteur de sécurité (tel qu'un bouton d'arrêt d'urgence, un commutateur de sécurité, etc.), qui active l'absence sûre du couple. Cela signifie que la sortie vers la borne 37 de l'absence sûre du couple est ÉLEVÉE (24 V) uniquement si le signal venant de la sortie X44/12 du MCB 112 et le signal du capteur de sécurité sont ÉLEVÉS. Si au moins un des deux signaux est BAS, la sortie vers la borne 37 devient BASSE également. Le dispositif de sécurité avec cette logique AND doit être conforme à la norme CEI 61508, SIL 2. La connexion depuis la sortie du dispositif de sécurité avec logique AND sûre à la borne 37 Absence sûre du couple doit être protégée contre les courts-circuits. Voir l'*Illustration 2.7*.

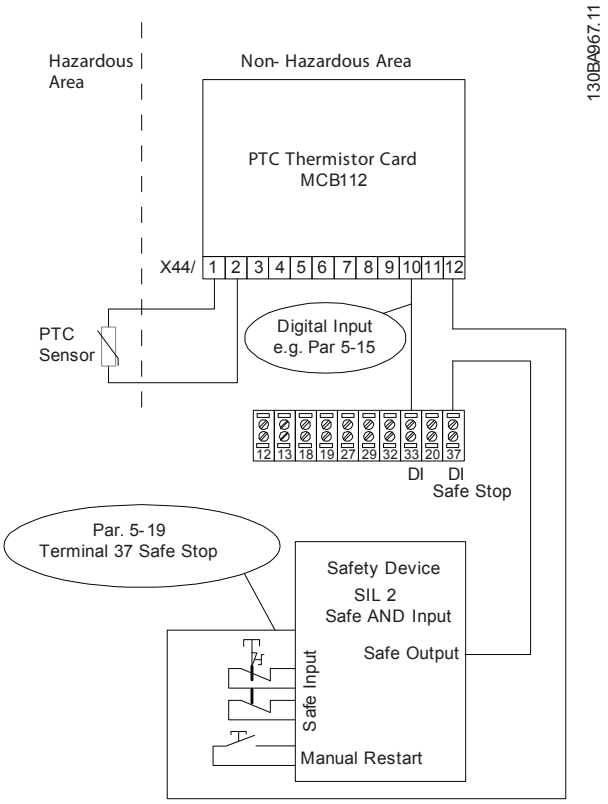


Illustration 2.7 Illustration des aspects essentiels de l'installation d'une combinaison d'absence sûre du couple et de MCB 112. Le diagramme montre une entrée de redémarrage pour le dispositif de sécurité externe. Cela signifie que dans cette installation, le par.*5-19 Arrêt de sécurité borne 37* pourrait être réglé sur la valeur *[7] PTC 1 & Relay W* ou *[8] PTC 1 & relais A/W*. Se reporter au *Manuel d'utilisation du MCB 112* pour obtenir plus de détails.

2

Réglages des paramètres du dispositif de sécurité externe en association avec MCB 112

SI MCB 112 est connecté, les choix supplémentaires (*[4] Alarme PTC 1* à *[9] PTC 1 & relais W/A*) deviennent alors possibles pour le par. *5-19 Arrêt de sécurité borne 37*. Les choix *[1] Absence sûre du couple alarme* et *[3] Absence sûre du couple avertissement* restent toujours disponibles mais ne doivent pas être utilisés comme pour les installations sans MCB 112 ou un dispositif de sécurité externe. Si *[1] Absence sûre du couple alarme* ou *[3] Absence sûre du couple avertissement* devaient être sélectionnés par erreur et si le MCB 112 est déclenché, le variateur de fréquence réagit avec une alarme Panne dangereuse [A72] et place le variateur en roue libre de manière sûre, sans redémarrage automatique. Les choix *[4] Alarme PTC 1* et *[5] PTC 1 Warning* ne doivent pas être sélectionnés lorsqu'un dispositif de sécurité externe est utilisé. Ces choix servent uniquement lorsque le MCB 112 utilise l'absence sûre du couple. Si les choix *[4] Alarme PTC 1* ou *[5] PTC 1 Warning* sont sélectionnés par erreur et si le dispositif de sécurité externe déclenche l'absence sûre du couple, le variateur de fréquence réagit par une alarme Panne dangereuse [A72] et place le variateur en roue libre de manière sûre, sans redémarrage automatique.

Les choix *[6] PTC 1 & Relay A* à *[9] PTC 1 & relais W/A* doivent être sélectionnés pour la combinaison d'un dispositif de sécurité externe et MCB 112.

AVIS!

Noter que les choix *[7] PTC 1 & Relay W* et *[8] PTC 1 & relais A/W* s'activent pour le redémarrage automatique lorsque le dispositif de sécurité externe est à nouveau désactivé.

Ceci n'est autorisé que dans les cas suivants :

- La prévention contre tout redémarrage imprévu est appliquée par les autres parties de l'installation d'absence sûre du couple.
- La présence en zone dangereuse peut être physiquement exclue lorsque l'absence sûre du couple n'est pas active. En particulier, le paragraphe 5.3.2.5 de la norme ISO 12100-2 2003 doit être observé :

Voir le *Manuel d'utilisation du MCB 112* pour plus d'informations.

2.6.3 Essai de mise en service de l'absence sûre du couple

Après l'installation et avant la première mise en marche, procéder à un essai de mise en service d'une installation ou d'une application en utilisant l'absence sûre du couple. Procéder ensuite à l'essai après chaque modification de l'installation ou de l'application dont l'absence sûre du couple fait partie.

AVIS!

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

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

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

- 1.1 Supprimer l'alimentation 24 V CC de la borne 37 grâce au dispositif de coupure tandis que le moteur est entraîné par le FC 102 (c.-à-d. que l'alimentation secteur n'est pas interrompue). L'essai est concluant si le moteur réagit en passant en roue libre et que le frein mécanique (s'il est raccordé) est activé et si l'alarme Absence sûre du couple [A68] s'affiche lorsqu'un LCP est installé.
- 1.2 Envoyer un signal de reset (via le bus, l'E/S digitale ou la touche [Reset]). L'essai est concluant si le moteur reste en état d'absence sûre du couple et que le frein mécanique (s'il est raccordé) reste activé.
- 1.3 Appliquer à nouveau la tension 24 V CC à la borne 37. L'essai est concluant si le moteur reste en état de roue libre et que le frein mécanique (s'il est connecté) reste activé.
- 1.4 Envoyer un signal de reset (via le bus, l'E/S digitale ou la touche [Reset]). L'essai est concluant si le moteur reprend son fonctionnement.

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

Cas 2 : le redémarrage automatique de l'absence sûre du couple est souhaité et autorisé (soit l'absence sûre du couple uniquement lorsque le par. *5-19 Arrêt de sécurité borne 37* est réglé sur [3] ou l'absence sûre du couple et le MCB112 associés lorsque le par. *5-19 Arrêt de sécurité borne 37* est réglé sur [7] ou [8]) :

- 2.1 Supprimer l'alimentation 24 V CC de la borne 37 grâce au dispositif de coupure tandis que le moteur est entraîné par le FC 102 (c.-à-d. que l'alimentation secteur n'est pas interrompue). L'essai est concluant si le moteur réagit en passant en roue libre et que le frein mécanique (s'il est raccordé) est activé et si l'avertissement Absence sûre du couple [W68] s'affiche lorsqu'un LCP est installé.
- 2.2 Appliquer à nouveau la tension 24 V CC à la borne 37.

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

AVIS!

Voir l'avertissement sur le comportement du redémarrage au paragraphe *chapitre 2.6.1 Borne 37, fonction Absence sûre du couple*.

2.7 Avantages

2.7.1 Pourquoi utiliser un variateur de fréquence pour contrôler les ventilateurs et les pompes ?

Un variateur de fréquence utilise le fait que les ventilateurs et les pompes centrifuges suivent les lois de la proportionnalité. Pour plus d'informations, voir le texte et la figure *Les lois de la proportionnalité*.

2.7.2 Un avantage évident : des économies d'énergie

Le principal avantage de l'utilisation d'un variateur de fréquence pour réguler la vitesse des ventilateurs et des pompes réside dans les économies d'électricité réalisées. 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.

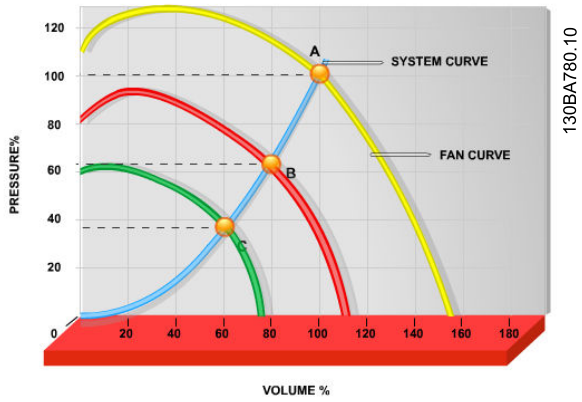


Illustration 2.8 Courbes de ventilateur (A, B et C) pour des volumes de ventilation réduits

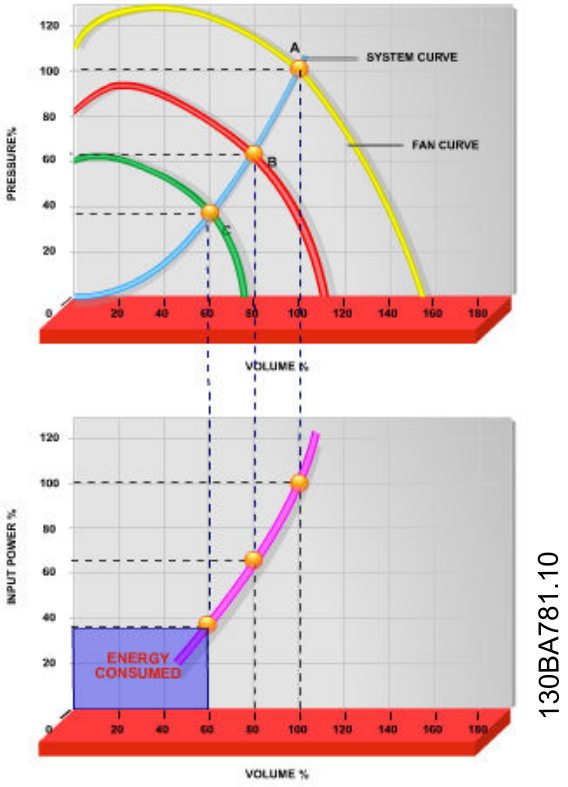


Illustration 2.9 Lors de l'utilisation d'un variateur de fréquence pour diminuer la capacité du ventilateur à 60 %, des économies d'énergie de plus de 50 % peuvent être obtenues dans des applications typiques.

2

2.7.3 Exemple d'économies d'énergie

Comme indiqué sur la figure (les lois de la proportionnalité), le débit est régulé en modifiant les 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 aux tr/min. La consommation d'électricité est, quant à elle, réduite de 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 peut être supérieure à 50 %.

Les lois de la proportionnalité	
L'*Illustration 2.10* décrit le rapport entre débit, pression et puissance consommée en tr/min.	
Q = débit	P = puissance
Q_1 = débit nominal	P_1 = puissance nominale
Q_2 = débit réduit	P_2 = puissance réduite
H = pression	n = régulation de vitesse
H_1 = pression nominale	n_1 = vitesse nominale
H_2 = pression réduite	n_2 = vitesse réduite

Tableau 2.5 Abréviations utilisées dans les équations

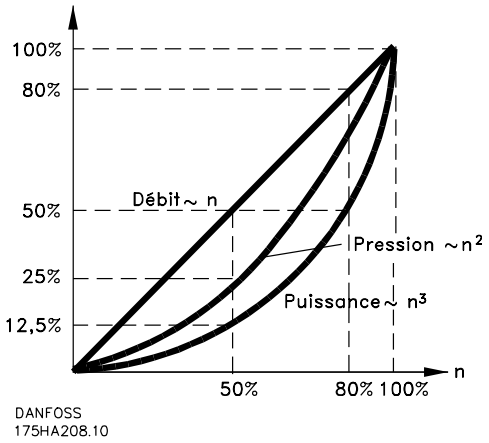


Illustration 2.10 Rapport entre débit, pression et puissance consommée en tr/min

$$Débit : \frac{Q1}{Q2} = \frac{n1}{n2}$$

$$Pression : \frac{H1}{H2} = \left(\frac{n1}{n2}\right)^2$$

$$Puissance : \frac{P1}{P2} = \left(\frac{n1}{n2}\right)^3$$

2.7.4 Comparaison des économies d'énergie

La solution de variateur de fréquence Danfoss offre des économies plus élevées par rapport aux solutions d'économie d'énergie traditionnelles. Cela vient du fait que le variateur de fréquence est capable de contrôler la vitesse d'un ventilateur en fonction de la charge thermique du système et du fait que le variateur de fréquence dispose d'un équipement intégré qui lui permet de fonctionner comme un système de gestion d'immeubles (BMS).

L'*Illustration 2.12* montre les économies d'énergie typiques, que l'on obtient avec 3 solutions bien connues lorsque le volume du ventilateur est réduit à 60 % par exemple. L'*Illustration 2.12* montre que des économies supérieures à 50 % peuvent être réalisées dans des applications typiques.

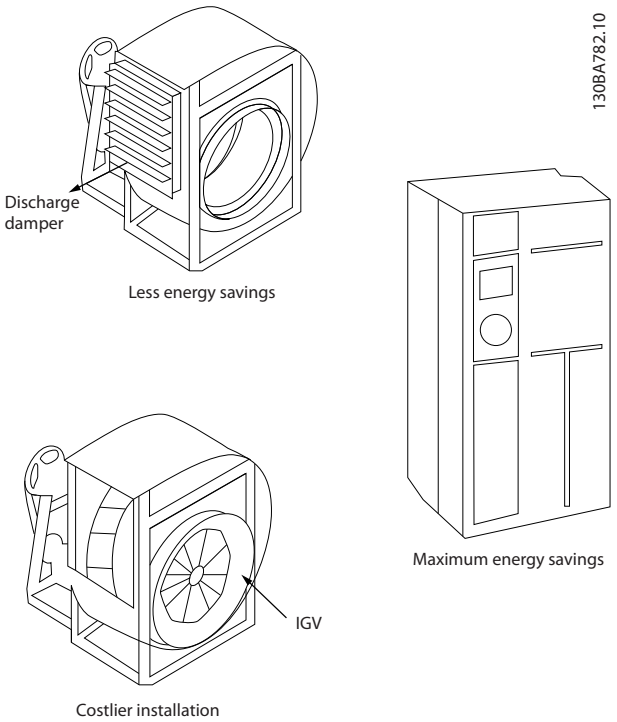


Illustration 2.11 Trois systèmes habituels d'économies d'énergie

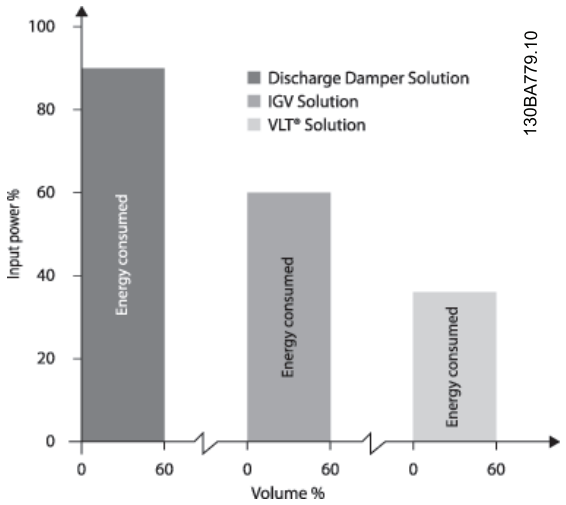


Illustration 2.12 Les registres de décharge réduisent légèrement la puissance consommée. Les aubes directrices d'entrée offrent une réduction de 40 % mais l'installation est onéreuse. La solution offerte par le variateur de fréquence Danfoss réduit la consommation d'énergie de plus de 50 % et est facile à installer.

2.7.5 Exemple avec un débit variable sur une année

L'exemple suivant est calculé sur la base des caractéristiques d'une pompe tirées de sa fiche technique.
Le résultat obtenu révèle des économies d'énergie de plus de 50 % selon la répartition donnée du débit sur l'année.
La période de récupération dépend du prix du kWh et du prix du variateur de fréquence. Dans le cas présent, cela revient à moins d'une année si l'on compare avec les systèmes à vannes et vitesse constante.

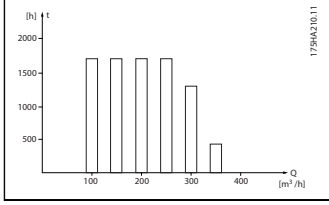
Répartition du débit sur une année
$P_{arbre} = P_{sortie\ arbre}$


Tableau 2.6 Économies d'énergie

2

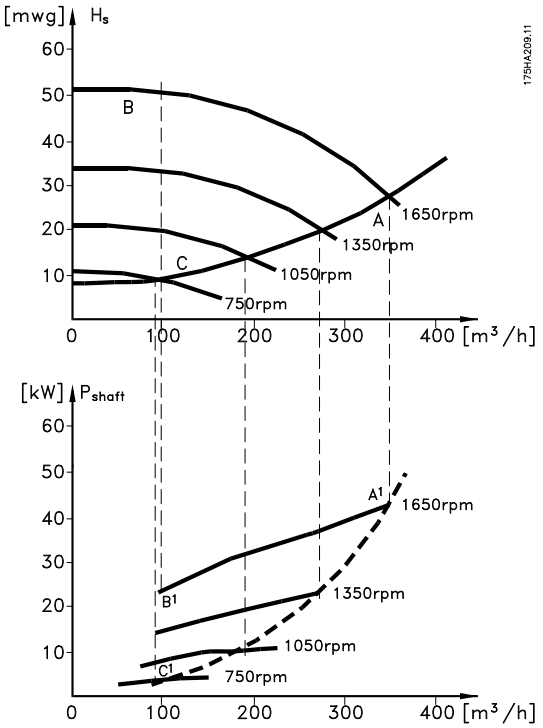


Illustration 2.13 Exemple avec un débit variable

m³/h	Répartition		Régulation par vanne		Contrôle par variateur de fréquence	
	%	Heures	Puissance	Consommation	Puissance	Consommation
			A_1-B_1	kWh	A_1-C_1	kWh
350	5	438	42,5	18,615	42,5	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	40,296	3,5	6,132
Σ	100	8760		275,064		26,801

Tableau 2.7 Consommation

2.7.6 Meilleur contrôle

On obtient un meilleur contrôle en utilisant un variateur de fréquence pour réguler le débit ou la pression d'un système. Un variateur de fréquence peut faire varier la vitesse du ventilateur ou de la pompe, pour obtenir un contrôle variable du débit et de la pression.
De plus, il peut adapter rapidement la vitesse du ventilateur ou de la pompe aux nouvelles conditions de débit ou de pression du système.
Contrôle simple du procédé (débit, niveau ou pression) en utilisant le régulateur PID intégré.

2.7.7 Compensation cos φ

En règle générale, le VLT® HVAC Drive a un cos φ de 1 et fournit une correction du facteur de puissance du cos φ du moteur. Ainsi, il n'est pas nécessaire de tenir compte du cos φ du moteur lors de la configuration de l'unité de correction du facteur de puissance.

2.7.8 Démarreur étoile/triangle ou démarreur progressif non requis

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. De tels démarreurs de moteur ne sont pas nécessaires lorsqu'on utilise un variateur de fréquence.

Comme indiqué sur l'*Illustration 2.14*, un variateur de fréquence ne consomme pas plus que le courant nominal.

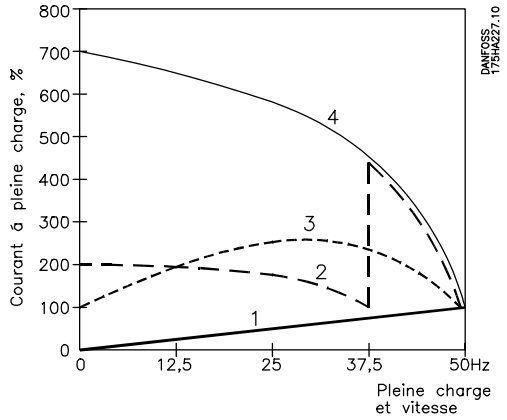


Illustration 2.14 Un variateur de fréquence ne consomme pas plus que le courant nominal.

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

Tableau 2.8 Légende de l'*Illustration 2.14*

2.7.9 Des économies grâce à l'utilisation d'un variateur de fréquence

L'exemple présenté à la page suivante révèle que bon nombre d'équipements ne sont plus nécessaires avec un variateur de fréquence. Il est possible de calculer le coût d'installation des deux systèmes différents. Dans l'exemple suivant, le coût d'installation est à peu près identique pour les deux systèmes.

2.7.10 Sans variateur de fréquence

2

D.D.C.	=	Contrôle digital direct	E.M.S.	=	Système de gestion de l'énergie
V.A.V.	=	Volume d'air variable			
Capteur P	=	Pression	Capteur T	=	Température

Tableau 2.9 Abréviations utilisées dans *Illustration 2.15* et *Illustration 2.16*

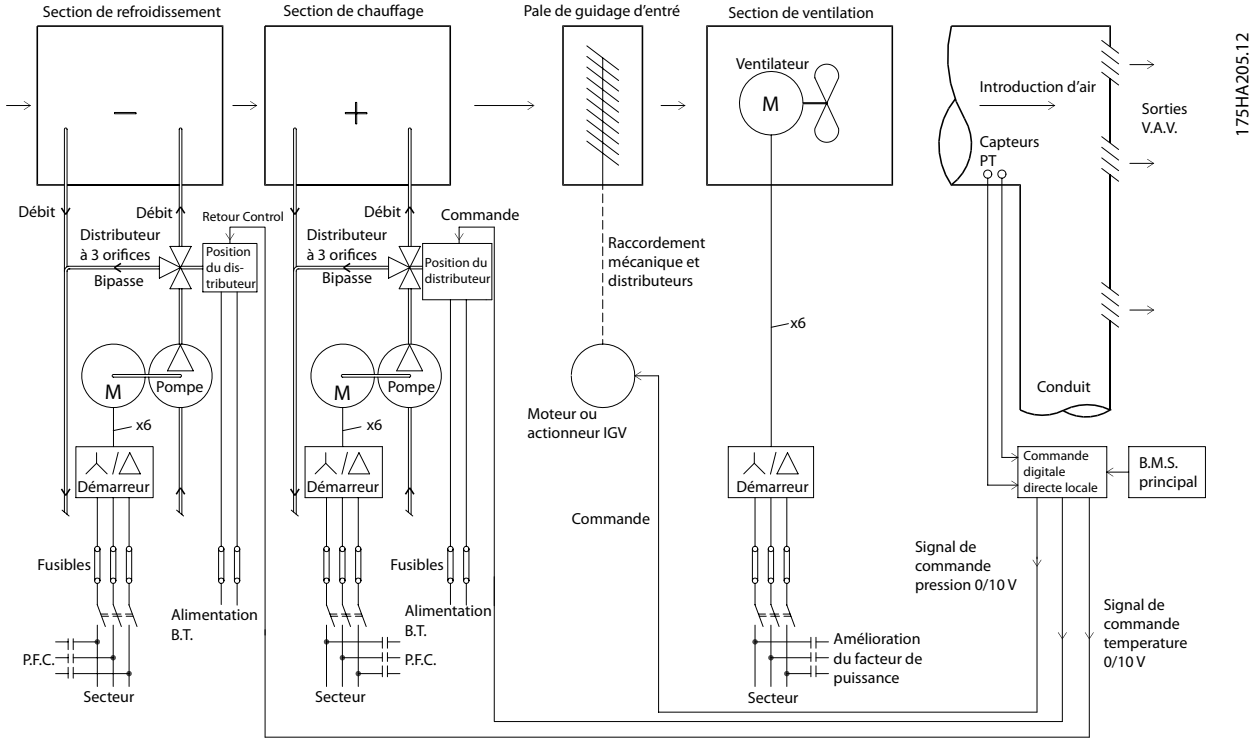


Illustration 2.15 Système de ventilateur traditionnel

2.7.11 Avec un variateur de fréquence

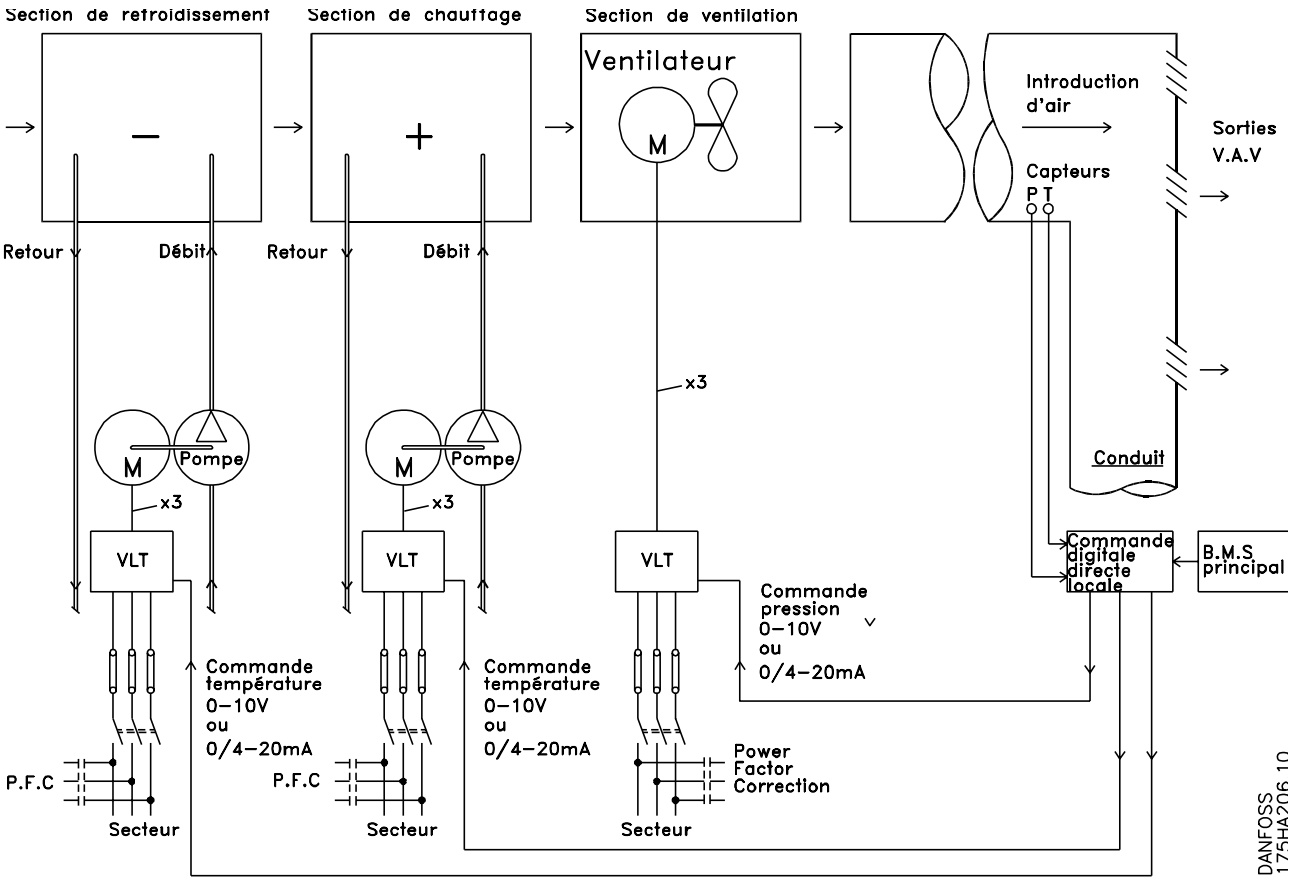


Illustration 2.16 Système de ventilation commandé par des variateurs de fréquence.

2.7.12 Exemples d'applications

Des exemples typiques d'applications HVAC sont présentés aux pages suivantes.
Pour plus d'informations sur une application donnée, demander une fiche d'information au distributeur Danfoss pour obtenir une description complète de l'application.

Volume d'air variable

Demander Le variateur pour...améliorer les systèmes de ventilation à volume d'air variable MN.60.A1.02

Volume d'air constant

Demander Le variateur pour...améliorer les systèmes de ventilation à volume d'air constant MN.60.B1.02

Ventilateur de tour de refroidissement

Demander Le variateur pour...améliorer la commande du ventilateur de tours de refroidissement MN.60.C1.02

Pompes de condenseur

Demander Le variateur pour...améliorer les systèmes de pompage de retour d'eau de condenseur MN.60.F1.02

Pompes primaires

Demander Le variateur pour...améliorer le pompage primaire dans les systèmes de pompage primaire/secondaire MN.60.D1.02

Pompes secondaires

Demander Le variateur pour...améliorer le pompage secondaire dans les systèmes de pompage primaire/secondaire MN.60.E1.02

2

2.7.13 Volume d'air variable

Les systèmes VAV ou à volume d'air variable sont utilisés pour contrôler la ventilation et la température afin de répondre aux besoins d'un bâtiment. Les systèmes VAV centraux sont considérés comme la méthode la plus efficace d'un point de vue énergétique pour assurer la climatisation des bâtiments. En concevant des systèmes centraux plutôt que répartis, on obtient une meilleure efficacité.
L'efficacité réside dans l'utilisation de ventilateurs et de refroidisseurs plus grands et donc plus efficaces que les petits moteurs et les refroidisseurs par air répartis. Les économies découlent également des besoins d'entretien réduits.

2.7.14 La solution apportée par le VLT

Tandis que registres et IGV permettent de maintenir une pression constante dans le réseau de conduites, une solution réduit considérablement la consommation d'énergie ainsi que la complexité de l'installation. Au lieu de créer une baisse de pression artificielle ou d'entraîner une diminution de l'efficacité du ventilateur, le diminue la vitesse du ventilateur pour fournir le débit et la pression nécessaires au système.
Les dispositifs centrifuges comme les ventilateurs suivent les lois de la force centrifuge. Cela signifie que lorsque la vitesse des ventilateurs diminue, la pression et le débit qu'ils produisent décroissent aussi. La puissance consommée est par conséquent considérablement réduite.
Le ventilateur de retour est fréquemment contrôlé pour maintenir une différence de circulation d'air fixe entre l'alimentation et le retour. L'utilisation du régulateur PID avancé du HVAC peut éviter le recours à des contrôleurs supplémentaires.

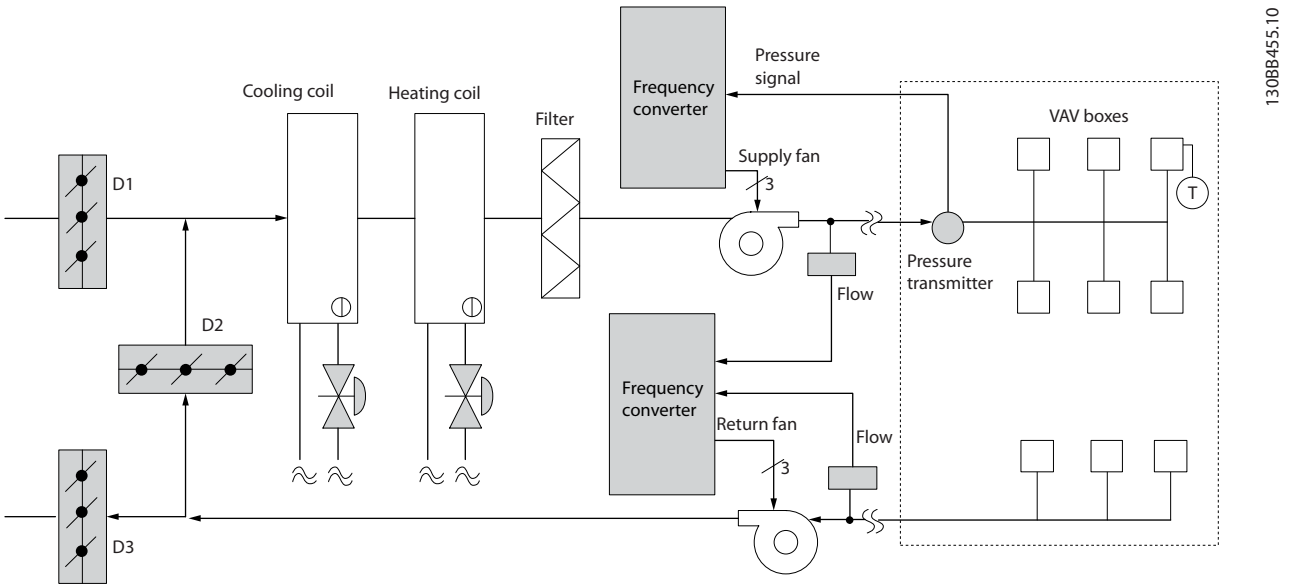


Illustration 2.17 La solution apportée par le VLT

2.7.15 Volume d'air constant

Les systèmes CAV ou à volume d'air constant sont des systèmes de ventilation centraux servant généralement à fournir une quantité minimale d'air frais tempéré à de grandes zones communes. Ils ont précédé les systèmes VAV et sont donc présents dans les anciens bâtiments commerciaux multizones. Ces systèmes préchauffent des quantités d'air frais grâce à des groupes de traitement d'air (AHU) dotés d'un serpentin de chauffage. De même, ils sont souvent présents dans les bâtiments climatisés et disposent d'un serpentin de refroidissement. Des ventilo-convecteurs sont souvent utilisés pour participer aux besoins de chauffage et de refroidissement des zones individuelles.

2.7.16 La solution apportée par le VLT

Avec un variateur de fréquence, des économies d'énergie significatives peuvent être obtenues tout en maintenant un contrôle approprié du bâtiment. Les capteurs de température ou de CO_2 peuvent être utilisés comme signaux de retour vers les variateurs de fréquence. Lorsqu'il est nécessaire de contrôler la température, la qualité de l'air ou les deux, un système CAV peut être contrôlé pour fonctionner sur la base des conditions réelles du bâtiment. Lorsque le nombre de personnes dans les zones contrôlées baisse, les besoins en air frais diminuent. Le capteur de CO_2 détecte les niveaux les plus bas et réduit la vitesse des ventilateurs d'alimentation. Le ventilateur de retour vise à maintenir un point de consigne de pression statique ou une différence fixe entre les circulations d'air d'alimentation et de retour.

En cas de contrôle de la température, utilisé spécialement dans les systèmes d'air conditionné, alors que la température extérieure varie tout comme le nombre de personnes dans les zones contrôlées, différents besoins de refroidissement existent. Lorsque la température est inférieure au point de consigne, le ventilateur d'alimentation peut réduire sa vitesse. Le ventilateur de retour se régule pour maintenir un point de consigne de pression statique. En diminuant la circulation d'air, l'énergie utilisée pour chauffer ou refroidir l'air frais est également réduite, d'où de plus grandes économies.
De par ses caractéristiques, le variateur de fréquence HVAC Danfoss peut être utilisé pour améliorer les performances d'un système CAV. L'un des problèmes associés au contrôle d'un système de ventilation est la mauvaise qualité de l'air. La fréquence minimale programmable peut être réglée pour maintenir une quantité minimale d'air fourni indépendamment du signal de retour ou de référence. Le variateur de fréquence comporte également un régulateur PID à 3 points de consigneet à 3 zones permettant de contrôler à la fois la température et la qualité de l'air. Même si les besoins en matière de température sont satisfaits, le variateur de fréquence maintient un niveau d'air fourni suffisant pour convenir au capteur de qualité de l'air. Le variateur de fréquence peut surveiller et comparer deux signaux de retour pour contrôler le ventilateur de retour en maintenant une différence de circulation d'air fixe entre les conduites d'alimentation et de retour.

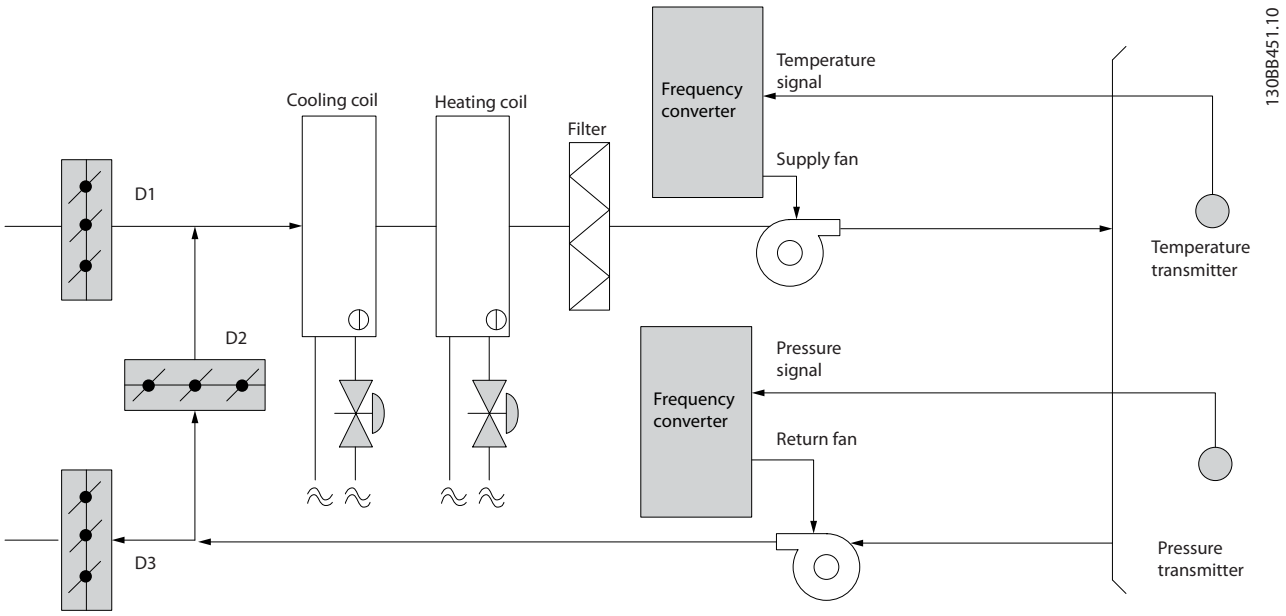


Illustration 2.18 La solution apportée par le VLT

2

2.7.17 Ventilateur de tour de refroidissement

Les ventilateurs de tour de refroidissement sont utilisés pour refroidir l'eau du condenseur dans les systèmes de refroidissement par eau. Les refroidisseurs par eau constituent un moyen très efficace pour générer de l'eau froide. Ils sont 20 % plus efficaces que les refroidisseurs par air. Selon le climat, les tours de refroidissement sont souvent plus efficaces d'un point de vue énergétique pour refroidir l'eau du condenseur des refroidisseurs.
Les ventilateurs refroidissent l'eau du condenseur par évaporation.
L'eau du condenseur est pulvérisée dans la tour de refroidissement sur le « garnissage » des tours pour augmenter sa surface active. Le ventilateur de la tour souffle de l'air sur le garnissage et de l'eau pulvérisée pour faciliter l'évaporation. L'évaporation libère l'énergie de l'eau, faisant ainsi chuter sa température. L'eau froide est collectée dans le bassin des tours de refroidissement où elle est pompée à nouveau vers le condenseur des refroidisseurs et le cycle est répété.

2.7.18 La solution apportée par le VLT

Grâce à un variateur de fréquence, la vitesse des ventilateurs des tours de refroidissement peut être régulée pour maintenir la température de l'eau du condenseur. Les variateurs de fréquence peuvent également être utilisés pour allumer ou éteindre le ventilateur selon les besoins.

De par ses caractéristiques, le variateur de fréquence HVAC Danfoss peut être utilisé pour améliorer les performances des applications de ventilateurs de tours de refroidissement. Lorsque la vitesse des ventilateurs de tours de refroidissement descend en dessous d'un certain seuil, l'effet du ventilateur sur le refroidissement de l'eau devient faible. De même, lors de l'utilisation d'une boîte de vitesse pour contrôler la fréquence du ventilateur de tour, une vitesse minimale de 40-50 % peut être nécessaire.
Le réglage de la fréquence minimale programmable par le client est disponible pour maintenir cette fréquence minimale même lorsque les références de retour ou de vitesse exigent des vitesses inférieures.

Il est également possible de programmer le variateur de fréquence pour passer en mode veille et arrêter le ventilateur jusqu'à ce qu'une vitesse supérieure soit nécessaire. De plus, certains ventilateurs de tours de refroidissement présentent des fréquences indésirables susceptibles de provoquer des vibrations. Ces fréquences sont facilement évitables en programmant les plages de fréquences de bipasse sur le variateur de fréquence.

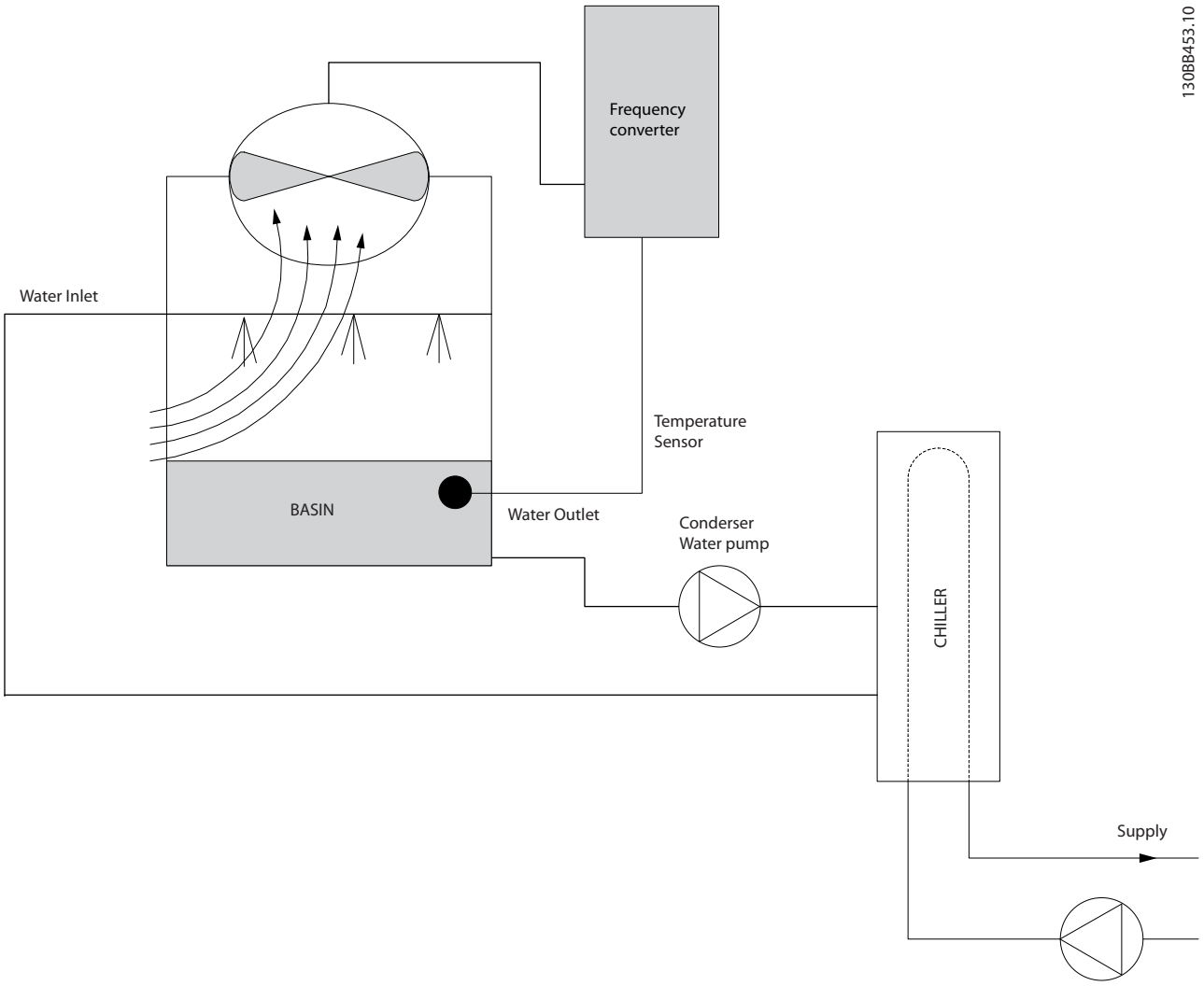


Illustration 2.19 La solution apportée par le VLT

2.7.19 Pompes de condenseur

2

Les pompes de retour d'eau du condenseur sont d'abord utilisées pour faire circuler l'eau dans la section du condenseur des refroidisseurs par eau et dans la tour de refroidissement associée. L'eau du condenseur absorbe la chaleur de la section du condenseur du refroidisseur et la relâche dans l'atmosphère de la tour de refroidissement. Ces systèmes constituent le moyen le plus efficace de créer de l'eau froide. Ils sont 20 % plus efficaces que les refroidisseurs par air.

2.7.20 La solution apportée par le VLT

En ajoutant des variateurs de fréquence aux pompes de retour d'eau du condenseur, il n'est pas nécessaire d'équilibrer les pompes avec une soupape d'étranglement ou de rogner la roue de la pompe.

L'utilisation d'un variateur de fréquence au lieu d'une soupape d'étranglement économise l'énergie qui aurait été absorbée par la soupape. Cela peut entraîner des économies de 15-20 % ou plus. Le rognage de la roue de la pompe est irréversible, donc si les conditions changent et si un débit supérieur est nécessaire, la roue doit être remplacée.

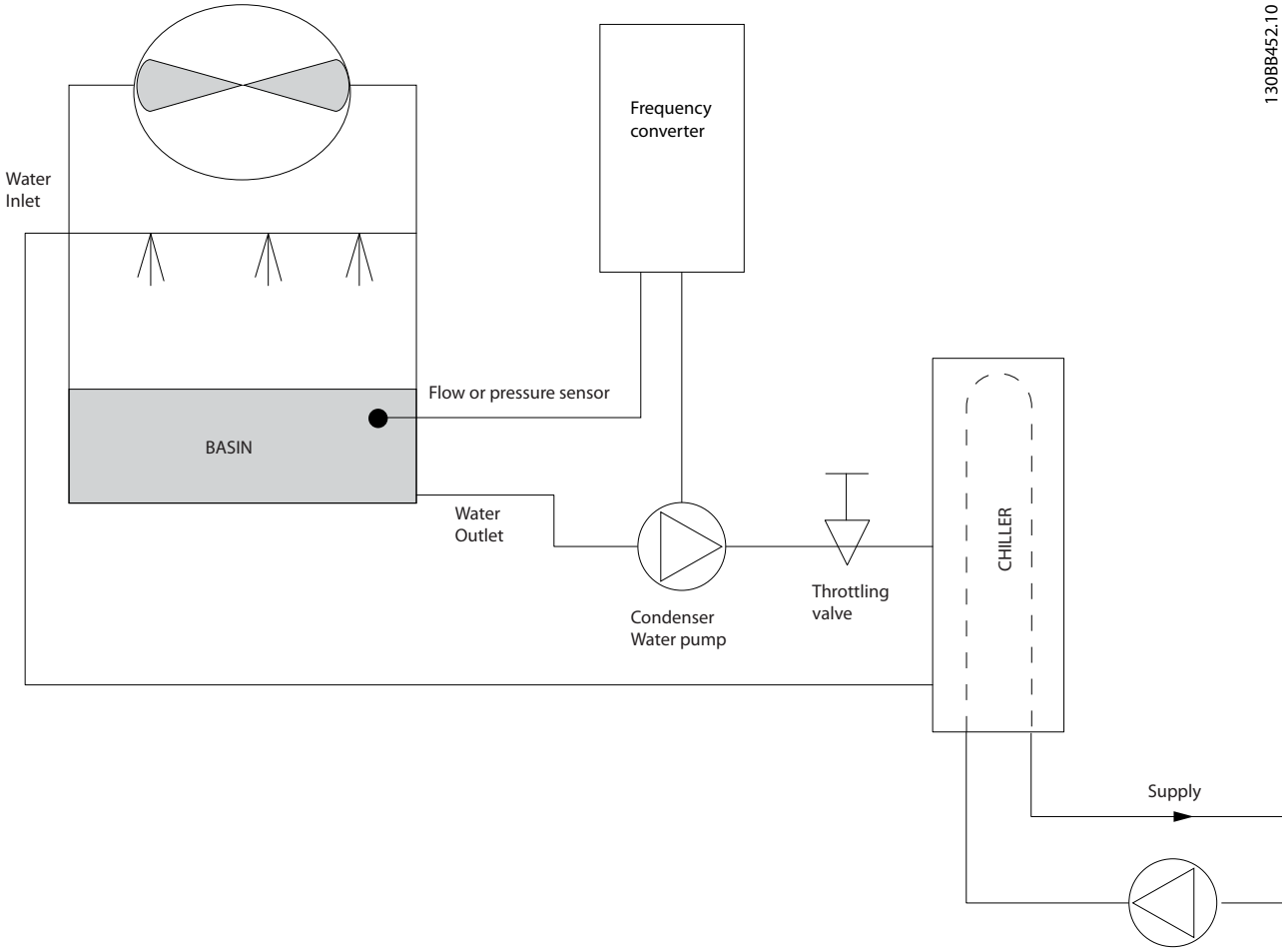


Illustration 2.20 La solution apportée par le VLT

2.7.21 Pompes primaires

Les pompes primaires dans un système de pompage primaire/secondaire peuvent être utilisées pour maintenir un débit constant dans les dispositifs qui présentent des difficultés d'exploitation ou de contrôle lorsqu'ils sont exposés à un débit variable. La technique de pompage primaire/secondaire découple la boucle de production primaire de la boucle de distribution secondaire. Cela permet à des dispositifs tels que les refroidisseurs d'obtenir un débit constant et de fonctionner correctement tout en autorisant une variation du débit dans le reste du système.

Lorsque le débit de l'évaporateur diminue dans un refroidisseur, l'eau refroidie commence à devenir trop froide. Dans ce cas, le refroidisseur tente de diminuer sa capacité de refroidissement. Si le débit tombe trop bas ou trop rapidement, le refroidisseur ne peut pas délester suffisamment sa charge et la sécurité de température d'évaporateur basse arrête le refroidisseur qui nécessite alors un reset manuel. Cette situation est fréquente sur les grandes installations, notamment lorsqu'au moins deux refroidisseurs sont installés en parallèle si aucun pompage primaire/secondaire n'est utilisé.

2.7.22 La solution apportée par le VLT

Selon la taille du système et de la boucle primaire, la consommation d'énergie de la boucle primaire peut devenir importante.
Un variateur de fréquence peut être ajouté au système primaire pour remplacer la soupape d'étranglement et/ou le rognage des roues, favorisant une baisse des dépenses d'exploitation. Voici deux méthodes de contrôle :

La première méthode utilise un débitmètre. Comme le débit souhaité est connu et constant, un débitmètre installé à la sortie de chaque refroidisseur peut être utilisé pour contrôler directement la pompe. En utilisant le régulateur PID intégré, le variateur de fréquence maintient en permanence le débit approprié, en compensant même la résistance changeante dans la boucle de canalisation primaire alors que les refroidisseurs et leurs pompes démarrent et s'arrêtent.

La seconde méthode est la détermination de la vitesse locale. L'opérateur diminue simplement la fréquence de sortie jusqu'à obtention de la configuration du débit souhaitée.
L'utilisation d'un variateur de fréquence pour diminuer la vitesse des pompes est très similaire au rognage de la roue des pompes, sauf qu'elle ne nécessite aucun travail et que l'efficacité des pompes reste élevée. L'entrepreneur en équilibrage diminue simplement la vitesse de la pompe jusqu'à ce que le débit approprié soit obtenu et fixe la vitesse définie. La pompe fonctionne à cette vitesse à chaque démarrage du refroidisseur. Comme la boucle primaire ne dispose pas de vannes de régulation ou d'autres dispositifs qui peuvent provoquer un changement de la courbe du système et comme l'écart dû au démarrage et à l'arrêt des pompes et des refroidisseurs est habituellement petit, la vitesse fixée reste appropriée. Si le débit doit être augmenté ultérieurement au cours de la vie des systèmes, la vitesse des pompes peut être augmentée simplement grâce au variateur de fréquence, donc sans recourir à une nouvelle roue de pompe.

2

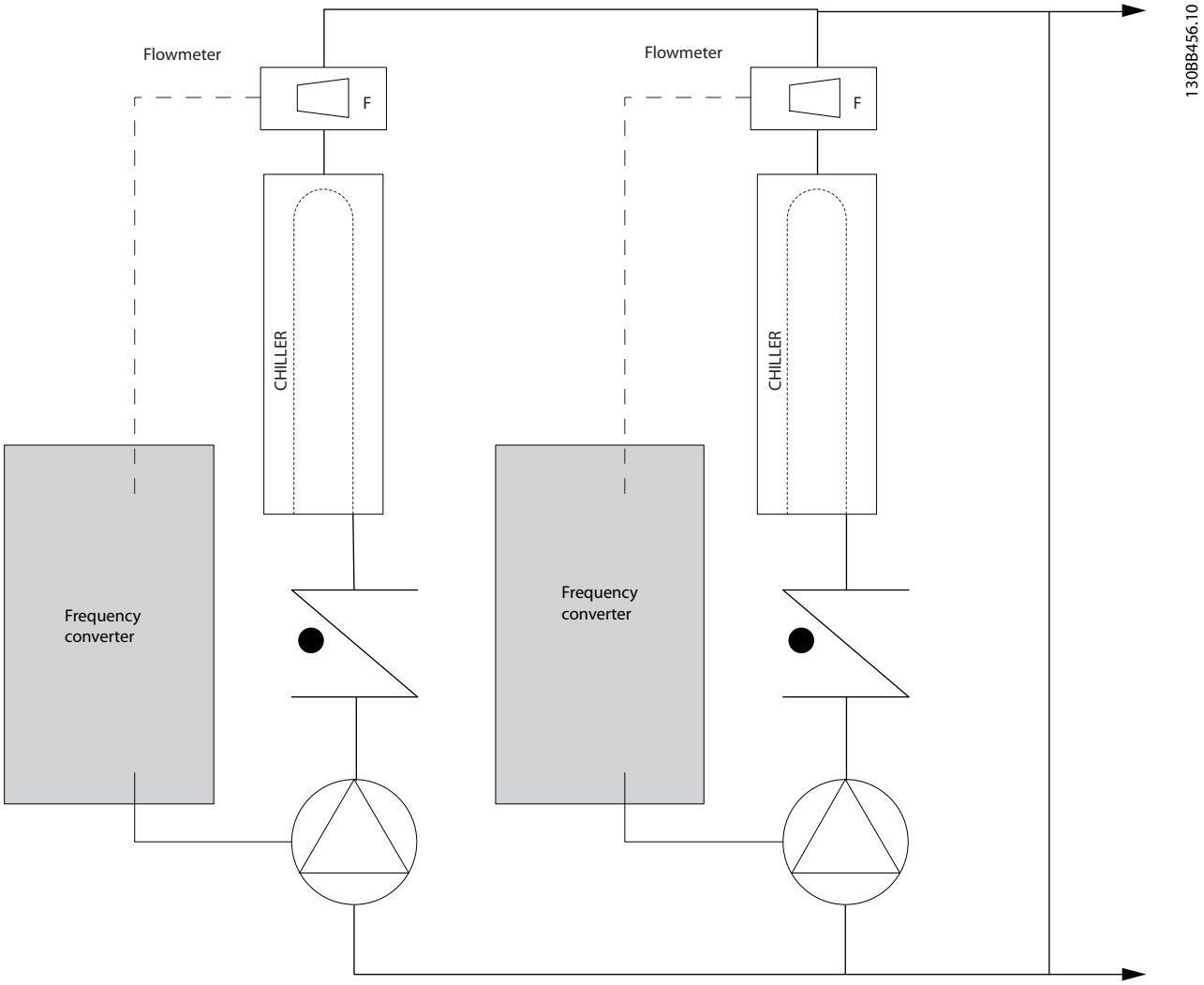


Illustration 2.21 La solution apportée par le VLT

2.7.23 Pompes secondaires

Les pompes secondaires dans un système de pompage primaire/secondaire d'eau froide sont utilisées pour répartir l'eau froide vers les charges depuis la boucle de production primaire. Le système de pompage primaire/secondaire est utilisé pour découpler de manière hydronique une boucle de canalisation d'une autre. Dans ce cas, la pompe primaire sert à maintenir un débit constant dans les refroidisseurs et les pompes secondaires permettent de varier le débit, d'augmenter le contrôle et d'économiser de l'énergie.
Si le concept de configuration primaire/secondaire n'est pas utilisé et si un système à volume variable est conçu, lorsque le débit tombe trop bas ou trop vite, le refroidisseur ne peut pas délester sa charge correctement. La sécurité de température basse de l'évaporateur du refroidisseur arrête alors le refroidisseur qui nécessite un reset manuel. Cette situation est fréquente sur les grandes installations notamment lorsqu'au moins deux refroidisseurs sont installés en parallèle.

2.7.24 La solution apportée par le VLT

Le système primaire/secondaire avec vannes bidirectionnelles favorise les économies d'énergie et limite les problèmes de contrôle du système. Cependant, l'ajout de variateurs de fréquence offre de véritables économies d'énergie et un réel potentiel de contrôle.
Avec un capteur correctement placé, l'ajout de variateurs de fréquence permet de faire varier la vitesse des pompes pour suivre la courbe du système plutôt que la courbe de la pompe.
Cela élimine le gaspillage d'énergie et la plupart des problèmes de surpressurisation auxquels les vannes bidirectionnelles sont parfois soumises.
Lorsque les charges surveillées sont atteintes, les vannes bidirectionnelles se ferment. Cela augmente la pression différentielle mesurée pour la charge et la vanne bidirectionnelle. Lorsque cette pression différentielle commence à augmenter, la pompe est ralentie pour maintenir la hauteur de contrôle également appelée valeur de consigne. Cette valeur de consigne est calculée en ajoutant la baisse de pression de la charge à celle de la vanne bidirectionnelle dans les conditions de la configuration.

Noter que lorsque plusieurs pompes sont installées en parallèle, elles doivent fonctionner à la même vitesse pour maximiser les économies d'énergie, soit avec des variateurs individuels dédiés soit avec un entraînant plusieurs pompes en parallèle.

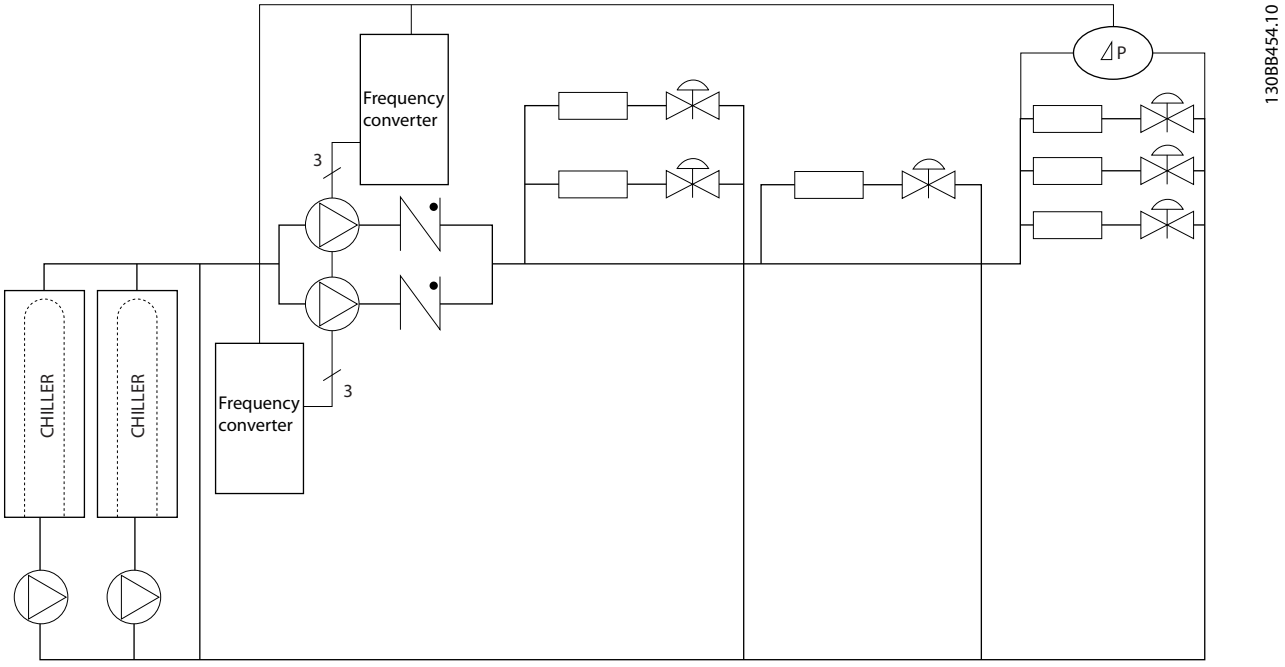


Illustration 2.22 La solution apportée par le VLT

2.8 Structures de contrôle

2.8.1 Principe de contrôle

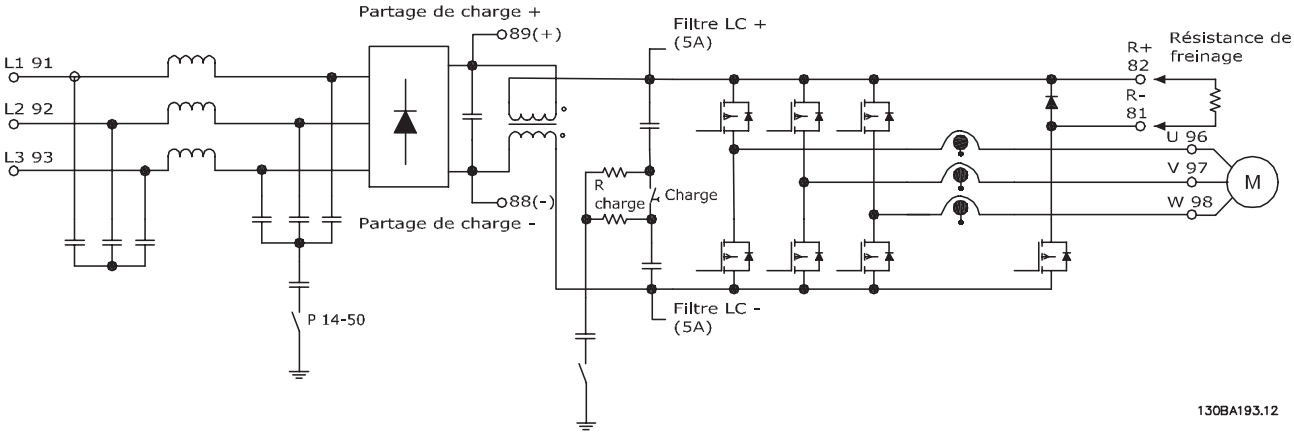


Illustration 2.23 Structures de contrôle

Le variateur de fréquence est un appareil haute performance destiné aux applications exigeantes. Il peut gérer divers types de principe de fonctionnement de moteur, tels que le mode spécial U/f et VVC^{plus}, et il peut prendre en charge des moteurs asynchrones normaux à cage.
Le comportement relatif aux courts-circuits sur ce variateur de fréquence dépend des 3 transformateurs de courant dans les phases moteur.

Sélectionner un fonctionnement en boucle ouverte ou fermée avec le par. *1-00 Mode Config.*

2.8.2 Structure de contrôle en boucle ouverte

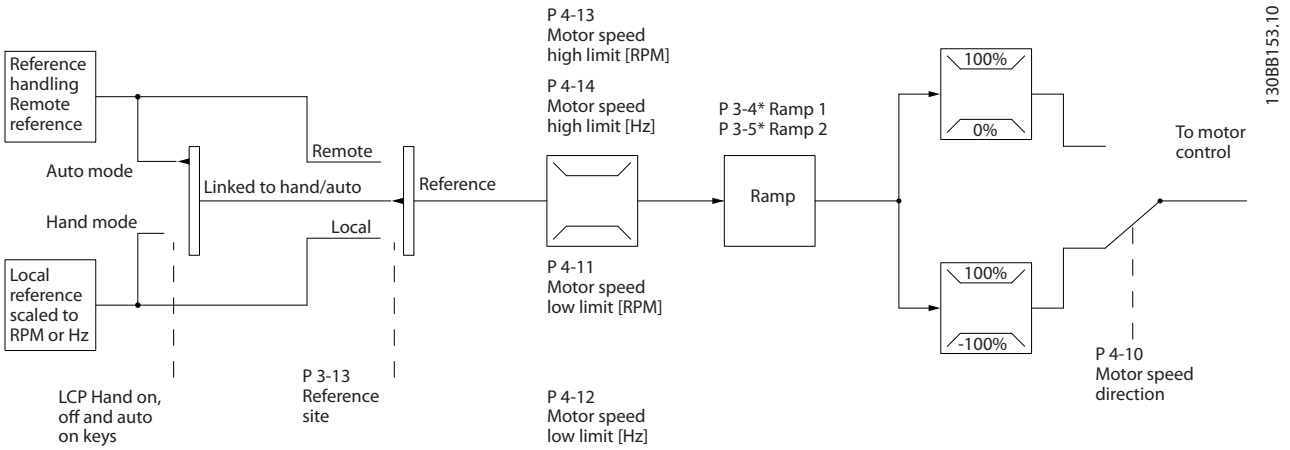


Illustration 2.24 Structure en boucle ouverte

Dans la configuration représentée sur l'*Illustration 2.24*, le par.*1-00 Mode Config.* est réglé sur *[0] Boucle ouverte*. La référence résultante du système de gestion des références ou la référence locale est reçue et soumise à la limite de rampe et de vitesse avant d'être transmise au contrôle du moteur.
La sortie du contrôle du moteur est alors limitée par la limite de fréquence maximale.

2.8.3 Commande moteur PM/EC+

Le concept Danfoss EC+ offre la possibilité d'utiliser des moteurs PM à haute efficacité en taille de protection standard CEI commandés par des variateurs de fréquence Danfoss.
La procédure de mise en service est comparable à celle qui existe pour les moteurs asynchrones (à induction), utilisant la stratégie de commande PM Danfoss VVC^{plus}.

Avantages clients :

- Choix libre de la technologie du moteur (à aimant permanent ou à induction)
- Installation et fonctionnement identiques à ceux des moteurs à induction
- Choix des composants du système (p. ex. moteurs) indépendant du fabricant
- Efficacité supérieure du système en choisissant de meilleurs composants
- Mise à niveau possible des installations existantes
- Gamme de puissance : 1,1-22 kW

Limites actuelles :

- Pour l'instant, prise en charge de 22 kW max.
- Pour l'instant, limité aux moteurs PM non saillants
- Filtres LC non pris en charge en combinaison avec les moteurs PM
- L'algorithme de contrôle de surtension n'est pas pris en charge en combinaison avec les moteurs PM
- L'algorithme de sauvegarde cinétique n'est pas pris en charge en combinaison avec les moteurs PM
- L'algorithme d'AMA n'est pas pris en charge en combinaison avec les moteurs PM
- Pas de détection de phase moteur manquante
- Pas de détection de blocage
- Pas de fonction ETR

2.8.4 Dimensionnement du variateur de fréquence et du moteur PM

Les faibles inductances des moteurs PM peuvent provoquer des courants résiduels dans le variateur de fréquence.

Pour sélectionner le variateur de fréquence qui convient à un moteur PM donné, vérifier que :

- Le variateur de fréquence peut fournir la puissance et le courant requis dans toutes les conditions de fonctionnement.
- La puissance nominale du variateur de fréquence est égale ou supérieure à la puissance nominale du moteur.
- Dimensionner le variateur de fréquence pour une charge d'exploitation constante de 100 % avec une marge de sécurité suffisante.

Le courant (A) et la puissance nominale typique (kW) d'un moteur PM sont disponibles au chapitre *chapitre 9.1 Tableaux d'alimentation secteur* pour différentes tensions.

2

Exemples de dimensionnement pour une puissance nominale
Exemple 1

- Taille du moteur PM : 1,5 kW/2,9 A
- Secteur : 3 x 400 V

Variateur de fréquence	Typique [kW]	Typique [HP] à 460 V	Continu [A] (3 x 380-440 V)	Intermittent [A] (3 x 380-440 V)	Continu [A] (3 x 441-480 V)	Intermittent [A] (3 x 441-480 V)
P1K1	1,1	1,5	3,0	3,3	2,7	3,0
P1K5	1,5	2,0	4,1	4,5	3,4	3,7

Tableau 2.10 Données de dimensionnement de variateurs de fréquence 1,1 et 1,5 kW

Le courant nominal du moteur PM (2,9 A) correspond au courant nominal du variateur de fréquence 1,1 kW (3 A à 400 V) et du variateur de fréquence 1,5 kW (4,1 A à 400 V). Cependant, comme la puissance nominale du moteur est de 1,5 kW, le variateur de fréquence 1,5 kW constitue le bon choix.

	Moteur	Variateur de fréquence 1,5 kW
Puissance	1,5 kW	1,5 kW
Courant	2,9 A	4,1 A à 400 V

Tableau 2.11 Variateur de fréquence correctement dimensionné

Exemple 2

- Taille du moteur PM : 5,5 kW/12,5 A
- Secteur : 3 x 400 V

Variateur de fréquence	Typique [kW]	Typique [HP] à 460 V	Continu [A] (3 x 380-440 V)	Intermittent [A] (3 x 380-440 V)	Continu [A] (3 x 441-480 V)	Intermittent [A] (3 x 441-480 V)
P4K0	4,0	5,0	10,0	11,0	8,2	9,0
P5K5	5,5	7,5	13,0	14,3	11,0	12,1

Tableau 2.12 Données de dimensionnement des variateurs de fréquence 4,0 et 5,5 kW

Le courant nominal du moteur PM (12,5 A) correspond au courant nominal du variateur de fréquence 5,5 kW (13 A à 400 V), et non pas au courant nominal du variateur de fréquence 4,0 kW (10 A à 400 V). Comme le courant nominal du moteur est de 5,5 kW, le variateur de fréquence 5,5 kW constitue le bon choix.

	Moteur	Variateur de fréquence 5,5 kW
Puissance	5,5 kW	5,5 kW
Courant	12,5 A	13 A à 400 V

Tableau 2.13 Variateur de fréquence correctement dimensionné

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

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

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

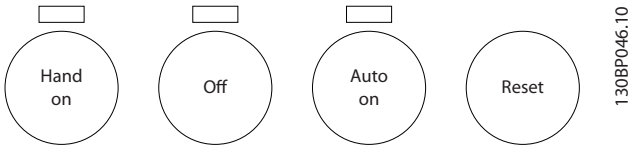


Illustration 2.25 Touches d'exploitation

Hand Off **Auto** **Touches du LCP**	***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 2.14 Conditions d'activation des références locales/distantes

Le *Tableau 2.14* indique les conditions dans lesquelles la référence locale ou distante est active. L'une d'elles est toujours active, mais les deux ne peuvent pas l'être en même temps.

La référence locale force le mode de configuration sur boucle ouverte, quel que soit le réglage du par. *1-00 Mode Config.*

La référence locale est restaurée à la mise hors tension.

2.8.6 Structure de commande en boucle fermée

Le contrôleur interne permet au variateur de fréquence de devenir partie intégrante du système contrôlé. Le variateur de fréquence reçoit un signal de retour d'un capteur du système. Il compare ensuite ce retour à une valeur de référence du point de consigne et détermine l'erreur éventuelle entre ces deux signaux. Il ajuste alors la vitesse du moteur pour corriger cette erreur.

Prenons par exemple une application de pompage où la vitesse de la pompe doit être régulée afin que la pression statique dans la conduite soit constante. La valeur de la pression statique souhaitée est fournie au variateur de fréquence comme référence du point de consigne. 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 automatiquement pour augmenter la pression fournie par la pompe.

2

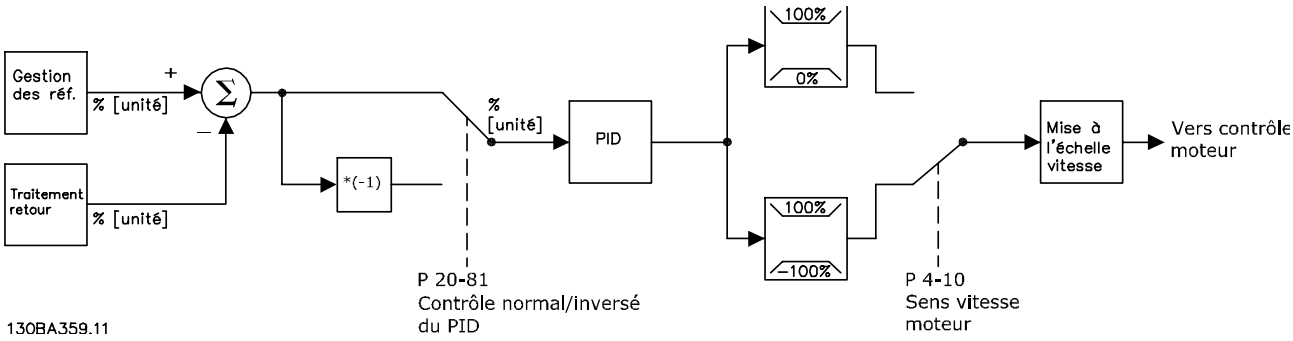


Illustration 2.26 Schéma fonctionnel du contrôleur en boucle fermée

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 certains paramètres du contrôleur en boucle fermée. Il est également possible de régler automatiquement les constantes PI.

2.8.7 Traitement du retour

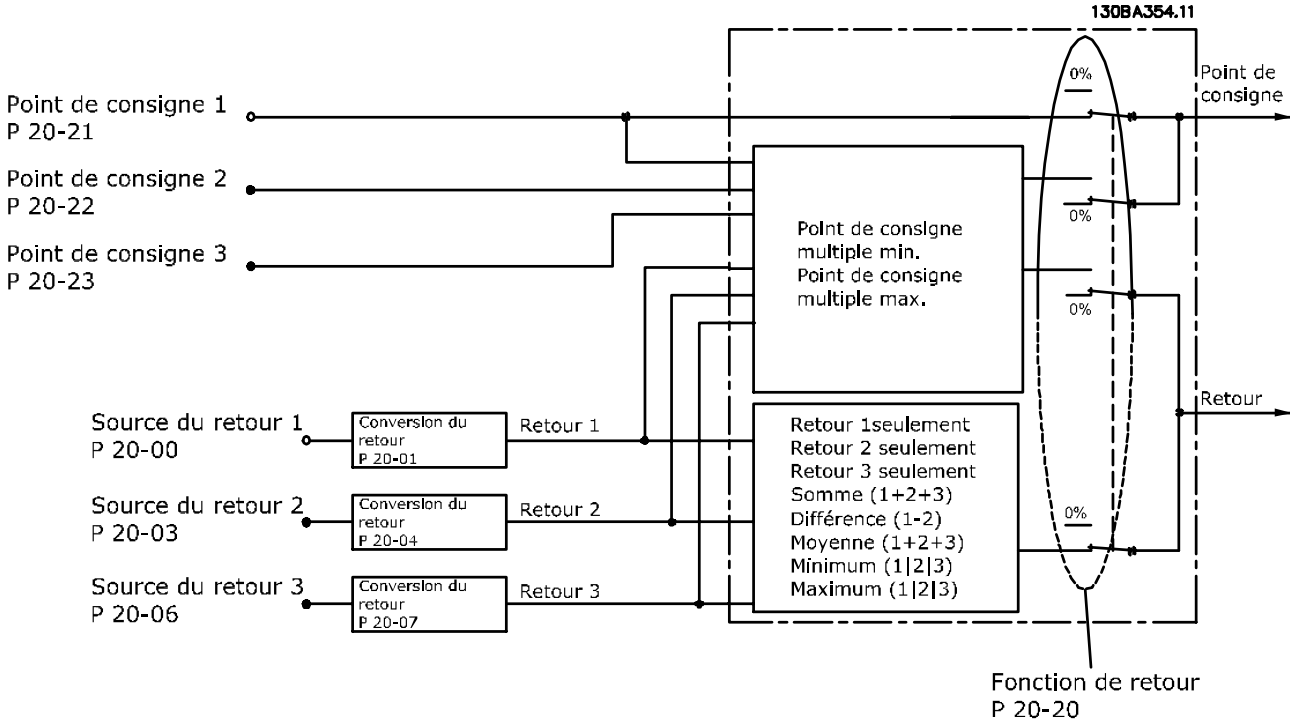


Illustration 2.27 Schéma fonctionnel du traitement du signal de retour

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. Trois types de contrôle sont fréquents.

Zone unique, point de consigne unique

Zone unique, point de consigne unique est une configuration de base. Le point de consigne 1 est ajouté à toute autre référence (le cas échéant, se reporter à Utilisation des références) et un signal de retour est sélectionné au par. *20-20 Fonction de retour*.

Multizones, une seule consigne
Cette configuration utilise deux ou trois capteurs de retour mais un seul point de consigne. Les retours peuvent être ajoutés, enlevés (uniquement retour 1 et 2) ou répartis. De plus, la valeur maximale ou minimale peut être utilisée. Le point de consigne 1 est utilisé exclusivement dans cette configuration.

Si *[13] Min consigne multiple* est sélectionné, la paire consigne/signal de retour avec la plus grande différence contrôle la vitesse du variateur de fréquence. *[14] Max consigne multiple* tente de maintenir toutes les zones à leur consigne respective ou en dessous, tandis que *[13] Min consigne multiple* tente de maintenir toutes les zones à leur consigne ou au-dessus.

Exemple
Dans une application à deux zones et deux 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 *[14] Max consigne multiple* est sélectionné, la consigne et le signal de retour de la zone 1 sont envoyés au régulateur PID, puisque la différence est la plus petite (le signal de retour est supérieur à la consigne, entraînant une différence négative). Si *[13] Min consigne multiple* est sélectionné, la consigne et le signal de retour de la zone 2 sont envoyés au régulateur PID, puisque la différence est plus importante (le signal de retour est inférieur à la consigne, entraînant une différence positive).

2.8.8 Conversion du signal de retour

Dans certaines applications, la conversion du signal de retour peut être utile. Par exemple, on peut utiliser un signal de pression pour fournir un 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. Ceci est indiqué sur l'*Illustration 2.28*.

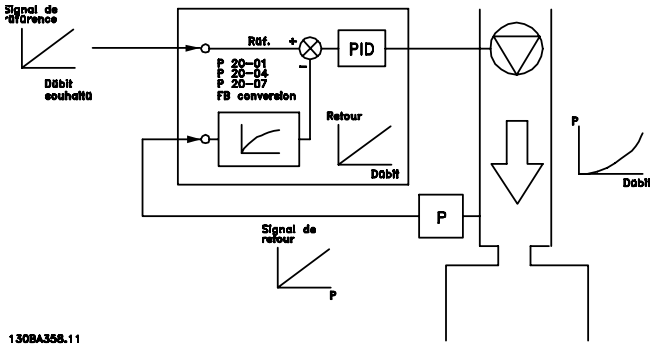


Illustration 2.28 Conversion du signal de retour

2.8.9 Utilisation des références

2

Détails du fonctionnement en boucle ouverte ou fermée

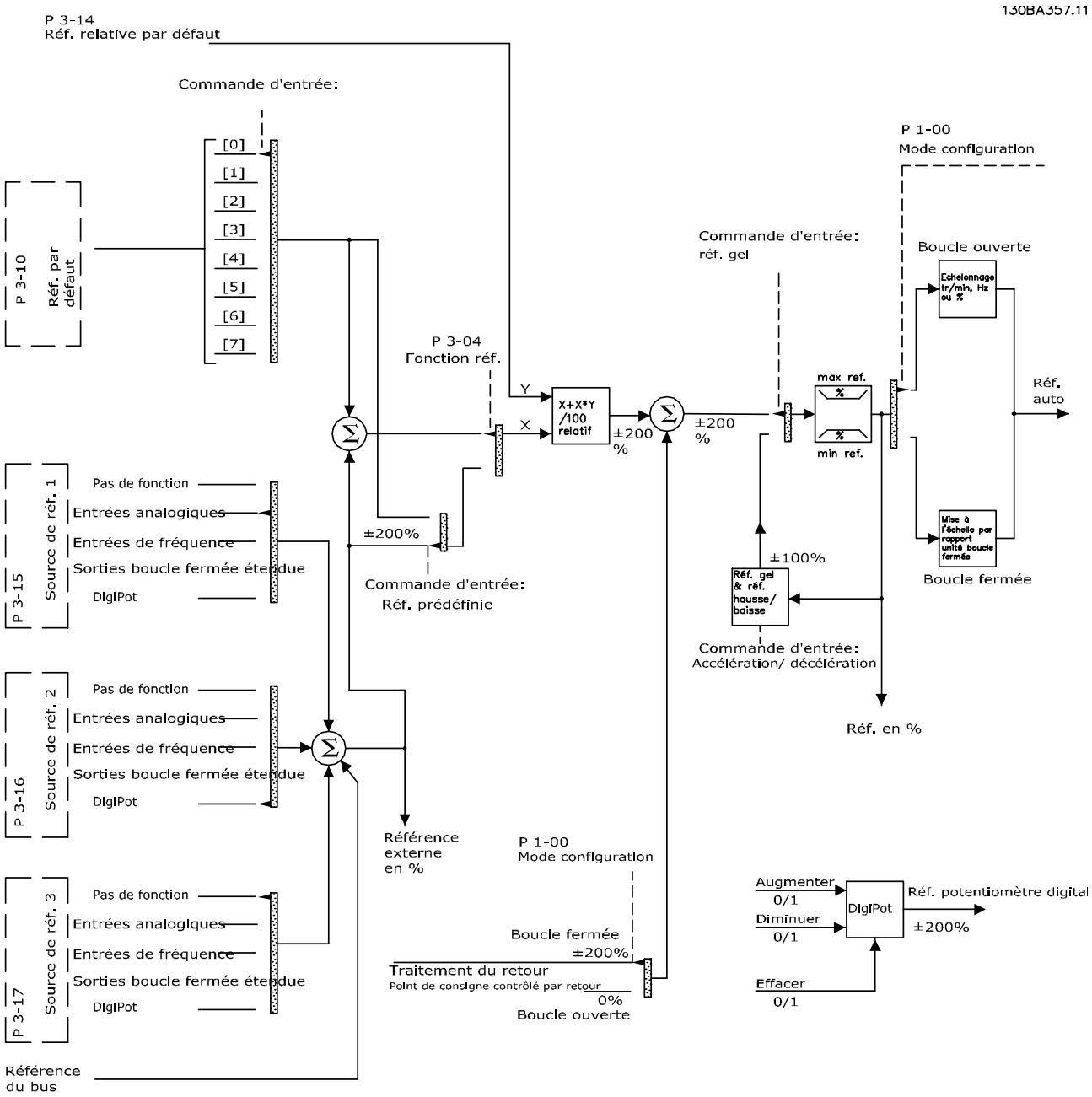


Illustration 2.29 Schéma du bloc présentant la référence distante

La référence distante est composée de :

- Références prédéfinies.
- Références externes (entrées analogiques, entrées de fréquence impulsionnelle, entrées du potentiomètre digital et références du bus de communication série).
- Référence relative prédéfinie.
- Point de consigne contrôlé par le retour.

Le variateur de fréquence permet de programmer jusqu'à 8 références prédéfinies. La référence prédéfinie active peut être sélectionnée à l'aide des entrées digitales ou du bus de communication série. La référence peut également être fournie de manière externe, le plus souvent depuis une entrée analogique. Cette source externe est sélectionnée par l'un des trois paramètres de source de référence (*3-15 Source référence 1*, *3-16 Source référence 2* et *3-17 Source référence 3*). Digipot est un potentiomètre digital. Il est fréquemment appelé contrôle d'accélération/décélération ou contrôle de point variable. Pour le configurer, une entrée digitale est programmée pour augmenter la référence alors qu'une autre entrée digitale est programmée pour diminuer la référence. Une troisième entrée digitale peut être utilisée pour remettre à zéro la référence du Digipot. Toutes les sources de référence et la référence du bus sont ajoutées pour produire la référence externe totale. La référence externe, la référence prédéfinie ou la somme des 2 peut être sélectionnée en tant que référence active. Finalement, cette référence peut être mise à l'échelle en utilisant le par. *3-14 Réf.prédéf.relative*.

La référence externe est calculée comme suit :

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

où X correspond à la référence externe, à la référence prédéfinie ou à la somme des deux et Y au par. *3-14 Réf.prédéf.relative* en [%].

Si Y, *3-14 Réf.prédéf.relative*, est réglé sur 0 %, la référence n'est pas affectée par la mise à l'échelle.

2.8.10 Exemple de régulateur PID en boucle fermée

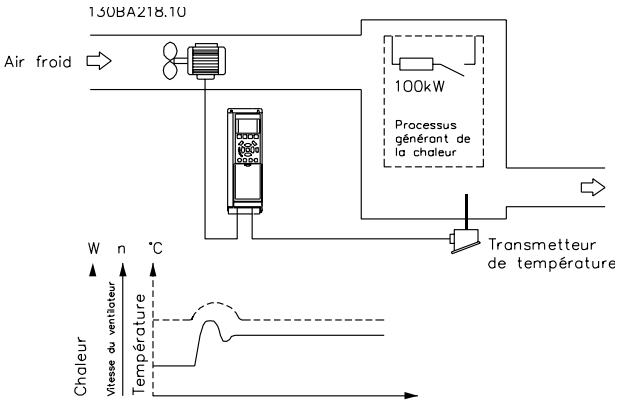


Illustration 2.30 Contrôle en boucle fermée pour un système de ventilation

Dans un système de ventilation, la température doit pouvoir être maintenue à une valeur constante. La température souhaitée est réglée entre -5 et +35 °C à l'aide du potentiomètre 0-10 V. Comme il s'agit d'une application de refroidissement, si la température est au-dessus de la valeur du point de consigne, la vitesse du ventilateur doit être augmentée pour fournir une circulation d'air refroidissant plus élevée. Le capteur de température présente une plage de -10 à +40 °C et utilise un transmetteur à 2 fils pour fournir un signal de 4-20 mA. La plage de fréquence de sortie du variateur de fréquence est 10 à 50 Hz.

1. Démarrage/arrêt via un commutateur raccordé entre les bornes 12 (+24 V) et 18.
2. Référence de température via un potentiomètre (-5 à +35 °C, 0-10 V) raccordé aux bornes 50 (+10 V), 53 (entrée) et 55 (commune).
3. Signal de retour de température via un transmetteur (-10 à 40 °C, 4 à 20 mA) raccordé à la borne 54. Commutateur S202 derrière le LCP réglé sur ON (entrée de courant).

2

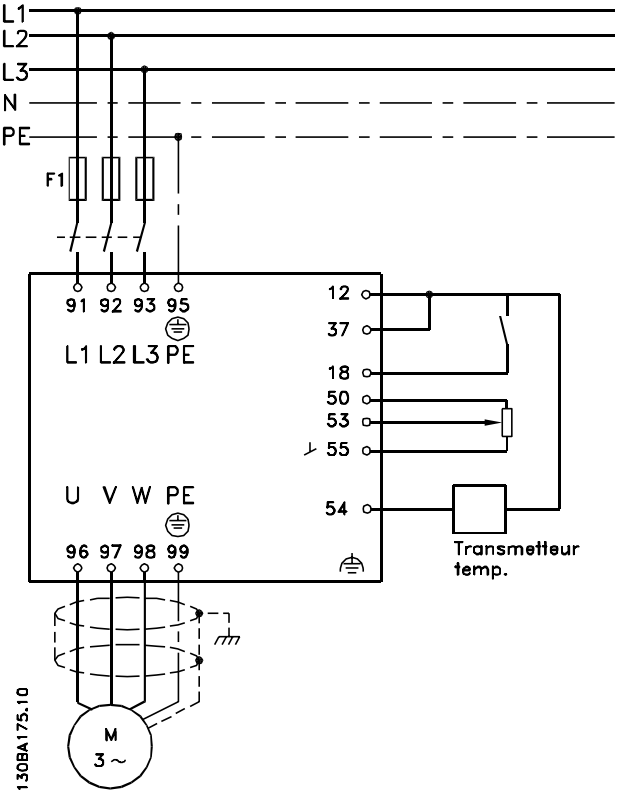


Illustration 2.31 Exemple de régulateur PID en boucle fermée

2.8.11 Ordre de programmation

AVIS!

Dans cet exemple, on suppose qu'un moteur à induction est utilisé, c.-à-d. que le par. *1-10 Construction moteur* = [0] Asynchrone.

Fonction	Paramètre	Réglage
1) Veiller à ce que le moteur fonctionne correctement. Procéder comme suit :		
Régler les paramètres du moteur conformément aux données de la plaque signalétique.	1-2*	Tel que spécifié par la plaque signalétique du moteur
Lancer une adaptation automatique au moteur.	1-29	*[1] AMA activée compl.*, puis lancer la fonction AMA.
2) Vérifier que le moteur tourne dans le bon sens.		
Lancer un contrôle de la rotation du moteur.	1-28	Si le moteur tourne dans le mauvais sens, couper l'alimentation secteur temporairement et inverser deux des phases du moteur.
3) Veiller à ce que les limites du variateur soient réglées sur des valeurs sûres.		
Vérifier que les réglages des rampes correspondent aux capacités du variateur et aux spécifications de fonctionnement autorisé de l'application.	3-41 3-42	60 s 60 s Dépend de la taille du moteur/charge ! Également actif en mode Hand.
Interdire l'inversion du moteur (si nécessaire).	4-10	*[0] Sens horaire*
Définir des limites acceptables pour la vitesse du moteur.	4-12 4-14 4-19	10 Hz, *Vitesse min. moteur* 50 Hz, *Vitesse max. moteur* 50 Hz, *Fréquence de sortie max. moteur*
Passer de boucle ouverte à boucle fermée.	1-00	*[3] Boucle fermée*
4) Configurer le retour vers le régulateur PID.		
Sélectionner l'unité de référence/retour appropriée.	20-12	*[71] bar*
5) Configurer la référence du point de consigne pour le régulateur PID.		
Définir des limites acceptables pour la référence du point de consigne.	20-13 20-14	0 bar 10 bar
Choisir le courant ou la tension via les commutateurs S201/S202.		
6) Mettre à l'échelle les entrées analogiques utilisées pour référence du point de consigne et signal de retour.		
Mettre à l'échelle l'entrée analogique 53 pour la plage de pression du potentiomètre (0-10 bar, 0-10 V).	6-10 6-11 6-14 6-15	0 V 10 V (par défaut) 0 bar 10 bar
Mettre à l'échelle l'entrée analogique 54 pour la plage de pression (0-10 bar, 4-20 mA).	6-22 6-23 6-24 6-25	4 mA 20 mA (par défaut) 0 bar 10 bar
7) Régler les paramètres du régulateur PID.		
Régler le contrôleur en boucle fermée, si nécessaire.	20-93 20-94	Voir Optimisation du régulateur PID ci-dessous.
8) Enregistrer pour terminer.		
Enregistrer le réglage des paramètres sur le LCP afin de les conserver.	0-50	*[1] Lect.PAR.LCP*

Tableau 2.15 Ordre de programmation

2.8.12 Ajustement du contrôleur en boucle fermée du variateur de fréquence

Une fois le contrôleur en boucle fermée du variateur de fréquence configuré, sa performance doit être testée. Dans de nombreux cas, sa performance peut être acceptable en utilisant les valeurs par défaut des par. *20-93 Gain proportionnel PID* et *20-94 Tps intégral PID*. Cependant, dans certains cas, il est utile d'optimiser ces valeurs de paramètres pour fournir une réponse plus rapide du système tout en contrôlant le dépassement de la vitesse.

2.8.13 Réglage PID manuel

1. Démarrer le moteur.
2. Régler le par. *20-93 Gain proportionnel PID* sur 0,3 et l'augmenter jusqu'à ce que le signal de retour commence à osciller. Si nécessaire, démarrer et arrêter le variateur de fréquence ou modifier progressivement la référence du point de consigne pour tenter de provoquer une oscillation. Réduire ensuite le gain proportionnel PID jusqu'à ce que le signal de retour se stabilise. Réduire ensuite le gain proportionnel de 40-60 %.
3. Régler le par. *20-94 Tps intégral PID* sur 20 s et diminuer la valeur jusqu'à ce que le signal de retour commence à osciller. Si nécessaire, démarrer et arrêter le variateur de fréquence ou modifier progressivement la référence du point de consigne pour tenter de provoquer une oscillation. Augmenter ensuite le temps intégral PID jusqu'à la stabilisation du signal de retour. Augmenter ensuite le temps intégral de 15-50 %.
4. Le par. *20-95 Temps de dérivée du PID* doit être utilisé uniquement pour les systèmes à action très rapide. La valeur caractéristique est égale à 25 % du par. *20-94 Tps intégral PID*. La fonction différentielle doit uniquement être utilisée une fois que le réglage du gain proportionnel et du temps intégral a été entièrement optimisé. Veiller à ce que les oscillations du signal de retour soient suffisamment atténuées par le filtre passe-bas (par. 6-16, 6-26, 5-54 ou 5-59, selon les besoins).

2.9 Généralités concernant les normes CEM

2

Les interférences électriques sont généralement produites par conduction à des fréquences comprises entre 150 kHz et 30 MHz. Des interférences en suspension dans l'air émanant du système du variateur de fréquence (30 MHz-1 GHz) sont notamment générées par l'onduleur, le câble du moteur et le moteur.
Comme le montre l'*Illustration 2.32*, les courants de fuite sont imputables à la capacitance dans le câble moteur et au rapport dU/dt élevé de la tension du moteur.
La mise en œuvre d'un câble moteur blindé augmente le courant de fuite (voir l'*Illustration 2.32*) 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 2.32*.

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.

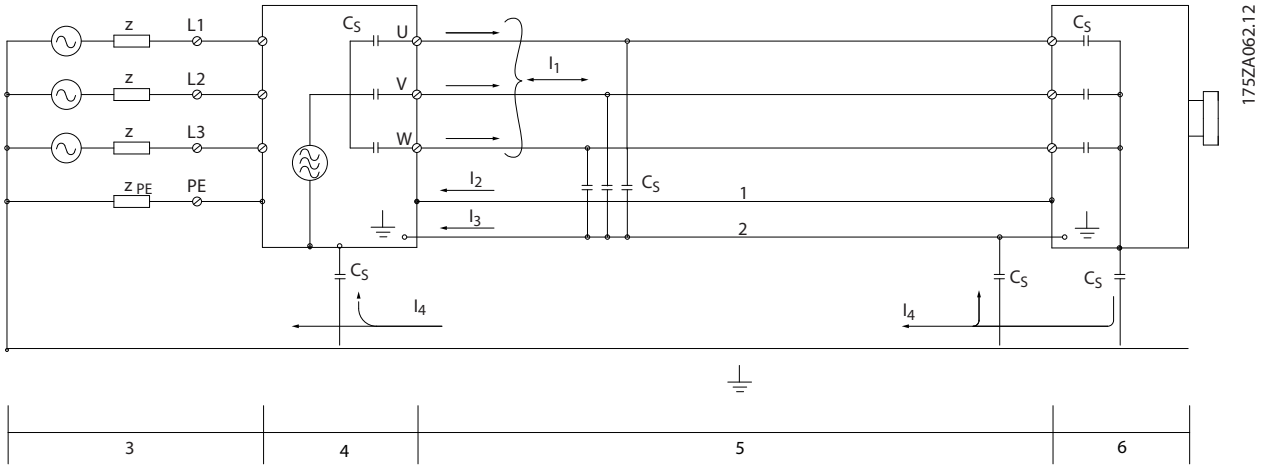


Illustration 2.32 Situation à l'origine de courants de fuite

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

Tableau 2.16 Légende de l'*Illustration 2.32*

En cas de raccordement du blindage sur une plaque destinée au montage du variateur de fréquence, cette plaque doit être 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'au châssis 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 interférences radioélectriques supérieures à 50 MHz (rayonnées) sont générées en particulier par les électroniques de commande. Consulter pour plus d'informations sur la CEM.

2.9.1 Conditions d'émission

Conformément à la norme produit CEM EN/CEI 61800-3:2004 pour les variateurs de fréquence à vitesse variable, les conditions CEM dépendent de l'usage prévu du variateur de fréquence. Quatre catégories sont définies dans la norme produit CEM. Ces définitions, ainsi que les conditions des émissions transmises sur l'alimentation secteur, sont présentées dans le *Tableau 2.17*.

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

Tableau 2.17 Conditions d'émission

Lorsque les normes d'émissions génériques (transmises) sont utilisées, les variateurs de fréquence doivent être conformes aux limites suivantes :

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

Tableau 2.18 Limites des normes d'émission génériques

2.9.2 Résultats des essais CEM

2

Les résultats des essais suivants ont été obtenus sur un système regroupant un variateur de fréquence, un câble de commande blindé, un boîtier de commande doté d'un potentiomètre ainsi qu'un moteur et un câble moteur blindé à une fréquence de commutation nominale. Dans le *Tableau 2.19*, les longueurs maximum de câble pour obtenir la conformité sont indiquées.

Filtre de type RFI		**Émission transmise**			**Émission par rayonnement**		
		Longueur de câble [m]			**Longueur de câble [m]**		
Normes et exigences	**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							
FC 102	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							
FC 102	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 380-500 V	Non	Non	5	Non	Non	Non
	11-90 kW 380-500 V[4)]	Non	Non	25	Non	Non	Non
	11-22 kW 525-690 V [1, 4)]	Non	Non	25	Non	Non	Non
	30-90 kW 525-690 V [2, 4)]	Non	Non	25	Non	Non	Non
H3							
FC 102	1,1-45 kW 200-240 V	10	50	75	Non	Oui	Oui
	1,1-90 kW 380-480 V	10	50	75	Non	Oui	Oui
H4							
FC 102	11-30 kW 525-690 V [1)]	Non	100	100	Non	Oui	Oui
	37-90 kW 525-690 V[2)]	Non	150	150	Non	Oui	Oui
Hx[3)]							
FC 102	1,1-90 kW 525-600 V	Non	Non	Non	Non	Non	Non

Tableau 2.19 Résultats des essais CEM (émission)

1) Protection de type B

2) Protection de type C

3) Les versions Hx peuvent être utilisées conformément à la norme EN/CEI 61800-3 catégorie C4.

4) T7, 37-90 kW conforme à la classe A groupe 1 avec un câble moteur de 25 m. Certaines restrictions s'appliquent à l'installation (contacter Danfoss pour plus de détails).

HX, H1, H2, H3, H4 ou H5 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 norme EN 55011 classe A1/B et EN/CEI 61800-3 catégorie 1/2

H2 - pas de filtre CEM supplémentaire. Conforme à EN 55011 classe A2 et EN/CEI 61800-3 catégorie 3

H3 - filtre CEM intégré. Conforme à la norme EN 55011 classe A1/B et EN/CEI 61800-3 catégorie 1/2

H4 - filtre CEM intégré. Conforme à EN 55011 classe A1 et EN/CEI 61800-3 catégorie 2

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

2.9.3 Généralités concernant les émissions d'harmoniques

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

	I_1	I_5	I_7
Hz	50	250	350

Tableau 2.20 Harmoniques de courant

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

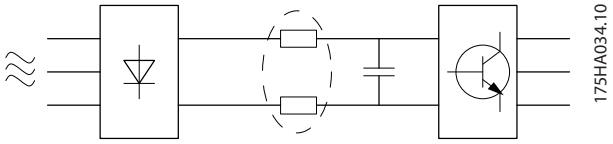


Illustration 2.33 Harmoniques de courant

AVIS!

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

Pour produire des harmoniques de courant bas, le variateur de fréquence est doté en standard de bobines de circuit intermédiaire. Ceci permet habituellement de réduire le courant d'entrée I_{RMS} de 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 :

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

(U_N% de U)

2.9.4 Conditions d'émission harmonique

Équipements raccordés au réseau public d'alimentation

Options	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 2.21 Équipement raccordé

2.9.5 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.

	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 2.22 Résultats des essais harmoniques (émission)

Si la puissance de court-circuit de l'alimentation S_{sc} est supérieure ou égale à :

$$SSC = \sqrt{3} \times RSCE \times Usecteur \times Iéqu = \sqrt{3} \times 120 \times 400 \times Iéqu$$

au point d'interface entre l'alimentation de l'utilisateur et le système public (R_{sce}).

Il est de la responsabilité de l'installateur ou de l'utilisateur de l'équipement de s'assurer que l'équipement est raccordé uniquement à une alimentation avec une puissance de court-circuit S_{sc} supérieure ou égale à celle spécifiée ci-dessus. Consulter si nécessaire l'opérateur du réseau de distribution.

2

Les autres puissances peuvent être raccordées au réseau public d'alimentation après consultation de l'opérateur du réseau de distribution.

Conformité avec les directives des différents niveaux de système :
Les données des harmoniques de courant dans le *Tableau 2.22* sont proposées en conformité avec la norme CEI/EN 61000-3-12 en rapport avec la norme produit concernant les Systèmes d'entraînement motorisés. Ces données peuvent être utilisées pour calculer l'influence des harmoniques de courant sur le système d'alimentation et pour documenter la conformité aux directives régionales concernées : IEEE 519 -1992 ; G5/4.

2.9.6 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 pour l'environnement industriel et par conséquent aux exigences moindres des environnements résidentiels et commerciaux, offrant ainsi une importante marge de sécurité.

Afin de pouvoir documenter l'immunité à l'égard d'interférences provenant de phénomènes de commutation électrique, 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 un contacteur en ouverture, un relais ou un dispositif analogue.
- **EN 61000-4-5 (CEI 61000-4-5) :** transitoires. Simulation de transitoires provoqués, par exemple, par la foudre dans des installations situées à proximité.
- **EN 61000-4-6 (CEI 61000-4-6) :** mode commun RF. Simulation de l'effet d'équipement de transmission connecté par des câbles de raccordement.

 Danfoss A/S © Rév. 06/2014 Tous droits réservés.

Voir le *Tableau 2.23*.

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

Tableau 2.23 Schéma d'immunité CEM

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

2

2.10 Isolation galvanique (PELV)

2.10.1 PELV - Protective Extra Low Voltage

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

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

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

Les composants qui forment l'isolation électrique décrite ci-dessous répondent également aux exigences en matière d'isolation renforcée avec les essais correspondants décrits dans EN 61800-5-1.
L'isolation galvanique PELV existe à six endroits (voir l'*Illustration 2.34*) :

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

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

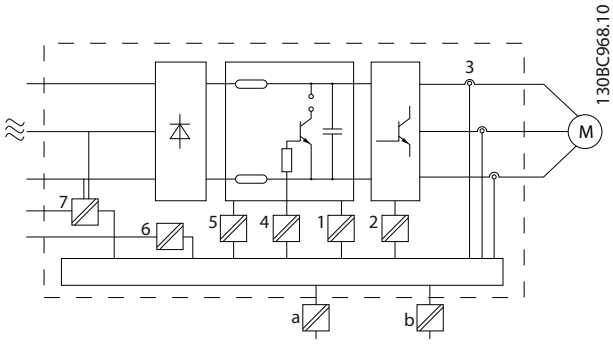


Illustration 2.34 Isolation galvanique

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

AVERTISSEMENT

Installation à haute altitude :
380-500 V, protections de types A, B et C : à des altitudes supérieures à 2000 m, contacter Danfoss en ce qui concerne la norme PELV.
525-690 V : à des altitudes supérieures à 2000 m, contacter Danfoss en ce qui concerne la norme PELV.

AVERTISSEMENT

Tout contact avec les pièces électriques, même après la mise hors tension de l'appareil, peut entraîner des blessures graves voire mortelles.
Veiller également à déconnecter d'autres entrées de tension, par exemple la répartition de charge (connexion de circuit intermédiaire CC) et le raccordement du moteur en cas de sauvegarde cinétique.
Avant de toucher une pièce électrique, patienter au moins le temps indiqué dans le *Tableau 2.19*.
Ce laps de temps peut être raccourci uniquement si les indications portées sur la plaque signalétique de l'unité spécifique le permettent.

2.11 Courant de fuite à la terre

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

Le courant de fuite à la terre provient de plusieurs sources et dépend des différentes configurations du système dont le filtrage RFI, les câbles du moteur blindés et la puissance du variateur de fréquence.

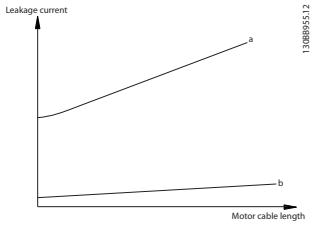


Illustration 2.35 Influence de la longueur de câble et de la puissance sur le courant de fuite. Pa > Pb

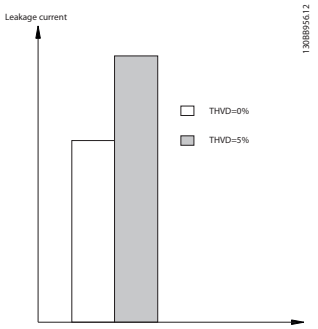


Illustration 2.36 Influence de la distorsion de la ligne sur le courant de fuite

AVIS!

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

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

- Fil de terre (borne 95) d'au moins 10 mm^2
- Deux fils de terre séparés respectant les consignes de dimensionnement

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

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

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

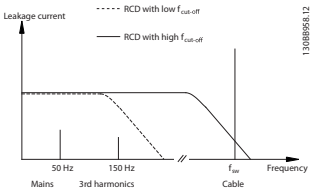


Illustration 2.37 Sources principales du courant de fuite

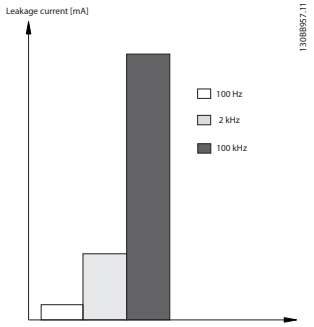


Illustration 2.38 Influence de la fréquence de coupure du RCD sur la réponse/mesure

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

2.12 Fonction de freinage

2.12.1 Sélection de la résistance de freinage

Dans certaines applications, p. ex. sur les systèmes de ventilation des tunnels ou des stations de métro, il convient de pouvoir stopper le moteur plus rapidement que par un contrôle via une décélération de rampe ou une mise en roue libre. Dans ces applications, il est possible d'utiliser le freinage dynamique avec une résistance de freinage. L'utilisation d'une résistance de freinage garantit que l'énergie est absorbée par celle-ci et non par le variateur de fréquence.
Si la quantité d'énergie cinétique transférée à la résistance à chaque période de freinage n'est pas connue, la puissance moyenne peut être calculée à partir du temps de cycle et du temps de freinage également appelé cycle d'utilisation intermittent. Le cycle d'utilisation intermittent de la résistance indique le cycle d'utilisation pendant lequel la résistance est active. L'*Illustration 2.39* représente un cycle de freinage typique.

2

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

Cycle d'utilisation = t_b/T

T = temps de cycle en secondes
t_b correspond au temps de freinage en secondes (qui fait partie du temps de cycle total)

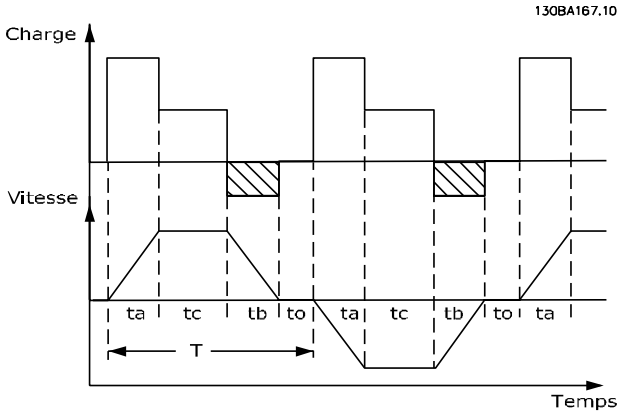


Illustration 2.39 Cycle d'utilisation intermittent de la résistance

Danfoss propose des résistances de freinage avec des cycles d'utilisation de 5 %, 10 % et 40 % destinées à être utilisées avec la gamme de variateurs de fréquence VLT® HVAC Drive. Si une résistance avec un cycle d'utilisation de 10 % est appliquée, cela permet d'absorber la puissance de freinage pendant un maximum de 10 % du temps de cycle, les 90 % restants étant utilisés pour dissiper la chaleur de la résistance.

Pour plus de conseils sur le choix des résistances, merci de contacter Danfoss.

2.12.2 Calcul de la résistance de freinage

La valeur de la résistance de freinage est calculée comme suit :

$Rfr\,[\Omega] = \frac{U_{cc}^2}{Ppointe}$
où
$P_{pointe} = P_{moteur} \times M_{fr} \times \eta_{moteur} \times \eta[W]$

Tableau 2.24 Calcul de la résistance de freinage

On voit que la résistance de freinage dépend de la tension du circuit intermédiaire (U_{CC}).
La fonction de freinage du variateur de fréquence est réglée sur trois aspects du secteur :

Taille [V]	Frein activé [V]	Avertissement avant coupure [V]	Coupure (arrêt verrouillé) [V]
3 x 200-240	390 (U_{CC})	405	410
3 x 380-480	778	810	820
3 x 525-600	943	965	975
3 x 525-690	1084	1109	1130

Tableau 2.25 Fonction de freinage dans trois zones de l'alimentation secteur

AVIS!

Vérifier que la résistance peut supporter une tension de 410 V, 820 V ou 975 V, sauf si des résistances de freinage Danfoss sont utilisées.

R_{rec} est la résistance de freinage recommandée par Danfoss, en d'autres termes celle qui garantit que le peut freiner au couple de freinage le plus élevé ($M_{fr(\%)}$) de 110 %. La formule peut s'écrire :

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

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

Pour les variateurs de fréquence de respectivement 200 V, 480 V et 600 V, R_{rec} au couple de freinage de 160 % s'écrit :

$$200\,V: Rrec = \frac{107780}{Pmoteur}[\Omega]$$
$$480\,V: Rrec = \frac{375300}{Pmoteur}[\Omega]^{1)}$$
$$480\,V: Rrec = \frac{428914}{Pmoteur}[\Omega]^{2)}$$
$$600\,V: Rrec = \frac{630137}{Pmoteur}[\Omega]$$
$$690\,V: Rrec = \frac{832664}{Pmoteur}[\Omega]$$

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

AVIS!

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

AVIS!

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

⚠AVERTISSEMENT

Ne pas toucher la résistance de freinage car celle-ci peut devenir très chaude pendant ou après le freinage.

2.12.3 Contrôle avec la fonction de freinage

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

AVIS!

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

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

AVIS!

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

2.12.4 Câblage de la résistance de freinage

CEM (câbles torsadés/blindage)
Torsader les fils pour réduire le bruit électrique émis par ces derniers entre la résistance de freinage et le variateur de fréquence.

Pour une performance CEM améliorée, utiliser un blindage métallique.

2.13 Conditions d'exploitation extrêmes

Court-circuit (phase moteur-phase)
Une mesure de courant effectuée sur chacune des trois phases moteur ou sur le circuit intermédiaire protège le variateur de fréquence contre les courts-circuits. Un court-circuit entre 2 phases de sortie se traduit par un surcourant dans l'onduleur. L'onduleur est désactivé séparément si le courant de court-circuit dépasse la valeur limite (alarme 16 Arrêt verrouillé).
Pour protéger le variateur de fréquence contre les courts-circuits au niveau de la répartition de la charge et des sorties de freinage, se reporter aux directives du Manuel de configuration.

Commutation sur la sortie
Les commutations sur la sortie entre le moteur et le variateur de fréquence sont autorisées. Des messages d'erreur peuvent apparaître. Activer le démarrage à la volée pour « rattraper » un moteur qui tourne à vide.

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

- La charge entraîne le moteur (à une fréquence de sortie constante générée par le variateur de fréquence) : 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.

2

- 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 par. *4-19 Frq.sort.lim.hte* est automatiquement limitée sur la base d'un calcul interne reposant sur la valeur des par. *1-40 FCEM à 1000 tr/min.*, *1-25 Vit.nom.moteur* et *1-39 Pôles moteur*. Si le moteur peut dépasser la vitesse limite (en raison d'effets de moulinet excessifs p. ex.), Danfoss recommande d'installer une résistance de freinage.

⚠AVERTISSEMENT

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

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

AVIS!

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

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

Surcharge statique en mode VVC^{plus}
Quand le variateur de fréquence est en surcharge (limite de couple atteinte, *4-16 Mode moteur limite couple/ 4-17 Mode générateur limite couple*), les régulateurs réduisent la fréquence de sortie dans le but de réduire la charge.
En cas de surcharge extrême, un courant peut se produire et faire disjoncter le variateur de fréquence après 5 à 10 secondes environ.

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

2.13.1 Protection thermique du moteur

C'est ainsi que Danfoss protège le moteur contre les surchauffes. Il s'agit d'une caractéristique électronique qui simule un relais bimétallique en s'appuyant sur des mesures internes. La courbe caractéristique est indiquée sur l'*Illustration 2.40*.

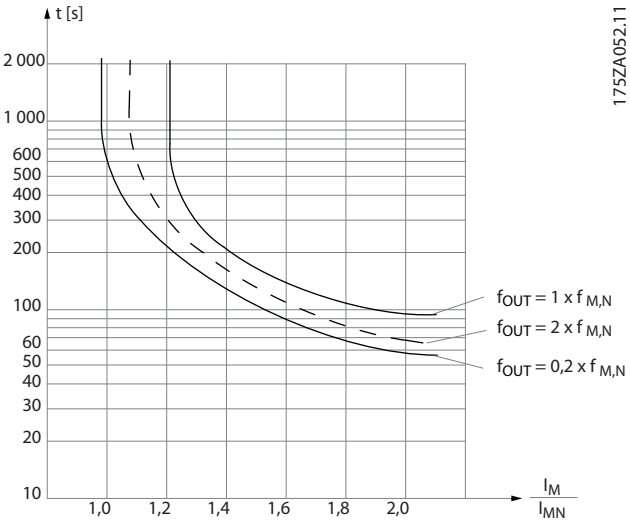


Illustration 2.40 L'axe des abscisses indique le rapport entre I_{moteur} et I_{moteur} nominale. L'axe des ordonnées représente le temps en secondes avant que l'ETR ne se déclenche et fasse disjoncter le variateur de fréquence. Ces courbes montrent la vitesse nominale caractéristique à deux fois et à 0,2 fois la vitesse nominale.

Il est évident qu'à vitesse 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 par. *16-18 Thermique moteur* du variateur de fréquence.

La valeur de déclenchement de la thermistance est supérieure à 3 kΩ.

Intégrer une thermistance (capteur PTC) dans le moteur pour une protection des bobines.

La protection du moteur peut être améliorée en utilisant un éventail de techniques : capteur PTC dans les bobines du moteur, thermocontact mécanique (type Klixon) ou relais thermique électronique (ETR).

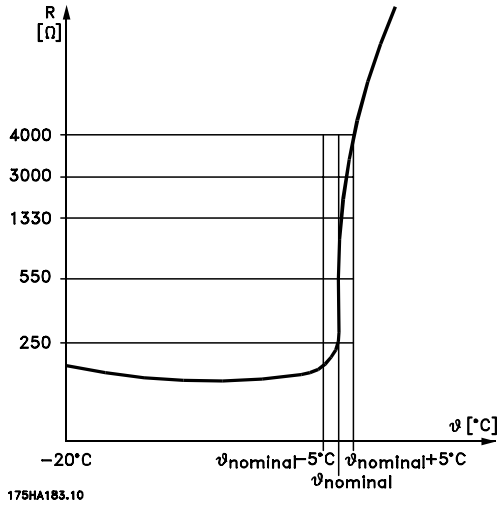


Illustration 2.41 Déclenchement de la thermistance

Utilisation d'une entrée digitale et du 24 V comme alimentation

Exemple : Le variateur de fréquence disjoncte lorsque la température du moteur est trop élevée.

Configuration des paramètres :

Régler le par. *1-90 Protect. thermique mot.* sur *[2] Arrêt thermistance.*

Régler le par. *1-93 Source Thermistance* sur *[6] Entrée digitale 33.*

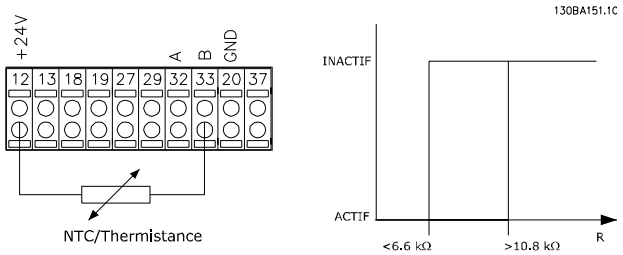


Illustration 2.42 Utilisation d'une entrée digitale et du 24 V comme alimentation

Utilisation d'une entrée digitale et du 10 V comme alimentation :

Exemple : Le variateur de fréquence disjoncte lorsque la température du moteur est trop élevée.

Configuration des paramètres :

Régler le par. *1-90 Protect. thermique mot.* sur *[2] Arrêt thermistance.*

Régler le par. *1-93 Source Thermistance* sur *[6] Entrée digitale 33.*

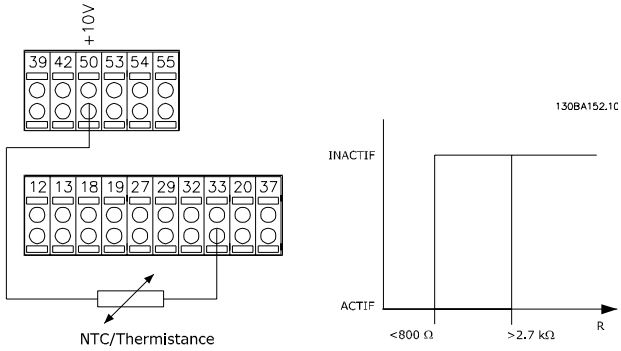


Illustration 2.43 Utilisation d'une entrée digitale et du 10 V comme alimentation

Utilisation d'une entrée analogique et du 10 V comme alimentation :

Exemple : Le variateur de fréquence disjoncte lorsque la température du moteur est trop élevée.

Configuration des paramètres :

Régler le par. *1-90 Protect. thermique mot.* sur *[2] Arrêt thermistance.*

Régler le par. *1-93 Source Thermistance* sur *[2] Entrée ANA 54.*

Ne pas sélectionner de source de référence.

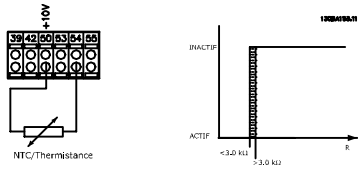


Illustration 2.44 Utilisation d'une entrée analogique et du 10 V comme alimentation

Entrée digitale/ analogique	Tension d'alimentation Valeurs de déclenchement	Seuil Valeurs de déclenchement
Digitale	24	< 6,6 kΩ - > 10,8 kΩ
Digitale	10	< 800 Ω - > 2,7 kΩ
Analogique	10	< 3,0 kΩ - > 3,0 kΩ

Tableau 2.26 Valeurs seuil de déclenchement

AVIS!

Vérifier que la tension d'alimentation choisie respecte la spécification de l'élément de thermistance utilisé.

2

Récapitulatif

Grâce à la caractéristique de limite de couple, le moteur est protégé contre toute surcharge indépendante de la vitesse. Grâce à l'ETR, le moteur est protégé contre les surchauffes et aucune protection de moteur supplémentaire n'est nécessaire. Cela signifie que lorsque le moteur chauffe, le temporisateur ETR contrôle le temps pendant lequel le moteur peut fonctionner à haute température avant de l'arrêter pour éviter une surchauffe. Si le moteur est en surcharge sans atteindre la température à laquelle l'ETR arrête le moteur, la limite de couple protège le moteur et l'application de toute surcharge.

L'ETR est activé au par. *1-90 Protect. thermique mot.* et est contrôlé au par. *4-16 Mode moteur limite couple*. Le temps avant que l'avertissement de limite de couple n'arrête le variateur de fréquence est réglé au par. *14-25 Délais Al./ C.limit ?*.

Danfoss A/S © Rév. 06/2014 Tous droits réservés.

3 Sélection

3.1 Options et accessoires

Danfoss propose une vaste gamme d'options et d'accessoires pour les variateurs de fréquence.

3.1.1 Installation des modules d'option à l'emplacement B

Couper l'alimentation du variateur de fréquence.

Pour les protections de types A2 et A3 :

1. Retirer le LCP, la protection borniers et le châssis du LCP du variateur de fréquence.
2. Installer la carte de l'option MCB 1xx dans l'emplacement B.
3. Brancher les câbles de commande et les placer sur les étriers fournis.
   Enlever la débouchure sur le châssis étendu du LCP livré dans le kit de l'option, de manière à monter l'option sous le châssis étendu du LCP.
4. Remonter le châssis du LCP et la protection borniers.
5. Remonter le LCP ou le couvercle aveugle du châssis du LCP.
6. Remettre le variateur de fréquence sous tension.
7. Régler les fonctions d'entrée/sortie dans les paramètres correspondants, comme indiqué dans le paragraphe *chapitre 9.2 Spécifications générales*.

Pour les protections de types B1, B2, C1 et C2 :

1. Retirer le LCP et son support.
2. Installer la carte de l'option MCB 1xx dans l'emplacement B.
3. Brancher les câbles de commande et les placer sur les étriers fournis.
4. Remonter le support.
5. Remonter le LCP.

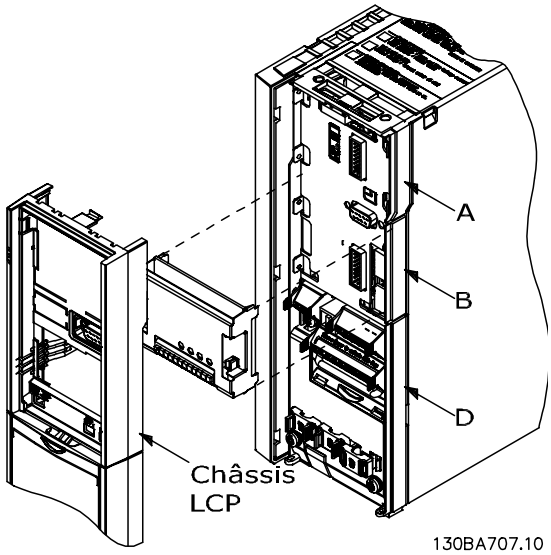


Illustration 3.1 Protections de types A2, A3 et B3.

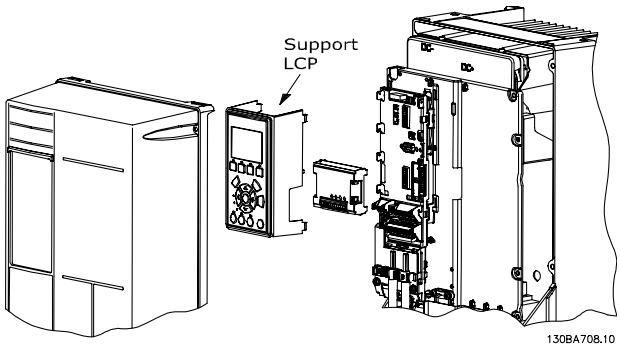


Illustration 3.2 Protections de types A5, B1, B2, B4, C1, C2, C3 et C4

3.1.2 Module d'E/S à usage général MCB 101

Le MCB 101 sert d'extension du nombre d'entrées et sorties digitales et analogiques du variateur de fréquence.

Le MCB 101 doit être monté à l'emplacement B du variateur de fréquence. Contenu :

- Module d'option MCB 101
- Châssis du LCP étendu
- Protection borniers

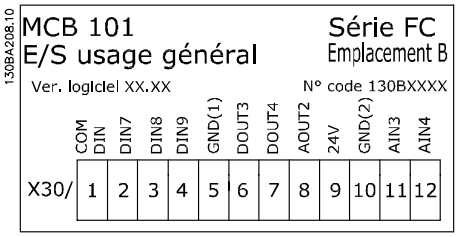


Illustration 3.3

Isolation galvanique dans le MCB 101

Les entrées digitales et analogiques sont isolées galvaniquement des autres entrées et sorties du MCB 101 et de la carte de commande du variateur de fréquence. Les sorties digitales et analogiques du MCB 101 sont isolées galvaniquement des autres entrées et sorties du MCB 101, mais pas de celles de la carte de commande du variateur de fréquence.

Si les entrées digitales 7, 8 ou 9 doivent être activées à l'aide d'une alimentation interne de 24 V (borne 9), la connexion entre les bornes 1 et 5, représentée sur l'*Illustration 3.4*, doit être effectuée.

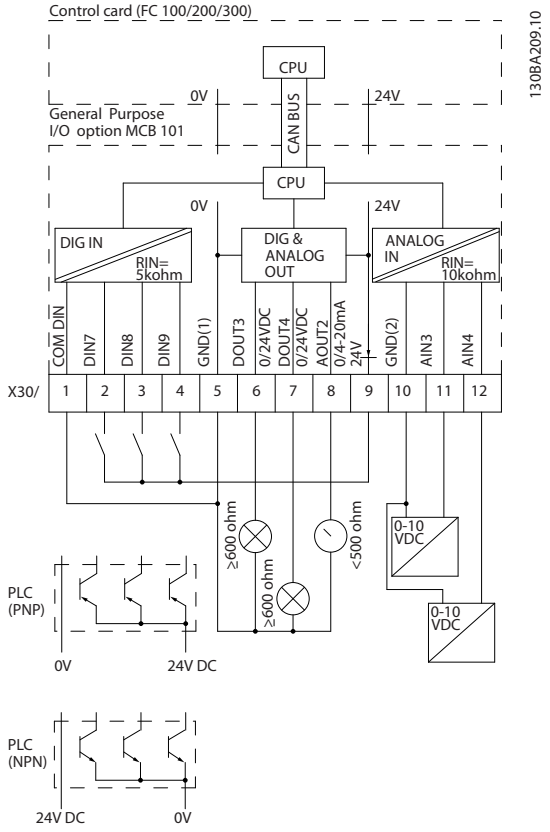


Illustration 3.4 Schéma de principe

3.1.3 Entrées digitales - borne X30/1-4

Nombre d'entrées digitales	Niveau de tension	Niveaux de tension	Tolérance	Impédance d'entrée max.
3	0-24 V CC	Type PNP : Commun = 0 V Niveau logique 0 : entrée < 5 V CC Niveau logique 0 : entrée > 10 V CC Type NPN : Commun = 24 V Niveau logique 0 : entrée > 19 V CC Niveau logique 0 : entrée < 14 V CC	±28 V continu ±37 V en 10 s minimum	Environ 5 kΩ

Tableau 3.1 Paramètres de configuration : 5-16, 5-17 et 5-18

3.1.4 Entrées de tension analogiques - borne X30/10-12

Nombre d'entrées de tension analogiques	Signal d'entrée standardisé	Tolérance	Résolution	Impédance d'entrée max.
2	0-10 V CC	±20 V continu	10 bits	Environ 5 kΩ

Tableau 3.2 Paramètres de configuration : 6-3*, 6-4* et 16-76

3.1.5 Sorties digitales - borne X30/5-7

Nombre de sorties digitales	Niveau de sortie	Tolérance	Impédance max.
2	0 ou 2 V CC	± 4 V	≥ 600 Ω

Tableau 3.3 Paramètres de configuration : 5-32 et 5-33

3.1.6 Sorties analogiques - borne X30/5+8

Nombre de sorties analogiques	Niveau du signal de sortie	Tolérance	Impédance max.
1	0/4-20 mA	±0,1 mA	< 500 Ω

Tableau 3.4 Paramètres de configuration : 6-6* et 16-77

3.1.7 Option de relais MCB 105

L'option MCB 105 comprend 3 contacts d'interrupteur unipolaire bidirectionnel et doit être installée 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 CC 1 A
Charge max. sur les bornes (CC-13)[1)] (charge inductive)	24 V CC 0,1 A
Charge min. sur les bornes (CC)	5 V 10 mA
Vitesse de commutation max. à charge nominale/min.	6 min^{-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
- Châssis du LCP étendu et protection borniers plus grande
- Étiquette permettant de recouvrir l'accès aux commutateurs S201, S202 et S801
- Étriers de fixation des câbles au module relais

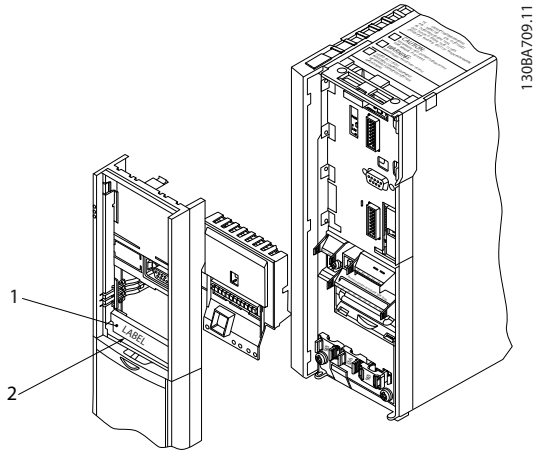


Illustration 3.5 Option de relais MCB 105

A2-A3-A4-B3	A5-B1-B2-B4-C1-C2-C3-C4

ATTENTION

1) IMPORTANT ! L'étiquette DOIT être placée sur le châssis du LCP, comme illustré (approbation UL).

Tableau 3.5 Légende de l'*Illustration 3.5* et de l'*Illustration 3.6*

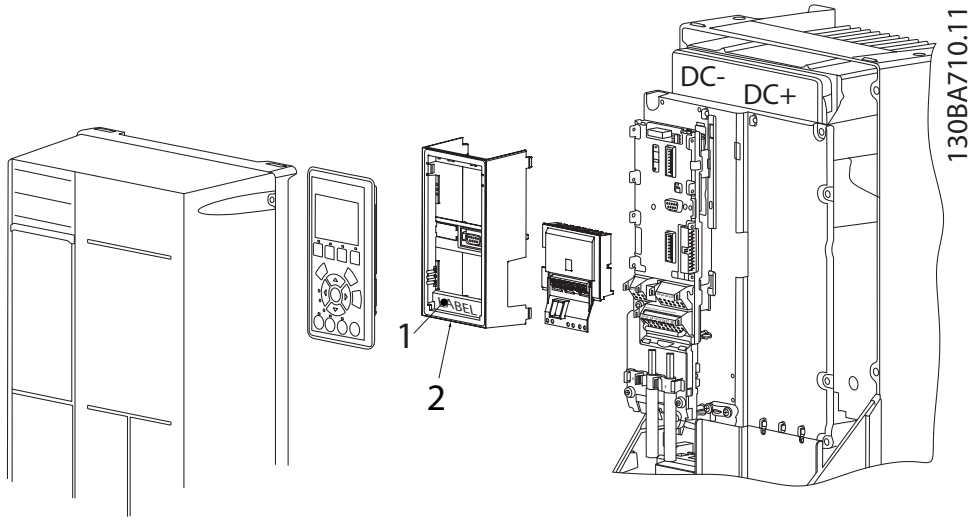


Illustration 3.6 Kit d'option de relais

⚠AVERTISSEMENT

Avertissement alimentation double

Ajout de l'option MCB 105 :

- Voir les instructions de montage au début du chapitre *Options et accessoires*.
- Couper l'alimentation des connexions sous tension sur les bornes de relais.
- Ne pas mélanger éléments sous tension et signaux de commande (PELV).
- Sélectionner les fonctions de relais aux par. *5-40 Fonction relais* [6-8], *5-41 Relais, retard ON* [6-8] et *5-42 Relais, retard OFF* [6-8].

AVIS!

L'indice [6] est le relais 7, l'indice [7] est le relais 8 et l'indice [8] est le relais 9.

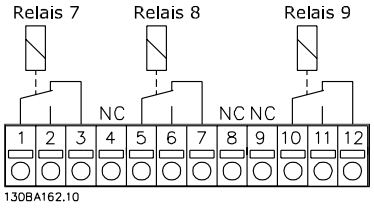


Illustration 3.7 Relais 7, Relais 8 et Relais 9

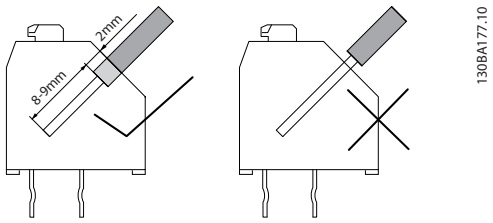


Illustration 3.8 Installation

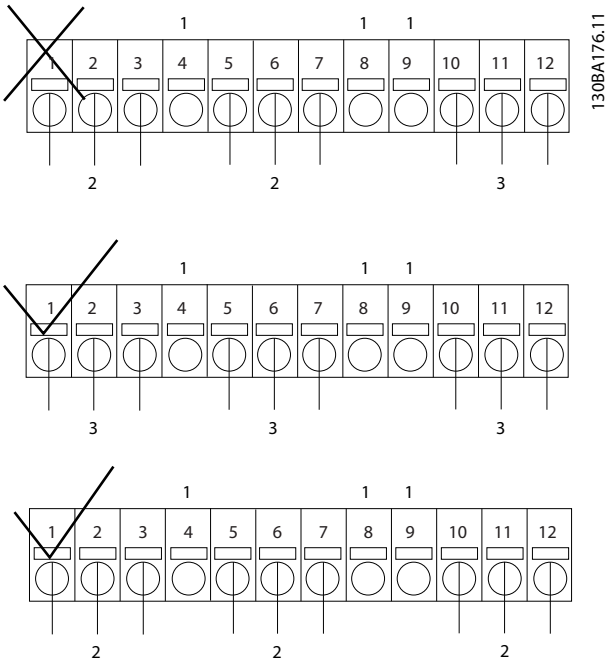


Illustration 3.9 Connexion

1	NF
2	Pièce sous tension
3	PELV

Tableau 3.6 Légende de l'*Illustration 3.9*

⚠AVERTISSEMENT

Ne pas mélanger éléments basse tension et systèmes PELV. Au moindre défaut, il peut s'avérer dangereux de toucher le système entier, au point de causer des blessures graves, voire le décès.

3.1.8 Option de secours 24 V MCB 107 (option D)

Alimentation 24 V CC externe

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

3

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

Tableau 3.7 Spécification de l'alimentation 24 V CC externe

Les entrées sont protégées.

Numéros des bornes :

Borne 35 : - alimentation 24 V CC externe.

Borne 36 : + alimentation 24 V CC externe

Procéder comme suit :

1. Retirer le LCP ou le couvercle aveugle.
2. Retirer la protection borniers.
3. Retirer la plaque de connexion à la terre et le couvercle plastique en dessous.
4. Insérer l'option d'alimentation de secours 24 V CC externe dans l'emplacement prévu à cet effet.
5. Monter la plaque de connexion à la terre.
6. Fixer la protection borniers et le LCP ou le couvercle aveugle.

Quand l'option de secours 24 V MCB 107 alimente le circuit de commande, l'alimentation interne 24 V est automatiquement déconnectée.

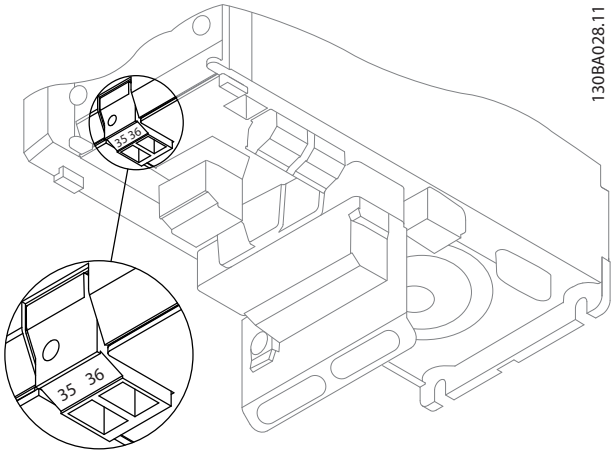


Illustration 3.10 Connexion à l'alimentation de secours 24 V (A2-A3).

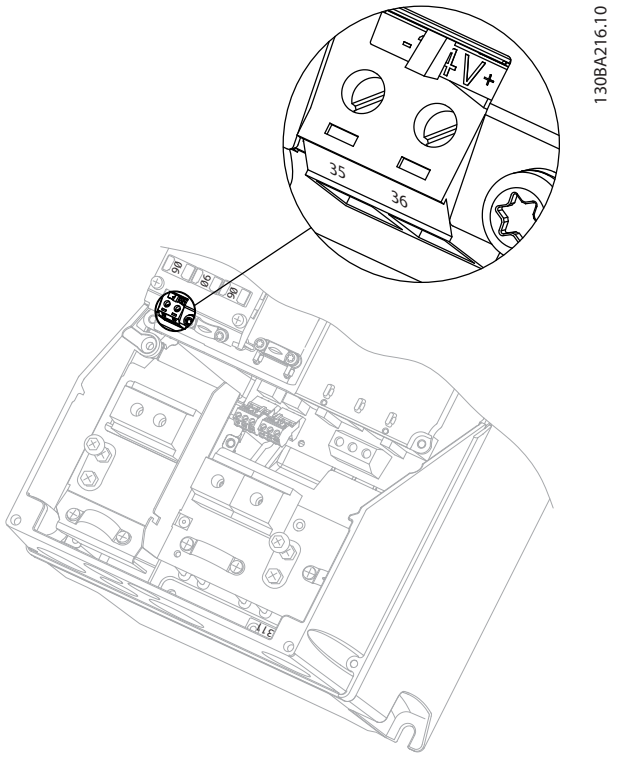


Illustration 3.11 Connexion à l'alimentation de secours 24 V (A5-C2).

3.1.9 Option d'E/S analogiques MCB 109

La carte d'E/S analogique doit être utilisée, entre autres, pour :

- Fournir une batterie de secours de la fonction d'horloge de la carte de commande.
- Servir d'extension générale d'une sélection d'E/S analogiques disponibles sur la carte de commande, p. ex. pour le contrôle de pression multi-zone avec 3 transmetteurs de pression
- Transformer le variateur de fréquence en bloc d'E/S décentralisé prenant en charge les systèmes de gestion des immeubles avec des entrées pour les capteurs et des sorties pour contrôler les actionneurs de clapets et vannes
- Prendre en charge les régulateurs PID étendus avec des E/S pour les entrées de consigne, des entrées de transmetteurs/capteurs et des sorties pour les actionneurs.

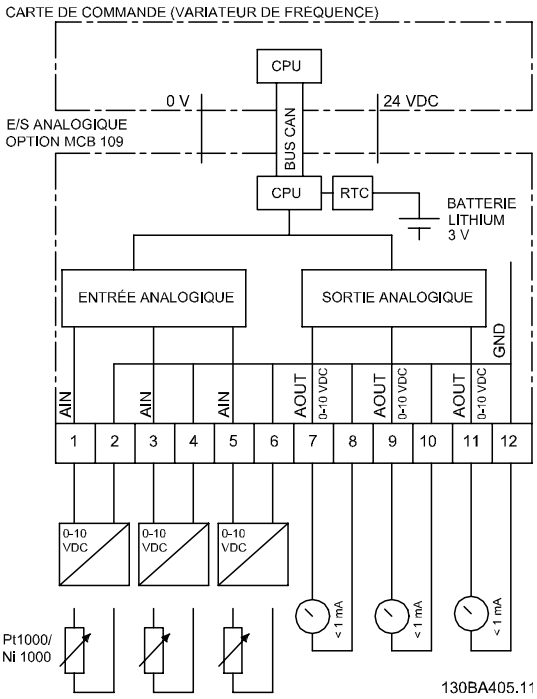


Illustration 3.12 Schéma de principe des E/S analogiques montées sur le variateur de fréquence.

Configuration des E/S analogiques
3 entrées analogiques, capables de gérer ce qui suit :

- 0-10 V CC

Ou

- 0-20 mA (entrée de tension 0-10 V) en montant une résistance de 510 Ω entre les bornes (voir **AVIS**)
- 4-20 mA (entrée de tension 2-10 V) en montant une résistance de 510 Ω entre les bornes (voir **AVIS**)
- Capteur de température Ni1000 de 1 000 Ω à 0 °C. Spécifications selon DIN 43760
- Capteur de température Pt1000 de 1 000 Ω à 0 °C. Spécifications selon CEI 60751

3 sorties analogiques fournissant 0-10 V CC.

AVIS!

Noter les valeurs disponibles au sein des différents groupes standard de résistances :
E12 : la valeur standard la plus proche est 470 Ω, ce qui crée une entrée de 449,9 Ω et 8,997 V.
E24 : la valeur standard la plus proche est 510 Ω, ce qui crée une entrée de 486,4Ω et 9,728 V.
E48 : la valeur standard la plus proche est 511 Ω, ce qui crée une entrée de 487,3 Ω et 9,746 V.
E96 : la valeur standard la plus proche est 523 Ω, ce qui crée une entrée de 498,2 Ω et 9,964 V.

Entrées analogiques - borne X42/1-6
Groupe de paramètres : 18-3*. Voir aussi le *Guide de programmation du VLT® HVAC Drive.*

Groupes de paramètres pour la configuration : 26-0*, 26-1*, 26-2* et 26-3*. Voir aussi le *Guide de programmation du VLT® HVAC Drive.*

3 entrées analogiques	Utilisées comme entrée de capteur de température	Utilisées comme entrées de tension
Plage de fonctionnement	-50 à +150 °C	0-10 V CC
Résolution	11 bits	10 bits
Précision	-50 °C ±1 Kelvin +150 °C ±2 Kelvin	0,2 % de l'échelle totale à la température cal.
Échantillonnage	3 Hz	2,4 Hz
Charge max.	-	±20 V continu
Impédance	-	Environ 5 kΩ

Tableau 3.8 Entrées analogiques - borne X42/1-6

Lorsqu'elles sont utilisées pour la tension, les entrées analogiques peuvent être mises à l'échelle via les paramètres de chaque entrée.

Lorsque les entrées analogiques sont utilisées comme capteur de température, leur mise à l'échelle est préréglée au niveau de signal nécessaire pour une plage de température spécifiée.

Lorsque les entrées analogiques sont utilisées comme capteurs de température, il est possible de lire la valeur du signal de retour en °C et °F.

En cas de fonctionnement avec des capteurs de température, la longueur de câble maximale pour raccorder les capteurs est de 80 m de fils non blindés/non torsadés.

Sorties analogiques - borne X42/7-12
Groupe de paramètres : 18-3*. Voir aussi le *Guide de programmation du VLT® HVAC Drive.*
Groupes de paramètres pour la configuration : 26-4*, 26-5* et 26-6*. Voir aussi le *Guide de programmation du VLT® HVAC Drive.*

3 sorties analogiques	Niveau du signal de sortie	Résolution	Linéarité	Charge max.
Volt	0-10 V CC	11 bits	1 % de l'échelle totale	1 mA

Tableau 3.9 Sorties analogiques - borne X42/7-12

Les sorties analogiques peuvent être mises à l'échelle via les paramètres de chaque sortie.

La fonction attribuée est sélectionnée via un paramètre et offre les mêmes options que les sorties analogiques de la carte de commande.

Pour une description plus détaillée des paramètres, se reporter au *Guide de programmation du VLT® HVAC Drive.*

Horloge en temps réel (RTC) avec alimentation de secours
Le format de date de la RTC comporte année, mois, date, heure, minutes et jour de la semaine.

La précision de l'horloge est supérieure à ±20 ppm à 25 °C.

La batterie de secours intégrée au lithium dure en moyenne 10 ans minimum, lorsque le variateur de fréquence fonctionne à une température ambiante de 40 °C. Si la batterie de secours tombe en panne, l'option d'E/S analogiques doit être échangée.

3.1.10 Carte thermistance PTC MCB 112

L'option MCB 112 permet la surveillance de la température d'un moteur électrique via une entrée thermistance PTC isolée galvaniquement. C'est une option B pour le variateur de fréquence avec absence sûre du couple.

Pour obtenir des informations sur le montage et l'installation de l'option, se reporter au chapitre *chapitre 3.1.1 Installation des modules d'option à l'emplacement B*. Voir également le chapitre *chapitre 7 Exemples d'applications* pour connaître les différentes possibilités.

X44/1 et X44/2 sont les entrées de thermistance. X44/12 active l'absence sûre du couple du variateur de fréquence (borne 37) si les valeurs de thermistance le rendent nécessaires et X44/10 informe le variateur de fréquence que la demande d'absence sûre du couple provient du MCB 112 afin d'assurer une gestion adaptée des alarmes. Un des paramètres des entrées digitales (ou l'entrée digitale d'une option montée) doit être réglé sur *[80] Carte PTC 1* afin d'utiliser l'information provenant de X44/10. Configurer le par. *5-19 Arrêt de sécurité borne 37* sur la fonctionnalité Absence sûre du couple souhaitée (alarme d'arrêt de sécurité par défaut).

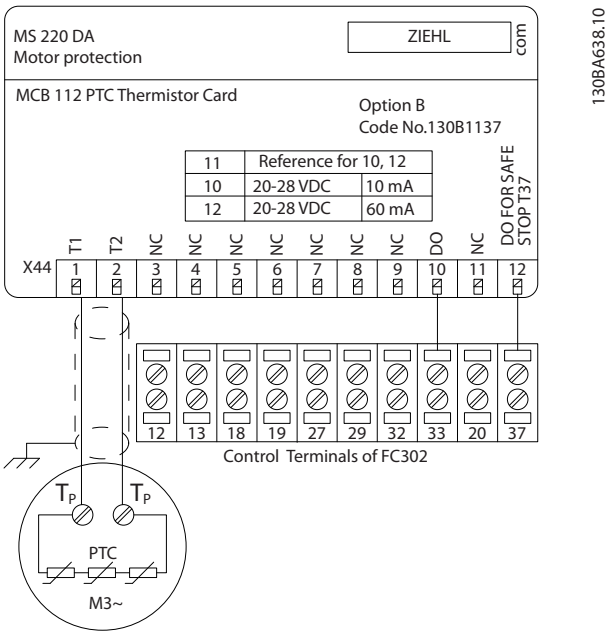


Illustration 3.13 Installation de MCB 112

Certification ATEX avec FC 102
Le MCB 112 a été certifié ATEX, ce qui signifie que le variateur de fréquence avec MCB 112 peut être utilisé avec des moteurs dans des atmosphères potentiellement explosives. Voir le Manuel d'utilisation du MCB 112 pour plus d'informations.

Illustration 3.14 ATmosphère EXplosive (ATEX)

Données électriques

Connexion de résistance	
PTC conforme à DIN 44081 et DIN 44082	
Chiffre	1 à 6 résistances en série
Valeur de fermeture	3,3 Ω.... 3,65 Ω ... 3,85 Ω
Valeur de reset	1,7 Ω .... 1,8 Ω ... 1,95 Ω
Tolérance de déclenchement	± 6 °C
Résistance collective de la boucle du capteur	< 1,65 Ω
Tension de la borne	≤ 2,5 V pour R ≤ 3,65 Ω, ≤ 9 V pour R = ∞
Courant du capteur	≤ 1 mA
Court-circuit	20 Ω ≤ R ≤ 40 Ω
Puissance consommée	60 mA

Conditions de test	
EN 60 947-8	
Mesure de résistance aux surtensions	6 000 V
Catégorie de surtension	III
Degré de pollution	2
Mesure d'isolation de tension Vbis	690 V
Isolation galvanique fiable jusqu'à Vi	500 V
Température ambiante perm.	-20 °C ... +60 °C
	EN 60068-2-1 Chaleur sèche
Humidité	5-95 %, pas de condensation autorisée
Résistance CEM	EN61000-6-2
Émissions CEM	EN61000-6-4
Résistance aux vibrations	10 ... 1 000 Hz 1,14 g
Résistance aux chocs	50 g

Valeurs du système de sécurité	
EN 61508 pour Tu = 75 °C continu	
SIL	2 pour cycle de maintenance de 2 ans
	1 pour cycle de maintenance de 3 ans
HFT	0
PFD (pour test fonctionnel annuel)	4,10 $*10^{-3}$
SFF	78%
$\lambda_s + \lambda_{DD}$	8494 FIT
λ_{DU}	934 FIT
Référence 130B1137	

3.1.11 Option d'entrée du capteur MCB 114

La carte d'option d'entrée du capteur MCB 114 peut être utilisée pour :

- Servir d'entrée de capteur pour les transmetteurs thermiques PT100 et PT1000 afin de surveiller les températures des paliers.
- Servir d'extension générale de sorties analogiques avec une entrée supplémentaire pour le contrôle de zones multiples ou les mesures de pression différentielle.
- Prendre en charge les régulateurs PID étendus avec des E/S pour les entrées de points de consigne, de transmetteurs/capteurs.

Les moteurs typiques, conçus avec des capteurs de température pour la protection des paliers contre la surcharge, sont équipés de trois capteurs de température PT100/PT1000 : un à l'avant, un dans le palier à l'arrière et un dans les bobines du moteur. L'option d'entrée du capteur MCB 114 prend en charge des capteurs à 2 ou 3 fils avec des températures limites individuelles pour les sous/sur-températures. Le type de capteur (PT100 ou PT1000) est détecté automatiquement lors de la mise sous tension.

3

L'option peut générer une alarme si la température mesurée est en dessous de la limite inférieure ou au-dessus de la limite supérieure spécifiées par l'utilisateur. La température individuelle mesurée à chaque entrée de capteur peut s'afficher sur l'écran ou dans les paramètres d'affichage. En présence d'une alarme, les relais ou les sorties digitales peuvent être programmés pour être actifs au niveau haut en sélectionnant *[21] Avertis.thermiq.* dans le groupe de paramètres 5-**.

Une condition de panne est associée à un numéro commun d'avertissement/alarme. Il s'agit ici de l'alarme/avertissement 20, Erreur entrée temp. Toute sortie disponible peut être programmée pour être active en cas d'avertissement ou d'alarme.

3.1.11.1 Numéros de code de commande et pièces livrées

N° de code version standard : 130B1172.
N° de code version tropicalisée : 130B1272.

3.1.11.2 Spécifications électriques et mécaniques

Entrée analogique	
Nombre d'entrées analogiques	1
Format	0-20 mA ou 4-20 mA
Fils	2
Impédance d'entrée	< 200 Ω
Fréquence d'échantillonnage	1 kHz
Filtre d'ordre 3	100 Hz à 3 dB
L'option peut alimenter le capteur analogique en 24 V CC (borne 1).	

Entrée de capteur de température	
Nombre d'entrées analogiques prenant en charge PT100/1000	3
Type de signal	PT100/1000
Connexion	PT 100 2 ou 3 fils/PT1000 2 ou 3 fils
Fréquence d'entrée des PT100 et PT1000	1 Hz pour chaque canal
Résolution	10 bits
Plage de température	-50-204 °C -58-399 °F

Isolation galvanique	
Les capteurs devant être connectés sont censés être isolés galvaniquement du niveau de tension secteur.	CEI 61800-5-1 et UL 508C

Câblage	
Longueur max. de câble de signal	500 m

3.1.11.3 Câblage électrique

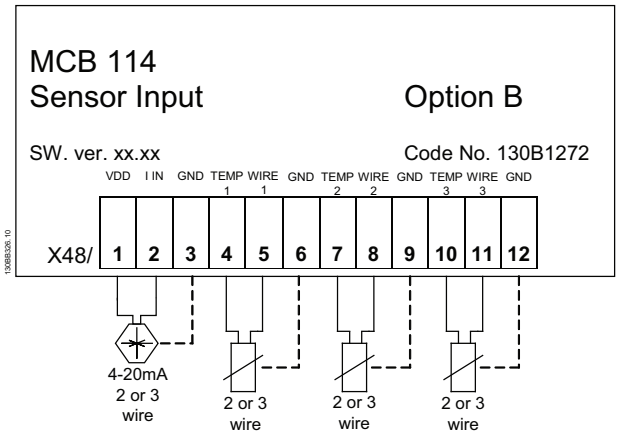


Illustration 3.15 Câblage électrique

Borne	Nom	Fonction
1	VDD	Alimentation 24 V CC du capteur 4-20 mA
2	I in	Entrée 4-20 mA
3	GND	Entrée analogique GND
4, 7, 10	Temp 1, 2, 3	Entrée température
5, 8, 11	Fil 1, 2, 3	Entrée du 3ème fil si des capteurs à 3 fils sont utilisés
6, 9, 12	GND	Entrée temp. GND

Tableau 3.10 Bornes

3.1.12 Kit de montage externe pour LCP

Le LCP peut être déplacé vers l'avant d'une armoire à l'aide du kit de montage externe. La protection est IP66. Les vis de fixation doivent être serrées à un couple max. d'1 Nm.

Protection	avant, IP66
Longueur de câble max. entre et unité	3 m
Norme de communication	RS-485

Tableau 3.11 Caractéristiques techniques

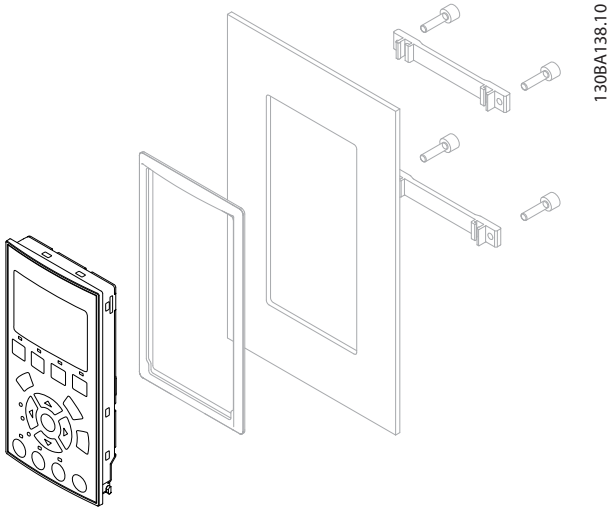


Illustration 3.16 Kit LCP comprenant LCP graphique, fixations, câble de 3 m et joint
Numéros de code 130B1113

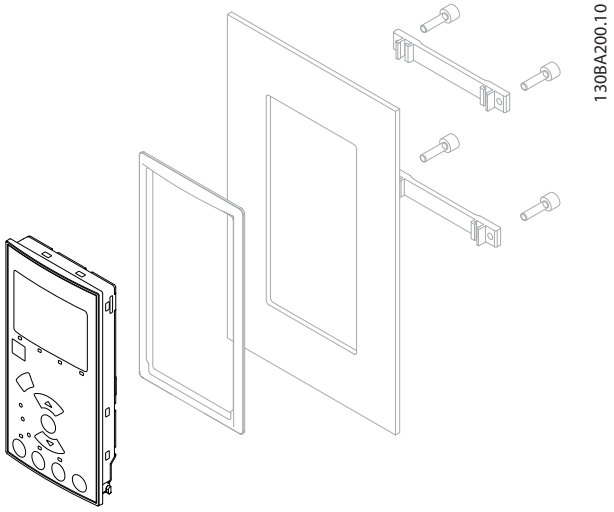


Illustration 3.17 Kit LCP comprenant LCP numérique, fixations et joint
N° code 130B1114

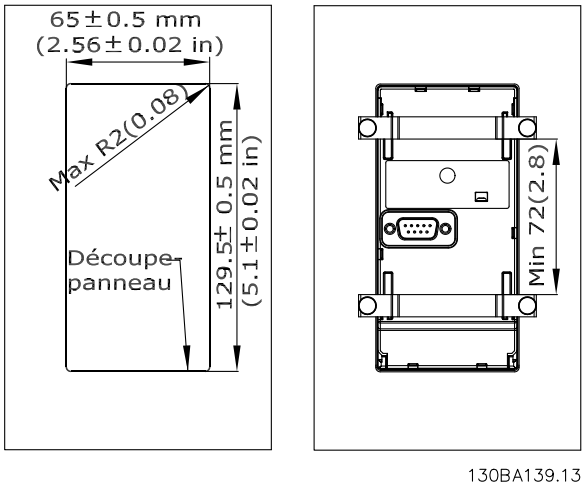


Illustration 3.18 Encombrement

3.1.13 Kit de protection IP21/IP41/TYPE 1

IP21/IP41 top/TYPE 1 est une protection optionnelle disponible pour les appareils compacts IP20, avec les protections de tailles A2-A3, B3+B4 et C3+C4.
En cas d'utilisation du kit de protection, l'unité IP20 est améliorée de manière à respecter la protection IP21/41 top/TYPE 1.

La protection IP41 top peut s'appliquer à toutes les variantes VLT® HVAC Drive IP20 standard.

3.1.14 Kit de protection IP21/Type 1

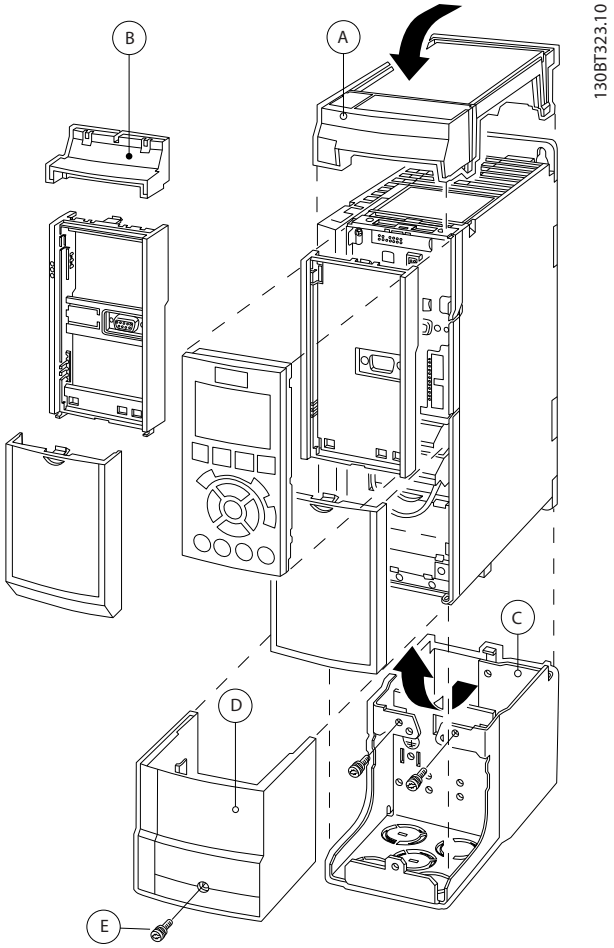


Illustration 3.19 Protection de type A2

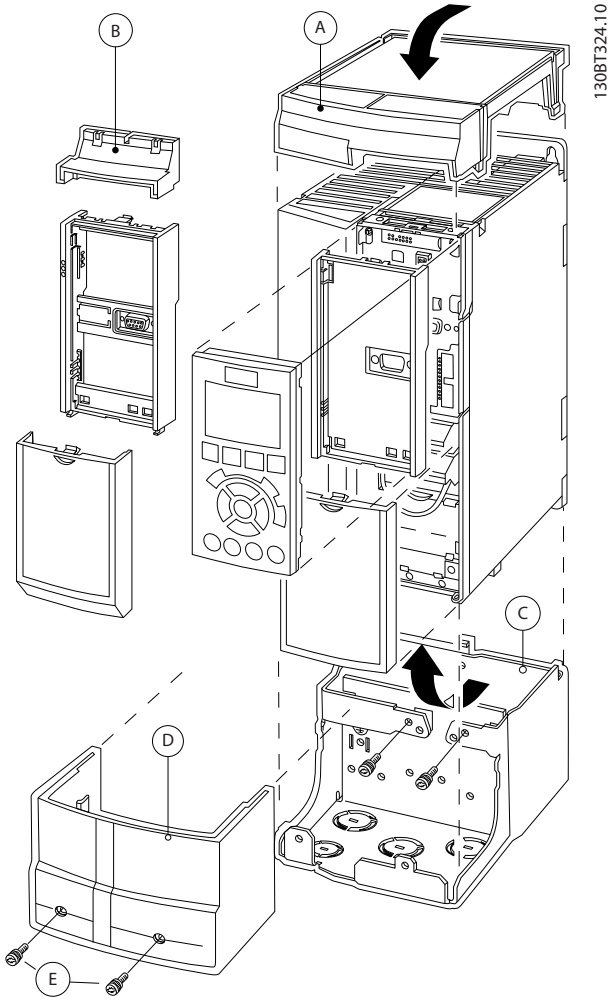


Illustration 3.20 Protection de type A3

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

Tableau 3.12 Légende de l'*Illustration 3.19* et de l'*Illustration 3.20*

Placer le couvercle supérieur comme illustré. Si une option A ou B est utilisée, le bord doit recouvrir l'entrée supérieure. Placer la base C au bas du variateur de fréquence et utiliser les brides présentes dans le sac d'accessoires pour attacher correctement les câbles.
Orifices pour presse-étoupe :
Taille A2 : 2 x M25 et 3 x M32
Taille A3 : 3 x M25 et 3 x M32

Type de protection	Hauteur A [mm]	Largeur B [mm]	Profondeur C* [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 3.13 Encombrement

** Si l'option A/B est utilisée, la profondeur augmente (voir section chapitre 5.1.2 Encombrement pour plus de détails).*

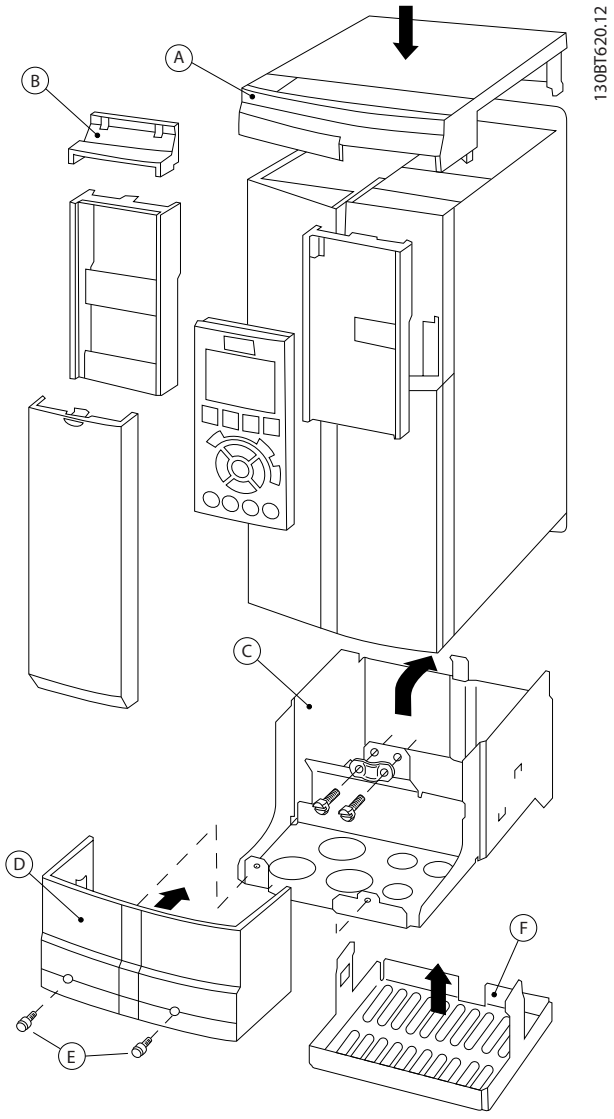


Illustration 3.21 Protection de type B3

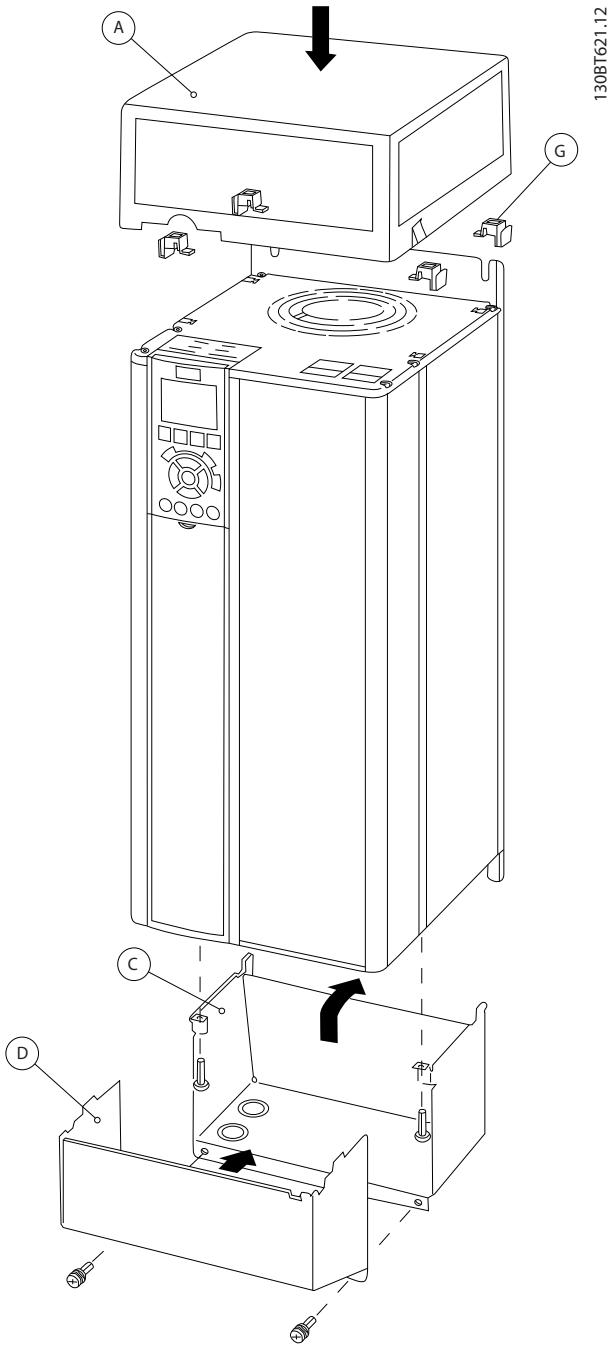


Illustration 3.22 Protections de types B4, C3, C4

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

Tableau 3.14 Légende de l'*Illustration 3.21* et de l'*Illustration 3.21*

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*.

3.1.15 Filtres de sortie

La commutation à haute vitesse du variateur de fréquence produit des effets secondaires qui influencent le moteur et l'environnement fermé. Ces effets secondaires peuvent être supprimés grâce à deux types de filtres différents : les filtres dU/dt et sinus.

Filtres dU/dt
Les contraintes d'isolation du moteur sont souvent liées à l'augmentation rapide de la tension et du courant. Des changements rapides d'énergie peuvent également se répercuter sur le circuit CC de l'onduleur et provoquer un arrêt. Le filtre dU/dt est conçu pour réduire les temps de montée de tension/changements rapides d'énergie du moteur et ainsi éviter le vieillissement prématuré et le contournement de l'isolation du moteur. Les filtres dU/dt ont une influence positive sur le rayonnement du bruit magnétique dans le câble qui raccorde le variateur de fréquence au moteur. L'onde de tension est toujours en forme d'impulsion, mais le rapport dU/dt est réduit par rapport à l'installation sans filtre.

Filtres sinus
Les filtres sinus sont conçus pour laisser passer uniquement les basses fréquences. Les hautes fréquences sont donc dérivées, ce qui donne une forme d'ondes de tension entre phases sinusoïdale et d'ondes de courant sinusoïdales.
Avec des formes d'ondes sinusoïdales, l'utilisation de moteurs de variateur de fréquence spéciaux avec isolation renforcée n'est plus nécessaire. Le bruit acoustique du moteur est également atténué en raison de la forme d'ondes.
Outre les caractéristiques du filtre dU/dt, le filtre sinus réduit également la contrainte d'isolation et les courants du palier du moteur, prolongeant ainsi la durée de vie du moteur et allongeant les intervalles entre les entretiens. Les filtres sinus permettent d'utiliser des câbles de moteur plus longs dans des applications où le moteur est installé loin du variateur de fréquence. La longueur est toutefois limitée car le filtre ne réduit pas les courants de fuite dans les câbles.

4 Commande

4.1 Formulaire de commande

4.1.1 Système de configuration du variateur

Il est possible de concevoir un variateur de fréquence selon les exigences de l'application à l'aide du système de références.

Pour le variateur de fréquence, il est possible de commander une version standard ou une version intégrant des options en envoyant un type de code string décrivant le produit au service commercial Danfoss :

FC-102P18KT4E21H1XGCXXXSXXXXAGBKCXXXXDX

La signification des caractères de la chaîne se trouve dans les pages contenant les références du *chapitre 3 Sélection*. Dans l'exemple ci-dessus, une option Profibus LON works et une option d'E/S à usage général sont incluses dans le variateur de fréquence.

Les références des variantes standard sont également disponibles au chapitre *chapitre 4 Commande*.

Configurer le variateur de fréquence adapté à l'application et générer le type de code string dans le système de configuration du variateur sur Internet. Le système de configuration génère automatiquement une référence de vente à 8 chiffres à envoyer au service commercial local. Établir par ailleurs une liste de projets comportant plusieurs produits et l'envoyer à un représentant commercial Danfoss.

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

Exemple de configuration proposé par le système de configuration du variateur :
Les chiffres indiqués dans les cases se rapportent à la lettre/au chiffre du type de code string - lire de la gauche vers la droite.

Groupes de produits	1-3	
Gamme de variateurs de fréquence	4-6	
Dimensionnement puissance	8-10	
Phases	11	
Tension secteur	12	
Protection	13-15	
Type de protection		
Classe de protection		
Tension carte de commande		
Configuration du matériel		
Filtre RFI	16-17	
Frein	18	
Affichage (LCP)	19	
Tropicalisation PCB	20	
Option secteur	21	
Adaptation A	22	
Adaptation B	23	
Version du logiciel	24-27	
Langue du logiciel	28	
Options A	29-30	
Options B	31-32	
Options C0, MCO	33-34	
Options C1	35	
Logiciel option C	36-37	
Options D	38-39	

Tableau 4.1 Exemple de configuration proposé par le système de configuration du variateur

4.1.2 Type de code string - basse et moyenne puissance

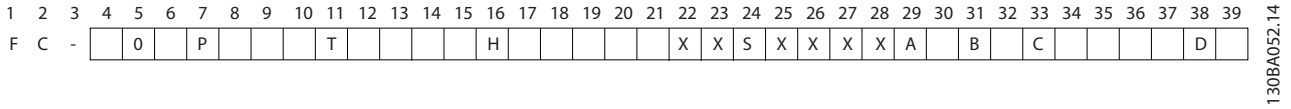


Illustration 4.1 Type de code string

4

Description	Pos.	Choix possible
Groupe de produits et gamme FC	1-6	FC 102
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 T 6 : 525-600 V CA T 7 : 525-690 V CA
Protection	13-15	E20 : IP20 E21 : IP21/NEMA Type 1 E55 : IP55/NEMA Type 12 E66 : IP66 P21 : IP21/NEMA Type 1 avec plaque arrière P55 : IP55/NEMA Type 12 avec plaque arrière Z55 : châssis A4 IP55 Z66 : châssis A4 IP66
Filtre RFI	16-17	H1 : filtre RFI classe A1/B H2 : filtre RFI classe A2 H3 : filtre RFI classe A1/B (longueur de câble réduite) Hx : pas de filtre RFI
Frein	18	X : aucun hacheur de freinage inclus B : hacheur de freinage inclus T : Arrêt de sécurité U : arrêt de sécurité + frein
Affichage	19	G : Panneau de commande local graphique (GLCP) N : Panneau de commande local numérique (NLCP) X : aucun panneau de commande local
Tropicalisation PCB	20	X : PCB non tropicalisé C : PCB tropicalisé
Option secteur	21	X : pas de sectionneur secteur et répartition de la charge 1 : avec sectionneur secteur (IP55 uniquement) 8 : sectionneur secteur et répartition de la charge D : Répartition de la charge Voir le chapitre 9 pour les sections de câble max.
Adaptation	22	X : entrées de câble standard O : filetage métrique européen dans les entrées de câble (A4, A5, B1, B2 uniquement) S : entrées de câble impériales (A5, B1, B2 uniquement)
Adaptation	23	Réservé
Version du logiciel	24-27	Logiciel actuel
Langue du logiciel	28	

Description	Pos.	Choix possible
Options A	29-30	AX : pas d'option A0 : MCA 101 Profibus DP V1 A4 : MCA 104 DeviceNet AG : MCA 108 Lonworks AJ : MCA 109 passerelle BACnet AL : MCA 120 Profinet AN : MCA 121 EtherNet/IP AQ : MCA-122 Modbus TCP
Options B	31-32	BX : pas d'option BK : MCB 101 option E/S à usage général BP : MCB 105 Option de relais BO : MCB 109 Option E/S ana. B2 : MCB 112 carte thermistance PTC B4 : option d'entrée du capteur MCB-114
Options C0, MCO	33-34	CX : pas d'option
Options C1	35	X : pas d'option
Logiciel option C	36-37	XX : logiciel standard
Options D	38-39	DX : pas d'option D0 : secours 24 V

Tableau 4.2 Description du type de code

4.2 Numéros de code

4.2.1 Références : Options et accessoires

Type	Description	Référence
Matériel divers I		
Connecteur de circuit intermédiaire	Bloc de raccordement pour la connexion du circuit intermédiaire sur A2/A3	130B1064
Kit IP21/4X dessus/TYPE 1	IP21/NEMA 1 Dessus + fond A2	130B1122
Kit IP21/4X dessus/TYPE 1	IP21/NEMA 1 Dessus + fond A3	130B1123
Kit IP21/4X dessus/TYPE 1	IP21/NEMA 1 Dessus + fond B3	130B1187
Kit IP21/4X dessus/TYPE 1	IP21/NEMA 1 Dessus + fond B4	130B1189
Kit IP21/4X dessus/TYPE 1	IP21/NEMA 1 Dessus + fond C3	130B1191
Kit IP21/4X dessus/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
Kit de montage sur panneau de support	Protection, de type A5	130B1028
Kit de montage sur panneau de support	Protection, de type B1	130B1046
Kit de montage sur panneau de support	Protection, de type B2	130B1047
Kit de montage sur panneau de support	Protection, de type C1	130B1048
Kit de montage sur panneau de support	Protection, de type C2	130B1049
Profibus D-Sub 9	Kit de connecteurs pour IP20	130B1112
Kit d'entrée supérieure Profibus	Kit d'entrée supérieure pour connexion Profibus - protections de types D + E	176F1742
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 101	Panneau de commande local numérique (NLCP)	130B1124
102	Panneau de commande local graphique (GLCP)	130B1107
Câble du	Câble du séparé, 3 m	175Z0929
Kit	Kit de montage du panneau 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	Kit de montage du panneau pour tous les LCP, comprenant fixations, câble de 3 m et joint	130B1117

Type	Description	Référence
Matériel divers I		
Kit	Kit de montage avant, protections IP55	130B1129
Kit	Kit de montage du panneau pour tous les LCP, comprenant fixations et joint, sans câble	130B1170

Tableau 4.3 Il est possible de commander les options en tant qu'options incorporées en usine, voir les informations concernant les commandes.

Type	Description	Commentaires
Option pour emplacement A		**Référence Tropicalisé**
MCA 101	Option Profibus DP V0/V1	130B1200
MCA 104	Option DeviceNet	130B1202
MCA 108	LonWorks	130B1206
MCA 109	Passerelle BACnet pour intégration. Ne pas utiliser avec la carte MCB 105 d'option relais.	130B1244
MCA 120	Profinet	130B1135
MCA 121	Ethernet	130B1219
Options pour emplacement B		
MCB 101	Usage général option entrée/sortie	
MCB 105	Option de relais	
MCB 109	Option d'E/S analogiques et batterie de secours pour horloge en temps réel	130B1243
MCB 112	PTC ATEX	130B1137
MCB 114	Entrée de capteur - non tropicalisée	130B1172
	Entrée de capteur - tropicalisée	130B1272
Option pour D		
MCB 107	Secours 24 V CC	130B1208
Options externes		
Ethernet IP	Ethernet maître	

Tableau 4.4 Informations pour la commande d'options

Pour obtenir 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 d'arrêt de sécurité	130B1150	
Carte de commande FC	Sans fonction d'arrêt de sécurité	130B1151	
Ventilateur A2	Ventilateur, protection de type A2	130B1009	
Ventilateur A3	Ventilateur, protection de type A3	130B1010	
Ventilateur A5	Ventilateur, protection de type A5	130B1017	
Ventilateur B1	Ventilateur externe, protection de type B1	130B3407	
Ventilateur B2	Ventilateur externe, protection de type B2	130B3406	
Ventilateur B3	Ventilateur externe, protection de type 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 type C1	130B3865	
Ventilateur C2	Ventilateur externe, protection de type C2	130B3867	
Ventilateur C3	Ventilateur externe, protection de type C3	130B4292	
Ventilateur C4	Ventilateur externe, protection de type C4	130B4294	
Matériel divers II			
Sac d'accessoires A2	Sac d'accessoires, protection de type A2	130B1022	
Sac d'accessoires A3	Sac d'accessoires, protection de type A3	130B1022	
Sac d'accessoires A4	Sac d'accessoires pour châssis A4 sans filetage	130B0536	
Sac d'accessoires A5	Sac d'accessoires, protection de type A5	130B1023	
Sac d'accessoires B1	Sac d'accessoires, protection de type B1	130B2060	
Sac d'accessoires B2	Sac d'accessoires, protection de type B2	130B2061	
Sac d'accessoires B3	Sac d'accessoires, protection de type B3	130B0980	
Sac d'accessoires B4	Sac d'accessoires, protection de type B4	130B1300	Petit
Sac d'accessoires B4	Sac d'accessoires, protection de type B4	130B1301	Grand
Sac d'accessoires C1	Sac d'accessoires, protection de type C1	130B0046	
Sac d'accessoires C2	Sac d'accessoires, protection de type C2	130B0047	
Sac d'accessoires C3	Sac d'accessoires, protection de type C3	130B0981	
Sac d'accessoires C4	Sac d'accessoires, protection de type C4	130B0982	Petit
Sac d'accessoires C4	Sac d'accessoires, protection de type C4	130B0983	Grand

Tableau 4.5 Informations pour la commande d'accessoires

4.2.2 Références : 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 %

$I_{AHF,N}$ [A]	Moteur typique utilisé [kW]	Référence Danfoss		Taille du variateur de fréquence
		AHF 005	AHF 010	
10	1,1-4	175G6600	175G6622	P1K1, P4K0
19	5.5-7.5	175G6601	175G6623	P5K5-P7K5
26	11	175G6602	175G6624	P11K
35	15-18,5	175G6603	175G6625	P15K-P18K
43	22	175G6604	175G6626	P22K
72	30-37	175G6605	175G6627	P30K-P37K
101	45-55	175G6606	175G6628	P45K-P55K
144	75	175G6607	175G6629	P75K
180	90	175G6608	175G6630	P90K
217	110	175G6609	175G6631	P110
289	132	175G6610	175G6632	P132-P160
324	160	175G6611	175G6633	
370	200	175G6688	175G6691	P200
506	250	175G6609 + 175G6610	175G6631 + 175G6632	P250
578	315	2x 175G6610	2x 175G6632	P315
648	355	2x175G6611	2x175G6633	P355
694	400	175G6611 + 175G6688	175G6633 + 175G6691	P400
740	450	2x175G6688	2x175G6691	P450

Tableau 4.6 380-415 V CA, 50 Hz

$I_{AHF,N}$ [A]	Moteur typique utilisé [HP]	Référence Danfoss		Taille du variateur de fréquence
		AHF 005	AHF 010	
10	1,1-4	130B2540	130B2541	P1K1-P4K0
19	5.5-7.5	130B2460	130B2472	P5K5-P7K5
26	11	130B2461	130B2473	P11K
35	15-18,5	130B2462	130B2474	P15K, P18K
43	22	130B2463	130B2475	P22K
72	30-37	130B2464	130B2476	P30K-P37K
101	45-55	130B2465	130B2477	P45K-P55K
144	75	130B2466	130B2478	P75K
180	90	130B2467	130B2479	P90K
217	110	130B2468	130B2480	P110
289	132	130B2469	130B2481	P132
324	160	130B2470	130B2482	P160
370	200	130B2471	130B2483	P200
506	250	130B2468 + 130B2469	130B2480 + 130B2481	P250
578	315	2x 130B2469	2x 130B2481	P315
648	355	2x130B2470	2x130B2482	P355
694	400	130B2470 + 130B2471	130B2482 + 130B2483	P400
740	450	2x130B2471	130B2483	P450

Tableau 4.7 380-415 V CA, 60 Hz

$I_{AHF,N}$ [A]	Moteur typique utilisé [HP]	Référence Danfoss		Taille du variateur de fréquence
		AHF 005	AHF 010	
10	1.5-7.5	130B2538	130B2539	P1K1-P5K5
19	10-15	175G6612	175G6634	P7K5-P11K
26	20	175G6613	175G6635	P15K
35	25-30	175G6614	175G6636	P18K-P22K
43	40	175G6615	175G6637	P30K
72	50-60	175G6616	175G6638	P37K-P45K
101	75	175G6617	175G6639	P55K
144	100-125	175G6618	175G6640	P75K-P90K
180	150	175G6619	175G6641	P110
217	200	175G6620	175G6642	P132
289	250	175G6621	175G6643	P160
370	350	175G6690	175G6693	P200
434	350	2x175G6620	2x175G6642	P250
506	450	175G6620 + 175G6621	175G6642 + 175G6643	P315
578	500	2x 175G6621	2x 175G6643	P355
648	550-600	2x175G6689	2x175G6692	P400
694	600	175G6689 + 175G6690	175G6692 + 175G6693	P450
740	650	2x175G6690	2x175G6693	P500

Tableau 4.8 440-480 V CA, 60 Hz

La correspondance variateur de fréquence/filtre est préalablement calculée d'après une tension de 400 V/480 V, une charge moteur typique (quadripolaire) et un couple de 110 %.

$I_{AHF,N}$ [A]	Moteur typique utilisé [kW]	Référence Danfoss		Taille du variateur de fréquence
		AHF 005	AHF 010	
10	1.1-7.5	175G6644	175G6656	P1K1-P7K5
19	11	175G6645	175G6657	P11K
26	15-18,5	175G6646	175G6658	P15K-P18K
35	22	175G6647	175G6659	P22K
43	30	175G6648	175G6660	P30K
72	37-45	175G6649	175G6661	P45K-P55K
101	55	175G6650	175G6662	P75K
144	75-90	175G6651	175G6663	P90K-P110
180	110	175G6652	175G6664	P132
217	132	175G6653	175G6665	P160
289	160-200	175G6654	175G6666	P200-P250
324	250	175G6655	175G6667	P315
397	315	175G6652 + 175G6653	175G6641 + 175G6665	P400
434	355	2x175G6653	2x175G6665	P450
506	400	175G6653 + 175G6654	175G6665 + 175G6666	P500
578	450	2X 175G6654	2X 175G6666	P560
613	500	175G6654 + 175G6655	175G6666 + 175G6667	P630

Tableau 4.9 500-525 V CA, 50 Hz

$I_{AHF,N}$ [A]	Moteur typique utilisé [kW]	Référence Danfoss		Taille du variateur de fréquence
		AHF 005	AHF 010	
43	45	130B2328	130B2293	
72	45-55	130B2330	130B2295	P37K-P45K
101	75-90	130B2331	130B2296	P55K-P75K
144	110	130B2333	130B2298	P90K-P110
180	132	130B2334	130B2299	P132
217	160	130B2335	130B2300	P160
288	200-250	2x130B2333	130B2301	P200-P250
324	315	130B2334 + 130B2335	130B2302	P315
397	400	130B2334 + 130B2335	130B2299 + 130B2300	P400
434	450	2x130B2335	2x130B2300	P450
505	500	*	130B2300 + 130B2301	P500
576	560	*	2x130B2301	P560
612	630	*	130B2301 + 130B2300	P630
730	710	*	2x130B2302	P710

Tableau 4.10 690 V CA, 50 Hz

** Pour les courants plus élevés, merci de contacter Danfoss.*

4.2.3 Références : modules de filtre sinus, 200-500 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 CA]	380-440 [V CA]	440-480 [V CA]					
	P1K1	P1K1	5	120	130B2441	130B2406	4,5
	P1K5	P1K5	5	120	130B2441	130B2406	4,5
	P2K2	P2K2	5	120	130B2443	130B2408	8
P1K5	P3K0	P3K0	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	100	130B2447	130B2412	24
P7K5	P15K	P15K	4	100	130B2448	130B2413	38
	P18K	P18K	4	100	130B2448	130B2413	38
P11K	P22K	P22K	4	100	130B2307	130B2281	48
P15K	P30K	P30K	3	100	130B2308	130B2282	62
P18K	P37K	P37K	3	100	130B2309	130B2283	75
P22K	P45K	P55K	3	100	130B2310	130B2284	115
P30K	P55K	P75K	3	100	130B2310	130B2284	115
P37K	P75K	P90K	3	100	130B2311	130B2285	180
P45K	P90K	P110	3	100	130B2311	130B2285	180
	P110	P132	3	100	130B2312	130B2286	260
	P132	P160	3	100	130B2313	130B2287	260
	P160	P200	3	100	130B2313	130B2287	410
	P200	P250	3	100	130B2314	130B2288	410
	P250	P315	3	100	130B2314	130B2288	480
	P315	P315	2	100	130B2315	130B2289	660
	P355	P355	2	100	130B2315	130B2289	660
	P400	P400	2	100	130B2316	130B2290	750
		P450	2	100	130B2316	130B2290	750
	P450	P500	2	100	130B2317	130B2291	880
	P500	P560	2	100	130B2317	130B2291	880
	P560	P630	2	100	130B2318	130B2292	1200
	P630	P710	2	100	130B2318	130B2292	1200
	P710	P800	2	100	2x130B2317	2x130B2291	1500
	P800	P1M0	2	100	2x130B2317	2x130B2291	1500
	P1M0		2	100	2x130B2318	2x130B2292	1700

Tableau 4.11 Alimentation secteur 3 x 200 à 480 V CA

En cas d'utilisation de filtres sinus, la fréquence de commutation doit respecter les spécifications du filtre au par. *14-01 Fréq. commut.*

AVIS!

Voir aussi le *Manuel de configuration du filtre de sortie.*

4.2.4 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 CA]	690 [V CA]					
P1K1		2	100	130B2341	130B2321	13
P1K5		2	100	130B2341	130B2321	13
P2K2		2	100	130B2341	130B2321	13
P3K0		2	100	130B2341	130B2321	13
P4K0		2	100	130B2341	130B2321	13
P5K5		2	100	130B2341	130B2321	13
P7K5		2	100	130B2341	130B2321	13
P11K		2	100	130B2342	130B2322	28
P15K		2	100	130B2342	130B2322	28
P18K		2	100	130B2342	130B2322	28
P22K		2	100	130B2342	130B2322	28
P30K		2	100	130B2343	130B2323	45
P37K	P45K	2	100	130B2344	130B2324	76
P45K	P55K	2	100	130B2344	130B2324	76
P55K	P75K	2	100	130B2345	130B2325	115
P75K	P90K	2	100	130B2345	130B2325	115
P90K	P110	2	100	130B2346	130B2326	165
	P132	2	100	130B2346	130B2326	165
	P160	2	100	130B2347	130B2327	260
	P200	2	100	130B2347	130B2327	260
	P250	2	100	130B2348	130B2329	303
	P315	2	100	130B2370	130B2341	430
	P355	1,5	100	130B2370	130B2341	430
	P400	1,5	100	130B2370	130B2341	430
	P450	1,5	100	130B2371	130B2342	530
	P500	1,5	100	130B2371	130B2342	530
	P560	1,5	100	130B2381	130B2337	660
	P630	1,5	100	130B2381	130B2337	660
	P710	1,5	100	130B2382	130B2338	765
	P800	1,5	100	130B2383	130B2339	940
	P900	1,5	100	130B2383	130B2339	940
	P1M0	1,5	100	130B2384	130B2340	1320
	P1M2	1,5	100	130B2384	130B2340	1320
	P1M4	1,5	100	2x130B2382	2x130B2338	1479

Tableau 4.12 Alimentation secteur 3 x 525-690 V CA

AVIS!

En cas d'utilisation de filtres sinus, la fréquence de commutation doit respecter les spécifications du filtre au par. *14-01 Fréq. commut.*

AVIS!

Voir aussi le *Manuel de configuration du filtre de sortie.*

4.2.5 Références : filtres du/dt, 380-480 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]
380-439 [V CA]	440-480 [V CA]					
P11K	P11K	4	100	130B2396	130B2385	24
P15K	P15K	4	100	130B2397	130B2386	45
P18K	P18K	4	100	130B2397	130B2386	45
P22K	P22K	4	100	130B2397	130B2386	45
P30K	P30K	3	100	130B2398	130B2387	75
P37K	P37K	3	100	130B2398	130B2387	75
P45K	P45K	3	100	130B2399	130B2388	110
P55K	P55K	3	100	130B2399	130B2388	110
P75K	P75K	3	100	130B2400	130B2389	182
P90K	P90K	3	100	130B2400	130B2389	182
P110	P110	3	100	130B2401	130B2390	280
P132	P132	3	100	130B2401	130B2390	280
P160	P160	3	100	130B2402	130B2391	400
P200	P200	3	100	130B2402	130B2391	400
P250	P250	3	100	130B2277	130B2275	500
P315	P315	2	100	130B2278	130B2276	750
P355	P355	2	100	130B2278	130B2276	750
P400	P400	2	100	130B2278	130B2276	750
	P450	2	100	130B2278	130B2276	750
P450	P500	2	100	130B2405	130B2393	910
P500	P560	2	100	130B2405	130B2393	910
P560	P630	2	100	130B2407	130B2394	1500
P630	P710	2	100	130B2407	130B2394	1500
P710	P800	2	100	130B2407	130B2394	1500
P800	P1M0	2	100	130B2407	130B2394	1500
P1M0		2	100	130B2410	130B2395	2300

Tableau 4.13 Alimentation secteur 3 x 380 à 3 x 480 V CA

AVIS!

Voir aussi le *Manuel de configuration du filtre de sortie.*

4.2.6 Références : filtres du/dt, 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 CA]	690 [V CA]					
P1K1		4	100	130B2423	130B2414	28
P1K5		4	100	130B2423	130B2414	28
P2K2		4	100	130B2423	130B2414	28
P3K0		4	100	130B2423	130B2414	28
P4K0		4	100	130B2424	130B2415	45
P5K5		4	100	130B2424	130B2415	45
P7K5		3	100	130B2425	130B2416	75
P11K		3	100	130B2425	130B2416	75
P15K		3	100	130B2426	130B2417	115
P18K		3	100	130B2426	130B2417	115
P22K		3	100	130B2427	130B2418	165
P30K		3	100	130B2427	130B2418	165
P37K	P45K	3	100	130B2425	130B2416	75
P45K	P55K	3	100	130B2425	130B2416	75
P55K	P75K	3	100	130B2426	130B2417	115
P75K	P90K	3	100	130B2426	130B2417	115
P90K	P110	3	100	130B2427	130B2418	165
	P132	2	100	130B2427	130B2418	165
	P160	2	100	130B2428	130B2419	260
	P200	2	100	130B2428	130B2419	260
	P250	2	100	130B2429	130B2420	310
	P315	2	100	130B2238	130B2235	430
	P400	2	100	130B2238	130B2235	430
	P450	2	100	130B2239	130B2236	530
	P500	2	100	130B2239	130B2236	530
	P560	2	100	130B2274	130B2280	630
	P630	2	100	130B2274	130B2280	630
	P710	2	100	130B2430	130B2421	765
	P800	2	100	130B2431	130B2422	1350
	P900	2	100	130B2431	130B2422	1350
	P1M0	2	100	130B2431	130B2422	1350
	P1M2	2	100	130B2431	130B2422	1350
	P1M4	2	100	2x130B2430	2x130B2421	1530

Tableau 4.14 Alimentation secteur 3 x 525 à 3 x 690 V CA

AVIS!

Voir aussi le *Manuel de configuration du filtre de sortie.*

4.2.7 Références : Résistances de freinage

AVIS!

Voir le *Manuel de configuration de la résistance de freinage.*

5 Installation mécanique

5.1 Installation mécanique

5.1.1 Exigences de sécurité de l'installation mécanique

⚠AVERTISSEMENT

Porter une attention particulière aux exigences applicables au montage en armoire et au montage externe. Respecter impérativement ces règles afin d'éviter des blessures graves ou des dégâts sur l'équipement, notamment dans le cas d'installation d'appareils de grande taille.

ATTENTION

Le variateur de fréquence est refroidi par la circulation de l'air.
Afin d'éviter la surchauffe de l'appareil, s'assurer que la température de l'air ambiant *ne dépasse pas la température maximale indiquée pour le variateur de fréquence* et que la température moyenne sur 24 heures *n'est pas dépassée*. Consulter la température maximale et la température moyenne sur 24 heures au chapitre *chapitre 9.6.2 Déclassement pour température ambiante*.
Si la température ambiante est comprise entre 45 °C et 55 °C, un déclassement du variateur de fréquence est opportun. Voir le chapitre *chapitre 9.6.2 Déclassement pour température ambiante*.
La durée de vie du variateur de fréquence est réduite si l'on ne tient pas compte de ce déclassement.

Danfoss A/S © Rév. 06/2014 Tous droits réservés.

5.1.2 Encombrement

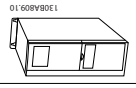
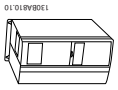
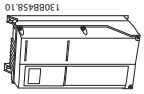
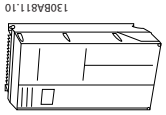
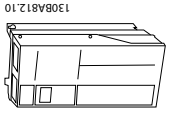
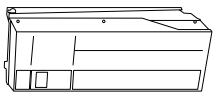
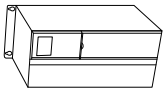
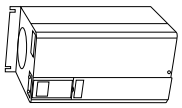
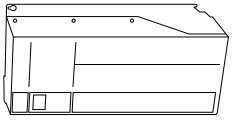
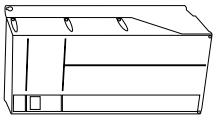
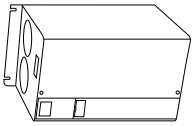
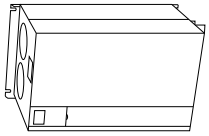
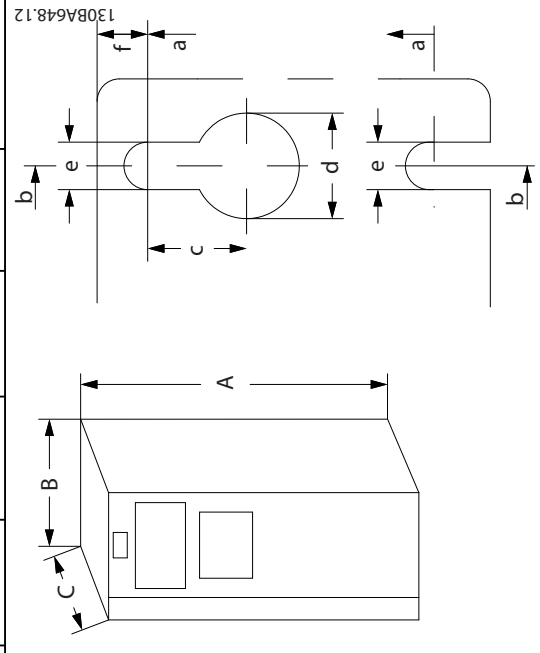
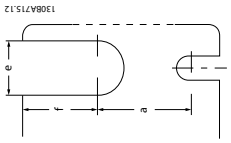
A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4		
													
IP20/21	IP20/21	IP55/66	IP55/66	IP21/55/66	IP21/55/66	IP20	IP20	IP21/55/66	IP21/55/66	IP20	IP20		
													
Des sacs d'accessoires contenant les supports, vis et connecteurs sont livrés avec les variateurs de fréquence.										Trous de fixation supérieurs et inférieurs (B4, C3 et C4 seulement)			
* A5 en IP55/66 uniquement !													

Tableau 5.1 Encombrement

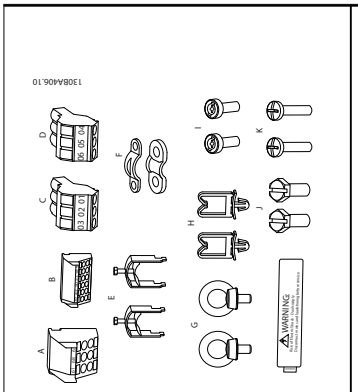
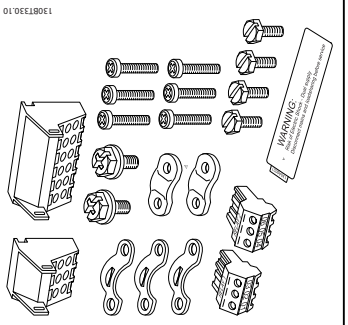
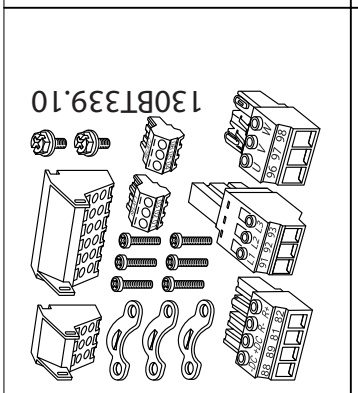
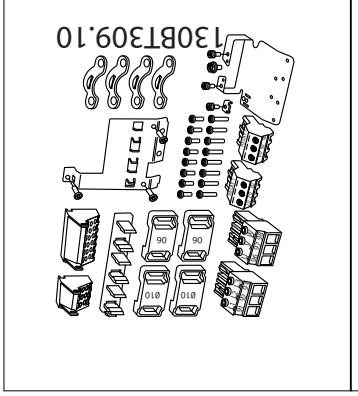
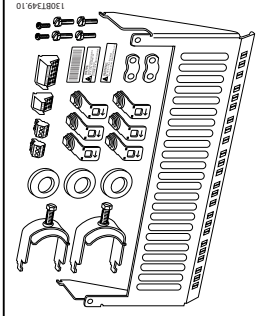
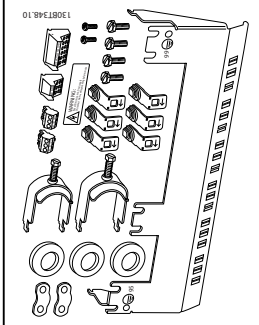
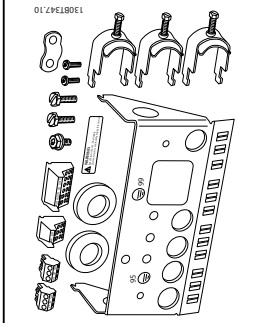
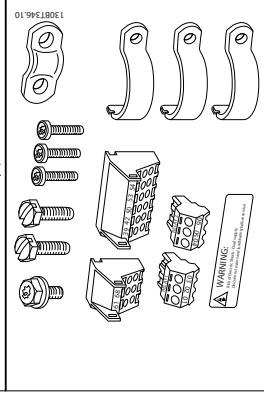
Type de protection			A2		A3		A4	A5	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4
Puissance nominale [kW]	200-240 V		1.1-2.2		3-3,7		1.1-2.2	1.1-3.7	5,5-11	15	5,5-11	15-18	18-30	37-45	22-30	37-45
	380-480/500 V		1.1-4.0		5.5-7.5		1,1-4	1.1-7.5	11-18	22-30	11-18	22-37	37-55	75-90	45-55	75-90
	525-600 V				1.1-7.5			1.1-7.5	11-18	22-30	11-18	22-37	37-55	75-90	45-55	75-90
	525-690 V									11-30				37-90		
IP NEMA			20 Châssis	21 Type 1	20 Châssis	21 Type 1	55/66 Type 12	55/66 Type 12	21/ 55/66 Type 1/ Type 12	21/55/66 Type 1/ Type 12	20 Châssis	20 Châssis	21/55/66 Type 1/ Type 12	21/55/66 Type 1/ Type 12	20 Châssis	20 Châssis
Hauteur [mm]																
Hauteur de la plaque arrière		A	268	375	268	375	390	420	480	650	399	520	680	770	550	660
Hauteur avec plaque de connexion pour câbles de bus de terrain		A	374		374	-	-	-	-	-	420	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]																
Largeur de plaque arrière		B	90	90	130	130	200	242	242	242	165	230	308	370	308	370
Largeur de plaque arrière avec une option C		B	130	130	170	170		242	242	242	205	230	308	370	308	370
Largeur de plaque arrière avec deux options C		B	150	150	190	190		242	242	242	225	230	308	370	308	370
Distance entre les trous de fixation		b	70	70	110	110	171	215	210	210	140	200	272	334	270	330
Profondeur [mm]																
Profondeur sans option A/B		C	205	207	205	207	175	200	260	260	249	242	310	335	333	333
Avec option A/B		C	220	222	220	222	175	200	260	260	262	242	310	335	333	333
Trous de vis [mm]																
		c	8,0	8,0	8,0	8,0	8,25	8,25	12	12	8		12,5	12,5		
		d	ø11	ø11	ø11	ø11	ø12	ø12	ø19	ø19	12		ø19	ø19		
		e	ø5,5	ø5,5	ø5,5	ø5,5	ø6,5	ø6,5	ø9	ø9	6,8	8,5	ø9	ø9	8,5	8,5
		f	9	9	6,5	6,5	6	9	9	9	7,9	15	9,8	9,8	17	17

Danfoss A/S © Rév. 06/2014 Tous droits réservés.

Type de protection		A2		A3		A4	A5	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4
Puissance nominale [kW]	200-240 V	1.1-2.2		3-3,7		1.1-2.2	1.1-3.7	5,5-11	15	5,5-11	15-18	18-30	37-45	22-30	37-45
	380-480/500 V	1.1-4.0		5.5-7.5		1,1-4	1.1-7.5	11-18	22-30	11-18	22-37	37-55	75-90	45-55	75-90
	525-600 V			1.1-7.5			1.1-7.5	11-18	22-30	11-18	22-37	37-55	75-90	45-55	75-90
	525-690 V								11-30				37-90		
IP NEMA		20 Châssis	21 Type 1	20 Châssis	21 Type 1	55/66 Type 12	55/66 Type 12	21/ 55/66 Type 1/ Type 12	21/55/66 Type 1/ Type 12	20 Châssis	20 Châssis	21/55/66 Type 1/ Type 12	21/55/66 Type 1/ Type 12	20 Châssis	20 Châssis
Poids max. [kg]		4,9	5,3	6,6	7,0	9,7	13.5/14.2	23	27	12	23,5	45	65	35	50
Couple de serrage du couvercle avant [Nm]															
Couvercle en plastique (IP bas)		Encliquetage		Encliquetage		-	-	Encliq-uetage	Encliq-uetage	Encliq-uetage	Encliq-uetage	Encliq-uetage	Encliq-uetage	2,0	2,0
Couvercle en métal (IP55/66)		-		-		1,5	1,5	2,2	2,2	-	-	2,2	2,2	2,0	2,0

Tableau 5.2 Poids et dimensions

5.1.3 Sacs d'accessoires

			
Protections de types A1, A2 et A3	Protections de types B1 et B2	Protection de type A5	Protection de type B3
			
Protections de types C1 et C2	Protections de types B1 et B2	Protection de type B4	Protection de type C3
Protection de type C4			

1 + 2 disponibles uniquement avec les unités munies du hacheur de freinage. Pour la connexion CC (répartition de la charge), le connecteur 1 peut être commandé séparément (référence 130B1064).

Un connecteur 8 pôles est inclus dans le sac d'accessoires du FC 102 sans absence sûre du couple.

Tableau 5.3 Pièces incluses dans les sacs d'accessoires

5.1.4 Montage mécanique

Tous les types de protections permettent une installation côte à côte sauf lorsqu'un *Kit de protection IP21/IP4X/TYPE 1* est utilisé (voir *chapitre 3.1 Options et accessoires*).

Montage côte à côte
Les protections IP20 A et B peuvent être organisées côte à côte sans espace entre elles mais l'ordre de montage est important. L'*Illustration 5.1* présente comment monter les châssis correctement.

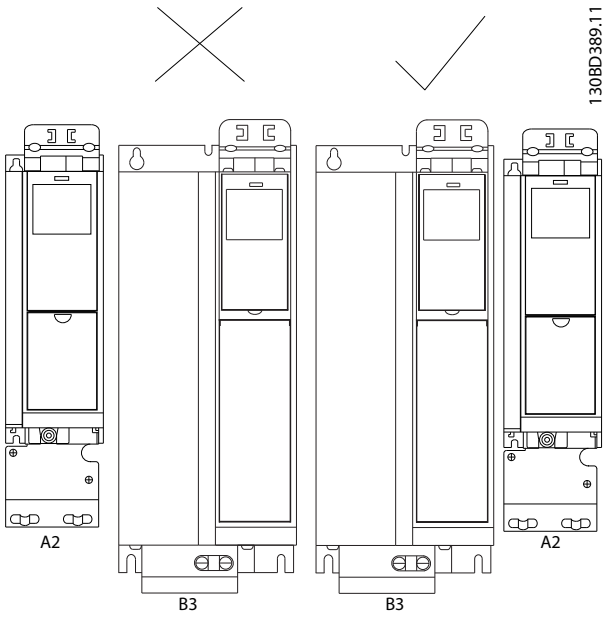


Illustration 5.1 Montage côte à côte correct

Si 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.

Pour des conditions de refroidissement optimales, il faut veiller à ce que l'air circule librement au-dessus et en dessous du variateur de fréquence. Voir le *Tableau 5.4*.

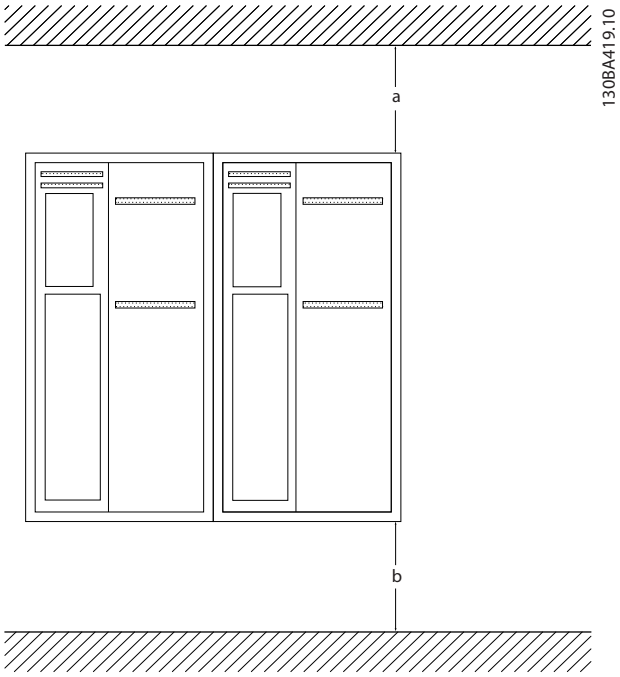


Illustration 5.2 Dégagement

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

Tableau 5.4 Passage d'air pour les différents types de protection

1. Forer des trous selon les mesures données.
2. Prévoir des vis convenant à la surface de montage du variateur de fréquence. Resserrer les 4 vis.

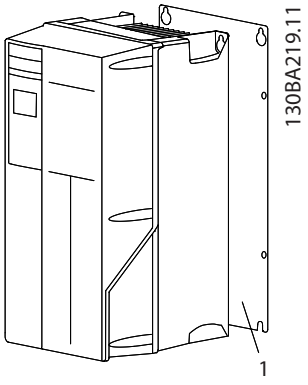


Illustration 5.3 Installation correcte sur plaque arrière

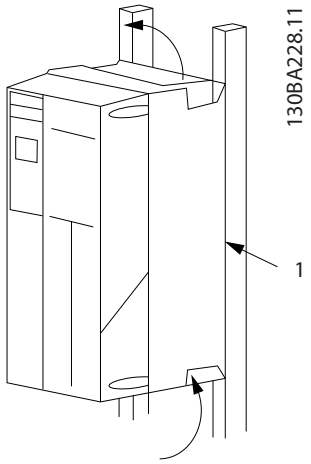


Illustration 5.4 Installation correcte sur rails

Élément	Description
1	Plaque arrière

Tableau 5.5 Légende de l'*Illustration 5.4*

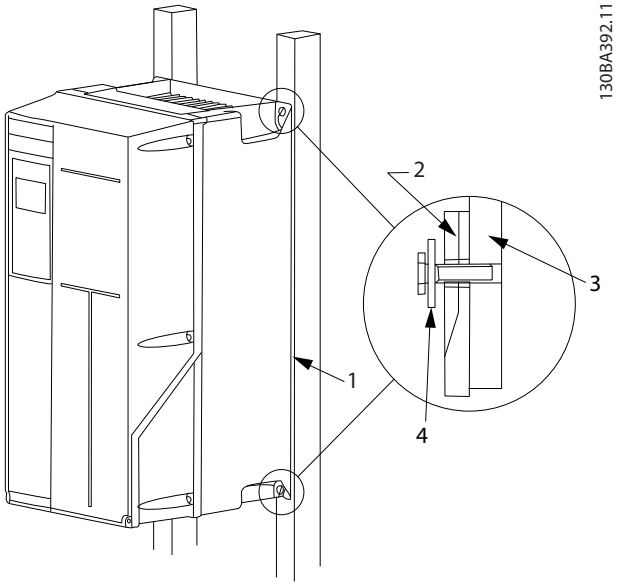


Illustration 5.5 Montage sur un mur non résistant

Pour les protections de montage de types A4, A5, B1, B2, C1 et C2 sur un mur non résistant, le variateur de fréquence doit être livré avec une plaque arrière « 1 » en raison de l'insuffisance d'air de refroidissement sur le dissipateur de chaleur.

Protection	IP20	IP21	IP55	IP66
A2	*	*	-	-
A3	*	*	-	-
A4/A5	-	-	2	2
B1	-	*	2,2	2,2
B2	-	*	2,2	2,2
B3	*	-	-	-
B4	2	-	-	-
C1	-	*	2,2	2,2
C2	-	*	2,2	2,2
C3	2	-	-	-
C4	2	-	-	-
* = aucune vis à serrer - = n'existe pas				

Tableau 5.6 Couple de serrage pour les couvercles (Nm)

5.1.5 Montage externe

Les kits IP21/IP4X top/TYPE 1 ou les unités IP54/55 sont recommandés pour le montage externe.

6 Installation électrique

6.1 Connexions - Protections de types A, B et C

6.1.1 Couple

AVIS!

Câbles, généralités

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

Conducteurs en aluminium

Les bornes peuvent accepter des conducteurs en aluminium mais la surface de ceux-ci doit être nettoyée et l'oxydation éliminée à l'aide de vaseline neutre sans acide avant tout raccordement.

En outre, la vis du bornier doit être resserrée deux jours après en raison de la souplesse de l'aluminium. Il est essentiel de maintenir la connexion étanche aux gaz sous peine de nouvelle oxydation de la surface en aluminium.

Type de protection	200-240 V [kW]	380-480 V [kW]	525-690 V [kW]	Câble pour	Couple de serrage [Nm]
A2	1.1-2.2	1,1-4	-		
A3	3-3,7	5.5-7.5	-		
A4	1.1-2.2	1,1-4			
A5	1.1-3.7	1.1-7.5	-		
B1	5,5-11	11-18	-	Secteur, résistance de freinage, répartition de la charge, câbles du moteur	1,8
				Relais	0.5-0.6
				Terre	2-3
B2	15	22-30	11-30	Secteur, résistance de freinage, câbles de répartition de la charge	4,5
				Câbles moteur	4,5
				Relais	0.5-0.6
				Terre	2-3
B3	5,5-11	11-18	-	Secteur, résistance de freinage, répartition de la charge, câbles du moteur	1,8
				Relais	0.5-0.6
				Terre	2-3
B4	15-18	22-37	-	Secteur, résistance de freinage, répartition de la charge, câbles du moteur	4,5
				Relais	0.5-0.6
				Terre	2-3
C1	18-30	37-55	-	Secteur, résistance de freinage, câbles de répartition de la charge	10
				Câbles moteur	10
				Relais	0.5-0.6
				Terre	2-3
C2	37-45	75-90	37-90	Secteur, câbles du moteur	14 (jusqu'à 95 mm^2) 24 (plus de 95 mm^2)
				Répartition de la charge, câbles de la résistance de freinage	14
				Relais	0.5-0.6
				Terre	2-3

Type de protection	200-240 V [kW]	380-480 V [kW]	525-690 V [kW]	Câble pour	Couple de serrage [Nm]
C3	22-30	45-55	-	Secteur, résistance de freinage, répartition de la charge, câbles du moteur	10
				Relais	0.5-0.6
				Terre	2-3
C4	37-45	75-90	-	Secteur, câbles du moteur	14 (jusqu'à 95 mm^2) 24 (plus de 95 mm^2)
				Répartition de la charge, câbles de la résistance de freinage	14
				Relais	0.5-0.6
				Terre	2-3

Tableau 6.1 Couple de serrage

6

6.1.2 Suppression des débouchures pour câbles supplémentaires

1. Enlever l'entrée de câble du variateur de fréquence (en évitant la pénétration de corps étrangers dans le variateur de fréquence lors du démontage des débouchures).
2. L'entrée de câble doit être soutenue autour de la débouchure à démonter.
3. La débouchure peut maintenant être enlevée à l'aide d'un mandrin solide et d'un marteau.
4. Éliminer les bavures autour du trou.
5. Monter l'entrée de câble sur le variateur de fréquence.

6.1.3 Raccordement au secteur et mise à la terre

AVIS!

Le connecteur embrochable de puissance peut se brancher sur le variateur de fréquence jusqu'à 7,5 kW.

1. Insérer les deux vis dans la plaque de découplage, positionner cette dernière et serrer les vis.
2. S'assurer que le variateur de fréquence est mis correctement à la terre. Raccorder à la prise de terre (borne 95). Utiliser une vis du sac d'accessoires.
3. Placer le connecteur embrochable 91 (L1), 92 (L2), 93 (L3) du sac d'accessoires sur les bornes étiquetées MAINS à la base du variateur de fréquence.
4. Fixer les fils secteur sur le connecteur embrochable secteur.
5. Soutenir le câble avec les supports fournis.

AVIS!

Vérifier que la tension secteur correspond à celle de la plaque signalétique.

⚠ATTENTION

Secteur IT

Ne pas connecter de variateurs de fréquence de 400 V munis de filtres RFI aux alimentations secteur dont la tension entre la phase et la terre est supérieure à 440 V.

⚠ATTENTION

Le câble de mise à la terre doit avoir une section minimale de 10 mm^2 ou être composé de deux fils avec terminaisons séparées, conformément à la norme EN 50178.

Le raccordement au secteur est réalisé sur l'interrupteur de secteur si celui-ci est inclus.

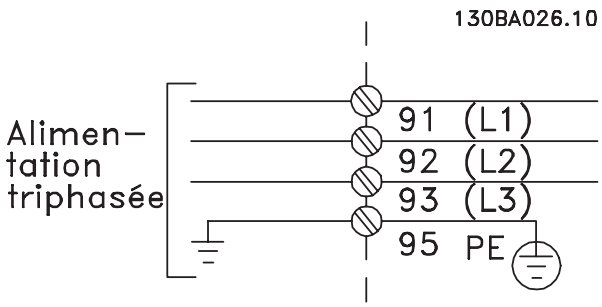


Illustration 6.1 Mise sous tension

Raccordement au secteur des protections de types A1, A2 et A3 :

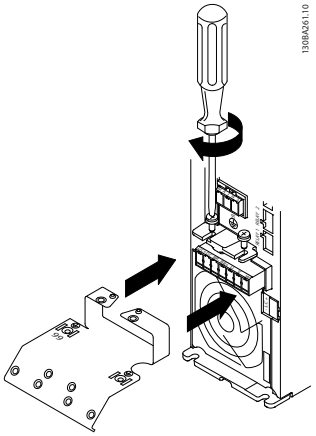


Illustration 6.2 Installation de la plaque de montage

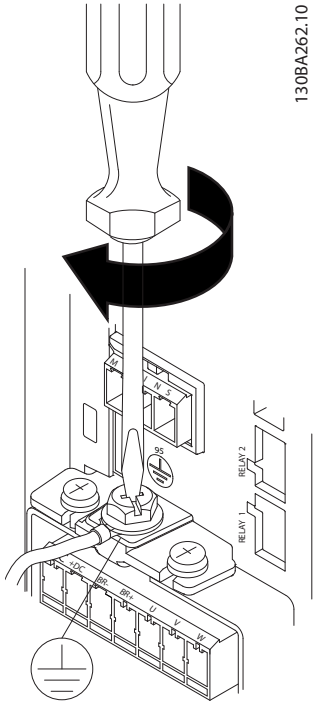


Illustration 6.3 Serrage du câble de terre

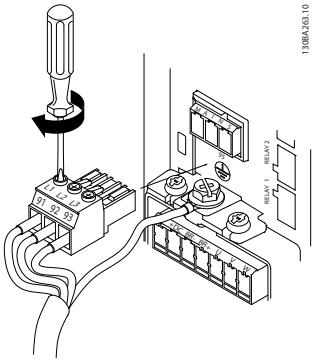


Illustration 6.4 Montage de la fiche secteur et serrage des fils

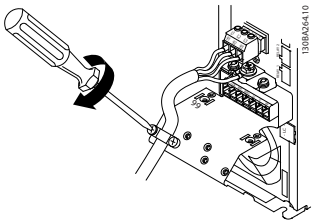


Illustration 6.5 Serrer la patte de fixation

6

Type de protection du connecteur secteur A4/A5 (IP55/66)

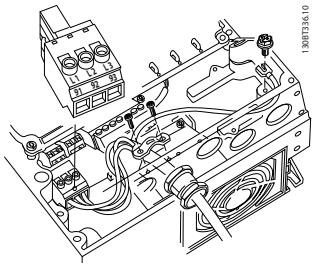


Illustration 6.6 Connexion au secteur et à la terre sans sectionneur

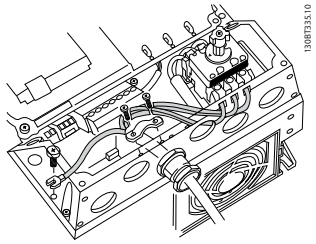


Illustration 6.7 Connexion au secteur et à la terre avec sectionneur

En cas d'utilisation d'un sectionneur (protection de type A4/A5), la terre doit être installée sur le côté gauche du variateur de fréquence.

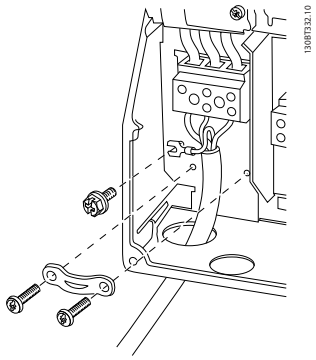


Illustration 6.8 Protections du raccordement au secteur de types B1 et B2 (IP21/NEMA type 1 et IP55/66/NEMA type 12).

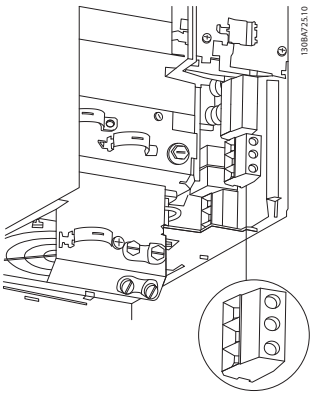


Illustration 6.9 Type de protection du raccordement au secteur B3 (IP20)

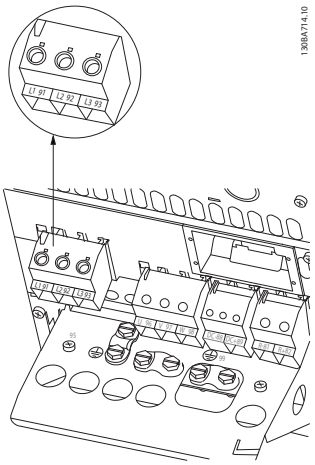


Illustration 6.10 Type de protection du raccordement au secteur B4 (IP20)

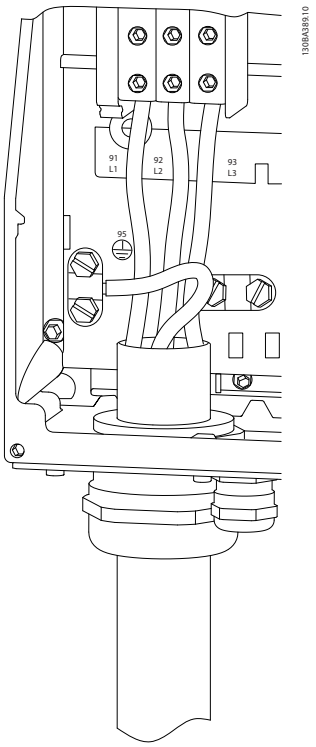


Illustration 6.11 Protections de raccordement au secteur de types C1 et C2 (IP21/NEMA type 1 et IP55/66/NEMA type 12).

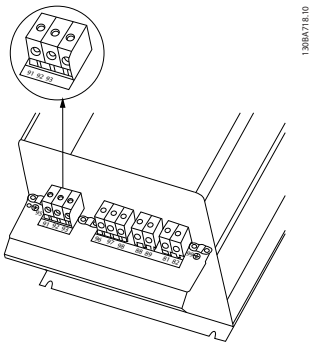


Illustration 6.12 Protection de raccordement au secteur de type C3 (IP20).

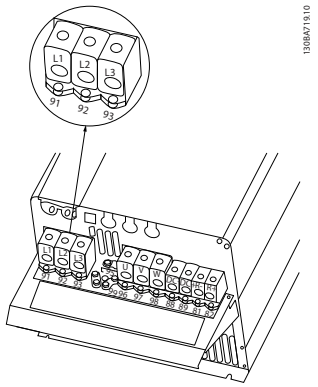


Illustration 6.13 Protection de raccordement au secteur de type C4 (IP20).

6

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

6.1.4 Raccordement du moteur

AVIS!

Pour se conformer aux prescriptions d'émissions CEM, l'utilisation de câbles blindés/armés est requise. Pour plus d'informations, voir *chapitre 2.9.2 Résultats des essais CEM*.

Voir le chapitre *chapitre 9 Spécifications générales et dépannage* pour le dimensionnement correct des sections et longueurs des câbles du moteur.

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

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

Fréquence de commutation
Lorsque des variateurs de fréquence sont utilisés avec des filtres sinus pour réduire le bruit acoustique d'un moteur, régler la fréquence de commutation conformément aux instructions du filtre sinus au par. *14-01 Fréq. commut.*

6

1. Fixer la plaque de connexion à la terre à la base du variateur de fréquence avec les vis et les rondelles du sac d'accessoires.
2. Fixer le câble du moteur aux bornes 96 (U), 97 (V), 98 (W).
3. Raccorder à la mise à la terre (borne 99) de la plaque de connexion à l'aide des vis fournies dans le sac d'accessoires.
4. Insérer les connecteurs embrochables 96 (U), 97 (V), 98 (W) (jusqu'à 7,5 kW) et le câble du moteur dans les bornes étiquetées MOTEUR.
5. Fixer le câble blindé à la plaque de connexion à la terre à l'aide des vis et des rondelles fournies dans le sac d'accessoires.

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.

Procédure

1. Dénuder une section de l'isolation extérieure du câble.
2. Placer le câble dénudé sous l'étrier afin d'établir une fixation mécanique et un contact électrique entre le blindage de câble et la terre.
3. Relier le fil de terre à la borne de mise à la terre la plus proche conformément aux instructions de mise à la terre.
4. Raccorder le câblage du moteur triphasé aux bornes 96 (U), 97 (V) et 98 (W), voir l'*Illustration 6.14*.
5. Serrer les bornes en respectant les informations fournies au chapitre *chapitre 6.1.1 Couple*.

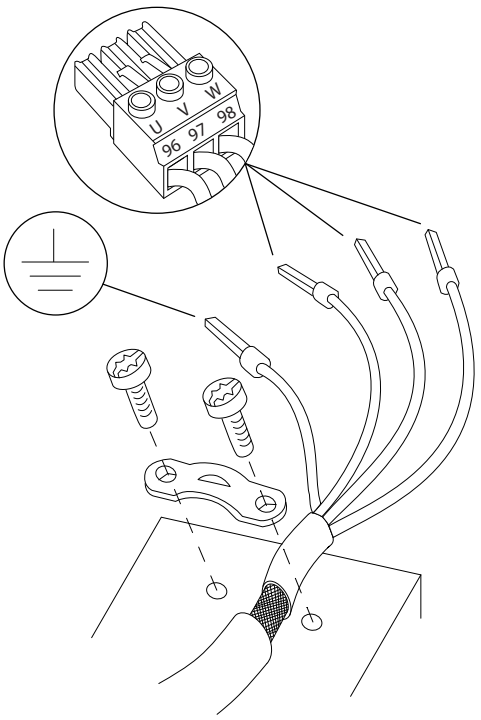


Illustration 6.14 Raccordement du moteur

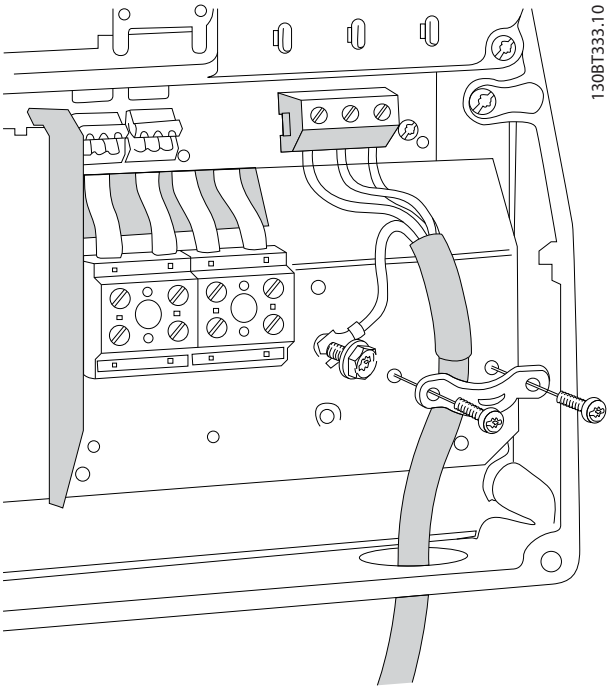


Illustration 6.15 Raccordement du moteur pour protections de types B1 et B2 (IP21/NEMA type 1, IP55/NEMA type 12 et IP66/NEMA type 4X)

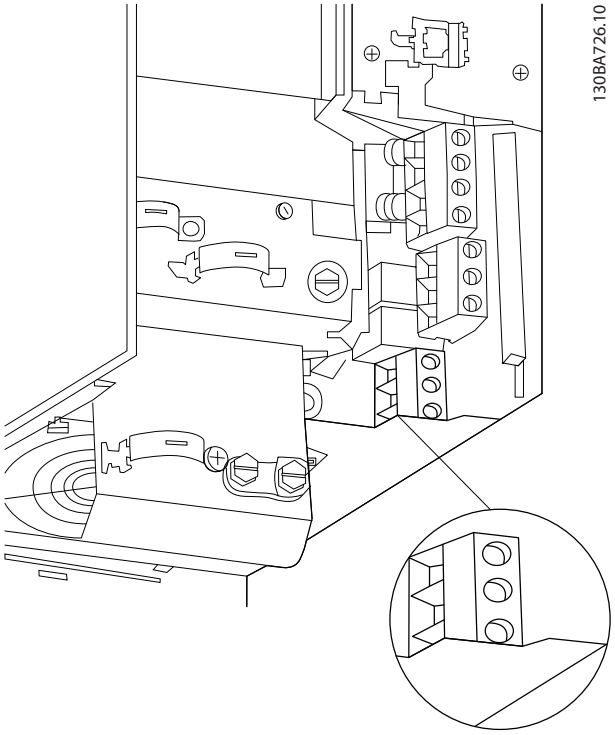


Illustration 6.16 Raccordement du moteur pour protection de type B3

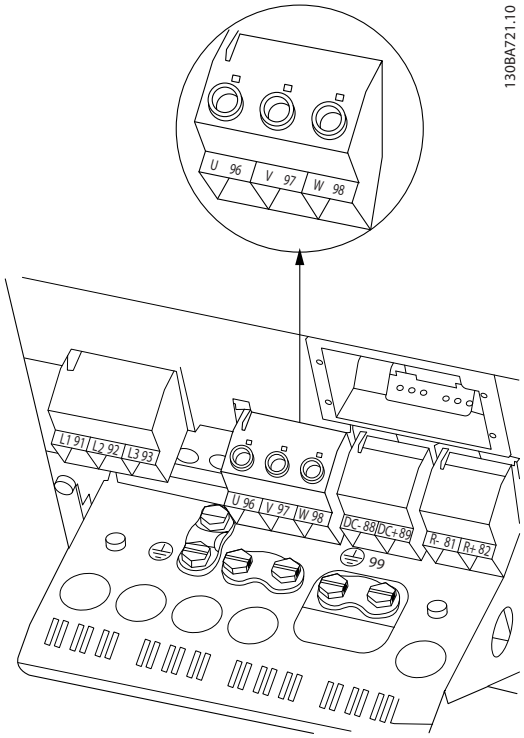


Illustration 6.17 Raccordement du moteur pour protection de type B4

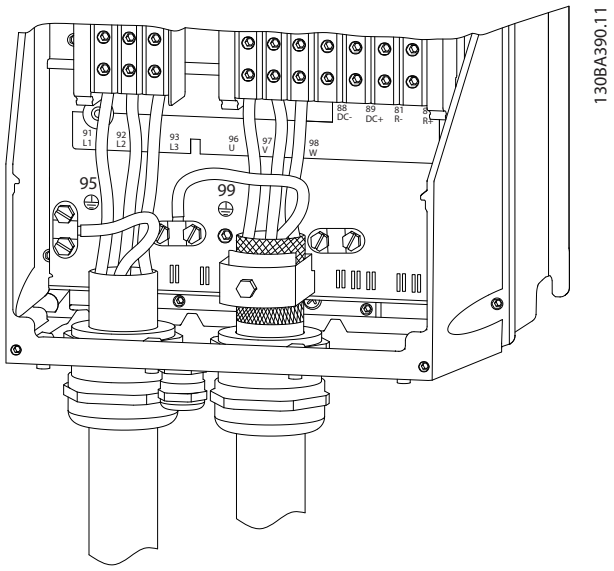


Illustration 6.18 Protections du raccordement du moteur de types C1 et C2 (IP21/NEMA type 1 et IP55/66/NEMA type 12)

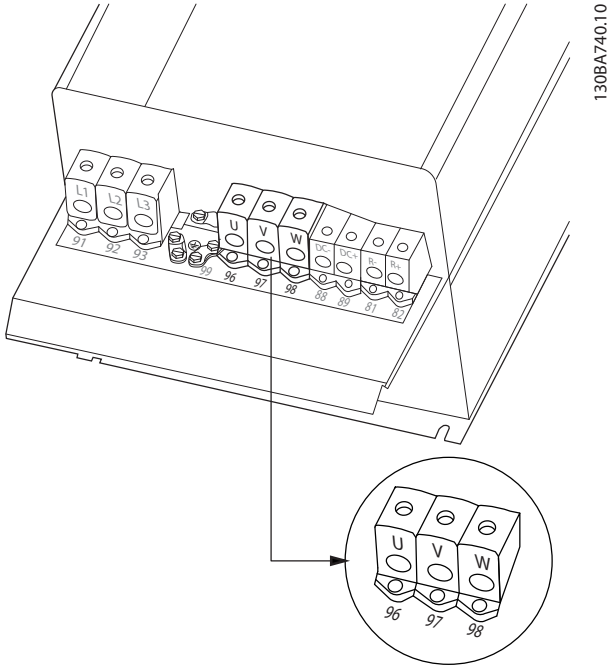


Illustration 6.19 Raccordement du moteur pour protections de types C3 et C4

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

Tableau 6.2 Descriptions des bornes

1) Mise à la terre protégée

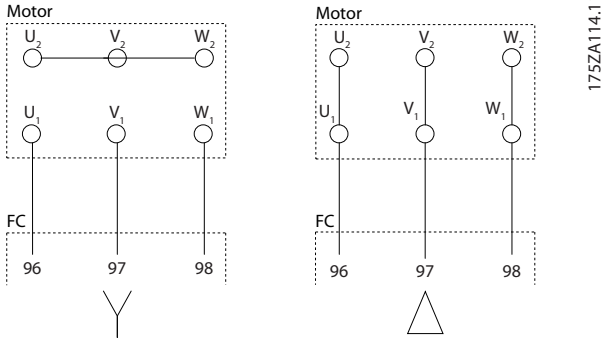


Illustration 6.20 Connexions en étoile et en triangle

AVIS!

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

Orifices d'entrée de câble

L'utilisation proposée des orifices n'est qu'une suggestion et d'autres solutions sont possibles. Les entrées de câble inutilisées doivent être fermées de façon étanche à l'aide d'œillets en caoutchouc (pour IP21).

* Tolérance ± 0,2 mm

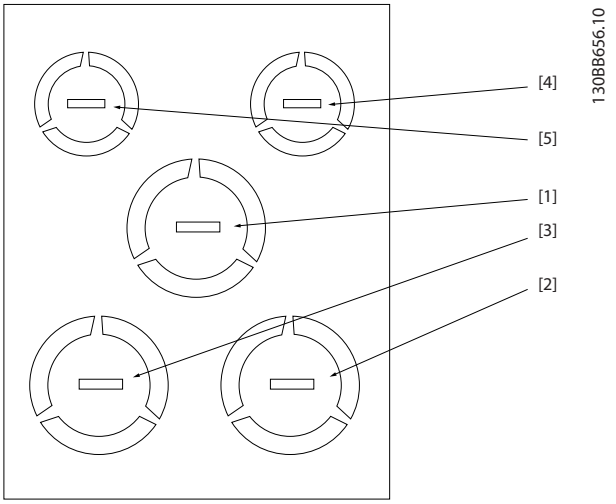


Illustration 6.21 A2 - IP21

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/répart. charge	3/4	28,4	M25
4) Câble de commande	1/2	22,5	M20
5) Câble de commande	1/2	22,5	M20

Tableau 6.3 Légende de l'*Illustration 6.21*

1) Tolérance ± 0,2 mm

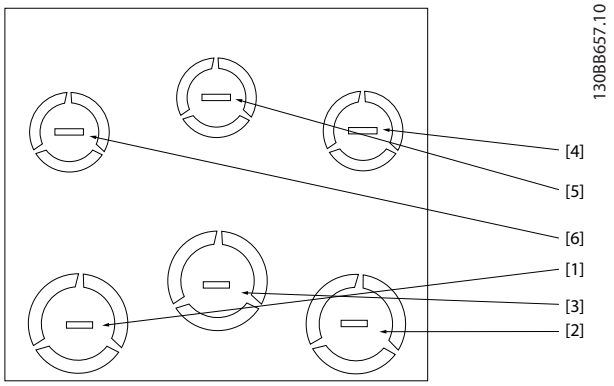


Illustration 6.22 A3 - IP21

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

Tableau 6.4 Légende de l'*Illustration 6.22*

1) Tolérance ± 0,2 mm

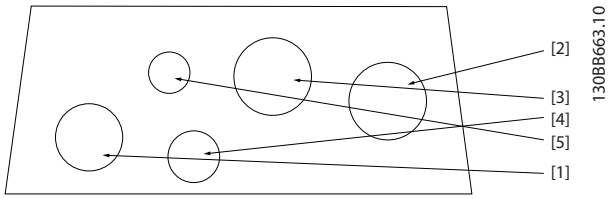


Illustration 6.23 A4 - IP55

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	1/2	22,5	M20
5) Supprimé	-	-	-

Tableau 6.5 Légende de l'*Illustration 6.23*

1) Tolérance ± 0,2 mm

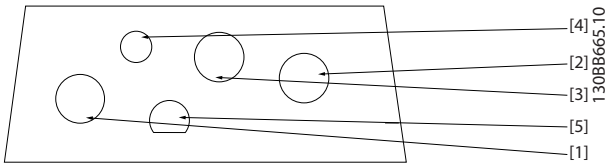


Illustration 6.24 Orifices de presse-étoupe fileté A4 - IP55

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

Tableau 6.6 Légende de l'*Illustration 6.24*

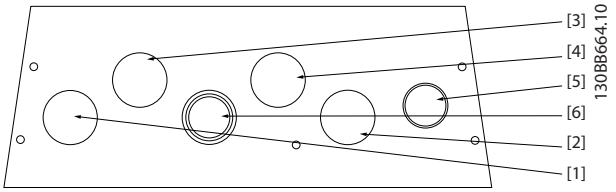


Illustration 6.25 A5 - IP55

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

Tableau 6.7 Légende de l'*Illustration 6.25*

1) Tolérance ± 0,2 mm

2) Orifice de débouchure

6

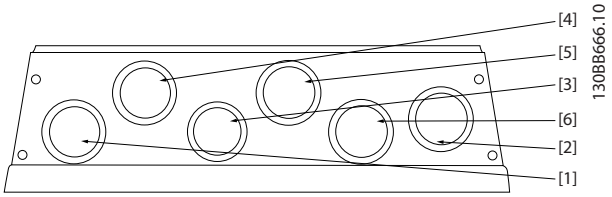


Illustration 6.26 Orifices de presse-étoupe A5 - IP55

Nombre d'orifices et utilisation recommandée	Mesure métrique la plus proche
1) Secteur	M25
2) Moteur	M25
3) Frein/répart. charge	28,4 mm[1)]
4) Câble de commande	M25
5) Câble de commande	M25
6) Câble de commande	M25

Tableau 6.8 Légende de l'*Illustration 6.26*

1) Orifice de débouchure

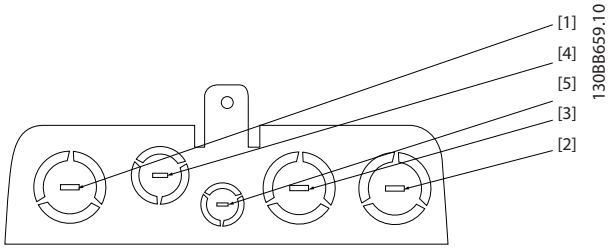


Illustration 6.27 B1 - IP21

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	1	34,7	M32
5) Câble de commande	1/2	22,5	M20

Tableau 6.9 Légende de l'*Illustration 6.27*

1) Tolérance ± 0,2 mm

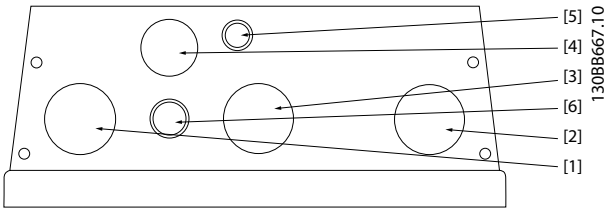


Illustration 6.28 B1 - IP55

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	3/4	28,4	M25
5) Câble de commande	1/2	22,5	M20
5) Câble de commande[2)]	1/2	22,5	M20

Tableau 6.10 Légende de l'*Illustration 6.28*

1) Tolérance ± 0,2 mm

2) Orifice de débouchure

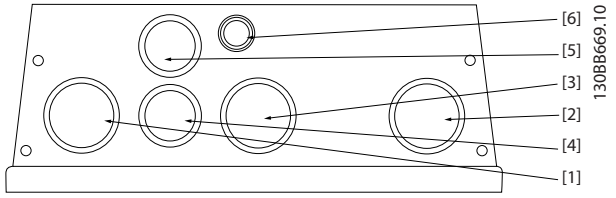


Illustration 6.29 Orifices de presse-étoupe B1 - IP55

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)]

Tableau 6.11 Légende de l'*Illustration 6.29*

1) Orifice de débouchure

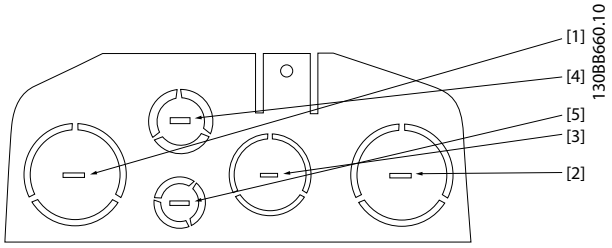


Illustration 6.30 B2 - IP21

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

Tableau 6.12 Légende de l'*Illustration 6.30*

1) Tolérance ± 0,2 mm

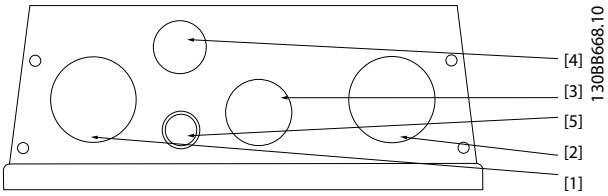


Illustration 6.31 B2 - IP55

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[2]	1/2	22,5	M20

Tableau 6.13 Légende de l'*Illustration 6.31*

1) Tolérance ± 0,2 mm

2) Orifice de débouchure

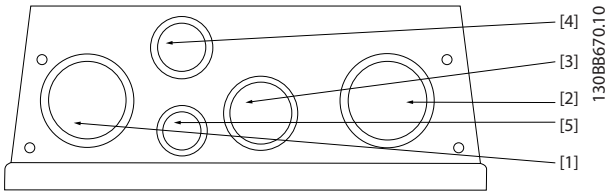


Illustration 6.32 Orifices de presse-étoupe B2 - IP55

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

Tableau 6.14 Légende de l'*Illustration 6.32*

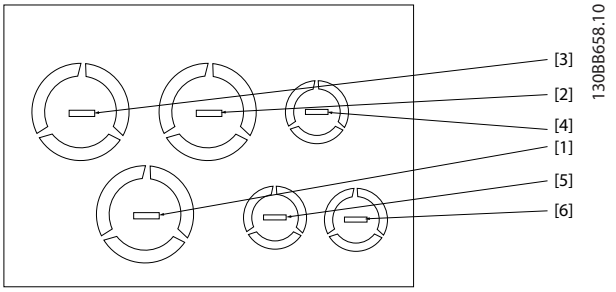


Illustration 6.33 B3 - IP21

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	1/2	22,5	M20
5) Câble de commande	1/2	22,5	M20
6) Câble de commande	1/2	22,5	M20

Tableau 6.15 Légende de l'*Illustration 6.33*

1) Tolérance ± 0,2 mm

6

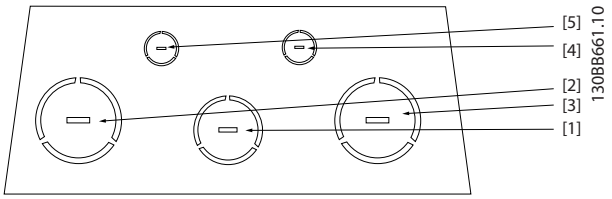


Illustration 6.34 C1 - IP21

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

Tableau 6.16 Légende de l'*Illustration 6.34*

1) Tolérance ± 0,2 mm

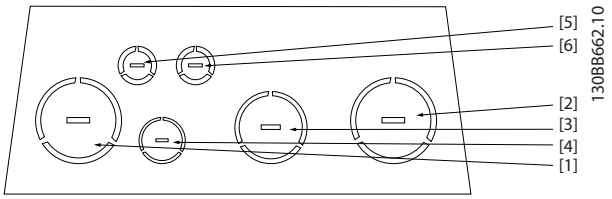


Illustration 6.35 C2 - IP21

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
6) Câble de commande	1/2	22,5	M20

Tableau 6.17 Légende de l'*Illustration 6.35*

1) Tolérance ± 0,2 mm

6.1.5 Raccordement de relais

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

N°	01 - 02	Établissement (normalement ouvert)
	01 - 03	Interruption (normalement fermé)
	04 - 05	Établissement (normalement ouvert)
	04 - 06	Interruption (normalement fermé)

Tableau 6.18 Description des relais

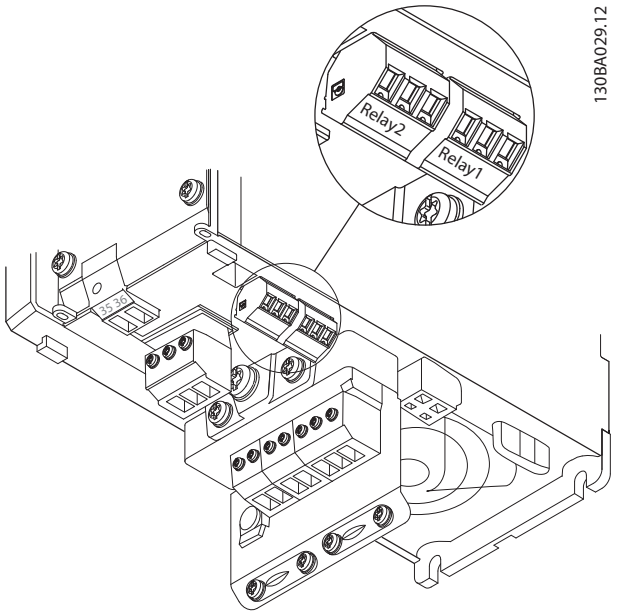


Illustration 6.36 Bornes de raccordement relais (Protections de types A1, A2 et A3).

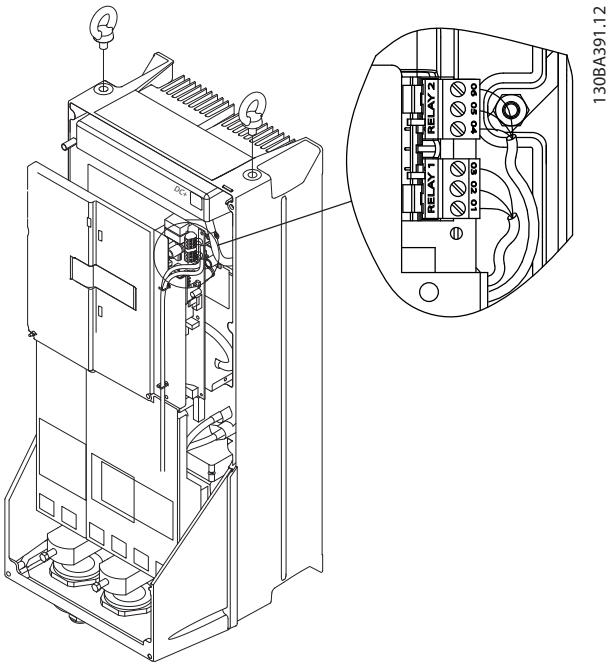


Illustration 6.37 Bornes de raccordement relais (Protections de types C1 et C2).

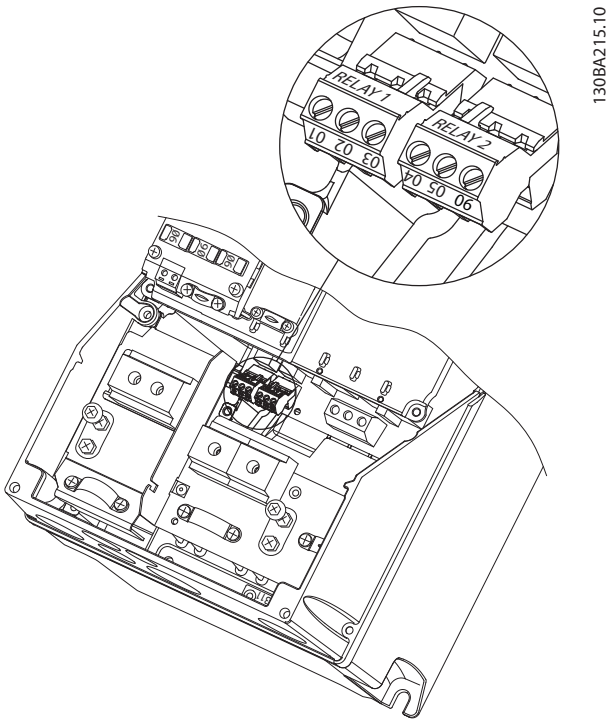


Illustration 6.38 Bornes de raccordement relais (Protections de types A5, B1 et B2).

6.2 Fusibles et disjoncteurs

6.2.1 Fusibles

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

AVIS!

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

⚠AVERTISSEMENT

Protéger le personnel et les biens contre les conséquences éventuelles d'une panne de composant interne au variateur de fréquence.

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

AVIS!

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

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

6

6.2.2 Recommandations

⚠AVERTISSEMENT

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

Les tableaux du chapitre *chapitre 6.2.4 Tableaux de fusibles* donnent la liste des courants nominaux recommandés. Les fusibles de type gG sont recommandés pour des puissances faibles à moyennes. Pour des puissances plus élevées, les fusibles aR sont recommandés. Les disjoncteurs de type Moeller sont recommandés. Il est possible d'utiliser d'autres types de disjoncteur à condition que leur énergie dans le variateur de fréquence se limite à un seuil inférieur ou équivalent à celui des disjoncteurs de type Moeller.

Si des fusibles/disjoncteurs conformes aux recommandations sont utilisés, les dommages éventuels du variateur de fréquence se limitent principalement à des dommages internes à l'unité.

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

6.2.3 Conformité CE

Les fusibles et les disjoncteurs doivent obligatoirement être conformes à la norme CEI 60364. Danfoss recommande l'utilisation de la sélection suivante :

L'utilisation des fusibles ci-dessous convient sur un circuit capable de fournir 100 000 Arms (symétriques), 240 V, 480 V, 600 V ou 690 V 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 Arms.

Les fusibles homologués UL suivants conviennent :

- Fusibles UL248-4 classe CC
- Fusibles UL248-8 classe J
- Fusibles UL248-12 classe R (RK1)
- Fusibles UL248-15 classe T

Les tailles max. et les types de fusible suivants ont été testés :

6.2.4 Tableaux de fusibles

Type de protection	Puissance [kW]	Taille de fusible recommandée	Taille de fusible max. recommandée	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	0.25-3.7	gG-10 (0,25-1,5) 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 6.19 200-240 V, protections de types A, B et C

Type de protection	Puissance [kW]	Taille de fusible recommandée	Taille de fusible max. recommandée	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 6.20 380-480 V, protections de types A, B et C

Danfoss A/S © Rév. 06/2014 Tous droits réservés.

Type de protection	Puissance [kW]	Taille de fusible recommandée	Taille de fusible max. recommandée	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 6.21 525-600 V, protections de types A, B et C

Type de protection	Puissance [kW]	Taille de fusible recommandée	Taille de fusible max. recommandée	Disjoncteur recommandé Moeller	Seuil de déclenchement max. [A]
A3	1,1 1,5 2,2 3 4 5,5 7,5	gG-6 gG-6 gG-6 gG-10 gG-10 gG-16 gG-16	gG-25 gG-25 gG-25 gG-25 gG-25 gG-25 gG-25	-	-
B2	11 15 18 22 30	gG-25 (11) gG-32 (15) gG-32 (18) gG-40 (22) gG-63 (30)	gG-63 gG-80 (30)	-	-
C2	37 45 55 75	gG-63 (37) gG-80 (45) gG-100 (55) gG-125 (75)	gG-100 (37) gG-125 (45) gG-160 (55-75)	-	-
C3	45 55	gG-80 gG-100	gG-100 gG-125	-	-

Tableau 6.22 525-690 V, protections de types A, B et C

Conformité UL

Les fusibles et les disjoncteurs doivent obligatoirement être conformes au NEC 2009. Danfoss recommande l'utilisation de composants appartenant à la liste ci-dessous.

L'utilisation des fusibles ci-dessous convient sur un circuit capable de fournir 100 000 Arms (symétriques), 240 V, 480 V, 500 V ou 600 V 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 Arms.

	Taille de fusible max. recommandée					
Puissance [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	KS-50	JJN-50	-	-	-
11	KTN-R-60	JKS-60	JJN-60	-	-	-
15-18,5	KTN-R-80	JKS-80	JJN-80	-	-	-
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 6.23 200-240 V, protections de types A, B et C

	Taille de fusible max. recommandée			
Puissance [kW]	SIBA Type RK1	Littelfuse Type RK1	Ferraz-Shawmut Type CC	Ferraz-Shawmut Type RK1[3)]
1,1	5017906-010	KLN-R-10	ATM-R-10	A2K-10-R
1,5	5017906-016	KLN-R-15	ATM-R-15	A2K-15-R
2,2	5017906-020	KLN-R-20	ATM-R-20	A2K-20-R
3,0	5017906-025	KLN-R-25	ATM-R-25	A2K-25-R
3,7	5012406-032	KLN-R-30	ATM-R-30	A2K-30-R
5,5-7,5	5014006-050	KLN-R-50	-	A2K-50-R
11	5014006-063	KLN-R-60	-	A2K-60-R
15-18,5	5014006-080	KLN-R-80	-	A2K-80-R
22	2028220-125	KLN-R-125	-	A2K-125-R
30	2028220-150	KLN-R-150	-	A2K-150-R
37	2028220-200	KLN-R-200	-	A2K-200-R
45	2028220-250	KLN-R-250	-	A2K-250-R

Tableau 6.24 200-240 V, protections de types A, B et C

	Taille de fusible max. recommandée			
Puissance [kW]	Bussmann Type JFHR2[2)]	Littelfuse JFHR2	Ferraz-Shawmut JFHR2[4)]	Ferraz-Shawmut J
1,1	FWX-10	-	-	HSJ-10
1,5	FWX-15	-	-	HSJ-15
2,2	FWX-20	-	-	HSJ-20
3,0	FWX-25	-	-	HSJ-25
3,7	FWX-30	-	-	HSJ-30
5,5-7,5	FWX-50	-	-	HSJ-50
11	FWX-60	-	-	HSJ-60
15-18,5	FWX-80	-	-	HSJ-80
22	FWX-125	-	-	HSJ-125
30	FWX-150	L25S-150	A25X-150	HSJ-150
37	FWX-200	L25S-200	A25X-200	HSJ-200
45	FWX-250	L25S-250	A25X-250	HSJ-250

Tableau 6.25 200-240 V, protections de types 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.

	Taille de fusible max. recommandée					
Puissance [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 6.26 380-480 V, protections de types A, B et C

	Taille de fusible max. recommandée			
Puissance [kW]	SIBA Type RK1	Littelfuse Type RK1	Ferraz-Shawmut Type CC	Ferraz-Shawmut Type RK1
1.1-2.2	5017906-010	KLS-R-10	ATM-R-10	A6K-10-R
3	5017906-016	KLS-R-15	ATM-R-15	A6K-15-R
4	5017906-020	KLS-R-20	ATM-R-20	A6K-20-R
5,5	5017906-025	KLS-R-25	ATM-R-25	A6K-25-R
7,5	5012406-032	KLS-R-30	ATM-R-30	A6K-30-R
11-15	5014006-040	KLS-R-40	-	A6K-40-R
18	5014006-050	KLS-R-50	-	A6K-50-R
22	5014006-063	KLS-R-60	-	A6K-60-R
30	2028220-100	KLS-R-80	-	A6K-80-R
37	2028220-125	KLS-R-100	-	A6K-100-R
45	2028220-125	KLS-R-125	-	A6K-125-R
55	2028220-160	KLS-R-150	-	A6K-150-R
75	2028220-200	KLS-R-200	-	A6K-200-R
90	2028220-250	KLS-R-250	-	A6K-250-R

Tableau 6.27 380-500 V, protections de types A, B et C

	Taille de fusible max. recommandée			
Puissance [kW]	Bussmann JFHR2	Ferraz- Shawmut J	Ferraz- Shawmut JFHR2[1)]	Littelfuse JFHR2
1.1-2.2	FWH-10	HSJ-10	-	-
3	FWH-15	HSJ-15	-	-
4	FWH-20	HSJ-20	-	-
5,5	FWH-25	HSJ-25	-	-
7,5	FWH-30	HSJ-30	-	-
11-15	FWH-40	HSJ-40	-	-
18	FWH-50	HSJ-50	-	-
22	FWH-60	HSJ-60	-	-
30	FWH-80	HSJ-80	-	-
37	FWH-100	HSJ-100	-	-
45	FWH-125	HSJ-125	-	-
55	FWH-150	HSJ-150	-	-
75	FWH-200	HSJ-200	A50-P-225	L50-S-225
90	FWH-250	HSJ-250	A50-P-250	L50-S-250

Tableau 6.28 380-480 V, protections de types A, B et C

1) Les fusibles A50QS de Ferraz-Shawmut peuvent remplacer les fusibles A50P.

	Taille de fusible max. recommandée					
Puissance [kW]	Bussmann Type RK1	Bussmann Type J	Bussmann Type T	Bussmann Type CC	Bussmann Type CC	Bussmann Type CC
1,1	KTS-R-5	JKS-5	JJS-6	FNQ-R-5	KTK-R-5	LP-CC-5
1.5-2.2	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
3	KTS-R15	JKS-15	JJS-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
4	KTS-R20	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-35	JKS-35	JJS-35	-	-	-
18	KTS-R-45	JKS-45	JJS-45	-	-	-
22	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	-	-	-
30	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	-	-	-
37	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	-	-	-
45	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	-	-	-
55	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	-	-	-
75	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	-	-	-
90	KTS-R-175	JKS-175	JJS-175	-	-	-

Tableau 6.29 525-600 V, protections de types A, B et C

	Taille de fusible max. recommandée			
Puissance [kW]	SIBA Type RK1	Littelfuse Type RK1	Ferraz-Shawmut Type RK1	Ferraz-Shawmut J
1,1	5017906-005	KLS-R-005	A6K-5-R	HSJ-6
1.5-2.2	5017906-010	KLS-R-010	A6K-10-R	HSJ-10
3	5017906-016	KLS-R-015	A6K-15-R	HSJ-15
4	5017906-020	KLS-R-020	A6K-20-R	HSJ-20
5,5	5017906-025	KLS-R-025	A6K-25-R	HSJ-25
7,5	5017906-030	KLS-R-030	A6K-30-R	HSJ-30
11-15	5014006-040	KLS-R-035	A6K-35-R	HSJ-35
18	5014006-050	KLS-R-045	A6K-45-R	HSJ-45
22	5014006-050	KLS-R-050	A6K-50-R	HSJ-50
30	5014006-063	KLS-R-060	A6K-60-R	HSJ-60
37	5014006-080	KLS-R-075	A6K-80-R	HSJ-80
45	5014006-100	KLS-R-100	A6K-100-R	HSJ-100
55	2028220-125	KLS-R-125	A6K-125-R	HSJ-125
75	2028220-150	KLS-R-150	A6K-150-R	HSJ-150
90	2028220-200	KLS-R-175	A6K-175-R	HSJ-175

Tableau 6.30 525-600 V, protections de types A, B et C

1) Les fusibles 170M de Bussmann présentés utilisent l'indicateur visuel -/80 : les fusibles avec indicateur –TN/80 Type T, -/110 ou TN/110 Type T de même taille et même intensité peuvent être substitués.

	Taille de fusible max. recommandée					
Puissance [kW]	Bussmann Type RK1	Bussmann Type J	Bussmann Type T	Bussmann Type CC	Bussmann Type CC	Bussmann Type CC
1,1	KTS-R-5	JKS-5	JJS-6	FNQ-R-5	KTK-R-5	LP-CC-5
1.5-2.2	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
3	KTS-R15	JKS-15	JJS-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
4	KTS-R20	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-35	JKS-35	JJS-35	-	-	-
18	KTS-R-45	JKS-45	JJS-45	-	-	-
22	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	-	-	-
30	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	-	-	-
37	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	-	-	-
45	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	-	-	-
55	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	-	-	-
75	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	-	-	-
90	KTS-R-175	JKS-175	JJS-175	-	-	-

Tableau 6.31 525-690 V, protections de types A, B et C

	Taille de fusible max. recommandée							
Puissance [kW]	**Fusible d'entrée max.**	**Bussmann E52273 RK1/JDDZ**	**Bussmann E4273 J/JDDZ**	**Bussmann E4273 T/JDDZ**	**SIBA E180276 RK1/JDDZ**	**LittelFuse E81895 RK1/JDDZ**	**Ferraz-Shawmut E163267/E2137 RK1/JDDZ**	**Ferraz-Shawmut E2137 J/HSJ**
11-15	30 A	KTS-R-30	JKS-30	JKJS-30	5017906-030	KLS-R-030	A6K-30-R	HST-30
18,5	45 A	KTS-R-45	JKS-45	JJS-45	5014006-050	KLS-R-045	A6K-45-R	HST-45
30	60 A	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	5014006-063	KLS-R-060	A6K-60-R	HST-60
37	80 A	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	5014006-080	KLS-R-075	A6K-80-R	HST-80
45	90 A	KTS-R-90	JKS-90	JJS-90	5014006-100	KLS-R-090	A6K-90-R	HST-90
55	100 A	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	5014006-100	KLS-R-100	A6K-100-R	HST-100
75	125 A	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	2028220-125	KLS-150	A6K-125-R	HST-125
90	150 A	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	2028220-150	KLS-175	A6K-150-R	HST-150

Tableau 6.32 *525-690 V, protections de types B et C

** Conformité UL uniquement 525-600 V*

6

6.3 Sectionneurs et contacteurs

6.3.1 Sectionneurs secteur

Assemblage de la protection IP55/NEMA type 12 (protection de type A5) sur le sectionneur secteur

L'interrupteur de secteur est placé sur le côté gauche des protections de types B1, B2, C1 et C2. Sur la protection A5, il se trouve à droite.

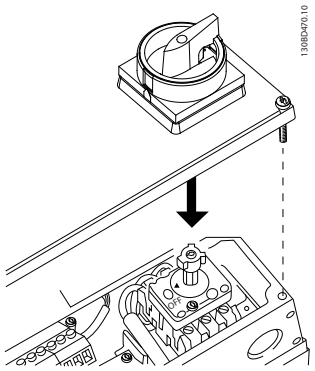


Illustration 6.39 Emplacement de l'interrupteur de secteur

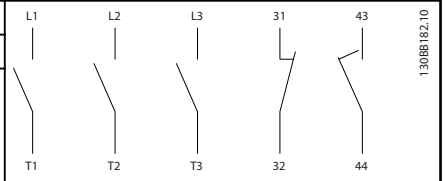
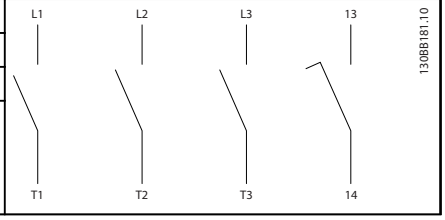
Type de protection	Type	Connexions des bornes
A5	Kraus&Naimer KG20A T303	
B1	Kraus&Naimer KG64 T303	
B2	Kraus&Naimer KG64 T303	
C1 37 kW	Kraus&Naimer KG100 T303	
C1 45-55 kW	Kraus&Naimer KG105 T303	
C2 75 kW	Kraus&Naimer KG160 T303	
C2 90 kW	Kraus&Naimer KG250 T303	

Tableau 6.33 Connexions des bornes des différents types de protections

6.4 Informations moteur supplémentaires

6.4.1 Câble moteur

Le moteur doit être raccordé aux bornes U/T1/96, V/T2/97, W/T3/98. Relier la terre à la borne 99. 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 horaire quand la sortie du variateur de fréquence est raccordée comme suit:

N° de borne	Fonction
96, 97, 98, 99	Secteur U/T1, V/T2, W/T3 Terre

Tableau 6.34 Fonctions des bornes

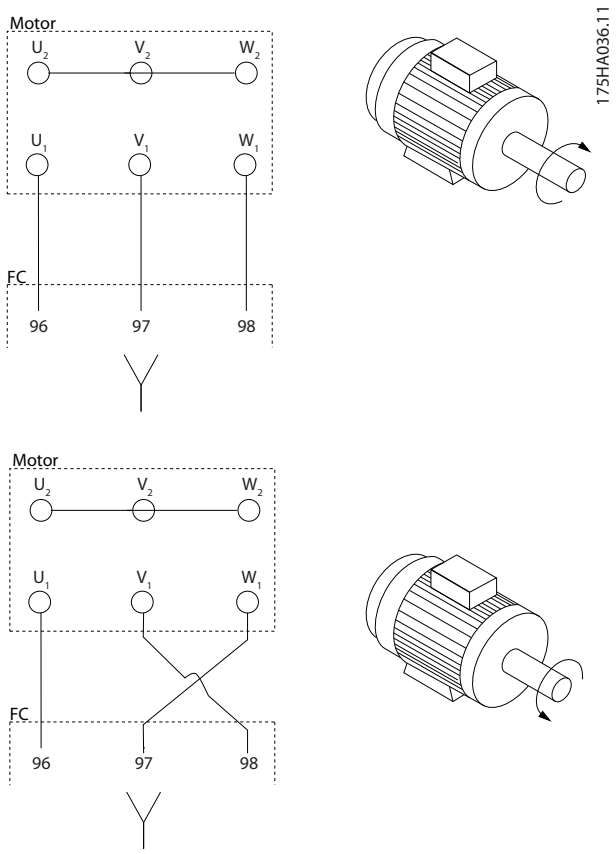


Illustration 6.40 Connexions des bornes pour une rotation dans le sens horaire et dans le sens antihoraire

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

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

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

AVIS!

Si une application de modifications en rattrapage exige une quantité inégale de fils par phase, consulter l'usine au sujet des exigences requises ainsi que la documentation ou utiliser l'option d'armoire latérale à entrée inférieure/supérieure.

6.4.2 Protection thermique du moteur

Le relais thermique électronique du variateur de fréquence a reçu une certification UL pour la protection d'un moteur unique, lorsque le par. *1-90 Protect. thermique mot.* est positionné sur *ETR Alarme* et le par. *1-24 Courant moteur* est positionné sur le courant nominal du moteur (voir plaque signalétique du moteur).
Pour la protection thermique du moteur, il est également possible d'utiliser une option de carte thermistance PTC MCB 112. Cette carte offre une garantie ATEX pour protéger les moteurs dans les zones potentiellement explosives Zone 1/21 et Zone 2/22. Lorsque le par. *1-90 Protect. thermique mot.* est réglé sur [20], la limite ATEX ETR est combinée avec l'option MCB 112, il est alors possible de contrôler un moteur Ex-e dans des zones potentiellement explosives. Consulter le *Guide de programmation* pour obtenir un complément d'informations sur la configuration du variateur de fréquence pour une exploitation en toute sécurité des moteurs Ex-e.

6

6.4.3 Raccordement en parallèle des moteurs

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

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

AVIS!

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

AVIS!

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

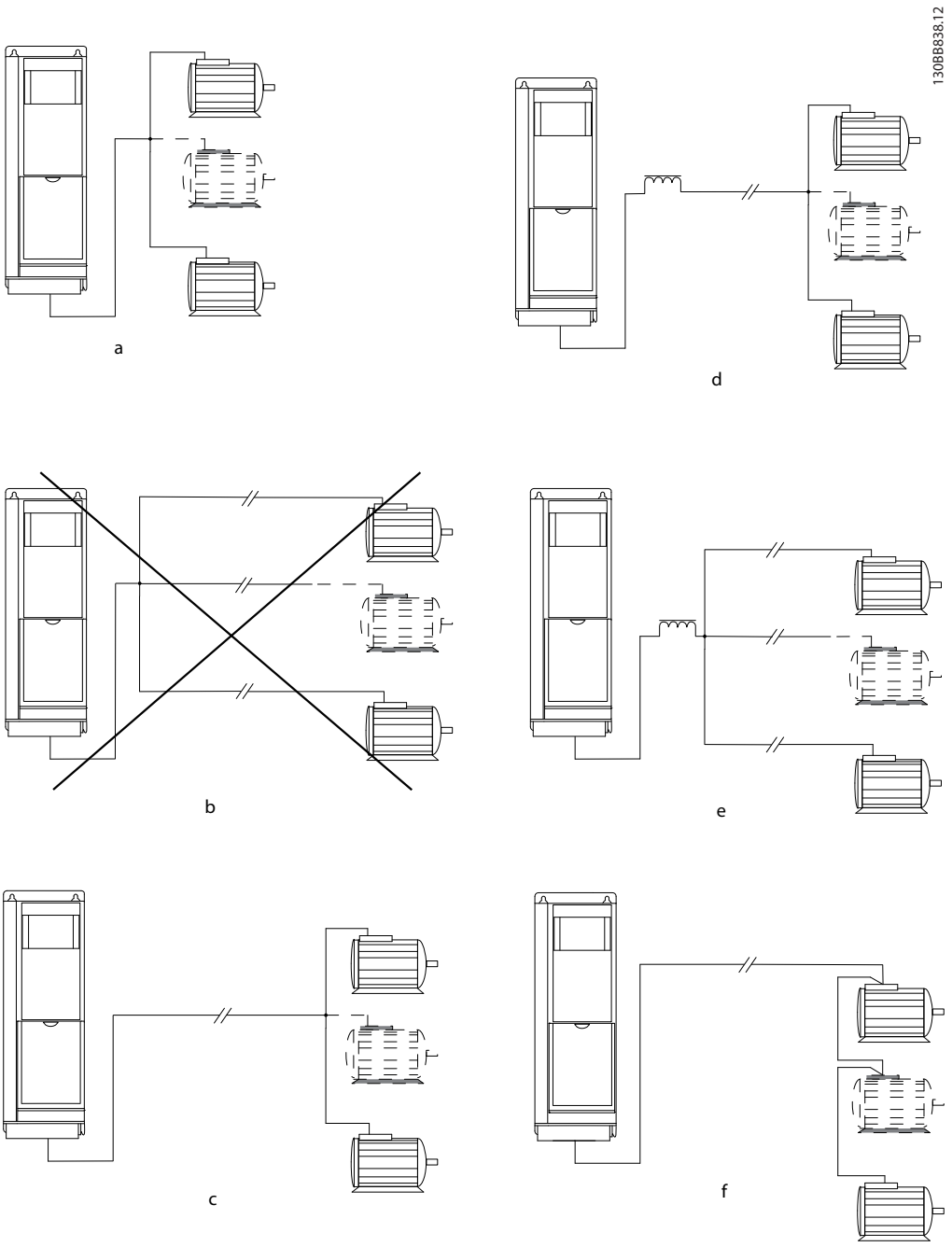


Illustration 6.41 Raccordement du moteur en parallèle

c, d) La longueur de câble totale spécifiée dans le paragraphe 4.5, *Spécifications générales*, est valable dans la mesure où les câbles parallèles sont courts (moins de 10 m chacun).
d, e) Considérer la chute de tension sur les câbles du moteur.
e) Tenir compte de la longueur maximum de câble spécifiée dans le *Tableau 6.35*.
e) Utiliser le filtre LC pour les longs câbles parallèles.

Type de protection	Puissance [kW]	Tension [V]	1 câble [m]	2 câbles [m]	3 câbles [m]	4 câbles [m]
A5	5	400	150	45	8	6
		500	150	7	4	3
A2, A5	1.1-1.5	400	150	45	20	8
		500	150	45	5	4
A2, A5	2,2-4	400	150	45	20	11
		500	150	45	20	6
A3, A5	5.5-7.5	400	150	45	20	11
		500	150	45	20	11
B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3, C4	11-90	400	150	75	50	37
		500	150	75	50	37

Tableau 6.35 Longueur de câble maximum pour chaque câble parallèle, en fonction de la quantité de câbles parallèles.

6

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.

Dans les systèmes comportant des moteurs montés en parallèle, la protection thermique électronique interne (ETR) du variateur de fréquence n'est pas utilisable en tant que protection de chaque moteur. Une protection additionnelle du moteur doit être prévue, p. ex. des thermistances dans chaque moteur ou dans les relais thermiques individuels. (Les disjoncteurs ne représentent pas une protection appropriée).

6.4.4 Sens de rotation du moteur

Le réglage effectué en usine correspond à une rotation dans le sens horaire quand la sortie du variateur de vitesse est raccordée comme suit.

Borne 96 reliée à la phase U
Borne 97 reliée à la phase V
Borne 98 reliée à la phase W

Le sens de rotation du moteur peut être modifié par inversion de deux phases moteur.

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

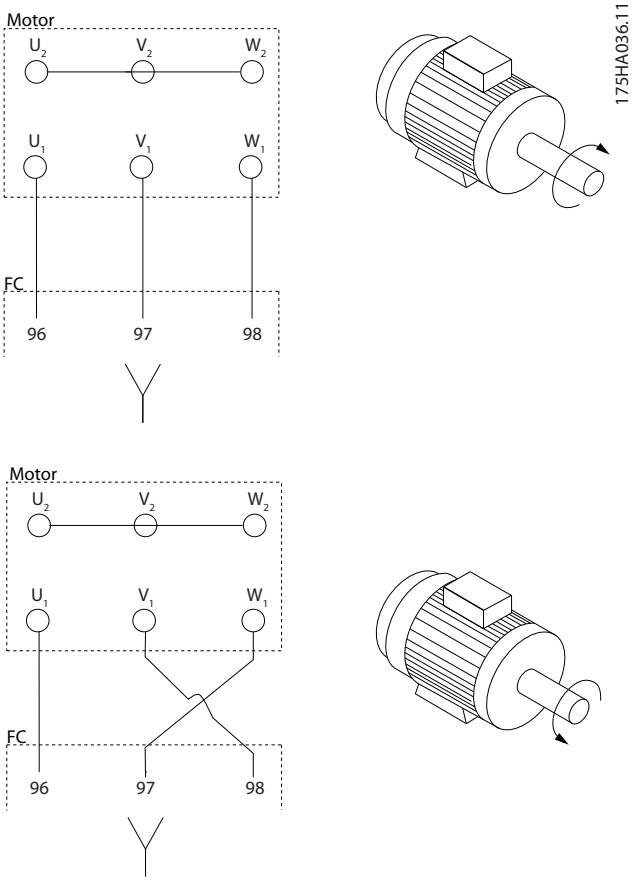


Illustration 6.42 Procédure de contrôle de la rotation du moteur

6.4.5 Isolation du moteur

Pour les longueurs de câble du moteur ≤ à la longueur de câble répertoriée dans la section *chapitre 9 Spécifications générales et dépannage*, l'isolation du moteur recommandée est indiquée dans le *Tableau 6.36*. Si un moteur présente une valeur d'isolation nominale inférieure, il est conseillé d'utiliser un filtre du/dt ou sinus.

Tension secteur nominale [V]	Isolation du moteur [V]
$U_N \leq 420$	U_{LL} standard = 1 300
$420 V < U_N \leq 500$	U_{LL} renforcée = 1 600
$500 V < U_N \leq 600$	U_{LL} renforcée = 1 800
$600 V < U_N \leq 690$	U_{LL} renforcée = 2 000

Tableau 6.36 Isolation du moteur

6.4.6 Courants des paliers de moteur

Tous les moteurs installés avec des FC 102 de 90 kW minimum doivent présenter des paliers isolés avec des têtes non motrices afin d'éliminer les courants de paliers à circulation. Pour minimiser les courants d'entraînement des paliers et des arbres, une mise à la terre correcte du variateur de fréquence, du moteur, de la machine entraînée et du moteur de la machine entraînée est requise.

Stratégies d'atténuation standard

1. Utiliser un palier isolé.
2. Appliquer des procédures d'installation rigoureuses.
   - 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 armé 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.
3. Abaisser la fréquence de commutation de l'IGBT.
4. Modifier la forme de l'onde de l'onduleur, 60° AVM au lieu de SFAVM.
5. Installer un système de mise à la terre de l'arbre ou utiliser un raccord isolant.
6. Appliquer un lubrifiant conducteur.
7. Utiliser si possible des réglages minimum de la vitesse.
8. Veiller à ce que la tension de la ligne soit équilibrée jusqu'à la terre. Cela peut s'avérer difficile pour les réseaux IT, TT, TN-CS ou les systèmes de colonne mis à la terre.
9. Utiliser un filtre dU/dt ou sinus.

6

6.5 Câbles de commande et bornes

6.5.1 Accès aux bornes de commande

Toutes les bornes des câbles de commande sont placées sous la protection borniers à l'avant du variateur de fréquence. Enlever la protection borniers à l'aide d'un tournevis (voir l'*Illustration 6.43*).

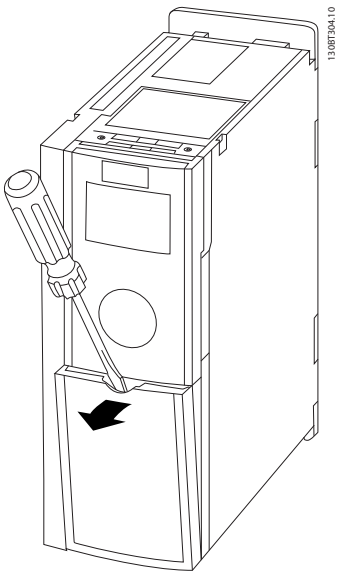


Illustration 6.43 Protections de types A1, A2, A3, B3, B4, C3 et C4

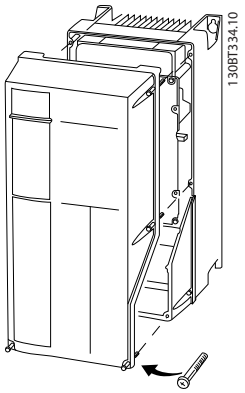


Illustration 6.44 Protections de types A5, B1, B2, C1 et C2

6.5.2 Passage des câbles de commande

Fixer tous les fils de commande au passage de câbles prévu comme indiqué sur le schéma. Ne pas oublier de connecter les blindages correctement pour assurer une immunité électrique optimale.

Connexion du bus de terrain
Les connexions sont faites aux options concernées de la carte de commande. Pour des détails, voir les instructions sur le réseau de terrain. Le câble doit être placé dans le passage fourni dans le variateur de fréquence et fixé avec les autres fils de commande (voir l'*Illustration 6.45*).

Dans les châssis (IP00) et les unités (NEMA 1), il est aussi possible de connecter le bus de terrain comme indiqué sur l'*Illustration 6.46* et l'*Illustration 6.47*. Sur l'unité NEMA 1, enlever une plaque de finition.
Numéro du kit pour la connexion du bus de terrain par le haut : 176F1742

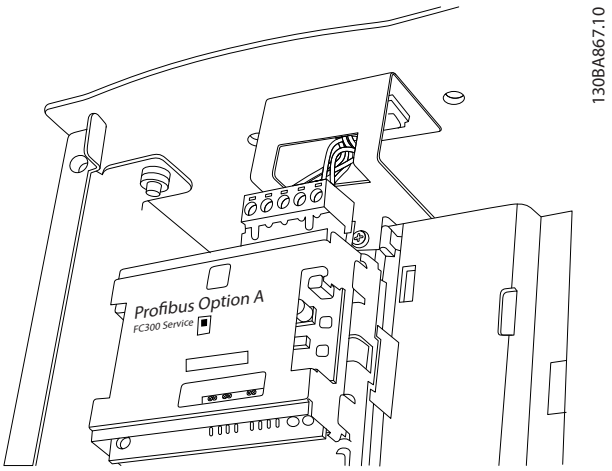


Illustration 6.45 Emplacement intérieur du bus de terrain

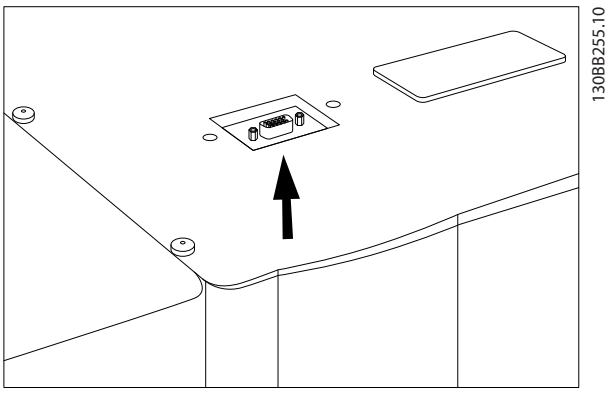


Illustration 6.46 Connexion par le haut du bus de terrain sur IP00

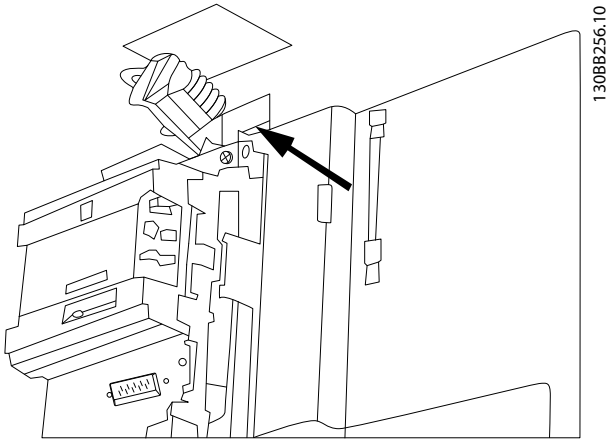


Illustration 6.47 Connexion par le haut du bus de terrain pour unités NEMA 1

Installation d'une alimentation externe 24 V CC
Couple : 0,5-0,6 Nm
Taille des vis : M3

Nº	Fonction
35 (-), 36 (+)	Alimentation externe 24 V CC

Tableau 6.37 Alimentation 24 V CC externe

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

AVIS!

Un avertissement de basse tension est émis lors de la connexion de l'alimentation 24 V CC ; cependant, il n'y a pas d'arrêt.

⚠AVERTISSEMENT

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

6.5.3 Bornes de commande

Élément	Description
1	E/S digitale fiche 8 pôles
2	Bus RS-485 fiche 3 pôles
3	E/S analogique 6 pôles
4	Connexion USB

Tableau 6.38 Tableau de légende de l'*Illustration 6.48*, pour le FC 102

Élément	Description
1	E/S digitale fiche 10 pôles
2	Bus RS-485 fiche 3 pôles
3	E/S analogique 6 pôles
4	Connexion SB

Tableau 6.39 Tableau de légende de l'*Illustration 6.48*, pour le FC 102

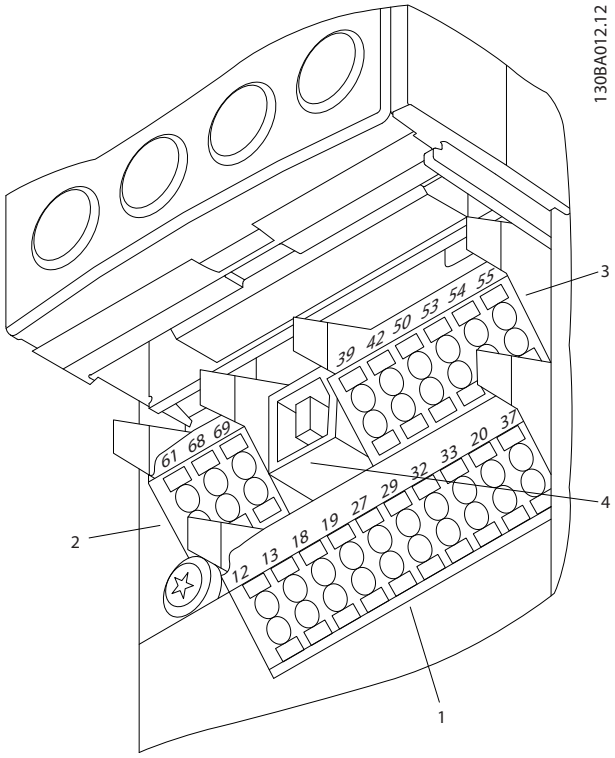


Illustration 6.48 Bornes de commande (tous les types de protections)

6

6.5.4 Commutateurs S201, S202 et S801

Les commutateurs S201 (A53) et S202 (A54) sont utilisés pour sélectionner une configuration de courant (0-20 mA) ou de tension (-10 à +10 V) respectivement aux bornes analogiques d'entrée 53 et 54.

Le commutateur S801 (BUS TER.) peut être utilisé pour mettre en marche la terminaison sur le port RS-485 (bornes 68 et 69).

Réglage par défaut

S201 (A53) = Inactif (entrée de tension)

S202 (A54) = Inactif (entrée de tension)

S801 (Terminaison de bus) = Inactif

AVIS!

Lors du changement de fonction de S201, S202 ou S801, veiller à ne pas forcer sur le commutateur. Il est recommandé de retirer la fixation du LCP (support) lors de l'actionnement des commutateurs. Ne pas actionner les commutateurs avec le variateur de fréquence sous tension.

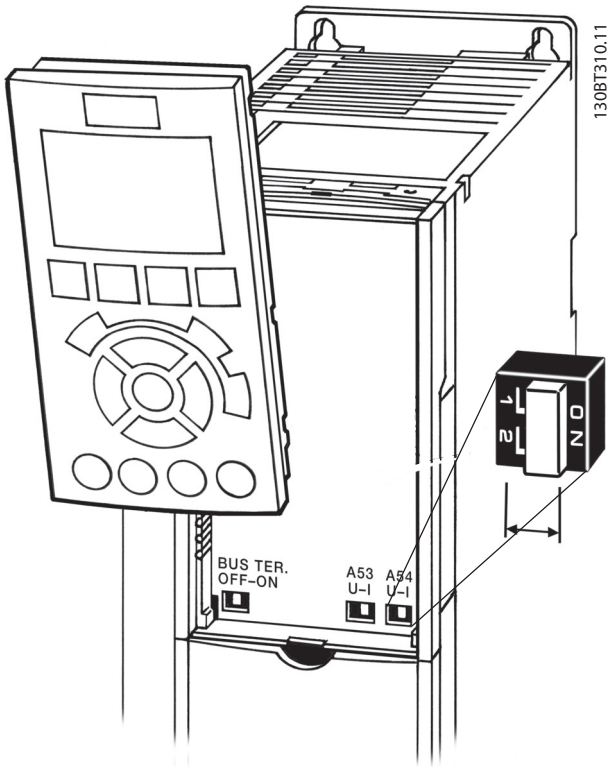


Illustration 6.49 Emplacement des commutateurs S201, S202 et S801

6.5.5 Installation électrique, bornes de commande

Pour fixer le câble à la borne

1. Dénuder l'isolant sur 9 à 10 mm.

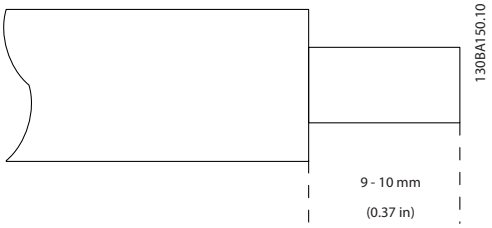


Illustration 6.50 Dénuder le câble

2. Insérer un tournevis[1)] dans le trou carré.

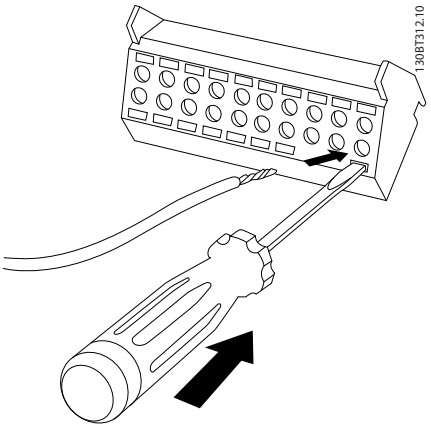


Illustration 6.51 Insérer un tournevis

3. Insérer le câble dans le trou circulaire adjacent.

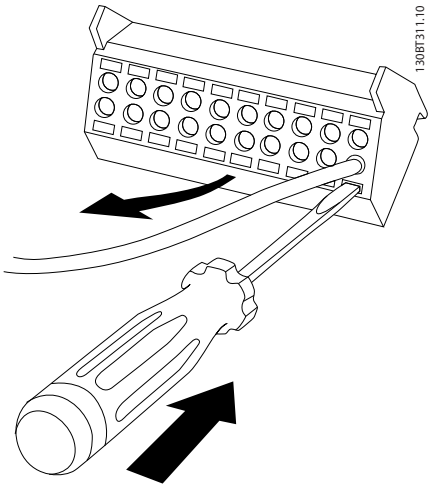


Illustration 6.52 Insérer le câble

4. Enlever le tournevis. Le câble est maintenant fixé à la borne.

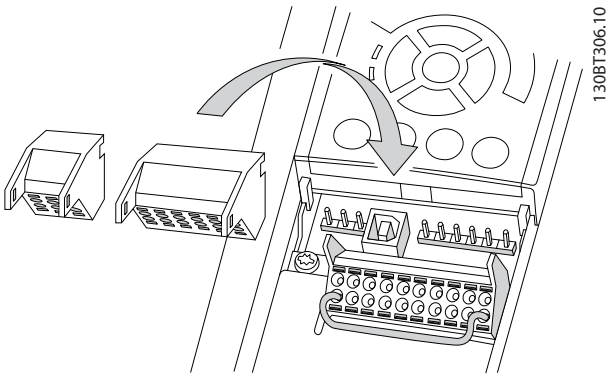


Illustration 6.53 Enlever le tournevis

Pour retirer le câble de la borne :

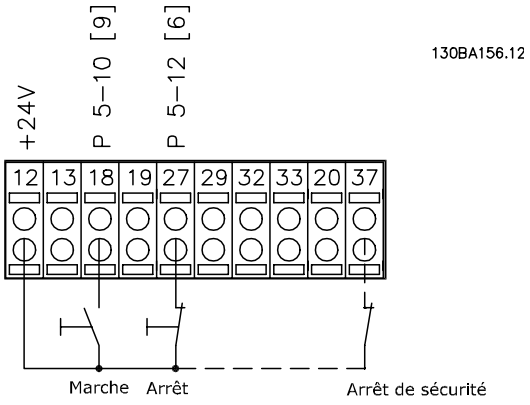
1. Insérer un tournevis[1)] dans le trou carré.
2. Retirer le câble.

[1)] Max. 0,4 x 2,5 mm

6.5.6 Exemple de câblage de base

1. Fixer les bornes du sac d'accessoires à l'avant du variateur de fréquence.
2. Connecter les bornes 18 et 27 à +24 V (borne 12/13).

Réglages par défaut
18 = Démarrage, *5-10 E.digit.born.18* [9]
27 = Arrêt NF, *5-12 E.digit.born.27* [6]
37 = Absence sûre du couple inversée



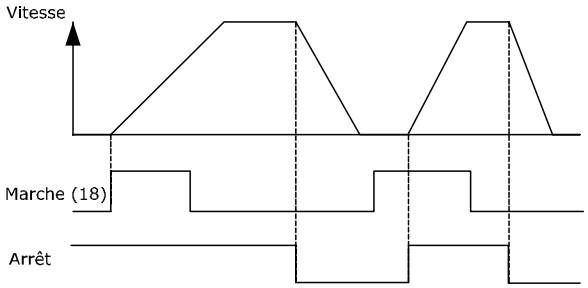


Illustration 6.54 Câblage de base

6

6.5.7 Installation électrique, câbles de commande

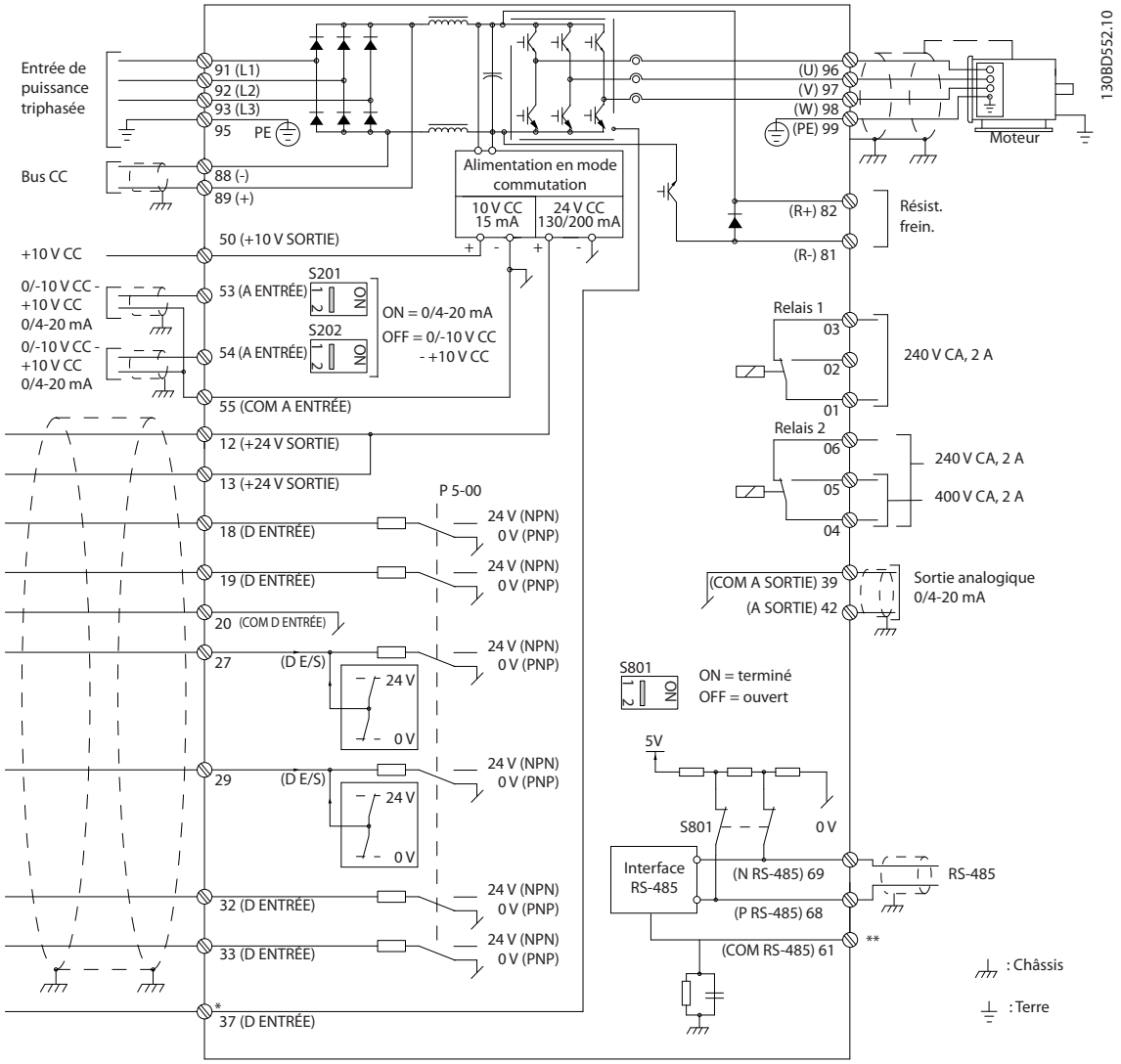


Illustration 6.55 Schéma de câblage de base

A = analogique, D = digitale
*La borne 37 (en option) sert pour l'absence sûre du couple. Pour les instructions d'installation de l'absence sûre du couple, se reporter au *Manuel d'utilisation de l'absence sûre du couple des variateurs de fréquence* Danfoss *VLT®*.
**Ne pas connecter le blindage.

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

Polarité d'entrée des bornes de commande

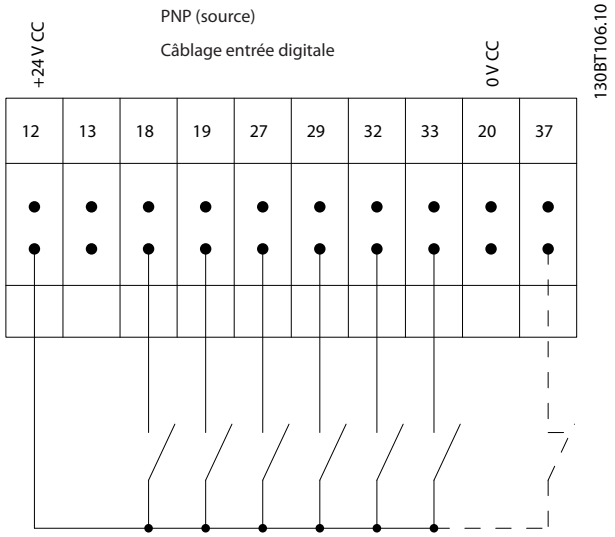


Illustration 6.56 Polarité d'entrée PNP (Source)

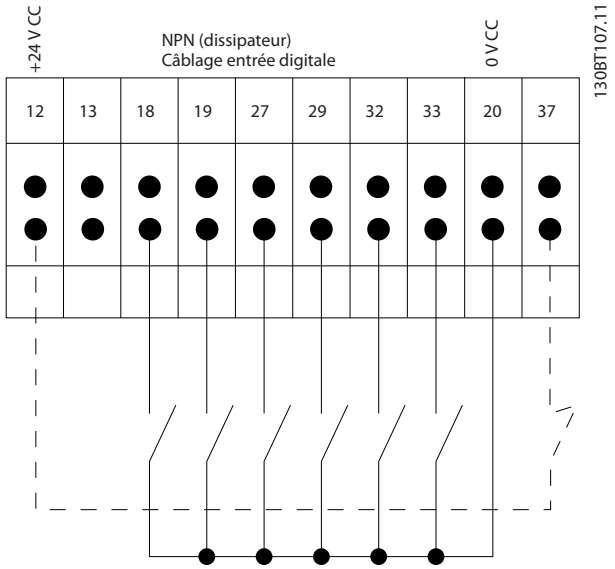


Illustration 6.57 Polarité d'entrée NPN (Dissipateur)

AVIS!

Pour se conformer aux prescriptions d'émissions CEM, l'utilisation de câbles blindés/armés est recommandée. En cas d'utilisation d'un câble non blindé/sans armature, voir le chapitre *chapitre 2.9.2 Résultats des essais CEM*.

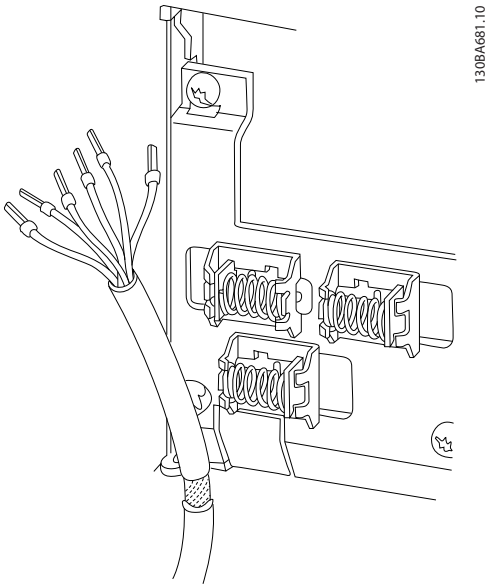


Illustration 6.58 Mise à la terre des câbles de commande blindés/armés

6.5.8 Sortie relais

Relais 1

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

Relais 2 (sauf FC 301)

- Borne 04 : commune
- Borne 05 : normalement ouvert 400 V CA
- Borne 06 : normalement fermé 240 V CA

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

Sorties relais complémentaires grâce au module d'options de relais MCB 105.

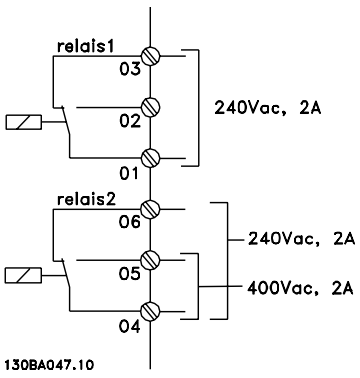


Illustration 6.59 Sorties de relais 1 et 2

6.6 Raccordements supplémentaires

6.6.1 Raccordement du bus CC

La borne de bus CC est utilisée pour une alimentation CC de secours, le circuit intermédiaire étant fourni par une source externe. Elle utilise les bornes 88 et 89.

Pour plus d'informations, contacter Danfoss.

6.6.2 Répartition de la charge

Utiliser les bornes 88 et 89 pour la répartition de la charge.

6

Le câble de raccordement doit être blindé et la longueur maximale entre le variateur de fréquence et la barre de courant continu est limitée à 25 m.
La répartition de la charge permet de relier le circuit intermédiaire de plusieurs variateurs de fréquence.

⚠AVERTISSEMENT

Noter la présence de tensions allant jusqu'à 1 099 V CC sur les bornes.
La répartition de la charge nécessite un équipement supplémentaire et implique certaines précautions à prendre en matière de sécurité. Pour de plus amples informations, consulter les instructions relatives à la répartition de la charge.

⚠AVERTISSEMENT

Noter que la coupure du secteur peut ne pas isoler le variateur de fréquence en raison de la connexion du circuit intermédiaire.

6.6.3 Installation du câble de la résistance de freinage

Le câble de raccordement à la résistance de freinage doit être blindé et la longueur maximale entre le variateur de fréquence et la barre de courant continu est limitée à 25 m.

1. Relier le blindage à la plaque conductrice arrière du variateur de fréquence et à l'armoire métallique de la résistance de freinage à l'aide d'étriers de serrage.
2. Dimensionner la section du câble de la résistance de freinage en fonction du couple de freinage.

Les bornes 81 et 82 sont des bornes de résistance de freinage.

Voir les Instructions de freinage pour plus de détails sur une installation sans danger.

AVIS!

En cas de court-circuit dans le frein IGBT, empêcher la perte de puissance dans la résistance de freinage en utilisant un interrupteur de secteur ou un contacteur afin de déconnecter le variateur de fréquence du secteur. Seul le variateur de fréquence doit contrôler le contacteur.

⚠ATTENTION

Noter que des tensions pouvant atteindre 1 099 V CC peuvent se produire aux bornes, selon la tension d'alimentation.

6.6.4 Connexion d'un PC au variateur de fréquence

Pour contrôler le variateur de fréquence à partir d'un PC, installer le logiciel de programmation MCT 10.
Le PC est connecté via un câble USB standard (hôte/dispositif) ou via l'interface RS-485.

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* (*Raccordement au secteur CA*) peut endommager le contrôleur hôte USB via le blindage du câble USB.
Il est conseillé d'utiliser un isolateur USB avec isolation galvanique pour protéger le contrôleur hôte USB du PC contre les différences de potentiel à la terre lors de la connexion du PC à un variateur de fréquence via un câble USB.
Il est déconseillé d'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 liées à la connexion de la terre et du blindage au port USB du PC.

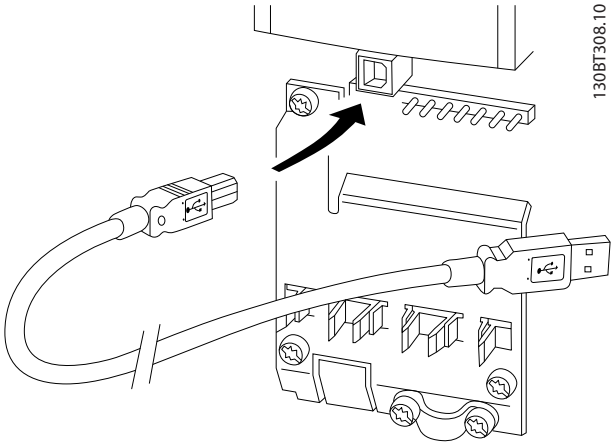


Illustration 6.60 Connexion USB

6.6.5 Logiciel PC

Stockage des données dans le PC via Logiciel de programmation MCT 10

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

Tous les paramètres sont maintenant stockés.

Transfert de données du LCP vers le variateur de fréquence via Logiciel de programmation MCT 10

1. Connecter un PC à l'unité via le port de communication USB.
2. Ouvrir 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.

6.6.6 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 de Danfoss ou d'une autre marque équipés de dispositifs de réduction des harmoniques supplémentaires, tels que des filtres AHF Danfoss et des redresseurs à 12-18 impulsions.

Référence :
Commander le CD contenant l'outil pour PC MCT 31 à l'aide du numéro de code 130B1031.

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

6.7 Sécurité

6.7.1 Essai de haute tension

Effectuer un essai de haute tension en court-circuitant les bornes U, V, W, L_1, L_2 et L_3. Alimenter les variateurs de fréquence 380-500 V avec un courant continu de 2,15 kV maximum et les variateurs de fréquence 525-690 V avec un courant continu de 2,525 kV pendant une seconde entre ce court-circuit et le châssis.

⚠AVERTISSEMENT

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

6.7.2 Mise à la terre

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

- Mise à la terre de sécurité : le courant de fuite du variateur de fréquence est élevé. L'appareil doit être correctement mis à la terre par mesure de sécurité. Respecter les réglementations de sécurité locales.
- Mise à la terre hautes fréquences : raccourcir au maximum les liaisons de mise à la terre.

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

6.7.3 Mise à la terre de sécurité

Le courant de fuite du variateur de fréquence est important. L'appareil doit être mis à la terre correctement par mesure de sécurité conformément à la norme EN 50178.

⚠AVERTISSEMENT

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

6.7.4 Installation selon les critères 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, IP21 ou IP54, il convient de protéger le risque de formation d'étincelles comme suit :

- Ne pas installer d'interrupteur de secteur
- Vérifier que le par. *14-50 Filtre RFI* est réglé sur *[1] Actif.*
- Retirer toutes les fiches relais marquées RELAY. Voir l'*Illustration 6.61*.

Pour les unités présentant une protection nominale IP20, IP21 ou IP54, il convient de protéger le risque de formation d'étincelles comme suit :

- Vérifier quelles options relais sont installées le cas échéant. La seule option relais autorisée est la carte relais étendue MCB 113.

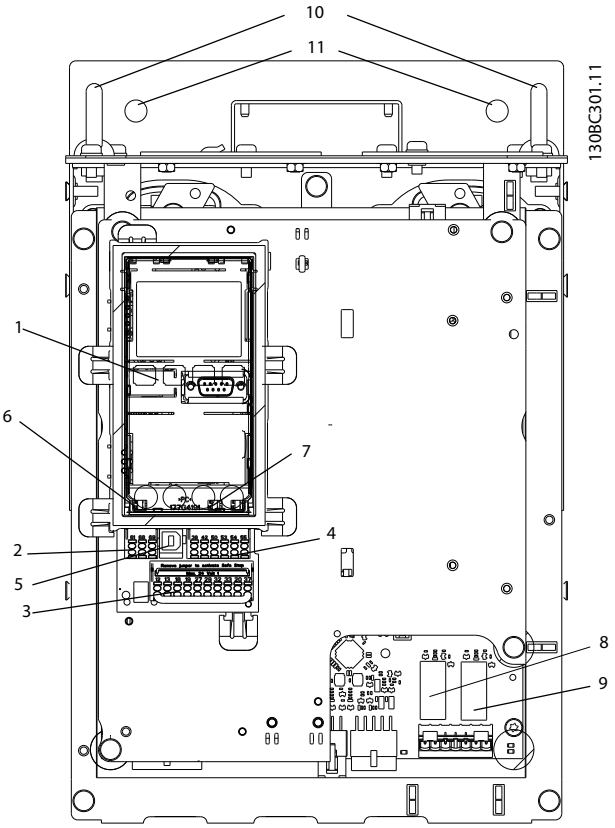


Illustration 6.61 Emplacement des fiches relais, pos. 8 et 9

La déclaration du fabricant est disponible sur demande.

6.8 Installation conforme à CEM

6.8.1 Installation électrique - Précautions CEM

Ce chapitre fournit des directives d'installation des variateurs de fréquence selon les bonnes pratiques. Respecter ces directives de manière à être conforme à la norme EN 61800-3 *Environnement premier*. Si l'installation s'effectue selon la norme EN 61800-3 *Environnement second*, c.-à-d. pour des réseaux industriels ou dans une installation qui possède son propre transformateur, il est acceptable de s'écarter de ces directives, sans que cela ne soit recommandé. Voir aussi les sections *chapitre 2.2 Marquage CE*, *chapitre 2.9 Généralités concernant les normes CEM* et *chapitre 2.9.2 Résultats des essais CEM*.

Règles de construction mécanique qui permettent de garantir une installation électrique conforme aux normes CEM

- N'utiliser que des câbles de moteur tressés blindés/armés et des câbles de commande tressés blindés/armés. Le blindage doit fournir une couverture minimale de 80 %. Le matériau du blindage doit être métallique, généralement (sans s'y limiter) du cuivre, de l'aluminium, de l'acier ou du plomb. Le câble secteur n'est soumis à aucune condition.
- Les installations utilisant des conduits métalliques rigides ne doivent pas nécessairement utiliser du câble blindé, mais le câble moteur doit être installé dans un conduit séparé des câbles de commande et secteur. La connexion complète du conduit entre le variateur de fréquence et le moteur est requise. La performance des conduits souples au regard des normes CEM varie beaucoup, et des informations doivent être obtenues auprès du fabricant.
- Raccorder le blindage/le conduit à la terre aux deux extrémités pour les câbles du moteur ainsi que pour les câbles de commande. Dans certains cas, il est impossible de connecter le blindage aux deux extrémités. Dans ce cas, connecter le blindage au variateur de fréquence. Voir aussi le chapitre *chapitre 6.8.3 Mise à la terre des câbles de commande blindés*.
- Éviter de terminer le blindage par des extrémités torsadées (queues de cochon). Une terminaison de ce type augmente l'impédance des hautes fréquences du blindage, ce qui réduit son efficacité dans les hautes fréquences. Utiliser des étriers de serrage basse impédance ou des presse-étoupe CEM à la place.
- Éviter, dans la mesure du possible, d'utiliser des câbles de moteur ou de commande non blindés/non armés dans les armoires renfermant le(s) variateur(s) de fréquence.

Laisser le blindage le plus près possible des connecteurs.

L'*Illustration 6.62* montre un exemple d'installation électrique d'un variateur de fréquence IP20 conforme aux normes CEM. Le variateur de fréquence a été inséré dans une armoire d'installation avec contacteur de sortie et connecté à un PLC qui, dans cet exemple, est installé dans une armoire séparée. Un autre mode d'installation peut assurer une performance conforme aux normes CEM, pourvu que les directives de bonnes pratiques ci-dessus soient respectées.

Si l'installation n'est pas exécutée selon les directives et lorsque des câbles et fils de commande non blindés sont utilisés, certaines conditions d'émission ne sont pas remplies, bien que les conditions d'immunité soient, elles, respectées. Voir le chapitre *chapitre 2.9.2 Résultats des essais CEM*.

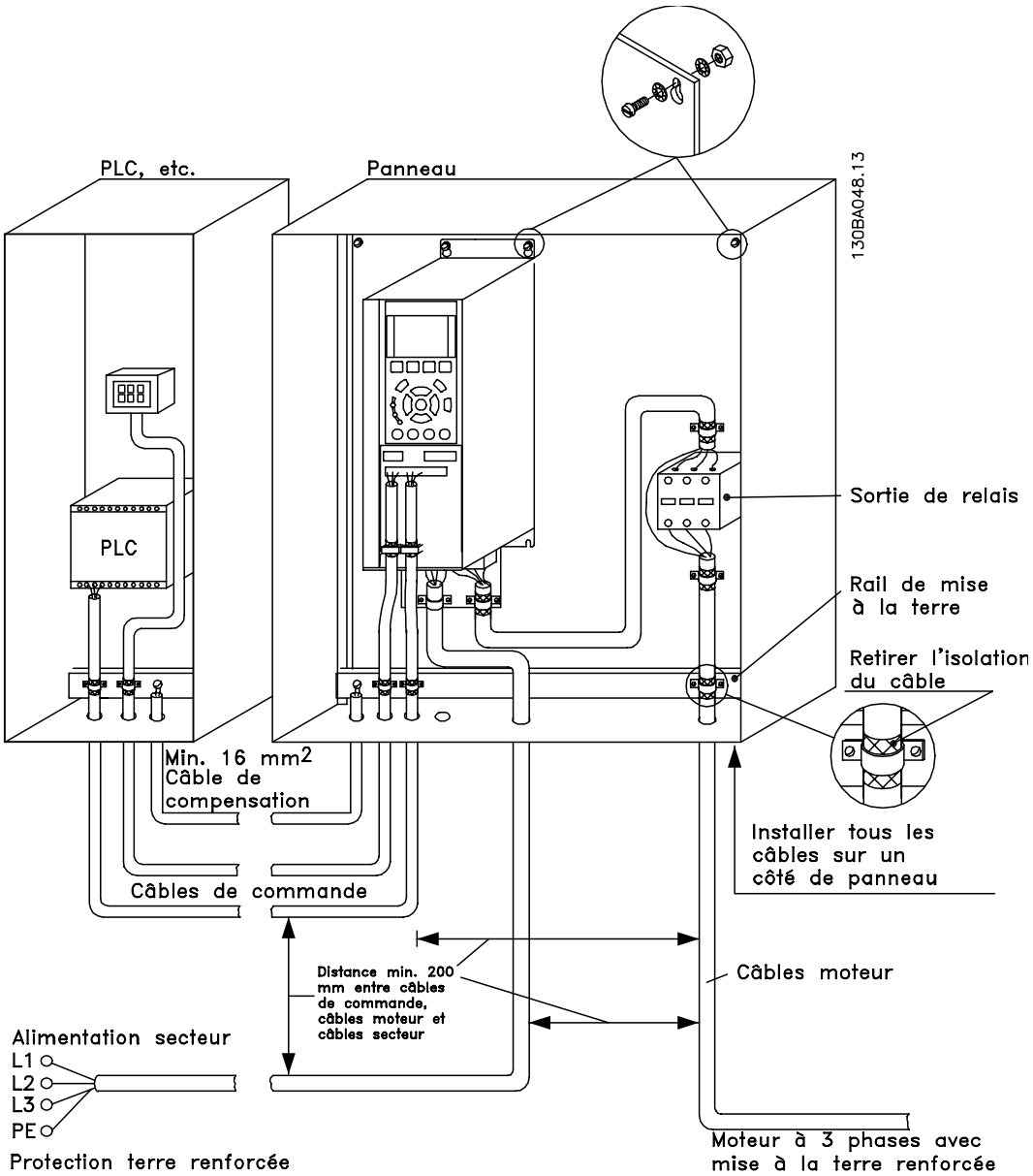


Illustration 6.62 Installation électrique d'un variateur de fréquence dans une armoire conforme aux normes CEM

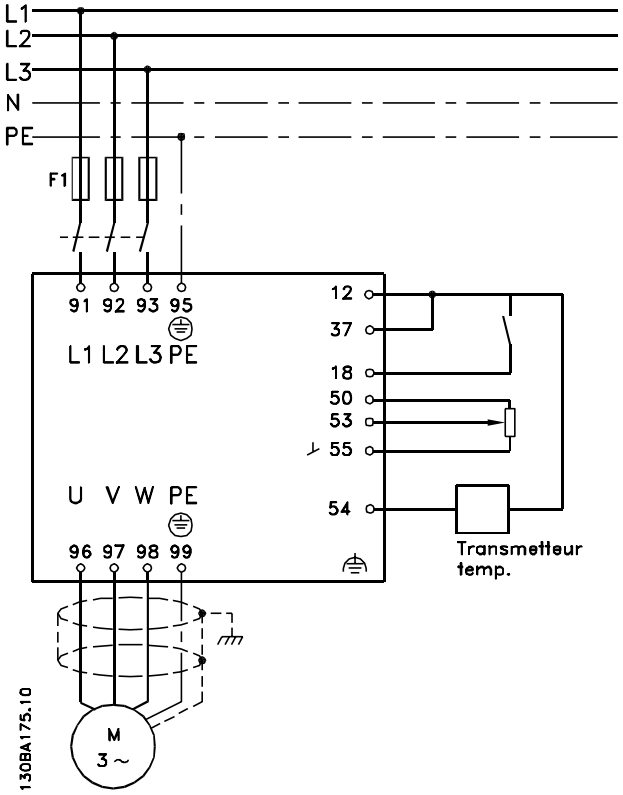


Illustration 6.63 Schéma de raccordement électrique

6.8.2 Utilisation de câbles conformes CEM

Danfoss recommande les câbles blindés/armés tressés pour assurer aux câbles de commande une immunité conforme aux normes CEM et aux câbles moteur une émission conforme aux normes CEM.

La capacité d'un câble à réduire le rayonnement de bruit électrique est déterminée par l'impédance de transfert (Z_T). Le blindage des câbles est généralement conçu pour réduire le transfert de bruit électrique ; cependant, un blindage avec une valeur d'impédance de transfert (Z_T) plutôt faible est plus efficace qu'un blindage avec une valeur d'impédance de transfert (Z_T) plus élevée.

L'impédance de transfert Z_T est rarement indiquée par les fabricants de câbles, mais il est souvent possible de faire une estimation de Z_T en évaluant la construction physique du câble.

Elle peut être évaluée sur la base des facteurs suivants :

- Conductibilité du matériel blindé
- Résistance de contact entre les différents conducteurs de blindage
- Couverture du blindage, c'est-à-dire la surface physique du câble recouverte par le blindage, souvent indiquée en pourcentage
- Type de blindage, c'est-à-dire tressé ou torsadé

a. Blindage aluminium sur fil en cuivre

b. Fil de cuivre tressé ou fil d'acier armé

c. Fil de cuivre tressé en une seule couche avec divers taux de couverture de blindage
C'est le câble de référence Danfoss typique.

d. Fil cuivré tressé en deux couches

e. Deux couches de fil cuivré avec couche intermédiaire magnétique, blindée/armée

f. Câble gainé de cuivre ou d'acier

g. Conduite de plomb avec 1,1 mm d'épaisseur de paroi

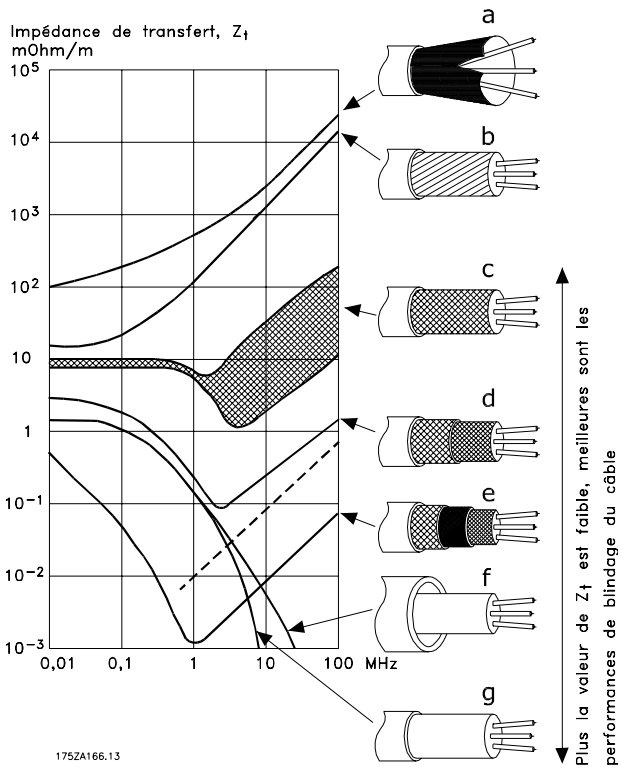


Illustration 6.64 Impédance de transfert

6.8.3 Mise à la terre des câbles de commande blindés

Blindage correct
La méthode privilégiée dans la plupart des cas consiste à sécuriser le contrôle et les câbles avec des étriers de blindage à chaque extrémité pour garantir le meilleur contact de câble haute fréquence possible.
Si le potentiel de la terre entre le variateur de fréquence et le PLC est différent, du bruit électrique peut se produire et nuire à l'ensemble du système. Remédier à ce problème en installant un câble d'égalisation à côté du câble de commande. Section min. du câble : 16 mm^2.

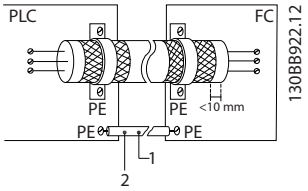


Illustration 6.65 Câble de commande avec câble d'égalisation

1	Min. 16 mm^2
2	Câble d'égalisation

Tableau 6.40 Légende de l'*Illustration 6.65*

Boucles de mise à la terre de 50/60 Hz
En présence de câbles de commande très longs, des boucles de mise à la terre peuvent se produire. Pour remédier à ce problème, relier l'une des extrémités du blindage à la terre via un condensateur 100 nF (fils courts).

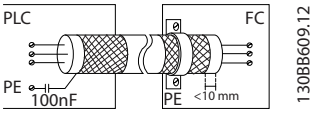


Illustration 6.66 Écran-terre connecté à un condensateur de 100 nF

Éviter le bruit CEM sur la communication série
Cette borne est reliée à la terre via une liaison RC interne. Utiliser une paire torsadée afin de réduire l'interférence entre les conducteurs.

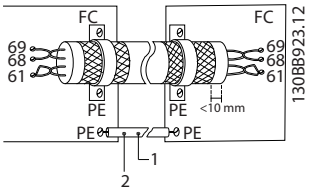


Illustration 6.67 Câbles à paire torsadée

1	Min. 16 mm^2
2	Câble d'égalisation

Tableau 6.41 Légende de l'*Illustration 6.67*

La connexion à la borne 61 peut éventuellement être omise :

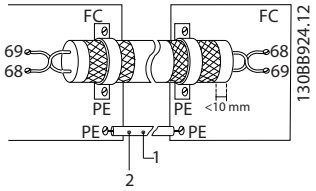


Illustration 6.68 Borne 61 non reliée

1	Min. 16 mm^2
2	Câble d'égalisation

Tableau 6.42 Légende de l'*Illustration 6.68*

6.8.4 Commutateur RFI

Alimentation secteur isolée de la terre
Si le variateur de fréquence est alimenté par une source électrique isolée de la terre (réseau IT, delta variable) ou réseau TT/TNS, il est recommandé de désactiver (OFF) le commutateur RFI via le par. *14-50 Filtre RFI*.
Sur OFF, les condensateurs internes entre le châssis (terre), le filtre RFI d'entrée et le circuit intermédiaire sont coupés. Comme le commutateur RFI est désactivé, le variateur de fréquence ne peut pas atteindre de performance CEM optimale.
En ouvrant le commutateur du filtre RFI, les courants de fuite à la terre sont également réduits, mais pas les courants de fuite élevés provoqués par la commutation de l'onduleur. Il est important d'utiliser les moniteurs d'isolation pouvant être utilisés avec les composants électroniques (CEI 61557-8), de type Deif SIM-Q, Bender IRDH 275/375 ou similaire par exemple.
Voir aussi la note applicative *VLT sur réseau IT*.

AVIS!

Si le commutateur RFI est désactivé et si le variateur de fréquence fonctionne sur des réseaux isolés, les défauts de terre peuvent entraîner une charge du circuit intermédiaire et endommager le condensateur CC ou réduire la durée de vie du produit.

6.9 Relais de protection différentielle

Utiliser des relais de protection différentielle (RCD), des mises à la terre multiples en tant que protection supplémentaire, à condition de respecter les normes de sécurité locales.
Un défaut de mise à la terre peut introduire une composante continue dans le courant de fuite.
Si des relais RCD sont utilisés, il convient de respecter les réglementations locales. Les relais doivent convenir à la protection d'équipements triphasés avec pont redresseur et à la décharge courte lors de la mise sous tension. Pour plus d'informations, voir le chapitre *chapitre 2.11 Courant de fuite à la terre* .

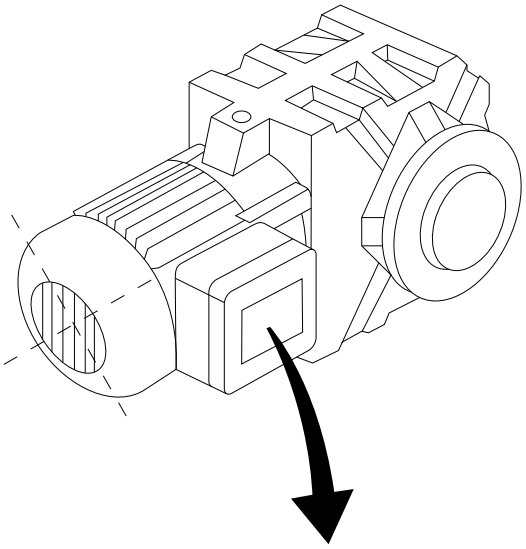
6.10 Configuration finale et test

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

Étape 1. Localiser la plaque signalétique du moteur.

AVIS!

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



BAUER D-7 3734 ESLINGEN				
3~ MOTOR NR. 1827421 2003				
S/E005A9				
	1,5	KW		
n_2 31,5	/MIN.	400	Y	V
n_1 1400	/MIN.		50	Hz
cos 0,80			3,6	A
1,7L				
B	IP 65	H1/1A		

Illustration 6.69 Plaque signalétique du moteur

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

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

Étape 3. Activer l'adaptation automatique du moteur (AMA)

L'exécution d'une AMA garantit un fonctionnement optimal. L'AMA mesure les valeurs du diagramme équivalent par modèle de moteur.

1. Relier la borne 37 à la borne 12 (si la borne 37 est disponible).
2. Relier la borne 27 à la borne 12 ou régler *5-12 E.digit.born.27* sur *[0] Inactif*.
3. Lancer l'AMA *1-29 Adaptation auto. au moteur (AMA)*.
4. Choisir entre AMA complète ou réduite. En présence d'un filtre sinus, exécuter uniquement l'AMA réduite ou retirer le filtre au cours de la procédure.
5. Appuyer sur [OK]. L'écran affiche *Press.[Hand On] pour act. AMA*.
6. Appuyer sur [Hand On]. Une barre de progression indique si l'AMA est en cours.

Arrêter l'AMA en cours de fonctionnement.

1. Appuyer sur [Off] - le variateur de fréquence se met en mode alarme et l'écran indique que l'utilisateur a mis fin à l'AMA.

AMA réussie

1. L'écran de visualisation indique *Press.OK pour arrêt AMA*.
2. Appuyer sur [OK] pour sortir de l'état AMA.

Échec AMA

1. Le variateur de fréquence passe en mode alarme. Une description détaillée des alarmes est disponible au chapitre *Avertissements et alarmes* du *Manuel d'utilisation* associé au produit.
2. *Val.rapport* dans [Alarm Log] montre la dernière séquence de mesures exécutée par l'AMA, avant que le variateur de fréquence n'entre en mode alarme. Ce numéro et la description de l'alarme aident au dépannage. Veiller à noter le numéro et la description de l'alarme avant de contacter le service après-vente Danfoss.

AVIS!

L'échec d'une AMA est souvent dû à une mauvaise saisie des données de la plaque signalétique du moteur ou à une différence trop importante entre la puissance du moteur et la puissance du variateur de fréquence.

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

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

3-02 Référence minimale.

3-03 Réf. max.

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

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

3-41 Temps d'accél. rampe 1.

3-42 Temps décél. rampe 1.

7 Exemples d'applications

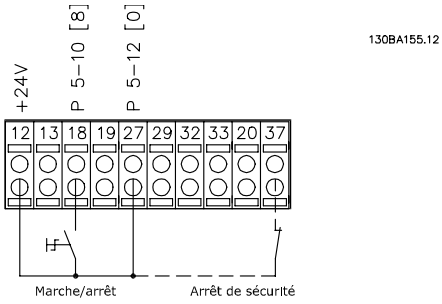
7.1 Exemples d'applications

7.1.1 Marche/arrêt

Borne 18 = arrêt/démarrage *5-10 E.digit.born.18* [8] *Démarrage*
Borne 27 = Inactif *5-12 E.digit.born.27* [0] *Inactif* (par défaut, *Lâchage*)

5-10 E.digit.born.18 = *Démarrage* (par défaut)

5-12 E.digit.born.27 = *Lâchage* (par défaut)



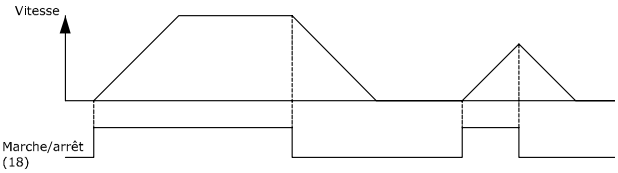


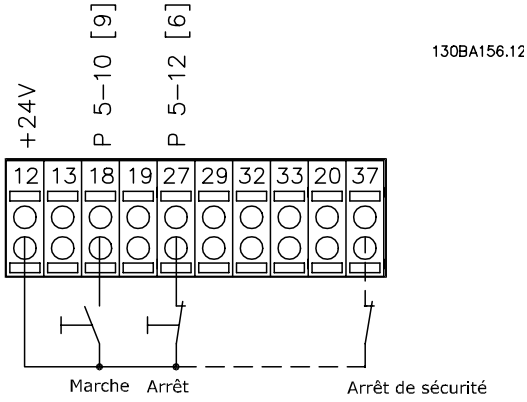
Illustration 7.1 Borne 37 : uniquement disponible avec la fonction d'arrêt de sécurité !

7.1.2 Marche/arrêt par impulsion

Borne 18 = marche/arrêt *5-10 E.digit.born.18 [9] Démarrage par impulsion*
Borne 27 = Arrêt *5-12 E.digit.born.27 [6] Arrêt NF*

5-10 E.digit.born.18 = *Impulsion démarrage*

5-12 E.digit.born.27 = *Arrêt NF*



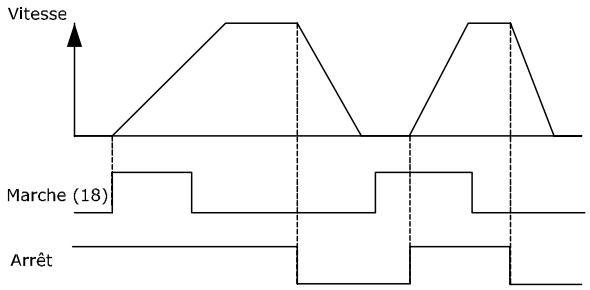


Illustration 7.2 Borne 37 : Disponible avec la fonction d'absence sûre du couple uniquement.

7

7.1.3 Référence potentiomètre

Référence de tension via un potentiomètre.

3-15 Source référence 1 [1] = Entrée ANA 53

6-10 Ech.min.U/born.53 = 0 V

6-11 Ech.max.U/born.53 = 10 V

6-14 Val.ret./Réf.bas.born.53 = 0 tr/min

6-15 Val.ret./Réf.haut.born.53 = 1 500 tr/min

Commutateur S201 = Inactif (U)

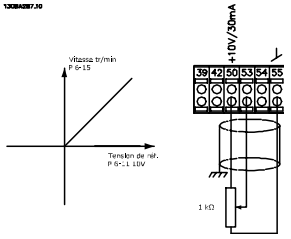


Illustration 7.3 Référence de tension via un potentiomètre

7.1.4 Adaptation automatique au moteur (AMA)

L'AMA est un algorithme qui permet de mesurer les paramètres du moteur électrique à l'arrêt. Cela signifie que l'AMA lui-même ne fournit aucun couple. L'
AMA est utile pour mettre en service des systèmes et optimiser le réglage du variateur de fréquence par rapport au moteur employé. Cette caractéristique est notamment utilisée lorsque les réglages par défaut ne s'appliquent pas au moteur raccordé.
Le par. *1-29 Adaptation auto. au moteur (AMA)* permet de choisir une AMA complète avec détermination de tous les paramètres électriques du moteur ou une AMA réduite avec uniquement détermination de la résistance stator Rs. La durée d'une AMA complète varie de quelques minutes pour les petits moteurs à plus de 15 minutes pour les gros.

Limitations et conditions préliminaires :

- Pour que l'AMA détermine de manière optimale les paramètres du moteur, saisir les données exactes figurant sur la plaque signalétique du moteur aux paramètres *1-20 Puissance moteur [kW]* à *1-28 Ctrl rotation moteur*.
- Réaliser l'AMA avec le moteur froid afin d'obtenir la meilleure adaptation du variateur de fréquence. Plusieurs AMA peuvent entraîner l'échauffement du moteur avec pour résultat une augmentation de la résistance stator Rs. Cela n'est normalement pas critique.

Limitations et conditions préliminaires :

- Une AMA ne peut être exécutée que si le courant nominal du moteur correspond au minimum à 35 % du courant nominal de sortie du variateur de fréquence. L'AMA peut être réalisée sur un moteur surdimensionné d'une puissance maximum.
- Il est possible d'exécuter un essai d'AMA réduite avec un filtre sinus installé. Éviter d'exécuter une AMA complète avec un filtre sinus. Si un paramétrage général est nécessaire, retirer le filtre sinus tout en exécutant une AMA complète. À l'issue de l'AMA, réinsérer le filtre sinus.
- En cas de couplage de moteurs en parallèle, n'exécuter qu'une AMA réduite le cas échéant.
- Éviter d'effectuer une AMA complète lorsque des moteurs synchrones sont utilisés. Si des moteurs synchrones sont appliqués, exécuter une AMA réduite puis définir manuellement les données étendues du moteur. La fonction AMA ne s'applique pas aux moteurs à magnétisation permanente.
- Le variateur de fréquence ne délivre pas de couple au cours d'une AMA. Au cours d'une AMA, il est impératif que l'application ne force pas l'arbre moteur à fonctionner ; on sait que cela arrive p. ex. dans les systèmes de ventilation. Cela nuit à la fonction AMA.
- L'AMA ne peut pas être activé lorsqu'un moteur PM fonctionne (si le par. *1-10 Construction moteur* est réglé sur *[1] PM, SPM non saillant*).

7.1.5 Contrôleur logique avancé

Le contrôleur logique avancé (SLC, Smart Logic Control) est une fonctionnalité utile du variateur de fréquence.
Dans les applications où le PLC génère une séquence simple, le SLC peut prendre en charge des tâches élémentaires à la place de la commande principale.
Le SLC est conçu pour agir à partir d'un événement envoyé au variateur de fréquence ou généré dans celui-ci. Le variateur de fréquence effectue alors l'action préprogrammée.

7.1.6 Programmation du contrôleur logique avancé

Le contrôleur logique avancé (SLC) est essentiellement une séquence d'actions définies par l'utilisateur (voir par. *13-52 Action contr. logique avancé*), exécutées par le SLC lorsque l'événement associé défini par l'utilisateur (voir par. *13-51 Événement contr. log avancé*) est évalué comme étant VRAI par le SLC.
Les *événements* et *actions* sont numérotés et liés par paires appelées états. Cela signifie que lorsque l'*événement* [1] est satisfait (atteint la valeur TRUE (VRAI)), l'*action* [1] est exécutée. Après cela, les conditions d'*événement [2]* sont évaluées et si elles s'avèrent être TRUE (VRAI), *l'action [2]* est exécutée et ainsi de suite. Les événements et actions sont placés dans des paramètres de type tableau.

Un seul *événement* est évalué à chaque fois. Si un *événement* est évalué comme étant FALSE (FAUX), rien ne se passe (dans le SLC) pendant l'intervalle de balayage actuel et aucun autre *événement* n'est évalué. Cela signifie que lorsque le SLC démarre, il évalue l'*événement* [1] (et uniquement l'*événement* [1]) à chaque intervalle de balayage. Uniquement lorsque l'*événement* [1] est évalué comme étant TRUE (VRAI), le SLC exécute l'*action* [1] et commence l'évaluation de l'*événement* [2].

Il est possible de programmer de 0 à 20 *événements* et *actions*. Lorsque le dernier *événement/action* a été exécuté, la séquence recommence à partir de l'*événement [1]/action [1]*. L'*Illustration 7.4* donne un exemple avec trois *événements/ actions* :

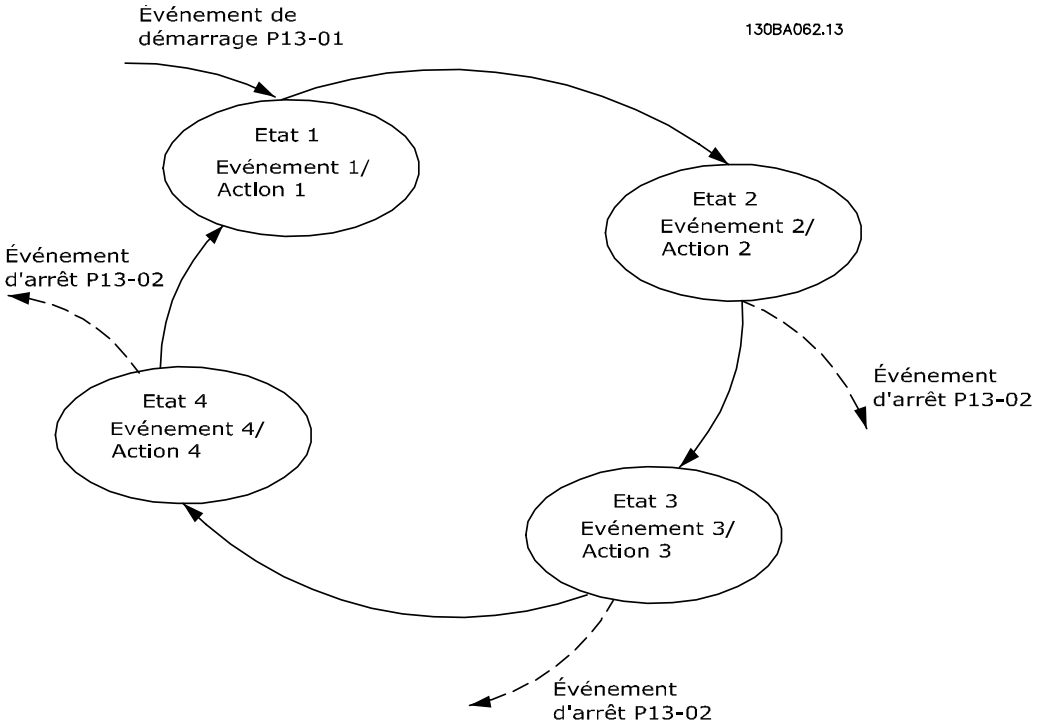


Illustration 7.4 Exemple avec trois événements/actions

7.1.7 Exemple d'application du SLC

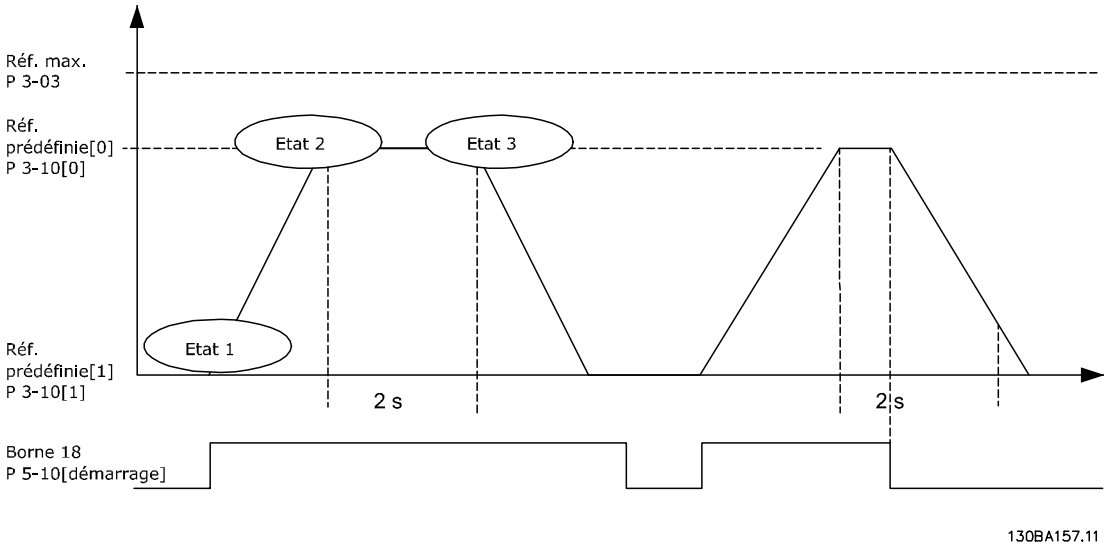


Illustration 7.5 Une séquence 1 : Démarrer – accélérer – fonctionner 2 s à la vitesse de référence – décélérer et maintenir l'arbre jusqu'à arrêt.

Régler les temps de rampe souhaités aux par. *3-41 Temps d'accél. rampe 1* et *3-42 Temps décél. rampe 1*.

$$trampe = \frac{tacc \times nnorm\,(par..\ 1 - 25)}{réf\,[tr/min]}$$

Régler la borne 27 sur *Inactif* (*5-12 E.digit.born.27*).
Régler la référence prédéfinie 0 à la première vitesse prédéfinie (*3-10 Réf.prédéfinie* [0]) en pourcentage de la vitesse de référence max. (*3-03 Réf. max.*). Ex. : 60 %
Régler la référence prédéfinie 1 à la deuxième vitesse prédéfinie (*3-10 Réf.prédéfinie* [1]. Ex. : 0 % (zéro)
Régler la temporisation 0 pour une vitesse de fonctionnement constante au par. *13-20 Tempo.contrôleur de logique avancé* [0]. Ex. : 2 s.

Régler Événement 1 au par. *13-51 Événement contr. log avancé* [1] sur *Vrai* [1]
Régler Événement 2 au par. *13-51 Événement contr. log avancé* [2] sur *Sur réf.* [4]
Régler Événement 3 au par. *13-51 Événement contr. log avancé* [3] sur *Temporisation 0* [30]
Régler Événement 4 au par. *13-51 Événement contr. log avancé* [4] sur *Faux* [0]

Régler Action 1 au par. *13-52 Action contr. logique avancé* [1] sur *Réf. prédéf. 0* [10]
Régler Action 2 au par. *13-52 Action contr. logique avancé* [2] sur *Tempo début 0* [29]
Régler Action 3 au par. *13-52 Action contr. logique avancé* [3] sur *Réf. prédéf. 1* [11]
Régler Action 4 au par. *13-52 Action contr. logique avancé* [4] sur *Aucune action* [1]

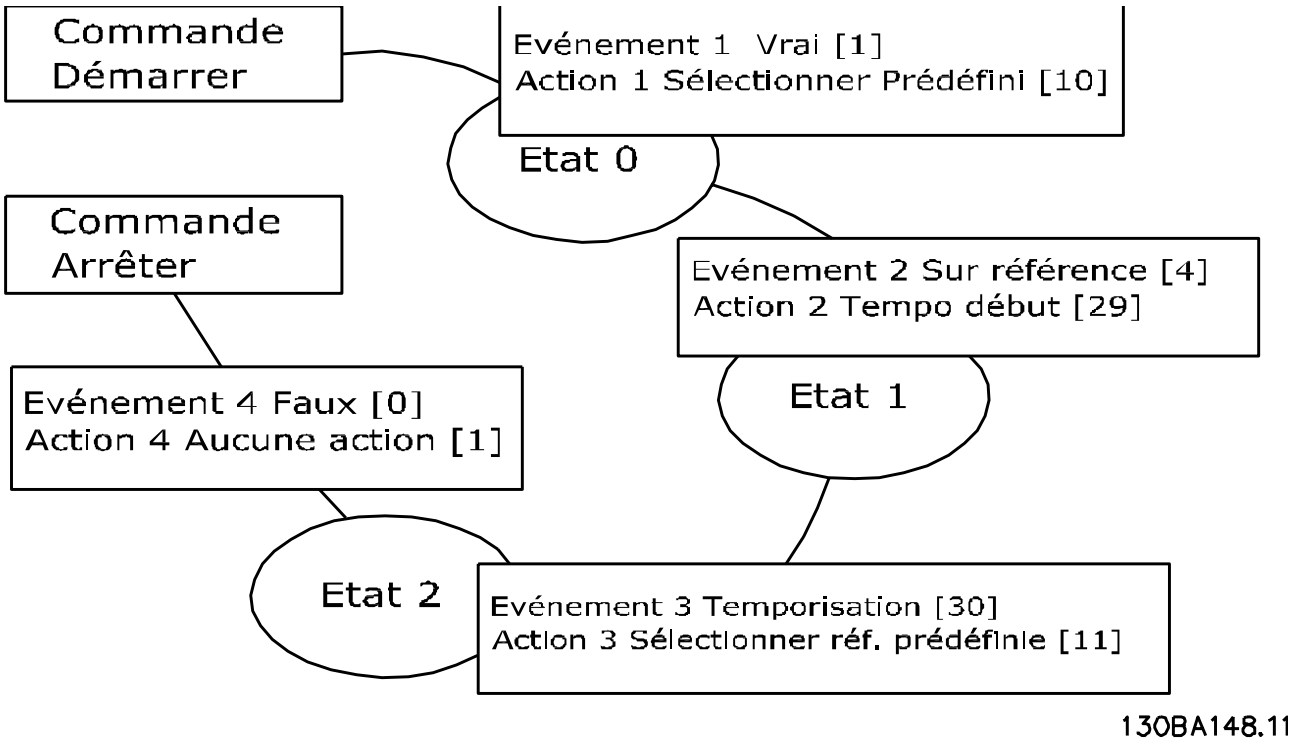


Illustration 7.6 Définir l'événement et l'action

Régler le contrôleur logique avancé sur ACTIF au par. *13-00 Mode contr. log avancé*.

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.

7.1.8 Contrôleur de cascade

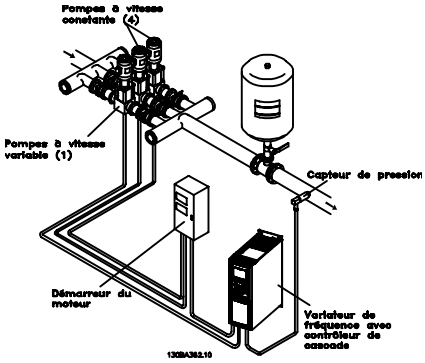


Illustration 7.7 Application de la pompe

Le contrôleur de cascade est utilisé pour les applications de pompage dans lesquelles une certaine pression (« hauteur ») ou niveau doit être maintenu au-dessus d'une large plage dynamique. Faire fonctionner une grosse pompe à vitesse variable sur une plage étendue n'est pas une solution idéale en raison de la faible efficacité de la pompe et de la limite pratique du fonctionnement d'une pompe, soit environ 25 % de la vitesse nominale à pleine charge.

Avec le contrôleur de cascade, le variateur de fréquence commande un moteur à vitesse variable en tant que pompe à vitesse variable (principale) et permet le démarrage et l'arrêt de deux pompes à vitesse constante supplémentaires. Le changement de vitesse de la pompe initiale fournit une commande de vitesse variable au système. Cela favorise le maintien d'une pression constante tout en éliminant les oscillations de pression, permettant ainsi une réduction de la fatigue du système et une exploitation plus constante.

Pompe principale fixe
Les moteurs doivent avoir les mêmes dimensions. Le contrôleur de cascade permet au variateur de fréquence de contrôler jusqu'à cinq pompes de taille égale à l'aide de deux relais intégrés au variateur de fréquence et aux bornes 27 et 29 (DI/DO). Lorsque la pompe variable (principale) est raccordée directement au variateur de fréquence, les quatre autres pompes sont contrôlées par les deux relais intégrés et les bornes 27 et 29 (DI/DO). L'alternance de pompe principale ne peut pas être sélectionnée lorsque la pompe principale est fixe.

Alternance de pompe principale
Les moteurs doivent avoir les mêmes dimensions. La fonction permet de cycler le variateur de fréquence entre les pompes dans le système (lorsque *25-57 Relais par pompe* =1, le nombre maximum de pompes est de 4. Lorsque *25-57 Relais par pompe*=2, le nombre maximum de pompes est de 3). Dans cette exploitation, le temps de fonctionnement entre les pompes est compensé par la réduction des besoins de maintenance des pompes et l'augmentation de la fiabilité et la durée de vie du système. L'alternance de la pompe principale peut avoir lieu sur un signal de commande ou au démarrage (en ajoutant une pompe primaire).

L'ordre peut être une alternance manuelle ou un signal d'événement d'alternance. Si l'événement d'alternance est sélectionné, l'alternance de la pompe principale a lieu chaque fois que l'événement se produit. Les sélections interviennent chaque fois qu'une temporisation de l'alternance expire, lorsque la pompe principale passe en mode veille. Le démarrage est déterminé par la charge réelle du système.

25-55 Alterne si charge < 50%= 1, si l'alternance de charge >50 % ne se produit pas. Si la charge <=50 %, l'alternance se produit. Lorsque *25-55 Alterne si charge < 50%*= 0, l'alternance se produit indépendamment de la charge. La capacité totale des pompes est déterminée par la capacité de la pompe principale plus celles des pompes à vitesse primaire.

Gestion de la largeur de bande
Dans les systèmes à contrôle en cascade, afin d'éviter une commutation fréquente des pompes à vitesse fixe, la pression du système voulue est maintenue dans une largeur de bande plutôt qu'à un niveau constant. La largeur de bande de déclenchement offre la largeur de bande nécessaire à l'exploitation. Lorsqu'une modification importante et rapide intervient dans la pression du système, la largeur de bande prioritaire se substitue à la largeur de bande de déclenchement pour éviter une réponse immédiate à un changement de pression de courte durée. Il est possible de programmer une temporisation de la largeur de bande prioritaire pour empêcher le déclenchement jusqu'à la stabilisation de la pression du système et l'établissement d'un contrôle normal.

Lorsque le contrôleur de cascade est activé et qu'il fonctionne normalement, et que le variateur de fréquence émet une alarme d'arrêt, la hauteur du système est maintenue par le démarrage et l'arrêt des pompes à vitesse fixe. Pour éviter le démarrage et l'arrêt fréquents et minimiser les fluctuations de pression, une largeur de bande à vitesse fixe plus large est utilisée au lieu de la largeur de bande de démarrage.

7.1.9 Démarrage de la pompe avec alternance de la pompe principale

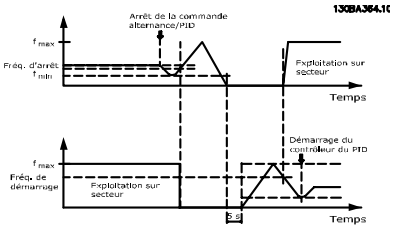


Illustration 7.8 Démarrage de la pompe avec alternance de la pompe principale

Avec l'alternance de la pompe principale activée, un maximum de deux pompes peut être contrôlé. Sur un ordre d'alternance, la pompe principale décélère jusqu'à la fréquence minimale (f_{min}) et, après un temps, accélère jusqu'à la fréquence maximale (f_{max}). Lorsque la vitesse de la pompe principale atteint la fréquence d'arrêt, la pompe à vitesse fixe s'arrête. La pompe principale continue à accélérer puis décélère jusqu'à l'arrêt et les deux relais s'arrêtent.

Après un retard, le relais de la pompe à vitesse fixe démarre et cette pompe devient la nouvelle pompe principale. La nouvelle pompe principale accélère jusqu'à la vitesse maximale puis décélère jusqu'à la vitesse minimale. Lors de la rampe de décélération et lorsqu'elle atteint la fréquence de démarrage, l'ancienne pompe principale démarre maintenant sur le secteur en tant que nouvelle pompe à vitesse fixe.

Si la pompe principale a fonctionné à la fréquence minimale (f_{min}) pendant une durée programmée, avec une pompe à vitesse fixe en fonctionnement, la pompe principale contribue peu au système. Lorsque la valeur programmée du temporisateur expire, la pompe principale est enlevée, évitant un problème de circulation d'eau chaude.

7.1.10 État et fonctionnement du système

Si la pompe principale passe en mode veille, la fonction est affichée sur le LCP. Il est possible d'alterner la pompe principale lorsque celle-ci est en mode veille.

Lorsque le contrôleur de cascade est activé, l'état d'exploitation de chaque pompe et du contrôleur de cascade est affiché sur le LCP. Les informations affichées comprennent :

- L'état des pompes, qui est une lecture de l'état des relais affectés à chaque pompe. L'affichage montre les pompes désactivées, éteintes, en fonctionnement sur le variateur de fréquence ou sur le démarreur secteur/moteur.
- L'état cascade est une lecture de l'état du contrôleur de cascade. L'affichage indique si le contrôleur de cascade est désactivé, si toutes les pompes sont éteintes et un arrêt d'urgence a arrêté toutes les pompes, si toutes les pompes fonctionnent, si les pompes à vitesse fixe démarrent/s'arrêtent et si l'alternance de la pompe principale se produit.
- L'arrêt en l'absence de débit assure que toutes les pompes à vitesse fixe s'arrêtent individuellement jusqu'à ce que l'état d'absence de débit disparaisse.

7.1.11 Schéma de câblage de la pompe à vitesse variable/fixe

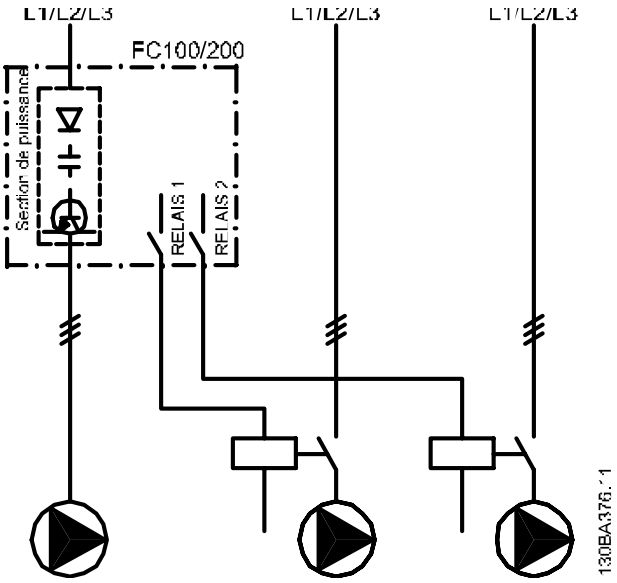


Illustration 7.9 Schéma de câblage de la pompe à vitesse variable/fixe

7.1.12 Schéma de câblage d'alternance de la pompe principale

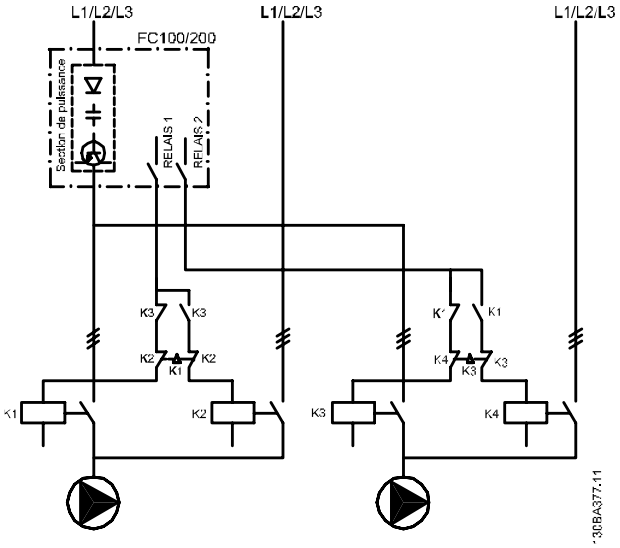


Illustration 7.10 Schéma de câblage d'alternance de la pompe principale

Chaque pompe doit être connectée à deux contacteurs (K1/K2 et K3/K4) à l'aide d'un verrouillage mécanique. Des relais thermiques ou d'autres dispositifs de protection du moteur doivent être appliqués conformément à la réglementation locale et/ou aux exigences particulières.

- Les RELAIS 1 (R1) et 2 (R2) sont les relais intégrés du variateur de fréquence.
- Quand tous les relais sont hors tension, le premier relais actif enclenche le contacteur correspondant à la pompe contrôlée par le relais. Ex. : le RELAIS 1 enclenche le contacteur K1, qui devient la pompe principale.
- Blocs K1 pour K2 via le verrouillage mécanique, évitant que le secteur ne soit connecté à la sortie du variateur de fréquence (via K1).
- Le contact normalement fermé auxiliaire sur K1 empêche K3 de démarrer.
- Le RELAIS 2 contrôle le contacteur K4 pour le contrôle on/off de la pompe à vitesse fixe.
- Lors de l'alternance, les deux relais sont hors tension et désormais le relais 2 est mis sous tension en tant que premier relais.

7.1.13 Schéma de câblage du contrôleur de cascade

Le schéma de câblage montre un exemple avec le contrôleur de cascade BASIC intégré, une pompe à vitesse variable (principale) et deux pompes à vitesse fixe, un transmetteur 4-20 mA et un verrouillage de sécurité du système.

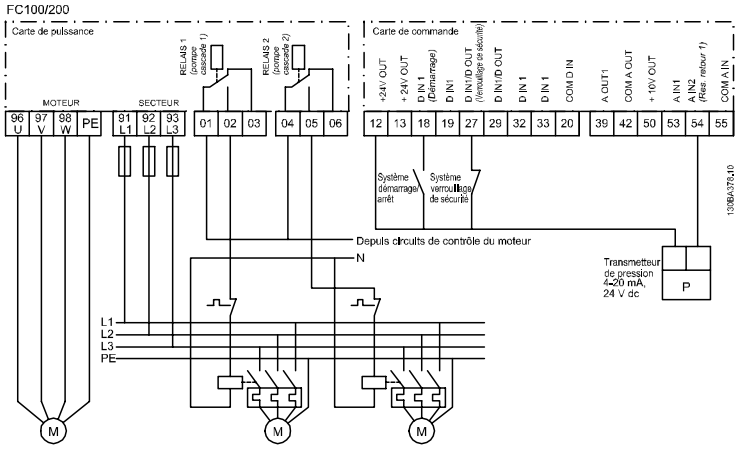


Illustration 7.11 Schéma de câblage du contrôleur de cascade

7.1.14 Conditions démarrage/arrêt

Voir *5-1* Entrées digitales*.

Commandes d'entrées digitales	Pompe à vitesse variable (principale)	Pompes à vitesse fixe (décalée)
Démarrage (démarrage/arrêt du système)	Accélère (si arrêtée et s'il y a une demande)	Démarrage (si arrêtées et s'il y a une demande)
Démarrage pompe principale	Accélère si DÉMARRAGE SYSTÈME est actif	Non affectées
Roue libre (ARRÊT D'URGENCE)	Arrêt en roue libre	Arrêt (correspond aux relais, bornes 27/29 et 42/45)
Verrouillage externe	Arrêt en roue libre	Arrêt (relais intégrés mis hors tension)

Tableau 7.1 Commandes affectées aux entrées digitales

Touches du LCP	Pompe à vitesse variable (principale)	Pompes à vitesse fixe (décalée)
[Hand On]	Accélère (si arrêté par un ordre d'arrêt normal) ou reste en exploitation si fonctionne déjà	Arrêt (si elles fonctionnent)
[Off]	Décélère	Arrêt
[Auto On]	Les démarrages et arrêts selon les ordres via les bornes ou le contrôleur de cascade de bus série ne peuvent fonctionner que lorsque le variateur est en mode Auto ON.	Démarrage/arrêt

Tableau 7.2 Fonctions des touches du LCP

8 Installation et configuration du

8.1 Installation et configuration du

8.1.1 Vue d'ensemble

Le RS-485 est une interface de bus à deux fils compatible avec une topologie de réseau multipoints, c.-à-d. que des nœuds peuvent être connectés comme un bus ou via des câbles de dérivation depuis un tronçon de ligne commun. Un total de 32 nœuds peut être connecté à un segment de réseau.
Les répéteurs divisent les segments de réseaux.

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.

8

Terminer chaque segment aux deux extrémités, à l'aide soit du commutateur de terminaison (S801) du variateur de fréquence soit d'un réseau de résistances de terminaison polarisé. Utiliser toujours un câble blindé à paire torsadée (STP) pour le câblage du bus et toujours 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 station à station

Tableau 8.1 Câble : spécifications

Un ou plusieurs variateurs de fréquence peuvent être raccordés à un contrôleur (ou maître) à l'aide de l'interface normalisée RS-485. 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 paragraphe *chapitre 6.8.3 Mise à la terre des câbles de commande blindés*.

Utiliser des liaisons parallèles pour raccorder plusieurs variateurs de fréquence au même maître.

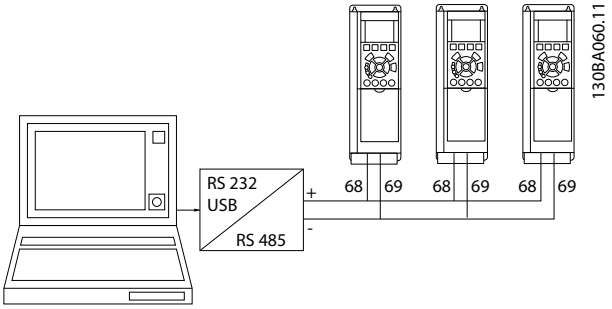


Illustration 8.1 Connexions parallèles

Afin d'éviter des courants d'égalisation de potentiel dans le blindage, relier celui-ci à la terre via la borne 61 connectée au châssis par une liaison RC.

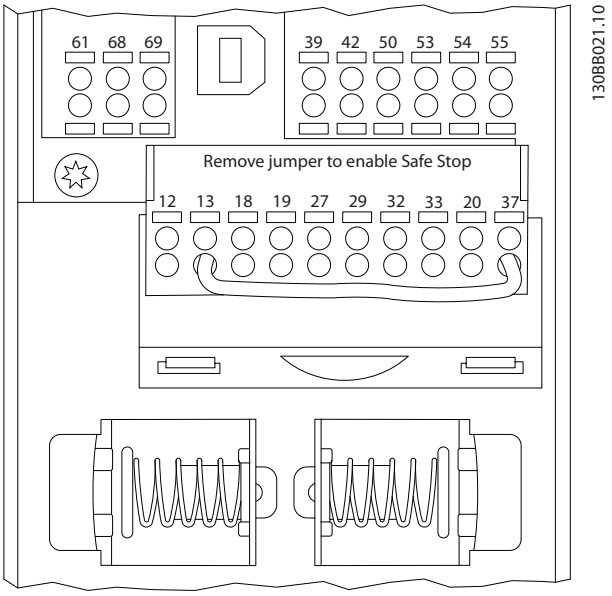


Illustration 8.2 Bornes de la carte de commande

8.1.2 Configuration matérielle du variateur de fréquence

Utiliser le commutateur DIP de terminaison sur la carte de commande principale du variateur de fréquence pour terminer le bus RS-485.

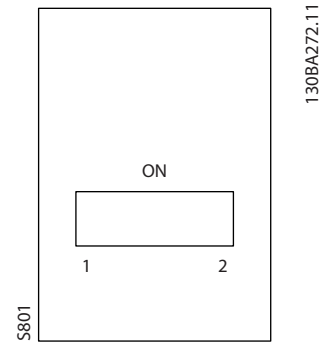


Illustration 8.3 Réglage d'usine du commutateur de terminaison

Le réglage d'usine du commutateur DIP est OFF.

8.1.3 Réglage des paramètres du variateur de fréquence pour la communication Modbus

Les paramètres suivants s'appliquent à l'interface RS-485 (port FC) :

Paramètre	Fonction
8-30 Protocole	Sélectionner le protocole d'application fonctionnant sur l'interface RS-485
8-31 Adresse	Définir l'adresse du nœud. Remarque : la plage d'adresse dépend du protocole sélectionné au par. *8-30 Protocole*
8-32 Vit. transmission	Définir la vitesse de transmission. Remarque : la vitesse de transmission par défaut dépend du protocole sélectionné au par. *8-30 Protocole*
8-33 Parité/bits arrêt	Définir la parité et le nombre de bits d'arrêt. Remarque : la sélection par défaut dépend du protocole sélectionné au par. *8-30 Protocole*
8-35 Retard réponse min.	Spécifier une temporisation minimum entre la réception d'une demande et la transmission d'une réponse. Cela peut servir à surmonter les délais d'exécution du modem.
8-36 Retard réponse max	Spécifier une temporisation maximum entre la transmission d'une demande et l'attente d'une réponse.
8-37 Retard inter-char max	Spécifier une temporisation maximum entre deux octets reçus pour garantir la temporisation si la transmission est interrompue.

Tableau 8.2 Les paramètres s'appliquent à l'interface RS-485 (port FC)

8.1.4 Précautions CEM

Les précautions CEM suivantes sont recommandées pour assurer une exploitation sans interférence du réseau RS-485.

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 RS-485 à l'écart des câbles de 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 RS-485 doit croiser un câble de moteur et de résistance de freinage, il doit le croiser suivant un angle de 90 °.

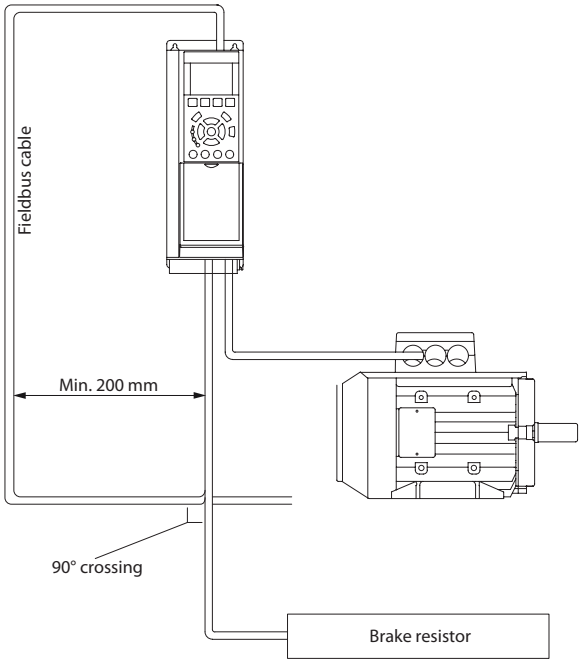


Illustration 8.4 Passage des câbles

8

8.2 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-suiveur pour les communications via un bus série.
Un maître et un maximum de 126 suiveurs peuvent être raccordés au bus. Le maître sélectionne chaque suiveur grâce à un caractère d'adresse dans le télégramme. Un suiveur ne peut jamais émettre sans y avoir été autorisé au préalable, et le transfert direct de messages entre les différents suiveurs 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 RS-485, qui utilise le port RS-485 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.

8.2.1 FC avec Modbus RTU

Le protocole FC 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.

- Démarrage
- Arrêt du variateur de fréquence de plusieurs façons :
  Arrêt en roue libre
  Arrêt rapide
  Arrêt avec freinage CC
  Arrêt normal (rampe)
- Reset après une disjonction
- Fonctionnement à plusieurs vitesses prédéfinies
- Fonctionnement en sens inverse
- Changement du process actif
- Contrôle des 2 relais intégrés au 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 PID interne est utilisé.

8.3 Configuration du réseau

8.3.1 Configuration du variateur de fréquence

Définir les paramètres suivants pour activer le protocole FC du variateur de fréquence.

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

Tableau 8.3 Paramètres d'activation du protocole FC

8.4 Structure des messages du protocole FC

8.4.1 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 lorsqu'il y a un nombre égal de 1 binaires 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.

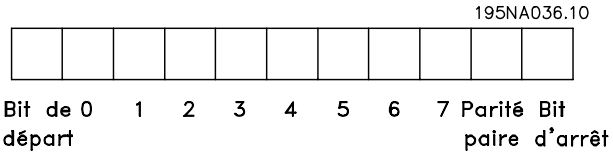


Illustration 8.5 Contenu d'un caractère

8.4.2 Structure du télégramme

Chaque télégramme présente la structure suivante :

1. Caractère de départ (STX)=02 Hex
2. Un octet indiquant la longueur du télégramme (LGE)
3. 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.

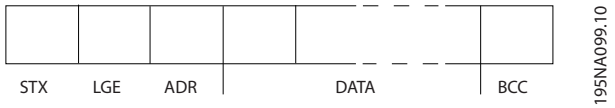


Illustration 8.6 Structure du télégramme

8.4.3 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 8.4 Longueur des télégrammes

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

8.4.4 Adresse (ADR) du variateur de fréquence

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

1. Format d'adresse 1-31 :

   Bit 7 = 0 (format 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

2. 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

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

8.4.5 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.

8.4.6 Champ de données

La construction de blocs de données dépend du type de télégramme. Il existe trois types de télégrammes et le type est valable aussi bien pour le télégramme de contrôle (maître⇒suiveur) que pour le télégramme de réponse (suiveur⇒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 au suiveur),
- Mot d'état et fréquence de sortie actuelle (du suiveur au maître).

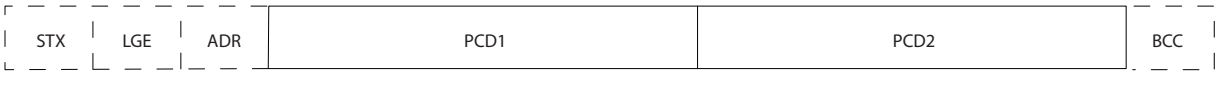


Illustration 8.7 Bloc de process

8

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

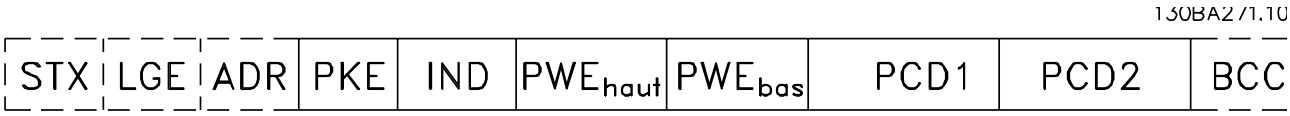


Illustration 8.8 Bloc de paramètres

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

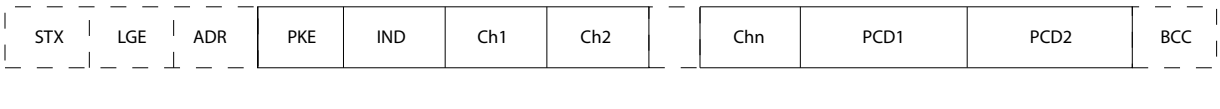


Illustration 8.9 Bloc de texte

8.4.7 Champ PKE

Le champ PKE contient deux sous-champs : ordre et réponse de paramètres AK et numéro de paramètres PNU :

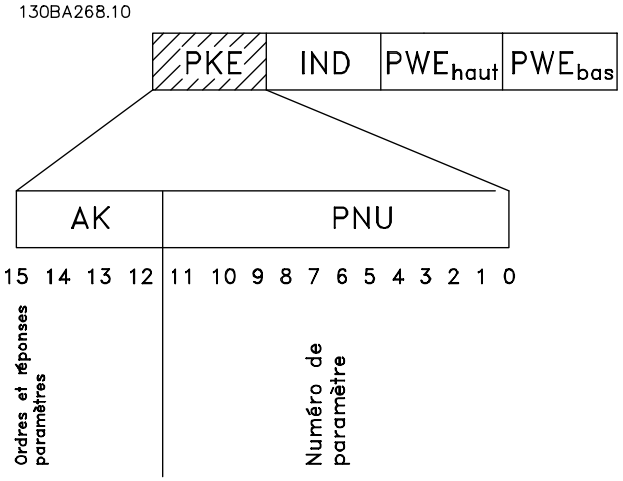


Illustration 8.10 Champ PKE

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

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

Tableau 8.5 Ordres de paramètres Maître ⇒ Suiveur

Bit n°				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 8.6 Réponse Suiveur⇒ Maître

S'il est impossible d'exécuter l'ordre, le suiveur envoie cette réponse :
0111 Ordre impossible à exécuter
- et publie le message d'erreur suivant 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 8.7 Rapports d'erreur des valeurs de paramètre

8.4.8 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 disponible au chapitre *chapitre 8.11.1 Mot de contrôle selon le profil FC (8-10 Profil de ctrl = profil FC)*.

8.4.9 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 par. *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.

8

8.4.10 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 au suiveur.

Lorsqu'un suiveur 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 *0-01 Langue* [0] Anglais et [4] Danois, choisir la valeur de données en saisissant la valeur dans le bloc PWE. Voir Exemple - Choix d'une valeur de donnée. La communication série permet de lire uniquement les paramètres de type de données 9 (séquence de texte).

Les par. *15-40 Type. FC* à *15-53 N° série carte puissance* contiennent le type de données 9.
À titre d'exemple, le par. *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 série. 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 ».

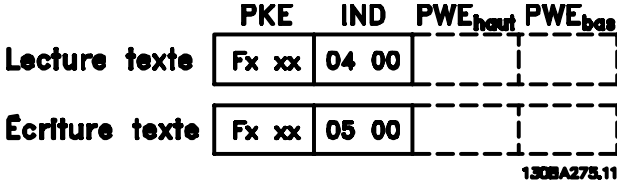


Illustration 8.11 Texte via le bloc PWE

8.4.11 Types de données pris en charge par le variateur de fréquence

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 8.8 Types de données et description

8.4.12 Conversion

Le chapitre Réglage d'usine montre les caractéristiques de chaque paramètre. 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 par. *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

Indice de conversion	Facteur de conversion
100	
75	
74	
67	
6	1000000
5	100000
4	10000
3	1000
2	100
1	10
0	1
-1	0,1
-2	0,01
-3	0,001
-4	0,0001
-5	0,00001
-6	0,000001
-7	0,0000001

Tableau 8.9 Tableau de conversion

8.4.13 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 ⇒ suiveur)	Référence-valeur
Télégramme de contrôle (suiveur ⇒ maître) mot d'état	Fréquence de sortie actuelle

Tableau 8.10 Mots de process (PCD)

8.5 Exemples

8.5.1 Écriture d'une valeur de paramètre

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

PKE = E19E Hex - Écriture d'un mot unique au par. *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 *chapitre 8.4.12 Conversion*.

Le télégramme ressemble à ce qui suit :

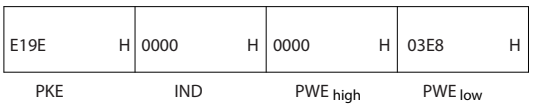


Illustration 8.12 Écrire les données en EEPROM

AVIS!

***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 du suiveur au maître est :

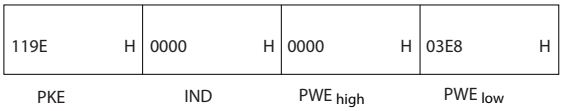


Illustration 8.13 Réponse du suiveur

8.5.2 Lecture d'une valeur de paramètre

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

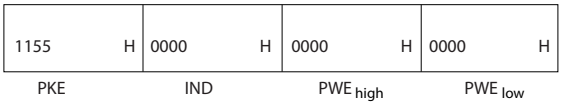


Illustration 8.14 Valeur de paramètre

Si la valeur au par. *3-41 Temps d'accél. rampe 1* est égale à 10 s, la réponse du suiveur au maître est :

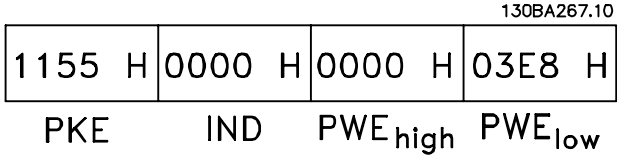


Illustration 8.15 Réponse du suiveur

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

8.6 Vue d'ensemble du Modbus RTU

8.6.1 Hypothèses de départ

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

8.6.2 Ce que l'utilisateur devrait déjà savoir

Le Modbus RTU (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.

8.6.3 Vue d'ensemble du Modbus RTU

L'aperçu sur le 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
- dont il reconnaît un message qui lui est adressé
- définit 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-suiveur dans lequel seul le maître peut initier des transactions (appelées requêtes). Les suiveurs répondent en fournissant au maître les données demandées ou en effectuant l'action demandée dans la requête.
Le maître peut s'adresser à un suiveur en particulier ou transmettre un message à diffusion générale à tous les suiveurs. Les suiveurs 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 y indiquant l'adresse du dispositif (ou de diffusion générale), un code de fonction définissant l'action demandée, toute donnée à envoyer et un champ de contrôle d'erreur.

Le message de réponse du suiveur 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 le suiveur est incapable d'effectuer l'action demandée, ce dernier élabore et renvoie un message d'erreur ou bien une temporisation se produit.

8.6.4 Variateur de fréquence avec Modbus RTU

Le variateur de fréquence communique au format Modbus RTU sur l'interface intégrée RS-485. 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.

- Démarrage
- 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 disjonction
- 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.

8.7 Configuration du réseau

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

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

Tableau 8.11 Paramètres du Modbus RTU

8.8 Structure des messages du Modbus RTU

8.8.1 Variateur de fréquence avec Modbus RTU

Les contrôleurs sont configurés pour communiquer sur le réseau Modbus à l'aide du mode RTU (terminal distant) ; chaque octet d'un message contient 2 caractères de 4 bits hexadécimaux. Le format de chaque octet est indiqué dans le *Tableau 8.12*.

Bit de démar-rage	Octet de données								Arrêt/ parité	Arrêt

Tableau 8.12 Format de chaque octet

Système de codage	Binaire 8 bits, hexadécimal 0-9, A-F. Deux 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)

8.8.2 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 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 8.13*.

Démar-rage	Adresse	Fonction	Données	Contrôle CRC	Fin
T1-T2-T3-T4	8 bits	8 bits	N x 8 bits	16 bits	T1-T2-T3-T4

Tableau 8.13 Structure typique des messages du Modbus RTU

8.8.3 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 du suiveur), puisque la valeur du champ CRC final n'est pas valide pour les messages combinés.

8.8.4 Champ d'adresse

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

8.8.5 Champ de fonction

Le champ de fonction d'une structure de message contient 8 bits. Les codes valides sont dans une plage de 1 à FF. Les champs de fonction sont utilisés pour le transfert de paramètres entre le maître et le suiveur. Lorsqu'un message est envoyé par un maître à un dispositif suiveur, le champ de code de fonction indique au suiveur le type d'action à effectuer. Lorsque le suiveur répond au maître, il utilise le champ de code de fonction pour indiquer soit une réponse normale (sans erreur) soit le type d'erreur survenue (appelée réponse d'exception). Pour une réponse normale, le suiveur renvoie simplement le code de fonction d'origine. Pour une réponse d'exception, le suiveur renvoie un code équivalent au code de fonction d'origine avec son bit de plus fort poids réglé sur "1" logique. De plus, le suiveur place un code unique dans le champ de données du message de réponse. Cela indique au maître le type d'erreur survenue ou la raison de l'exception. Se reporter également aux sections *chapitre 8.8.10 Codes de fonction pris en charge par le Modbus RTU* et *chapitre 8.8.11 Codes d'exceptions Modbus*.

8

8.8.6 Champ de données

Le champ de données est construit en utilisant des ensembles de deux 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 suiveur contient des informations complémentaires que le suiveur 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.

8.8.7 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. La valeur CRC est calculée par le dispositif de transmission, qui joint le CRC sous la forme du 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 comme 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.

8.8.8 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 (c.-à-d. 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 nombre zéro d'élément. Par exemple : la bobine connue comme bobine 1 dans un contrôleur programmable est adressée comme bobine 0000 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 au suiveur
17-32	Référence de vitesse ou de point de consigne du variateur Plage 0x0 - 0xFFFF (-200 % ... ~200 %)	Du maître au suiveur
33-48	Mot d'état du variateur de fréquence (voir *Tableau 8.16*)	Du suiveur au maître
49-64	Mode boucle ouverte : fréquence de sortie du variateur de fréquence Mode boucle fermée : signal de retour du variateur de fréquence	Du suiveur au maître
65	Contrôle d'écriture du paramètre (du maître au suiveur)	Maître au suiveur
	0 = Les modifications de paramètres sont écrites dans la RAM du variateur	
	1 = Les modifications de paramètres sont écrites dans la RAM et l'EEPROM du variateur	
66-65536	Réservé	

Tableau 8.14 Descriptions de la bobine

Danfoss A/S © Rév. 06/2014 Tous droits réservés.

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 8.15 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 Hand	Mode automatique
43	Hors plage de fréq.	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 8.16 Mot d'état du variateur de fréquence (profil FC)

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*
00010-00990	Groupe de paramètres 000 (paramètres 001 à 099)
01000-01990	Groupe de paramètres 100 (paramètres 100 à 199)
02000-02990	Groupe de paramètres 200 (paramètres 200 à 299)
03000-03990	Groupe de paramètres 300 (paramètres 300 à 399)
04000-04990	Groupe de paramètres 400 (paramètres 400 à 499)
...	...
49000-49990	Groupe de paramètres 4900 (paramètres 4900 à 4999)
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 8.17 Registres de stockage

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

8.8.9 Comment contrôler le variateur de fréquence

Ce chapitre décrit les codes pouvant être utilisés dans les champs de fonction et de données d'un message du Modbus RTU.

8.8.10 Codes de fonction pris en charge par le Modbus RTU

Le Modbus RTU prend en charge l'utilisation des codes de fonction suivants dans le champ de fonction d'un message.

Fonction	Code de fonction
Lecture bobines	1 hex
Lecture registres de maintien	3 Hex
Écriture bobine unique	5 Hex
Écriture registre unique	6 Hex
Écriture bobines multiples	F Hex
Écriture registres multiples	10 Hex
Obtention compteur événement comm.	B Hex
Rapporter l'ID suiveur	11 Hex

Tableau 8.18 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	Renvoyer comptage erreur exception bus
		14	Renvoyer comptage message suiveur

Tableau 8.19 Codes de fonction

8.8.11 Codes d'exceptions Modbus

Pour une plus ample explication de la structure d'une réponse d'exception, se reporter à *chapitre 8.8.5 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 suiveur). 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 suiveur) 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.
2	Adresse de données illégale	L'adresse de données reçue dans la requête n'est pas une adresse autorisée pour le serveur (ou suiveur). 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 (ou suiveur). 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 suiveur	Une erreur irréparable s'est produite alors que le serveur (ou suiveur) tentait d'effectuer l'action demandée.

Tableau 8.20 Codes d'exceptions Modbus

8.9 Comment accéder aux paramètres

8.9.1 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 *3-12 Rattrap/ralentiss* (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 *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 S.

Pour plus d'informations sur les paramètres, la taille et l'indice de conversion, consulter le guide de programmation correspondant.

8.9.2 Stockage des données

La bobine 65 décimal détermine si les données écrites sur le variateur de fréquence sont enregistrées sur l'EEPROM et sur la RAM (bobine 65 = 1) ou uniquement sur la RAM (bobine 65 = 0).

8.9.3 IND

Certains paramètres du variateur de fréquence sont des paramètres de tableau, par exemple *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.

8.9.4 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.

8.9.5 Facteur de conversion

Les caractéristiques de chaque paramètre sont indiquées dans le chapitre réglages d'usine. 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.

8.9.6 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 sont 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).

8.10 Exemples

Les exemples suivants illustrent divers ordres du Modbus RTU.

8.10.1 Lecture état bobines (01 HEX)

Description
Cette fonction lit l'état ON/OFF des sorties discrètes (bobines) du variateur de fréquence. La diffusion générale n'est jamais prise en charge pour les lectures.

Requête
Le message de requête spécifie la bobine de démarrage et la quantité de bobines à lire. Les adresses des bobines partent de zéro, c.-à-d. que la bobine 33 est adressée comme étant la 32.

Exemple de requête de lecture des bobines 33-48 (mot d'état) depuis le dispositif suiveur 01.

Nom du champ	Exemple (HEX)
Adresse suiveur	01 (adresse du variateur de fréquence)
Fonction	01 (lecture bobines)
Adresse démarrage niveau haut	00
Adresse démarrage niveau bas	20 (32 décimaux) Bobine 33
Nb de points niveau haut	00
Nb de points niveau bas	10 (16 décimaux)
Contrôle d'erreur (CRC)	-

Tableau 8.21 Requête

Réponse
Dans le message de réponse, l'état des bobines est compressé sous forme d'une bobine par bit du champ de données. L'état est indiqué par : 1 = ON ; 0 = OFF. Le bit de plus faible poids du premier octet de données contient la bobine à qui s'adresse la requête. Les autres bobines se suivent vers le caractère de poids fort de cet octet et de « poids faible à poids fort » dans les octets suivants.
Si la quantité de bobine renvoyée n'est pas un multiple de huit, les bits restants de l'octet de données final sont remplacés par des zéros (vers le caractère de poids fort de l'octet). Le champ de comptage des octets spécifie le nombre d'octets de données complets.

Nom du champ	Exemple (HEX)
Adresse suiveur	01 (adresse du variateur de fréquence)
Fonction	01 (lecture bobines)
Comptage d'octets	02 (2 octets de données)
Données (bobines 40-33)	07
Données (bobines 48-41)	06 (STW=0607hex)
Contrôle d'erreur (CRC)	-

Tableau 8.22 Réponse

AVIS!

Les bobines et registres sont adressés explicitement avec un décalage de -1 dans Modbus.
C.-à-d. la bobine 33 est adressée comme 32.

8.10.2 Forcer/écrire bobine unique (05 HEX)

Description
Cette fonction force la bobine sur ON ou sur OFF. Lors d'une diffusion générale, la fonction force les mêmes références de bobines dans tous les suiveurs liés.

Requête
Le message de requête spécifie de forcer la bobine 65 (contrôle d'écriture de paramètre). Les adresses des bobines partent de zéro, c.-à-d. la bobine 65 est adressée comme 64. Forcer données = 00 00HEX (OFF) ou FF 00HEX (ON).

Nom du champ	Exemple (HEX)
Adresse suiveur	01 (adresse du variateur de fréquence)
Fonction	05 (écriture bobine unique)
Adresse bobine niveau haut	00
Adresse bobine niveau bas	40 (64 au format décimal) Bobine 65
Forcer données niveau haut	FF
Forcer données niveau bas	00 (FF 00=ON)
Contrôle d'erreur (CRC)	-

Tableau 8.23 Requête

Réponse
La réponse normale est un écho de la requête envoyé après que l'état de la bobine a été forcé.

Nom du champ	Exemple (HEX)
Adresse suiveur	01
Fonction	05
Forcer données niveau haut	FF
Forcer données niveau bas	00
Quantité bobines niveau haut	00
Quantité bobines niveau bas	01
Contrôle d'erreur (CRC)	-

Tableau 8.24 Réponse

8.10.3 Forcer/écrire bobines multiples (0F HEX)

Description
Cette fonction force chaque bobine d'une séquence de bobine sur ON ou sur OFF. Lors d'une diffusion générale, la fonction force les mêmes références de bobines dans tous les suiveurs liés.

Requête
Le message de requête spécifie de forcer les bobines 17 à 32 (point de consigne de vitesse).

Nom du champ	Exemple (HEX)
Adresse suiveur	01 (adresse du variateur de fréquence)
Fonction	0F (écriture bobines multiples)
Adresse bobine niveau haut	00
Adresse bobine niveau bas	10 (adresse bobine 17)
Quantité bobines niveau haut	00
Quantité bobines niveau bas	10 (16 bobines)
Comptage d'octets	02
Forcer données niveau haut (bobines 8-1)	20
Forcer données niveau bas (bobines 16-9)	00 (réf. = 2000 hex)
Contrôle d'erreur (CRC)	-

Tableau 8.25 Requête

Réponse
La réponse normale renvoie l'adresse du suiveur, le code de fonction, l'adresse de démarrage et la quantité de bobines forcées.

Nom du champ	Exemple (HEX)
Adresse suiveur	01 (adresse du variateur de fréquence)
Fonction	0F (écriture bobines multiples)
Adresse bobine niveau haut	00
Adresse bobine niveau bas	10 (adresse bobine 17)
Quantité bobines niveau haut	00
Quantité bobines niveau bas	10 (16 bobines)
Contrôle d'erreur (CRC)	-

Tableau 8.26 Réponse

8.10.4 Lecture registres de maintien (03 HEX)

Description
Cette fonction lit le contenu des registres de maintien dans le suiveur.

Requête
Le message de requête spécifie le registre de démarrage et la quantité de registres à lire. Les adresses des registres partent de zéro, c.-à-d. les registres 1-4 sont adressés comme 0-3.

Nom du champ	Exemple (HEX)
Adresse esclave	01
Fonction	03 (lecture registres de maintien)
Adresse démarrage niveau haut	0B (adresse du registre 3029)
Adresse démarrage niveau bas	D5 (adresse du registre 3029)
Nb de points niveau haut	00
Nb de points niveau bas	02 - (Le par. 3-03 comporte 32 bits, soit 2 registres)
Contrôle d'erreur (CRC)	-

Tableau 8.27 Exemple : Lecture du par. *3-03 Réf. max.*, registre 03030

Réponse
Les données de registre du message de réponse sont compressées en deux octets par registre, avec le contenu binaire justifié à droite dans chaque octet. Le premier octet de chaque registre contient les bits de poids fort et le second les bits de poids faible.

Nom du champ	Exemple (HEX)
Adresse esclave	01
Fonction	03
Comptage d'octets	04
Données niveau haut (registre 3030)	00
Données niveau bas (registre 3030)	16
Données niveau haut (registre 3031)	E3
Données niveau bas (registre 3031)	60
Contrôle d'erreur (CRC)	-

Tableau 8.28 Exemple : Hex 0016E360 = 1.500.000 = 1 500 tr/min.

8.10.5 Prédéfinir registre unique (06 HEX)

Description
Cette fonction prédéfinit une valeur dans un registre de maintien unique.

Requête
Le message de requête spécifie la référence du registre à prédéfinir. Les adresses des registres partent de zéro, c.-à-d. le registre 1 est adressé comme 0.

Exemple : Écrire au par. *1-00 Configuration Mode*, registre 1000

Nom du champ	Exemple (HEX)
Adresse suiveur	01
Fonction	06
Adresse registres niveau haut	03 (adresse du registre 999)
Adresse registres niveau bas	E7 (adresse du registre 999)
Prédéfinir données niveau haut	00
Prédéfinir données niveau bas	01
Contrôle d'erreur (CRC)	-

Tableau 8.29 Requête

Réponse
La réponse normale est un écho de la requête, renvoyé après que le contenu du registre a été accepté.

Nom du champ	Exemple (HEX)
Adresse suiveur	01
Fonction	06
Adresse registres niveau haut	03
Adresse registres niveau bas	E7
Prédéfinir données niveau haut	00
Prédéfinir données niveau bas	01
Contrôle d'erreur (CRC)	-

Tableau 8.30 Réponse

8.10.6 Prédéfinir registres multiples (10 HEX)

Description
Cette fonction prédéfinit des valeurs dans une séquence de registres de maintien.

Requête
Le message de requête spécifie les références des registres à prédéfinir. Les adresses des registres partent de zéro, c.-à-d. le registre 1 est adressé comme 0. Exemple de requête pour prédéfinir deux registres (régler le paramètre 1-24 = 738 (7,38 A))

Nom du champ	Exemple (HEX)
Adresse esclave	01
Fonction	10
Adresse démarrage niveau haut	04
Adresse démarrage niveau bas	D7
Nb de registres niveau haut	00
Nb de registres niveau bas	02
Comptage d'octets	04
Écriture données niveau haut (registre 4 : 1049)	00
Écriture données niveau bas (registre 4 : 1049)	00
Écriture données niveau haut (registre 4 : 1050)	02
Écriture données niveau bas (registre 4 : 1050)	E2
Contrôle d'erreur (CRC)	-

Tableau 8.31 Requête

Réponse
La réponse normale renvoie l'adresse de l'esclave, le code de fonction, l'adresse de démarrage et la quantité de registres prédéfinis.

Nom du champ	Exemple (HEX)
Adresse esclave	01
Fonction	10
Adresse démarrage niveau haut	04
Adresse démarrage niveau bas	D7
Nb de registres niveau haut	00
Nb de registres niveau bas	02
Contrôle d'erreur (CRC)	-

Tableau 8.32 Réponse

8.11 Danfoss Profil de contrôle FC

8.11.1 Mot de contrôle selon le profil FC (*8-10 Profil de ctrl* = profil FC)

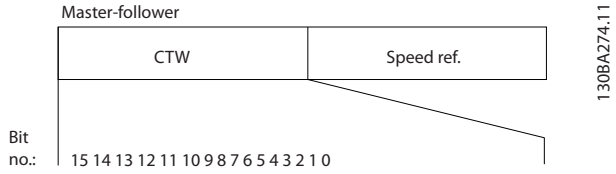


Illustration 8.16 Mot contrôle

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	Basculement Process	Sélection lsb
14	Basculement Process	Sélection msb
15	Pas de fonction	Inversion

Tableau 8.33 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 par. *3-10 Réf.prédéfinie* selon le *Tableau 8.34* :

Valeur de réf. programmée	Paramètre	Bit 01	Bit 00
1	*3-10 Réf.prédéfinie* [0]	0	0
2	*3-10 Réf.prédéfinie* [1]	0	1
3	*3-10 Réf.prédéfinie* [2]	1	0
4	*3-10 Réf.prédéfinie* [3]	1	1

Tableau 8.34 Valeurs de référence

AVIS!

Faire une sélection au par. *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 par injection de courant continu et l'arrêt. Le courant de freinage et la durée sont définis aux par. *2-01 Courant frein CC* et *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 par. *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 par. *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 (*5-10 E.digit.born.18* à *5-15 E.digit.born.33*) programmées sur *Accélération* et *Décélération*.

AVIS!

Si la fonction Gel sortie est active, le variateur de fréquence ne peut s'arrêter qu'en procédant comme suit :

- **Bit 03, Arrêt en roue libre**
- **Bit 02, Freinage CC**
- **Entrée digitale (*5-10 E.digit.born.18* à *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" : permet au variateur de fréquence de lancer le moteur si les autres conditions de démarrage sont remplies.

Faire une sélection au par. *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, c'est-à-dire au changement de "0" logique pour "1" logique.

Bit 08, Jogging
Bit 08 = "1" : la fréquence de sortie est déterminée par le par. *3-19 Fréq.Jog. [tr/min]*.

Bit 09, Choix de rampe 1/2
Bit 09 = "0" : la rampe 1 est active (*3-41 Temps d'accél. rampe 1* à *3-42 Temps décél. rampe 1*). Bit 09 = "1" : la rampe 2 (*3-51 Temps d'accél. rampe 2* à *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 si l'on ne souhaite pas l'utiliser pour mettre des paramètres à jour ou les lire.

Bit 11, Relais 01
Bit 11 = "0" : le relais n'est pas activé. Bit 11 = "1" : le relais 01 est activé à condition d'avoir sélectionné *Mot contrôle bit 11* au par. *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 à condition d'avoir sélectionné *Mot contrôle bit 12* au par. *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 8.35*

Process	Bit 14	Bit 13
1	0	0
2	0	1
3	1	0
4	1	1

Tableau 8.35 4 process de menu

Cette fonction n'est possible que lorsque *Multi process* est sélectionné au par. *0-10 Process actuel*.

Faire une sélection au par. *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 par. *8-54 Sélect.Invers.*Le bit 15 n'implique une inversion qu'à condition d'avoir sélectionné Bus, Digital et bus ou Digital ou bus.

8.11.2 Mot d'état selon le profil FC (STW) (*8-10 Profil de ctrl* = profil FC)

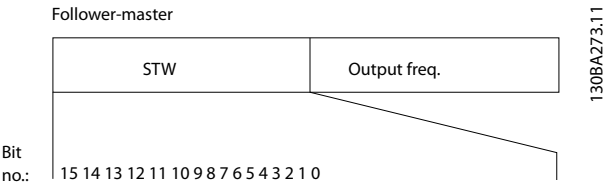


Illustration 8.17 Mot d'état

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Commande non prête	Commande prête
01	Var. pas prêt	Variateur prêt
02	Roue libre	Activé (démarrage possible)
03	Pas d'erreur	Alarme
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	Contrôle par 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 8.36 Bits de mot d'état

Explication des bits d'état

Bit 00, Commande non prête/prête
Bit 00 = "0" : le variateur de fréquence disjoncte. Bit 00 = "1" : le variateur de fréquence est prêt à fonctionner mais l'étage de puissance n'est pas forcément alimenté (en cas d'alimentation 24 V externe de la commande).

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 *Commande locale* est sélectionné au par. *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 par. *4-11 Vit. mot., limite infér. [tr/min]* ou *4-13 Vit.mot., limite supér. [tr/min]*. Bit 10 = "1" : la fréquence de sortie est comprise 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 auto
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 du circuit intermédiaire du variateur de fréquence est trop faible 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 par. *4-18 Limite courant*. Bit 14 = "1" : la limite de couple du par. *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 %.

Tous les bits du STW sont réglés sur "0" si la connexion entre l'option Interbus et le variateur de fréquence est perdue ou si un problème de communication interne est survenu.

8.11.3 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 de 2. La fréquence de sortie réelle (MAV) est mise à l'échelle de la même façon que la référence du bus.

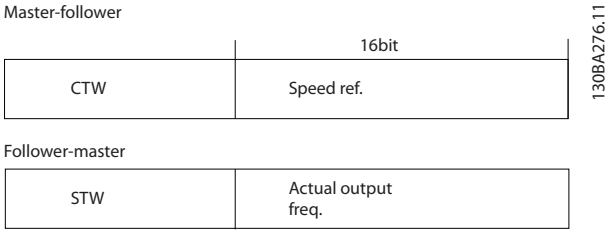


Illustration 8.18 Fréquence de sortie réelle (MAV)

La référence et la MAV sont toujours mises à l'échelle de la façon suivante :

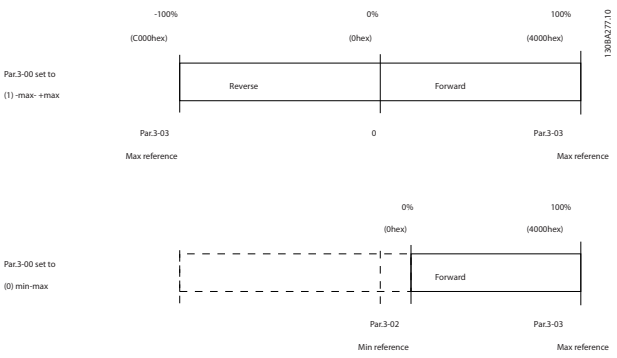


Illustration 8.19 Référence et MAV

9 Spécifications générales et dépannage

9.1 Tableaux d'alimentation secteur

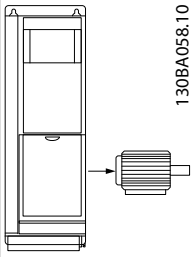
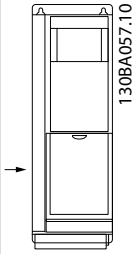
Alimentation secteur 3 x 200-240 V CA - surcharge normale 110 % pendant 1 minute						
Variateur de fréquence		**P1K1**	**P1K5**	**P2K2**	**P3K0**	**P3K7**
Sortie d'arbre typique [kW]		**1.1**	**1.5**	**2.2**	**3**	**3.7**
IP20/Châssis (A2+A3 peuvent être convertis en classe IP21 à l'aide d'un kit de conversion)		A2	A2	A2	A3	A3
IP55/NEMA 12		A4/A5	A4/A5	A4/A5	A5	A5
IP66/NEMA 12		A5	A5	A5	A5	A5
Sortie d'arbre typique [HP] à 208 V		1,5	2,0	2,9	4,0	4,9
Courant de sortie						
 130BA058.10	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
	Section de câble max.					
	(secteur, moteur, frein) [mm²/AWG][2)]	4/10				
Courant d'entrée max.						
 130BA057.10	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
	Fusibles d'entrée, taille max.[1)] [A]	20	20	20	32	32
	Environnement					
	Perte de puissance estimée à charge nominale max. [W] [4)]	63	82	116	155	185
	Poids de la protection IP20 [kg]	4,9	4,9	4,9	6,6	6,6
	Poids de la protection IP21 [kg]	5,5	5,5	5,5	7,5	7,5
	Poids de la protection IP55 [kg]	9.7/13.5	9.7/13.5	9.7/13.5	13,5	13,5
	Poids de la protection IP66 [kg]	9.7/13.5	9.7/13.5	9.7/13.5	13,5	13,5
	Rendement[3)]	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96

Tableau 9.1 Alimentation secteur 3 x 200-240 V CA

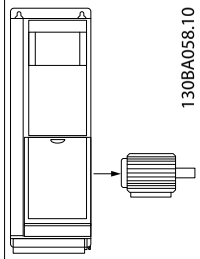
Alimentation secteur 3 x 200-240 V CA - surcharge normale 110 % pendant 1 minute										
IP20/Châssis (B3+4 et C3+4 peuvent être convertis en classe IP21 à l'aide d'un kit de conversion)		**B3**	**B3**	**B3**	**B4**	**B4**	**C3**	**C3**	**C4**	**C4**
IP21/NEMA 1		B1	B1	B1	B2	C1	C1	C1	C2	C2
IP55/NEMA 12		B1	B1	B1	B2	C1	C1	C1	C2	C2
IP66/NEMA 12		B1	B1	B1	B2	C1	C1	C1	C2	C2
Sortie d'arbre typique [kW]		P5K5 5.5	P7K5 7.5	P11K 11	P15K 15	P18K 18.5	P22K 22	P30K 30	P37K 37	P45K 45
Sortie d'arbre typique [HP] à 208 V		7,5	10	15	20	25	30	40	50	60
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
		16/6			35/2	35/2			70/3/0	185/ kcmil350
	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
	Fusibles d'entrée, taille max.[1] [A]	63	63	63	80	125	125	160	200	250
	Environnement :									
	Perte de puissance estimée à charge nominale max. [W][4]	269	310	447	602	737	845	1140	1353	1636
	Poids de la protection IP20 [kg]	12	12	12	23,5	23,5	35	35	50	50
	Poids de la protection IP21 [kg]	23	23	23	27	45	45	45	65	65
	Poids de la protection IP55 [kg]	23	23	23	27	45	45	45	65	65
	Poids de la protection IP66 [kg]	23	23	23	27	45	45	45	65	65
	Rendement[3]	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,97	0,97	0,97	0,97
	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
	Section de câble max.									
	(secteur, moteur, frein) [mm²/AWG][2]	10/7			35/2	50/1/0 (B4=35/2)			95/4/0	120/250 MCM

Tableau 9.2 Alimentation secteur 3 x 200-240 V CA

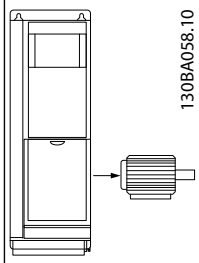
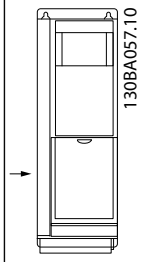
Alimentation secteur 3 x 380-480 V CA - surcharge normale de 110 % pendant 1 minute								
Variateur de fréquence		**P1K1**	**P1K5**	**P2K2**	**P3K0**	**P4K0**	**P5K5**	**P7K5**
Sortie d'arbre typique [kW]		**1.1**	**1.5**	**2.2**	**3**	**4**	**5.5**	**7.5**
Sortie d'arbre typique [HP] à 460 V		1,5	2,0	2,9	4,0	5,0	7,5	10
IP20/Châssis (A2+A3 peuvent être convertis en classe IP21 à l'aide d'un kit de conversion)		A2	A2	A2	A2	A2	A3	A3
IP55/NEMA 12		A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A5	A5
IP66/NEMA 12		A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A5	A5
Courant de sortie								
 130BA058.10	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 (3x441-480 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
	Section de câble max.							
	(secteur, moteur, frein) [mm²]/[AWG][2)]	4/10						
Courant d'entrée max.								
 130BA057.10	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
	Fusibles d'entrée, taille max.[1)] [A]	10	10	20	20	20	32	32
	Environnement							
	Perte de puissance estimée à charge nominale max. [W][4)]	58	62	88	116	124	187	255
	Poids de la protection IP20 [kg]	4,8	4,9	4,9	4,9	4,9	6,6	6,6
	Poids de la protection IP21 [kg]							
	Poids de la protection IP55 [kg]	9.7/13.5	9.7/13.5	9.7/13.5	9.7/13.5	9.7/13.5	14,2	14,2
	Poids de la protection IP66 [kg]	9.7/13.5	9.7/13.5	9.7/13.5	9.7/13.5	9.7/13.5	14,2	14,2
	Rendement[3)]	0,96	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97

Tableau 9.3 Alimentation secteur 3 x 380-480 V CA

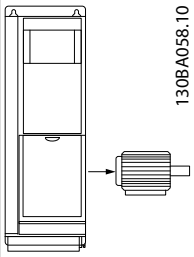
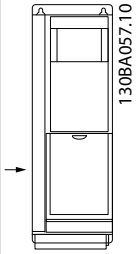
Alimentation secteur 3 x 380-480 V CA - surcharge normale de 110 % pendant 1 minute											
Variateur de fréquence		**P11K**	**P15K**	**P18K**	**P22K**	**P30K**	**P37K**	**P45K**	**P55K**	**P75K**	**P90K**
Sortie d'arbre typique [kW]		**11**	**15**	**18.5**	**22**	**30**	**37**	**45**	**55**	**75**	**90**
Sortie d'arbre typique [HP] à 460 V		15	20	25	30	40	50	60	75	100	125
IP20/Châssis (Les B3+B4 et C3+C4 peuvent être convertis en classe IP21 à l'aide d'un kit de conversion (contacter Danfoss))		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 12		B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
Courant de sortie											
 130BA058.10	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
	Section de câble max.										
	(secteur, moteur, frein) [mm²/ AWG][2)]	10/7			35/2		50/1/0 (B4=35/2)			95/ 4/0	120/ MCM 250
	Sectionneur secteur fourni	16/6					35/2	35/2		70/3/0	185/ kcmil 350
Courant d'entrée max.											
 130BA057.10	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
	Fusibles d'entrée, taille max.[1)] [A]	63	63	63	63	80	100	125	160	250	250
	Environnement										
	Perte de puissance estimée à charge nominale max. [W][4)]	278	392	465	525	698	739	843	1083	1384	1474
	Poids de la protection IP20 [kg]	12	12	12	23,5	23,5	23,5	35	35	50	50
	Poids de la protection IP21 [kg]	23	23	23	27	27	45	45	45	65	65
	Poids de la protection IP55 [kg]	23	23	23	27	27	45	45	45	65	65
	Poids de la protection IP66 [kg]	23	23	23	27	27	45	45	45	65	65
	Rendement[3)]	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,99

Tableau 9.4 Alimentation secteur 3 x 380-480 V CA

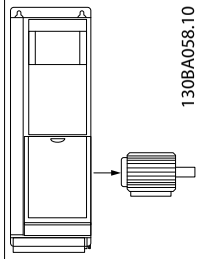
Alimentation secteur 3 x 525-600 V CA - surcharge normale de 110 % pendant 1 minute																			
Taille :		**P1K1**	**P1K5**	**P2K2**	**P3K0**	**P3K7**	**P4K0**	**P5K5**	**P7K5**	**P11K**	**P15K**	**P18K**	**P22K**	**P30K**	**P37K**	**P45K**	**P55K**	**P75K**	**P90K**
Sortie d'arbre typique [kW]		1,1	1,5	2,2	3	3,7	4	5,5	7,5	11	15	18,5	22	30	37	45	55	75	90
IP20/châssis		A3	A3	A3	A3	A2	A3	A3	A3	B3	B3	B3	B4	B4	B4	C3	C3	C4	C4
IP21/NEMA 1		A3	A3	A3	A3	A2	A3	A3	A3	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
IP55/NEMA 12		A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
IP66/NEMA 12		A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
Courant de sortie																			
 130BA058.10	Continu (3 x 525-550 V) [A]	2,6	2,9	4,1	5,2	-	6,4	9,5	11,5	19	23	28	36	43	54	65	87	105	137
	Intermittent (3 x 525-550 V) [A]	2,9	3,2	4,5	5,7	-	7,0	10,5	12,7	21	25	31	40	47	59	72	96	116	151
	Continu (3 x 525-600 V) [A]	2,4	2,7	3,9	4,9	-	6,1	9,0	11,0	18	22	27	34	41	52	62	83	100	131
	Intermittent (3 x 525-600 V) [A]	2,6	3,0	4,3	5,4	-	6,7	9,9	12,1	20	24	30	37	45	57	68	91	110	144
	kVA continu (525 V CA) [kVA]	2,5	2,8	3,9	5,0	-	6,1	9,0	11,0	18,1	21,9	26,7	34,3	41	51,4	61,9	82,9	100	130,5
	kVA continu (575 V CA) [kVA]	2,4	2,7	3,9	4,9	-	6,1	9,0	11,0	17,9	21,9	26,9	33,9	40,8	51,8	61,7	82,7	99,6	130,5
	Taille de câble max., IP21/55/66 (secteur, moteur, frein) [mm²]/[AWG][2)]	4/10								10/7			25/4			50/1/0		95/ 4/0	120/M CM 250
	Taille max. du câble, IP20 (secteur, moteur, frein) [mm²]/[AWG][2)]	4/10								16/6			35/2			50/1/0		95/ 4/0	150/ 250 MCM[5)]
	Sectionneur secteur fourni	4/10								16/6					35/2			70/3/0	185/ kcmil 350

Tableau 9.5 [5)] Frein et répartition de la charge 95/4/0

Danfoss A/S © Rév. 06/2014 Tous droits réservés.

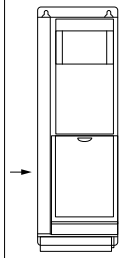
Alimentation secteur 3 x 525-600 V CA - surcharge normale de 110 % pendant 1 minute - continu																			
Taille :		**P1K1**	**P1K5**	**P2K2**	**P3K0**	**P3K7**	**P4K0**	**P5K5**	**P7K5**	**P11K**	**P15K**	**P18K**	**P22K**	**P30K**	**P37K**	**P45K**	**P55K**	**P75K**	**P90K**
Courant d'entrée max.																			
	Continu (3 x 525-600 V) [A]	2,4	2,7	4,1	5,2	-	5,8	8,6	10,4	17,2	20,9	25,4	32,7	39	49	59	78,9	95,3	124,3
	Intermittent (3 x 525-600 V) [A]	2,7	3,0	4,5	5,7	-	6,4	9,5	11,5	19	23	28	36	43	54	65	87	105	137
	Fusibles d'entrée, taille max.[1] [A]	10	10	20	20	-	20	32	32	63	63	63	63	80	100	125	160	250	250
	Environnement																		
	Perte de puissance estimée à charge nominale max. [W][4]	50	65	92	122	-	145	195	261	300	400	475	525	700	750	850	1100	1400	1500
	Poids de la protection IP20 [kg]	6,5	6,5	6,5	6,5	-	6,5	6,6	6,6	12	12	12	23,5	23,5	23,5	35	35	50	50
	Poids de la protection IP21/55 [kg]	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	14,2	14,2	23	23	23	27	27	27	45	45	65	65
	Rendement[4]	0,97	0,97	0,97	0,97	-	0,97	0,97	0,97	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98

Tableau 9.6 [5] Frein et répartition de la charge 95 / 4/0

Alimentation secteur 3 x 525-690 V CA							
Variateur de fréquence	**P1K1**	**P1K5**	**P2K2**	**P3K0**	**P4K0**	**P5K5**	**P7K5**
Sortie d'arbre typique [kW]	**1.1**	**1.5**	**2.2**	**3**	**4**	**5.5**	**7.5**
Protection IP20 (uniquement)	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3
Courant de sortie Surcharge élevée de 110 % pendant 1 minute							
Continu (3 x 525-550 V) [A]	2,1	2,7	3,9	4,9	6,1	9	11
Intermittent (3 x 525-550 V) [A]	2,3	3,0	4,3	5,4	6,7	9,9	12,1
kVA continu (3 x 551-690 V) [A]	1,6	2,2	3,2	4,5	5,5	7,5	10
kVA intermittent (3 x 551-690 V) [A]	1,8	2,4	3,5	4,9	6,0	8,2	11
kVA continu 525 V CA	1,9	2,6	3,8	5,4	6,6	9	12
kVA continu 690 V CA	1,9	2,6	3,8	5,4	6,6	9	12
Courant d'entrée max.							
Continu (3 x 525-550 V) [A]	1,9	2,4	3,5	4,4	5,5	8	10
Intermittent (3 x 525-550 V) [A]	2,1	2,6	3,8	8,4	6,0	8,8	11
kVA continu (3 x 551-690 V) [A]	1,4	2,0	2,9	4,0	4,9	6,7	9
kVA intermittent (3 x 551-690 V) [A]	1,5	2,2	3,2	4,4	5,4	7,4	9,9
Spécifications supplémentaires							
IP20, section max. de câble[5] (secteur, moteur, frein et répartition de la charge) [mm^2]/(AWG)	[0,2-4]/(24-10)						
Perte de puissance estimée à charge nominale max. [W][4]	44	60	88	120	160	220	300
Poids de la protection IP20 [kg]	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6
Rendement[4]	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96

Tableau 9.7 Alimentation secteur 3 x 525-690 V CA, IP20

Danfoss A/S © Rév. 06/2014 Tous droits réservés.

Surcharge normale de 110 % pendant 1 minute										
Variateur de fréquence	**P11K**	**P15K**	**P18K**	**P22K**	**P30K**	**P37K**	**P45K**	**P55K**	**P75K**	**P90K**
Sortie d'arbre typique [kW]	**11**	**15**	**18.5**	**22**	**30**	**37**	**45**	**55**	**75**	**90**
Sortie d'arbre typique [HP] à 575 V	10	16,4	20,1	24	33	40	50	60	75	100
IP21/NEMA 1	B2	B2	B2	B2	B2	C2	C2	C2	C2	C2
IP55/NEMA 12	B2	B2	B2	B2	B2	C2	C2	C2	C2	C2
Courant de sortie										
Continu (3 x 525-550 V) [A]	14	19	23	28	36	43	54	65	87	105
Intermittent (3 x 525-550 V) [A]	15,4	20,9	25,3	30,8	39,6	47,3	59,4	71,5	95,7	115,5
Continu (3 x 551-690 V) [A]	13	18	22	27	34	41	52	62	83	100
Intermittent (3 x 551-690 V) [A]	14,3	19,8	24,2	29,7	37,4	45,1	57,2	68,2	91,3	110
kVA continu (550 V CA) [kVA]	13,3	18,1	21,9	26,7	34,3	41	51,4	61,9	82,9	100
kVA continu (575 V CA) [kVA]	12,9	17,9	21,9	26,9	33,8	40,8	51,8	61,7	82,7	99,6
kVA continu (690 V CA) [kVA]	15,5	21,5	26,3	32,3	40,6	49	62,1	74,1	99,2	119,5
Courant d'entrée max.										
Continu (3 x 525-690 V) [A]	15	19,5	24	29	36	49	59	71	87	99
Intermittent (3 x 525-690 V) [A]	16,5	21,5	26,4	31,9	39,6	53,9	64,9	78,1	95,7	108,9
Fusibles d'entrée, taille max.[1] [A]	63	63	63	63	80	100	125	160	160	160
Spécifications supplémentaires										
Perte de puissance estimée à charge nominale max. [W][4]	201	285	335	375	430	592	720	880	1200	1440
Section max. du câble (secteur, moteur, frein) [mm²]/[AWG][2]	[35]/(1/0)				[95]/(4/0)					
Poids IP21 [kg]	27	27	27	27	27	65	65	65	65	65
Poids IP55 [kg]	27	27	27	27	27	65	65	65	65	65
Rendement[4]	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98

Tableau 9.8 Alimentation secteur 3 x 525-690 V CA IP21-IP55/NEMA 1-NEMA 12

Surcharge normale de 110 % pendant 1 minute		
Variateur de fréquence	**P45K**	**P55K**
Sortie d'arbre typique [kW]	**45**	**55**
Sortie d'arbre typique [HP] à 575 V	60	75
IP20/Châssis	C3	C3
Courant de sortie		
Continu (3 x 525-550 V) [A]	54	65
Intermittent (3 x 525-550 V) [A]	59,4	71,5
Continu (3 x 551-690 V) [A]	52	62
Intermittent (3 x 551-690 V) [A]	57,2	68,2
kVA continu (550 V CA) [kVA]	51,4	62
kVA continu (575 V CA) [kVA]	62,2	74,1
kVA continu (690 V CA) [kVA]	62,2	74,1
Courant d'entrée max.		
Continu (3 x 525-550 V) [A]	52	63
Intermittent (3 x 525-550 V) [A]	57,2	69,3
Continu (3 x 551-690 V) [A]	50	60
Intermittent (3 x 551-690 V) [A]	55	66
Fusibles d'entrée, taille max.[1] [A]	100	125
Spécifications supplémentaires		
Perte de puissance estimée à charge nominale max. [W][4]	592	720
Section max. du câble (secteur, moteur, frein)[mm^2]/[AWG][2]	50 (1)	
Poids IP20 [kg]	35	35
Rendement[4]	0,98	0,98

Tableau 9.9 Alimentation secteur 3 x 525-690 V, IP20

1) Pour le type de fusible, voir chapitre 6.2 Fusibles et disjoncteurs

2) Calibre américain des fils

3) Mesuré avec 5 m de câble moteur blindé à charge nominale et à fréquence nominale

4) La perte de puissance typique, mesurée dans des conditions de charge nominales, est de ±15 % (la tolérance est liée à la variété des conditions de tension et de câblage).

Les valeurs s'appuient sur le rendement typique d'un moteur (limite IE1/IE2). Les moteurs de moindre rendement renforcent également la perte de puissance du variateur de fréquence et vice versa.

Si la fréquence de commutation est supérieure à la valeur nominale, les pertes de puissance peuvent augmenter considérablement.

Les puissances consommées par le LCP et la carte de commande sont incluses. Les options supplémentaires et la charge placée par l'utilisateur peuvent ajouter jusqu'à 30 W aux pertes. (Bien qu'il soit typique d'avoir seulement 4 W supplémentaires pour une carte de commande à pleine charge ou des options pour A ou B, chacun).

Même si les mesures sont effectuées avec du matériel de pointe, une imprécision de ±5 % dans les mesures doit être permise.

5) Câble moteur et secteur : 300 MCM/150 mm^2

9.2 Spécifications générales

Alimentation secteur (L1, L2, L3)	
Tension d'alimentation	200-240 V ±10 %, 380-480 V ±10 %, 525-690 V ±10 %

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

Fréquence d'alimentation	50/60 Hz ±5 %
Écart temporaire max. entre phases secteur	3,0 % de la tension nominale d'alimentation
Facteur de puissance réelle ()	≥ 0,9 à charge nominale
Facteur de puissance de déphasage (cos) proche de l'unité	(> 0,98)
Commutation sur l'entrée d'alimentation L1, L2, L3 (hausses de puissance) ≤ type de protection A	maximum 2 fois/min
Commutation sur l'entrée d'alimentation L1, L2, L3 (hausses de puissance) ≥ type de protection B, C	maximum 1 fois/min
Commutation sur l'entrée d'alimentation L1, L2, L3 (hausses de puissance) ≥ type de protection D, E, F	maximum 1 fois/2 min
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), 480/600 V maximum.

Puissance du moteur (U, V, W)	
Tension de sortie	0 à 100 % de la tension d'alimentation
Fréquence de sortie	0-590 Hz*
Commutation sur la sortie	Illimitée
Temps de rampe	1-3600 s

** Dépendant de la puissance.*

Caractéristiques de couple	
Couple de démarrage (couple constant)	maximum 110 % pendant 1 min*
Couple de démarrage	maximum 135 % pendant 0,5 s maximum*
Surcouple (couple constant)	maximum 110 % pendant 1 min*

**Le pourcentage se réfère au couple nominal du variateur de fréquence.*

Longueurs et sections de câble	
Longueur max. du câble moteur, blindé/armé	VLT® HVAC Drive : 150 m
Longueur max. du câble moteur, non blindé/non armé	VLT® HVAC Drive : 300 m
Section max. des câbles moteur, secteur, répartition de la charge et freinage *	
Section max. des bornes de commande, fil rigide	1,5 mm^2/16 AWG (2 x 0,75 mm^2)
Section max. des bornes de commande, fil souple	1 mm^2/18 AWG
Section max. des bornes de commande, fil avec noyau blindé	0,5 mm^2/20 AWG
Section minimale des bornes de commande	0,25 mm^2

** Voir les tableaux Alimentation secteur pour plus d'informations !*

9

Entrées digitales	
Entrées digitales programmables	4 (6)
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	>19 V CC
Niveau de tension, "1" logique NPN	<14 V CC
Tension maximale sur l'entrée	28 V CC
Résistance d'entrée, R_i	env. 4 kΩ

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

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	0 à +10 V (échelonnable)
Résistance d'entrée, R_i	env. 10 kΩ
Tension max.	±20 V
Mode courant	Commutateur S201/commutateur S202 = Actif (I)
Niveau de courant	0/4 à 20 mA (échelonnable)
Résistance d'entrée, R_i	env. 200 Ω
Courant max.	30 mA
Résolution des entrées analogiques	10 bits (signe +)
Précision des entrées analogiques	Erreur max. 0,5 % de l'échelle totale
Largeur de bande	200 Hz

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

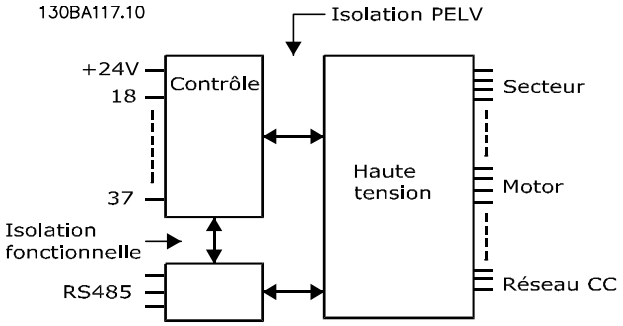


Illustration 9.1 Isolation PELV des entrées analogiques

Entrées impulsions	
Entrées impulsions programmables	2
Nombre de bornes impulsion	29, 33
Fréquence max. à la borne 29, 33	110 kHz (activation push-pull)
Fréquence max. à la borne 29, 33	5 kHz (collecteur ouvert)
Fréquence min. à la borne 29, 33	4 Hz
Niveau de tension	Voir *chapitre 9.2.1*
Tension maximale sur l'entrée	28 V CC
Résistance d'entrée, R_i	env. 4 kΩ
Précision d'entrée d'impulsion (0,1-1 kHz)	Erreur max. : 0,1 % de l'échelle totale
Sortie analogique	
Nombre de sorties analogiques programmables	1
N° de borne	42
Plage de courant de la sortie analogique	0/4-20 mA
Résistance max. à la masse de la sortie analogique	500 Ω
Précision de la sortie analogique	Erreur max. : 0,8 % de l'échelle totale
Résolution de la sortie analogique	8 bits

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

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

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

Sortie digitale	
Sorties digitales/impulsions programmables	2
N° de borne	27, 29 [1)]
Niveau de tension à la sortie digitale/en fréquence	0-24 V
Courant de sortie max. (récepteur ou source)	40 mA
Charge max. à la sortie en fréquence	1 kΩ
Charge capacitive max. à la sortie en fréquence	10 nF
Fréquence de sortie min. à la sortie en fréquence	0 Hz
Fréquence de sortie max. à la sortie en fréquence	32 kHz
Précision de la sortie en fréquence	Erreur max. : 0,1 % de l'échelle totale
Résolution des sorties en fréquence	12 bits

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

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

Carte de commande, sortie 24 V CC :	
N° de borne	12, 13
Charge max.	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	2
N° de borne relais 01	1-3 (interruption), 1-2 (établissement)
Charge max. sur les bornes (CA-1)[1] sur 1-3 (NF), 1-2 (NO) (charge résistive)	240 V CA, 2 A
Charge max. sur les bornes (CA-15)[1] (charge inductive à cosφ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
Charge max. sur les bornes (CC-1)[1] sur 1-2 (NO), 1-3 (NF) (charge résistive)	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]	400 V CA, 2 A
Charge max. sur les bornes (CA-15)[1] sur 4-5 (NO) (charge inductive à cosφ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
Charge max. sur les bornes (CC-1)[1] sur 4-5 (NO) (charge résistive)	80 V CC, 2 A
Charge max. sur les bornes (CC-13)[1] sur 4-5 (NO) (charge inductive)	24 V CC, 0,1 A
Charge max. sur les bornes (CA-1)[1] sur 4-6 (NF) (charge résistive)	240 V CA, 2 A
Charge max. sur les bornes (CA-15)[1] sur 4-6 (NF) (charge inductive à cosφ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
Charge max. sur les bornes (CC-1)[1] sur 4-6 (NF) (charge résistive)	50 V CC, 2 A
Charge max. sur les bornes (CC-13)[1] sur 4-6 (NF) (charge inductive)	24 V CC, 0,1 A
Charge min. sur les bornes 1-3 (NF), 1-2 (NO), 4-6 (NF), 4-5 (NO)	24 V CC 10 mA, 24 V CA 20 mA
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

9

Carte de commande, sortie 10 V CC	
N° de borne	50
Tension de sortie	10,5 V ±0,5 V
Charge max.	25 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
Temps de réponse système (bornes 18, 19, 27, 29, 32, 33)	≤ 2 ms
Plage de commande de vitesse (boucle ouverte)	1:100 de la vitesse synchrone
Précision de vitesse (boucle ouverte)	30-4000 tr/min : erreur max. ±8 tr/min

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

Danfoss A/S © Rév. 06/2014 Tous droits réservés.

Environnement	
Protection de type A	IP20/Châssis, kit IP21/Type 1, IP55/Type 12, IP66/Type 12
Protection de type B1/B2	IP21/Type 1, IP55/Type 12, IP66/12
Protections de types B3/B4	IP20/Châssis
Protections de types C1/C2	IP21/Type 1, IP55/Type 12, IP66/12
Protections de types C3/C4	IP20/Châssis
Kits de protection disponibles	IP21/NEMA 1/IP4X sur haut de la protection
Essai de vibration protection A, B, C	1,0 g
Humidité relative	5 %-95 % (CEI 721-3-3) ; classe 3K3 (non condensante) pendant le fonctionnement
Environnement agressif (CEI 60068-2-43) test H_2S	classe Kd
Méthode d'essai conforme à CEI 60068-2-43 H2S (10 jours)	
Température ambiante (en mode de commutation 60 AVM)	
- avec déclassement	max. 55 °C[1)]
- avec puissance de sortie totale des moteurs IE2 typiques (jusqu'à 90 % du courant de sortie)	max. 50 °C[1)]
- avec courant de sortie FC continu max.	max. 45 °C[1)]

1) Pour plus d'informations sur le déclassement, voir le chapitre chapitre 9.6 Exigences particulières.

Température ambiante min. en pleine exploitation	0 °C
Température ambiante min. en exploitation réduite	- 10 °C
Température durant le stockage/transport	-25 - +65/70 °C
Altitude max. au-dessus du niveau de la mer sans déclassement	1 000 m
Altitude max. au-dessus du niveau de la mer avec déclassement	3 000 m

Déclassement à haute altitude, voir le chapitre chapitre 9.6 Exigences particulières.

Normes CEM, Émission	EN 61800-3, EN 61000-6-3/4, EN 55011, CEI 61800-3
Normes CEM, Immunité	EN 61800-3, EN 61000-6-1/2, EN 61000-4-2, EN 61000-4-3, EN 61000-4-4, EN 61000-4-5, EN 61000-4-6

Voir le chapitre chapitre 9.6 Exigences particulières.

Performance de la carte de commande	
Intervalle de balayage	5 ms
Carte de commande, communication série USB	
Norme USB	1.1 (Full speed)
Fiche USB	Fiche "appareil" USB de type B

ATTENTION

La connexion au PC est réalisée via un câble USB standard hôte/dispositif.

La connexion USB est isolée de façon galvanique de la tension d'alimentation (PELV) et d'autres bornes sous haute tension.

La connexion USB n'est pas isolée de façon galvanique de la mise à la terre de protection. Utiliser uniquement un ordinateur portable ou de bureau isolé en tant que connexion au connecteur USB sur le ou un câble/convertisseur USB isolé.

Protection et caractéristiques

- Protection du moteur thermique électronique contre les surcharges
- La surveillance de la température du radiateur assure l'arrêt du variateur de fréquence lorsque la température atteint 95 °C ± 5 °C. Le reset d'une surtempérature n'est possible que lorsque la température du radiateur est inférieure à 70 °C ± 5 °C (remarque : ces températures peuvent varier en fonction de la puissance, des protections, etc.). Le dispose d'une fonction d'auto-déclassement pour éviter que son radiateur n'atteigne 95 °C.
- Le variateur de fréquence est protégé contre les courts-circuits sur les bornes U, V, W du moteur.
- En cas d'absence de l'une des phases secteur, le variateur s'arrête ou émet un avertissement (en fonction de la charge).
- La surveillance de la tension du circuit intermédiaire assure l'arrêt du variateur de fréquence en cas de tension trop faible ou trop élevée.
- Le variateur de fréquence est protégé contre les défauts de mise à la terre sur les bornes U, V, W du moteur.

9

9.3 Rendement

Rendement du variateur de fréquence (η_{VLT})
La charge du variateur de fréquence a peu d'influence sur son rendement. En général, le rendement résultant de la fréquence moteur $f_{M,N}$ est identique, que le moteur développe un couple nominal sur l'arbre de 100 % ou de 75 %, notamment avec une charge partielle.

Cela signifie aussi que le rendement du variateur de fréquence n'est pas modifié en choisissant différentes caractéristiques tension/fréquence.
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 en présence d'une tension secteur de 480 V.

Calcul du rendement du variateur de fréquence
Calculer le rendement du variateur de fréquence à différentes charges selon l'*Illustration 9.2*. Le facteur dans ce graphique doit être multiplié par le facteur de rendement spécifique répertorié dans les tableaux de spécifications :

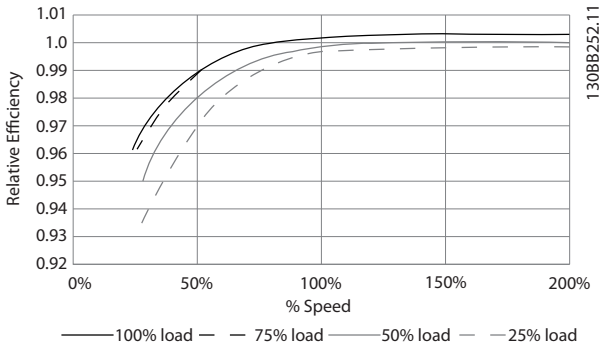


Illustration 9.2 Courbes de rendement typique

Exemple : prenons comme hypothèse un variateur de fréquence 22 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 FC 22 kW est 0,98. Le rendement réel est donc : 0,97 x 0,98 = 0,95.

Rendement du moteur (η_{MOTEUR})
Le rendement d'un moteur raccordé à un variateur de fréquence est lié au niveau de magnétisation. D'une manière générale, on peut dire que ce rendement est comparable à celui qui résulte d'une exploitation alimentée par le secteur. Le rendement du moteur dépend de son type.

Dans la plage de 75 à 100 % du couple nominal, le rendement du moteur sera pratiquement constant dans les deux cas d'exploitation avec le variateur de fréquence et avec l'alimentation directe par le secteur.

Lorsque l'on utilise des petits moteurs, l'influence de la caractéristique tension/fréquence sur le rendement est marginale, mais avec les moteurs de 11 kW et plus, les avantages sont significatifs.

En général, la fréquence de commutation n'affecte pas le rendement des petits moteurs. Les moteurs de 11 kW et plus ont un meilleur rendement (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 ($\eta_{SYSTÈME}$)
Pour calculer le rendement du système, multiplier le rendement du variateur de fréquence (η_{VLT}) par le rendement du moteur (η_{MOTEUR}) :
$\eta_{SYSTÈME} = \eta_{VLT} \times \eta_{MOTEUR}$

9.4 Bruit acoustique

Le bruit acoustique du variateur de fréquence a 3 sources :

- Bobines du circuit intermédiaire CC.
- Ventilateur intégré.
- Filtre RFI obstrué.

Valeurs de base mesurées à une distance de 1 mètre de l'unité :

Type 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 9.10 Valeurs mesurées

9.5 Pic de tension sur le moteur

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

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

L'auto-induction provoque un pic de tension moteur U_{POINTE} avant de se stabiliser à un niveau déterminé par la tension présente dans le circuit intermédiaire. Le temps de montée et la tension de pointe U_{POINTE} influencent tous deux la durée de vie du moteur. Une tension de pointe trop élevée affecte principalement les moteurs dépourvus de papier d'isolation de phase. Sur les câbles de moteur de faible longueur (quelques mètres), le temps de montée et la tension de pointe seront plutôt faibles.
Sur les câbles moteur de grande longueur (100 m), le temps de montée et la tension de pointe augmentent.

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

Pour obtenir les valeurs approximatives des longueurs de câble et des tensions qui ne sont pas mentionnées ci-après, utiliser les règles empiriques suivantes :

1. Le temps de montée augmente/diminue proportionnellement à la longueur de câble.
2. U_{PIC} = tension continue circuit intermédiaire x 1,9 (tension continue circuit intermédiaire = tension d'alimentation x 1,35).
3. $dU/dt = \frac{0.8 \times UPIC}{Temps\ de\ montée}$

Les données sont mesurées conformément à la norme CEI 60034-17.
Les longueurs de câbles sont exprimées en mètres.

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	Vpic [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 9.11 Variateur de fréquence, P5K5, T2

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	Vpic [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 9.12 Variateur de fréquence, P7K5, T2

Longueur de câble [m]		Temps de montée [µs]	Vpic [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 9.13 Variateur de fréquence, P11K, T2

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	Vpic [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 9.14 Variateur de fréquence, P15K, T2

9

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	Vpic [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 9.15 Variateur de fréquence, P18K, T2

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	Vpic [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 9.16 Variateur de fréquence, P22K, T2

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	Vpic [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 9.17 Variateur de fréquence, P30K, T2

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	Vpic [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 9.18 Variateur de fréquence, P37K, T2

Danfoss A/S © Rév. 06/2014 Tous droits réservés.

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	Vpic [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 9.19 Variateur de fréquence, P45K, T2

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	Vpic [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 9.20 Variateur de fréquence, P1K5, T4

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	Vpic [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 9.21 Variateur de fréquence, P4K0, T4

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	Vpic [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 9.22 Variateur de fréquence, P7K5, T4

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	Vpic [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 9.23 Variateur de fréquence, P11K, T4

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	Vpic [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 9.24 Variateur de fréquence, P15K, T4

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	Vpic [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 9.25 Variateur de fréquence, P18K, T4

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	Vpic [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 9.26 Variateur de fréquence, P22K, T4

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	Vpic [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 9.27 Variateur de fréquence, P30K, T4

Longueur de câble [m]	Tension secteur	Temps de montée [µs]	Vpic [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 9.28 Variateur de fréquence, P37K, T4

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	Vpic [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 9.29 Variateur de fréquence, P45K, T4

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	Vpic [kV]	dU/dt [kV/µs]
10	400	0,350	0,932	2,130

Tableau 9.30 Variateur de fréquence, P55K, T4

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	Vpic [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	480	0,371	1,170	2,466

Tableau 9.31 Variateur de fréquence, P75K, T4

Longueur de câble [m]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	Vpic [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	400	0,364	1,030	2,264

Tableau 9.32 Variateur de fréquence, P90K, T4

Danfoss A/S © Rév. 06/2014 Tous droits réservés.

9.6 Exigences particulières

9.6.1 Objectif du déclassement

Le déclassement doit être pris en compte lorsque le variateur de fréquence est utilisé en basse pression atmosphérique (à haute altitude), à faible vitesse, avec des câbles de moteur longs, des câbles de grande section ou à température ambiante élevée. Les actions nécessaires sont décrites dans ce chapitre.

9.6.2 Déclassement pour température ambiante

Le courant de sortie du variateur de fréquence peut être maintenu à 90 % jusqu'à une température ambiante max. de 50 °C.

Avec un courant à pleine charge typique des moteurs IE2, la puissance de sortie totale de l'arbre peut être maintenue jusqu'à 50 °C.
Pour des données plus précises et des informations sur le déclassement pour d'autres moteurs ou dans d'autres conditions, merci de contacter Danfoss.

9.6.3 Déclassement pour température ambiante, protection de type A

60° AVM - Modulation par largeur d'impulsion

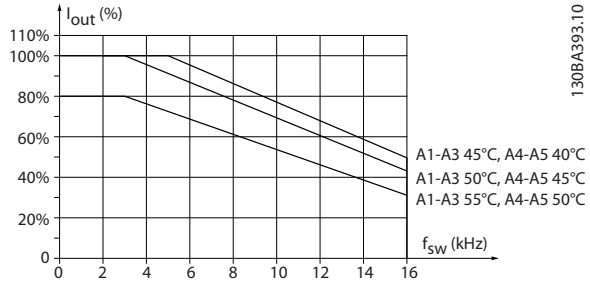


Illustration 9.3 Déclassement de I_{sortie} pour différentes $T_{AMB,MAX}$ pour protection de type A, utilisant 60° AVM

SFAVM : Stator Frequency Asyncron Vector Modulation (modulation vectorielle asynchrone à fréquence statorique)

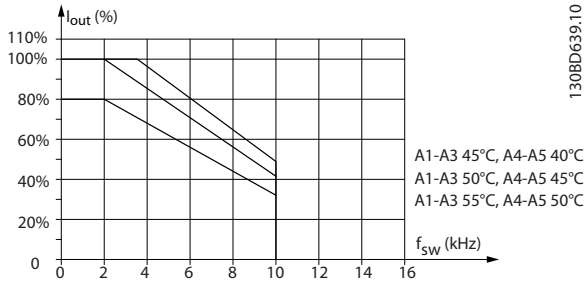


Illustration 9.4 Déclassement de I_{sortie} pour différentes $T_{AMB,MAX}$ pour protections de type A, utilisant SFAVM

En cas d'utilisation de câble de moteur de 10 m ou moins dans une protection de type 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

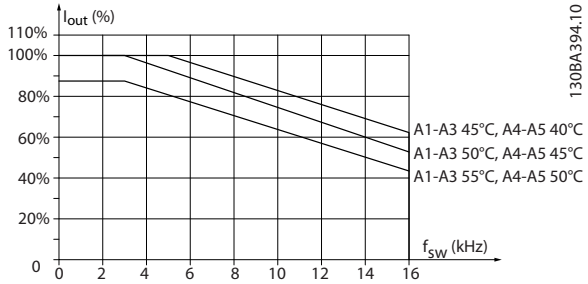


Illustration 9.5 Déclassement de I_{sortie} pour différentes $T_{AMB,MAX}$ pour protection de type A, utilisant 60° AVM et un câble de moteur de 10 m maximum

SFAVM

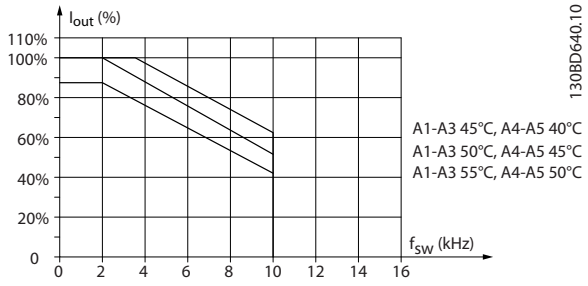


Illustration 9.6 Déclassement de I_{sortie} pour différentes $T_{AMB,MAX}$ pour protection de type A, utilisant SFAVM et un câble de moteur de 10 m maximum

9

9.6.3.1 Protection de type A3, T7

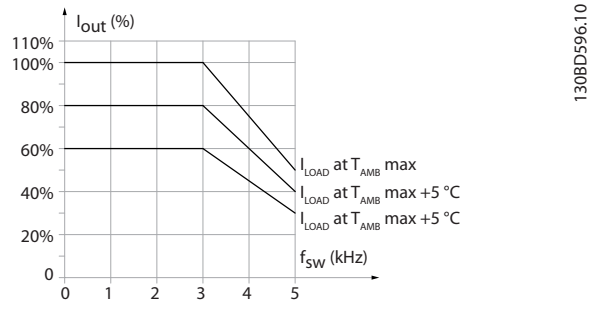


Illustration 9.7 Déclassement de I_{sortie} pour différentes $T_{AMB,MAX}$ pour protection de type A3

9.6.4 Déclassement pour température ambiante, protection de type B

9.6.4.1 Protections de types B, T2, T4 et T5

Pour les protections de types B et C, le déclassement dépend également du mode de surcharge sélectionné au par. *1-04 Mode de surcharge*.

60° AVM - Modulation par largeur d'impulsion

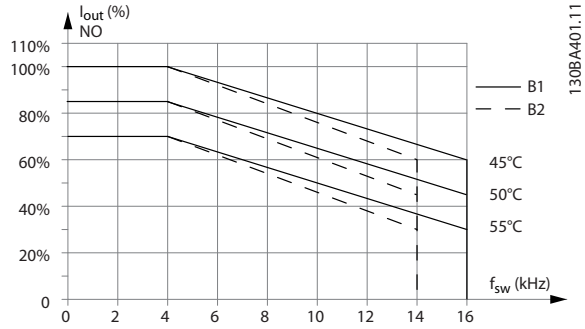


Illustration 9.8 Déclassement de I_{sortie} pour différentes $T_{AMB,MAX}$ pour protections de types B1 et B2, utilisant 60° AVM en mode couple normal (surcouple de 110 %)

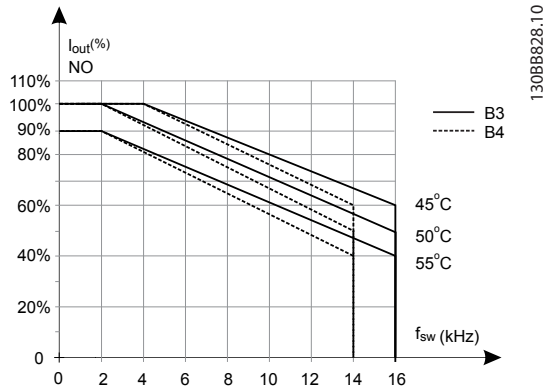


Illustration 9.9 Déclassement de I_{sortie} pour différentes $T_{AMB,MAX}$ pour protections de types B3 et B4, utilisant 60° AVM en mode surcharge normale (surcouple de 110 %)

SFAVM : Stator Frequency Asyncron Vector Modulation (modulation vectorielle asynchrone à fréquence statorique)

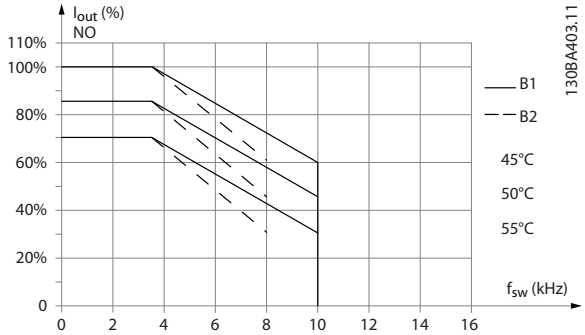


Illustration 9.10 Déclassement de I_{sortie} pour différentes $T_{AMB,MAX}$ pour protections de types B1 et B2, utilisant SFAVM en mode surcharge normale (surcouple de 110 %)

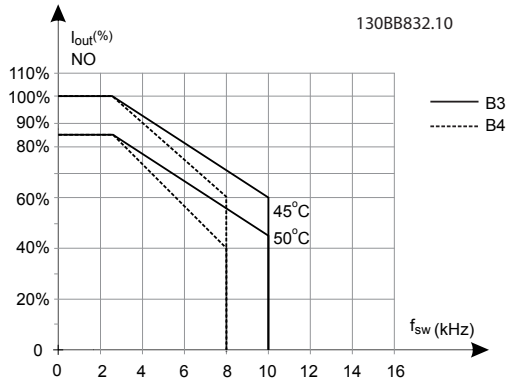


Illustration 9.11 Déclassement de I_{sortie} pour différentes $T_{AMB,MAX}$ pour protections de types B3 et B4, utilisant SFAVM en mode surcharge normale (surcouple de 110 %)

9.6.4.2 Protection de type B, T6

60° AVM - Modulation par largeur d'impulsion

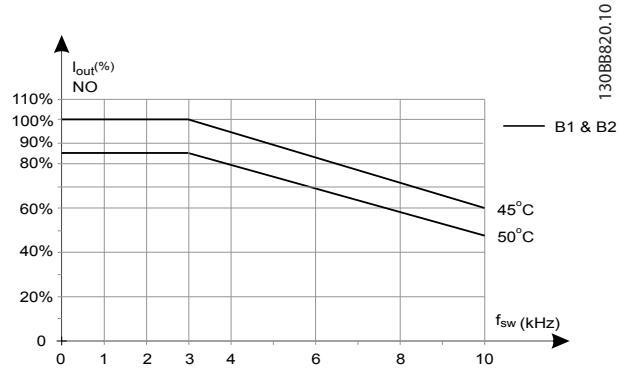


Illustration 9.12 Déclassement du courant de sortie avec fréquence de commutation et température ambiante pour variateurs de fréquence de 600 V, protection de type B, 60° AVM, NO

SFAVM : Stator Frequency Asyncron Vector Modulation (modulation vectorielle asynchrone à fréquence statorique)

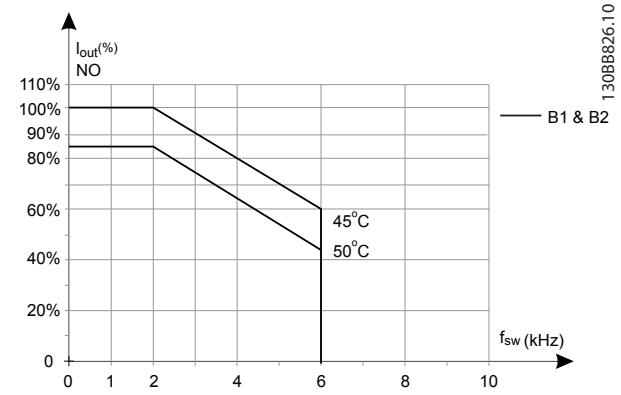


Illustration 9.13 Déclassement du courant de sortie avec fréquence de commutation et température ambiante pour variateurs de fréquence de 600 V, protection de type B, SFAVM, NO

9.6.4.3 Protection de type B, T7

Protection de type B2, 525-690 V
60° AVM - Modulation par largeur d'impulsion

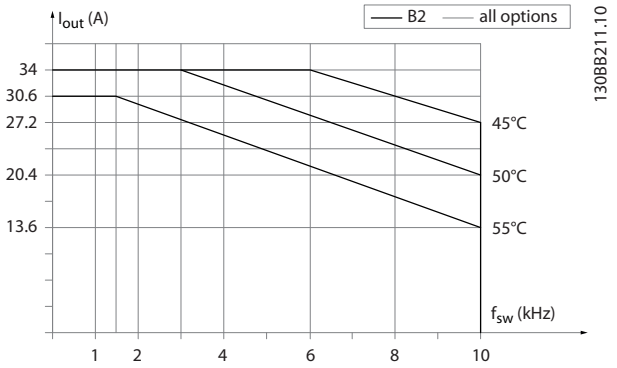


Illustration 9.14 Déclassement du courant de sortie avec fréquence de commutation et température ambiante pour protection de type B2, 60° AVM. Remarque : le graphique est élaboré à partir du courant en tant que valeur absolue et est valable pour les surcharges normales et élevées.

SFAVM : Stator Frequency Asyncron Vector Modulation (modulation vectorielle asynchrone à fréquence statorique)

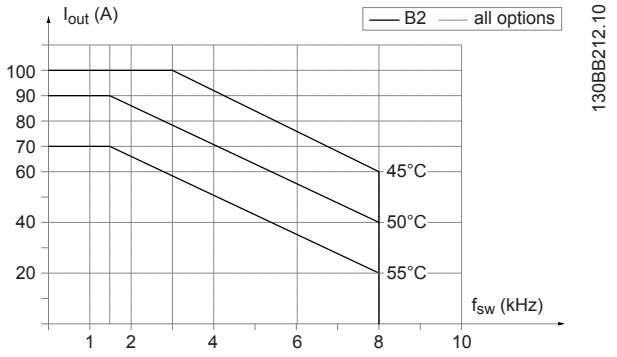


Illustration 9.15 Déclassement du courant de sortie avec fréquence de commutation et température ambiante pour protection de type B2, SFAVM. Remarque : le graphique est élaboré à partir du courant en tant que valeur absolue et est valable pour les surcharges normales et élevées.

9

9.6.5 Déclassement pour température ambiante, protection de type C

9.6.5.1 Protections de types C, T2, T4 et T5

60° AVM - Modulation par largeur d'impulsion

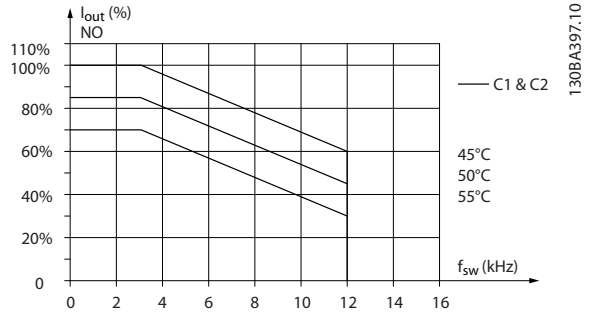


Illustration 9.16 Déclassement de I_{sortie} pour différentes $T_{AMB,MAX}$ pour protections de types C1 et C2, utilisant 60° AVM en mode surcharge normale (surcouple de 110 %)

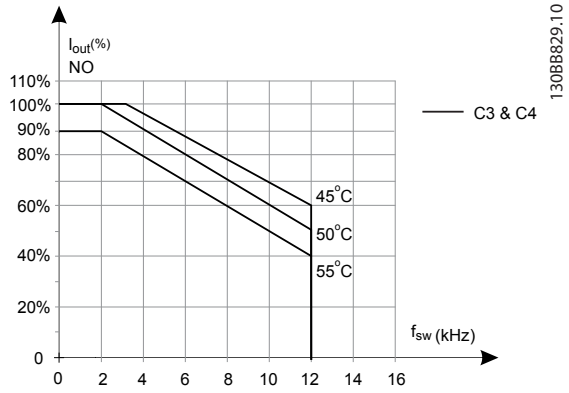


Illustration 9.17 Déclassement de I_{sortie} pour différentes $T_{AMB,MAX}$ pour protections de types C3 et C4, utilisant 60° AVM en mode surcharge normale (surcouple de 110 %)

SFAVM : Stator Frequency Asyncron Vector Modulation (modulation vectorielle asynchrone à fréquence statorique)

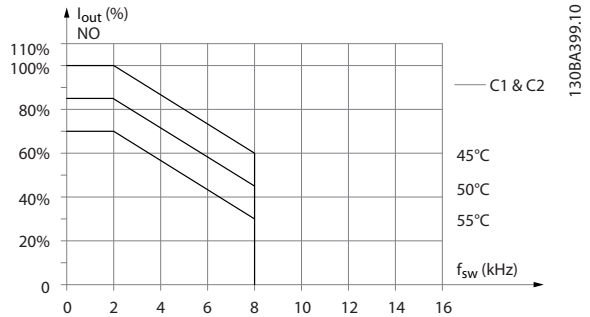


Illustration 9.18 Déclassement de I_{sortie} pour différentes $T_{AMB,MAX}$ pour protections de types C1 et C2, utilisant SFAVM en mode surcharge normale (surcouple de 110 %)

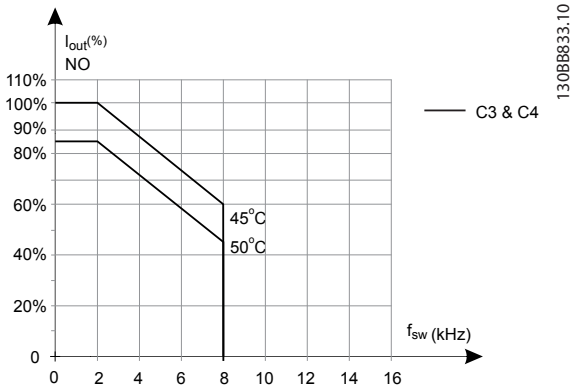


Illustration 9.19 Déclassement de I_{sortie} pour différentes $T_{AMB,MAX}$ pour protections de types C3 et C4, utilisant SFAVM en mode surcharge normale (surcouple de 110 %)

9.6.5.2 Protection de type C, T6

60° AVM - Modulation par largeur d'impulsion

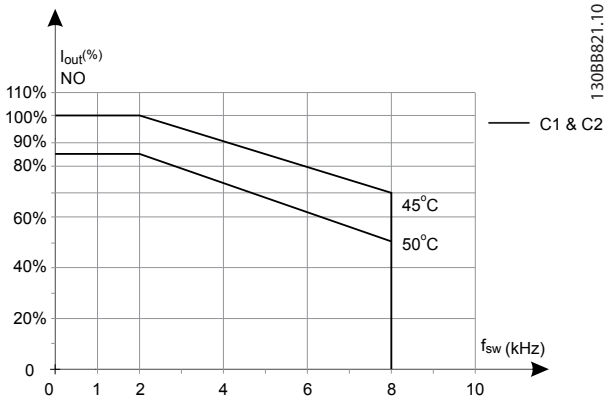


Illustration 9.20 Déclassement du courant de sortie avec fréquence de commutation et température ambiante pour variateurs de fréquence de 600 V, protection de type C, 60° AVM, NO.

SFAVM : Stator Frequency Asyncron Vector Modulation (modulation vectorielle asynchrone à fréquence statorique)

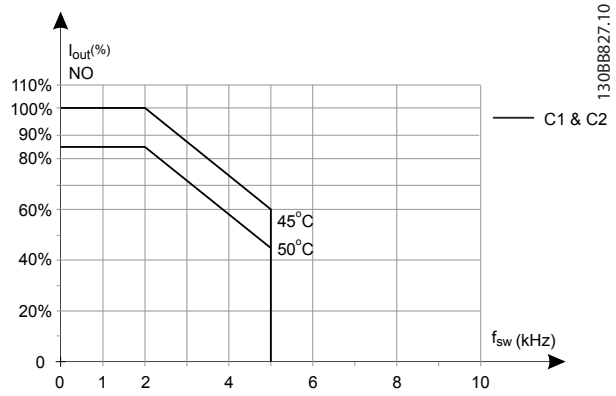


Illustration 9.21 Déclassement du courant de sortie avec fréquence de commutation et température ambiante pour variateurs de fréquences de 600 V, protection de type C, SFAVM, NO.

9.6.5.3 Protection de type C, T7

60° AVM - Modulation par largeur d'impulsion

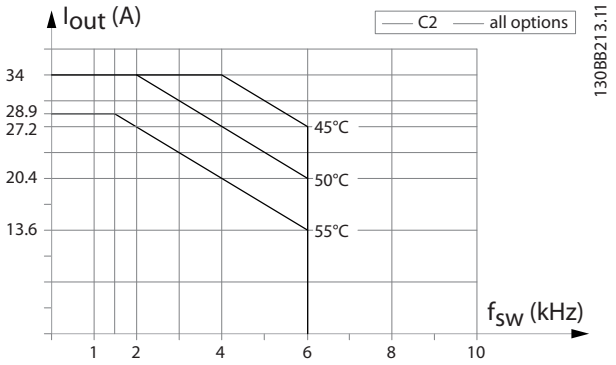


Illustration 9.22 Déclassement du courant de sortie avec fréquence de commutation et température ambiante pour protection de type C2, 60° AVM. Remarque : le graphique est élaboré à partir du courant en tant que valeur absolue et est valable pour les surcharges normales et élevées.

SFAVM : Stator Frequency Asyncron Vector Modulation (modulation vectorielle asynchrone à fréquence statorique)

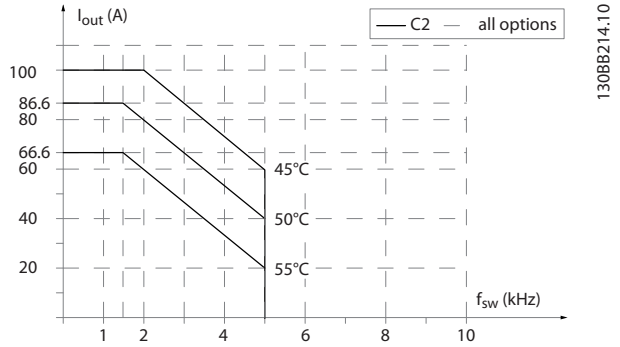


Illustration 9.23 Déclassement du courant de sortie avec fréquence de commutation et température ambiante pour protection de type C2, SFAVM. Remarque : le graphique est élaboré à partir du courant en tant que valeur absolue et est valable pour les surcharges normales et élevées.

9.6.6 Adaptations automatiques pour garantir les performances

Le variateur de fréquence contrôle en permanence les niveaux critiques de température interne, courant de charge, haute tension sur le circuit intermédiaire et les vitesses faibles du moteur. Pour répondre à un niveau critique, le variateur de fréquence peut ajuster la fréquence de commutation et/ou changer le type de modulation pour garantir la performance du variateur de fréquence. La capacité à réduire automatiquement le courant de sortie élargit davantage les conditions d'exploitation acceptables.

9.6.7 Déclassement pour basse pression atmosphérique

La capacité de refroidissement de l'air est amoindrie en cas de faible pression atmosphérique.

Au-dessous de 1 000 m, aucun déclassement n'est nécessaire, mais au-dessus de 1 000 m, la température ambiante (T_{AMB}) ou le courant de sortie maximal (I_{sortie}) doit être déclassé en conformité avec la courbe suivante.

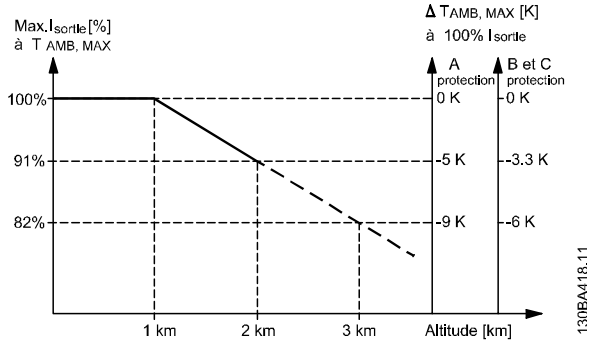


Illustration 9.24 Déclassement du courant de sortie en fonction de l'altitude à $T_{AMB, MAX}$ pour des protections de types A, B et C. À des altitudes de plus de 2 000 m, merci de contacter Danfoss en ce qui concerne la norme PELV.

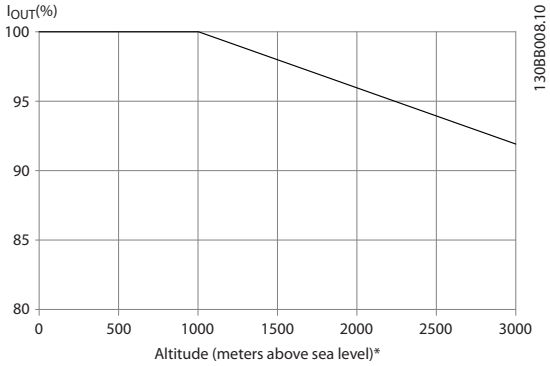


Illustration 9.25 Une autre solution consiste à diminuer la température ambiante à haute altitude et donc à garantir un courant de sortie de 100 %.

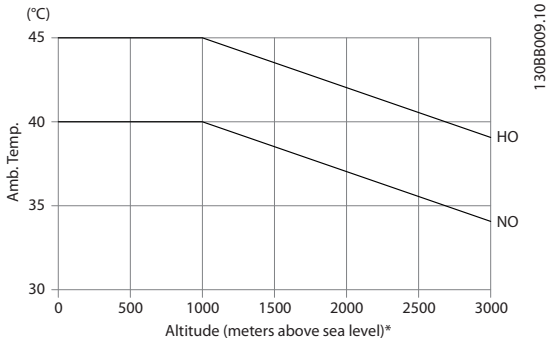


Illustration 9.26 Exemple : à une altitude supérieure à 2 000 m et une température de 45 °C ($T_{AMB, MAX}$ - 3,3 K), 91 % du courant de sortie nominal est disponible. À une température de 41,7 °C, 100 % du courant de sortie nominal est disponible.

Déclassement du courant de sortie en fonction de l'altitude à $T_{AMB, MAX}$ pour les protections de types D, E et F.

9.6.8 Déclassement pour fonctionnement à faible vitesse

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

Applications de couple constant (mode CT)

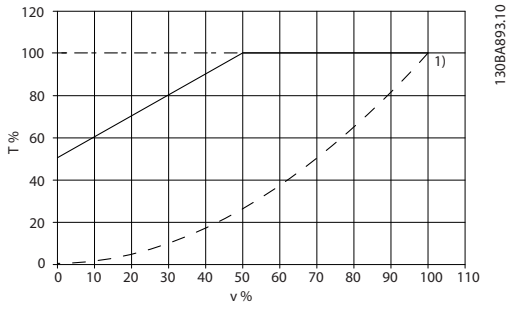
Un problème peut survenir à faible vitesse de rotation dans des applications de couple constant. Dans une application de couple constant, un moteur peut surchauffer à des vitesses faibles en raison du peu d'air de refroidissement venant du ventilateur intégré du moteur. Donc, si le moteur doit fonctionner en continu à une vitesse de rotation inférieure à la moitié de la vitesse nominale, il convient de lui apporter un supplément d'air de refroidissement (ou d'utiliser un moteur conçu pour ce type de fonctionnement).

Une autre solution consiste à réduire le degré de charge du moteur en sélectionnant un moteur plus grand. Cependant, la conception du variateur de fréquence impose des limites quant à la taille du moteur.

Applications de couple variable (quadratique) (VT)

Dans les applications VT telles que pompes centrifuges et ventilateurs, 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.

Sur les graphiques ci-dessous, la courbe VT typique est en dessous du couple maximum avec déclassement et du couple maximum avec refroidissement forcé à toutes les vitesses.



Légende : – – – –Couple typique à charge VT —•—•—• Couple max. avec refroidissement forcé ——— Couple max.

Note 1) L'exploitation en vitesse sursynchrone entraîne une baisse du couple moteur disponible inversement proportionnelle à l'augmentation de la vitesse. Cela doit être pris en compte à la phase de conception pour éviter une surcharge du moteur.

Tableau 9.33 Charge maximum pour un moteur standard à 40 °C

9.7 Dépannage

Un avertissement ou une alarme est signalé par le voyant correspondant sur l'avant du et par un code affiché à l'écran.

Un avertissement reste actif jusqu'à ce que sa cause soit éliminée. Dans certaines circonstances, le moteur peut continuer de fonctionner. Certains messages d'avertissement peuvent être critiques mais ce n'est pas toujours le cas.

En cas d'alarme, le s'arrête. Pour reprendre l'exploitation, les alarmes doivent être remises à zéro une fois leur cause éliminée.

Cela peut être réalisé de 4 façons :

1. en appuyant sur [RESET] sur le LCP
2. via une entrée digitale avec la fonction Reset
3. via la communication série/le bus de terrain optionnel
4. par un reset automatique à l'aide de la fonction Reset automatique, qui est un réglage par défaut du variateur VLT® HVAC Drive. Voir le par. *14-20 Mode reset* dans le *Guide de programmation du variateur FC 102*.

AVIS!

Après un reset manuel, appuyer sur la touche [RESET] du LCP, puis sur [Auto On] ou [Hand On] pour redémarrer le moteur.

S'il est impossible de remettre une alarme à zéro, il se peut que la cause n'ait pas été éliminée ou que l'alarme soit verrouillée (voir également le *Tableau 9.34*).

⚠ATTENTION

Les alarmes verrouillées offrent une protection supplémentaire : l'alimentation secteur doit être déconnectée avant de pouvoir remettre l'alarme à zéro. Une fois remis sous tension, le n'est plus verrouillé et peut être réinitialisé comme indiqué ci-dessus une fois la cause éliminée.
Les alarmes qui ne sont pas à arrêt verrouillé peuvent également être remises à zéro à l'aide de la fonction de reset automatique dans le par. *14-20 Mode reset* (avertissement : une activation automatique est possible !)
Si, dans le tableau, un avertissement et une alarme sont indiqués à côté d'un code, cela signifie soit qu'un avertissement arrive avant une alarme, soit que l'on peut décider si un avertissement ou une alarme doit apparaître pour une panne donnée.
Ceci est possible, par exemple, au par. *1-90 Protect. thermique mot.*Après une alarme ou un déclenchement, le moteur se met en roue libre et l'alarme et l'avertissement clignotent sur le . Une fois que le problème a été résolu, seule l'alarme continue de clignoter.

AVIS!

Aucune détection de phase moteur manquante (n° 30-32), ni de détection de calage n'est active si le par. *1-10 Construction moteur* présente la valeur [1] PM, SPM non saillant.

9

N°	Description	Avertis-sement	Alarme/ déclen-chement	Alarme/alarme verrouillée	Référence du paramètre
1	10 V bas	X			
2	Déf zéro signal	(X)	(X)		6-01
3	Pas de moteur	(X)			1-80
4	Perte phase secteur	(X)	(X)	(X)	14-12
5	Tension CC bus haute	X			
6	Tension CC bus basse	X			
7	Surtension CC	X	X		
8	Sous-tension CC	X	X		
9	Surcharge onduleur	X	X		
10	Surchauffe ETR mot.	(X)	(X)		1-90
11	Surchauffe therm. mot.	(X)	(X)		1-90
12	Limite de couple	X	X		
13	Surcourant	X	X	X	
14	Défaut terre	X	X	X	
15	Incompatibilité matérielle		X	X	
16	Court-circuit		X	X	
17	Dépas. tps mot de contrôle	(X)	(X)		8-04
18	Échec au démar.		X		
23	Panne de ventilateur interne	X			
24	Panne de ventilateur externe	X			14-53
25	Court-circuit résistance de freinage	X			
26	Limite puissance résistance freinage	(X)	(X)		2-13
27	Court-circuit hacheur de freinage	X	X		
28	Ctrl freinage	(X)	(X)		2-15
29	Surchauffe variateur	X	X	X	
30	Phase U moteur absente	(X)	(X)	(X)	4-58
31	Phase V moteur absente	(X)	(X)	(X)	4-58
32	Phase W moteur absente	(X)	(X)	(X)	4-58
33	Erreur charge		X	X	
34	Défaut com.bus	X	X		
35	Hors de la plage de fréquence	X	X		
36	Défaut secteur	X	X		
37	Défaut de phase moteur	X	X		
38	Erreur interne		X	X	
39	Capteur radiateur		X	X	
40	Surcharge borne de sortie digitale 27	(X)			5-00, 5-01
41	Surcharge borne de sortie digitale 29	(X)			5-00, 5-02
42	Surcharge sortie digitale sur X30/6	(X)			5-32
42	Surcharge sortie digitale sur X30/7	(X)			5-33
46	Alim. carte puis.		X	X	
47	Alim. 24 V bas	X	X	X	
48	Alim. 1,8 V bas		X	X	
49	Limite vit.	X	(X)		1-86
50	AMA échouée		X		
51	AMA U_{nom} et I_{nom}		X		
52	AMA I_{nom} bas		X		
53	AMA moteur trop gros		X		
54	AMA moteur trop petit		X		
55	AMA hors gam.		X		
56	AMA interrompue par l'utilisateur		X		
57	Dépas. tps AMA		X		

 Danfoss A/S © Rév. 06/2014 Tous droits réservés.

N°	Description	Avertis-sement	Alarme/ déclen-chement	Alarme/alarme verrouillée	Référence du paramètre
58	AMA défaut interne	X	X		
59	Limite de courant	X			
60	Verrouillage externe	X			
62	Limite fréquence de sortie	X			
64	Limite tension	X			
65	Surtempérature carte de commande	X	X	X	
66	Température radiateur basse	X			
67	La configuration des options a changé		X		
68	Arrêt de sécurité	(X)	X[1)]		5-19
69	T° carte puis.		X	X	
70	Configuration FC illégale			X	
71	Arrêt de sécurité PTC 1	X	X[1)]		
72	Panne dangereuse			X[1)]	
73	Arrêt de sécurité Redém. auto				
76	Config alim.	X			
79	ConfigPSprohib		X	X	
80	Variateur initialisé à val. défaut		X		
91	Réglages incorrects entrée analogique 54			X	
92	Abs. de débit	X	X		22-2*
93	Pompe à sec	X	X		22-2*
94	Fin de courbe	X	X		22-5*
95	Courroie cassée	X	X		22-6*
96	Démar. retardé	X			22-7*
97	Arrêt retardé	X			22-7*
98	Déf.horloge	X			0-7*
201	M.inc. été act.				
202	Lim.m.inc. dép.				
203	Mot. manquant				
204	Rotor verrouil.				
243	Frein IGBT	X	X		
244	Temp. radiateur	X	X	X	
245	Capteur radiateur		X	X	
246	Alim. carte puis.		X	X	
247	T° carte puis.		X	X	
248	ConfigPSprohib		X	X	
250	Nouvelles pièces			X	
251	Nouv. code type		X	X	

Tableau 9.34 Liste des codes d'alarme/avertissement

(X) Dépendant du paramètre

1) Ne peut pas être réinitialisé automatiquement via le par. 14-20 Mode reset

Un déclenchement est l'action qui se produit lorsqu'une alarme apparaît. Il met le moteur en roue libre et peut être réinitialisé en appuyant sur la touche [Reset] ou en faisant un reset via une entrée digitale (groupe de paramètres 5-1* [1]). L'événement à l'origine d'une alarme ne peut pas endommager le ni provoquer de conditions dangereuses. Un déclenchement verrouillé est une action qui se produit en cas d'alarme ; il peut endommager le ou les éléments raccordés. Une situation d'alarme verrouillée ne peut être réinitialisée que par un cycle de mise hors tension puis sous tension.

Avertissement	jaune
Alarme	rouge clignotant
Alarme verrouillée	jaune et rouge

Tableau 9.35 Indication LED

Mot d'alarme et mot d'état élargi					
Bit	**Hex**	**Déc**	**Mot d'alarme**	**Mot avertis.**	**Mot d'état élargi**
0	00000001	1	Contrôle freinage	Contrôle freinage	Marche rampe
1	00000002	2	T° carte puis.	T° carte puis.	AMA active
2	00000004	4	Défaut terre	Défaut terre	Démarrage SH/SAH
3	00000008	8	Ctrl T° carte	Ctrl T° carte	Ralentis.
4	00000010	16	Dép. tps.mot ctrl	Dép. tps.mot ctrl	Rattrapage
5	00000020	32	Surcourant	Surcourant	Sign.retour ht
6	00000040	64	Limite couple	Limite couple	Sign.retour bs
7	00000080	128	Surt.therm.mot.	Surt.therm.mot.	Courant sortie haut
8	00000100	256	Surch.ETR mot.	Surch.ETR mot.	Courant sortie bas
9	00000200	512	Surch.onduleur	Surch.onduleur	Fréq. sortie haute
10	00000400	1024	Soustension CC	Soustension CC	Fréq. sortie basse
11	00000800	2048	Surtension CC	Surtension CC	Test frein OK
12	00001000	4096	Court-circuit	Tens.CCbus bas	Freinage max.
13	00002000	8192	Erreur charge	Tens.DC Bus Hte	Freinage
14	00004000	16384	Perte phase secteur	Perte phase secteur	Hors plage de vitesse
15	00008000	32768	AMA pas OK	Pas de moteur	OVC active
16	00010000	65536	Déf.zéro signal	Déf.zéro signal	
17	00020000	131072	Erreur interne	10 V bas	
18	00040000	262144	Frein surcharge	Frein surcharge	
19	00080000	524288	Phase U abs.	Résistance de freinage	
20	00100000	1048576	Phase V abs.	Frein IGBT	
21	00200000	2097152	Phase W abs.	Limite Vit.	
22	00400000	4194304	Défaut com.bus	Défaut com.bus	
23	00800000	8388608	Alim. 24 V bas	Alim. 24 V bas	
24	01000000	16777216	Panne secteur	Panne secteur	
25	02000000	33554432	Alim. 1,8 V bas	Limite courant	
26	04000000	67108864	Résistance de freinage	Temp. basse	
27	08000000	134217728	Frein IGBT	Limite tension	
28	10000000	268435456	Modif. option	Inutilisé	
29	20000000	536870912	Init. variateur	Inutilisé	
30	40000000	1073741824	Arrêt de sécurité	Inutilisé	
31	80000000	2147483648	Frein méca. bas (A63)	Mot d'état élargi	

Tableau 9.36 Description du mot d'alarme, du mot d'avertissement et du mot d'état élargi

Les mots d'alarme, d'avertissement et d'état élargi peuvent être lus à des fins diagnostiques par l'intermédiaire du bus série ou du bus de terrain optionnel. Voir aussi les par. *16-90 Mot d'alarme*, *16-92 Mot avertis.* et *16-94 Mot état élargi*.

9.7.1 Mots d'alarme

Bit (Hex)	Mot d'alarme (16-90 Mot d'alarme)
00000001	
00000002	Surtempérature carte de puissance
00000004	Défaut de mise à la terre
00000008	
00000010	Dépas. tps mot de contrôle
00000020	Surcourant
00000040	
00000080	Surchauffe therm. mot.
00000100	Surchauffe ETR mot.
00000200	Surcharge onduleur
00000400	Sous-tension CC
00000800	Surtension CC
00001000	Court-circuit
00002000	
00004000	Perte phase secteur
00008000	AMA pas OK
00010000	Déf zéro signal
00020000	Erreur interne
00040000	
00080000	Phase U abs.
00100000	Phase V abs.
00200000	Phase W abs.
00800000	Panne de tension de contrôle
01000000	
02000000	Alim. VDD bas
04000000	Court-circuit résistance de freinage
08000000	Panne hacheur de freinage
10000000	Défaut terre DESAT
20000000	Variat. initial.
40000000	Arrêt de sécurité [A68]
80000000	

Tableau 9.37 16-90 Mot d'alarme

Bit (Hex)	Mot d'alarme 2 (16-91 Mot d'alarme 2)
00000001	
00000002	Réservé
00000004	Arrêt pour intervention, code type/pièce de rechange
00000008	Réservé
00000010	Réservé
00000020	
00000040	
00000080	
00000100	Courroie cassée
00000200	Non utilisé
00000400	Non utilisé
00000800	Réservé
00001000	Réservé
00002000	Réservé
00004000	Réservé
00008000	Réservé
00010000	Réservé
00020000	Non utilisé
00040000	Erreur ventilateurs
00080000	Erreur ECB
00100000	Réservé
00200000	Réservé
00400000	Réservé
00800000	Réservé
01000000	Réservé
02000000	Réservé
04000000	Réservé
08000000	Réservé
10000000	Réservé
20000000	Réservé
40000000	Arrêt de sécurité PTC 1 [A71]
80000000	Panne dangereuse [A72]

Tableau 9.38 16-91 Mot d'alarme 2

9.7.2 Mots d'avertissement

Bit (Hex)	Mot d'avertissement (16-92 Mot avertis.)
00000001	
00000002	Surtempérature carte de puissance
00000004	Défaut de mise à la terre
00000008	
00000010	Dépas. tps mot de contrôle
00000020	Surcourant
00000040	
00000080	Surchauffe therm. mot.
00000100	Surchauffe ETR mot.
00000200	Surcharge onduleur
00000400	Sous-tension CC
00000800	Surtension CC
00001000	
00002000	
00004000	Perte phase secteur
00008000	Pas de moteur
00010000	Déf zéro signal
00020000	
00040000	
00080000	
00100000	
00200000	
00400000	
00800000	
01000000	
02000000	Limite de courant
04000000	
08000000	
10000000	
20000000	
40000000	Arrêt de sécurité [W68]
80000000	Non utilisé

Tableau 9.39 16-92 Mot avertis.

Bit (Hex)	Mot d'avertissement 2 (16-93 Mot d'avertissement 2)
00000001	
00000002	
00000004	Déf.horloge
00000008	Réservé
00000010	Réservé
00000020	
00000040	
00000080	Fin de courbe
00000100	Courroie cassée
00000200	Non utilisé
00000400	Réservé
00000800	Réservé
00001000	Réservé
00002000	Réservé
00004000	Réservé
00008000	Réservé
00010000	Réservé
00020000	Non utilisé
00040000	Avertissement ventilateurs
00080000	
00100000	Réservé
00200000	Réservé
00400000	Réservé
00800000	Réservé
01000000	Réservé
02000000	Réservé
04000000	Réservé
08000000	Réservé
10000000	Réservé
20000000	Réservé
40000000	Arrêt de sécurité PTC 1 [W71]
80000000	Réservé

Tableau 9.40 16-93 Mot d'avertissement 2

9.7.3 Mots d'état élargi

Bit (Hex)	Mot d'état élargi (16-94 Mot état élargi)
00000001	Marche rampe
00000002	Adaptation AMA
00000004	Démarrage SH/SAH
00000008	Non utilisé
00000010	Non utilisé
00000020	Signal de retour haut
00000040	Sign.retour bs
00000080	Courant de sortie haut
00000100	Courant de sortie bas
00000200	Fréquence de sortie élevée
00000400	Fréquence de sortie basse
00000800	Contrôle freinage OK
00001000	Freinage max.
00002000	Freinage
00004000	Hors gamme vit.
00008000	OVC active
00010000	Frein CA
00020000	Serrure à horloge avec mot de passe
00040000	Protection par mot de passe
00080000	Référence élevée
00100000	Référence basse
00200000	Réf. locale/réf.dist.
00400000	Réservé
00800000	Réservé
01000000	Réservé
02000000	Réservé
04000000	Réservé
08000000	Réservé
10000000	Réservé
20000000	Réservé
40000000	Réservé
80000000	Réservé

Tableau 9.41 Mot d'état élargi, 16-94 Mot état élargi

Bit (Hex)	Mot d'état élargi 2 (16-95 Mot état élargi 2)
00000001	Inactif
00000002	Mode manuel/automatique
00000004	Non utilisé
00000008	Non utilisé
00000010	Non utilisé
00000020	Relais 123 actif
00000040	Démarrage empêché
00000080	Commande prête
00000100	Variateur prêt
00000200	Arrêt rapide
00000400	Freinage CC
00000800	Arrêt
00001000	En attente
00002000	Demande de gel sortie
00004000	Gel sortie
00008000	Demande jog.
00010000	Jogging
00020000	Démarr. demandé
00040000	Démarrage
00080000	Démarrage appliqué
00100000	Retard démar.
00200000	Veille
00400000	Augm. veille
00800000	Fonctionne
01000000	Bipasse
02000000	Mode incendie
04000000	Réservé
08000000	Réservé
10000000	Réservé
20000000	Réservé
40000000	Réservé
80000000	Réservé

Tableau 9.42 Mot d'état élargi 2, 16-95 Mot état élargi 2

Ci-dessous, les informations concernant chaque avertissement/alarme définissent la condition de l'avertissement/alarme, indiquent la cause probable de la condition et décrivent une solution ou une procédure de dépannage.

AVERTISSEMENT 1, 10 V bas
La tension de la carte de commande est inférieure à 10 V à partir de la borne 50.
Réduire la charge de la borne 50, puisque l'alimentation 10 V est surchargée. Max. 15 mA ou min. 590 Ω.

Un court-circuit dans un potentiomètre connecté ou un câblage incorrect du potentiomètre peut être à l'origine de ce problème.

Dépannage

Retirer le câble de la borne 50. Si l'avertissement s'efface, le problème vient du câblage. Si l'avertissement persiste, remplacer la carte de commande.

AVERTISSEMENT/ALARME 2, Déf zéro signal
Cet avertissement ou cette alarme s'affichent uniquement s'ils ont été programmés au par. *6-01 Fonction/Tempo60*. Le signal sur l'une des entrées analogiques est inférieur à 50 % de la valeur minimale programmée pour cette entrée. Cette condition peut provenir d'un câblage rompu ou d'un dispositif défectueux qui envoie le signal.

Dépannage

Vérifier les connexions de toutes les bornes d'entrées analogiques. Carte de commande : bornes 53 et 54 pour les signaux, borne 55 commune. MCB 101 : bornes 11 et 12 pour les signaux, borne 10 commune. MCB 109 : bornes 1, 3, 5 pour les signaux, bornes 2, 4, 6 communes.

Vérifier que la programmation du variateur de fréquence et les réglages du commutateur correspondent au type de signal analogique.

Effectuer un test de signal des bornes d'entrée.

AVERTISSEMENT/ALARME 4, Perte phase secteur
Une phase manque du côté de l'alimentation ou le déséquilibre de la tension secteur est trop élevé. Ce message apparaît aussi en cas de panne du redresseur d'entrée sur le variateur de fréquence. Les options sont programmées au par. *14-12 Fonct.sur désiqui.réseau*.

Dépannage

Vérifier la tension d'alimentation et les courants d'alimentation du variateur de fréquence.

AVERTISSEMENT 5, Tension DC bus haute
La tension du circuit intermédiaire (CC) est plus élevée que la limite d'avertissement de tension élevée. La limite dépend de la tension nominale du variateur de fréquence. L'unité est encore active.

AVERTISSEMENT 6, Tension CC bus basse
La tension (CC) du circuit intermédiaire est inférieure à la limite d'avertissement de tension basse. La limite dépend de la tension nominale du variateur de fréquence. Unité encore active.

AVERTISSEMENT/ALARME 7, Surtension CC
Si la tension du circuit intermédiaire dépasse la limite, le variateur de fréquence s'arrête après un certain laps de temps.

Dépannage

Relier une résistance de freinage.

Prolonger le temps de rampe.

Modifier le type de rampe.

Activer les fonctions dans le par. *2-10 Fonction Frein et Surtension*.

Augmenter le par. *14-26 Temps en U limit.*

Si l'alarme/avertissement survient pendant une baisse de puissance, utiliser la sauvegarde cinétique (*14-10 Panne secteur*).

AVERTISSEMENT/ALARME 8, Sous-tension CC
Si la tension du circuit intermédiaire tombe en dessous de la limite de sous-tension, le variateur de fréquence vérifie si une alimentation électrique de secours de 24 V CC est connectée. Si aucune alimentation 24 V CC n'est raccordée, le variateur de fréquence se déclenche après une durée déterminée. La durée est fonction de la taille de l'unité.

Dépannage

Vérifier si la tension d'alimentation correspond bien à la tension du variateur de fréquence.

Effectuer un test de la tension d'entrée.

Effectuer un test du circuit de faible charge.

AVERTISSEMENT/ALARME 9, Surcharge onduleur
Le variateur de fréquence est sur le point de s'arrêter en raison d'une surcharge (courant trop élevé pendant trop longtemps). Le compteur de la protection thermique électronique de l'onduleur émet un avertissement à 98 % et s'arrête à 100 % avec une alarme. Le variateur de fréquence *ne peut pas* être remis à zéro tant que le compteur n'est pas inférieur à 90 %.
L'erreur vient du fait que la surcharge du variateur de fréquence est supérieure à 100 % pendant une durée trop longue.

Dépannage

Comparer le courant de sortie indiqué sur le LCP avec le courant nominal du variateur de fréquence.

Comparer le courant de sortie indiqué sur le LCP avec le courant du moteur mesuré.

Afficher la charge thermique du variateur sur le LCP et contrôler la valeur. Si la valeur dépasse le courant continu nominal du variateur de fréquence, le compteur augmente. Si la valeur est inférieure au courant continu nominal du variateur de fréquence, le compteur diminue.

AVERTISSEMENT/ALARME 10, Température surcharge moteur
La protection thermique électronique (ETR) signale que le moteur est trop chaud. Choisir au par. *1-90 Protect. thermique mot.* si le variateur de fréquence doit émettre un avertissement ou une alarme lorsque le compteur a atteint 100 %. La panne survient lors d'une surcharge de moteur à plus de 100 % pendant trop longtemps.

Dépannage

Vérifier si le moteur est en surchauffe.

Vérifier si le moteur est en surcharge mécanique.

Vérifier que le courant du moteur réglé dans le par. *1-24 Courant moteur* est correct.

Vérifier que les données du moteur aux paramètres 1-20 à 1-25 sont correctement réglées.

Si une ventilation externe est utilisée, vérifier qu'elle est bien sélectionnée dans le par. *1-91 Ventil. ext. mot.*

L'exécution d'une AMA au par. *1-29 Adaptation auto. au moteur (AMA)* adapte plus précisément le variateur de fréquence au moteur et réduit la charge thermique.

AVERTISSEMENT/ALARME 11, Surchauffe therm. mot.
Vérifier si la thermistance n'est pas déconnectée. Choisir au par. *1-90 Protect. thermique mot.* si le variateur de fréquence doit émettre un avertissement ou une alarme.

Dépannage

Vérifier si le moteur est en surchauffe.

Vérifier si le moteur est en surcharge mécanique.

En cas d'utilisation de la borne 53 ou 54, vérifier que la thermistance est correctement connectée entre la borne 53 ou 54 (entrée de tension analogique) et la borne 50 (alimentation +10 V). Vérifier aussi que le commutateur de la borne 53 ou 54 est réglé sur tension. Vérifier que le par. *1-93 Source Thermistance* est sur la borne 53 ou 54.

En cas d'utilisation de l'entrée digitale 18 ou 19, vérifier que la thermistance est correctement connectée entre la borne 18 ou 19 (seulement PNP entrée digitale) et la borne 50. Vérifier que le par. *1-93 Source Thermistance* est sur la borne 18 ou 19.

AVERTISSEMENT/ALARME 12, Limite de couple
Le couple a dépassé la valeur du par. *4-16 Mode moteur limite couple* ou *4-17 Mode générateur limite couple*. Le par. *14-25 Délais Al./C.limit ?* peut être utilisé pour modifier cela en passant d'une condition d'avertissement uniquement à un avertissement suivi d'une alarme.

Dépannage

Si la limite du couple du moteur est dépassée pendant la rampe d'accélération, rallonger le temps de rampe d'accélération.

Si la limite du couple générateur est dépassée pendant la rampe de décélération, rallonger le temps de rampe de décélération.

Si la limite de couple est atteinte pendant le fonctionnement, augmenter la limite de couple. S'assurer que le système peut fonctionner de manière sûre à un couple plus élevé.

Examiner l'application pour chercher d'éventuels appels de courant excessifs sur le moteur.

AVERTISSEMENT/ALARME 13, Surcourant
La limite de courant de pointe de l'onduleur (environ 200 % du courant nominal) est dépassée. L'avertissement dure env. 1,5 s, après quoi le variateur de fréquence s'arrête avec une alarme. Cette panne peut résulter d'une charge dynamique ou d'une accélération rapide avec des charges à forte inertie. Si l'accélération pendant la rampe d'accélération est rapide, la panne peut également se produire après une sauvegarde cinétique. Si la commande de frein mécanique étendue est sélectionnée, le déclenchement peut être réinitialisé manuellement.

Dépannage

Couper l'alimentation et vérifier si l'arbre moteur peut tourner.

Vérifier que la taille du moteur correspond au variateur de fréquence.

Vérifier que les données du moteur sont correctes aux paramètres 1-20 à 1-25.

ALARME 14, Défaut terre (masse)
Présence d'un courant des phases de sortie à la masse, dans le câble entre le variateur et le moteur ou dans le moteur lui-même.

Dépannage

Mettre le variateur de fréquence hors tension et réparer le défaut de mise à la terre.

Rechercher les défauts de mise à la terre dans le moteur en mesurant la résistance à la masse des fils du moteur et du moteur à l'aide d'un mégohmmètre.

ALARME 15, Incompatibilité matérielle
Une option installée n'est pas compatible avec le matériel ou le logiciel actuel de la carte de commande.

Noter la valeur des paramètres suivants et contacter le fournisseur Danfoss :

15-40 Type. FC

15-41 Partie puiss.

15-42 Tension

15-43 Version logiciel

15-45 Code composé var

15-49 N°logic.carte ctrl.

15-50 N°logic.carte puis

15-60 Option montée

15-61 Version logicielle option (pour chaque emplacement)

ALARME 16, Court-circuit
Il y a un court-circuit dans le moteur ou le câblage du moteur.

Mettre le variateur de fréquence hors tension et remédier au court-circuit.

AVERTISSEMENT/ALARME 17, Dépas. tps mot de contrôle
Absence de communication avec le variateur de fréquence. L'avertissement est uniquement actif si le par. *8-04 Contrôle Fonct.dépas.tps* N'est PAS réglé sur *[0] Inactif*.
Si le par. *8-04 Contrôle Fonct.dépas.tps* a été réglé sur *[5] Arrêt et Alarme*, un avertissement apparaît et le variateur de fréquence suit la rampe de décélération jusqu'à ce qu'il s'arrête, en émettant une alarme.

Dépannage

Vérifier les connexions sur le câble de communication série.

Augmenter le par. *8-03 Ctrl.Action dépas.tps*.

Vérifier le fonctionnement de l'équipement de communication.

Vérifier si l'installation est conforme aux exigences CEM.

ALARME 18, Échec au démar.
La vitesse n'a pas pu dépasser le par. *1-77 Compressor Start Max Speed [RPM]* lors du démarrage dans le délai imparti (réglé dans le par. *1-79 Pump Start Max Time to Trip*). Cela peut être provoqué par un moteur bloqué.

AVERTISSEMENT 23, Panne de ventilateur interne
La fonction d'avertissement du ventilateur constitue une protection supplémentaire chargée de vérifier si le ventilateur fonctionne/est monté. L'avertissement du ventilateur peut être désactivé au par. *14-53 Surveillance ventilateur* (*[0] Désactivé*).

Pour les filtres de châssis D, E et F, la tension stabilisée en direction des ventilateurs est contrôlée.

Dépannage

Vérifier que le ventilateur fonctionne correctement.

Mettre le variateur de fréquence hors tension puis sous tension et vérifier que le ventilateur fonctionne brièvement au démarrage.

Vérifier les capteurs sur le radiateur et la carte de commande.

AVERTISSEMENT 24, Panne de ventilateur externe
La fonction d'avertissement du ventilateur constitue une protection supplémentaire chargée de vérifier si le ventilateur fonctionne/est monté. L'avertissement du ventilateur peut être désactivé au par. *14-53 Surveillance ventilateur* (*[0] Désactivé*).

Dépannage

Vérifier que le ventilateur fonctionne correctement.

Mettre le variateur de fréquence hors tension puis sous tension et vérifier que le ventilateur fonctionne brièvement au démarrage.

Vérifier les capteurs sur le radiateur et la carte de commande.

AVERTISSEMENT 25, Court-circuit résistance de freinage
La résistance de freinage est contrôlée en cours de fonctionnement. En cas de court-circuit, la fonction de freinage est désactivée et un avertissement est émis. Le variateur de fréquence continue de fonctionner, mais sans la fonction de freinage. Mettre le variateur de fréquence hors tension et remplacer la résistance de freinage (voir le par. *2-15 Contrôle freinage*).

AVERTISSEMENT/ALARME 26, Limite puissance résistance freinage
La puissance transmise à la résistance de freinage est calculée comme une valeur moyenne portant sur les 120 dernières secondes de fonctionnement. Le calcul s'appuie sur la tension de circuit intermédiaire et sur la valeur de la résistance de freinage définie dans le par. *2-16 Courant max. frein CA*. L'avertissement est actif lorsque la puissance de freinage émise est supérieure à 90 % de la puissance de la résistance de freinage. Si *[2] Alarme* est sélectionné au par. *2-13 Frein Res Therm*, le variateur de fréquence s'arrête lorsque la puissance de freinage émise atteint 100 %.

AVERTISSEMENT/ALARME 27, Panne hacheur de freinage
Le transistor de freinage est contrôlé en cours de fonctionnement ; en cas de court-circuit, la fonction de freinage est désactivée et un avertissement est émis. Le variateur de fréquence est toujours opérationnel mais puisque le transistor de freinage a été court-circuité, une puissance élevée sera transmise à la résistance de freinage même si elle est inactive.
Mettre le variateur de fréquence hors tension et retirer la résistance de freinage.

AVERTISSEMENT/ALARME 28, Échec test frein
La résistance de freinage n'est pas connectée ou ne marche pas.
Contrôler le par. *2-15 Contrôle freinage*.

ALARME 29, Temp. radiateur
La température maximum du radiateur a été dépassée. L'erreur de température ne se réinitialise pas tant que la température ne tombe pas en dessous d'une température de radiateur définie. L'alarme et les points de réinitialisation diffèrent selon la puissance du variateur de fréquence.

Dépannage

Vérifier les conditions suivantes :

la température ambiante est trop élevée,

le câble du moteur est trop long,

le dégagement pour la circulation d'air au-dessus et en dessous du variateur de fréquence est incorrect,

le débit d'air autour du variateur de fréquence est entravé,

le ventilateur de radiateur est endommagé,

le radiateur est encrassé.

ALARME 30, Phase U moteur absente

La phase U moteur entre le variateur de fréquence et le moteur est absente.

Mettre le variateur de fréquence hors tension et vérifier la phase U moteur.

ALARME 31, Phase V moteur absente

La phase V moteur entre le variateur de fréquence et le moteur est absente.

Mettre le variateur de fréquence hors tension et vérifier la phase V moteur.

ALARME 32, Phase W moteur absente

La phase W moteur entre le variateur de fréquence et le moteur est absente.

Mettre le variateur de fréquence hors tension et vérifier la phase W moteur.

ALARME 33, Erreur charge

Trop de pointes de puissance sont advenues dans une courte période. Laisser l'unité refroidir jusqu'à la température de fonctionnement.

AVERTISSEMENT/ALARME 34, Défaut com.bus

Le bus de terrain sur la carte d'option communication ne fonctionne pas.

AVERTISSEMENT/ALARME 36, Défaut secteur

Cet avertissement/alarme n'est actif que si la tension d'alimentation du variateur de fréquence est perdue et si le par. *14-10 Panne secteur* N'est PAS réglé sur *[0] Pas de fonction*. Vérifier les fusibles du variateur de fréquence et l'alimentation électrique de l'unité.

ALARME 38, Erreur interne

Lorsqu'une erreur interne se produit, un numéro de code défini dans le *Tableau 9.43* s'affiche.

Dépannage

Mettre hors tension puis sous tension.

Vérifier que l'option est correctement installée.

Rechercher d'éventuels câbles desserrés ou manquants.

Il peut être nécessaire de contacter le fournisseur Danfoss local ou le service technique. Noter le numéro de code pour faciliter le dépannage ultérieur.

N°	Texte
0	Impossible d'initialiser le port série. Contacter le fournisseur Danfoss local ou le service technique de Danfoss.
256-258	Données EEPROM de puissance incorrectes ou obsolètes. Remplacer la carte de puissance.
512-519	Erreur interne. Contacter le fournisseur Danfoss local ou le service technique de Danfoss.
783	Valeur du paramètre hors limites min/max
1024-1284	Erreur interne. Contacter le fournisseur Danfoss local ou le service technique de Danfoss.
1299	Logiciel option A trop ancien
1300	Logiciel option B trop ancien
1302	Logiciel option C1 trop ancien
1315	Logiciel option A non pris en charge (non autorisé)
1316	Logiciel option B non pris en charge (non autorisé)
1318	Logiciel option C1 non pris en charge (non autorisé)
1379-2819	Erreur interne. Contacter le fournisseur Danfoss local ou le service technique de Danfoss.
1792	Reset HW de DSP
1793	Paramètres dérivés du moteur non transférés correctement au DSP
1794	Données de puissance non transférées correctement au DSP lors de la mise sous tension
1795	Le DSP a reçu trop de télégrammes SPI inconnus
1796	Erreur copie RAM
2561	Remplacer la carte de commande.
2820	Dépassement de pile LCP
2821	Dépassement port série
2822	Dépassement port USB
3072-5122	Valeur de paramètre hors limites
5123	Option A : matériel incompatible avec celui de la carte de commande
5124	Option B : matériel incompatible avec celui de la carte de commande
5125	Option C0 : matériel incompatible avec celui de la carte de commande
5126	Option C1 : matériel incompatible avec celui de la carte de commande
5376-6231	Erreur interne. Contacter le fournisseur Danfoss local ou le service technique de Danfoss.

Tableau 9.43 Codes d'erreur interne

ALARME 39, Capteur radiateur

Pas de retour du capteur de température du radiateur.

Le signal du capteur thermique IGBT n'est pas disponible sur la carte de puissance. Le problème peut provenir de la carte de puissance, de la carte de commande de gâchette ou du câble plat entre la carte de puissance et la carte de commande de gâchette.

AVERTISSEMENT 40, Surcharge borne sortie digitale 27

Vérifier la charge connectée à la borne 27 ou supprimer le raccordement en court-circuit. Vérifier les par. *5-00 Mode E/S digital* et *5-01 Mode born.27*.

AVERTISSEMENT 41, Surcharge borne sortie digitale 29
Vérifier la charge connectée à la borne 29 ou supprimer le raccordement en court-circuit. Vérifier les par. *5-00 Mode E/S digital* et *5-02 Mode born.29*.

AVERTISSEMENT 42, Surcharge sortie digitale sur X30/6 ou Surcharge sortie digitale sur X30/7
Pour X30/6, vérifier la charge connectée à X30/6 ou supprimer le raccordement en court-circuit. Contrôler le par. *5-32 S.digit.born. X30/6*.

Pour X30/7, vérifier la charge connectée à X30/7 ou supprimer le raccordement en court-circuit. Contrôler le par. *5-33 S.digit.born. X30/7*.

ALARME 45, Défaut terre 2
Défaut terre

Dépannage

S'assurer que la mise à la terre est correcte et rechercher d'éventuelles connexions desserrées.

Vérifier que la taille des câbles est adaptée.

Examiner les câbles du moteur pour chercher de possibles courts-circuits ou courants de fuite.

ALARME 46, Alim. carte puissance
Alimentation de la carte de puissance hors plage.

Il existe 3 alimentations générées par l'alimentation du mode de commutation (SMPS) de la carte de puissance : 24 V, 5 V, ±18 V. Lorsqu'elles sont alimentées par du 24 V CC avec l'option MCB 107, seules les alimentations 24 V et 5 V sont contrôlées. Lorsqu'elles sont alimentées par une tension secteur triphasée, les 3 alimentations sont surveillées.

Dépannage

Rechercher une éventuelle carte de puissance défectueuse.

Rechercher une éventuelle carte de commande défectueuse.

Rechercher une éventuelle carte d'option défectueuse.

Si une alimentation 24 V CC est utilisée, vérifier qu'elle est correcte.

AVERTISSEMENT 47, Alim. 24 V bas
La tension 24 V CC est mesurée sur la carte de commande. L'alimentation de secours 24 V CC peut être surchargée, autrement contacter le fournisseur Danfoss local.

AVERTISSEMENT 48, Alim. 1,8 V bas
L'alimentation 1,8 V CC utilisée sur la carte de commande se situe en dehors des limites admissibles. L'alimentation est mesurée sur la carte de commande. Rechercher une éventuelle carte de commande défectueuse. Si une carte d'option est montée, rechercher une éventuelle condition de surtension.

AVERTISSEMENT 49, Limite vit.
Si la vitesse n'est pas dans la plage spécifiée aux par. *4-11 Vit. mot., limite infér. [tr/min]* et *4-13 Vit.mot., limite supér. [tr/min]*, le variateur de fréquence indique un avertissement. Si la vitesse est inférieure à la limite spécifiée au par. *1-86 Arrêt vit. basse [tr/min]* (sauf lors du démarrage ou de l'arrêt), le variateur de fréquence se déclenche.

ALARME 50, AMA échouée
Contacter le fournisseur Danfoss local ou le service technique de Danfoss.

ALARME 51, AMA U et Inom
Les valeurs de la tension, du courant et de la puissance du moteur sont fausses. Vérifier les réglages des paramètres 1-20 à 1-25.

ALARME 52, AMA Inom bas
Le courant moteur est trop bas. Vérifier les réglages.

ALARME 53, AMA moteur trop gros
Le moteur est trop gros pour réaliser l'AMA.

ALARME 54, AMA moteur trop petit
Le moteur utilisé est trop petit pour réaliser l'AMA.

ALARME 55, AMA hors gamme
Les valeurs des paramètres du moteur sont hors de la plage admissible. L'AMA ne peut pas fonctionner.

ALARME 56, AMA interrompue par l'utilisateur
L'utilisateur a interrompu l'AMA.

ALARME 57, AMA défaut interne
Essayer de relancer l'AMA. Des tentatives successives peuvent faire chauffer le moteur.

ALARME 58, AMA défaut interne
Contacter le fournisseur Danfoss.

AVERTISSEMENT 59, Limite de courant
Le courant est supérieur à la valeur programmée au par. *4-18 Limite courant*. Vérifier que les données du moteur aux paramètres 1-20 à 1-25 sont correctement réglées. Augmenter éventuellement la limite de courant. S'assurer que le système peut fonctionner de manière sûre à une limite supérieure.

AVERTISSEMENT 60, Verrouillage sécu.
Un signal d'entrée digitale indique une condition de panne extérieure au variateur de fréquence. Un verrouillage externe a ordonné au variateur de fréquence de s'arrêter. Supprimer la condition de panne externe. Pour reprendre un fonctionnement normal, appliquer 24 V CC à la borne programmée pour le verrouillage ext. Réinitialiser le variateur de fréquence.

AVERTISSEMENT 62, Fréquence de sortie à la limite maximum
La fréquence de sortie a atteint la valeur réglée au par. *4-19 Frq.sort.lim.hte*. Vérifier l'application pour en déterminer la cause. Augmenter éventuellement la limite de la fréquence de sortie. S'assurer que le système peut fonctionner de manière sûre avec une fréquence de sortie supérieure. L'avertissement s'efface lorsque la sortie descend sous la limite maximale.

AVERTISSEMENT/ALARME 65, Surtempérature carte de commande
la température de déclenchement de la carte de commande est de 80 °C.

Dépannage

- Vérifier que la température ambiante de fonctionnement est dans les limites.
- Rechercher d'éventuels filtres bouchés.
- Vérifier le fonctionnement du ventilateur.
- Vérifier la carte de commande.

AVERTISSEMENT 66, Temp. radiateur bas
Le variateur de fréquence est trop froid pour fonctionner. Cet avertissement repose sur le capteur de température du module IGBT.
Augmenter la température ambiante de l'unité. De même, une faible quantité de courant peut être fournie au variateur de fréquence chaque fois que le moteur est arrêté en réglant le par. *2-00 I maintien/préchauff.CC* sur 5 % et le par. *1-80 Fonction à l'arrêt*.

ALARME 67, La configuration du module d'option a changé
Une ou plusieurs options ont été ajoutées ou supprimées depuis la dernière mise hors tension. Vérifier que le changement de configuration est intentionnel et réinitialiser l'unité.

ALARME 68, Arrêt sécurité actif
L'absence sûre du couple a été activée. Pour reprendre le fonctionnement normal, appliquer 24 V CC à la borne 37, puis envoyer un signal de réinitialisation (via le bus, une E/S digitale ou en appuyant sur [Reset]).

ALARME 69, Température carte de puissance
Le capteur de température de la carte de puissance est trop chaud ou trop froid.

Dépannage

Vérifier que la température ambiante de fonctionnement est dans les limites.

Rechercher d'éventuels filtres bouchés.

Vérifier le fonctionnement du ventilateur.

Examiner la carte de puissance.

ALARME 70, Configuration FC illégale
La carte de commande et la carte de puissance sont incompatibles. Contacter le fournisseur avec le code de type de l'unité indiqué sur la plaque signalétique et les références des cartes pour vérifier la compatibilité.

ALARME 71, Arrêt de sécurité PTC 1
L'absence sûre du couple a été activée à partir de la carte thermistance PTC MCB 112 (moteur trop chaud). Le fonctionnement normal reprend lorsque le MCB 112 applique à nouveau 24 V CC à la borne 37 (lorsque la température du moteur atteint un niveau acceptable) et lorsque l'entrée digitale depuis le MCB 112 est désactivée. Après cela, un signal de reset doit être envoyé (via bus, E/S digitale ou en appuyant sur [Reset]).

ALARME 72, Panne dangereuse
Absence sûre du couple avec alarme verrouillée. Une combinaison inattendue d'ordres d'absence sûre du couple s'est produite :

- la carte thermistance VLT PTC active la borne X44/10 mais l'arrêt de sécurité n'est pas activé.
- Le MCB 112 est le seul dispositif utilisant l'absence sûre du couple (spécifié via le choix [4] ou [5] au par. *5-19 Arrêt de sécurité borne 37*), l'absence sûre du couple est activée mais la borne X44/10 ne l'est pas.

ALARME 80, Variateur initialisé à val. défaut
Les réglages des paramètres sont initialisés aux valeurs par défaut après un reset manuel. Réinitialiser l'unité pour supprimer l'alarme.

ALARME 92, Abs. de débit
Une condition d'absence de débit a été détectée dans le système. Le par. *22-23 Fonct. abs débit* est réglé pour émettre une alarme. Réparer le système et réinitialiser le variateur de fréquence après que la panne a été corrigée.

ALARME 93, Pompe à sec
Une condition d'absence de débit dans le système alors que le variateur de fréquence fonctionne à haute vitesse indique une pompe à sec. Le par. *22-26 Fonct.pompe à sec* est réglé pour émettre une alarme. Réparer le système et réinitialiser le variateur de fréquence après que la panne a été corrigée.

ALARME 94, Fin de courbe
Le retour est inférieur au point de consigne. Ceci peut indiquer une fuite dans le système. Le par. *22-50 Fonction fin courbe* est réglé pour émettre une alarme. Réparer le système et réinitialiser le variateur de fréquence après que la panne a été corrigée.

ALARME 95, Courroie cassée
Le couple est inférieur au niveau de couple défini pour une absence de charge indiquant une courroie cassée. Le par. *22-60 Fonct.courroi.cassée* est réglé pour émettre une alarme. Réparer le système et réinitialiser le variateur de fréquence après que la panne a été corrigée.

ALARME 96, Démar. retardé
Le démarrage du moteur a été retardé en raison de la protection contre les cycles courts. Le par. *22-76 Tps entre 2 démarrages* est actif. Réparer le système et réinitialiser le variateur de fréquence après que la panne a été corrigée.

AVERTISSEMENT 97, Arrêt retardé
L'arrêt du moteur a été retardé du fait de la protection contre les cycles courts. Le par. *22-76 Tps entre 2 démarrages* est actif. Réparer le système et réinitialiser le variateur de fréquence après que la panne a été corrigée.

AVERTISSEMENT 98, Déf.horloge
L'heure n'est pas réglée ou l'horloge RTC est en panne. Réinitialiser l'horloge au par. *0-70 Régler date&heure*.

AVERTISSEMENT 200, Mode incendie
Cet avertissement indique que le variateur de fréquence fonctionne en mode incendie. L'avertissement s'efface lorsque le mode incendie est supprimé. Voir les données du mode incendie dans le journal des alarmes.

AVERTISSEMENT 201, Mode incendie était actif
Ceci indique que le variateur de fréquence est passé en mode incendie. Mettre l'unité hors tension, puis sous tension pour supprimer l'avertissement. Voir les données du mode incendie dans le journal des alarmes.

AVERTISSEMENT 202, Limites mode incendie dépassées
En cas de fonctionnement en mode incendie, une ou plusieurs conditions d'alarmes ont été ignorées alors qu'elles auraient normalement dû arrêter l'unité. Le fonctionnement dans ces conditions annule la garantie de l'unité. Mettre l'unité hors tension, puis sous tension pour supprimer l'avertissement. Voir les données du mode incendie dans le journal des alarmes.

AVERTISSEMENT 203, Moteur manquant
Alors que le variateur de fréquence entraîne plusieurs moteurs, une situation de charge insuffisante a été détectée. Cela peut indiquer un moteur manquant. Vérifier que le système fonctionne correctement.

AVERTISSEMENT 204, Rotor verrouillé
Alors que le variateur de fréquence entraîne plusieurs moteurs, une condition de surcharge a été détectée. Cela peut s'expliquer par un rotor verrouillé. Vérifier si le moteur fonctionne correctement.

AVERTISSEMENT 250, Nouvelle pièce
Un composant du variateur de fréquence a été remplacé. Réinitialiser le variateur de fréquence pour un fonctionnement normal.

AVERTISSEMENT 251, Nouv. code de type
La carte de puissance ou d'autres composants ont été remplacés et le code de type a changé. Réinitialiser pour éliminer l'avertissement et reprendre le fonctionnement normal.

Indice

A

Abréviations ... 7
Absence sûre du couple ... 14
Accès aux bornes de commande ... 122
Adaptation automatique au moteur ... 3
Adaptation automatique du moteur (AMA) ... 136
Adaptations automatiques pour garantir les performances ... 189
Ajustement du contrôleur en boucle fermée du variateur de fréquence ... 45
Alarmes et avertissements ... 191
Alimentation 24 V CC externe ... 64
Alimentation secteur ... 10, 166, 170
AMA ... 138, 199, 202
AMA complète ou réduite ... 136
Applications de couple constant (mode CT) ... 190
Applications de couple variable (quadratique) (VT) ... 190
Avertissement ... 12
Avertissement relatif aux démarrages imprévus ... 11
AWG ... 166

B

BACnet ... 77
Batterie de secours de la fonction d'horloge ... 64
Blindé/armé ... 97, 127
Borne d'entrée ... 198
Bornes de commande ... 123, 124
Boucles de mise à la terre ... 134
Bruit acoustique ... 181

C

Câblage de la résistance de freinage ... 55
Câble moteur ... 117
Câbles conformes CEM ... 133
Câbles de commande ... 126, 131, 134
Câbles de commande blindés ... 134
Câbles du moteur ... 131
Calcul de la résistance de freinage ... 54
Capteur de CO2 ... 29
Capteur de température Ni1000 ... 65
Capteur de température Pt1000 ... 65
Caractéristique de couple ... 175
Caractéristiques de contrôle ... 178
Caractéristiques de sortie (U, V, W) ... 175
Carte de commande ... 198
Carte de commande, communication série RS-485 ... 177
Carte de commande, communication série USB ... 179
Carte de commande, sortie 10 V CC ... 178
Carte de commande, sortie 24 V CC ... 177
Chocs ... 14
Circuit intermédiaire ... 55, 181, 198
Codes de fonction ... 158
Codes d'exceptions Modbus ... 158
Communication Modbus ... 147
Communication série ... 134, 179
Commutateur RFI ... 135
Commutateurs S201, S202 et S801 ... 124
Commutation sur la sortie ... 55
Comparaison des économies d'énergie ... 22
Compensation cos φ ... 24
Conditions de refroidissement ... 91
Conditions démarrage/arrêt ... 145
Conditions d'émission ... 47
Conditions d'émission harmonique ... 49
Conditions d'exploitation extrêmes ... 55
Conditions d'immunité ... 50
Configuration du variateur de fréquence ... 148
Configuration matérielle du variateur de fréquence ... 146
Conformité et marquage CE ... 12
Connexion du bus de terrain ... 122
Connexion USB ... 123
Contrôle de pression multi-zone ... 64
Contrôle en boucle fermée pour un système de ventilation ... 43
Contrôle local (Hand On) et distant (Auto On) ... 38
Contrôle variable du débit et de la pression ... 24
Contrôle vectoriel avancé ... 9
Contrôleur logique avancé ... 138
Correction du facteur de puissance ... 24
Couple de décrochage ... 8
Couple de serrage du couvercle avant ... 89
Courant de fuite à la terre ... 130
Courant de sortie ... 198
Courant du moteur ... 202
Courant nominal ... 198
Court-circuit ... 200
Court-circuit (phase moteur-phase) ... 55

D

Débit de l'évaporateur ... 33

Débit variable sur une année..... 23
Débitmètre..... 33
Débouchures..... 94
Déclassement pour basse pression atmosphérique..... 189
Déclassement pour fonctionnement à faible vitesse..... 190
Déclassement pour température ambiante..... 185
Définitions..... 8
Démarreur étoile/triangle..... 25
Démarreur progressif..... 25
Dépannage..... 191
Déséquilibre de tension..... 198
Détermination de la vitesse locale..... 33
DeviceNet..... 77
Directive basse tension (2006/95/CE)..... 12
Directive CEM (2004/108/CE)..... 12
Directive CEM 2004/108/CE..... 13
Directive machines (2006/42/CE)..... 12
Documentation technique..... 6
Données de la plaque signalétique..... 135, 136
Données du moteur..... 199, 202
Droits d'auteur, limitation de responsabilité et droits de révision..... 6

E

E/S pour les entrées de consigne..... 64

É

Économies d'énergie..... 22, 23
Émission par rayonnement..... 0 , 48
Émission transmise..... 0 , 48
Émissions CEM..... 46

E

En roue libre..... 8
Encombrement..... 87
Entrée analogique..... 198
Entrée digitale..... 199
Entrées analogiques..... 8, 9, 176
Entrées de tension analogiques - borne X30/10-12..... 61
Entrées de transmetteurs/capteurs..... 64
Entrées digitales..... 176
Entrées digitales - borne X30/1-4..... 61
Entrées impulsions..... 177
Entrepreneur en équilibrage..... 33
Environnement :..... 179
Environnements agressifs..... 13
Essai de haute tension..... 129

É

État et fonctionnement du système..... 143

E

ETR..... 120

É

Étriers de serrage..... 131

E

Exemple de câblage de base..... 125
Exemple de régulateur PID en boucle fermée..... 43
Exemples d'applications..... 27
Exigences de sécurité..... 86

F

Facteur de puissance..... 10
FC avec Modbus RTU..... 148
Filtre sinus..... 100
Filtres de sortie..... 72
Filtres dU/dt..... 72
Filtres harmoniques..... 79
Filtres sinus..... 72
Fonction de freinage..... 55
Freinage..... 200
Freinage CC..... 163
Fusibles..... 105, 201

G

Gel sortie..... 8
Généralités concernant les émissions d'harmoniques..... 49

H

Horloge en temps réel (RTC)..... 66
Humidité relative de l'air..... 13

I

IGV..... 28
Indice (IND)..... 151
Installation à haute altitude..... 11
Installation côte à côte..... 91
Installation d'une alimentation externe 24 V CC..... 123
Installation électrique..... 124, 126
Installation électrique - Précautions CEM..... 131
Instruction de mise au rebut..... 12

J

Jogging... 8, 164

K

Kit de protection IP21/IP41/TYPE 1... 70
Kit de protection IP21/Type 1... 70

L

LCP... 8, 9, 38, 69
Lecture registres de maintien (03 HEX)... 161
Liste des codes d'alarme/avertissement... 193
Lois de la proportionnalité... 22
Longueur du télégramme (LGE)... 149
Longueurs et sections de câble... 175

M

Maintien fréquence de sortie... 163
Marche/arrêt... 137
Marche/arrêt par impulsion... 137
MCT 31... 129
Meilleur contrôle... 24
Mise à la terre... 98, 129
Mise à la terre de sécurité... 130
Modbus RTU... 154
Moment d'inertie... 55
Montage mécanique... 91
Mot de contrôle... 163
Mot d'état... 164
Mot d'état élargi... 197
Mot d'état élargi 2... 197
Mots d'alarme... 195
Mots d'avertissement... 196

N

Niveau de tension... 176
Note de sécurité... 11
Numéro de paramètre (PNU)... 151

O

Option... 61
Option communication... 201
Option de relais... 61
Option de secours 24 V MCB 107 (option D)... 1
Option d'E/S analogiques MCB 109... 64
Options et accessoires... 59
Ordre de programmation... 44

P

Panne de secteur... 56
Paramètres du moteur... 138
Performance de la carte de commande... 179
Période de récupération... 23
Perte de phase... 198
Phases moteur... 55
Plages de fréquences de bipasse... 30
Plaque de connexion à la terre... 98
Plaque signalétique du moteur... 135
Plusieurs pompes... 35
Pompes de condenseur... 32
Pompes primaires... 33
Pompes secondaires... 35
Port de communication série... 8
Potentiel de contrôle... 35
Précautions CEM... 147
Pression différentielle... 35
Profibus... 77
Programmation... 198
Programmation du contrôleur logique avancé... 139
Protection... 13, 52
Protection du circuit de dérivation... 105
Protection du moteur... 180
Protection et caractéristiques... 180
Protection surcharge moteur... 120
Protection thermique... 7
Protection thermique du moteur... 56, 117, 165
Puissance de freinage... 9, 55
Puissance du moteur... 175, 202

Q

Qu'est-ce que la conformité et le marquage CE ?... 12

R

Raccordement de relais... 104
Raccordement du bus CC... 128
Raccordement du moteur... 97
Raccordement du réseau... 146
RCD... 9
Référence potentiomètre... 138
Références... 73
Références :... 82, 83, 84, 85
Références : Filtres harmoniques... 79

Références : Options et accessoires..... 76
Refroidissement..... 190
Registres..... 28
Réglage de la fréquence minimale programmable..... 30
Réglage PID manuel..... 45
Réglementations de sécurité..... 11
Régulateur PID à 3 points de consigne..... 29
Relais de protection différentielle..... 135
Rendement..... 180
Répartition de la charge..... 128
Réseau IT..... 135
Réseau public d'alimentation..... 49
Reset..... 198, 203
Résistance de freinage..... 53
Résistances de freinage..... 85
Résultats des essais CEM..... 48
Résultats des essais harmoniques (émission)..... 49
Rotation dans le sens horaire..... 120
Rotation du moteur..... 120
Roue de la pompe..... 32
Roue libre..... 163, 164
RS-485..... 146

S

Sacs d'accessoires..... 90
Schéma de câblage d'alternance de la pompe principale..... 144
Schéma de principe..... 65
Sectionneurs secteur..... 116
Sélection d'E/S analogiques..... 64
Sens de rotation du moteur..... 120
Signal analogique..... 198
Signal de retour..... 201, 203
Sortie analogique..... 177
Sortie digitale..... 177
Sorties analogiques - borne X30/5+8..... 61
Sorties digitales - borne X30/5-7..... 61
Sorties pour les actionneurs..... 64
Sorties relais..... 178
Soupape d'étranglement..... 32
Spécifications générales..... 175
Structure de commande en boucle fermée..... 39
Structure de contrôle en boucle ouverte..... 36
Surcharge statique en mode VVCplus..... 56
Surtension générée par le moteur..... 55
Système CAV..... 29
Système de configuration du variateur..... 73
Système de gestion d'immeubles (BMS)..... 22
Système de ventilation commandé par des variateurs de fréquence..... 27
Systèmes de gestion des immeubles..... 64
Systèmes VAV centraux..... 28

T

Température d'évaporateur basse..... 33
Temps de décharge..... 12
Temps de montée..... 181
Tension d'alimentation..... 201
Tension de pointe sur le moteur..... 181
Tension moteur..... 181
Thermistance..... 10
Type de code string - basse et moyenne puissance..... 74
Types de données pris en charge par le variateur de fréquence..... 152

U

Un avantage évident : des économies d'énergie..... 21
Utilisation des références..... 42

V

Valeurs de paramètre..... 159
VAV..... 28
Ventilateur de retour..... 28
Ventilateur de tour de refroidissement..... 30
Version logiciel..... 6
Versions logicielles..... 77
Vibrations..... 14, 30
Vitesse nominale du moteur..... 8
Volume d'air constant..... 29
Volume d'air variable..... 28
Vue d'ensemble du protocole..... 148
VVCplus)..... 10

www.danfoss.com/drives

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
www.danfoss.com/drives