



Manuel de configuration VLT[®] HVAC Drive FC 102

355–800 kW, taille de boîtier E



Table des matières

1 Introduction	4
1.1 Objet du manuel de configuration	4
1.2 Ressources supplémentaires	4
1.3 Version de document et de logiciel	4
1.4 Conventions	4
2 Sécurité	5
2.1 Symboles de sécurité	5
2.2 Personnel qualifié	5
2.3 Précautions de sécurité	5
3 Homologations et certifications	7
3.1 Homologations réglementaires/de conformité	7
3.2 Protections nominales des boîtiers	9
4 Vue d'ensemble des produits	11
4.1 Taille de boîtier en fonction de la puissance	11
4.2 Vue d'ensemble des boîtiers, 380–480 V	12
4.3 Vue d'ensemble des boîtiers, 525–690 V	13
5 Caractéristiques du produit	14
5.1 Caractéristiques opérationnelles automatisées	14
5.2 Fonctions de protection de l'application	17
5.3 Fonctions spécifiques à VLT® HVAC Drive	21
5.4 Contrôleur de cascade de base	33
5.5 Vue d'ensemble du freinage dynamique	34
5.6 Vue d'ensemble de la répartition de la charge	35
5.7 Vue d'ensemble de la régénération	36
5.8 Vue d'ensemble du refroidissement par le canal de ventilation arrière	36
6 Vue d'ensemble des options et accessoires	38
6.1 Dispositifs de bus de terrain	38
6.2 Extensions fonctionnelles	39
6.3 Contrôle de mouvement et cartes relais	40
6.4 Résistances de freinage	40
6.5 Filtres sinus	40
6.6 Filtres dU/dt	41
6.7 Filtres de mode commun	41
6.8 Filtres harmoniques	41
6.9 Kits haute puissance	41

7 Spécifications	42
7.1 Données électriques, 380–480 V	42
7.2 Données électriques, 525–690 V	44
7.3 Alimentation secteur	46
7.4 Puissance et données du moteur	46
7.5 Conditions ambiantes	46
7.6 Spécifications du câble	47
7.7 Entrée/sortie de commande et données de commande	47
8 Dimensions extérieures et des bornes	51
8.1 Dimensions extérieures et des bornes E1h	51
8.2 Dimensions extérieures et des bornes E2h	57
8.3 Dimensions extérieures et des bornes E3h	63
8.4 Dimensions extérieures et des bornes E4h	70
9 Considérations relatives à l'installation mécanique	77
9.1 Stockage	77
9.2 Levage de l'unité	77
9.3 Environnement de fonctionnement	77
9.4 Configurations de montage	79
9.5 Refroidissement	79
9.6 Déclassement	80
10 Considérations relatives à l'installation électrique	83
10.1 Consignes de sécurité	83
10.2 Schéma de câblage E1h–E4h	84
10.3 Connexions	85
10.4 Câblage et bornes de commande	86
10.5 Fusibles et disjoncteurs	89
10.6 Moteur	89
10.7 Freinage	92
10.8 Relais de protection différentielle (RCD) et dispositif de surveillance de la résistance d'isolation (IRM)	95
10.9 Courant de fuite	95
10.10 Réseau IT	96
10.11 Rendement	96
10.12 Bruit acoustique	97
10.13 Conditions dU/dt	97
10.14 Vue d'ensemble de la compatibilité électromagnétique (CEM)	100
10.15 Installation selon critères CEM	104
10.16 Présentation des harmoniques	106

11 Principes de fonctionnement de base d'un variateur	109
11.1 Description du fonctionnement	109
11.2 Contrôles d'entraînement	109
12 Exemples d'applications	119
12.1 Configurations de câblage pour l'adaptation automatique au moteur (AMA)	119
12.2 Configurations de câblage pour la référence de vitesse analogique	119
12.3 Configurations de câblage pour marche/arrêt	120
12.4 Configurations de câblage pour une réinitialisation d'alarme externe	121
12.5 Configuration de câblage pour la référence de vitesse à l'aide d'un potentiomètre manuel	122
12.6 Configuration de câblage pour l'accélération/la décélération	122
12.7 Configuration de câblage pour le raccordement du réseau RS485	123
12.8 Configuration de câblage pour une thermistance moteur	123
12.9 Configuration de câblage pour un contrôleur de cascade	124
12.10 Configuration de câblage pour une configuration de relais avec contrôleur logique avancé	125
12.11 Configuration de câblage pour une pompe à vitesse variable/fixe	125
12.12 Configuration de câblage pour une alternance de la pompe principale	126
13 Comment commander un variateur	127
13.1 Système de configuration du variateur	127
13.2 Références des options et accessoires	129
13.3 Références pour les filtres et résistances de freinage	131
13.4 Pièces de rechange	131
14 Annexe	132
14.1 Abréviations et symboles	132
14.2 Définitions	133
Indice	135

1 Introduction

1.1 Objet du manuel de configuration

Ce manuel de configuration a été rédigé à l'attention des :

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

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

VLT® est une marque déposée.

1.2 Ressources supplémentaires

D'autres ressources sont disponibles pour bien comprendre les fonctions avancées et la programmation, ainsi que le respect des directives.

- Le *Manuel d'utilisation* vise à fournir des informations détaillées sur l'installation et la mise en marche du variateur.
- Le *Guide de programmation* fournit de plus amples détails sur la gestion des paramètres et donne de nombreux exemples d'applications.
- Le *Manuel d'utilisation de la fonction Safe Torque Off du VLT®* décrit comment utiliser les variateurs Danfoss dans des applications de sécurité fonctionnelle. Ce manuel est fourni avec le variateur lorsque l'option Safe Torque Off est disponible.
- Le *Manuel de configuration du VLT® Brake Resistor MCE 101* explique comment sélectionner la résistance de freinage optimale.
- La présence d'équipements optionnels peut changer certaines des procédures décrites. Veiller à lire les instructions fournies avec ces options pour en connaître les exigences spécifiques.

Des publications et des manuels supplémentaires sont disponibles auprès de Danfoss. Consulter drives.danfoss.com/knowledge-center/technical-documentation/ pour en obtenir la liste.

1.3 Version de document et de logiciel

Ce manuel est régulièrement révisé et mis à jour. Toutes les suggestions d'amélioration sont les bienvenues. Le *Tableau 1.1* indique la version du document et la version logicielle correspondante.

Édition	Remarques	Version logicielle
MG16Z1xx	Publication initiale	4.44

Tableau 1.1 Version de document et de logiciel

1.4 Conventions

- Les listes numérotées correspondent à des procédures.
- Les listes à puce fournissent d'autres informations et décrivent les illustrations.
- Les textes en italique indiquent :
 - Références croisées
 - Liens
 - Notes de bas de page
 - Nom de paramètre, nom de groupe de paramètres, option de paramètre
- Sur les schémas, toutes les dimensions sont en mm (po).
- L'astérisque (*) indique un réglage par défaut d'un paramètre.

2 Sécurité

2.1 Symboles de sécurité

Les symboles suivants sont utilisés dans ce manuel :

⚠️ AVERTISSEMENT

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

⚠️ ATTENTION

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

AVIS!

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

2.2 Personnel qualifié

Seul du personnel qualifié est autorisé à installer ou utiliser cet équipement.

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

2.3 Précautions de sécurité

⚠️ AVERTISSEMENT

HAUTE TENSION

Les variateurs contiennent des tensions élevées lorsqu'ils sont reliés à l'alimentation secteur CA, à l'alimentation CC, à la répartition de la charge ou à des moteurs à aimants permanents. La non-utilisation de personnel qualifié pour l'installation, le démarrage et la maintenance du variateur peut entraîner la mort ou des blessures graves.

- L'installation, le démarrage et la maintenance du variateur doivent être effectués uniquement par du personnel qualifié.

⚠️ AVERTISSEMENT

TEMPS DE DÉCHARGE

Le variateur contient des condensateurs dans le circuit intermédiaire qui peuvent rester chargés même lorsque le variateur n'est pas alimenté. Une haute tension peut être présente même lorsque les voyants d'avertissement sont éteints. Le non-respect du délai de 40 minutes spécifié après la mise hors tension avant un entretien ou une réparation expose à un risque de décès ou de blessures graves.

1. Arrêter le moteur.
2. Déconnecter le secteur CA et les alimentations à distance du circuit CC, y compris les batteries de secours, les alimentations sans interruption et les connexions du circuit intermédiaire aux autres variateurs.
3. Déconnecter ou verrouiller le moteur.
4. Attendre 40 minutes que les condensateurs soient complètement déchargés.
5. Avant tout entretien ou toute réparation, utiliser un dispositif de mesure de tension approprié pour s'assurer que les condensateurs sont complètement déchargés.

⚠️ AVERTISSEMENT

RISQUE DE COURANT DE FUITE

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

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

AVIS!

OPTION DE SÉCURITÉ BLINDAGE SECTEUR

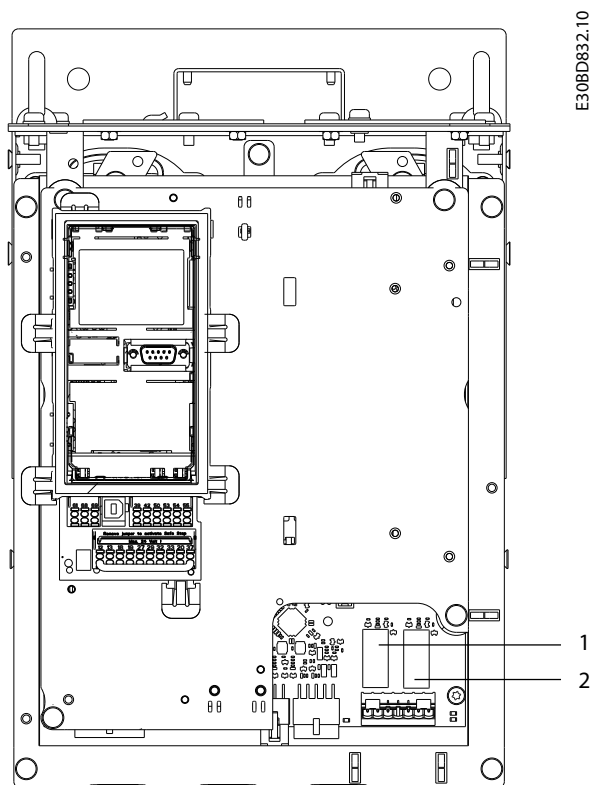
Une option de blindage secteur est disponible pour les boîtiers de protection IP21/IP54 (Type 1/Type 12). Le blindage secteur est un cache installé dans le boîtier en guise de protection contre le contact accidentel avec les bornes d'alimentation, conformément à BGV A2, VBG 4.

2.3.1 Installation selon les critères ADN

2

Afin d'empêcher la formation d'étincelles conformément à l'Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par voie de navigation intérieure (ADN), il convient de prendre des précautions pour les variateurs avec un niveau de protection IP00 (châssis), IP20 (châssis), IP21 (type 1) ou IP54 (type 12).

- Ne pas installer de sectionneur secteur.
- Vérifier que le *paramètre 14-50 Filtre RFI* est réglé sur [1] *Actif*.
- Retirer toutes les fiches relais marquées *RELAY*. Voir l'*Illustration 2.1*.
- Vérifier quelles options relais sont installées le cas échéant. La seule option relais autorisée est la VLT® Extended Relay Card MCB 113.



E30BD832.10

1, 2	Fiches relais
------	---------------

Illustration 2.1 Emplacement des fiches relais

3 Homologations et certifications

Cette section décrit brièvement les diverses homologations et certifications qui s'appliquent aux variateurs Danfoss. Ces homologations ne s'appliquent pas à tous les variateurs.

3.1 Homologations réglementaires/de conformité

AVIS!

LIMITES IMPOSÉES SUR LA FRÉQUENCE DE SORTIE

À partir de la version logicielle 6.72, la fréquence de sortie du variateur est limitée à 590 Hz, compte tenu des réglementations sur le contrôle d'exportation. Les versions logicielles 6.xx limitent également la fréquence de sortie maximale à 590 Hz, mais ces versions ne peuvent pas être flashées, c.-à-d. ni rétrogradées, ni mises à niveau.

3.1.1.1 Marquage CE

Le marquage CE (Communauté européenne) indique que le fabricant du produit se conforme à toutes les directives CE applicables. Les directives UE applicables à la conception et à la fabrication des variateurs sont répertoriées dans le *Tableau 3.1*.

AVIS!

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

Directive UE	Version
Directive basse tension	2014/35/EU
Directive CEM	2014/30/EU
Directive machine ¹⁾	2014/32/EU
Directive ErP	2009/125/EC
Directive ATEX	2014/34/EU
Directive RoHS	2002/95/EC

Tableau 3.1 Directives UE applicables aux variateurs

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

AVIS!

Les variateurs avec fonction de sécurité intégrée, comme Safe Torque Off (STO), doivent se conformer à la directive machine.

Les déclarations de conformité sont disponibles à la demande.

Directive basse tension

Dans le cadre de la directive basse tension du 1^{er} janvier 2014, un marquage CE doit être apposé sur les variateurs. Cette directive s'applique à tous les appareils électriques utilisés dans les plages de tension allant de 50 à 1 000 V CA et de 75 à 1 500 V CC.

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

Directive CEM

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

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

Directive machine

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

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

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

3.1.1.2 Directive ErP

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

3.1.1.3 Homologation UL

La marque Underwriters Laboratory (UL) certifie la sécurité des produits et leurs déclarations environnementales sur la base d'essais normalisés. Les variateurs de tension T7 (525–690 V) sont homologués UL uniquement pour 525–600 V. Le variateur est conforme aux exigences de sauvegarde de la capacité thermique de la norme UL 61800-5-1. Pour plus d'informations, se reporter au *chapitre 10.6.2 Protection thermique du moteur*.

3.1.1.4 CSA/cUL

L'homologation CSA/cUL concerne les variateurs de fréquence de tension nominale inférieure ou égale à 600 V. Cette norme garantit que, lorsque le variateur est installé conformément au manuel d'utilisation/au guide d'installation fourni, l'équipement satisfait aux normes UL en matière de sécurité électrique et thermique. Cette marque certifie que le produit est conforme à toutes les spécifications techniques requises et a passé tous les essais requis. Un certificat de conformité est fourni sur demande.

3.1.1.5 EAC

La marque EAC (EurAsian Conformity, conformité eurasiatique) indique que le produit est conforme à toutes les exigences et réglementations techniques applicables dans le cadre de l'Union douanière eurasiatique, qui se compose des États membres de l'Union économique eurasiatique.

Le logo EAC doit se trouver sur l'étiquette du produit et sur l'étiquette de l'emballage. Tous les produits utilisés dans la zone EAC doivent être achetés auprès de Danfoss au sein de la zone EAC.

3.1.1.6 UKrSEPRO

Le certificat UKrSEPRO garantit la qualité et la sécurité des produits et services, ainsi que la stabilité de fabrication, conformément aux normes réglementaires ukrainiennes. Le certificat UkrSepro est un document requis pour le dédouanement de tous les produits entrant et sortant du territoire ukrainien.

3.1.1.7 TUV

TUV SUD est un organisme de sécurité européen certifiant la sécurité fonctionnelle du variateur conformément à la norme EN/CEI 61800-5-2. TUV SUD teste les produits et surveille leur production pour s'assurer que les entreprises se conforment aux réglementations applicables.

3.1.1.8 RCM

La marque RCM (Regulatory Compliance Mark, marque de conformité réglementaire) indique la conformité des équipements de télécommunications et de radiocommunications/CEM avec la déclaration de marquage CEM de l'Australian Communications and Media Authority. La marque RCM est désormais une marque de conformité unique couvrant les marques de conformité A-Tick et C-Tick. Cette marque doit être apposée sur les dispositifs électriques et électroniques mis sur le marché en Australie et en Nouvelle-Zélande.

3.1.1.9 Marine

Les applications marines (navires et plateformes pétrolières/gazières) doivent avoir obtenu une certification de l'une des sociétés de certification maritime leur permettant de recevoir une licence réglementaire et une assurance. Les variateurs de la série Danfoss VLT® HVAC Drive sont certifiés par près de 12 sociétés de certification maritime différentes.

Pour consulter ou imprimer les approbations et les certificats des applications marines, accéder à la zone de téléchargement du site sur <http://drives.danfoss.com/industries/marine-and-offshore/marine-type-approvals/#/>.

3.1.2 Réglementations sur le contrôle d'exportation

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

Un numéro ECCN est utilisé pour classer tous les variateurs soumis à des réglementations sur le contrôle d'exportation.

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

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

3.2 Protections nominales des boîtiers

Les variateurs de la série VLT® sont disponibles en plusieurs types de protection afin de s'adapter aux besoins de l'application. Les protections nominales des boîtiers sont conformes à 2 normes internationales :

- Le type UL confirme que les boîtiers sont conformes aux normes de NEMA (National Electrical Manufacturers Association). Les exigences de construction et de test des boîtiers sont indiquées dans la publication 250-2003 des normes NEMA et dans la onzième édition d'UL 50.
- Classes IP (Ingress Protection) décrites par la CEI (Commission électrotechnique internationale) dans le reste du monde.

Les variateurs standard VLT® de Danfoss sont disponibles en plusieurs types de protection afin de satisfaire aux exigences des classes IP00 (châssis), IP20 (châssis protégé), IP21 (type UL 1) ou IP54 (type UL 12). Dans ce manuel, le type UL est indiqué par « Type », p. ex. IP21/Type 1.

Exigences de type UL

Type 1 – boîtiers conçus pour une utilisation en intérieur afin d'offrir un degré de protection au personnel contre tout contact accidentel avec les unités protégées et d'obtenir un degré de protection contre la chute de poussière.

Type 12 – boîtiers à usage général destinés à une utilisation en intérieur afin de protéger les unités fermées contre les éléments suivants :

- fibres ;
- peluches ;
- poussière et saletés ;
- projections légères ;
- infiltration ;
- égouttement et condensation externe de liquides non corrosifs.

Il ne doit pas y avoir de trous dans le boîtier, ni d'alvéoles défonçables ou d'ouvertures dans les conduits, sauf en cas d'utilisation avec des joints résistant à l'huile destinés au montage de mécanismes étanches à l'huile ou à la poussière. Les portes sont aussi munies de joints résistant à l'huile. De plus, les boîtiers pour combinaison de contrôleurs sont dotés de portes à charnières, qui s'ouvrent horizontalement et dont l'ouverture nécessite un outil.

Norme IP

Le *Tableau 3.2* donne les références croisées des 2 normes. Le *Tableau 3.3* indique comment lire le numéro IP et définit les niveaux de protection. Les variateurs satisfont aux exigences des deux.

NEMA et UL	IP
Châssis	IP00
Châssis protégé	IP20
Type 1	IP21
Type 12	IP54

Tableau 3.2 Références croisées des numéros IP et NEMA

1 ^{er} chiffre	2 ^e chiffre	Niveau de protection
0	–	Aucune protection.
1	–	Protégé sur 50 mm (2,0 po). Impossible de passer les mains dans le boîtier.
2	–	Protégé sur 12,5 mm (0,5 po). Impossible de passer les doigts dans le boîtier.
3	–	Protégé sur 2,5 mm (0,1 po). Impossible de passer des outils dans le boîtier.
4	–	Protégé sur 1,0 mm (0,04 po). Impossible de passer des fils dans le boîtier.
5	–	Protégé contre la poussière – pénétration limitée
6	–	Totalement protégé contre la poussière
–	0	Aucune protection
–	1	Protégé contre les chutes verticales de gouttes d'eau
–	2	Protégé contre les chutes de gouttes d'eau suivant un angle de 15°
–	3	Protégé contre les chutes d'eau suivant un angle de 60°
–	4	Protégé contre les projections d'eau
–	5	Protégé contre les jets d'eau
–	6	Protégé contre les jets d'eau forts
–	7	Protégé contre l'immersion temporaire
–	8	Protégé contre l'immersion permanente

Tableau 3.3 Ventilation des numéros IP

4 Vue d'ensemble des produits

4.1 Taille de boîtier en fonction de la puissance

kW ¹⁾	HP ¹⁾	Boîtiers disponibles
355	500	E1h/E3h
400	600	E1h/E3h
450	600	E1h/E3h
500	650	E2h/E4h
560	750	E2h/E4h

Tableau 4.1 Dimensionnement puissance des boîtiers, 380–480 V

1) Tous les dimensionnements puissance sont pris à surcharge élevée (150 % du courant pendant 60 s). La sortie est mesurée à 400 V (kW) et 460 V (HP).

kW ¹⁾	HP ¹⁾	Boîtiers disponibles
450	450	E1h/E3h
500	500	E1h/E3h
560	600	E1h/E3h
630	650	E1h/E3h
710	750	E2h/E4h
800	950	E2h/E4h

Tableau 4.2 Dimensionnement puissance des boîtiers, 525–690 V

1) Tous les dimensionnements puissance sont pris à surcharge élevée (150 % du courant pendant 60 s). La sortie est mesurée à 690 V (kW) et 575 V (HP).

4.2 Vue d'ensemble des boîtiers, 380–480 V

Taille de boîtier	E1h	E2h	E3h	E4h
Dimensionnement puissance ¹⁾				
Sortie à 400 V (kW)	355–460	500–560	355–460	500–560
Sortie à 460 V (HP)	500–600	650–750	500–600	650–750
Protection nominale				
IP	IP21/54	IP21/54	IP20 ²⁾	IP20 ²⁾
Type UL	Type 1/12	Type 1/12	Châssis	Châssis
Options matérielles ³⁾				
Canal de ventilation arrière en acier inoxydable	O	O	O	O
Plaque de protection contre les pièces nues sous tension	O	O	–	–
Réchauffeur anti-condensation	O	O	–	–
Filtre RFI (classe A1)	O	O	O	O
Safe Torque Off	S	S	S	S
Sans LCP	O	O	O	O
LCP graphique	O	O	O	O
Fusibles	S	S	O	O
Trappe d'accès au radiateur	O	O	O	O
Hacheur de freinage	O	O	O	O
Bornes pour freinage externe régénératif	O	O	O	O
Bornes bus DC (DC+/DC-)	–	–	O	O
Fusibles + bornes DC bus	–	–	O	O
Sectionneur	O	O	–	–
Disjoncteurs	–	–	–	–
Contacteurs	–	–	–	–
Alimentation 24 V CC (SMPS, 5 A)	–	–	–	–
Dimensions				
Hauteur, mm (po)	2 043 (80,4)	2 043 (80,4)	1 578 (62,1)	1 578 (62,1)
Largeur, mm (po)	602 (23,7)	698 (27,5)	506 (19,9)	604 (23,9)
Profondeur, mm (po)	513 (20,2)	513 (20,2)	482 (19,0)	482 (19,0)
Poids, kg (lb)	295 (650)	318 (700)	272 (600)	295 (650)

Tableau 4.3 Variateurs E1h–E4h, 380–480 V

1) Tous les dimensionnements puissance sont pris à surcharge élevée (150 % du courant pendant 60 s).

2) Si les boîtiers sont configurés avec des bornes DC ou Regen, ils présentent un niveau de protection IP00 ; dans le cas contraire, ils présentent un niveau de protection IP20.

3) S = standard, O = en option, et un tiret indique que cette option n'est pas disponible.

4.3 Vue d'ensemble des boîtiers, 525–690 V

Taille de boîtier	E1h	E2h	E3h	E4h
Dimensionnement puissance ¹⁾				
Sortie à 690 V (kW)	450–630	710–800	450–630	710–800
Sortie à 575 V (HP)	450–650	750–950	450–650	750–950
Protection nominale				
IP	IP21/54	IP21/54	IP20 ²⁾	IP20 ²⁾
Type UL	Type 1/12	Type 1/12	Châssis	Châssis
Options matérielles³⁾				
Canal de ventilation arrière en acier inoxydable	O	O	O	O
Plaque de protection contre les pièces nues sous tension	O	O	–	–
Réchauffeur anti-condensation	O	O	–	–
Filtre RFI (classe A1)	–	–	–	–
Safe Torque Off	S	S	S	S
Sans LCP	O	O	O	O
LCP graphique	O	O	O	O
Fusibles	S	S	O	O
Trappe d'accès au radiateur	O	O	O	O
Hacheur de freinage	O	O	O	O
Bornes pour freinage externe régénératif	O	O	O	O
Bornes bus DC (DC+/DC-)	–	–	O	O
Fusibles + bornes DC bus	–	–	O	O
Sectionneur	O	O	–	–
Disjoncteurs	–	–	–	–
Contacteurs	–	–	–	–
Alimentation 24 V CC (SMPS, 5 A)	–	–	–	–
Dimensions				
Hauteur, mm (po)	2 043 (80,4)	2 043 (80,4)	1 578 (62,1)	1 578 (62,1)
Largeur, mm (po)	602 (23,7)	698 (27,5)	506 (19,9)	604 (23,9)
Profondeur, mm (po)	513 (20,2)	513 (20,2)	482 (19,0)	482 (19,0)
Poids, kg (lb)	295 (650)	318 (700)	272 (600)	295 (650)

Tableau 4.4 Variateurs E1h–E4h, 525–690 V

1) Tous les dimensionnements puissance sont pris à surcharge élevée (150 % du courant pendant 60 s).

2) Si les boîtiers sont configurés avec des bornes DC ou Regen, ils présentent un niveau de protection IP00 ; dans le cas contraire, ils présentent un niveau de protection IP20.

3) S = standard, O = en option, et un tiret indique que cette option n'est pas disponible.

5 Caractéristiques du produit

5.1 Caractéristiques opérationnelles automatisées

Les caractéristiques opérationnelles automatisées sont actives lorsque le variateur est en fonctionnement. La plupart ne nécessitent aucune programmation ni configuration. Le variateur comporte un large éventail de fonctions de protection intégrées afin de se protéger et de protéger également le moteur qu'il fait fonctionner.

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

5.1.1 Protection contre les courts-circuits

Moteur (phase-phase)

Une mesure de courant effectuée sur chacune des 3 phases moteur protège le variateur contre les courts-circuits. Un court-circuit entre 2 phases de sortie se traduit par un surcourant dans l'onduleur. L'onduleur est désactivé si le courant de court-circuit dépasse la valeur limite (*alarme 16, Alarme verrouillée*).

Côté secteur

Un variateur fonctionnant correctement limite le courant qu'il tire de l'alimentation. Il est néanmoins 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 (première panne). Des fusibles doivent être installés côté secteur pour la conformité UL.

AVIS!

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

Résistance de freinage

Le variateur est protégé contre les courts-circuits dans la résistance de freinage.

Répartition de la charge

Pour protéger le bus CC contre les courts-circuits et les variateurs contre la surcharge, installer des fusibles CC en série avec les bornes de répartition de la charge de toutes les unités connectées.

5.1.2 Protection contre la surtension

Surtension générée par le moteur

La tension du circuit intermédiaire augmente lorsque le moteur est utilisé comme générateur. Cette situation se présente dans les cas suivants :

- La charge fait tourner le moteur à une fréquence de sortie constante générée par le variateur, ce qui signifie que 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 dans l'ensemble du système du variateur.
- Un réglage incorrect de la compensation du glissement entraîne une tension plus élevée du circuit intermédiaire.
- Force contre-électromotrice FCEM issue du fonctionnement du moteur PM. Si le moteur PM est en roue libre à un régime élevé, la FCEM peut éventuellement dépasser la tolérance de tension maximum du variateur et provoquer des dommages. Pour empêcher cela, la valeur du paramètre 4-19 *Frq.sort.lim.hte* est automatiquement limitée sur la base d'un calcul interne reposant sur la valeur du paramètre 1-40 *FCEM à 1000 tr/min.*, du paramètre 1-25 *Vit.nom.moteur* et du paramètre 1-39 *Pôles moteur*.

AVIS!

Pour éviter que le moteur dépasse la vitesse limite (en raison de fort vent sur une éolienne, par ex.), équiper le variateur d'une résistance de freinage.

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

Fonctions de freinage

Raccorder une résistance de freinage pour la dissipation de l'énergie excédentaire. Le raccordement d'une résistance de freinage permet une tension bus CC plus élevée lors du freinage.

Le freinage CA permet d'optimiser le freinage sans utiliser de résistance de freinage. Cette fonction commande une surmagnétisation du moteur lorsque celui-ci sert de générateur. L'augmentation des pertes électriques dans le moteur permet aux fonctions OVC d'augmenter le couple de freinage sans dépasser la limite de surtension.

AVIS!

Le freinage CA n'est pas aussi efficace que le freinage dynamique par résistance.

Contrôle de surtension (OVC)

En allongeant automatiquement la rampe de décélération, l'OVC réduit le risque d'arrêt du variateur en raison d'une surtension sur le circuit intermédiaire.

AVIS!

L'OVC peut être activé pour un moteur PM avec tout le cœur de contrôle, les PM VVC⁺, Flux OL et Flux CL pour les moteurs PM.

5.1.3 Détection d'absence de phase moteur

La fonction de détection d'absence de phase moteur (*paramètre 4-58 Surv. phase mot.*) est activée par défaut pour éviter l'endommagement du moteur s'il manque une phase moteur. Le réglage par défaut est de 1 000 ms, mais il peut être ajusté pour une détection plus rapide.

5.1.4 Détection de déséquilibre de tension d'alimentation

Une exploitation dans des conditions de déséquilibre important de la tension d'alimentation réduit la durée de vie du moteur et du variateur. Les conditions sont considérées comme sévères si le moteur fonctionne continuellement à hauteur de la charge nominale. Le réglage par défaut arrête le variateur en cas de déséquilibre de la tension d'alimentation (*paramètre 14-12 Fonct.sur désiqui.réseau*).

5.1.5 Commutation sur la sortie

Il est permis d'ajouter un commutateur à la sortie entre le moteur et le variateur, mais cela peut entraîner l'affichage de messages d'erreur. Danfoss ne recommande pas d'utiliser cette fonction sur des variateurs 525–690 V reliés à un réseau électrique IT.

5.1.6 Protection surcharge**Limite de couple**

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

Limite de courant

La limite de courant est contrôlée au *paramètre 4-18 Limite courant* et le temps avant que le variateur ne se déclenche est contrôlé au *paramètre 14-24 Délais Al./Limit.C*.

Vitesse limite

Vitesse limite minimale : le *Paramètre 4-11 Vit. mot., limite infér. [tr/min]* ou le *paramètre 4-12 Vitesse moteur limite basse [Hz]* limite la plage de vitesses d'exploitation minimum du variateur.

Vitesse limite maximale : le *Paramètre 4-13 Vit.mot., limite supér. [tr/min]* ou le *paramètre 4-19 Frq.sort.lim.hte* limite la fréquence de sortie maximum que le variateur peut fournir.

Relais thermique électronique (ETR)

ETR est une caractéristique électronique qui simule un relais bimétallique en s'appuyant sur des mesures internes. La courbe caractéristique est indiquée sur l'*Illustration 5.1*.

Limite tension

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

Surtempérature

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

5.1.7 Protection rotor verrouillé

Dans certaines situations, le rotor se verrouille suite à une charge excessive ou à d'autres facteurs. Le rotor verrouillé ne présente pas une capacité de refroidissement suffisante, ce qui peut surchauffer le bobinage du moteur. Le variateur est capable de détecter la situation de rotor verrouillé avec un contrôle de flux PM en boucle ouverte et un contrôle PM VVC⁺ (*paramètre 30-22 Protec. rotor verr.*).

5.1.8 Déclassement automatique

Le variateur vérifie constamment les niveaux critiques suivants :

- température trop élevée sur la carte de commande ou le dissipateur de chaleur ;
- charge moteur élevée ;
- haute tension du circuit intermédiaire ;
- vitesse du moteur faible.

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

AVIS!

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

5.1.9 Optimisation automatique de l'énergie

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

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

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

5.1.10 Modulation automatique de la fréquence de commutation

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

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

5.1.11 Déclassement automatique pour fréquence de commutation élevée

Le variateur a été conçu pour un fonctionnement continu à pleine charge à des fréquences de commutation comprises entre 1,5 kHz et 2 kHz pour 380–480 V, et 1 kHz et 1,5 kHz pour 525–690 V. La plage de fréquences dépend de la puissance et de la tension nominale. Une fréquence de commutation supérieure à la plage maximale autorisée augmente la chaleur dans le variateur et requiert un déclassement du courant de sortie.

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

5.1.12 Performance de fluctuation de la puissance

Le variateur supporte les fluctuations du secteur telles que les :

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

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

5.1.13 Atténuation des résonances

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

5.1.14 Ventilateurs à température contrôlée

Des capteurs placés dans le variateur régulent l'exploitation des ventilateurs de refroidissement internes. Souvent, les ventilateurs de refroidissement ne fonctionnent pas à faible charge ou en mode veille ou en pause. Ces capteurs réduisent le bruit, augmentent l'efficacité et prolongent la durée de vie du ventilateur.

5.1.15 Conformité CEM

Les interférences électromagnétiques (EMI) et les interférences radio-électriques (RFI) sont des perturbations qui peuvent affecter un circuit électrique à cause d'une induction ou d'un rayonnement électromagnétique à partir d'une source externe. Le variateur a été conçu pour être conforme à la norme sur les produits CEM pour les variateurs CEI 61-800-3 ainsi qu'à la norme européenne EN 55011. Les câbles du moteur doivent être blindés et correctement terminés pour respecter les niveaux d'émission de la norme EN 55011. Pour plus d'informations concernant la performance CEM, consulter le *chapitre 10.14.1 Résultats des essais CEM*.

5.1.16 Isolation galvanique des bornes de commande

Toutes les bornes de commande et de relais de sortie sont galvaniquement isolées de l'alimentation secteur, ce qui protège entièrement le circuit de commande du courant d'entrée. Les bornes de relais de sortie ont besoin de leur propre mise à la terre. Cette isolation est conforme aux exigences strictes de tension extrêmement basse (PELV) pour l'isolation.

Les composants de l'isolation galvanique sont les suivants :

- l'alimentation, notamment l'isolation du signal ;
- le pilotage des IGBT, des transformateurs d'impulsions et des coupleurs optoélectroniques ;
- les transducteurs de courant de sortie à effet Hall.

5.2 Fonctions de protection de l'application

Les fonctions personnalisées des applications sont les fonctions les plus couramment programmées sur le variateur pour une meilleure performance du système. Elles nécessitent une programmation ou une configuration minimum. Consulter le *guide de programmation* pour obtenir des instructions sur l'activation de ces fonctions.

5.2.1 Adaptation automatique au moteur

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

5.2.2 Régulateur PID intégré

Le régulateur à action proportionnelle, intégrale, dérivée (PID) intégré élimine le besoin de dispositifs de contrôle auxiliaires. Le régulateur PID maintient un contrôle constant des systèmes en boucle fermée lorsque la pression, le débit, la température doivent être régulés ou toute autre configuration système doit être conservée.

Le variateur peut utiliser 2 signaux de retour provenant de 2 dispositifs différents, ce qui permet de réguler le système en fonction de différentes exigences de signal de retour. Le variateur prend des décisions de contrôle en comparant les 2 signaux afin d'optimiser la performance du système.

5.2.3 Protection thermique du moteur

La protection thermique du moteur est disponible :

- par détection directe de la température à l'aide d'un
 - capteur PTC ou KTY dans les bobinages du moteur et connecté à une entrée analogique ou digitale standard ;
 - par PT100 ou PT1000 dans les bobinages et paliers du moteur, connecté à la carte VLT® Sensor Input Card MCB 114 ;
 - par entrée de thermistance PTC sur la VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 (homologuée ATEX) ;
- par un thermocontact mécanique (type Klixon) sur une entrée digitale ;
- par relais thermique électronique intégré (ETR).

L'ETR calcule la température du moteur en mesurant le courant, la fréquence et le temps de fonctionnement. Le variateur affiche la charge thermique sur le moteur en pourcentage et peut émettre un avertissement à une consigne de surcharge programmable.

Des options programmables en cas de surcharge permettent au variateur d'arrêter le moteur, de réduire la sortie ou d'ignorer la condition. Même à faible vitesse, le variateur satisfait aux normes sur les surcharges de moteurs électroniques I2t de classe 20.

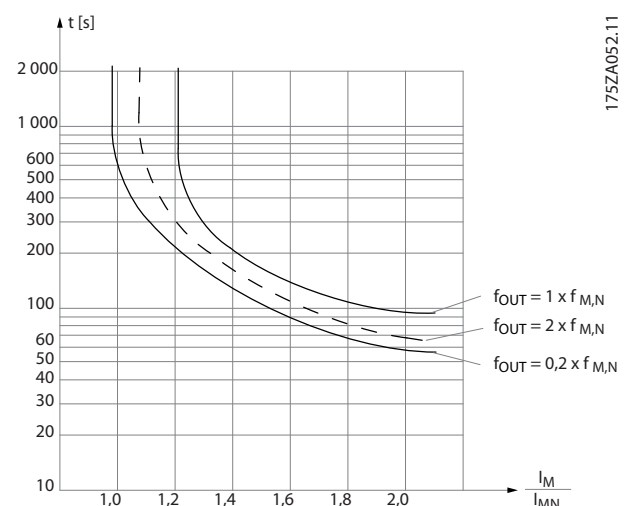


Illustration 5.1 Caractéristiques ETR

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

À vitesse plus faible, l'ETR se déclenche à une chaleur inférieure en raison du refroidissement moindre du moteur.

De cette façon, le moteur est protégé contre les surchauffes même à une vitesse faible. La caractéristique ETR calcule la température du moteur en fonction du courant et de la vitesse réels. La température calculée est visible en tant que paramètre d'affichage au paramètre 16-18 Thermique moteur.

Une version spéciale de l'ETR est également disponible pour les moteurs Ex-e dans les zones ATEX. Cette fonction permet de saisir une courbe spécifique pour protéger le moteur Ex-e. Consulter le *guide de programmation* pour obtenir des instructions sur la configuration.

5.2.4 Protection thermique du moteur pour moteurs Ex-e

Le variateur est équipé d'une fonction de surveillance thermique ETR ATEX pour le fonctionnement de moteurs Ex-e conformes à EN-60079-7. Associée au dispositif de surveillance PTC agréé ATEX tel que l'option VLT® MCB 112 PTC ou un dispositif externe, l'installation n'a pas besoin d'homologation individuelle par un organisme agréé.

La fonction de surveillance thermique ETR ATEX permet d'utiliser un moteur Ex-e au lieu d'un moteur Ex-d plus cher, plus grand et plus lourd. La fonction s'assure que le variateur limite le courant du moteur pour empêcher toute surchauffe.

Exigences liées au moteur Ex-e

- S'assurer que le moteur Ex-e est homologué pour une utilisation dans des zones dangereuses (zone ATEX 1/21, zone ATEX 2/22) avec des variateurs. Le moteur doit être certifié pour la zone dangereuse spécifique.
- Installer le moteur Ex-e dans la zone 1/21 ou 2/22 de la zone dangereuse, selon l'homologation du moteur.

AVIS!

Installer le variateur à l'extérieur de la zone dangereuse.

- S'assurer que le moteur Ex-e est équipé d'un dispositif de protection du moteur contre la surcharge conforme aux directives ATEX. Ce dispositif surveille la température dans les bobinages du moteur. En cas de niveau de température critique ou de dysfonctionnement, le dispositif coupe le moteur.
 - L'option VLT® PTC Thermistor MCB 112 permet de surveiller la température du moteur conformément aux directives ATEX. Il est nécessaire que le variateur soit équipé de 3-6 thermistances PTC en

série, conformément à DIN 44081 ou 44082.

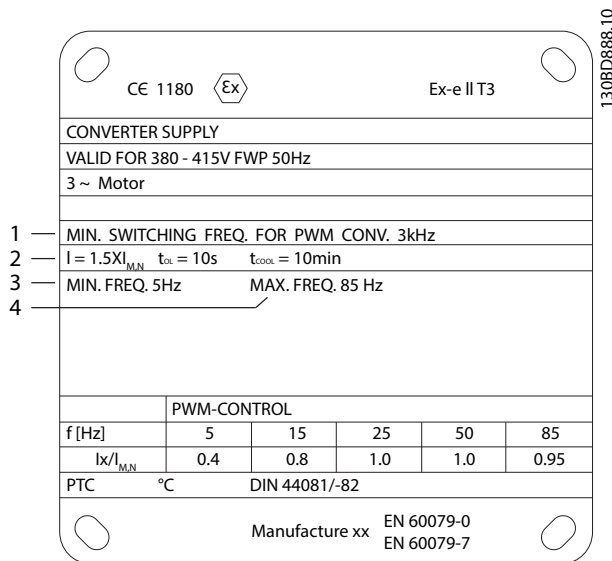
- Il est également possible d'utiliser un dispositif de protection PTC externe, agréé ATEX.
- Un filtre sinus est requis lorsque les conditions suivantes s'appliquent :
 - Des câbles longs (pics de tension) ou une tension secteur accrue produisent des tensions supérieures à la tension maximum admissible au niveau des bornes du moteur.
 - La fréquence de commutation minimale du variateur ne satisfait pas aux exigences du fabricant du moteur. La fréquence de commutation minimale du variateur est indiquée comme valeur par défaut dans le paramètre 14-01 Fréq. commut..

Compatibilité du moteur et du variateur

Pour les moteurs certifiés conformes à la norme EN-60079-7, une liste de données comprenant les limites et règles est fournie par le fabricant du moteur sous forme de fiche technique, ou sur la plaque signalétique du moteur. Lors de la planification, de l'installation, de la mise en service, du fonctionnement et de l'entretien, respecter les limites et règles fournies par le fabricant en ce qui concerne :

- Fréquence de commutation minimale.
- Courant maximal.
- Fréquence moteur minimale.
- Fréquence moteur maximale.

L'illustration 5.2 montre l'emplacement des exigences sur la plaque signalétique du moteur.



1	Fréquence de commutation minimale
2	Courant maximal
3	Fréquence moteur minimale
4	Fréquence moteur maximale

Illustration 5.2 Plaque signalétique du moteur indiquant les exigences du variateur

Au moment de choisir un variateur et un moteur, Danfoss précise les exigences supplémentaires suivantes pour garantir une protection thermique adéquate du moteur :

- Ne pas dépasser le rapport maximal autorisé entre la taille du variateur et la taille du moteur. La valeur caractéristique est $I_{VL,T,n} \leq 2 \times I_{m,n}$
- Tenir compte de toutes les chutes de tension entre le variateur et le moteur. Si le moteur tourne à une tension inférieure à celle indiquée dans les caractéristiques U/f, le courant peut augmenter, ce qui déclenche une alarme.

Pour de plus amples informations, voir l'exemple d'application dans le chapitre 12 Exemples d'applications.

5.2.5 Panne de secteur

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

Le variateur peut être configuré (*paramètre 14-10 Panne secteur*) sur différents types de comportement pendant les chutes de tension secteur :

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

Démarrage à la volée

Cette sélection permet de rattraper un moteur, à la volée, p. ex. à cause d'une panne de courant. Cette option est importante pour les centrifugeuses et les ventilateurs.

Sauvegarde cinétique

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

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

5.2.6 Redémarrage automatique

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

5.2.7 Couple complet à vitesse réduite

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

5.2.8 Bypass de fréquence

Sur certaines applications, le système peut présenter des vitesses opérationnelles qui créent une résonance mécanique. Cela génère un bruit excessif et endommage certainement les composants mécaniques du système. Le variateur est doté de 4 largeurs de bande de fréquence de bypass programmables. Ces dernières permettent au moteur de dépasser les vitesses qui induisent une résonance du système.

5

5.2.9 Préchauffage du moteur

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

5.2.10 Process programmables

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

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

5.2.11 Contrôleur logique avancé (SLC)

Le contrôleur logique avancé (SLC) est une séquence d'actions définies par l'utilisateur (voir *paramètre 13-52 Action contr. logique avancé [x]*) exécutées par le SLC lorsque l'événement associé défini par l'utilisateur (voir *paramètre 13-51 Événement contr. log avancé [x]*) est évalué comme étant VRAI par le SLC.

La condition d'un événement peut être un état particulier ou le fait qu'une sortie provenant d'une règle logique ou d'un opérande comparateur devienne VRAI. Cela entraîne une action associée comme indiqué sur l'*Illustration 5.3*.

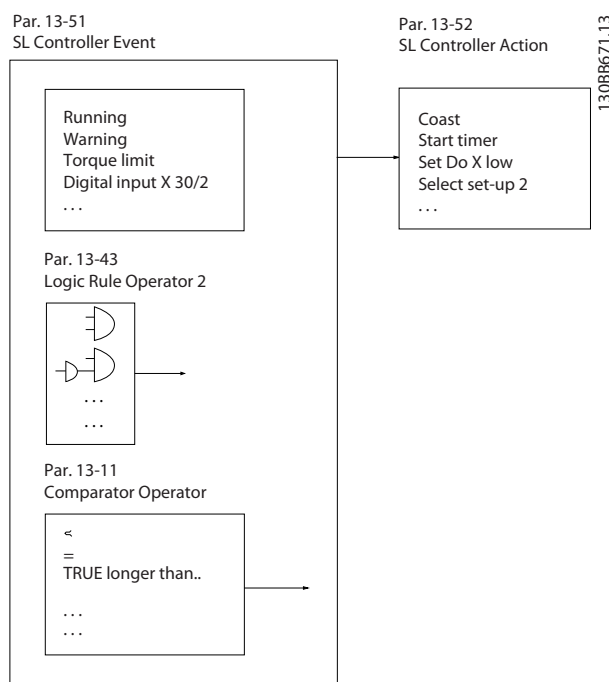
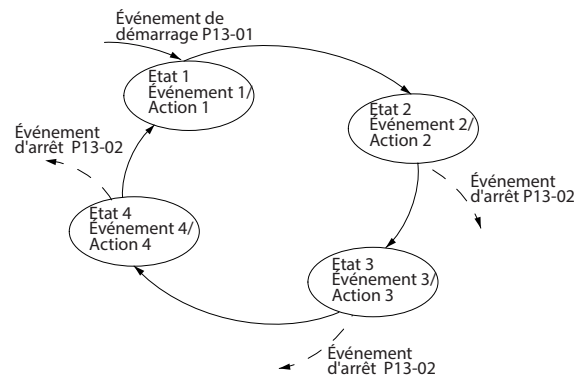


Illustration 5.3 Événement SLC et action

Les événements et actions sont chacun numérotés et liés par paires (états), ce qui signifie que lorsqu'un événement [0] est rempli (atteint la valeur VRAI), l'action [0] est exécutée. Après l'exécution de la 1^{re} action, les conditions de l'événement suivant sont évaluées. Si l'événement est évalué comme étant vrai, l'action correspondante est alors exécutée. Un seul événement est évalué à chaque fois. Si un événement est évalué comme étant FAUX, rien ne se passe dans le SLC pendant l'intervalle de balayage en cours et aucun autre événement n'est évalué. Lorsque le SLC démarre, il évalue uniquement l'événement [0] à chaque intervalle de balayage. Ce n'est que lorsque l'événement [0] est évalué comme étant vrai que le SLC exécute l'action [0] et commence l'évaluation de l'événement suivant. Il est possible de programmer de 1 à 20 événements et actions.

Lorsque le dernier événement/la dernière action a été exécuté(e), la séquence recommence à partir de l'événement [0]/action [0]. L'*Illustration 5.4* donne un exemple avec 4 événements/actions :

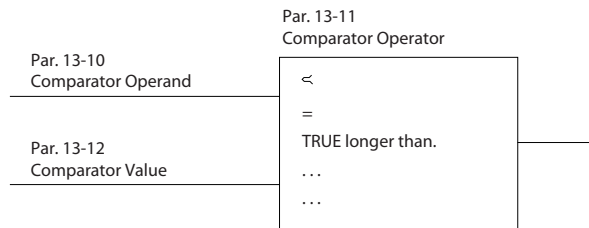


130BA062.13

Illustration 5.4 Ordre d'exécution lorsque 4 événements/ actions sont programmé(s)

Comparateurs

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

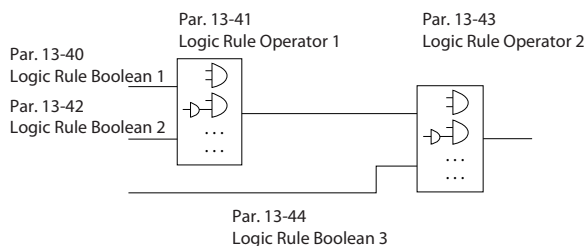


130BB672.10

Illustration 5.5 Comparateurs

Règles logiques

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



130BB673.10

Illustration 5.6 Règles logiques

5.2.12 Safe Torque Off

La fonction Safe Torque Off (STO) est utilisée pour arrêter le variateur dans des situations d'arrêt d'urgence. Le variateur peut utiliser la fonction STO avec des moteurs asynchrones, synchrones et à aimants permanents.

Pour plus d'informations sur Safe Torque Off, y compris sur l'installation et la mise en service, se reporter au *Manuel d'utilisation de Safe Torque Off*.

Conditions de responsabilité

Le client est chargé de s'assurer que le personnel sait comment installer et exploiter la fonction Safe Torque Off en :

- ayant lu et compris les réglementations de sécurité concernant la santé et la sécurité, et la prévention des accidents ;
- ayant compris les directives générales et de sécurité données dans le *Manuel d'utilisation de Safe Torque Off* ;
- ayant une bonne connaissance des normes générales et de sécurité relatives à l'application spécifique.

5

5.3 Fonctions spécifiques à VLT® HVAC Drive

Un variateur utilise le fait que les ventilateurs et les pompes centrifuges suivent les lois de la proportionnalité pour ces applications. Pour plus d'informations, se reporter au *chapitre 5.3.1 Utiliser un variateur pour économiser de l'énergie*.

5.3.1 Utiliser un variateur pour économiser de l'énergie

Le principal avantage de l'utilisation d'un variateur pour réguler la vitesse des ventilateurs et des pompes repose sur les économies d'électricité obtenues. Comparé à d'autres technologies et systèmes de contrôle, un variateur offre le moyen de contrôle d'énergie optimal pour la régulation des ventilateurs et des pompes.

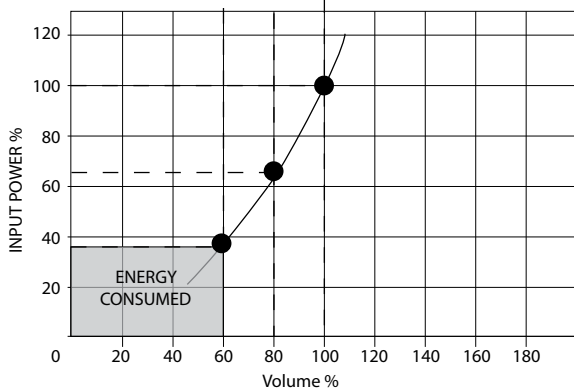
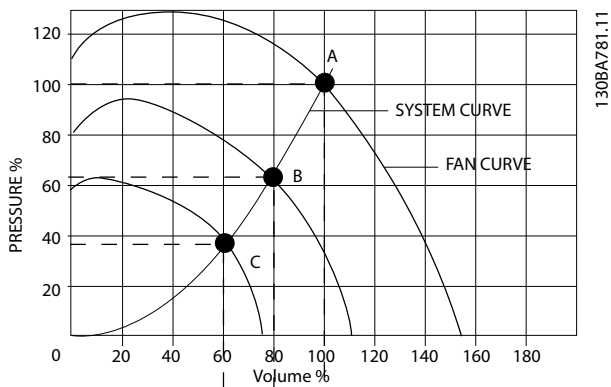


Illustration 5.7 Énergie économisée avec capacité réduite du ventilateur

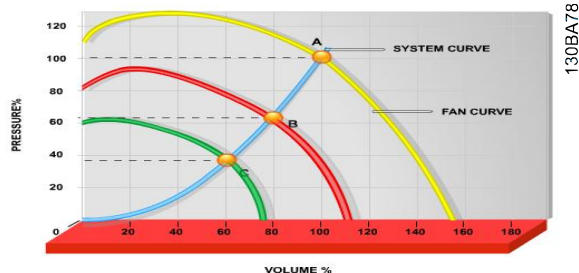


Illustration 5.8 Courbes de ventilateur pour des volumes de ventilation réduits

Exemple d'économies d'énergie

Comme indiqué dans l'illustration 5.9, 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 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 ne fonctionne avec un débit à 100 % que pendant quelques jours par an, tandis que la

moyenne est inférieure à 80 % du débit nominal, la quantité d'énergie économisée est même supérieure à 50 %.

L'illustration 5.9 décrit le rapport entre débit, pression et puissance consommée en tr/min.

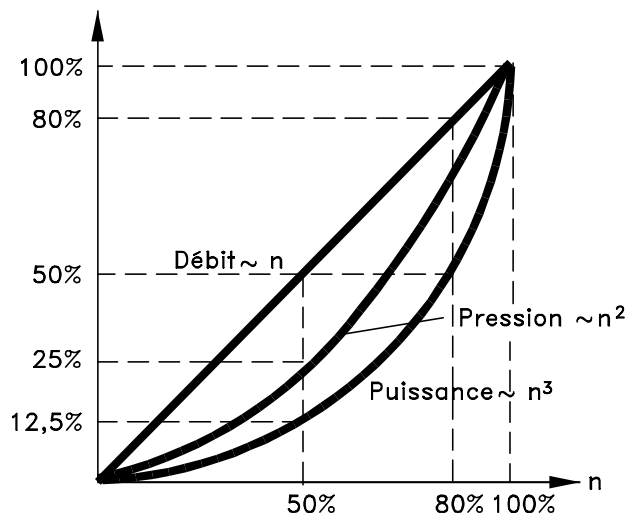
Q = débit	P = puissance
Q ₁ = débit nominal	P ₁ = puissance nominale
Q ₂ = débit réduit	P ₂ = puissance réduite
H = pression	n = commande de vitesse
H ₁ = pression nominale	n ₁ = vitesse nominale
H ₂ = pression réduite	n ₂ = vitesse réduite

Tableau 5.1 Lois de la proportionnalité

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

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

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



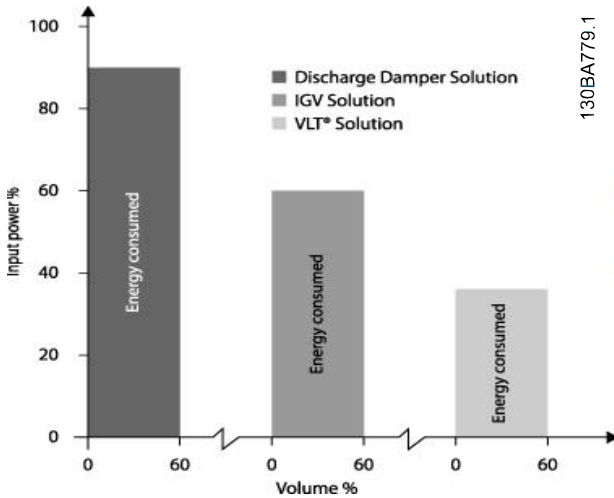
DANFOSS
175HA208.10

Illustration 5.9 Lois de la proportionnalité

Comparaison des économies d'énergie

La solution apportée par le variateur Danfoss offre des économies plus élevées par rapport aux solutions d'économie d'énergie traditionnelles. Le variateur régule la vitesse d'un ventilateur en fonction de la charge thermique du système et fonctionne comme un système de gestion des bâtiments.

Le graphique (Illustration 5.10) illustre les économies d'énergie typiques, que l'on obtient avec 3 solutions bien connues lorsque le volume du ventilateur est réduit à 60 %. Comme l'indique le graphique, des économies de plus de 50 % sont réalisées dans des applications typiques.



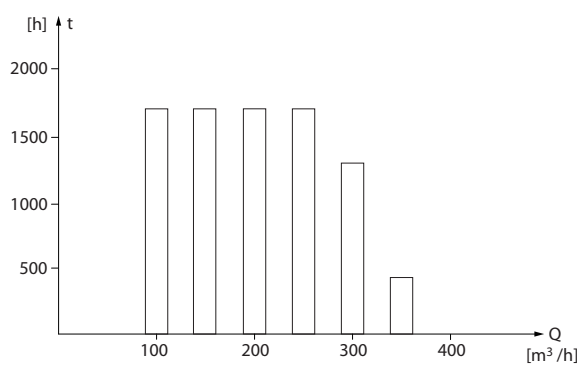
Les registres de décharge réduisent la puissance consommée. Les aubes directrices d'entrée offrent une réduction de 40 % mais l'installation est onéreuse. La solution apportée par le variateur Danfoss réduit la consommation d'énergie de plus de 50 % et est facile à installer.

Exemple avec un débit variable sur 1 année

L'illustration 5.11 se base sur les caractéristiques d'une pompe fournies dans 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. Dans le cas présent, cela revient à moins d'une année si l'on compare avec les systèmes à vannes et vitesse constante.

5

Illustration 5.10 Trois systèmes habituels d'économies d'énergie



$$P_{\text{arbre}} = P_{\text{sortie arbre}}$$

Illustration 5.11 Répartition du débit sur 1 année

m³/h	Répartition		Régulation par vanne		Contrôle d'entraînement	
	%	Heures	Puissance	Consommation	Puissance	Consommation
			A ₁ -B ₁	kWh	A ₁ -C ₁	kWh
350	5	438	42,5	18615	42,5	18615
300	15	1314	38,5	50589	29,0	38106
250	20	1752	35,0	61320	18,5	32412
200	20	1752	31,5	55188	11,5	20148
150	20	1752	28,0	49056	6,5	11388
100	20	1752	23,0	40296	3,5	6132
Σ	100	8760	-	275064	-	26801

Tableau 5.2 Calcul des économies d'énergie

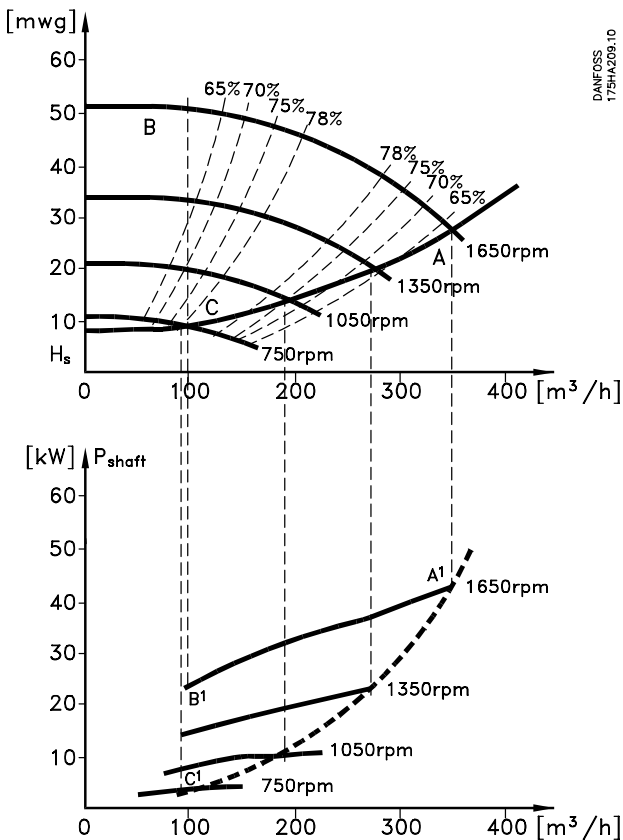
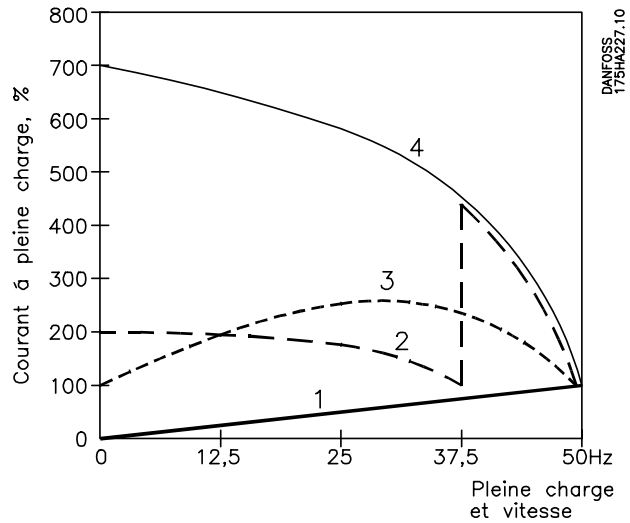


Illustration 5.12 Économies d'énergie dans une application de pompe

variateur. Comme indiqué à l'illustration 5.13, un variateur ne consomme pas plus que le courant nominal.



1 = VLT® HVAC Drive
2 = démarreur étoile/triangle
3 = démarreur progressif
4 = démarrage direct sur secteur

Illustration 5.13 Consommation de courant avec un variateur

5.3.2 Utiliser un variateur pour un meilleur contrôle

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

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.

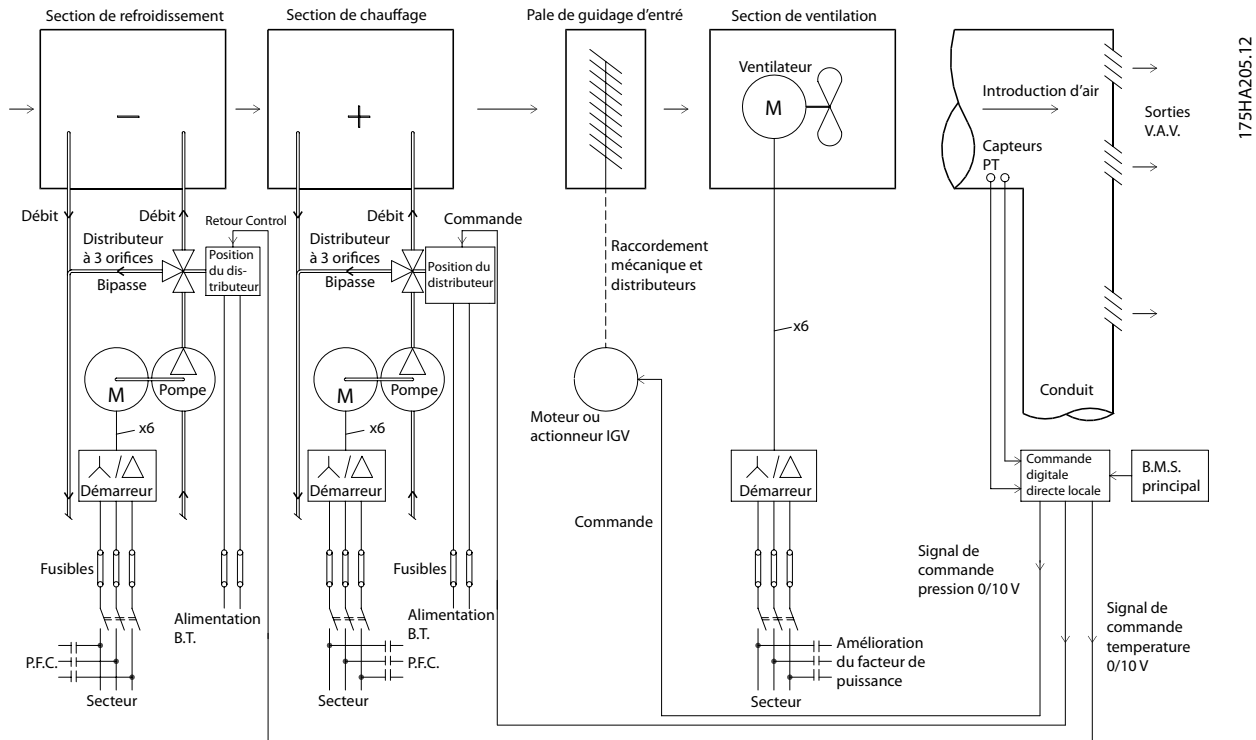
Démarrage étoile/triangle ou démarrage progressif non requis

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

5.3.3 L'utilisation d'un variateur permet de réaliser des économies

Le variateur permet d'éviter le recours à certains équipements qui auraient pu être nécessaires. Le coût d'installation est à peu près identique pour les 2 systèmes indiqués à l'illustration 5.14 et à l'illustration 5.15.

Coût sans variateur



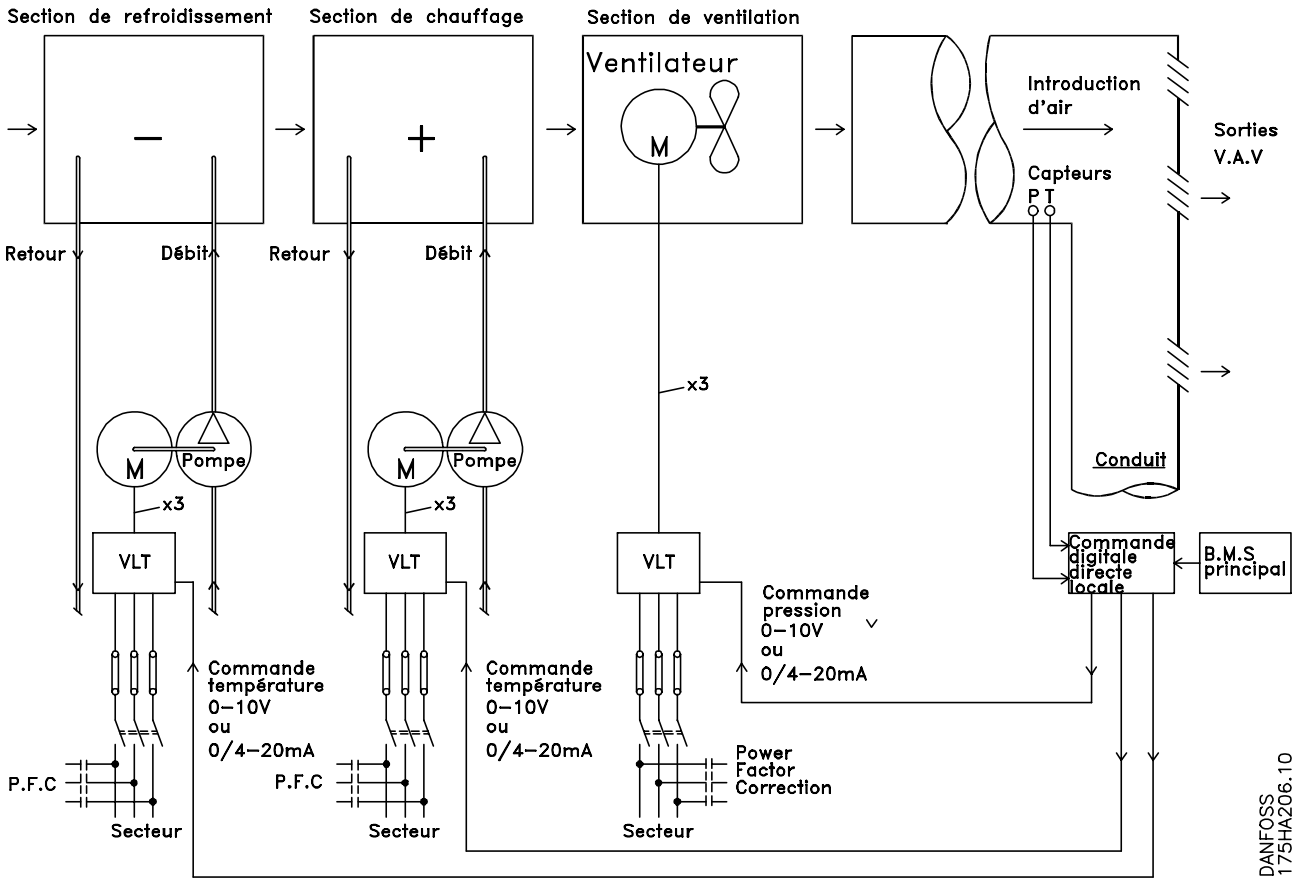
175HA205.12

5

DDC	Commande numérique directe
VAV	Volume d'air variable
Capteur P	Pression
EMS	Système de gestion de l'énergie
Capteur T	Température

Illustration 5.14 Système de ventilateur traditionnel

Coût avec un variateur



DANFOSS
175HA206.10

DDC	Commande numérique directe
VAV	Volume d'air variable
BMS	Système de gestion des bâtiments

Illustration 5.15 Système de ventilateur contrôlé par des variateurs

5.3.4 Solutions HVAC VLT®

5.3.4.1 Volume d'air variable

Les systèmes à volume d'air variable (VAV) 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. Les systèmes centraux sont plus efficaces que les systèmes répartis. L'efficacité provient de 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.

Solution VLT®

Tandis que registres et IGV permettent de maintenir une pression constante dans le réseau de conduites, une solution de variateur 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 variateur diminue la vitesse du ventilateur pour fournir le débit et la pression nécessaires au système.

Lorsque la vitesse de dispositifs centrifuges tels que des ventilateurs diminue, la pression et le débit qu'ils produisent décroissent aussi. La puissance consommée est 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 Drive peut éviter le recours à des contrôleurs supplémentaires.

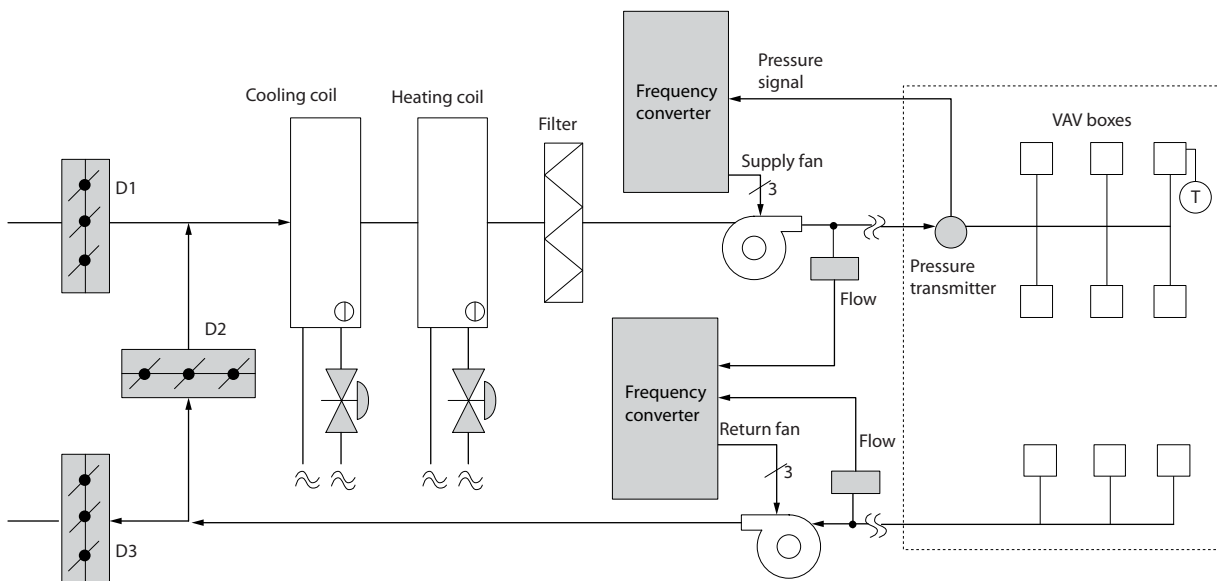


Illustration 5.16 Variateurs utilisés dans un système à volume d'air variable

Pour plus d'informations, se reporter à la note applicative du fournisseur de Danfoss intitulée *Volume de l'air variable : amélioration des systèmes de ventilation VAV*.

5.3.4.2 Volume d'air constant

Les systèmes à volume d'air constant (CAV) sont des systèmes de ventilation centraux servant à fournir une quantité minimale d'air frais tempéré à de grandes zones communes. Ils ont précédé les systèmes VAV et sont présents dans les anciens bâtiments commerciaux multizones. Ces systèmes préchauffent l'air frais avec des unités de traitement d'air (AHU) équipées de serpentins de chauffage. Ils sont souvent utilisés aussi pour la climatisation de bâtiments car ils comportent un serpentin de refroidissement. Des ventilo-convecteurs sont souvent utilisés pour participer aux besoins de chauffage et de refroidissement des zones individuelles.

Solution VLT®

Avec un variateur, des économies d'énergie significatives peuvent être obtenues tout en maintenant un contrôle approprié du bâtiment. Les capteurs de température ou de CO₂ peuvent être utilisés comme signaux de retour vers les variateurs. 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 CO₂ détecte les niveaux inférieurs et réduit la vitesse du ventilateur 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.

La commande de température doit varier en fonction de la température extérieure et du nombre de personnes dans la zone contrôlée. Lorsque la température est inférieure au point de consigne, le ventilateur d'alimentation peut réduire sa vitesse. Le ventilateur de retour vise à 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 HVAC spécialisé de 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 comprend également un régulateur PID à 3 zones et à 3 points de consigne 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 maintient un niveau d'air fourni suffisant pour convenir au capteur de qualité de l'air. Le régulateur 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.

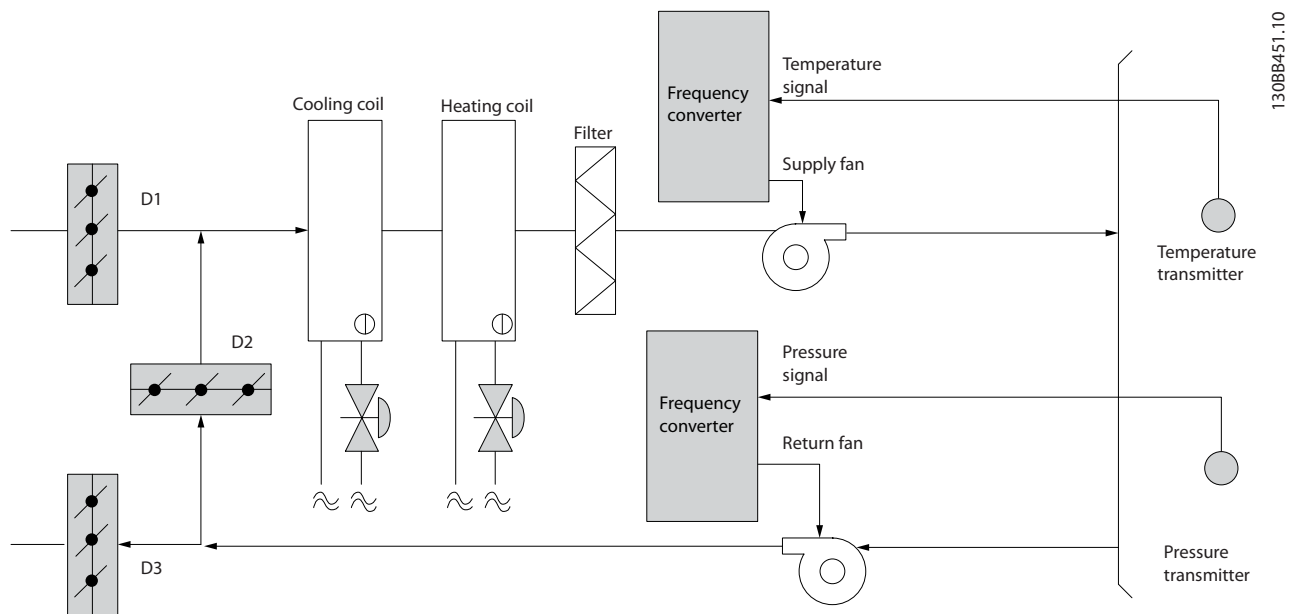


Illustration 5.17 Variateur utilisé dans un système à volume d'air constant

Pour plus d'informations, se reporter à la note applicative du fournisseur de Danfoss intitulée *Volume d'air constant : amélioration des systèmes de ventilation CAV*.

5.3.4.3 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 le moyen le plus 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 tours de refroidissement refroidissent l'eau du condenseur par évaporation. L'eau du condenseur est pulvérisée dans la tour de refroidissement sur le garnissage 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.

Solution VLT®

Grâce à un variateur, la vitesse des ventilateurs des tours de refroidissement peut être réglée pour maintenir la température de l'eau du condenseur. Les variateurs peuvent également être utilisés pour allumer ou éteindre le ventilateur selon les besoins. Avec le VLT® AQUA Drive de Danfoss, lorsque la vitesse des ventilateurs de tours de refroidissement descend en dessous d'un certain seuil, l'effet de refroidissement diminue. Lors de l'utilisation d'une boîte de vitesse pour entraîner le 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 possible de programmer le variateur 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 ont des fréquences indésirables pouvant causer des vibrations. Ces fréquences sont facilement évitables en programmant les plages de fréquences de bipasse sur le variateur.

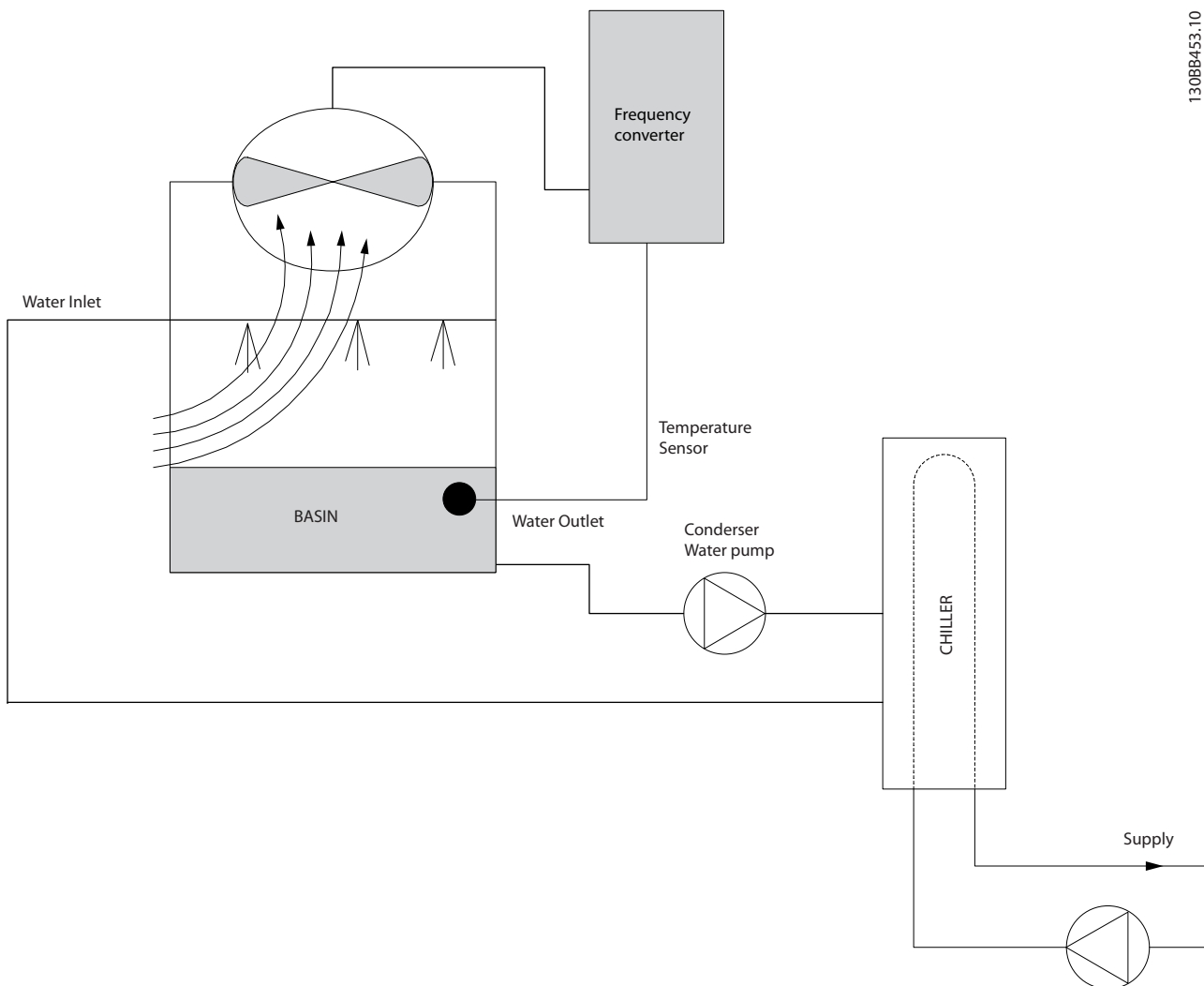


Illustration 5.18 Variateurs utilisés avec un ventilateur de tour de refroidissement

Pour plus d'informations, se reporter à la note applicative du fournisseur de Danfoss intitulée *Ventilateur de tour de refroidissement : amélioration de la commande du ventilateur de tours de refroidissement*.

5.3.4.4 Pompes de condenseur

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 et la relâche dans l'atmosphère de la tour de refroidissement. Ces systèmes constituent le moyen le plus efficace pour générer de l'eau froide. Ils sont 20 % plus efficaces que les refroidisseurs par air.

Solution VLT®

En ajoutant des variateurs aux pompes d'eau de 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 au lieu d'une soupape d'étranglement économise l'énergie qui aurait été absorbée par la soupape. Cette modification peut entraîner des économies de 15-20 % ou plus. Le rognage de la roue de la pompe est irréversible. Si les conditions changent et si un débit plus élevé est nécessaire, la roue doit être remplacée.

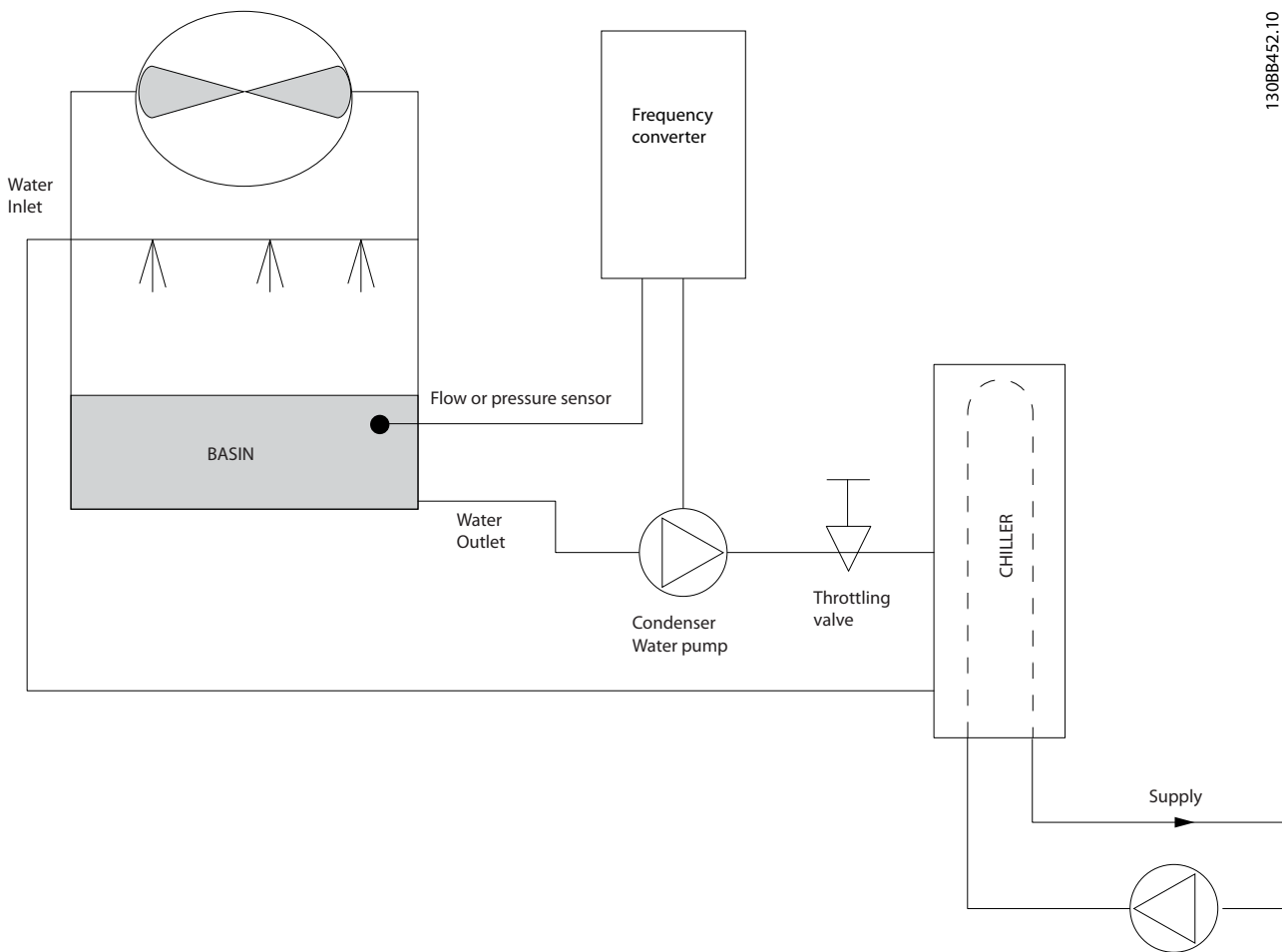


Illustration 5.19 Variateur utilisé avec une pompe de condenseur

Pour plus d'informations, se reporter à la note applicative du fournisseur de Danfoss intitulée *Pompes de condenseur : amélioration des systèmes de pompage d'eau de condenseur*.

5.3.4.5 Pompes primaires

Les pompes primaires dans un système de pompage primaire/secondaire peuvent 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. Le découplage 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 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 dans les grandes installations, notamment lorsque 2 refroidisseurs ou plus sont installés en parallèle lorsqu'aucun pompage primaire/secondaire n'est utilisé.

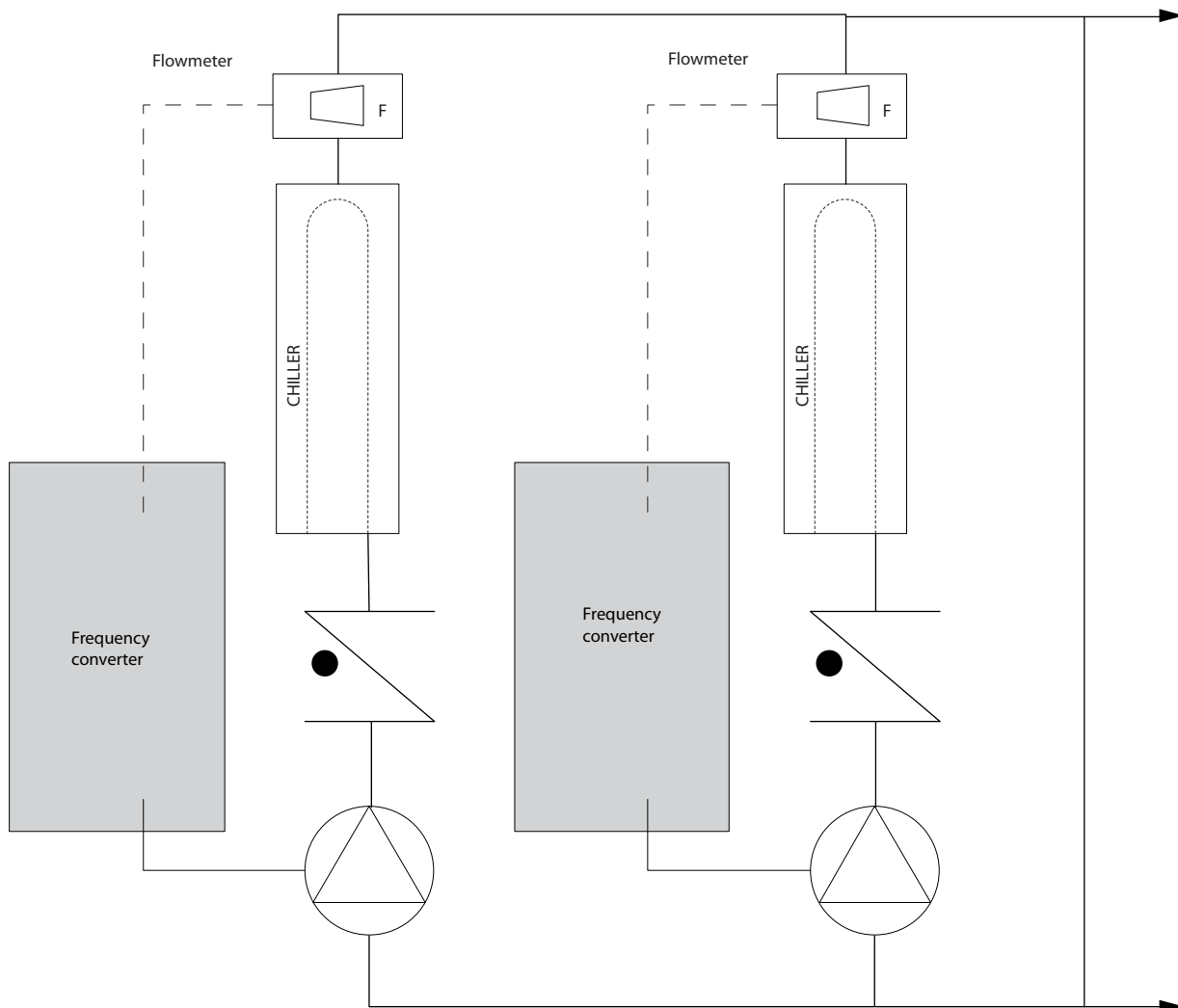
Solution VLT®

Un variateur 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 :

- Un débitmètre installé à la décharge de chaque refroidisseur peut contrôler directement la pompe puisque le débit souhaité est connu et constant. En utilisant le régulateur PID, le variateur 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.

- L'opérateur peut utiliser une détermination de vitesse locale en diminuant la fréquence de sortie jusqu'à obtention de la configuration du débit souhaitée. L'utilisation d'un variateur pour diminuer la vitesse des pompes est très similaire au rognage de la roue des pompes, tout en étant plus efficace. 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 petit, la vitesse fixée reste appropriée. Si le débit doit être augmenté ultérieurement au cours de la vie du système, le variateur peut simplement augmenter la vitesse des pompes, sans recourir à une nouvelle roue de pompe.



1308B456.10

5

Illustration 5.20 Variateurs utilisés avec des pompes primaires dans un système de pompage primaire/secondaire

Pour plus d'informations, se reporter à la note applicative du fournisseur de Danfoss intitulée *Pompes primaires : amélioration de la pompe primaire dans un système primaire/secondaire*.

5.3.4.6 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 maintient un débit constant dans les refroidisseurs, ce qui permet aux pompes secondaires 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 arrête alors le refroidisseur qui nécessite ensuite un reset manuel. Cette situation est fréquente sur les grandes installations notamment lorsqu'au moins deux refroidisseurs sont installés en parallèle.

5

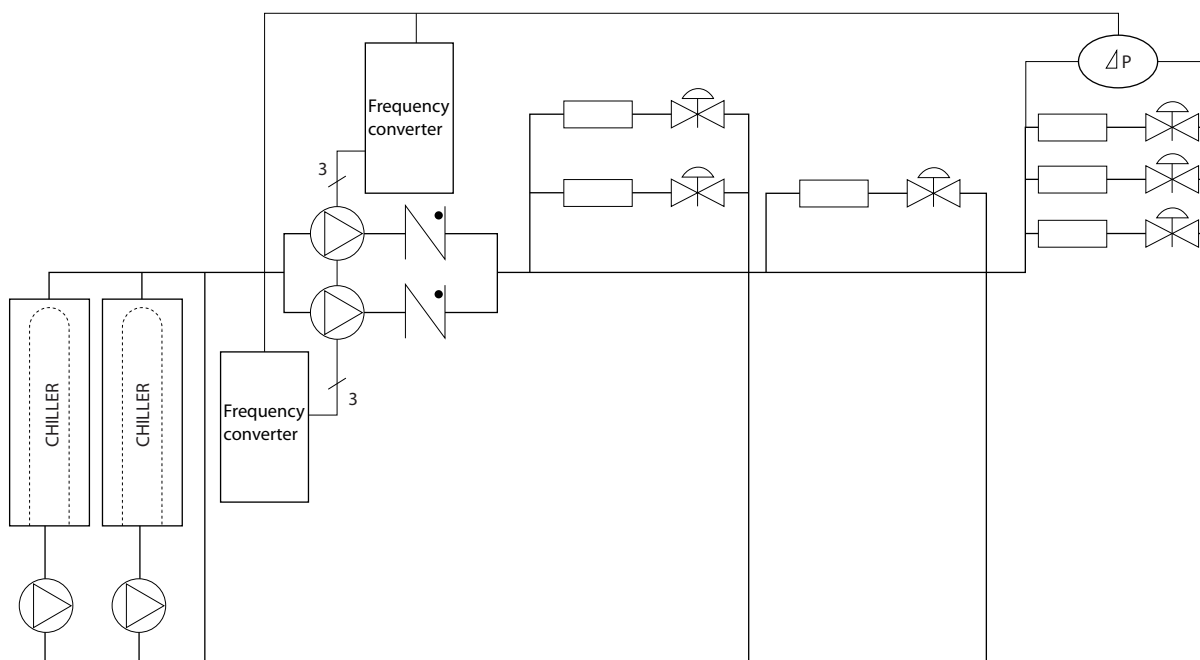
Solution VLT®

Le système primaire/secondaire avec vannes bidirectionnelles favorise le contrôle de l'énergie et du système, en utilisant des variateurs afin d'accroître encore les économies d'énergie et le potentiel de contrôle. Avec un capteur correctement placé, l'ajout de variateurs permet à la vitesse des pompes de suivre la courbe du système au lieu de la courbe de la pompe, ce qui 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, ce qui augmente la pression différentielle mesurée dans 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.

AVIS!

Lorsque plusieurs pompes sont installées en parallèle, elles doivent fonctionner à la même vitesse pour accroître les économies d'énergie, soit avec des variateurs individuels dédiés soit avec un seul variateur entraînant plusieurs pompes en parallèle.



130BB454.10

Illustration 5.21 Variateurs utilisés avec des pompes secondaires dans un système de pompage primaire/secondaire

Pour plus d'informations, se reporter à la note applicative du fournisseur de Danfoss intitulée *Pompes secondaires : amélioration du pompage secondaire dans un système primaire/secondaire*.

5.4 Contrôleur de cascade de base

Le contrôleur de cascade de base est utilisé pour les applications de pompe où une certaine pression (hauteur) ou un certain niveau doit être maintenu(e) 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 à faible vitesse. Dans la pratique, la limite pour la pompe est de 25 % de la vitesse nominale à pleine charge.

Avec le contrôleur de cascade de base, le variateur commande un moteur (principal) à vitesse variable en tant que pompe à vitesse variable et permet le démarrage et l'arrêt de 2 pompes à vitesse constante supplémentaires. Raccorder les pompes à vitesse constante supplémentaires directement au secteur ou via des démarreurs progressifs. Le changement de vitesse de la pompe initiale fournit une commande de vitesse variable au système. La vitesse variable maintient la pression constante, ce qui entraîne une réduction de la fatigue du système et un fonctionnement plus silencieux des systèmes de pompage.

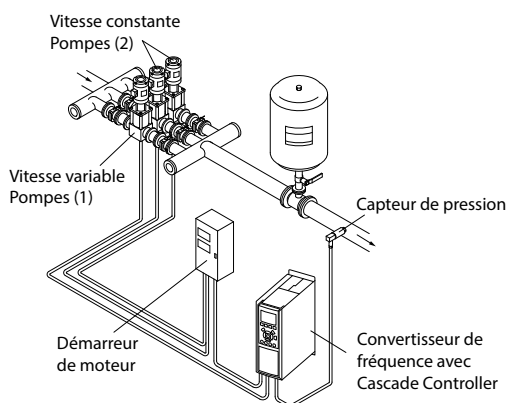


Illustration 5.22 Contrôleur de cascade de base

Pompe principale fixe

Les moteurs doivent avoir les mêmes dimensions. Le contrôleur de cascade de base permet au variateur de contrôler jusqu'à 3 pompes de taille égale à l'aide des 2 relais intégrés au variateur. Lorsque la pompe variable (principale) est raccordée directement au variateur, les 2 relais intégrés contrôlent les 2 autres pompes. Lorsque les alternances de pompe principale sont activées, les pompes sont raccordées aux relais intégrés et le variateur peut faire fonctionner 2 pompes.

Alternance de la pompe principale

Les moteurs doivent avoir les mêmes dimensions. Cette fonction permet de faire fonctionner le variateur par cycle entre les pompes du système (max. 2 pompes). Dans cette exploitation, le temps de fonctionnement entre les pompes est compensé par la réduction des besoins de maintenance des pompes et par 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 autre pompe).

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 incluent :

- Lorsqu'une temporisation d'alternance expire.
- À une heure prédéfinie du jour.
- Lorsque la pompe principale passe en mode veille.

La charge réelle du système détermine le déclenchement.

Un paramètre séparé n'autorise l'alternance que si la capacité totale nécessaire est $> 50\%$. La capacité totale des pompes est déterminée par la capacité de la pompe principale plus celles des pompes à vitesse fixe.

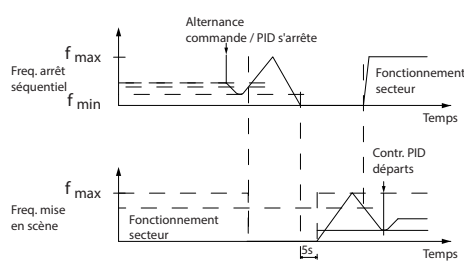
Gestion de la largeur de bande

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. Un retard de dépassement de largeur de bande peut être programmé pour empêcher le déclenchement jusqu'à ce que la pression du système se soit stabilisée et qu'un contrôle normal soit établi.

Lorsque le contrôleur de cascade est activé et que le variateur émet une alarme d'arrêt, la hauteur du système est maintenue par le déclenchement et l'arrêt des pompes à vitesse fixe. Pour éviter des déclenchements et des arrêts 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 déclenchement.

5.4.1.1 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, le PID s'arrête, la pompe principale décélère jusqu'à la fréquence minimale (f_{min}) et, après une temporisation, 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 2 relais s'arrêtent.



130BA364.10

Illustration 5.23 Alternance de la pompe principale

5

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 comme 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 de la temporisation expire, la pompe principale est enlevée, évitant des problèmes de réchauffement d'eau.

5.4.1.2 État et fonctionnement du système

Si la pompe principale passe en mode veille, la fonction est affichée sur le LCP. Il est possible d'alternance la pompe principale en mode veille.

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

- L'état des pompes est un affichage de l'état des relais affectés à chaque pompe. L'affichage montre les pompes désactivées, éteintes, en fonctionnement sur le variateur ou sur le secteur/démarrateur de moteur.
- L'état cascade est un affichage de l'état du contrôleur de cascade. L'affichage indique les informations suivantes :
 - Le contrôleur de cascade est désactivé.
 - Toutes les pompes sont éteintes.
 - Une urgence a arrêté toutes les pompes.
 - Toutes les pompes fonctionnent.
 - Les pompes à vitesse fixe sont en cours de déclenchement/d'arrêt.
 - L'alternance de pompe principale est en cours.

- 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.

5.5 Vue d'ensemble du freinage dynamique

Le freinage dynamique ralentit le moteur à l'aide d'une des méthodes suivantes :

- **Freinage CA**
L'énergie de freinage est répartie dans le moteur en modifiant les conditions de perte dans le moteur (*paramètre 2-10 Fonction Frein et Surtension = [2]*). La fonction de freinage CA ne peut pas être utilisée dans les applications avec une fréquence de cycle élevée car cela entraîne une surchauffe du moteur.
- **Freinage CC**
Un courant CC en surmodulation ajouté au courant CA fonctionne comme un frein magnétique (*paramètre 2-02 Temps frein CC \neq 0 s*).
- **Freinage résistance**
Un IGBT frein maintient la surtension sous un certain seuil en dirigeant l'énergie du frein du moteur vers la résistance de freinage connectée (*paramètre 2-10 Fonction Frein et Surtension = [1]*). Pour plus d'informations sur comment choisir une résistance de freinage, consulter le *Manuel de configuration de la VLT® Brake Resistor MCE 101*.

Pour les variateurs équipés de l'option de freinage, un IGBT frein, avec les bornes 81(R-) et 82(R+), est inclus pour la connexion d'une résistance de freinage externe.

La fonction de l'IGBT frein consiste à limiter la tension du circuit intermédiaire, chaque fois que la limite de tension maximale est dépassée. Pour ce faire, l'IGBT commute la résistance montée en externe, au niveau du bus CC, pour supprimer la tension CC excessive présente dans les condensateurs du bus.

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

Le signal de gâchette de l'IGBT frein émane de la carte de commande et est transmis à l'IGBT frein via la carte de puissance et la carte de commande de gâchette. De plus, les cartes de puissance et de commande surveillent l'IGBT frein pour éviter les éventuels courts-circuits. La carte de puissance surveille également la résistance de freinage pour éviter les éventuelles surcharges.

5.6 Vue d'ensemble de la répartition de la charge

La répartition de la charge est une fonction permettant de raccorder des circuits CC de plusieurs variateurs, afin de créer un système multi-variateurs pour faire tourner 1 charge mécanique. La répartition de la charge présente les avantages suivants :

Économies d'énergie

Un moteur fonctionnant en mode régénératif peut alimenter des variateurs fonctionnant en mode entraînement moteur.

Moins de besoin de pièces de rechange

Généralement, seule 1 résistance de freinage est nécessaire pour l'ensemble du système de variateur au lieu d'1 résistance de freinage par variateur.

Alimentation de secours

En cas de défaut secteur, tous les variateurs reliés peuvent être alimentés via le circuit intermédiaire depuis une alimentation de secours. L'application peut continuer de fonctionner ou suivre une procédure d'arrêt contrôlé.

Conditions préalables

Les conditions préalables suivantes doivent être remplies avant d'envisager toute répartition de la charge :

- Le variateur doit être équipé de bornes de répartition de la charge.
- La série de produits doit être identique. Seulement des VLT® HVAC Drive variateurs utilisés avec d'autres VLT® HVAC Drive variateurs.
- Les variateurs doivent être placés à proximité les uns des autres pour que le câblage entre eux ne soit pas plus long que 25 m (82 pi).
- Les variateurs doivent avoir la même tension nominale.
- Lors de l'ajout d'une résistance de freinage dans une configuration de répartition de la charge, tous les variateurs doivent être équipés d'un hacheur de freinage.
- Des fusibles doivent être ajoutés aux bornes de répartition de la charge.

Pour un schéma d'une application de répartition de la charge respectant les meilleures pratiques, voir l'illustration 5.24.

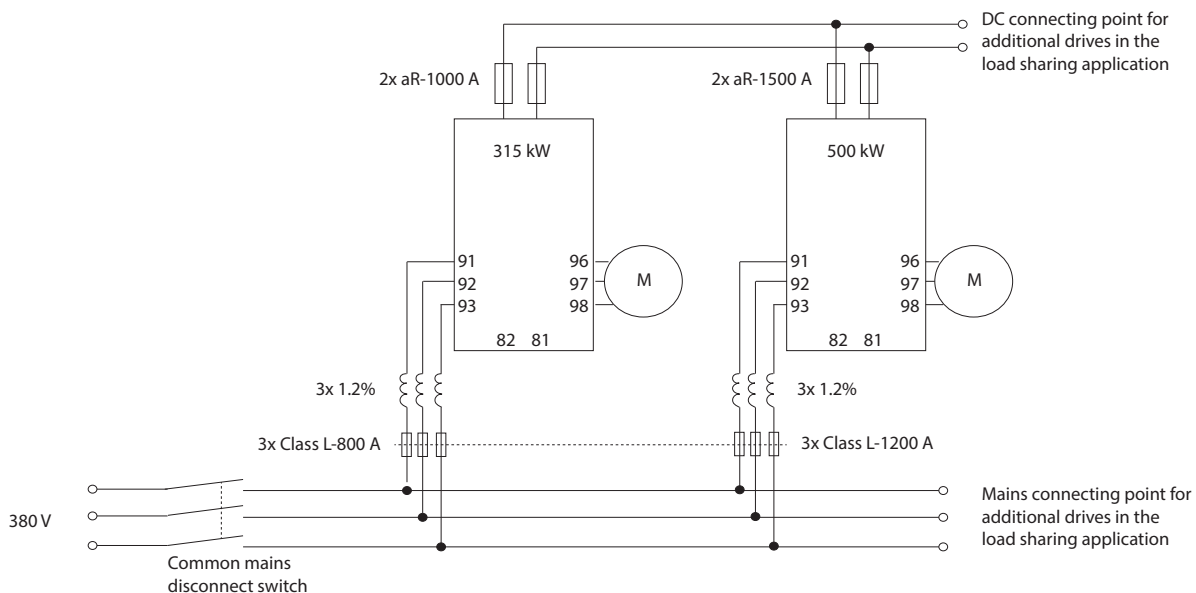


Illustration 5.24 Schéma d'une application de répartition de la charge respectant les meilleures pratiques

Répartition de la charge

Les unités avec option de répartition de la charge intégrée comportent les bornes 89 (+) CC et 88 (-) CC. Dans le variateur, ces bornes sont raccordées au bus CC devant la bobine de réactance du circuit intermédiaire et les condensateurs du bus.

Les bornes de répartition de la charge peuvent être raccordées dans 2 configurations différentes.

- Les bornes relient les circuits de bus CC de plusieurs variateurs entre eux. Cette configuration permet à une unité en mode régénératif de partager sa tension du bus excessive avec une autre unité en mode entraînement moteur. La répartition de la charge peut ainsi réduire la nécessité de résistances de freinage dynamiques externes, tout en économisant de l'énergie. Le nombre d'unités pouvant être raccordées de cette façon est infini tant qu'elles présentent toutes la même tension nominale. En outre, selon la taille et le nombre d'unités, il peut s'avérer nécessaire d'installer des bobines de réactance CC et des fusibles CC dans les connexions du circuit intermédiaire, et des bobines de réactance CA sur le secteur. Cette configuration requiert des considérations spécifiques.
- Le variateur est alimenté exclusivement par une source CC. Cette configuration nécessite :
 - une source CC ;
 - un moyen d'abaisser la tension dans le bus CC lors de la mise sous tension.

5

5.7 Vue d'ensemble de la régénération

La régénération se produit généralement dans des applications à freinage continu, comme des grues/dispositifs de levage, des convoyeurs descendants et des centrifuges dans lesquelles l'énergie est extraite d'un moteur en décélération.

L'énergie excédentaire est éliminée du variateur par l'une des options suivantes :

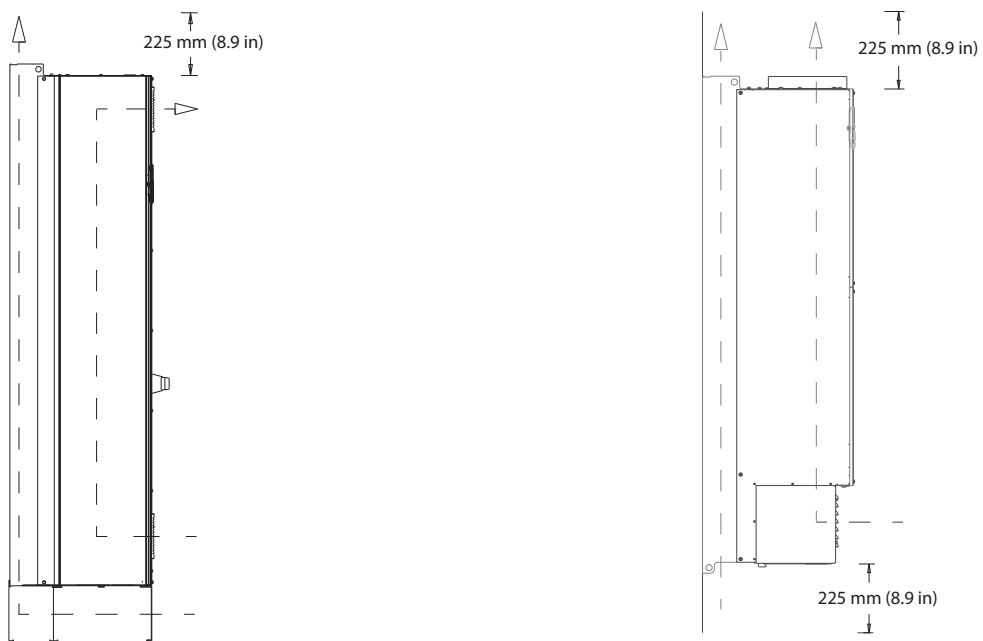
- le hacheur de freinage permet la dissipation de l'énergie excédentaire sous forme de chaleur dans les bobines de résistance de freinage ;
- les bornes régénératrices permettent le raccordement d'une unité de régénération tierce au variateur, ce qui permet de renvoyer l'énergie excédentaire au réseau électrique.

Renvoyer l'énergie excédentaire au réseau électrique est le moyen le plus efficace d'utiliser l'énergie régénérée dans des applications utilisant un freinage continu.

5.8 Vue d'ensemble du refroidissement par le canal de ventilation arrière

Une gaine de canal de ventilation arrière fait passer de l'air de refroidissement sur les dissipateurs de chaleur, tout en évitant au maximum la zone électronique. Un joint IP54/Type 12 se trouve entre la gaine de canal de ventilation arrière et la partie électronique du variateur VLT®. Ce refroidissement par le canal de ventilation arrière permet d'évacuer 90 % des pertes de chaleur directement vers l'extérieur du boîtier. Cette conception améliore la fiabilité et prolonge la durée de vie des composants, en réduisant considérablement les températures intérieures et la contamination des composants électroniques. L'illustration 5.25 montre la configuration de circulation d'air standard pour un variateur E1h-E4h.

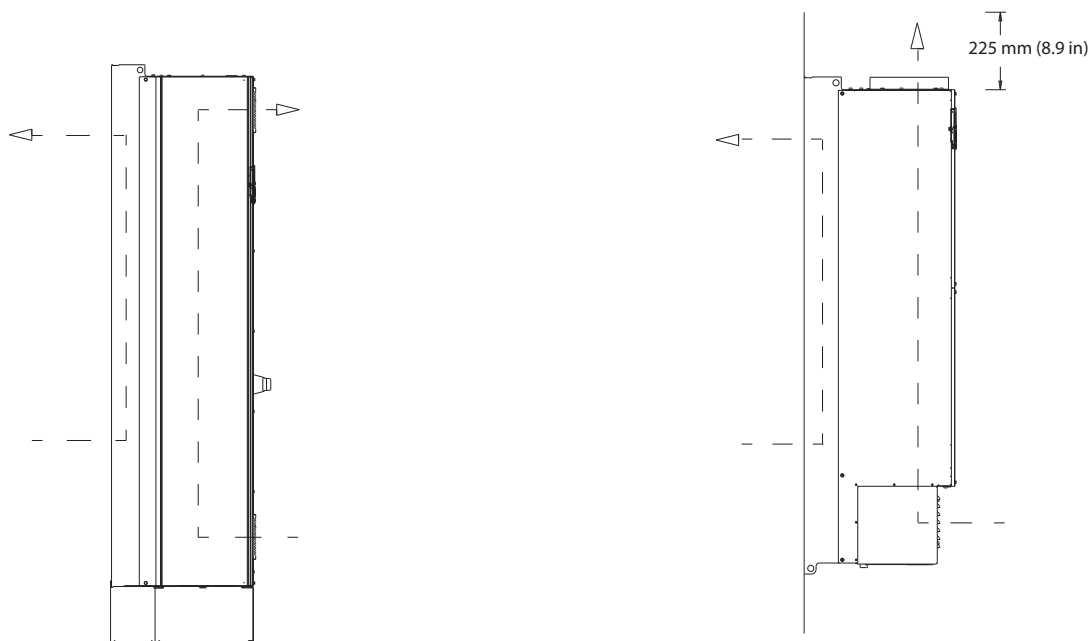
Différents kits de refroidissement par le canal de ventilation arrière permettent de rediriger la circulation de l'air en fonction de besoins particuliers. L'illustration 5.26 montre 2 configurations de circulation d'air proposées en option pour un variateur E1h-E4h.



130BF699.10

5

Illustration 5.25 Configuration de circulation d'air standard pour E1h/E2h (gauche) et E3h/E4h (droite)



130BF700.10

Illustration 5.26 Configuration de circulation d'air par l'arrière en option pour E1h/E2h (gauche) et E3h/E4h (droite)

6 Vue d'ensemble des options et accessoires

6.1 Dispositifs de bus de terrain

Cette section décrit les dispositifs de bus de terrain disponibles avec la série VLT® HVAC Drive. En utilisant un dispositif de bus de terrain, vous réduisez les coûts de votre système, vous gagnez en rapidité et en efficacité et vous bénéficiez d'une interface utilisateur plus simple. Pour obtenir les références, se reporter au chapitre 13.2 Références des options et accessoires.

6.1.1 VLT® PROFIBUS DP V1 MCA 101

Le MCA 101 propose :

- haut niveau de disponibilité et de compatibilité, support pour tous les principaux fournisseurs PLC, compatibilité avec les versions futures ;
- communication rapide et efficace, installation transparente, diagnostic avancé ainsi que paramétrage et autoconfiguration des données de process via un fichier GSD ;
- paramétrage acyclique à l'aide des automates finis PROFIBUS DP-V1, PROFdrive ou profil FC Danfoss.

6.1.2 VLT® DeviceNet MCA 104

Le MCA 104 propose :

- la prise en charge du profil de variateur de fréquence ODVA à l'aide de l'instance E/S 20/70 et 21/71 garantit la compatibilité avec les systèmes existants ;
- les avantages des politiques de tests de conformité ODVA qui garantissent que les produits sont interexploitables.

6.1.3 VLT® LonWorks MCA 108

LonWorks est un système de bus de terrain conçu pour l'automatisation des bâtiments. Il facilite la communication entre les unités individuelles d'un même système (poste à poste) et permet la décentralisation de la commande

- Pas besoin de gros poste principal (maître/esclave).
- Les unités reçoivent directement des signaux.
- Prend en charge l'interface à topologie libre Echelon (câblage et installation faciles).

- Prend en charge les options d'E/S et d'E/S intégrées (mise en œuvre facile des E/S décentralisées).
- Les signaux des capteurs sont faciles à déplacer vers un autre contrôleur via des câbles de bus.
- Certifié conforme aux spécifications de la version 3.4 LonMark.

6.1.4 VLT® BACnet MCA 109

Protocole de communications ouvert pour usage international en matière d'automatisation des bâtiments. Le protocole BACnet est un protocole international qui intègre efficacement toutes les parties de l'équipement d'automatisation des bâtiments de l'actionneur au système de gestion des bâtiments.

- BACnet constitue la norme internationale en matière d'automatisation des bâtiments.
- Norme internationale ISO 16484-5.
- Sans droit de licence, le protocole peut être utilisé dans des systèmes d'automatisation des bâtiments de toutes tailles.
- L'option BACnet permet au variateur de communiquer avec les systèmes de gestion des bâtiments fonctionnant avec le protocole BACnet.
- BACnet est généralement utilisé pour le chauffage, la ventilation, le refroidissement et le contrôle des équipements de climatisation.
- Le protocole BACnet s'intègre facilement aux réseaux d'équipements de commande existants.

6.1.5 VLT® PROFINET MCA 120

L'option MCA 120 associe la plus haute performance au plus haut degré d'ouverture. L'option a été conçue de façon à ce que les caractéristiques du VLT® PROFIBUS MCA 101 puissent être réutilisées, tout en minimisant l'effort de l'utilisateur pour faire migrer PROFINET et en sécurisant l'investissement dans le programme PLC.

- Mêmes types de PPO que le VLT® PROFIBUS DP V1 MCA 101 afin de faciliter la migration vers PROFINET.
- Serveur web intégré pour un diagnostic à distance et une lecture des paramètres de base du variateur.
- Prise en charge de MRP.

- Prise en charge de DP-V1. Le diagnostic permet une gestion facile, rapide et standardisée des avertissements et des informations relatives aux défauts dans le PLC, tout en améliorant la largeur de bande du système.
- Prise en charge de PROFIsafe s'il est associé à VLT® Safety Option MCB 152.
- Mise en œuvre conformément à la classe B de conformité.

6.1.6 VLT® EtherNet/IP MCA 121

Ethernet constitue la future norme de communication de l'usine. L'option VLT® EtherNet/IP MCA 121 s'appuie sur les nouvelles technologies disponibles pour un usage industriel et gère même les exigences les plus strictes. EtherNet/IP™ étend l'Ethernet commercial standard au protocole industriel (CIP™), le même protocole en deux couches et le même modèle objet qu'avec DeviceNet.

Le MCA 121 offre les fonctions avancées suivantes :

- répartiteur haute performance intégré permettant une topologie en ligne sans besoin d'inter-rupteurs externes ;
- anneau DLR (à partir d'octobre 2015) ;
- fonctions de commutation et de diagnostic avancées ;
- serveur web intégré ;
- client e-mail pour notification d'intervention ;
- communication monodiffusion et multidiffusion.

6.1.7 VLT® Modbus TCP MCA 122

L'option MCA 122 se connecte aux réseaux basés sur le Modbus TCP. Elle gère un intervalle de connexion jusqu'à 5 ms dans les deux sens, se plaçant parmi les dispositifs Modbus TCP performants les plus rapides du marché. Concernant la redondance du maître, elle inclut un remplacement à chaud entre 2 maîtres. Elle propose d'autres fonctions, comme :

- serveur web intégré pour le diagnostic à distance et la lecture des paramètres de base du variateur ;
- notification d'e-mail pouvant être configurée pour envoyer un e-mail vers 1 ou plusieurs destinataires si certains avertissements ou alertes sont émis ou effacés ;
- connexion PLC à maître double pour la redondance.

6.1.8 VLT® BACnet/IP MCA 125

L'option VLT® BACnet/IP MCA 125 permet une intégration rapide et facile du variateur dans des systèmes de gestion des bâtiments en utilisant le protocole BACnet/IP ou faisant fonctionner BACnet sur Ethernet. Elle peut relever et partager des points de données, et transférer des valeurs réelles et demandées entre les systèmes.

L'option MCA 125 dispose de 2 connecteurs Ethernet, ce qui permet une configuration en guirlande sans que des commutateurs externes ne soient nécessaires. Le switch à 3 ports gérés de l'option VLT® BACnet/IP MCA 125 se compose de 2 ports Ethernet externes et d'1 port Ethernet interne. Il permet l'utilisation d'une structure linéaire pour le câblage Ethernet. Cette option permet de commander en parallèle de multiples moteurs à magnétisation permanente à haute efficacité, et de contrôler les points requis dans des applications HVAC typiques. En plus des fonctionnalités standard, l'option MCA 125 présente :

- COV (changement de valeur).
- Propriété de lecture/écriture multiple.
- Notifications d'alarme/avertissement.
- Capacité de modification des noms d'objet BACnet pour plus de convivialité.
- Objet de boucle BACnet.
- Transfert de données segmentées.
- Analyse des tendances, en fonction de l'heure ou d'un événement.

6.2 Extensions fonctionnelles

Cette section décrit les options d'extensions fonctionnelles disponibles avec la série VLT® HVAC Drive. Pour obtenir les références, se reporter au *chapitre 13.2 Références des options et accessoires*.

6.2.1 VLT® General Purpose I/O Module MCB 101

L'option MCB 101 offre un large éventail d'entrées et de sorties de commande.

- 3 entrées digitales 0-24 V : logique 0 < 5 V ; logique 1 > 10 V.
- 2 entrées analogiques 0-10 V : résolution 10 bits plus signe.
- 2 sorties digitales NPN/PNP push-pull.
- 1 sortie analogique 0/4-20 mA.
- Raccord à ressort.

6.2.2 VLT® Relay Card MCB 105

L'option MCB 105 étend les fonctions relais avec 3 sorties relais supplémentaires.

- Protège le raccord du câble de commande.
- Câblage sur bornes à ressorts.

Vitesse de commutation maximum (charge nominale/charge min.)

6 minutes⁻¹/20 s⁻¹

Charge max. sur les bornes

charge résistive CA-1 : 240 V CA, 2 A

6.2.3 VLT® Analog I/O Option MCB 109

L'option VLT® Analog I/O MCB 109 peut être facilement installée dans le variateur pour une mise à niveau du rendement avancé et un contrôle via les entrées/sorties supplémentaires. Cette option actualise également le variateur avec une alimentation de secours sur batterie pour l'horloge intégrée au variateur. Cette alimentation de secours sur batterie permet une utilisation stable de toutes les actions temporisées utilisées par le variateur.

- 3 entrées analogiques, chacune étant configurable comme entrée de tension et de température.
- Connexion de signaux analogiques 0-10 V mais aussi d'entrées de température PT1000 et NI1000.
- 3 sorties analogiques, chacune étant configurable comme sorties 0-10 V.

6.2.4 VLT® PTC Thermistor Card MCB 112

La VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 offre un contrôle supplémentaire du moteur par rapport à la fonction ETR intégrée et à la borne de la thermistance.

- Protège le moteur contre les surchauffes.
- Homologation ATEX pour une utilisation avec des moteurs EX-d.
- Utilise la fonction Safe Torque Off homologuée conforme à la norme SIL 2 CEI 61508.

6.2.5 VLT® Sensor Input Option MCB 114

L'option MCB 114 protège le moteur contre les surchauffes en surveillant la température des paliers et des bobinages du moteur.

- 3 entrées de capteur autodétectrices pour les capteurs PT100/PT1000 à 2 ou 3 fils.
- 1 entrée analogique supplémentaire 4-20 mA.

6.3 Contrôle de mouvement et cartes relais

Cette section décrit les options de contrôle de mouvement et cartes relais disponibles avec la série VLT® HVAC Drive. Pour obtenir les références, se reporter au chapitre 13.2 Références des options et accessoires.

6.3.1 VLT® Extended Relay Card MCB 113

L'option MCB 113 ajoute des entrées/sorties pour une plus grande flexibilité.

- 7 entrées digitales.
- 2 sorties analogiques.
- 4 relais unipolaires bidirectionnels.
- Conforme aux recommandations NAMUR.
- Capacité d'isolation galvanique.

6.4 Résistances de freinage

Dans les applications où le moteur est utilisé comme un frein, l'énergie est générée dans le moteur et renvoyée vers le variateur. La tension du circuit CC du variateur augmente lorsque l'énergie ne peut pas être transportée à nouveau vers le moteur. Dans les applications avec freinage fréquent et/ou charges à inertie élevée, cette augmentation peut entraîner une alarme de surtension du variateur, puis un arrêt. Les résistances de freinage sont utilisées pour dissiper l'énergie excédentaire liée au freinage par récupération. La résistance est sélectionnée en fonction de sa valeur ohmique, de son taux de dissipation de puissance et de sa taille physique. Danfoss propose une gamme complète de résistances spécialement conçues pour les variateurs Danfoss. Pour connaître les références et obtenir d'autres informations sur le dimensionnement des résistances de freinage, se reporter au *Manuel de configuration du VLT® Brake Resistor MCE 101*.

6.5 Filtres sinus

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

Danfoss peut proposer un filtre sinus qui atténue le bruit acoustique du moteur. Le filtre réduit le temps de rampe d'accélération de la tension, le pic de tension de charge (U_{PIC}) et le courant d'ondulation (ΔI) vers le moteur, ce qui signifie que le courant et la tension deviennent quasiment sinusoïdaux. Le bruit acoustique du moteur est réduit au strict minimum.

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

Pour connaître les références et obtenir plus d'informations sur les filtres sinus, se reporter au *Manuel de configuration des filtres de sortie*.

6.6 Filtres dU/dt

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

Comparés aux filtres sinus, les filtres dU/dt comportent une fréquence d'arrêt supérieure à la fréquence de commutation.

Pour connaître les références et obtenir plus d'informations sur les filtres dU/dt, se reporter au *Manuel de configuration des filtres de sortie*.

6.7 Filtres de mode commun

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

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

Pour connaître les références, se reporter au *Manuel de configuration des filtres de sortie*.

6.8 Filtres harmoniques

Les filtres VLT® *Advanced Harmonic Filters AHF 005 & AHF 010* ne doivent pas être comparés aux filtres électroniques harmoniques traditionnels. Les filtres harmoniques Danfoss ont été spécialement conçus pour s'adapter aux variateurs Danfoss.

En raccordant le filtre AHF 005 ou AHF 010 face à un variateur Danfoss, la distorsion d'harmoniques de courant totale renvoyée vers le secteur est réduite à 5 % et 10 %.

Pour connaître les références et obtenir d'autres informations sur le dimensionnement des résistances de freinage, se reporter au *Manuel de configuration des VLT® Advanced Harmonic Filters AHF 005/AHF 010*.

6.9 Kits haute puissance

Des kits haute puissance, comme un refroidissement par l'arrière, un appareil de chauffage et une protection d'accès aux bornes puissance, sont disponibles pour ces boîtiers. Voir le *chapitre 13.2 Références des options et accessoires* pour une brève description et les références des kits disponibles.

7 Spécifications

7.1 Données électriques, 380–480 V

VLT® HVAC Drive FC 102	N355	N400	N560
Surcharge normale (Surcharge normale (NO) = 110 % du courant pendant 60 s)	NO	NO	NO
Sortie d'arbre typique à 400 V [kW]	355	400	450
Sortie d'arbre typique à 460 V [HP]	500	600	600
Sortie d'arbre typique à 480 V [kW]	400	500	530
Taille de boîtier	E1h/E3h	E1h/E3h	E1h/E3h
Courant de sortie (triphase)			
Continu (à 400 V) [A]	658	745	800
Intermittent (surcharge 60 s) (à 400 V) [A]	724	820	880
Continu (à 460/480 V) [A]	590	678	730
Intermittent (surcharge 60 s) (à 460/480 V) [A]	649	746	803
kVA continu (à 400 V) [kVA]	456	516	554
kVA continu (à 460 V) [kVA]	470	540	582
kVA continu (à 480 V) [kVA]	511	587	632
Courant d'entrée maximal			
Continu (à 400 V) [A]	634	718	771
Continu (à 460/480 V) [A]	569	653	704
Nombre et taille de câbles maximum par phase (E1h)			
- Secteur et moteur sans frein [mm ² (AWG)] ¹⁾	5 x 240 (5 x 500 mcm)	5 x 240 (5 x 500 mcm)	5 x 240 (5 x 500 mcm)
- Secteur et moteur avec frein [mm ² (AWG)] ¹⁾	4 x 240 (4 x 500 mcm)	4 x 240 (4 x 500 mcm)	4 x 240 (4 x 500 mcm)
- Freinage ou régénération [mm ² (AWG)] ¹⁾	2 x 185 (2 x 350 mcm)	2 x 185 (2 x 350 mcm)	2 x 185 (2 x 350 mcm)
Nombre et taille de câbles maximum par phase (E3h)			
- Secteur et moteur [mm ² (AWG)] ¹⁾	6 x 240 (6 x 500 mcm)	6 x 240 (6 x 500 mcm)	6 x 240 (6 x 500 mcm)
- Frein [mm ² (AWG)] ¹⁾	2 x 185 (2 x 350 mcm)	2 x 185 (2 x 350 mcm)	2 x 185 (2 x 350 mcm)
- Répartition de la charge ou régénération [mm ² (AWG)] ¹⁾	4 x 185 (4 x 350 mcm)	4 x 185 (4 x 350 mcm)	4 x 185 (4 x 350 mcm)
Fusibles secteur externes max. [A] ²⁾	800	800	800
Perte de puissance estimée à 400 V [W] ^{3) 4)}	6928	8036	8783
Perte de puissance estimée à 460 V [W] ³⁾⁴⁾	5910	6933	7969
Rendement ⁴⁾	0,98	0,98	0,98
Fréquence de sortie	0–590 Hz	0–590 Hz	0–590 Hz
Arrêt surtempérature radiateur [°C (°F)]	110 (230)	110 (230)	110 (230)
Arrêt surtempérature carte de commande [°C (°F)]	80 (176)	80 (176)	80 (176)
Arrêt surtempérature carte de puissance [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)
Arrêt surtempérature carte de puissance du ventilateur [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)
Arrêt surtempérature carte de précharge active [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)

Tableau 7.1 Spécifications techniques, alimentation secteur 3 x 380–480 V CA

VLT® HVAC Drive FC 102	N500	N560
Surcharge normale (Surcharge normale (NO) = 110 % du courant pendant 60 s)	NO	NO
Sortie d'arbre typique à 400 V [kW]	500	560
Sortie d'arbre typique à 460 V [HP]	650	750
Sortie d'arbre typique à 480 V [kW]	560	630
Taille de boîtier	E2h/E4h	E2h/E4h
Courant de sortie (triphase)		
Continu (à 400 V) [A]	880	990
Intermittent (surcharge 60 s) (à 400 V) [A]	968	1089
Continu (à 460/480 V) [A]	780	890
Intermittent (surcharge 60 s) (à 460/480 V) [A]	858	979
kVA continu (à 400 V) [kVA]	610	686
kVA continu (à 460 V) [kVA]	621	709
kVA continu (à 480 V) [kVA]	675	771
Courant d'entrée maximal		
Continu (à 400 V) [A]	848	954
Continu (à 460/480 V) [A]	752	848
Nombre et taille de câbles maximum par phase (E2h)		
- Secteur et moteur sans frein [mm ² (AWG)] ¹⁾	6 x 240 (6 x 500 mcm)	6 x 240 (6 x 500 mcm)
- Secteur et moteur avec frein [mm ² (AWG)] ¹⁾	5 x 240 (5 x 500 mcm)	5 x 240 (5 x 500 mcm)
- Freinage ou régénération [mm ² (AWG)] ¹⁾	2 x 185 (2 x 350 mcm)	2 x 185 (2 x 350 mcm)
Nombre et taille de câbles maximum par phase (E4h)		
- Secteur et moteur [mm ² (AWG)] ¹⁾	6 x 240 (6 x 500 mcm)	6 x 240 (6 x 500 mcm)
- Frein [mm ² (AWG)] ¹⁾	2 x 185 (2 x 350 mcm)	2 x 185 (2 x 350 mcm)
- Répartition de la charge ou régénération [mm ² (AWG)] ¹⁾	4 x 185 (4 x 350 mcm)	4 x 185 (4 x 350 mcm)
Fusibles secteur externes max. [A] ²⁾	1200	1200
Perte de puissance estimée à 400 V [W] ^{3) 4)}	9473	11102
Perte de puissance estimée à 460 V [W] ³⁾⁴⁾	7809	9236
Rendement ⁴⁾	0,98	0,98
Fréquence de sortie	0–590 Hz	0–590 Hz
Arrêt surtempérature radiateur [°C (°F)]	110 (230)	100 (212)
Arrêt surtempérature carte de commande [°C (°F)]	80 (176)	80 (176)
Arrêt surtempérature carte de puissance [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)
Arrêt surtempérature carte de puissance du ventilateur [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)
Arrêt surtempérature carte de précharge active [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)

Tableau 7.2 Spécifications techniques, alimentation secteur 3 x 380–480 V CA

1) American Wire Gauge (calibre américain des fils).

2) Pour connaître les calibres des fusibles, voir le chapitre 10.5 Fusibles et disjoncteurs.

3) La perte de puissance typique, mesurée dans des conditions normales, doit être de ±15 % (la tolérance est liée à la variété des conditions de tension et de câblage). Ces valeurs s'appuient sur le rendement typique d'un moteur (limite IE/IE3). Les moteurs de moindre rendement augmentent la perte de puissance du variateur. S'applique au dimensionnement du refroidissement du variateur. Si la fréquence de commutation est supérieure au réglage par défaut, les pertes de puissance peuvent augmenter. Les puissances consommées par le LCP et la carte de commande sont incluses. Pour connaître les données des pertes de puissance selon la norme EN 50598-2, consulter le site www.danfoss.com/vltenenergyefficiency. Des options et la charge client peuvent accroître les pertes de 30 W max., bien que généralement on compte seulement 4 W pour une carte de commande à pleine charge ou des options pour les emplacements A et B.

4) Mesuré avec des câbles de moteur blindés de 5 m (16,4 pi) à la charge et à la fréquence nominales. Rendement mesuré au courant nominal. Pour connaître la classe de rendement énergétique, voir le chapitre 7.5 Conditions ambiantes. Pour connaître les pertes de charge partielles, voir www.danfoss.com/vltenenergyefficiency.

7.2 Données électriques, 525–690 V

VLT® HVAC Drive FC 102	N450	N500	N560	N630
Surcharge normale (Surcharge normale (NO) = 110 % du courant pendant 60 s)	NO	NO	NO	NO
Sortie d'arbre typique à 550 V [kW]	355	400	450	500
Sortie d'arbre typique à 575 V [HP]	450	500	600	650
Sortie d'arbre typique à 690 V [kW]	450	500	560	630
Taille de boîtier	E1h/E3h	E1h/E3h	E1h/E3h	E1h/E3h
Courant de sortie (triphase)				
Continu (à 550 V) [A]	470	523	596	630
Intermittent (surcharge 60 s) (à 550 V) [A]	517	575	656	693
Continu (à 575/690 V) [A]	450	500	570	630
Intermittent (surcharge 60 s) (à 575/690 V) [A]	495	550	627	693
kVA continu (à 550 V) [kVA]	448	498	568	600
kVA continu (à 575 V) [kVA]	448	498	568	627
kVA continu (à 690 V) [kVA]	538	598	681	753
Courant d'entrée maximal				
Continu (à 550 V) [A]	453	504	574	607
Continu (à 575 V) [A]	434	482	549	607
Continu (à 690 V) [A]	434	482	549	607
Nombre et taille de câbles maximum par phase (E1h)				
- Secteur et moteur sans frein [mm ² (AWG)] ¹⁾	5 x 240 (5 x 500 mcm)	5 x 240 (5 x 500 mcm)	5 x 240 (5 x 500 mcm)	6 x 240 (6 x 500 mcm)
- Secteur et moteur avec frein [mm ² (AWG)] ¹⁾	4 x 240 (4 x 500 mcm)	4 x 240 (4 x 500 mcm)	4 x 240 (4 x 500 mcm)	5 x 240 (5 x 500 mcm)
- Freinage ou régénération [mm ² (AWG)] ¹⁾	2 x 185 (2 x 350 mcm)	2 x 185 (2 x 350 mcm)	2 x 185 (2 x 350 mcm)	2 x 185 (2 x 350 mcm)
Nombre et taille de câbles maximum par phase (E3h)				
- Secteur et moteur [mm ² (AWG)] ¹⁾	6 x 240 (6 x 500 mcm)	6 x 240 (6 x 500 mcm)	6 x 240 (6 x 500 mcm)	6 x 240 (6 x 500 mcm)
- Frein [mm ² (AWG)] ¹⁾	2 x 185 (2 x 350 mcm)	2 x 185 (2 x 350 mcm)	2 x 185 (2 x 350 mcm)	2 x 185 (2 x 350 mcm)
- Répartition de la charge ou régénération [mm ² (AWG)] ¹⁾	4 x 185 (4 x 350 mcm)	4 x 185 (4 x 350 mcm)	4 x 185 (4 x 350 mcm)	4 x 185 (4 x 350 mcm)
Fusibles secteur externes max. [A] ²⁾	800	800	800	800
Perte de puissance estimée à 600 V [W] ³⁾⁴⁾	6062	6879	8076	9208
Perte de puissance estimée à 690 V [W] ³⁾⁴⁾	5939	6715	7852	8921
Rendement ⁴⁾	0,98	0,98	0,98	0,98
Fréquence de sortie [Hz]	0–590	0–590	0–590	0–590
Arrêt surtempérature radiateur [°C (°F)]	110 (230)	110 (230)	110 (230)	110 (230)
Arrêt surtempérature carte de commande [°C (°F)]	80 (176)	80 (176)	80 (176)	80 (176)
Arrêt surtempérature carte de puissance [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)	85 (185)
Arrêt surtempérature carte de puissance du ventilateur [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)	85 (185)
Arrêt surtempérature carte de précharge active [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)	85 (185)

Tableau 7.3 Spécifications techniques, alimentation secteur 3 x 525–690 V CA

VLT® HVAC Drive FC 102	N710	N800
Surcharge normale (Surcharge normale (NO) = 110 % du courant pendant 60 s)	NO	NO
Sortie d'arbre typique à 550 V [kW]	560	670
Sortie d'arbre typique à 575 V [HP]	750	950
Sortie d'arbre typique à 690 V [kW]	710	800
Taille de boîtier	E2h/E4h	E2h/E4h
Courant de sortie (triphase)		
Continu (à 550 V) [A]	763	889
Intermittent (surcharge 60 s) (à 550 V) [A]	839	978
Continu (à 575/690 V) [A]	730	850
Intermittent (surcharge 60 s) (à 575/690 V) [A]	803	935
kVA continu (à 550 V) [kVA]	727	847
kVA continu (à 575 V) [kVA]	727	847
kVA continu (à 690 V) [kVA]	872	1016
Courant d'entrée maximal		
Continu (à 550 V) [A]	735	857
Continu (à 575 V) [A]	704	819
Continu (à 690 V) [A]	704	819
Nombre et taille de câbles maximum par phase (E2h)		
- Secteur et moteur sans frein [mm ² (AWG)] ¹⁾	6 x 240 (6 x 500 mcm)	6 x 240 (6 x 500 mcm)
- Secteur et moteur avec frein [mm ² (AWG)] ¹⁾	5 x 240 (5 x 500 mcm)	5 x 240 (5 x 500 mcm)
- Freinage ou régénération [mm ² (AWG)] ¹⁾	2 x 185 (2 x 350 mcm)	2 x 185 (2 x 350 mcm)
Nombre et taille de câbles maximum par phase (E4h)		
- Secteur et moteur [mm ² (AWG)] ¹⁾	6 x 240 (6 x 500 mcm)	6 x 240 (6 x 500 mcm)
- Frein [mm ² (AWG)] ¹⁾	2 x 185 (2 x 350 mcm)	2 x 185 (2 x 350 mcm)
- Répartition de la charge ou régénération [mm ² (AWG)] ¹⁾	4 x 185 (4 x 350 mcm)	4 x 185 (4 x 350 mcm)
Fusibles secteur externes max. [A] ²⁾	1200	1200
Perte de puissance estimée à 600 V [W] ³⁾⁴⁾	10346	12723
Perte de puissance estimée à 690 V [W] ³⁾⁴⁾	10066	12321
Rendement ⁴⁾	0,98	0,98
Fréquence de sortie [Hz]	0-590	0-590
Arrêt surtempérature radiateur [°C (°F)]	110 (230)	110 (230)
Arrêt surtempérature carte de commande [°C (°F)]	80 (176)	80 (176)
Arrêt surtempérature carte de puissance [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)
Arrêt surtempérature carte de puissance du ventilateur [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)
Arrêt surtempérature carte de précharge active [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)

Tableau 7.4 Spécifications techniques, alimentation secteur 3 x 525-690 V CA

1) American Wire Gauge (calibre américain des fils).

2) Pour connaître les calibres des fusibles, voir le chapitre 10.5 Fusibles et disjoncteurs.

3) La perte de puissance typique, mesurée dans des conditions normales, doit être de ± 15 % (la tolérance est liée à la variété des conditions de tension et de câblage). Ces valeurs s'appuient sur le rendement typique d'un moteur (limite IE/IE3). Les moteurs de moindre rendement augmentent la perte de puissance du variateur. S'applique au dimensionnement du refroidissement du variateur. Si la fréquence de commutation est supérieure au réglage par défaut, les pertes de puissance peuvent augmenter. Les puissances consommées par le LCP et la carte de commande sont incluses. Pour connaître les données des pertes de puissance selon la norme EN 50598-2, consulter le site www.danfoss.com/vltenergyefficiency. Des options et la charge client peuvent accroître les pertes de 30 W max., bien que généralement on compte seulement 4 W pour une carte de commande à pleine charge ou des options pour les emplacements A et B.

4) Mesuré avec des câbles de moteur blindés de 5 m (16,4 pi) à la charge et à la fréquence nominales. Rendement mesuré au courant nominal. Pour connaître la classe de rendement énergétique, voir le chapitre 7.5 Conditions ambiantes. Pour connaître les pertes de charge partielles, voir www.danfoss.com/vltenergyefficiency.

7.3 Alimentation secteur

Alimentation secteur (L1, L2, L3)

Tension d'alimentation	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 continue de fonctionner jusqu'à ce que la tension présente sur le circuit intermédiaire descende sous le seuil d'arrêt minimum, qui correspond généralement à 15 % de moins que la tension nominale d'alimentation la plus basse du variateur. 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.

Fréquence d'alimentation	50/60 Hz ±5 %
--------------------------	---------------

Écart temporaire maximum entre phases secteur	3,0 % de la tension nominale d'alimentation ¹⁾
---	---

Facteur de puissance réelle (λ)	≥ 0,9 à charge nominale
---	-------------------------

Facteur de puissance de déphasage ($\cos \Phi$) à proximité de l'unité	(>0,98)
--	---------

Commutation sur l'entrée d'alimentation L1, L2, L3 (mises sous tension)	Maximum 1 fois/2 minutes
---	--------------------------

Environnement conforme à la norme EN 60664-1	Catégorie de surtension III/degré de pollution 2
--	--

L'utilisation du variateur convient sur un circuit capable de délivrer un courant nominal de court-circuit (SCCR) allant jusqu'à 100 kA à 480/600 V.

1) Les calculs reposent sur la norme UL/CEI 61800-3.

7.4 Puissance et données du moteur

Puissance du moteur (U, V, W)

Tension de sortie	0-100 % de la tension d'alimentation
-------------------	--------------------------------------

Fréquence de sortie	0-590 Hz ¹⁾
---------------------	------------------------

Commutation sur la sortie	Illimitée
---------------------------	-----------

Temps de rampe	0,01–3 600 s
----------------	--------------

1) Dépend de la tension et de la puissance

Caractéristiques de couple

Couple de démarrage (couple constant)	Maximum 150 % pendant 60 s ¹⁾²⁾
---------------------------------------	--

Surcouple (couple constant)	Maximum 150 % pendant 60 s ¹⁾²⁾
-----------------------------	--

1) Le pourcentage se réfère au courant nominal du variateur.

2) Une fois toutes les 10 minutes.

7.5 Conditions ambiantes

Environnement

Boîtier E1h/E2h	IP21/Type 1, IP54/Type 12
-----------------	---------------------------

Boîtier E3h/E4h	IP20/Châssis
-----------------	--------------

Essai de vibration (standard/renforcé)	0,7 g/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 ₂ S	Classe Kd
---	-----------

Gaz agressifs (CEI 60721-3-3)	Classe 3C3
-------------------------------	------------

Méthode d'essai conforme à CEI 60068-2-43	H2S (10 jours)
---	----------------

Température ambiante (en mode de commutation SFAVM)	
---	--

- avec déclassement	Maximum 55 °C (131 °F) ¹⁾
---------------------	--------------------------------------

- avec puissance de sortie totale des moteurs EFF2 typiques (jusqu'à 90 % du courant de sortie)	Maximum 50 °C (122 °F) ¹⁾
---	--------------------------------------

- avec courant de sortie FC continu max.	Maximum 45 °C (113 °F) ¹⁾
--	--------------------------------------

Température ambiante min. en pleine exploitation	0 °C (32 °F)
--	--------------

Température ambiante min. en exploitation réduite	10 °C (50 °F)
---	---------------

Température durant le stockage/transport	-25 à +65/70 °C (13 à 149/158 °F)
--	-----------------------------------

Altitude max. au-dessus du niveau de la mer sans déclassement	1 000 m (3 281 pi)
---	--------------------

Altitude max. au-dessus du niveau de la mer avec déclassement	3 000 m (9 842 pi)
---	--------------------

1) Pour plus d'informations sur le déclassement, voir le chapitre 9.6 Déclassement.

Normes CEM, Émission	EN 61800-3
Normes CEM, Immunité	EN 61800-3
Classe de rendement énergétique ¹⁾	IE2

1) Déterminée d'après la norme EN 50598-2 à :

- Charge nominale
- 90 % de la fréquence nominale
- Fréquence de commutation au réglage usine
- Type de modulation au réglage usine

7.6 Spécifications du câble

Longueurs et sections des câbles de commande¹⁾

Longueur max. du câble du moteur, blindé/armé	150 m (492 pi)
Longueur max. du câble du moteur, non blindé/non armé	300 m (984 pi)
Section maximum pour moteur, secteur, répartition de la charge et frein	Consulter le <i>chapitre 7 Spécifications</i> .
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 /23 AWG

1) Pour connaître les câbles de puissance, voir le chapitre 7.1 Données électriques, 380–480 V et le chapitre 7.2 Données électriques, 525–690 V.

7.7 Entrée/sortie de commande et données de commande

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	Environ 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 A53 et A54
Mode tension	Commutateur A53/A54 = (U)
Niveau de tension	-10 à +10 V (échelonnable)
Résistance d'entrée, R _i	Environ 10 kΩ
Tension maximale	±20 V
Mode courant	Commutateur A53/A54 = (I)
Niveau de courant	0/4 à 20 mA (échelonnable)
Résistance d'entrée, R _i	Environ 200 Ω
Courant maximal	30 mA
Résolution des entrées analogiques	10 bits (signe +)
Précision des entrées analogiques	Erreur max. 0,5 % de l'échelle totale

Largeur de bande 100 Hz

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

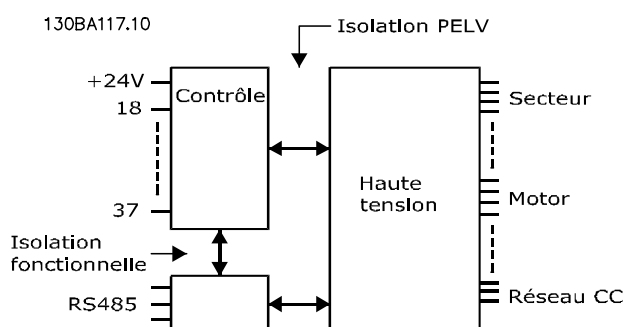


Illustration 7.1 Isolation PELV

Entrées impulsions

Entrées impulsions programmables	2
Nombre de bornes impulsion	29, 33
Fréquence maximale aux bornes 29, 33 (activation push-pull)	110 kHz
Fréquence maximale aux bornes 29, 33 (collecteur ouvert)	5 kHz
Fréquence minimale aux bornes 29, 33	4 Hz
Niveau de tension	Voir le chapitre 7.7.1 Entrées digitales
Tension maximale sur l'entrée	28 V CC
Résistance d'entrée, R_i	Environ 4 k Ω
Précision d'entrée d'impulsion (0,1-1 kHz)	Erreur maximale : 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 maximale : 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 RS485

N° de borne	68 (P, TX+, RX+), 69 (N, TX-, RX-)
Borne n° 61	Commun des bornes 68 et 69

Le circuit de communication série RS485 est séparé fonctionnellement des autres circuits centraux et isolé galvaniquement de la tension d'alimentation (PELV).

Sortie digitale

Sorties digitales/impulsionnelles 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 k Ω
Charge capacitive max. à la sortie en fréquence	10 nF
Fréquence de sortie min. à la sortie en fréquence	0 Hz
Fréquence de sortie max. à la sortie en fréquence	32 kHz
Précision de la sortie en fréquence	Erreur maximale : 0,1 % de l'échelle totale
Résolution des sorties en fréquence	12 bits

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

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

Carte de commande, sortie 24 V CC

N° de borne	12, 13
Charge maximale	200 mA

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

Sorties relais

Sorties relais programmables	2
Section max. des bornes de relais	2,5 mm ² (12 AWG)
Section min. des bornes de relais	0,2 mm ² (30 AWG)
Longueur de fil dénudé	8 mm (0,3 po)
N° de borne relais 01	1-3 (interruption), 1-2 (établissement)
Charge maximale sur les bornes (CA-1) ¹⁾ sur 1-2 (NO) (charge résistive) ²⁾³⁾	400 V CA, 2 A
Charge maximale sur les bornes (CA-15) ¹⁾ sur 1-2 (NO) (charge inductive à cosφ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
Charge maximale sur les bornes (CC-1) ¹⁾ sur 1-2 (NO) (charge résistive)	80 V CC, 2 A
Charge maximale sur les bornes (CC-13) ¹⁾ sur 1-2 (NO) (charge inductive)	24 V CC, 0,1 A
Charge maximale sur les bornes (CA-1) ¹⁾ sur 1-3 (NF) (charge résistive)	240 V CA, 2 A
Charge maximale sur les bornes (CA-15) ¹⁾ sur 1-3 (NF) (charge inductive à cosφ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
Charge maximale sur les bornes (CC-1) ¹⁾ sur 1-3 (NF) (charge résistive)	50 V CC, 2 A
Charge maximale sur les bornes (CC-13) ¹⁾ sur 1-3 (NF) (charge inductive)	24 V CC, 0,1 A
Charge minimale sur les bornes sur 1-3 (NF), 1-2 (NO)	24 V CC 10 mA, 24 V CA 2 mA
Environnement conforme à la norme EN 60664-1	Catégorie de surtension III/degré de pollution 2
N° de borne relais 02	4-6 (interruption), 4-5 (établissement)
Charge maximale sur les bornes (CA-1) ¹⁾ sur 4-5 (NO) (charge résistive) ²⁾³⁾	400 V CA, 2 A
Charge maximale sur les bornes (CA-15) ¹⁾ sur 4-5 (NO) (charge inductive à cosφ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
Charge maximale sur les bornes (CC-1) ¹⁾ sur 4-5 (NO) (charge résistive)	80 V CC, 2 A
Charge maximale sur les bornes (CC-13) ¹⁾ sur 4-5 (NO) (charge inductive)	24 V CC, 0,1 A
Charge maximale sur les bornes (CA-1) ¹⁾ sur 4-6 (NF) (charge résistive)	240 V CA, 2 A
Charge maximale sur les bornes (CA-15) ¹⁾ sur 4-6 (NF) (charge inductive à cosφ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
Charge maximale sur les bornes (CC-1) ¹⁾ sur 4-6 (NF) (charge résistive)	50 V CC, 2 A
Charge maximale sur les bornes (CC-13) ¹⁾ sur 4-6 (NF) (charge inductive)	24 V CC, 0,1 A
Charge minimale sur les bornes sur 4-6 (NF), 4-5 (NO)	24 V CC 10 mA, 24 V CA 2 mA
Environnement conforme à la norme EN 60664-1	Catégorie de surtension III/degré de pollution 2

Les contacts de relais sont isolés galvaniquement du reste du circuit par une isolation renforcée (PELV).

1) CEI 60947 parties 4 et 5.

2) Catégorie de surtension II.

3) Applications UL 300 V CA 2 A.

Carte de commande, sortie +10 V CC

N° de borne	50
Tension de sortie	10,5 V ±0,5 V
Charge maximale	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 0-1 000 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)	30-4 000 tr/min : erreur maximum de ±8 tr/min

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

Performance de la carte de commande

Intervalle de balayage	5 ms
------------------------	------

Carte de commande, communication série USB

Norme USB

1.1 (pleine vitesse)

Fiche USB

Fiche dispositif USB de type B

AVIS!

La connexion au PC est réalisée via un câble USB standard hôte/dispositif.

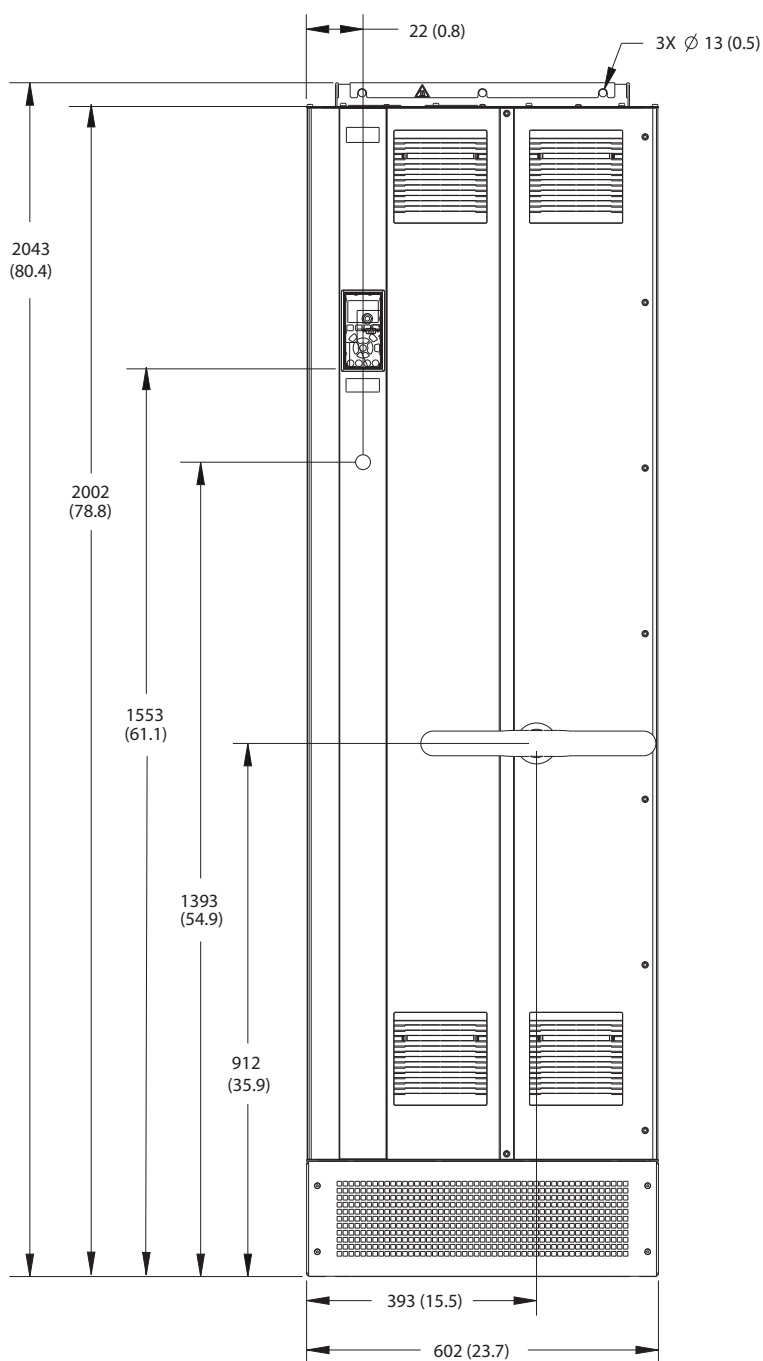
La connexion USB est isolée galvaniquement de la tension d'alimentation (PELV) et d'autres bornes haute tension.

La connexion USB n'est pas isolée galvaniquement de la terre de protection. Utiliser uniquement un ordinateur portable ou de bureau isolé en tant que connexion au connecteur USB sur le variateur ou un câble/connecteur USB isolé.

8 Dimensions extérieures et des bornes

8.1 Dimensions extérieures et des bornes E1h

8.1.1 Dimensions extérieures E1h

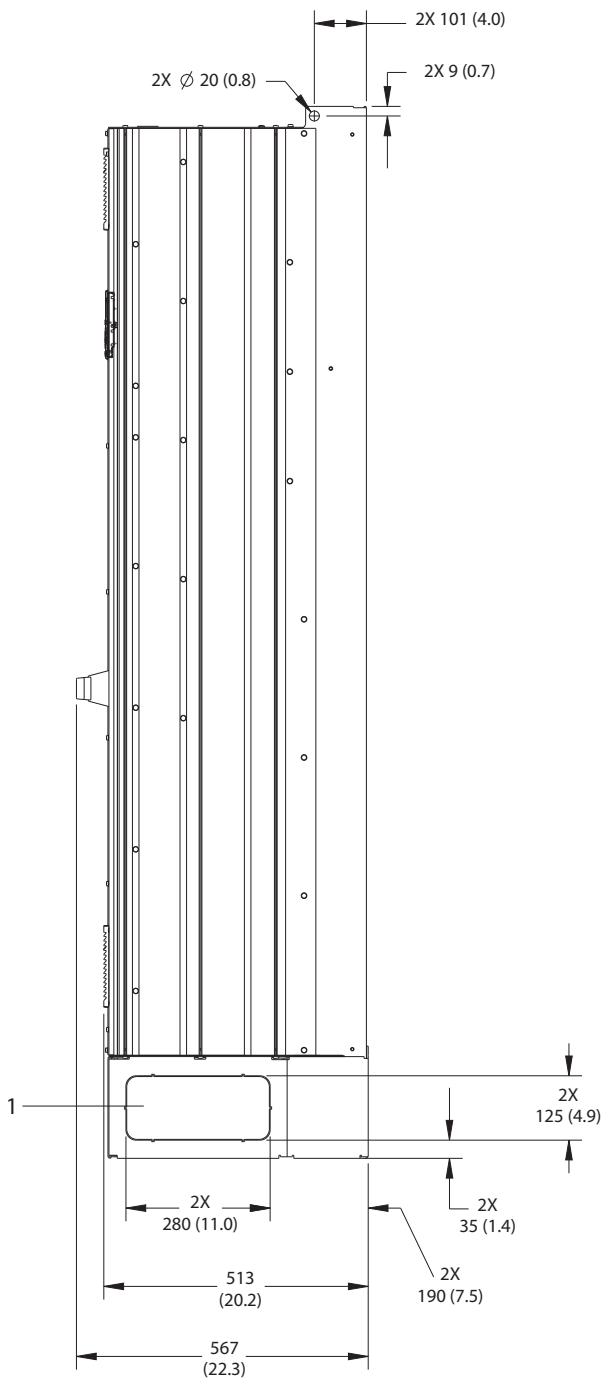


130BF648.10

8

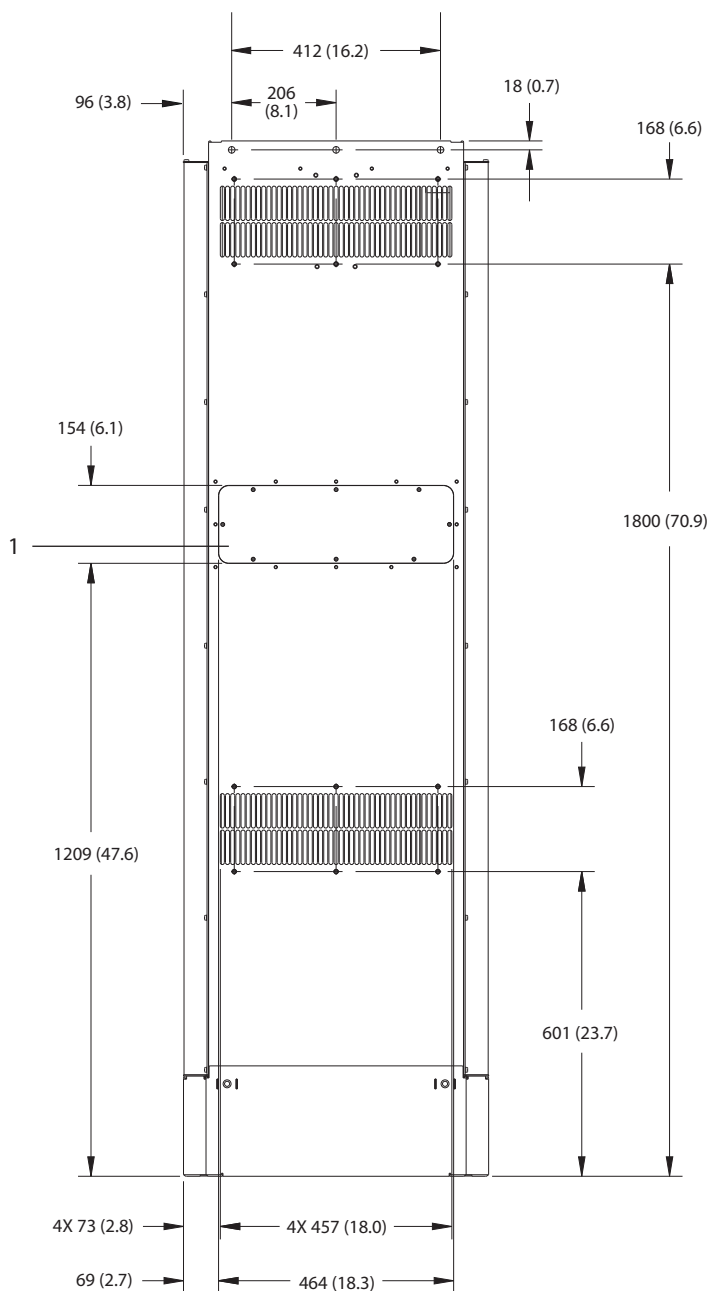
Illustration 8.1 Vue frontale du boîtier E1h

8



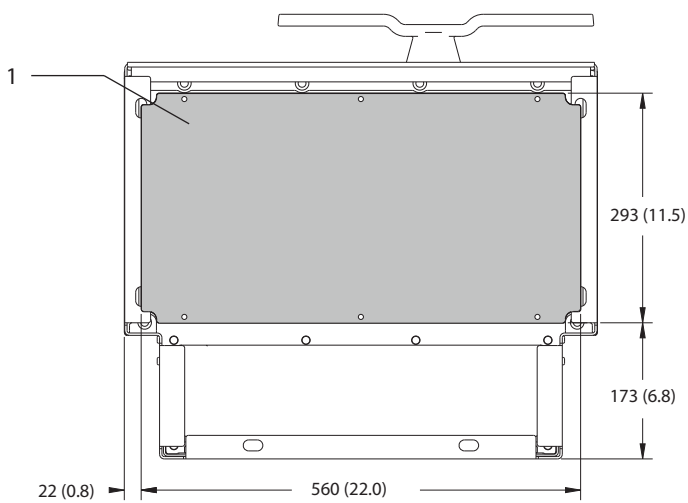
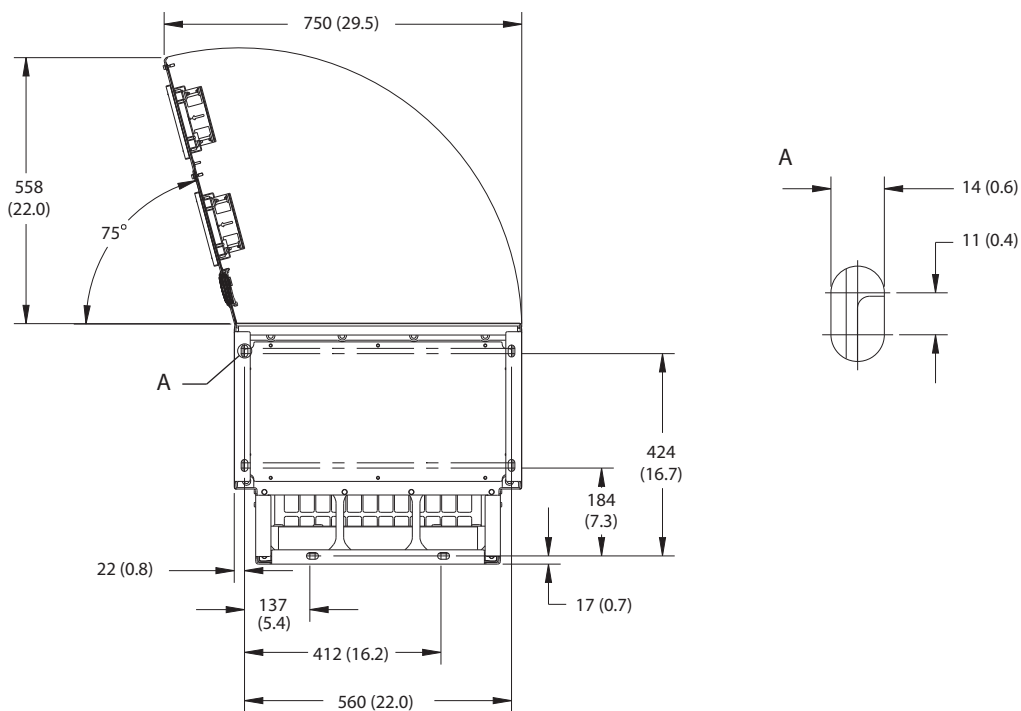
1	Panneau de coupure
---	--------------------

Illustration 8.2 Vue latérale du boîtier E1h



1	Trappe d'accès au radiateur arrière (en option)
---	---

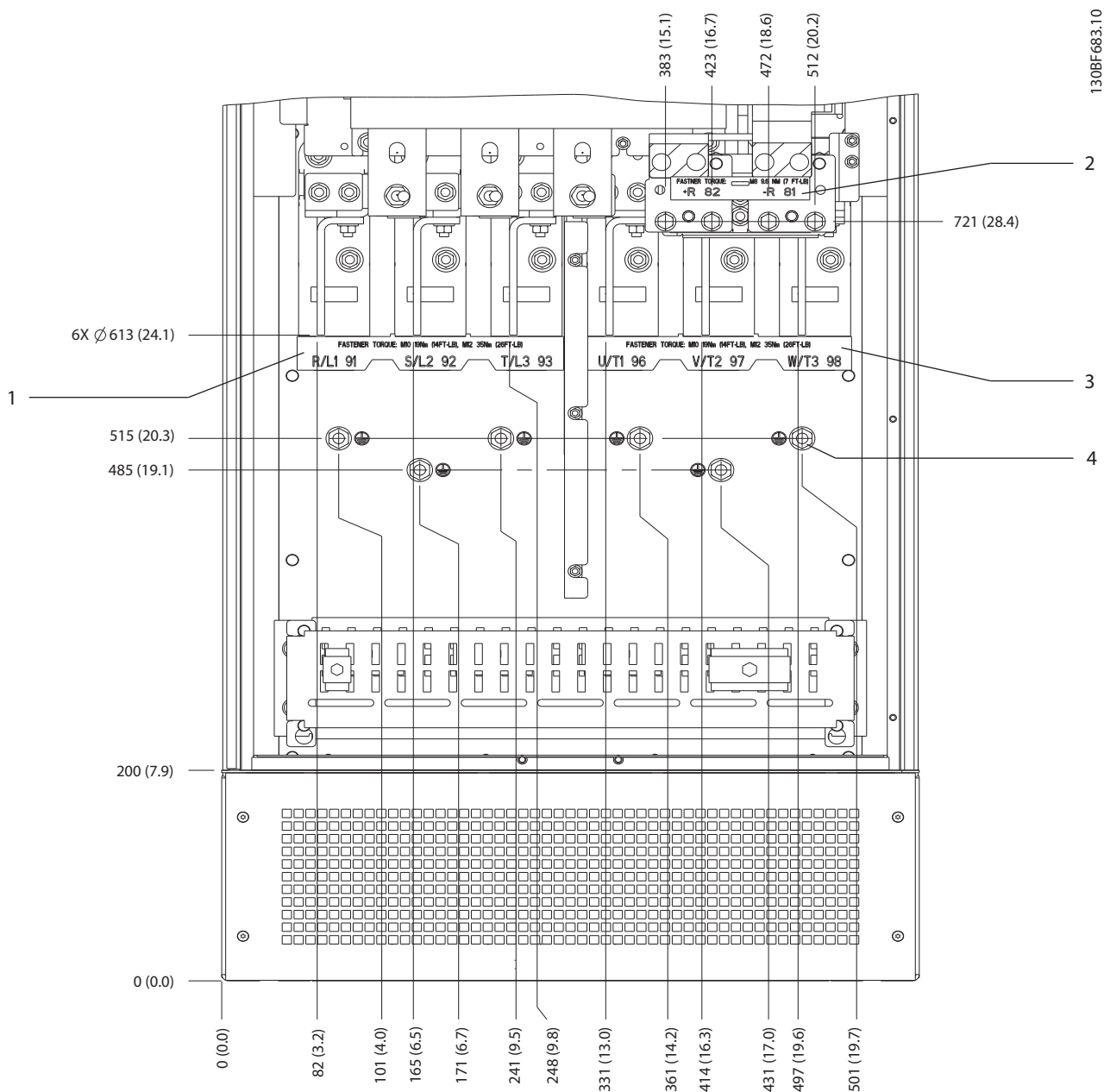
Illustration 8.3 Vue arrière du boîtier E1h



1	Plaque presse-étoupe
---	----------------------

Illustration 8.4 Espace pour la porte et dimensions de la plaque presse-étoupe du boîtier E1h

8.1.2 Dimensions des bornes E1h



8

Illustration 8.5 Dimensions des bornes E1h (vue de face)

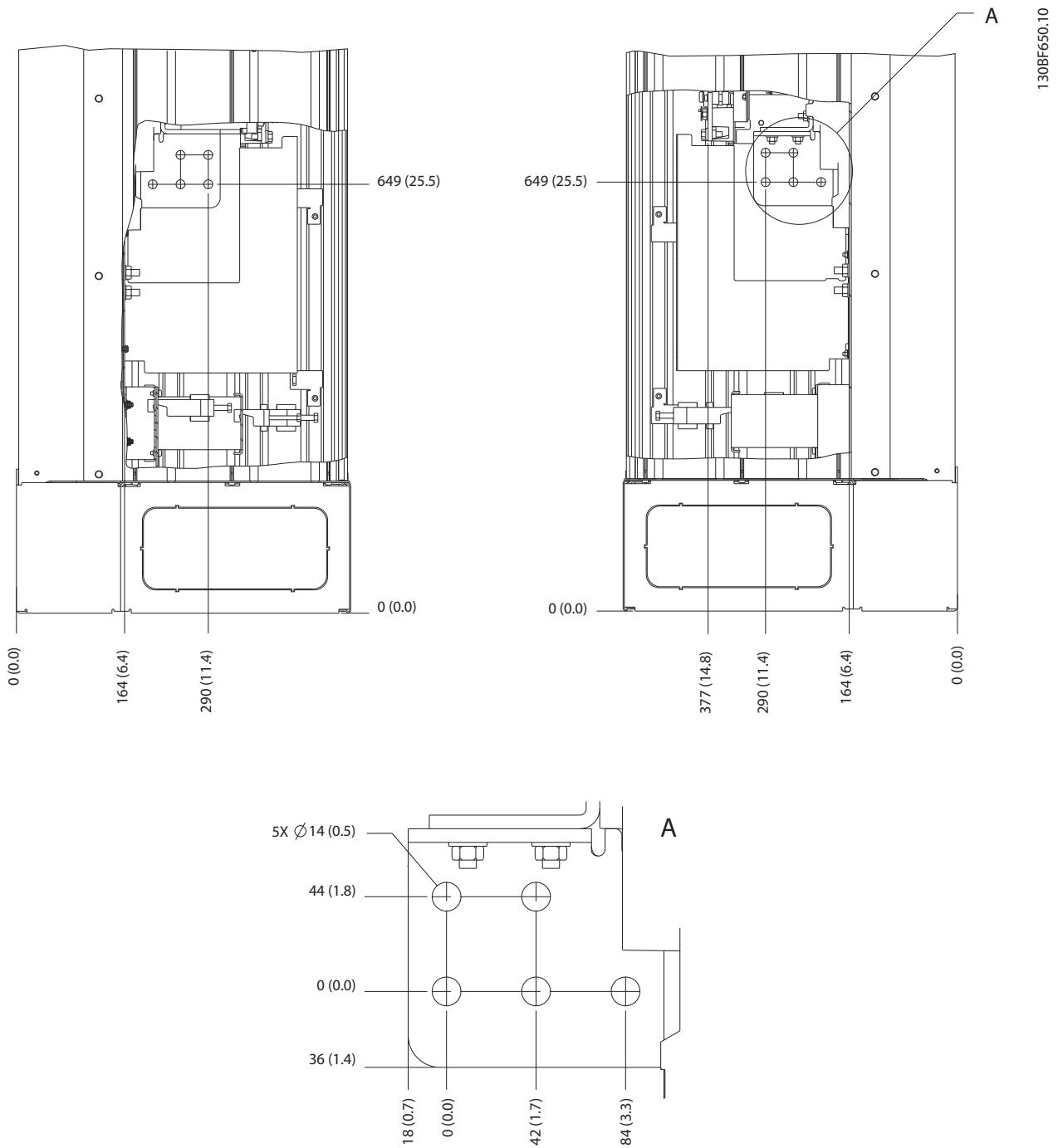
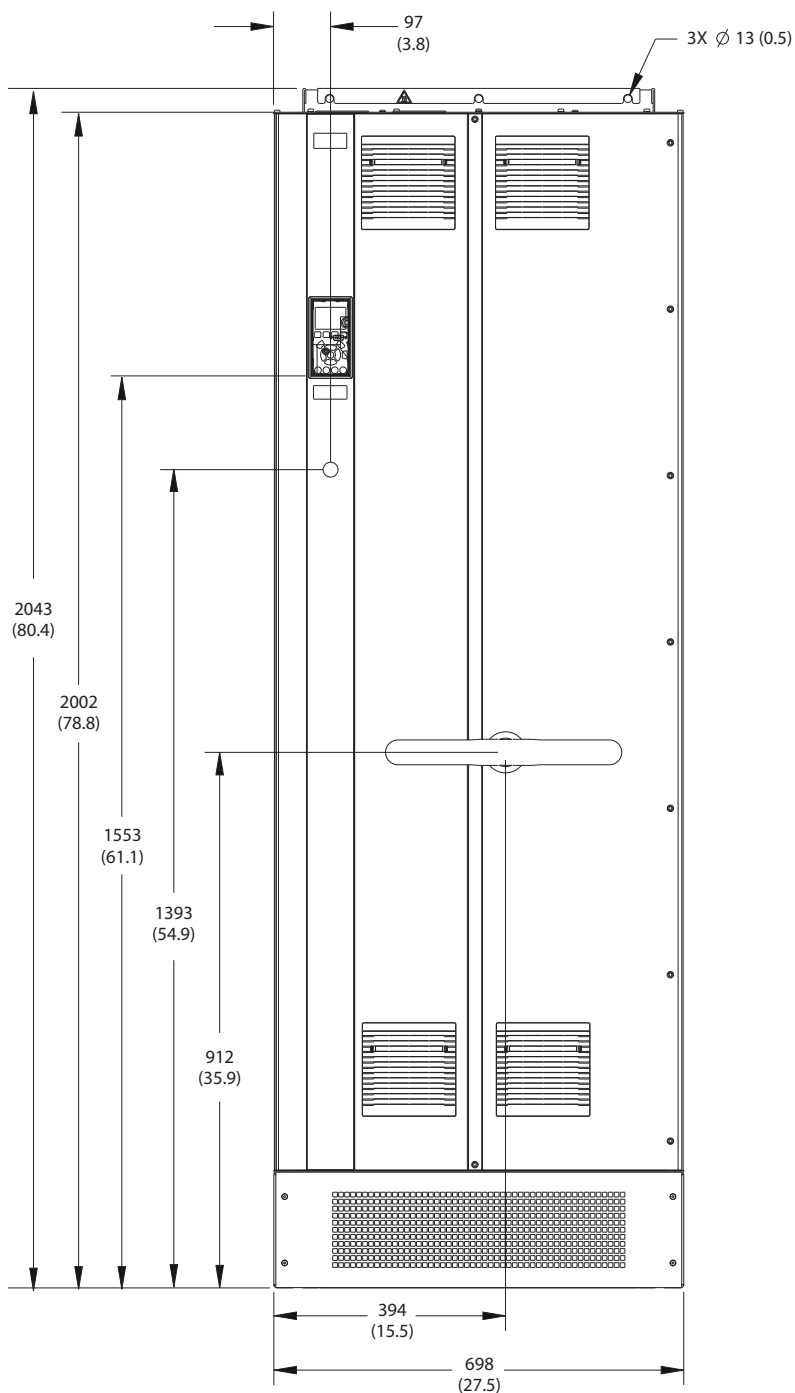


Illustration 8.6 Dimensions des bornes E1h (vues latérales)

8.2 Dimensions extérieures et des bornes E2h

8.2.1 Dimensions extérieures E2h

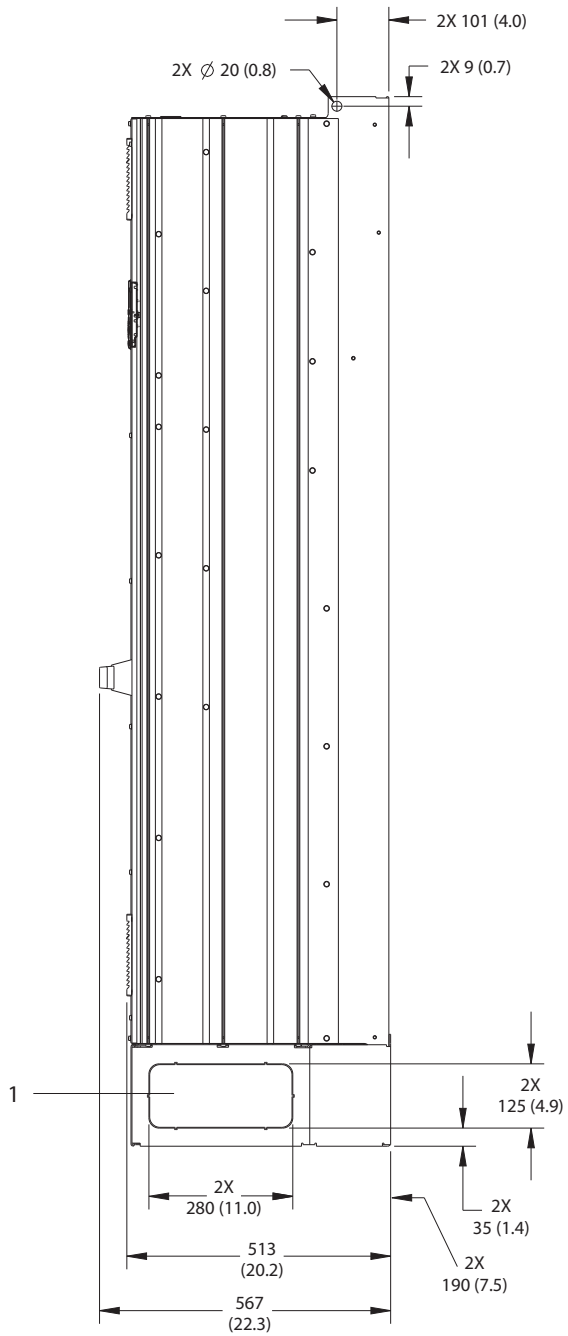


130BF654.10

8

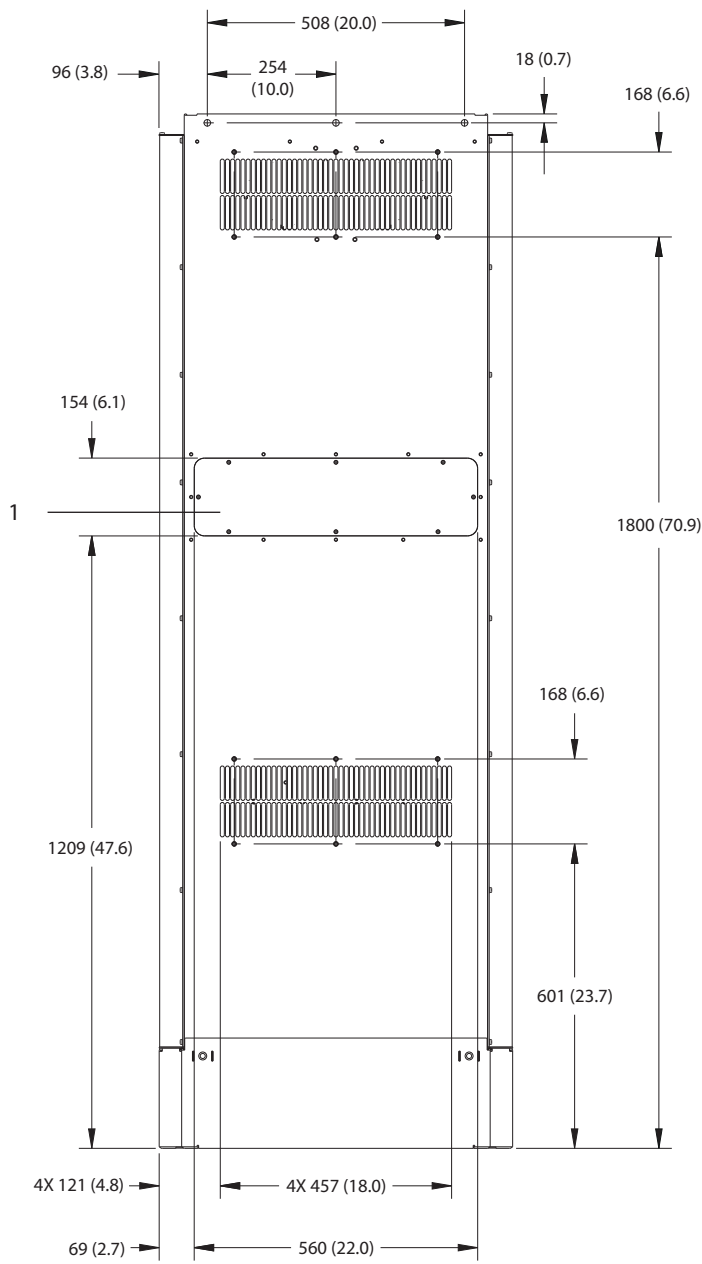
Illustration 8.7 Vue frontale du boîtier E2h

8



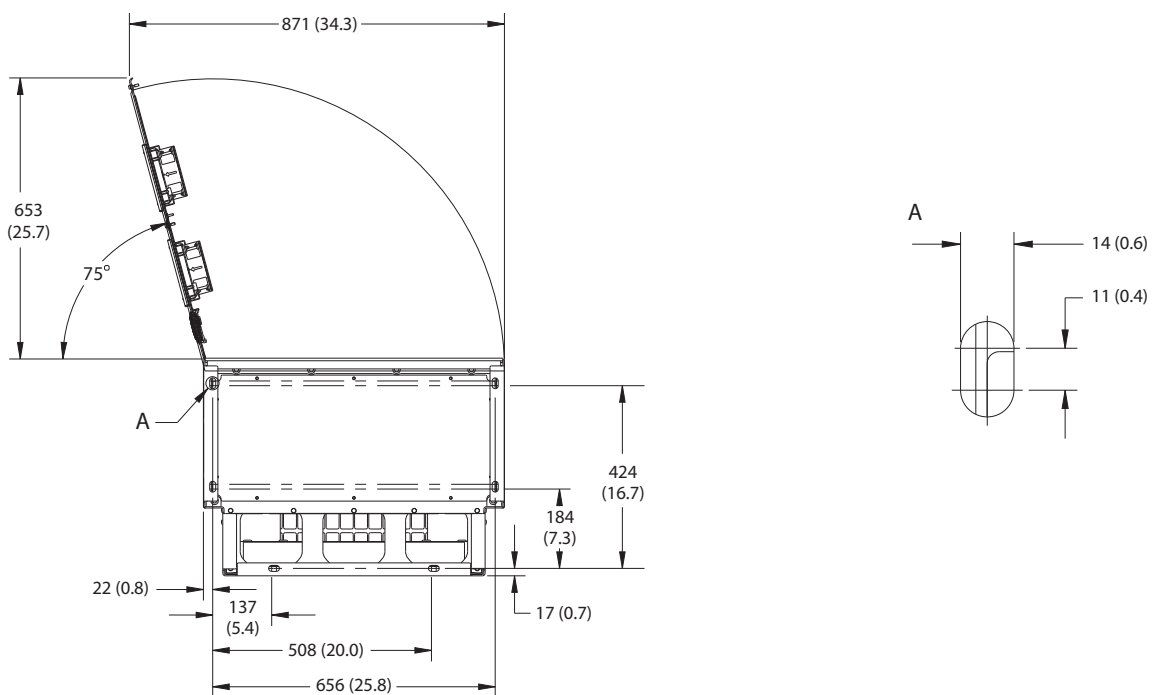
1	Panneau de coupure
---	--------------------

Illustration 8.8 Vue latérale du boîtier E2h

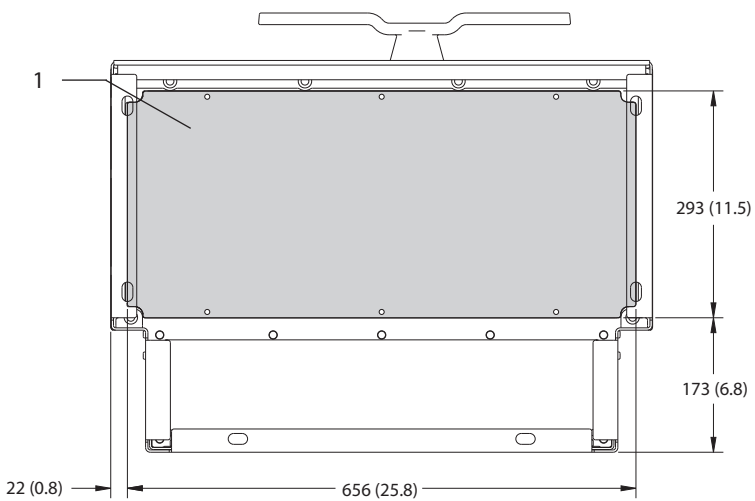


1	Trappe d'accès au radiateur arrière (en option)
---	---

Illustration 8.9 Vue arrière du boîtier E2h



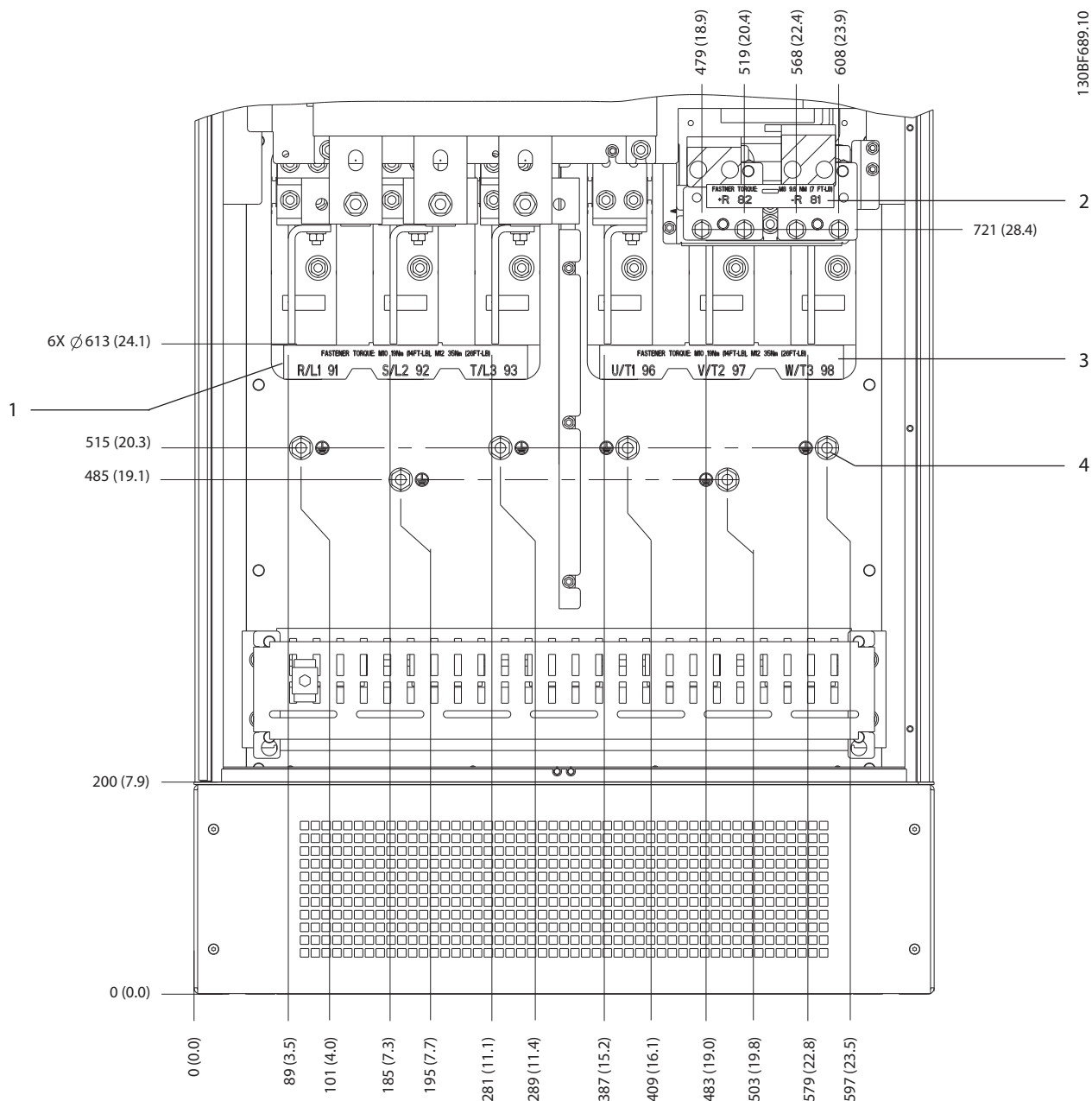
8



1	Plaque presse-étoupe
---	----------------------

Illustration 8.10 Espace pour la porte et dimensions de la plaque presse-étoupe du boîtier E2h

8.2.2 Dimensions des bornes E2h



8

1	Bornes d'alimentation	3	Bornes du moteur
2	Bornes de freinage ou régénératrices	4	Bornes de mise à la terre, écrou M10

Illustration 8.11 Dimensions des bornes E2h (vue de face)

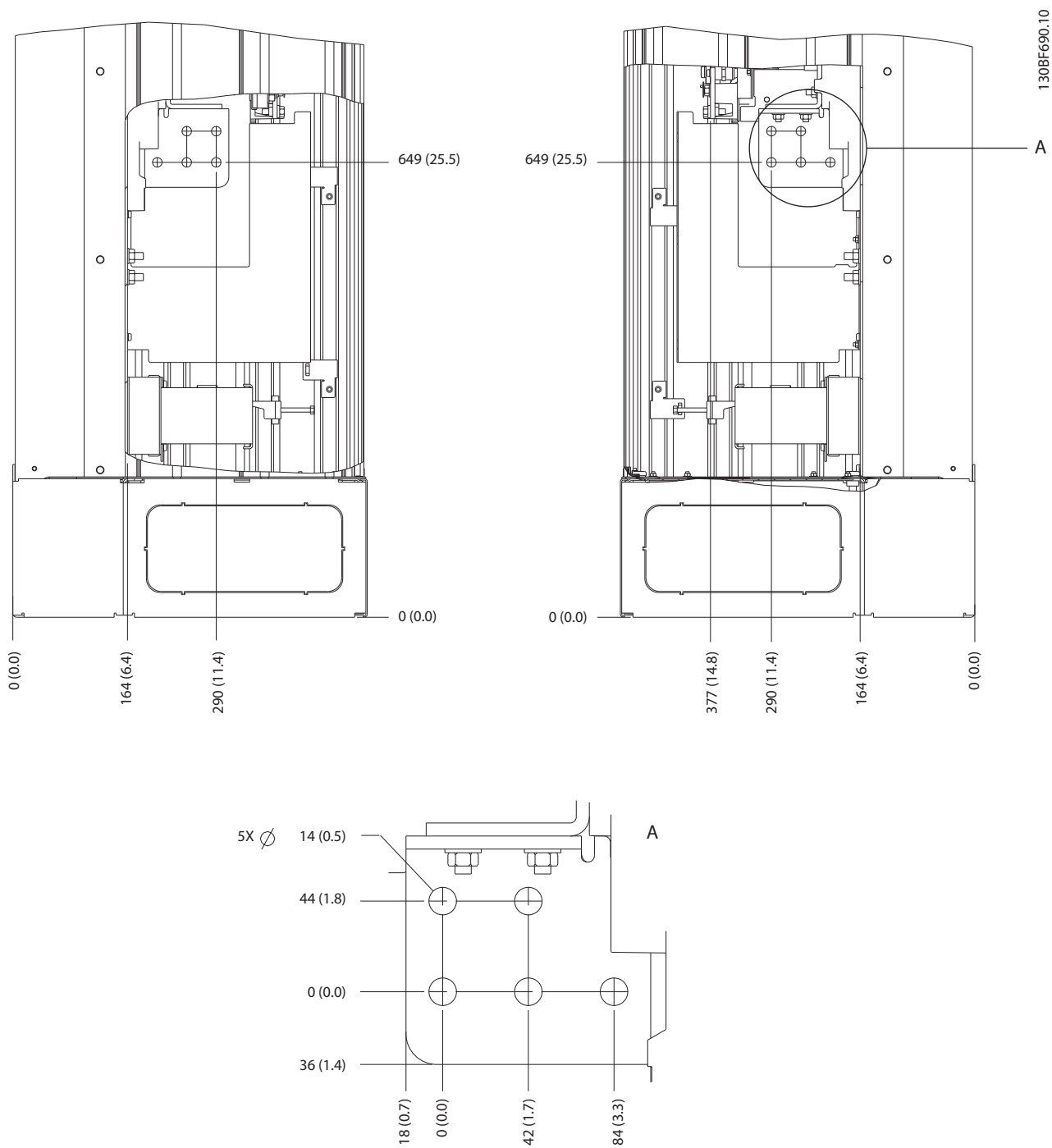
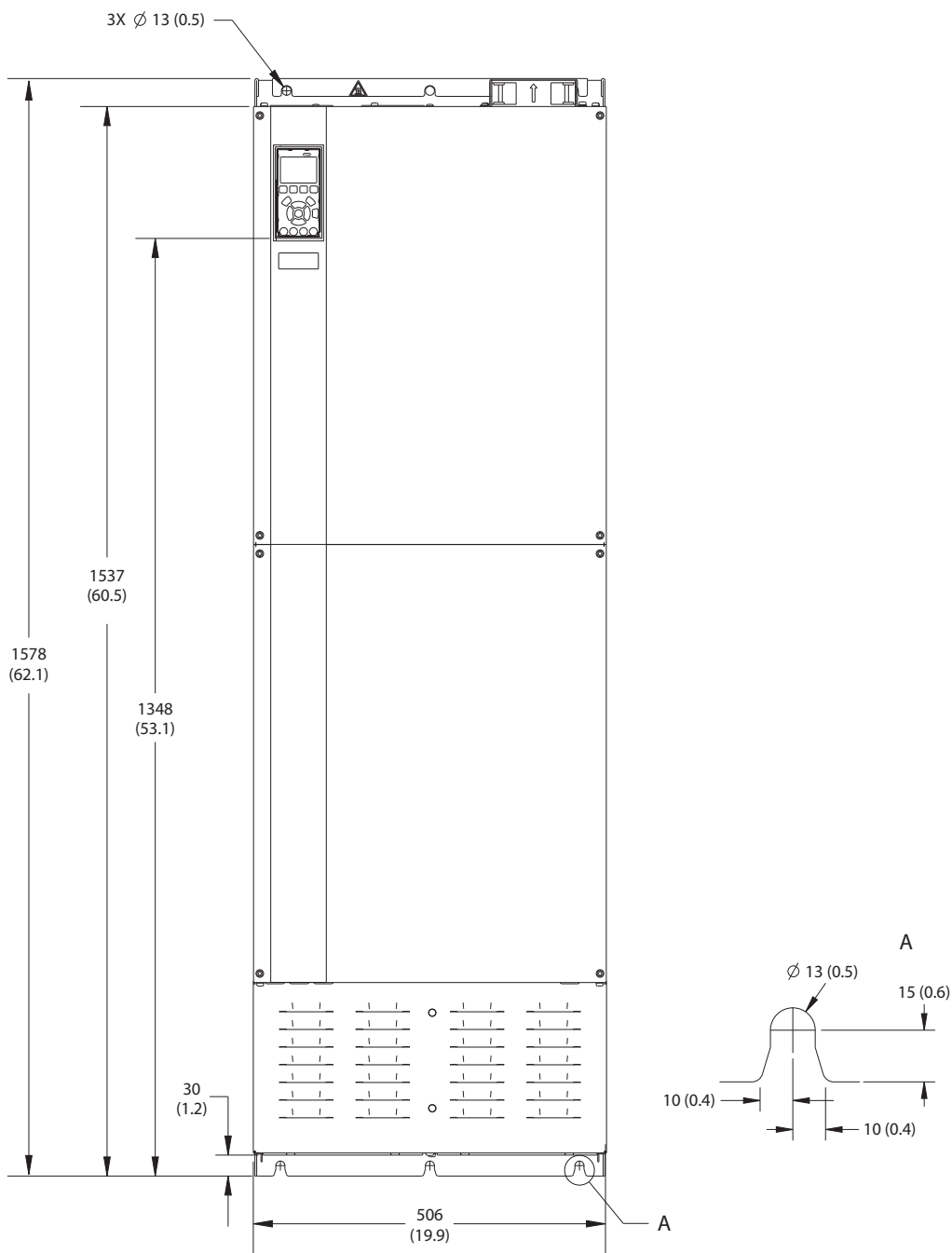


Illustration 8.12 Dimensions des bornes E2h (vues latérales)

8.3 Dimensions extérieures et des bornes E3h

8.3.1 Dimensions extérieures E3h



130BF656.10

Illustration 8.13 Vue frontale du boîtier E3h

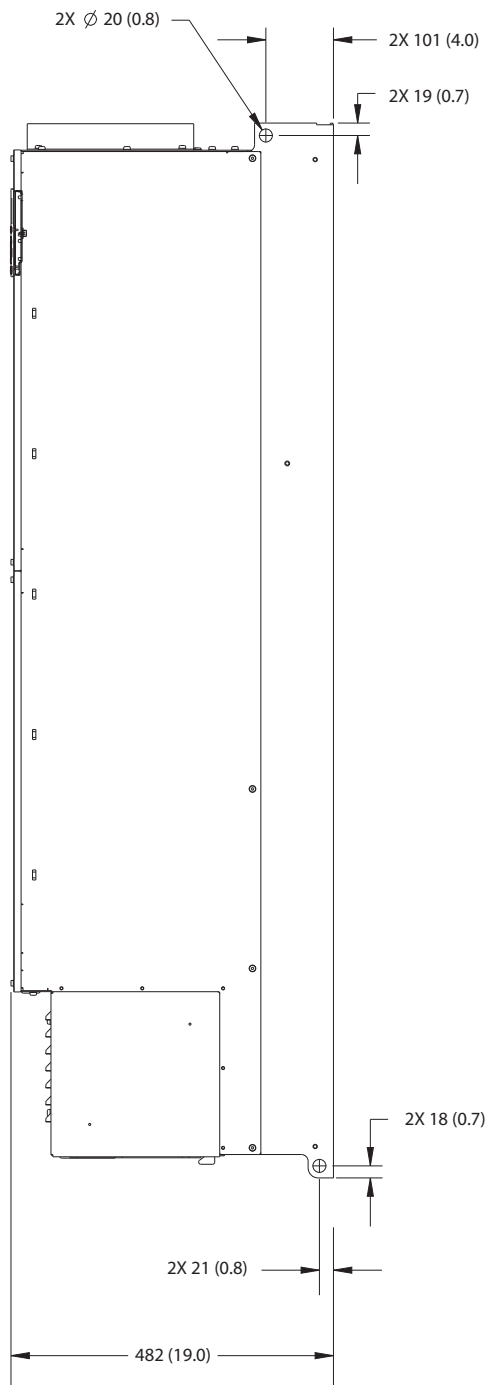
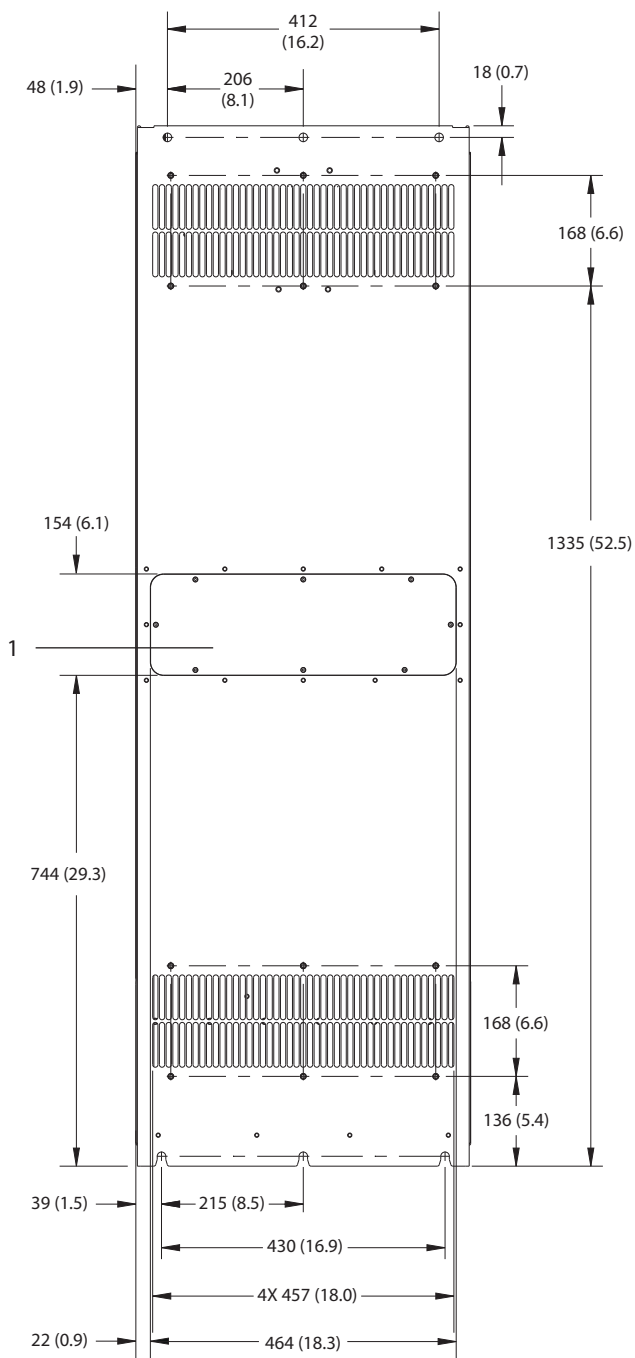
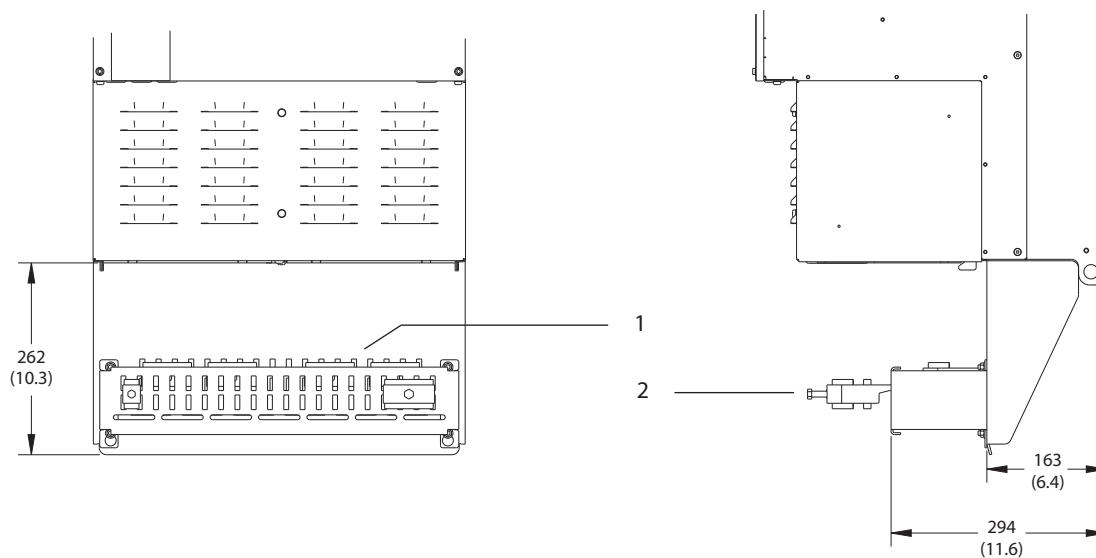


Illustration 8.14 Vue latérale du boîtier E3h

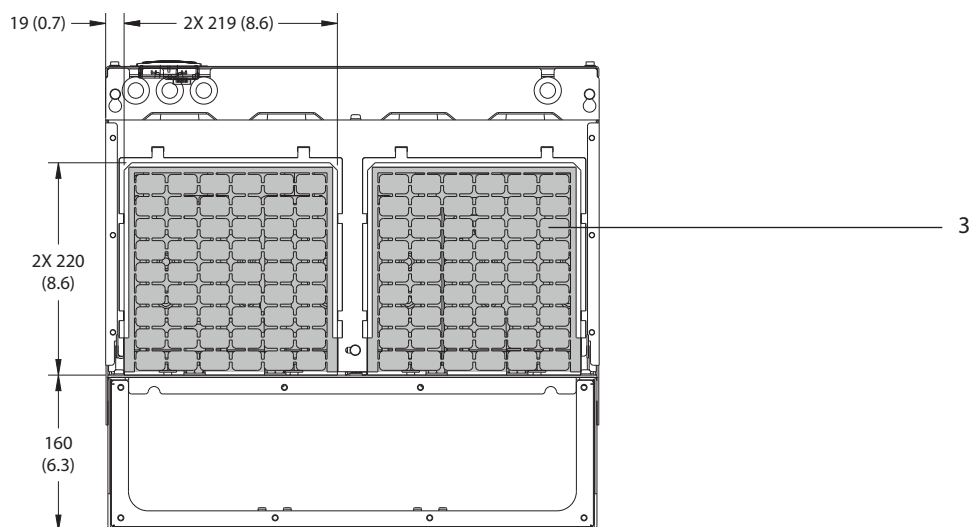


1	Trappe d'accès au radiateur arrière (en option)
---	---

Illustration 8.15 Vue arrière du boîtier E3h



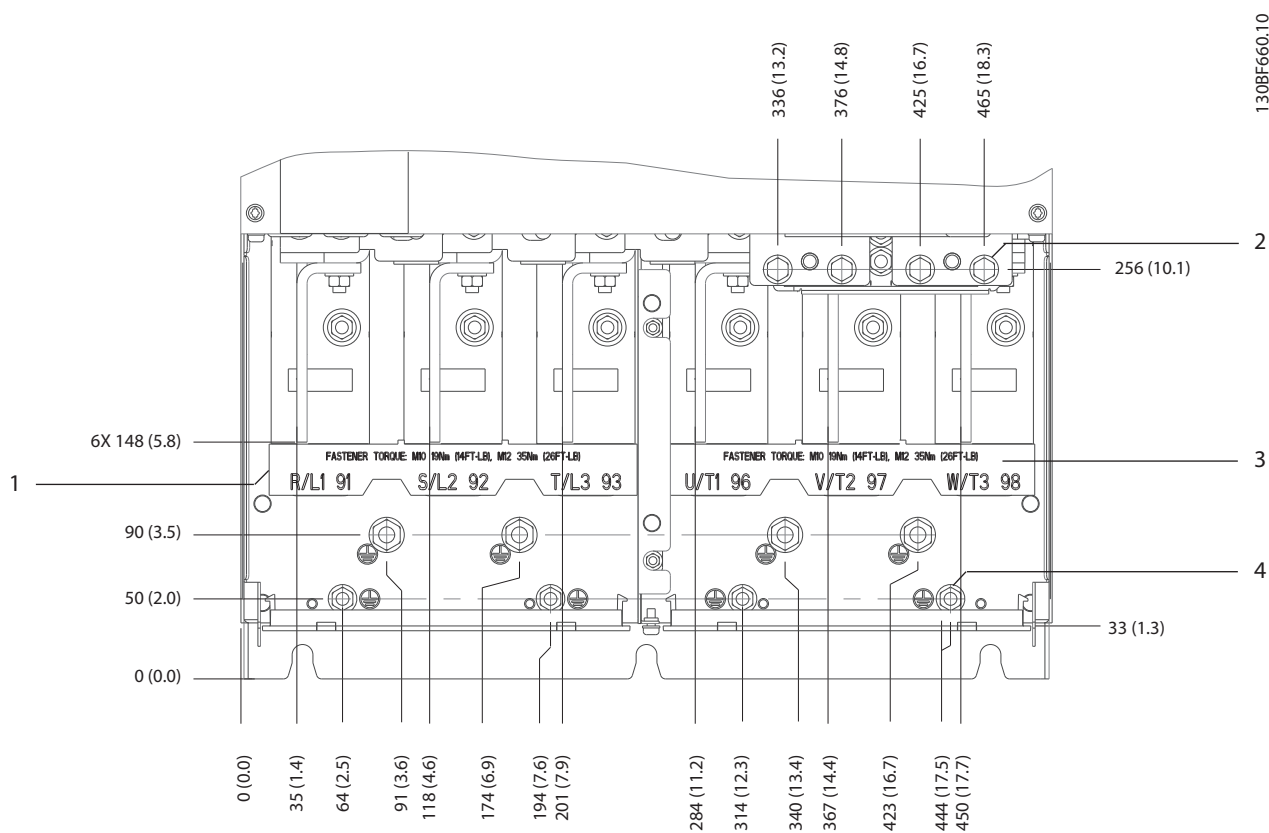
8



1	Terminaison du blindage (de série avec l'option RFI)
2	Câble/bride CEM
3	Plaque presse-étoupe

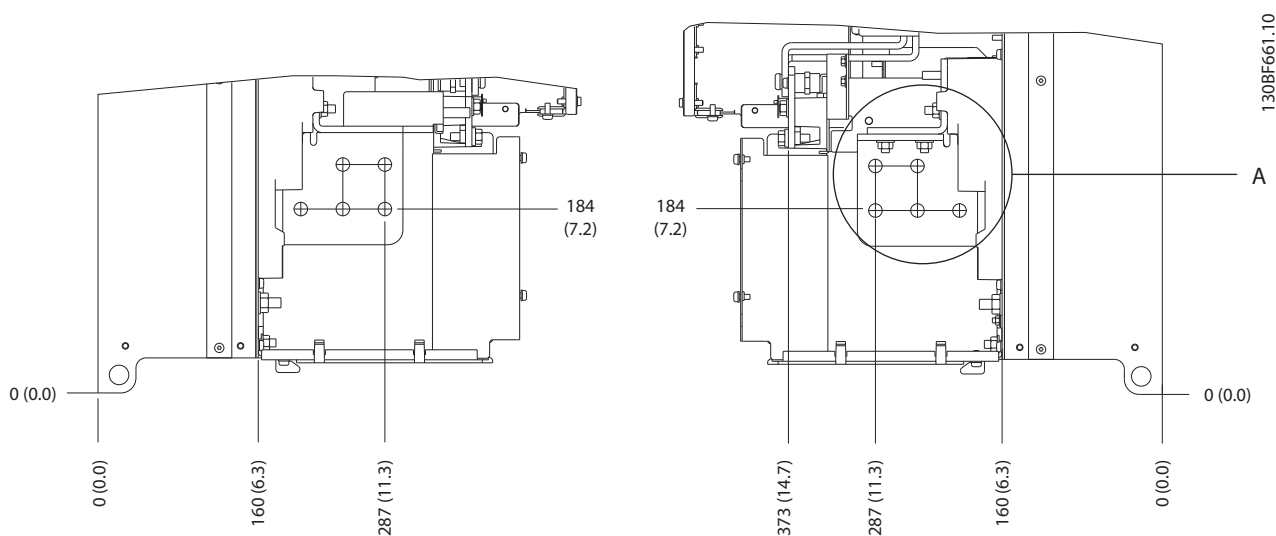
Illustration 8.16 Terminaison du blindage RFI et dimensions de la plaque presse-étoupe du boîtier E3h

8.3.2 Dimensions des bornes E3h



1	Bornes d'alimentation	3	Bornes du moteur
2	Bornes de freinage ou régénératrices	4	Bornes de mise à la terre, écrous M8 et M10

Illustration 8.17 Dimensions des bornes E3h (vue de face)



8

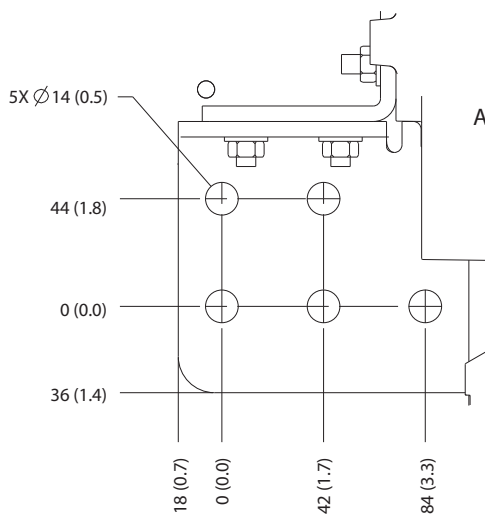


Illustration 8.18 Dimensions des bornes de secteur, moteur et terre E3h (vues latérales)

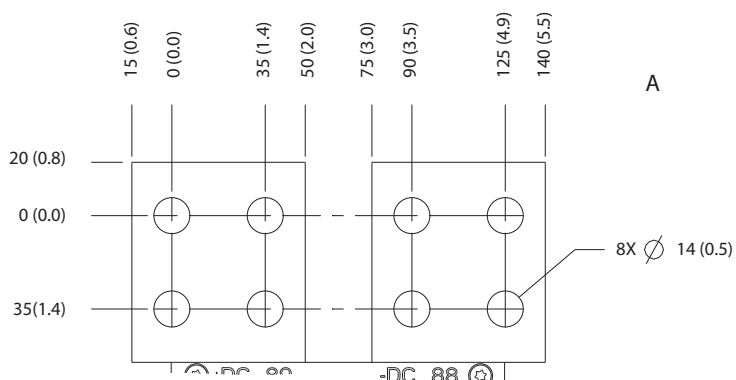
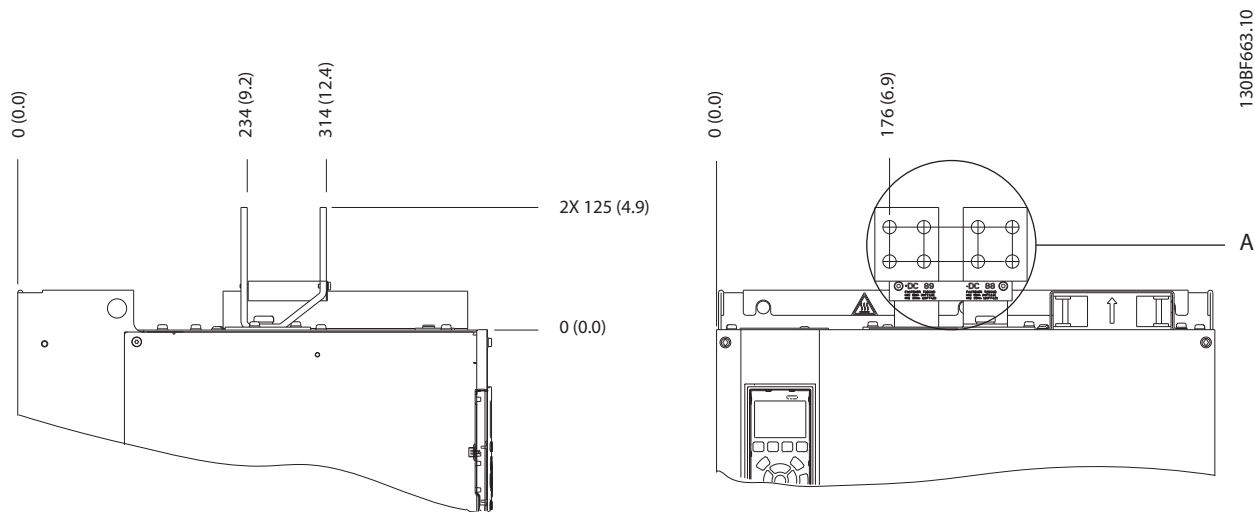
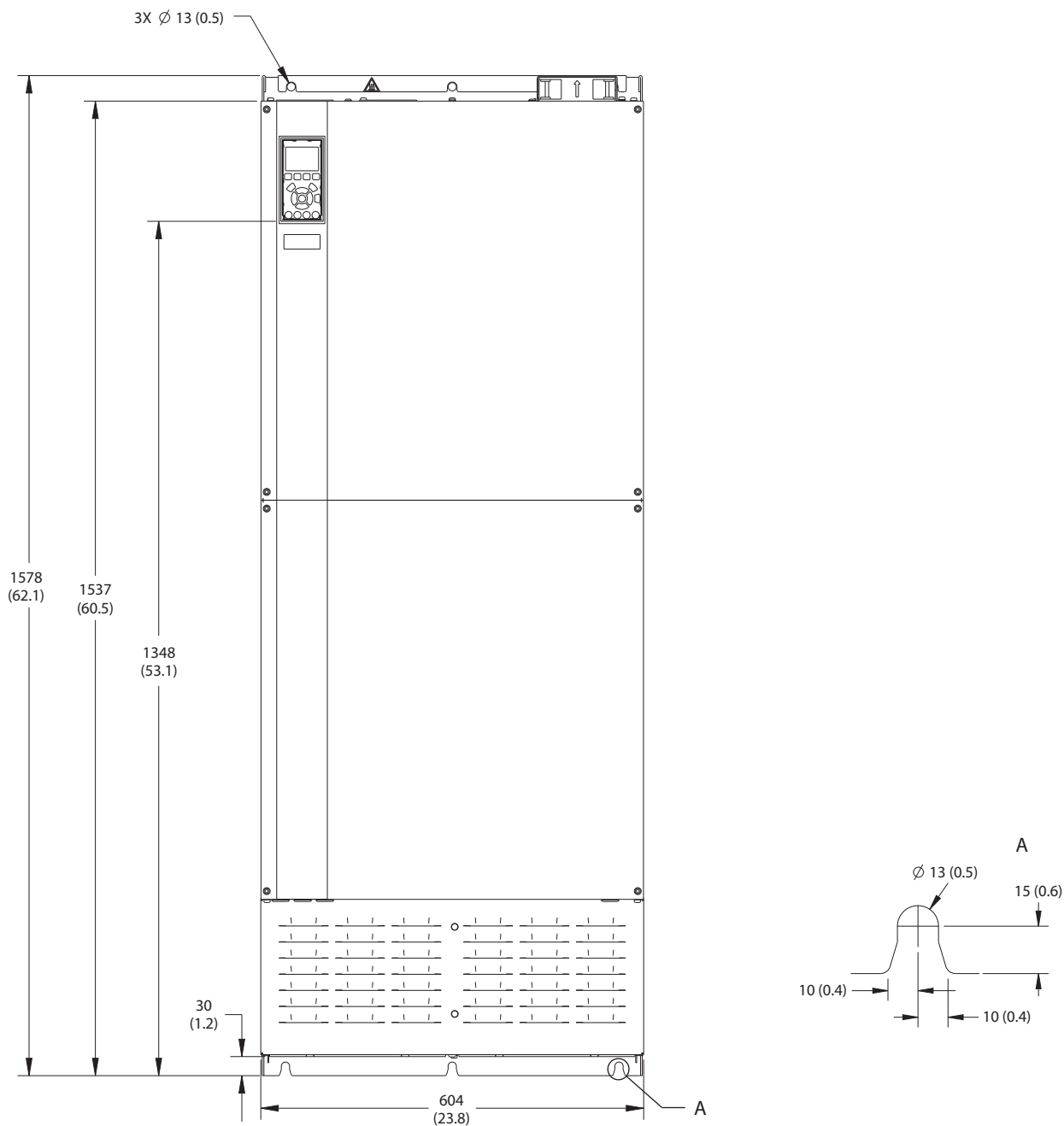


Illustration 8.19 Dimensions des bornes de répartition de la charge/régénératrices E3h

8.4 Dimensions extérieures et des bornes E4h

8.4.1 Dimensions extérieures E4h



130BF664.10

8

Illustration 8.20 Vue frontale du boîtier E4h

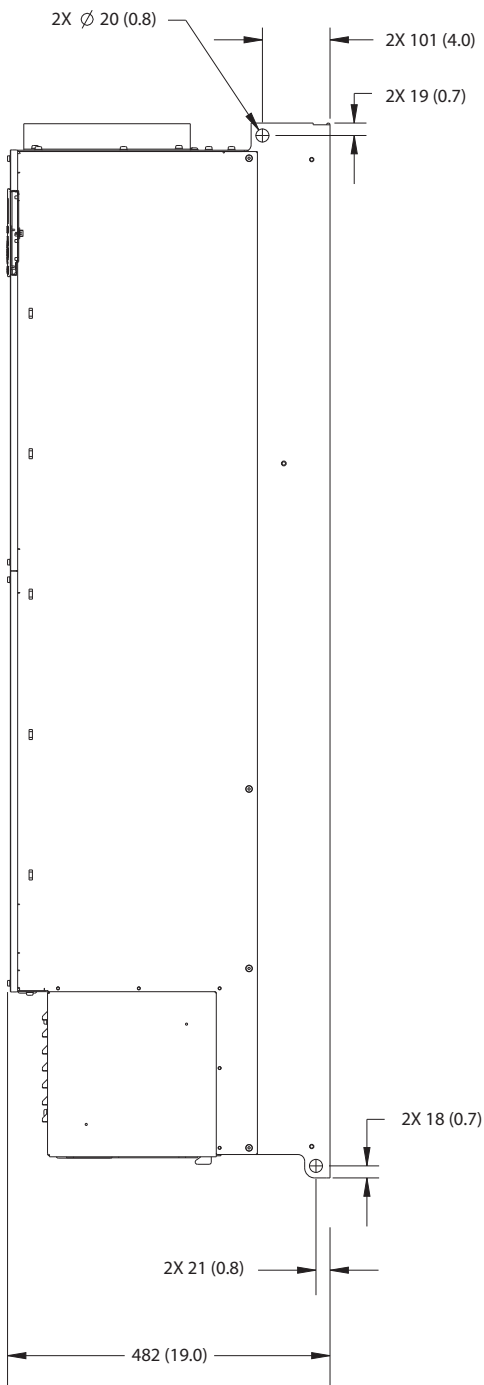
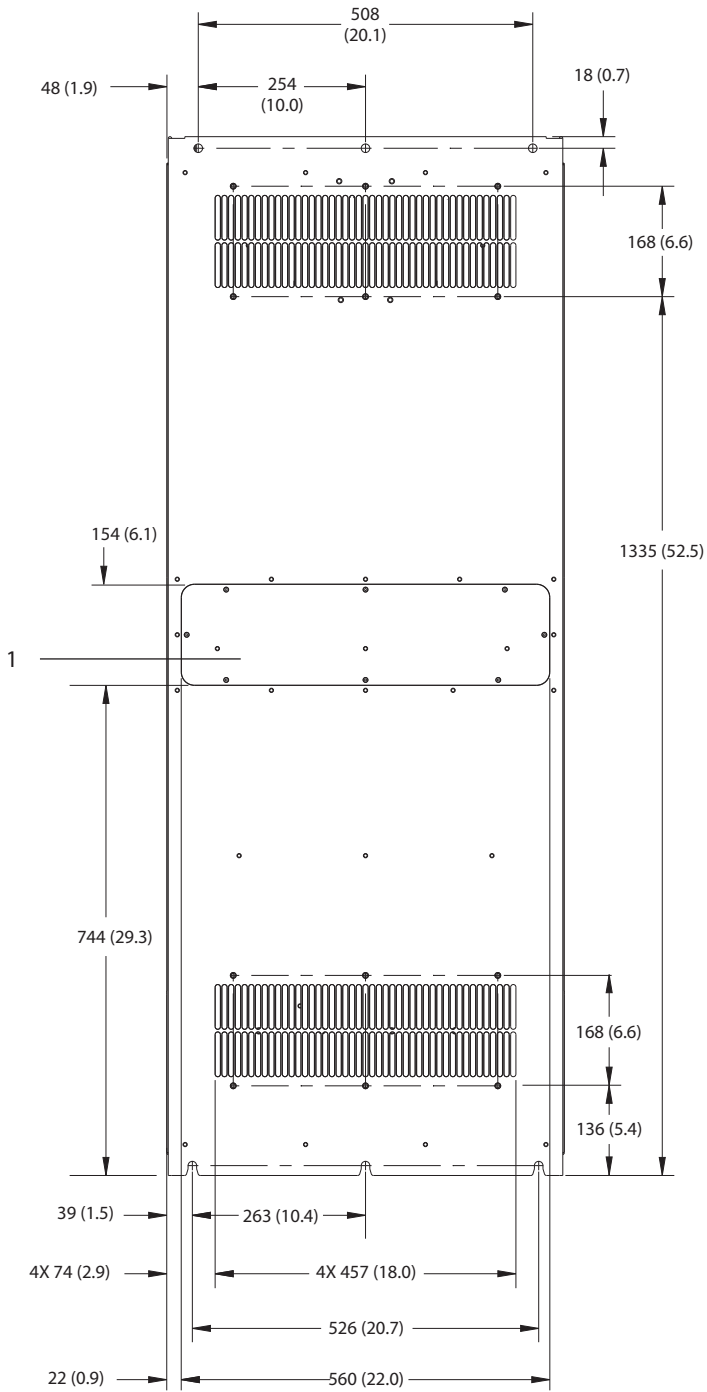


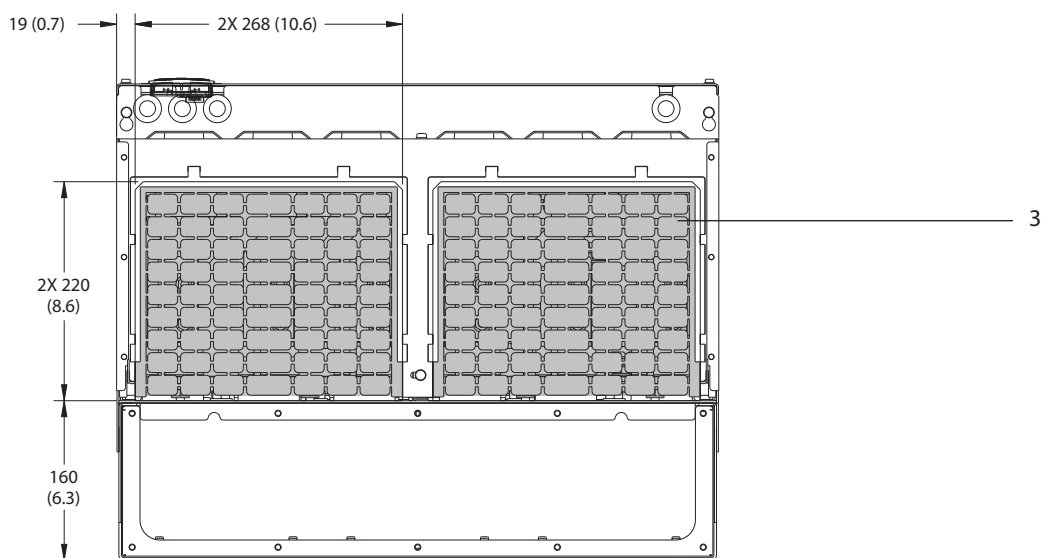
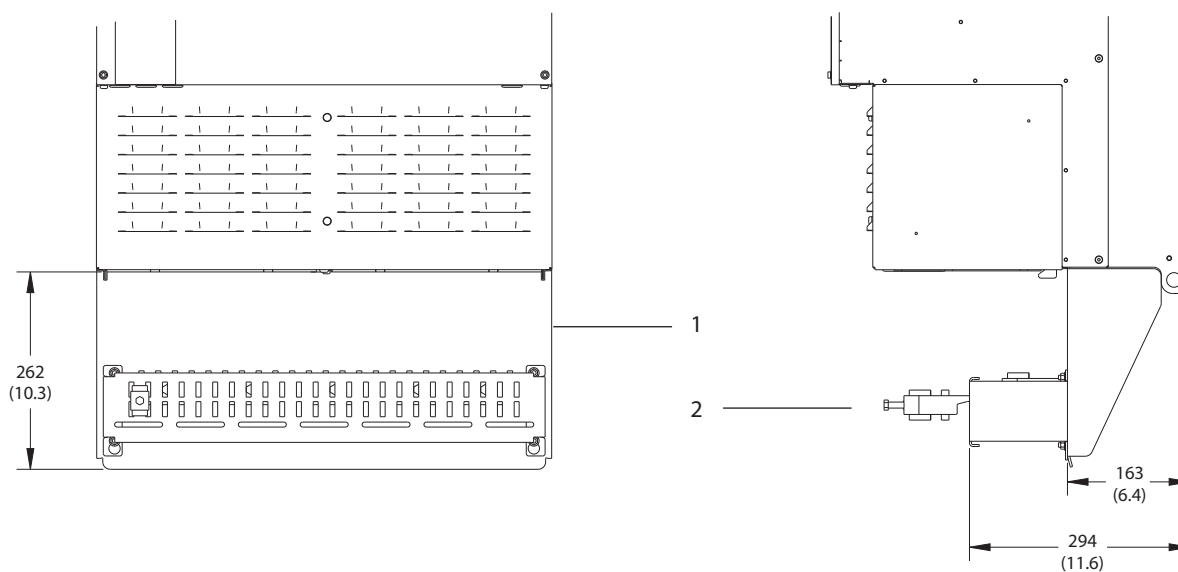
Illustration 8.21 Vue latérale du boîtier E4h

8



1	Trappe d'accès au radiateur arrière (en option)
---	---

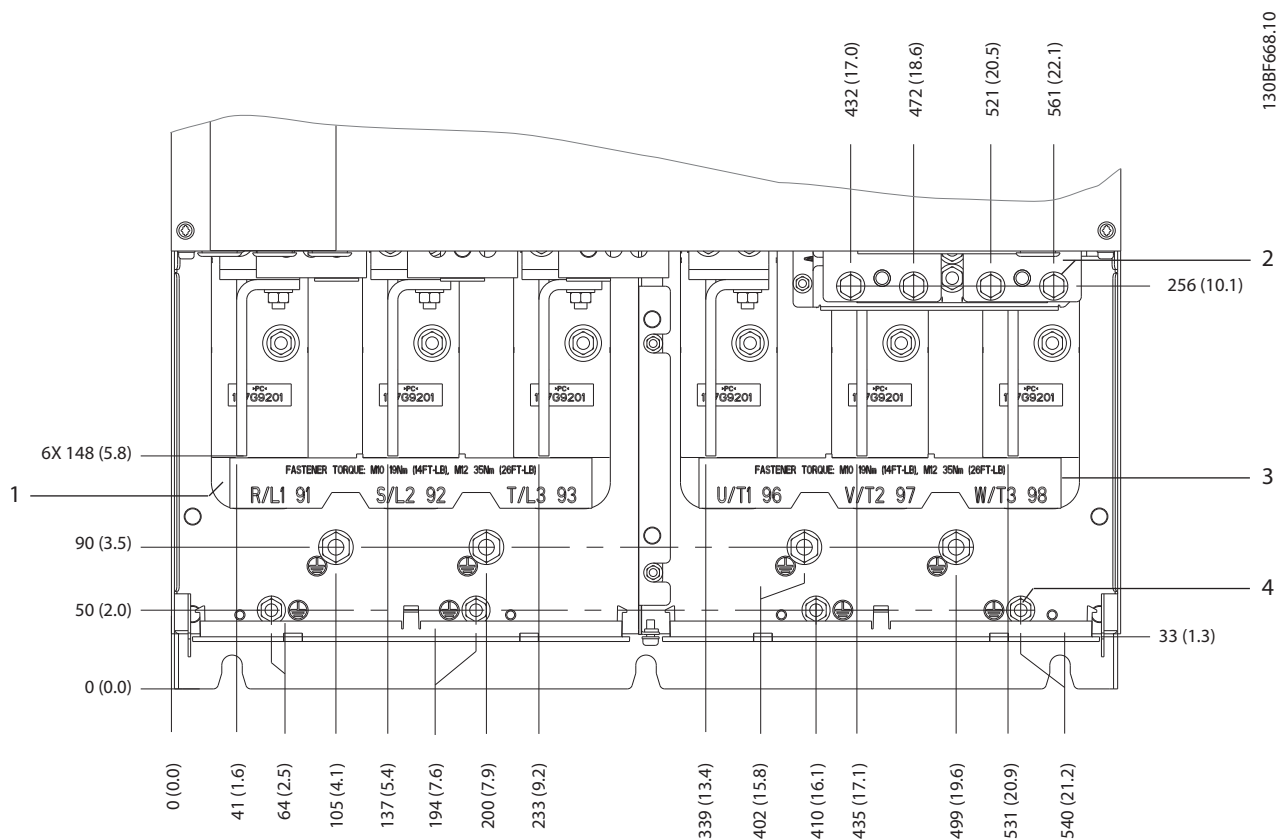
Illustration 8.22 Vue arrière du boîtier E4h



1	Terminaison du blindage (de série avec l'option RFI)
2	Câble/bride CEM
3	Plaque presse-étoupe

Illustration 8.23 Terminaison du blindage RFI et dimensions de la plaque presse-étoupe du boîtier E4h

8.4.2 Dimensions des bornes E4h



1	Bornes d'alimentation	3	Bornes du moteur
2	Bornes de freinage ou régénératrices	4	Bornes de mise à la terre, écrous M8 et M10

Illustration 8.24 Dimensions des bornes E4h (vue de face)

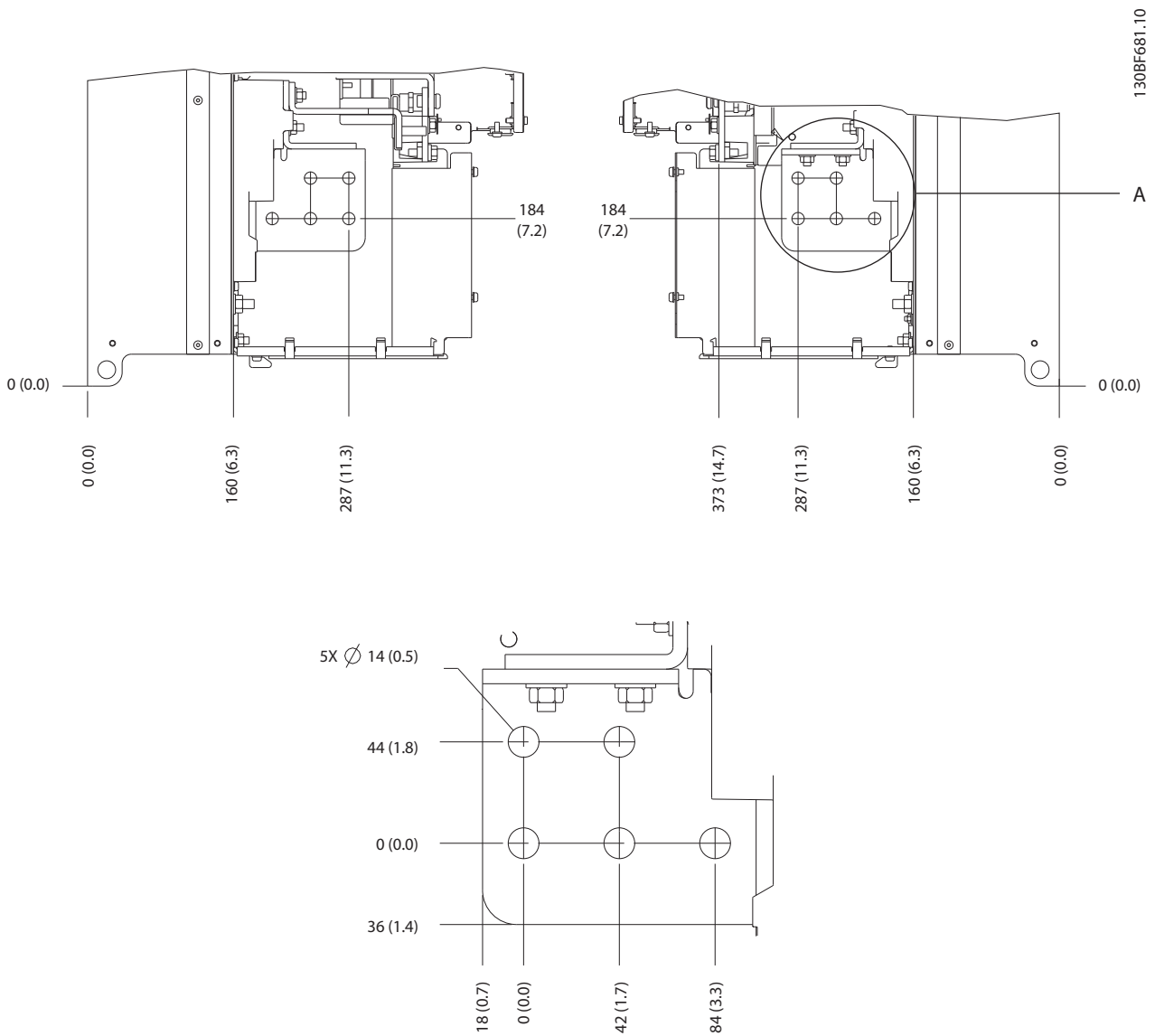
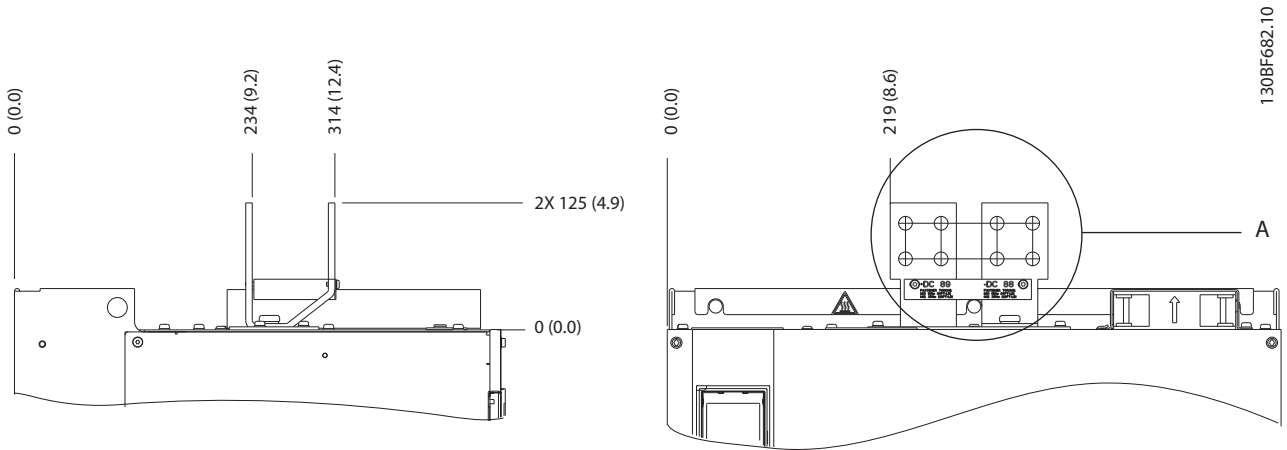


Illustration 8.25 Dimensions des bornes de secteur, moteur et terre E4h (vues latérales)



8

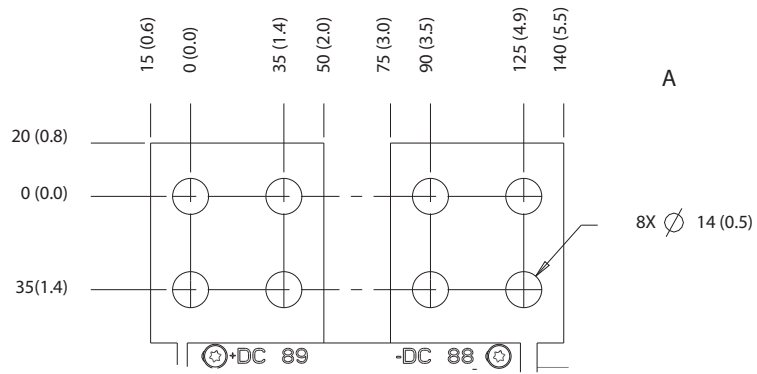


Illustration 8.26 Dimensions des bornes de répartition de la charge/régénératrices E4h

9 Considérations relatives à l'installation mécanique

9.1 Stockage

Stocker le variateur dans un endroit sec. Garder l'équipement étanche dans son emballage jusqu'à l'installation. Se reporter au *chapitre 7.5 Conditions ambiantes* pour la température ambiante recommandée.

Aucun réveil périodique des condensateurs (charge du condensateur) n'est nécessaire pendant le stockage tant qu'il ne dure pas plus de 12 mois.

9.2 Levage de l'unité

Lever toujours le variateur par les anneaux de levage prévus à cet effet. Utiliser une barre pour éviter une déformation des anneaux de levage.

AVERTISSEMENT

RISQUE DE BLESSURES OU DE DÉCÈS

Respecter les réglementations de sécurité locales pour le levage de poids lourds. Le non-respect des recommandations et des réglementations de sécurité locales est susceptible d'entraîner la mort ou des blessures graves.

- S'assurer que l'équipement de levage est en état de fonctionner.
- Voir le *chapitre 4 Vue d'ensemble des produits* pour connaître le poids des différentes tailles de boîtier.
- Diamètre maximum de la barre : 20 mm (0,8 po).
- Angle de la partie supérieure du variateur au câble de levage : 60 ° ou plus.

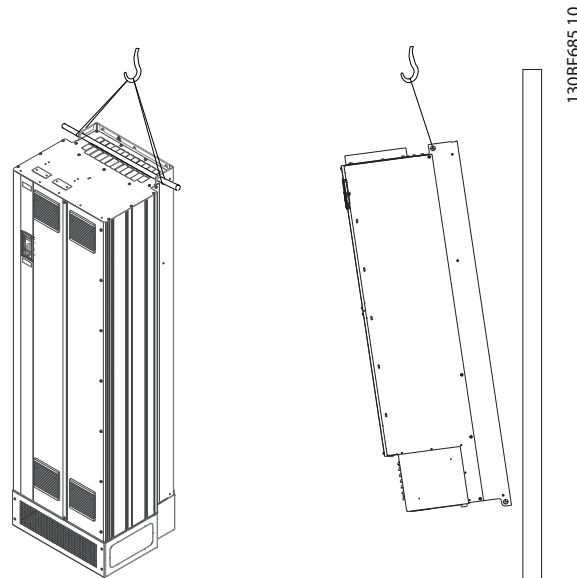


Illustration 9.1 Méthode de levage recommandée

9.3 Environnement de fonctionnement

Dans des environnements exposés à des liquides, à des particules ou à des gaz corrosifs en suspension dans l'air, s'assurer que le type de protection/IP de l'équipement correspond à l'environnement d'installation. Pour connaître les conditions ambiantes spécifiées, se reporter au *chapitre 7.5 Conditions ambiantes*.

AVIS!

CONDENSATION

L'humidité peut se condenser sur les composants électroniques et provoquer des courts-circuits. Éviter toute installation dans des endroits exposés au gel. Installer un élément de chauffage optionnel lorsque le variateur est plus froid que l'air ambiant. Le fonctionnement en mode veille réduit le risque de condensation tant que la dissipation de puissance maintient le circuit au sec.

AVIS!**CONDITIONS AMBIANTES EXTRÊMES**

Des températures hautes ou basses compromettent la performance et la longévité de l'unité.

- Ne pas utiliser dans des environnements où la température ambiante dépasse 55 °C (131 °F).
- Le variateur peut fonctionner à des températures allant jusqu'à -10 °C (14 °F). Cependant, le fonctionnement correct à charge nominale est garanti à 0 °C (32 °F) ou plus uniquement.
- Si la température dépasse les limites de température ambiante, une climatisation supplémentaire de l'armoire ou du site d'installation est nécessaire.

9.3.1 Gaz

Les gaz agressifs, tels que le sulfure d'hydrogène, le chlore ou l'ammoniac, peuvent endommager les composants électriques et mécaniques. L'unité utilise des cartes de circuit tropicalisées pour réduire les effets des gaz agressifs. Pour connaître les classes et les spécifications des classes de tropicalisation conformes, se reporter au chapitre 7.5 Conditions ambiantes.

9.3.2 Poussière

Lors de l'installation du variateur dans des environnements poussiéreux, prêter attention aux points suivants :

Maintenance périodique

Lorsque la poussière s'accumule sur les composants électroniques, elle crée une couche d'isolation. Cette couche réduit la capacité de refroidissement des composants, ils deviennent ainsi plus chauds. L'environnement plus chaud diminue la durée de vie des composants électroniques.

Veiller à ce qu'il n'y ait pas d'accumulation de poussière sur le radiateur et les ventilateurs. Pour plus d'informations sur le service et la maintenance, se reporter au manuel d'utilisation.

Ventilateurs de refroidissement

Les ventilateurs font circuler l'air pour refroidir le variateur. Lorsque les ventilateurs sont exposés à des environnements poussiéreux, la poussière peut endommager les paliers et causer une panne prématurée des ventilateurs. La poussière peut également s'accumuler sur les pales du ventilateur et causer un déséquilibre qui empêchera les ventilateurs de refroidir l'unité correctement.

9.3.3 Atmosphères potentiellement explosives**AVERTISSEMENT****ATMOSPHÈRE EXPLOSIVE**

Ne jamais installer de variateur dans une atmosphère potentiellement explosive. Installer l'unité dans une armoire située à l'extérieur de cette zone. Le non-respect de cette consigne augmente le risque de décès ou des blessures graves.

Les systèmes utilisés dans des atmosphères potentiellement explosives doivent répondre à des conditions particulières. La directive européenne 94/9/CE (ATEX 95) classe le fonctionnement des dispositifs électroniques dans des atmosphères potentiellement explosives.

- La classe d spécifique qu'en cas d'étincelles, elle sera confinée dans un espace protégé.
- La classe e interdit toute étincelle.

Moteurs avec protection de classe d

Ne nécessitent pas d'approbation. Des câblages et un confinement spéciaux sont nécessaires.

Moteurs avec protection de classe e

Associée au dispositif de surveillance PTC agréé ATEX tel que le VLT® PTC Thermistor Card MCB 112, l'installation n'a pas besoin d'homologation individuelle par un organisme agréé.

Moteurs avec protection de classe d/e

Le moteur lui-même présente une classe de protection contre l'inflammation e, alors que le câblage du moteur et l'environnement de connexion sont exécutés en conformité avec la classe de protection d. Pour atténuer le pic de tension élevé, utiliser un filtre sinus à la sortie du variateur.

En cas d'utilisation de variateur dans une atmosphère potentiellement explosive, utiliser les éléments suivants :

- Moteurs avec protection contre l'inflammation de classe d ou e
- Capteur de température PTC pour surveiller la température du moteur
- Câbles de moteur courts
- Filtres Sinus de sortie si des câbles de moteur blindés ne sont pas utilisés

AVIS!**SURVEILLANCE PAR CAPTEUR DE LA THERMISTANCE DU MOTEUR**

Les variateurs équipés de l'option VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 sont certifiés PTB pour les atmosphères potentiellement explosives.

9.4 Configurations de montage

Le *Tableau 9.1* indique les configurations de montage disponibles pour chaque boîtier. Pour des instructions spécifiques de montage mural ou sur socle, voir le *manuel d'utilisation*. Voir aussi le *chapitre 8 Dimensions extérieures et des bornes*.

AVIS!

Toute mauvaise installation peut entraîner une surchauffe et une réduction de la performance.

Montage	E1h	E2h	E3h	E4h
Socle	X	X	-	-
Mural	-	-	X	X

Tableau 9.1 Configurations de montage pour les boîtiers E1h–E4h

Considérations lors du montage :

- Placer l'unité le plus près possible du moteur. Se reporter au *chapitre 7.6 Spécifications du câble* pour connaître la longueur de câble du moteur maximale.
- Assurer la stabilité de l'unité en la montant sur une surface solide.
- Les boîtiers E3h et E4h peuvent être montés :
 - verticalement sur la plaque arrière de l'armoire (installation classique) ;
 - verticalement dans le sens inverse sur la plaque arrière de l'armoire¹⁾ ;
 - horizontalement sur le dos, sur la plaque arrière de l'armoire¹⁾ ;
 - horizontalement sur le côté, sur la base de l'armoire¹⁾.
- Veiller à ce que l'emplacement d'installation soit suffisamment résistant pour supporter le poids de l'unité.
- S'assurer que l'espace autour de l'unité permet un refroidissement adéquat. Se reporter au *chapitre 5.8 Vue d'ensemble du refroidissement par le canal de ventilation arrière*.
- Garantir que l'accès est suffisant pour ouvrir la porte.
- Garantir l'entrée du câble par le bas.

1) Pour une installation non classique, contacter l'usine.

9.5 Refroidissement

AVIS!

Toute mauvaise installation peut entraîner une surchauffe et une réduction de la performance. Pour un montage approprié, se reporter au chapitre 9.4 Configurations de montage.

- S'assurer qu'un dégagement en haut et en bas est prévu pour le refroidissement. Exigence relative au dégagement : 225 mm (9 po).
- Prévoir un débit d'air suffisant. Voir le *Tableau 9.2*.
- Le déclassement doit être envisagé pour des températures comprises entre 45 °C (113 °F) et 50 °C (122 °F) et une altitude de 1 000 m (3 300 pi) au-dessus du niveau de la mer. Voir le *chapitre 9.6 Déclassement* pour plus d'informations sur le déclassement.

Le variateur utilise un concept de refroidissement par canal de ventilation qui élimine l'air de refroidissement du dissipateur de chaleur. Environ 90 % de la chaleur du canal arrière du variateur est évacuée. Rediriger l'air du canal arrière de l'armoire ou de l'enceinte en utilisant l'un des dispositifs ci-dessous :

- **Refroidissement par gaine**
Des kits de refroidissement par canal arrière sont disponibles pour évacuer les calories du refroidissement du variateur en dehors de l'armoire lorsque des variateurs à châssis/IP20 sont installés dans un boîtier Rittal. L'utilisation de ces kits réduit la chaleur dans l'armoire et des ventilateurs de porte plus petits peuvent être spécifiés.
- **Refroidissement par l'arrière**
L'installation de couvercles supérieur et inférieur sur l'unité permet à l'air de refroidissement du canal arrière d'être évacué hors de l'enceinte.

AVIS!

Pour les boîtiers E3h et E4h (IP20/châssis), il faut au moins un ventilateur de porte sur le boîtier pour éliminer la chaleur non prise en charge par le canal de ventilation arrière du variateur. Cela permet aussi d'éliminer les pertes supplémentaires générées par d'autres composants à l'intérieur du variateur. Pour sélectionner la taille de ventilateur adéquate, calculer le débit d'air total requis.

Assurer la circulation d'air nécessaire au-dessus du radiateur.

Châssis	Ventilateur de porte/ ventilateur supérieur [m ³ /h (cfm)]	Ventilateur de radiateur [m ³ /h (cfm)]
E1h	510 (300)	994 (585)
E2h	552 (325)	1053–1206 (620–710)
E3h	595 (350)	994 (585)
E4h	629 (370)	1053–1206 (620–710)

Tableau 9.2 Débit d'air nominal

9.6 Déclassement

Le déclassement sert à réduire le courant de sortie dans certaines situations, ce qui empêche le variateur de produire une chaleur excessive dans le boîtier. Envisager le déclassement dans l'une des conditions suivantes :

- fonctionnement à basse vitesse ;
- basse pression atmosphérique (exploitation à hautes altitudes) ;
- température ambiante élevée ;
- fréquence de commutation élevée ;
- câbles de moteur longs ;
- câbles présentant une section large.

Si ces conditions sont présentes, Danfoss recommande de prendre une taille de puissance supérieure.

9.6.1 Déclassement en cas de fonctionnement à basse vitesse

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

Applications de couple constant

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 fourni par le ventilateur intégré au moteur.

Si le moteur fonctionne 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. Si ce n'est pas possible, il est possible d'utiliser un moteur conçu pour des applications de couple constant/à faible vitesse de rotation.

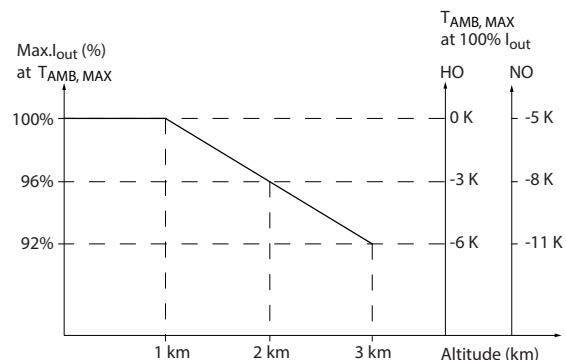
Applications de couple variable (quadratique)

Un refroidissement supplémentaire ou déclassement du moteur n'est pas nécessaire dans les applications de couple variable, lorsque le couple est proportionnel au carré de la vitesse, et lorsque la puissance est proportionnelle au cube de la vitesse. Les pompes centrifuges et les ventilateurs sont des applications de couple variable courantes.

9.6.2 Déclassement à haute altitude

La capacité de refroidissement de l'air est amoindrie en cas de faible pression atmosphérique.

Aucun déclassement n'est nécessaire au-dessous d'une altitude de 1 000 m (3 281 pi). Au-dessus de 1 000 m (3 281 pi), déclasser la température ambiante (T_{AMB}) ou le courant de sortie maximal (I_{MAX}). Se reporter à l'illustration 9.2.


 Illustration 9.2 Déclassement du courant de sortie en fonction de l'altitude à $T_{AMB, MAX}$

L'illustration 9.2 indique qu'à une température de 41,7 °C (107 °F), 100 % du courant nominal de sortie est disponible. À une température de 45 °C (113 °F) ($T_{AMB, MAX}$ - 3 K), 91 % du courant nominal de sortie est disponible.

9.6.3 Déclassement pour température ambiante et fréquence de commutation

AVIS!

DÉCLASSEMENT PAR DÉFAUT

Les variateurs Danfoss sont déjà déclassés pour la température de fonctionnement (55 °C (131 °F) $T_{AMB,MAX}$ et 50 °C (122 °F) $T_{AMB,AVG}$).

Utiliser les graphiques dans le *Tableau 9.3* et le *Tableau 9.4* pour déterminer si le courant de sortie doit être déclassé en fonction de la fréquence de commutation et de la température ambiante. Sur les graphiques, I_{out} correspond au pourcentage de courant nominal de sortie et f_{sw} à la fréquence de commutation.

Boîtier	Type de modulation	Surcharge élevée (HO), 150 %	Surcharge normale (NO), 110 %
E1h-E4h N355 à N560 380-480 V	60 AVM		
	SFAVM		

Tableau 9.3 Tableaux de déclassement des variateurs de valeur nominale 380-480 V

Boîtier	Type de modulation	Surcharge élevée (HO), 150 %	Surcharge normale (NO), 110 %
E1h-E4h N450 à N800 525-690 V	60 AVM		
	SFAVM		

Tableau 9.4 Tableaux de déclassement des variateurs de valeur nominale 525-690 V

10 Considérations relatives à l'installation électrique

10.1 Consignes de sécurité

Voir le *chapitre 2 Sécurité* pour connaître les consignes de sécurité générales.

⚠️ AVERTISSEMENT

TENSION INDUITE

La tension induite des câbles de moteur de sortie de divers variateurs acheminés ensemble peut charger les condensateurs de l'équipement, même lorsque ce dernier est hors tension et verrouillé. Le fait de ne pas acheminer les câbles de moteur de sortie séparément ou de ne pas utiliser de câbles blindés peut entraîner la mort ou des blessures graves.

- Acheminer séparément les câbles de moteur de sortie ou utiliser des câbles blindés.
- Verrouiller tous les variateurs en même temps.

⚠️ AVERTISSEMENT

CHOC ÉLECTRIQUE

Le variateur peut entraîner un courant CC dans le conducteur de terre et, par conséquent, mener à des blessures graves ou la mort.

- Lorsqu'un relais de protection différentielle (RCD) est utilisé comme protection contre les chocs électriques, seul un différentiel de type B est autorisé du côté alimentation de ce produit.

Le non-respect de la recommandation signifie que le RCD ne peut pas fournir la protection prévue.

Protection contre les surintensités

- Un équipement de protection supplémentaire tel qu'une protection thermique du moteur ou une

protection contre les courts-circuits entre le variateur et le moteur est requis pour les applications à moteurs multiples.

- Des fusibles d'entrée sont nécessaires pour assurer une protection contre les courts-circuits et les surcharges. S'ils ne sont pas installés en usine, les fusibles doivent être fournis par l'installateur. Voir les calibres maximaux des fusibles dans le *chapitre 10.5 Fusibles et disjoncteurs*.

Caractéristiques et types de câbles

- L'ensemble du câblage doit être conforme aux réglementations nationales et locales en matière de sections de câble et de température ambiante.
- Recommandations relatives au raccordement du câblage de puissance : fil de cuivre prévu pour 75 °C (167 °F) minimum.

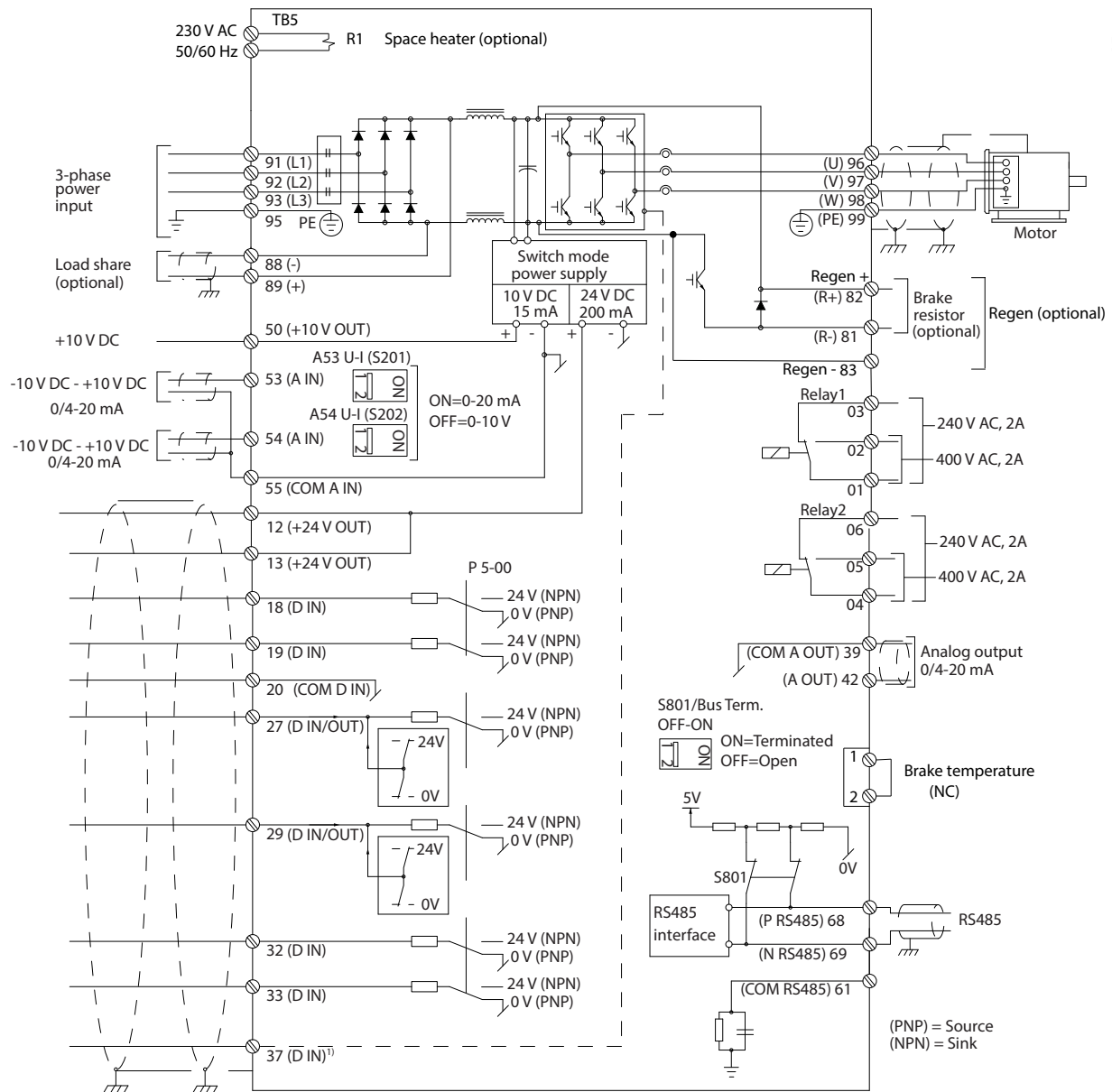
Pour connaître les tailles et les types de câbles recommandés, voir le *chapitre 7.6 Spécifications du câble*.

⚠️ ATTENTION

DÉGÂTS MATÉRIELS !

Le réglage par défaut ne prévoit pas de protection contre la surcharge du moteur. Pour ajouter cette fonction, régler le *paramètre 1-90 Protect. thermique mot.* sur [ETR Avertis.] ou [ETR Alarme]. Pour le marché nord-américain, la fonction ETR assure la protection du moteur contre la surcharge de classe 20, en conformité avec NEC. Si le *paramètre 1-90 Protect. thermique mot.* n'a pas pu être réglé sur [ETR Avertis.] ou [ETR Alarme], cela implique que la protection du moteur contre la surcharge n'est pas assurée et que des dommages matériels peuvent survenir en cas de surchauffe du moteur.

10.2 Schéma de câblage E1h-E4h



130BF111.11

10

Illustration 10.1 Schéma de câblage E1h-E4h

A = analogique, D = digital

1) La borne 37 (en option) est utilisée pour la fonction Safe Torque Off. Pour obtenir les instructions d'installation de la fonction Safe Torque Off, se reporter au Manuel d'utilisation de la fonction Safe Torque Off.

10.3 Connexions

10.3.1 Connexions de l'alimentation

AVIS!

L'ensemble du câblage doit être conforme aux réglementations nationales et locales en matière de sections de câble et de température ambiante. Les applications UL exigent des conducteurs en cuivre 75 °C (167 °F). Les applications non conformes à UL peuvent utiliser des conducteurs en cuivre 75 °C (167 °F) et 90 °C (194 °F).

Les connexions du câble de puissance sont placées comme sur l'illustration 10.2. Pour connaître le dimensionnement correct des sections et longueurs des câbles du moteur, voir le chapitre 7.1 Données électriques, 380–480 V et le chapitre 7.2 Données électriques, 525–690 V.

À des fins de protection du variateur, utiliser les fusibles recommandés sauf si l'unité contient des fusibles intégrés. Les fusibles recommandés sont répertoriés dans le chapitre 10.5 Fusibles et disjoncteurs. S'assurer que les fusibles installés répondent aux réglementations locales.

L'alimentation est câblée sur le sectionneur si celui-ci est inclus.

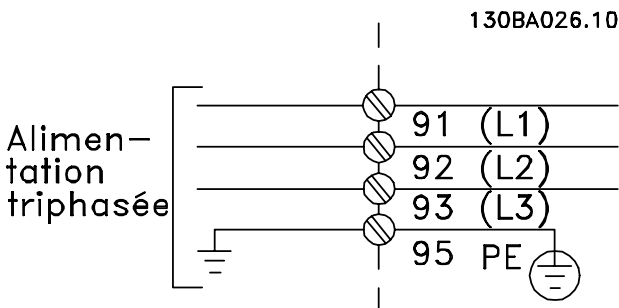


Illustration 10.2 Connexions des câbles de puissance

AVIS!

Le câble de moteur doit être blindé/armé. L'utilisation d'un câble non blindé/non armé n'est pas conforme à certaines exigences CEM. Utiliser un câble du moteur blindé/armé pour se conformer aux spécifications d'émissions CEM. Pour plus d'informations, voir le chapitre 10.15 Installation selon critères CEM.

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, poursuivre ce dernier à l'impédance HF la plus faible possible.

Relier le blindage de câble du moteur à la plaque de connexion à la terre du variateur et au boîtier métallique du moteur.

Réaliser les connexions du blindage avec la plus grande surface possible (étrier de serrage) en utilisant les dispositifs d'installation fournis dans le variateur.

Longueur et section des câbles

La CEM du variateur a été testée avec un câble d'une longueur donnée. Raccourcir au maximum le câble du moteur pour réduire le niveau sonore et les courants de fuite.

Fréquence de commutation

Lorsque des variateurs sont utilisés avec des filtres sinus pour réduire le bruit acoustique d'un moteur, la fréquence de commutation doit être réglée conformément aux instructions du paramètre 14-01 Fréq. commut..

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

Tableau 10.1 Raccordement du câble du moteur

1) Mise à la terre protégée

AVIS!

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

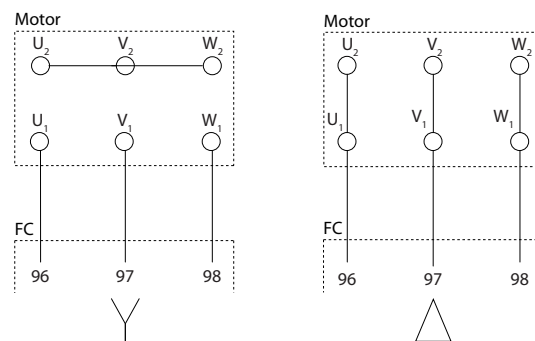


Illustration 10.3 Raccordement du câble du moteur

10.3.2 Raccordement du bus CC

La connexion du circuit intermédiaire est utilisée pour une alimentation CC de secours, le circuit intermédiaire étant fourni par une source externe.

Borne	Fonction
88, 89	Bus CC

Tableau 10.2 Bornes du bus CC

10.3.3 Répartition de la charge

La répartition de la charge relie les circuits intermédiaires CC de plusieurs variateurs. Pour une vue d'ensemble, voir le chapitre 5.6 *Vue d'ensemble de la répartition de la charge*.

La fonction de répartition de la charge nécessite un équipement supplémentaire et implique certaines précautions en matière de sécurité. Consulter Danfoss pour passer une commande et connaître les recommandations en matière d'installation.

Borne	Fonction
88, 89	Répartition de la charge

Tableau 10.3 Bornes de répartition de la charge

Le câble de raccordement doit être blindé et la longueur maximale entre le variateur et la barre CC est limitée à 25 m (82 pi).

10.3.4 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 et la barre de courant continu est limitée à 25 m (82 pi).

- Utiliser des étriers de serrage pour relier le blindage à la plaque arrière conductrice du variateur et à l'armoire métallique de la résistance de freinage.
- Dimensionner la section du câble de la résistance de freinage en fonction du couple de freinage.

Borne	Fonction
81, 82	Bornes de résistance de freinage

Tableau 10.4 Bornes de résistance de freinage

Pour plus d'informations, consulter le *Manuel de configuration du VLT® Brake Resistor MCE 101*.

AVIS!

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

10.4 Câblage et bornes de commande

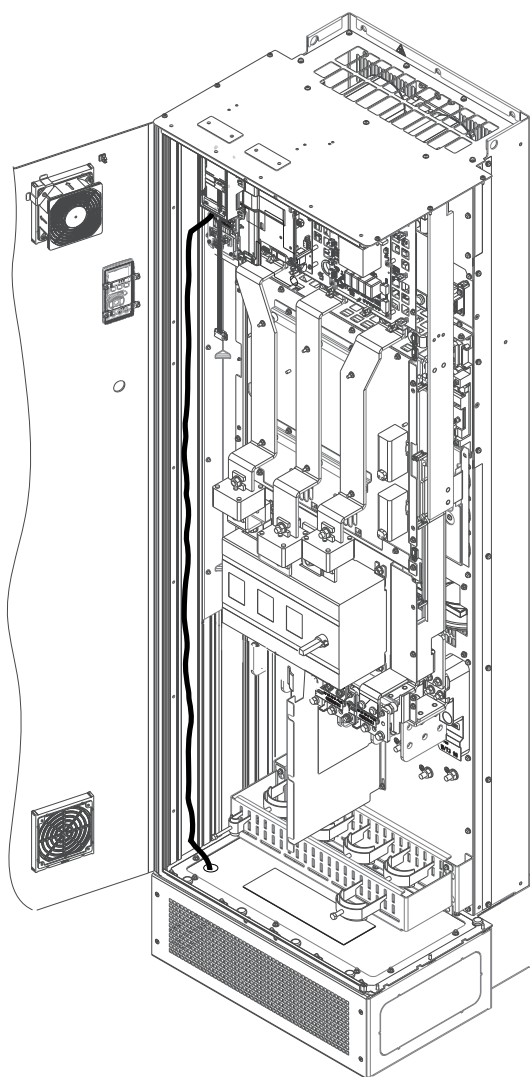
10.4.1 Passage des câbles de commande

Fixer et acheminer tous les fils de commande comme indiqué sur l'*Illustration 10.4*. Ne pas oublier de raccorder correctement les blindages pour assurer une immunité électrique optimale.

- Isoler le câblage de commande des câbles haute puissance.
- Si le variateur est raccordé à une thermistance, s'assurer que le câblage de commande de la thermistance est blindé et renforcé/doublement isolé. Une tension d'alimentation de 24 V CC est recommandée.

Connexion du bus de terrain

Les connexions sont faites aux options concernées de la carte de commande. Voir les instructions pertinentes concernant le bus de terrain. Le câble doit être fixé et acheminé avec les autres fils de commande dans l'unité. Voir l'*Illustration 10.4*.

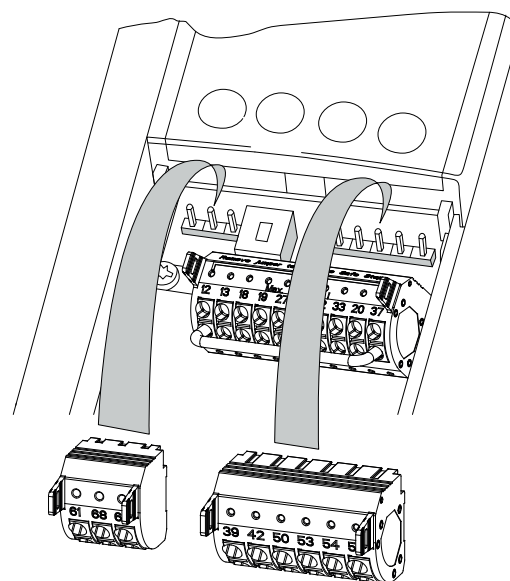


E30BF888.10

Illustration 10.4 Passage des câbles de la carte de commande

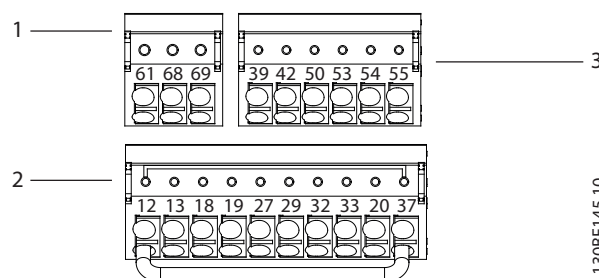
10.4.2 Bornes de commande

L'illustration 10.5 présente les connecteurs de variateur amovibles. Les fonctions des bornes et leurs réglages par défaut sont résumés dans les *Tableau 10.5 – Tableau 10.7*.



130BF144.10

Illustration 10.5 Emplacement des bornes de commande



130BF145.10

1	Bornes de communication série
2	Bornes d'entrée/sortie digitale
3	Bornes d'entrée/sortie analogique

Illustration 10.6 Numéros des bornes situés sur les connecteurs

Bornes de communication série			
Borne	Paramètre	Réglage par défaut	Description
61	-	-	Filtre RC intégré pour le blindage de câble. UNIQUEMENT pour la connexion du blindage en cas de problèmes de CEM.

Bornes de communication série			
Borne	Paramètre	Réglage par défaut	Description
68 (+)	Groupe de paramètres 8-3* Réglage Port FC	–	Interface RS485. Un commutateur (BUS TER.) est prévu sur la carte de commande pour la résistance de terminaison du bus. Voir le <i>Manuel de configuration du VLT® AQUA Drive FC 202 110–1 400 kW.</i>
69 (-)	Groupe de paramètres 8-3* Réglage Port FC	–	
Relais			
01, 02, 03	Paramètre 5-40 Fonction relais [0]	[0] Inactif	Sortie relais RT Pour tension CA ou CC et des charges résistives ou inductives.
04, 05, 06	Paramètre 5-40 Fonction relais [1]	[0] Inactif	

Tableau 10.5 Descriptions des bornes de communication série

Bornes d'entrée/sortie digitale			
Borne	Paramètre	Réglage par défaut	Description
12, 13	–	+24 V CC	Tension d'alimentation 24 V CC des entrées digitales et des transformateurs externes. Le courant de sortie maximal est de 200 mA pour toutes les charges de 24 V.
18	Paramètre 5-10 E.digit.born.18	[8] Démarrage	Entrées digitales.
19	Paramètre 5-11 E.digit.born.19	[10] Inversion	
32	Paramètre 5-14 E.digit.born.32	[0] Inactif	
33	Paramètre 5-15 E.digit.born.33	[0] Inactif	
27	Paramètre 5-12 E.digit.born.27	[2] Lâchage	Pour entrée ou sortie digitale. Le réglage par défaut est Entrée.
29	Paramètre 5-13 E.digit.born.29	[14] Jogging	
20	–	–	Borne commune pour les entrées digitales et potentiel de 0 V pour l'alimentation 24 V.

Bornes d'entrée/sortie digitale			
Borne	Paramètre	Réglage par défaut	Description
37	–	STO	Lorsque la fonctionnalité STO en option n'est pas utilisée, un cavalier est nécessaire entre la borne 12 (ou 13) et la borne 37. Cela permet au variateur de fonctionner avec les valeurs de programmation par défaut.

Tableau 10.6 Descriptions des bornes d'entrée/sortie digitale

Bornes d'entrée/sortie analogique			
Borne	Paramètre	Réglage par défaut	Description
39	–	–	Commune à la sortie analogique.
42	Paramètre 6-50 S.born.42	[0] Inactif	Sortie analogique programmable. 0-20 mA ou 4-20 mA à un maximum de 500 Ω.
50	–	+10 V CC	Tension d'alimentation analogique de 10 V CC pour un potentiomètre ou une thermistance. 15 mA maximum.
53	Groupe de paramètres 6-1* Entrée ANA 1	Référence	Entrée analogique. Pour tension ou courant. Sélectionner mA ou V par les commutateurs A53 et A54.
54	Groupe de paramètres 6-2* Entrée ANA 2	Retour	
55	–	–	Commun des entrées analogiques

Tableau 10.7 Descriptions des bornes d'entrée/sortie analogique

Bornes des relais :

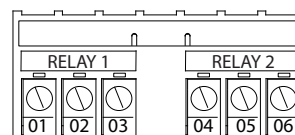


Illustration 10.7 Bornes des relais 1 et 2

130BF156.10

- Relais 1 et 2. L'emplacement des sorties dépend de la configuration du variateur. Se reporter au *manuel d'utilisation*.
- Bornes sur un équipement intégré en option. Voir les instructions fournies avec l'équipement optionnel.

10.5 Fusibles et disjoncteurs

L'utilisation de fusibles garantit que les dommages éventuels au variateur se limitent à des dommages internes à l'unité. Utiliser des fusibles Bussmann identiques de rechange, pour garantir la conformité à la norme EN 50178. Se reporter au *Tableau 10.8*.

AVIS!

L'utilisation de fusibles du côté alimentation est obligatoire pour les installations conformes aux normes CEI 60364 (CE) et NEC 2009 (UL).

Tension d'entrée (V)	Référence Bussmann
380–480	170M7309
525–690	170M7342

Tableau 10.8 Options de fusible

L'utilisation des fusibles répertoriés au *Tableau 10.8* convient sur un circuit capable de fournir 100 000 A_{rms} (symétriques), en fonction de la tension nominale du variateur. Avec des fusibles adaptés, le courant nominal de court-circuit du variateur (SCCR) s'élève à 100 000 A_{rms} . Les variateurs E1h et E2h sont fournis avec des fusibles internes afin de se conformer au SCCR de 100 kA et aux exigences de variateur en armoire UL 61800-5-1. Les variateurs E3h et E4h doivent être munis de fusibles de type aR afin de se conformer au SCCR de 100 kA.

AVIS!

SECTIONNEUR

Toutes les unités commandées et fournies avec un sectionneur installé en usine nécessitent des fusibles de circuit de dérivation de classe L afin de se conformer au SCCR de 100 kA pour le variateur. Si un disjoncteur est utilisé, le SCCR nominal est de 42 kA. La tension d'entrée et le dimensionnement puissance du variateur déterminent le fusible de classe L spécifique. La tension d'entrée et le dimensionnement puissance sont indiqués sur la plaque signalétique du produit. Pour de plus amples informations sur la plaque signalétique, voir le *manuel d'utilisation*.

Tension d'entrée (V)	Dimensionnement puissance (kW)	Courant de court-circuit (A)	Protection requise
380–480	315–400	42000	Disjoncteur
		100000	Fusible de classe L, 800 A
380–480	450–500	42000	Disjoncteur
		100000	Fusible de classe L, 1 200 A
525–690	355–560	40000	Disjoncteur
		100000	Fusible de classe L, 800 A
525–690	630–710	42000	Disjoncteur
		100000	Fusible de classe L, 1 200 A

10.6 Moteur

10.6.1 Câble du moteur

Le variateur permet d'utiliser tous les types de moteurs asynchrones triphasés standard. Le moteur doit être relié aux bornes suivantes :

- U/T1/96
- V/T2/97
- W/T3/98
- Relier la terre à la borne 99

Le réglage d'usine correspond à une rotation dans le sens horaire quand la sortie du variateur est raccordée comme suit :

Borne	Fonction
96	Secteur U/T1
97	V/T2
98	W/T3
99	Terre

Tableau 10.9 Bornes du câble du moteur

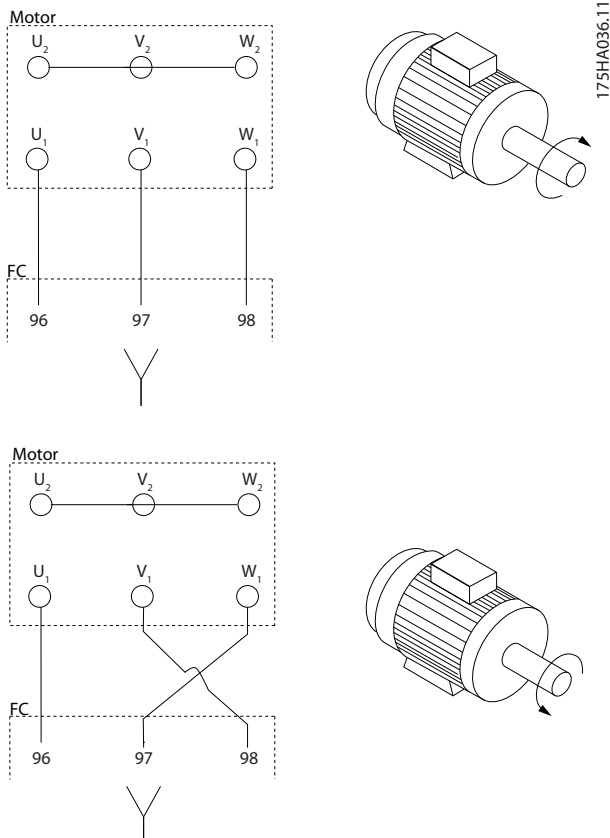


Illustration 10.8 Changement de la rotation du moteur

- 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 paramètre 4-10 *Direction vit. moteur*.

Le contrôle de la rotation du moteur peut être effectué à l'aide du paramètre 1-28 *Ctrl rotation moteur* et en suivant la configuration indiquée dans l'illustration 10.8.

10.6.2 Protection thermique du moteur

Le relais thermique électronique du variateur a reçu une homologation UL pour la protection unique du moteur contre la surcharge, lorsque le paramètre 1-90 *Protect. thermique mot.* est réglé sur *ETR Alarme* et le paramètre 1-24 *Courant moteur* est réglé sur le courant nominal du moteur (voir la plaque signalétique du moteur).

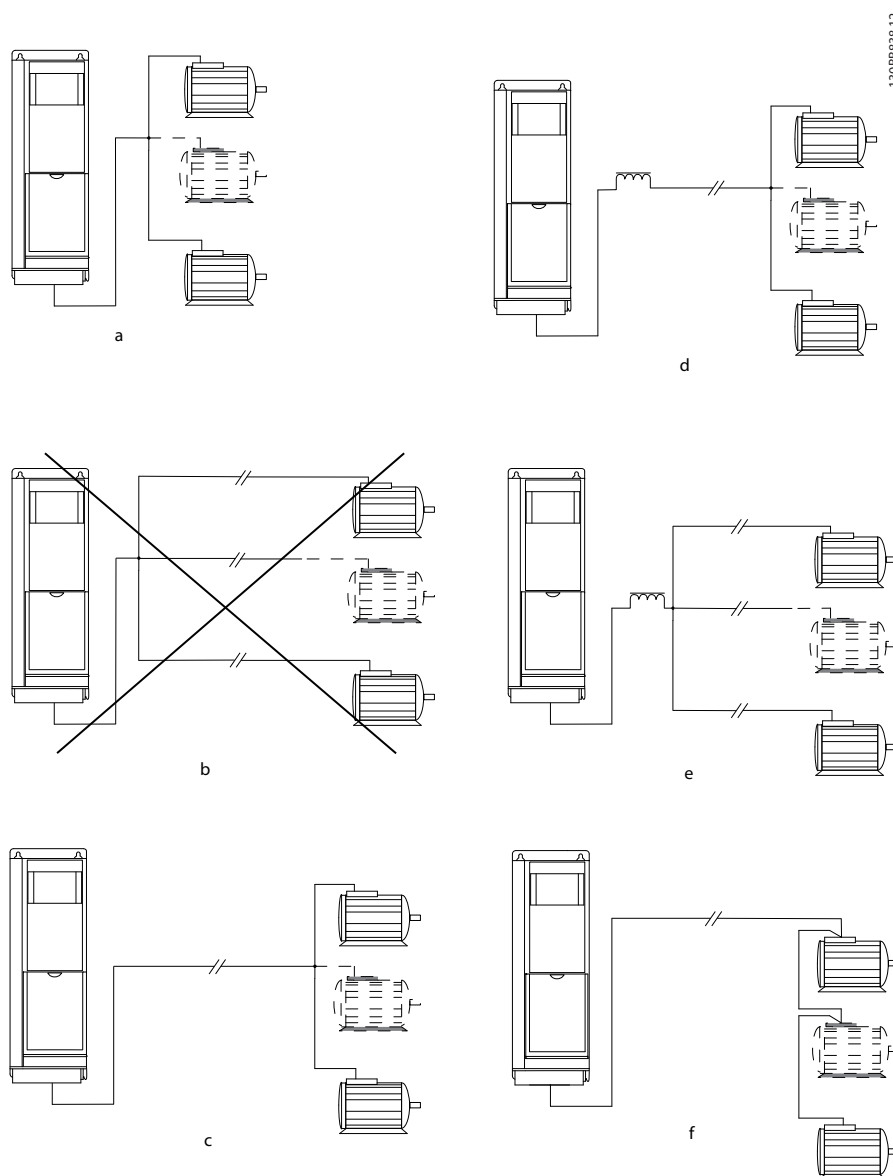
Pour la protection thermique du moteur, il est également possible d'utiliser l'option VLT® PTC Thermistor Card MCB 112. Cette carte offre une garantie ATEX pour protéger les moteurs dans les zones potentiellement explosives Zone 1/21 et Zone 2/22. Lorsque le paramètre 1-90 *Protect. thermique mot.* réglé sur [20] *ATEX ETR* est combiné 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 pour un fonctionnement en toute sécurité des moteurs Ex-e.

10.6.3 Montage des moteurs en parallèle

Le variateur est capable de contrôler plusieurs moteurs connectés en parallèle. Pour connaître les différentes configurations de moteurs connectés en parallèle, voir l'illustration 10.9.

Il convient de noter les points suivants en cas d'utilisation d'un raccordement en parallèle des moteurs :

- Faire fonctionner des applications avec moteurs parallèles en mode U/F (Volt par Hertz).
- Le mode VVC⁺ peut être utilisé dans certaines applications.
- La consommation totale de courant des moteurs ne peut pas excéder le courant nominal de sortie I_{INV} pour le variateur.
- Des problèmes peuvent survenir au démarrage et à vitesse réduite, si les dimensions des moteurs sont très différentes, parce que la résistance ohmique relativement grande dans le stator des petits moteurs entraîne une tension supérieure au démarrage et à vitesse réduite.
- Le relais thermique électronique (ETR) du variateur ne peut pas être utilisé comme protection du moteur contre la surcharge. Une protection additionnelle du moteur contre la surcharge doit être prévue en intégrant des thermistances dans chaque moteur ou dans les relais thermiques individuels.
- Quand les moteurs sont connectés en parallèle, le paramètre 1-02 *Source codeur arbre moteur* ne peut pas être utilisé et le paramètre 1-01 *Principe Contrôle Moteur* doit être réglé sur [0] *U/f*.



A	Les installations avec câbles connectés en un point commun comme indiqué en A et B sont uniquement recommandées pour des longueurs de câble courtes.
B	Tenir compte de la longueur de câble du moteur maximale indiquée dans le <i>chapitre 7.6 Spécifications du câble</i> .
C	La longueur totale de câble du moteur spécifiée dans le <i>chapitre 7.6 Spécifications du câble</i> est valable tant que les câbles parallèles restent inférieurs à 10 m (32 pi) chacun.
D	Tenir compte de la chute de tension dans les câbles du moteur.
E	Tenir compte de la chute de tension dans les câbles du moteur.
F	La longueur totale de câble du moteur spécifiée dans le <i>chapitre 7.6 Spécifications du câble</i> est valable tant que les câbles parallèles restent inférieurs à 10 m (32 pi) chacun.

Illustration 10.9 Divers raccords en parallèle des moteurs

10.6.4 Isolation du moteur

Pour des longueurs de câble du moteur inférieures ou égales à la longueur de câble maximale répertoriée dans le *chapitre 7.6 Spécifications du câble*, utiliser l'isolation de moteur nominale indiquée dans le *Tableau 10.10*. Si un moteur présente une valeur d'isolation nominale inférieure, Danfoss recommande d'utiliser un filtre dU/dt ou sinus.

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

Tableau 10.10 Caractéristiques de l'isolation du moteur

10.6.5 Courants des paliers de moteur

Pour éliminer les courants de palier circulant dans tous les moteurs installés avec le variateur, installer des paliers isolés côté opposé à l'accouplement. Pour minimiser les courants de paliers et d'arbre, veiller à une mise à la terre correcte du variateur, du moteur, de la machine entraînée et du moteur à la machine entraînée.

Stratégies d'atténuation standard :

- Utiliser un palier isolé.
- Suivre les procédures d'installation adéquates.
 - Veiller à ce que le moteur et la charge moteur soient alignés.
 - Respecter la réglementation CEM.
 - Renforcer le PE de façon à ce que l'impédance haute fréquence soit inférieure dans le PE aux fils d'alimentation d'entrée.
 - Veiller à la bonne connexion haute fréquence entre le moteur et le variateur. Utiliser un câble blindé muni d'un raccord à 360° dans le moteur et le variateur.
 - Veiller à ce que l'impédance entre le variateur et la mise à la terre soit inférieure à l'impédance de la mise à la terre de la machine. Cela peut s'avérer difficile pour les pompes.
 - Procéder à une mise à la terre directe entre le moteur et la charge moteur.
- Abaisser la fréquence de commutation de l'IGBT.
- Modifier la forme de l'onde de l'onduleur, 60° AVM au lieu de SFAVM.
- Installer un système de mise à la terre de l'arbre ou utiliser un accouplement isolant.

- Appliquer un lubrifiant conducteur.
- Utiliser si possible des réglages minimum de la vitesse.
- Veiller à ce que la tension secteur soit équilibrée par rapport à la terre. Cela peut s'avérer difficile pour les réseaux IT, TT, TN-CS ou les systèmes de colonne mis à la terre.
- Utiliser un filtre dU/dt ou sinus.

10.7 Freinage

10.7.1 Sélection des résistances 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, on utilise généralement un 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. Pour plus d'informations, consulter le *Manuel de configuration de la résistance VLT® Brake Resistor MCE 101*.

Si la quantité d'énergie cinétique transférée à la résistance à chaque période de freinage est inconnue, la puissance moyenne peut être calculée à partir du temps de cycle et du temps de freinage (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 10.10* représente un cycle de freinage typique.

Les fournisseurs de moteurs utilisent souvent S5 pour indiquer la charge autorisée qui correspond au cycle d'utilisation intermittent. Le cycle d'utilisation intermittent de la résistance est calculé comme suit :

$$\text{Cycle d'utilisation} = t_b/T$$

T = temps de cycle en secondes

t_b est le temps de freinage en secondes (du temps de cycle)

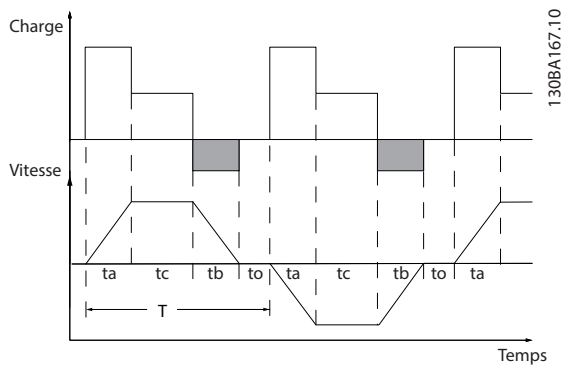


Illustration 10.10 Cycle de freinage type

		Puissance				
		N355	N400	N450	N500	N560
Freinage nominal [45 °C (113 °F)]	Durée du cycle (s)	600	600	600	600	600
	Courant (%)	100	70	62	56	80
	Temps de freinage (s)	240	240	240	240	240
Freinage de surcharge [45 °C (113 °F)]	Durée du cycle (s)	300	300	300	300	300
	Courant (%)	136	92	81	72	107
	Temps de freinage (s)	30	30	30	30	30
Freinage nominal [25 °C (77 °F)]	Durée du cycle (s)	600	600	600	600	600
	Courant (%)	100	92	81	89	80
	Temps de freinage (s)	240	240	240	240	240
Freinage de surcharge [25 °C (77 °F)]	Durée du cycle (s)	300	300	300	300	300
	Courant (%)	136	113	100	72	107
	Temps de freinage (s)	30	10	10	30	30

Tableau 10.11 Capacité de freinage, 380–480 V

		Puissance					
		N450	N500	N560	N630	N710	N800
Freinage nominal [45 °C (113 °F)]	Durée du cycle (s)	600	600	600	600	600	600
	Courant (%)	89	79	63	63	71	63
	Temps de freinage (s)	240	240	240	240	240	240

		Puissance					
		N450	N500	N560	N630	N710	N800
Freinage de surcharge [45 °C (113 °F)]	Durée du cycle (s)	300	300	300	300	300	300
	Courant (%)	113	100	80	80	94	84
	Temps de freinage (s)	30	30	30	30	30	30
Freinage nominal [25 °C (77 °F)]	Durée du cycle (s)	600	600	600	600	600	600
	Courant (%)	89	79	63	63	71	63
	Temps de freinage (s)	240	240	240	240	240	240
Freinage de surcharge [25 °C (77 °F)]	Durée du cycle (s)	300	300	300	300	300	300
	Courant (%)	113	100	80	80	94	84
	Temps de freinage (s)	30	30	30	30	30	30

Tableau 10.12 Capacité de freinage, 525–690 V

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

AVIS!

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

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

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

où

$$P_{pointe} = P_{moteur} \times M_{br} [\%] \times \eta_{moteur} \times \eta_{VLT} [W]$$

Comme indiqué, la résistance de freinage dépend de la tension du circuit intermédiaire (U_{cc}).

Taille	Frein actif	Avertissement avant déclenchement	Déclenchement
380–480 V ¹⁾	810 V	828 V	855 V
525–690 V	1 084 V	1 109 V	1 130 V

Tableau 10.13 Limites de freinage FC 202

Taille	Frein actif	Avertissement avant déclenchement	Déclenchement
380–480 V ¹⁾	810 V	828 V	855 V
525–690 V	1 084 V	1 109 V	1 130 V

Tableau 10.14 Limites de freinage FC 202

1) Selon la puissance

AVIS!

Vérifier que la résistance peut supporter une tension de 410 V, 820 V, 850 V, 975 V ou 1 130 V. Les résistances de freinage Danfoss sont adaptées à une utilisation sur tous les variateurs Danfoss.

Danfoss recommande la résistance de freinage R_{rec} . Ce calcul garantit que le variateur peut freiner au couple de freinage le plus élevé ($M_{fr}(\%)$) de 150 %. La formule peut s'écrire :

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

η_{moteur} est typiquement à 0,90

η_{VLT} est typiquement à 0,98

Pour les variateurs 200 V, 480 V, 500 V et 600 V, R_{rec} à un couple de freinage de 160 % est écrite sous la forme :

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

$$500V : R_{rec} = \frac{464923}{P_{moteur}} [\Omega]$$

$$600V : R_{rec} = \frac{630137}{P_{moteur}} [\Omega]$$

$$690V : R_{rec} = \frac{832664}{P_{moteur}} [\Omega]$$

AVIS!

La résistance du circuit de freinage sélectionnée ne doit pas être supérieure à celle recommandée par Danfoss. Les boîtiers de tailles E1h–E4h contiennent 1 hacheur de freinage.

AVIS!

En cas d'apparition d'un court-circuit dans le transistor de freinage, on n'empêche la dissipation de puissance dans la résistance de freinage qu'en utilisant un interrupteur de secteur ou un contacteur afin de déconnecter le variateur du secteur, ou un contact dans le circuit de freinage. Une dissipation de puissance ininterrompue dans la résistance de freinage peut causer une surchauffe, des dommages ou un incendie.

AVERTISSEMENT

RISQUE D'INCENDIE

Les résistances de freinage s'échauffent pendant/après le freinage, et doivent donc être placées dans un environnement sûr pour éviter tout risque d'incendie.

10.7.2 Contrôle avec la fonction de freinage

On peut utiliser un relais/une sortie digitale pour protéger la résistance de freinage contre la surcharge ou la surchauffe en générant un défaut variateur. Si l'IGBT frein est en surcharge ou en surchauffe, le signal de relais/digital allant du frein au variateur arrête l'IGBT frein. Ce signal de sortie relais/digitale ne protège pas contre un court-circuit dans l'IGBT frein. Danfoss recommande un moyen de déconnecter le frein en cas de court-circuit dans l'IGBT frein.

Le frein permet également d'afficher la puissance instantanée et la puissance moyenne des 120 dernières secondes et de surveiller que la puissance dégagée ne dépasse pas la limite définie au paramètre 2-12 P. kW Frein Res.. Le Paramètre 2-13 Frein Res Therm sélectionne la fonction à exécuter lorsque la puissance transmise à la résistance de freinage dépasse la limite définie au paramètre 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 relié à un contacteur externe. Le circuit de la résistance de freinage n'est pas protégé contre les fuites à la terre.

Le contrôle de surtension (OVC) peut être sélectionné comme fonction de freinage de remplacement au paramètre 2-17 Contrôle Surtension. Cette fonction est active pour toutes les unités et assure qu'en cas d'augmentation de la tension du circuit intermédiaire, la fréquence de sortie augmente également afin de limiter la tension du circuit intermédiaire, évitant ainsi un arrêt.

AVIS!

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

10.8 Relais de protection différentielle (RCD) et dispositif de surveillance de la résistance d'isolation (IRM)

Utiliser des relais de protection différentielle (RCD), une mise à la terre multiple ou une mise à la terre en tant que protection supplémentaire, à condition de respecter les réglementations de sécurité locales.

Un défaut de mise à la terre peut introduire un courant CC dans le courant de fuite. Si des relais RCD sont utilisés, les réglementations locales doivent être respectées. Les relais doivent convenir à la protection d'équipements triphasés avec pont redresseur et décharge courte lors de la mise sous tension. Voir le chapitre 10.9 Courant de fuite pour plus de détails.

10.9 Courant de fuite

Respecter les réglementations locales et nationales concernant la protection par mise à la terre de l'équipement en cas de courant de fuite supérieur à 3,5 mA. La technologie du variateur implique une commutation haute fréquence à haute puissance. Cette commutation haute fréquence génère un courant de fuite dans la mise à la terre.

Le courant de fuite à la terre provient de plusieurs sources et dépend des différentes configurations du système, notamment :

- filtrage RFI ;
- longueur de câble du moteur ;
- blindage du câble du moteur ;
- alimentation du variateur.

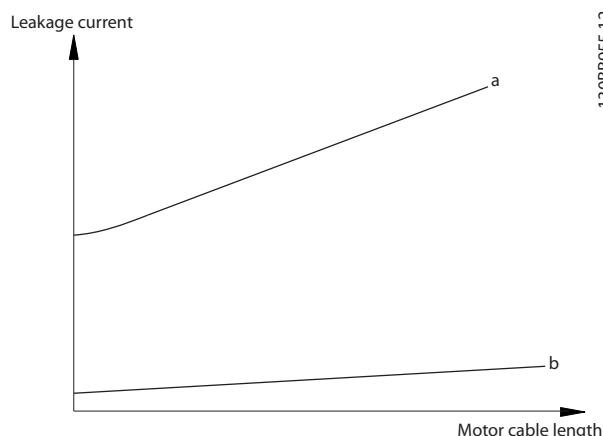


Illustration 10.11 Influence de la longueur de câble du moteur et du dimensionnement puissance sur le courant de fuite. Puissance a > puissance b.

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

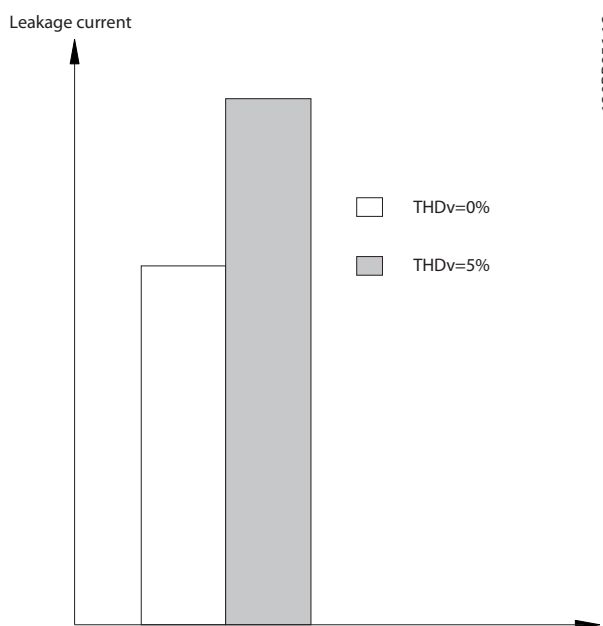


Illustration 10.12 Influence de la distorsion de la ligne sur le courant de fuite

Si le courant de fuite dépasse 3,5 mA, le respect de la norme EN/CEI 61800-5-1 (norme produit concernant les entraînements électriques de puissance) exige une attention particulière.

Renforcer la mise à la terre avec les exigences suivantes en matière de protection par mise à la terre :

- Fil de mise à la terre (borne 95) d'au moins 10 mm² (8 AWG) de section.
- Deux fils de terre séparés respectant les consignes de dimensionnement.

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

Utilisation de RCD

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

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

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

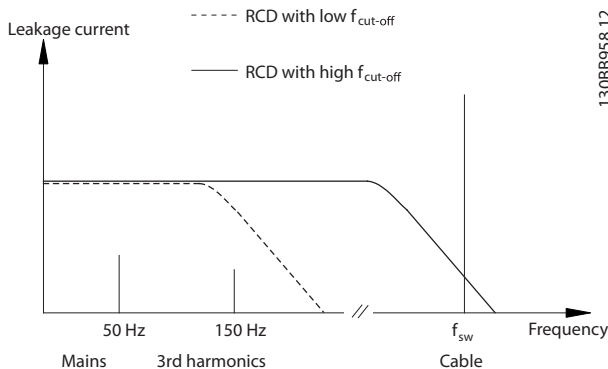


Illustration 10.13 Sources principales du courant de fuite

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

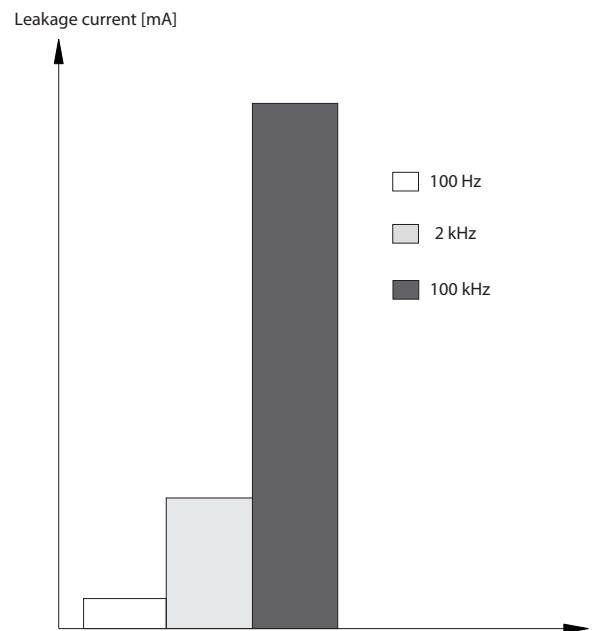


Illustration 10.14 Influence de la fréquence de coupure des RCD sur le courant de fuite

10

10.10 Réseau IT

Alimentation secteur isolée de la terre

Si le variateur est alimenté par une source électrique isolée (réseau IT, triangle isolé de la terre ou triangle mis à la terre) ou un réseau TT/TN-S avec triangle mis à la terre, il est recommandé de désactiver le commutateur RFI via le paramètre 14-50 Filtre RFI sur le variateur et le paramètre 14-50 Filtre RFI sur le filtre. Pour plus de détails, voir la norme CEI 364-3. En position OFF, les condensateurs de filtrage entre le châssis et le circuit intermédiaire sont coupés pour éviter d'endommager le circuit intermédiaire et pour réduire les courants à effet de masse, selon la norme CEI 61800-3.

Si une performance CEM optimale est exigée, si des moteurs parallèles sont connectés ou si la longueur des câbles du moteur est supérieure à 25 m (82 pi), Danfoss recommande de régler le paramètre 14-50 Filtre RFI sur [Actif]. Voir aussi la Note applicative, VLT® sur réseau IT. Il est important d'utiliser des moniteurs d'isolement compatibles avec l'électronique de puissance (CEI 61557-8).

Danfoss ne recommande pas d'utiliser un contacteur de sortie pour les variateurs 525–690 V reliés à un réseau IT.

10.11 Rendement

Rendement du variateur (η_{VLT})

La charge du variateur a peu d'influence sur son rendement. En général, le rendement résultant de la fréquence nominale du moteur $f_{M,N}$ est identique, que le moteur développe un couple nominal sur l'arbre de 100 % ou de 75 %, avec une charge partielle.

Le rendement du variateur n'est pas modifié même si d'autres caractéristiques U/f sont sélectionnées. Ces dernières affectent cependant le rendement du moteur.

Le rendement baisse légèrement 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 ou d'un câble du moteur dont la longueur dépasse 30 m (98 pi).

Calcul du rendement du variateur

Calculer le rendement du variateur à différentes vitesses et charges selon l'illustration 10.15. Le facteur de ce graphique doit être multiplié par le facteur de rendement spécifique répertorié dans les tableaux de spécifications au chapitre 7.1 Données électriques, 380–480 V et au chapitre 7.2 Données électriques, 525–690 V.

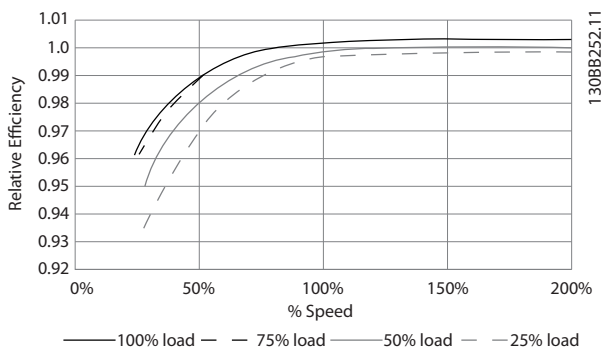


Illustration 10.15 Courbes de rendement typique

Exemple : prenons comme hypothèse un variateur de fréquence 160 kW, 380-480 V CA avec une charge de 25 % à 50 % de la vitesse. L'illustration 10.15 indique 0,97 ; le rendement nominal d'un variateur 160 kW est de 0,98. Le rendement réel est donc : $0,97 \times 0,98 = 0,95$.

Rendement du moteur (η_{MOTEUR})

Le rendement d'un moteur raccordé à un variateur 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 est pratiquement constant dans le cas d'une exploitation avec le variateur et avec l'alimentation directe sur secteur.

Lorsque l'on utilise des petits moteurs, l'influence de la caractéristique U/f sur le rendement est marginale, mais avec des moteurs de 11 kW (14,75 HP) et plus, les avantages sont significatifs.

La fréquence de commutation n'affecte généralement pas le rendement des petits moteurs. Le rendement des moteurs à partir de 11 kW (14,75 HP) est amélioré (1–2 %), puisque la sinusoïde du courant du moteur est presque parfaite à fréquence de commutation élevée.

Rendement du système ($\eta_{\text{SYSTÈME}}$)

Pour calculer le rendement du système, multiplier le rendement du variateur (η_{VLT}) par le rendement du moteur (η_{MOTEUR}) :

$$\eta_{\text{SYSTÈME}} = \eta_{\text{VLT}} \times \eta_{\text{MOTEUR}}$$

10.12 Bruit acoustique

Le bruit acoustique du variateur a 3 sources :

- Inductance du circuit intermédiaire CC.
- Ventilateurs internes.
- Inductance du filtre RFI.

Le Tableau 10.15 répertorie les valeurs de bruit acoustique typiques mesurées à une distance d'1 m (9 pi) de l'unité.

Taille de boîtier	dBA à vitesse maximale du ventilateur
E1h–E4h	80

Tableau 10.15 Bruit acoustique

Résultats des essais effectués conformément à ISO 3744 pour déterminer l'intensité des niveaux de bruit dans un environnement contrôlé. La tonalité du bruit a été quantifiée à des fins d'enregistrement de données techniques et de performances du matériel, conformément à ISO 1996-2 Annexe D.

Un nouvel algorithme de commande du ventilateur pour les boîtiers de tailles E1h-E4h améliore les performances sonores en permettant à l'opérateur de sélectionner différents modes de fonctionnement du ventilateur en fonction de conditions spécifiques. Voir le paramètre 30-50 Heat Sink Fan Mode pour plus d'informations.

10.13 Conditions dU/dt

AVIS!

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

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

- du câble du moteur (type, section, longueur, blindage ou non) ;
- de l'inductance.

L'auto-induction provoque un pic de tension du moteur U_{PIC} avant de se stabiliser à un niveau déterminé par la tension présente dans le circuit intermédiaire. Le temps de montée et le pic de tension U_{PIC} influencent tous deux la durée de vie du moteur. Un pic de tension trop élevé affecte particulièrement les moteurs dépourvus d'isolation de bobines entre phases. La longueur des câbles de moteur affecte le temps de montée et le pic de tension. Par exemple, sur les câbles de moteur de faible longueur (quelques mètres), le temps de montée et le pic de tension sont plus faibles. Sur les câbles de moteur de grande longueur (100 m (328 pi)), le temps de montée et le pic de tension sont plus élevés.

Le pic de tension sur les bornes du moteur est causé par l'activation des IGBT. Le variateur est conforme aux

exigences de la norme CEI 60034-25 concernant les moteurs conçus pour être contrôlés par des variateurs. Le variateur est également conforme à la norme CEI 60034-17 concernant les moteurs standard contrôlés par des variateurs.

Gamme de forte puissance

Les puissances indiquées du *Tableau 10.16* au *Tableau 10.21* aux tensions secteur appropriées sont conformes aux exigences de la norme CEI 60034-17 en matière de moteurs standard contrôlés par des variateurs, de la norme CEI 60034-25 en matière de moteurs conçus pour être contrôlés par des variateurs et de NEMA MG 1-1998 Partie 31.4.4.2 pour les moteurs alimentés par onduleur. Les puissances indiquées du *Tableau 10.16* au *Tableau 10.21* ne satisfont pas aux exigences NEMA MG 1-1998 Partie 30.2.2.8 pour les moteurs à usage général.

380–480 V

Puissance [kW (HP)]	Câble [m (pi)]	Tension secteur [V]	Temps de montée [μ s]	Pic de tension [V]	dU/dt [V/ μ s]
355–450 (500–600)	5 (16)	460	0,23	1038	2372
	30 (98)	460	0,72	1061	644
	150 (492)	460	0,46	1142	1160
	300 (984)	460	1,84	1244	283
500–560 (650–750)	5 (16)	460	0,42	1042	1295
	30 (98)	460	0,57	1200	820
	150 (492)	460	0,63	1110	844
	300 (984)	460	2,21	1175	239

Tableau 10.16 Résultats des essais dU/dt NEMA pour E1h–E4h avec câbles non blindés et sans filtre de sortie, 380–480 V

Puissance [kW (HP)]	Câble [m (pi)]	Tension secteur [V]	Temps de montée [μ s]	Pic de tension [V]	dU/dt [V/ μ s]
355–450 (500–600)	5 (16)	460	0,33	1038	2556
	30 (98)	460	1,27	1061	668
	150 (492)	460	0,84	1142	1094
	300 (984)	460	2,25	1244	443
500–560 (650–750)	5 (16)	460	0,53	1042	1569
	30 (98)	460	1,22	1200	1436
	150 (492)	460	0,90	1110	993
	300 (984)	460	2,29	1175	411

Tableau 10.17 Résultats des essais dU/dt CEI pour E1h–E4h avec câbles non blindés et sans filtre de sortie, 380–480 V

Puissance [kW (HP)]	Câble [m (pi)]	Tension secteur [V]	Temps de montée [μ s]	Pic de tension [V]	dU/dt [V/ μ s]
355–450 (500–600)	5 (16)	460	0,17	1017	3176
	30 (98)	460	–	–	–
	150 (492)	460	0,41	1268	1311
500–560 (650–750)	5 (16)	460	0,17	1042	3126
	30 (98)	460	–	–	–
	150 (492)	460	0,22	1233	2356

Tableau 10.18 Résultats des essais dU/dt NEMA pour E1h–E4h avec câbles blindés et sans filtre de sortie, 380–480 V

Puissance [kW (HP)]	Câble [m (pi)]	Tension secteur [V]	Temps de montée [μ s]	Pic de tension [V]	dU/dt [V/ μ s]
355–450 (500–600)	5 (16)	460	0,26	1017	3128
	30 (98)	460	–	–	–
	150 (492)	460	0,70	1268	1448
500–560 (650–750)	5 (16)	460	0,27	1042	3132
	30 (98)	460	–	–	–
	150 (492)	460	0,52	1233	1897

Tableau 10.19 Résultats des essais dU/dt CEI pour E1h–E4h avec câbles blindés et sans filtre de sortie, 380–480 V

525–690 V

Puissance [kW (HP)]	Câble [m (pi)]	Tension secteur [V]	Temps de montée [μ s]	Pic de tension [V]	dU/dt [V/ μ s]
450–630 (450–650)	30 (98)	690	0,37	1625	3494
	50 (164)	690	0,86	2030	1895
710–800 (750–950)	5 (16)	690	0,25	1212	3850
	20 (65)	690	0,33	1525	3712
	50 (164)	690	0,82	2040	1996

Tableau 10.20 Résultats des essais dU/dt CEI pour E1h–E4h avec câbles non blindés et sans filtre de sortie, 525–690 V

Puissance [kW (HP)]	Câble [m (pi)]	Tension secteur [V]	Temps de montée [μ s]	Pic de tension [V]	dU/dt [V/ μ s]
450–630 (450–650)	5 (16)	690	0,23	1450	5217
	48 (157)	690	0,38	1637	3400
	150 (492)	690	0,94	1762	1502
710–800 (750–950)	5 (16)	690	0,26	1262	3894
	48 (157)	690	0,46	1625	2826
	150 (492)	690	0,94	1710	1455

Tableau 10.21 Résultats des essais dU/dt CEI pour E1h–E4h avec câbles blindés et sans filtre de sortie, 525–690 V

AVIS!
RÉSULTATS DES ESSAIS

NEMA ne fournit pas les résultats dU/dt pour 690 V.

10.14 Vue d'ensemble de la compatibilité électromagnétique (CEM)

Les dispositifs électriques génèrent des interférences et sont affectés par les interférences d'autres sources générées. La compatibilité électromagnétique (CEM) de ces effets dépend de la puissance et des caractéristiques des harmoniques des dispositifs.

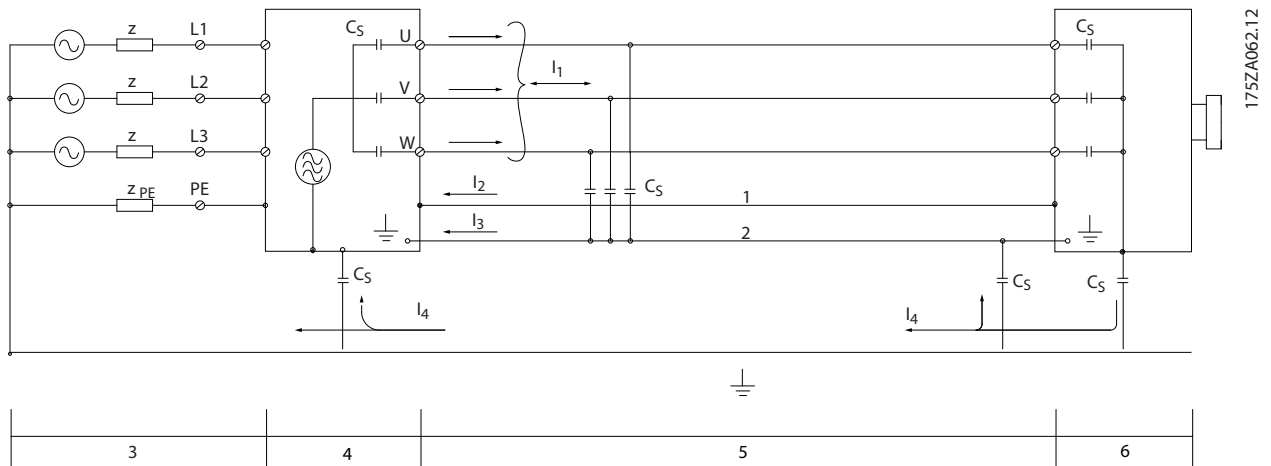
L'interaction incontrôlée entre les dispositifs électriques d'un système peut dégrader la compatibilité et altérer le fonctionnement fiable. Les interférences prennent la forme des éléments suivants :

- décharges électrostatiques ;
- fluctuations de tension rapides ;
- interférences haute fréquence.

Les rafales sont généralement produites à des fréquences comprises entre 150 kHz et 30 MHz. Les interférences en suspension dans l'air émanant du système d'entraînement (30 MHz-1 GHz) sont notamment générées par l'onduleur, le câble du moteur et le moteur.

Les courants de fuite sont imputables aux courants capacitifs affectant le câble du moteur et au rapport dU/dt élevé de la tension du moteur. Voir l'illustration 10.16. Les câbles de moteur blindés ont une capacitance plus élevée entre les fils de phase et le blindage, et entre le blindage et la terre. Cette capacitance accrue des câbles, associée à une autre capacitance parasite et à l'inductance du moteur, change la signature d'émission électromagnétique produite par l'unité. Ce changement de signature d'émission électromagnétique se produit principalement dans les émissions inférieures à 5 MHz. La majeure partie du courant de fuite (I_1) est renvoyée vers l'unité par le PE (I_3), ce qui ne laisse qu'un faible champ électromagnétique (I_4) émis par le câble blindé du moteur. Le blindage réduit l'interférence rayonnée mais augmente les interférences basse fréquence sur le secteur.

10



1	Fil de terre	Cs	Chemins de dérivation de capacitance parasite possibles (varient selon les installations)
2	Blindage	I1	Courant de fuite de mode commun
3	Alimentation secteur CA	I2	Câble de moteur blindé
4	Variateur	I3	Terre de sécurité (quatrième conducteur dans les câbles de moteur)
5	Câble de moteur blindé	I4	Courant de mode commun imprévu
6	Moteur	-	-

Illustration 10.16 Modèle électrique montrant les courants de fuite possibles

10.14.1 Résultats des essais CEM

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

Filtre de type RFI		Émission transmise			Émission par rayonnement	
		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
Normes et exigences	EN 55011					
	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
H2						
FC 102	355–560 kW 380–480 V	Non	Non	150 m (492 pi)	Non	Non
	450–800 kW 525–690 V	Non	Non	150 m (492 pi)	Non	Non
H4						
FC 102	355–560 kW 380–480 V	Non	150 m (492 pi)	150 m (492 pi)	Non	Oui
	450–800 kW 525–690 V	Non	30 m (98 pi)	150 m (492 pi)	Non	Non

Tableau 10.22 Résultats des essais CEM (émission, immunité)

AVIS!

Ce type de système de variateur n'est pas destiné à être utilisé sur un réseau public basse tension alimentant des locaux domestiques. Des interférences radioélectriques sont attendues lors d'une utilisation sur ce type de réseau et des mesures d'atténuation supplémentaires peuvent s'avérer nécessaires.

10.14.2 Conditions d'émission

Conformément à la norme produit CEM EN/CEI 61800-3:2004 pour les variateurs à vitesse variable, les conditions CEM dépendent de l'environnement d'installation du variateur. Ces environnements ainsi que les conditions d'alimentation de tension secteur sont définis dans le *Tableau 10.23*.

Le variateur satisfait aux exigences CEM décrites dans la norme CEI/EN 61800-3 (2004)+AM1 (2011), catégorie C3, pour les équipements ayant un appel de courant supérieur à 100 A par phase, installé dans l'environnement second. Les essais de conformité sont réalisés avec un câble de moteur blindé de 150 m (492 pi).

Catégorie (EN 61800-3)	Définition	Émission transmise (EN 55011)
C1	Environnement premier (habitat et commerce) avec une tension d'alimentation inférieure à 1 000 V	Classe B
C2	Environnement premier (habitat et commerce) avec une tension d'alimentation inférieure à 1 000 V, qui n'est ni enfichable ni amovible, et dans lequel il est prévu que le système soit installé ou mis en service par un professionnel.	Classe A groupe 1
C3	Environnement second (industriel) avec une tension d'alimentation inférieure à 1 000 V	Classe A groupe 2
C4	Environnement second avec les éléments suivants : <ul style="list-style-type: none"> tension d'alimentation supérieure ou égale à 1 000 V ; courant nominal supérieur ou égal à 400 A ; à utiliser dans des systèmes complexes. 	Aucune limite. Un plan CEM doit être effectué.

Tableau 10.23 Conditions d'émission

Lorsque les normes d'émissions génériques sont utilisées, les variateurs doivent être conformes aux limites indiquées dans le *Tableau 10.24*.

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

Tableau 10.24 Limites de la norme générique d'émission

10.14.3 Conditions d'immunité

Les conditions d'immunité des variateurs dépendent de l'environnement d'installation. Les exigences sont plus strictes pour l'environnement industriel que pour les environnements résidentiels et commerciaux. Tous les variateurs Danfoss sont conformes aux exigences des environnements industriels et résidentiels/commerciaux.

Pour documenter l'immunité contre les rafales transitoires, les essais suivants d'immunité ont été réalisés sur un variateur (avec options, le cas échéant), un câble de commande blindé et un boîtier de commande avec potentiomètre, un câble de moteur et un moteur. Les essais ont été effectués selon les normes de base suivantes. Pour plus de détails, voir le *Tableau 10.25*.

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

Norme de base	Salves 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
Bus	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}
Boîtier	–	–	8 kV AD 6 kV CD	10 V/m	–

Tableau 10.25 Schéma d'immunité CEM, plage de tension : 380–480 V, 525–600 V et 525–690 V

¹⁾ Injection sur blindage de câble

AD : rejet d'air ; CD : décharge de contact ; CM : mode commun ; DM : mode différentiel

10.14.4 Compatibilité CEM

AVIS!

RESPONSABILITÉ DE L'OPÉRATEUR

Conformément à la norme EN 61800–3 relative aux systèmes de variateur à vitesse variable, l'opérateur a pour responsabilité de veiller à la conformité CEM. Les fabricants peuvent offrir des solutions d'exploitation conformes à la norme. Les opérateurs sont chargés d'appliquer ces solutions et de payer les coûts associés.

Il existe 2 options pour assurer la compatibilité électromagnétique.

- Éliminer ou réduire au minimum les interférences émises à la source.
- Améliorer l'immunité aux interférences des dispositifs affectés par cette réception.

Filtres RFI

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

AVIS!

INTERFÉRENCES RADIOÉLECTRIQUES

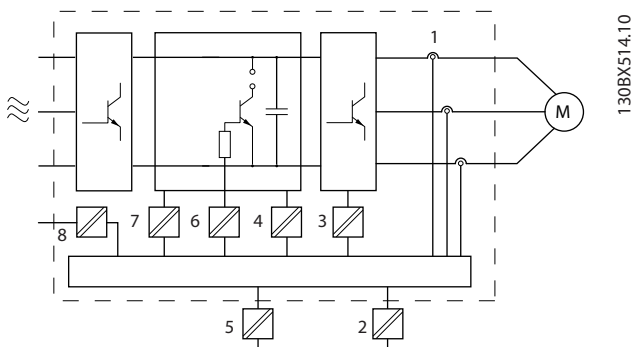
Dans un environnement domestique, ce produit peut provoquer des interférences radioélectriques, auquel cas des mesures d'atténuation supplémentaires sont requises.

Conformité en matière d'isolation galvanique et de PELV

Toutes les bornes de relais et de commande des variateurs E1h–E4h sont conformes à la norme PELV (à l'exception des unités au sol sur trépied supérieures à 400 V).

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

L'isolation électrique est fournie comme indiqué (voir l'illustration 10.17). Les composants décrits sont conformes aux exigences en matière d'isolation galvanique et PELV.



1	Transformateurs de courant
2	Isolation galvanique de l'interface de bus standard RS485
3	Commande de gâchette pour les IGBT
4	Alimentation (SMPS), isolation du signal de V _{CC} incluse, indiquant la tension du circuit intermédiaire
5	Isolation galvanique de l'option de secours de 24 V
6	Coupleur optoélectronique, module de freinage (en option)
7	Courant d'appel interne, RFI et circuits de mesure de la température.
8	Relais clients

Illustration 10.17 Isolation galvanique

10

10.15 Installation selon critères CEM

Pour exécuter une installation conforme aux critères de CEM, se reporter aux instructions fournies dans le *manuel d'utilisation*. Pour voir un exemple d'une installation conforme CEM, voir l'illustration 10.18.

AVIS!
EXTRÉMITÉS BLINDÉES TORSADÉES (QUEUES DE COCHON)

Les extrémités blindées torsadées augmentent l'impédance du blindage à des fréquences élevées, ce qui réduit l'effet du blindage et accroît le courant de fuite. Utiliser des brides pour blindage intégrées afin d'éviter des extrémités blindées torsadées.

- En cas d'utilisation avec des relais, des câbles de commande, une interface signal, un bus de terrain ou un frein, raccorder le blindage au boîtier aux deux extrémités. Si le chemin de mise à la terre présente une impédance élevée, est bruité ou est porteur de courant, rompre le raccordement du blindage à 1 extrémité pour éviter des boucles de courant à la terre.
- Réacheminer les courants vers l'unité à l'aide d'une plaque de montage métallique. Assurer un bon contact électrique à partir de la plaque de

montage à travers les vis de montage et jusqu'au châssis du variateur.

- Utiliser des câbles blindés pour les câbles de puissance du moteur. Il est aussi possible d'utiliser des câbles de moteur non blindés au sein d'un conduit métallique.

AVIS!
CÂBLES BLINDÉS

Si ni câbles blindés ni conduits métalliques ne sont utilisés, l'unité et l'installation ne satisfont pas aux limites réglementaires relatives aux niveaux d'émission de radiofréquence (RF).

- Veiller à utiliser des câbles de moteur et de résistance de freinage aussi courts que possible pour réduire le niveau d'interférences émises par le système dans son ensemble.
- Éviter de placer les câbles de moteur et de résistance de freinage à côté de câbles sensibles aux perturbations.
- Pour les lignes de communication et de commande, suivre les normes du protocole de communication spécifique. Par exemple, pour la connexion USB, il convient d'utiliser des câbles blindés, mais pour la connexion RS485/Ethernet, des câbles UTP blindés ou non blindés peuvent être utilisés.
- S'assurer que toutes les connexions de borne de commande sont PELV.

AVIS!
INTERFÉRENCES CEM

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

AVIS!
INSTALLATION À HAUTE ALTITUDE

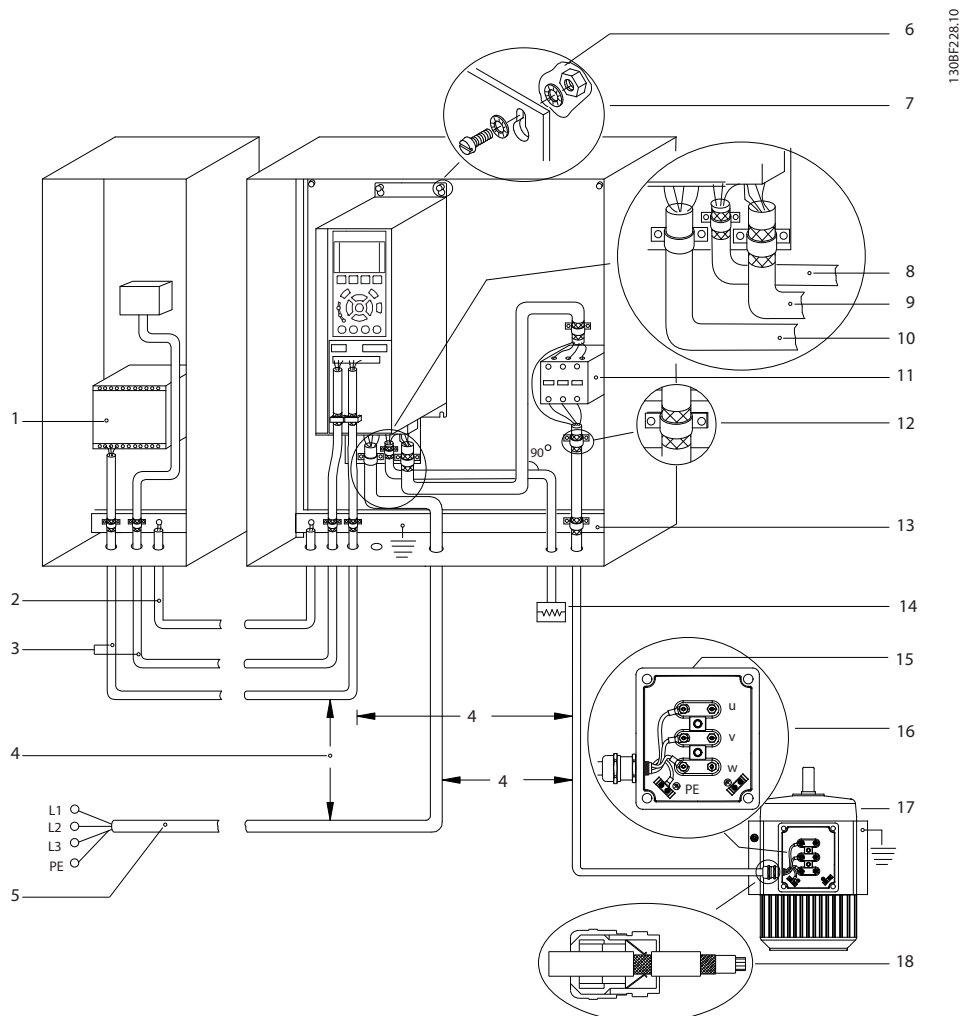
Il existe un risque de surtension. L'isolation entre les composants et les pièces critiques peut s'avérer insuffisante et ne pas satisfaire aux exigences PELV. Réduire le risque de surtension en utilisant des dispositifs de protection externes ou une isolation galvanique.

Pour les installations au-dessus de 2 000 m (6 500 pi) d'altitude, contacter Danfoss concernant la norme PELV.

AVIS!

CONFORMITÉ PELV

Éviter les électrocutions en utilisant une alimentation électrique de type PELV (tension extrêmement basse) et en respectant les réglementations PELV locales et nationales.



10

1	PLC	10	Câble secteur (non blindé)
2	Câble d'égalisation de 16 mm ² (6 AWG) minimum	11	Contacteur de sortie, etc.
3	Câbles de commande	12	Isolation de câble dénudée
4	Au moins 200 mm (7,9 po) entre les câbles de commande, de moteur et secteur.	13	Barre omnibus de mise à la terre commune. Respecter les réglementations nationales et locales relatives à la mise à la terre d'armoire.
5	Alimentation secteur	14	Résistance de freinage
6	Surface nue (non peinte)	15	Boîtier métallique
7	Rondelles éventail	16	Raccordement au moteur
8	Câble de la résistance de freinage (blindé)	17	Moteur
9	Câble du moteur (blindé)	18	Presse-étoupe CEM

Illustration 10.18 Exemple d'une installation conforme CEM

10.16 Présentation des harmoniques

Les charges non linéaires comme celles présentes avec les variateurs ne peuvent pas absorber le courant uniformément à partir de la ligne électrique. Ce courant non sinusoïdal présente des composants qui sont des multiples de la fréquence fondamentale du courant. Ces composants sont appelés harmoniques. Il est important de contrôler la distorsion harmonique totale de l'alimentation secteur. Même si les harmoniques de courant n'affectent pas directement la consommation d'énergie électrique, elles génèrent de la chaleur dans les câbles et les transformateurs, qui peut affecter d'autres dispositifs sur la même ligne électrique.

10.16.1 Analyse des harmoniques

Étant donné que les harmoniques accroissent les déperditions de chaleur, il est important de penser aux harmoniques lors de la conception des systèmes afin d'éviter toute surcharge du transformateur, des bobines d'induction et du câblage. Si nécessaire, analyser les harmoniques du système afin de déterminer les effets de l'équipement.

Un courant non sinusoïdal peut être transformé par la méthode de Fourier en courants sinusoïdaux de fréquences différentes, c'est-à-dire en harmoniques de courant I_n différentes dont la fréquence fondamentale est égale à 50 ou 60 Hz.

Abréviation	Description
f_1	Fréquence fondamentale (50 ou 60 Hz)
I_1	Courant à la fréquence fondamentale
U_1	Tension à la fréquence fondamentale
I_n	Courant à la n ^e fréquence harmonique
U_n	Tension à la n ^e fréquence harmonique
n	Ordre des harmoniques

Tableau 10.26 Abréviations associées aux harmoniques

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

Tableau 10.27 Courants fondamentaux et harmoniques de courant

Courant	Harmoniques de courant				
	I_{RMS}	I_1	I_5	I_7	I_{11-49}
Courant d'entrée	1,0	0,9	0,5	0,2	<0,1

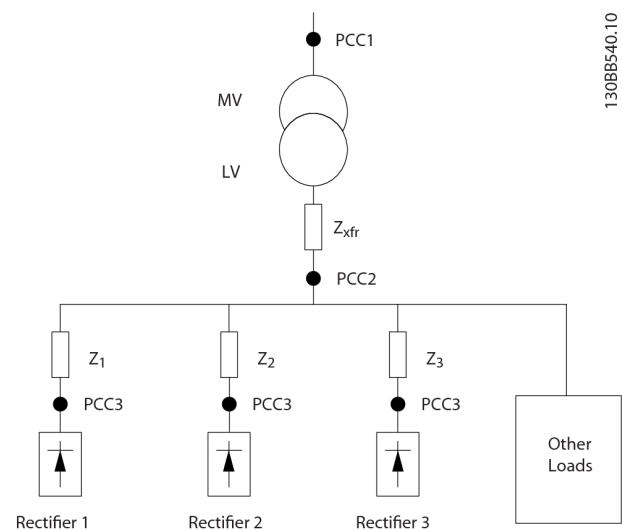
Tableau 10.28 Comparaison entre les harmoniques de courant et le courant d'entrée RMS

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 (THDi) est calculée à partir de chacun des harmoniques de courant selon la formule :

$$THDi = \frac{\sqrt{U_{25}^2 + U_{27}^2 + \dots + U_{2n}^2}}{U}$$

10.16.2 Effet des harmoniques dans un système de distribution de puissance

Sur l'illustration 10.19, un transformateur est connecté côté primaire à un point de couplage commun PCC1, sur l'alimentation en moyenne tension. Le transformateur présente une impédance Z_{xfr} et alimente plusieurs charges. Le point de couplage commun où toutes les charges sont connectées est PCC2. Chaque charge se connecte via des câbles présentant une impédance Z_1, Z_2, Z_3 .



13088540.10

PCC	Point de couplage commun
MT	Moyenne tension
BT	Basse tension
Z_{xfr}	Impédance du transformateur
$Z\#$	Résistance et inductance de modélisation dans le câblage

Illustration 10.19 Petit réseau de distribution

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

La distorsion de courant est liée aux performances des appareils et à la charge individuelle. La distorsion de tension est quant à elle liée aux performances du système. Il est impossible de déterminer la distorsion de tension sur le PCC en ne connaissant que les performances d'harmoniques de la charge. Pour prévoir la distorsion sur le PCC, la configuration du système de distribution et les impédances associées doivent être identifiées.

Un terme couramment utilisé pour décrire l'impédance d'un réseau est le rapport de court-circuit R_{sc} , défini comme le rapport entre la puissance apparente de court-circuit de l'alimentation au point PCC (S_{sc}) et la puissance apparente nominale de la charge ($S_{équi}$). $R_{sc} = \frac{S_{sc}}{S_{équi}}$

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

Effets négatifs des harmoniques

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

10.16.3 Normes CEI sur les harmoniques

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

Standard	Définition
EN 61000-2-2, EN 61000-2-4, EN 50160	Définit les limites de tension secteur requises par les réseaux d'alimentation industriels et publics.
EN 61000-3-2, 61000-3-12	Régule la perturbation secteur générée par les dispositifs connectés dans des produits à courant inférieur.
EN 50178	Surveille les équipements électroniques utilisés sur les installations électriques.

Tableau 10.29 Normes de conception EN pour la qualité de la puissance du secteur

Deux normes européennes traitent des harmoniques sur la plage de fréquences 0-9 kHz :

EN 61000–2–2 (Niveaux de compatibilité pour les perturbations conduites à basse fréquence et la transmission

des signaux sur les réseaux publics d'alimentation à basse tension)

La norme EN 61000–2–2 définit les exigences des niveaux de compatibilité du point de couplage commun (PCC) des systèmes CA basse tension sur un réseau d'alimentation public. Les limites sont spécifiées uniquement pour la tension des harmoniques et la distorsion harmonique totale de la tension. La norme EN 61000-2-2 ne définit pas les limites pour les harmoniques de courant. Dans les cas où la distorsion harmonique totale THD(V) = 8 %, les limites du PCC sont identiques à celles spécifiées dans la norme EN 61000-2-4 pour la classe 2.

EN 61000–2–4 (Niveaux de compatibilité dans les installations industrielles pour les perturbations conduites à basse fréquence)

La norme EN 61000-2-4 définit les exigences des niveaux de compatibilité sur les réseaux industriels et privés. Cette norme définit également les 3 classes suivantes d'environnements électromagnétiques :

- La classe 1 concerne les niveaux de compatibilité inférieurs au réseau d'alimentation public qui affectent les équipements sensibles aux interférences (équipement de laboratoire, quelques appareils d'automatisation et certains dispositifs de protection).
- La classe 2 concerne les niveaux de compatibilité égaux au réseau d'alimentation public. Elle s'applique aux PCC sur le réseau d'alimentation public et aux points de couplage internes (IPC) sur les réseaux d'alimentation industriels ou privés. Tout équipement conçu pour fonctionner sur un réseau d'alimentation public est autorisé dans cette classe.
- La classe 3 concerne les niveaux de compatibilité supérieurs au réseau d'alimentation public. Cette classe s'applique uniquement aux IPC dans les environnements industriels. Utiliser cette classe quand les équipements suivants sont présents :
 - grands variateurs ;
 - machines à souder ;
 - grands moteurs démarrants fréquemment ;
 - charges variant rapidement.

Généralement, une classe ne peut pas être définie au préalable sans tenir compte de l'équipement prévu et des procédés destinés à être utilisés dans l'environnement. Les variateurs VLT® forte puissance respectent les limites de la classe 3 dans des conditions de système d'alimentation typique ($R_{sc} > 10$ ou $v_k \text{ Line} < 10 \%$).

Ordre des harmoniques (h)	Classe 1 (V _h %)	Classe 2 (V _h %)	Classe 3 (V _h %)
5	3	6	8
7	3	5	7
11	3	3,5	5
13	3	3	4,5
17	2	2	4
17 < h ≤ 49	2,27 x (17/h) – 0,27	2,27 x (17/h) – 0,27	4,5 x (17/h) – 0,5

Tableau 10.30 Niveaux de compatibilité des harmoniques

	Classe 1	Classe 2	Classe 3
THDv	5%	8%	10%

Tableau 10.31 Niveaux de compatibilité pour la distorsion harmonique totale THDv

10.16.4 Compatibilité harmonique

Les variateurs Danfoss sont conformes aux normes suivantes :

- IEC61000-2-4
- IEC61000-3-4
- G5/4

10.16.5 Atténuation des harmoniques

Dans les situations où une suppression supplémentaire des harmoniques est nécessaire, Danfoss propose le matériel d'atténuation suivant :

- VLT® 12-pulse drives
- VLT® AHF filters
- VLT® Low Harmonic Drives
- VLT® Active Filters

Le choix de la solution appropriée dépend de plusieurs facteurs :

- réseau (distorsion de fond, déséquilibre du réseau, résonance et type d'alimentation (transformateur/générateur)) ;
- application (profil, nombre et taille des charges) ;
- exigences/réglementations locales/nationales (comme IEEE 519, CEI et G5/4) ;
- coût total de propriété (coûts initiaux, rendement et maintenance).

10.16.6 Calcul d'harmoniques

Utiliser le logiciel gratuit Danfoss MCT 31 afin de déterminer le degré de pollution en termes de tension sur le réseau, ainsi que les mesures à prendre. Le VLT® *Harmonic Calculation MCT 31* est disponible sur www.danfoss.com.

11 Principes de fonctionnement de base d'un variateur

Ce chapitre propose une vue d'ensemble des principaux assemblages et circuits d'un variateur Danfoss. Il vise à décrire les fonctions électriques internes et de traitement des signaux. Une description de la structure interne de contrôle est également incluse.

11.1 Description du fonctionnement

Un variateur est un contrôleur électronique qui fournit une quantité régulée d'alimentation CA à un moteur à induction triphasé. En fournissant tension et fréquence variables au moteur, le variateur fait varier la vitesse du moteur ou maintient une vitesse constante lorsque la charge sur le moteur varie. Le variateur peut aussi arrêter et démarrer un moteur sans contrainte mécanique associée à un démarrage sur le secteur.

Dans sa forme basique, le variateur est composé de 4 sections principales :

Redresseur

Le redresseur se compose de SCR ou diodes qui convertissent une tension CA triphasée en tension CC pulsée.

Circuit intermédiaire (bus CC)

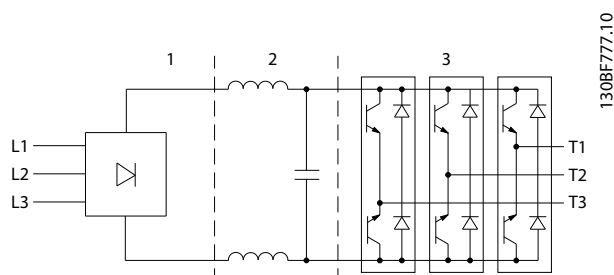
Le circuit intermédiaire se compose d'inducteurs et de batteries de condensateur qui stabilisent la tension CC pulsée.

Onduleur

L'onduleur utilise des IGBT pour convertir la tension CC en CA de tension variable et de fréquence variable.

Commande

La partie commande se compose d'un logiciel amenant le matériel à produire la tension variable qui commande et régule le moteur CA.



1	Redresseur (SCR/diodes)
2	Circuit intermédiaire (bus CC)
3	Onduleur (IGBT)

Illustration 11.1 Traitement interne

11.2 Contrôles d'entraînement

Les process suivants servent à contrôler et réguler le moteur :

- référence/entrée utilisateur ;
- traitement du retour ;
- structure de contrôle définie par l'utilisateur :
 - mode boucle ouverte/boucle fermée ;
 - commande de moteur (vitesse, couple ou process) ;
- algorithmes de contrôle (VVC⁺, flux sans capteur, flux avec signal de retour du moteur et contrôle de courant interne VVC⁺).

11.2.1 Références/entrées utilisateur

Le variateur utilise une source d'entrée (appelée aussi référence) pour contrôler et réguler le moteur. Le variateur reçoit cette entrée :

- manuellement via le LCP. Cette méthode est définie comme locale [Hand On] ;
- à distance via des entrées analogiques/digitales et diverses interfaces série (RS485, USB ou un bus de terrain en option). Cette méthode est définie comme distante [Auto On] et est le réglage d'entrée par défaut.

Référence active

Le terme « référence active » fait référence à la source d'entrée active. La référence active est configurée au paramètre 3-13 Type référence. Voir l'illustration 11.2 et le Tableau 11.1.

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

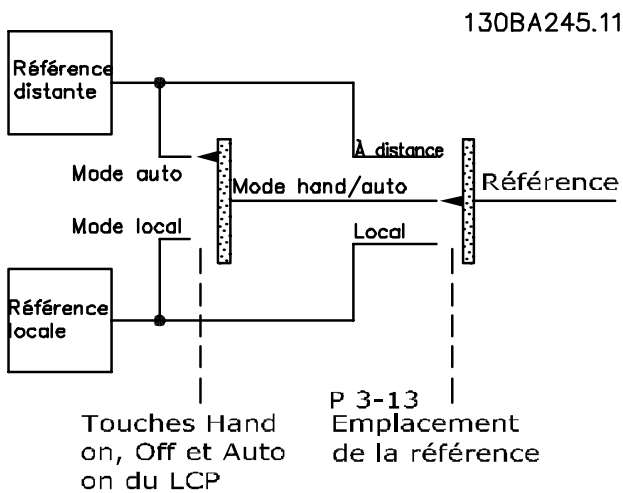


Illustration 11.2 Sélectionner la référence active

Touches du LCP	Paramètre 3-13 Type référence	Actif Référence
[Hand On]	Mode hand/auto	Local
[Hand On]⇒(Off)	Mode hand/auto	Local
[Auto On]	Mode hand/auto	À distance
[Auto On]⇒(Off)	Mode hand/auto	À distance
Toutes les touches	Local	Local
Toutes les touches	À distance	À distance

Tableau 11.1 Configurations des références locale et distante

11.2.2 Utilisation à distance des références

L'utilisation à distance des références s'applique au fonctionnement en boucle ouverte et en boucle fermée. Voir l'illustration 11.3.

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

Des consignes externes peuvent également être fournies au variateur, le plus souvent via une entrée de commande analogique. Toutes les sources de référence et la référence du bus sont ajoutées pour produire la consigne externe totale. La référence active peut être sélectionnée parmi les éléments suivants :

- Consigne externe
- Référence prédéfinie
- Consigne
- Somme de la consigne externe, de la référence prédéfinie et de la consigne

La référence active peut être mise à l'échelle. La référence externe est calculée comme suit :

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

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

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

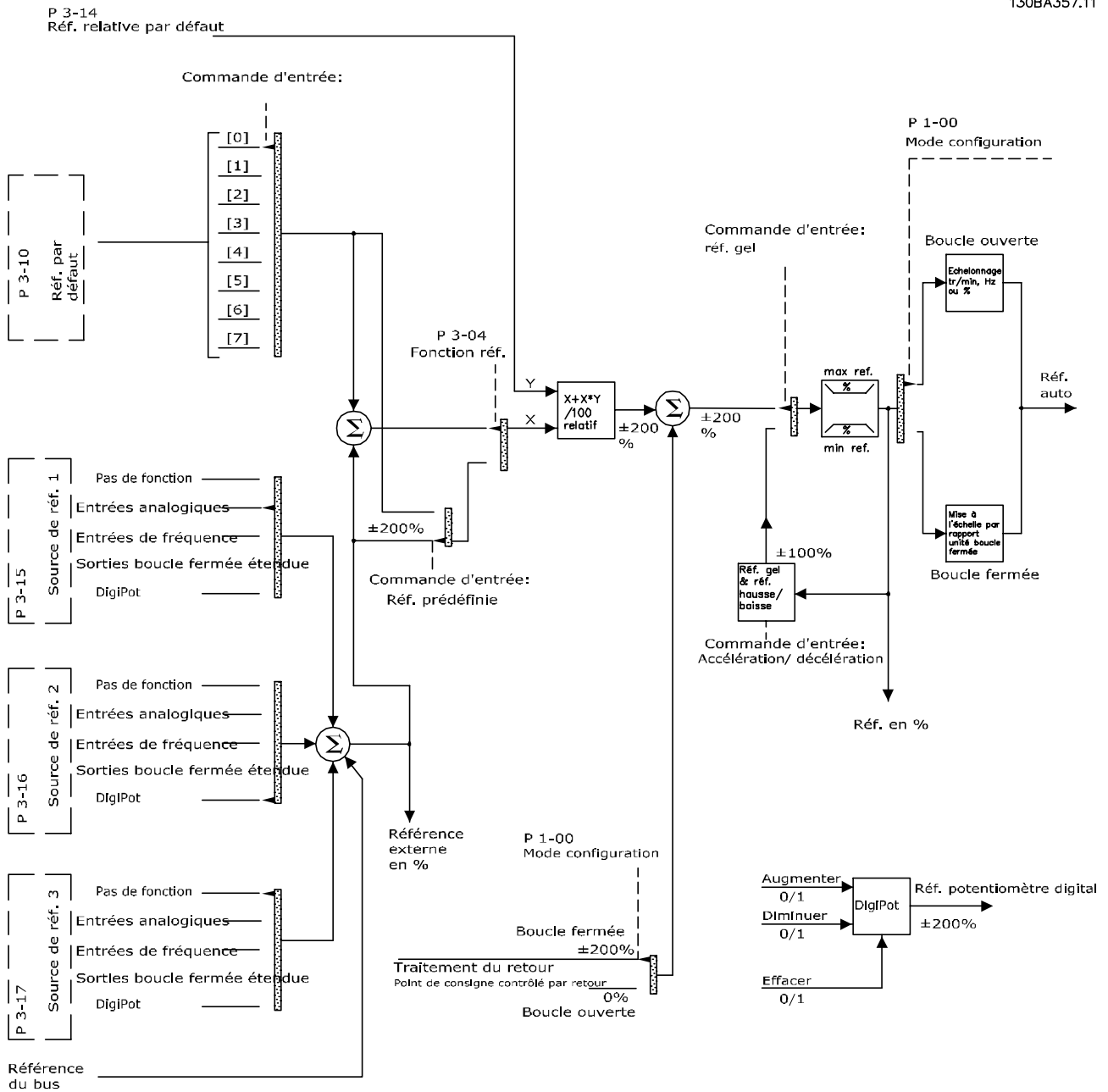


Illustration 11.3 Gestion des références à distance

11.2.3 Traitement du retour

Le traitement du signal de retour peut être configuré pour fonctionner avec des applications nécessitant un contrôle avancé, comme des consignes et des types de signaux de retour multiples. Voir l'illustration 11.4. Trois types de contrôle sont fréquents :

Zone unique (un seul point de consigne)

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

Multizone (un seul point de consigne)

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

Multizone (point de consigne/retour)

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

Exemple

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

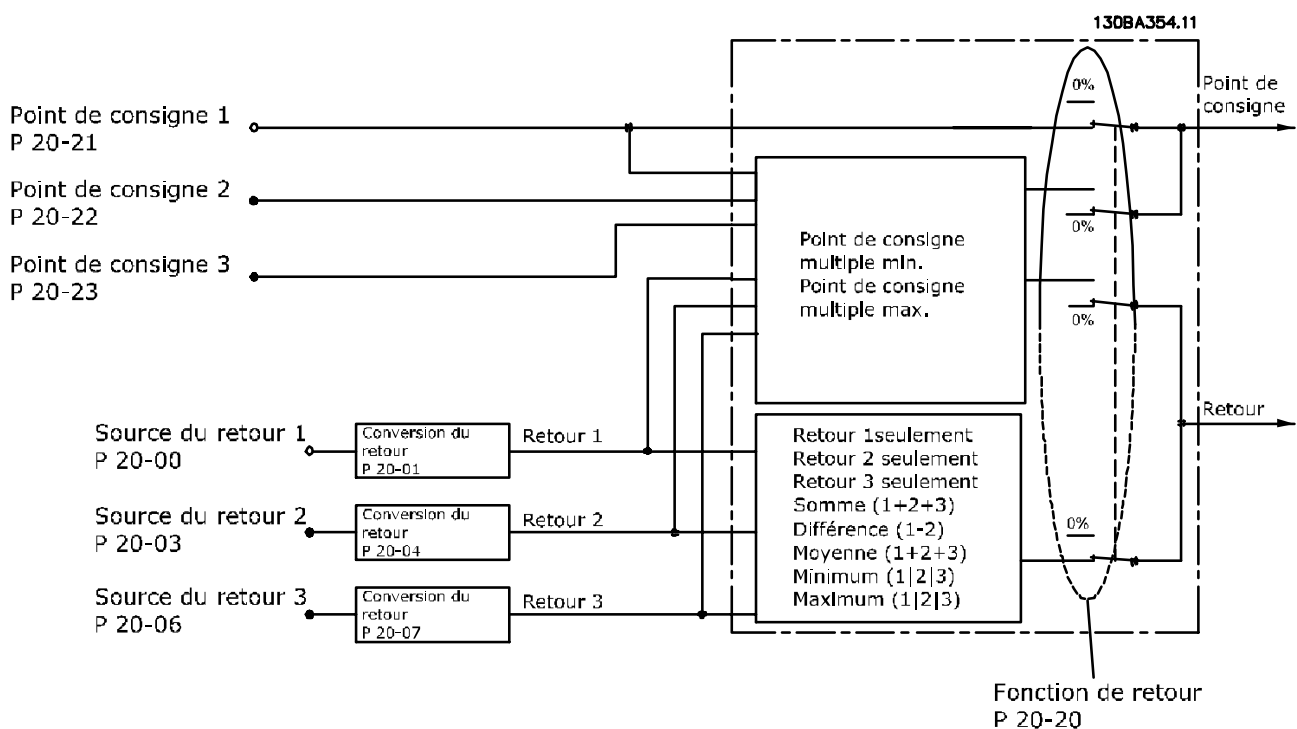
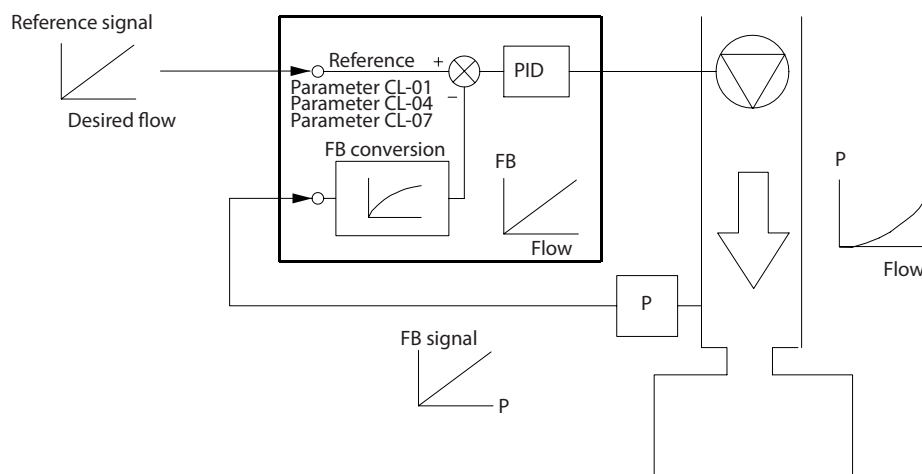


Illustration 11.4 Schéma fonctionnel du traitement du signal de retour

Conversion du signal de retour

Dans certaines applications, la conversion du signal de retour est utile. Par exemple, on peut utiliser un signal de pression pour fournir un signal de retour de débit. Puisque la racine carrée de la pression est proportionnelle au débit, la racine carrée du signal de pression donne une valeur proportionnelle au débit (voir l'illustration 11.5).



130BF834.10

Illustration 11.5 Conversion du signal de retour

11.2.4 Vue d'ensemble de la structure de contrôle

La structure de contrôle est un process logiciel contrôlant le moteur en fonction de références définies par l'utilisateur (p. ex. tr/min) et de l'utilisation ou non d'un signal de retour (boucle fermée/boucle ouverte). L'opérateur définit le contrôle dans le paramètre 1-00 Mode Config..

Les structures de contrôle sont comme suit :

Structure de contrôle en boucle ouverte

- Vitesse moteur (tr/min)
- Couple (Nm)

Structure de contrôle en boucle fermée

- Vitesse moteur (tr/min)
- Couple (Nm)
- Process (unités définies par l'utilisateur, p. ex. pied, l/min, psi, %, bar)

11.2.5 Structure de contrôle en boucle ouverte

En mode boucle ouverte, le variateur utilise 1 ou plusieurs références (locales ou distantes) pour contrôler la vitesse ou le couple du moteur. Il existe 2 types de contrôle en boucle ouverte :

- Commande de vitesse. Aucun signal de retour du moteur.
- Commande de couple. Utilisée en mode VVC⁺. Cette fonction est utilisée dans des applications mécaniques robustes mais la précision est limitée. La fonction de couple en boucle ouverte fonctionne uniquement dans un sens de vitesse. Le couple est calculé en fonction de la mesure de courant du variateur. Voir le *chapitre 12 Exemples d'applications*.

Dans la configuration présentée sur l'illustration 11.6, le variateur fonctionne en mode boucle ouverte. Il reçoit une entrée du LCP (mode Hand-On) ou via un signal distant (mode Auto-On). Le signal (référence de vitesse) est reçu et conditionné par :

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

- le sens de rotation du moteur.

La référence est ensuite transmise pour contrôler le moteur.

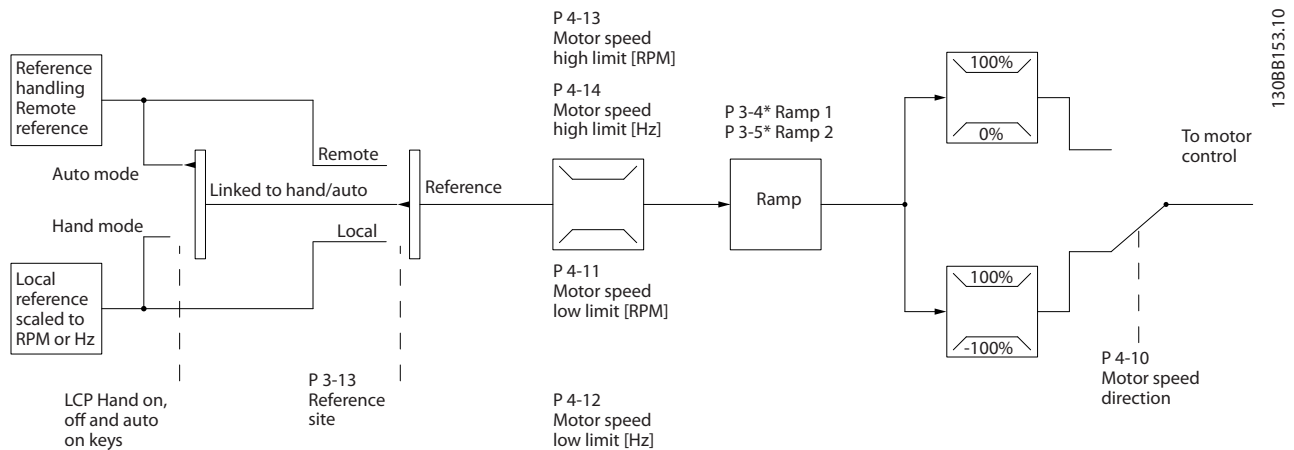


Illustration 11.6 Schéma fonctionnel d'une structure de contrôle en boucle ouverte

11.2.6 Structure de contrôle en boucle fermée

En mode boucle fermée, le variateur utilise 1 ou plusieurs références (locales ou distantes) et des capteurs de signal de retour pour contrôler le moteur. Le variateur reçoit un signal de retour d'un capteur du système. Il compare ensuite ce signal de retour à une valeur de référence du point de consigne et détermine l'écart éventuel entre ces deux signaux. Le variateur ajuste alors la vitesse du moteur pour corriger cet écart.

Prenons par exemple une application de pompe dans laquelle la vitesse de la pompe est régulée de façon à ce que la pression statique dans la conduite soit constante (voir l'illustration 11.7). Le variateur reçoit un signal de retour d'un capteur du système. Il compare ce signal de retour à une valeur de référence du point de consigne et détermine l'écart éventuel entre ces 2 signaux. Il ajuste alors la vitesse du moteur pour compenser cet écart.

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

Il existe 3 types de contrôle en boucle fermée :

- Commande de vitesse. Ce type de contrôle nécessite un signal de retour PID de vitesse pour une entrée. Une commande de la vitesse en boucle fermée correctement optimisée est plus précise qu'une commande en boucle ouverte. La commande de vitesse sélectionne l'entrée à utiliser comme signal de retour PID de vitesse au paramètre 7-00 PID vit.source ret..
- Commande de couple. Utilisée en mode flux avec retour codeur, ce contrôle offre de meilleures performances dans les 4 quadrants et à toutes les vitesses du moteur. La fonction de commande de couple est utilisée dans les applications où le couple sur l'arbre de sortie du moteur contrôle l'application, telle que contrôle de la tension. La commande de couple est sélectionnée au paramètre 1-00 Mode Config., soit en [4] boucle ouverte VVC⁺ ou en [2] boucle fermée contrôle de flux avec retour vitesse du moteur. Le réglage du couple s'effectue en définissant une référence analogique, digitale ou contrôlée par bus. Le facteur de limite de vitesse max. est défini au paramètre 4-21 Source facteur vitesse limite. En cas d'utilisation de la commande de couple, il est recommandé de réaliser une procédure d'AMA complète car les données correctes du moteur sont cruciales pour une performance optimale.

- Contrôle de process. Utilisé pour contrôler les paramètres de l'application pouvant être mesurés par divers capteurs (pression, température et débit) et affectés par le moteur raccordé par l'intermédiaire d'une pompe ou d'un ventilateur.

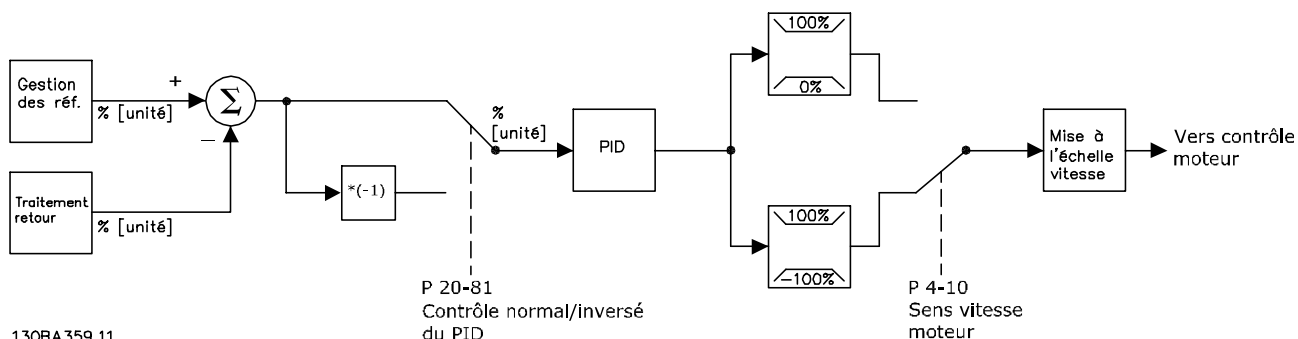


Illustration 11.7 Schéma fonctionnel du contrôleur en boucle fermée

Fonctions programmables

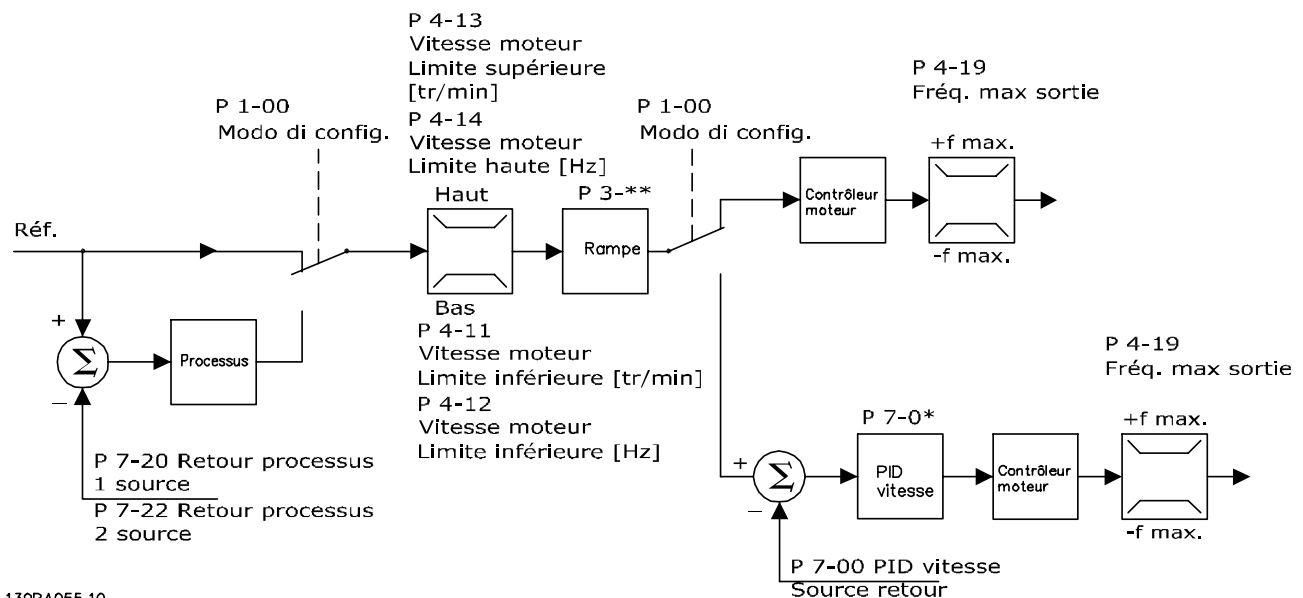
Alors que les valeurs par défaut du variateur en boucle fermée offrent souvent des performances satisfaisantes, le contrôle du système peut souvent être optimisé en ajustant les paramètres PID. Le *réglage automatique* est fourni pour cette optimisation.

- Régulation inverse - La vitesse du moteur augmente lorsqu'un signal de retour est élevé.
- Fréquence de démarrage - Permet au système d'atteindre rapidement un état d'exploitation avant que le régulateur PID reprenne.
- Filtre passe-bas intégré - Réduit le bruit du signal de retour.

11.2.7 Traitement de contrôle

Consulter les *Paramètres actifs/inactifs dans différents modes de contrôle d'entraînement* du guide de programmation pour obtenir un aperçu de la configuration de contrôle disponible pour votre application, selon le choix d'un moteur CA ou d'un moteur PM non saillant.

11.2.7.1 Structure de contrôle en mode VVC⁺



130BA055.10

Illustration 11.8 Structure de contrôle en configurations boucles ouverte et fermée VVC⁺

11

Dans l'illustration 11.8, la référence résultant du système de gestion des références est reçue et soumise à la limite de rampe et de vitesse avant d'être transmise au contrôle du moteur. La sortie du contrôle est alors limitée par la limite de fréquence maximale.

Le paramètre 1-01 Principe Contrôle Moteur est réglé sur [1] VVC⁺ et le paramètre 1-00 Mode Config. sur [0] Boucle ouverte vit. Si le paramètre 1-00 Mode Config. est réglé sur [1] Boucle fermée vit., la référence résultante passe de la limite de rampe et de vitesse à un régulateur PID de vitesse. Les paramètres du régulateur PID de vitesse se trouvent dans le groupe de paramètres 7-0* PID vit.régul. La référence résultant du régulateur PID de vitesse est transmise au contrôle du moteur soumis à la limite de fréquence.

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

11.2.7.2 Structure de contrôle dans flux sans capteur

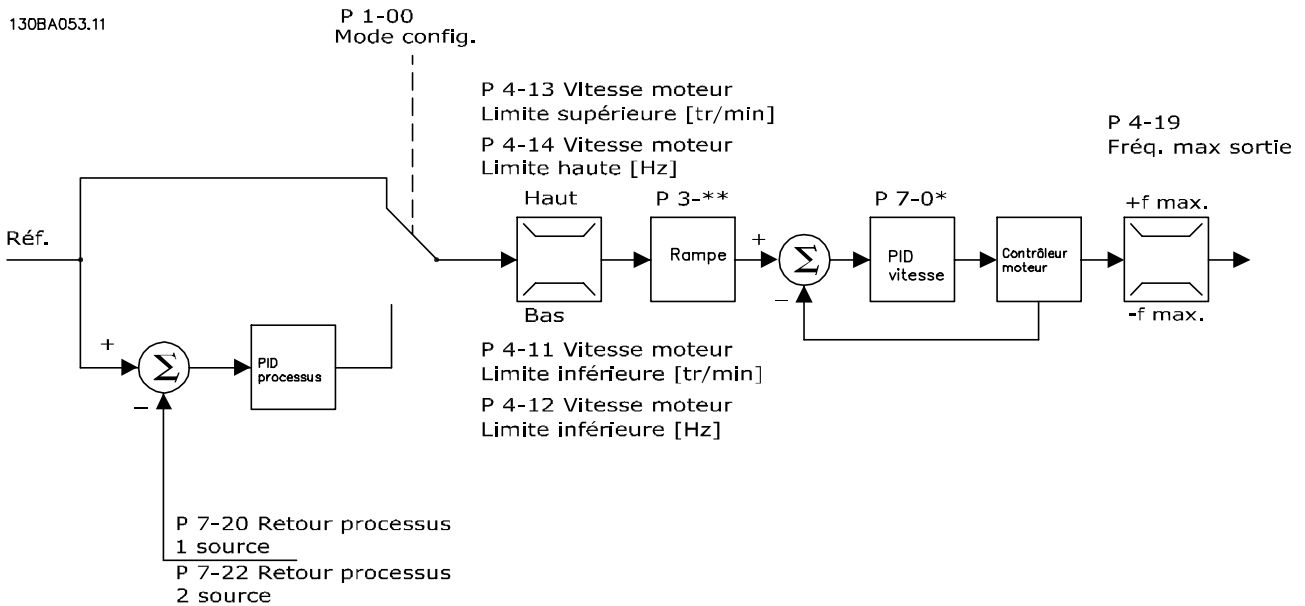


Illustration 11.9 Structure de contrôle en configurations boucles ouverte et fermée flux sans capteur

Dans l'illustration 11.9, la référence résultant du système de gestion des références est soumise aux limites de rampe et de vitesse telles que déterminées par les réglages des paramètres indiqués.

Le Paramètre 1-01 Principe Contrôle Moteur est réglé sur [2] Flux ss capteur et le paramètre 1-00 Mode Config. sur [0] Boucle ouverte vit. Un signal de retour de la vitesse estimée est généré à destination du PID de vitesse afin de contrôler la fréquence de sortie. Le PID de vitesse doit être défini avec ses paramètres P, I et D (groupe de paramètres 7-0* PID vit.régul.).

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

11.2.7.3 Structure de contrôle en flux avec signal de retour du moteur

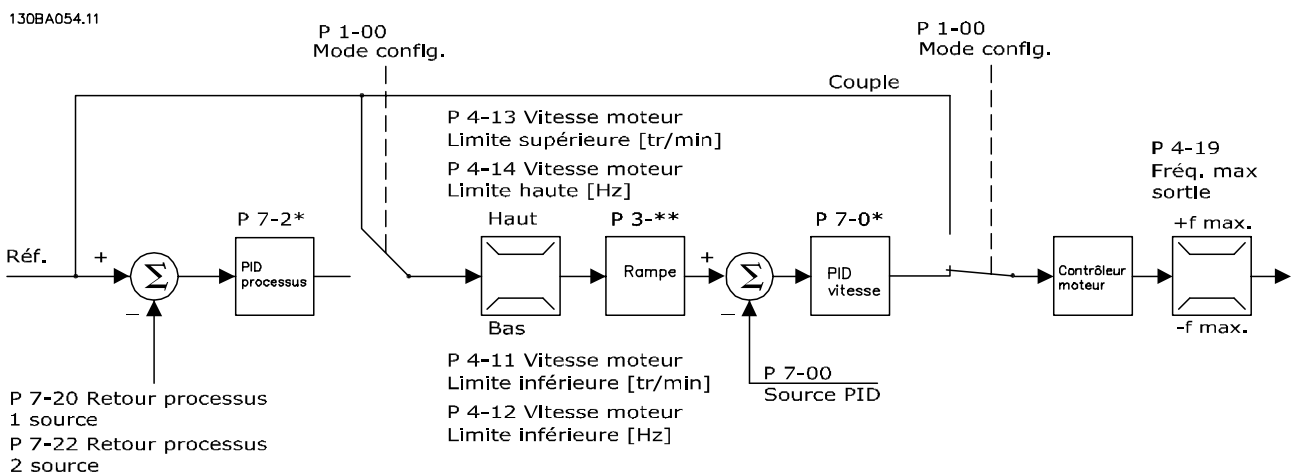


Illustration 11.10 Structure de contrôle dans la configuration Flux avec signal de retour du moteur

Dans l'illustration 11.10, le contrôle du moteur dans cette configuration repose sur un signal de retour d'un codeur ou un résolveur monté directement sur le moteur (défini au paramètre 1-02 Source codeur arbre moteur). La référence résultante peut être utilisée comme entrée du régulateur PID de vitesse, ou directement comme référence de couple.

Le Paramètre 1-01 Principe Contrôle Moteur est réglé sur [3] Flux retour codeur et le paramètre 1-00 Mode Config. sur [1] Boucle fermée vit. Les paramètres du régulateur PID de vitesse se trouvent dans le groupe de paramètres 7-0* PID vit.régul.

La commande de couple ne peut être sélectionnée que dans la configuration Flux retour codeur (paramètre 1-01 Principe Contrôle Moteur). Lorsque ce mode est sélectionné, l'unité de référence est le Nm. Il ne nécessite aucun retour concernant le couple réel puisque celui-ci est calculé sur la base de la mesure de courant du variateur.

Le régulateur PID de process peut être utilisé pour le contrôle en boucle fermée de la vitesse ou de la pression dans l'application contrôlée. Les paramètres du process PID se trouvent dans les groupes de paramètres 7-2* PIDproc/ ctrl retour et 7-3* PID proc./Régul.

11.2.7.4 Contrôle de courant interne en mode VVC⁺

Lorsque le couple/courant du moteur dépasse les limites de couple définies au paramètre 4-16 Mode moteur limite couple, au paramètre 4-17 Mode générateur limite couple et au paramètre 4-18 Limite courant, le contrôleur de limite de courant intégral est activé.

Si le variateur est en limite de courant en mode moteur ou en mode régénérateur, il tente de descendre le plus rapidement possible en dessous des limites de couple prédéfinies sans perdre le contrôle du moteur.

12 Exemples d'applications

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

- Les réglages des paramètres correspondent aux valeurs régionales par défaut sauf indication contraire (sélection au *paramètre 0-03 Réglages régionaux*).
- Les paramètres associés aux bornes et leurs réglages sont indiqués à côté des dessins.
- Lorsque le réglage des commutateurs des bornes analogiques A53 ou A54 est nécessaire, ceux-ci sont aussi représentés.
- Pour STO, un cavalier peut être nécessaire entre la borne 12 et la borne 37 lorsque les valeurs de programmation d'usine par défaut sont utilisées.

12.1 Configurations de câblage pour l'adaptation automatique au moteur (AMA)

		Paramètres	
FC		Fonction	Réglage
+24 V	12	Paramètre 1-29	[1] AMA
+24 V	13	Adaptation auto. au moteur (AMA)	activée compl.
D IN	18		
D IN	19		
COM	20		
D IN	27	Paramètre 5-12 E	[2]* Lâchage
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		
		* = valeur par défaut	
		Remarques/commentaires : régler le groupe de paramètres 1-2* Données moteur en fonction de la plaque signalétique du moteur.	

Tableau 12.1 Configuration de câblage pour l'AMA avec borne 27 connectée

		Paramètres	
FC		Fonction	Réglage
+24 V	12	Paramètre 1-29	[1] AMA
+24 V	13	Adaptation auto. au moteur (AMA)	activée compl.
D IN	18		
D IN	19		
COM	20		
D IN	27	Paramètre 5-12 E	[0] Inactif
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		
		* = valeur par défaut	
		Remarques/commentaires : régler le groupe de paramètres 1-2* Données moteur en fonction de la plaque signalétique du moteur.	

Tableau 12.2 Configuration de câblage pour l'AMA sans borne 27 connectée

12.2 Configurations de câblage pour la référence de vitesse analogique

		Paramètres	
FC		Fonction	Réglage
+10 V	50	Paramètre 6-10	0,07 V*
A IN	53	Ech.min.U/born.53	
A IN	54	Paramètre 6-11	10 V*
COM	55	Ech.max.U/born.53	
A OUT	42	Paramètre 6-14	0 RPM
COM	39	Val.ret./Réf.bas.born.53	
		Paramètre 6-15	1500 RPM
		Val.ret./Réf.haut.born.53	
		* = valeur par défaut	
		Remarques/commentaires :	

Tableau 12.3 Configuration de câblage pour la référence de vitesse analogique (Tension)

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

Tableau 12.4 Configuration de câblage pour la référence de vitesse analogique (Courant)

12.3 Configurations de câblage pour marche/arrêt

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

Tableau 12.5 Configurations de câblage pour ordre de marche/arrêt avec Safe Torque Off

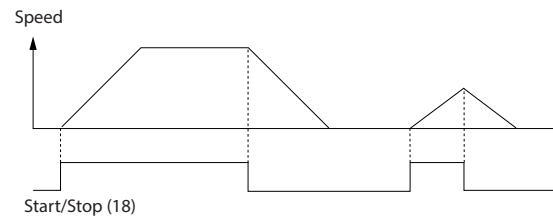


Illustration 12.1 Démarrage/Arrêt avec Safe Torque Off

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

Tableau 12.6 Configurations de câblage pour impulsion de démarrage/arrêt

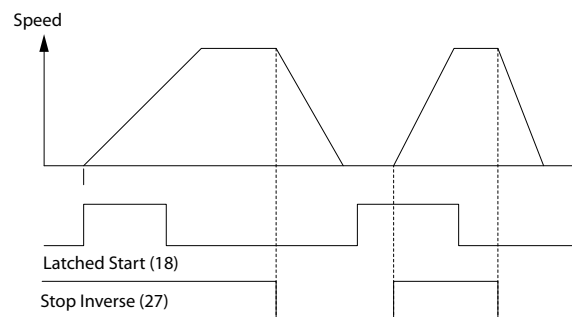


Illustration 12.2 Démarrage par impulsion/arrêt

		Paramètres	
FC		Fonction	Réglage
+24 V	12	Paramètre 5-10	[8] Démarrage
+24 V	13	E.digit.born.18	
D IN	18	Paramètre 5-11	[10] Inversion*
D IN	19	E.digit.born.19	
COM	20		
D IN	27	Paramètre 5-12	[0] Inactif
D IN	29	E.digit.born.27	
D IN	32	Paramètre 5-14	[16] Réf prédéfinie bit 0
D IN	33	Paramètre 5-15	[17] Réf prédéfinie bit 1
+10 V	50	Paramètre 3-10	
A IN	53	Réf.prédéfinie	
A IN	54	Réf.prédéfinie	25%
COM	55	Réf.prédéfinie	50%
A OUT	42	Réf.prédéfinie	75%
COM	39	Réf.prédéfinie	100%
		* = valeur par défaut	
		Remarques/commentaires :	

Tableau 12.7 Configurations de câblage pour marche/arrêt avec inversion et 4 vitesses prédéfinies

12.4 Configurations de câblage pour une réinitialisation d'alarme externe

		Paramètres	
FC		Fonction	Réglage
+24 V	12	Paramètre 5-11	[1] Réinitialisation alarme
+24 V	13	E.digit.born.19	
D IN	18		
D IN	19		
COM	20		
D IN	27		
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		
		* = valeur par défaut	
		Remarques/commentaires :	

Tableau 12.8 Configurations de câblage pour une réinitialisation d'alarme externe

12.5 Configuration de câblage pour la référence de vitesse à l'aide d'un potentiomètre manuel

		Paramètres	
		Fonction	Réglage
	FC	Paramètre 6-1 0 Ech.min.U/ born.53	0.07 V*
		Paramètre 6-1 1 Ech.max.U/ born.53	10 V*
		Paramètre 6-1 4 Val.ret./ Réf.bas.born.53	0 RPM
		Paramètre 6-1 5 Val.ret./ Réf.haut.born. 53	1500 RPM
			* = valeur par défaut
		Remarques/commentaires :	

Tableau 12.9 Configuration de câblage pour la référence de vitesse (à l'aide d'un potentiomètre manuel)

12.6 Configuration de câblage pour l'accélération/la décélération

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

Tableau 12.10 Configuration de câblage pour l'accélération/décélération

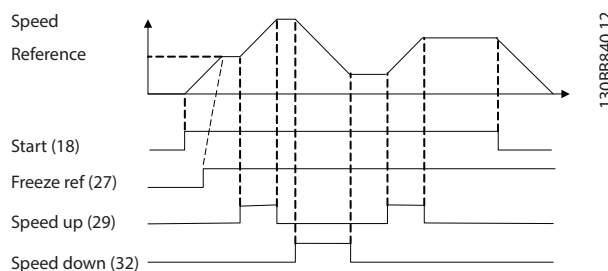


Illustration 12.3 Accélération/décélération

12.7 Configuration de câblage pour le raccordement du réseau RS485

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

Tableau 12.11 Configuration de câblage pour le raccordement du réseau RS485

12.8 Configuration de câblage pour une thermistance moteur

AVIS!

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

		Paramètres	
		Fonction	Réglage
		Paramètre 1-90 Protect. thermique mot.	[2] Arrêt thermistance
		Paramètre 1-93 S ource Thermistance	[1] Entrée ANA 53
* = valeur par défaut			
Remarques/commentaires : Si seul un avertissement est souhaité, régler le paramètre 1-90 Protect. thermique mot. sur [1] Avertis. Thermist.			

Tableau 12.12 Configuration de câblage pour une thermistance moteur

12.9 Configuration de câblage pour un contrôleur de cascade

L'illustration 12.4 montre un exemple avec le contrôleur de cascade de base intégré, 1 pompe à vitesse variable (principale) et 2 pompes à vitesse fixe, un transmetteur 4–20 mA et un verrouillage de sécurité du système.

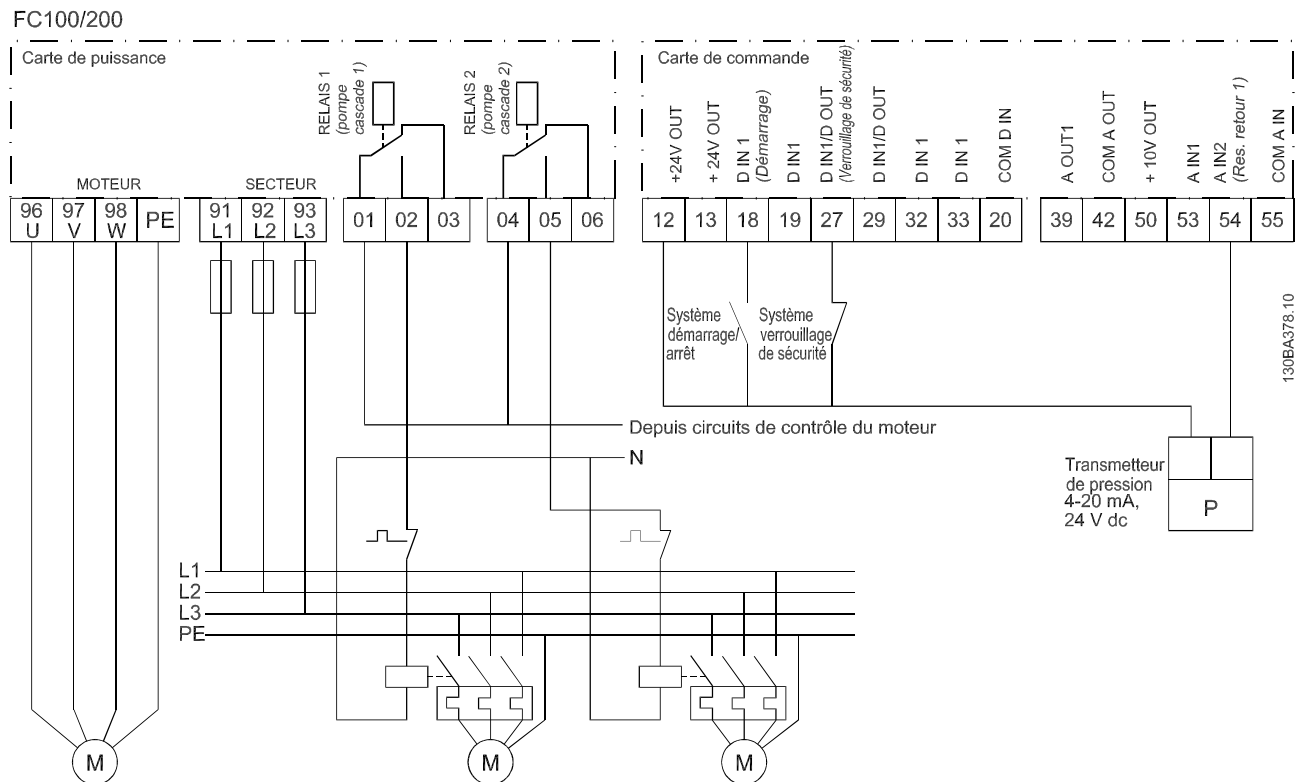


Illustration 12.4 Schéma de câblage du contrôleur de cascade

12.10 Configuration de câblage pour une configuration de relais avec contrôleur logique avancé

FC		Paramètres	
		Fonction	Réglage
+24 V	12	Paramètre 4-30 F fonction perte signal de retour moteur	[1] Avertissement
+24 V	13		
D IN	18		
D IN	19	Paramètre 4-31 E Erreur vitesse signal de retour moteur	100 RPM
COM	20		
D IN	27		
D IN	29	Paramètre 4-32 F fonction tempo. signal de retour moteur	5 s
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37	Paramètre 7-00 P ID vit.source ret.	[2] MCB 102
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54	Paramètre 17-11 Résolution (PPR)	1024*
COM	55		
A OUT	42		
COM	39	Paramètre 13-00 Mode contr. log avancé	[1] Actif
R1	01		
R1	02		
R2	04	Paramètre 13-01 Événement de démarrage	[19] Avertissement
R2	05		
R2	06		
		Paramètre 13-02 Événement d'arrêt	[44] Touche Reset
		Paramètre 13-10 Opérande comparateur	[21] N° avertiss.
		Paramètre 13-11 Opérateur comparateur	[1] ≈ (equal)*
		Paramètre 13-12 Valeur comparateur	90
		Paramètre 13-51 Événement contr. log avancé	[22] Comparateur 0
		Paramètre 13-52 Action contr. logique avancé	[32] Déf. sort. dig. A bas
		Paramètre 5-40 F fonction relais	[80] Sortie digitale A
* = valeur par défaut			

Remarques/commentaires :

Si la limite dans la surveillance du signal de retour est dépassée, l'avertissement 90, Surv. codeur apparaît. Le SLC surveille l'avertissement 90, Surv. codeur et s'il devient VRAI, le relais 1 est déclenché.

L'équipement externe peut nécessiter un entretien. Si l'erreur de signal de retour redescend sous la limite en moins de 5 s, le variateur continue à fonctionner et l'avertissement disparaît. Réinitialiser le relais 1 en appuyant sur [Reset] sur le LCP.

Tableau 12.13 Configuration de câblage pour une configuration de relais avec contrôleur logique avancé

12.11 Configuration de câblage pour une pompe à vitesse variable/fixe

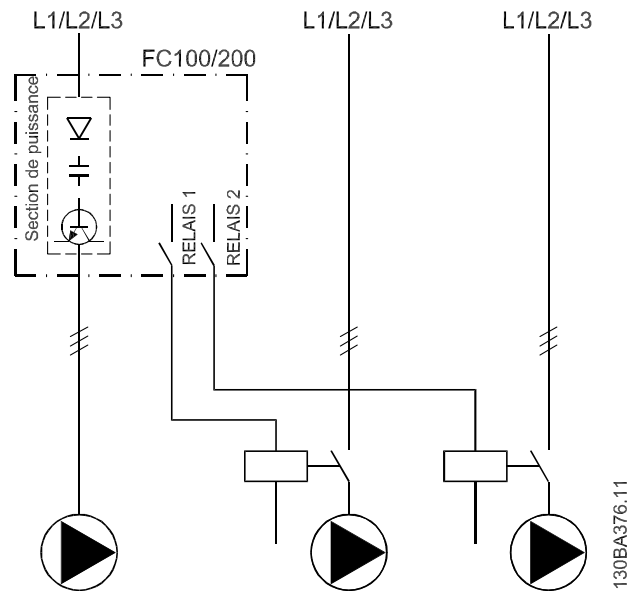


Illustration 12.5 Schéma de câblage de la pompe à vitesse variable/fixe

12.12 Configuration de câblage pour une alternance de la pompe principale

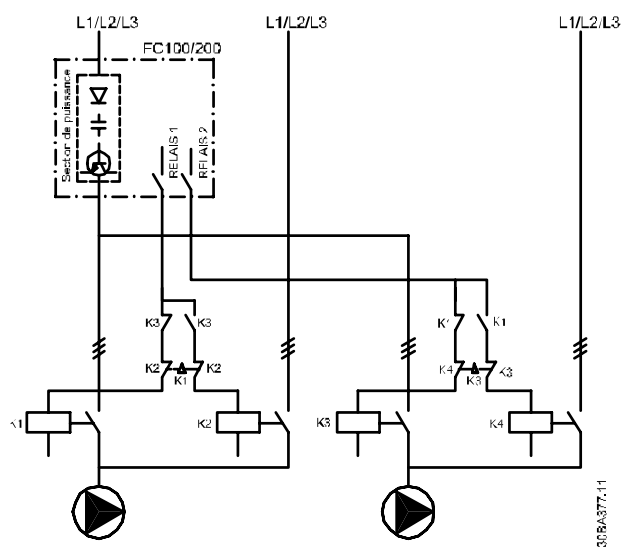


Illustration 12.6 Schéma de câblage d'alternance de la pompe principale.

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 contre la surcharge doivent être appliqués conformément à la réglementation locale et/ou aux exigences particulières.

- Les relais 1 (R1) et 2 (R2) sont les relais intégrés au variateur.
- Quand tous les relais sont hors tension, le 1^{er} relais intégré actif enclenche le contacteur correspondant à la pompe contrôlée par le relais. Par exemple, le relais 1 démarre le contacteur K1, qui devient la pompe principale.
- K1 bloque K2 via le verrouillage mécanique, évitant que le secteur ne soit connecté à la sortie du variateur (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 c'est désormais le relais 2 qui est mis sous tension en tant que 1^{er} relais.

13 Comment commander un variateur

13.1 Système de configuration du variateur

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
F	C	-								T											X	X	S	X	X	X	X	A		B		C						D

130BC530.10

Tableau 13.1 Type de code string

Groupes de produits	1-3	ii
Série de variateur	4-6	ii
Code génération	7	ii
Dimensionnement puissance	8-10	ii
Phases	11	ii
Tension secteur	12	ii
Boîtier Type de boîtier Classe de protection Tension carte de commande	13-15	ii
Configuration du matériel	16-23	
Filtre RFI/Variateur Low Harmonic Drive/12 pulses	16-17	ii
Frein	18	ii
Affichage (LCP)	19	ii
Tropicalisation PCB	20	ii
Option secteur	21	ii
Adaptation A	22	ii
Adaptation B	23	ii
Version du logiciel	24-27	ii
Langue du logiciel	28	ii
Option A	29-30	ii
Options B	31-32	ii
Options C0, MCO	33-34	ii
Options C1	35	ii
Logiciel option C	36-37	ii
Options D	38-39	ii

Tableau 13.2 Exemple de numéro de code de commande d'un variateur

Configurer le variateur adapté à l'application en utilisant le configurateur du variateur sur Internet. Le système de configuration du variateur se trouve sur le site Internet : www.danfoss.com/drives. Le configurateur crée un type de code string et une référence de vente à 8 chiffres à envoyer au service commercial local. On peut aussi établir une liste de projet comportant plusieurs produits et l'envoyer à un représentant Danfoss.

Voici un exemple de type de code string :

FC-102N355T5E20H4BGCXXXSXXXXA0BXCXXXX0

La signification des caractères de la chaîne est définie dans le *Tableau 13.3*. Dans l'exemple ci-dessus, un PROFIBUS DP-V1 et une option de secours 24 V sont inclus dans le variateur.

Les variateurs sont livrés automatiquement avec un ensemble de langues adapté à la région d'où provient la commande. Quatre ensembles régionaux de langues comprennent les langues suivantes :

Ensemble de langues 1

anglais, allemand, français, danois, néerlandais, espagnol, suédois, italien et finnois.

Ensemble de langues 2

anglais, allemand, chinois, coréen, japonais, thaïlandais, chinois traditionnel et indonésien bahasa.

Ensemble de langues 3

anglais, allemand, slovène, bulgare, serbe, roumain, hongrois, tchèque et russe.

Ensemble de langues 4

anglais, allemand, espagnol, anglais américain, grec, portugais brésilien, turc et polonais.

Pour commander un variateur avec un autre ensemble de langues, contacter le bureau commercial Danfoss local.

Description	Position	Option possible
Groupe de produits	1-3	FC-
Série de variateur	4-6	102: FC 102
Dimensionnement puissance	8-10	N355 : 355 kW (500 HP) N400 : 400 kW (600 HP) N450 : 450 kW (450-600 HP) N500 : 500 kW (500-650 HP) N560 : 560 kW (600-750 HP) N630 : 630 kW (650 HP) N710 : 710 kW (750 HP) N800 : 800 kW (950 HP)
Phases	11	Triphasé (T)
Tension secteur	11-12	T5 : 380-480 V CA T7 : 525-690 V CA
Boîtier	13-15	E00 : IP00/Châssis (boîtiers E3h/E4h avec régén. sup./répartition charge uniquement) E20 : IP20/Châssis E21 : IP21/Type 1 E54 : IP54/Type 12 E2M : IP21/Type 1 + plaque protection bornes de raccordement E5M : IP 54/Type 12 + plaque protection bornes de raccordement H21 : IP21/Type 1 + réchauffage H54 : IP54/Type 12 + réchauffage C20 : IP20/Type 1 + canal de ventilation arrière en acier inoxydable C21 : IP21/Type 1 + canal de ventilation arrière en acier inoxydable C54 : IP54/Type 12 + canal de ventilation arrière en acier inoxydable C2M : IP21/Type 1 + plaque protection bornes de raccordement + canal de ventilation arrière en acier inoxydable C5M : IP54/Type 12 + plaque protection bornes de raccordement + canal de ventilation arrière en acier inoxydable C2H : IP21/Type 1 + réchauffage + canal de ventilation arrière en acier inoxydable C5H : IP54/Type 12 + réchauffage + canal de ventilation arrière en acier inoxydable
Filtre RFI	16-17	H2 : Filtre RFI, classe A2 (C3) H4 : Filtre RFI, classe A1 (C2)
Frein	18	X : Aucun hacheur de freinage B : Hacheur de freinage monté T : Safe Torque Off (STO) U : Hacheur de freinage + Safe Torque Off R : Bornes pour freinage externe régénératif S : Hacheur de freinage + bornes régén (boîtiers E3h/E4h uniquement)
Affichage	19	X : Sans LCP G : LCP graphique (LCP-102) J : Sans LCP + USB accessible en face avant de la porte L : LCP graphique + USB accessible en face avant de la porte
Tropicalisation PCB	20	C : PCB tropicalisé R : PCB tropicalisé 3C3 + renforcé
Option secteur	21	X : Pas d'option secteur 3 : Sectionneur secteur + fusibles 7 : Fusibles A : Fusibles + bornes de répartition de la charge (boîtiers E3h/E4h uniquement) D : Bornes de répartition de la charge (boîtiers E3h/E4h uniquement)
Matériel, adaptation A	22	X : Pas d'option
Matériel, adaptation B	23	X : Pas d'option Q : Trappe d'accès au radiateur
Version du logiciel	24-28	SXXX : Dernière version - logiciel standard S009 : Logiciel Carrier

Description	Position	Option possible
Langue du logiciel	28	X : ensemble de langues standard

Tableau 13.3 Référence de commande des boîtiers E1h-E4h

Description	Position	Option possible
Option A	29-30	AX : Pas d'option A0 : VLT® PROFIBUS DP V1 MCA 101 A4 : VLT® DeviceNet MCA 104 AG : VLT® LonWorks MCA 108 AJ : VLT® BACnet MCA 109 AK : VLT® BACnet/IP MCA 125 AL : VLT® PROFINET MCA 120 AN : VLT® EtherNet/IP MCA 121 AQ : VLT® POWERLINK MCA 122
Options B	31-32	BX : Pas d'option B0 : VLT® Analog I/O Option MCB 109 B2 : VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 B4 : VLT® Sensor Input Option MCB 114 BK : VLT® General Purpose I/O Module MCB 101 BP : VLT® Relay Card MCB 105
Options C0/E0	33-34	CX : Pas d'option
Options C1 / A/B dans l'adaptateur de l'option C	35	X : Pas d'option R : VLT® Extended Relay Card MCB 113
Logiciel option C/options E1	36-37	XX : Pas d'option logicielle
Options D	38-39	DX : Pas d'option D0 : VLT® 24 V DC Supply MCB-107

Tableau 13.4 Options de commande pour les boîtiers E1h-E4

13.2 Références des options et accessoires

Type	Description	Référence
Matériel divers		
Entrée Profibus par le haut	Arrivée par le haut IP54.	176F1742
USB dans la porte	Kit de rallonge USB permettant d'accéder aux commandes du variateur via un ordinateur portable sans ouvrir le variateur.	130B1156
Barre de mise à la terre	Points de mise à la terre supplémentaires pour les variateurs E1h et E2h	176F6609
Plaque protection bornes de raccordement, E1h	Plaque plexi (cache) montée devant les bornes de puissance pour prévenir tout contact accidentel.	176F6619
Plaque protection bornes de raccordement, E2h	Plaque plexi (cache) montée devant les bornes de puissance pour prévenir tout contact accidentel.	176F6620
Bornes de raccordement	Bornes 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
Kits de refroidissement par le canal de ventilation arrière		
Entrée basse/sortie haute, E3h	Permet de faire entrer l'air de refroidissement dans la position basse et de le faire sortir par la position haute du variateur. Kit seulement utilisé pour le boîtier E3h avec socle de 600 mm (21,6 po).	176F6606
Entrée basse/sortie haute, E3h	Permet de faire entrer l'air de refroidissement dans la position basse et de le faire sortir par la position haute du variateur. Kit seulement utilisé pour le boîtier E3h avec socle de 800 mm (31,5 po).	176F6607

Entrée basse/sortie haute, E4h	Permet de faire entrer l'air de refroidissement dans la position basse et de le faire sortir par la position haute du variateur. Kit seulement utilisé pour le boîtier E4h avec socle de 800 mm (31,5 po).	176F6608	
Entrée arrière/sortie arrière, E1h	Permet de faire entrer et sortir l'air de refroidissement depuis l'arrière du variateur. Kit seulement utilisé pour les boîtiers E1h.	176F6617	
Entrée arrière/sortie arrière, E2h	Permet de faire entrer et sortir l'air de refroidissement depuis l'arrière du variateur. Kit seulement utilisé pour les boîtiers E2h.	176F6618	
Entrée arrière/sortie arrière, E3h	Permet de faire entrer et sortir l'air de refroidissement depuis l'arrière du variateur. Kit seulement utilisé pour les boîtiers E3h.	176F6610	
Entrée arrière/sortie arrière, E4h	Permet de faire entrer et sortir l'air de refroidissement depuis l'arrière du variateur. Kit seulement utilisé pour les boîtiers E4h.	176F6611	
Entrée basse/sortie arrière, E3h	Permet de faire entrer l'air de refroidissement dans la position basse et de le faire sortir par l'arrière du variateur. Kit seulement utilisé pour le boîtier E3h avec socle de 600 mm (21,6 po).	176F6612	
Entrée basse/sortie arrière, E3h	Permet de faire entrer l'air de refroidissement dans la position basse et de le faire sortir par l'arrière du variateur. Kit seulement utilisé pour le boîtier E3h avec socle de 800 mm (31,5 po).	176F6613	
Entrée basse/sortie arrière, E4h	Permet de faire entrer l'air de refroidissement dans la position basse et de le faire sortir par l'arrière du variateur. Kit seulement utilisé pour le boîtier E4h avec socle de 800 mm (31,5 po).	176F6614	
Entrée arrière/sortie haute, E3h	Permet de faire entrer l'air de refroidissement par l'arrière et de le faire sortir par la position haute du variateur. Kit seulement utilisé pour les boîtiers E3h.	176F6615	
Entrée arrière/sortie haute, E4h	Permet de faire entrer l'air de refroidissement par l'arrière et de le faire sortir par la position haute du variateur. Kit seulement utilisé pour les boîtiers E4h.	176F6616	
LCP			
LCP 101	Panneau de commande local numérique (NLCP).	130B1124	
LCP 102	Panneau de commande local graphique (GLCP).	130B1107	
Câble LCP	Câble LCP distinct, 3 m (9 pi).	175Z0929	
Kit LCP, IP21	Kit de montage sur porte comprenant LCP graphique, fixations, câble de 3 m (9 pi) et joint.	130B1113	
Kit LCP, IP21	Kit de montage sur porte comprenant LCP numérique, fixations et joint.	130B1114	
Kit LCP, IP21	Kit de montage sur porte pour tous les LCP, comprenant fixations, câble de 3 m (9 pi) et joint.	130B1117	
Options pour emplacement A (dispositifs de bus de terrain)		Non tropicalisé	Tropicalisé
MCA 101	Option PROFIBUS DP V0/V1.	130B1100	130B1200
MCA 104	Option DeviceNet.	130B1102	130B1202
MCA 108	Option LonWorks.	130R1106	130R1206
MCA 109	Option BACnet.	130R1144	130R1244
MCA 120	Option PROFINET.	130B1135	130B1235
MCA 121	Option Ethernet/IP.	130B1119	130B1219
MCA 122	Option Modbus TCP.	130B1196	130B1296
MCA 125	Option BACnet/IP		
Options pour emplacement B (extensions fonctionnelles)			
MCB 101	Option d'entrée/sortie à usage général.	130B1125	130B1212
MCB 105	Option de relais.	130B1110	130B1210
MCB 109	Option E/S analogique.	130B1143	130B1243
MCB 112	Carte thermistance PTC ATEX.	-	130B1137
MCB 114	Entrée de capteur PT100.	130B1172	130B1272
Options pour emplacement C (contrôle de mouvement et cartes relais)			
MCB 113	Carte relais étendue.	130B1164	130B1264
Option pour emplacement D		Non tropicalisé	Tropicalisé
MCB 107	Secours 24 V CC.	130B1108	130B1208

Options externes		
Ethernet/IP	Ethernet maître.	175N2584

Tableau 13.5 Options et accessoires

Type	Description	Référence
Logiciel PC		
MCT 10	Logiciel de programmation MCT 10 – 1 utilisateur.	130B1000
MCT 10	Logiciel de programmation MCT 10 – 5 utilisateurs.	130B1001
MCT 10	Logiciel de programmation MCT 10 – 10 utilisateurs.	130B1002
MCT 10	Logiciel de programmation MCT 10 – 25 utilisateurs.	130B1003
MCT 10	Logiciel de programmation MCT 10 – 50 utilisateurs.	130B1004
MCT 10	Logiciel de programmation MCT 10 – 100 utilisateurs.	130B1005
MCT 10	Logiciel de programmation MCT 10 – nb illimité d'utilisateurs.	130B1006

Tableau 13.6 Options de logiciel

Il est possible de commander les options en tant qu'options incorporées en usine. Pour des informations concernant la compatibilité des options de bus de terrain et d'application avec des versions logicielles moins récentes, contacter le fournisseur Danfoss.

13.3 Références pour les filtres et résistances de freinage

Consulter les manuels de configuration suivants pour connaître les spécifications de dimensionnement et les références pour les filtres et résistances de freinage :

- *Manuel de configuration du VLT[®] Brake Resistor MCE 101.*
- *Manuel de configuration des VLT[®] Advanced Harmonic Filters AHF 005/AHF 010.*
- *Manuel de configuration des filtres de sortie.*

13.4 Pièces de rechange

Consulter l'atelier VLT[®] ou le système de configuration du variateur (www.danfoss.com/drives) pour connaître les pièces de rechange disponibles pour votre application.

14 Annexe

14.1 Abréviations et symboles

60° AVM	Modulation vectorielle asynchrone 60°
A	Ampère
CA	Courant alternatif
AD	Rejet d'air
AEO	Optimisation automatique de l'énergie
AI	Entrée analogique
AIC	Courant d'interruption en ampères
AMA	Adaptation automatique au moteur
AWG	American Wire Gauge (calibre américain des fils)
°C	Degrés Celsius
CB	Disjoncteur
CD	Décharge constante
CDM	Module d'entraînement complet : le variateur, la section d'alimentation et les auxiliaires
CE	Conformité européenne (normes de sécurité européennes)
CM	Mode commun
CT	Couple constant
CC	Courant continu
DI	Entrée digitale
DM	Mode différentiel
D-TYPE	Dépend du variateur
CEM	Compatibilité électromagnétique
FEM	Force électromotrice
ETR	Relais thermique électronique
°F	Degrés Fahrenheit
f _{JOG}	Fréquence du moteur lorsque la fonction jogging est activée
f _M	Fréquence du moteur
f _{MAX}	Fréquence de sortie maximale que le variateur applique à sa sortie
f _{MIN}	Fréquence minimale du moteur du variateur
f _{M,N}	Fréquence nominale du moteur
FC	Variateur de fréquence
HIPERFACE®	HIPERFACE® est une marque déposée de Stegmann
HO	Surcharge élevée
HP	Cheval-puissance
HTL	Impulsions du codeur HTL (10-30 V) - Haute tension logique de transistor
Hz	Hertz
I _{INV}	Courant de sortie nominal onduleur
I _{LIM}	Limite de courant
I _{M,N}	Courant nominal du moteur
I _{VLT,MAX}	Courant de sortie maximal
I _{VLT,N}	Courant nominal de sortie fourni par le variateur
kHz	KiloHertz
LCP	Panneau de commande local
Lsb	Bit de poids faible

m	Mètre
mA	Milliampère
MCM	Mille Circular Mil
MCT	Outil de contrôle du mouvement
mH	Inductance en millihenry
mm	Millimètre
ms	Milliseconde
Msb	Bit de poids fort
η _{VLT}	Rendement du variateur défini comme le rapport entre la puissance dégagée et la puissance absorbée
nF	Capacitance en nanofarad
NLCP	Panneau de commande local numérique
Nm	Newton-mètre
NO	Surcharge normale
n _s	Vitesse moteur synchrone
Paramètres en ligne/hors ligne	Les modifications apportées aux paramètres en ligne sont activées immédiatement après modification de la valeur des données
P _{fr,cont.}	Puissance nominale de la résistance de freinage (puissance moyenne pendant le freinage continu)
PCB	Carte à circuits imprimés
PCD	Données de process
PDS	Entraînement électrique de puissance : CDM et un moteur
PELV	Protective extra low voltage (très basse tension de protection)
P _m	Puissance de sortie nominale du variateur en surcharge élevée (HO)
P _{M,N}	Puissance nominale du moteur
Moteur PM	Moteur à aimant permanent
Process PID	Le régulateur PID (Proportionnel Intégral Dérivée) maintient la vitesse, la pression, la température, etc.
R _{fr,nom}	Valeur de résistance nominale qui garantit une puissance de freinage sur l'arbre moteur de 150 %/160 % pendant une minute
RCD	Relais de protection différentielle
Régén	Bornes régénératives
R _{min}	Valeur de résistance de freinage minimale autorisée par le variateur
RMS	Valeur efficace
tr/min	Tours par minute
R _{rec}	Résistance de freinage recommandée des résistances de freinage Danfoss
s	Seconde
SCCR	Courant nominal de court-circuit
SFVAVM	Modulation vectorielle asynchrone à flux statorique orienté
STW	Mot d'état
SMPS	Alimentation à découpage

THD	Taux d'harmoniques
T _{LIM}	Limite de couple
TTL	Impulsions du codeur TTL (5 V) – Logique de transistor
U _{M,N}	Tension nominale du moteur
UL	Underwriters Laboratories (organisation des États-Unis responsable de la certification de sécurité)
V	Volts
VT	Couple variable
VVC+	Commande vectorielle de tension plus

Tableau 14.1 Abréviations et symboles

14.2 Définitions

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 par récupération augmente la tension du circuit intermédiaire et un hacheur de freinage veille à transmettre la puissance à la résistance de freinage.

Couple de décrochage

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

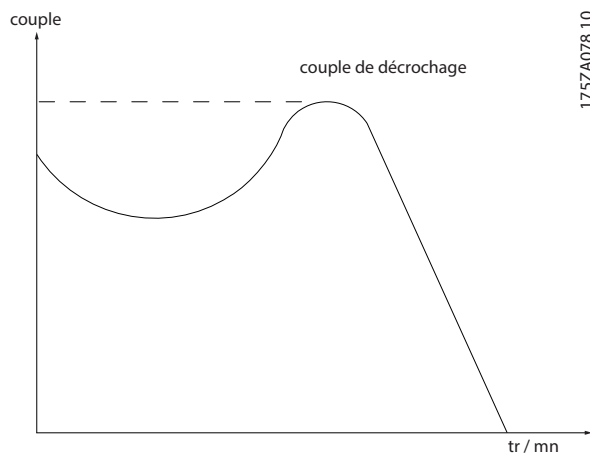


Illustration 14.1 Tableau de couple de décrochage

Roue libre

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

Caractéristiques de couple constant

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

Initialisation

Si l'on effectue une initialisation (*paramètre 14-22 Mod. exploitation*), le variateur revient à ses réglages par défaut.

Cycle d'utilisation intermittent

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

Facteur de puissance

Le facteur de puissance réelle (lambda) tient compte de toutes les harmoniques et est toujours plus petit que le facteur de puissance (cos phi) qui considère uniquement le fondamental de courant et de tension.

$$\cos\phi = \frac{P \text{ (kW)}}{P \text{ (kVA)}} = \frac{U\lambda \times I\lambda \times \cos\phi}{U\lambda \times I\lambda}$$

Le cos phi est également appelé facteur de puissance de déphasage.

Les valeurs lambda et cos phi sont indiquées pour les variateurs VLT® Danfoss dans le *chapitre 7.3 Alimentation secteur*.

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

En outre, un facteur de puissance élevé indique que les harmoniques de courant sont faibles.

Tous les variateurs Danfoss ont des bobines CC intégrées dans le circuit intermédiaire pour avoir un facteur de puissance élevé et pour réduire le THD sur l'alimentation principale.

Entrée impulsions/codeur incrémental

Un capteur numérique externe utilisé pour l'information de retour de la vitesse et de la direction du moteur. Les codeurs sont utilisés pour le retour de précision à haute vitesse et les applications ultra-dynamiques.

Configuration

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

Compensation du glissement

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

Contrôleur logique avancé (SLC)

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

Bus standard FC

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

Thermistance

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

Arrêt

État résultant de situations de panne, p. ex. en cas de surchauffe du variateur ou lorsque celui-ci protège le moteur, le process ou le mécanisme. Le redémarrage est impossible tant que l'origine de la panne n'a pas été résolue et jusqu'à ce que l'état d'arrêt soit annulé. Annuler l'état d'arrêt en :

- activant Reset ; ou
- programmant le variateur pour une remise à zéro automatique.

Ne pas utiliser l'alarme à des fins de sécurité des personnes.

Alarme verrouillée

État résultant de situations de panne lorsque le variateur assure sa propre protection et nécessite une intervention physique. Une alarme verrouillée peut être annulée uniquement par coupure du secteur, résolution de l'origine de la panne et reconnexion du variateur. Le redémarrage est impossible tant que l'alarme verrouillée n'a pas été annulée en activant Reset.

Caractéristique Couple Variable

Caractéristiques de couple variable pour les pompes et les ventilateurs.

Indice

A

Abréviations.....	133
Adaptation automatique au moteur	
Configuration de câblage.....	119
Vue d'ensemble.....	17
Alimentation 24 V CC.....	88
Altitude.....	80
Analogique	
Configuration de câblage pour la référence de vitesse... 119	
Descriptions des entrées/sorties et réglages par défaut... 88	
Spécifications de sortie.....	48
Spécifications d'entrée.....	47
Atmosphère explosive.....	78
Atténuation des résonances.....	16
Auto on.....	109
Avvertissements.....	5, 83

B

Basse tension	
Directive.....	7
Réseau public.....	101
Bipasse de fréquence.....	20
Blindage	
Câbles.....	85
Extrémités torsadées.....	104
Secteur.....	5
Terminaison RFI.....	66
Bornes	
Borne 37.....	88
des relais.....	88
Communication série.....	88
Descriptions des commandes et réglages par défaut..... 87	
Entrée/sortie analogique.....	88
Entrée/sortie digitale.....	88
Répartition de la charge.....	86
Résistance de freinage.....	86
RS485.....	88
Bornes de commande.....	87
Bruit acoustique.....	97
Bus CC	
Bornes.....	86
Description du fonctionnement.....	109
Bus de terrain.....	38, 86

C

Câbles

Acheminement.....	86
Blindage.....	85
Blindé.....	104
de moteur.....	89
Caractéristiques et types de câbles.....	83
Connexions de l'alimentation.....	85
Frein.....	86
Nombre et taille maximum par phase.....	42, 43
Ouverture.....	51
Spécifications.....	47

Calculs

Couple de freinage.....	94
Cycle d'utilisation de la résistance.....	92
Logiciel des harmoniques.....	108
Rapport de court-circuit.....	107
Référence mise à l'échelle.....	110
Résistance de freinage.....	93
THDi.....	106

Capteur de CO2.....	27
---------------------	----

Caractéristique IP.....	9
-------------------------	---

Carte de commande

Alarme T° ambiante.....	42
Spécifications.....	49
Spécifications RS485.....	48

Carte relais étendue.....	40
---------------------------	----

Carte thermistance PTC.....	40
-----------------------------	----

CEM

Compatibilité.....	103
Directive.....	7
Généralités.....	100
Installation.....	105
Interférences.....	104
Résultats des essais.....	101

Certificat TUV.....	8
---------------------	---

Certificat UKrSEPRO.....	8
--------------------------	---

Certification maritime.....	8
-----------------------------	---

Chauffage

Schéma de câblage.....	84
Utilisation.....	77

Circulation d'air

Configurations.....	37
Débits.....	80

Code type.....	127
----------------	-----

Commande

Caractéristiques.....	49
Description du fonctionnement.....	109

Commande.....	127
---------------	-----

Communication série.....	88
--------------------------	----

Commutateurs

A53 et A54.....	47, 88
Sectionneur.....	89

Compensation cos ϕ	24
-------------------------------	----

Compensation du glissement.....	133
---------------------------------	-----

Condensation.....	77	Détermination de vitesse locale.....	31
Conditions ambiantes		DeviceNet.....	38, 130
Spécifications.....	46	Digitale	
Vue d'ensemble.....	77	Descriptions des entrées/sorties et réglages par défaut... 88	
Conditions d'émission.....	101	Spécifications de sortie.....	48
Conditions d'immunité.....	102	Spécifications d'entrée.....	47
Configuration de câblage de réinitialisation d'alarme externe		Dimensions	
.....	121	Aperçu des produits de la série.....	12
Configurations de câblage pour marche/arrêt.....	120, 121	Borne E1h.....	55
Configurations de montage.....	79	Borne E2h.....	61
Conformité		Borne E3h.....	67
Avec ADN.....	6	Borne E4h.....	74
Directives.....	7	Extérieures E1h.....	51
Contrôle		Extérieures E2h.....	57
Structures.....	113	Extérieures E3h.....	63
Types de.....	114, 115	Extérieures E4h.....	70
Contrôle de process.....	115	Dimensions des bornes	
Contrôleur de cascade		E1h.....	55
Schéma de câblage.....	124	E2h.....	61
Contrôleur logique avancé		E3h.....	67
Configuration de câblage.....	125	E4h.....	74
Vue d'ensemble.....	20	Dimensions extérieures	
Conventions.....	4	E1h.....	51
Couple		E2h.....	57
Caractéristique.....	46	E3h.....	63
Contrôle.....	114	E4h.....	70
Couple de décrochage.....	133	Directive ErP.....	8
Courant		Directive machine.....	7
Atténuation du moteur.....	92	Disjoncteur.....	14, 89, 96
Contrôle de courant interne.....	118	Dissipateur de chaleur	
de fuite.....	95	Débit d'air requis.....	80
fondamental.....	106	Nettoyage.....	78
nominal de sortie.....	132	Panneau d'accès.....	53
Distorsion.....	107	DU/dt.....	97
Formule de limite de courant.....	132	É	
Harmoniques de courant.....	106	Émission par rayonnement.....	101
Terre transitoire.....	96	Émission transmise.....	101
Courant de fuite.....	5	Énergie	
Courant de fuite ;.....	95	Classe de rendement.....	46
Court-circuit		Économies.....	21, 22, 23
Calcul du rapport.....	107	E	
Définition.....	134	Ensembles de langues.....	127
Freinage.....	34, 94	Entrée utilisateur.....	109
Protection contre les courts-circuits.....	14	Environnement.....	46, 77
SCCR nominal.....	89	Environnement commercial.....	101
Cycle d'utilisation		Environnement résidentiel.....	101
Calcul.....	92	Espace pour la porte.....	51
Définition.....	133	Ethernet/IP.....	39
D		F	
Déclassement.....	15, 16, 46, 79, 80	Fils.....	83
Démarrage à la volée.....	15, 16, 19		
Démarreur progressif.....	24		
Déséquilibre tension.....	15		

voir aussi <i>Câbles</i>		Homologation CSA/cUL.....	8
Filtre de mode commun.....	41	Humidité.....	77
Filtre sinus.....	40, 85		
Filtres		I	
Commande.....	131	IGV.....	26
Filtre de mode commun.....	41	Impulsion	
Filtre dU/dt.....	41	Configurations de câblage pour marche/arrêt.....	120
Filtre harmonique.....	41	Spécifications d'entrée.....	48
Filtre RFI.....	103	Installation	
Filtre sinus.....	40, 85	Électrique.....	83
Flux		Exigences.....	79
Structure de contrôle dans flux sans capteur.....	117	Personnel qualifié.....	5
Structure de contrôle en flux avec signal de retour du mo- teur.....	117	Installation à haute altitude.....	104
Fonctionnement à basse vitesse.....	80	Interférence électromagnétique.....	16
Formule		Interférences de radio fréquence.....	16
Courant de sortie.....	132	Isolation.....	92
Limite de courant.....	132	Isolation galvanique.....	17, 48, 103
Puissance nominale de la résistance de freinage.....	132		
Rendement du variateur.....	132	K	
Freinage		Kits.....	41
Contrôle avec la fonction de freinage.....	94	L	
dynamique.....	34	Levage.....	77
Limites.....	94	Lois de la proportionnalité.....	22
Tableau de capacité.....	93	M	
Utiliser en tant que fonction de freinage alternative.....	94	Maintenance.....	78
Freinage CA.....	34	Manuel d'utilisation.....	4
Freinage CC.....	34	Marquage CE.....	7
Freinage résistance.....	34	Marque EAC.....	8
Fréquence de commutation		Marque RCM.....	8
À utiliser avec des RCD.....	96	Méthode de Fourier.....	106
Connexions de l'alimentation.....	85	Mise à la terre.....	17, 95
Déclassement.....	15, 81	Modbus.....	39
Filtre sinus.....	40, 85	Mode boucle fermée	
Fusibles		Schéma fonctionnel.....	114
À utiliser avec des connexions de l'alimentation.....	85	Vue d'ensemble.....	113
Protection contre les surintensités.....	83	Mode boucle ouverte	
Recommandations pour l'alimentation secteur.....	14	Schéma fonctionnel.....	113
Spécifications.....	89	Vue d'ensemble.....	113
G		Modulation.....	16, 132
Gaz.....	78	Modulation automatique de la fréquence de commutation	16
Gestion de la largeur de bande.....	33	Module d'option E/S à usage général.....	39
Guide de programmation.....	4		
H			
Hand on.....	109		
Harmoniques			
Atténuation.....	108		
Définition du facteur de puissance.....	133		
Filtre.....	41		
Normes CEI.....	107		
Normes EN.....	107		
Vue d'ensemble.....	106		
Haute tension.....	5		

Moteur		PROFINET.....	38
Atténuation des courants de palier.....	92	Protection	
Câbles.....	85, 89, 95	Court-circuit.....	14
Classe de protection.....	78	Déséquilibre de tension d'alimentation.....	15
Configuration de câblage pour une thermistance.....	123	Fonction de freinage.....	14
Couple intégral.....	19	Niveau de protection.....	12
Courant de fuite.....	95	Surcharge.....	15
Définition du couple de décrochage.....	133	Surintensité.....	83
Détection d'absence de phase.....	15	Surtension.....	14
Ex-d.....	40	Thermique moteur.....	17
Ex-e.....	18	Protection contre les surintensités.....	83
Isolation.....	92	Protection du boîtier.....	9
Plaque signalétique.....	19	Protection nominale NEMA.....	9
Protection thermique.....	17, 90	Puissance	
Raccordement en parallèle.....	90	Connexions.....	85
Retour.....	117	Facteur.....	133
Rotation.....	90	Spécifications.....	42
Schéma de câblage.....	84	Valeurs nominales.....	11
Spécifications de sortie.....	46		
O		Q	
Onduleur.....	109	Queues de cochon.....	104
Optimisation automatique de l'énergie.....	16		
Option entrée capteur.....	40	R	
Options		Radiateur	
Bus de terrain.....	38	Arrêt surtempérature.....	42
Cartes relais.....	40	Redémarrage.....	19
Commande.....	129, 131	Redresseur.....	109
Contrôle de mouvement.....	40	Référence	
Disponibilité des boîtiers.....	12	Entrée de vitesse.....	119, 120
Extensions fonctionnelles.....	39	active.....	109
		distante.....	110
P		Utilisation à distance des.....	110
Panneau de coupure.....	52	Référence active.....	109
PELV.....	17, 48, 103	Référence distante.....	110
Personnel qualifié.....	5	Référence mise à l'échelle.....	110
PID		Refroidissement	
Contrôle.....	24	Avertissement poussière.....	78
Régulateur.....	17, 112, 115	Exigences.....	79
Régulateur PID à 3 points de consigne.....	27	Ventilateur de tour.....	28
Pièces de rechange.....	131	Vue d'ensemble du refroidissement par le canal de ventila- tion arrière.....	36
Plaque presse-étoupe.....	51	Refroidissement par gaine.....	79
Point de couplage commun.....	106	Refroidissement par le canal de ventilation arrière.....	36, 79
Pompe		Régén	
Condenseur.....	29	Bornes.....	55
Démarrage.....	33	Disponibilité.....	12
Primaire.....	30	Vue d'ensemble.....	36
Rendement.....	33	Registres.....	26
Secondaire.....	32	Réglémentations sur le contrôle d'exportation.....	8
Pompes de condenseur.....	29		
Pompes primaires.....	30		
Pompes secondaires.....	32		
Potentiomètre.....	88, 122		
Préchauffage.....	20		
PROFIBUS.....	38, 130		

Relais		Schéma de câblage	
Bornes.....	88	Alternance de la pompe principale.....	126
Carte.....	40	Contrôleur de cascade.....	124
Installation selon les critères ADN.....	6	E1h–E4h.....	84
Option.....	40	Pompe à vitesse variable/fixe.....	125
Option de carte relais étendue.....	40	Secteur	
Spécifications.....	49	Blindage.....	5
Relais de protection différentielle.....	95, 96	Fluctuations.....	16
Relais thermique électronique (ETR).....	83	Panne.....	19
Rendement		Spécifications.....	46
Calcul.....	97	Spécifications de l'alimentation.....	46
Formule de rendement du variateur.....	132	Sectionneur.....	89
Utilisation de l'AMA.....	17	Sécurité	
Répartition de la charge		Instructions.....	5, 83
Avertissement.....	5	Sortie	
Bornes.....	35, 86	Commutateur.....	15
Protection contre les courts-circuits.....	14	Contacteur.....	96, 105
Schéma de câblage.....	84	Spécifications.....	48
Vue d'ensemble.....	35	Spécifications d'entrée.....	47
Réseau IT.....	96	Spécifications USB.....	50
Résistance de freinage		STO.....	4
Bornes.....	86	voir aussi <i>Safe Torque Off</i>	
Commande.....	131	Stockage.....	77
Définition.....	133	Stockage condensateur.....	77
Formule de puissance nominale.....	132	Surcharge	
Manuel de configuration.....	4	Limites.....	15
Schéma de câblage.....	84	Problèmes avec les harmoniques.....	106
Sélection.....	92	thermique électronique.....	17
Vue d'ensemble.....	40	Surcharge thermique électronique.....	17
Retour		Surtempérature.....	134
Conversion.....	112	Surtension	
Gestion.....	111	Fonction de freinage alternative.....	94
Signal.....	114	Freinage.....	40
Réveil périodique.....	77	Protection.....	14
RFI		Surveillance ATEX.....	18, 78
Emplacement de la terminaison du blindage E3h.....	66	Système CAV.....	27
Emplacement de la terminaison du blindage E4h.....	73	Système de gestion des bâtiments (BMS).....	22
Filtre.....	103	Systèmes VAV centraux.....	26
Utilisation d'un commutateur avec le réseau IT.....	96		
Rotor.....	15	T	
RS485		Température.....	78, 81
Bornes.....	88	Temps de décharge.....	5
Bus standard FC.....	133	Temps de montée.....	98
Configuration de câblage.....	123	Thermistance	
Schéma de câblage.....	84	Configuration de câblage.....	123
S		Définition.....	133
Safe Torque Off		Emplacement des bornes.....	88
Configuration de câblage.....	120	Passage des câbles.....	86
Conformité à la directive machine.....	7	Tr/min.....	22
Emplacement des bornes.....	88	Transducteur.....	88
Manuel de configuration.....	4	Transformateur.....	106
Schéma de câblage.....	84	Triangle.....	24
Vue d'ensemble.....	21		
Sauvegarde cinétique.....	19		

U

UL

Marque d'homologation.....	8
Protection nominale des boîtiers.....	9

V

Variateur

Dimensionnements puissance.....	12
Dimensions des produits de la série.....	12
Exigences de dégagement.....	79
Système de configuration.....	127

VAV.....	26
----------	----

Ventilateurs

Débit d'air requis.....	80
à température contrôlée.....	16

Versions logicielles.....	131
---------------------------	-----

Vitesse

Configuration de câblage pour la référence de vitesse...	122
Configuration de câblage pour l'accélération/décélération 122
Contrôle.....	114
Retour PID.....	114

Volume d'air constant.....	27
----------------------------	----

Volume d'air variable.....	26
----------------------------	----

VVC+.....	116, 118
-----------	----------

**Danfoss VLT Drives**

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

Danfoss VLT Drives

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

Danfoss AG, VLT® Antriebstechnik

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

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

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

