

Manuel de configuration VLT[®] Midi Drive FC 280



Table des matières

1 Introduction	5
1.1 Objet du Manuel de configuration	5
1.2 Ressources supplémentaires	5
1.3 Définitions	5
1.4 Version de document et de logiciel	8
1.5 Homologations et certifications	8
1.6 Sécurité	9
2 Vue d'ensemble des produits	10
2.1 Aperçu des tailles de boîtier	10
2.2 Installation électrique	11
2.2.1 Raccordement du moteur	13
2.2.2 Raccordement au secteur CA	14
2.2.3 Types de bornes de commande	15
2.2.4 Câblage vers les bornes de commande	16
2.3 Structures de contrôle	16
2.3.1 Modes de commande	16
2.3.2 Principe de fonctionnement	17
2.3.3 Structure de contrôle en mode VVC ⁺	18
2.3.4 Contrôle de courant interne en mode VVC ⁺	19
2.3.5 Contrôle local (Hand On) et distant (Auto On)	19
2.4 Utilisation des références	20
2.4.1 Limites de réf.	21
2.4.2 Mise à l'échelle des références prédéfinies et des références du bus	22
2.4.3 Mise à l'échelle des références et du retour analogiques et d'impulsions	22
2.4.4 Zone morte autour de zéro	23
2.5 Régulateur PID	25
2.5.1 Régulateur PID de vitesse	25
2.5.2 Régulateur PID de process	28
2.5.3 Paramètres pertinents du contrôle de process	29
2.5.4 Exemple de régulateur PID de process	30
2.5.5 Optimisation du contrôleur de process	32
2.5.6 Méthode de réglage de Ziegler Nichols	32
2.6 Émissions et immunité CEM	33
2.6.1 Généralités concernant les émissions CEM	33
2.6.2 Émission CEM	34
2.6.3 Immunité CEM	35
2.7 Isolation galvanique	36
2.8 Courant de fuite à la terre	36

2.9 Fonctions de freinage	37
2.9.1 Freinage de maintien mécanique	37
2.9.2 Freinage dynamique	38
2.9.3 Sélection des résistances de freinage	38
2.10 Contrôleur logique avancé	40
2.11 Conditions d'exploitation extrêmes	41
2.11.1 Protection thermique du moteur	41
3 Exemples d'applications	43
3.1 Introduction	43
3.1.1 Raccordement du codeur	43
3.1.2 Sens de rotation du codeur	43
3.1.3 Système de variateur en boucle fermée	43
3.2 Exemples d'applications	44
3.2.1 AMA	44
3.2.2 Vitesse	44
3.2.3 Marche/arrêt	45
3.2.4 External Alarm Reset	46
3.2.5 Thermistance moteur	46
3.2.6 SLC	46
4 Safe Torque Off (STO)	48
4.1 Précautions de sécurité pour la STO	49
4.2 Installation de la fonction Safe Torque Off	49
4.3 Mise en service de la fonction STO	50
4.3.1 Activation de la fonction Safe Torque Off	50
4.3.2 Désactivation de la fonction Safe Torque Off	50
4.3.3 Essai de mise en service de la fonction STO	51
4.3.4 Test des applications STO en mode de redémarrage manuel	51
4.3.5 Test des applications STO en mode de redémarrage automatique	51
4.4 Maintenance et service de la fonction STO	51
4.5 Caractéristiques techniques de la fonction STO	52
5 Installation et configuration de l'interface RS485	54
5.1 Introduction	54
5.1.1 Vue d'ensemble	54
5.1.2 Raccordement du réseau	55
5.1.3 Configuration de l'équipement	55
5.1.4 Réglage des paramètres pour communication Modbus	55
5.1.5 Précautions CEM	55
5.2 Protocole FC	56

5.2.1 Vue d'ensemble	56
5.2.2 FC avec Modbus RTU	56
5.3 Configuration du réseau	56
5.4 Structure des messages du protocole FC	56
5.4.1 Contenu d'un caractère (octet)	56
5.4.2 Structure du télégramme	56
5.4.3 Longueur du télégramme (LGE)	57
5.4.4 Adresse (ADR) du variateur de fréquence	57
5.4.5 Octet de contrôle des données (BCC)	57
5.4.6 Champ de données	57
5.4.7 Champ PKE	57
5.4.8 Numéro de paramètre (PNU)	58
5.4.9 Indice (IND)	58
5.4.10 Valeur du paramètre (PWE)	58
5.4.11 Types de données pris en charge par le variateur de fréquence	59
5.4.12 Conversion	59
5.4.13 Mots de process (PCD)	59
5.5 Exemples	59
5.5.1 Écriture d'une valeur de paramètre	59
5.5.2 Lecture d'une valeur de paramètre	60
5.6 Modbus RTU	60
5.6.1 Connaissances préalables	60
5.6.2 Vue d'ensemble	60
5.6.3 Variateur de fréquence avec Modbus RTU	61
5.7 Configuration du réseau	61
5.8 Structure des messages du Modbus RTU	61
5.8.1 Introduction	61
5.8.2 Structure des télégrammes Modbus RTU	61
5.8.3 Champ démarrage/arrêt	62
5.8.4 Champ d'adresse	62
5.8.5 Champ de fonction	62
5.8.6 Champ de données	62
5.8.7 Champ de contrôle CRC	62
5.8.8 Adresse de registre des bobines	63
5.8.9 Comment contrôler le variateur de fréquence	64
5.8.10 Codes de fonction pris en charge par le Modbus RTU	64
5.8.11 Codes d'exceptions Modbus	65
5.9 Comment accéder aux paramètres	65
5.9.1 Gestion des paramètres	65
5.9.2 Stockage des données	65

5.9.3 IND (Index)	66
5.9.4 Blocs de texte	66
5.9.5 Facteur de conversion	66
5.9.6 Valeurs de paramètre	66
5.10 Exemples	66
5.10.1 Lecture état bobines (01 HEX)	66
5.10.2 Forcer/écrire bobine unique (05 HEX)	67
5.10.3 Forcer/écrire bobines multiples (0F HEX)	67
5.10.4 Lecture registres de maintien (03 HEX)	68
5.10.5 Prédéfinir registre unique (06 HEX)	68
5.10.6 Prédéfinir registres multiples (10 HEX)	68
5.11 Profil de contrôle FC Danfoss	69
5.11.1 Mot de contrôle selon le profil FC (par. 8-10 Protocole = profil FC)	69
5.11.2 Mot d'état selon le profil FC (STW)	70
5.11.3 Valeur de référence de vitesse du bus	72
6 Code de type et sélection	73
6.1 Références : options et accessoires	73
6.2 Références : résistances de freinage	74
6.2.1 Références : résistances de freinage 10 %	74
6.2.2 Références : résistances de freinage 40 %	76
7 Spécifications	78
7.1 Données électriques	78
7.2 Alimentation secteur	80
7.3 Puissance et données du moteur	80
7.4 Conditions ambiantes	80
7.5 Spécifications du câble	81
7.6 Entrée/sortie de commande et données de commande	81
7.7 Couples de serrage des raccords	84
7.8 Fusibles et disjoncteurs	84
7.9 Rendement	85
7.10 Bruit acoustique	86
7.11 Conditions dU/dt	86
7.12 Exigences particulières	87
7.12.1 Déclassement manuel	87
7.12.2 Déclassement automatique	90
7.13 Tailles de boîtier, puissances nominales et dimensions	90
Indice	93

1 Introduction

1.1 Objet du Manuel de configuration

Ce Manuel de configuration est destiné aux ingénieurs de projets et systèmes, aux consultants en conception et aux experts en applications et produits. Les informations techniques fournies permettent de comprendre les capacités du variateur de fréquence pour intégration dans des systèmes de contrôle et de surveillance de moteur. Les détails décrits concernent le fonctionnement, les exigences et les recommandations pour l'intégration dans un système. Les informations sont fournies pour les caractéristiques de puissance d'entrée, la sortie de commande du moteur et les conditions de fonctionnement ambiantes du variateur de fréquence.

Sont aussi inclus :

- les fonctions de sécurité
- la surveillance de la condition de panne
- des rapports d'état opérationnels
- les fonctionnalités de communication série
- les options et fonctions programmables.

Les détails de conception tels que les exigences du site, les câbles, les fusibles, le câblage de commande, la taille et le poids des unités et d'autres informations critiques nécessaires à la planification de l'intégration au système sont également donnés.

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

VLT® est une marque déposée.

1.2 Ressources supplémentaires

Ressources disponibles pour comprendre l'utilisation et la programmation du variateur de fréquence :

- Le *Manuel d'utilisation du VLT® Midi Drive FC 280* contient des informations sur l'installation, la mise en service, l'application et la maintenance du variateur de fréquence.
- Le *Guide de programmation du VLT® Midi Drive FC 280* fournit des informations sur la programmation et comporte une description complète des paramètres.

Des publications et des manuels supplémentaires sont disponibles auprès de Danfoss. Suivre le lien vlt-drives.danfoss.com/Support/Technical-Documentation/ pour en obtenir la liste.

1.3 Définitions

1.3.1 Variateur de fréquence

Roue libre

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

$I_{VLT,MAX}$

Courant maximal de sortie.

$I_{VLT,N}$

Courant nominal de sortie fourni par le variateur de fréquence

$U_{VLT,MAX}$

Tension de sortie maximale.

1.3.2 Entrée

Ordres de commande

Démarrer et arrêter le moteur raccordé à l'aide du LCP et des entrées digitales.

Les fonctions sont réparties en deux groupes.

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

Groupe 1	Arrêt précis, arrêt roue libre et réinitialisation, arrêt précis et arrêt en roue libre, arrêt rapide, freinage CC, arrêt et [Off]
Groupe 2	Démarrage, impulsion de démarrage, inversion, démarrage avec inversion, jogging et gel sortie

Tableau 1.1 Groupes de fonctions

1.3.3 Moteur

Moteur tourne

Couple généré sur l'arbre de sortie et vitesse de 0 tr/min à la vitesse max. du moteur.

f_{JOG}

Fréquence du moteur lorsque la fonction jogging est activée (via les bornes digitales).

f_M

Fréquence du moteur.

f_{MAX}

Fréquence moteur maximale.

f_{MIN}

Fréquence moteur minimale.

$f_{M,N}$

Fréquence nominale du moteur (données de la plaque signalétique).

I_M

Courant moteur (effectif).

$I_{M,N}$

Courant nominal du moteur (plaque signalétique)

 $n_{M,N}$

Vitesse nominale du moteur (données de la plaque signalétique).

 n_s

Vitesse moteur synchrone

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

 $n_{\text{glissement}}$

Glissement du moteur.

 $P_{M,N}$

Puissance nominale du moteur (données de la plaque signalétique en kW ou en HP).

 $T_{M,N}$

Couple nominal (moteur).

 U_M

Tension instantanée du moteur.

 $U_{M,N}$

Tension nominale du moteur (données de la plaque signalétique).

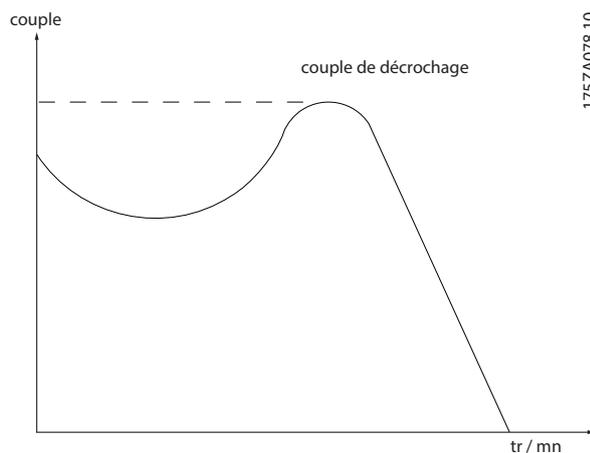
Couple de décrochage

Illustration 1.1 Couple de décrochage

 η_{VLT}

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

Ordre de démarrage désactivéOrdre de démarrage désactivé faisant partie du groupe 1 d'ordres de commande. Voir le *Tableau 1.1* pour en savoir plus.**Ordre d'arrêt**Ordre d'arrêt faisant partie du groupe 1 d'ordres de commande. Voir le *Tableau 1.1* pour en savoir plus.**1.3.4 Consignes****Référence analogique**

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

Référence binaire

Signal appliqué au port de communication série.

Référence prédéfinie

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

Référence d'impulsions

Signal impulsionnel appliqué aux entrées digitales (borne 29 ou 33).

Réf_{MAX}Détermine la relation entre l'entrée de référence à 100 % de la valeur de l'échelle complète (généralement 10 V, 20 mA) et la référence résultante. Valeur de référence maximale définie au *paramètre 3-03 Réf. max.***Réf_{MIN}**Détermine la relation entre l'entrée de référence à la valeur 0 % (généralement 0 V, 0 mA, 4 mA) et la référence résultante. Valeur de référence minimale définie au *paramètre 3-02 Référence minimale.***1.3.5 Divers****Entrées analogiques**

Les entrées analogiques permettent de contrôler diverses fonctions du variateur de fréquence.

Il en existe deux types :

- Entrée de courant : 0–20 mA et 4–20 mA.
- Entrée de tension : 0–10 V CC.

Sorties analogiques

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

Adaptation automatique au moteur, AMA

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

Résistance de freinage

La résistance de freinage est un module capable d'absorber la puissance de freinage générée lors du freinage 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.

Caractéristique 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.

Entrées digitales

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

Sorties digitales

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

DSP

Processeur de signal numérique.

ETR

Le relais thermique électronique constitue un calcul de charge thermique basé sur une charge et un temps instantanés. Il permet d'estimer la température du moteur.

Bus standard FC

Inclut le bus RS485 avec le protocole FC ou MC. Voir le paramètre 8-30 Protocol.

Initialisation

Si l'on effectue une initialisation (*paramètre 14-22 Operation Mode*), le variateur de fréquence 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.

LCP

Le panneau de commande local constitue une interface complète de commande et de programmation du variateur. Le LCP est amovible. Grâce à l'option du kit d'installation, le LCP peut être installé à une distance maximale de 3 mètres (9,8 pieds) du variateur de fréquence sur un panneau frontal.

NLCP

Le panneau de commande local numérique constitue une interface de commande et de programmation du variateur de fréquence. L'affichage est numérique et le panneau sert à afficher les valeurs de process. Le NLCP n'a pas de fonction d'enregistrement ni de copie.

lsb

Bit de poids faible

msb

Bit de poids fort

MCM

Abréviation de Mille Circular Mil, unité de mesure américaine de la section de câble. 1 MCM = 0,5067 mm²

Paramètres en ligne/hors ligne

Les modifications apportées aux paramètres en ligne sont activées directement après modification de la valeur de données. Pour activer les modifications apportées aux paramètres hors ligne, appuyer sur [OK].

Process PID

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

PCD

Données de contrôle de process

Cycle de puissance

Couper le secteur jusqu'à ce que l'affichage (LCP) devienne sombre, puis mettre à nouveau sous tension.

Facteur de puissance

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

$$\text{Facteur de puissance} = \frac{\sqrt{3} \times U \times I_1 \cos\phi_1}{\sqrt{3} \times U \times I_{RMS}}$$

Pour les variateurs de fréquence FC 280, $\cos\phi_1 = 1$, par conséquent :

$$\text{Facteur de puissance} = \frac{I_1 \times \cos\phi_1}{I_{RMS}} = \frac{I_1}{I_{RMS}}$$

Le facteur de puissance indique dans quelle mesure le variateur de fréquence impose une charge à l'alimentation secteur.

Plus le facteur de puissance est bas, plus I_{RMS} est élevé pour la même performance en kW.

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

En outre, un facteur de puissance élevé indique que les différentes harmoniques de courant sont faibles.

Les bobines CC intégrées génèrent un facteur de puissance élevé, ce qui minimise la charge imposée à l'alimentation secteur.

Entrée impulsions/codeur incrémental

Générateur externe d'impulsions digitales utilisé pour fournir un retour sur la vitesse du moteur. Le codeur est utilisé dans des applications qui nécessitent une grande précision de la commande de vitesse.

RCD

Relais de protection différentielle.

Configuration

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

SFAVM

Sigle correspondant au type de modulation appelé Stator Flux oriented Asynchronous Vector Modulation, c'est-à-dire modulation vectorielle asynchrone à flux statorique orienté.

Compensation du glissement

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

Contrôleur logique avancé (SLC)

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

STW

Mot d'état

THD

La distorsion harmonique totale indique la contribution totale des harmoniques.

Thermistance

Résistance dépendant de la température placée à l'endroit où la température est surveillée (variateur de fréquence ou moteur)

Arrêt

L'arrêt est un état résultant de situations de panne.

Exemples de situations de panne :

- Le variateur de fréquence est soumis à une surtension.
- Le variateur de fréquence protège le moteur, le processus ou le mécanisme.

Le redémarrage est impossible tant que l'origine de la panne n'a pas été résolue ; l'état de déclenchement est annulé par un reset ou, dans certains cas, grâce à un reset programmé automatiquement. Ne pas utiliser l'alarme à des fins de sécurité des personnes.

Alarme verrouillée

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

Caractéristique de couple variable

Caractéristique de couple variable que l'on utilise pour les pompes et les ventilateurs

VVC⁺

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

60° AVM

Fait référence au type de modulation appelé 60° Asynchronous Vector Modulation, c'est-à-dire modulation vectorielle asynchrone.

1.4 Version de document et de logiciel

Ce manuel est régulièrement révisé et mis à jour. Toutes les suggestions d'amélioration sont les bienvenues. Le *Tableau 1.2* indique la version du document et la version logicielle correspondante.

Édition	Remarques	Version logiciel
MG07B2	Ajout d'informations supplémentaires pour les variateurs de fréquence monophasés et triphasés 200-240 V.	1,2

Tableau 1.2 Version de document et de logiciel

1.5 Homologations et certifications

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

1.5.1 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 de fréquence sont les suivantes :

- Directive basse tension
- Directive CEM
- Directive machines (pour les unités avec fonction de sécurité intégrée)

Le marquage CE est destiné à éliminer les barrières techniques au libre-échange entre les états de la CE et de l'EFTA à l'intérieur de l'ECU. Le marquage CE ne fournit aucune information sur la qualité du produit. Les spécifications techniques ne peuvent pas être déduites du marquage CE.

1.5.2 Directive basse tension

Les variateurs de fréquence sont classés comme des composants électroniques et doivent porter le marquage CE conformément à la directive basse tension. La directive s'applique à tous les appareils électriques utilisés dans les plages de tension allant de 50 à 1000 V CA et de 75 à 1500 V CC.

La directive précise que la conception de l'équipement doit garantir la sécurité et la santé des personnes ainsi que celle du bétail et préserver le matériel si l'équipement est correctement installé, entretenu et utilisé conformément à l'usage prévu. Le marquage CE de Danfoss est conforme à la directive basse tension et Danfoss fournit une déclaration de conformité à la demande.

1.5.3 Directive CEM

La compatibilité électromagnétique (CEM) signifie que les interférences électromagnétiques entre les appareils n'altèrent pas leurs performances. Les conditions de base relatives à la protection de la Directive CEM 2014/30/UE 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 et 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.

Un variateur de fréquence peut être utilisé seul ou intégré à une installation plus complexe. Dans ces deux cas, les dispositifs doivent porter le marquage CE. Les systèmes ne doivent pas porter le marquage CE mais doivent être conformes aux conditions relatives à la protection de base de la directive CEM.

1.5.4 Conformité UL

Homologué UL



Illustration 1.2 UL

Normes appliquées et conformité de la fonction STO

L'utilisation de la STO sur les bornes 37 et 38 nécessite de se conformer à toutes les dispositions de sécurité, à savoir les lois, les réglementations et les directives concernées.

La fonction STO intégrée est conforme aux normes suivantes :

- CEI/EN 61508 : 2010 SIL2
- CEI/EN 61800-5-2 : 2007 SIL2
- CEI/EN 62061 : 2012 SILCL de SIL2
- CEI/EN 61326-3-1 : 2008
- EN ISO 13849-1 : 2008 catégorie 3 PL « d »

1.6 Sécurité

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

Consulter le Manuel d'utilisation fourni avec l'appareil et disponible en ligne concernant :

- le temps de décharge.
- les consignes de sécurité et avertissements détaillés.

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

2 Vue d'ensemble des produits

2

2.1 Aperçu des tailles de boîtier

La taille de boîtier dépend de la plage de puissance.

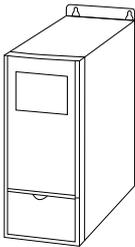
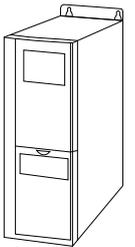
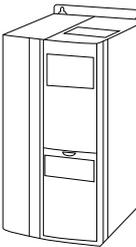
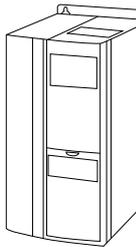
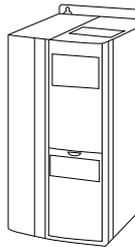
Taille de boîtier	K1	K2	K3	K4	K5
	 130BA870.10	 130BA809.10	 130BA810.10	 130BA810.10	 130BA810.10
Protection du boîtier ¹⁾	IP20	IP20	IP20	IP20	IP20
Plage de puissance [kW (HP)] Triphasé 380–480 V	0,37–2,2 (0,5–3,0)	3,0–5,5 (5,0–7,5)	7,5 (10)	11–15 (15–20)	18,5–22 (25–30)
Plage de puissance [kW (HP)] Triphasé 200–240 V	0,37–1,5 (0,5–2,0)	2,2 (3,0)	3,7 (5,0)	–	–
Plage de puissance [kW (HP)] Monophasé 200–240 V	0,37–1,5 (0,5–2,0)	2,2 (3,0)	–	–	–

Tableau 2.1 Tailles de boîtier

1) IP21 est disponible pour certaines versions du VLT® Midi Drive FC 280. En montant les options de kit IP21, toutes les puissances peuvent être de niveau IP21.

2.2 Installation électrique

Cette section décrit le câblage du variateur de fréquence.

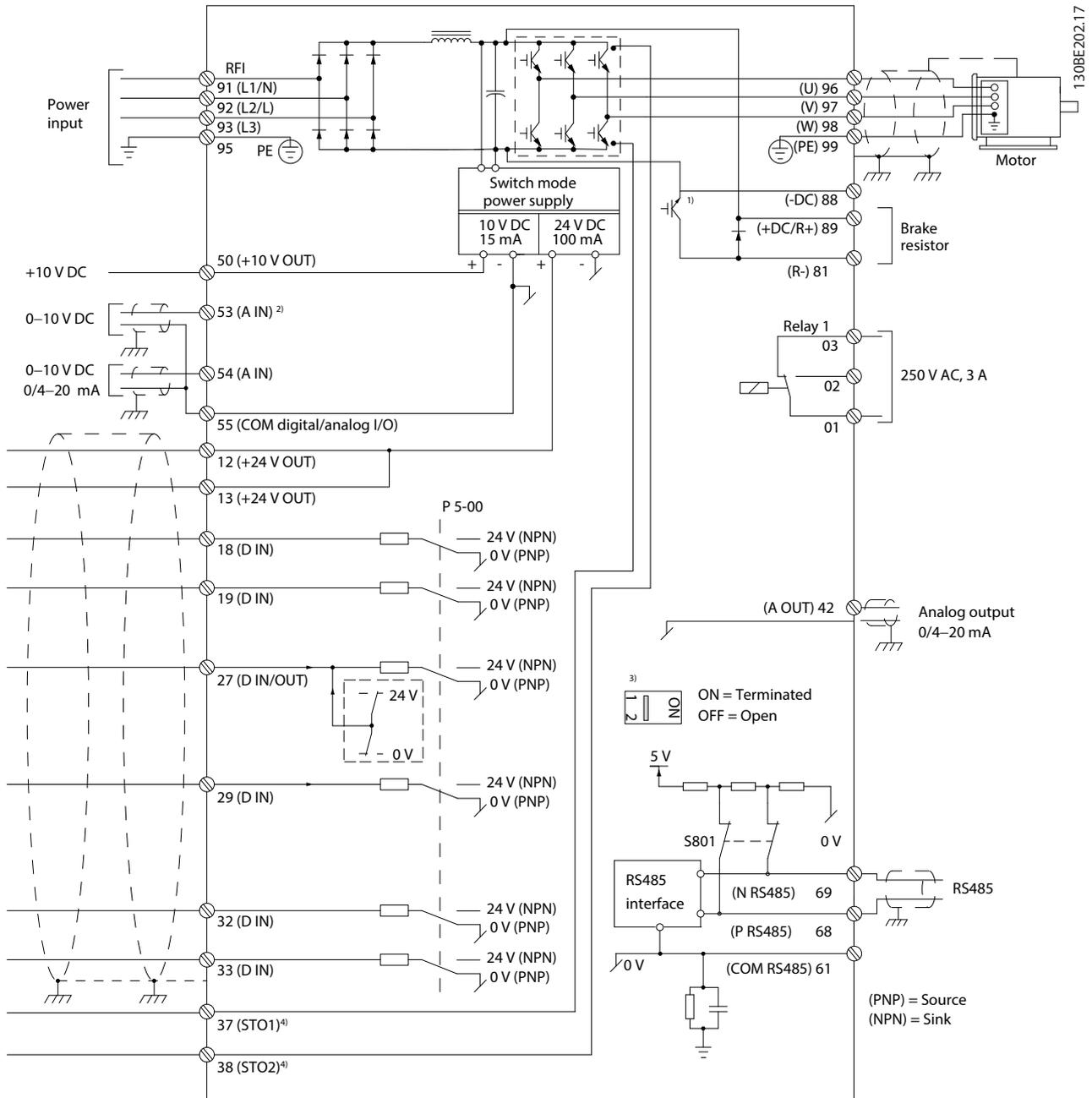
2


Illustration 2.1 Dessin schématique du câblage de base

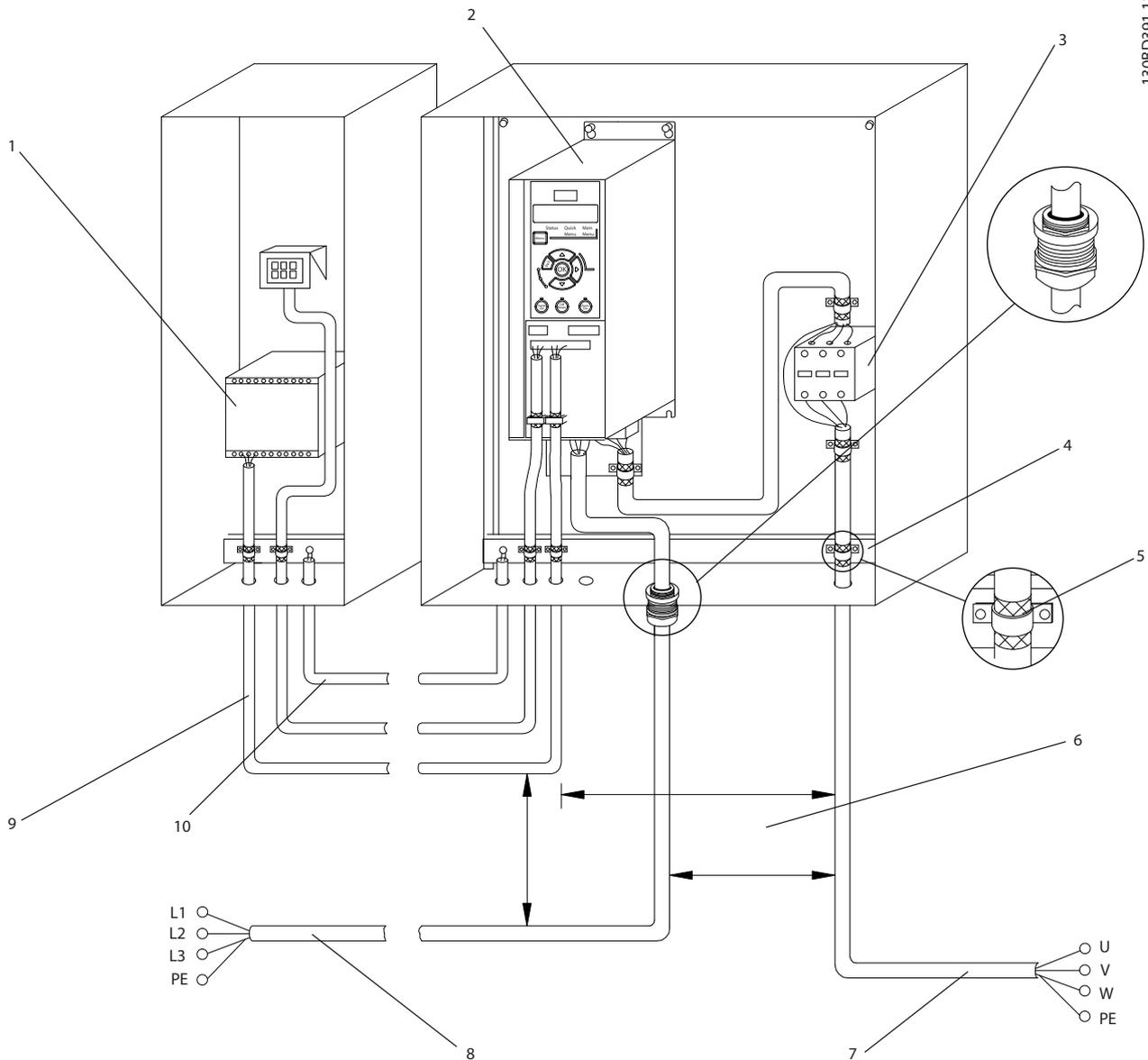
A = analogique, D = digitale

1) Le hacheur de freinage intégré n'est disponible que sur les unités triphasées.

2) La borne 53 peut également servir d'entrée digitale.

3) Le commutateur S801 (borne du bus) peut être utilisé pour permettre la terminaison sur le port RS485 (bornes 68 et 69).

4) Se reporter au chapitre 4 Safe Torque Off (STO) pour le câblage adéquat de la fonction STO.



130BD391.11

1	PLC	6	Au moins 200 mm (7,9 po) entre les câbles de commande, le moteur et le secteur.
2	Variateur de fréquence	7	Moteur, triphasé et terre de protection
3	Contacteur de sortie (généralement non recommandé)	8	Secteur, monophasé, triphasé et terre de protection renforcée
4	Rail de mise à la terre (PE)	9	Câblage de commande
5	Blindage de câble (dénudé)	10	Égalisation de potentiel, minimum 16 mm ² (6 AWG)

Illustration 2.2 Raccordement électrique typique

2.2.1 Raccordement du moteur

⚠️ AVERTISSEMENT**TENSION INDUITE**

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

- Acheminer séparément les câbles du moteur.
- Utiliser des câbles blindés.
- Respecter les réglementations locales et nationales pour les sections de câble. Pour les sections de câble maximales, voir le *chapitre 7.1 Données électriques*.
- Respecter les exigences de câblage spécifiées par le fabricant du moteur.
- Des caches amovibles pour câbles moteur ou des panneaux d'accès sont prévus en bas des unités IP21 (NEMA1/12).
- Ne pas câbler un dispositif d'amorçage ou à pôles commutables (p. ex. un moteur Dahlander ou un moteur à bagues à induction) entre le variateur de fréquence et le moteur.

Procédure

1. Dénuder une section de l'isolation extérieure du câble. La longueur recommandée est 10-15 mm (0,4-0,6 po).
2. Placer le fil dénudé sous l'étrier de serrage afin d'établir une fixation mécanique et un contact électrique entre le blindage du câble et la terre.
3. Relier le câble de terre à la borne de mise à la terre la plus proche conformément aux instructions de mise à la terre fournies au chapitre *Mise à la terre* du *Manuel d'utilisation du VLT® Midi Drive FC 280*. Voir l'*Illustration 2.3*.
4. Raccorder le câblage du moteur triphasé aux bornes 96 (U), 97 (V) et 98 (W) comme indiqué sur l'*Illustration 2.3*.
5. Serrer les bornes en respectant les informations fournies dans le *chapitre 7.7 Couples de serrage des raccords*.

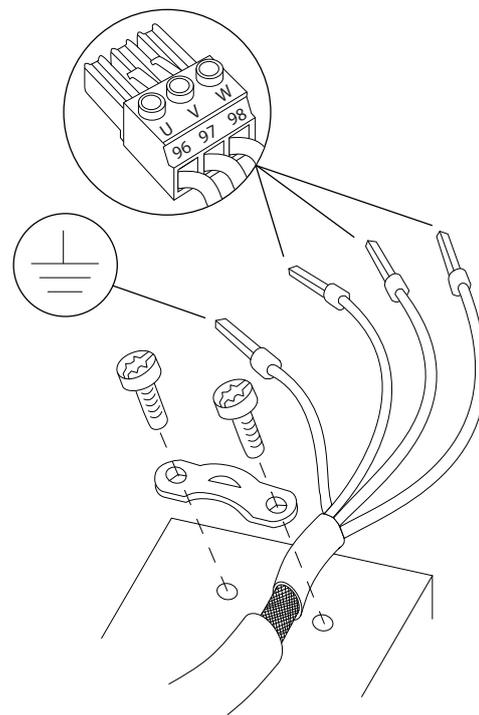


Illustration 2.3 Raccordement du moteur

Le raccordement du secteur et du moteur et la mise à la terre des variateurs de fréquence monophasés et triphasés sont représentés sur l'*Illustration 2.4*, l'*Illustration 2.5* et l'*Illustration 2.6* respectivement. Les configurations réelles peuvent varier selon les types d'unités et les équipements optionnels.

2

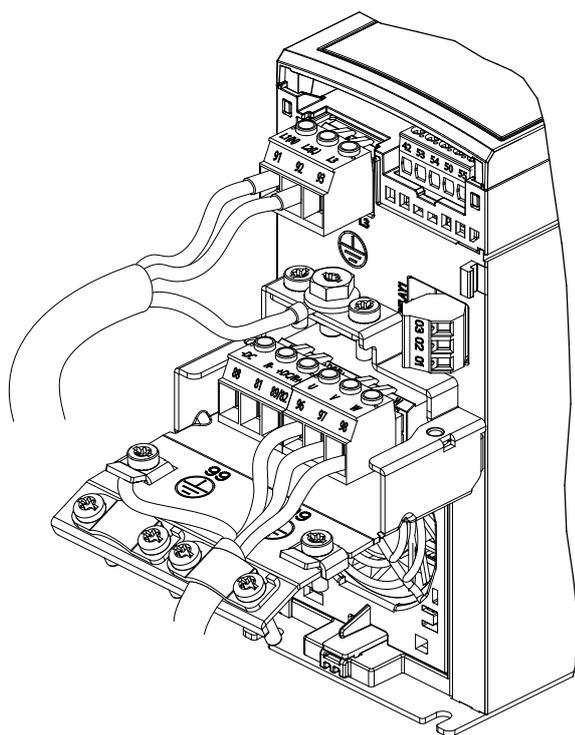


Illustration 2.4 Mise à la terre et raccordement du secteur et du moteur des unités monophasées (K1, K2)

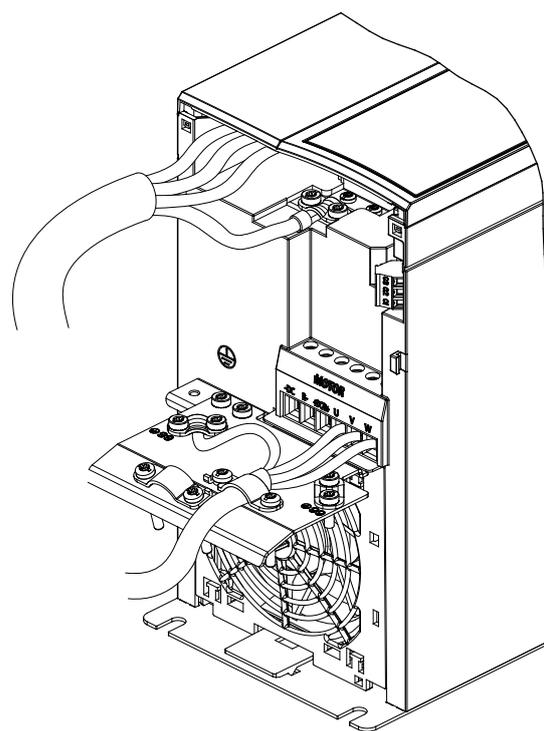


Illustration 2.6 Mise à la terre et raccordement du secteur et du moteur des unités triphasées (K4, K5)

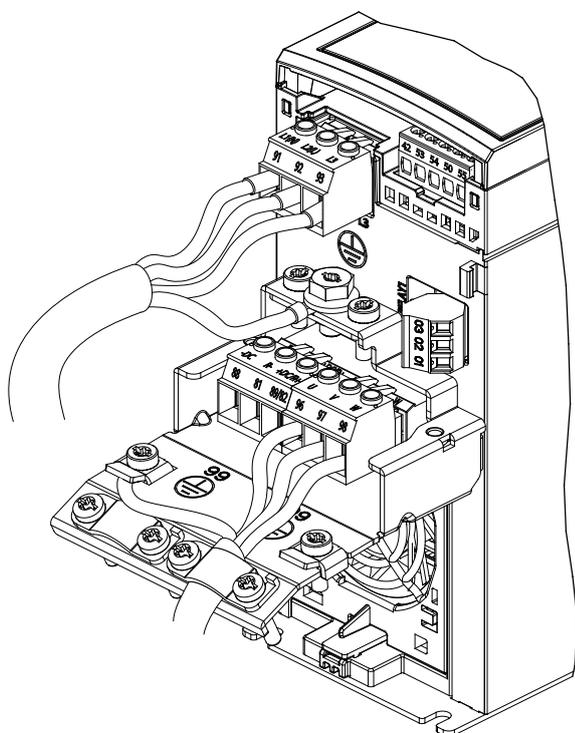


Illustration 2.5 Mise à la terre et raccordement du secteur et du moteur des unités triphasées (K1, K2, K3)

2.2.2 Raccordement au secteur CA

- Dimensionner les câbles selon le courant d'entrée du variateur de fréquence. Pour les sections de câble maximales, voir le *chapitre 7.1 Données électriques*.
- Respecter les réglementations locales et nationales pour les sections de câble.

Procédure

1. Brancher les câbles de puissance d'entrée CA aux bornes N et L pour les unités monophasées (voir l'*Illustration 2.4*) ou aux bornes L1, L2 et L3 pour les unités triphasées (voir l'*Illustration 2.5* et l'*Illustration 2.6*).
2. En fonction de la configuration de l'équipement, relier l'alimentation d'entrée aux bornes d'entrée du secteur ou à un sectionneur d'entrée.
3. Relier le câble à la terre conformément aux instructions de mise à la terre fournies au chapitre *Mise à la terre* du *Manuel d'utilisation du VLT® Midi Drive FC 280*.
4. Lorsque l'alimentation provient d'une source secteur isolée (secteur IT ou triangle isolé de la terre) ou d'un secteur TT/TN-S avec triangle mis à la terre, s'assurer que la vis du filtre RFI est ôtée, afin d'éviter tout dommage au circuit intermédiaire et de réduire les courants à effet de masse selon la norme CEI 61800-3.

2.2.3 Types de bornes de commande

L'illustration 2.7 montre les connecteurs amovibles du variateur de fréquence. Les fonctions des bornes et leurs réglages par défaut sont résumés dans le Tableau 2.2 et le Tableau 2.3.

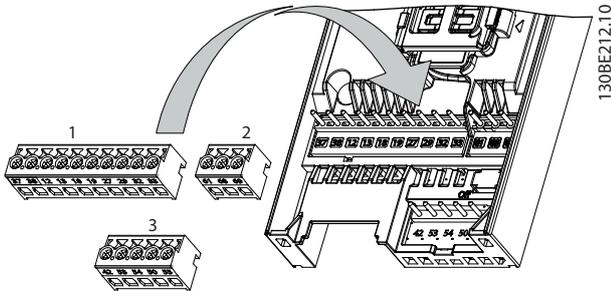


Illustration 2.7 Emplacement des bornes de commande

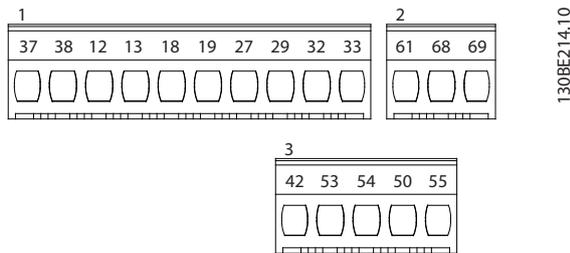


Illustration 2.8 Numéros des bornes

Voir le chapitre 7.6 Entrée/sortie de commande et données de commande pour avoir des précisions sur les valeurs nominales des bornes.

Borne	Paramètre	Réglage par défaut	Description
E/S digitales, E/S impulsions, codeur			
12, 13	-	+24 V CC	Tension d'alimentation 24 V CC. Le courant de sortie maximal est de 100 mA pour toutes les charges de 24 V.
18	Paramètre 5-10 E.di git.born.18	[8] Démarrage	Entrées digitales.
19	Paramètre 5-11 E.di git.born.19	[10] Inversion	

Borne	Paramètre	Réglage par défaut	Description
27	Paramètre 5-01 Mo de born.27 Paramètre 5-12 E.di git.born.27 Paramètre 5-30 S.di git.born.27	Entrée digitale [2] Lâchage Sortie digitale [0] Inactif	Peut être sélectionné pour une entrée ou une sortie digitale, ou une sortie impulsions. Le réglage par défaut est entrée digitale.
29	Paramètre 5-13 E.di git.born.29	[14] Jogging	Entrée digitale
32	Paramètre 5-14 E.di git.born.32	[0] Inactif	Entrée digitale, codeur 24 V. La borne 33 peut également servir d'entrée impulsions.
33	Paramètre 5-15 E.di git.born.33	[0] Inactif	
37, 38	-	STO	Entrées de sécurité fonctionnelle
Entrées/sorties analogiques			
42	Paramètre 6-91 Sortie ANA borne 42	[0] Inactif	Sortie analogique programmable. Le signal analogique est de 0-20 mA ou 4-20 mA à un maximum de 500 Ω. Peut aussi être configuré comme sorties digitales.
50	-	+10 V CC	Tension d'alimentation analogique de 10 V CC. Un maximum de 15 mA est généralement utilisé pour un potentiomètre ou une thermistance.
53	Groupe de paramètres 6-1* Entrée ANA 53	-	Entrée analogique. Seul le mode tension est pris en charge. Peut également être utilisé comme entrée digitale.

Borne	Paramètre	Réglage par défaut	Description
54	Groupe de paramètres 6-2* Entrée ANA 54	-	Entrée analogique. Peut être sélectionnée pour le mode tension ou courant.
55	-	-	Commune aux entrées digitales et analogiques.

Tableau 2.2 Description des bornes - entrées/sorties digitales, Entrées/sorties analogiques

Borne	Paramètre	Réglage par défaut	Description
Communication série			
61	-	-	Filtre RC intégré pour le blindage des câbles. UNIQUEMENT pour la connexion du blindage en cas de problèmes de CEM.
68 (+)	Groupe de paramètres 8-3* Réglage Port FC	-	Interface RS485. Un commutateur de carte de commande est fourni pour la résistance de la terminaison.
69 (-)	Groupe de paramètres 8-3* Réglage Port FC	-	
Relais			
01, 02, 03	Paramètre 5-40 Fonction relais	[1] Comm. prête	Sortie relais en forme de C. Ces relais se trouvent à différents emplacements en fonction de la configuration du variateur de fréquence et de sa taille. Utilisable pour une tension CA ou CC et des charges résistives ou inductives.

Tableau 2.3 Description des bornes - communication série

2.2.4 Câblage vers les bornes de commande

Les connecteurs des bornes de commande peuvent être débranchés du variateur de fréquence pour faciliter l'installation, comme indiqué sur l'illustration 2.7.

Pour plus d'informations sur le câblage de la fonction STO, se reporter au chapitre 4 Safe Torque Off (STO).

AVIS!

Raccourcir au maximum les câbles de commande et les séparer des câbles de puissance élevée afin de minimiser les interférences.

1. Desserrer les vis pour les bornes.
2. Insérer les câbles de commande avec manchon dans les fentes.
3. Serrer les vis pour les bornes.
4. S'assurer que le contact est bien établi et n'est pas desserré. Un câblage de commande mal serré peut être source de pannes ou d'un fonctionnement non optimal.

Voir le chapitre 7.5 Spécifications du câble sur les tailles de câble des bornes de commande et le chapitre 3 Exemples d'applications sur les raccordements typiques des câbles de commande.

2.3 Structures de contrôle

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

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

2.3.1 Modes de commande

Le variateur de fréquence peut contrôler la vitesse ou le couple sur l'arbre moteur. Le variateur de fréquence contrôle aussi le processus pour certaines applications se servant des données de processus comme référence ou signal de retour, p. ex. la température et la pression. Le réglage du paramètre 1-00 Configuration Mode détermine le type de contrôle.

Commande de vitesse

Il en existe deux types :

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

Sélectionner l'entrée à utiliser comme référence PID de vitesse au *paramètre 7-00 Speed PID Feedback Source*.

Commande de couple

La fonction de commande de couple est utilisée dans les applications où le couple sur l'arbre de sortie du moteur contrôle l'application, pour contrôler la tension par exemple. Sélectionner [2] *Couple* ou [4] *Boucl.ouverte couple* au *paramètre 1-00 Configuration Mode*. Le réglage du couple s'effectue en définissant une référence analogique, digitale ou contrôlée par bus. 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.

- Boucle fermée en mode VVC⁺. Cette fonction sert dans les applications à variation dynamique de l'arbre faible à moyenne et offre d'excellentes performances sur les 4 quadrants et à toutes les vitesses de moteur. Le signal de retour vitesse est obligatoire. S'assurer que la résolution du codeur est d'au moins 1024 PPR et que le câble blindé du codeur est correctement mis à la terre car la précision du signal de retour vitesse est cruciale. Ajuster le *paramètre 7-06 Speed PID Lowpass Filter Time* de façon à obtenir le meilleur signal de retour vitesse.
- Boucle ouverte 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 dans les deux sens. Le couple est calculé à partir de la mesure de courant interne du variateur de fréquence.

Référence vitesse/couple

La référence pour ces contrôles peut être soit une référence unique soit la somme de plusieurs références, y compris celles mises à l'échelle de manière relative. L'utilisation des références est détaillée dans le *chapitre 2.4 Utilisation des références*.

Contrôle de process

Il existe deux types de contrôle de process :

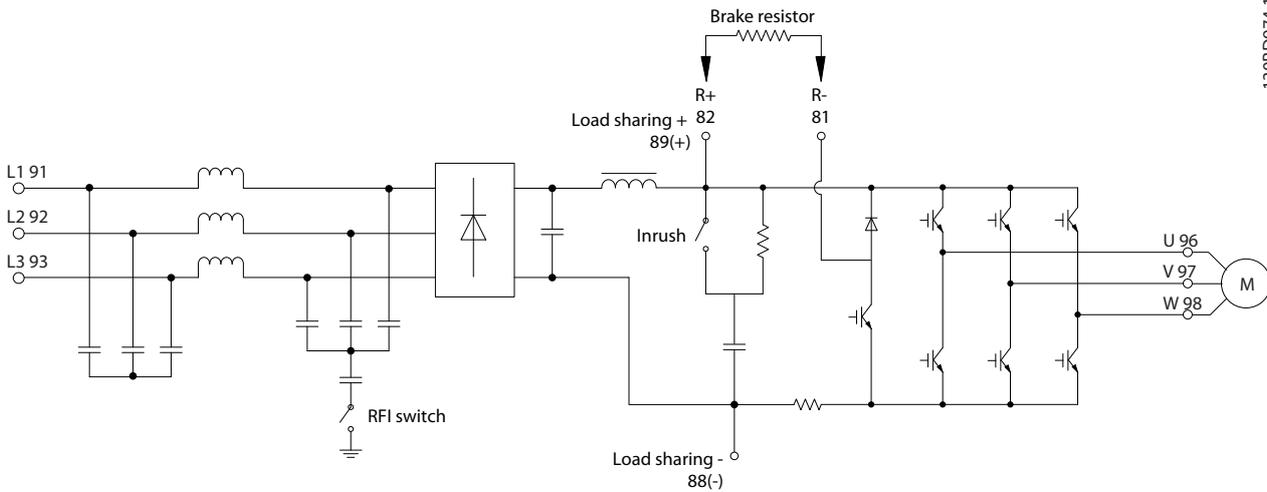
- Le contrôle de process en boucle fermée, qui commande la vitesse du moteur en boucle ouverte en interne, est un régulateur PID de process basique.
- Le contrôle PID étendu de vitesse en boucle ouverte, qui commande aussi la vitesse du moteur en boucle ouverte en interne, étend la fonction du régulateur PID de process basique en y ajoutant de nouvelles telles qu'anticipation de la vitesse, verrouillage, filtre de référence/signal de retour et mise à l'échelle du gain.

2.3.2 Principe de fonctionnement

Le VLT[®] Midi Drive FC 280 est un variateur de fréquence à usage général destiné aux applications à vitesse variable. Le principe de fonctionnement repose sur le VVC⁺.

Les variateurs de fréquence FC 280 peuvent prendre en charge des moteurs asynchrones et des moteurs synchrones à aimant permanent de puissance max. 22 kW (30 HP).

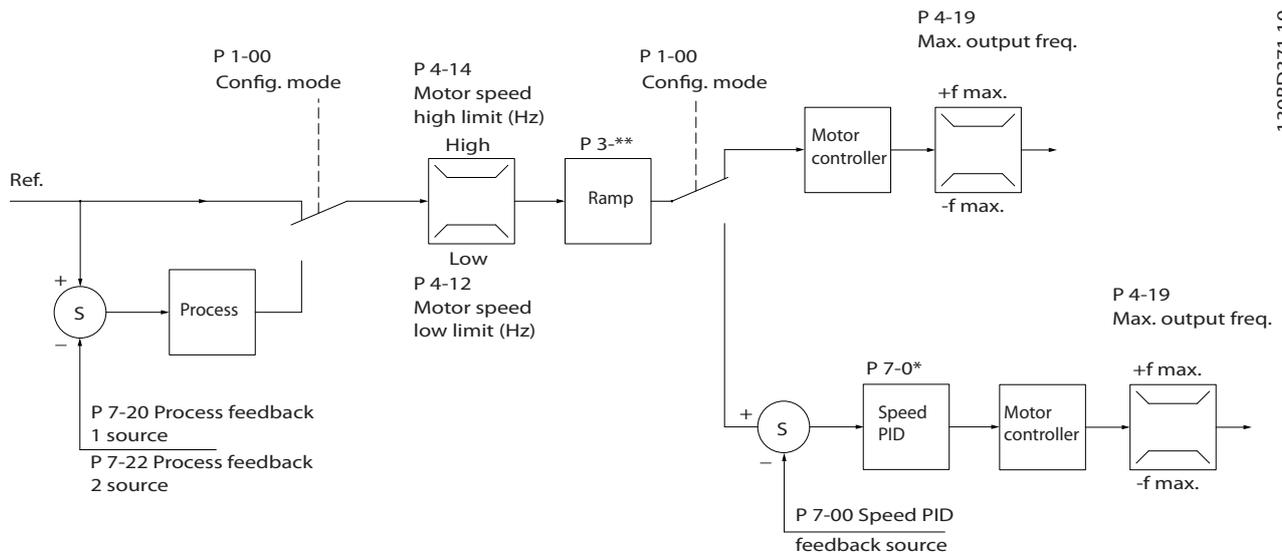
Le principe de détection du courant des variateurs de fréquence FC 280 repose sur la mesure du courant dans le circuit intermédiaire par une résistance. La protection contre le défaut de mise à la terre et le comportement en cas de court-circuit sont gérés par la même résistance.



130BD974.10

Illustration 2.9 Schéma de commande

2.3.3 Structure de contrôle en mode VVC+



130BD371.10

Illustration 2.10 Structure de contrôle en configurations boucles ouverte et fermée VVC+

Dans la configuration présentée sur l'illustration 2.10, le paramètre 1-01 Motor Control Principle est réglé sur [1] VVC+ et le paramètre 1-00 Configuration Mode sur [0] Boucle ouverte vitesse. 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.

Si le paramètre 1-00 Configuration Mode 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 Configuration Mode 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.

2.3.4 Contrôle de courant interne en mode VVC⁺

Le variateur de fréquence intègre un contrôleur de limite de courant qui est activé lorsque le courant du moteur et donc le couple dépassent les limites de couple réglées aux *paramètre 4-16 Torque Limit Motor Mode*, *paramètre 4-17 Torque Limit Generator Mode* et *paramètre 4-18 Current Limit*.

Si le variateur de fréquence 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 réglées sans perdre le contrôle du moteur.

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

Actionner le variateur de fréquence manuellement via le panneau de commande locale (LCP graphique ou numérique) ou à distance via les entrées analogiques et digitales ou le bus de terrain.

Démarrer et arrêter le variateur de fréquence via le LCP à l'aide des touches [Hand On] et [Reset]. Régler les paramètres suivants :

- *Paramètre 0-40 Touche [Hand on] sur LCP.*
- *Paramètre 0-44 Touche [Off/Reset] sur LCP.*
- *Paramètre 0-42 Touche [Auto on] sur LCP.*

Réinitialiser les alarmes à l'aide de la touche [Reset] ou via une entrée digitale si la borne est programmée sur *Reset*.

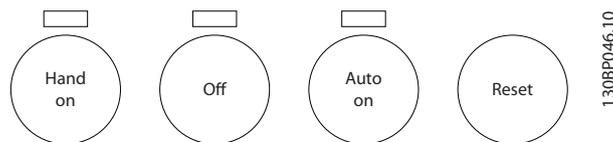


Illustration 2.11 Touches de commande du GLCP



Illustration 2.12 Touches de commande du NLCP

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

La référence locale est restaurée à la mise hors tension du variateur de fréquence.

2.4 Utilisation des références

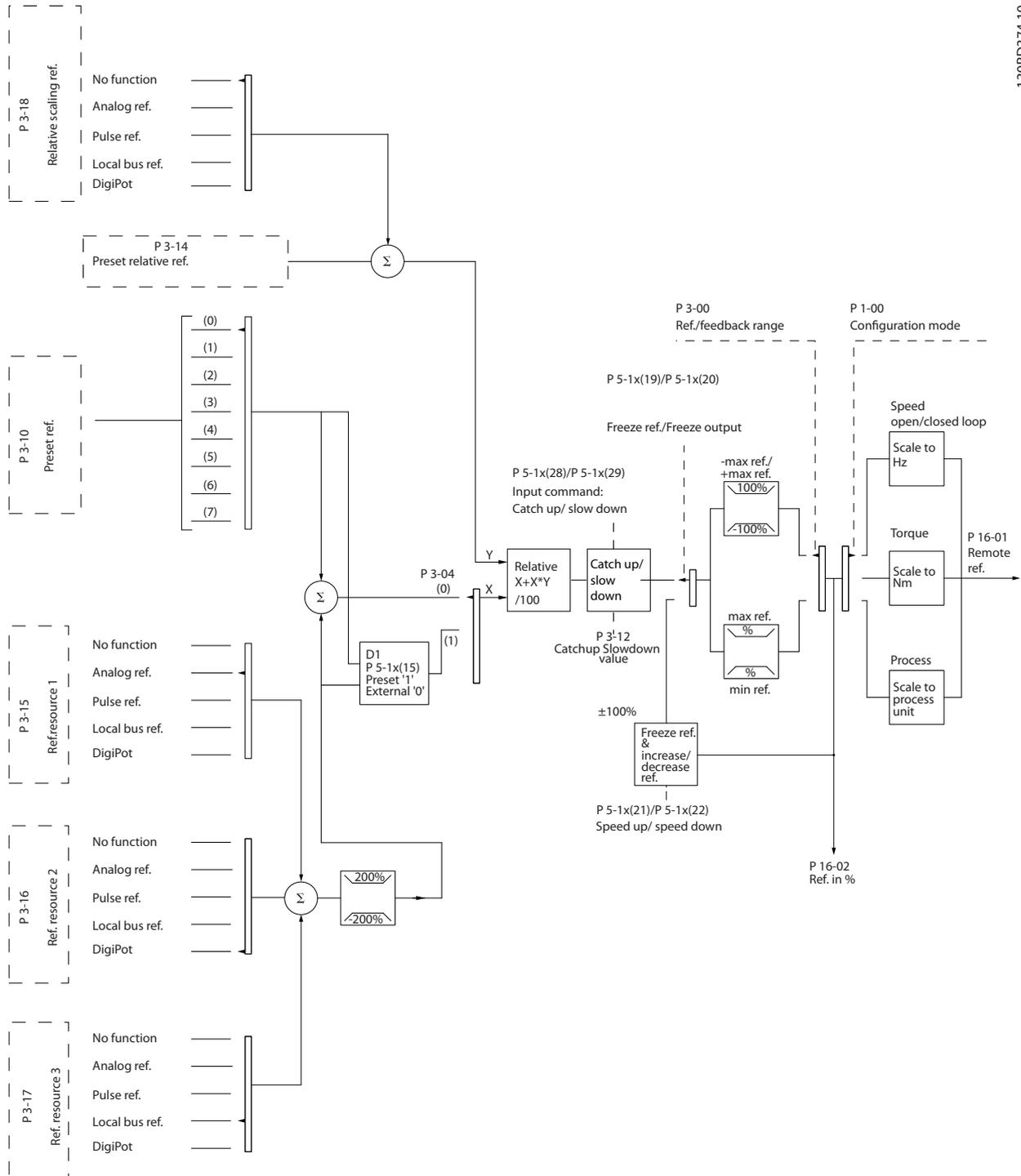
2

Référence locale

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

Référence distante

Le système de gestion des références permettant de calculer la référence distante est présenté sur l'illustration 2.13.



130BD374.10

Illustration 2.13 Référence distante

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

1. X (consigne externe) : addition (voir paramètre 3-04 Reference Function) de quatre références maximum sélectionnées en externe, comprenant toute combinaison (déterminée par le réglage des paramètre 3-15 Reference 1 Source, paramètre 3-16 Reference 2 Source et paramètre 3-17 Reference 3 Source) d'une référence prédéfinie fixe (paramètre 3-10 Preset Reference), de références analogiques variables, de références d'impulsions digitales variables et de diverses références de bus de terrain en toute unité que le variateur de fréquence contrôle ([Hz], [tr/min], [Nm], etc.).
2. Y (référence relative) : addition d'une référence prédéfinie fixe (paramètre 3-14 Preset Relative Reference) et d'une référence analogique variable (paramètre 3-18 Relative Scaling Reference Resource) en [%].

Les deux types d'entrée de référence sont associés dans le calcul suivant :

$$\text{Référence distante} = X + X * Y/100 \%$$

Si la référence relative n'est pas utilisée, régler le paramètre 3-18 Relative Scaling Reference Resource sur [0] Pas de fonction et le paramètre 3-14 Preset Relative Reference sur 0 %. Les fonctions rattrapage/ralentissement et gel référence peuvent toutes deux être activées par les entrées digitales sur le variateur de fréquence. Les fonctions et les paramètres sont décrits dans le Guide de programmation du VLT® Midi Drive FC 280.

La mise à l'échelle des références analogiques est décrite dans les groupes de paramètres 6-1* Entrée ANA 53 et 6-2* Entrée ANA 54 et celle des références d'impulsions digitales est décrite dans le groupe de paramètres 5-5* Entrée impulsions.

Les limites et plages de référence sont définies dans le groupe de paramètres 3-0* Limites de réf.

2.4.1 Limites de réf.

Les Paramètre 3-00 Plage de réf., paramètre 3-02 Référence minimale et paramètre 3-03 Réf. max. définissent la plage autorisée de la somme de toutes les références. Cette dernière est verrouillée si nécessaire. La relation entre la référence résultante (après verrouillage) et la somme de toutes les références est représentée sur l'illustration 2.14 et l'illustration 2.15.

P 3-00 Plage de référence= [0] Min-Max

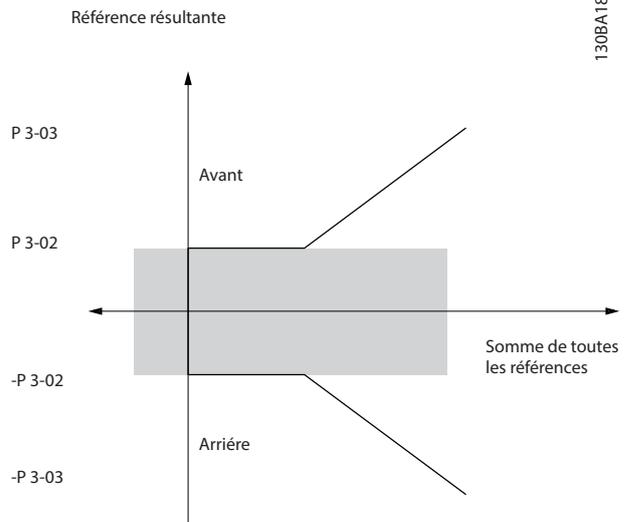


Illustration 2.14 Somme de toutes les références lorsque la plage de référence est réglée sur 0

Par. F-50 Plage de référence =[1]-Max-Max

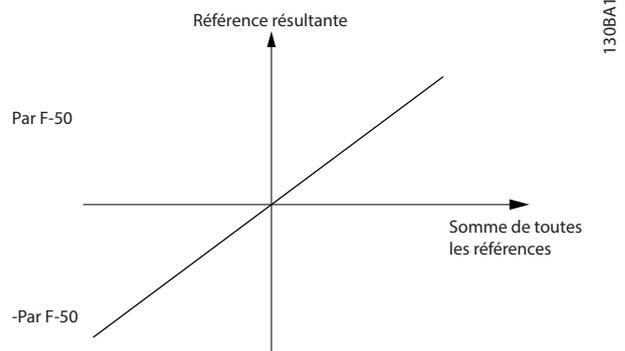
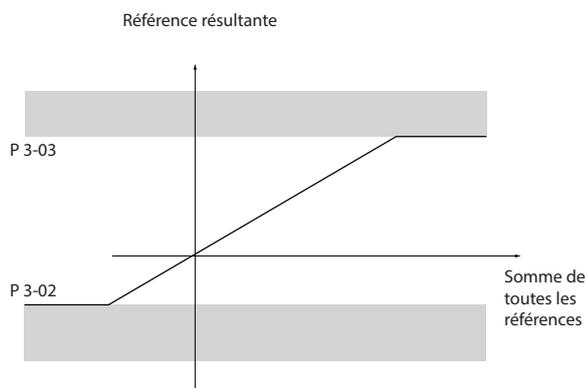


Illustration 2.15 Somme de toutes les références lorsque la plage de référence est réglée sur 1

La valeur du paramètre 3-02 Référence minimale ne peut pas présenter une valeur inférieure à 0, à moins que le paramètre 1-00 Mode Config. ne soit réglé sur [3] Process. Dans ce cas, les relations entre la référence résultante (après verrouillage) et la somme de toutes les références sont telles que présentées sur l'illustration 2.16.

P 3-00 Plage de référence = [0] Min - Max



130BA186.1.1

Illustration 2.16 Somme de toutes les références lorsque la référence minimale est réglée sur une valeur négative

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

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

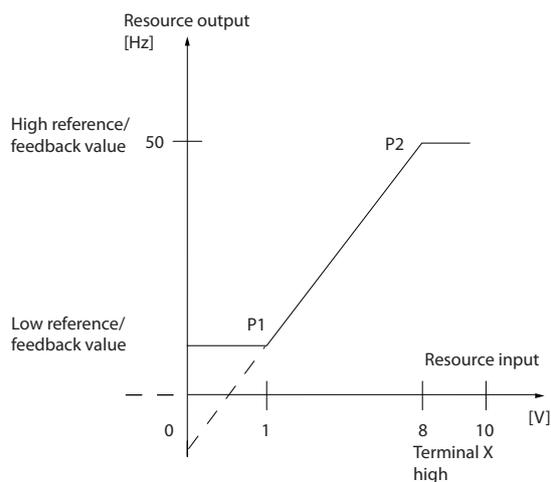
- Lorsque le paramètre 3-00 Reference Range est réglé sur [0] Min - Max, la référence 0 % est égale à 0 [unité] où « unité » peut être toute unité (à savoir tr/min, m/s, bar, etc.) et la référence 100 % est égale au maximum (valeur absolue du paramètre 3-03 Maximum Reference ou du paramètre 3-02 Référence minimale).
- Lorsque le paramètre 3-00 Reference Range est réglé sur [1] -Max - +Max, la référence 0 % est égale à 0 [unité] et la référence 100 % est égale à la référence maximale.

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

- Lorsque le paramètre 3-00 Reference Range est réglé sur [0] Min - Max, la référence 0 % est égale à la référence minimale et la référence 100 % est égale à la référence maximale.
- Lorsque le paramètre 3-00 Reference Range est réglé sur [1] -Max - +Max, la référence -100 % est égale à -référence maximale et la référence 100 % est égale à la référence maximale.

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

Les références et le signal de retour sont mis à l'échelle à partir des entrées analogiques et d'impulsions de la même façon. La seule différence est que les références au-dessus ou en dessous des valeurs limites minimum et maximum spécifiées (P1 et P2 sur l'illustration 2.17) sont verrouillées, contrairement aux signaux de retour au-dessus ou en dessous de ces limites.



130BD431.1.0

Illustration 2.17 Valeurs limites minimum et maximum

Les valeurs limites P1 et P2 sont définies dans le *Tableau 2.4* en fonction de l'entrée utilisée.

Entrée	Analogique 53 Mode tension	Analogique 54 Mode tension	Analogique 54 Mode courant	Entrée impulsions 29	Entrée impulsions 33
P1 = (valeur entrée minimum, valeur référence minimum)					
Valeur de référence minimale	Paramètre 6-14 V al.ret./ Réf.bas.born.53	Paramètre 6-24 V al.ret./ Réf.bas.born.54	Paramètre 6-24 Val.r et./Réf.bas.born.54	Paramètre 5-52 Val. ret./Réf.bas.born.29	Paramètre 5-57 Val.ret./ Réf.bas.born.33
Valeur d'entrée minimale	Paramètre 6-10 Ec h.min.U/born.53 [V]	Paramètre 6-20 Ec h.min.U/born.54 [V]	Paramètre 6-22 Ech. min.I/born.54 [mA]	Paramètre 5-50 F.b as born.29 [Hz]	Paramètre 5-55 F.bas born.33 [Hz]
P2 = (valeur d'entrée maximale, valeur de référence maximale)					
Valeur de référence maximale	Paramètre 6-15 V al.ret./ Réf.haut.born.53	Paramètre 6-25 V al.ret./ Réf.haut.born.54	Paramètre 6-25 Val.r et./Réf.haut.born.54	Paramètre 5-53 Val. ret./Réf.haut.born. 29	Paramètre 5-58 Val.ret./ Réf.haut.born.33
Valeur d'entrée maximale	Paramètre 6-11 Ec h.max.U/born.53 [V]	Paramètre 6-21 Ec h.max.U/born.54 [V]	Paramètre 6-23 Ech. max.I/born.54 [mA]	Paramètre 5-51 F.h aute born.29 [Hz]	Paramètre 5-56 F.haute born.33 [Hz]

Tableau 2.4 Valeurs limites P1 et P2

2.4.4 Zone morte autour de zéro

Parfois, la référence (dans de rares cas, le signal de retour aussi) doit présenter une zone morte autour de zéro pour assurer l'arrêt de la machine lorsque la référence est proche de zéro.

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

- Régler la valeur de la référence minimale (voir le *Tableau 2.4* pour les paramètres concernés) ou de la référence maximale sur 0. En d'autres termes, P1 ou P2 doit se trouver sur l'axe X sur l'*Illustration 2.18*.
- S'assurer que les deux points définissant le graphique de mise à l'échelle se trouvent dans le même quadrant.

P1 ou P2 définit les dimensions de la zone morte comme indiqué sur l'*Illustration 2.18*.

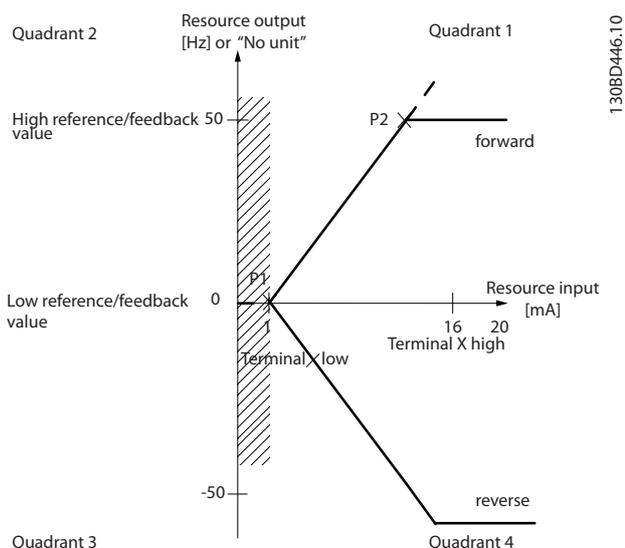
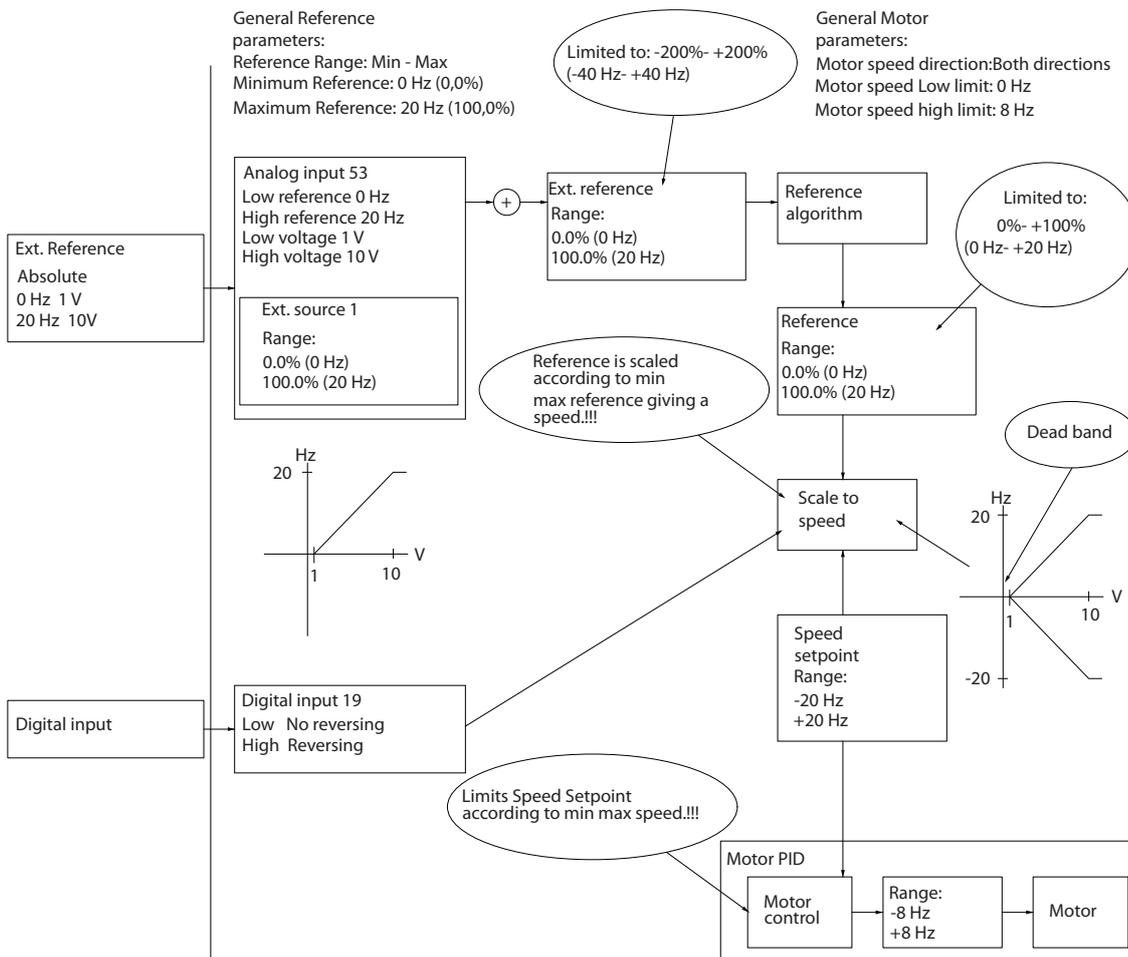


Illustration 2.18 Dimensions de la zone morte

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

L'illustration 2.19 indique comment l'entrée de référence, dont les limites sont comprises entre Min et Max, est verrouillée.

2

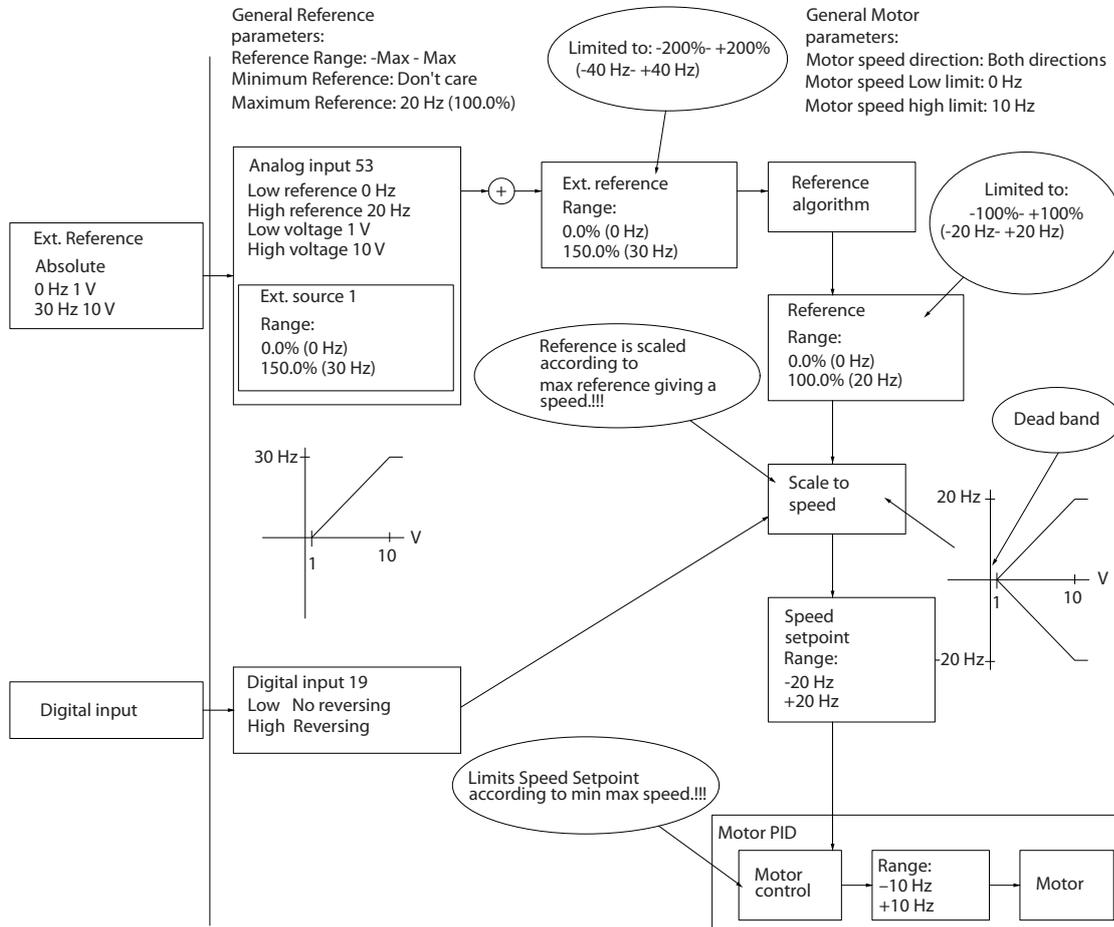


130BD454.10

Illustration 2.19 Verrouillage de l'entrée de référence avec des limites comprises entre Min et Max

Cas 2 : référence positive avec zone morte, entrée digitale pour déclencher inversion, partie II

L'illustration 2.20 indique comment l'entrée de référence, dont les limites ne sont pas comprises entre -Max et +Max, est verrouillée par rapport aux limites d'entrée haute et basse avant l'ajout à la consigne externe, ainsi que comment la consigne externe est verrouillée sur -Max à +Max par l'algorithme de référence.



130BD433.11

Illustration 2.20 Verrouillage de l'entrée de référence avec des limites en dehors de -Max à +Maximum

2.5 Régulateur PID

2.5.1 Régulateur PID de vitesse

Paramètre 1-00 Mode Config.	Paramètre 1-01 Principe Contrôle Moteur	
	U/f	VVC+
[1] Boucle fermée vit.	Indisponible ¹⁾	Active

Tableau 2.5 Configurations de contrôle, commande de vitesse active

1) « Indisponible » signifie que le mode spécifique n'est absolument pas disponible.

Paramètre	Description de la fonction										
Paramètre 7-00 PID vit.source ret.	Sélectionner l'entrée qui fournit le signal de retour au régulateur PID de vitesse.										
Paramètre 7-02 Speed PID Proportional Gain	Plus la valeur est élevée, plus le contrôle est rapide. Cependant, une valeur trop élevée peut entraîner des oscillations.										
Paramètre 7-03 PID vit.tps intég.	Élimine l'erreur de vitesse en état stable. Des valeurs plus basses impliquent une réaction plus rapide. Cependant, une valeur trop faible peut entraîner des oscillations.										
Paramètre 7-04 PID vit.tps diff.	Fournit un gain proportionnel à la vitesse de modification du signal de retour. Le réglage de ce paramètre sur 0 désactive le différenciateur.										
Paramètre 7-05 PID vit.limit gain D	Dans le cas d'une application, pour laquelle la référence ou le retour change très vite, d'où un changement rapide de l'erreur, le différenciateur peut rapidement devenir trop dominant. Cela provient du fait qu'il réagit aux changements au niveau de l'écart. Plus l'écart change rapidement, plus le gain différentiel est important. Il est donc possible de limiter le gain différentiel de manière à pouvoir régler un temps de dérivée raisonnable en cas de modifications lentes et un gain raisonnablement rapide en cas de modifications rapides.										
Paramètre 7-06 PID vit.tps filtre	Un filtre passe-bas atténue les oscillations du signal de retour et améliore la stabilité de l'état. Un temps de filtre trop important risque cependant de détériorer la performance dynamique du régulateur PID de vitesse. Réglages pratiques du paramètre 7-06 Speed PID Lowpass Filter Time à partir du nombre d'impulsions par tour du codeur (PPR) :										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Codeur PPR</th> <th>Paramètre 7-06 PID vit.tps filtre</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>512</td> <td>10 ms</td> </tr> <tr> <td>1024</td> <td>5 ms</td> </tr> <tr> <td>2048</td> <td>2 ms</td> </tr> <tr> <td>4096</td> <td>1 ms</td> </tr> </tbody> </table>	Codeur PPR	Paramètre 7-06 PID vit.tps filtre	512	10 ms	1024	5 ms	2048	2 ms	4096	1 ms
Codeur PPR	Paramètre 7-06 PID vit.tps filtre										
512	10 ms										
1024	5 ms										
2048	2 ms										
4096	1 ms										

Tableau 2.6 Paramètres de commande de vitesse

Exemple de programmation de la commande de vitesse

Dans cet exemple, le régulateur PID de vitesse est utilisé pour maintenir une vitesse de moteur constante indépendamment des variations de charge sur le moteur. La vitesse requise du moteur est réglée via un potentiomètre raccordé à la borne 53. La plage de vitesse est comprise entre 0 et 1500 tr/min correspondant à 0-10 V sur le potentiomètre. Le démarrage et l'arrêt sont commandés par un commutateur raccordé à la borne 18. Le régulateur PID de vitesse surveille le régime effectif du moteur à l'aide d'un codeur incrémental 24 V (HTL) comme signal de retour. Le capteur du signal de retour est un codeur (1024 impulsions par tour) raccordé aux bornes 32 et 33. La plage de fréquences d'impulsion aux bornes 32 et 33 est 4 Hz-32 kHz.

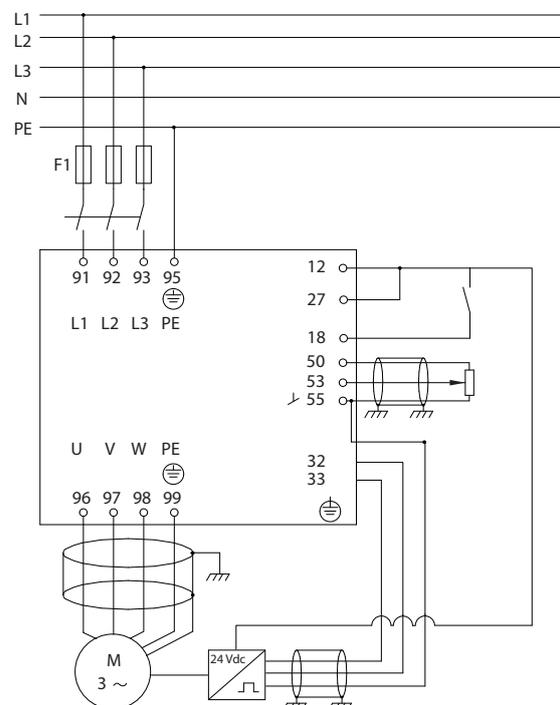


Illustration 2.21 Programmation de la commande de vitesse

Suivre les étapes indiquées dans le **Tableau 2.7** pour programmer la commande de vitesse (voir l'explication des réglages dans le **Guide de programmation**).

Le **Tableau 2.7** suppose que tous les autres paramètres et commutateurs conservent leur réglage par défaut.

Fonction	Numéro de paramètre	Réglage
1) Veiller à ce que le moteur fonctionne correctement. Procéder comme suit :		
Régler les paramètres du moteur conformément aux données de la plaque signalétique.	Groupe de par.1-2* Données moteur	Tel que spécifié par la plaque signalétique du moteur.
Effectuer une AMA.	Paramètre 1-29 Automatic Motor Adaption (AMA)	[1] AMA activée compl.
2) Vérifier que le moteur fonctionne et que le codeur est correctement raccordé. Procéder comme suit :		
Appuyer sur [Hand On]. Vérifier que le moteur fonctionne et noter son sens de rotation (qui sera donc le sens positif).		Définir une référence positive.
3) Veiller à ce que les limites du variateur de fréquence soient définies à des valeurs sûres.		
Définir des limites acceptables pour les références.	Paramètre 3-02 Minimum Reference	0
	Paramètre 3-03 Maximum Reference	50
Vérifier que les réglages des rampes correspondent aux capacités du variateur et aux spécifications de fonctionnement autorisées de l'application.	Paramètre 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time	Réglage par défaut
	Paramètre 3-42 Ramp 1 Ramp Down Time	Réglage par défaut
Définir des limites acceptables pour la vitesse et la fréquence du moteur.	Paramètre 4-12 Motor Speed Low Limit [Hz]	0 Hz
	Paramètre 4-14 Motor Speed High Limit [Hz]	50 Hz
	Paramètre 4-19 Max Output Frequency	60 Hz
4) Configurer la commande de vitesse et sélectionner le principe de contrôle du moteur :		
Activation de la commande de vitesse	Paramètre 1-00 Configuration Mode	[1] Boucle fermée vit.
Sélection du principe de contrôle du moteur	Paramètre 1-01 Motor Control Principle	[1] VVC ⁺
5) Configurer la référence et la mettre à l'échelle par rapport à la commande de vitesse :		
Définir l'entrée ANA 53 comme source de référence.	Paramètre 3-15 Reference 1 Source	Inutile (par défaut)
Mettre à l'échelle l'entrée analogique 53 de 0 Hz (0 V) à 50 Hz (10 V).	Groupe de paramètres 6-1* Entrée ANA 1	Inutile (par défaut)
6) Configurer le signal du codeur 24 V HTL comme signal de retour pour la commande du moteur et de la vitesse :		
Définir les entrées digitales 32 et 33 comme entrées du codeur.	Paramètre 5-14 Terminal 32 Digital Input	[82] Entrée codeur B
	Paramètre 5-15 Terminal 33 Digital Input	[83] Entrée codeur A
Choisir la borne 32/33 comme signal de retour PID de vitesse.	Paramètre 7-00 Speed PID Feedback Source	[1] Codeur 24 V
7) Régler les paramètres du régulateur PID de vitesse :		
Consulter si nécessaire les consignes de réglage ou procéder au réglage manuel.	Groupe de par. 7-0* PID vit.régul.	
8) Terminer :		
Enregistrer le réglage des paramètres sur le LCP afin de les conserver.	Paramètre 0-50 Copie LCP	[1] Lect.PAR.LCP

Tableau 2.7 Ordre de programmation du régulateur PID de vitesse

2.5.2 Régulateur PID de process

2

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

Le *Tableau 2.8* répertorie les configurations où le contrôle de process est possible. Se reporter au *chapitre 2.3 Structures de contrôle* pour l'activation de la commande de vitesse.

Paramètre 1-00 Configuration Mode	Paramètre 1-01 Motor Control Principle	
	U/f	VVC+
[3] Boucle fermée	Boucle fermée	Boucle fermée

Tableau 2.8 Configuration de la commande

AVIS!

Le régulateur PID de process fonctionne avec la valeur de paramètre par défaut mais l'ajustement des paramètres est fortement recommandé afin d'optimiser le rendement du contrôle de l'application.

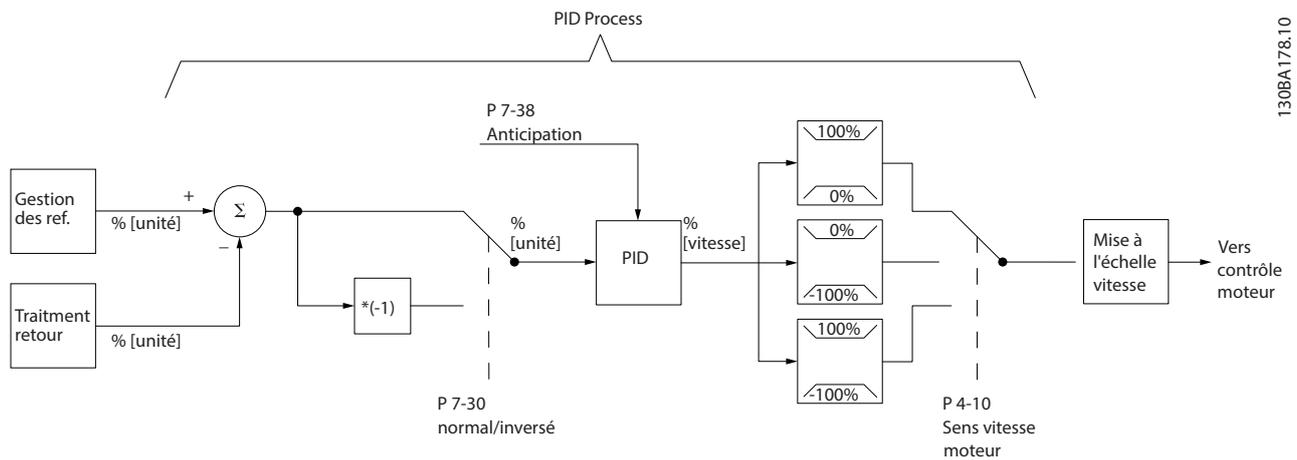


Illustration 2.22 Diagramme du régulateur PID de process

2.5.3 Paramètres pertinents du contrôle de process

Paramètre	Description de la fonction
Paramètre 7-20 Process CL Feedback 1 Resource	Sélectionner la source (entrée analogique ou impulsions) qui fournit le signal de retour au régulateur PID de process.
Paramètre 7-22 Process CL Feedback 2 Resource	En option : déterminer si le régulateur PID de process doit obtenir un signal de retour supplémentaire (et en spécifier la source). Si une source de retour supplémentaire est sélectionnée, les deux signaux de retour sont ajoutés avant d'être utilisés dans le régulateur PID de process.
Paramètre 7-30 Process PID Normal/ Inverse Control	Sous [0] Normal, le contrôle de process répond par une augmentation de la vitesse du moteur si le signal de retour est inférieur à la référence. Sous [1] Inverse, le contrôle de process répond par une vitesse décroissante.
Paramètre 7-31 Process PID Anti Windup	La fonction anti-saturation implique l'initialisation de l'intégrateur à une fréquence correspondant à la fréquence de sortie actuelle lorsqu'une limite de fréquence ou de couple est atteinte. Cela empêche l'intégration d'un écart qui ne peut pas être compensé par un changement de vitesse. Désactiver cette fonction en sélectionnant [0] Inactif.
Paramètre 7-32 Process PID Start Speed	Dans certaines applications, un temps long s'écoule avant d'atteindre la vitesse/le point de consigne requis. Dans ces applications, régler une vitesse de moteur fixe sur le variateur de fréquence avant d'activer le contrôle de process peut présenter un avantage. Définir une vitesse de moteur fixe en réglant une valeur de démarrage de process PID (vitesse) au paramètre 7-32 Process PID Start Speed.
Paramètre 7-33 Process PID Proportional Gain	Plus la valeur est élevée, plus le contrôle est rapide. Cependant, une valeur trop élevée peut entraîner des oscillations.
Paramètre 7-34 Process PID Integral Time	Élimine l'erreur de vitesse en état stable. Une valeur plus basse implique une réaction plus rapide. Cependant, une valeur trop faible peut entraîner des oscillations.
Paramètre 7-35 Process PID Differentiation Time	Fournit un gain proportionnel à la vitesse de modification du signal de retour. Le réglage de ce paramètre sur 0 désactive le différenciateur.
Paramètre 7-36 Process PID Diff. Gain Limit	Dans le cas d'une application, pour laquelle la référence ou le retour change très vite, d'où un changement rapide de l'erreur, le différenciateur peut rapidement devenir trop dominant. Cela provient du fait qu'il réagit aux changements au niveau de l'écart. Plus l'écart change rapidement, plus le gain différentiel est important. Il est donc possible de limiter le gain différentiel de manière à pouvoir régler un temps de dérivée raisonnable en cas de modifications lentes.
Paramètre 7-38 Process PID Feed Forward Factor	Pour les applications dans lesquelles il existe une corrélation acceptable (et quasiment linéaire) entre la référence de process et la vitesse du moteur nécessaire à l'obtention de cette référence, utiliser le facteur d'anticipation pour obtenir une meilleure performance dynamique du régulateur PID de process.
<ul style="list-style-type: none"> • Paramètre 5-54 Pulse Filter Time Constant #29 (borne impulsions 29) • Paramètre 5-59 Pulse Filter Time Constant #33 (borne impulsions 33) • Paramètre 6-16 Terminal 53 Filter Time Constant (borne analogique 53) • Paramètre 6-26 Terminal 54 Filter Time Constant (borne analogique 54) 	<p>En cas d'oscillation du signal de retour de courant/tension, utiliser un filtre passe-bas pour amortir ces oscillations. La constante de temps du filtre d'impulsions est l'expression de la limite de vitesse des ondulations présentes sur le signal de retour.</p> <p>Exemple : si le filtre passe-bas a été réglé sur 0,1 s, la limite de vitesse est de 10 rad/s (réciproque de 0,1 s), ce qui correspond à $(10/(2 \times \pi)) = 1,6$ Hz. Cela signifie que tous les courants/tensions déviant de plus de 1,6 oscillation par seconde sont atténués par le filtre. La commande ne porte que sur un signal de retour dont la fréquence (vitesse) varie de moins de 1,6 Hz.</p> <p>Le filtre passe-bas améliore la stabilité de l'état mais la sélection d'un temps de filtre trop important détériore la performance dynamique du régulateur PID de process.</p>

Tableau 2.9 Paramètres du contrôle de process

2.5.4 Exemple de régulateur PID de process

L'illustration 2.23 est un exemple de régulateur PID de process utilisé dans une installation de ventilation :

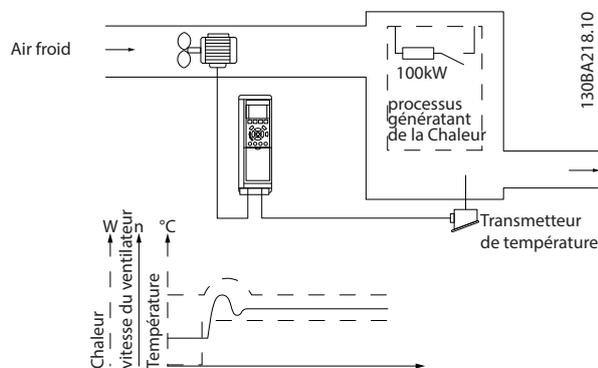


Illustration 2.23 Régulateur PID de process dans une installation de ventilation

Dans une installation de ventilation, la température peut être réglée entre -5 et 35 °C (23–95 °F) avec un potentiomètre de 0 à 10 V. Utilisez le contrôle de process pour maintenir la température à un niveau défini constant.

Il s'agit d'une commande inverse, ce qui signifie que lorsque la température monte, la vitesse du ventilateur augmente afin de livrer davantage d'air. Lorsque la température baisse, la vitesse diminue. Le transmetteur utilisé est un capteur thermique dont la plage de service va de -10 à +40 °C (14–104 °F), 4–20 mA.

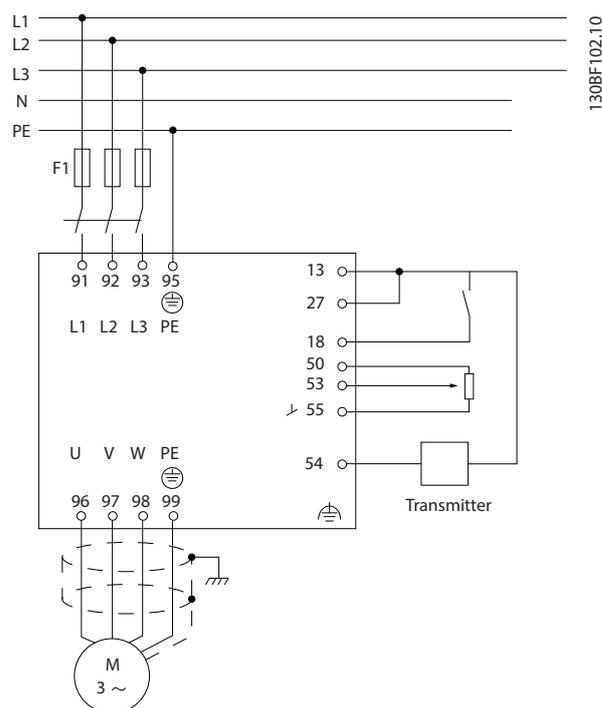


Illustration 2.24 Transmetteur à deux fils

1. Démarrage/arrêt via commutateur raccordé à la borne 18
2. Référence de température via potentiomètre (-5 à 35 °C (23–95 °F), 0 à 10 V CC) raccordé à la borne 53.
3. Signal de retour de température via transmetteur (-10 à 40 °C (14–104 °F), 4 à 20 mA) raccordé à la borne 54.

Fonction	Numéro de paramètre	Réglage
Initialiser le variateur de fréquence.	Paramètre 14-22 Mod. exploitation	[2] Initialisation - mettre hors tension, puis sous tension - appuyer sur reset.
1) Régler les paramètres du moteur :		
Régler les paramètres du moteur conformément aux données de la plaque signalétique.	Groupe de par.1-2* Données moteur	Comme indiqué sur la plaque signalétique du moteur
Effectuer une AMA complète.	Paramètre 1-29 Adaptation auto. au moteur (AMA)	[1] AMA activée compl.
2) Vérifier que le moteur tourne dans le bon sens. Lorsque le moteur est connecté au variateur de fréquence avec un ordre de phase direct tel que U-U, V-V ; W-W, l'arbre moteur tourne habituellement dans le sens horaire, si l'on observe l'extrémité de l'arbre.		
Appuyer sur [Hand On]. Vérifier la direction de l'arbre en appliquant une référence manuelle.		
Si le moteur tourne à l'inverse du sens requis : 1. Changer le sens du moteur au paramètre 4-10 Motor Speed Direction. 2. Mettre hors tension et attendre que le circuit intermédiaire soit déchargé. 3. Intervertir deux des phases moteur.	Paramètre 4-10 Direction vit. moteur	Sélectionner le bon sens de l'arbre moteur.
Régler le mode de configuration.	Paramètre 1-00 Mode Config.	[3] Boucle fermée

Fonction	Numéro de paramètre	Réglage
3) Régler la configuration des références, c.-à-d. la plage d'utilisation des références. Mettre à l'échelle l'entrée analogique dans le <i>groupe de paramètres 6-** E/S ana.</i>		
Définir les unités de référence/retour. Définir la référence minimale (10 °C (50 °F)). Définir la référence minimale (80 °C (176 °F)). Si la valeur définie est déterminée à partir d'une valeur prédéfinie (paramètre de tableau), régler les autres sources de référence sur [0] Pas de fonction.	<i>Paramètre 3-01 Reference/ Feedback Unit</i> <i>Paramètre 3-02 Minimum Reference</i> <i>Paramètre 3-03 Maximum Reference</i> <i>Paramètre 3-10 Preset Reference</i>	[60] °C, unité à afficher. -5 °C (23 °F). 35 °C (95 °F). [0] 35%. $Réf = \frac{Par. 3 - 10_{(0)}}{100} \times ((Par. 3 - 03) - (par. 3 - 02)) = 24,5^{\circ} C$ Du <i>Paramètre 3-14 Réf.prédéf.relative</i> au <i>paramètre 3-18 Echelle réf.relative [0] = Pas de fonction</i>
4) Régler les limites du variateur de fréquence :		
Régler les temps de rampe sur une valeur appropriée telle que 20 s.	<i>Paramètre 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time</i> <i>Paramètre 3-42 Ramp 1 Ramp Down Time</i>	20 s 20 s
Régler les limites de vitesse min. Régler la limite max. de la vitesse du moteur. Régler la fréquence de sortie maximum.	<i>Paramètre 4-12 Motor Speed Low Limit [Hz]</i> <i>Paramètre 4-14 Motor Speed High Limit [Hz]</i> <i>Paramètre 4-19 Max Output Frequency</i>	10 Hz 50 Hz 60 Hz
Définir le <i>paramètre 6-19 Terminal 53 mode</i> et le <i>paramètre 6-29 Terminal 54 mode</i> sur le mode tension ou courant.		
5) Mettre à l'échelle les entrées analogiques utilisées pour la référence et le signal de retour :		
Régler la tension basse de la borne 53. Régler la tension haute de la borne 53. Régler la valeur de retour basse de la borne 54. Régler la valeur de retour haute de la borne 54. Définir la source du retour.	<i>Paramètre 6-10 Terminal 53 Low Voltage</i> <i>Paramètre 6-11 Terminal 53 High Voltage</i> <i>Paramètre 6-24 Terminal 54 Low Ref./Feedb. Value</i> <i>Paramètre 6-25 Terminal 54 High Ref./Feedb. Value</i> <i>Paramètre 7-20 Process CL Feedback 1 Resource</i>	0 V 10 V -5 °C (23 °F) 35 °C (95 °F) [2] Entrée ANA 54
6) Réglages PID basiques :		
Process PID, contrôle normal/inversé	<i>Paramètre 7-30 Process PID Normal/ Inverse Control</i>	[0] Normal
Anti-saturation du process PID	<i>Paramètre 7-31 Process PID Anti Windup</i>	[1] Actif
PID proc./fréq.dém	<i>Paramètre 7-32 PID proc./ Fréq.dém.</i>	300 RPM
Enregistrer les paramètres sur le LCP.	<i>Paramètre 0-50 Copie LCP</i>	[1] Lect.PAR.LCP

Tableau 2.10 Exemple de configuration du régulateur PID de process

2.5.5 Optimisation du contrôleur de process

Après avoir configuré les réglages de base comme décrit dans le *chapitre 2.5.5 Ordre de programmation*, optimiser le gain proportionnel, le temps d'action intégrale et le temps de dérivée (*paramètre 7-33 Process PID Proportional Gain*, *paramètre 7-34 Process PID Integral Time* et *paramètre 7-35 Process PID Differentiation Time*). Pour la plupart des process, utiliser la procédure suivante :

1. Démarrer le moteur.
2. Régler le *paramètre 7-33 Process PID Proportional Gain* sur 0,3 et l'augmenter jusqu'à ce que le signal de retour commence, à nouveau, à varier de manière continue. Diminuer la valeur jusqu'à ce que le signal de retour soit stabilisé. Diminuer le gain proportionnel de 40-60 %.
3. Régler le *paramètre 7-34 Process PID Integral Time* sur 20 s et diminuer la valeur jusqu'à ce que le signal de retour commence, à nouveau, à varier de manière continue. Augmenter le temps d'action intégrale jusqu'à ce que le signal de retour se stabilise, suivi d'une augmentation de 15-50 %.
4. N'utiliser le *paramètre 7-35 Process PID Differentiation Time* que pour les systèmes à action rapide (temps de dérivée). La valeur caractéristique correspond à quatre fois le temps d'action intégrale défini. Utiliser le différenciateur une fois que les réglages du gain proportionnel et du temps d'action intégrale ont été entièrement optimisés. Veiller à ce que les oscillations du signal de retour soient suffisamment atténuées par le filtre passe-bas.

AVIS!

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

2.5.6 Méthode de réglage de Ziegler Nichols

Pour ajuster les régulateurs PID du variateur de fréquence, Danfoss recommande la méthode de réglage de Ziegler Nichols.

AVIS!

Ne pas utiliser la méthode de réglage de Ziegler Nichols dans les applications qui pourraient être endommagées par les oscillations créées par des réglages de contrôle marginalement stables.

Les critères de réglage des paramètres reposent sur l'évaluation du système à la limite de la stabilité plutôt que sur une réponse graduelle. Augmenter le gain proportionnel jusqu'à ce que des oscillations continues soient observées (telles que mesurées sur le signal de retour), c.-à-d. jusqu'à ce que le système devienne marginalement stable. Le gain correspondant (K_u), appelé gain ultime, est le gain pour lequel l'oscillation est obtenue. La période d'oscillation (P_u) (appelée période ultime) est déterminée conformément aux indications de l'illustration 2.25 et doit être mesurée lorsque l'amplitude de l'oscillation est faible.

1. Ne sélectionner que le contrôle proportionnel, ce qui signifie que le temps intégral est réglé sur la valeur maximale, tandis que le temps de dérivée est sur 0.
2. Augmenter la valeur du gain proportionnel jusqu'à ce que le point d'instabilité soit atteint (oscillations soutenues). La valeur critique du gain, K_u , est atteinte.
3. Mesurer la période d'oscillation pour obtenir la constante de temps critique, P_u .
4. Utiliser le *Tableau 2.11* pour calculer les paramètres nécessaires du régulateur PID.

L'opérateur peut réitérer les réglages finaux du régulateur afin d'obtenir un contrôle satisfaisant.

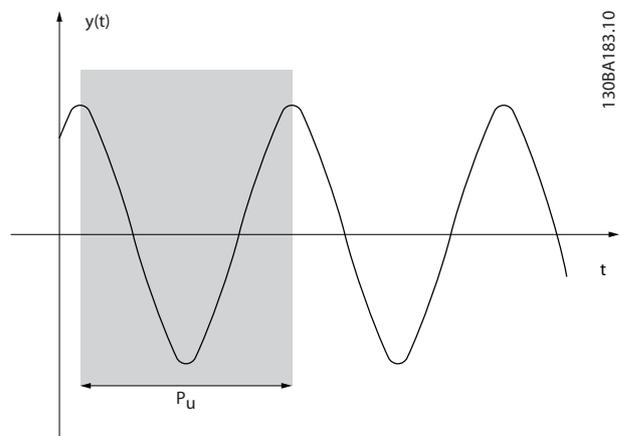


Illustration 2.25 Système marginalement stable

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

Tableau 2.11 Réglage de Ziegler Nichols pour le régulateur

2.6 Émissions et immunité CEM

2.6.1 Généralités concernant les émissions CEM

Les transitoires en salves sont généralement produites par conduction à des fréquences comprises entre 150 kHz et 30 MHz. Des interférences rayonnées émanant du système du variateur de fréquence (30 MHz-1 GHz) sont générées par le variateur de fréquence, le câble du moteur et le moteur.

Les courants de fuite sont imputables aux courants capacitifs affectant le câble moteur et au rapport dU/dt élevé de la tension du moteur.

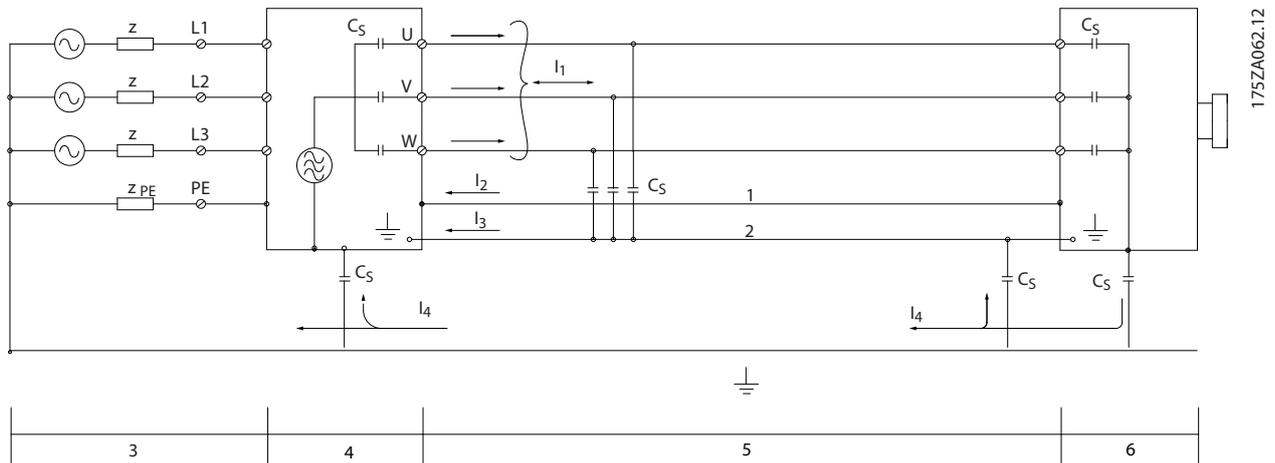
L'utilisation d'un câble moteur blindé augmente le courant de fuite (voir l'illustration 2.26) car les câbles blindés ont une capacité par rapport à la terre supérieure à celle des câbles non blindés. L'absence de filtrage du courant de fuite se traduit par une perturbation accentuée du réseau dans la plage d'interférence radioélectrique inférieure à 5 MHz environ. Étant donné que le courant de fuite (I_1) est renvoyé vers l'unité par le blindage (I_3), il n'y a 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. Relier le blindage du câble du moteur aux boîtiers du variateur de fréquence et du moteur. Pour cela, il convient d'utiliser des brides pour blindage intégrées afin d'éviter des extrémités blindées torsadées (queues de cochon). Les brides pour blindage augmentent l'impédance du blindage à des fréquences élevées, ce qui réduit l'effet du blindage et accroît le courant de fuite (I_4).

Monter le blindage sur le boîtier aux deux extrémités si un câble blindé est utilisé aux fins suivantes :

- Bus de terrain
- Réseau
- Relais
- Câble de commande
- Interface signal
- Frein

Dans certaines situations, il peut toutefois s'avérer nécessaire d'interrompre le blindage pour éviter les boucles de courant.



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

Illustration 2.26 Émission CEM

En cas de raccordement du blindage sur une plaque de montage du variateur de fréquence, utiliser une plaque métallique afin de pouvoir renvoyer les courants de blindage vers l'appareil. Il importe d'assurer un bon contact électrique à partir de la plaque de montage à travers les vis de montage et jusqu'au châssis du variateur de fréquence.

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

Utiliser des câbles de moteur et de la résistance de freinage aussi courts que possible pour réduire le niveau d'interférences émises par le système dans son ensemble (unité et installation). Éviter de placer les câbles secteur, moteur et de la résistance de freinage à côté de câbles sensibles aux perturbations. Les interférences radioélectriques supérieures à 50 MHz (rayonnées) sont générées en particulier par les composants électroniques de commande.

2.6.2 Émission CEM

Les résultats des essais donnés dans le *Tableau 2.12* ont été obtenus sur un système regroupant un variateur de fréquence (avec plaque de montage), un moteur et des câbles moteur blindés.

Type de filtre (interne)	Tension d'alimentation/puissance nominale			Classe A2/EN 55011		Classe A1/EN 55011		Classe B/EN 55011	
	3 x 380-480 V	3 x 200-240 V	1 x 200-240 V	Par conduction	Rayonné	Par conduction	Rayonné	Par conduction	Rayonné
Filtre A2	0,37-22 kW (0,5-30 HP)	-	-	25 m (82 pi)	Oui ¹⁾	-	-	-	-
	-	0,37-4 kW (0,5-5,4 HP)	-	25 m (82 pi)	Oui ¹⁾	-	-	-	-
	-	-	0,37-2,2 kW (0,5-3 HP)	-	-	-	-	-	-
Filtre A1	0,37-7,5 kW (0,5-10 HP)	-	-	Minimum 25 m (82 pi) ²⁾	Oui ¹⁾	25 m (82 pi)	Oui	-	-
	11-22 kW (15-30 HP)	-	-	Minimum 50 m (164 pi) ²⁾	Oui ¹⁾	50 m (164 pi)	Oui	-	-
	-	-	0,37-2,2 kW (0,5-3 HP)	Minimum 40 m (131 pi) ²⁾	Oui ¹⁾	40 m (131 pi)	Oui	15 m (49,2 pi)	-
Filtre A2 Vis CEM ôtée ³⁾	0,37-22 kW (0,5-30 HP)	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	0,37-4 kW (0,5-5,4 HP)	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	0,37-2,2 kW (0,5-3 HP)	-	-	-	-	-	-
Filtre A1 Vis CEM ôtée ³⁾	0,37-7,5 kW (0,5-10 HP)	-	-	5 m (16,4 pi)	Oui ¹⁾	-	-	-	-
	11-22 kW (15-30 HP)	-	-	5 m (16,4 pi)	Oui ¹⁾	-	-	-	-
	-	-	0,37-2,2 kW (0,5-3 HP)	5 m (16,4 pi)	Oui ¹⁾	-	-	-	-

Tableau 2.12 Émission CEM

1) La plage de fréquences allant de 150 kHz à 30 MHz n'est pas harmonisée entre les normes CEI/EN 61800-3 et EN 55011 et n'est pas obligatoirement incluse.

2) Valeur minimum garantie. La valeur réelle, en test, est supérieure à la valeur minimum garantie.

3) Faible courant de fuite à la terre. Compatible avec un fonctionnement sur ELCB/secteur IT.

2.6.3 Immunité CEM

Le VLT[®] Midi Drive FC 280 est conforme aux exigences relatives aux environnements industriels plus strictes que celles relatives aux environnements résidentiels et commerciaux. Par conséquent, le FC 280 est aussi conforme aux exigences moindres des environnements résidentiels et commerciaux avec une marge de sécurité importante.

Pour prouver l'immunité aux transitoires en salves issus de phénomènes électriques, les essais suivants d'immunité ont été réalisés sur un système composé de :

- un variateur de fréquence (avec les options nécessaires)
- un câble de commande blindé
- un boîtier de commande avec potentiomètre, câble moteur et moteur.

Les essais ont été effectués selon les normes de base suivantes :

- **EN 61000-4-2 (CEI 61000-4-2) Décharges électrostatiques (DES)** : simulation de l'influence des décharges électrostatiques générées par le corps humain.
- **EN 61000-4-3 (CEI 61000-4-3) Immunité aux champs rayonnés** : simulation avec modulation d'amplitude de l'influence des radars, matériels de radiodiffusion et appareils de communication mobiles.
- **EN 61000-4-4 (CEI 61000-4-4) Transitoires en salves** : 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) Surtensions** : simulation de transitoires provoquées, par exemple, par la foudre frappant à proximité d'installations.
- **EN 61000-4-6 (CEI 61000-4-6) Immunité aux champs conduits** : simulation de l'influence d'équipement de transmission connecté par des câbles de raccordement.

Le FC 280 est conforme à la norme CEI 61800-3. Voir le *Tableau 2.13* pour des précisions.

Plage de tension : 380–480 V					
Norme produit	61800-3				
Test	Décharge électrostatique	Immunité aux champs rayonnés	Salves	Surtension	Immunité aux champs conduits
Critère d'acceptation	B	B	B	A	A
Câble secteur	–	–	2 kV CN	2 kV/2 Ω DM 2 kV/12 Ω CM	10 V _{RMS}
Câble moteur	–	–	4 kV CCC	–	10 V _{RMS}
Câble de la résistance de freinage	–	–	4 kV CCC	–	10 V _{RMS}
Câble de répartition de la charge	–	–	4 kV CCC	–	10 V _{RMS}
Câble de relais	–	–	4 kV CCC	–	10 V _{RMS}
Câble de commande	–	–	Longueur > 2 m (6,6 pi) 1 kV CCC	Non blindés : 1 kV/42 Ω CM	10 V _{RMS}
Câble de bus de terrain/ standard	–	–	Longueur > 2 m (6,6 pi) 1 kV CCC	Non blindés : 1 kV/42 Ω CM	10 V _{RMS}
Câble LCP	–	–	Longueur > 2 m (6,6 pi) 1 kV CCC	–	10 V _{RMS}
Boîtier	4 kV CD 8 kV AD	10 V/m	–	–	–
Définitions					
CD : décharge de contact AD : Rejet d'air		DM : Mode différentiel CM : Mode commun		CN : injection directe par couplage réseau CCC : injection par pince de couplage capacitif	

Tableau 2.13 Immunité CEM

2

2.7 Isolation galvanique

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

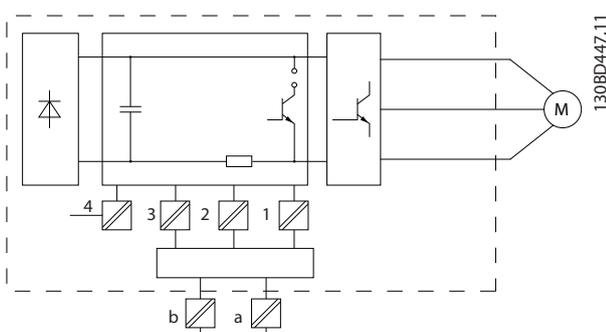
Toutes les bornes de commande et de relais 01-03 sont conformes à la PELV (Protective Extra Low Voltage). Cela ne s'applique pas aux unités sur trépied mis à la terre au-dessus de 400 V.

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

Les composants qui forment l'isolation électrique, conformément à l'illustration 2.27, répondent également aux exigences en matière d'isolation renforcée avec les essais correspondants décrits dans EN 61800-5-1.

L'isolation galvanique PELV existe à 3 endroits (voir l'illustration 2.27) :

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



1	Alimentation (SMPS) pour carte de commande
2	Communication entre la carte de commande et la carte de puissance
3	Isolation entre les entrées STO et le circuit IGBT
4	Relais client

Illustration 2.27 Isolation galvanique

L'isolation galvanique fonctionnelle (a et b sur l'illustration 2.27) est destinée à l'option de secours 24 V et à l'interface du bus standard RS485.

⚠ AVERTISSEMENT

Avant tout contact avec les parties électriques, s'assurer que les autres entrées de tension, comme la répartition de charge (connexion de circuit intermédiaire CC) et le raccordement moteur en cas de sauvegarde cinétique, ont été déconnectées. Respecter le temps de décharge indiqué dans le chapitre Sécurité du Manuel d'utilisation du VLT® Midi Drive FC 280. Le non-respect de ces recommandations peut entraîner le décès ou des blessures graves.

2.8 Courant de fuite à la terre

Suivre les réglementations locales et nationales concernant la mise à la terre de protection de l'équipement en cas de courant de fuite > 3,5 mA.

La technologie du variateur de fréquence implique une commutation de fréquence élevée à des puissances importantes. Cela génère un courant de fuite dans la mise à la terre. Un courant de défaut dans le variateur de fréquence au niveau du bornier de puissance de sortie peut contenir une composante CC pouvant charger les condensateurs du filtre et entraîner un courant à la terre transitoire.

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

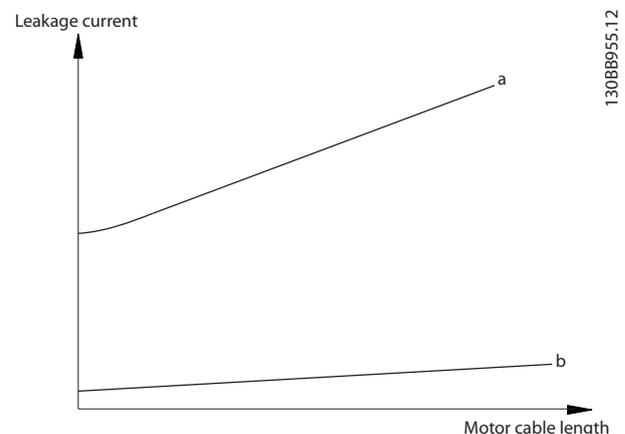


Illustration 2.28 Influence de la longueur de câble et de la puissance sur le courant de fuite, $P_a > P_b$

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

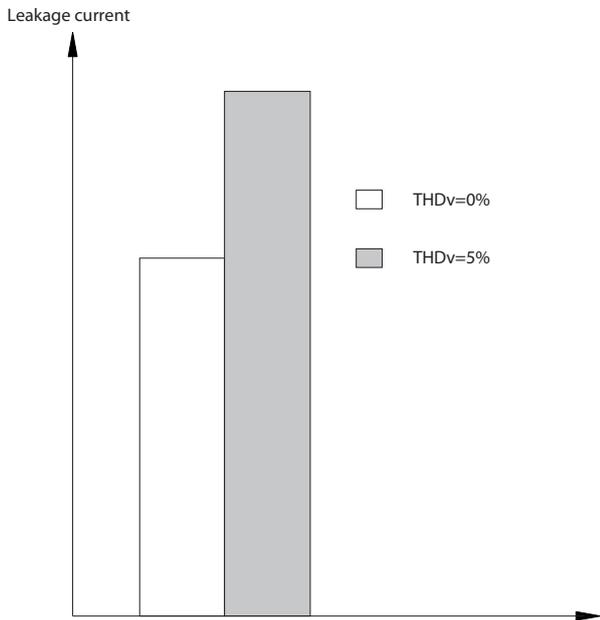


Illustration 2.29 Influence de la distorsion de la ligne sur le courant de fuite

AVIS!

Un courant de fuite élevé peut entraîner l'extinction des RCD. Pour éviter ce problème, ôter la vis RFI quand un filtre est en cours de chargement.

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

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

Voir la norme EN/CEI 61800-5-1 pour plus d'informations.

Utilisation de RCD

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

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

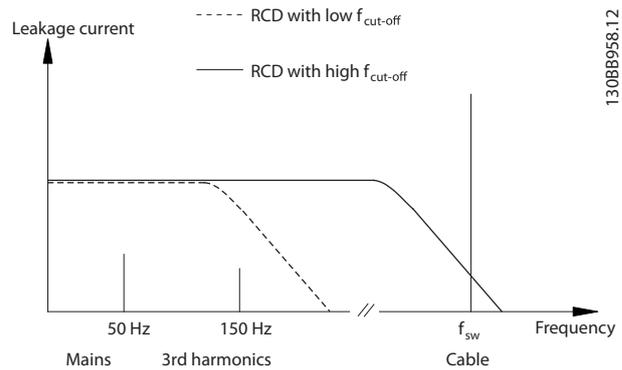


Illustration 2.30 Sources secteur du courant de fuite

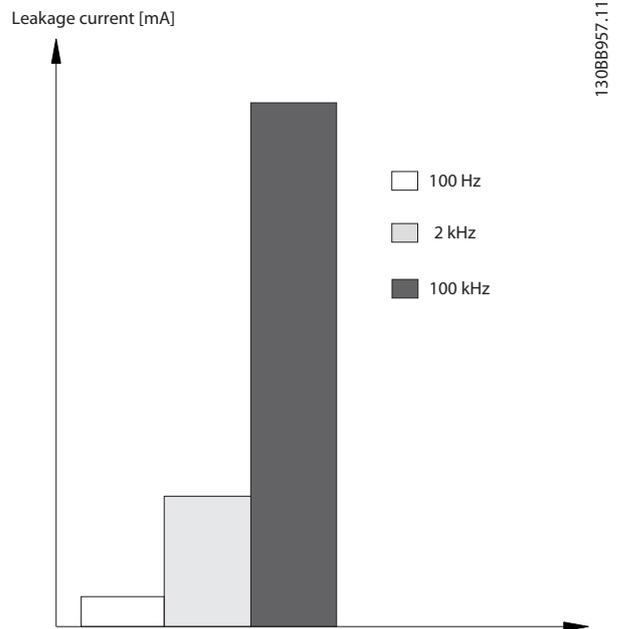


Illustration 2.31 Influence de la fréquence de coupure du RCD sur la réponse/mesure

Pour plus de détails, voir la *Note applicative sur les RCD*.

2.9 Fonctions de freinage

2.9.1 Freinage de maintien mécanique

Le frein de maintien mécanique monté directement sur l'arbre du moteur effectue normalement un freinage statique.

AVIS!

Lorsqu'un frein de maintien est compris dans une chaîne de sécurité, un variateur de fréquence ne peut pas fournir le contrôle de sécurité d'un frein mécanique. Prévoir un circuit de redondance pour la commande de frein dans l'installation complète.

2.9.2 Freinage dynamique

Le freinage dynamique est effectué par :

- Freinage résistance : un frein IGBT maintient la surtension sous un certain seuil en dirigeant l'énergie du frein du moteur vers la résistance de freinage connectée (*paramètre 2-10 Brake Function = [1] Freinage résistance*).
Ajuster le seuil au *paramètre 2-14 Brake voltage reduce* avec la gamme 70 V pour 3 x 380-480 V.
- Freinage CA : l'énergie de freinage est répartie dans le moteur en modifiant les conditions de perte dans le moteur. La fonction de frein CA ne peut pas être utilisée dans les applications avec une fréquence de cycle élevée car cela entraîne une surchauffe du moteur (*paramètre 2-10 Brake Function = [2] Frein CA*).
- Freinage CC : un courant CC en surmodulation ajouté au courant CA fonctionne comme un frein magnétique (*paramètre 2-02 DC Braking Time* ≠ 0 s).

2.9.3 Sélection des résistances de freinage

Pour gérer des exigences plus élevées par freinage génératif, une résistance de freinage est nécessaire. L'utilisation d'une résistance de freinage garantit que la chaleur est absorbée par celle-ci et non par le variateur de fréquence. 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, calculer la puissance moyenne à partir du temps de cycle et du temps de freinage. Le cycle d'utilisation intermittent de la résistance indique le cycle d'utilisation pendant lequel la résistance est active. L'*Illustration 2.32* représente un cycle de freinage typique.

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

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

t_b = temps de freinage en secondes.

T = temps de cycle en secondes.

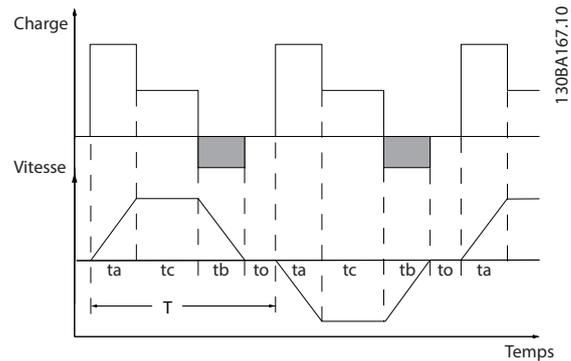


Illustration 2.32 Cycle de freinage type

Gamme de puissance :	
0,37–22 kW (0,5–30 HP) 3 x 380–480 V	
0,37–3,7 kW (0,5–5 HP) 3 x 200–240 V	
Durée du cycle (s)	120
Cycle d'utilisation du freinage au couple de 100 %	Continu
Cycle d'utilisation du freinage en surcouple (150/160 %)	40%

Tableau 2.14 Freinage en surcouple Niveau de couple

Danfoss propose des résistances de freinage avec des cycles d'utilisation de 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 et peut être calculée comme suit :

Calcul de la résistance de freinage

$$R_{fr} [\Omega] = \frac{U_{cc,fr}^2 \times 0,83}{P_{pointe}}$$

où

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

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

Taille	Frein activé $U_{cc,fr}$	Avertissement avant coupure	Coupure (arrêt)
FC 280 3 x 380-480 V	770 V	800 V	800 V
FC 280 3 x 200-240 V	390 V	410 V	410 V

Tableau 2.15 Seuil de la résistance de freinage

Le seuil peut être réglé au paramètre 2-14 Brake voltage reduce, avec la gamme 70 V.

AVIS!

Plus la valeur de réduction est importante, plus rapide est la réaction vers une surcharge du générateur. Ne doit être utilisé que s'il y a des problèmes de surtension dans le circuit intermédiaire.

AVIS!

Vérifier que la résistance de freinage peut supporter une tension de 410 V ou 800 V.

Danfoss recommande de calculer la résistance de freinage R_{rec} à l'aide de la formule suivante. La résistance de freinage recommandée garantit que le variateur de fréquence peut freiner au couple de freinage le plus élevé ($M_{fr}(\%)$) de 160 %.

$$R_{rec} [\Omega] = \frac{U_{cc}^2 \times 100 \times 0,83}{P_{moteur} \times M_{fr}(\%) \times \eta_{VLT} \times \eta_{moteur}}$$

η_{moteur} est généralement égal à 0,80 ($\leq 7,5$ kW (10 HP)) ;
0,85 (11-22 kW (15-30 hp))

η_{VLT} est généralement égal à 0,97.

Pour FC 280, R_{rec} au couple de freinage de 160 % s'écrit :

$$480V : R_{rec} = \frac{396349}{P_{moteur}} [\Omega] ^1$$

$$480V : R_{rec} = \frac{397903}{P_{moteur}} [\Omega] ^2$$

1) Pour les variateurs de fréquence $\leq 7,5$ kW (10 HP) à la sortie d'arbre

2) Pour les variateurs de fréquence 11-22 kW (15-30 HP) à la sortie d'arbre

AVIS!

La valeur de la résistance de freinage ne doit pas être supérieure à celle recommandée par Danfoss. Pour les résistances de freinage de valeur ohmique supérieure, il est possible que l'on n'obtienne pas un couple de freinage de 160 % puisque le variateur de fréquence risque de disjoncter par mesure de sécurité.

La résistance doit être supérieure à R_{min} .

AVIS!

En cas de court-circuit dans le transistor de freinage, empêcher la dissipation de puissance dans la résistance de freinage en utilisant un interrupteur de secteur ou un contacteur afin de déconnecter le variateur de fréquence du secteur. Le variateur de fréquence peut contrôler le contacteur.

AVIS!

Ne pas toucher la résistance de freinage car celle-ci peut devenir chaude pendant le freinage. Pour éviter tout risque d'incendie, placer la résistance de freinage dans un environnement sûr.

2.9.4 Contrôle avec la fonction de freinage

Le frein est protégé contre les courts-circuits de la résistance de freinage. D'autre part, le transistor de freinage est contrôlé de manière à garantir la détection du court-circuit du transistor. Une sortie relais/digitale peut être utilisée pour protéger la résistance de freinage contre la surcharge causée par une panne du variateur de fréquence.

Le frein permet également d'afficher la puissance instantanée et la puissance moyenne des 120 dernières secondes. et de surveiller que la puissance dégagée ne dépasse pas une limite fixée au paramètre 2-12 Brake Power Limit (kW).

AVIS!

La surveillance de la puissance de freinage n'est pas une fonction de sécurité, Un interrupteur thermique est nécessaire pour empêcher la puissance de freinage de dépasser la limite. La résistance de freinage n'est pas protégée contre les fuites à la terre.

Le contrôle de surtension (OVC) (à l'exclusion de la résistance de freinage) peut être sélectionné comme fonction de freinage de remplacement au paramètre 2-17 Over-voltage Control. Cette fonction est active pour toutes les unités et permet d'éviter un arrêt si la tension du circuit intermédiaire augmente. Elle génère une augmentation de la fréquence de sortie pour limiter la tension du circuit intermédiaire. Cette fonction est utile, par exemple si le temps de rampe de décélération est trop court pour éviter l'arrêt du variateur de fréquence. La rampe de décélération est alors rallongée.

AVIS!

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

2.10 Contrôleur logique avancé

Le contrôleur de 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 (TRUE). Cela entraîne une action associée comme indiqué sur l'illustration 2.33.

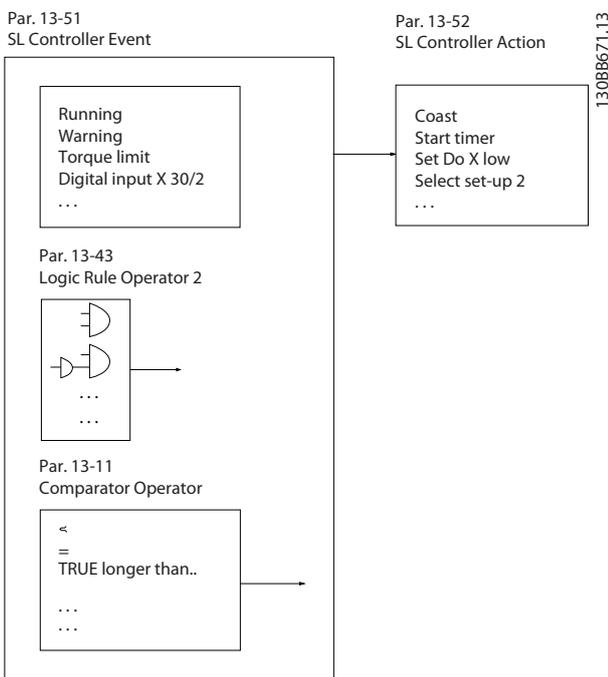


Illustration 2.33 Action associée

Les événements et actions sont numérotés et liés par paires. Cela signifie que lorsque l'événement [0] est satisfait (atteint la valeur VRAI), l'action [0] est exécutée. Après cela, les conditions d'événement [1] sont évaluées et si elles s'avèrent être VRAI, l'action [1] est exécutée et ainsi de suite. Un seul événement est évalué à chaque fois. Si un événement est évalué comme étant FAUX, rien ne se passe (dans le SLC) pendant l'intervalle de balayage en cours et aucun autre événement n'est évalué. Lorsque le SLC démarre, il évalue l'événement [0] (et uniquement l'événement [0]) à chaque intervalle de balayage. Uniquement lorsque l'événement [0] est évalué comme étant vrai, le SLC exécute l'action [0] et commence l'évaluation de l'événement [1]. Il est possible de programmer de 1 à 20 événements et actions. Lorsque le dernier événement/action a été exécuté, la séquence recommence à partir de l'événement [0]/action

[0]. L'illustration 2.34 donne un exemple avec trois événements/actions :

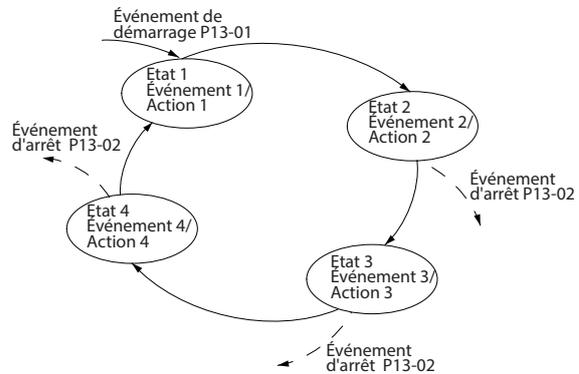


Illustration 2.34 Séquence avec trois événements/actions

Comparateurs

Les comparateurs sont utilisés pour comparer des variables continues (p. ex. fréquence de sortie, courant de sortie et entrée analogique) à des valeurs prédéfinies fixes.

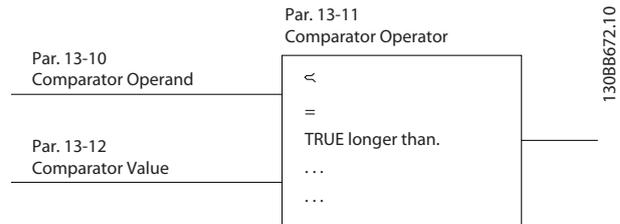


Illustration 2.35 Comparateurs

Règles logiques

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

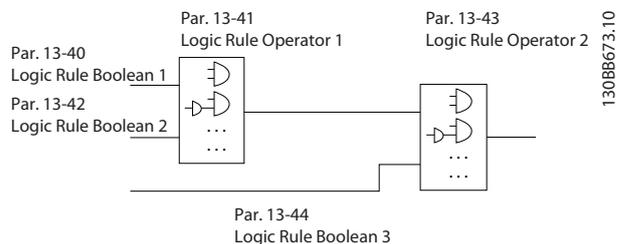


Illustration 2.36 Règles logiques

2.11 Conditions d'exploitation extrêmes

Court-circuit (phase moteur-phase)

Une mesure de courant effectuée sur chacune des trois phases moteur ou sur le circuit intermédiaire protège le variateur de fréquence contre les courts-circuits. Un court-circuit entre 2 phases de sortie se traduit par un surcourant dans le variateur de fréquence. Le variateur de fréquence est désactivé séparément lorsque le courant de court-circuit dépasse la valeur autorisée (*alarme 16 Arrêt verrouillé*).

Commutation sur la sortie

Les commutations sur la sortie entre le moteur et le variateur de fréquence sont possibles sans limitation et ne risquent pas d'endommager le variateur de fréquence. Des messages d'erreur peuvent cependant apparaître.

Surtension générée par le moteur

La tension dans le circuit intermédiaire augmente lorsque le moteur est utilisé comme générateur. Ceci se produit dans deux cas :

- La charge entraîne le moteur (à fréquence de sortie constante générée par le variateur de fréquence).
- Lors de la décélération (rampe descendante), si le moment d'inertie est élevé, le frottement est faible et le temps de rampe de décélération est trop court pour que l'énergie se dissipe sous forme de perte du variateur de fréquence, du moteur et de l'installation.
- Un réglage incorrect de la compensation du glissement risque d'entraîner une tension élevée du circuit intermédiaire.

L'unité de commande peut tenter de corriger la rampe dans la mesure du possible (*paramètre 2-17 Contrôle Surtension*).

Le variateur de fréquence s'arrête afin de protéger les transistors et les condensateurs du circuit intermédiaire quand un certain niveau de tension est atteint. Voir les *paramètre 2-10 Fonction Frein et Surtension* et *paramètre 2-17 Contrôle Surtension* afin de sélectionner la méthode utilisée pour contrôler le niveau de tension du circuit intermédiaire.

Panne de secteur

Lors d'une chute de tension du secteur, le variateur de fréquence continue de fonctionner jusqu'à ce que la tension du circuit intermédiaire chute en dessous du seuil d'arrêt minimal, c'est-à-dire :

- 314 V pour 3 x 380-480 V.
- 202 V pour 3 x 200-240 V.
- 225 V pour 1 x 200-240 V.

La tension secteur disponible avant la panne et la charge du moteur déterminent le temps qui s'écoule avant l'arrêt en roue libre de l'onduleur.

Surcharge statique en mode VVC⁺

Quand le variateur de fréquence est en surcharge (limite de couple au *paramètre 4-16 Torque Limit Motor Mode/ paramètre 4-17 Torque Limit Generator Mode* atteinte), l'unité de commande réduit la fréquence de sortie dans le but de réduire la charge.

En cas de surcharge extrême, un courant peut se produire et faire disjoncter le variateur de fréquence après 5 à 10 secondes environ.

Le fonctionnement dans la limite de couple est restreint dans le temps (0 à 60 s) défini au *paramètre 14-25 Trip Delay at Torque Limit*.

2.11.1 Protection thermique du moteur

Pour protéger l'application contre des dommages graves, le VLT[®] Midi Drive FC 280 dispose de plusieurs caractéristiques dédiées.

Limite de couple

La limite de couple permet de protéger le moteur de toute surcharge indépendante de la vitesse. La limite de couple est contrôlée au *paramètre 4-16 Torque Limit Motor Mode* et au *paramètre 4-17 Torque Limit Generator Mode*. Le *Paramètre 14-25 Trip Delay at Torque Limit* contrôle le temps qui s'écoule avant que l'avertissement de limite de couple ne se déclenche.

Limite de courant

Le *Paramètre 4-18 Current Limit* contrôle la limite de courant et le *paramètre 14-24 Trip Delay at Current Limit* contrôle le temps qui s'écoule avant que l'avertissement de limite de courant ne se déclenche.

Vitesse limite minimale

Le *Paramètre 4-12 Motor Speed Low Limit [Hz]* définit la vitesse de sortie minimale que le variateur de fréquence peut fournir.

Vitesse limite maximale

Le *Paramètre 4-14 Motor Speed High Limit [Hz]* ou le *paramètre 4-19 Max Output Frequency* définit la vitesse de sortie maximale que le variateur de fréquence peut fournir.

ETR (relais thermique électronique)

La fonction ETR du variateur de fréquence mesure le courant, la vitesse et la durée en cours afin de calculer la température du moteur. Elle protège également le moteur contre toute surchauffe (avertissement ou déclenchement). Une entrée de thermistance externe est également disponible. ETR est une caractéristique électronique qui simule un relais bimétallique en s'appuyant sur des mesures internes. La courbe caractéristique est indiquée sur l'*Illustration 2.37*.

2

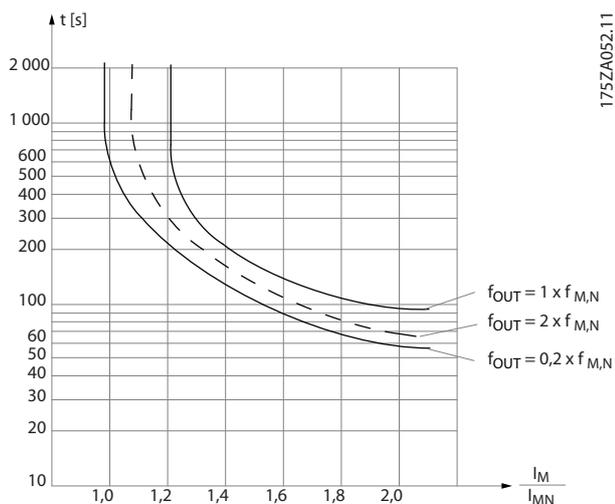


Illustration 2.37 ETR

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

3 Exemples d'applications

3.1 Introduction

3.1.1 Raccordement du codeur

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

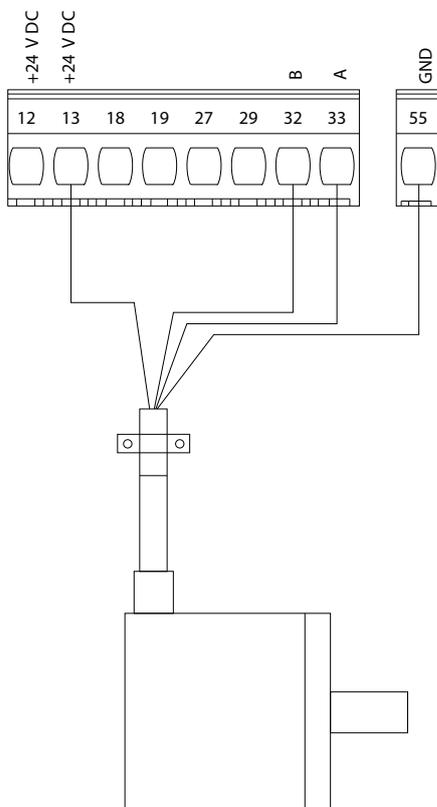
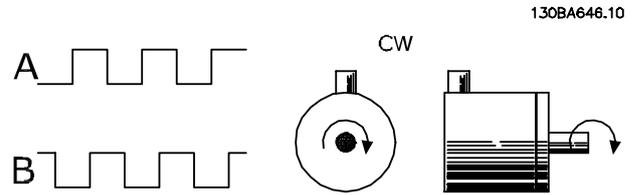


Illustration 3.1 Codeur 24 V

130BE805.1.1



130BA648.10

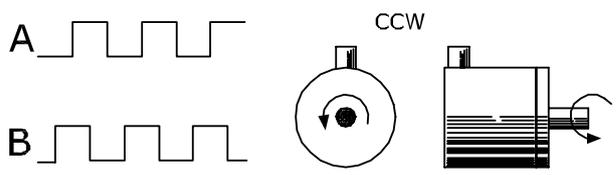


Illustration 3.2 Codeur incrémental 24 V, longueur de câble maximale 5 m (16,4 pi)

3.1.2 Sens de rotation du codeur

L'ordre d'entrée des impulsions dans le variateur de fréquence détermine le sens du codeur.

La direction horaire signifie que le canal A est 90 degrés électriques avant le canal B.

La direction antihoraire signifie que le canal B est 90 degrés électriques avant A.

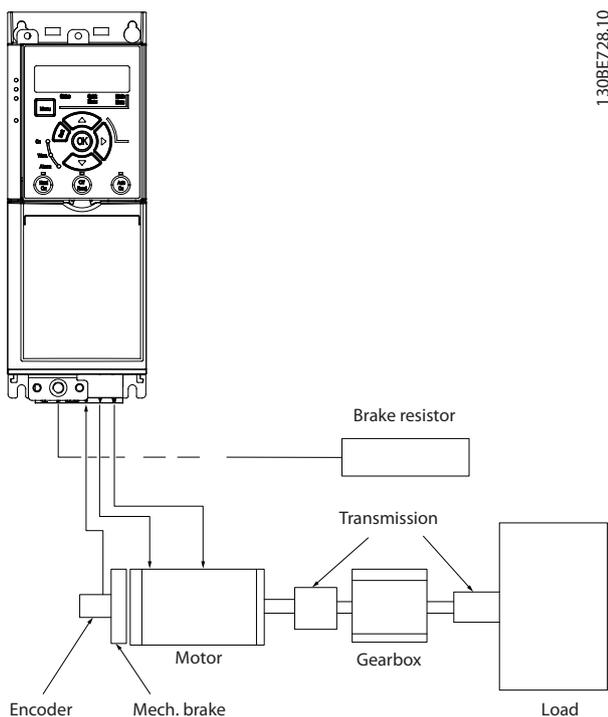
Le sens est déterminé en examinant l'extrémité de l'arbre.

3.1.3 Système de variateur en boucle fermée

Un système de variateur comprend en général différents éléments tels que :

- moteur
- frein (multiplicateur, frein mécanique)
- variateur de fréquence
- codeur comme système de retour
- résistance de freinage comme freinage dynamique
- transmission
- charge.

Les applications exigeant une commande de frein mécanique requièrent normalement une résistance de freinage.



130BE728.10

Illustration 3.3 Configuration élémentaire pour la commande de vitesse en boucle fermée

3.2.2 Vitesse

		Paramètres	
FC		Fonction	Réglage
+24 V	12	Paramètre 6-10 E ch.min.U/born.53	0.07 V*
+24 V	13	Paramètre 6-11 E ch.max.U/born.53	10 V*
D IN	18	Paramètre 6-14 V al.ret./ Réf.bas.born.53	0
D IN	19		
D IN	27		
D IN	29		
D IN	32	Paramètre 6-15 V al.ret./ Réf.haut.born.53	50
D IN	33	Paramètre 6-19 T erminal 53 mode	[1] Tension
+10 V	50	* = valeur par défaut	
A IN	53	Remarques/commentaires :	
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		

Tableau 3.2 Référence de vitesse analogique (tension)

3.2 Exemples d'applications

3.2.1 AMA

		Parameters	
FC		Function	Setting
+24 V	12	Paramètre 1-29 A daptation auto. au moteur (AMA)	[1] Enable complete AMA
+24 V	13	Paramètre 5-12 E. digit.born.27	*[2] Coast inverse
D IN	18	* = Default value	
D IN	19	Notes/comments: Set parameter group 1-2* Motor Data according to motor specifications.	
D IN	27	AVIS! If terminal 13 and 27 are not connected, set paramètre 5-12 Terminal 27 Digital Input to [0] No operation.	
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		

Tableau 3.1 AMA with T27 Connected

		Paramètres	
FC		Fonction	Réglage
+24 V	12	Paramètre 6-22 E ch.min.I/born.54	4 mA*
+24 V	13	Paramètre 6-23 E ch.max.I/born.54	20 mA*
D IN	18	Paramètre 6-24 V al.ret./ Réf.bas.born.54	0
D IN	19		
D IN	27		
D IN	29		
D IN	32	Paramètre 6-25 V al.ret./ Réf.haut.born.54	50
D IN	33	Paramètre 6-29 Mode born.54	[0] Courant
+10 V	50	* = valeur par défaut	
A IN	53	Remarques/commentaires :	
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		

Tableau 3.3 Référence de vitesse analogique (courant)

		Paramètres	
FC		Fonction	Réglage
+24 V	12	Paramètre 6-10 E <i>ch.min.U/born.53</i>	0.07 V*
+24 V	13	Paramètre 6-11 E <i>ch.max.U/born.53</i>	10 V*
D IN	18	Paramètre 6-14 V <i>al.ret./</i>	0
D IN	19	Paramètre 6-15 V <i>al.ret./</i>	50
D IN	27	Paramètre 6-19 T <i>erminal 53 mode</i>	[1] Tension
D IN	29	* = valeur par défaut	
D IN	32	Remarques/commentaires :	
D IN	33		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		

Tableau 3.4 Référence de vitesse (à l'aide d'un potentiomètre manuel)

		Paramètres	
FC		Fonction	Réglage
+24 V	12	Paramètre 5-10 E. <i>digit.born.18</i>	*[8] Démarrage
+24 V	13	Paramètre 5-12 E. <i>digit.born.27</i>	[19] Gel référence
D IN	18	Paramètre 5-13 E. <i>digit.born.29</i>	[21] Accélération
D IN	19	Paramètre 5-14 E. <i>digit.born.32</i>	[22] Décélération
D IN	27	* = valeur par défaut	
D IN	29	Remarques/commentaires :	
D IN	32		
D IN	33		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		

Tableau 3.5 Accélération/décélération

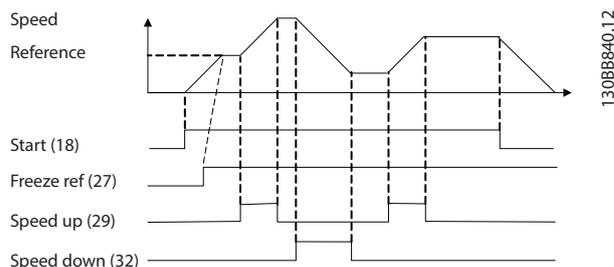


Illustration 3.4 Accélération/décélération

3.2.3 Marche/arrêt

		Paramètres	
FC		Fonction	Réglage
+24 V	12	Paramètre 5-10 E.di <i>git.born.18</i>	[8] Démarrage
+24 V	13	Paramètre 5-11 E.di <i>git.born.19</i>	*[10] Inversion
D IN	18	Paramètre 5-12 E.di <i>git.born.27</i>	[0] Inactif
D IN	19	Paramètre 5-14 E.di <i>git.born.32</i>	[16] Réf prédéfinie bit 0
D IN	27	Paramètre 5-15 E.di <i>git.born.33</i>	[17] Réf prédéfinie bit 1
D IN	29	Paramètre 3-10 Réf. <i>prédéfinie</i>	Réf.prédéfinie 0 25%
D IN	32		Réf.prédéfinie 1 50%
D IN	33		Réf.prédéfinie 2 75%
			Réf.prédéfinie 3 100%
+10 V	50	* = valeur par défaut	
A IN	53	Remarques/commentaires :	
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		

Tableau 3.6 Démarrage/arrêt avec inversion et 4 vitesses prédéfinies

3.2.4 External Alarm Reset

FC		Parameters	
		Function	Setting
+24 V	12	Paramètre 5-11 E. digit.born.19	[1] Reset
+24 V	13		
D IN	18	* = Default value	
D IN	19	Notes/comments:	
D IN	27		
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
D IN	33		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		

Tableau 3.7 External Alarm Reset

3.2.5 Thermistance moteur

AVIS!

Pour satisfaire aux exigences d'isolation PELV, utiliser des thermistances à isolation renforcée ou double.

FC		Paramètres	
		Fonction	Réglage
+24 V	12	Paramètre 1-90 P rotect. thermique mot.	[2] Arrêt thermistance
+24 V	13		
D IN	18	Paramètre 1-93 S source Thermistance	[1] Entrée ANA 53
D IN	19		
D IN	27		
D IN	29		
D IN	32	Paramètre 6-19 T erminal 53 mode	[1] Tension
D IN	33		
+10 V	50	* = valeur par défaut	
A IN	53	Remarques/commentaires : Si seul un avertissement est souhaité, régler le paramètre 1-90 Protect. thermique mot. sur [1] Avertis. Thermist.	
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		

Tableau 3.8 Thermistance moteur

3.2.6 SLC

FC		Paramètres	
		Fonction	Réglage
+24 V	12	Paramètre 4-30 F onction perte signal de retour moteur	[1] Avertissement
+24 V	13		
D IN	18	Paramètre 4-31 E rreur vitesse signal de retour moteur	50
D IN	19		
D IN	27	Paramètre 4-32 F onction tempo. signal de retour moteur	5 s
D IN	29		
D IN	32	Paramètre 7-00 P I D vit.source ret.	[1] Codeur 24 V
D IN	33		
+10 V	50	Paramètre 5-70 P ts/tr cod.born.32 33	1024*
A IN	53		
A IN	54	Paramètre 13-00 Mode contr. log avancé	[1] Actif
COM	55		
A OUT	42	Paramètre 13-01 Événement de démarrage	[19] Avertissement
		Paramètre 13-02 Événement d'arrêt	[44] Touche Reset
		Paramètre 13-10 Opérande comparateur	[21] N° avertiss.
		Paramètre 13-11 Opérateur comparateur	*[1] ≈
		Paramètre 13-12 Valeur comparateur	61
		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 onction relais	[80] Sortie digitale A
* = valeur par défaut			

	Paramètres
	<p>Remarques/commentaires :</p> <p>Si la limite dans la surveillance du signal de retour est dépassée, l'avertissement 61 <i>Surveillance du signal de retour</i> apparaît. Le SLC surveille l'avertissement 61 <i>Surveillance du signal de retour</i>. Si l'avertissement 61, <i>Surveillance du signal de retour</i>, devient vrai, le relais 1 est déclenché.</p> <p>L'équipement externe peut indiquer qu'il faut procéder à l'entretien. Si l'erreur de signal de retour redescend sous la limite en moins de 5 s, le variateur de fréquence continue à fonctionner et l'avertissement disparaît. Le relais 1 reste enclenché tant que la touche [Off/Reset] n'est pas actionnée.</p>

Tableau 3.9 Utilisation du SLC pour régler un relais

4 Safe Torque Off (STO)

La fonction Safe Torque Off (STO) est un composant du système de contrôle de la sécurité, qui empêche le variateur de fréquence de générer l'énergie requise pour faire tourner le moteur. La sécurité est ainsi assurée dans les situations d'urgence.

4

La fonction STO est conçue et approuvée comme acceptable pour les exigences suivantes :

- CEI/EN 61508 : 2010 SIL2
- CEI/EN 61800-5-2 : 2007 SIL2
- CEI/EN 62061 : 2012 SILCL de SIL2
- EN ISO 13849-1 : 2008 catégorie 3 PL « d »

Pour obtenir le niveau requis de sécurité fonctionnelle, sélectionner et appliquer correctement les composants du système de contrôle de la sécurité. Avant d'utiliser la STO, procéder à une analyse approfondie des risques de l'installation afin de déterminer si la fonction STO et les niveaux de sécurité sont appropriés et suffisants.

La fonction STO sur le variateur de fréquence est commandée via les bornes de commande 37 et 38. Lorsque la fonction STO est activée, l'alimentation des côtés haut et bas des circuits de commande de gâchette des IGBT est coupée. L'illustration 4.1 représente l'architecture de la fonction STO. Le Tableau 4.1 indique les statuts de la fonction STO selon l'état de tension des bornes 37 et 38.

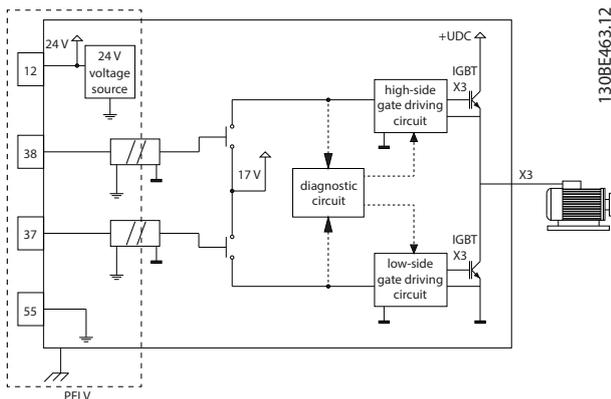


Illustration 4.1 Architecture de la fonction STO

Borne 37	Borne 38	Couple	Avertissement ou alarme
Sous tension ¹⁾	Sous tension	Oui ²⁾	Pas d'avertissements ou d'alarmes
Hors tension ³⁾	Hors tension	Non	Avertissement/ alarme 68 : Arrêt sécurité
Hors tension	Sous tension	Non	Alarme 188 : Défaut fonction STO
Sous tension	Hors tension	Non	Alarme 188 : Défaut fonction STO

Tableau 4.1 Statut de la fonction STO

1) La plage de tension est 24 V ±5 V, la borne 55 étant la borne de référence.

2) Un couple est présent uniquement lorsque le variateur de fréquence fonctionne.

3) Circuit ouvert ou tension dans la plage de 0 V ±1,5 V, la borne 55 étant la borne de référence.

Filtrage des impulsions d'essai

Pour les dispositifs de sécurité qui génèrent des impulsions d'essai sur les lignes de commande de la fonction STO : si ces signaux restent à un faible niveau (≤ 1,8 V) pendant moins de 5 ms, ils sont ignorés, comme l'indique l'illustration 4.2.

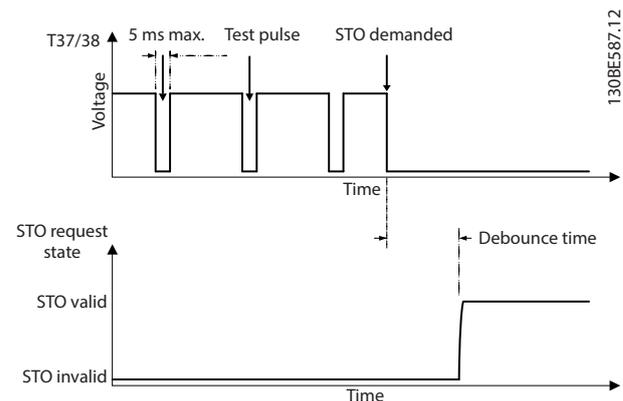


Illustration 4.2 Filtrage des impulsions d'essai

Tolérance d'une entrée asynchrone

Les signaux d'entrée aux 2 bornes ne sont pas toujours synchrones. Si l'écart entre les 2 signaux dépasse 12 ms, l'alarme de défaut STO (alarme 188 Défaut fonction STO) se produit.

Signaux valides

Pour activer la fonction STO, les 2 signaux doivent être à un faible niveau pendant au moins 80 ms. Pour arrêter la fonction STO, les 2 signaux doivent être à un haut niveau pendant au moins 20 ms. Se reporter au chapitre 7.6 *Entrée/sortie de commande et données de commande* pour les niveaux de tension et le courant d'entrée des bornes STO.

4.1 Précautions de sécurité pour la STO

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.

AVIS!

Après l'installation de la fonction STO, procéder à un essai de mise en service comme indiqué au chapitre 4.3.3 *Essai de mise en service de la fonction STO*. Un essai de mise en service réussi est obligatoire après la première installation et après chaque modification de l'installation de sécurité.

⚠ AVERTISSEMENT

RISQUE DE CHOC ÉLECTRIQUE

La fonction STO N'isole PAS la tension secteur vers le variateur de fréquence ou les circuits auxiliaires et, par conséquent, n'assure pas de sécurité électrique. Le non-respect de cette isolation et du temps d'attente spécifié peut entraîner le décès ou des blessures graves.

- N'intervenir sur les parties électriques du variateur de fréquence ou du moteur qu'après avoir isolé l'alimentation secteur et après avoir attendu le temps spécifié au chapitre *Consignes de sécurité* du *Manuel d'utilisation du VLT® Midi Drive FC 280*.

AVIS!

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

4.2 Installation de la fonction Safe Torque Off

Pour le raccordement du moteur, la connexion secteur CA et le câblage de commande, respecter les instructions d'installation sûre indiquées dans le chapitre 2.2 *Installation électrique*.

Activer la fonction STO en procédant comme suit :

1. Retirer le cavalier entre les bornes de commande 12 (24 V), 37 et 38. La coupure ou la rupture du cavalier n'est pas suffisante pour éviter les courts-circuits. Voir le cavalier sur l'illustration 4.3.

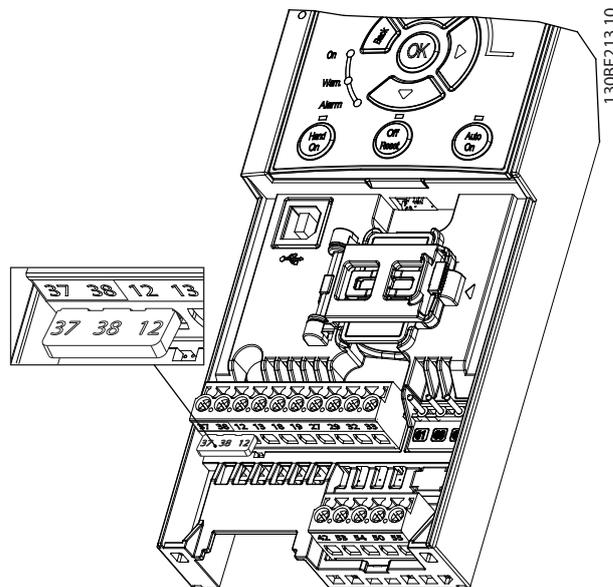
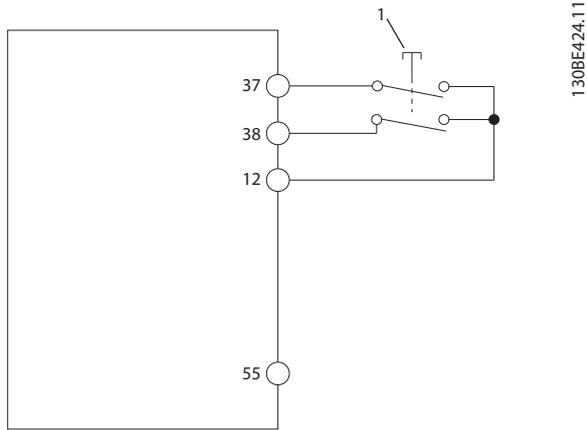


Illustration 4.3 Cavalier entre les bornes 12 (24 V), 37 et 38

2. Brancher un dispositif de sécurité à double canal (par exemple un PLC de sécurité, un rideau de lumière, un relais de sécurité ou un bouton d'arrêt d'urgence) sur les bornes 37 et 38 pour former une application de sécurité. Le dispositif doit respecter le niveau de sécurité requis d'après l'évaluation des risques. L'illustration 4.4 représente le schéma de câblage des applications STO où le variateur de fréquence et le dispositif de sécurité sont montés dans la même armoire. L'illustration 4.5 représente le schéma de câblage des applications STO où une alimentation externe est utilisée.

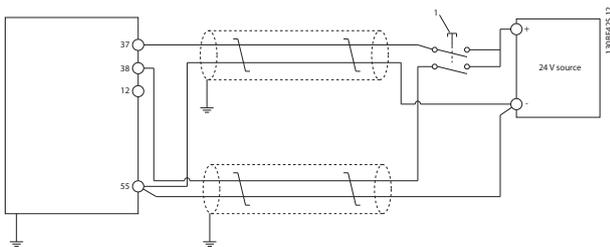
AVIS!

Le signal STO doit être alimenté par PELV.



1 Dispositif de sécurité

Illustration 4.4 Câblage de la fonction STO dans une armoire, le variateur de fréquence fournit la tension d'alimentation



1 Dispositif de sécurité

Illustration 4.5 Câblage de la fonction STO, alimentation externe

3. Procéder au câblage en respectant les instructions fournies dans le *chapitre 2.2.1 Installation électrique* et :
 - éliminer les risques de court-circuit .
 - s'assurer que les câbles STO sont blindés s'ils font plus de 20 m (65,6 pi) de long ou en dehors de l'armoire .
 - connecter le dispositif de sécurité directement aux bornes 37 et 38.

4.3 Mise en service de la fonction STO

4.3.1 Activation de la fonction Safe Torque Off

Pour activer la fonction STO, supprimer la tension au niveau des bornes 37 et 38 du variateur de fréquence.

Lorsque la fonction STO est activée, le variateur de fréquence génère l'*alarme* ou l'*avertissement 68, Arrêt sécurité*, arrête l'unité et fait tourner le moteur en roue

libre jusqu'à l'arrêt. Utiliser la fonction STO pour arrêter le variateur de fréquence dans les situations d'arrêt d'urgence. En mode d'exploitation normal lorsque la STO n'est pas nécessaire, utiliser plutôt la fonction d'arrêt habituelle.

AVIS!

Si la fonction STO est activée pendant que le variateur de fréquence émet l'*avertissement* ou l'*alarme 8, Soutension CC*, le variateur de fréquence saute l'*alarme 68, Arrêt sécurité*, mais le fonctionnement de la STO n'est pas affecté.

4.3.2 Désactivation de la fonction Safe Torque Off

Suivre les instructions du *Tableau 4.2* pour désactiver la fonction STO et reprendre le fonctionnement normal selon le mode de redémarrage de la fonction STO.

AVERTISSEMENT

RISQUE DE BLESSURES OU DE DÉCÈS

Si l'alimentation 24 V CC est réappliquée à la borne 37 ou 38, l'état SIL2 STO est terminé, ce qui peut déclencher le démarrage du moteur. Un démarrage inattendu du moteur peut causer des blessures, voire la mort.

- Veiller à ce que toutes les mesures de sécurité soient prises avant de réappliquer l'alimentation 24 V CC aux bornes 37 et 38.

Mode de redémarrage	Étapes à suivre pour désactiver la STO et reprendre le fonctionnement normal	Configuration du mode de redémarrage
Redémarrage manuel	1. Appliquer à nouveau la tension 24 V CC aux bornes 37 et 38. 2. Créer un signal de reset (via le bus de terrain, une E/S digitale ou la touche [Reset]/[Off Reset] du LCP).	Réglage par défaut. <i>Paramètre 5-19 Arrêt de sécurité borne 37 = [1]</i> <i>Arrêt sécurité alarme</i>
Redémarrage automatique	Appliquer à nouveau la tension 24 V CC aux bornes 37 et 38.	<i>Paramètre 5-19 Arrêt de sécurité borne 37= [3]</i> <i>Arrêt sécu avertiss.</i>

Tableau 4.2 Désactivation de la fonction STO

4.3.3 Essai de mise en service de la fonction STO

Après l'installation et avant le premier fonctionnement, procéder à un essai de mise en service de l'installation en faisant usage de la fonction STO.
Procéder à nouveau à l'essai après chaque modification de l'installation ou de l'application impliquant la STO.

AVIS!

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

Pour réaliser un essai de mise en service :

- Suivre les instructions du *chapitre 4.3.4 Test des applications STO en mode de redémarrage manuel* si la fonction STO est réglée sur le mode de redémarrage manuel.
- Suivre les instructions du *chapitre 4.3.5 Test des applications STO en mode de redémarrage automatique* si la fonction STO est réglée sur le mode de redémarrage automatique.

4.3.4 Test des applications STO en mode de redémarrage manuel

Pour les applications où le *paramètre 5-19 Arrêt de sécurité borne 37* est réglé sur la valeur par défaut [1] *Arrêt sécurité alarme*, réaliser le test de mise en service suivant.

1. Régler le *paramètre 5-40 Fonction relais* sur [190] *Safe Function active*.
2. Couper l'alimentation 24 V CC des bornes 37 et 38 à l'aide du dispositif de sécurité tandis que le moteur est entraîné par le variateur de fréquence (c.-à-d. que l'alimentation secteur n'est pas interrompue).
3. Vérifier que :
 - 3a le moteur tourne en roue libre ; Cela peut prendre beaucoup de temps avant que le moteur s'arrête.
 - 3b si le LCP est monté, l'*alarme 68, Arrêt sécurité*, s'affiche sur le LCP. Si le LCP n'est pas monté, l'*alarme 68, Arrêt sécurité*, est enregistrée dans le *paramètre 15-30 Journal alarme : code*.
4. Appliquer à nouveau la tension 24 V CC aux bornes 37 et 38.
5. Vérifier que le moteur reste en état de roue libre et que le relais client (s'il est connecté) reste activé.

6. Envoyer un signal de reset (via le bus de terrain, une E/S digitale ou la touche [Reset]/[Off Reset] du LCP).
7. S'assurer que le moteur se met à fonctionner et ce, dans la plage de vitesse d'origine.

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

4.3.5 Test des applications STO en mode de redémarrage automatique

Pour les applications où le *paramètre 5-19 Arrêt de sécurité borne 37* est réglé sur [3] *Arrêt sécu avertiss.*, réaliser le test de mise en service suivant.

1. Couper l'alimentation 24 V CC des bornes 37 et 38 à l'aide du dispositif de sécurité tandis que le moteur est entraîné par le variateur de fréquence (c.-à-d. que l'alimentation secteur n'est pas interrompue).
2. Vérifier que :
 - 2a le moteur tourne en roue libre ; Cela peut prendre beaucoup de temps avant que le moteur s'arrête .
 - 2b si le LCP est monté, l'*avertissement 68, Arrêt sécurité*, s'affiche sur le LCP. Si le LCP n'est pas monté, l'*avertissement 68, Arrêt sécurité*, est enregistré dans le bit 30 du *paramètre 16-92 Mot avertis..*
3. Appliquer à nouveau la tension 24 V CC aux bornes 37 et 38.
4. S'assurer que le moteur se met à fonctionner et ce, dans la plage de vitesse d'origine.

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

AVIS!

Voir l'avertissement sur le comportement au redémarrage au chapitre 4.1 Précautions de sécurité pour la STO.

4.4 Maintenance et service de la fonction STO

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

Le test fonctionnel se compose de deux parties :

- test fonctionnel de base .
- test fonctionnel diagnostique.

Lorsque toutes les étapes sont réalisées avec succès, le test fonctionnel est réussi.

Test fonctionnel de base

Si la fonction STO n'a pas été utilisée depuis 1 an, réaliser un test fonctionnel de base afin de détecter toute panne ou dysfonctionnement de la fonction STO.

1. S'assurer que le *paramètre 5-19 Arrêt de sécurité borne 37* est réglé sur **[1] Arrêt sécurité alarme*.
2. Ôter la tension 24 V CC aux bornes 37 et 38.
3. Vérifier si le LCP affiche l'*alarme 68, Arrêt sécurité*.
4. Vérifier que le variateur de fréquence arrête l'unité.
5. Vérifier que le moteur est en roue libre et se met complètement à l'arrêt.
6. Créer un signal de démarrage (via le bus de terrain, une E/S digitale ou le LCP) et vérifier que le moteur ne démarre pas.
7. Reconnecter l'alimentation 24 V CC aux bornes 37 et 38.
8. Vérifier que le moteur ne démarre pas automatiquement et redémarre uniquement grâce à un signal de reset (via bus de terrain, E/S digitales ou touche [Reset]/[Off Reset]).

Test fonctionnel diagnostique

1. Vérifier que l'*avertissement 68, Arrêt sécurité*, et l'*alarme 68, Arrêt sécurité*, n'apparaissent pas lorsque l'alimentation 24 V est raccordée aux bornes 37 et 38.
2. Retirer l'alimentation 24 V de la borne 37 et vérifier que le LCP affiche l'*alarme 188, Défaut fonction STO*, si le LCP est monté. Si le LCP n'est pas monté, vérifier que l'*alarme 188 Défaut fonction STO* est enregistrée dans le *paramètre 15-30 Journal alarme : code*.
3. Réappliquer l'alimentation 24 V à la borne 37 et vérifier que la réinitialisation de l'alarme est réussie.
4. Retirer l'alimentation 24 V de la borne 38 et vérifier que le LCP affiche l'*alarme 188, Défaut fonction STO*, si le LCP est monté. Si le LCP n'est pas monté, vérifier que l'*alarme 188 Défaut fonction STO* est enregistrée dans le *paramètre 15-30 Journal alarme : code*.
5. Réappliquer l'alimentation 24 V à la borne 38 et vérifier que la réinitialisation de l'alarme est réussie.

4.5 Caractéristiques techniques de la fonction STO

L'analyse des modes de défaillance, de leurs effets et aide au diagnostic est réalisée d'après les suppositions suivantes :

- Le VLT® Midi Drive FC 280 prend 10 % du budget de défaillance complète pour une boucle de sécurité SIL2.
- Les taux de défaillance reposent sur la base de données Siemens SN29500.
- Les taux de défaillance sont constants. Les mécanismes d'usure ne sont pas inclus.
- Pour chaque canal, les composants liés à la sécurité sont considérés de type A avec une tolérance aux défaillances du matériel égale à 0.
- Les niveaux de contrainte sont moyens pour un environnement industriel et la température de service des composants peut aller jusqu'à 85 °C (185 °F).
- Une erreur de sécurité (p. ex. sortie en état de sécurité) est réparée en moins de 8 heures.
- Une sortie de couple nulle correspond à l'état de sécurité.

Normes de sécurité	Sécurité de la machinerie	ISO 13849-1, CEI 62061
	Sécurité fonctionnelle	CEI 61508
Fonction de sécurité	Safe Torque Off	CEI 61800-5-2
Performance de sécurité	ISO 13849-1	
	Catégorie	Cat. 3
	Couverture du diagnostic (DC)	60 % (bas)
	Durée moyenne de fonctionnement avant défaillance (MTTFD)	2400 ans (haut)
	Niveau de performance	PL d
	CEI 61508/CEI 61800-5-2/CEI 62061	
	Niveau d'intégrité de sécurité	SIL2
	Probabilité de défaillance dangereuse par heure (PFH) (mode à forte sollicitation)	7,54E-9 (1/h)
	Probabilité de défaillance dangereuse à la sollicitation (PFD _{avg} pour PTI = 20 ans) (mode à faible sollicitation)	6.05E-4
	Pourcentage de défaillance en sécurité (SFF)	Pour les pièces à double canal : > 84 %
		Pour les pièces à canal simple : > 99 %
	Tolérance aux défaillances du matériel (HFT)	Pour les pièces à double canal : HFT = 1
		Pour les pièces à canal simple : HFT = 0
	Intervalle des essais de validité ²⁾ (PTI)	20 ans
	Défaillance de cause commune (CCF)	$\beta = 5 \%$; $\beta_D = 5 \%$
Intervalle des essais diagnostiques (DTI)	160 ms	
Capacité du système	SC 2	
Temps de réaction ¹⁾	Temps de réponse de l'entrée à la sortie	Tailles de protection K1-K3 : 50 ms maximum Tailles de protection K4 et K5 : 30 ms maximum

Tableau 4.3 Caractéristiques techniques de la fonction STO

1) Le temps de réaction est le temps qui s'écoule entre la condition de signal d'entrée qui déclenche la fonction STO et l'arrêt du couple sur le moteur.

2) Pour la procédure des tests de validité, se reporter au chapitre 4.4 Maintenance et service de la fonction STO.

5 Installation et configuration de l'interface RS485

5.1 Introduction

5.1.1 Vue d'ensemble

RS485 est une interface de bus à deux fils compatible avec une topologie de réseau multipoints. Les nœuds peuvent être connectés en tant que bus ou via des câbles de dérivation depuis un tronçon de ligne commun. Un total de 32 nœuds peuvent être connectés à 1 segment de réseau.

Les répéteurs divisent les segments de réseaux (voir l'illustration 5.1).

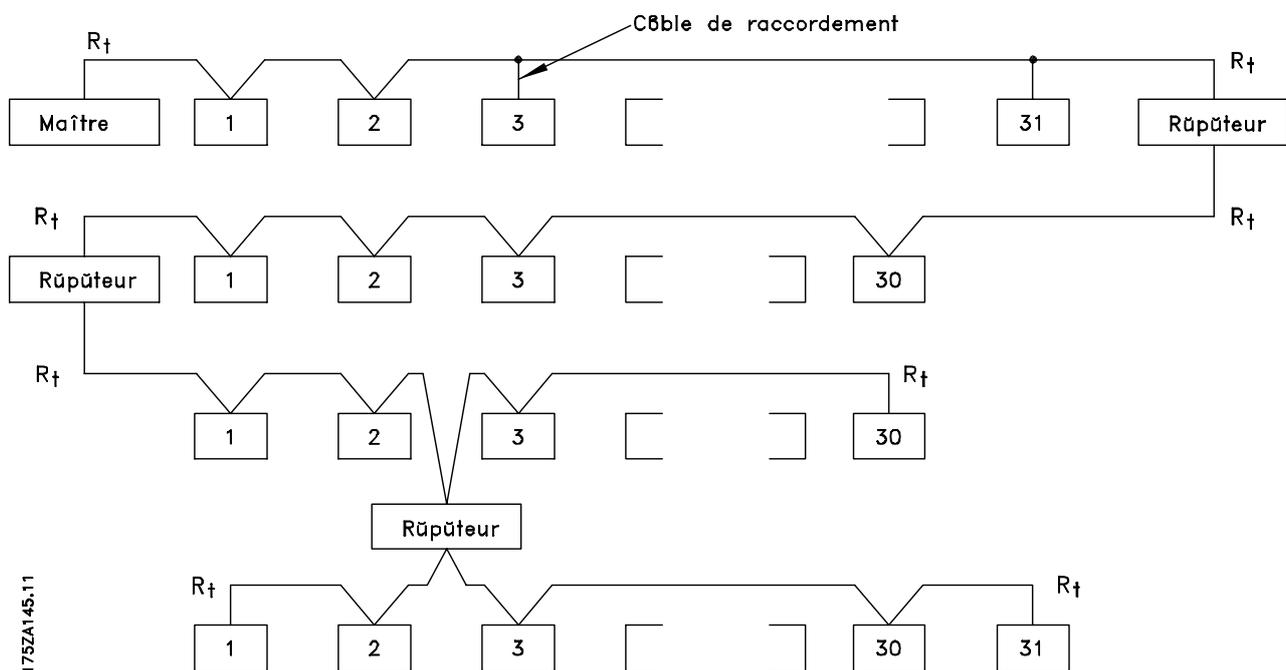


Illustration 5.1 Interface bus RS485

AVIS!

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

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

Il est important de disposer d'une mise à la terre de faible impédance du blindage à chaque nœud, y compris à hautes fréquences. Relier alors une grande surface du blindage à la terre, par exemple à l'aide d'un étrier de serrage ou d'un presse-étoupe conducteur. Il est parfois

nécessaire d'appliquer des câbles d'égalisation de potentiel pour maintenir le même potentiel de terre dans tout le réseau, en particulier dans les installations comportant des câbles longs.

Pour éviter toute disparité d'impédance, utiliser le même type de câble dans l'ensemble du réseau. Lors du raccordement d'un moteur au variateur de fréquence, toujours utiliser un câble de moteur blindé.

Câble	Paire torsadée blindée (STP)
Impédance [Ω]	120
Longueur de câble [m (π)]	1200 (3937) max. (y compris les câbles de dérivation) 500 (1640) max. de poste à poste

Tableau 5.1 Spécifications du câble

5.1.2 Raccordement du réseau

Connecter le variateur de fréquence au réseau RS485 comme suit (voir également l'illustration 5.2) :

1. Connecter les fils de signal à la borne 68 (P+) et à la borne 69 (N-) sur la carte de commande principale du variateur de fréquence.
2. Connecter le blindage de câble aux étriers de serrage.

AVIS!

Pour réduire le bruit entre les conducteurs, utiliser des câbles blindés à paires torsadées.

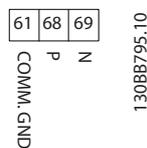


Illustration 5.2 Raccordement du réseau

5.1.3 Configuration de l'équipement

Utiliser le commutateur de terminaison sur la carte de commande principale du variateur de fréquence pour terminer le bus RS485.

Le réglage d'usine du commutateur est OFF.

5.1.4 Réglage des paramètres pour communication Modbus

Paramètre	Fonction
Paramètre 8-30 Protocole	Sélectionner le protocole d'application fonctionnant sur l'interface RS485.
Paramètre 8-31 Adresse	Définir l'adresse du noeud. AVIS! La plage d'adresse dépend du protocole sélectionné au paramètre 8-30 Protocole.
Paramètre 8-32 Vit. transmission	Définir la vitesse de transmission. AVIS! La vitesse de transmission par défaut dépend du protocole sélectionné au paramètre 8-30 Protocole.

Paramètre	Fonction
Paramètre 8-33 Parité/bits arrêt	Définir la parité et le nombre de bits d'arrêt. AVIS! La sélection par défaut dépend du protocole sélectionné au paramètre 8-30 Protocole.
Paramètre 8-35 Retard réponse min.	Spécifier une temporisation minimum entre la réception d'une demande et la transmission d'une réponse. Cette fonction permet de surmonter les délais d'exécution du modem.
Paramètre 8-36 Retard réponse max	Spécifier une temporisation maximum entre la transmission d'une demande et l'attente d'une réponse.
Paramètre 8-37 Retard inter-char max	Lorsque la transmission est interrompue, spécifier un délai maximal entre deux octets reçus pour garantir la temporisation. AVIS! La sélection par défaut dépend du protocole sélectionné au paramètre 8-30 Protocole.

Tableau 5.2 Réglages des paramètres de communication Modbus

5.1.5 Précautions CEM

Pour assurer une exploitation sans interférence du réseau RS485, Danfoss recommande les précautions CEM suivantes.

AVIS!

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

5.2 Protocole FC

5.2.1 Vue d'ensemble

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

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

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

5.2.2 FC avec Modbus RTU

Le protocole FC offre l'accès au mot de contrôle et à la référence du bus du variateur de fréquence.

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

- Démarrage
- Arrêt du variateur de fréquence de plusieurs façons :
 - Arrêt en roue libre
 - Arrêt rapide
 - Arrêt avec freinage par injection de courant continu
 - Arrêt normal (rampe)
- Reset après un arrêt causé par une panne
- Fonctionnement à plusieurs vitesses prédéfinies
- Fonctionnement en sens inverse
- Changement du process actif
- Contrôle des 2 relais intégrés au variateur de fréquence

La référence du bus est généralement utilisée pour commander la vitesse. Il est également possible d'accéder aux paramètres, de lire leurs valeurs et le cas échéant, d'écrire leurs valeurs. Les paramètres permettent d'accéder à une diversité d'options de commande, dont le contrôle de la consigne du variateur de fréquence lorsque son régulateur PI interne est utilisé.

5.3 Configuration du réseau

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

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

Tableau 5.3 Paramètres d'activation du protocole

5.4 Structure des messages du protocole FC

5.4.1 Contenu d'un caractère (octet)

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

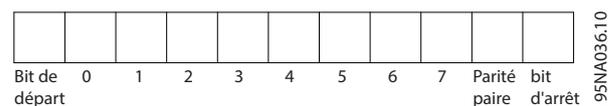


Illustration 5.3 Contenu d'un caractère

5.4.2 Structure du télégramme

Chaque télégramme présente la structure suivante :

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

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

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



Illustration 5.4 Structure du télégramme

5.4.3 Longueur du télégramme (LGE)

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

4 octets de données	$LGE = 4 + 1 + 1 = 6$ octets
12 octets de données	$LGE = 12 + 1 + 1 = 14$ octets
Télégrammes contenant des textes	$10^{1)} + n$ octets

Tableau 5.4 Longueur des télégrammes

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

5.4.4 Adresse (ADR) du variateur de fréquence

Format d'adresse 1-126

- Bit 7 = 1 (format d'adresse 1-126 actif).
- Bit 0-6 = adresse du variateur de fréquence 1-126.
- Bit 0-6 = 0 diffusion.

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

5.4.5 Octet de contrôle des données (BCC)

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

5.4.6 Champ de données

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

Voici les 3 types de télégramme :

Bloc de process (PCD)

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

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



Illustration 5.5 Bloc de process

Bloc de paramètres

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



Illustration 5.6 Bloc de paramètres

Bloc de texte

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

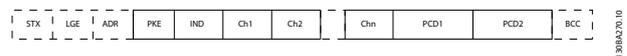


Illustration 5.7 Bloc de texte

5.4.7 Champ PKE

Le champ PKE contient deux sous-champs :

- Ordre et réponse de paramètres (AK)
- Numéro de paramètre (PNU)

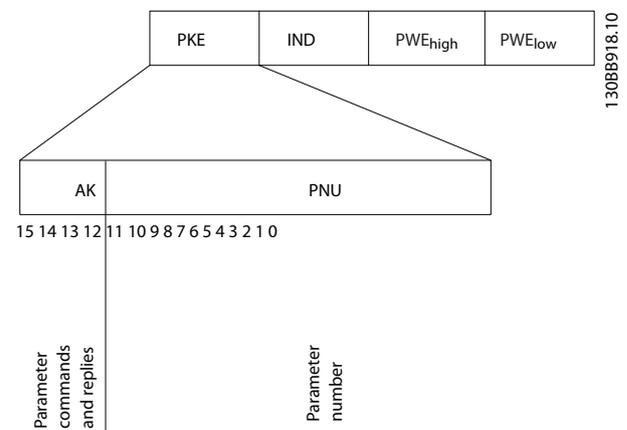


Illustration 5.8 Champ PKE

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

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

Tableau 5.5 Ordres de paramètres

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

Tableau 5.6 Réponse

S'il est impossible d'exécuter l'ordre, l'esclave envoie la réponse 0111 *Exécution commande impossible* et publie les messages d'erreur suivants indiqués dans le *Tableau 5.7*.

Code de défaut	Spécification FC
0	Numéro de paramètre illégal.
1	Impossible de modifier le paramètre.
2	Limite supérieure ou inférieure dépassée
3	Sous-index corrompu
4	Pas de zone
5	Type de données erroné
6	Inutilisé.
7	Inutilisé.
9	Élément de description non disponible
11	Aucun accès en écriture au paramètre
15	Aucun texte disponible
17	Non applicable en fonction
18	Autres erreurs
100	–
>100	–
130	Pas d'accès du bus pour ce paramètre
131	Écriture du process usine impossible
132	Pas d'accès LCP
252	Visionneuse inconnue
253	Requête non prise en charge
254	Attribut inconnu

Code de défaut	Spécification FC
255	Pas d'erreur

Tableau 5.7 Rapport esclave

5.4.8 Numéro de paramètre (PNU)

Les bits 0 à 11 sont utilisés pour le transfert des numéros de paramètre. La fonction du paramètre concerné est définie dans la description des paramètres dans le *Guide de programmation du VLT® Midi Drive FC 280*.

5.4.9 Indice (IND)

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

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

5.4.10 Valeur du paramètre (PWE)

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

Lorsqu'un esclave répond à une demande de paramètre (ordre de lecture), la valeur actuelle du paramètre du bloc PWE est transmise et renvoyée au maître. Si un paramètre contient plusieurs options de données, p. ex. paramètre 0-01 *Langue*, choisir la valeur de données en saisissant la valeur dans le bloc PWE. La communication série permet de lire uniquement les paramètres de type de données 9 (séquence de texte).

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

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

5.4.11 Types de données pris en charge par le variateur de fréquence

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

Types de données	Description
3	Nombre entier 16 bits
4	Nombre entier 32 bits
5	Non signé 8 bits
6	Non signé 16 bits
7	Non signé 32 bits
9	Séquence de texte

Tableau 5.8 Types de données

5.4.12 Conversion

Le *Guide de programmation* comporte une description des attributs de chaque paramètre. Les valeurs de paramètre ne sont transmises que sous la forme de nombres entiers. Les facteurs de conversion sont utilisés pour transmettre des nombres décimaux.

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

Indice de conversion	Facteur de conversion
74	3600
2	100
1	10
0	1
-1	0,1
-2	0,01
-3	0,001
-4	0,0001
-5	0,00001

Tableau 5.9 Conversion

5.4.13 Mots de process (PCD)

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

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

Tableau 5.10 Mots de process (PCD)

5.5 Exemples

5.5.1 Écriture d'une valeur de paramètre

Changer le *paramètre 4-14 Vitesse moteur limite haute [Hz]* sur 100 Hz.

Écrire les données en EEPROM.

PKE = E19E Hex - Écriture d'un mot unique au *paramètre 4-14 Vitesse moteur limite haute [Hz]* :

- IND = 0000 Hex
- PWEHAUT = 0000 Hex
- PWELOW = 03E8 Hex

Valeur de donnée 1000 correspondant à 100 Hz, voir le *chapitre 5.4.12 Conversion*.

Le télégramme est tel que présenté à l'*Illustration 5.9*.

E19E	H	0000	H	0000	H	03E8	H
PKE		IND		PWE _{high}		PWE _{low}	

130BA092.10

Illustration 5.9 Télégramme

AVIS!

Le *Paramètre 4-14 Vitesse moteur limite haute [Hz]* est un mot unique, et l'ordre de paramètre pour l'écriture dans l'EEPROM est *E*. Le *Paramètre 4-14 Vitesse moteur limite haute [Hz]* correspond à 19E en hexadécimal.

La réponse de l'esclave au maître est indiquée à l'*Illustration 5.10*.

119E	H	0000	H	0000	H	03E8	H
PKE		IND		PWE _{high}		PWE _{low}	

130BA093.10

Illustration 5.10 Réponse du maître

5.5.2 Lecture d'une valeur de paramètre

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

PKE = 1155 Hex - Lire la valeur au *paramètre 3-41 Temps d'accél. rampe 1* :

- IND = 0000 Hex
- PWE_{HAUT} = 0000 Hex
- PWE_{BAS} = 0000 Hex

1155	H	0000	H	0000	H	0000	H
PKE		IND		PWE _{high}		PWE _{low}	

Illustration 5.11 Télégramme

Si la valeur au *paramètre 3-41 Temps d'accél. rampe 1* est égale à 10 s, la réponse de l'esclave au maître est telle qu'affiché à l'illustration 5.12.

1155	H	0000	H	0000	H	03E8	H
PKE		IND		PWE _{high}		PWE _{low}	

Illustration 5.12 Réponse

3E8 Hex correspond à 1000 au format décimal. L'indice de conversion du *paramètre 3-41 Temps d'accél. rampe 1* est -2, c.-à-d. 0,01.

Le *Paramètre 3-41 Temps d'accél. rampe 1* est du type *Non signé 32 bits*.

5.6 Modbus RTU

5.6.1 Connaissances préalables

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

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

5.6.2 Vue d'ensemble

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

Pendant les communications sur un réseau Modbus RTU, le protocole :

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

Si une réponse est nécessaire, le contrôleur élabore et envoie le télégramme de réponse.

Les contrôleurs communiquent à l'aide d'une technique maître-esclave dans lequel le maître peut initier des transactions (appelées requêtes). Les esclaves répondent en fournissant au maître les données demandées ou en effectuant l'action demandée dans la requête.

Le maître peut s'adresser à un esclave en particulier ou transmettre un télégramme à diffusion générale à tous les esclaves. Les esclaves renvoient une réponse aux requêtes qui leur sont adressées individuellement. Aucune réponse n'est renvoyée aux requêtes à diffusion générale du maître.

Le protocole Modbus RTU établit le format de la requête du maître en indiquant les informations suivantes :

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

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

5.6.3 Variateur de fréquence avec Modbus RTU

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

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

- Démarrage
- Divers arrêts :
 - Arrêt en roue libre
 - Arrêt rapide
 - Arrêt avec freinage par injection de courant continu
 - Arrêt normal (rampe)
- Reset après un arrêt causé par une panne
- Fonctionnement à plusieurs vitesses prédéfinies
- Fonctionnement en sens inverse
- Changement du process actif
- Contrôle du relais intégré du variateur de fréquence

La référence du bus est généralement utilisée pour commander la vitesse. Il est également possible d'accéder aux paramètres, de lire leurs valeurs et le cas échéant, d'écrire leurs valeurs. Les paramètres permettent d'accéder à une diversité d'options de commande, dont le contrôle de la consigne du variateur de fréquence lorsque son régulateur PI interne est utilisé.

5.7 Configuration du réseau

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

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

Tableau 5.11 Configuration du réseau

5.8 Structure des messages du Modbus RTU

5.8.1 Introduction

Les contrôleurs sont configurés pour communiquer sur le réseau Modbus à l'aide du mode RTU (terminal distant) ; chaque octet d'un télégramme contient 2 caractères de 4 bits hexadécimaux. Le format de chaque octet est indiqué dans le *Tableau 5.12*.

Bit de démarrage	Octet de données						Arrêt/parité	Arrêt

Tableau 5.12 Format de chaque octet

Système de codage	Binaire 8 bits, hexadécimal 0-9, A-F. 2 caractères hexadécimaux contenus dans chaque champ à 8 bits du télégramme.
Bits par octet	<ul style="list-style-type: none"> • 1 bit de démarrage. • 8 bits de données, bit de plus faible poids envoyé en premier. • 1 bit pour parité paire/impair ; pas de bit en l'absence de parité. • 1 bit d'arrêt si la parité est utilisée ; 2 bits en l'absence de parité.
Champ de contrôle d'erreur	Contrôle de redondance cyclique (CRC).

Tableau 5.13 Détails des octets

5.8.2 Structure des télégrammes Modbus RTU

Le dispositif de transmission place un télégramme Modbus RTU dans un cadre avec un début connu et un point final. Cela permet aux dispositifs de réception de commencer au début du télégramme, de lire la portion d'adresse, de déterminer à quel dispositif il s'adresse (ou tous les dispositifs si le télégramme est à diffusion générale) et de reconnaître la fin du télégramme. Les télégrammes partiels sont détectés et des erreurs apparaissent. Les caractères pour la transmission doivent être au format hexadécimal 00 à FF dans chaque champ. Le variateur de fréquence surveille en permanence le bus du réseau, même pendant les intervalles silencieux. Lorsqu'un variateur de fréquence ou un dispositif reçoit le premier champ (le champ d'adresse), il le décode pour déterminer à quel dispositif le message s'adresse. Les télégrammes du Modbus RTU adressés à zéro sont les télégrammes à diffusion générale. Aucune réponse n'est permise pour les télégrammes à diffusion générale. Une structure de télégramme typique est présentée dans le *Tableau 5.14*.

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

Tableau 5.14 Structure de télégramme Modbus RTU typique

5.8.3 Champ démarrage/arrêt

Les télégrammes commencent avec une période silencieuse d'au moins 3,5 intervalles de caractère mise en œuvre sous la forme d'un multiple d'intervalles à la vitesse de transmission du réseau sélectionnée (indiqué comme démarrage T1-T2-T3-T4). Le premier champ transmis est l'adresse du dispositif. Après transfert du dernier caractère, une période similaire d'au moins 3,5 intervalles de caractère marque la fin du télégramme. Un nouveau télégramme peut commencer après cette période.

Transmettre la structure entière du télégramme comme une suite ininterrompue. Si une période silencieuse de plus de 1,5 intervalle de caractère se produit avant achèvement de la structure, le dispositif de réception élimine le télégramme incomplet et considère que le prochain octet est le champ d'adresse d'un nouveau télégramme. De même, si un nouveau télégramme commence avant 3,5 intervalles de caractère après un télégramme, le dispositif de réception le considère comme la suite du télégramme précédent. Cela entraîne une temporisation (pas de réponse de l'esclave), puisque la valeur du champ CRC final n'est pas valide pour les télégrammes combinés.

5.8.4 Champ d'adresse

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

5.8.5 Champ de fonction

Le champ de fonction d'une structure de télégramme contient 8 bits. Les codes valides figurent dans une plage comprise entre 1 et FF. Les champs de fonction sont utilisés pour le transfert de télégrammes entre le maître et l'esclave. Lorsqu'un télégramme est envoyé par un maître à un dispositif esclave, le champ de code de fonction indique à l'esclave le type d'action à effectuer. Lorsque l'esclave répond au maître, il utilise le champ de code de

fonction pour indiquer soit une réponse normale (sans erreur) soit le type d'erreur survenue (appelée réponse d'exception).

Pour une réponse normale, l'esclave renvoie simplement le code de fonction d'origine. Pour une réponse d'exception, l'esclave renvoie un code équivalent au code de fonction d'origine avec son bit de plus fort poids réglé sur "1" logique. De plus, l'esclave place un code unique dans le champ de données du télégramme de réponse. Ce code indique au maître le type d'erreur survenue ou la raison de l'exception. Se reporter également au *chapitre 5.8.10 Codes de fonction pris en charge par le Modbus RTU* et au *chapitre 5.8.11 Codes d'exceptions Modbus*.

5.8.6 Champ de données

Le champ de données est construit en utilisant des ensembles de 2 chiffres hexadécimaux, dans la plage de 00 à FF au format hexadécimal. Ces chiffres sont composés d'un caractère RTU. Le champ de données des télégrammes envoyés par le maître à un dispositif esclave contient des informations complémentaires que l'esclave doit utiliser pour effectuer l'action conséquente.

Les informations peuvent inclure des éléments tels que :

- Adresses de registre ou de bobine
- Quantité d'éléments devant être gérés
- Compte des octets de données réelles dans le champ

5.8.7 Champ de contrôle CRC

Les télégrammes comportent un champ de contrôle d'erreur, fonctionnant sur la base d'une méthode de contrôle de redondance cyclique (CRC). Le champ CRC vérifie le contenu du télégramme entier. Il s'applique indépendamment de la méthode de contrôle de la parité utilisée pour chaque caractère du télégramme. Le dispositif de transmission calcule la valeur CRC, puis joint le CRC comme étant le dernier champ du télégramme. Le dispositif de réception recalcule un CRC lors de la réception du télégramme et compare la valeur calculée à la valeur réelle reçue dans le champ CRC. Si les 2 valeurs ne sont pas égales, une temporisation du temps du bus se produit. Le champ de contrôle d'erreur contient une valeur binaire de 16 bits mise en œuvre sous la forme de deux octets de 8 bits. Après la mise en œuvre, l'octet de poids faible du champ est joint en premier, suivi de l'octet de poids fort. L'octet de poids fort du CRC est le dernier octet envoyé dans le télégramme.

5.8.8 Adresse de registre des bobines

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

Numéro de bobine	Description	Sens du signal
1-16	Mot de contrôle du variateur de fréquence (voir le <i>Tableau 5.16</i>).	Maître vers esclave
17-32	Référence de vitesse ou de point de consigne du variateur Plage 0x0 - 0xFFFF (-200 %... ~200 %).	Maître vers esclave
33-48	Mot d'état du variateur de fréquence (voir le <i>Tableau 5.17</i>).	Esclave vers maître
49-64	Mode boucle ouverte : fréquence de sortie du variateur de fréquence. Mode boucle fermée : signal de retour du variateur de fréquence.	Esclave vers maître
65	Contrôle d'écriture du paramètre (maître vers esclave). 0 = les modifications de paramètres sont écrites dans la RAM du variateur.	Maître vers esclave
	1 = les modifications de paramètres sont écrites dans la RAM et l'EEPROM du variateur de fréquence.	
66-65536	Réservé.	-

Tableau 5.15 Registre des bobines

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

Tableau 5.16 Mot de contrôle du variateur de fréquence (profil FC)

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

Tableau 5.17 Mot d'état du variateur de fréquence (profil FC)

Adresse bus	Registre du bus ¹⁾	Registre PLC	Contenu	Accès	Description
0	1	40001	Réservé	-	Réservé aux variateurs de fréquence existants VLT® 5000 et VLT® 2800
1	2	40002	Réservé	-	Réservé aux variateurs de fréquence existants VLT® 5000 et VLT® 2800
2	3	40003	Réservé	-	Réservé aux variateurs de fréquence existants VLT® 5000 et VLT® 2800
3	4	40004	Libre	-	-
4	5	40005	Libre	-	-
5	6	40006	Communication Modbus	Lecture/écriture	TCP uniquement. Réservé au Modbus TCP (<i>paramètre 12-28 Stock.val.données</i> et <i>paramètre 12-29 Toujours stocker</i> - enregistrement dans l'EEPROM p. ex.)
6	7	40007	Dernier code de défaut	Lecture seule	Code d'erreur reçu de la base de données paramètre ; se reporter au WHAT 38295 pour plus de détails.
7	8	40008	Dernier registre d'erreur	Lecture seule	Adresse du registre avec lequel la dernière erreur est survenue. Se reporter à WHAT 38296 pour plus de détails.
8	9	40009	Pointeur d'index	Lecture/écriture	Sous-indice de paramètre disponible. Se reporter à WHAT 38297 pour plus de détails
9	10	40010	<i>Paramètre 0-01 Langue</i>	Accès dépendant du paramètre	<i>Paramètre 0-01 Langue</i> (registre Modbus = numéro de paramètre 10) Espace de 20 octets réservé par paramètre dans Map Modbus
19	20	40020	<i>Paramètre 0-02 Unité vit. mot.</i>	Accès dépendant du paramètre	<i>Paramètre 0-02 Unité vit. mot.</i> Espace de 20 octets réservé par paramètre dans Map Modbus
29	30	40030	<i>Paramètre 0-03 Réglages régionaux</i>	Accès dépendant du paramètre	<i>Paramètre 0-03 Réglages régionaux</i> Espace de 20 octets réservé par paramètre dans Map Modbus

Tableau 5.18 Adresse/registres

1) La valeur écrite dans le télégramme Modbus RTU doit être égale à 1 ou inférieure au numéro du registre. Exemple : lire le registre du Modbus 1 en écrivant la valeur 0 dans le télégramme.

5.8.9 Comment contrôler le variateur de fréquence

Ce chapitre décrit les codes pouvant être utilisés dans les champs de fonction et de données d'un télégramme du Modbus RTU.

5.8.10 Codes de fonction pris en charge par le Modbus RTU

Le Modbus RTU prend en charge l'utilisation des codes de fonction suivants dans le champ de fonction d'un télégramme :

Fonction	Code de fonction (hex)
Lecture bobines	1
Lecture registres de maintien	3
Écriture bobine unique	5
Écriture registre unique	6
Écriture bobines multiples	F
Écriture registres multiples	10
Obtention compteur événement comm.	B
Rapport ID esclave	11

Tableau 5.19 Codes de fonction

Fonction	Code de fonction	Code de sous-fonction	Sous-fonction
Diagnostics	8	1	Redémarrer communication
		2	Renvoyer registre de diagnostic
		10	Nettoyer compteurs et registre de diagnostic
		11	Renvoyer comptage message bus
		12	Renvoyer comptage erreur communication bus
		13	Renvoyer comptage erreurs esclave
		14	Renvoyer comptage message esclave

Tableau 5.20 Codes de fonction

5.8.11 Codes d'exceptions Modbus

Pour plus d'informations sur la structure d'une réponse d'exception, se reporter au *chapitre 5.8.5 Champ de fonction*.

Code	Nom	Signification
1	Fonction non autorisée	Le code de fonction reçu dans la requête ne correspond pas une action autorisée pour le serveur (ou esclave). Cela peut venir du fait que le code de fonction n'est applicable qu'à des dispositifs plus récents et n'a pas été implémenté dans l'unité sélectionnée. Cela peut également signifier que le serveur (ou esclave) est dans un état incorrect pour traiter une demande de ce type, par exemple parce qu'il n'est pas configuré pour renvoyer les valeurs du registre.
2	Adresse de données illégale	L'adresse de données reçue dans la requête n'est pas une adresse autorisée pour le serveur (ou esclave). Plus spécifiquement, la combinaison du numéro de référence et de la longueur du transfert n'est pas valide. Pour un contrôleur avec 100 registres, une requête avec offset de 96 et longueur de 4 réussites, une requête avec offset de 96 et longueur de 5 génère l'exception 02.

Code	Nom	Signification
3	Valeur de données illégale	Une valeur contenue dans le champ de données de la requête n'est pas autorisée pour le serveur (esclave). Cela signale une erreur dans la structure du reste d'une requête complexe, p. ex. la longueur impliquée est incorrecte. Cela NE signifie PAS qu'un élément de données envoyé pour stockage dans un registre présente une valeur en dehors de l'attente du programme d'application, puisque le protocole Modbus n'a pas connaissance de la signification d'une valeur particulière dans un registre particulier.
4	Échec du dispositif esclave	Une erreur irréparable s'est produite alors que le serveur (ou esclave) tentait d'effectuer l'action demandée.

Tableau 5.21 Codes d'exceptions Modbus

5.9 Comment accéder aux paramètres

5.9.1 Gestion des paramètres

Le PNU (numéro de paramètre) est traduit depuis l'adresse du registre contenue dans le télégramme lecture ou écriture Modbus. Le numéro du paramètre est traduit vers le Modbus en tant que *décimal* (10 x numéro de paramètre).

Exemples

Affichage *paramètre 3-12 Rattrap/ralentiss* (16 bits) : Le registre de maintien 3120 conserve la valeur des paramètres. Une valeur de 1352 (*décimale*) signifie que le paramètre est réglé sur 12,52 %.

Affichage du *paramètre 3-14 Réf.prédéf.relative* (32 bits) : les registres de maintien 3410 et 3411 conservent la valeur des paramètres. Une valeur de 11300 (*décimale*) signifie que le paramètre est réglé sur 1113,00 %.

Pour plus d'informations sur les paramètres, la taille et l'indice de conversion, consulter le *Guide de programmation du VLT® Midi Drive FC 280*.

5.9.2 Stockage des données

La bobine 65 décimal détermine si les données écrites sur le variateur de fréquence sont enregistrées dans l'EEPROM et dans la RAM (bobine 65 = 1) ou uniquement dans la RAM (bobine 65 = 0).

5.9.3 IND (Index)

Certains paramètres du variateur de fréquence sont des paramètres de tableau, par exemple le *paramètre 3-10 Réf.prédéfinie*. Comme le Modbus ne prend pas en charge les tableaux dans les registres de maintien, le variateur de fréquence a réservé le registre de maintien 9 comme pointeur vers le tableau. Avant de lire ou d'écrire dans un paramètre de tableau, régler le registre de maintien 9. Le réglage du registre de maintien sur la valeur 2 entraîne le placement de la lecture/écriture suivante dans les paramètres de tableau de l'indice 2.

5.9.4 Blocs de texte

On accède aux paramètres stockés sous forme de chaînes de texte comme on le fait pour les autres paramètres. La taille maximum d'un bloc de texte est de 20 caractères. Si une demande de lecture d'un paramètre contient plus de caractères que n'en contient le paramètre, la réponse est tronquée. Si la demande de lecture d'un paramètre contient moins de caractères que n'en contient le paramètre, la réponse comporte des espaces.

5.9.5 Facteur de conversion

Une valeur de paramètre ne peut être transmise que sous la forme d'un nombre entier. Utiliser un facteur de conversion pour transférer les décimales.

5.9.6 Valeurs de paramètre

Types de données standard

Les types de données standard sont int16, int32, uint8, uint16 et uint32. Ils sont stockés comme 4x registres (40001-4FFFF). Les paramètres sont lus à l'aide de la fonction 03 Hex Lecture registres de maintien. Ils sont écrits à l'aide de la fonction 6HEX Prédéfinir registre unique pour 1 registre (16 bits) et de la fonction 10HEX Prédéfinir registres multiples pour 2 registres (32 bits). Les tailles lisibles vont de 1 registre (16 bits) à 10 registres (20 caractères).

Types de données non standard

Les types de données non standard sont des chaînes de texte et sont stockés comme registres 4x (40001-4FFFF). Les paramètres sont lus à l'aide de la fonction 03HEX Lecture registres de maintien et sont écrits à l'aide de la fonction 10HEX Prédéfinir registres multiples. Les tailles lisibles vont de 1 registre (2 caractères) à 10 registres (20 caractères).

5.10 Exemples

Les exemples suivants illustrent divers ordres du Modbus RTU.

5.10.1 Lecture état bobines (01 HEX)

Description

Cette fonction lit l'état ON/OFF des sorties discrètes (bobines) du variateur de fréquence. La diffusion générale n'est jamais prise en charge pour les lectures.

Requête

Le télégramme de requête spécifie la bobine de démarrage et la quantité de bobines à lire. Les adresses des bobines partent de zéro, c.-à-d. que la bobine 33 est adressée comme étant la 32.

Exemple de requête de lecture des bobines 33-48 (mot d'état) depuis le dispositif esclave 01

Nom du champ	Exemple (HEX)
Adresse esclave	01 (adresse du variateur de fréquence)
Fonction	01 (lecture bobines)
Adresse démarrage niveau haut	00
Adresse démarrage niveau bas	20 (32 décimaux) Bobine 33
Nb de points niveau haut	00
Nb de points niveau bas	10 (16 décimaux)
Contrôle d'erreur (CRC)	-

Tableau 5.22 Requête

Réponse

Dans le télégramme de réponse, l'état des bobines est compressé sous forme d'une bobine par bit du champ de données. L'état est indiqué par : 1 = ON ; 0 = OFF. Le bit de plus faible poids du premier octet de données contient la bobine à qui s'adresse la requête. Les autres bobines se suivent vers le caractère de poids fort de cet octet et de poids faible à poids fort dans les octets suivants. Si la quantité de bobine renvoyée n'est pas un multiple de huit, les bits restants de l'octet de données final sont remplacés par des zéros (vers le caractère de poids fort de l'octet). Le champ de comptage des octets spécifie le nombre d'octets de données complets.

Nom du champ	Exemple (HEX)
Adresse esclave	01 (adresse du variateur de fréquence)
Fonction	01 (lecture bobines)
Comptage d'octets	02 (2 octets de données)
Données (bobines 40–33)	07
Données (bobines 48–41)	06 (STW = 0607hex)
Contrôle d'erreur (CRC)	–

Tableau 5.23 Réponse

AVIS!

Les bobines et registres sont adressés explicitement avec un décalage de -1 dans Modbus.

La bobine 33 est adressée comme bobine 32, par exemple.

5.10.2 Forcer/écrire bobine unique (05 HEX)

Description

Cette fonction force la bobine sur ON ou sur OFF. Lors d'une diffusion générale, la fonction force les mêmes références de bobines dans tous les esclaves liés.

Requête

Le télégramme de requête spécifique de forcer la bobine 65 (contrôle d'écriture de paramètre). Les adresses des bobines partent de zéro, c.-à-d. que la bobine 65 est adressée comme étant la 64. Forcer données = 00 00HEX (OFF) ou FF 00HEX (ON).

Nom du champ	Exemple (HEX)
Adresse esclave	01 (adresse du variateur de fréquence)
Fonction	05 (écriture bobine unique)
Adresse bobine niveau haut	00
Adresse bobine niveau bas	40 (64 au format décimal) Bobine 65
Forcer données niveau haut	FF
Forcer données niveau bas	00 (FF 00 = ON)
Contrôle d'erreur (CRC)	–

Tableau 5.24 Requête

Réponse

La réponse normale est un écho de la requête envoyé après que l'état de la bobine a été forcé.

Nom du champ	Exemple (HEX)
Adresse esclave	01
Fonction	05
Forcer données niveau haut	FF
Forcer données niveau bas	00
Quantité bobines niveau haut	00
Quantité bobines niveau bas	01
Contrôle d'erreur (CRC)	–

Tableau 5.25 Réponse

5.10.3 Forcer/écrire bobines multiples (0F HEX)

Description

Cette fonction force chaque bobine d'une séquence de bobine sur ON ou sur OFF. Lors d'une diffusion générale, la fonction force les mêmes références de bobines dans tous les esclaves liés.

Requête

Le télégramme de requête spécifique de forcer les bobines 17 à 32 (consigne de vitesse).

AVIS!

Les adresses des bobines partent de zéro, c.-à-d. que la bobine 17 est adressée comme étant la 16.

Nom du champ	Exemple (HEX)
Adresse esclave	01 (adresse du variateur de fréquence)
Fonction	0F (écriture bobines multiples)
Adresse bobine niveau haut	00
Adresse bobine niveau bas	10 (adresse bobine 17)
Quantité bobines niveau haut	00
Quantité bobines niveau bas	10 (16 bobines)
Comptage d'octets	02
Forcer données niveau haut (bobines 8–1)	20
Forcer données niveau bas (bobines 16–9)	00 (référence=2000 HEX)
Contrôle d'erreur (CRC)	–

Tableau 5.26 Requête

Réponse

La réponse normale renvoie l'adresse de l'esclave, le code de fonction, l'adresse de démarrage et la quantité de bobines forcées.

Nom du champ	Exemple (HEX)
Adresse esclave	01 (adresse du variateur de fréquence)
Fonction	0F (écriture bobines multiples)
Adresse bobine niveau haut	00
Adresse bobine niveau bas	10 (adresse bobine 17)
Quantité bobines niveau haut	00
Quantité bobines niveau bas	10 (16 bobines)
Contrôle d'erreur (CRC)	–

Tableau 5.27 Réponse

5.10.4 Lecture registres de maintien (03 HEX)

Description

Cette fonction lit le contenu des registres de maintien dans l'esclave.

Requête

Le télégramme de requête spécifie le registre de démarrage et la quantité de registres à lire. Les adresses des registres partent de zéro, c.-à-d. que les registres 1-4 sont adressés comme étant les registres 0-3.

Exemple : lecture du *paramètre 3-03 Réf. max.*, registre 03030.

Nom du champ	Exemple (HEX)
Adresse esclave	01
Fonction	03 (Lecture registres de maintien)
Adresse démarrage niveau haut	0B (adresse du registre 3029)
Adresse démarrage niveau bas	D5 (adresse du registre 3029)
Nb de points niveau haut	00
Nb de points niveau bas	02 - (le <i>paramètre 3-03 Réf. max.</i> comporte 32 bits, soit 2 registres)
Contrôle d'erreur (CRC)	-

Tableau 5.28 Requête

Réponse

Les données de registre du télégramme de réponse sont compressées en deux octets par registre, avec le contenu binaire justifié à droite dans chaque octet. Le premier octet de chaque registre contient les bits de poids fort et le second les bits de poids faible.

Exemple : Hex 000088B8 = 35,000 = 35 Hz.

Nom du champ	Exemple (HEX)
Adresse esclave	01
Fonction	03
Comptage d'octets	04
Données niveau haut (registre 3030)	00
Données niveau bas (registre 3030)	16
Données niveau haut (registre 3031)	E3
Données niveau bas (registre 3031)	60
Contrôle d'erreur (CRC)	-

Tableau 5.29 Réponse

5.10.5 Prédéfinir registre unique (06 HEX)

Description

Cette fonction prédéfini une valeur dans un registre de maintien unique.

Requête

Le télégramme de requête spécifie la référence du registre à prédéfinir. Les adresses des registres partent de zéro, c.-à-d. que le registre 1 est adressé comme 0.

Exemple : Écrire au *paramètre 1-00 Mode Config.*, registre 1000

Nom du champ	Exemple (HEX)
Adresse esclave	01
Fonction	06
Adresse registres niveau haut	03 (adresse du registre 999)
Adresse registres niveau bas	E7 (adresse du registre 999)
Prédéfinir données niveau haut	00
Prédéfinir données niveau bas	01
Contrôle d'erreur (CRC)	-

Tableau 5.30 Requête

Réponse

La réponse normale est un écho de la requête, renvoyé après que le contenu du registre a été accepté.

Nom du champ	Exemple (HEX)
Adresse esclave	01
Fonction	06
Adresse registres niveau haut	03
Adresse registres niveau bas	E7
Prédéfinir données niveau haut	00
Prédéfinir données niveau bas	01
Contrôle d'erreur (CRC)	-

Tableau 5.31 Réponse

5.10.6 Prédéfinir registres multiples (10 HEX)

Description

Cette fonction prédéfini des valeurs dans une séquence de registres de maintien.

Requête

Le télégramme de requête spécifie les références du registre à prédéfinir. Les adresses des registres partent de zéro, c.-à-d. que le registre 1 est adressé comme 0.

Exemple de requête pour prédéfinir deux registres (*paramètre 1-24 Courant moteur* = 738 (7,38 A)) :

Nom du champ	Exemple (HEX)
Adresse esclave	01
Fonction	10

Nom du champ	Exemple (HEX)
Adresse démarrage niveau haut	04
Adresse démarrage niveau bas	07
Nb de registres niveau haut	00
Nb de registres niveau bas	02
Comptage d'octets	04
Écriture données niveau haut (registre 4 : 1049)	00
Écriture données niveau bas (registre 4 : 1049)	00
Écriture données niveau haut (registre 4 : 1050)	02
Écriture données niveau bas (registre 4 : 1050)	E2
Contrôle d'erreur (CRC)	-

Tableau 5.32 Requête

Réponse

La réponse normale renvoie l'adresse de l'esclave, le code de fonction, l'adresse de démarrage et la quantité de registres prédéfinis.

Nom du champ	Exemple (HEX)
Adresse esclave	01
Fonction	10
Adresse démarrage niveau haut	04
Adresse démarrage niveau bas	19
Nb de registres niveau haut	00
Nb de registres niveau bas	02
Contrôle d'erreur (CRC)	-

Tableau 5.33 Réponse

5.11 Profil de contrôle FC Danfoss

5.11.1 Mot de contrôle selon le profil FC (par. 8-10 Protocole = profil FC)

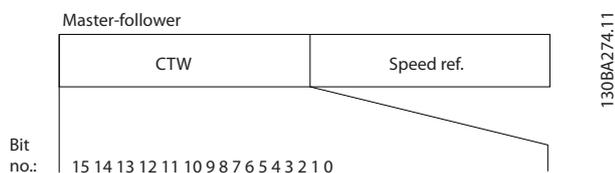


Illustration 5.13 Mot de contrôle selon le profil FC

Bit	Valeur de bit = 0	Valeur de bit = 1
00	Valeur de référence	Sélection externe lsb
01	Valeur de référence	Sélection externe msb
02	Freinage CC	Rampe
03	Roue libre	Pas de roue libre
04	Arrêt rapide	Rampe
05	Maintien fréquence de sortie	Utiliser rampe

Bit	Valeur de bit = 0	Valeur de bit = 1
06	Arrêt rampe	Démarrage
07	Pas de fonction	Reset
08	Pas de fonction	Jogging
09	Rampe 1	Rampe 2
10	Données non valides	Données valides
11	Relais 01 ouvert	Relais 01 actif
12	Relais 02 ouvert	Relais 02 actif
13	Configuration des paramètres	Sélection lsb
15	Pas de fonction	Inverse

Tableau 5.34 Mot de contrôle selon le profil FC

Signification des bits de contrôle

Bits 00/01

Utiliser les bits 00 et 01 pour choisir entre les quatre valeurs de référence préprogrammées au paramètre 3-10 Réf.prédéfinie selon le Tableau 5.35.

Valeur de référence programmée	Paramètre	Bit 01	Bit 00
1	Paramètre 3-10 Réf.prédéfinie [0]	0	0
2	Paramètre 3-10 Réf.prédéfinie [1]	0	1
3	Paramètre 3-10 Réf.prédéfinie [2]	1	0
4	Paramètre 3-10 Réf.prédéfinie [3]	1	1

Tableau 5.35 Bits de contrôle

AVIS!

Dans le paramètre 8-56 Sélect. réf. par défaut, définir la liaison entre les bits 00/01 et la fonction correspondante des entrées digitales.

Bit 02, Freinage CC

Bit 02 = 0 : entraîne le freinage CC et l'arrêt. Le courant de freinage et la durée sont définis aux paramètre 2-01 Courant frein CC et paramètre 2-02 Temps frein CC.

Bit 02 = 1 : mène à la rampe.

Bit 03, Roue libre

Bit 03 = 0 : le variateur de fréquence lâche immédiatement le moteur (les transistors de sortie s'éteignent) et il s'arrête en roue libre.

Bit 03 = 1 : le variateur de fréquence lance le moteur si les autres conditions de démarrage sont remplies.

Dans le paramètre 8-50 Sélect.roue libre, définir la liaison entre le bit 03 et la fonction correspondante de l'entrée digitale.

Bit 04, Arrêt rapide

Bit 04 = 0 : entraîne la vitesse du moteur à suivre la rampe de décélération rapide jusqu'à l'arrêt (réglé au paramètre 3-81 Temps rampe arrêt rapide).

Bit 05, Maintien fréquence de sortie

Bit 05 = 0 : la fréquence de sortie actuelle (en Hz) est gelée. Modifier la fréquence de sortie gelée uniquement à l'aide des entrées digitales programmées sur [21] *Accélération* et [22] *Décélération* (paramètre 5-10 *E.digit.born.18* à paramètre 5-13 *E.digit.born.29*).

AVIS!

Si la fonction Gel sortie est active, le variateur de fréquence ne peut s'arrêter qu'en procédant de l'une des manières suivantes :

- Bit 03 roue libre.
- Bit 02 freinage CC
- Entrée digitale réglée sur [5] *Frein NF-CC*, [2] *Lâchage* ou [3] *Roue libre NF* (paramètre 5-10 *E.digit.born.18* à paramètre 5-13 *E.digit.born.29*)

Bit 06, Arrêt/marche rampe

Bit 06 = 0 : entraîne l'arrêt, la vitesse du moteur suit la rampe de décélération jusqu'à l'arrêt via le paramètre de rampe de décélération sélectionné.

Bit 06 = 1 : permet au variateur de fréquence de lancer le moteur si les autres conditions de démarrage sont remplies.

Dans le paramètre 8-53 *Sélect.dém.*, définir la liaison entre le bit 06 Arrêt/marche et la fonction correspondante de l'entrée digitale.

Bit 07, Reset

Bit 07 = 0 : pas de reset.

Bit 07 = 1 : remet à zéro un état de défaut. Le reset est activé au début du signal, c'est-à-dire au passage de 0 logique à 1 logique.

Bit 08, Jogging

Bit 08 = 1 : le Paramètre 3-11 *Fréq.Jog. [Hz]* détermine la fréquence de sortie.

Bit 09, Choix de rampe 1/2

Bit 09 = 0 : la rampe 1 est active (paramètre 3-41 *Temps d'accél. rampe 1* à paramètre 3-42 *Temps décél. rampe 1*).

Bit 09 = 1 : la rampe 2 (paramètre 3-51 *Temps d'accél. rampe 2* à paramètre 3-52 *Temps décél. rampe 2*) est active.

Bit 10, Données non valides/valides

Indique au variateur de fréquence dans quelle mesure le mot de contrôle doit être utilisé ou ignoré.

Bit 10 = 0 : le mot de contrôle est ignoré.

Bit 10 = 1 : le mot de contrôle est utilisé. Cette fonction est pertinente car le télégramme contient toujours le mot de contrôle, indépendamment du type de télégramme. Désactiver le mot de contrôle s'il ne doit pas être utilisé pour mettre à jour ou lire des paramètres.

Bit 11, Relais 01

Bit 11 = 0 : le relais n'est pas activé.

Bit 11 = 1 : le relais 01 est activé si [36] *Mot contrôle bit 11* est sélectionné au paramètre 5-40 *Fonction relais*.

Bit 12, Relais 02

Bit 12 = 0 : le relais 02 n'est pas activé.

Bit 12 = 1 : le relais 02 est activé si [37] *Mot contrôle bit 12* est sélectionné au paramètre 5-40 *Fonction relais*.

Bit 13, Sélection de process

Utiliser le bit 13 pour choisir entre les deux process selon le Tableau 5.36.

Configuration	Bit 13
1	0
2	1

Tableau 5.36 Process de menu

Cette fonction n'est possible que lorsque [9] *Multi process* est sélectionné au paramètre 0-10 *Process actuel*.

Utiliser le paramètre 8-55 *Sélect.proc.* pour définir la liaison entre le bit 13 et la fonction correspondante des entrées digitales.

Bit 15 Inverse

Bit 15 = 0 : pas d'inversion.

Bit 15 = 1 : Inversion. Dans le réglage par défaut, l'inversion est réglée sur Entrée dig. au paramètre 8-54 *Sélect.Invers.*. Le bit 15 n'implique une inversion qu'à condition d'avoir sélectionné [2] *Digital et bus* ou [3] *Digital ou bus* pour la communication série.

5.11.2 Mot d'état selon le profil FC (STW)

Régler le paramètre 8-30 *Protocole* sur [0] *FC*.

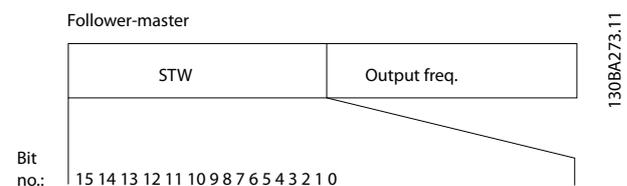


Illustration 5.14 Mot d'état

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Commande non prête	Commande prête
01	Variateur de fréquence non prêt	Variateur de fréquence prêt
02	Roue libre	Activé
03	Pas d'erreur	Arrêt
04	Pas d'erreur	Erreur (pas de déclenchement)
05	Réservé	-
06	Pas d'erreur	Alarme verrouillée
07	Absence d'avertissement	Avertissement

Bit	Bit = 0	Bit = 1
08	Vitesse ≠ référence	Vitesse = référence
09	Commande locale	Contrôle par bus
10	Hors limite fréquence	Limite de fréquence OK
11	Inactif	Fonctionne
12	Variateur de fréquence OK	Arrêté, démarrage automatique
13	Tension OK	Tension dépassée
14	Couple OK	Couple dépassé
15	Temporisation OK	Temporisation dépassée

Tableau 5.37 Mot d'état selon le profil FC

Explication des bits d'état

Bit 00, Commande non prête/prête

Bit 00 = 0 : le variateur de fréquence disjoncte.

Bit 00 = 1 : les commandes du variateur de fréquence sont prêtes mais le composant de puissance n'est pas forcément alimenté (en cas d'alimentation 24 V externe des commandes).

Bit 01, variateur de fréquence prêt

Bit 01 = 0 : le variateur de fréquence n'est pas prêt.

Bit 01 = 1 : le variateur de fréquence est prêt à fonctionner.

Bit 02, Arrêt roue libre

Bit 02 = 0 : le variateur de fréquence lâche le moteur.

Bit 02 = 1 : le variateur de fréquence démarre le moteur à l'aide d'un ordre de démarrage.

Bit 03, Pas d'erreur/alarme

Bit 03 = 0 : le variateur de fréquence n'est pas en état de panne.

Bit 03 = 1 : le variateur de fréquence disjoncte. Pour rétablir le fonctionnement, appuyer sur [Reset].

Bit 04, Pas d'erreur/erreur (pas de déclenchement)

Bit 04 = 0 : le variateur de fréquence n'est pas en état de panne.

Bit 04 = 1 : le variateur de fréquence indique une erreur mais ne disjoncte pas.

Bit 05, Inutilisé

Le bit 05 du mot d'état n'est pas utilisé.

Bit 06, Pas d'erreur/alarme verrouillée

Bit 06 = 0 : le variateur de fréquence n'est pas en état de panne.

Bit 06 = 1 : le variateur de fréquence a disjoncté et est verrouillé.

Bit 07, Absence d'avertissement/avertissement

Bit 07 = 0 : Il n'y a pas d'avertissements.

Bit 07 = 1 : un avertissement s'est produit.

Bit 08, référence/vitesse = référence

Bit 08 = 0 : le moteur tourne mais la vitesse actuelle est différente de la référence de vitesse réglée. Ceci peut par exemple être le cas au moment des accélérations et décélérations de rampe en cas d'arrêt/marche.

Bit 08 = 1 : la vitesse du moteur est égale à la référence de vitesse réglée.

Bit 09, Commande locale/contrôle par bus

Bit 09 = 0 : [Off/Reset] est activé sur l'unité de commande ou [2] Local est sélectionné au paramètre 3-13 Type référence. Il n'est pas possible de commander le variateur de fréquence via la communication série.

Bit 09 = 1 : il est possible de commander le variateur de fréquence via le bus de terrain/la communication série.

Bit 10, Hors limite fréquence

Bit 10 = 0 : la fréquence de sortie a atteint la valeur réglée au paramètre 4-12 Vitesse moteur limite basse [Hz] ou paramètre 4-14 Vitesse moteur limite haute [Hz].

Bit 10 = 1 : la fréquence de sortie figure dans les limites mentionnées.

Bit 11, Pas d'exploitation/exploitation

Bit 11 = 0 : le moteur ne fonctionne pas.

Bit 11 = 1 : Le variateur de fréquence a un signal de démarrage sans roue libre.

Bit 12, Variateur de fréquence OK/arrêté, démarrage automatique

Bit 12 = 0 : le variateur de fréquence n'est pas soumis à une surtempérature temporaire.

Bit 12 = 1 : le variateur de fréquence s'arrête à cause d'une surtempérature mais l'unité ne disjoncte pas et poursuit son fonctionnement dès que la surtempérature revient à la normale.

Bit 13, Tension OK/limite dépassée

Bit 13 = 0 : absence d'avertissement de tension.

Bit 13 = 1 : La tension CC dans le circuit intermédiaire du variateur de fréquence est trop basse ou trop élevée.

Bit 14, Couple OK/limite dépassée

Bit 14 = 0 : le courant du moteur est inférieur à la limite de couple sélectionnée au paramètre 4-18 Current Limit.

Bit 14 = 1 : la limite de courant définie au paramètre 4-18 Current Limit est dépassée.

Bit 15, Temporisation OK/limite dépassée

Bit 15 = 0 : les temporisations de protection thermique du moteur et de protection thermique n'ont pas dépassé 100 %.

Bit 15 = 1 : l'une des temporisations dépasse 100 %.

5.11.3 Valeur de référence de vitesse du bus

La vitesse de référence est transmise au variateur de fréquence par une valeur relative en %. La valeur est transmise sous forme d'un mot de 16 bits ; la valeur entière 16384 (4000 hexadécimal) correspond à 100 %. Les nombres négatifs sont exprimés en complément de 2. La fréquence de sortie réelle (MAV) est mise à l'échelle de la même façon que la référence du bus.

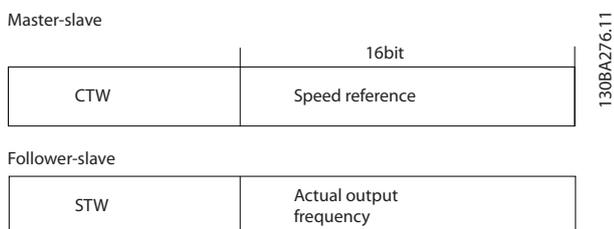


Illustration 5.15 Fréquence de sortie réelle (MAV)

La référence et la MAV sont toujours mises à l'échelle de la façon suivante :

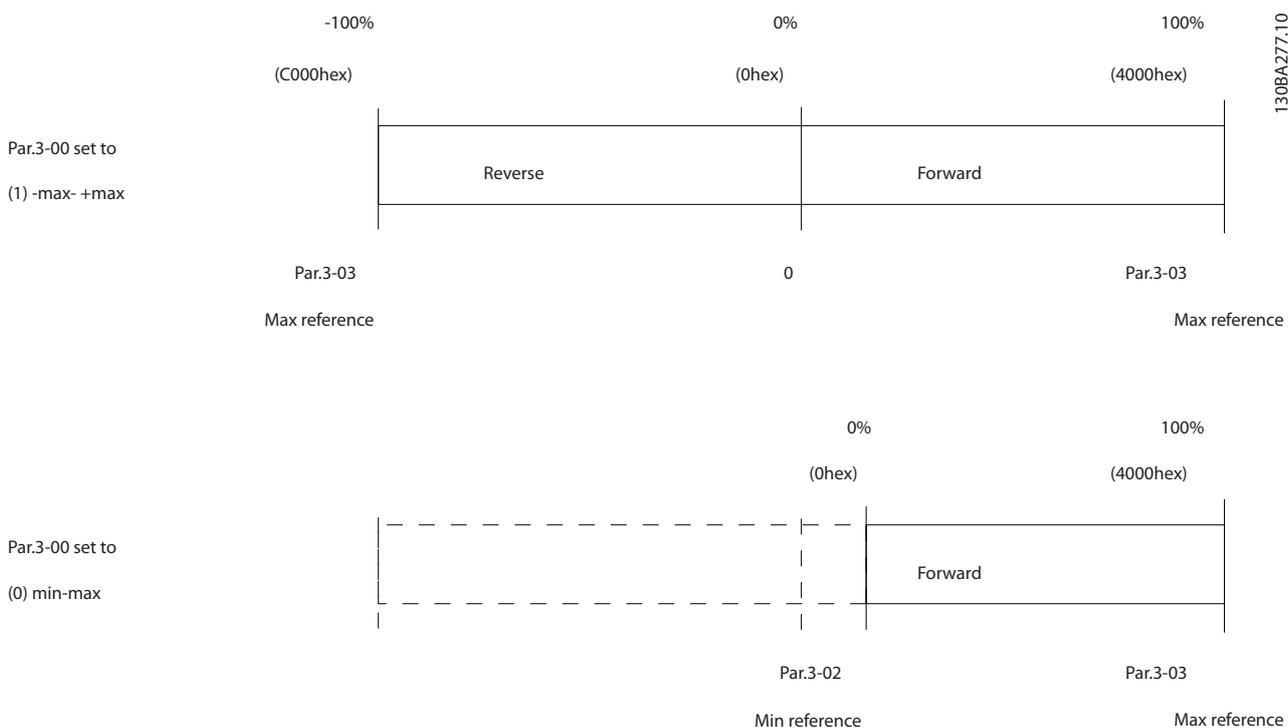


Illustration 5.16 Référence et MAV

6 Code de type et sélection

6.1 Références : options et accessoires

Options et accessoires	Référence
Sac d'accessoires FC 280, fiches	132B0350
Ventilateur 50 x 20 IP21 PWM	132B0351
Ventilateur 60 x 20 IP21 PWM	132B0352
Ventilateur 70 x 20 IP21 PWM	132B0353
Ventilateur 92 x 38 IP21 PWM	132B0371
Ventilateur 120 x 38 IP21 PWM	132B0372
Boîtier de protection borniers de taille K1	132B0354
Boîtier de protection borniers de taille K2	132B0355
Boîtier de protection borniers de taille K3	132B0356
Boîtier de protection borniers de taille K4	132B0357
Boîtier de protection borniers de taille K5	132B0358
VLT® Memory Module MCM 102	132B0359
VLT® Control Panel LCP 21 (numérique)	132B0254
VLT® Control Panel LCP 102 (graphique)	130B1107
Adaptateur LCP graphique	132B0281
VLT® Control Panel LCP, couvercle aveugle	132B0262
Kit de connexion à la terre du câble du bus, FC 280	132B0369
Kit de connexion, E/S d'alimentation, K1	132B0373
Kit de connexion, E/S d'alimentation, K2/K3	132B0374
Kit de connexion, E/S d'alimentation, K4/K5	132B0375
Carte de commande VLT® - Standard	132B0345
Carte de commande VLT® - CANopen	132B0346
Carte de commande VLT® - PROFIBUS	132B0347
Carte de commande VLT® - ProfiNet	132B0348
Carte de commande VLT® - Ethernet/IP	132B0349
Kit de conversion IP21/Type 1, K1	132B0335
Kit de conversion IP21/Type 1, K2	132B0336
Kit de conversion IP21/Type 1, K3	132B0337
Kit de conversion IP21/Type 1, K4	132B0338
Kit de conversion IP21/Type 1, K5	132B0339
Plaque d'adaptation, VLT® 2800 taille A	132B0363
Plaque d'adaptation, VLT® 2800 taille B	132B0364
Plaque d'adaptation, VLT® 2800 taille C	132B0365
Plaque d'adaptation, VLT® 2800 taille D	132B0366
VLT® 24 V DC supply MCB 106	132B0368
Kit de montage externe pour LCP comprenant câble de 3 m (10 pi)	132B0102
Kit de montage du LCP, sans LCP	130B1117

Tableau 6.1 Références des options et accessoires

6.2 Références : résistances de freinage

Danfoss propose une gamme complète de différentes résistances spécialement conçues pour nos variateurs de fréquence. Voir le *chapitre 2.9.4 Contrôle avec la fonction de freinage* pour le dimensionnement des résistances de freinage. Cette section regroupe les références des résistances de freinage.

6.2.1 Références : résistances de freinage 10 %

FC 280	P _m (HO)	R _{min}	R _{fr, nom}	R _{rec}	P _{fr, moy}	Référence	Période	Section de câble ¹⁾	Relais thermique	Couple de freinage max. avec résistance
T4	[kW (HP)]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW (HP)]	175Uxxxx	[s]	[mm ² (AWG)]	[A]	[%]
PK37	0,37 (0,5)	890	1041,98	989	0,030 (0,040)	3000	120	1,5 (16)	0,3	139
PK55	0,55 (0,75)	593	693,79	659	0,045 (0,060)	3001	120	1,5 (16)	0,4	131
PK75	0,75 (1,0)	434	508,78	483	0,061 (0,080)	3002	120	1,5 (16)	0,4	129
P1K1	1,1 (1,5)	288	338,05	321	0,092 (0,120)	3004	120	1,5 (16)	0,5	132
P1K5	1,5 (2,0)	208	244,41	232	0,128 (0,172)	3007	120	1,5 (16)	0,8	145
P2K2	2,2 (3,0)	139	163,95	155	0,190 (0,255)	3008	120	1,5 (16)	0,9	131
P3K0	3 (4,0)	100	118,86	112	0,262 (0,351)	3300	120	1,5 (16)	1,3	131
P4K0	4 (5,0)	74	87,93	83	0,354 (0,475)	3335	120	1,5 (16)	1,9	128
P5K5	5,5 (7,5)	54	63,33	60	0,492 (0,666)	3336	120	1,5 (16)	2,5	127
P7K5	7,5 (10)	38	46,05	43	0,677 (0,894)	3337	120	1,5 (16)	3,3	132
P11K	11 (15)	27	32,99	31	0,945 (1,267)	3338	120	1,5 (16)	5,2	130
P15K	15 (20)	19	24,02	22	1,297 (1,739)	3339	120	1,5 (16)	6,7	129
P18K	18,5 (25)	16	19,36	18	1,610 (2,158)	3340	120	1,5 (16)	8,3	132
P22K	22 (30)	16	18,00	17	1,923 (2,578)	3357	120	1,5 (16)	10,1	128

Tableau 6.2 FC 280 - secteur : 380-480 V (T4), cycle d'utilisation de 10 %

FC 280	P _m (HO)	R _{min}	R _{fr, nom}	R _{rec}	P _{fr, moy}	Référence	Période	Section de câble ¹⁾	Relais thermique	Couple de freinage max. avec résistance
T2	[kW (HP)]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW (HP)]	175Uxxxx	[s]	[mm ² (AWG)]	[A]	[%]
PK37	0,37 (0,5)	225	263,22	250	0,030 (0,040)	3006	120	1,5 (16)	0,6	140
PK55	0,55 (0,75)	151	176,90	168	0,045 (0,060)	3011	120	1,5 (16)	0,7	142
PK75	0,75 (1,0)	110	129,92	123	0,062 (0,083)	3016	120	1,5 (16)	0,8	143
P1K1	1,1 (1,5)	73	86,77	82	0,092 (0,120)	3021	120	1,5 (16)	0,9	139
P1K5	1,5 (2,0)	53	62,70	59	0,128 (0,172)	3026	120	1,5 (16)	1,6	143
P2K2	2,2 (3,0)	35	42,06	39	0,190 (0,255)	3031	120	1,5 (16)	1,9	140
P3K7	3,7 (5,0)	20	24,47	23	0,327 (0,439)	3326	120	1,5 (16)	3,5	145

Tableau 6.3 FC 280 - secteur : 200-240 V (T2), cycle d'utilisation de 10 %

1) L'ensemble du câblage doit être conforme aux réglementations nationales et locales en matière de sections de câble et de température ambiante.

6.2.2 Références : résistances de freinage 40 %

FC 280	P _m (H0)	R _{min}	R _{fr, nom}	R _{rec}	P _{fr, moy}	Référence	Période	Section de câble ¹⁾	Relais thermique	Couple de freinage max. avec résistance
T4	[kW (HP)]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW (HP)]	175Uxxxx	[s]	[mm ²]	[A]	[%]
PK37	0,37 (0,5)	890	1041,98	989	0,127 (0,170)	3101	120	1,5 (16)	0,4	139
PK55	0,55 (0,75)	593	693,79	659	0,191 (0,256)	3308	120	1,5 (16)	0,5	131
PK75	0,75 (1,0)	434	508,78	483	0,260 (0,349)	3309	120	1,5 (16)	0,7	129
P1K1	1,1 (1,5)	288	338,05	321	0,391 (0,524)	3310	120	1,5 (16)	1	132
P1K5	1,5 (2,0)	208	244,41	232	0,541 (0,725)	3311	120	1,5 (16)	1,4	145
P2K2	2,2 (3,0)	139	163,95	155	0,807 (1,082)	3312	120	1,5 (16)	2,1	131
P3K0	3 (4,0)	100	118,86	112	1,113 (1,491)	3313	120	1,5 (16)	2,7	131
P4K0	4 (5,0)	74	87,93	83	1,504 (2,016)	3314	120	1,5 (16)	3,7	128
P5K5	5,5 (7,5)	54	63,33	60	2,088 (2,799)	3315	120	1,5 (16)	5	127
P7K5	7,5 (10)	38	46,05	43	2,872 (3,850)	3316	120	1,5 (16)	7,1	132
P11K	11 (15)	27	32,99	31	4,226 (5,665)	3236	120	2,5 (14)	11,5	130
P15K	15 (20)	19	24,02	22	5,804 (7,780)	3237	120	2,5 (14)	14,7	129
P18K	18,5 (25)	16	19,36	18	7,201 (9,653)	3238	120	4 (12)	19	132
P22K	22 (30)	16	18,00	17	8,604 (11,534)	3203	120	4 (12)	23	128

Tableau 6.4 FC 280 - secteur : 380-480 V (T4), cycle d'utilisation de 40 %

FC 280	P _m (HO)	R _{min}	R _{fr, nom}	R _{rec}	P _{fr, moy}	Référence	Période	Section de câble ¹⁾	Relais thermique	Couple de freinage max. avec résistance
T2	[kW (HP)]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW (HP)]	175Uxxxx	[s]	[mm ² (AWG)]	[A]	[%]
PK37	0,37 (0,5)	225	263,22	250	0,129 (0,173)	3096	120	1,5 (16)	0,8	140
PK55	0,55 (0,75)	151	176,90	168	0,192 (0,257)	3008	120	1,5 (16)	0,9	142
PK75	0,75 (1,0)	110	129,92	123	0,261 (0,350)	3300	120	1,5 (16)	1,3	143
P1K1	1,1 (1,5)	73	86,77	82	0,391 (0,524)	3301	120	1,5 (16)	2	139
P1K5	1,5 (2,0)	53	62,70	59	0,541 (0,725)	3302	120	1,5 (16)	2,7	143
P2K2	2,2 (3,0)	35	42,06	39	0,807 (1,082)	3303	120	1,5 (16)	4,2	140
P3K7	3,7 (5,0)	20	24,47	23	1,386 (1,859)	3305	120	1,5 (16)	6,8	145

Tableau 6.5 FC 280 - secteur : 200-240 V (T2), cycle d'utilisation de 40 %

1) L'ensemble du câblage doit être conforme aux réglementations nationales et locales en matière de sections de câble et de température ambiante.

7 Spécifications

7.1 Données électriques

Variateur de fréquence	PK37	PK55	PK75	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0
Sortie d'arbre typique [kW (HP)]	0,37 (0,5)	0,55 (0,74)	0,75 (1,0)	1,1 (1,5)	1,5 (2,0)	2,2 (3,0)	3,0 (4,0)
Protection nominale IP20	K1	K1	K1	K1	K1	K1	K2
Courant de sortie							
Sortie d'arbre [kW]	0,37	0,55	0,75	1,1	1,5	2,2	3
Continu (3 x 380-440 V) [A]	1,2	1,7	2,2	3	3,7	5,3	7,2
Continu (3 x 441-480 V) [A]	1,1	1,6	2,1	2,8	3,4	4,8	6,3
Intermittent (surcharge 60 s) [A]	1,9	2,7	3,5	4,8	5,9	8,5	11,5
kVA continu (400 V CA) [kVA]	0,9	1,2	1,5	2,1	2,6	3,7	5,0
kVA continu (480 V CA) [kVA]	0,9	1,3	1,7	2,5	2,8	4,0	5,2
Courant d'entrée maximal							
Continu (3 x 380-440 V) [A]	1,2	1,6	2,1	2,6	3,5	4,7	6,3
Continu (3 x 441-480 V) [A]	1,0	1,2	1,8	2,0	2,9	3,9	4,3
Intermittent (surcharge 60 s) [A]	1,9	2,6	3,4	4,2	5,6	7,5	10,1
Autres spécifications							
Section max. de câble (secteur, moteur, frein et répartition de la charge) [mm ² (AWG)]	4 (12)						
Perte de puissance estimée à charge nominale max. [W] ¹⁾	20,9	25,2	30	40	52,9	74	94,8
Poids, protection nominale IP20 [kg (lb)]	2,3 (5,1)	2,3 (5,1)	2,3 (5,1)	2,3 (5,1)	2,3 (5,1)	2,5 (5,5)	3,6 (7,9)
Rendement [%] ²⁾	96,0	96,6	96,8	97,2	97,0	97,5	98,0

Tableau 7.1 Alimentation secteur 3 x 380-480 V CA

Variateur de fréquence	P4K0	P5K5	P7K5	P11K	P15K	P18K	P22K
Sortie d'arbre typique [kW (HP)]	4 (5,4)	5,5 (7,4)	7,5 (10)	11 (15)	15 (20)	18,5 (25)	22 (30)
Protection nominale IP20	K2	K2	K3	K4	K4	K5	K5
Courant de sortie							
Sortie d'arbre	4	5,5	7,5	11	15	18,5	22
Continu (3 x 380-440 V) [A]	9	12	15,5	23	31	37	42,5
Continu (3 x 441-480 V) [A]	8,2	11	14	21	27	34	40
Intermittent (surcharge 60 s) [A]	14,4	19,2	24,8	34,5	46,5	55,5	63,8
kVA continu (400 V CA) [kVA]	6,2	8,3	10,7	15,9	21,5	25,6	29,5
kVA continu (480 V CA) [kVA]	6,8	9,1	11,6	17,5	22,4	28,3	33,3
Courant d'entrée maximal							
Continu (3 x 380-440 V) [A]	8,3	11,2	15,1	22,1	29,9	35,2	41,5
Continu (3 x 441-480 V) [A]	6,8	9,4	12,6	18,4	24,7	29,3	34,6
Intermittent (surcharge 60 s) [A]	13,3	17,9	24,2	33,2	44,9	52,8	62,3
Autres spécifications							
Section max. de câble (secteur, moteur, frein et répartition de la charge) [mm ² (AWG)]	4 (12)			16 (6)			
Perte de puissance estimée à charge nominale max. [W] ¹⁾	115,5	157,5	192,8	289,5	393,4	402,8	467,5
Poids, protection nominale IP20 [kg (lb)]	3,6 (7,9)	3,6 (7,9)	4,1 (9,0)	9,4 (20,7)	9,5 (20,9)	12,3 (27,1)	12,5 (27,6)
Rendement [%] ²⁾	98,0	97,8	97,7	98,0	98,1	98,0	98,0

Tableau 7.2 Alimentation secteur 3 x 380-480 V CA

Variateur de fréquence	PK37	PK55	PK75	P1K1	P1K5	P2K2	P3K7
Sortie d'arbre typique [kW (HP)]	0,37 (0,5)	0,55 (0,74)	0,75 (1,0)	1,1 (1,5)	1,5 (2,0)	2,2 (3,0)	3,7 (5,0)
Protection nominale IP20	K1	K1	K1	K1	K1	K2	K3
Courant de sortie							
Continu (3 x 200-240 V) [A]	2,2	3,2	4,2	6	6,8	9,6	15,2
Intermittent (surcharge 60 s) [A]	3,5	5,1	6,7	9,6	10,9	15,4	24,3
kVA continu (230 V CA) [kVA]	0,9	1,3	1,7	2,4	2,7	3,8	6,1
Courant d'entrée maximal							
Continu (3 x 200-240 V) [A]	1,8	2,7	3,4	4,7	6,3	8,8	14,3
Intermittent (surcharge 60 s) [A]	2,9	4,3	5,4	7,5	10,1	14,1	22,9
Autres spécifications							
Section max. de câble (secteur, moteur, frein et répartition de la charge) [mm ² (AWG)]	4 (12)						
Perte de puissance estimée à charge nominale max. [W] ¹⁾	29,4	38,5	51,1	60,7	76,1	96,1	147,5
Poids, protection nominale IP20 [kg] (lb)	2,3 (5,1)	2,3 (5,1)	2,3 (5,1)	2,3 (5,1)	2,3 (5,1)	2,5 (5,5)	3,6 (7,9)
Rendement [%] ²⁾	96,4	96,6	96,3	96,6	96,5	96,7	96,7

Tableau 7.3 Alimentation secteur 3 x 200-240 V CA

Variateur de fréquence	PK37	PK55	PK75	P1K1	P1K5	P2K2
Sortie d'arbre typique [kW (HP)]	0,37 (0,5)	0,55 (0,74)	0,75 (1,0)	1,1 (1,5)	1,5 (2,0)	2,2 (3,0)
Protection nominale IP20	K1	K1	K1	K1	K1	K2
Courant de sortie						
Continu (1x200-240 V) [A]	2,2	3,2	4,2	6	6,8	9,6
Intermittent (surcharge 60 s) [A]	3,5	5,1	6,7	9,6	10,9	15,4
kVA continu (230 V CA) [kVA]	0,9	1,3	1,7	2,4	2,7	3,8
Courant d'entrée maximal						
Continu (1x200-240 V) [A]	2,9	4,4	5,5	7,7	10,4	14,4
Intermittent (surcharge 60 s) [A]	4,6	7,0	8,8	12,3	16,6	23,0
Autres spécifications						
Section max. de câble (secteur, moteur, frein et répartition de la charge) [mm ² (AWG)]	4 (12)					
Perte de puissance estimée à charge nominale max. [W] ¹⁾	37,7	46,2	56,2	76,8	97,5	121,6
Poids, protection nominale IP20 [kg] (lb)	2,3 (5,1)	2,3 (5,1)	2,3 (5,1)	2,3 (5,1)	2,3 (5,1)	2,5 (5,5)
Rendement [%] ²⁾	94,4	95,1	95,1	95,3	95,0	95,4

Tableau 7.4 Alimentation secteur 1 x 200-240 V CA

1) La perte de puissance typique, mesurée dans des conditions de charge nominales, est de $\pm 15\%$ (la tolérance est liée à la variété des conditions de tension et de câblage).

Les valeurs s'appuient sur le rendement typique d'un moteur (limite IE2/IE3). Les moteurs de moindre rendement renforcent la perte de puissance du variateur de fréquence, tandis que les moteurs à fort rendement la réduisent.

S'applique au dimensionnement du refroidissement de variateur de fréquence. Si la fréquence de commutation est supérieure au réglage par défaut, les pertes de puissance peuvent augmenter. Les puissances consommées par le LCP et la carte de commande sont incluses. D'autres options et la charge client peuvent accroître les pertes de 30 W max. (bien que généralement on compte seulement 4 W supplémentaires pour une carte de commande ou un bus de terrain à pleine charge).

Pour les données des pertes de puissance selon la norme EN 50598-2, consulter www.danfoss.com/vltenergyefficiency.

2) Mesuré avec des câbles moteur blindés de 50 m (164 pi) à la charge et à la fréquence nominales. Pour la classe d'efficacité énergétique, voir le chapitre 7.4 Conditions ambiantes.. Pour les pertes de charge partielles, voir www.danfoss.com/vltenergyefficiency.

7.2 Alimentation secteur

Mains supply (L1/N, L2/L, L3)

Supply terminals	(L1/N, L2/L, L3)
Supply voltage	380–480 V: -15% (-25%) ¹⁾ to +10%
Supply voltage	200–240 V: -15% (-25%) ¹⁾ to +10%

1) The frequency converter can run at -25% input voltage with reduced performance. The maximum output power of the frequency converter is 75% if input voltage is -25%, and 85% if input voltage is -15%.
Full torque cannot be expected at mains voltage lower than 10% below the lowest rated supply voltage of the frequency converter.

Supply frequency	50/60 Hz ±5%
Maximum imbalance temporary between mains phases	3.0% of rated supply voltage
True power factor (λ)	≥0.9 nominal at rated load
Displacement power factor ($\cos \phi$)	Near unity (>0.98)
Switching on input supply (L1/N, L2/L, L3) (power-ups) ≤7.5 kW (10 hp)	Maximum 2 times/minute
Switching on input supply (L1/N, L2/L, L3) (power-ups) 11–22 kW (15–30 hp)	Maximum 1 time/minute

7

7.3 Puissance et données du moteur

Puissance du moteur (U, V, W)

Tension de sortie	0-100 % de la tension d'alimentation
Fréquence de sortie	0-500 Hz
Fréquence de sortie en mode VVC ⁺	0–200 Hz
Commutation sur la sortie	Illimitée
Temps de rampe	0,01–3600 s

Caractéristiques de couple

Couple de démarrage (couple constant)	Maximum 160 % pendant 60 s ¹⁾
Surcouple (couple constant)	Maximum 160 % pendant 60 s ¹⁾
Courant de démarrage	Maximum 200 % pendant 1 s
Temps de montée du couple en mode VVC ⁺ (indépendant de f_{sw})	50 ms maximum

1) *Le pourcentage se réfère au couple nominal.

7.4 Conditions ambiantes

Conditions ambiantes

Classe IP	IP20
Essai de vibration, toute taille de boîtier	1,14 g
Humidité relative	5-95 % (CEI 721-3-3 ; classe 3K3 (non condensante) pendant le fonctionnement)
Température ambiante (en mode de commutation DPWM)	
- avec déclassement	Maximum 55 °C (131 °F) ¹⁾²⁾³⁾
- à courant de sortie constant max.	Maximum 45 °C (113 °F) ⁴⁾
Température ambiante min. en pleine exploitation	0 °C (32 °F)
Température ambiante min. en exploitation réduite	-10 °C (14 °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	1000 m (3280 pi)
Altitude max. au-dessus du niveau de la mer avec déclassement	3000 m (9243 pi)
Normes CEM, Émission	EN 61800-3, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12, EN 61000-6-3/4, EN 55011, CEI 61800-3
Normes CEM, Immunité	EN 61800-3, EN 61000-6-1/2, EN 61000-4-2, EN 61000-4-3
Normes CEM, Immunité	EN 61000-4-4, EN 61000-4-5, EN 61000-4-6, EN 61326-3-1
Classe d'efficacité énergétique ⁵⁾	IE2

1) Se reporter au chapitre 7.12 Exigences particulières pour :

- Déclassement pour température ambiante élevée
- Déclassement à haute altitude

2) Sur les variantes PROFIBUS, PROFINET et EtherNet/IP du VLT[®] Midi Drive FC 280, pour éviter toute surchauffe de la carte de puissance, éviter une pleine charge E/S digitale/analogique à une température ambiante supérieure à 45 °C (113 °F).

3) La température ambiante pour K1S2 sans déclassement est au maximum de 50 °C (122 °F).

4) La température ambiante pour K1S2 à courant de sortie constant maximal est au maximum de 40 °C (104 °F).

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

- Charge nominale
- 90 % de la fréquence nominale
- Fréquence de commutation réglée en usine
- Type de modulation réglé en usine
- Type ouvert : température de l'air environnant 45 °C (113 °F).
- Type 1 (kit NEMA) : température ambiante 45 °C (113 °F).

7.5 Spécifications du câble

Longueurs et sections de câble¹⁾

Longueur de câble max., blindé	50 m (164 pi)
Longueur de câble max., non blindé	75 m (246 pi)
Section max. des bornes de commande, fil souple/rigide	2,5 mm ² /14 AWG
Section minimale des bornes de commande	0,55 mm ² /30 AWG
Longueur max. du câble d'entrée STO, non blindé	20 m (66 pi)

1) Pour les câbles de puissance, voir le Tableau 7.1, Tableau 7.2, Tableau 7.3 et le Tableau 7.4.

7.6 Entrée/sortie de commande et données de commande

Entrées digitales

N° de borne	18, 19, 27 ¹⁾ , 29, 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 DC
Plage de fréquence d'impulsion	4-32 kHz
(Cycle d'utilisation) durée de l'impulsion min.	4,5 ms
Résistance d'entrée, R _i	Environ 4 kΩ

1) La borne 27 peut aussi être programmée comme sortie.

Entrées STO

N° de borne	37, 38
Niveau de tension	0-30 V CC
Niveau de tension, bas	< 1,8 V CC
Niveau de tension, haut	> 20 V CC
Tension maximale sur l'entrée	30 V CC
Courant d'entrée minimum (chaque broche)	6 mA

Entrées analogiques

Nombre d'entrées analogiques	2
N° de borne	53 ¹⁾ , 54
Modes	Tension ou courant
Sélection du mode	Logiciel

Niveau de tension	0–10 V
Résistance d'entrée, R_i	Environ 10 k Ω
Tension maximale	-15 V à +20 V
Niveau de courant	0/4 à 20 mA (échelonné)
Résistance d'entrée, R_i	Environ 200 Ω
Courant maximal	30 mA
Résolution des entrées analogiques	11 bits
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.

1) La borne 53 prend en charge uniquement le mode tension et peut également servir d'entrée digitale.

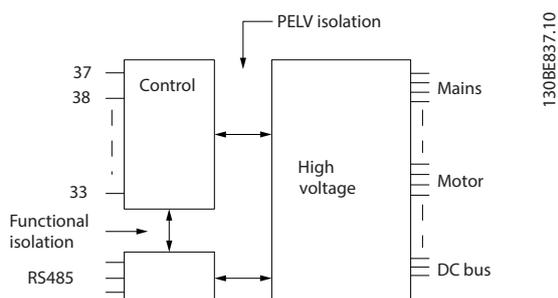


Illustration 7.1 Isolation galvanique

AVIS!

HAUTE ALTITUDE

Pour une installation à des altitudes supérieures à 2000 m (6562 pi), contacter Danfoss pour la norme PELV.

Pulse inputs

Programmable pulse inputs	2
Terminal number pulse	29, 33
Maximum frequency at terminal 29, 33	32 kHz (push-pull driven)
Maximum frequency at terminal 29, 33	5 kHz (open collector)
Minimum frequency at terminal 29, 33	4 Hz
Voltage level	See the section on digital input
Maximum voltage on input	28 V DC
Input resistance, R_i	Approximately 4 k Ω
Pulse input accuracy	Maximum error: 0.1% of full scale

Sorties digitales

Sorties digitales/impulsions programmables	1
N° de borne	27 ¹⁾
Niveau de tension à la sortie digitale/impulsion	0–24 V
Courant de sortie max. (récepteur ou source)	40 mA
Charge max. à la sortie en fréquence	1 k Ω
Charge capacitive max. à la sortie en fréquence	10 nF
Fréquence de sortie min. à la sortie en fréquence	4 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 de la sortie en fréquence	10 bits

1) La borne 27 peut également être programmée comme entrée.

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

Sorties analogiques

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	10 bits

La sortie analogique 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	100 mA

L'alimentation 24 V CC est isolée galvaniquement de la tension d'alimentation (PELV). L'alimentation a toutefois le même potentiel que les entrées et sorties analogiques et numériques.

Carte de commande, sortie +10 V CC

N° de borne	50
Tension de sortie	10,5 V ±0,5 V
Charge maximale	15 mA

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

Carte de commande, communication série RS485

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

Le circuit de communication série RS485 est isolé galvaniquement de la tension d'alimentation (PELV).

Carte de commande, communication série USB

Norme USB	1.1 (Pleine vitesse)
Fiche USB	Fiche USB de type B

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

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

La mise à la terre USB n'est pas isolée galvaniquement de la terre de protection. Utiliser uniquement un ordinateur portable isolé en tant que connexion PC au connecteur USB sur le variateur de fréquence.

Sorties relais

Sorties relais programmables	1
Relais 01	01–03 (NF), 01–02 (NO)
Charge maximale sur les bornes (CA-1) ¹⁾ sur 01-02 (NO) (charge résistive)	250 V CA, 3 A
Charge maximale sur les bornes (CA-15) ¹⁾ sur 01-02 (NO) (charge inductive à cosφ 0,4)	250 V CA, 0,2 A
Charge maximale sur les bornes (CC-1) ¹⁾ sur 01-02 (NO) (charge résistive)	30 V CC, 2 A
Charge maximale sur les bornes (CC-13) ¹⁾ sur 01-02 (NO) (charge inductive)	24 V CC, 0,1 A
Charge maximale sur les bornes (CA-1) ¹⁾ sur 01-03 (NF) (charge résistive)	250 V CA, 3 A
Charge maximale sur les bornes (CA-15) ¹⁾ sur 01-03 (NF) (charge inductive à cosφ 0,4)	250 V CA, 0,2 A
Charge maximale sur les bornes (CC-1) ¹⁾ sur 01-03 (NF) (charge résistive)	30 V CC, 2 A
Charge minimale sur les bornes sur 01-03 (NF), 01-02 (NO)	24 V CC 10 mA, 24 V CA 20 mA

1) CEI 60947 parties 4 et 5.

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

Performance de la carte de commande

Intervalle de balayage	1 ms
------------------------	------

Caractéristiques de contrôle

Résolution de fréquence de sortie à 0-500 Hz	±0,003 Hz
Temps de réponse système (bornes 18, 19, 27, 29, 32 et 33)	≤ 2 ms
Plage de commande de vitesse (boucle ouverte)	1:100 de la vitesse synchrone

Précision de vitesse (boucle ouverte)	±0,5 % de la vitesse nominale
Vitesse, précision (boucle fermée)	±0,1 % de la vitesse nominale

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

7.7 Couples de serrage des raccords

Lors du serrage des connexions électriques, il est important de serrer avec le bon couple. Des couples trop faibles ou trop élevés peuvent provoquer des problèmes de raccordement électrique. Utiliser une clé dynamométrique pour garantir un couple correct. Il est recommandé d'utiliser un tournevis plat de type SZS 0,6 x 3,5 mm.

Type de boîtier	Puissance [kW (HP)]	Couple [Nm (po-lb)]					
		Secteur	Moteur	Raccordement CC	Frein	Terre	Contrôle/relais
K1	0,37–2,2 (0,5–3,0)	0,8 (7,1)	0,8 (7,1)	0,8 (7,1)	0,8 (7,1)	1,6 (14,2)	0,5 (4,4)
K2	3,0–5,5 (4,0–7,5)	0,8 (7,1)	0,8 (7,1)	0,8 (7,1)	0,8 (7,1)	1,6 (14,2)	0,5 (4,4)
K3	7,5 (10)	0,8 (7,1)	0,8 (7,1)	0,8 (7,1)	0,8 (7,1)	1,6 (14,2)	0,5 (4,4)
K4	11–15 (15–20)	1,2 (10,6)	1,2 (10,6)	1,2 (10,6)	1,2 (10,6)	1,6 (14,2)	0,5 (4,4)
K5	18,5–22 (25–30)	1,2 (10,6)	1,2 (10,6)	1,2 (10,6)	1,2 (10,6)	1,6 (14,2)	0,5 (4,4)

Tableau 7.5 Couples de serrage

7.8 Fusibles et disjoncteurs

Utiliser des fusibles et/ou des disjoncteurs du côté de l'alimentation comme protection du personnel d'entretien et de l'équipement en cas de panne d'un composant interne au variateur de fréquence (première panne).

Protection du circuit de dérivation

Protéger tous les circuits de dérivation d'une installation (notamment appareillage de connexion et machines) contre les courts-circuits et les surcourants, conformément aux règlements nationaux et internationaux.

AVIS!

La protection intégrale contre les courts-circuits par semi-conducteurs n'assure pas la protection du circuit de dérivation. Prévoir une protection du circuit de dérivation conformément aux réglementations nationales et locales.

Le *Tableau 7.6* présente les fusibles recommandés et les disjoncteurs qui ont été testés.

ATTENTION

RISQUE DE BLESSURES ET DE DOMMAGES À L'ÉQUIPEMENT

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

- Choisir les fusibles en fonction des recommandations. Les dommages éventuels peuvent être limités à l'intérieur du variateur de fréquence.

AVIS!

DOMMAGES MATÉRIELS

L'utilisation de fusibles et/ou de disjoncteurs est obligatoire afin d'assurer la conformité avec les normes CEI 60364 pour CE. Le non-respect des recommandations relatives à la protection peut endommager le variateur de fréquence.

Danfoss recommande d'utiliser les fusibles et les disjoncteurs mentionnés dans le *Tableau 7.6* pour garantir la conformité à UL ou à la norme CEI 61800-5-1. Pour les applications non conformes à UL, prévoir des disjoncteurs conçus pour protéger un circuit capable de fournir un maximum de 50000 A_{rms} (symétriques), 400 V. Avec des fusibles de classe T, le courant nominal de court-circuit du variateur de fréquence (SCCR) convient à un circuit capable de fournir un maximum de 100000 A_{rms} , 480 V.

Taille de boîtier	Puissance [kW (HP)]	Fusible non conforme à UL	Disjoncteur non conforme à UL	Fusible UL
K1	0,37 (0,5)	gG-10	PKZM0-16	JJS-3
	0,55–0,75 (0,74–1,0)			JJS-6
	1,1–1,5 (1,48–2,0)	gG-20		JJS-10
	2,2 (3,0)			JJS-15
K2	3,0–5,5 (4,0–7,5)	gG-25	PKZM0-20	JJS-25
K3	7,5 (10)	gG-25	PKZM0-25	JJS-25
K4	11–15 (15–20)	gG-50	–	JJS-50
K5	18,5–22 (25–30)	gG-80	–	JJS-80

Tableau 7.6 Fusible et disjoncteur, 380-480 V

7.9 Rendement

Rendement du variateur de fréquence (η_{VLT})

La charge du variateur de fréquence a peu d'influence sur son rendement. En général, le rendement résultant de la fréquence nominale du moteur $f_{M,N}$ est identique. Cette règle s'applique également que le moteur développe 100 % du couple nominal de l'arbre ou uniquement 75 %, par exemple en cas de charges partielles.

Cela signifie aussi que le rendement du variateur de fréquence n'est pas modifié en choisissant différentes caractéristiques tension/fréquence.

Ces dernières affectent cependant le rendement du moteur.

Le rendement baisse un peu lorsque la fréquence de commutation est réglée sur une valeur supérieure à la valeur par défaut. Le rendement baisse également un peu en présence d'une tension secteur de 480 V ou d'un câble moteur dont la longueur dépasse 30 m (98,4 pi).

Calcul du rendement du variateur de fréquence

Calculer le rendement du variateur de fréquence à différentes charges selon l'illustration 7.2. Multiplier le facteur à l'illustration 7.2 par le facteur de rendement spécifique répertorié dans les tableaux de spécifications du chapitre 7.1 Données électriques :

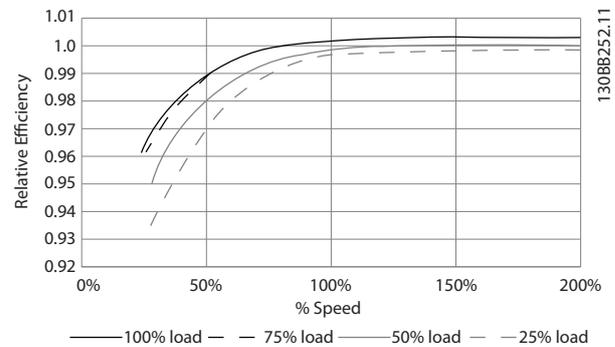


Illustration 7.2 Courbes de rendement typique

Rendement du moteur (η_{MOTEUR})

Le rendement d'un moteur raccordé à un variateur de fréquence est lié au niveau de magnétisation. D'une manière générale, on peut dire que ce rendement est comparable à celui qui résulte d'une exploitation alimentée par le secteur. Le rendement du moteur dépend de son type.

Dans la plage de 75 à 100 % du couple nominal, le rendement du moteur est pratiquement constant dans les deux cas d'exploitation avec le variateur de fréquence et avec l'alimentation directe par le secteur.

Lorsque l'on utilise des petits moteurs, l'influence de la caractéristique tension/fréquence sur le rendement est marginale, mais avec les moteurs de 11 kW (14,8 HP) et plus, les avantages sont significatifs.

En général, la fréquence de commutation n'affecte pas le rendement des petits moteurs. Le rendement des moteurs à partir de 11 kW (14,8 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 de fréquence (η_{VLT}) par le rendement du moteur (η_{MOTEUR}) :

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

7.10 Bruit acoustique

Le bruit acoustique du variateur de fréquence a 3 sources :

- Bobines du circuit intermédiaire CC.
- Ventilateur intégré.
- Filtre RFI obstrué.

Valeurs de base mesurées à 1 m (3,3 pi) de l'unité :

Taille de boîtier [kW (HP)]	Vitesse du ventilateur à 80 % [dBA]	Vitesse maximale du ventilateur [dBA]	Bruit de fond
K1 0,37–2,2 (0,5–3,0)	41,4	42,7	33
K2 3,0–5,5 (4,0–7,5)	50,3	54,3	32,9
K3 7,5 (10)	51	54,2	33
K4 11–15 (15–20)	59	61,1	32,9
K5 18,5–22 (25–30)	64,6	65,6	32,9

Tableau 7.7 Valeurs de base mesurées

7.11 Conditions dU/dt

Quand un transistor est activé dans le pont du variateur de fréquence, la tension appliquée au moteur augmente selon un rapport dU/dt dépendant des facteurs suivants :

- type de câble du moteur .
- section du câble moteur .
- longueur du câble du moteur .
- câble du moteur blindé ou non .
- inductance.

L'auto-induction provoque un pic de tension 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 les moteurs dépourvus d'isolation de bobines entre phases. Plus le câble du moteur est long, plus le temps de montée et le pic de tension sont élevés.

L'activation des IGBT cause un pic de tension sur les bornes du moteur. Le FC 280 est conforme aux exigences de la norme CEI 60034-25 concernant les moteurs conçus pour être contrôlés par des variateurs de fréquence. Le FC 280 est également conforme à la norme CEI 60034-17 concernant les moteurs standard contrôlés par des variateurs de fréquence.

Les données dU/dt suivantes sont mesurées du côté de la borne du moteur :

Longueur de câble [m (pi)]	Tension secteur [V]	Temps de montée [μs]	U_{PIC} [kV]	dU/dt [kV/ μs]
5 (16,4)	400	0,0904	0,718	6,41
50 (164)	400	0,292	1,05	2,84
5 (16,4)	480	0,108	0,835	6,20
50 (164)	480	0,32	1,25	3,09

Tableau 7.8 Données dU/dt du FC 280, 2,2 kW (3,0 HP), 3 x 380–480 V

Longueur de câble [m (pi)]	Tension secteur [V]	Temps de montée [μs]	U_{PIC} [kV]	dU/dt [kV/ μs]
5 (16,4)	400	0,096	0,632	5,31
50 (164)	400	0,306	0,99	2,58
5 (16,4)	480	0,118	0,694	4,67
50 (164)	480	0,308	1,18	3,05

Tableau 7.9 Données dU/dt du FC 280, 5,5 kW (7,5 HP), 3 x 380–480 V

Longueur de câble [m (pi)]	Tension secteur [V]	Temps de montée [μs]	U_{PIC} [kV]	dU/dt [kV/ μs]
5 (16,4)	400	0,128	0,732	4,54
50 (164)	400	0,354	1,01	2,27
5 (16,4)	480	0,134	0,835	5,03
50 (164)	480	0,36	1,21	2,69

Tableau 7.10 Données dU/dt du FC 280, 7,5 kW (10 HP), 3 x 380–480 V

Longueur de câble [m (pi)]	Tension secteur [V]	Temps de montée [μs]	U_{PIC} [kV]	dU/dt [kV/ μs]
5 (16,4)	400	0,26	0,84	2,57
50 (164)	400	0,738	1,07	1,15
5 (16,4)	480	0,334	0,99	2,36
50 (164)	480	0,692	1,25	1,44

Tableau 7.11 Données dU/dt du FC 280, 15 kW (20 HP), 3 x 380–480 V

Longueur de câble [m (pi)]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U _{PIC} [kV]	dU/dt [kV/µs]
5 (16,4)	400	0,258	0,652	2,01
50 (164)	400	0,38	1,03	2,15
5 (16,4)	480	0,258	0,752	2,34
50 (164)	480	0,4	1,23	2,42

Tableau 7.12 Données dU/dt du FC 280, 22 kW (30 HP), 3 x 380–480 V

Longueur de câble [m (pi)]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U _{PIC} [kV]	dU/dt [kV/µs]
5 (16,4)	240	0,0712	0,484	5,44
50 (164)	240	0,224	0,594	2,11

Tableau 7.13 Données dU/dt du FC 280, 1,5 kW (2,0 HP), 3 x 200–240 V

Longueur de câble [m (pi)]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U _{PIC} [kV]	dU/dt [kV/µs]
5 (16,4)	240	0,072	0,468	5,25
50 (164)	240	0,208	0,592	2,28

Tableau 7.14 Données dU/dt du FC 280, 2,2 kW (3,0 HP), 3 x 200–240 V

Longueur de câble [m (pi)]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U _{PIC} [kV]	dU/dt [kV/µs]
5 (16,4)	240	0,092	0,526	4,56
50 (164)	240	0,28	0,6	1,72

Tableau 7.15 Données dU/dt du FC 280, 3,7 kW (5,0 HP), 3 x 200–240 V

Longueur de câble [m (pi)]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U _{PIC} [kV]	dU/dt [kV/µs]
5 (16,4)	240	0,088	0,414	3,79
50 (164)	240	0,196	0,593	2,41

Tableau 7.16 Données dU/dt du FC 280, 1,5 kW (2,0 HP), 1 x 200–240 V

Longueur de câble [m (pi)]	Tension secteur [V]	Temps de montée [µs]	U _{PIC} [kV]	dU/dt [kV/µs]
5 (16,4)	240	0,112	0,368	2,64
50 (164)	240	0,116	0,362	2,51

Tableau 7.17 Données dU/dt du FC 280, 2,2 kW (3,0 HP), 1 x 200–240 V

7.12 Exigences particulières

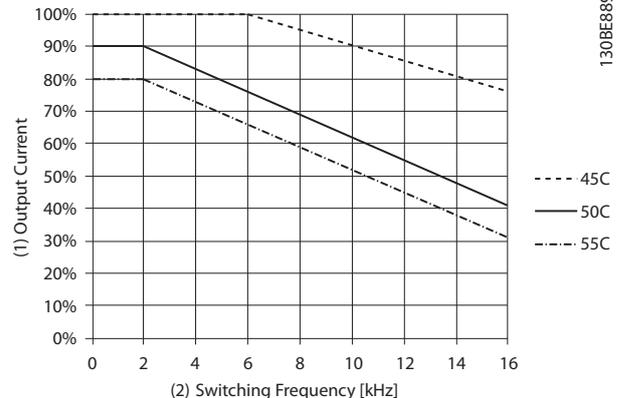
Dans certaines conditions, où l'exploitation du variateur de fréquence est complexe, on peut envisager un déclassement. Parfois, ce déclassement doit être réalisé manuellement.

Dans d'autres conditions, le variateur de fréquence effectue automatiquement un déclassement si nécessaire. Le déclassement permet de garantir les performances à des étapes critiques, où l'arrêt constituerait une alternative.

7.12.1 Déclassement manuel

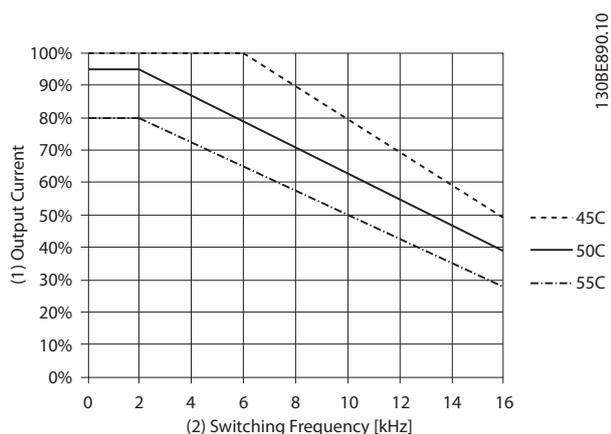
Le déclassement manuel est à envisager dans les cas suivants :

- Pression atmosphérique : pour une installation à des altitudes supérieures à 1000 m (3281 pi)
- Vitesse du moteur : lors d'une exploitation continue à bas régime dans des applications à couple constant
- Température ambiante – plus de 45 °C (113 °F), pour plus de détails, se reporter aux *Illustration 7.3* à *Illustration 7.12*.



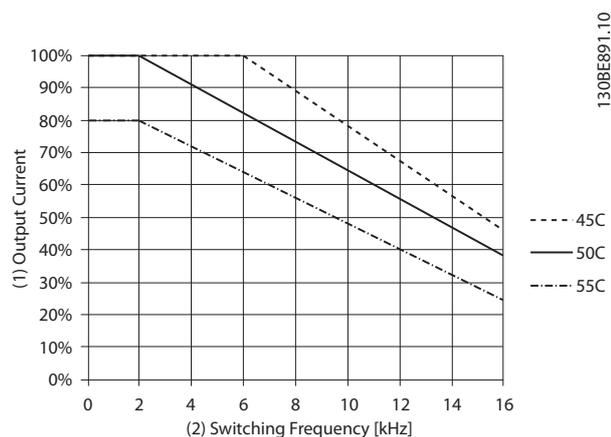
(1)	Courant de sortie
(2)	Fréquence de commutation [kHz]

Illustration 7.3 Courbe de déclassement K1T4



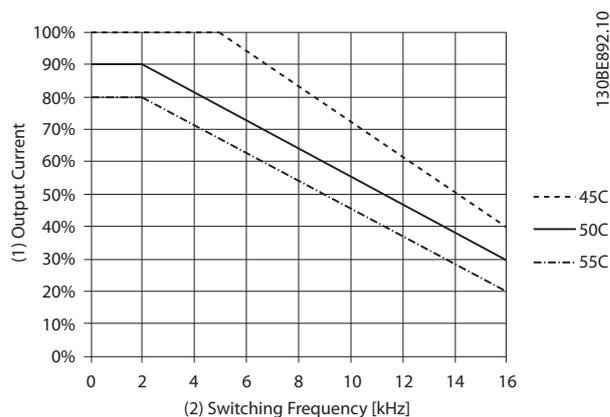
(1)	Courant de sortie
(2)	Fréquence de commutation [kHz]

Illustration 7.4 Courbe de déclassement K2T4



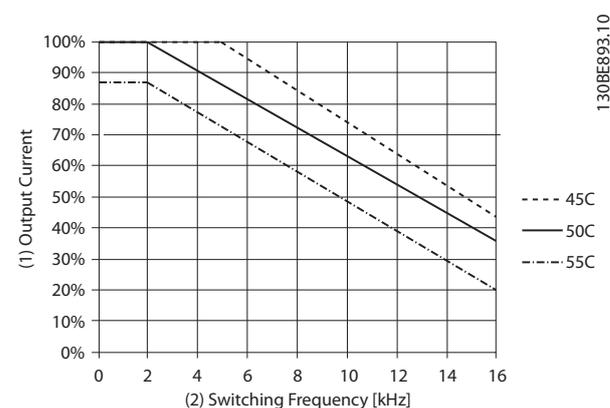
(1)	Courant de sortie
(2)	Fréquence de commutation [kHz]

Illustration 7.5 Courbe de déclassement K3T4



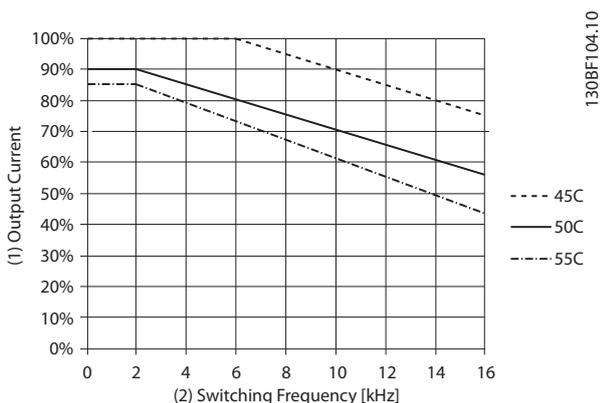
(1)	Courant de sortie
(2)	Fréquence de commutation [kHz]

Illustration 7.6 Courbe de déclassement K4T4



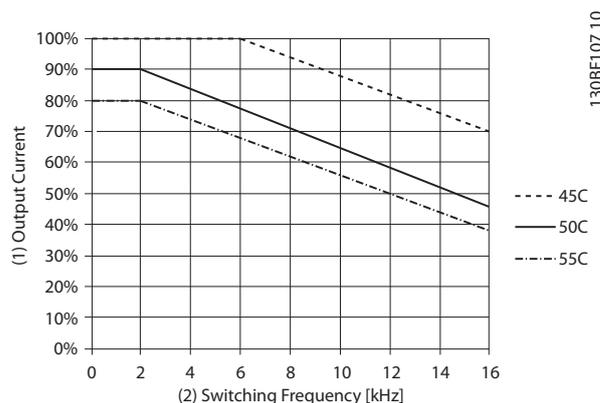
(1)	Courant de sortie
(2)	Fréquence de commutation [kHz]

Illustration 7.7 Courbe de déclassement K5T4



(1)	Courant de sortie
(2)	Fréquence de commutation [kHz]

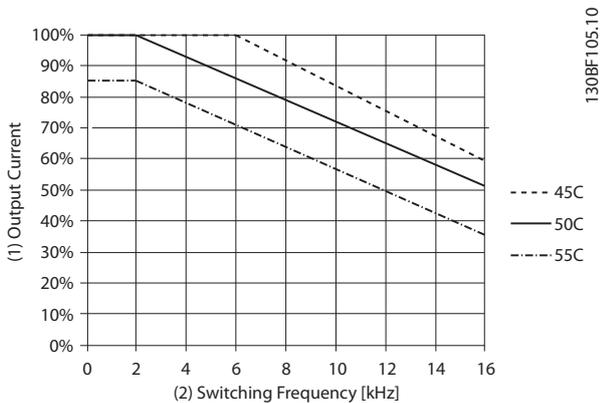
Illustration 7.8 Courbe de déclassement K1T2



(1)	Courant de sortie
(2)	Fréquence de commutation [kHz]

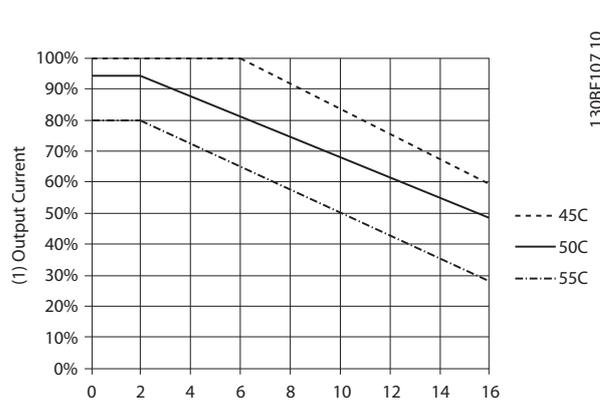
Illustration 7.11 Courbe de déclassement K1S2

7



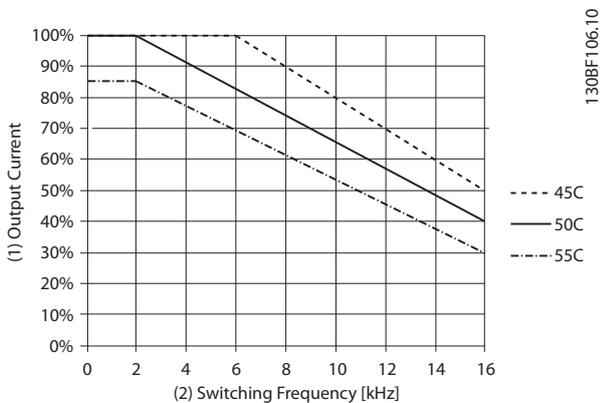
(1)	Courant de sortie
(2)	Fréquence de commutation [kHz]

Illustration 7.9 Courbe de déclassement K2T2



(1)	Courant de sortie
(2)	Fréquence de commutation [kHz]

Illustration 7.12 Courbe de déclassement K2S2



(1)	Courant de sortie
(2)	Fréquence de commutation [kHz]

Illustration 7.10 Courbe de déclassement K3T2

AVIS!

La fréquence de commutation nominale est de 6 kHz pour K1-K3, 5 kHz pour K4-K5.

7.12.2 Déclassement automatique

Le variateur de fréquence vérifie constamment les niveaux critiques :

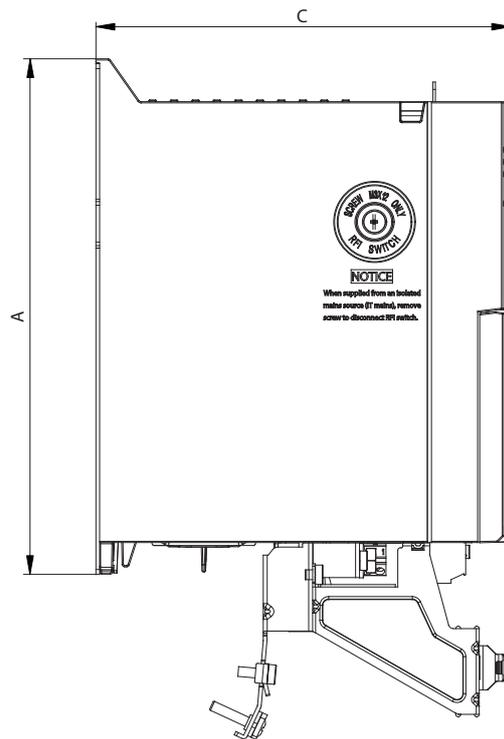
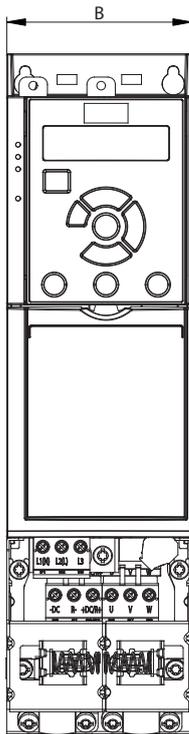
- température trop élevée sur le dissipateur de chaleur.
- charge moteur élevée.
- vitesse du moteur faible.
- signaux de protection (surtension/sous-tension, surcourant, défaut de mise à la terre et court-circuit) enclenchés.

En réponse à un niveau critique, le variateur de fréquence ajuste la fréquence de commutation.

7.13 Tailles de boîtier, puissances nominales et dimensions

	Taille de boîtier	K1					K2			K3	K4		K5		
		0,37	0,55	0,75	1,1	1,5	2,2			-	-	-			
Puissance [kW]	Monophasé 200-240 V	0,37	0,55	0,75	1,1	1,5	2,2			-	-	-			
	Triphasé 200-240 V	0,37	0,55	0,75	1,1	1,5	2,2			3,7	-	-			
	Triphasé 380-480 V	0,37	0,55	0,75	1,1	1,5	2,2	3	4	5,5	7,5	11	15	18,5	22
Dimensions [mm (po)]	FC 280 IP20														
	Hauteur A	210 (8,3)					272,5 (10,7)			272,5 (10,7)	317,5 (12,5)	410 (16,1)			
	Largeur B	75 (3,0)					90 (3,5)			115 (4,5)	133 (5,2)	150 (5,9)			
	Profondeur C	168 (6,6)					168 (6,6)			168 (6,6)	245 (9,6)	245 (9,6)			
	FC 280 avec kit IP21														
	Hauteur A	338,5 (13,3)					395 (15,6)			395 (15,6)	425 (16,7)	520 (20,5)			
	Largeur B	100 (3,9)					115 (4,5)			130 (5,1)	153 (6,0)	170 (6,7)			
	Profondeur C	183 (7,2)					183 (7,2)			183 (7,2)	260 (10,2)	260 (10,2)			
	FC 280 avec kit NEMA Type 1														
	Hauteur A	294 (11,6)					356 (14)			357 (14,1)	391 (15,4)	486 (19,1)			
	Largeur B	75 (3,0)					90 (3,5)			115 (4,5)	133 (5,2)	150 (5,9)			
	Profondeur C	168 (6,6)					168 (6,6)			168 (6,6)	245 (9,6)	245 (9,6)			
Poids [kg (lb)]		2,5 (5,5)					3,6 (7,9)			4,6 (10,1)	8,2 (18,1)	11,5 (25,4)			
Trous de fixation [mm (po)]	a	198 (7,8)					260 (10,2)			260 (10,2)	297,5 (11,7)	390 (15,4)			
	f	60 (2,4)					70 (2,8)			90 (3,5)	105 (4,1)	120 (4,7)			
	c	5 (0,2)					6,4 (0,25)			6,5 (0,26)	8 (0,32)	7,8 (0,31)			
	d	9 (0,35)					11 (0,43)			11 (0,43)	12,4 (0,49)	12,6 (0,5)			
	e	4,5 (0,18)					5,5 (0,22)			5,5 (0,22)	6,8 (0,27)	7 (0,28)			
	f	7,3 (0,29)					8,1 (0,32)			9,2 (0,36)	11 (0,43)	11,2 (0,44)			

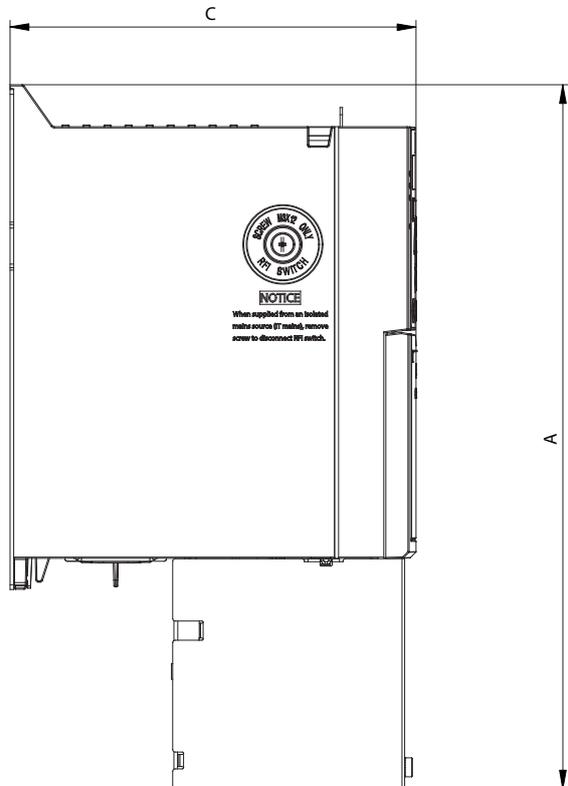
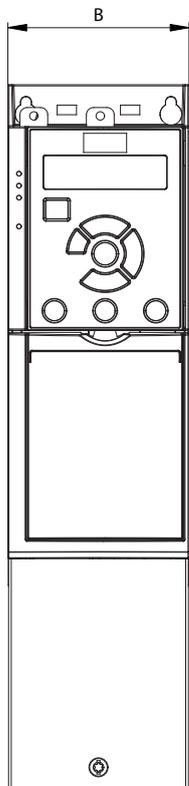
Tableau 7.18 Tailles de boîtier, puissances nominales et dimensions



130BE844.10

7

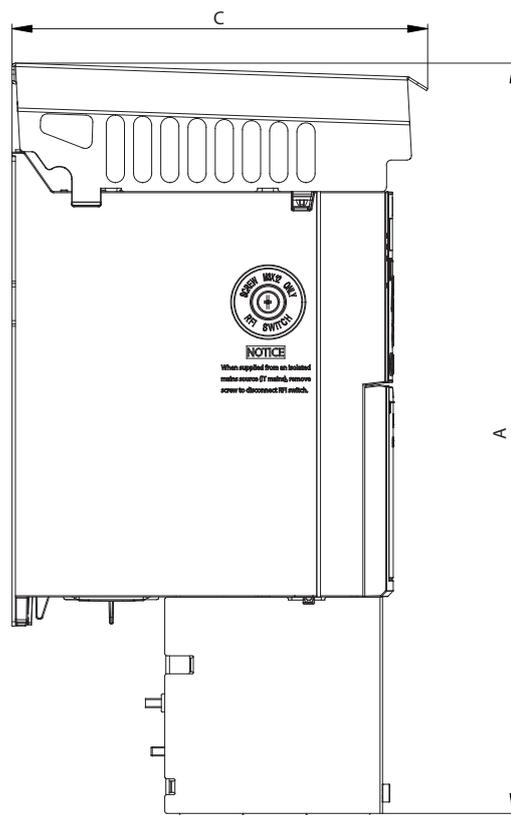
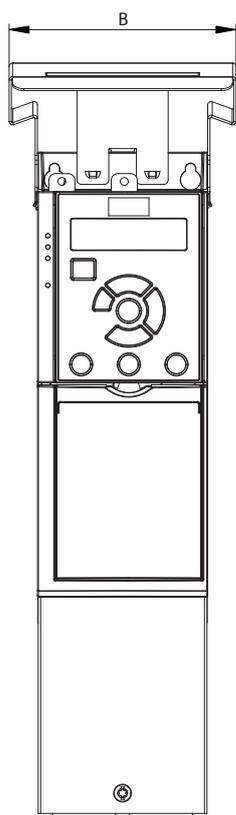
Illustration 7.13 Standard avec plaque de connexion à la terre



130BE846.10

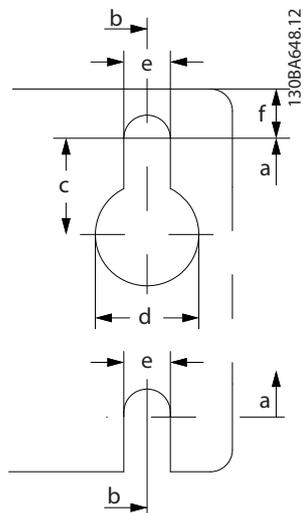
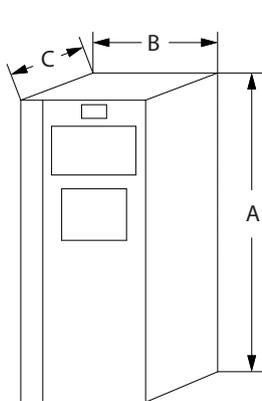
Illustration 7.14 Standard avec IP21

7



1308E845.10

Illustration 7.15 Standard avec NEMA/Type 1



1308A648.12

Illustration 7.16 Trous de fixation supérieurs et inférieurs

Indice

A

Adaptation automatique au moteur.....	6
AMA.....	6
AMA with T27 connected.....	44
Arrêt.....	8

B

Boucle ouverte.....	83
Bruit acoustique.....	86

C

Carte de commande	
Communication série RS485.....	83
Communication série USB.....	83
Performance.....	83
Sortie +10 V CC.....	83
Sortie 24 V CC.....	83
CEI 61800-3.....	14, 80
CEM.....	80
Circuit intermédiaire.....	41, 86
Classe d'efficacité énergétique.....	80
Code de fonction.....	64
Code d'exception Modbus.....	65
Commande	
Câblage.....	16
Caractéristique.....	83
Mot de contrôle.....	69
Communication Modbus.....	55
Communication série.....	6, 83
Commutation sur la sortie.....	41
Compensation du glissement.....	7
Condition ambiante.....	80
Condition d'exploitation extrême.....	41
Conditions d'immunité CEM.....	35
Conditions particulières.....	87
Configuration de l'équipement.....	55
Configuration du réseau.....	61
Conformité	
Homologué UL.....	9
Contrôle de courant interne, mode VVC+.....	19
Couple	
Caractéristique de couple.....	80
Commande de couple.....	17
Couple de décrochage.....	6
Couple de serrage des bornes.....	84
Courant de fuite.....	36
Courant de sortie.....	82

Courant nominal du moteur.....	6
Court-circuit.....	41
Cycle de puissance.....	7
Cycle d'utilisation intermittent.....	7

D

Déclassement.....	80
Directive basse tension.....	8
Directive CEM.....	8
Directive machine.....	8
Directive, basse tension.....	8
Directive, CEM.....	8
Directive, machines.....	8

E

Efficacité énergétique.....	78, 79
Entrée	
Borne.....	14
Courant.....	14
Puissance.....	14
Entrée CA.....	14
Entrées	
Entrée analogique.....	6, 81
Entrée digitale.....	19, 81
ETR.....	7, 41
	voir aussi <i>Relais thermique électronique</i>

F

Filtre RFI.....	14
Fonction de freinage.....	39
Frein de maintien mécanique.....	37
Freinage CC.....	69
Fusible.....	84

G

Gel référence.....	21
Gel sortie.....	5

I

IND.....	58
Indice (IND).....	58
Inputs	
Pulse input.....	82
Introduction aux émissions CEM.....	33

J

Jogging.....	5, 70
--------------	-------

L	
LCP.....	5, 7, 19
Lecture registres de maintien (03 HEX).....	68
Limite de référence.....	21
Longueur de câble.....	81
Longueur du télégramme (LGE).....	57
M	
Mains	
Supply (L1/N, L2/L, L3).....	80
Maintien fréquence de sortie.....	70
Marquage CE.....	8
Mise à la terre.....	13, 14
Modbus RTU.....	61
Moment d'inertie.....	41
Mot d'état.....	70
Moteur	
Câble.....	13
Phase moteur.....	41
Protection thermique du moteur.....	41, 71
Puissance du moteur.....	80
Surtension générée par le moteur.....	41
Tension moteur.....	86
N	
Niveau de tension.....	81
Norme et conformité de la fonction STO.....	9
Numéro de paramètre (PNU).....	58
P	
PELV.....	46, 83
PELV, Protective Extra Low Voltage.....	36
Personnel qualifié.....	9
PID vitesse.....	17, 18
Précautions CEM.....	55
Précautions de sécurité.....	9
Profil FC	
FC avec Modbus RTU.....	56
Profil FC.....	69
Vue d'ensemble du protocole.....	56
Protection.....	36
Protection du circuit de dérivation.....	84
Puissance de freinage.....	6, 39
R	
Raccordement du réseau.....	55
Rattrapage/ralentissement.....	21
RCD.....	7
Référence analogique.....	22
Référence bus.....	22
Référence de vitesse.....	44
Référence d'impulsions.....	6, 22
Référence prédéfinie.....	22
Régulateur PID de process.....	28
Régulateur PID de vitesse.....	25
Réinitialiser une alarme.....	19
Relais client.....	51
Relais thermique électronique.....	7
voir aussi <i>ETR</i>	
Rendement.....	85
Résistance de freinage.....	6, 38, 74
Ressources supplémentaires.....	5
Résultats des essais CEM.....	34
Retour impulsionnel.....	22
Roue libre.....	5, 69, 71
RS485	
Installation et configuration de l'interface RS485.....	54
RS485.....	54, 56
S	
Secteur	
Alimentation.....	7
Données d'alimentation.....	78
Panne de secteur.....	41
CA.....	14
isolé.....	14
Section.....	81
Signal de retour analogique.....	22
SIL2.....	9
SILCL de SIL2.....	9
Sortie relais.....	83
Sorties	
Sortie analogique.....	6, 83
Sortie digitale.....	82
STO	
Activation.....	50
Caractéristiques techniques.....	52
Désactivation.....	50
Essai de mise en service.....	51
Maintenance.....	51
Redémarrage automatique.....	50, 51
Redémarrage manuel.....	50, 51
Structure de contrôle	
Boucle ouverte.....	19
Surcharge statique en mode VVC+.....	41
T	
Taille de câble.....	13
Temps de décharge.....	9

Temps de montée.....	86
Tension d'alimentation.....	83
Thermistance.....	8, 46
Touche de commande du GLCP.....	19
Touche de commande du NLCP.....	19
Triangle isolé de la terre.....	14
Triangle mis à la terre.....	14
Type de données pris en charge.....	59

V

Vitesse moteur synchrone.....	6
Vitesse nominale du moteur.....	6
Vue d'ensemble du Modbus RTU.....	60
VVC+.....	8, 18

Z

Zone morte.....	23
Zone morte autour de zéro.....	23

**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

