



デザイン・ガイド

VLT[®] AQUA Drive FC 202

0.25-90 kW



目次

1 はじめに	8
1.1 デザイン・ガイドの目的	8
1.2 構成	8
1.3 補助的リソース	8
1.4 略語、記号及び標準	9
1.5 定義	10
1.6 ドキュメント / ソフトウェア・バージョン	11
1.7 承認及び認証	11
1.7.1 CE マーク	11
1.7.1.1 低電圧指令	11
1.7.1.2 EMC 指令	11
1.7.1.3 機械指令	11
1.7.1.4 ErP 指令	11
1.7.2 C-Tick 適合	12
1.7.3 UL 適合	12
1.7.4 海事適合	12
1.8 安全性	12
1.8.1 一般的な安全性に関する原則	12
2 製品概要	15
2.1 はじめに	15
2.2 操作の説明	18
2.3 動作シーケンス	19
2.3.1 整流器のセクション	19
2.3.2 中間セクション	19
2.3.3 インバーター・セクション	20
2.3.4 ブレーキ・オプション	20
2.3.5 負荷分散	20
2.4 コントロール構造	20
2.4.1 コントロール構造開ループ	20
2.4.2 コントロール構造の閉ループ	21
2.4.3 ローカル（手動オン）及び遠隔（自動オン）コントロール	22
2.4.4 速度指令信号の処理	23
2.4.5 フィードバックの処理	25
2.5 自動運転機能	26
2.5.1 短絡 保護	26
2.5.2 過電圧保護	26
2.5.3 モーター欠相の検知	27
2.5.4 主電源相アンバランス検知	27

2.5.5 出力点スイッチング	27
2.5.6 過負荷保護	27
2.5.7 自動定格低減	27
2.5.8 自動エネルギー最適化	27
2.5.9 スイッチ周波数自動変調	27
2.5.10 高スイッチ周波数の自動定格低減	28
2.5.11 過熱時の自動定格低減	28
2.5.12 自動ランピング	28
2.5.13 電流制限回路	28
2.5.14 電力変動性能	28
2.5.15 モーター始動	28
2.5.16 共振制動	28
2.5.17 温度制御ファン	28
2.5.18 EMC 適合	28
2.5.19 3つ全てのモーター相の電流測定	28
2.5.20 コントロール端子の電気絶縁	28
2.6 カスタム・アプリケーション機能	29
2.6.1 自動モーター適合	29
2.6.2 モーターサーマル保護	29
2.6.3 主電源降下	29
2.6.4 内蔵PIDコントローラー	30
2.6.5 自動再スタート	30
2.6.6 フライング・スタート	30
2.6.7 減速時のフルトルク	30
2.6.8 周波数バイパス	30
2.6.9 モーター予熱	30
2.6.10 4つのプログラマブル・セットアップ	30
2.6.11 ダイナミック・ブレーキ	30
2.6.12 直流ブレーキ	31
2.6.13 スリープ・モード	31
2.6.14 運転許可	31
2.6.15 スマート論理コントロール (SLC)	31
2.6.16 STO 機能	32
2.7 障害、警告及び警報機能	33
2.7.1 過温度時の運転	33
2.7.2 高及び低速度指令信号警告	33
2.7.3 高及び低フィードバック警告	33
2.7.4 相不均衡 または 相損失	33
2.7.5 高周波数警告	33
2.7.6 低周波数警告	33

2.7.7 高電流警告	33
2.7.8 低電流警告	33
2.7.9 無負荷/破損ベルト警告	34
2.7.10 シリアル・インターフェイスの損失	34
2.8 ユーザー・インターフェイスとプログラミング	34
2.8.1 ローカル・コントロール・パネル	34
2.8.2 PC ソフトウェア	35
2.8.2.1 MCT 10 設定ソフトウェア	35
2.8.2.2 VLT® 高調波計算ソフトウェア MCT 31	36
2.8.2.3 高調波計算ソフトウェア (HCS)	36
2.9 保全	36
2.9.1 保存	36
3 システム統合	37
3.1 周囲動作条件	37
3.1.1 湿度	37
3.1.2 温度	37
3.1.3 冷却	38
3.1.4 モーターによって生成された過電圧	39
3.1.5 騒音	39
3.1.6 振動と衝撃	39
3.1.7 刺激性ガス雰囲気	39
3.1.8 IP 定格定義	40
3.1.9 無線周波数干渉	40
3.1.10 PELV と電気絶縁コンプライアンス	41
3.1.11 保存	42
3.2 EMC、高調波及び接地漏洩電流保護	42
3.2.1 EMC エミッションの概要	42
3.2.2 EMC 試験結果	43
3.2.3 エミッション条件	45
3.2.4 耐性条件	45
3.2.5 モーター絶縁	46
3.2.6 モーター・ベアリング電流	46
3.2.7 高調波	47
3.2.8 接地漏洩電流	49
3.3 主電源の組み込み	50
3.3.1 主電源の構成と EMC 効果	50
3.3.2 低周波数主電源干渉	51
3.3.3 主電源干渉の解析	52
3.3.4 主電源干渉を低減するためのオプション	52

3.3.5 無線周波数干渉	52
3.3.6 運用サイトの分類	52
3.3.7 絶縁された入力ソースの使用	52
3.3.8 力率改善	53
3.3.9 入力電力遅延	53
3.3.10 主電源トランジェント	53
3.3.11 スタンバイジェネレーターによる運転	53
3.4 モーターの組み込み	54
3.4.1 モーター選択時に考慮すべきこと	54
3.4.2 正弦波フィルターと dU/dt フィルター	54
3.4.3 適正なモーター接地	54
3.4.4 モーター・ ケーブル	54
3.4.5 モーター・ ケーブルシールド	54
3.4.6 モーターの複数接続	55
3.4.7 制御線の隔離	57
3.4.8 モーターサーマル保護	57
3.4.9 出力接触器	57
3.4.10 ブレーキ機能	57
3.4.11 ダイナミック・ ブレーキ	57
3.4.12 ブレーキ抵抗器計算	58
3.4.13 ブレーキ抵抗器ケーブル	59
3.4.14 ブレーキ抵抗器及びブレーキ IGBT	59
3.4.15 エネルギー効率	59
3.5 追加入力と追加出力	60
3.5.1 配線図	60
3.5.2 リレー接続	61
3.5.3 EMC 適合の電氣的接続	62
3.6 機械計画	63
3.6.1 空きスペース	63
3.6.2 壁取り付け	63
3.6.3 アクセス	64
3.7 オプションと付属品	64
3.7.1 通信オプション	68
3.7.2 入力/出力、フィードバック及び安全オプション	68
3.7.3 カスケード・ コントロール・ オプション	68
3.7.4 ブレーキ抵抗器	70
3.7.5 正弦波フィルター	70
3.7.6 dU/dt フィルター	70
3.7.7 コモンモード・ フィルター	70
3.7.8 高調波フィルター	71

3.7.9 IP21/NEMA タイプ 1 エンクロージャー・キット	71
3.7.10 LCP 用遠隔実装キット	73
3.7.11 エンクロージャー・サイズ A5、B1、B2、C1、及び C2 の実装ブラケット	74
3.8 RS485 シリアルシリアル・インターフェイス	75
3.8.1 概要	75
3.8.2 ネットワーク接続	76
3.8.3 RS 485 バス終端	76
3.8.4 EMC 予防措置	76
3.8.5 FC プロトコールの概要	77
3.8.6 ネットワーク構成	77
3.8.7 FC プロトコール・メッセージ・フレーミング構造	77
3.8.8 FC プロトコール例	81
3.8.9 Modbus RTU プロトコール	81
3.8.10 Modbus RTU メッセージ・フレーミング構造	82
3.8.11 パラメーターへのアクセス	85
3.8.12 FC ドライブ・コントロール・プロファイル	86
3.9 システム設計チェックリスト	93
4 アプリケーション例	95
4.1 アプリケーション機能概要	95
4.2 選択されたアプリケーション機能	95
4.2.1 SmartStart	95
4.2.2 クイック・メニュー水とポンプ	96
4.2.3 29-1* デラグ機能	96
4.2.4 プリ/ポスト潤滑	97
4.2.5 29-5* 流量確認	98
4.3 応用設定例	99
4.3.1 潜水ポンプ アプリケーション	100
4.3.2 基本カスケード・コントローラー	102
4.3.3 リード・ポンプ交替によるポンプステージング	103
4.3.4 システムステータスと動作	103
4.3.5 カスケード・コントローラー配線図	104
4.3.6 固定可変速度ポンプ配線図	105
4.3.7 リード・ポンプ交替配線図	105
5 特殊条件	109
5.1 手動定格低減	109
5.2 長いモーター・ケーブルの低減、またはより広い断面積のケーブル	110
5.3 周囲温度定格値の低減	110
6 タイプ・コードと選択	114

6.1 注文	114
6.1.1 タイプ・コード	114
6.1.2 ソフトウェア言語	116
6.2 オプション、付属品、及びスベア部品	116
6.2.1 オプションと付属品	116
6.2.2 スベア部品	118
6.2.3 付属品バック	118
6.2.4 ブレーキ抵抗器 の選択	119
6.2.5 推奨ブレーキ抵抗器	120
6.2.6 代替ブレーキ抵抗器、T2 及び T4	128
6.2.7 高調波フィルター	129
6.2.8 正弦波フィルター	132
6.2.9 dU/dt フィルター	134
6.2.10 コモンモード・ フィルター	135
7 仕様	136
7.1 電気データ	136
7.1.1 主電源 1x200-240 V AC	136
7.1.2 主電源 3x200~240V AC	137
7.1.3 主電源 1x380-480 V AC	141
7.1.4 主電源 3x380~480 V AC	142
7.1.5 主電源 3x525~600 V AC	146
7.1.6 主電源 3x525~690 V AC	150
7.2 主電源	153
7.3 モーター出力とモーター・ データ	153
7.4 周囲条件	154
7.5 ケーブル仕様	154
7.6 コントロール入力/出力とコントロールデータ	155
7.7 ヒューズと回路ブレーカー	158
7.8 出力定格、重量、寸法	167
7.9 dU/dt テスト	169
7.10 騒音定格	171
7.11 選択オプション	172
7.11.1 VLT® General Purpose I/O Module MCB 101	172
7.11.2 VLT® Relay Card MCB 105	172
7.11.3 VLT® PTC Thermistor Card MCB 112	174
7.11.4 VLT® Extended Relay Card MCB 113	176
7.11.5 VLT® Sensor Input Option MCB 114	177
7.11.6 VLT® Extended Cascade Controller MCO 101	178
7.11.7 VLT® Advanced Cascade Controller MCO 102	179

8 付録 - 図面による補足説明	182
8.1 主電源接続図面 (3 相)	182
8.2 モーター接続図	185
8.3 リレー端子図面	187
8.4 ケーブル挿入穴	188
インデックス	192

1 はじめに

1.1 デザイン・ガイドの目的

このデザイン・ガイドは Danfoss VLT® AQUA Drive 周波数変換器向けに作成されており、以下の方々を対象としております。

- プロジェクト及びシステムエンジニア
- デザイン・コンサルタント
- アプリケーション及び製品スペシャリスト

このデザイン・ガイドには、周波数変換器をモーター制御及び監視システムに組み込む上で不可欠な、周波数変換器の機能に関する技術情報が記載されています。

デザイン・ガイドの目的は、周波数変換器をシステムに統合するためのデザイン上の注意事項や計画用のデータを提供することです。デザイン・ガイドには、周波数変換器の選択及び多様なアプリケーションならびに設置のオプション情報も記されています。

設計段階で詳細な製品情報を見直すことで、最適な機能と効率を備えた熟考されたシステムの開発が可能になります。

VLT® は登録商標です。

1.2 構成

章 1 はじめに: デザイン・ガイドの一般的な目的と国際指令への適合。

章 2 製品概要: 周波数変換器の内部構造及び機能と操作上の特徴。

章 3 システム統合: 環境条件; EMC、高調波、接地漏洩電流; 主電源入力; モーター及びモーター接続; その他の接続; 機械的プランニング; 及び使用可能なオプションと付属品の説明。

章 4 アプリケーション例: 製品アプリケーションのサンプル及び使用のガイドライン。

章 5 特殊条件: 一般的でない操作環境の詳細。

章 6 タイプ・コードと選択: 機器の注文手順及びシステムの利用要件を満たすためのオプション。

章 7 仕様: 技術データのまとめ(表及びグラフィック形式)。

章 8 付録 - 図面による補足説明: 主電源とモーター接続、リレー端子、ケーブル差込口を図解したイラスト集。

1.3 補助的リソース

高度な周波数変換器の操作やプログラミング及び指令コンプライアンスを理解するために、リソースが利用できます。

- VLT® AQUA DriveFC 202 取扱説明書(本書では「取扱説明書」とします)には、周波数変換器の設置と始動に必要な詳細情報が記載されています。
- VLT® AQUA DriveFC 202 デザイン・ガイドには、周波数変換器をシステムに組み込むための設計と計画に必要な情報が記載されています。
- VLT® AQUA DriveFC 202 プログラミング・ガイド(本書では「プログラミング・ガイド」とします)により、パラメーターの使い方や多くのアプリケーション事例について学習できます。
- VLT® Safe Torque Off 取扱説明書には、機能的に安全なアプリケーションにおける Danfoss 周波数変換器の使用方法が記載されています。本書は、STO オプションが装備されている場合に周波数変換器に同梱されます。
- VLT® ブレーキ抵抗器デザイン・ガイドは、最適なブレーキ抵抗器の選択について説明します。

補足の文書及び取扱説明書は以下からダウンロードできます: danfoss.com/Product/Literature/Technical+Documentation.htm

注記

また、取扱説明書等に記載されている手順にいくらかの変更を及ぼす可能性のあるオプション機器も用意されています。個別に必要なオプションについては、付属の説明書をかならず確認して下さい。

その他の情報については、Danfoss の代理店にお問い合わせいただくか、www.danfoss.com をご覧ください。

1.4 略語、記号及び標準

60° AVM	60° 非同期ベクトル変調
A	アンペア / AMP
AC	交流
AD	空中放電
AEO	自動エネルギー最適化
AI	アナログ入力
AMA	自動モーター適合
AWG	アメリカ式ワイヤ規格
°C	摂氏温度
CD	一定の放電
CM	コモンモード
CT	一定トルク
DC	直流
DI	デジタル入力
DM	ディファレンシャル・モード
D-TYPE	ドライブ依存
EMC	電磁環境適合性
EMF	起電力
ETR	電子サーマル・リレー
f _{JOG}	ジョグ機能が起動したときのモーター周波数。
f _M	モーター周波数
f _{MAX}	周波数変換器が出力する最大出力周波数。
f _{MIN}	周波数変換器の最低モーター周波数。
f _{M, N}	公称モーター周波数
FC	周波数変換器
g	グラム
Hiperface®	Hiperface® は Stegmann の登録商標です
hp	馬力
HTL	HTL エンコーダー (10 - 30 V) パルス - 高電圧トランジスタ論理
Hz	ヘルツ
IINV	定格インバーター出力電流
ILIM	電流制限
IM, N	公称モーター電流
I _{VLT, MAX}	最高出力電流
I _{VLT, N}	周波数変換器から供給される定格出力電流です
kHz	キロヘルツ
LCP	ローカル・コントロール・パネル
lsb	下位ビット
m	メートル
mA	ミリアンペア
MCM	ミル・サーキュラー・ミル
MCT	動作コントロール・ツール
mH	インダクタンス (ミリ・ヘンリー単位)
min	分
ms	ミリセカンド (1/1000 秒)
msb	上位ビット
η _{VLT}	電力出力と電力入力間の比率として定義される周波数変換器の効率。
nF	電気容量 (ナノ・ファラッド単位)

NLCP	数値ローカル・コントロール・パネル
Nm	ニュートン・メートル
n _s	同期モーター速度
オンライン / オフライン・パラメーター	オンライン・パラメーターへの変更は、データ値が変更されるとすぐにアクティブになります。
P _{br, cont.}	ブレーキ抵抗器の定格出力 (ブレーキ連続使用時の平均出力)。
PCB	プリント回路基板
PCD	プロセス・データ
PELV	超低電圧保護
P _m	周波数変換器の高過負荷 (H0) としての公称出力。
PM, N	公称モーター電力
PM モーター	永久磁石モーター
プロセス PID	PID レギュレーターは、所望の速度、圧力、温度等を維持します。
R _{br, nom}	モーター・シャフトに対するブレーキ電力を 150% / 160% に 1 分間確実に維持できる公称抵抗値。
RCD	残留電流デバイス
逆起電	逆起電端子
R _{min}	周波数変換器によるブレーキ抵抗器の最小値
RMS	二乗平均平方根
RPM	毎分回転数
R _{rec}	Danfoss ブレーキ抵抗器の推奨抵抗値
s	秒
SFAVM	固定子磁束指向性の非同期ベクトル変調
STW	状態メッセージ文
SMPS	スイッチモード電源
THD	高調波歪み合計
TLIM	トルク制限
TTL	TTL エンコーダー (5 V) パルス - トランジスタトランジスタ論理
UM, N	公称モーター電圧
V	ボルト
VT	可変トルク
VVC ⁺	電圧ベクトル・コントロール

表 1.1 略語

用例

番号付けされたリストは手順を示します。
箇条書きリストはその他の情報と図面の説明を示しています。

イタリック体の文字は、

- 相互参照を示します。
- リンク
- 脚注
- パラメーター名、パラメーター・グループ名、パラメーター・オプション

寸法の単位は全て mm (インチ)です。

* はパラメーターのデフォルト設定を示します。

以下は、この取扱説明書で使用されている記号です。



警告
死亡事故や深刻な傷害事故を招く可能性のある危険な状況を示します。



注意
軽微あるいは中小程度の傷害を招く危険性のある状況を示します。これは安全ではないやり方に対する警告としても使用される場合があります。



注記
重要情報を示します。設備や所有物などの損害を招く可能性のある状況が含まれます。

1.5 定義

ブレーキ抵抗器

ブレーキ抵抗器は、復熱式ブレーキにより生成されるブレーキ電力を吸収できるモジュールです。この復熱式ブレーキ力により中間回路電圧が上昇し、ブレーキ・チョッパによってその力がブレーキ抵抗器に確実に伝送されます。

フリーラン

モーター・シャフトがフリー・モードになります。モーターにトルクがかかりません。

CT 特性

コンベア・ベルト、排気ポンプやクレーンなどの全ての用途に使用される一定トルク特性です。

初期化

(14-22 動作モード)初期化が実行されると、周波数変換器はデフォルト設定に戻ります。

間欠負荷サイクル

間欠負荷定格とは負荷サイクルのシーケンスをいいます。各サイクルはオン・ロードとオフ・ロード期間から構成されます。操作は反復負荷と非反復負荷のいずれかとなります。

力率

真の力率（ラムダ）は全ての高調波を考慮に入れ、電流及び電圧の1次高調波のみを考慮の対象とする力率（cosphi）よりも常に小さくなります。

$$\cos\phi = \frac{P(\text{kW})}{P(\text{kVA})} = \frac{U\lambda \times I\lambda \times \cos\phi}{U\lambda \times I\lambda}$$

Cosphi は変位力率ともいいます。

ラムダと cosphi はどちらも章 7.2 主電源で Danfoss VLT® 周波数変換器について示されています。

力率は、周波数変換器が主電源にかける負荷の程度を示します。

力率が低ければ低いほど、同じ KW 性能に対する I_{RMS} が高くなります。

さらに、力率が高いということは高調波電流が低いということです。

主電源の力率を高くして THD を低減するため、全ての Danfoss 周波数変換器には直流リンクに直流コイルが内蔵されています。

設定

パラメーター設定を4つの設定で保存します。それら4つのパラメーター設定を切り換え、別の設定をアクティブにした状態で1つの設定を編集します。

スリップ補償

周波数変換器は、測定したモーター負荷に応じて周波数を補足してモーター・スリップを補償し、モーターの速度をほぼ一定に保ちます。

スマート論理コントロール (SLC)

SLC は関連するユーザー定義イベントが SLC によって真と評価されると実行される一連のユーザー定義アクションです。(パラメーター・グループ 13-** スマート論理)。

FC 標準バス

FC プロトコール又は MC プロトコールを使用した RS485 が含まれます。8-30 プロトコールを参照

サーミスター

温度を監視する場所(周波数変換器又はモーター)に配置される温度依存の抵抗器です。

トリップ

状態が不具合状況となりました。例えば、周波数変換器が過剰な温度にさらされている、あるいは周波数変換器がモーター、プロセス、メカニズムを保護している場合などです。不具合の原因がなくなり、トリップ状態が取り消されるまでは、再スタートは阻止されます。トリップ状態を以下の方法で取り消します。

- リセットの有効化あるいは
- 自動的にリセットされるように周波数変換器をプログラム

身体の安全のためにトリップを使用しないでください。

トリップ・ロック

周波数変換器がそれ自体を保護しているか、物理的介入を必要としている場合、例えば、周波数変換器に対して出力の短絡が生じている場合などで、状態が不具合状況となりました。トリップロックは主電源を切り離し、不具合の原因を取り除き、かつ周波数変換器を再接続することによって取り消すことができます。不具合の原因を取り除き、かつリセットを起動することによって、又は場合によっては自動的にリセットするようにプログラムすることによってトリップ状態が取り消されるまでは、再スタートは阻止されます。身体の安全のためにトリップは使用しないでください。

VT 特性

ポンプとファンに使用される可変トルク特性です。

1.6 ドキュメント / ソフトウェア・バージョン

この取扱説明書には、定期的な見直しと更新が行われます。改善のためにあらゆるご提案を受け付けています。

表 1.2 はドキュメント・バージョンと対応するソフトウェアのバージョンを示します。

エディション	注釈	ソフトウェア・バージョン
MG20N6xx	MG20N5xx を更新	2.20 及びそれ以降

表 1.2 ドキュメント / ソフトウェア・バージョン

1.7 承認及び認証

周波数変換器は、このセクションに記載された指令へのコンプライアンスに基づいて設計されています。

認証や証明書の詳細については、次のダウンロードの項をご覧ください: <http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/>.

1.7.1 CE マーク



図 1.1 CE

CE マーク (Communauté Européenne) は、製品の製造者が該当する全ての EU の指令に準拠していることを示します。周波数変換器の設計及び製造に該当する EU 指令の一覧は、表 1.3 にあります。

注意

CE マークは製品の品質を規制するものではありません。技術仕様は CE マークから推定することはできません。

注意

安全機能が統合されている周波数変換器は、機械指令に準拠する必要があります。

EU 指令	バージョン
低電圧指令	2006/95/EC
EMC 指令	2004/108/EC
機械指令 ¹⁾	2006/42/EC
ErP 指令	2009/125/EC
ATEX 指令	94/9/EC
RoHS 指令	2002/95/EC

表 1.3 周波数変換器に該当する EU 指令

1) 機械指令への適合は、安全機能が統合されている周波数変換器についてのみ必要です。

適合宣言はご要望によりご提供します。

1.7.1.1 低電圧指令

低電圧指令は、電圧範囲が 50 - 1000 V AC (交流) 及び 75 - 1600 V DC (直流) の電気装置に適用されます。

指令の目的は、正しく設置及び保守されている電気装置を意図された用途に使用する際、身体の安全を徹底して資産の損害を回避することです。

1.7.1.2 EMC 指令

EMC (電磁適合性) 指令の目的は、電磁干渉を少なくして、電気装置及び設置の電磁波耐性を強化することです。EMC 指令 2004/108/EC の基本的な保護要件には、電磁干渉 (EMI) を発生させる装置、あるいは EMI の影響を受ける可能性のある操作を伴う装置は、電磁干渉の発生を制限するように設計され、設置や保守が正しく行われて目的に沿って使用された場合に適度なレベルの EMI 耐性を持つことが謳われています。

単独またはシステムの一部として使用される電気装置デバイスには、CE マークが付いている必要があります。システムには CE マークは必要ありませんが、EMC 指令の基本的な保護要件に適合しなければなりません。

1.7.1.3 機械指令

機械指令の目的は、目的の用途で使用する機械装置について身体の安全を徹底し、資産への損害を回避することです。機械指令は、相互に接続されたコンポーネントやデバイスの集合体からなる機械で、少なくとも 1 つの部品が機械的な動き方をする可能性があるものに該当します。

安全機能が統合されている周波数変換器は、機械指令に準拠する必要があります。安全機能のない周波数変換器は、この機械指令には該当しません。周波数変換器が機械システムに統合されている場合には、Danfoss は周波数変換器に関する安全面についての情報をご提供することがあります。

少なくとも 1 つの稼働部品を持つ機械で周波数変換器を使用する場合、その機械の製造者は全ての適切な法律及び安全対策への順守を記載した宣言を提供する必要があります。

1.7.1.4 ErP 指令

ErP 指令は、エネルギー関連製品の欧州エコデザイン指令です。この指令は、周波数変換器を含むエネルギー関連製品のエコデザイン要件を定めています。この指令の目的は、エネルギー効率と環境保護のレベル、エネルギー供給の安全性を高めることです。エネルギー関連製品の環境への影響には、製品のライフサイクル全体にわたるエネルギー消費が含まれます。

1.7.2 C-Tick 適合



図 1.2 C-Tick

C-Tick ラベルは、電磁適合性(EMC)の該当する技術標準への適合を示します。C-Tick への適合は、オーストラリアとニュージーランドで電気装置や電子機器を販売する際に求められます。

C-Tick の規制は、導電及び放射エミッションに関するものです。周波数変換器の場合、EN/IEC 61800-3 で指定される放出限度が適用されます。

適合宣言はご要望に応じてのご提供となります。

1.7.3 UL 適合

UL 規格認定取得済み



図 1.3 UL

注記

525-690 V 周波数変換器は、UL に関し認証を受けていません。

周波数変換器は、UL508C 熱記憶保持の要件を遵守しています。詳細については、章 2.6.2 モーターサーマル保護を参照してください。

1.7.4 海事適合

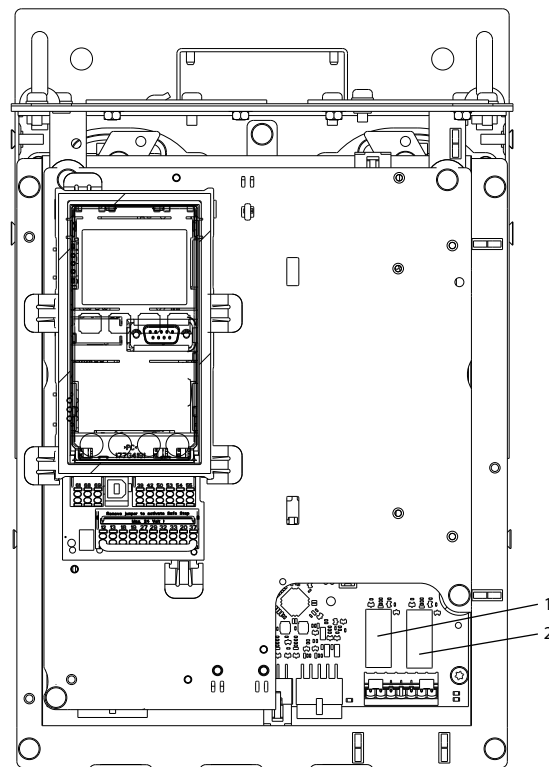
保護定格 IP55 (NEMA 12) 以上のユニットはスパークの発生を防止し、内航での危険物の国際輸送に関する欧州協定(ADN)に従って、爆破リスクが限定された電気装置として分類されます。

を参照願います。 www.danfoss.com その他の海事認証情報については、

保護定格 IP20/シャーシ、IP21/NEMA 1、IP54 のユニットについては、スパーク発生のリスクを以下の要領で防止してください。

- 主電源スイッチを設置しない
- 14-50 RFI フィルター が [I] オンになっていることを確認する。
- RELAY と記された全てのリレー・プラグを取り外す。図 1.4 を参照

- どのリレー オプションが設置されているか確認する(該当する場合)。認められているオプションは VLT® 拡張リレーカード MCB 113 のみです。



130BD832.10

1, 2	リレー・プラグ
------	---------

図 1.4 リレー・プラグの位置

製造者の宣言はご要望により提供いたします。

1.8 安全性

1.8.1 一般的な安全性に関する原則

取扱いが正しくない場合、周波数変換器には高電圧の部品が含まれるため、致命傷の原因となる可能性があります。機器の設置や操作は、有資格技術者のみが行うようにしてください。まず周波数変換器から電源を外し、逐電された電気が放出されるまで十分な時間をおいてから修理の作業を開始してください。

周波数変換器を安全に操作するには、安全上の注意事項に対する厳格な適合が必要となります。

1.8.2 有資格技術者

周波数変換器を無故障かつ安全に動作させるためには、正確かつ信頼性の高い輸送、保管、設置、操作、メンテナンスが必要です。機器の設置や操作は、有資格技術者のみが行うことができます。

有資格技術者とは、訓練を受けたスタッフであって、関連する法律と規則に従って設備、システム、回路の設置、設定、メンテナンスを行うことを許された者のことをいいます。さらに、有資格技術者は、この取扱説明書に記載する指示と安全措置を熟知している必要があります。

⚠警告

高電圧

AC 主電源、DC 電源、あるいは負荷分散に接続されている限り、周波数変換器は高電圧が印加されています。有資格技術者でない人が、設置、スタートアップ、メンテナンスを誤って行った場合、死亡事故や重大な傷害事故を招くことがあります。

- 設置、スタートアップ、メンテナンスは、有資格技術者のみが実施するようにしてください。

⚠警告

予期しない始動

周波数変換器が AC 主電源、DC 電源、あるいは負荷分散に接続されている場合、モーターは思いがけなくスタートすることがあります。プログラミング、サービス、あるいは修理中の予期しない始動は、死亡、深刻な傷害、あるいは物損事故を招く恐れがあります。モーターは外部スイッチ、シリアルバスコマンド、LCP からの入力速度指令信号によって、または不具合状態のクリア後にスタートします。

予期しないモーターのスタートを防止するには：

- 周波数変換器を主電源から切り離してください。
- パラメーターのプログラミング前に、LCP 上の [Off/Reset] を押します。
- 周波数変換器が AC 主電源、DC 電源、あるいは負荷分散に接続されている場合、周波数変換器、モーター、あるいは運転機器は、配線および組み立てが完了している必要があります。

⚠警告

放電時間

周波数変換器の直流リンク・キャパシターは、周波数変換器の電源が入っていないときでも充電されています。修理やメンテナンスの前に、電源を切ってから一定時間待たないと、死亡事故または重大な傷害事故を招くことがあります。

- モーターを停止します。
- バッテリーバックアップ、UPS 及び他の周波数変換器に接続されている直流リンク接続も含めて、AC 電源、リモート直流リンク電源の接続をすべて外してください。
- PM モーターの接続を外すか、ロックしてください。
- 点検・修理を実施する前に、キャパシターが完全に放電されるまでお待ちください。待ち時間の目安は、表 1.4 に記載されています。

電圧 [V]	最小待機時間 (分)		
	4	7	15
200-240	0.25~3.7 kW	–	5.5~45 kW
380-480	0.37~7.5 kW	–	11~90 kW
525-600	0.75~7.5 kW	–	11~90 kW
525-690	–	1.1~7.5 kW	11~90 kW

警告 LED が点灯していない場合でも、高電圧が存在する可能性があります。

表 1.4 放電時間

⚠警告

漏洩電流に関する危険事項

漏洩電流は、3.5 mA（ミリアンペア）を超えます。周波数変換器の接地を正しく行わない場合、死亡事故または深刻な傷害事故を招くことがあります。

- 機器の接地は、有資格の電気工事が正しく行う必要があります。

⚠警告

機器の危険性

回転するシャフトや電気機器に接触すると、死亡や重大な傷害を招くことがあります。

- 訓練を受けた有資格者のみが、設置、始動、メンテナンスを行うようにしてください。
- 電気作業は、国内および地域の電気工事規則に準拠する必要があります。
- 本取扱説明書の手順に従ってください。

1

⚠ 警告**予期しないモーター回転
回転**

永久磁石モーターが予期しない回転をした場合、電圧が発生してユニットが充電された状態になり、深刻な怪我や設備への損害が生じる危険があります。

- 予期しない回転を防ぐため、永久磁石モーターがブロックされていることを確認してください。

⚠ 注意**内部故障により危険**

周波数変換器の内部故障は、周波数変換器を正しく閉じないと、深刻な傷害事故を招くことがあります。

- 電力を供給する前に、すべての安全カバーが適切に配置され、しっかりと固定されていることを確認します。

2 製品概要

2.1 はじめに

この章では、周波数変換器の主なアセンブリと回路の概要を説明します。内部の電気及び信号の処理機能について説明します。内部の管理構造についての説明も含まれます。

また、高度な管理と状況報告の性能を備えた堅牢な操作システムを設計するために利用可能な、自動化された最適な周波数変換器の機能についても説明されています。

2.1.1 給水及び廃水の用途向け製品

VLT® AQUA Drive FC 202 は、給水及び廃水の用途向けに設計されています。統合された SmartStart ウィザードと [Quick Menu] から水とポンプを選択すると、試運転のプロセスについて説明が表示されます。標準機能とオプション機能には、次のものが含まれています。

- カスケード・コントロール
- 空転検知
- カーブ終点の検知
- モーター交替
- デラグ
- 初期及び最終ランプ
- 逆止弁ランプ
- STO
- 低フロー検出
- プリ潤滑
- 流量確認
- パイプ・フィル・モード
- スリープ・モード
- リアル・タイム・クロック
- パスワード保護
- 過負荷保護
- スマート論理コントロール
- 最低速度モニター
- 情報や警告、注意のためのプログラム可能な自由形式のテキスト

2.1.2 エネルギー節約

代替の制御システムと技術を比較すると、周波数変換器はファンやポンプ・システムをコントロールする上で最適なエネルギー制御システムです。

流量を制御するために周波数変換器を使用することで、一般的な用途でポンプの速度が 20% 低下すると、50% のエネルギー節約になります。

図 2.1 はエネルギー節約の一例を示します。

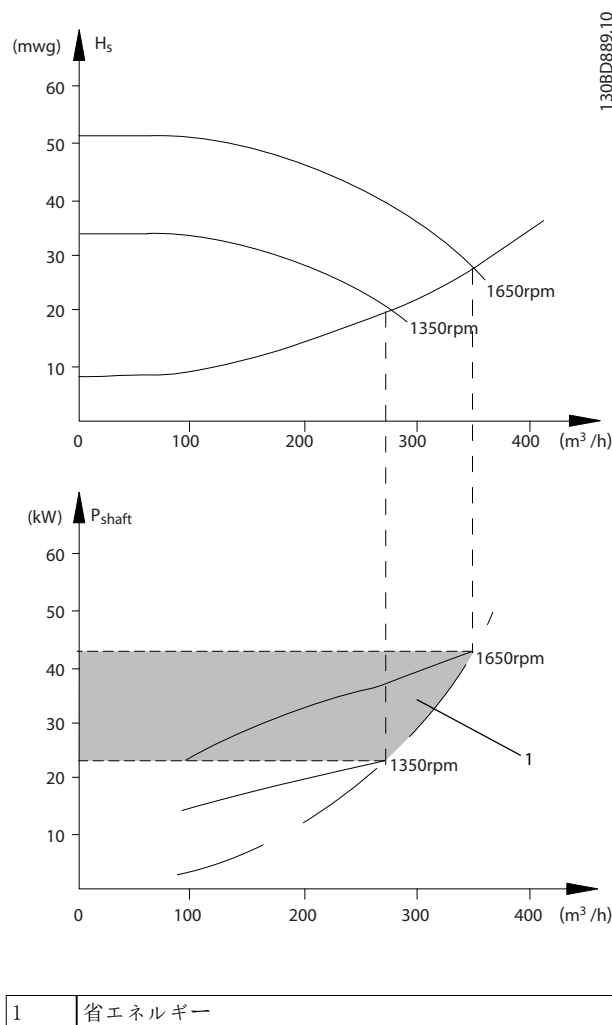


図 2.1 例：省エネルギー

2.1.3 エネルギー節約の例

図 2.2 に見られるように、流量はポンプの速度（RPM で測定）を変えることにより制御します。定格速度より 20% だけ遅くすると、流量も 20% 少なくなります。これは、流量が速度に直接比例するためです。しかし、消費電力は最大で約 50% 低下します。

100% に相当する流量をシステムが供給する頻度が年に 2、3 日だけで、あとは平均して定格流量の 80% を下回る場合、エネルギーの節約は 50% よりも大きくなります。

図 2.2 は、遠心ポンプにおいて流量、圧力、電力消費がポンプの速度（RPM）に依存する様子を示します。

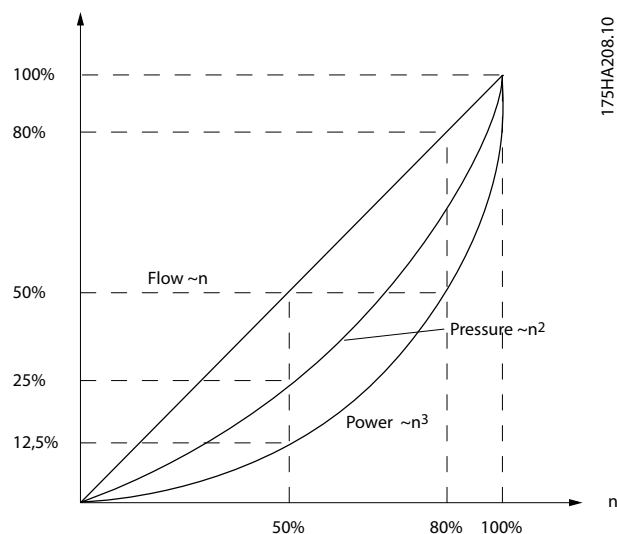


図 2.2 遠心ポンプにおける共通の法則

フロー: $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}$

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

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

速度の範囲において効率が均一と想定した場合。

Q=流量	P=電力
Q ₁ =流量 1	P ₁ =電力 1
Q ₂ =低下した流量	P ₂ =低下した電力
H=圧力	n=速度制御
H ₁ =圧力 1	n ₁ =速度 1
H ₂ =低下した圧力	n ₂ =低下した速度

表 2.1 共通の法則

2.1.4 遠心ポンプのバルブ制御と速度制御の比較

バルブ制御

給水システムのプロセス要件はそれぞれ異なるため、流量は正しく調整する必要があります。流量の適合で頻繁に使用される方法は、バルブを使用したスロットリングや再利用です。

再利用バルブを開きすぎると、ポンプがポンプ曲線の終端で稼働し、低い揚程で流量が高くなります。こうした状態ではポンプが高速になってエネルギーが無駄になるだけでなく、ポンプへの破損によってキャビテーションが発生することもあります。

バルブで流量をスロットリングすると、バルブ全体で圧力の低下が発生します（HP-HS）。これは、車のスピードを落とそうとして、アクセルとブレーキを同時に使用することと似ています。図 2.3 は、スロットリングによって、

システム曲線がポンプ曲線の（2）の位置から効率が著しく低下した（1）の位置までなることを示します。

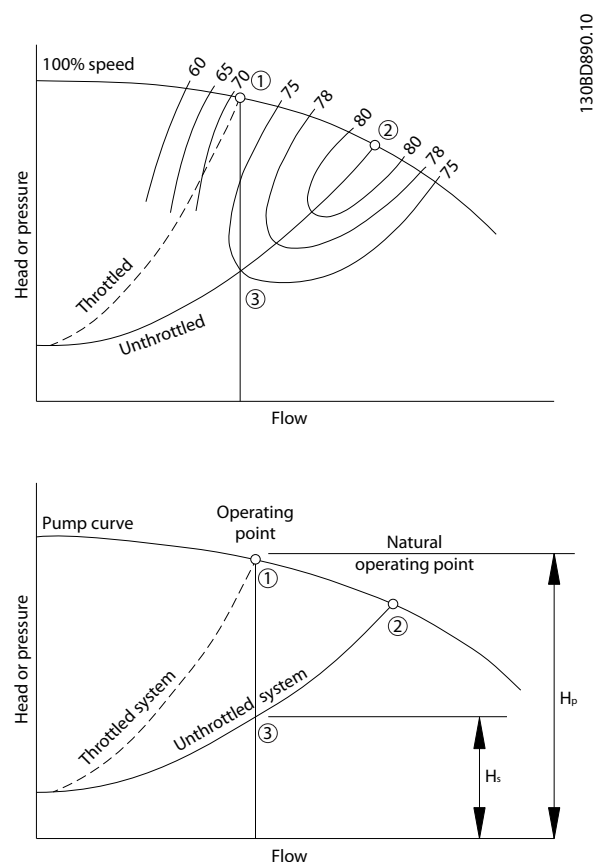
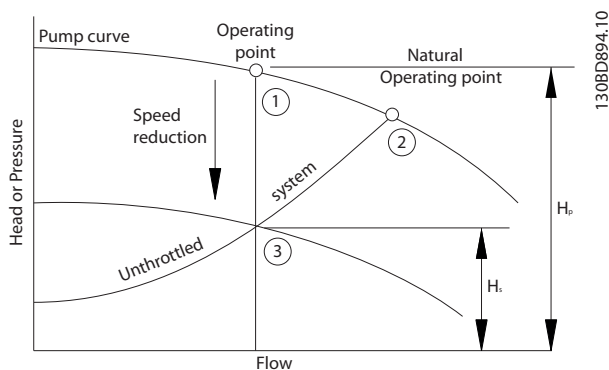


図 2.3 バルブの制御による流量の低減（スロットリング）

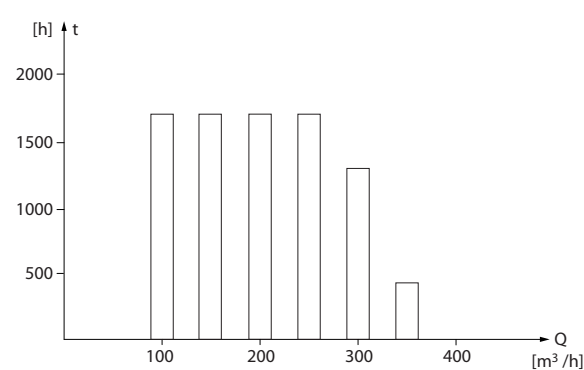
速度コントロール

図 2.4 に示すように、同じ流量をポンプの速度を落とすことにより調整できます。速度を落とすとポンプ曲線が下がります。ポンプ曲線とシステム曲線（3）が新しく交差するところが操作ポイントです。章 2.1.3 エネルギー節約の例の説明にある通り、エネルギーの節減は共通の法則を適用することで計算できます。



1	スロットル・バルブを使用した操作ポイント
2	自然な運転ポイント
3	速度コントロールを使用した操作ポイント

図 2.4 速度のコントロールによる流量の低減



t [h]	流量の期間。表 2.2 も参照して下さい。
Q [m³/h]	流量

図 2.6 1 年間にわたる流量の分布（期間と流量の比較）

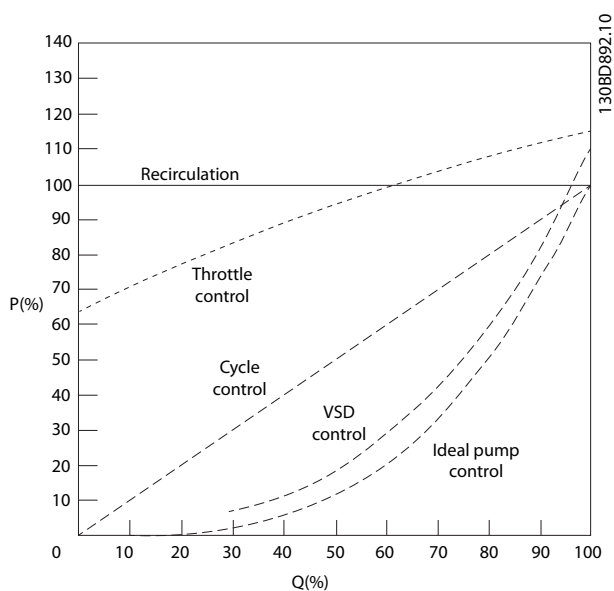


図 2.5 流量の制御曲線の比較

2.1.5 1 年を通じた異なる流量の例

図 2.7 に示すように、この例はポンプのデータシートから取得されたポンプ特性に基づいて計算されています。

その結果、1 年を通じた流量の分布で 50% を超えるエネルギーの節約になりました。
(図 2.6 を参照)。回収期間は、電気料金及び周波数変換器の価格により異なります。この例では、バルブや一定速度の場合と比較して回収期間は 1 年未満です。

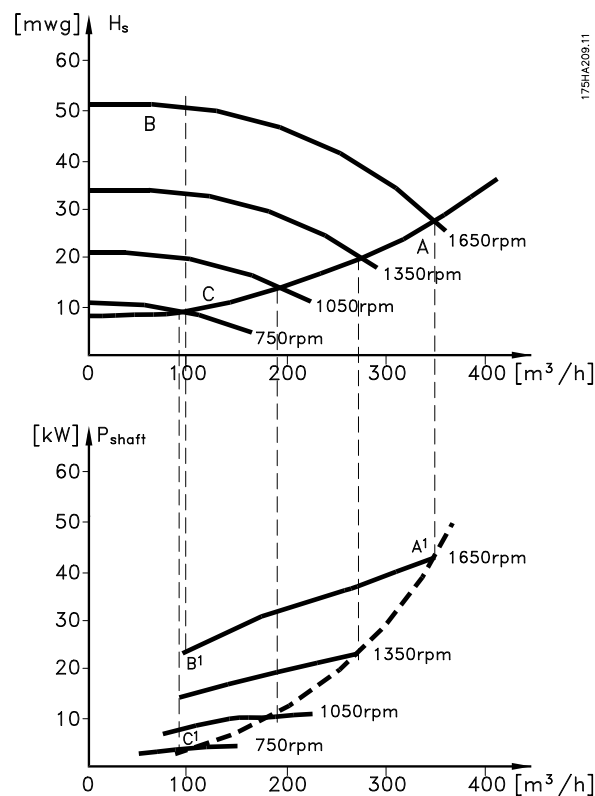


図 2.7 異なる速度でのエネルギー消費

流量	分布		バルブ制御		周波数変換器の制御	
	%	継続時間	電力	消費	電力	消費
[m³/h]		[h]	[kW]	[kWh]	[kW]	[kWh]
350	5	438	42.5 ¹⁾	18.615	42.5 ¹⁾	18.615
300	15	1314	38.5	50.589	29.0	38.106
250	20	1752	35.0	61.320	18.5	32.412
200	20	1752	31.5	55.188	11.5	20.148
150	20	1752	28.0	49.056	6.5	11.388
100	20	1752	23.0 ²⁾	40.296	3.5 ³⁾	6.132
Σ	10	8760	-	275.064	-	26.801
	0					

表 2.2 結果

- 1) AI における電力測定値
2) BI における電力測定値
3) CI における電力測定値

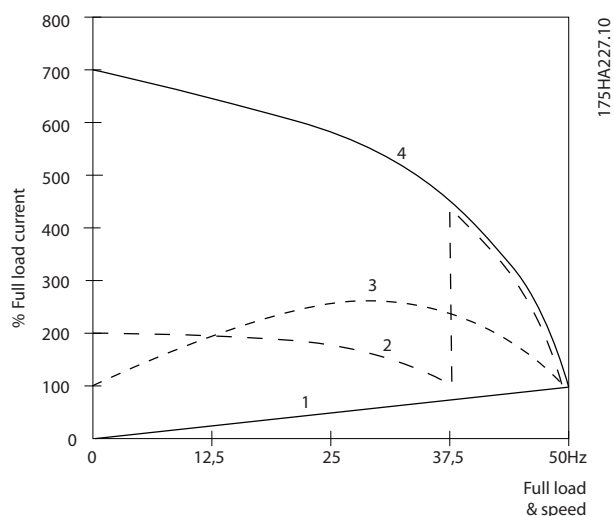
2.1.6 制御の改善

周波数変換器を利用してシステムの流量や圧力を制御することで、コントロールが向上します。
周波数変換器によってファンやポンプの速度を変えることができ、流量と圧力のコントロールが可能になります。さらに、周波数変換器はシステムの新しい流量や圧力の条件に対して、ファンやポンプの速度を迅速に適合させることができます。
内蔵の PI コントロールを利用したシンプルなプロセス制御（流量、レベル、圧力）。

2.1.7 スター/デルタ・スターターまたはソフト・スターター

多くの国では大型のモーターを始動する際に、スタート電流を制限する装置を使用する必要があります。より従来型のシステムでは、スター/デルタまたはソフト・スターターが幅広く使用されています。周波数変換器を使用する場合、このようなモーター・スターターは必要ありません。

図 2.8 に示すように、周波数変換器は定格電流より多くを消費することはありません。



1	VLT® AQUA Drive FC 202
2	スター/デルタ・スターター
3	ソフト・スターター
4	主電源で直入スタート

図 2.8 始動時の電流

2.2 操作の説明

周波数変換器は、制御された量の主電源 AC 電源をモーターに供給して、その速度をコントロールします。周波数変換器は、モーターに可変の周波数と電圧を供給します。

周波数変換器は 4 つのメイン・モジュールに分けられます。

- 整流器
- 中間直流バス回路
- インバーター
- コントロール及び制御

図 2.9 は、周波数変換器の内部部品のブロック図です。これらの機能については、表 2.3 を参照してください。

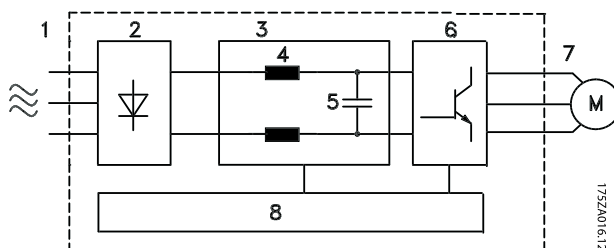


図 2.9 周波数変換器ブロック図

面積	タイトル	機能
1	主電源入力	3 相 AC 主電源は周波数変換器に電力供給します。
2	整流器	整流器ブリッジがインバーターに電力供給するため交流を 直流に変換します。
3	直流バス	中間直流バス回路は、 直流電流を操作します。
4	直流リアクター	- 中間直流回路電圧をフィルタリングします。 - 主電源トランジェント保護を確認します。 - RMS 電流を減じます。 - ラインに反映する力率を上昇させます。 - 交流入力の高調波を減じます。
5	キャパシター・バンク	- 直流電力を保持します。 - ショート電力損失に対するライド・スルー保護を提供します。
6	インバーター	モーターへ制御された可変出力を供給するために、直流を制御された PWM 交流波形へ変換します。
7	モーターへの出力	モーターに供給される制御された 3 相出力です。

面積	タイトル	機能
8	コントロール回路	- 入力電源、内部処理、出力、及びモーター電流は監視され、動作とコントロールの効率化が図られます。 - ユーザー・インターフェイスと外部コマンドは監視され、実行されます。 - 状況の出力と制御が行えます。

表 2.3 図 2.9 に対する説明

1. 周波数変換器は、主電源から AC 電圧への DC 電圧に変換します。
2. DC 電圧は可変の振幅と周波数を持つ AC 電流に変換されます。

周波数変換器はモーターに可変の電圧 / 電流と周波数を供給し、これによって 3 相標準同期モーターと非突極 PM モーターの変速コントロールが可能になります。

周波数変換器は、U/f 特殊モーター・モードや VVC⁺といった様々なモーター制御の原則を管理します。周波数変換器の短絡動作は、モーター相の 3 つの電流変換器によって異なります。

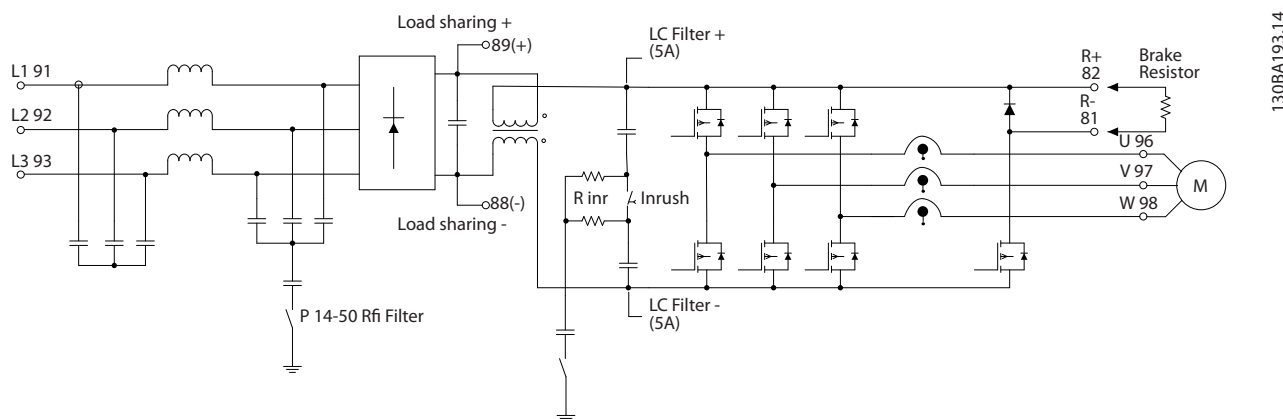


図 2.10 周波数変換器の構造

2.3 動作シーケンス

2.3.1 整流器のセクション

電力が周波数変換器に投入されると、ユニットの設定に応じて、主電源端子（L1、L2、L3）を通り、切断及び / または RFI フィルター・オプションに進みます。

2.3.2 中間セクション

整流器のセクションに続いて、電圧は中間セクションに進みます。直流バス・インダクターと直流バス・キャパシター・バンクからなる正弦波フィルター回路が、変換された電圧を安定させます。

直流バス・インダクターは、変動する電流に連続したインピーダンスを提供します。これは、整流器の回路に通常ありがちな入力 AC 電流の波形に対する高調波の歪みを抑えつつ、フィルター・プロセスを支援します。

2.3.3 インバーター・セクション

インバーター・セクションにおいて、ひとたび実行コマンドと速度指令信号が存在すると、IGBT は出力波形を生成するためにスイッチングを開始します。コントロール・カードで Danfoss VVC+ PWM 原則により生成されるこの波形により、モーターは最適な性能を発揮して損失を最小にします。

2.3.4 ブレーキ・オプション

ダイナミック・ブレーキ・オプションが備わった周波数変換器の場合、ブレーキ IGBT と端子 81(R-) 及び 82(R+) が外部のブレーキ抵抗器の接続用に付属します。

ブレーキ IGBT の機能は、最大電圧の上限を超えたときに中間回路の電圧を制限することです。これは、直流バスに対して外部に取り付けられた抵抗を切り替えることで、バス・キャパシターにある過剰な DC 電圧を取り除いて実行されます。

外部にブレーキ抵抗器を配置することは、アプリケーションのニーズに基づいて抵抗を選択できるほか、コントロール・パネル外のエネルギーを放散させ、ブレーキ抵抗器が過負荷となったときにコンバーターを加熱から保護するという利点があります。

ブレーキ IGBT のゲート信号はコントロール・カードから発信され、電力カードとゲート・ドライブ・カードを介してブレーキ IGBT に伝えられます。また、電力カードとコントロール・カードは、短絡や過負荷がないかブレーキ IGBT とブレーキ抵抗器の接続を監視します。前段ヒューズの仕様については、章 7.1 電気データを参照してください。章 7.7 ヒューズと回路ブレーカーも参照して下さい。

2.3.5 負荷分散

内蔵のロードシェア・オプションを持つユニットには、端子 (+) 89 DC と (-) 88 DC が含まれます。周波数変換器の内部では、これらの端子は直流リンク・リアクターとバス・キャパシターの前にある DC バスに接続します。

詳しい情報 については Danfoss までお問い合わせください。

ロードシェア端子は、2つの異なる構成で接続が可能です。

1. 最初の方法では、複数の周波数変換器の端子 DC バス回路を接続します。これにより、逆起電モードにあるユニットで、過剰なバス電圧をモーターが稼動している別のユニットと共有することができます。この方法によるロードシェアは、外部のダイナミック・ブレーキ抵抗器の必要性がなくなると同時に、エネルギーの節約も可能です。各ユニットの電圧定格が同じである限り、この方法で接続可能なユニット数は無制限です。さらに、ユニットのサイズと数によっては、直流リンク接続に直流リアクターと直流ヒューズを、主電源に交流リアクターを設置しなければならないことがあります。こうした構成には、特定の注意事項が必要となります。Danfoss に連絡してサポートを依頼してください。
2. 2番目の方法では、周波数変換器への電源を直流ソースから独占的に供給します。これには以下が必要です。
 - 2a 直流ソース。
 - 2b 電源投入時に直流バスをソフトチャージする手段です。
 繰り返しますが、このような構成には特定の検討事項が必要となります。Danfoss に連絡してサポートを依頼してください。

2.4 コントロール構造

2.4.1 コントロール構造開ループ

開ループ・モードで操作する場合、周波数変換器は LCP キーを介して手動で、またはアナログ / デジタル入力もしくはシリアル・バスを介して遠隔で入力コマンドに応答します。

図 2.11 に示された構成では、周波数変換器は開ループ・モードで作動します。LCP (手動モード) またはリモート信号 (自動モード) により入力を受け入れます。信号 (速度参照) が受信され、最高及び最低モーター速度 (RPM と Hz)、立ち上がり/立ち下り時間、モーター回転

方向を使用して調整されます。続いて、モーターを制御するために参照値が渡されます。

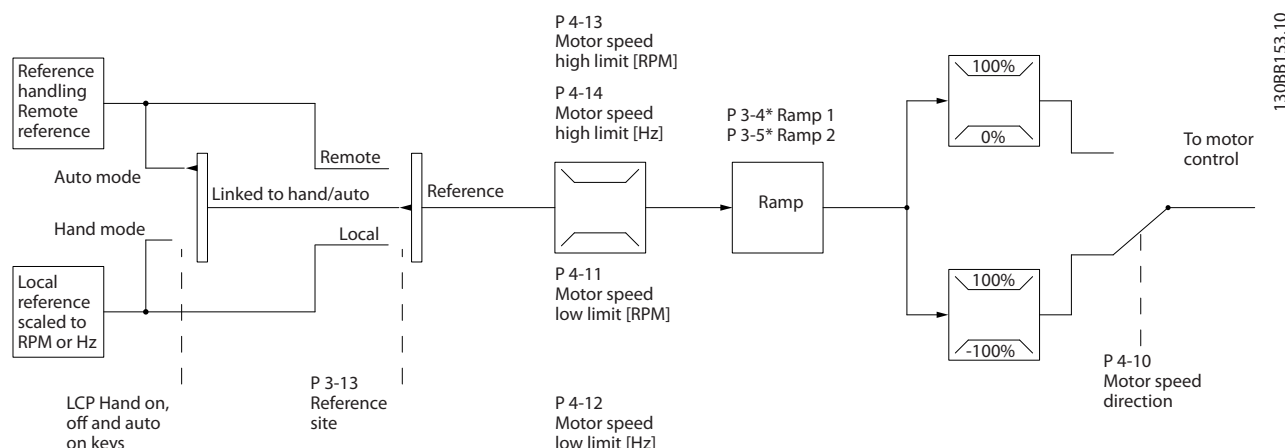


図 2.11 開ループ・モードのブロック図

2.4.2 コントロール構造の開ループ

閉ループ・モードでは、内部 PID コントローラーにより、周波数変換器がシステムの参照値及びフィードバック信号を処理して、独立したコントロール・ユニットとして作動させることができます。コンバーターは閉ループで独

立して動作しつつ、状態と警報メッセージ、外部システムを監視するための他のプログラム可能なオプションを提供します。

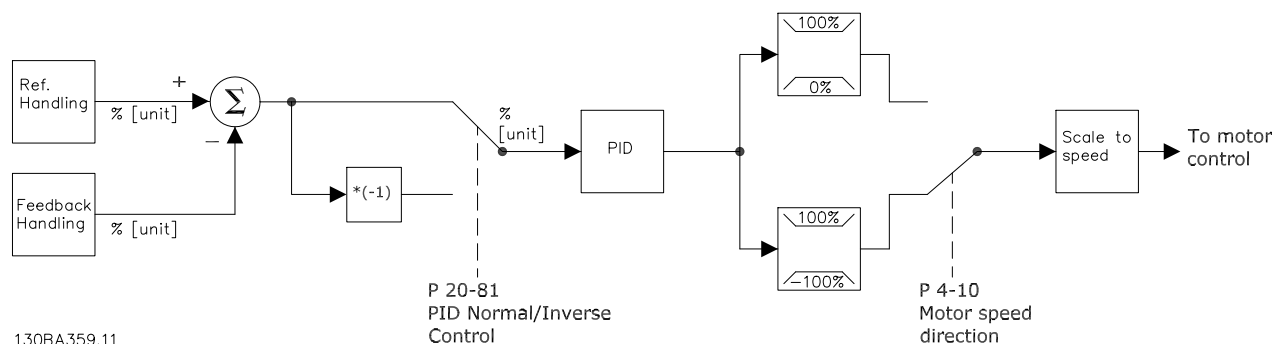


図 2.12 閉ループ・コントローラーのブロック図

例えば、パイプ内の定位圧力が一定なポンプの速度が制御されるポンプの用途を考えてみてください(図 2.12を参照)。周波数変換器は、システム内のセンサーからフィードバック信号を受信します。このフィードバックは参照用設定値と比較され、2つの信号間で誤差があればそれが検出されます。続いて、この誤差を修正するためにモーターの速度が調整されます。

望ましい固定圧力の設定値は、周波数変換器に対する速度指令信号です。圧力センサーはパイプ内の実際の定位圧力を測定し、この情報をフィードバック信号として周波数変換器に提供します。フィードバック信号が参照設定値を上回る場合、周波数変換器は圧力を徐々に下げます。動揺

に、パイプの圧力が参照設定値より低い場合、周波数変換器は少しずつポンプの圧力を上げます。

閉ループの周波数変換器のデフォルト値では通常、満足いく性能を発揮できますが、多くの場合システムの制御はPIDパラメーターを調整することで最適化できます。この最適化のために自動調整が用意されています。

その他のプログラム可能な機能には以下のものがあります。

- 逆規制 - フィーバック信号が高い場合にモーター速度が上がります。
- スタート周波数 - PID コントローラーが作動する前にシステムが素早く動作状態になります。
- 内蔵ローパスフィルター - フィーバック信号の雑音を抑えます。

2.4.3 ローカル（手動オン）及び遠隔（自動オン）コントロール

周波数変換器は LCP を使用して手動で操作することも、アナログ入力、デジタル入力、及びシリアル・バスを介して遠隔操作することもできます。

アクティブな速度指令信号及び構成モード

アクティブな速度指令信号は、ローカル速度指令信号又はリモート速度指令信号のいずれかです。リモート速度指令信号がデフォルト設定です。

- ローカル速度指令信号を使用するには、*手動モード*で設定してください。手動モードを有効にするには、パラメーター・グループ *0-4* LCP Keypad* のパラメーター設定を適用します。詳細については、*プログラミング・ガイド*を参照してください。
- リモート速度指令信号を使用するには、デフォルトのモードである *自動モード*で設定してください。この *Auto* モードでは、周波数変換器をデジタル入力や様々なシリアル・インターフェイス（RS485、USB、またはオプションのフィールドバス）にてコントロールできます。
- 図 2.13 はアクティブな速度指令信号を選択（ローカルまたは遠隔）した場合の設定モードを示します。
- 図 2.14 はローカル速度指令信号用の手動構成モードを示します。

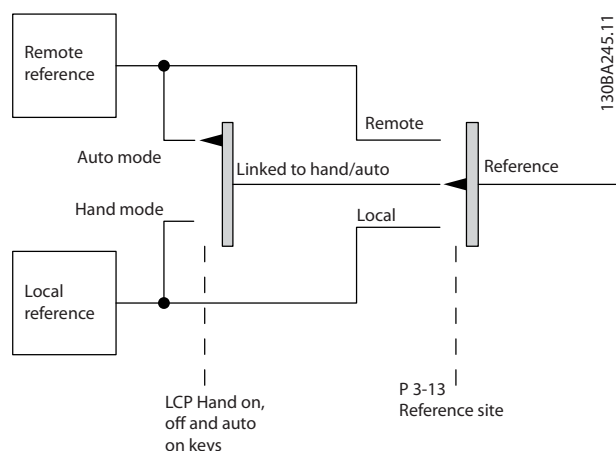


図 2.13 アクティブな速度指令信号

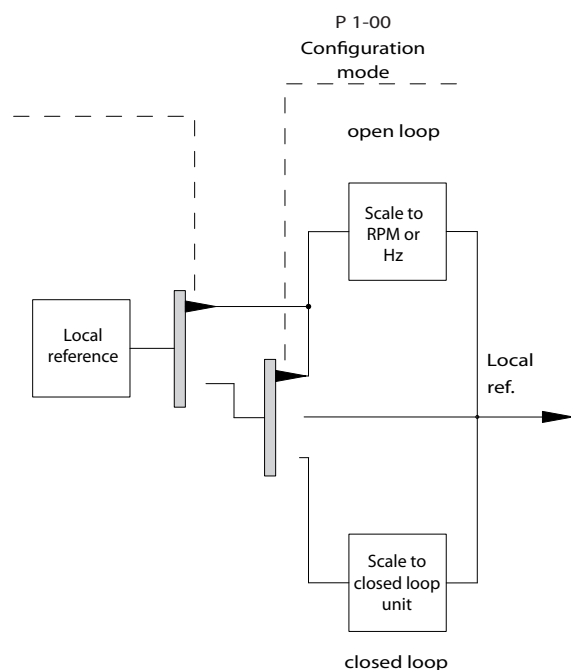


図 2.14 構成モード

アプリケーション・コントロール速度指令信号

リモート速度指令信号またはローカル速度指令信号のどちらかが常にアクティブになります。両方を同時にアクティブにすることはできません。表 2.4 の通りに、アプリケーション・コントロール速度指令信号（つまり、開ループまたは閉ループ）を *1-00 構成モード*で設定します。

ローカル速度指令信号がアクティブの場合、*1-05 ローカル・モード構成*でアプリケーション・コントロール速度指令信号を設定します。

表 2.4 に示すように、*3-13 速度指令信号サイト*で速度指令信号サイトを設定します。

詳細については、*プログラミング・ガイド*を参照してください。

[Hand On] [Auto On] LCP キー	速度指令信号サイト 3-13 速度指令信号サイト	アクティブな速度指令信号
手動	手動 / 自動へリンク	ローカル
Hand⇒Off	手動 / 自動へリンク	ローカル
自動	手動 / 自動へリンク	リモート
Auto ⇒ オフ	手動 / 自動へリンク	リモート
全てのキー	ローカル	ローカル
全てのキー	リモート	リモート

表 2.4 ローカル又はリモート速度指令信号の構成

2.4.4 速度指令信号の処理

速度指令信号の処理は、開ループ及び閉ループ動作の両方に適用されます。

内部及び外部速度指令信号

最大で 8 つの内部プリセット速度指令信号を周波数変換器でプログラムできます。アクティブな内部プリセット速度指令信号は、デジタル・コントロール入力またはシリアル通信バスを介して外部から選択できます。

また、外部速度指令信号は通常、アナログ・コントロール入力を介してコンバーターに提供することもできます。外部速度指令信号の合計を求めるために、全ての速度指令信号ソース及びバス速度指令信号が合計されます。外部速度指令信号、プリセット速度指令信号、設定値、または 3 つ全ての合計をアクティブな速度指令信号として選択できます。この速度指令信号はスケーリングすることができます。

スケール済みの速度指令信号は以下のように計算されます。

$$\text{速度指令信号} = X + X \times \left(\frac{Y}{100} \right)$$

X が外部速度指令信号、プリセット速度指令信号、またはそれら速度指令信号値の合計である場合、Y は 3-14 プリセット相対速度指令信号 [%] です。

Y、つまり 3-14 プリセット相対速度指令信号 が 0% に設定されている場合、スケーリングは速度指令信号に影響しません。

リモート速度指令信号

リモート速度指令信号は以下により構成されます (図 2.15 を参照)。

- プリセット速度指令信号
- 外部速度指令信号:
 - － アナログ入力
 - － パルス周波数入力
 - － デジタル・ポテンシオメーター入力
 - － シリアル通信バスの速度指令信号
- プリセット相対速度指令信号
- フィードバックにより制御される設定値

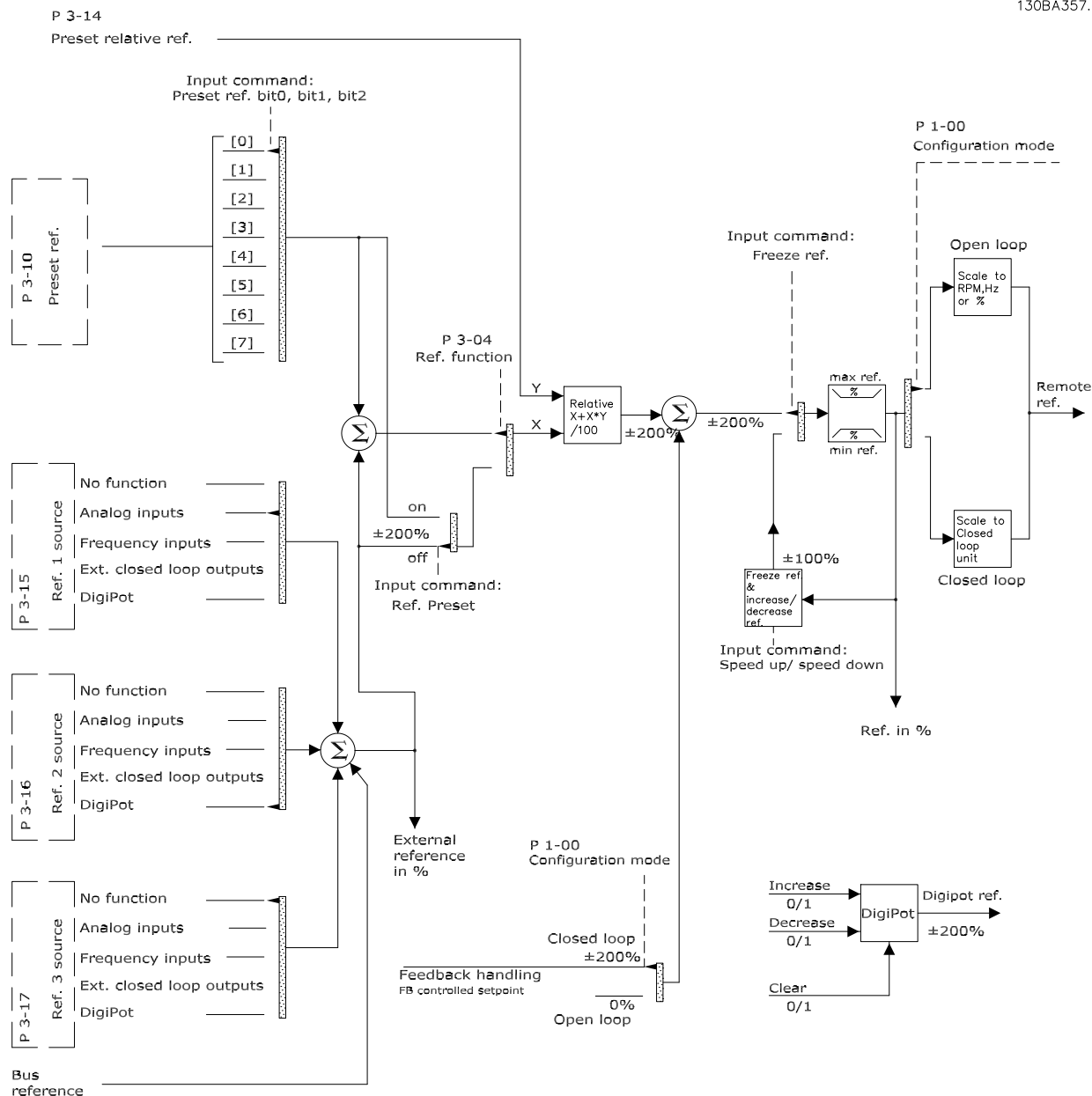


図 2.15 リモート速度指令信号の処理を示すブロック図

2.4.5 フィードバックの処理

フィードバック処理は、複数の設定値や複数タイプのフィードバックなど、高度な制御を必要とする用途とともに機能するように構成可能です（図 2.16 を参照。3 種類の制御が一般的です）：

単一ゾーン、単一設定値

この制御タイプは、基本的なフィードバック構成です。設定値 1 が他の速度指令信号（該当する場合）に追加され、フィードバック信号が選択されます。

複数ゾーン、単一設定値

この制御タイプは 2 つまたは 3 つのフィードバック・センサーを使用しますが、設定値は 1 つのみです。フィードバックは加算、減算、平均することができます。また、最大値や最小値を使用できます。設定値 1 はこの構成でのみ使用されます。

複数ゾーン、設定値 / フィードバック

設定値 / フィードバックの組合せで差異が最大のものが、周波数変換器の速度を制御します。最大値は全てのゾーンをそれぞれの設定値以下に、最小値は全てのゾーンをそれぞれの設定値以上に保とうとします。

例

A 2-ゾーン、2-設定値のアプリケーション。ゾーン 1 の設定値は 15 バーで、フィードバックは 5.5 バーです。ゾーン 2 の設定値は 4.4 バーで、フィードバックは 4.6 バーです。最大値を選択すると、差異のより小さいゾーン 1 の設定値とフィードバックが PID コントローラに送られます（フィードバックが設定値よりも高く、差異がマイナスになります）。最大値を選択すると、差異がより大きいゾーン 2 の設定値とフィードバックが PID コントローラに送られます（フィードバックが設定値より低く、差異がプラスになります）。

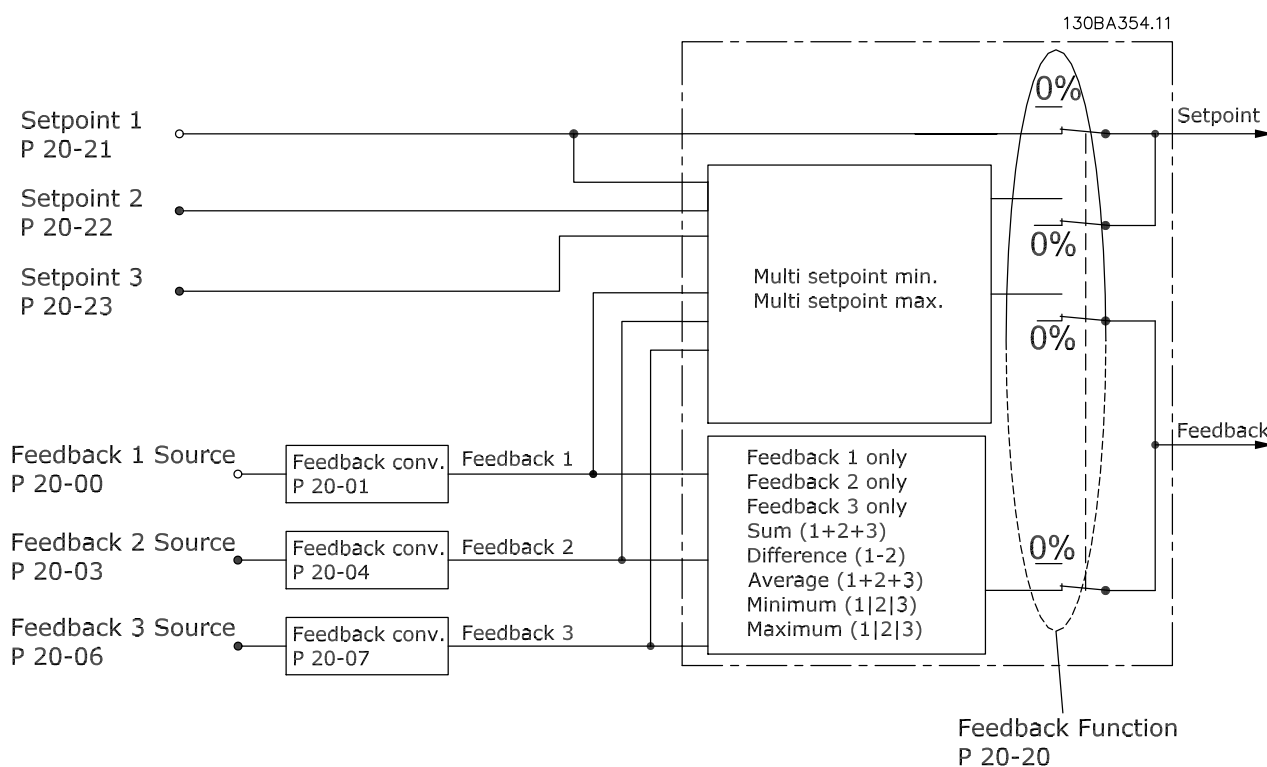


図 2.16 フィードバック信号処理のブロック図

フィードバック変換

用途によっては、フィードバック信号を変換すると便利です。ひとつの例が、流量のフィードバックを提供するために圧力信号を使用する場合です。圧力の平方根は流量に比例するため、圧力信号の平方根は流量に比例する値となります（図 2.17 を参照）。

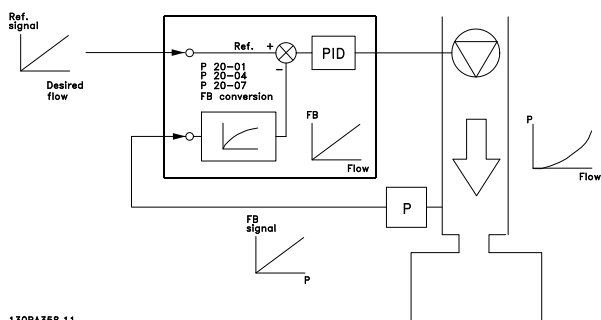


図 2.17 フィードバック変換

2.5 自動運転機能

自動運転機能は、周波数変換器が稼動するとただちにアクティブになります。そのほとんどがプログラミングや設定を必要としません。これらの機能が存在することを理解すれば、システム設計を最適化して、冗長なコンポーネントや機能を導入しなくてすむ可能性があります。

必要な設定の詳細、特にモーター・パラメーターについては、*プログラミング・ガイド*を参照してください。

周波数変換器には、変換器及び作動するモーターを保護するための様々な内蔵保護機能が備わっています。

2.5.1 短絡 保護

モーター（相-相）

周波数変換器は、3 つのモーター相それぞれ、又は直流リンクで電流を測定することで、モーター側の短絡から保護されています。2 つの出力相間で短絡が起これば、インバーターに過電流が発生します。短絡電流が許容値（警報 16 トリップ・ロック）を超過すると、インバーターの電源がオフになります。

主電源側

正しく機能する周波数変換器は、供給電源からの電流を制限します。供給側では、周波数変換器（初回故障）内でコンポーネントが破損した場合の保護のため、ヒューズ及び / または回路ブレーカーの使用をお勧めします。詳細は、*章 7.7 ヒューズと回路ブレーカー*を参照してください。

注記

IEC 60364 (CE) または NEC 2009 (UL) に準拠するために、ヒューズ及び / または回路ブレーカーを使用する必要があります。

ブレーキ抵抗器

周波数変換器は、ブレーキ抵抗器の短絡から保護されています。

負荷分散

直流バスを短絡から、周波数変換器を過負荷から守るには、直流ヒューズを直列で、接続された全てのユニットのロードシェア端子とともに設置してください。詳細は、*を参照章 2.3.5 負荷分散*してください。

2.5.2 過電圧保護

モーターが引き起こした過電圧

モーターがジェネレーターとして動作している場合には、中間回路の電圧が上昇します。これは、以下の場合に起こります。

- 負荷によって（周波数変換器からの定出力周波数にて）モーターが駆動した場合。例：負荷によってエネルギーが発生。
- 減速（「立ち下り」）中に慣性モーメントが高いと摩擦が低下するため、周波数変換器、モーター、及び設備内の損失としてエネルギーを消費するには立ち上がり時間が短すぎる場合。
- スリップ補償設定が正しくないと直流リンク電圧がより高くなる場合があります。
- PM モーター動作からのバック EMF 高回転でフリーラン状態の場合、PM モーターのバック EMF が周波数変換器の最大電圧許容値を超え、破損につながる恐れがあります。これを防ぐため、*4-19 最高出力周波数* の値は *1-40 1000 RPM* にて *EMF* に復活、*1-25 モーター公称速度*、*1-39 モーター極*の値に基づいて、内部計算により自動的に制限されます。

注記

モーターが加速しすぎないように（過剰な空転効果や、制御されない水流など）、周波数変換器にブレーキ抵抗器を装備してください。

過電圧には、ブレーキ機能（*2-10 ブレーキ機能*）または過電圧コントロール（*2-17 過電圧コントロール*）のどちらかを使用して対応することができます。

過電圧コントロール (OVC)

OVC は、直流リンクの過電圧により周波数変換器がトリップするリスクを低減します。これは、立ち下り時間を自動的に延長することで管理されます。

注記

PM モーターに対して OVC を有効化できます (PM VVC)。

ブレーキ機能

過剰なブレーキ・エネルギーを放散させるため、ブレーキ抵抗器を取り付けます。ブレーキ抵抗器を接続すると、ブレーキ中の直流リンク電圧が上昇しすぎるのを防ぐことができます。

AC ブレーキはブレーキ抵抗器を使用せずにブレーキを改善するもうひとつの方法です。この機能は、余分なエネルギーを発生させるジェネレーターとしてモーターを運転する際に、過剰な磁化を制御します。この機能は、OVC を改善させることができます。モーター内部における電氣的損失が増加することにより、OVC 機能が、超過電圧制限を超えることなくしてブレーキ・トルクを増加させます。

注記

交流ブレーキは、抵抗器を持つダイナミック・ブレーキのように効率的ではありません。

2.5.3 モーター欠相の検知

モーター欠相機能（4-58 モーター相機能がありません。）は、モーター相が損失している場合にモーターの破損を防ぐため、デフォルトで有効になっています。デフォルト設定では 1000 ms ですが、調整してより速く検知することも可能です。

2.5.4 主電源相アンバランス検知

深刻な主電源アンバランス条件下で動作するとモーターの寿命が縮まります。モーターを公称負荷に近い値で操作し続けた場合、状態は深刻と見なされます。デフォルト設定では、主不均衡があると周波数変換器がトリップします（14-12 主電源アンバランス時の機能）。

2.5.5 出力点スイッチング

モーターと周波数変換器間の出力にスイッチを追加することは許可されています。不具合メッセージが表示されることがあります。回転するモーターをつかむには、フライング・スタートを有効にしてください。

2.5.6 過負荷保護

トルク制限

トルク制限機能は、速度に関係なくモーターを過負荷から保護します。トルク制限は 4-16 トルク制限モーター・モード または 4-17 トルク制限ジェネレーター・モードで制御され、トルク制限の警告が表示されるまでの時間は 14-25 トルク制限時のトリップ遅延でコントロールします。

電流制限

電流制限は 4-18 電流制限で制御します。

速度制限

以下のパラメーターを使用して運転速度範囲の上限と下限を定義します。

- 4-11 モーター速度下限 [RPM] or
- 4-12 モーター速度下限 [Hz]、4-13 モーター速度上限 [RPM]、
- 4-14 Motor Speed High Limit [Hz]

例えば、運転速度の範囲を 30 から 50/60Hz とすることが出来ます。

4-19 最高出力周波数により、周波数変換器で可能な最大出力速度を制限します。

ETR

ETR は、内部測定値に基づいてバイメタル・リレーをシミュレーションする電子機能です。特性を 図 2.18 に示します。

電圧制限

ハードコード化された一定の電圧レベルに達すると、周波数変換器は電源を切ってトランジスタと直流リンク・キャパシターを保護します。

過温度

周波数変換器には温度センサーが内蔵されており、ハードコード化されたリミットにより臨界値に対して迅速に反応します。

2.5.7 自動定格低減

周波数変換器は限界レベルを常に確認します。

- 高温のコントロール・カードまたはヒートシンク
- モーター高負荷
- 直流リンク高電圧
- 低モーター速度

限界レベルへの応答として、周波数変換器はスイッチ周波数を調整します。内部が高温であったり、モーター速度が遅い場合のために、周波数変換器は PWM パターンを SFAVM に強制適用することもできます。

注記

14-55 出力フィルター が [2] 正弦波フィルター固定に設定されている場合、自動定格低減は異なります。

2.5.8 自動エネルギー最適化

自動エネルギー最適化（AEO）は、周波数変換器に対して、モーターの負荷を常に監視して出力電圧を最大効率まで調整するように指示します。負荷が軽い場合は電圧が下がり、モーター電流は最小に抑えられます。モーターには効率の向上や発熱の低下、運転が静かになるなどのメリットがあります。周波数変換器がモーター電圧を自動的に選択するため、V/Hz 曲線を選択する必要はありません。

2.5.9 スイッチ周波数自動変調

周波数変換器は、AC 波形パターンを形成するために短い電気パルスが発生させます。スイッチ周波数はこれらのパルスの速度です。低スイッチ周波数（低速のパルス）ではモーターに耳に聞こえる雑音が発生するため、高めのスイッチ周波数が理想的です。ただし、高スイッチング周波数では周波数変換器で熱損が発生し、モーターで使用可能な電流が制限されることがあります。

スイッチ周波数自動変調はこれらの状態を自動的に制御して、周波数変換器が過熱を起こすことなく最も高いスイッチ周波数を達成します。制御された高スイッチング周波数を実現することで、耳に聞こえる雑音のコントロールが重要な場合に低速でのモーターの運転音を下げ、必要に応じてモーターに最大出力を提供します。

2.5.10 高スイッチ周波数の自動定格低減

周波数変換器はスイッチ周波数が 3.0 から 4.5 kHz (この周波数範囲は電力により異なります) で、最大負荷が連続する状態で運転するように設計されています。スイッチ周波数が最大許容範囲を超えると、周波数変換器が過熱して出力電流を低減しなければなりません。

周波数変換器の自動機能として、負荷依存のスイッチ周波数コントロールがあります。この機能により、モーターは負荷が許容する範囲で高スイッチ周波数の恩恵を受けることができます。

2.5.11 過熱時の自動定格低減

自動過熱定格低減は、高温で周波数変換器がトリップしないようにする機能です。内部のセンサーが状態を測定し、動力コンポーネントが過熱しないようにします。コンバーターが自動的にスイッチ周波数を下げて、動作温度を安全な範囲に保つことができます。スイッチ周波数を下げた後、過熱によるトリップを防ぐために、コンバーターは出力周波数と電流を最大 30% 低くすることも可能です。

2.5.12 自動ランピング

使用可能な電流に対してモーターが負荷を急加速しようとすると、コンバーターがトリップする可能性があります。急に減速する場合にも同じことが言えます。自動ランピングは、モーターのランピング速度を調整（加速または減速）して使用可能な電流に合わせることで、これらの状況を回避します。

2.5.13 電流制限回路

周波数変換器の通常運転による現在の能力を負荷が超えている場合（サイズの小さいコンバーターやモーターに起因）、電流制限によって出力周波数を制限してモーターの速度をゆっくり落とし、負荷を軽減します。この状態での動作を 60 秒以内に制限するための調整可能なタイマーもあります。工場出荷時のデフォルト制限は、過電流の負荷を最小限にするため定格モーター電流の 110% です。

2.5.14 電力変動性能

周波数変換器は以下のような主電源の変動に対応します。

- トランジエント
- 一時的な降下
- 短い電圧の低下
- サージ

周波数変換器は入力電圧を自動的に公称値から補正 ($\pm 10\%$) し、最高の定格モーター電圧とトルクを提供します。自動再スタートが選択された場合、電圧がトリップし

た後に周波数変換器が自動的にオンになります。フライング・スタートを使用して、周波数変換器を始動前にモーター回転に同期させます。

2.5.15 モーター始動

周波数変換器は、モーターに適切な量の電流を供給して負荷慣性を克服するとともに、モーターの速度を上昇させます。これにより、モーターが止まっていたり、ゆっくり回転しているときに主電源電圧が印加されて、電流や熱が高くなるようにします。この内蔵ソフト・スタート機能は、熱負荷と機械的ストレスを低下させ、モーターの寿命を延ばして静かにシステムを運転できるようにします。

2.5.16 共振制動

高周波数モーターの共振雑音は、共振制動により排除することができます。自動または手動で選択する制動が利用できます。

2.5.17 温度制御ファン

内蔵の冷却ファンは、周波数変換器内のセンサーにより温度で制御されています。低負荷の動作中やスリープ・モードあるいはスタンバイのときは、たいてい冷却ファンは作動していません。これにより雑音を低減し、効率を高めてファンの稼動寿命を延ばします。

2.5.18 EMC 適合

電磁干渉 (EMI) または無線周波数干渉（無線周波数の場合は RFI）とは、外部ソースからの電磁誘導やエミッションによって電子回路に影響する可能性のある妨害です。周波数変換器は、ドライブ用の EMC 製品標準 IEC 61800-3 のほか、ヨーロッパ標準 EN 55011 に適合するように設計されています。EN 55011 のエミッションレベルに適合するには、モーター・ケーブルがシールドされて適切に終端処理されている必要があります。EMC 性能の詳細については、章 3.2.2 EMC 試験結果 を参照してください。

2.5.19 3 つ全てのモーター相の電流測定

モーターへの出力電流は、周波数変換器とモーターを短絡や地絡、相損失から保護するために 3 相全てで継続的に測定されます。出力地絡は即時に検知されます。モーター相が損失した場合は周波数変換器がすぐに停止して、紛失した相について報告します。

2.5.20 コントロール端子の電気絶縁

全てのコントロール端子と出力リレー端子は、主電源から電気絶縁されています。つまり、コントロール回路は入力電流から完全に保護されます。出力リレー端子はそ

それぞれ接地する必要があります。この絶縁は、厳格な超低電圧保護 (PELV) の要件に適合しています。

電気絶縁を構成するコンポーネントは以下の通りです。

- 電源 (信号の分離を含む)。
- IGBT、トリガー・トランスフォーマ、光カップラ用のゲート ドライブ。
- 出力電流ホール効果変換器。

2.6 カスタム・アプリケーション機能

カスタム・アプリケーション機能は、システムの性能を強化するために周波数変換器でプログラムされる最も一般的な機能です。プログラミングや設定はほとんど必要ありません。これらの機能が利用可能なことを理解すれば、システム設計を最適化して、冗長なコンポーネントや機能を導入せずに済む可能性があります。これらの機能を有効化する 手順 については、*プログラミング・ガイド*を参照してください。

2.6.1 自動モーター適合

自動モーター適合 (AMA) は、モーターの電気特性を測定する際に使用される自動テストの手順です。AMA はモーターの正確な電子モデルを提供します。これにより、周波数変換器がモーターに関して最適な性能と効率を計算できるようになります。AMA の手順を実行することによって、周波数変換器の自動エネルギー最適化機能が最大化されます。AMA はモーターの回転やモーターからの負荷切り離しもなしに実行されます。

2.6.2 モーターサーマル保護

モーター熱保護は 3 通りの方法で行うことができます。

- 以下のいずれかの方法による直接温度検知を利用：
 - 標準の AI または DI に接続されたモーター巻線の PTC センサー。
 - モーター巻線及びモーター ベアリングの PT100 または PT1000。VLT® センサー入力カード MCB 114 に接続します。
 - VLT® PTC Thermistor カード MCB 112 (ATEX 認証済み) 上の PTC サーミスター入力。
- DI の機械的熱スイッチ (Klixon タイプ)。
- 非同期モーター用の内蔵の電子サーマル・リレー (ETR)。

ETR は、電流、周波数、運転時間を測定してモーターの温度を計算します。周波数変換器は熱負荷をモーター上でパーセント値により表示するほか、プログラム可能な過負荷設定値で警告を発することができます。

過負荷時のプログラマブル・オプションにより、周波数変換器においてモーターの停止、出力の減少、あるいは条件の無視が行えるようになります。低速度においても、周波数変換器は、I2t クラス 20 電動モーター過負荷規格に適合します。

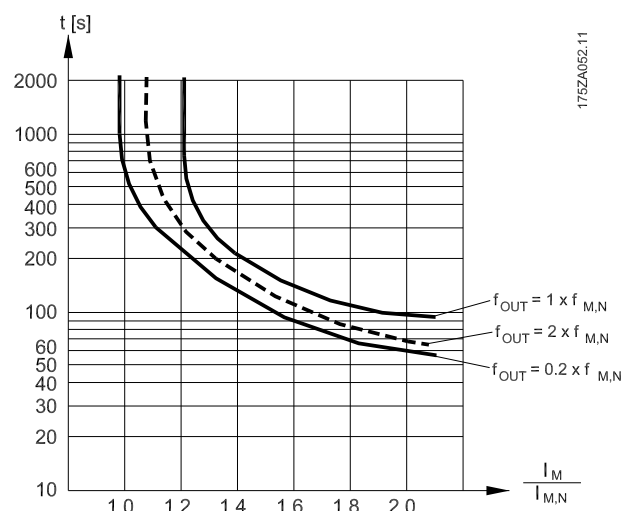


図 2.18 ETR 特性

図 2.18 の X 軸は、 I_{motor} と I_{motor} (公称) の間の比率を示します。Y 軸は、ETR がカットオフして、周波数変換器をトリップさせる前の時間を秒で示します。曲線は 2 回の公称速度と 0.2 x 公称速度における公称速度特性を示します。

低速では、モーターの冷却機能が低下するために低い温度で ETR がカットオフします。このようにして、モーターは低速でも過熱から保護されます。ETR 機能は、実際の電流と速度を基にモーター温度を算出します。算出された温度は、16-18 モーター熱の読み出しパラメーターとして確認できます。

2.6.3 主電源降下

主電源の降下中、周波数変換器は、中間回路電圧が最低停止レベルを下回るまで運転しつづけます。最低停止レベルは通常、最低定格供給電圧から 15% を引いた値です。降下前の主電源電圧及びモーター負荷により周波数変換器がフリーランするまでにかかる時間が決まります。

周波数変換器は、主電源電圧降下の間、さまざまな種類の挙動 (14-10 主電源異常) を行います。

- 直流リンクの電力が消耗するとトリップロックする。
- 主電源が回復すると必ずフライング・スタートでフリーランする (I-73 フライング・スタート)。
- 速度バックアップ
- コントロールされた立ち下がり

フライング・スタート

これを選択することで、主電源電圧降下によって自由回転しているモーターの回転を捕捉することが可能になります。このオプションは遠心分離機とファンに関連します。

速度バックアップ

これを選択することで、システム内にエネルギーがある限り、周波数変換器を運転し続けることができます。主電源電圧降下が短い場合、主電源が回復すると運転が再開し、アプリケーションが停止したり、制御不能になったりすることはありません。速度バックアップのいくつかの改良型が選択できます。

14-10 主電源異常 及び 1-73 フライング・スタートで、主電源降下における周波数変換器の挙動を設定できます。

2.6.4 内蔵 PID コントローラー

4 個の内蔵型比例、積分、微分 (PID) コントローラーにより、補助制御装置の必要はなくなります。

PID コントローラーの 1 つが、安定化された圧力、流量、温度、あるいは他のシステム要件を維持する必要がある閉ループシステムの定常的な制御を維持します。周波数変換器は、リモートセンサからのフィードバック信号に反応して、モータ速度の自立制御を可能にします。周波数変換器は、2 種類のデバイスから 2 つのフィードバック信号に対応します。この機能により、さまざまなフィードバック要件でシステムを制御することができます。周波数変換器は、システム性能を最適化するために、2 つの信号を比較して制御を行います。

薬液注入ポンプやバルブ制御のようなプロセス機器の制御、あるいはさまざまなレベルのエアレーションについては、3 個の追加及び独立のコントローラーをご使用ください。

2.6.5 自動再スタート

周波数変換器は、一時的な電力損失や電力変動などの軽度のトリップの後に自動的に再起動するようプログラムすることができます。この機能により、手動リセットが不要になり、システムをリモート制御するための自動運転が強化されます。試行間の時間と同様、再起動の試行数も制限できます。

2.6.6 フライング・スタート

フライング・スタートにより、周波数変換器は全速 (最高) でいずれかの方向に回転するモーターに同期することができます。これにより、過負荷電流によるトリップを防止できます。また、周波数変換器が起動したときにモーターは速度の急激な変化を受けることがないため、システムに対する機械的なストレスが緩和されます。

2.6.7 減速時のフルトルク

周波数変換器は可変 V/Hz 曲線に従って、減速時でもフルモーター・トルクを提供します。フル出力トルクは、モーターの最大設計運転速度に一致させることができます。これは、低速で低いモーター・トルクを提供する可変トルク変換器、あるいは全速未満で過剰な電圧、熱、及びモーターノイズを提供する定トルク変換器とは異なります。

2.6.8 周波数バイパス

用途によっては、システムが機械的共振を発生させる運転速度を持つことがあります。これにより過剰なノイズが発生して、システムの機械部品を損傷させる可能性もあります。周波数変換器には、4 つのプログラマブル バイパス周波数帯域があります。これにより、モーターはシステム共振を引き起こす速度を乗り越えることができます。

2.6.9 モーター予熱

寒冷で湿気のある環境でモーターを予熱するには、少量の直流電流を連続的にモーターへ流して、結露とコールドスタートからモーターを保護します。これにより、スペースヒーターが不要になります。

2.6.10 4 つのプログラマブル・セットアップ

周波数変換器には 4 つのセットアップがあり、それぞれ独立してプログラムできます。複数設定を使用すると、デジタル入力又はシリアルコマンドによって独立プログラム機能を切り替えることが可能です。独立設定は、例えば、速度指令信号の変更、昼夜または夏期/冬期運転、あるいは複数モーターの制御に使用されます。有効な設定は LCP に表示されます。

設定データは、情報を着脱式 LCP からダウンロードすることで、周波数変換器から周波数変換器へコピーできます。

2.6.11 ダイナミック・ブレーキ

ダイナミック・ブレーキは以下によって成立します：

- **抵抗器ブレーキ**
ブレーキ IGBT は、モーターのブレーキ・エネルギーを接続されているブレーキ抵抗器に伝達することで、過電圧をある閾値以下に維持します (2-10 ブレーキ機能 = [1])。
- **交流ブレーキ**
ブレーキ・エネルギーは、モーターの損失状態を変化させることで、モーター内に分散されます。交流ブレーキ機能は、モーターを過熱させる高いサイクル周波数を有するアプリケーションには使用できません (2-10 ブレーキ機能 = [2])。

2.6.12 直流ブレーキ

一部のアプリケーションでは、モーターを減速または停止させるようなブレーキを必要とする場合があります。モーターに直流電流を供給することで、モーターは制動されて、個別のモーターブレーキは不要になります。直流ブレーキは、事前設定周波数で、または信号の受信時に作動するように設定できます。制動率もプログラム可能です。

2.6.13 スリープ・モード

スリープ・モードでは、指定時間に要求が低い時にモーターを停止させることができます。システム要求が増加すると、変換器はモーターを再起動します。スリープ・モードはエネルギーを節約し、モーターの消耗を緩和します。セットバッククロックとは異なり、プリセットウェークアップ要求に達すると変換器はいつでも使用できるようになります。

2.6.14 運転許可

変換器は、スタートする前に、リモートシステム準備信号を待つことができます。この機能が有効になると、変換器はスタート許可を受け取るまで停止したままとなります。運転許可により、変換器がモーターをスタートできるようになる前に、システムまたは補助装置を適正な状態にすることができます。

2.6.15 スマート論理コントロール (SLC)

スマート論理コントロール (SLC) とは、関連するユーザー定義イベント（[x] 13-52 SL コントローラー・アクションを参照）が SLC によって真であると評価された場合に、SLC により実行される一連のユーザー定義アクション（[x] 13-51 SL コントローラー・イベントを参照）のことです。

イベントの状態は特定ステータスになるか、論理規則またはコンパレータオペランドの出力が真になります。これにより、図 2.19 に示すような関連アクションが導かれます。

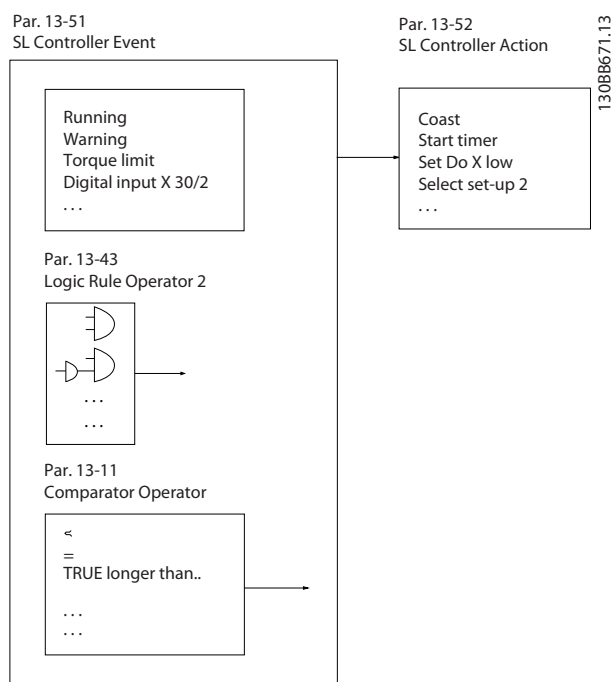


図 2.19 SCL イベント及びアクション

イベント及びアクションはそれぞれ番号付けされ、リンクされて 1 つのペア（状態）になっています。つまり、イベント[0] が満たされる（値が真になる）と、アクション [0] が実行されます。その後、イベント [1] の条件が評価され、真と評価されるとアクション [1] が実行され、これが続いていきます。一度に評価されるイベントは 1 つだけです。イベントが偽と評価されると、現在のスキャン間隔中は (SLC 内で) 何も起こりません。また、別のイベントも評価されません。つまり、SLC の起動時、各スキャン間隔で評価されるのはイベント [0] (かつイベント [0] のみ) です。イベント [0] が真と評価された場合のみ SLC はアクション [0] を実行しイベント [1] の評価を開始します。1 件から 20 件までのイベント及びアクションをプログラム可能です。

最後のイベント / アクションが実行されると、シーケンスは最初に戻りイベント [0] / アクション [0] から開始されます。4 つのイベント / アクションを使用した例を図 2.20 に示します。

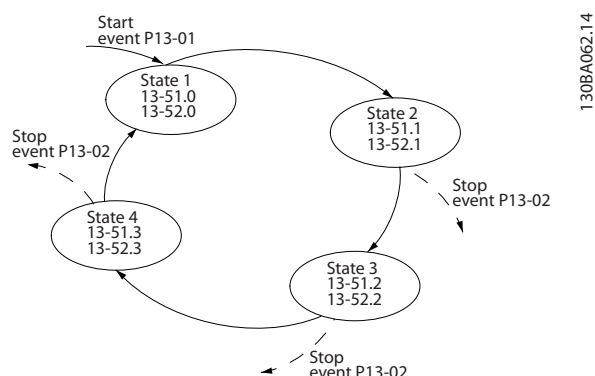


図 2.20 4 つのイベント/アクションをプログラムしたときの実行順番

コンパレーター

コンパレーターは、継続的な変数(出力周波数、出力電流、アナログ入力など)と固定プリセット値との比較で使われます。

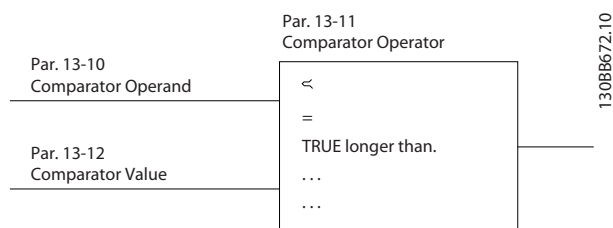


図 2.21 コンパレーター

論理規則

タイマー、コンパレーター、デジタル入力、状態ビット、及びイベントからの最高 3 つのブール入力(真/偽入力)を論理演算子 AND、OR、NOT を使用して組み合わせます。

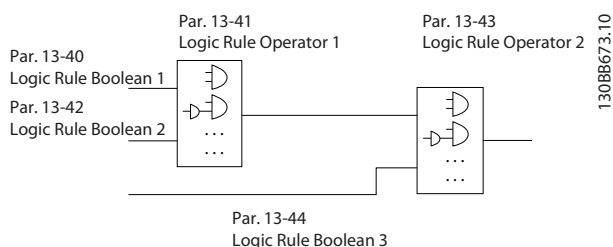


図 2.22 論理規則

論理規則、タイマー、及びコンパレーターは、SLC シーケンスの外でも使用することができます。

SLC の例については、章 4.3 応用設定例を参照してください。3

2.6.16 STO 機能

周波数変換器ではコントロール端子 37 を通じて STO 機能が利用できます。STO は、周波数変換器出力ステージの電力半導体のコントロール電圧を無効化させます。これによって、モーター回転に必要な電圧の生成が阻止されます。STO (端子 37) が起動されると、周波数変換器は警報を発し、ユニットをトリップさせ、モーターはフリーランして停止します。手動リスタートが必要です。STO 機能は、周波数変換器の緊急停止に使用できます。通常の動作モードでは、STO が必要でない場合、通常停止機能を使用します。自動再スタートを使用する場合、ISO 12100-2 パラグラフ 5.3.2.5 の要件が満たされているか確認してください。

責任条件

機能の設置及び動作を行う作業員を確保することはユーザーの責任となります：

- 健康及び安全/事故の防止に関する安全規則を読み、理解してください
- 特定のアプリケーションに適用される一般的及び安全基準について正しい知識を持ってください。

ユーザーは次のように定義されます：

- インテグレーター
- オペレータ
- サービス技術者
- メンテナンス技術者

基準

端子 37 上の STO を使用する場合、ユーザーは関連する法、規則、ガイドラインを含むすべての安全規則を遵守しなければいけません。オプションの STO 機能は以下の基準を満たします：

- EN 954-1: 1996 カテゴリー 3
- IEC 60204-1: 2005 カテゴリー 0 - 制御されていない停止
- IEC 61508: 1998 SIL2
- IEC 61800-5-2: 2007 - STO 機能
- IEC 62061: 2005 SIL CL2
- ISO 13849-1: 2006 カテゴリー 3 PL d
- ISO 14118: 2000 (EN 1037) - 予期しないスタートアップの防止

本書の記載内容と指示だけでは、STO 機能を正しく安全に使用するには不十分です。STO に関する詳細情報については、VLT® 安全 トルク オフ 取扱説明書を参照してください。

予防措置

- 安全なエンジニアリングシステムの設置及び試運転には、有資格の熟練した担当員が必要です。
- ユニットは IP54 キャビネットまたは同様の環境において設置しなければいけません。特殊アプリケーションでは、より高い IP 等級が必要です。
- 端子 37 と外部安全デバイスの間のケーブルは、ISO 13849-2 表 D.4 に従って短絡保護される必要があります。
- 外部の力がモーター軸に影響を及ぼすとき(例えば吊り下げられた積荷)、追加措置(例えば安全保持ブレーキ)が危険防止のために必要です。

2.7 障害、警告及び警報機能

周波数変換器は、電源状態、モーター 負荷 及び パフォーマンスさらには変換器ステータスを含む、システム運転のさまざまな状況を監視します。警告や警報は、必ずしも周波数変換器自体の問題を示しているとは限りません。パフォーマンス制限で監視されている変換器の外側の状態に起因していることもあります。変換器には、さまざまな事前プログラムされた 障害、警告 及び 警報応答があります。追加 警報 及び 警告機能を選択して、システムパフォーマンスを強化あるいは修正できます。

本セクションには、一般警報と警告機能について記載されています。この機能の有用性を理解することで、システム設計を最適化して、冗長度の高いコンポーネントや機能の導入を回避することができます。

2.7.1 過温度時の運転

デフォルトでは、周波数変換器は過温度で警報とトリップを発します。Autoderate and Warning (自動定格低減及び警告) が選択されている場合、周波数変換器は状態の警告を発しますが、運転を継続して、そのスイッチ周波数を低減することで、変換器自身の冷却を試みます。次に、必要に応じて、出力周波数を低減します。

自動定格低減は、周囲温度の定格低減のためにユーザー設定を置き換えることはありません (章 5.3 周囲温度定格値の低減を参照)。

2.7.2 高及び低速度指令信号警告

開ループ・モードでは、速度指令信号が直接、変換器の速度を決定します。プログラムされた最大または最小値に達した時、ディスプレイには高または低警告が点滅表示されます。

2.7.3 高及び低フィードバック警告

閉ループ運転では、選択した高及び低フィードバック値が変換器によって監視されます。ディスプレイには、適切な時に高及び低警告が点滅表示されます。周波数変換器は、開ループ運転でフィードバック信号も監視できます。信号は開ループで変換器の運転に影響を及ぼしませんが、ローカルであるいはシリアル通信を介して、システムステータスの表示に役立ちます。周波数変換器は 39 種類の測定単位に対応します。

2.7.4 相不均衡 または 相損失

直流バスにおける過剰なリップル電流は、主電源の相不均衡 または 相損失を意味します。変換器に対する電力相が失われると、直流バスキャパシターを保護するために、デフォルトアクションにより警報が発せられてユニットがトリップされます。そのオプションにより、警告が発せられて出力電流がフル電流の 30% に低減されるか、警告が発せられて通常運転が継続されます。不均衡が直されるまで、不均衡ラインに接続されたユニットを運転することが望まれる場合があります。

2.7.5 高周波数警告

変換器は、ポンプや冷却ファンのような追加機器のステージングに役立ち、モーター速度が高くなると加熱します。変換器には、特定の高周波数設定を入力することができます。出力が設定警告周波数を超えると、ユニットには高周波数警告が表示されます。周波数のデジタル出力は、ステージオンするよう外部機器に信号を送信できます。

2.7.6 低周波数警告

機器のステージングオフに有用な変換器は、モーター速度が低くなると加熱します。警告のためと、外部機器のステージオフのために特定の低周波数設定を選択することができます。ユニットが停止したとき、あるいは起動しないとき、動作周波数に達してからでないと、ユニットは低周波数警告を発行しません。

2.7.7 高電流警告

この機能は、高電流設定が警告を発して追加機器のステージオンのために使用されることを除いて、高周波数警告に似ています。設定動作電流に達するまで、停止または起動 時でも、機能は有効になりません。

2.7.8 低電流警告

この機能は、低電流設定が警告を発して機器のステージオフのために使用されることを除いて、低周波数警告に似ています (章 2.7.6 低周波数警告 を参照)。設定動作電流に達するまで、停止または起動 時でも、機能は有効になりません。

2.7.9 無負荷/破損ベルト警告

この機能は、例えばVベルトのような無負荷状態を監視するのに使用できます。低電流制限が変換器に保存された後、負荷の損失が検出された場合、変換器をプログラムして、警報やトリップを発生させたり、運転を継続して警告を発生させたりすることができます。

2.7.10 シリアル・インターフェイスの損失

周波数変換器はシリアル通信の損失を検出できます。最大99秒の遅延時間を選択して、シリアル通信バスの中断による応答を回避できます。遅延が超過すると、ユニットに含めるオプションを利用して以下を実施できます：

- その直前の速度を維持する。
- 最大速度に進む。
- プリセット速度に進む。
- 停止して警告を発する。

2.8 ユーザー・インターフェイスとプログラミング

周波数変換器は、そのアプリケーション機能をプログラムするために、パラメーターを使用します。パラメーターは、数値を選択あるいは入力するために、機能説明とオプションメニューを提供します。サンプルプログラミングメニューを図2.23に示します。

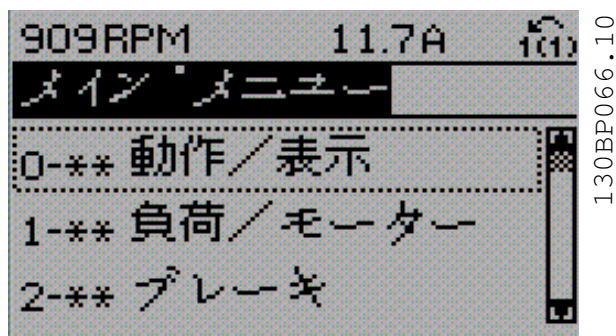


図 2.23 サンプルプログラミングメニュー

ローカル ユーザー・インターフェイス

ローカルプログラミングの場合、パラメーターは、LCP上の [Quick Menu] (クイック・メニュー) または [Main Menu] (メイン・メニュー) のどちらかを押してアクセスできます。

クイック・メニューは、初期のスタートアップとモーター特性を意図しています。メイン・メニューから、全パラメーターへアクセスでき、高度なアプリケーションプログラミングを実現できます。

リモートユーザー・インターフェイス

リモートプログラミングのために、Danfossは、プログラミング情報の開発、保持、及び転送に利用できるソフトウェア・プログラムを提供します。MCT 10 設定ソフトウェアにより、ユーザーはPCを周波数変換器へ接続して、LCPキーパッドを使用せずにプログラミングを実行できます。また、プログラミングはオフラインでも行え、単にユニットへダウンロードするだけで実施できます。変換器のプロファイルは全て、PCへロードでき、バックアップ保存や解析に利用できます。USBコネクタやRS-485端子が、周波数変換器への接続用として使用できます。

MCT 10 設定ソフトウェアは、無料でダウンロードできます。 www.VLT-software.com。CDは、パーツ番号130B1000を要求して使用することもできます。取扱説明書には、操作方法が詳細に記載されています。以下も参照して下さい 章 2.8.2 PC ソフトウェア。

コントロール端子のプログラミング

- 各コントロール端子は、個別に動作するための特定機能を持っています。
- 端子に関連付けられたパラメーターにより機能選択が可能になります。
- コントロール端子を用いて周波数変換器の正しい機能を実現するために、端子は以下である必要があります：
 - 正しい配線。
 - 目的とする機能に合ったプログラミング。

2.8.1 ローカル・コントロール・パネル

ローカル・コントロール・パネル (LCP) はユニットの前面にあるグラフィックディスプレイで、押しボタン制御によるユーザー・インターフェイスを提供し、ステータスメッセージ、警告と警報、プログラミングパラメーター、及びその他を表示します。制限ディスプレイオプションにより、数値ディスプレイも利用できます。図2.24にLCPを示します。

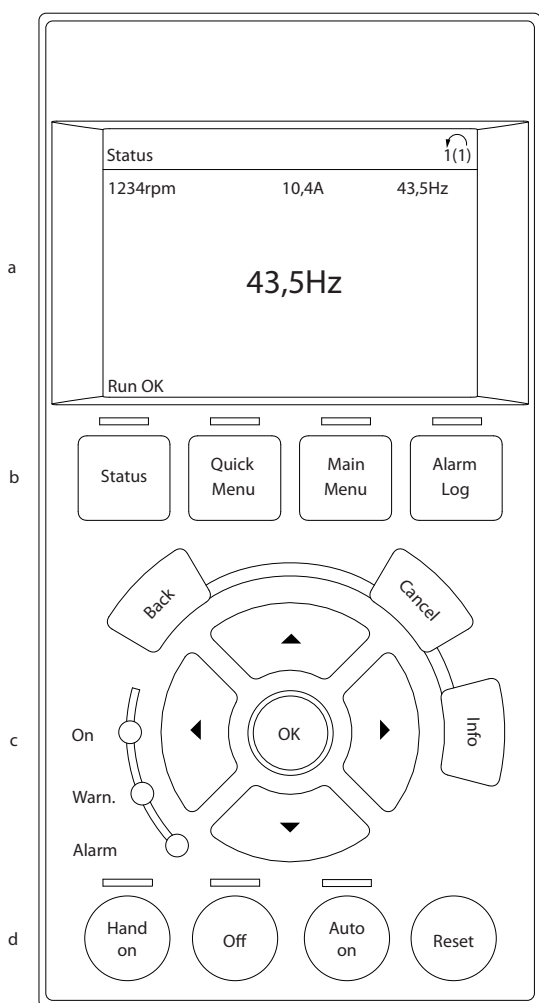


図 2.24 ローカル・コントロール・パネル

2.8.2 PC ソフトウェア

PC は標準(ホスト/デバイス)USB ケーブル、又は RS485 インターフェイスを介して接続します。

USB は、グラウンドピン 4 と 4 本のシールド線で構成されるシリアル・バスで、ピン 4 は PC の USB ポートのシールドに接続されます。USB ケーブルを介して PC を周波数変換器に接続することで、PC USB ホストコントローラーを破損する潜在的なリスクが生じます。標準的な PC はすべて、USB ポートを電氣的に絶縁せずに製造されています。取扱説明書に記載されている推奨事項を遵守しないことで引き起こされるグラウンド電位差は、USB ケーブルのシールドを介して USB ホストコントローラーを損傷させる恐れがあります。

USB ケーブルを介して PC を周波数変換器に接続する際は、PC USB ホストコントローラーをグラウンド電位差から保護するために、電氣的に絶縁された USB アイソレータの使用を推奨します。

USB ケーブルを介して PC を周波数変換器に接続する際は、グラウンドピン付きの PC 用電源ケーブルを使用しないでください。この時、グラウンド電位差は低減されますが、

グラウンドと PC USB ポートに接続されたシールドによるすべての電位差を除去することはできません。

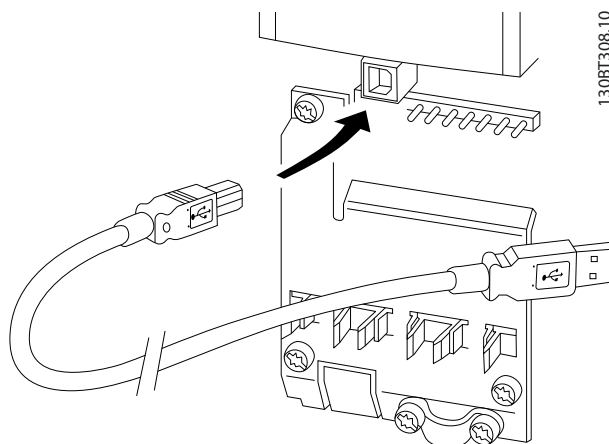


図 2.25 USB 接続

2.8.2.1 MCT 10 設定ソフトウェア

MCT 10 設定ソフトウェアは、カスケード・コントローラーのプログラミング・ガイド、リアル・タイム・クロック、スマート論理コントローラー、及び予防保全を含む、周波数変換器の試運転とサービスを行うために設計されています。

このソフトウェアにより、大小システムの一般的な概要、ならびに詳細項目の容易な制御を提供します。周波数変換器の全シリーズ、VLT®アドバンスアクティブフィルター 及び VLT® ソフト・スターター関連データに対応します。

例 1: MCT 10 設定ソフトウェアを介して PC にデータを保存

1. PC を USB または RS485 インターフェイスを介して周波数変換器に接続します。
2. MCT 10 設定ソフトウェアをオープンします。
3. USB ポートまたは RS485 インターフェイスを選択します。
4. コピーを選択します。
5. プロジェクトセクションを選択します。
6. ペーストを選択します。
7. 名前をつけて保存を選択します。

これによりすべてのパラメーターが保存されます。

例 2: MCT 10 設定ソフトウェアを介して PC から周波数変換器にデータを転送する

1. PC を USB ポートまたは RS485 インターフェイスを介して周波数変換器に接続します。
2. MCT 10 設定ソフトウェアをオープンします。
3. 開くを選択します。保存されているファイルが表示されます。
4. 読み込むファイルを開きます。

5. “ドライブに書き込む” を選択します。

これで、全てのパラメーターが周波数変換器に転送されます。

MCT 10 設定ソフトウェアの個別マニュアルが用意されています。ソフトウェアとマニュアルは、こちらからダウンロードできます: www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/SoftwareDownload/。

2.8.2.2 VLT® 高調波計算ソフトウェア MCT 31

MCT 31 高調波計算 PC ソフトウェアにより、対象アプリケーションにおける高調波歪みの簡単に推定できます。周波数変換器 Danfoss 及び非 Danfoss 周波数変換器 (DanfossAHF フィルターや 12-18-パルス整流器などの追加高調波除去デバイス付き) 両方の高調波歪みが算出できます。

MCT 31 は以下からダウンロードできます:
www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/SoftwareDownload/。

2.8.2.3 高調波計算ソフトウェア (HCS)

HCS は、高調波計算ツールの高度なバージョンです。計算結果は該当する基準と比較して、後で印字することができます。

詳細情報については、 www.danfoss-hcs.com/Default.asp?LEVEL=START を参照してください。

2.9 保全

90 kW までの Danfoss 周波数変換器モデルはメンテナンスフリーです。高出力周波数変換器 (110 kW 以上の定格出力) は、オペレータによる定期的なクリーニングを必要とする内蔵フィルターマットを装備しており、その頻度は塵埃と出汚染物質への露出度合いに依存します。冷却ファン (約 3 年) とキャパシター (約 5 年) のメンテナンス間隔は、ほとんどの環境で推奨されます。

2.9.1 保存

あらゆる電気機器と同様、周波数変換器は乾燥した場所に保管する必要があります。保管している間、定期的なフォーミング (キャパシターの充電) は不要です。

設置するまで、機器をその梱包材に密閉して保管することを推奨します。

3 システム統合

この章には、周波数変換器をシステム設計に統合する際に必要な注意事項が記載されています。この章は次のセクションに分かれています：

- 章 3.1 周囲動作条件
環境、エンクロージャー、温度、定格低減、及びその他の項目を含む、周波数変換器の周囲動作条件。
- 章 3.3 主電源の組み込み
電力、高調波、監視、配線、ヒューズ、及びその他の項目を含む、電源側から周波数変換器への入力。
- 章 3.2 EMC、高調波及び接地漏洩電流保護
電力、高調波、監視、及びその他の項目を含む、周波数変換器から電力グリッドへの入力(再生電力)。
- 章 3.4 モーターの組み込み
モータータイプ、負荷、監視、配線及びその他の項目を含む、周波数変換器からモーターへの出力。
- 章 3.5 追加入力と追加出力、章 3.6 機械計画
周波数変換器/モーター適合、システム特性、及びその他の項目を含む、最適なシステム設計を実現するための周波数変換器入力と出力の統合。

包括的なシステム設計により、変換器機能の最も効果的な組み合わせを実現しながら、潜在的な問題領域を予測することができます。引き続き得られる情報は、周波数変換器を搭載したモーター制御システムを計画及び指定するためのガイドラインを提供します。

運転機能は、単純なモーター速度制御から、フィードバック、動作ステータスレポート、自動障害応答、リモートプログラミング、その他による完全に統合化されたオートメーションシステムに至るまで、一連の設計コンセプトを提供します。

完全設計コンセプトには、ニーズと使用に関する詳細な仕様が含まれます。

- 周波数変換器タイプ
- モーター
- 主電源の要件
- コントロール構造とプログラミング
- シリアル通信
- 機器サイズ、形状、重量
- 電力及び制御線の要件：タイプと長さ
- ヒューズ
- 補助機器

- 輸送と保管

選択と設計に関する実践的なガイドについては、章 3.9 システム設計チェックリストをご参照ください。

機能と戦略オプションを理解することで、システム設計を最適化して、冗長度の高いコンポーネントや機能の導入を回避することができます。

3.1 周囲動作条件

3.1.1 湿度

周波数変換器は高い湿度(相対湿度 最大 95%)でも正しく動作できますが、結露は避けるようにしてください。周波数変換器が周囲の湿っている大気よりも冷えると、結露の危険があります。大気中の水分もまた、電子部品上に結露を発生させて、短絡を引き起こすことがあります。結露は通電していないユニットに発生します。周囲の環境により、結露が発生する可能性がある場合、キャビネットヒーターの設置を推奨します。凍結する場所への設置は避けてください。

あるいは、スタンバイモードで周波数変換器を運転する(ユニットを主電源に接続した状態で)と結露の危険を低減できます。周波数変換器の回路の乾燥状態を維持するのに十分なワット損があることを確認してください。

3.1.2 温度

最低及び最高周囲温度制限は、すべての周波数変換器で規定されています。過剰な周囲温度を回避することにより、機器の寿命を延ばして、システム全体の信頼性を最大化することができます。性能を最大限に発揮させて機器寿命を延ばすには、以下の推奨事項に従ってください。

- 周波数変換器は $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ までの温度で動作できますが、定格負荷での正しい動作は $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上でのみ保証されます。
- 最高温度制限を超えないでください。
- 設計温度以上で機器を運転するとき、 $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 毎に、電子部品の寿命は 50%低下します。
- IP54、IP55、あるいは IP66 の保護等級を有する機器であっても、指定された周囲温度の範囲を遵守する必要があります。
- キャビネットあるいは設置場所の空調設備を追加する必要があるかもしれません。

3.1.3 冷却

周波数変換器は熱損で電力を消費します。ユニットの効果的な冷却を実現するには、以下の推奨事項が必要です。

- エンクロージャに入る最高気温は、40 °C (104 °F)を絶対を超えないこと。
- 日中 / 夜の平均温度は、35 °C (95 °F)を超えないこと。
- 冷却ファンにより自由な通風で冷却されるようにユニットを取り付けてください。取り付け時の適正な空きスペースについては、章 3.6.1 空きスペースをご参照ください。
- 通風による冷却のため、前面及び背面に最小限の空きスペースを確保してください。正しい設置要件については、取扱説明書をご参照ください。

3.1.3.1 ファン

周波数変換器は、最適な冷却を実施するために内蔵ファンを装備しています。メインファンにより、ヒートシンク上の冷却フィンに沿ってエアフローを強制的に発生させて、内部の空気を冷却します。一部の電力サイズには、制御カードの近隣に小型の補助ファンが付いており、内部の空気が循環してホットスポットの生成を防止します。

メインファンは、周波数変換器の内部温度によって制御され、温度に従って速度が徐々に増加して、需要が低い場合はノイズとエネルギー消費を抑えて、需要がある場合は冷却を最大限に実行します。14-52 ファンコントロールに従って、ファン制御をあらゆるアプリケーションに適合させて、同時に寒冷気候による弊害から機器を保護することもできます。周波数変換器の内部が過温度になった場合、スイッチ周波数とパターンの定格低減が引き起こされます。詳細は、章 5.1 定格低減をご参照ください。

3.1.3.2 周波数変換器の冷却に必要なエアフローの計算

周波数変換器、あるいは1個のエンクロージャ内にある複数の周波数変換器を冷却するのに必要なエアフローは以下の通り算出されます：

1. 章 7 仕様のデータ表から、すべての周波数変換器の最大出力時の電力損失を求めます。
2. 同時に運転できるすべての周波数変換器の電力損失値を追加します。合計は、伝導する熱量 Q になります。その合計に、表 3.1 から読み取った計数 f を掛けます。例えば、海面高度では、 $f = 3.1 \text{ m}^3 \times \text{K/Wh}$ 。
3. エンクロージャに入る空気の最高温度を求めます。エンクロージャ内の必要とする温度、例えば 45 °C (113 °F) からこの温度を引きます。
4. ステップ 2 の合計をステップ 3 の合計で割ります。

計算は以下の公式で表現されます：

$$V = \frac{Q}{f \times (T_i - T_A)} \quad \text{ここで}$$

V = エアフロー (m^3/h)

f = 計数 ($\text{m}^3 \times \text{K/Wh}$)

Q = 伝導する熱量 (W)

T_i = エンクロージャ内の温度 (°C)

T_A = 周囲温度 (°C)

$f = c_p \times \rho$ (空気の比熱 $\times$ 空気の密度)

注記

空気の比熱 (c_p) と空気の比重 (ρ) は定数ではありませんが、温度、湿度、及び気圧に依存します。したがって、海拔に依存します。

表 3.1 は、さまざまな高度で算出された計数 f の代表値を示しています。

高度	空気の比熱 c_p	空気の密度 ρ	計数 f
[m]	[kJ/kgK]	[kg/m ³]	[m ³ ·K/Wh]
0	0.9480	1.225	3.1
500	0.9348	1.167	3.3
1000	0.9250	1.112	3.5
1500	0.8954	1.058	3.8
2000	0.8728	1.006	4.1
2500	0.8551	0.9568	4.4
3000	0.8302	0.9091	4.8
3500	0.8065	0.8633	5.2

表 3.1 さまざまな高度で算出された計数 f

例

最大周囲温度 37 °C の環境にあるエンクロージャ内に設置されていて、同時に運転されている 2 台の周波数変換器 (熱損失 295 W 及び 1430 W) を冷却するのに必要なエアフローはどの位ですか？

1. 両方の周波数変換器の熱損失の合計は 1725 W です。
2. 1725 W に $3.3 \text{ m}^3 \times \text{K/Wh}$ を掛けた値は、5693 $\text{m}^3 \times \text{K/h}$ です。
3. 45 °C から 37 °C を引いた値は、8 °C (=8 K) です。
4. 5693 $\text{m}^3 \times \text{K/h}$ を 8 K で割った値は：711.6 m^3/h です。

CFM でエアフローが必要な場合、 $1 \text{ m}^3/\text{h} = 0.589 \text{ CFM}$ の変換式を使用してください。

上記の例では、 $711.6 \text{ m}^3/\text{h} = 418.85 \text{ CFM}$ となります。

3.1.4 モーターによって生成された過電圧

モーターがジェネレーターとして動作している場合は、中間回路（直流バス）の直流電圧が上昇します。これは次の 2 通りの状況で発生します：

- 周波数変換器が一定の出力周波数で運転されているときに、負荷がモーターをドライブしている。これは通常オーバーホール負荷と呼ばれている。
- 減速の間、負荷の慣性が高くて、変換器の減速時間が短い値に設定されている場合。

周波数変換器は、エネルギーを回生して入力に戻すことはできません。従って、自動ランプを有効に設定したときに、モーターから受けられるエネルギーは制限されます。減速時に過電圧が発生した場合、立ち下がり時間を自動的に長くすることで、周波数変換器はこの実行を試みます。これが上手くいかない場合、あるいは一定周波数で動作しているときに負荷がモーターをドライブしている場合、クリティカルな直流電圧レベルに達すると、変換器は停止して障害を表示します。

3.1.5 騒音

周波数変換器による騒音には 3 つの発生源があります：

- 直流リンク（中間回路）コイル
- RFI フィルター・チョーク
- 内部ファン

騒音の定格については、表 7.60 をご参照ください。

3.1.6 振動と衝撃

周波数変換器は、IEC 68-2-6/34/35 及び 36 に基づく手順に従って試験されています。この試験では、18 から 1000 Hz の範囲でランダムに、3 方向から 2 時間、0.7 g の荷重がユニットにかけられます。すべての Danfoss 周波数変換器は、ウォールマウントやフロアマウント、さらにはパネル内への取り付けや壁やフロアへのボルト取り付けが行えるような環境条件に適合します。

3.1.7 刺激性ガス雰囲気

3.1.7.1 ガス

硫化水素、塩素、アンモニア等の刺激性ガスは、周波数変換器の電気及び機械部品の損傷を与える恐れがあります。冷気による汚染はまた、PCB トラックやドアシールの分解を徐々に進めることがあります。刺激性汚染物質は下水処理施設やプールに存在します。刺激性ガス雰囲気の明確な兆候として、銅の腐食があります。

刺激性ガス雰囲気では、コンフォーマル・コーティングされた回路基板と共に、限定された IP エンクロージャーの

使用を推奨します。コンフォーマル・コーティング値については表 3.2 をご参照ください。

注記

周波数変換器は、クラス 3C2 コーティングの回路基板を標準装備しています。ご要望により、クラス 3C3 コーティングもご利用になれます。

ガスタイプ	ユニット	クラス					
		3C1	3C2		3C3		
			平均値	最大値 ¹⁾	平均値	最大値 ¹⁾	
海塩	該当なし	なし	塩霧		塩霧		
酸化硫黄	mg/m ³	0.1	0.3	1.0	5.0	10	
硫化水素	mg/m ³	0.01	0.1	0.5	3.0	10	
塩素	mg/m ³	0.01	0.1	0.03	0.3	1.0	
塩化水素	mg/m ³	0.01	0.1	0.5	1.0	5.0	
フッ化水素	mg/m ³	0.003	0.01	0.03	0.1	3.0	
アンモニア	mg/m ³	0.3	1.0	3.0	10	35	
オゾン	mg/m ³	0.01	0.05	0.1	0.1	0.3	
窒素	mg/m ³	0.1	0.5	1.0	3.0	9.0	

表 3.2 コンフォーマル・コーティングクラス定格

1) 最大値はトランジェントピーク値であり、30 分/日を超えることはありません。

3.1.7.2 塵埃曝露

高い塵埃曝露の環境で周波数変換器の設置は、ときには避けがたいことです。塵埃は、IP55 または IP66 保護等級を有するウォールマウントまたはフレームマウント型ユニット、さらには IP21 または IP20 保護等級を有するキャビネットマウント型ユニットにも影響を及ぼします。周波数変換器をそのような環境に設置する際は、本セクションに記載されている 3 つの項目を考慮してください。

簡略冷却

塵埃はデバイスの表面や、回路基板ならびに電気部品の内側に堆積します。堆積部分は絶縁層として働き、周囲の大気への熱伝導を妨害して、冷却能力を弱めます。コンポーネントは徐々に加熱します。これにより、電子部品の経年劣化が加速されて、ユニットの製品寿命が低下します。ユニット後部にあるヒートシンクへの塵埃の堆積もまた、ユニットの寿命を低下させます。

冷却ファン

ユニットを冷却するためのエアフローは、通常、機器の後部に取り付けてある冷却ファンによって生成されます。ファンローターには小さなベアリングがあり、そこに塵埃が侵入して研磨材として働きます。これにより、ベアリングが損傷して、ファンの故障を引き起こされます。

フィルター

高出力周波数変換器は、機器の内側から熱い空気を排出する冷却ファンを装備しています。一定サイズ以上のファンには、フィルターマットが取り付けられます。埃の多い

環境で使用すると、フィルターは直ぐに目詰まりを起こします。このような環境下では、予防措置が必要です。

定期保全

上述の条件で使用する場合は、定期保全の間に周波数変換器を掃除することを推奨します。ヒートシンクとファンから塵埃を除去して、フィルターマットを掃除してください。

3.1.7.3 潜在的爆発性雰囲気

潜在的爆発性雰囲気システムを運転するには、特殊な条件を満足する必要があります。EU 指令 94/9/EC には、潜在的な爆発環境における電子機器の動作が規定されています。

潜在的爆発雰囲気において周波数変換器でモーターを制御する場合、PTC 温度センサーを用いて温度を監視する必要があります。このような環境では、発火保護クラス d または e を有するモーターが承認されます。

- d 分類では、火花が発生した場合、保護エリアに封じ込めることが規定されています。承認を必要としない場合は、特殊な配線と封じ込めが必要になります。
- 潜在的爆発性雰囲気では、d/e の組み合わせが最も一般的に使用されます。モーター自体が発火保護クラス e に準拠しているのに対して、モーター配線や接続環境は e 分類に準拠しています。e 接続スペースによる制限は、このスペースで許可される最大電圧で構成されています。周波数変換器の出力電圧は通常、主電源電圧に制限されます。出力電圧の変調は、e 分類で許容されない高いピーク電圧を発生させることがあります。実際には、周波数変換器出力に正弦波フィルターを用いることが、高いピーク電圧を減衰するための効果的な手段であることが知られています。

注記

潜在的爆発性雰囲気に周波数変換器を設置しないでください。このエリア外のキャビネット内に周波数変換器を設置してください。周波数変換器の出力に正弦波フィルターを用いることも、 du/dt 電圧上昇とピーク電圧を減衰する手段として推奨します。モーター ケーブルはできる限り短くします。

注記

MCB 112 オプションを装備した周波数変換器には、PTB 認定モーターサーミスターセンサーによる潜在的爆発性雰囲気のモニタリング機能があります。周波数変換器が正弦波出力フィルターで運転されているとき、シールドモーター・ケーブルは不要です。

3.1.8 IP 定格定義

	固形異物の侵入に対して	以下による危険部分へのアクセスに対して
第 1 桁	0 (保護なし)	(保護なし)
	1 直径 ≥ 50 mm	手の甲
	2 直径 12.5 mm	指
	3 直径 2.5 mm	工具
	4 直径 ≥ 1.0 mm	ワイヤ
	5 防塵	ワイヤ
	6 防塵	ワイヤ
	有害な影響を持つ水の侵入に対して	
第 2 桁	0 (保護なし)	
	1 垂直に落下	
	2 15° の角度で落下	
	3 水の噴霧	
	4 水の飛沫	
	5 水の噴射	
	6 強力な水噴射	
	7 一時的な浸漬	
	8 長期間の浸漬	
	以下に関する補足情報	
1 番目の文字	A	手の甲
	B	指
	C	工具
	D	ワイヤ
	以下に関する補足情報	
追加文字	H 高電圧デバイス	
	M 水試験時に移動するデバイス	
	S 水試験時に静止しているデバイス	
	W 天候条件	

表 3.3 IP 定格の IEC 60529 定義

3.1.8.1 キャビネットオプションと等級

Danfoss 周波数変換器には 3 種類の保護等級があります：

- IP00 または IP20、キャビネット設置用。
- IP54 または IP55、ローカルマウント用。
- IP66、極めて高い(大気)湿度または高濃度の塵埃や刺激性ガスのような極めて劣悪な周囲条件用。

3.1.9 無線周波数干渉

実際の主目的は、コンポーネント間の無線周波数干渉なしに安定して動作するシステムを得ることです。ハイレベルな耐性を実現するには、高品質の RFI フィルターを装備した周波数変換器の使用を推奨します。

一般的な EN 55011 のクラス B 制限に準拠する、EN 61800-3 で規定されているカテゴリー C1 フィルターを使用してください。

RFI フィルターがカテゴリー C1（カテゴリー C2 以下）に対応しない場合、警告の注記を周波数変換器に貼付してください。オペレータには適正なラベルを貼付する責任があります。

実践的には、RFI フィルターに対するアプローチが 2 つあります：

- 装置に組み込む
 - － フィルターの内蔵はキャビネットのスペースを占有することになりますが、取付け、配線、及び材料にかかる追加コストを排除できます。但し、最も重要なメリットは、EMC を完全に順守できることと内蔵フィルターの配線にあります。
- 外部オプション
 - － 周波数変換器の入力に設置される、オプションの外付け RFI フィルターは電圧降下を引き起こします。実用的に、このことは、フルの主電源電圧が周波数変換器には存在せず、より高い定格の変換器が必要になることを意味します。EMC 制限に準拠させるためのモーター ケーブルの最大長は、1～50 m の範囲にあり、材質、配線、及びアセンブリにコストがかかります。EMC 準拠についてはテストされません。

注記

周波数変換器/モーターシステムを干渉無く運転するには、カテゴリー C1 の RFI フィルターを必ず使用してください。

注記

VLT® AQUA Drive ユニットには、400 V 電源システムと最大 90 kW の電力定格で使用するためのカテゴリー C1 (EN 61800-3) あるいは 110 ～ 630 kW の電力定格向けのカテゴリー C2 に適合する内蔵 RFI フィルターが標準で供給されます。VLT® AQUA Drive ユニットは最大 50 m のシールドモーター・ケーブル装備で C1 に準拠し、最大 150 m のシールドモーター・ケーブル装備で C2 に準拠します。詳細については、表 3.4 を参照してください。

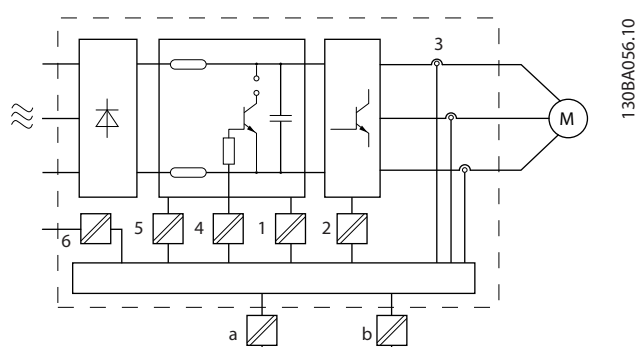
3.1.10 PELV と電気絶縁コンプライアンス

感電から保護するには、電源を保護特別低電圧 (PELV) タイプにして、なおかつ地域と国の PELV 規制に準拠させる必要があります。

コントロール端子において PELV を維持するには、すべての接続が PELV である必要があります。例えば、サーミスターは補強 / 二重絶縁されていなければなりません。すべての Danfoss 周波数変換器コントロールとリレー端子は PELV (400 V を超える接地デルタレグを除く) に準拠します。

(確実な) 電気絶縁を実現するには、より高度な絶縁要件を満たし、適切な表面漏れ距離 / 離間距離を取ってください。これらの要件は、EN 61800-5-1 規格に記載されています。

電気絶縁は図 3.1 に示すとおり実施します。記載されている部品は PELV と電気絶縁要件の両方に準拠します。



1	中間電圧電圧を示す、信号絶縁 V DC などの電源装置 (SMPS)。
2	IGBT 用ゲートドライブ
3	電圧変換器
4	光カプラ、ブレーキ・モジュール
5	内部突入、RFI、及び温度測定回路
6	カスタム・リレー
a	24 V バックアップ・オプション用電気絶縁
b	RS485 品目バス・インターフェイス用電気絶縁

図 3.1 電気絶縁

高々度での設置

高度上限を超える設置は PELV 要件に適合しないことがあります。コンポーネントと重要な部品間の絶縁では不十分である可能性があります。過電圧の危険があります。外付けの保護装置または電気絶縁を用いて、過電圧の危険を緩和してください。

高い高度に設置する場合、PELV 準拠について Danfoss にお問い合わせください。

- 380 – 500 V (エンクロージャー A、B、C)：2000 m (6500 ft) 以上
- 380 – 500 V (エンクロージャー D、E、及び F)：3000 m (9800 ft) 以上
- 525 – 690 V：2000 m (6500 ft) 以上

3.1.11 保存

あらゆる電気機器と同様、周波数変換器は乾燥した場所に保管する必要があります。保管している間、定期的なフォーミング（キャパシタの充電）は不要です。

設置するまで、機器をその梱包材に密閉して保管することを推奨します。

3.2 EMC、高調波及び接地漏洩電流保護

3.2.1 EMC エミッションの概要

周波数変換器（及び他の電気機器）は、環境に対して干渉を起こす可能性のある電界あるいは磁界を生成します。電磁適合性（EMC）は、電気機器の電力と高調波特性に依存します。

システム内の電気機器の間に制御不能なインタラクションが発生すると、適合性が低下して、信頼のおける動作に支障をきたすことがあります。干渉は主電源の高調波歪み、静電放電、急激な電圧変動、あるいは高周波干渉等の形態をとります。電気機器は、他の生成ソースからの干渉による影響を受けながら、干渉を生成します。

電気干渉は通常 150 KHz から 30 MHz までの範囲の周波数で発生します。30 MHz から 1 GHz までの範囲の周波数変換器システムからの空中干渉はインバーター、モーター・ケーブル、及びモーターから発生します。モーター・ケーブル内の容量性電流にモーター電圧の高 dU/dt が組み合わさると、図 3.2 に示すとおり、漏洩電流が発生します。

シールド・ケーブルの接地静電容量は非シールド・ケーブルより高いため、シールドされたモーター・ケーブルを使用すると漏洩電流が増加します（図 3.2 を参照）。漏洩電流のフィルターを行わない場合には、約 5 MHz 以下の無線周波数範囲で主電源へ大きな干渉を引き起こします。

漏洩電流（ I_1 ）はシールド（ I_3 ）を通してユニットに戻されるので、図 3.2 に従い、シールドされたモーター・ケーブルから、原則として、小規模な電磁界（ I_4 ）のみが発生します。

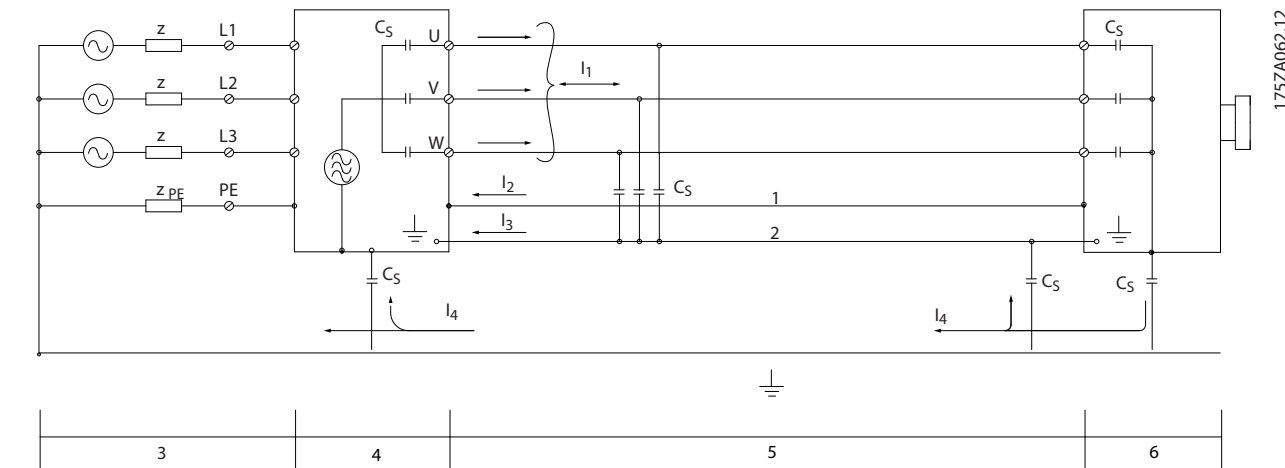
シールドによって輻射干渉は減少しますが、主電源での低周波数干渉は増大します。モーター・ケーブルのシールドは周波数変換器のエンクロージャーとモーターのエンクロージャーに接続してください。これを最良に行うには、一体型のシールド・クランプを使用し、ツイスト・シールドの末端（ピッグテール）を避けてください。ピッグテールは高周波数でのシールドのインピーダンスを増加させるため、シールド効果が低下し漏洩電流（ I_4 ）が増加します。

シールド・ケーブルをリレー、コントロール・ケーブル、信号インターフェイス、及びブレーキに使用する際は、シールドを両端のエンクロージャー上に実装する必要があります。ただし、状況によっては、電流ループを避けるためにシールドを切断する必要があります。

シールドを周波数変換器の実装板に配置する場合には、シールドの電流をユニットに戻すために、金属製の実装板を使用してください。さらに、実装板から実装ネジを通して周波数変換器のシャーシまでの間に適切な電氣的接触を実現してください。

非シールド・ケーブルを使用する場合には、耐性要件を遵守しているからといっても一部のエミッション要件には準拠しません。

システム全体（ユニット + 設置）の干渉レベルを低減するには、モーター・ケーブルとブレーキ・ケーブルをできるだけ短くしてください。敏感な信号レベルを持つケーブルをモーターやブレーキ・ケーブルの脇に配置しないでください。50 MHz より高い（空中）無線干渉は特にコントロール電子機器で発生します。



1	接地線	3	交流主電源	5	シールドされたモーター・ケーブル
2	画面	4	周波数変換器	6	モーター

図 3.2 漏洩電流の生成

3.2.2 EMC 試験結果

次の試験結果は、公称スイッチ周波数において、周波数変換器、シールド付きコントロール・ケーブル、ポテンショメーター付きコントロール・ボックス、モーター、及びシールド付きモーター・ケーブル (Ölflex Classic 100 CY) が装備されたシステムを使用して得られました。表 3.4 には準拠のための最大モーター・ケーブル長が記載されています。

注記

その他の設定では、条件が大幅に変わることがあります。

注記

パラレルモーター・ケーブルについては、表 3.17 をご参照ください。

RFI フィルター・タイプ			伝導性エミッション			放射性放出		
			ケーブル 長 [m]			ケーブル 長 [m]		
規格 と 要件	EN 55011		クラス B	クラス A グループ 1	クラス A グループ 2	クラス B	クラス A グループ 1	クラス A グループ 2
			住宅、商取引、 軽 工業	産業環境	産業 環 境	住宅、商取引、 軽 工業	産業 環境	産業 環境
	EN/IEC 61800-3		カテゴリー C1	カテゴリー C2	カテゴリー C3	カテゴリー C1	カテゴリー C2	カテゴリー C3
			初期 環境 一般家庭及び オフィス	初期環境 一般家庭及びオ フィス	第二 環 境 産業	初期環境 一般家庭及び オフィス	初期 環境 一般家庭及び オフィス	Second environment Industrial
H1								
FC 202	0.25-45 kW 200-240 V	T2	50	150	150	いいえ	はい	はい
	1.1-7.5 kW 200-240 V	S2	50	100/150 ⁵⁾	100/150 ⁵⁾	いいえ	はい	はい
	0.37-90 kW 380-480 V	T4	50	150	150	いいえ	はい	はい
	7.5 kW 380-480 V	S4	50	100/150 ⁵⁾	100/150 ⁵⁾	いいえ	はい	はい
H2								
FC 202	0.25-3.7 kW 200-240 V	T2	いいえ	いいえ	5	いいえ	いいえ	いいえ
	5.5-45 kW 200-240 V	T2	いいえ	いいえ	25	いいえ	いいえ	いいえ
	1.1-7.5 kW 200-240 V	S2	いいえ	いいえ	25	いいえ	いいえ	いいえ
	0.37-7.5 kW 380-480 V	T4	いいえ	いいえ	5	いいえ	いいえ	いいえ
	11-90 kW 380-380 V ⁴⁾	T4	いいえ	いいえ	25	いいえ	いいえ	いいえ
	7.5 kW 380-480 V	S4	いいえ	いいえ	25	いいえ	いいえ	いいえ
	11-30 kW 525-690 V ^{1, 4)}	T7	いいえ	いいえ	25	いいえ	いいえ	いいえ
	37-90 kW 525-690 V ^{2, 4)}	T7	いいえ	いいえ	25	いいえ	いいえ	いいえ
H3								
FC 202	0.25-45 kW 200-240 V	T2	10	50	50	いいえ	はい	はい
	0.37-90 kW 380-480 V	T4	10	50	50	いいえ	はい	はい
H4								
FC 202	1.1-30 kW 525-690 V ¹⁾	T7	いいえ	100	100	いいえ	はい	はい
	37-90 kW 525-690 V ²⁾	T7	いいえ	150	150	いいえ	はい	はい
Hx ¹⁾								
FC 202	1.1-90 kW 525-600 V	T6	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ
	15-22 kW 200-240 V	S2	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ
	11-37 kW 380-480 V	S4	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ

表 3.4 EMC 試験結果 (エミッション) モーター・ケーブル最大長

1) エンクロージャー・サイズ B2。

2) エンクロージャー・サイズ C2。

3) Hx バージョンは EN/IEC 61800-3 カテゴリー C4 に従って使用できます。

4) T7, 37-90 kW は、25 m モーター・ケーブルによりクラス A グループ 1 に準拠します。設置についてはいくつかの制限が適用されます (詳細については、Danfoss にお問い合わせください)。

5) 相-ニュートラル間で 100 m、相間で 150 m (但し、TT または TN からでないこと) 単相周波数変換器は、TT または TN ネットワークからの 2 相電源に対応しません。

Hx、H1、H2、H3、H4 または H5 は、EMC フィルターのタイプ・コード位置 16-17 で定義します。

HX - 周波数変換器に組み込み EMC フィルターなし。

H1 - 内蔵 EMC フィルター。EN 55011 クラス A1/B 及び EN/IEC 61800-3 カテゴリー 1/2 を満足します。

H2 - キャパシターのみを含む RFI フィルターで、一般モードコイルはありません。EN 55011 クラス A2 及び EN/IEC 61800-3 カテゴリー 3 を満足します。

H3 - 内蔵 EMC フィルター。EN 55011 クラス A1/B 及び EN/IEC 61800-3 カテゴリー 1/2 を満足します。

H4 - 内蔵 EMC フィルター。EN 55011 クラス A1 及び EN/IEC 61800-3 カテゴリー 2 を満足します。

H5 - 海事バージョン。堅牢化バージョンで、H2 バージョンと同じエミッションレベルを満足します。

3.2.3 エミッション条件

周波数変換器の EMC 製品規格は、エミッションと耐性の要件が指定された、4 つのカテゴリー (C1, C2, C3 and C4) を定義しています。表 3.5 には、その 4 つのカテゴリーと EN 55011 の等価的分類の定義が記載されています。

カテゴリー	定義	EN 55011 の等価のエミッションクラス
C1	1000 V 未満の電源電圧の初期環境 (一般家庭とオフィス) に設置された周波数変換器。	クラス B
C2	1000 V 未満の電源電圧の初期環境 (一般家庭とオフィス) に設置された周波数変換器で、プラグインや可搬性タイプではなく、専門家によって設置及び試運転されるもの。	クラス A グループ 1
C3	1000 V 以下の電源電圧の第二環境 (産業) に設置された周波数変換器。	クラス A グループ 2
C4	1000 V 以上の電源電圧あるいは 400 A 以上の定格電流の第二環境に設置された、あるいは複雑なシステムでの使用を意図した周波数変換器。	制限ラインなし。 EMC プランを作成のこと。

表 3.5 IEC 61800-3 と EN 55011 の関連関係

共通 (伝導性) エミッション規格を使用する場合、周波数変換器は表 3.6 の制限事項を遵守する必要があります。

環境	包括的なエミッション規格	EN 55011 の等価のエミッションクラス
初期環境 (一般家庭とオフィス)	住宅、商業及び軽工業環境に対する EN/IEC 61000-6-3 エミッション規格	クラス B
第二環境 (産業環境)	産業環境用 EN/IEC 61000-6-4 エミッション規格。	クラス A グループ 1

表 3.6 包括的なエミッション規格と の相互関係

EN 55011 の関連関係

3.2.4 耐性条件

周波数変換器の耐性条件は、設置される環境に依存します。産業環境に対する要件は、一般家庭とオフィス環境に対する要件よりも厳しくなります。すべての Danfoss 周波数変換器は、産業環境に対する要件とそれよりも緩い一般家庭とオフィス環境に対する要件を満足し、大きな安全マージンが取っています。

電氣的干渉に対する耐性を評価するために、以下の基準に従って以下の耐性試験が実施されています：

- EN 61000-4-2 (IEC 61000-4-2)：静電放電 (ESD)：人間からの静電放電のシミュレーション
- EN 61000-4-3 (IEC 61000-4-3)：入射電磁界輻射、振幅変調レーダーと無線通信装置及び移動体通信装置からの影響のシミュレーション。
- EN 61000-4-4 (IEC 61000-4-4)：バースト・トランジェント：干渉のシミュレーションは、接触器、リレーまたは同様のデバイスでのスイッチで引き起こされました。
- EN 61000-4-5 (IEC 61000-4-5)：サージ・トランジェント：トランジェントのシミュレーションは、例えば装置の側での落雷で行いました。
- EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6)：RF コモンモード：接続ケーブルに接続された無線装置による影響のシミュレーション。

表 3.7 を参照

基本規格	バースト ²⁾ IEC 61000-4-42)	サージ ²⁾ IEC 61000-4-5	ESD ²⁾ IEC 61000-4-2	輻射電磁界 IEC 61000-4-3	RF コモン モード電圧 IEC 61000-4-6
受入基準	B	B	B	A	A
電圧範囲: 200-240 V, 380-500 V, 525-600 V, 525-690 V					
ライン	4 kV CM	2 kV/2 Ω DM 4 kV/12 Ω CM	—	—	10 VRMS
モーター	4 kV CM	4 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 VRMS
ブレーキ	4 kV CM	4 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 VRMS
負荷分散	4 kV CM	4 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 VRMS
コントロール・ワイヤ	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 VRMS
標準バス	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 VRMS
リレー・ワイヤ	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 VRMS
応用オプション及びフィールドバス・オプション	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 VRMS
LCP ケーブル	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 VRMS
外部 24 V DC	2 V CM	0.5 kV/2 Ω DM 1 kV/12 Ω CM	—	—	10 VRMS
エンクロージャー	—	—	8 kV AD 6 kV CD	10 V / m	—

表 3.7 EMC 耐性フォーム

- 1) ケーブル・シールドの注入
2) 試験によって取得された値

3.2.5 モーター絶縁

周波数変換器と共に使用される最近のモーターは、ハイレベルの絶縁機能を装備しており、高 dU/dt を有する、新世代の高効率 IGBT に対応できます。旧いモーターに取り付ける場合は、モーターの絶縁を確認するか、dU/dt フィルターで緩和するか、あるいは必要に応じて、正弦波フィルターを使用してください。

モーター・ケーブル長 ≤ 最大ケーブル長 (章 7.5 ケーブル仕様) の場合、表 3.8 に示すモーター絶縁定格が推奨されます。モーターの絶縁定格が低い場合、dU/dt 又は正弦波フィルターの使用を推奨します。

公称主電源電圧 [V]	モーター絶縁 [V]
$U_N \leq 420$	標準 $U_{LL}=1300$
$420 < U_N \leq 500$	強化 $U_{LL}=1600$
$500 < U_N \leq 600$	強化 $U_{LL}=1800$
$600 < U_N \leq 690$	強化 $U_{LL}=2000$

表 3.8 モーター絶縁

3.2.6 モーター・ベアリング電流

ベアリングとシャフトの電流を最小化するには、駆動機械に対して以下を接地してください：

- 周波数変換器
- モーター
- 駆動機械

標準的な緩和戦略

1. 絶縁ベアリングを使用します。
2. 厳密な設置手順を適用します：
 - 2a モーターと負荷モーターを連携させます。
 - 2b EMC 対策設置ガイドラインを厳格に遵守します。
 - 2c PE を強化して、PE における高周波インピーダンスが 入力電力リードよりも低くなるようにします。
 - 2d モーターと周波数変換器との間は、例えば、モーターと周波数変換器で 360° 接続がなされているシールド・ケーブルで良好な高周波接続を確立してください。
 - 2e 周波数変換器から建物接地までのインピーダンスが、マシンの接地インピーダンスよりも低くなるようにします。但し、ポンプの場合、困難になる可能性があります。
 - 2f モーターと負荷モーターとの間で直接の接地接続を行います。
3. IGBT スイッチ周波数を低下させます。
4. インバーター波形を修正します。60° AVM 対 SFARM。
5. シャフト接地システムを設置するか、絶縁カップリングを使用します。

6. 導電性のある潤滑剤を使用します。
7. 可能であれば、最小速度設定を用います。
8. 線間電圧が接地に対してバランスを保つようにします。但し、IT、TT、TN-CS あるいは接地レグシステムの場合、困難になる可能性があります。
9. dU/dt 又は正弦波フィルターを使用します。

3.2.7 高調波

蛍光灯、コンピュータ、複写機、ファクス、さまざまなラボ用機器及び通信機器などように、ダイオード整流器が使用されている電気機器は、主電源に高調波歪みが付加します。周波数変換器ではダイオードブリッジ入力を使用されており、高調波生成の原因にもなっています。

電流が電源ラインから周波数変換器に均一に供給されることはありません。ここでの非正弦波電流には、複数の基本的な電流周波数成分が含まれます。この成分は高調波と呼ばれます。主電源に存在する全高調波歪みを制御することが重要です。高調波電流は電気エネルギーの消費に直接的に影響を及ぼしませんが、配線や変圧器に熱を発生させて、同じ電源ラインに接続されている他の機器に影響をおよぼす恐れがあります。

3.2.7.1 高調波解析

建物に設置されている電気システムのさまざまな特性は、施設の THD (全高調波歪み) に対する変換器の高調波による影響度合いと IEEE 規格への適合能力を決定します。特定の施設における周波数変換器の高調波による影響度合いを一般化することは困難です。必要ならば、システム高調波の解析を実施して、機器への影響を測定してください。

周波数変換器は、入力電流 I_{RMS} を増加させる主電源からの非正弦波電流を取り上げています。フーリエ解析を用いて非正弦波電流を変換すると、例えば 50 Hz または 60 Hz の基本周波数を持つ各種の高調波電流 I_N といった、異なる周波数を持つ正弦波電流に分割されます。

高調波が電力消費に直接影響を与えることはありませんが、設置（トランスフォーマー、インダクター、ケーブル）での熱損失を増大させます。従って、整流器負荷が高い割合を占める発電所では、高調波電流を低レベルで維持して、変圧器、インダクター及びケーブルへの過負荷を避けてください。

省略形	詳細
f_1	基本周波数
I_1	基本電流
U_1	基本電圧
入力	高調波電流
U_n	高調波電圧
n	高調波次数

表 3.9 高調波関連の略語

	基本電流 (I_1)	高調波電流 (I_n)		
電流	I_1	I_5	I_7	I_{11}
周波数 [Hz]	50	250	350	550

表 3.10 変圧後の非正弦波電流

電流	高調波電流				
	IRMS	I_1	I_5	I_7	I_{11-49}
入力電流	1.0	0.9	0.4	0.2	< 0.1

表 3.11 RMS 入力と比較した高調波電流電流

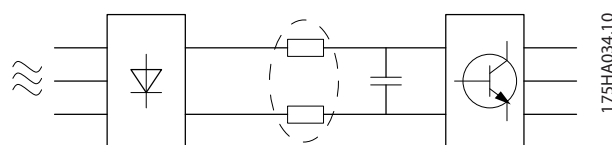


図 3.3 中間回路コイル

注記

高調波電流の中には、同じトランスに接続されている通信装置を妨害したり、力率改善キャパシターとの絡みで共振の原因となるものがあります。

低高調波電流を確保するには、周波数変換器が受動フィルターを標準装備している必要があります。直流コイルは全高調波歪み (THD) を 40% まで緩和します。

主電源の歪みは、高調波電流と問題となる周波数における主電源インピーダンスの積の大きさで決まります。全体的な電圧の歪み (THD) は、次の計算式を用いて、個々の電圧高調波に基づき計算されます。

$$THD = \frac{\sqrt{U_5^2 + U_7^2 + \dots + U_N^2}}{U_1}$$

3.2.7.2 高調波エミッション条件

公共供給ネットワークに接続された装置

オプション	定義
1	3 相均衡装置用 IEC/EN 61000-3-2 クラス A (合計電力最大 1 kW のプロ用機器)。
2	IEC/EN 61000-3-12 装置 16 A-75 A 及び 1 kW から最大相電流 16 A のプロ用機器。

表 3.12 高調波エミッション規格

3.2.7.3 高調波試験結果 (エミッション)

T2 及び T4 における最大 PK75 の出力サイズは IEC/EN 61000-3-2 クラス A に準拠します。T2 における P1K1 から最大 P18K までの出力サイズと T4 における最大 P90K の出力サイズは IEC/EN 61000-3-12、4 表に適合します。電

流が 75 A 以上であるため、必要とされない場合でも、T4 における出力サイズ P110 - P450 もまた、IEC/EN 61000-3-12 に準拠します。

表 3.13 には、ユーザーの供給と公共システム (R_{sce}) 間のインターフェイスポイントにおける短絡電力 S_{sc} は、以下より大きいかに以下に等しいことが記載されています：

$$S_{sc} = \sqrt{3} \times R_{sce} \times U_{主電源} \times I_{equ} = \sqrt{3} \times 120 \times 400 \times I_{equ}$$

	個々の高調波電流 I_n/I_1 (%)			
	I_5	I_7	I_{11}	I_{13}
実際値 (代表値)	40	20	10	8
$R_{sce} \geq 120$ の制限値	40	25	15	10
	高調波電流歪み係数 (%)			
	THD		PWH	
実際値 (代表値)	46		45	
$R_{sce} \geq 120$ の制限値	48		46	

表 3.13 高調波試験結果 (エミッション)

必要に応じて、配電ネットワークオペレータに相談して、計算式で指定された値よりも大きい、あるいはそれに等しい短絡回路電力 S_{sc} を有する電源にのみ機器を接続させることは、インストラまたはユーザーの責任です。配電ネットワークオペレータに相談してから、他の電力サイズを公共供給ネットワークに接続してください。

さまざまなシステムレベルガイドラインに準拠：

表 3.13 に記載されている高調波電流データは、電力駆動システム製品規格に関する IEC/EN61000-3-12 に従って提供されます。これは、高調波電流が電力供給システムに及ぼす影響を算出するための基準、ならびに関連地域ガイドラインに準拠する文書作成の基準として使用できます：IEEE 519 -1992; G5/4。

3.2.7.4 配電システムにおける高調波の影響

図 3.4 では、中電圧電源において、変圧器の 1 次側が共通結合点 PCC1 に接続されています。変圧器はインピーダンス Z_{xfr} を持ち、複数の負荷に電力供給しています。すべての負荷が接続されている共通結合点は PCC2 です。各負荷はケーブルを介して接続されており、それぞれインピーダンス Z_1 、 Z_2 、 Z_3 を持ちます。

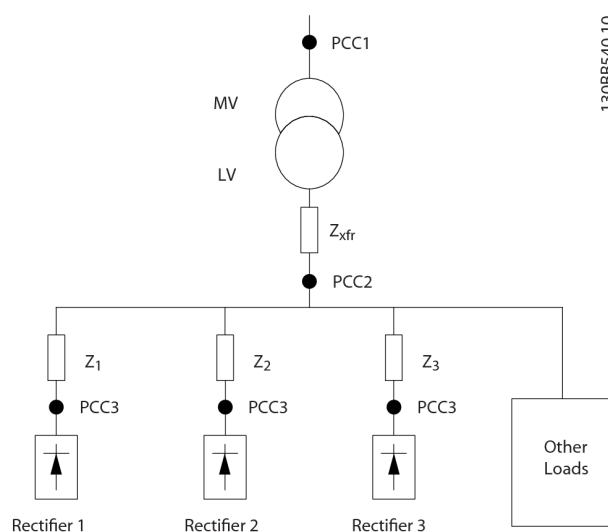


図 3.4 小規模配電システム

非線形負荷によって流れる高調波電流は、配電システムのインピーダンス上の電圧降下のために、電圧の歪みを引き起こします。より高いインピーダンスは、より高いレベルの電圧歪みを招きます。

電流歪みは機器性能に関連付けられ、機器性能は個々の負荷に関連付けられます。電圧歪みはシステム性能に関連付けられます。負荷の高調波性能のみを知ることで、PCC における電圧歪みを評価することは不可能です。PCC における歪みを予測するには、配電システムと関連インピーダンスの構成を知る必要があります。

グリッドのインピーダンスを表現するのに一般的に使用される用語は、短絡回路比率 R_{sce} で、PCC (S_{sc}) における供給電源の短絡回路皮相電力と負荷 (S_{equ}) の定格皮相電力の間の比率として定義されます。

$$R_{sce} = \frac{S_{ce}}{S_{equ}}$$

$$\text{ここで } S_{sc} = \frac{U^2}{Z_{電源}} \text{ 及び } S_{equ} = U \times I_{equ}$$

高調波のマイナス効果として、2つの高調波電流がシステム損失に寄与することです (配線や変圧器において)。

- 高調波電流はシステム損失に寄与します (配線や変圧器において)。
- 高調波電圧歪みは、その他の負荷に対する妨害を引き起こし、負荷の損失を増加させます。

130BBS40.10

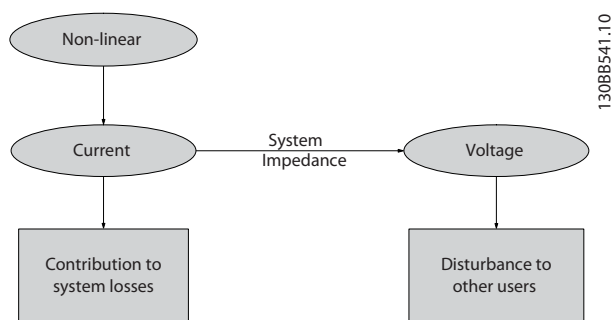


図 3.5 高調波のマイナス効果

3.2.7.5 高調波制限規格と要件

高調波制限の要件は以下となります：

- アプリケーション別要件。
- 順守すべき規格。

アプリケーション別要件は、高調波を制限するための技術的理由が存在する特定の設置に関するものです。

例

モーターの 1 つがラインに直接接続されていて、その他は周波数変換器を介して電力供給されている場合、2 台の 110 kW モーターが接続された 250 kVA 変圧器 1 台で十分です。但し、両方のモーターが周波数変換器を介して電力供給されている場合、その変換器では不十分です。設置での高調波低減に関する追加手段を使用したり、低高調波駆動タイプを選択することで、両方のモーターを周波数変換器で運転することが可能になります。

高調波低減に関するさまざまな規格、規制、及び推奨が出されています。さまざまな地理的エリアや産業にさまざまな規格が適用されます。以下の規格は最も一般的です：

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

各規格の詳細情報は、AHF 005/010 設計ガイドをご参照ください。

欧州では、工場が公共グリッドを介して接続されている場合、最大の THVD は 8% です。工場が独自の変圧器を所有している場合、その制限値は 10% THVD です。VLT® AQUA Drive は、10% の THVD に耐えうるよう設計されています。

3.2.7.6 高調波低減

高調波低減がさらに必要な場合に備えて、Danfoss は広範囲の低減装置を提供します。これらは以下となります：

- 12 パルスドライブ
- AHF フィルター
- 低高調波ドライブ

- アクティブ フィルター

適切なソリューションの選択はいくつかのファクターに依存します：

- グリッド（バックグラウンド歪み、主電源不均衡、共振及び電源のタイプ（変圧器/ジェネレーター））。
- アプリケーション（負荷プロファイル、負荷の数及び負荷サイズ）。
- 地域/国の要件/規制（IEEE519、IEC、G5/4、その他）。
- トータルの所有コスト（初期費用、効率性、メンテナンス、その他）。

変換器負荷で 40% 以上の非線形負荷が占めている場合、必ず高調波低減を考慮してください。

Danfoss は高調波計算用ツールを提供します。
章 2.8.2 PC ソフトウェアをご参照ください。

3.2.8 接地漏洩電流

漏洩電流が 3.5 mA を超える設備の保護接地に関する国と地方の規則を遵守してください。

周波数変換器技術は、高周波数が高電力で切り替わることを意味します。これは接地接続において漏洩電流を生成します。

接地漏洩電流の生成には、いくつかの項目が寄与しており、以下を含むさまざまなシステム構成に依存しています：

- RFI フィルター
- モーター・ケーブル長
- モーター・ケーブルのシールド
- 周波数変換器出力

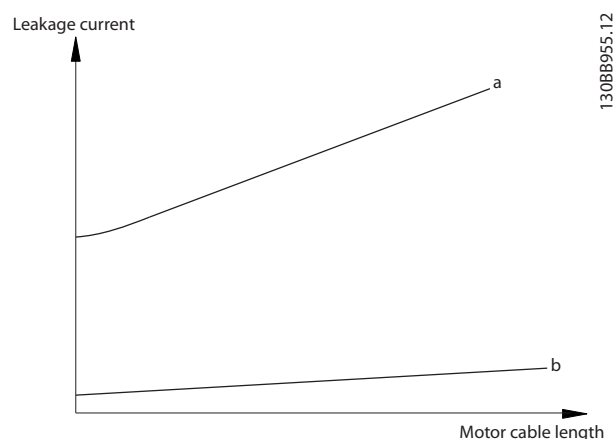


図 3.6 モーター・ケーブル長と出力サイズを漏洩電流に影響を及ぼします。出力サイズ a > 出力サイズ b

漏洩電流もまた、ライン歪みに依存します。

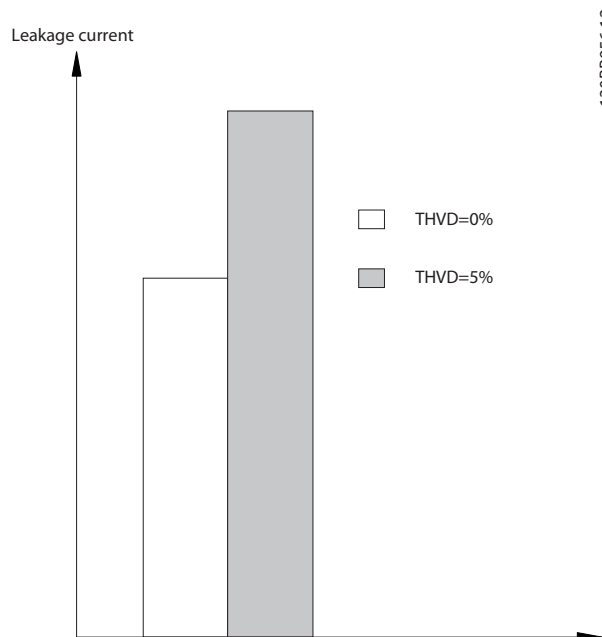


図 3.7 漏洩電流に影響を及ぼすライン歪み

EN/IEC61800-5-1（電力ドライブシステム製品基準）に準拠するには、漏洩電流が 3.5mA を超えた場合に特別な注意を必要とします。以下の保護接地接続要件で接地を強化します：

- 接地線（端子 95）は最低でも 10 mm² の断面積を有すること。
- 寸法規則を遵守した 2 つの接地ワイヤ。

詳しくは EN/IEC61800-5-1 及び EN50178 を参照してください。

RCD を使用

漏電遮断器 (ELCB) とも呼ばれる残留電流デバイス (RCD) が使用された場合、以下を遵守します。

- 交流及び直流電流の検知能力を有するタイプ B の RCD のみを使用します。
- 過渡接地電流による不具合を防止するため、遅延付き RCD を使用します。
- システム構成及び環境的考慮に従った寸法 RCD。

漏洩電流には、主電源周波数とスイッチ周波数の双方に起因するいくつかの周波数が含まれます。スイッチ周波数が検出されるかどうかは、使用している RCD のタイプに依存します。

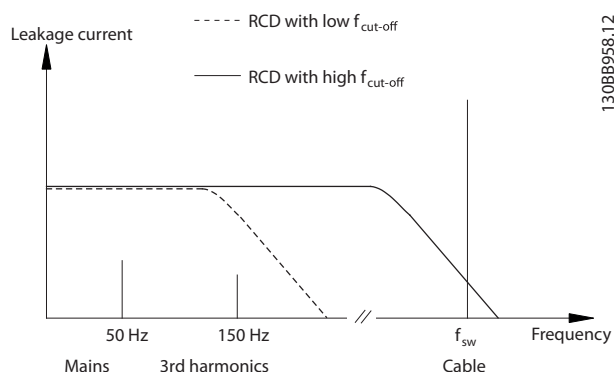


図 3.8 漏洩電流の主たる要因

RCD によって検出される漏洩電流の量は、RCD カットオフ周波数に依存します。

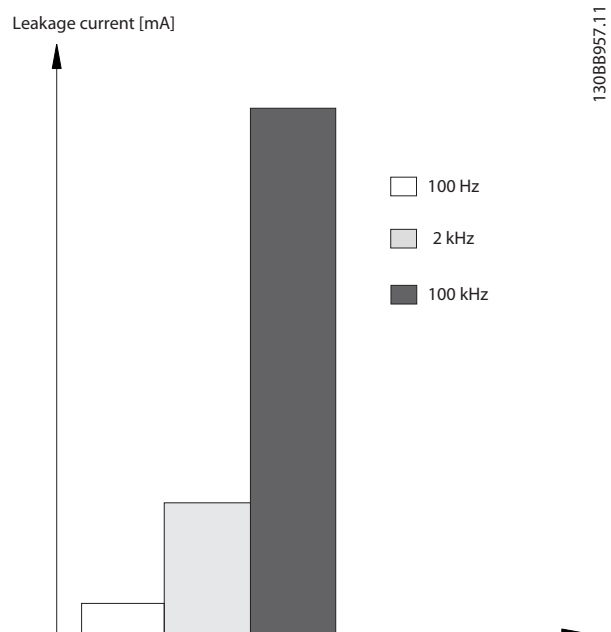


図 3.9 漏洩電流に対する RCD カットオフ周波数の影響

3.3 主電源の組み込み

3.3.1 主電源の構成と EMC 効果

周波数変換器に電力を供給するための交流主電源システムには、いくつかのタイプがあります。各々は、システムの EMC 特性に影響を及ぼします。5 線式 TN-S は、EMC に対して最高のシステムと見なされており、一方、隔離した IT システムは最低限のシステムと見なされています。

システム タイプ	詳細
TN 主電源 システム	TN 主電源配電システムには 2 つのタイプがあります: TN-S と TN-C。
TN-S	個別の中性 (N) と保護接地 (PE) 導体を装備した 5 線式システム。最良の EMC 特性を提供し、送信干渉を防ぎます。
TN-C	共通の中性及び保護接地 (PE) 導体を装備した 4 線式システム。中性及び保護接地導体の組み合わせにより、不十分な EMC 特性になります。
TT 主電源 システム	変換器ユニットの接地された中性導体及び個別の接地導体を装備した 4 線式システム。正しく接地すると良好な EMC 特性が得られます。
IT 主電源 システム	中性導体を装備した絶縁済み 4 線式システムで、インピーダンスを介して接地されているものと接地されていないものがあります。

表 3.14 AC 主電源システムタイプ

3.3.2 低周波数主電源干渉

3.3.2.1 非シヌソイド主電源

主電源電圧は、一定の強度と周波数を有する定形的な正弦波電圧ではありません。これは、主電源から非シヌソイド電流が流れる負荷や、コンピュータ、テレビ、スイッチング電源、エネルギー効率ランプ、及び周波数変換器のような非線形特性を有する負荷にある程度起因します。一定制限内の偏差は避けがたく、許容できるものです。

3.3.2.2 EMC 指令への適合

欧州のほとんどの地域において、主電源の品質に関する客観的評価は、Electromagnetic Compatibility of Devices Act (EMVG) (機器の電磁環境適合性に関する法律) を基本にしています。この法律を遵守することで、配電システムに接続されたすべての機器及びネットワークは問題を発生させることなく、その意図した目的を満足できます。

標準	定義
EN 61000-2-2, EN 61000-2-4, EN 50160	公共及び産業用電力グリッドで順守すべき主電源電圧制限を定義します。
EN 61000-3-2, 61000-3-12	接続機器によって生成される主電源の干渉を規定します。
EN 50178	電力機器の使用するための電子機器を監視します。

表 3.15 主電源電力品質の EN 設計規格

3.3.2.3 干渉のない周波数変換器

周波数変換器はすべて主電源の干渉を生成します。現在の規格では、2 kHz までの周波数範囲のみが定義されています。いくつかの変換器は、主電源の干渉を規格の対象外である 2 kHz 以上の領域にシフトさせて、これを干渉な

しと表現しています。この領域に対する制限については現在、検討されています。周波数変換器は主電源干渉をシフトさせることはありません。

3.3.2.4 主電源干渉はどのように発生するのか

脈動する入力電流によって引き起こされる正弦波の主電源干渉歪みが、通常、高調波と呼ばれます。フーリエ解析により 2.5 kHz まで解析されて、主電源周波数の 50 次高調波まで対応します。

周波数変換器の入力整流器は、この典型的なフォームの高調波干渉を主電源に生成します。周波数変換器を 50 Hz 電源システムに接続した場合、3 次高調波 (150 Hz)、5 次高調波 (250 Hz) あるいは 7 次高調波 (350 Hz) の影響が最も大きいことが示されます。全高調波成分は全高歪み調波 (THD) と呼ばれます。

3.3.2.5 主電源干渉の影響

低周波数主電源干渉には、高調波と電圧変動という 2 つの形態があります。負荷が接続されているとき、それらの外観は主電源システムのオリジンポイントにおける場合とその他のポイントにおける場合とでは異なっています。従って、主電源干渉の効果を評価する際、影響の範囲は集約的に測定する必要があります。これには主電源の電力供給、構造、及び負荷が含まれます。

電圧低下警告と高い機能的損失が主電源干渉の結果として発生することがあります。

電圧低下警告

- 正弦波主電源電圧の歪みによる不正な電圧測定。
- RMS-true (真の実効値) 測定のみ高調波成分を考慮に入れることで間違った電力測定が生まれます。

より大きな損失

- 高調波により、有効電力、皮相電力及び無効電力は減少します。
- 電氣的負荷を歪ませて、その他のデバイスに可聴干渉を引き起こし、最悪の場合、破壊することがあります。
- 温度上昇の結果、デバイスの寿命は短くなります。

注意

過度な高調波成分は力率改善装置に負荷をかけて、負荷の破壊を引き起こすことさえあります。このため、過度な高調波成分が存在するとき、力率改善装置にチョークを取り付けます。

3.3.3 主電源干渉の解析

主電源電力品質の劣化を回避するために、高調波電流を生成するシステムまたはデバイスを解析するための様々な方法が利用できます。高調波計算ソフトウェア (HCS) のような主電源解析プログラムにより、高調波に対応するシステム設計を分析できます。事前に特定の対策をテストして、システム互換性を確保できます。

主電源システムを解析する際は、サイト <http://www.danfoss-hcs.com/Default.asp?LEVEL=START> に進み、ソフトウェアをダウンロードしてください。

注記

Danfoss はハイレベルの EMC 技術を持っており、トレーニングコース、セミナー及びワークショップに加えて、詳細な評価や主電源の性能計算による EMC 解析をカスタマーに提供します。

3.3.4 主電源干渉を低減するためのオプション

一般的には、変換器による主電源干渉は脈動電流の強度を制限することで低減できます。これにより力率 λ (ラムダ) が改善されます。

主電源高調波を防止するためにいくつかの方法を推奨します：

- 周波数変換器の入力チョークまたは直流リンクチョーク。
- 受動フィルター。
- 能動フィルター。
- スリム直流リンク。
- 能動フロントエンド及び低高調波ドライブ。
- 12、18 または 24 パルス/サイクルの整流器。

3.3.5 無線周波数干渉

周波数変換器は、その可変幅電流パルスによって無線周波数干渉 (RFI) を生成します。変換器とモーター・ケーブルはこれらの成分を放射して、主電源システムに伝達します。

RFI フィルターは主電源への干渉を低減するのに使用します。フィルターはノイズ耐性を提供して、高周波伝導干渉からデバイスを保護します。フィルターはまた、電源ケーブルへ送られる干渉や電源ケーブルからの放射を低減できます。フィルターは干渉を指定レベルに制限することを意図して開発されています。内蔵フィルターはしばしば、特定耐性を実現できる標準装置として評価されています。

注記

すべての VLT® AQUA Drive 周波数変換器は、組み込み型的主電源干渉用チョークを標準装備しています。

3.3.6 運用サイトの分類

周波数変換器の運用が意図されている環境に対する要件を把握することは、EMC 適合に関する最も大切なファクターです。

3.3.6.1 環境 1/クラス B: 住宅

軽工業地域を含めて、公共低電圧電力グリッドに接続されている運用サイトは、環境 1/クラス B に分類されます。このサイトは、個別の主電源システム向けの独自の高電圧または中電圧配電用変圧器を所有していません。環境分類は建物の内外両方に適用されます。一般的な例として、商業エリア、住居ビル、レストラン、駐車場、及び娯楽施設があります。

3.3.6.2 環境 2/クラス A: 産業

産業環境は公共電力グリッドには接続されません。その代り、独自の高電圧あるいは中電圧配電用変圧器を所有しています。環境分類は建物の内外両方に適用されます。

産業用として定義され、特殊な電磁環境によって特徴付けられます：

- 科学技術、医療あるいは産業用装置の存在。
- 大規模な誘導及び容量負荷の切り替え。
- 強力な磁界の発生 (例えば、大電流による)。

3.3.6.3 特殊環境

他のエリアから明確に区別されている、中電圧変圧器を有するエリアにおいて、ユーザーはどのタイプの環境で施設を分類するのかを決定します。ユーザーには、指定した条件内ですべての装置を問題無く動作させるために必要な電磁適合性を確保する責任があります。特殊環境の例として、ショッピングセンター、スーパーマーケット、ガソリンスタンド、商業ビル、及び倉庫があげられます。

3.3.6.4 警告ラベル

周波数変換器がカテゴリー C1 に適合しないとき、警告通知を提供します。これはユーザーの責任です。干渉除去は EN 55011 のクラス A1、A2、及び B を基本とします。装置の適切な分類と EMC 問題を直すためのコストについて、ユーザーに最終責任があります。

3.3.7 絶縁された入力ソースの使用

米国にあるほとんどの電力施設はアース接地を基準にしています。米国で一般的に使用されていませんが、入力電力は絶縁されたソースとなることがあります。Danfoss

周波数変換器は全て、接地基準電力ラインと同様、絶縁された入力ソースに接続されて使用されます。

3.3.8 力率改善

力率改善装置は、電圧と電流の位相差 (ϕ) を減じて、力率を ($\cos \phi$) に近づけることができます。この装置は、配電システムにモーターやランプバラストのような誘導負荷が多数使用されている場合に必要です。絶縁された直流リンクを有する周波数変換器は、主電源システムから無効電力を供給したり、位相力率改善シフトを生成したりすることはなく、約 1 の $\cos \phi$ を有します。

このため、力率改善装置のサイズを決定する際、高速制御モーターを考慮に入れる必要はありません。但し、周波数変換器は高調波を生成するため、位相改善装置によって引き込まれた電流は上昇します。高調波ジェネレーターの数が増加するにつれて、キャパシター上の負荷と熱ファクターも増加します。結果として、力率改善装置にチョークを取り付けることになります。チョークはまた、負荷誘導とキャパシタンス間の共振を防止します。 $\cos \phi < 1$ の変換器には、力率改善装置にチョークが必要です。さらに、ケーブル寸法については、より高い無効電力レベルを考慮してください。

3.3.9 入力電力遅延

入力サージ抑制回路を正しく動作させるために、入力電力の運用アプリケーションの間に存在する遅延時間を観察します。

表 3.16 に、入力電力のアプリケーション間で許可される最小時間を示します。

入力電圧 [V]	380	415	460	600
待機時間 [s]	48	65	83	133

表 3.16 入力電力遅延

3.3.10 主電源トランジエント

トランジエントは、数千ボルトの範囲で発生する短時間の電圧ピークです。産業及び住宅環境を含めて、あらゆるタイプの配電システムで発生します。

落雷はトランジエントの一般的な原因とされています。但し、オンラインまたはオフラインでの大容量負荷のスイッチング、あるいは、力率改善装置のような、主電源トランジエント装置のスイッチングによっても引き起こされます。トランジエントは、短絡、配電システム内の回路ブレーカーのトリップ、及びパラレルケーブル間の誘導カップリングによっても引き起こされます。

EN 61000-4-1 規格には、トランジエントの形態やそのエネルギーの大きさなどが記載されています。その有害な効果は、さまざまな方法で制限できます。ガス充填サージ

アレスターとスパークギャップは、高エネルギートランジエントに対する第一レベルの保護を提供します。第二レベルの保護については、周波数変換器を含むほとんどの電子機器において、電圧依存型の抵抗器（バリスタ）を採用して、トランジエントを減衰させます。

3.3.11 スタンバイジェネレーターによる運転

主電源の障害が発生した場合でも連続運転が必要なときは、バックアップ用電源システムを使用します。さらに、バックアップ用電源システムは公共電力グリッドと並列に使用して、より高い主電源電力を実現できます。これは、熱とパワーユニットを組み合わせるための一般的な方法で、このような形態のエネルギー変換によって実現される高効率性を利用できます。ジェネレーターによってバックアップ電力が提供される場合、主電源インピーダンスは公共グリッドから電力を供給する場合よりも高くなります。これにより、全高調波歪みは増加します。適正な設計により、高調波を誘導する装置を含んでいるシステムにおいてもジェネレーターは運転できます。

スタンバイジェネレーターを用いたシステム設計を考慮するよう推奨します。

- システムを主電源運転からジェネレーターに切り替えると、通常、高調波負荷は増加します。
- 設計者は、電力品質を規制に適合させるために、高調波負荷の増加を算出あるいは測定して、高調波問題と機器障害を回避する必要があります。
- 損失や、全高調波歪みが増加する恐れがあるため、ジェネレーターへの非線形負荷を排除してください。
- ジェネレーター巻き線の 5/6 スタッガは、5 次及び 7 次高調波を減衰させますが、3 次高調波の増加を許します。2/3 スタッガは 3 次高調波を減衰します。
- 可能であれば、オペレータはシステムで共振を引き起こす力率改善装置を外すようにしてください。
- チョークやアクティブ吸収フィルターは、並列に動作する抵抗負荷と同様、高調波を減衰できます。
- 並列に動作する容量負荷は、予測不可能な共振効果により、追加負荷を生成します。

HCS のような主電源解析ソフトウェアを使用して、より精度の高い解析が可能になります。主電源システムを解析する際は、サイト <http://www.danfoss-hcs.com/Default.asp?LEVEL=START> に進み、ソフトウェアをダウンロードしてください。

高調波を引き起こす機器で運転するとき、問題のない施設運用を基本とする最大負荷を高調波制限表に示します。

高調波制限

- B2 及び B6 整流器⇒定格ジェネレーター負荷の最大 20%。
- チョーク付き B6 整流器⇒定格ジェネレーター負荷の最大 20-35%、但し構成に依存します。
- 制御用 B6 整流器⇒定格ジェネレーター負荷の最大 10%。

3.4 モーターの組み込み

3.4.1 モーター選択時に考慮すべきこと

周波数変換器はモーター上に電氣的ストレスを誘発することがあります。従って、モーターと周波数変換器を組み合わせる際は、モーター上の以下の効果を考慮してください：

- 絶縁ストレス
- ベアリングストレス
- サーマルストレス

3.4.2 正弦波フィルターと dU/dt フィルター

出力フィルターは、モーターの電氣的ストレスを軽減して、ケーブル長を長くすることが可能になります。出力オプションには、正弦波フィルター（LC フィルターとも呼ばれる）と dU/dt フィルターが含まれます。 dU/dt フィルターはパルスのシャープな上昇率を抑制します。正弦波フィルターにより、電圧パルスはなだらかになって、正弦波出力電圧に近い波形に変換されます。一部の周波数変換器では、正弦波フィルターは、非シールドモーター・ケーブル向けの EN 61800-3 RFI カテゴリー C2 に準拠します。章 3.7.5 正弦波フィルターをご参照ください。

正弦波フィルターと dU/dt フィルター・オプションの詳細情報については、章 3.7.5 正弦波フィルターと章 3.7.6 dU/dt フィルターをご参照ください。

正弦波フィルターと dU/dt フィルター注文番号の詳細情報については、と章 6.2.9 dU/dt フィルターをご参照ください。

3.4.3 適正なモーター接地

個人の安全を確保するため、さらには低電圧装置の EMC 電気要件を満足させるために、モーターの適正な接地は不可欠です。シールドとフィルターの効果的な使用のためにも適正な接地は必要です。適正な EMC 実装設計のためには、詳細設計を検証する必要があります。

3.4.4 モーター・ケーブル

モーター・ケーブルの推奨事項と仕様は、章 7.5 ケーブル仕様に記載されています。

3 相非同期標準モーターはすべて、周波数変換器と共に使用できます。工場出荷時設定では、下記のように周波数変換器の出力が接続された場合には、時計回り回転となります。

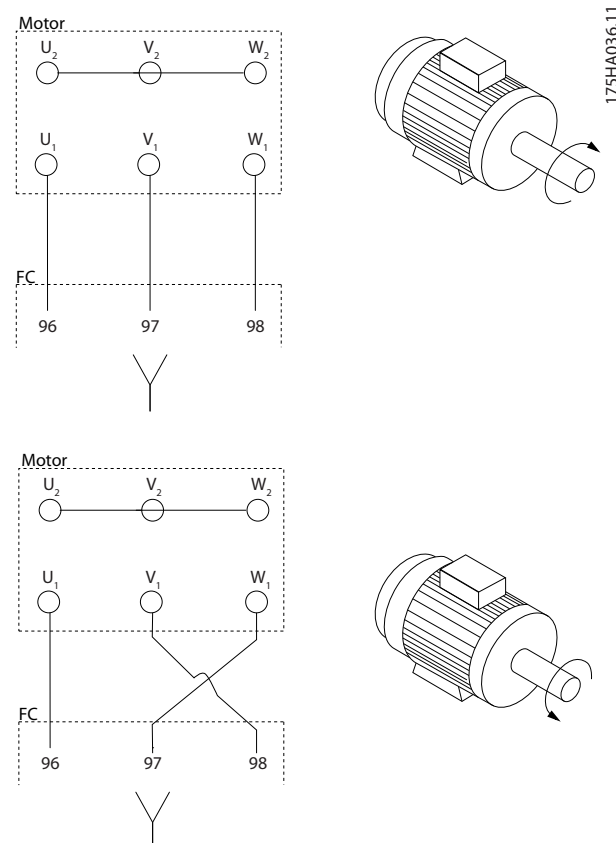


図 3.10 時計回り及び反時計回りの端子接続

回転方向は、モーター・ケーブルの 2 つの相を入れ替えることで、あるいは 4-10 モーター速度方向の設定を変えることで変更できます。

3.4.5 モーター・ケーブルシールド

周波数変換器は、その出力において鋭いパルスを生成します。このパルスには、高周波成分（ギガヘルツ範囲まで）が含まれていて、モーター・ケーブルからの好ましくない放射を引き起こします。シールドモーター・ケーブルはこの放射を減じます。

シールドの目的は以下のとおりです：

- 放射干渉の強度を低下させます。
- 個々のデバイスの干渉耐性を改善します。

シールドは、高周波成分を捕捉して、干渉ソース（本ケースでは周波数変換器）にそれを戻します。シールド付きモーター・ケーブルはまた、近隣の外部ソースからの干渉に対する耐性も提供します。

良好なシールドでも放射を完全に除去することはできません。放射環境に存在するシステムコンポーネントは、劣化することなく動作する必要があります。

3.4.6 モーターの複数接続

注記

スターターの小型モーターのオーム抵抗が相対的に高いと、スタート時や RPM（毎分回転数）値が小さいときに高電圧が必要となるため、モーターのサイズが大きく異なる場合には、スタート時や RPM（毎分回転数）値の小さいときに問題が発生することがあります。

周波数変換器は複数の並列接続モーターをコントロールできます。並列接続のモーターを使用する際、以下を遵守してください：

- VCC⁺ モードがいくつかのアプリケーションで使用できます。
- モーターの合計消費電流は、周波数変換器の定格出力電流 I_{INV} を超えてはいけません。
- 長いケーブル長に共通ジョイント接続を使用しないでください。図 3.12 を参照。
- 表 3.4 で指定されている合計モーター・ケーブル長は、並列ケーブルが短く保たれている限り（各々 10m 未満）有効です。図 3.14 と図 3.15 をご参照ください。
- モーター・ケーブル上の電圧降下を考慮してください。図 3.15 を参照。
- 長い並列ケーブルの場合、LC フィルターを使用してください。図 3.15 を参照。
- 並列接続しない長いケーブルについては、図 3.16 をご参照ください。

注記

モーターが並列接続されている場合には、I-01 モーター・コントロールの原則を [0] U/f に設定してください。

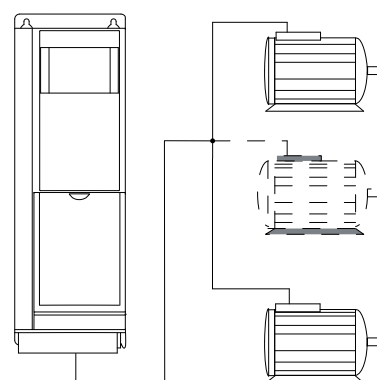


図 3.11 短いケーブル長向けの共通ジョイント接続

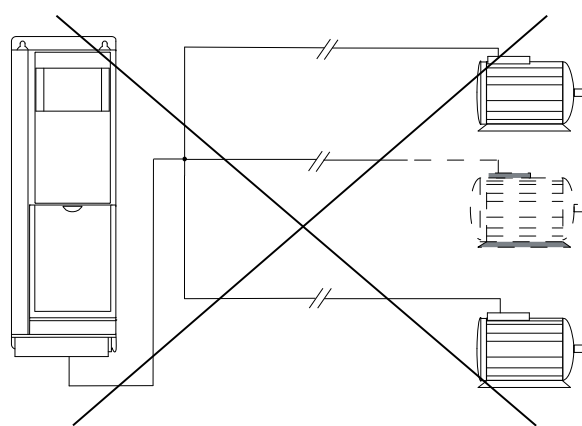


図 3.12 長いケーブル長向けの共通ジョイント接続

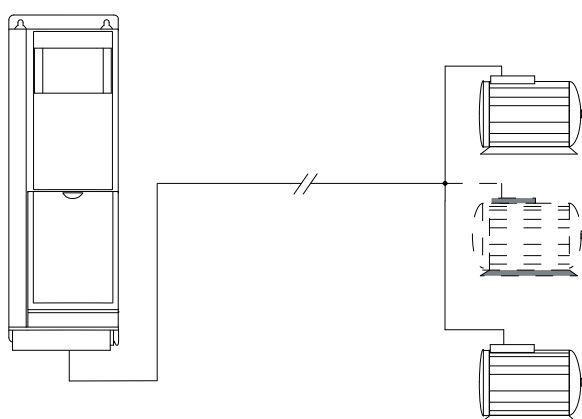


図 3.13 負荷の無い並列ケーブル

1308D774.10

1308D775.10

1308D776.10

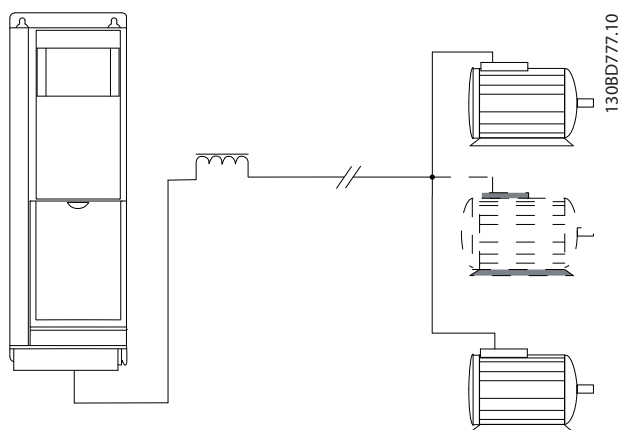


図 3.14 負荷のある並列ケーブル

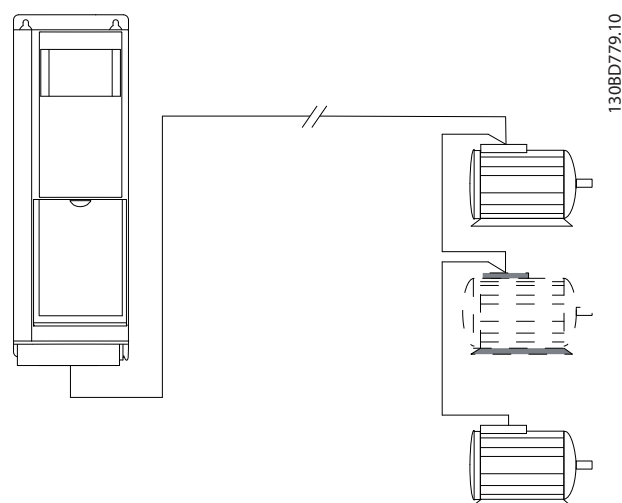


図 3.16 直列接続の長いケーブル

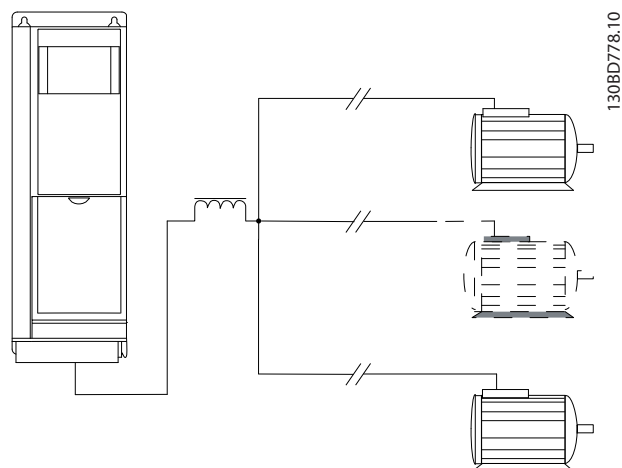


図 3.15 長い並列ケーブル向けの LC フィルター

エンクロージャ ー サイズ	電力サイズ [kW]	電圧 (V)	ケーブル 1 本 [m]	ケーブル 2 本 [m]	ケーブル 3 本 [m]	ケーブル 4 本 [m]
A1, A2, A4, A5	0.37 - 0.75	400	150	45	8	6
		500	150	7	4	3
A2, A4, A5	1.1 - 1.5	400	150	45	20	8
		500	150	45	5	4
A2, A4, A5	2.2 - 4	400	150	45	20	11
		500	150	45	20	6
A3, A4, A5	5.5 - 7.5	400	150	45	20	11
		500	150	45	20	11
B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3, C4	11 - 90	400	150	75	50	37
		500	150	75	50	37
A3	1.1 - 7.5	525 - 690	100	50	33	25
B4	11 - 30	525 - 690	150	75	50	37
C3	37 - 45	525 - 690	150	75	50	37

表 3.17 各並列ケーブルの最大ケーブル長

3.4.7 制御線の隔離

モーター配線によって生成される高調波干渉は、変換器制御線の制御信号を劣化させて、制御不良を招くことがあります。モーター・ケーブルと制御線は分離するようにしてください。分離することで、干渉効果は大幅に減少します。

- 制御線とモーター・ケーブルの間の距離は、200 mm 以上取るようにしてください。
- 分離幅が小さい場合はディバイダーストリップをご使用ください。そうしないと干渉が結合したり、伝達されることがあります。
- 制御線シールドは、モーター・ケーブルシールドと同じ方法で両端を接続する必要があります。
- 撚り線付きシールド・ケーブルは非常に高い減衰性能を持っています。磁界の減衰レベルはシングルシールドの場合約 30 dB で、ダブルシールドの場合 60 dB まで増加し、さらに導体が撚り線の場合約 75 dB まで増加します。

3.4.8 モーターサーマル保護

周波数変換器はいくつかの方法でモーターの熱保護を実現します：

- トルク制限は、速度に関係なく、過負荷からモーターを保護します。
- 速度下限は、最低運転速度範囲を、例えば 30 ～ 50/60 Hz の間に制限します。
- 速度上限は、最大出力速度を制限します。
- 外部サーミスター用の入力を利用できます。
- 非同期モーター用電子サーマル・リレー (ETR) は、内部測定に基づいてバイメタル・リレーをシミュレートします。ETR は実際の電流、速度及び時間を測定して、モーター温度を算出し、警告やモーターへの電力切断を実施してモーターを過熱から保護します。ETR の特性を 図 3.17 に示します。

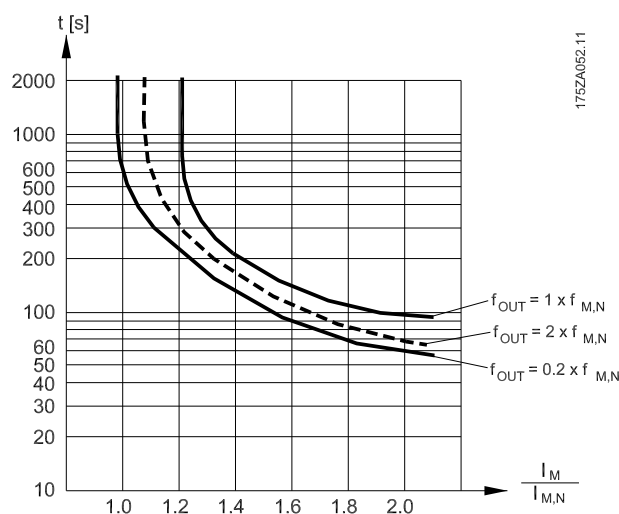


図 3.17 電子サーマル・リレー 特性

X 軸は、 I_{motor} と I_{motor} (公称) の間の比率を示します。Y 軸は、ETR がカットオフ及びトリップする前の時間を秒で示します。曲線は 2 回の公称速度と 0.2 x 公称速度における公称速度特性を示します。

低速では、モーターの冷却機能が低下するために低い温度で ETR がカットオフします。以上のように、モーターは低速でも過熱から保護されます。ETR 機能は、実際の電流と速度を基にモーター温度を算出します。

3.4.9 出力接触器

一般的に推奨されている方法ではありませんが、モーターと周波数変換器間の出力接触器を作動させて周波数変換器の損傷を引き起こすことはありません。以前に開かれた出力接触器を閉じると、運転されている周波数変換器が停止しているモーターに接続されることがあります。これにより、周波数変換器はトリップして、エラーが表示されます。

3.4.10 ブレーキ機能

モーター・シャフト上の負荷にブレーキをかけるには、スタティック (機械的) またはダイナミック・ブレーキを使用します。

3.4.11 ダイナミック・ブレーキ

ダイナミック・ブレーキは以下によって成立します：

- 抵抗器ブレーキ：ブレーキ IGBT は、モーターのブレーキ・エネルギーを接続されているブレーキ抵抗器に伝達することで、過電圧を事前設定した閾値以下に維持します
- 交流ブレーキ：ブレーキ・エネルギーは、モーターの損失状態を変化させることで、モーター内に分散されます。交流ブレーキ機能は、モーター

を過熱させる高いサイクル周波数を有するアプリケーションには使用できません。

- 直流ブレーキ：交流電流が付加された過変調直流電流は、渦電流ブレーキとして働きます。

3.4.12 ブレーキ抵抗器計算

ブレーキ抵抗器は、電氣的に生成されるブレーキ中の放熱と直流リンク電圧の上昇を管理することが求められます。ブレーキ抵抗器を使用すれば、周波数変換器ではなくブレーキ抵抗器にエネルギーが吸収されます。詳細については、**ブレーキ抵抗器設計ガイド**を参照してください。

負荷サイクル計算

各ブレーキ時間に抵抗器に伝達される運動エネルギーの量が分かっていない場合、サイクル時間とブレーキ時間（断続負荷サイクルとも呼ばれる）に基づいて平均出力を計算します。抵抗器断続負荷サイクルは、抵抗器がアクティブとなるサイクルを表します（図 3.18 を参照）。多くの場合、モーターのサプライヤーは許容負荷を示す場合に S5 を用いますが、これは断続負荷サイクルの表現です。

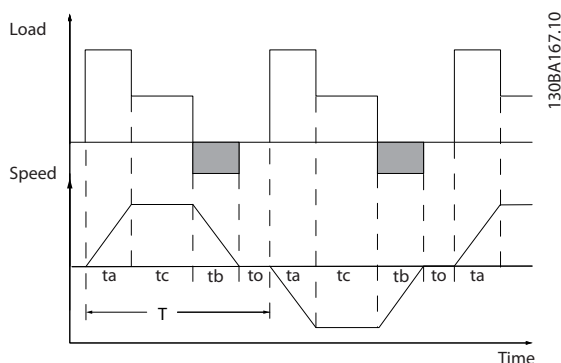


図 3.18 ブレーキ抵抗器負荷サイクル

抵抗器の断続負荷サイクルは以下のように計算します：

$$\text{負荷サイクル} = t_b / T$$

T = 秒単位のサイクル時間で、

t_b は（サイクル時間の）秒単位のブレーキ時間です。

Danfoss は、負荷サイクルが 5%、10%、及び 40% のブレーキ抵抗器を用意しています。10% の負荷サイクルの場合、サイクル時間の 10% に相当するブレーキ電力をブレーキ抵抗器が吸収します。残るサイクル時間の 90% は、余分な熱の放散に使用されます。

必要とされるブレーキ時間に適するようブレーキ抵抗器のサイズを決定します。

ブレーキ抵抗計算

モーターにブレーキがかかった際、保護のため周波数変換器が切り離されるのを防止するために、ピークブレーキ電力と中間回路電圧に基づいて抵抗器の値を選択してください。ブレーキ抵抗器の抵抗は以下のように算出します：

$$R_{br} = \frac{U_{dc}^2}{P_{peak}} [\Omega]$$

ブレーキ抵抗器の性能は、直流リンク電圧 (U_{dc}) に依存します。

U_{dc} はブレーキが作動する電圧です。FC シリーズのブレーキ機能は、主電源に応じて設定されます。

主電源入力 [V AC]	ブレーキ アクティブ [V DC] (直流)	高 電圧 警告 [V DC] (直 流)	過 電圧 警報 [V DC] (直流)
FC 202 3x200-240	390	405	410
FC 202 3x380-480	778	810	820
FC 202 3x525-600 ¹⁾	943	965	975
FC 202 3x525-600 ²⁾	1099	1109	1130
FC 202 3x525-690	1099	1109	1130

表 3.18 直流リンク電圧 (U_{dc})

1) エンクロージャ・サイズ A、B、C

2) エンクロージャ・サイズ D、E、F

ブレーキ抵抗 R_{rec} を使用して、周波数変換器が 160% の最高ブレーキ・トルク ($M_{br}(\%)$) にてブレーキを実行できるようにしてください。計算式は以下のように書けます。

$$R_{rec} [\Omega] = \frac{U_{dc}^2 \times 100}{P_{motor} \times M_{br}(\%) \times \eta_{VLT} \times \eta_{motor}}$$

η_{motor} は通常 0.90 です。

η_{VLT} は通常 0.98 です。

より高いブレーキ抵抗器抵抗を選択すると、160%/150%/110% のブレーキ・トルクが獲得できず、保護のため周波数変換器が直流リンク過電圧から切断される危険があります。

例えば 80% トルクのように、低いトルクでのブレーキの場合、低い出力定格のブレーキ抵抗器を取り付けることが可能です。 R_{rec} の計算式を用いてサイズを算出してください。

周波数変換器 D と F のエンクロージャ・サイズには、1 つ以上のブレーキ・チョッパが含まれています。これらのエンクロージャ・サイズに対しては各チョッパを装備したブレーキ抵抗器を使用してください。

VLT® Brake Resistor MCE 101 デザイン・ガイドには、最新のデータが含まれており、以下のように詳細な計算手順が記載されています：

- ブレーキ電力の計算
- ブレーキ抵抗器ピーク電力の計算
- ブレーキ抵抗器平均電力の計算
- ブレーキの慣性力

3.4.13 ブレーキ抵抗器ケーブル

EMC (ツイスト・ケーブル/シールド)

周波数変換器の特定 EMC 性能に適合させるには、シールド・ケーブル/ワイヤを使用してください。非シールドワイヤを使用する場合は、ブレーキ抵抗器と周波数変換器の間で生じる電氣的ノイズを低減するため、ツイスト・ケーブルの使用を推奨します。

EMC 性能を改善するために金属シールドを使用してください。

3.4.14 ブレーキ抵抗器及びブレーキ IGBT

ブレーキ抵抗器電力モニター

さらに、ブレーキ電力モニター機能により、選択した期間の一時電力や平均電力を読み出すことができます。さらに、電力エネルギーを監視して、2-12 ブレーキ電力制限 (kW) で選択した制限値を超えないようにすることが可能です。2-13 ブレーキ電力監視において、ブレーキ抵抗器に伝達された電力が 2-12 ブレーキ電力制限 (kW) で設定して制限値を超えたときに実行する機能を選択します。

注記

ブレーキ電力の監視は安全機能を満足するわけではありません。ブレーキ抵抗器の回路は、接地漏洩保護されていません。

ブレーキはブレーキ抵抗器の短絡から保護されており、ブレーキ・トランジスタはその短絡が確実に検出されるように監視されています。リレーまたはデジタル出力を使用して、周波数変換器の不具合による過負荷からブレーキ抵抗器を保護できます。

過電圧コントロール (OVC) は 2-17 過電圧コントロールで代替ブレーキ機能として選択できます。直流リンク電圧が増加した場合でも、この機能はすべてのユニットに対して有効です。この機能を使用すれば、トリップを確実に回避できます。これを行うには、直流リンクからの電圧を制限するために出力周波数を増加させます。これは、周波数変換器のトリップが避けられるので、立ち下り時間が短すぎる場合などでは、極めて有益な機能です。この場合、立ち下り時間が延長されます。

3.4.15 エネルギー効率

周波数変換器の効率

周波数変換器の負荷は、効率にほとんど影響を与えません。

これは、その他の U/f 特性が選択された場合でも、周波数変換器の効率は変化しないことも意味しています。ただし、U/f 特性はモーターの効率に影響を与えます。

スイッチ周波数が 5 KHz 以上の値に設定されると、効率はわずかに低下します。モーター・ケーブルの長さが 30 m 以上であるとき、効率はわずかに低下します。

効率計算

図 3.19 に基づいて、さまざまな負荷における周波数変換器の効率を計算してください。章 7.1 電気データに記載されている特定効率係数にこのグラフの係数を掛けてください。

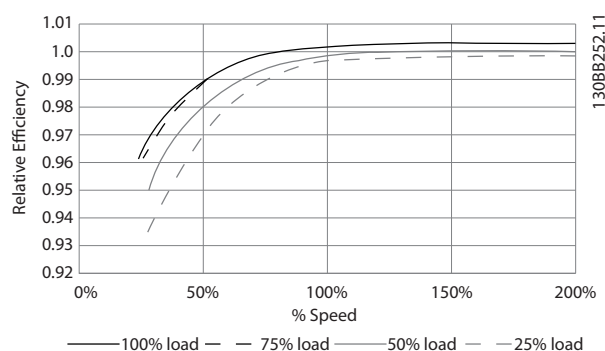


図 3.19 一般的な効率曲線

例: 50%の速度で 25%の負荷を有する、55 kW、380-480 V AC 周波数変換器の場合。グラフは、55 kW 周波数変換器の 0.97 定格効率は 0.98 であることを示しています。従って、実効率は: $0.97 \times 0.98 = 0.95$ です。

モーター効率

周波数変換器に接続されるモーターの効率は磁化レベルにより異なります。モーターの効率はモーターのタイプにより異なります。

- 定格トルクの 75 ~ 100% の範囲内では、周波数変換器にコントロールされている場合と主電源で直接稼働している場合とで、モーターの効率は殆ど変わりません。
- 小型モーターの場合、U/f 特性が効率に与える影響はほんのわずかです。ただし、11 KW 以上のモーターの効率に関して、多くの利点が得られます。
- スイッチ周波数は小型モーターの効率には影響を与えません。11 KW 以上のモーターを使用すると効率が向上します (1 ~ 2%)。これは、スイッチ周波数が高いと、モーター電流の正弦の形がほぼ完全になるためです。

システム効率

システムの効率を算出するには、周波数変換器の効率にモーターの効率を掛けてください。

3.5 追加入力と追加出力

3.5.1 配線図

配線して正しくプログラムされたとき、コントロール端子は以下を提供します：

- 周波数変換器へのフィードバック、速度指令信号、及びその他の入力信号。
- 周波数変換器からの出力ステータスと障害状態。
- 補助機器を作動させるためのリレー。
- シリアル通信インターフェイス。
- 24 V 共通

コントロール端子は、ユニットの前面または外部ソース上のローカル・コントロール・パネル (LCP) からパラメーター・オプションを選択して、さまざまな機能をプログラムすることが可能です。ほとんどのコントロール配線は、工場オーダーで指定されていなければ、カスタマー供給されます。

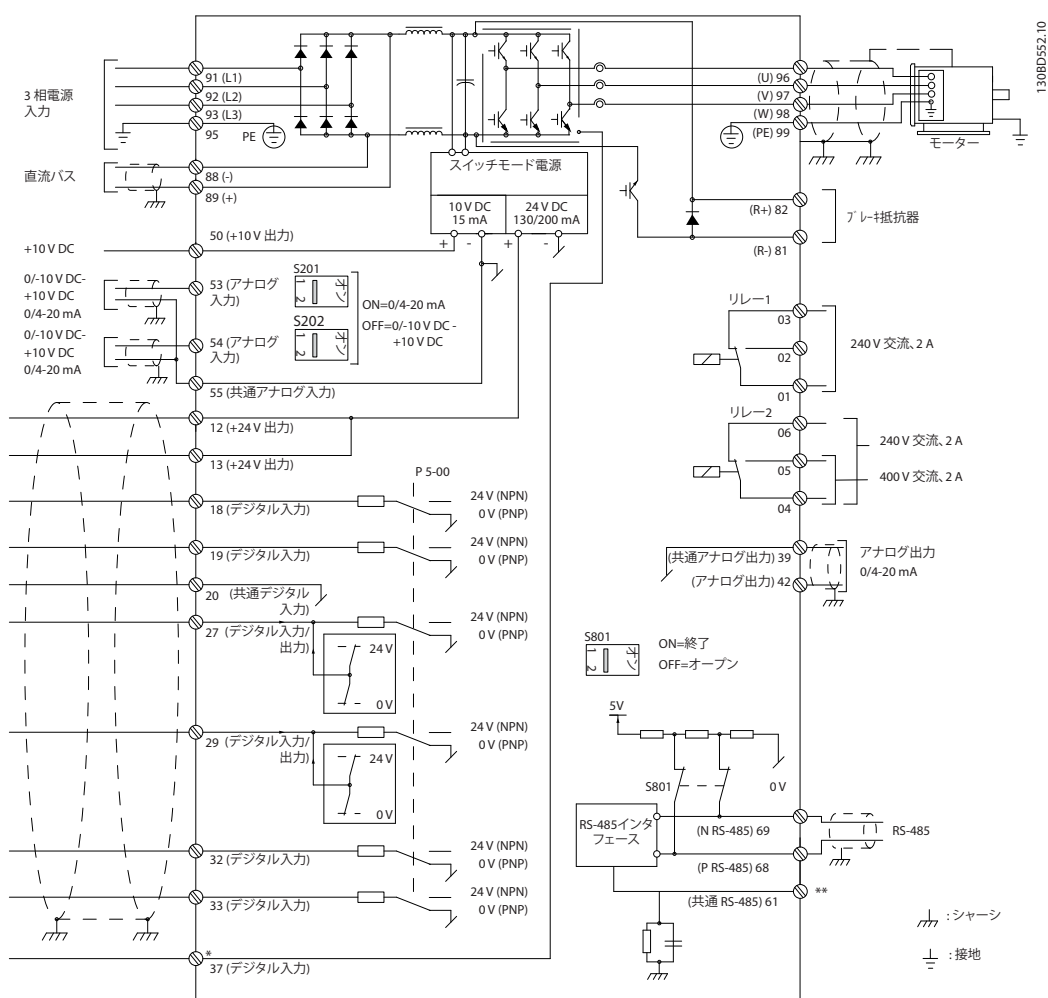


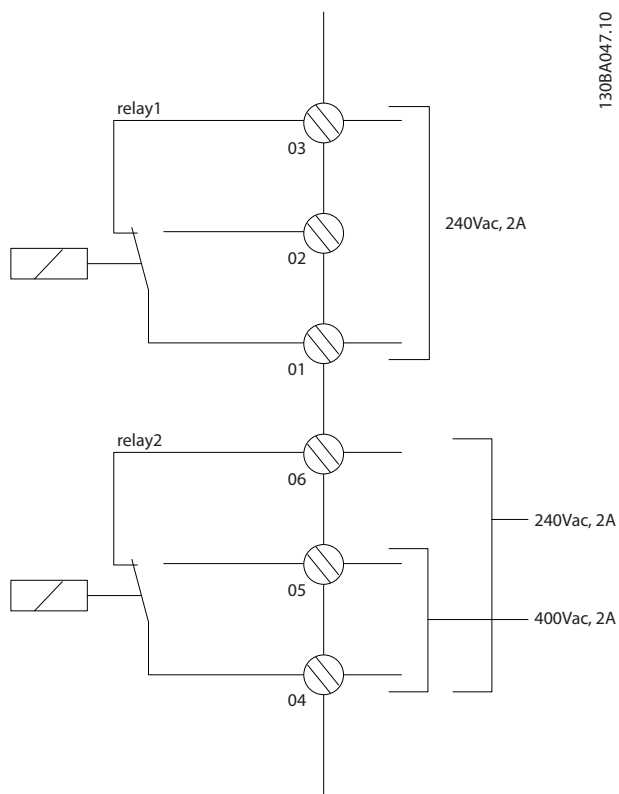
図 3.20 基本配線図

A = アナログ、D = デジタル

*端子 37 (オプション) は STO に使用します。STO 設置説明については、VLT® Safe Torque Off 取扱説明書を参照してください。

**ケーブル・シールドを接続しないでください。

3.5.2 リレー接続



リレー	端子 ¹⁾	詳細
1	1	共通
	2	通常は開 最大 240 V
	3	通常は閉 最大 240 V
2	4	共通
	5	通常は閉 最大 240 V
	6	通常は閉 最大 240 V
1	01-02	閉路（通常は開）
	01-03	開路（通常は閉）
2	04-05	閉路（通常は開）
	04-06	開路（通常は閉）

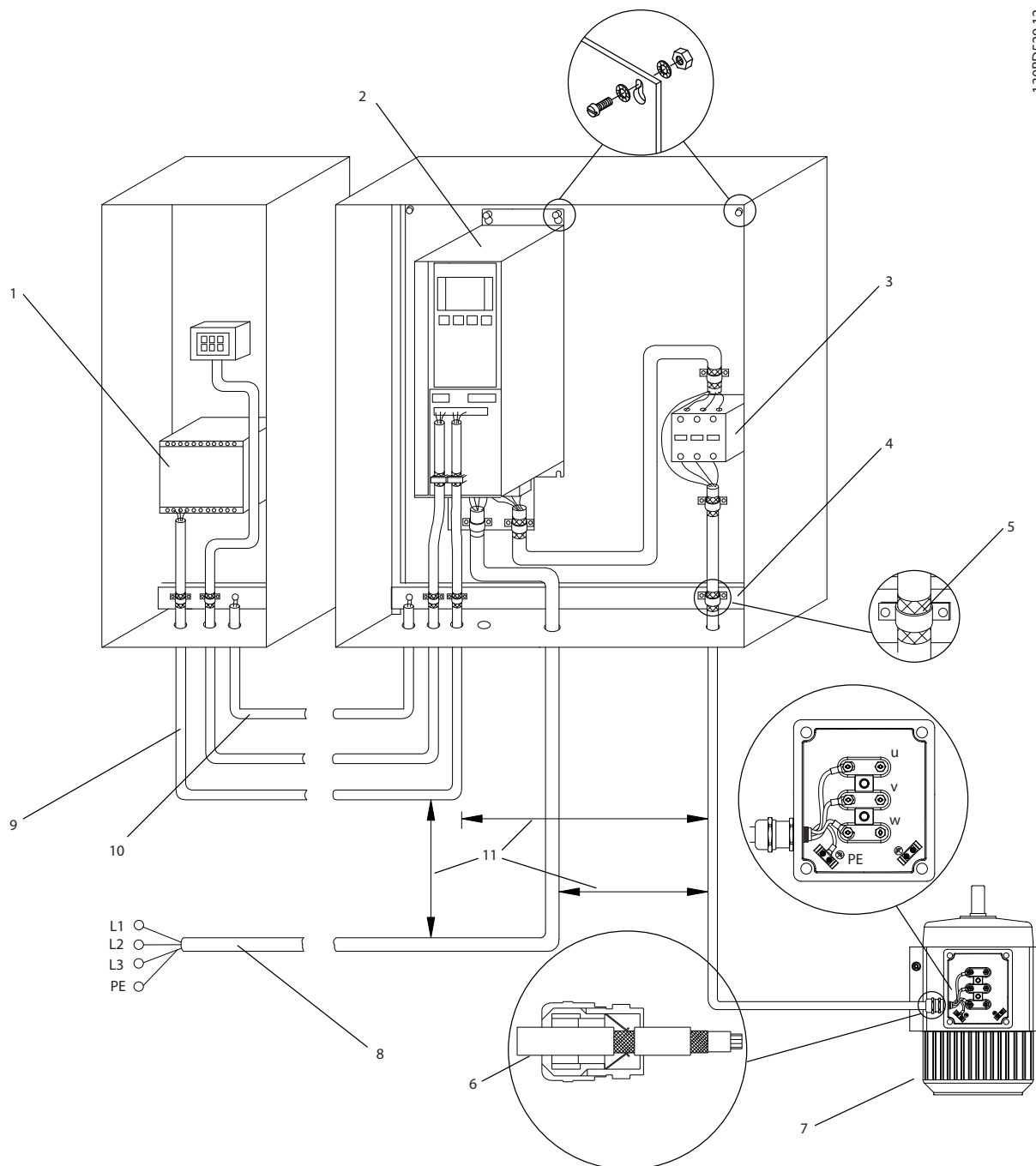
図 3.21 リレー出力 1 と 2、最大電圧

1) リレー出力をさらに追加するには、VLT[®] リレーオプションモジュール MCB 105 または VLT[®] リレーオプションモジュール MCB 113 を取り付けます。

リレーの詳細については、章 7 仕様と章 8.3 リレー端子図面をご参照ください。

リレー・オプションの詳細については、章 3.7 オプションと付属品をご参照ください。

3.5.3 EMC 適合の電氣的接続



1	PLC	7	モーター、3-相 及び PE(シールド済み)
2	周波数変換器	8	主電源、3-相 及び強化 PE(非シールド)
3	出力 接触器	9	コントロール 配線(シールド済み)
4	ケーブル・ クランプ	10	最小 16 mm ² (0.025 インチ) で等電位化
5	ケーブル 絶縁(はく離)	11	コントロール・ ケーブル、モーター・ ケーブル及び電源ケーブル間の空きスペース: 最低 200 mm
6	ケーブル・ グランド		

図 3.22 EMC 対策電気接続

EMC の詳細については、章 2.5.18 EMC 適合 と 章 3.2 EMC、高調波及び接地漏洩電流保護 を参照してください。

注記

EMC 妨害

モーターとコントロール配線にはシールド・ケーブルを使用し、入力電力、モーター配線及びコントロール配線にはセパレートケーブルを使用します。電力、モーター、コントロール・ケーブルの隔離を行わないと、予期しない動作、または性能の減少が発生することがあります。電力、モーター、コントロール・ケーブル間には、最低 200 mm (7.9 インチ) の空きスペースを確保します。

3.6 機械計画

3.6.1 空きスペース

IP21/IP4X/TYPE 1 エンクロージャー・キットを使用する場合を除いて、すべてのエンクロージャー・サイズに関して並列配置が適しています(章 3.7 オプションと付属品を参照)。

水平空きスペース、IP20

IP20 A 及び B エンクロージャー・サイズは、空きスペース無しで並列配置できます。ただし、正しい取付け順で配置することが大切です。図 3.23 に正しい取り付け方法を示します。

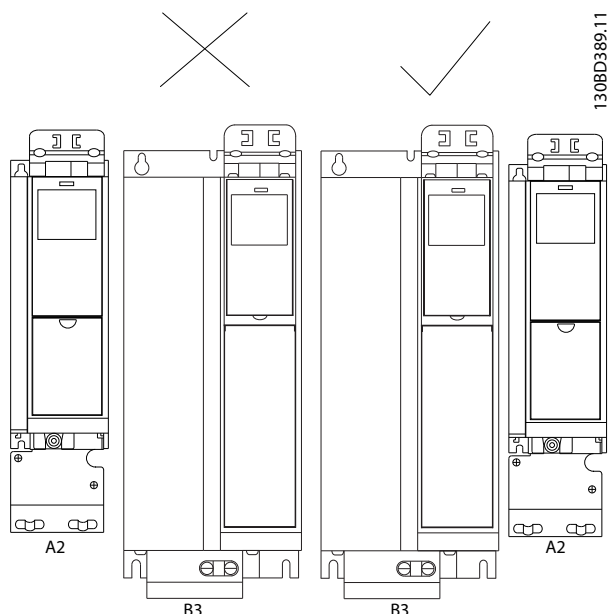


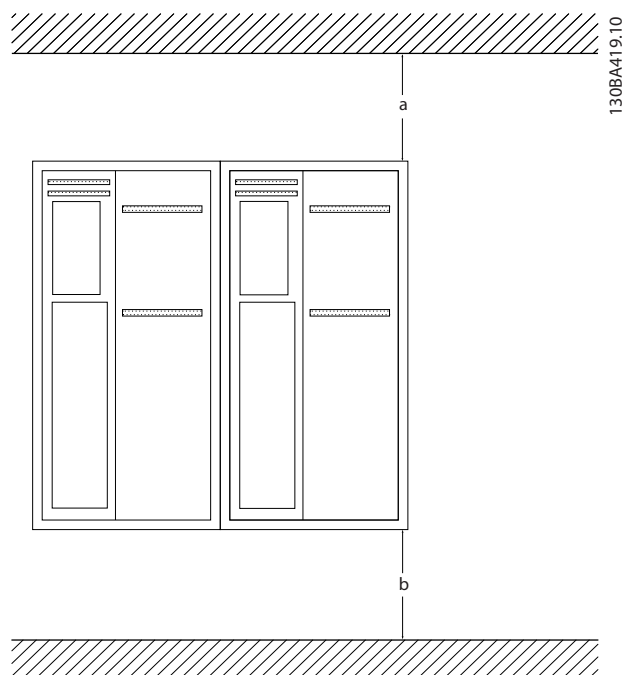
図 3.23 正しい並列配置 (空きスペース無し)

水平空きスペース、IP21 エンクロージャー・キット

エンクロージャー・サイズ A1、A2 または A3 に IP21 エンクロージャー・キットを使用する場合、周波数変換器の間に最低 50 mm の空きスペースを確保してください。

垂直空きスペース

最適な冷却条件を実現するため、周波数変換器の上下に通気スペースを設けてください。図 3.24 を参照



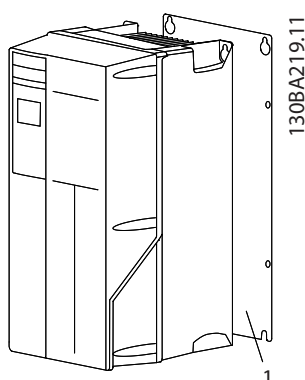
エンクロージャー・サイズ	A1*/A2/A3/A4/A5/B1	B2/B3/B4/C1/C3	C2/C4
a [mm]	100	200	225
b [mm]	100	200	225

図 3.24 垂直空きスペース

3.6.2 壁取り付け

平らな壁に取り付ける場合、バック・プレートは不要です。

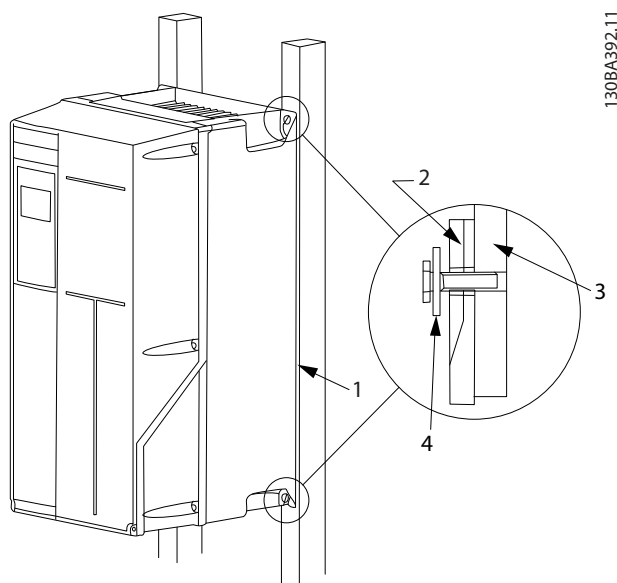
凹凸のある壁に取り付ける場合、バック・プレートを利用して、ヒートシンクに対する十分な冷却を確保してください。バック・プレートは、A4、A5、B1、B2、C1 及び C2 のエンクロージャーにのみ使用します。



1	バック・プレート
---	----------

図 3.25 バック・プレートによる取り付け

保護等級 IP66 を有する周波数変換器については、ファイバーまたはナイロンワッシャを使用してエポキシコート



1	バック・プレート
2	IP66 エンクロージャー付き周波数変換器
3	バック・プレート
4	ファイバーワッシャ

図 3.26 保護等級 IP66 向けのバック・プレートによる取り付け

3.6.3 アクセス

取り付ける前にケーブルのアクセサビリティを計画するには、章 8.1 主電源接続図面 (3 相)と章 8.2 モーター接続図の図面をご参照ください。

3.7 オプションと付属品

オプション

注文番号については、章 6 タイプ・コードと選択 をご参照ください。

主電源シールド

- エンクロージャードアが開いているときに予期せぬ接触から保護するために、入力電力端子と入力プレートの前に Lexan® シールドが取り付けられています。
- スペースヒーターとサーモスタット: F フレームのキャビネット内部に取り付けられており、自動サーモスタットを介して制御されるスペースヒーターはエンクロージャー内の結露を防止します。サーモスタットのデフォルト設定は 10 °C (50 °F) でヒーターをオンにし、15.6 °C (60 °F) でオフにします。

RFI フィルター

- 周波数変換器にはクラス A2 RFI フィルターが標準で組み込まれています。RFI/EMC 保護の追加レベルが必要な場合、オプションのクラス A1 RFI フィルターを用いて取得することで、EN 55011 に従って無線周波数干渉と電磁気放射を抑制することができます。

残留電流デバイス (RCD)

コアバランス方式を用いて、接地された高抵抗接地システム (IEC 用語で言う所の TN 及び TT システム) の地絡電流を監視できます。事前警告(主電源警報設定ポイントの 50%)と主電源警報設定ポイントがあります。各設定ポイントは外部用途向けの SPDT 警報リレーに関連付けられており、外部のウィンドウタイプ電流トランスフォーマーが必要になります (カスタマーによって提供及び設置)。

- 周波数変換器の Safe Torque Off 回路に組み込まれています。
- IEC 60755 タイプ B デバイスマニター、直流パルス、及び高純度直流地絡電流。
- 設定ポイントの 10~100%までの地絡電流レベルを示す LED 棒グラフインジケータ。
- 障害メモリ
- テスト / リセットキー

絶縁抵抗モニター (IRM)

システムフェーズ接触器とグラウンドの間にある非接地システム (IEC 用語で言うところの IT システム) の絶縁抵抗を監視します。絶縁レベルのオーム抵抗値による事前警告と主電源警報設定ポイントがあります。各設定ポイントは外部用途の SPDT アラームリレーに関連付けられます。注記: 1 台の絶縁抵抗モニターのみ、各非接地 (IT) システムに接続できます。

- 周波数変換器の安全停止回路に組み込まれています。
- 絶縁抵抗の液晶ディスプレイ
- 障害メモリ
- 情報、テスト及びリセットキー

ブレーキ・チョッパー (IGBT)

- IGBT ブレーキ・チョッパー回路付きのブレーキ端子により、外部ブレーキ抵抗器の接続が可能になります。ブレーキ抵抗器の詳細情報については、章 3.4.12 **ブレーキ抵抗器計算** とをご参照ください。

電力再供給端子

- 電力再供給端子により、直流リンク・リアクターのキャパシター・バンク側にある直流バスに電力再供給ユニットを接続して再生ブレーキを実現できます。F フレーム電力再供給端子のサイズは、周波数変換器の電力定格の約 1/2 に適するよう設計されています。特定周波数変換器サイズと電圧に基づく再生電力制限については、工場にお問い合わせください。

負荷分散端子

- 負荷分散端子は、直流リンク・リアクターの整流器側にある直流バスに接続されて、複数ドライブ間で直流バス電力の分散が可能になります。F フレーム負荷分散端子のサイズは、周波数変換器の電力定格の約 1/3 に適するよう設計されています。特定周波数変換器サイズと電圧に基づく負荷分散制限については、工場にお問い合わせください。

ヒューズ

- ヒューズは、周波数変換器の過負荷保護のため速断型を推奨します。ヒューズによる保護で周波数変換器の損傷が抑制されて、故障時のサービス時間の最小限にすることができます。ヒューズは海事認定に適合する必要があります。

切断

- ドアマウントハンドルにより、電力断路器の手動操作が可能になり、周波数変換器への電力供給を有効及び無効にして、サービス時の安全性が高まります。断路器はエンクロージャードアによってインターロックされ、電力が供給されている間にドアが開かないようになっています。

遮断器

- 回路ブレーカーはリモートでトリップできますが、リセットは手動で行う必要があります。回路ブレーカーはエンクロージャードアによってインターロックされ、電力が供給されている間にドアが開かないようになっています。回路ブレーカーをオプションで発注すると、周波数変換器の速断電流過負荷保護用ヒューズも付属します。

接触器

- 電氣的に制御された接触器スイッチにより、周波数変換器への電力供給をリモートで有効及び無効にすることが可能になります。IEC 緊急停止オプションを注文すると、Pilz Safety が接触器上の補助コンタクトを監視します。

手動モーター・スターター

大型モーターにしばしば必要とされる電動冷却ブロー用 3 相電源を提供します。スターター用電力は、付属の接触器、回路ブレーカー、あるいは断路器の負荷側から、及

びクラス 1RFI フィルター（オプション）の入力側から供給されます。各モーター・スターターの前にヒューズが取り付けられて、周波数変換器への入力電力がオフになるとスターター用電力もオフになります。最大 2 台のスターターが使用できます（30 A、ヒューズ保護回路が発注された場合、1 台）。周波数変換器の Safe Torque Off 回路に組み込まれています。

ユニットには以下の特長があります：

- 動作スイッチ（オン/オフ）。
- テスト機能による短絡及び過負荷保護。
- 手動リセット機能。

30 A、ヒューズ保護端子

- 補助カスタマー機器に電力供給するための、入力主電源電圧に適合する 3 相電力。
- 2 台の手動モーター・スターターを選択した場合、利用できません。
- 周波数変換器への入力電力がオフになると、端子もオフになります。
- ヒューズ保護端子用電力は、付属の接触器、回路ブレーカー、あるいは断路器の負荷側から、及びクラス 1RFI フィルター（オプション）の入力側から供給されます。

24V DC 電源

- 5 A、120 W、24 V DC。
- 出力過電流、過負荷、短絡、及び可能温度から保護されています。
- センサ、PLC I/O、接触器、温度プローブ、インジケータライト、及び/またはその他の電子部品のようなカスタマー供給の付属品デバイスに電力供給します。
- 自己診断には、ドライ DC-ok コンタクト、緑色の DC-ok LED、及び赤色の過負荷 LED が含まれます。

外部温度モニタリング

- モーター巻線やベアリングのような、外部システムコンポーネントの温度を監視できるよう設計されています。8 個の汎用入力モジュールと 2 個の専用サーミスター入力モジュールが含まれます。10 個のモジュールすべて周波数変換器の Safe Torque Off 回路に組み込まれており、フィールドバスネットワークを介して監視されます（個別モジュール/バスカプラーの購入が必要）。Safe Torque Off ブレーキオプションを発注して、外部温度モニタリングを選択してください。

シリアル通信

プロフィバス DP V1 MCA 101

- PROFIBUS DP V1 は、高い互換性、ハイレベルの可用性、主要な PLC メーカーのサポート、及び将来のバージョンとの互換性を提供します。
- 拘束、高効率の通信、トランスペアレントな設置、高度な診断機能、パラメーター化及び GSD ファイルによるプロセス・データの自動構成を特長としています。
- PROFIBUS DP V1 を用いたサイクリックパラメーター化、PROFIdrive または Danfoss FC プロファイルスタートマシン、PROFIBUS DP V1、マスタークラス 1 及び 2 注文番号 130B1100 被膜なし - 130B1200 被膜あり (クラス G3/ISA S71.04-1985)。

DeviceNet MCA 104

- この最新の通信モデルは、どんな情報がいつ必要なのかをユーザーが効果的に決定できるようになる重要な機能を提供します。
- ユーザーは ODVA の厳格な適合試験ポリシーによるメリットを得て、相互運用可能な製品にすることができます。注文番号 130B1102 (被膜なし) 130B1202 (被膜あり) (Class G3/ISA S71.04-1985)。

PROFINET RT MCA 120

PROFINET オプションは、PROFINET プロトコルを介して、PROFINET ベースのネットワークの接続性を提供します。オプションにより、両方向に 1 ms の実パケット間隔による単一接続に対応できるようになります。

- 内蔵ウェブサーバーにより、リモート診断ならびに基本的な周波数変換器パラメーターの読み取りが行えます。
- 警告や警報が発生したり、再度クリアされた場合に、1 人または複数の受信者に対して電子メールメッセージが送信されるように電子メール通知を設定できます。
- TCP/IP により、MCT 10 設定ソフトウェアから周波数変換器構成データへ容易にアクセスできます。
- FTP (ファイル転送プロトコル) ファイルのアップロードとダウンロード。
- DCP のサポート (ディスカバリーと構成プロトコル)。

EtherNet IP MCA 121

EtherNet は将来、工場フロアにおけるデータ通信の標準規格になると言われています。EtherNet オプションは、産業用途で利用可能な最新技術をベースにしており、極めて過酷な要件にも対応します。EtherNet/IP は商用 EtherNet を Common Industrial Protocol (CIP™)、同一上位階層プロトコル、及び DeviceNet に見られるオブジェクト・モデルに拡張します。MCA 121 は以下のような高度な機能を提供します:

- 内蔵高性能スイッチはライントポロジーを可能にして、外部スイッチの必要性を排除します。
- 高度なスイッチ及び診断機能。
- 内蔵ウェブサーバー。
- サービス通知が可能な電子メールクライアント。

Modbus TCP MCA 122

Modbus オプションは、Groupe Schneider PLC システムのような、Modbus TCP ネットワークに Modbus TCP を介して接続性を提供します。オプションにより、両方向に 5 ms の実パケット間隔による単一接続に対応できるようになります。

- 内蔵ウェブサーバーでリモート診断や基本的な周波数変換器パラメーターの読み取りが可能になります。
- 警告や警報が発生したり、再度クリアされた場合に、1 人または複数の受信者に対して電子メールメッセージが送信されるように電子メール通知を設定できます。
- 内蔵スイッチ付きイーサネットポート (2 個)。
- FTP (ファイル転送プロトコル) ファイルのアップロードとダウンロード。
- プロトコル自動 IP アドレス設定。

その他のオプション

汎用 I/OMCB 101

I/O オプションにより、コントロール入力と出力の番号を拡張できます。

- 3 つのデジタル入力 0-24 V: 論理 0<5 V、論理 1>10 V
- 2 つのアナログ入力 0-10 V: 分解能 10 ビット + sign(サイン)
- 2 つのデジタル出力 NPN / PNP プッシュプル
- 1 つのアナログ出力 0/4-20 mA
- スプリング装填接続
- 個別パラメーター設定 注文番号 130B1125 被膜なし - 130B1212 被膜あり (クラス G3/ISA S71.04-1985)

リレー・オプション MCB 105

3 つの追加リレー出力により、リレー機能の拡張を可能にします。

- 最大端子負荷: AC-1 抵抗負荷: 240 V AC 2 A AC-15
- 誘導負荷 @cos φ 0.4: 240 V AC 0.2 A DC-1
- 抵抗負荷: 24 V DC 1 A DC-13
- 誘導負荷: @cos φ 0.4: 24 V DC 0.1 A
- 最小端子負荷: DC 5 V: 10 mA
- 定格負荷 / 最小負荷における最高切り換え速度: 6 分-1/20 s-1

- 注文番号 130B1110 被膜なし - 130B1210 被膜あり (クラス G3/ISA S71.04-1985)

アナログ I/O オプション MCB 109

このアナログ入力/出力オプションは、周波数変換器へ容易に取り付けて、追加入力/出力を利用した高度なパフォーマンスとコントロール機能を追加できます。このオプションでは、バッテリーバックアップ付き周波数変換器をアップグレードして、クロックを内蔵させることも可能です。これにより、定時アクションとしてすべての周波数変換器クロック機能の安定利用が実現します。

- 3つのアナログ入力は、電圧と温度入力用として各々を設定できます。
- 0-10 V アナログ信号ならびに PT1000 と NI1000 温度入力の接続に対応します。
- 3つのアナログ出力は、0-10 V 出力用として各々を設定できます。
- 周波数変換器内の標準クロック機能向けのバックアップバッテリーが含まれます。バックアップバッテリーは、環境にも依存しますが、通常、10年間使用できます。注文番号 130B1143 被膜なし - 130B1243 被膜あり (クラス G3/ISA S71.04-1985)

PTC サーミスター・カード MCB 112

MCB 112 PTC サーミスター・カードにより、STO 付き Danfoss 周波数変換器はすべて、潜在的な爆発性雰囲気中で運転されているモーターを監視するのに使用できます。MCB 112 は、内蔵 ETR 機能とサーミスター端子よりも優れた性能を提供します。

- 過熱からモーターを保護します。
- ATEX 認定されており、EX d 及び EX e モーターと共に使用できます。
- Danfoss 周波数変換器の Safe Torque Off 機能を使用して、過温度時にモーターを停止します。
- ゾーン 1、2、21 及び 22 でモーターを保護するための使用が認定されています。
- SIL2 まで認定されています。

センサー入力カード MCB 114

このオプションは、モーター内のベアリング及び巻線温度をモニタリングして、過熱からモーターを保護します。制限、ならびにアクションは調整可能で、個々のセンサー温度はディスプレイの読み取り値として、あるいはフィールドバスによって表示できます。

- 過熱からモーターを保護します。
- 3つの自己検出センサー入力で 2 または 3 線式 PT100/PT1000 センサーに対応。
- 1つの追加アナログ入力 4-20 mA。

拡張カスケード・コントローラー MCO 101

内蔵カスケード・コントローラーを容易に取り付け、アップグレードして、複数のポンプと複数の高度なポンプコントロールをマスター/スレーブ・モードで運転。

- 最大 6 台のポンプを標準的なカスケード設定で運転
- 最大 6 台のポンプをマスター/スレーブ設定で運転
- 技術仕様: MCB 105 リレー・オプションを参照

拡張リレーカード MCB 113

拡張リレーカード MCB 113 により、入力/出力が VLT® AQUA Drive に追加されて柔軟性が増します。

- 7つのデジタル入力: 0-24 V
- 2つのアナログ出力: 0/4-20 mA
- 4つの SPDT リレー
- 負荷リレーの定格: 240 V AC/2 A (オーム)
- NAMUR 推奨に適合
- 電気絶縁性能 注文番号 130B1164 被膜なし - 130B1264 被膜あり (クラス G3/ISA S71.04-1985)

MCO 102 アドバンスド・カスケード・コントローラー

周波数変換器に内蔵されている標準カスケード・コントローラーの機能を拡張します。

- 追加モーターのステージングのため 8 個のリレーを提供します。
- 複数のポンプやブローラーを用いるシステムの効率を最適化するために、正確な流量、圧力、及びレベル制御を提供します。
- マスター/スレーブ・モードでは、ブローラー/ポンプを同じ速度で運転できるため、エネルギー消費をバルブスロットルや従来のライン上オン/オフサイクルのその半分未満まで低減することが可能です。
- リード・ポンプの交替は、複数のポンプやブローラーが同等に使用されることを保証します。

24 V DC 供給オプション MCB 107

このオプションを使用して外部直流電源を接続し、主電源がダウンした際にコントロールセクションや設置オプションをアクティブにすることができます。

- 入力電圧範囲: 24 V DC +/- 15 % (10 秒で最高 37 V)。
- 最大入力電流: 2.2 A
- 最大ケーブル長: 75 m
- 入力キャパシタンス負荷: <10 uF.
- 電源投入遅延: <0.6 秒
- 既存のマシンの周波数変換器に容易に設置できます。
- 電力障害時に制御ボードやオプションをアクティブに保つことができます。

- 電力切断時にフィールドバスをアクティブに維持 注文番号 130B1108 被膜なし - 130B1208 被膜あり (Class G3/ISA S71.04-1985)。

3.7.1 通信オプション

- VLT® PROFIBUS DP V1 MCA 101
- VLT® DeviceNet MCA 104
- VLT® PROFINET MCA 120
- VLT® EtherNet/IP MCA 121
- VLT® Modbus TCP MCA 122

詳細情報については、章 7 仕様を参照してください。

3.7.2 入力/出力、フィードバック及び安全オプション

- VLT® General Purpose I/O Module MCB 101
- VLT® Relay Card MCB 105
- VLT® PTC Thermistor Card MCB 112
- VLT® Extended Relay Card MCB 113
- VLT® Sensor Input Option MCB 114

詳細情報については、章 7 仕様を参照してください。

3.7.3 カスケード・コントロール・オプション

カスケード・コントローラー・オプション は利用可能なリレーの数を拡張します。このオプションを実装すると、カスケード・コントローラー機能をサポートするのに必要なパラメーターがコントロール・パネルから利用できるようになります。

MCO 101 及び 102 は、ポンプのサポート数と、VLT® AQUA Drive におけるカスケード・コントローラーを拡張する追加オプションです。

VLT® AQUA Drive ではカスケードコントロール用として以下のオプションが利用できます:

- 内蔵カスケードコントローラー(標準カスケード・コントローラー)
- MCO 101 (拡張カスケード・コントローラー)
- MCO 102 (アドバンスト・カスケード・コントローラー)

詳細情報については、章 7 仕様を参照してください。

拡張カスケード・コントローラーは、2 種類のモードで使用できます:

- パラメーター・グループ 27-** 台数制御 CTL オプションで制御される各機能を備えています。
- パラメーター・グループ 25-**で制御される基本カスケードで利用可能なリレーの数を拡張します。カスケード・コントローラー。

MCO 101 により、カスケード・コントローラー用として合計で 5 個のリレーが使用できます。MCO 102 により、合計で 8 台のポンプが制御できます。オプションにより、ポンプ当たり 2 個のリレーを有するリード・ポンプを交換できます。

注記

MCO 102 がインストールされている場合、リレー・オプション MCB 105 がリレー数を 13 まで拡張できます。

アプリケーション

カスケード・コントロールは、並列ポンプまたはファンを、エネルギー効率よく管理するために使用される一般的なシステムです。

カスケード・コントローラー・オプションにより、以下を実施することで並列構成の複数ポンプを制御できます:

- 個々のポンプを自動でオン/オフする。
- ポンプの速度を制御する。

カスケード・コントローラーを使用することで、それぞれのポンプを必要に応じて自動的にオン (オンステージ) / オフ (オフステージ) して流量や圧力のシステムに要求される出力を満足させます。VLT® AQUA Drive に接続されたポンプの速度もシステムの出力を継続的な範囲で提供するように制御されています。

指定された用途

カスケード・コントローラー・オプションはポンプのアプリケーション用に設計されたものですが、複数のモーターを並列に配列する、カスケード・コントローラーのどのアプリケーションにも使用できるようになっています。

動作原理

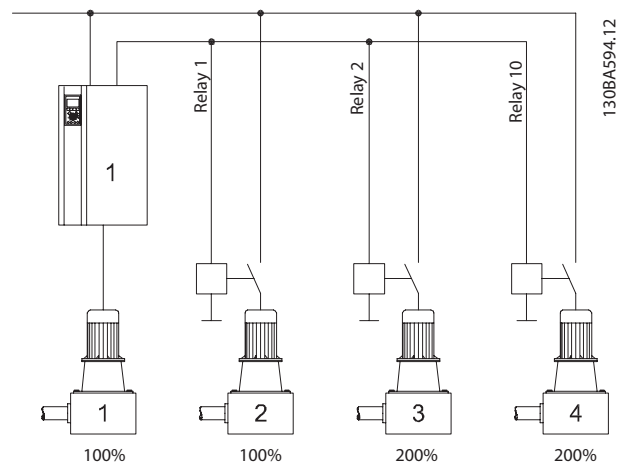
カスケード・コントローラーソフトウェアは、カスケード・コントローラー・オプションを装備した 1 台の周波数変換器から実行できます。カスケード・コントローラーソフトウェアは、周波数変換器で制御された、あるいは接触器またはソフト・スターターに接続された 1 セットのポンプを制御します。

システムに追加された周波数変換器(スレーブ周波数変換器)にカスケード・コントローラー・オプションカードは不要です。それらのドライブは 開ループ・モード で操作され、速度指令信号をマスター周波数変換器から受信します。スレーブ周波数変換器に接続したポンプを可変速度ポンプといいます。

接触器またはソフト・スターターで主電源に接続したポンプを「固定速度ポンプ」といいます。

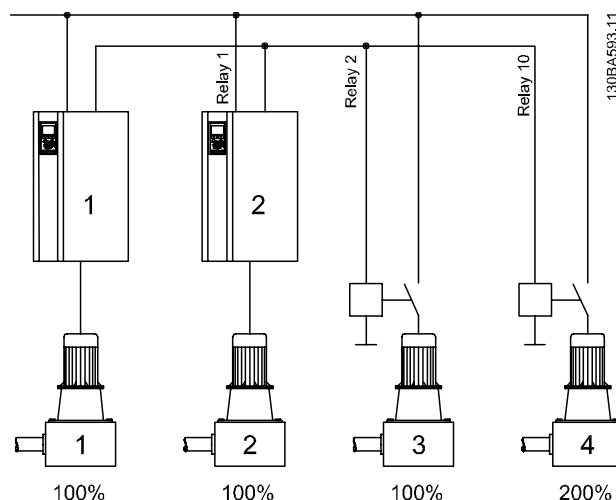
可変速度あるいは固定速度のそれぞれのポンプはマスター一周波数変換器のリレーによって制御されます。

カスケード・コントローラー・オプションは可変速度ポンプと固定速度ポンプを組み合わせることで制御できます。



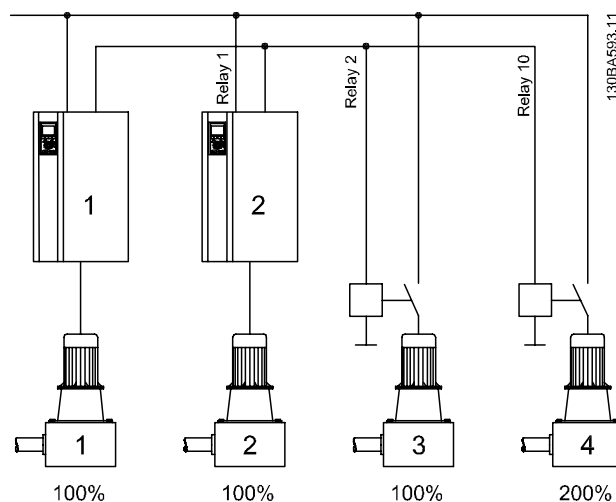
内蔵	1 VSP + 2 FSP パラメーター・グループ 25-** カスケード・コントローラー
MCO 101	1 VSP + 5 FSP パラメーター・グループ 25-** カスケード・コントローラー
MCO 102	1 VSP + 8 FSP パラメーター・グループ 25-** カスケード・コントローラー

図 3.27 アプリケーション概要



内蔵	-
MCO 101	1 ~ 6 VSP + 1 ~ 5 FSP (最大 6 台のポンプ) パラメーター・グループ 27-** 台数制御 CTL オプション
MCO 102	1 ~ 8 VSP + 1 ~ 7 FSP (最大 8 台のポンプ) パラメーター・グループ 27-** 台数制御 CTL オプション

図 3.28 アプリケーション概要



内蔵	-
MCO 101	6 VSP パラメーター・グループ 27-** 台数制御 CTL オプション
MCO 102	8 VSP パラメーター・グループ 27-** 台数制御 CTL オプション

図 3.29 アプリケーション概要

VSP = 可変速度ポンプ (周波数変換器に直接接続)

FSP = 固定速度ポンプ（モーターは接触器、ソフト・スターターまたはスター/デルタ・スターターを介して接続できます）

3.7.4 ブレーキ抵抗器

モーターをブレーキとして使用する用途では、エネルギーがモーターで発生し、周波数変換器に戻ります。このエネルギーはモーターに戻すことができないため、周波数変換器直流ラインの電圧が増加します。頻繁にブレーキをかける又は慣性負荷が頻繁に高くなる用途では、この増加によって周波数変換器が過電圧トリップし、最終的にシャットダウンされる場合があります。ブレーキ抵抗は、この回生ブレーキから発生する余分なエネルギーを放散するために使用します。この抵抗は、抵抗値、電力消費率、及び物理的サイズを基に選択されます。Danfoss はさまざまな抵抗を用意しており、抵抗は Danfoss 周波数変換器に合わせて設計されています。ブレーキ抵抗器の寸法については、章 3.4.12 ブレーキ抵抗器計算をご参照ください。注文番号については、章 6.2 オプション、付属品、及びスベア部品をご参照ください。

3.7.5 正弦波フィルター

モーターを周波数変換器にてコントロールしている場合、モーターから共振雑音聞こえます。モーター設計の結果、発生するこの雑音は、周波数変換器のインバーター・スイッチを起動する度に発生します。そのため、共振雑音の周波数は周波数変換器のスイッチ周波数と一致します。

Danfoss は、モーターの騒音を減衰させる正弦波フィルターを提供します。

このフィルターを使用すると、電圧立ち上がり時間、ピーク負荷電圧 UPEAK、及びモーターへのリップル電流 ΔI が減少し、電流と電圧がほぼ正弦曲線になります。これによりモーターの騒音が最小限に抑えられます。

正弦波フィルター コイルのリップル電流もノイズをいくらか発生させます。フィルターをキャビネットなどに組み込んで、問題を解決してください。

3.7.6 dU/dt フィルター

Danfoss は、ディファレンシャル・モードで機能する dU/dt フィルターと、モーター端子の相間ピーク電圧を低減して、モーター巻線の絶縁上のストレスを低下するレベルまで立ち上がり時間を短縮するローパスフィルターを提供します。これは特にモーター ケーブルが短い場合に発生する問題です。

正弦波フィルターと比べて（章 3.7.5 正弦波フィルター）、dU/dt フィルターはスイッチ周波数よりも上のカットオフ周波数変換器と持っています。

3.7.7 コモンモード・フィルター

高周波コモンモードコア（HF-CM コア）は電磁干渉を減少させて、電氣的放電によるベアリング損傷を防止します。これはナノ結晶性磁気コアで、一般的なフェライトコアに比べて優れたフィルター性能を持っています。HF-CM コアは、相とグラウンド間のコモンモードインダクターのように働きます。

コモンモード・フィルターは、3つのモーター相（U, V, W）周りに取り付けられて、高周波コモンモード電流を減少させます。結果として、モーター・ケーブルの高周波電磁干渉も減少します。

必要とされるコアの数は、モーター・ケーブル長と周波数変換器の電圧に依存します。各キットは2つのコアで構成されます。必要とされるコアの数を決定する際は表 3.19を参照してください

ケーブル長 ¹⁾ [m]	エンクロージャー・サイズ				
	A 及び B		C		D
	T2/T4	T7	T2/T4	T7	T7
50	2	4	2	2	4
100	4	4	2	4	4
150	4	6	4	4	4
300	4	6	4	4	6

表 3.19 コアの数

1) より長いケーブルが必要な場合、追加の HF-CM コアを重ねます。

図 3.30に示すとおり、3本のモーター相ケーブル（U, V, W）を各コアに通して、HF-CM コアを設置してください。

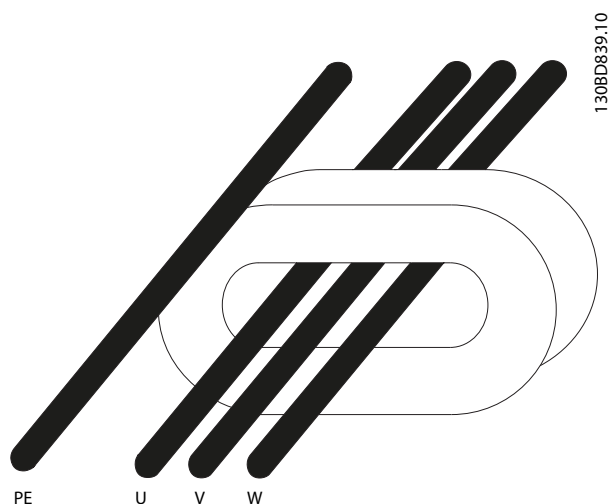


図 3.30 モーター相付き HF-CM コア

3.7.8 高調波フィルター

Danfoss AHF 005 及び AHF 010 は、高度な高調波フィルターであり、従来の高調波トラップフィルターとは比較になりません。Danfoss 高調波フィルターは、Danfoss 周波数変換器に適合するよう特別に設計されています。

Danfoss 高調波フィルター AHF 005 または AHF 010 を Danfoss 周波数変換器の前に接続することで、主電源に戻る全高調波電流歪みは 5% ～ 10% まで減少します。

3.7.9 IP21/NEMA タイプ 1 エンクロージャー・キット

IP 20 / IP 4X top / NEMA TYPE 1 は IP 20 Compact ユニットで利用できるオプションのエンクロージャー部品です。

エンクロージャー・キットを使用する場合には、IP 20 ユニートをアップグレードしてエンクロージャー IP21/4X トップ/タイプ 1 に準拠させてください。

IP4X トップ はすべての IP 20 FC 202 改良型規格に適用できます。

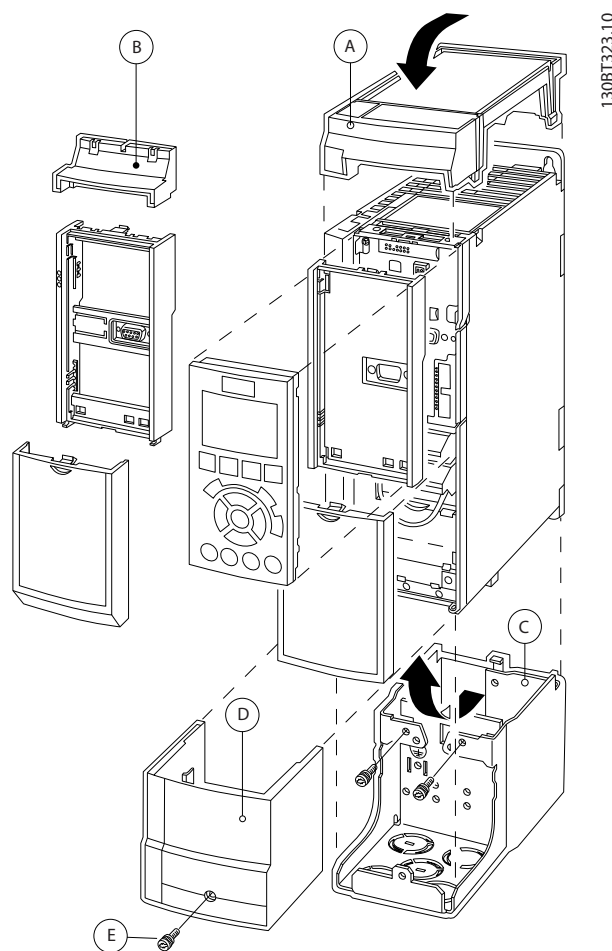
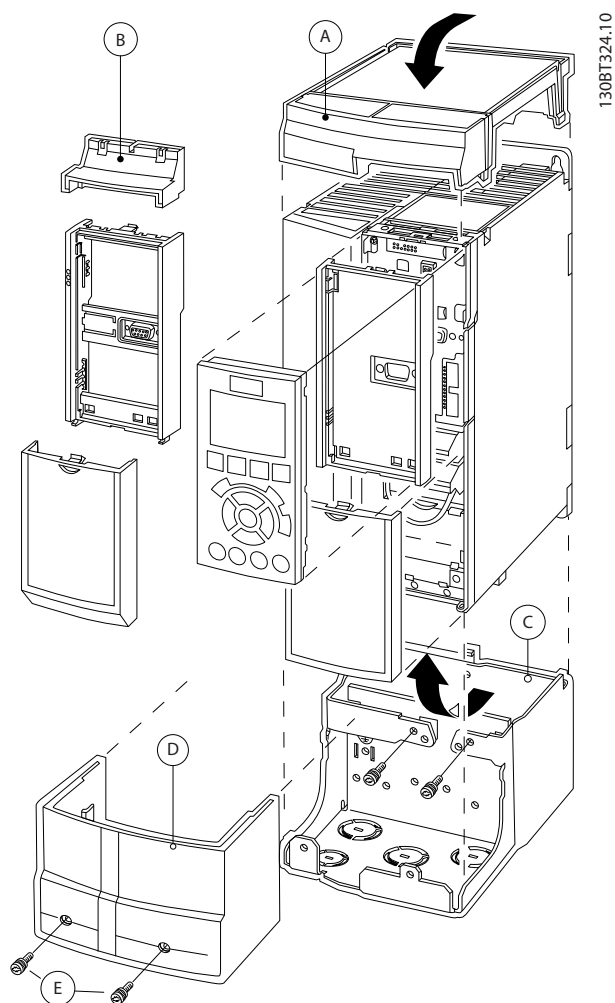


図 3.31 エンクロージャー・サイズ A2



A	トップ・カバー
B	ブリム
C	ベース部
D	ベース・カバー
E	ネジ

図 3.32 エンクロージャー・サイズ A3

図示の通りトップ・カバーを置いてください。A または B オプションを使用する場合には、ブリムはトップ入口を覆うように取り付ける必要があります。ベース部 C を周波数変換器の下部に置いて、付属品バッグのクランプを使用してケーブルを正しく固定してください。

ケーブル・グランド用穴:

- サイズ A2: 2 x M25 及び 3 x M32
- サイズ A3: 3 x M25 及び 3 x M32

エンクロージャーのタイプ	高さ A [mm]	幅 B [mm]	奥行き C ¹⁾ [mm]
A2	372	90	205
A3	372	130	205
B3	475	165	249
B4	670	255	246
C3	755	329	337
C4	950	391	337

表 3.20 寸法

1) オプション A/B を使用する場合、奥行きが増加します (詳細は 章 7.8 出力定格、重量、寸法 を参照してください)。

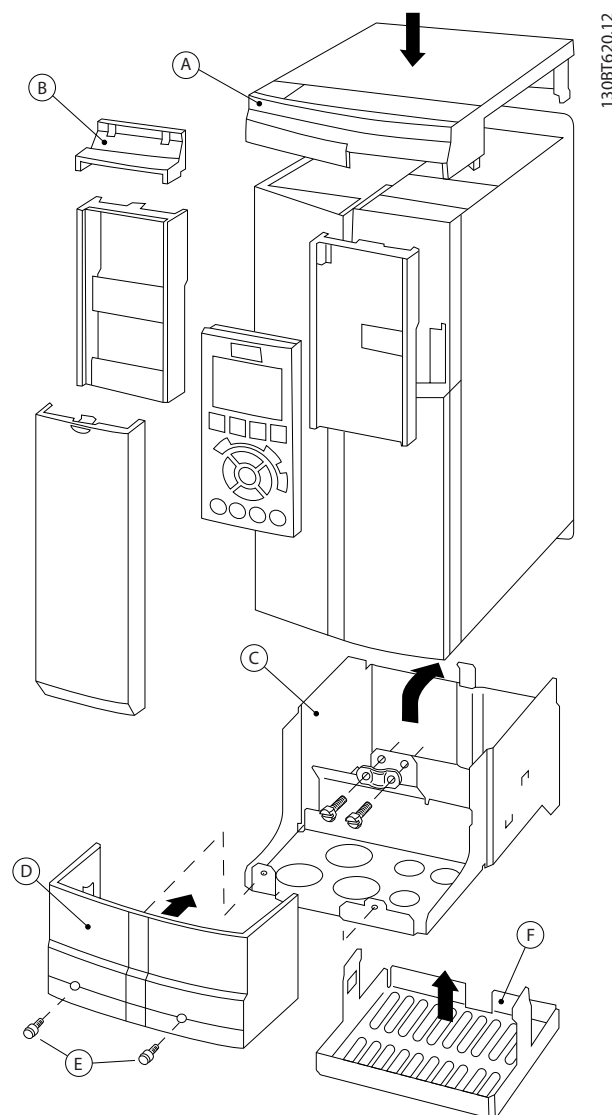


図 3.33 エンクロージャー・サイズ B3

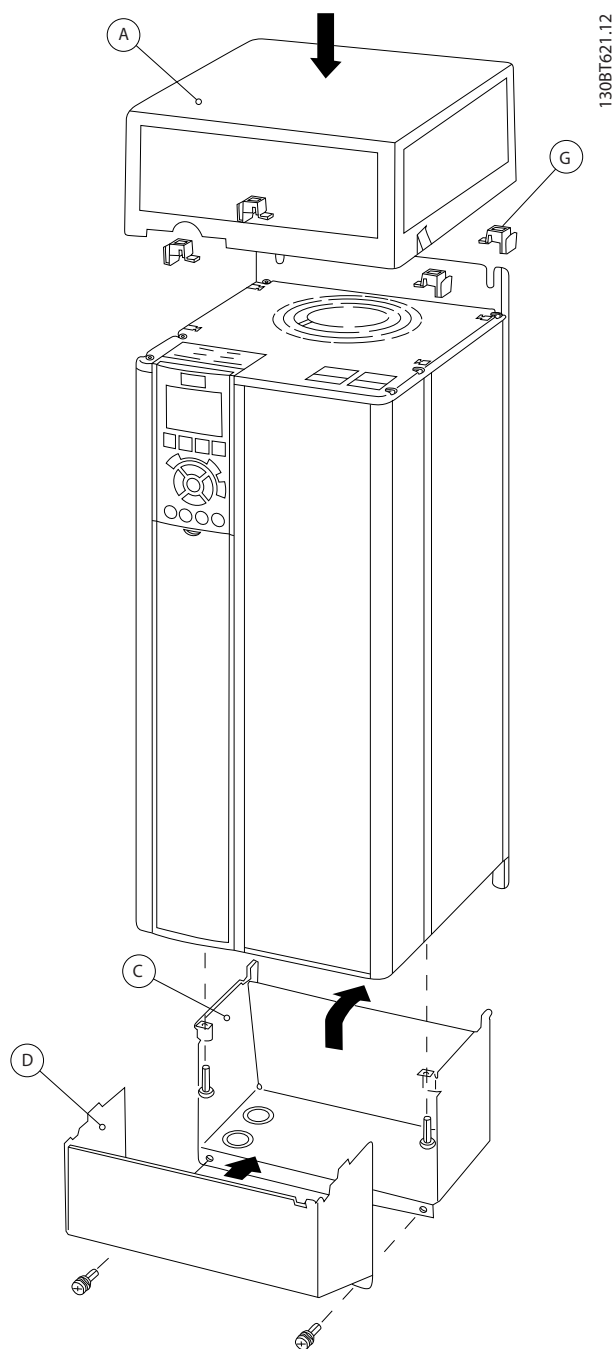


図 3.34 エンクロージャー・サイズ B4、C3、C4

A	トップ・カバー
B	ブリン
C	ベース部
D	ベース・カバー
E	ネジ
F	ファン・カバー
G	トップクリップ

表 3.21 図 3.33 と 図 3.34 に対する説明

オプション・モジュール A 及び/またはオプション・モジュール B を使用する場合、ブリン (B) をトップカバー (A) に取り付けてください。

注意

IP21/IP4X/TYPE 1 エンクロージャー・キットを使用すると、並列配置が可能になります。

3.7.10 LCP 用遠隔実装キット

遠隔実装キットを使用すれば、LCP をエンクロージャーの前面に移動できます。固定ネジは、最高で 1 Nm のトルクで締め付ける必要があります。

LCP エンクロージャーの保護等級は IP66 です。

エンクロージャー	IP66 前面
LCP とユニット間の最大ケーブル長	3 m
通信規格	RS485

表 3.22 技術データ

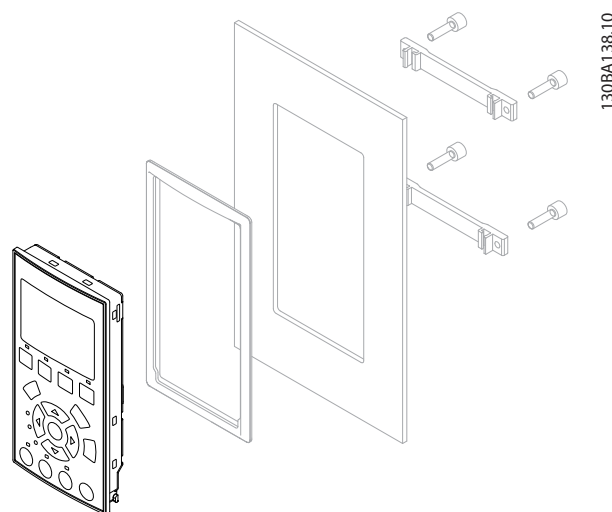


図 3.35 グラフィカル LCP 付き LCP キット、留め具、3 m のケーブル、及びガスケット
注文番号 130B1113

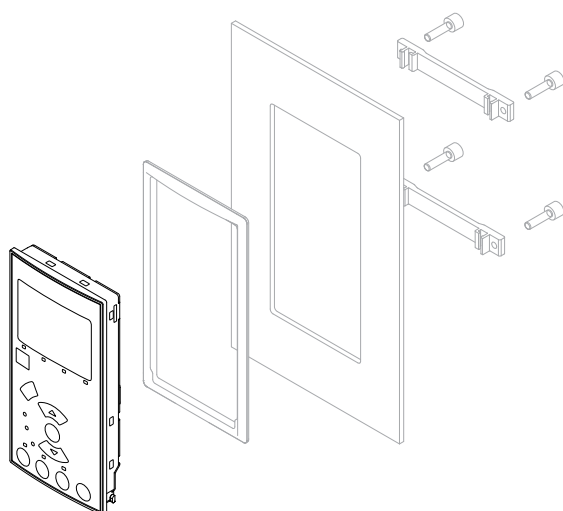


図 3.36 数値 LCP、留め具及びガスケット付き LCP キット
注文番号 130B1114

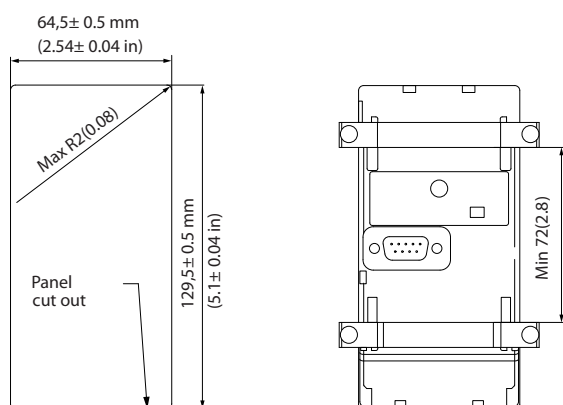


図 3.37 LCP キットの寸法

3.7.11 エンクロージャ・サイズ A5、B1、B2、C1、及び C2 の実装ブラケット

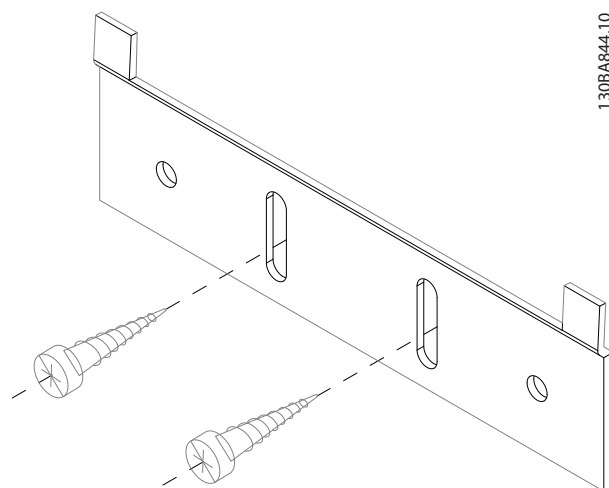


図 3.38 下部ブラケット

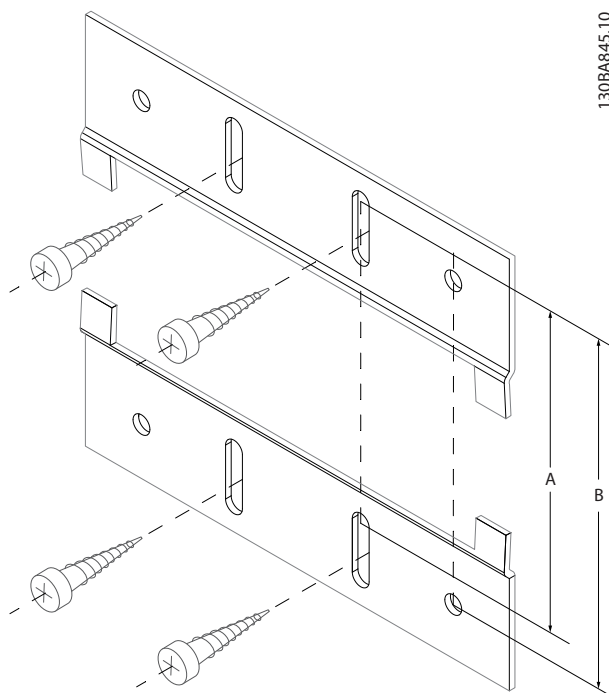


図 3.39 上部ブラケット

表 3.23 の寸法をご参照ください。

エンクロージャ サイズ	IP	A [mm]	B [mm]	注文番号
A5	55/66	480	495	130B1080
B1	21/55/66	535	550	130B1081
B2	21/55/66	705	720	130B1082
B3	21/55/66	730	745	130B1083
B4	21/55/66	820	835	130B1084

表 3.23 実装ブラケットの詳細

3.8 RS485 シリアルシリアル・インターフェイス

3.8.1 概要

RS-485 は、マルチドロップ・ネットワーク・トポロジと互換性がある、即ちノードをバスとして又はコモン・トランク・ドロップケーブルからドロップ・ケーブルを介して接続できる 2 線バス・インターフェイスです。合計 32 のノードを 1 つのネットワーク・セグメントに接続できます。

リピーターはネットワーク・セグメントを分割します。

図 3.40 をご参照ください。

注意

各リピーターはその設置されているセグメント内のノードとして機能します。特定のネットワーク内に接続されている各ノードには、すべてのセグメント内で一意のノード・アドレスが必要です。

各セグメントは、周波数変換器の終端スイッチ (S801) 又はバイアス終端抵抗ネットワークのいずれかを使用し

て両端を終端する必要があります。バス・ケーブルには必ずシールド・ツイスト・ペア (STP) ケーブルを使用し、常に正しい設置手順に従ってください。

高周波数を含めて、全てのノードでシールドを低インピーダンスで接地に接続することが非常に重要です。このためには、例えばケーブル・クランプ又は導電性ケーブル・グラウンドを使用して、シールドの大きな面をアース (接地) に接続してください。特にケーブルが長い設備では、ネットワーク全体で同じ接地電位を保つために等電位ケーブルを用いる必要がある場合があります。

インピーダンス不整合を防止するために、ネットワーク全体で同じタイプのケーブルを常に使用してください。モーターを周波数変換器に接続する場合は、常にシールドされたモーター・ケーブルを使用してください。

ケーブル	シールド・ツイスト・ペア (STP)
インピーダンス [Ω]	120
ケーブル 長 [m]	最長 1200 (ドロップ・ラインを含む) 最長 500 局間

表 3.24 ケーブル仕様

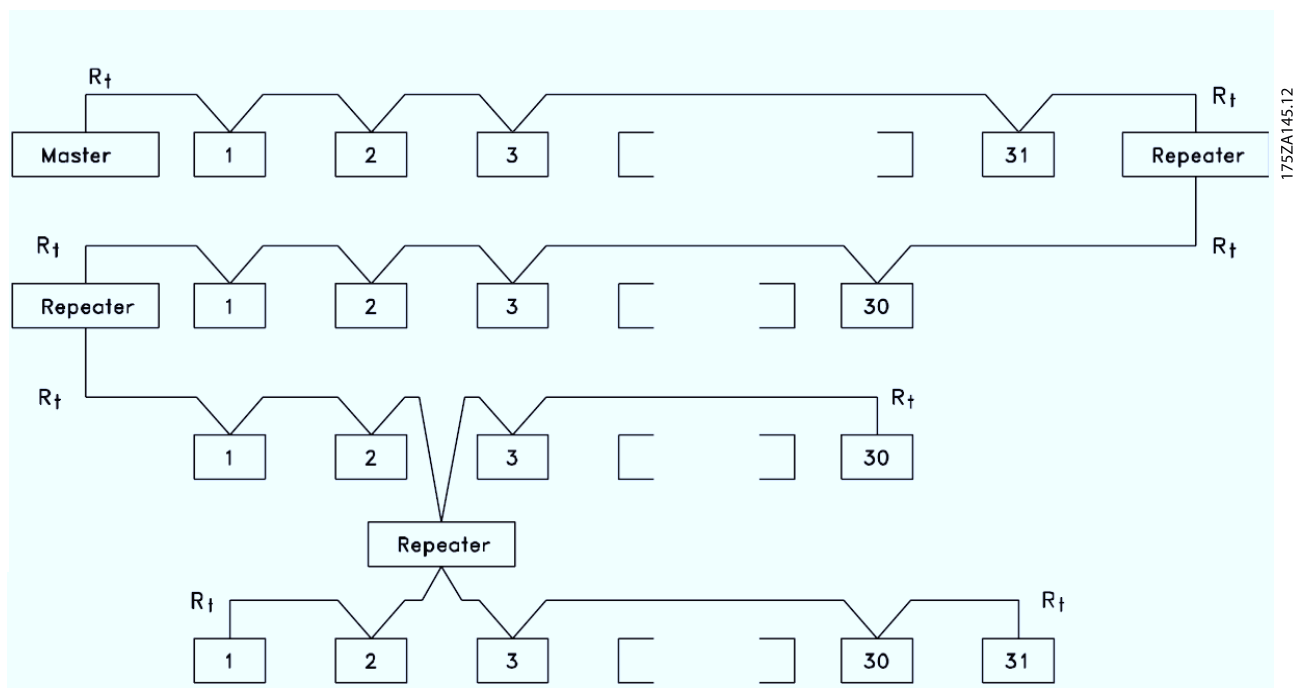


図 3.40 RS485 バス・インターフェイス

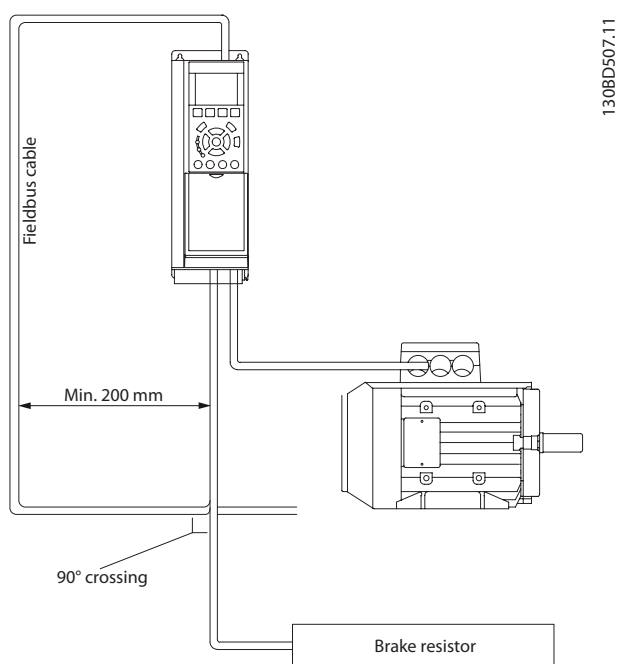


図 3.43 ケーブルルーティング (配線)

3.8.5 FC プロトコルの概要

FC バス又は標準バスとも呼ばれる FC プロトコルが Danfoss 標準フィールドバスです。このプロトコルは、シリアル・バスを介した通信のマスター・スレーブ方式によるアクセス技法を規定したものです。

1 つのマスターと最大で 126 のスレーブをバスに接続することができます。マスターは、電報のアドレス文字を介して、個々のスレーブを選択します。スレーブ自体は最初に要求されなければ転送を行えませんが、個々のスレーブ間でのメッセージの直接転送は不可能です。通信は半二重モードで行われます。マスターの機能は他のノードには移せません (シングル・マスター・システム)。

物理レイヤーは RS-485 で、周波数変換器に組み込まれた RS-485 ポートを使用します。FC プロトコルはさまざまなテレグラムフォーマットをサポートします:

- プロセス・データ用 8 バイトのショートフォーマット。
- パラメーターチャンネルも含む 16 バイトのロングフォーマット。
- テキストに使用するフォーマット。

3.8.6 ネットワーク構成

以下のパラメーターを設定して、周波数変換器に対して FC プロトコルを有効にします:

パラメーター番号	設定
8-30 プロトコル	FC
8-31 アドレス	1 - 126
8-32 FC ポート・ボーレート	2400 - 115200
8-33 Parity / Stop Bits	偶数パリティ、1 ストップ・ビット (デフォルト)

表 3.26 FC プロトコルパラメーター

3.8.7 FC プロトコル・メッセージ・フレーミング構造

3.8.7.1 文字の内容 (バイト)

転送される文字はそれぞれスタートビットで始まります。その後、バイトに応じて 8 つのデータ・ビットが転送されます。各文字のセキュリティはパリティビットによって守られます。Even パリティの場合、データ・ビット内に 1 の数が奇数個あれば、パリティビットは 1 に設定されます。偶数個存在する場合、8 データ・ビットとパリティ・ビットの総計に 1 と同じ数がある場合など。文字は終了ビットで完了しますので、全体で 11 ビットになります。

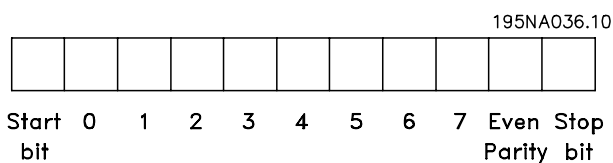


図 3.44 文字の内容

3.8.7.2 電報構造

各電報は以下の構造を持っています:

- 開始文字 (STX)=02 hex
- 電文の長さ (LGE) を表わすバイト。
- 周波数変換器のアドレス (ADR) を表わすバイト。

そして、データ・バイトの数 (電報のタイプにより可変) が続きます。

電文はデータ・コントロール・バイト (BCC) で終了します。

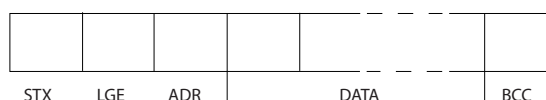


図 3.45 電報構造

3.8.7.3 電報の長さ (LGE)

電報の長さは、データ・バイト数にアドレス・バイト ADR とデータ・コントロール・バイト BCC を加えたものです。

4 つのデータ・バイト	$LGE = 4 + 1 + 1 = 6$ バイト
12 データ・バイト	$LGE = 12 + 1 + 1 = 14$ バイト
テキストを含む電文	$10^{1)} + n$ バイト

表 3.27 電文の長さ

1) 10 は固定文字を表し、 $[n]$ は変数（テキストの長さにより異なる）を表します。

3.8.7.4 周波数変換器のアドレス (ADR)

2 つの異なるアドレス形式を使用しています。

周波数変換器のアドレス範囲は 1-31 または 1-126 のいずれかです。

- アドレス形式 1-31
 - ビット 7 = 0 (アドレス形式 1-31 アクティブ)
 - ビット 6 は使用しません。

3.8.7.6 データ・フィールド

データ・ブロックの構造は電報のタイプにより異なります。電文のタイプには三種類あり、コントロール電報（マスター⇒スレーブ）及び応答電報（スレーブ⇒マスター）に適用されます。

3 種類の電文は以下となります：

プロセス・ブロック (PCD)

PCD は 4 バイト（2 個のメッセージ文）のデータ・ブロックで構成され、次のものを含みます。

- コントロール・メッセージ文及び速度指令信号値（マスターからスレーブへ）。
- 状態メッセージ文及び現在の出力周波数（スレーブからマスターへ）。



図 3.46 プロセス・ブロック

130BA269.10

パラメーター・ブロック

パラメーター・ブロックは、マスターとスレーブ間でのパラメーターの転送に使用します。データ・ブロックは 12 バイト（6 個のメッセージ文）で構成され、プロセス・ブロックも含みます。

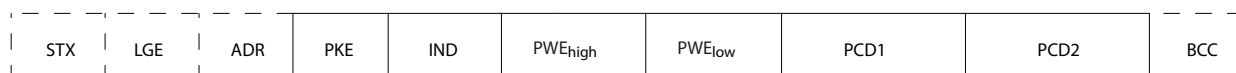


図 3.47 パラメーター・ブロック

130BA271.10

- ビット 5=1: 同報、アドレス・ビット (0-4) は使用しません。

- ビット 5=0: 同報なし。

- ビット 0-4=周波数変換器のアドレス 1-31。

- アドレス形式 1-126

- ビット 7 = 1 (アドレス形式 1-126 アクティブ)。

- ビット 0-6 = 周波数変換器のアドレス 1-126。

- ビット 0-6 = 0 同報。

応答電報では、スレーブよりアドレス・バイトがそのままマスターに返送されます。

3.8.7.5 データ・コントロール・バイト (BCC)

チェックサムは、XOR 機能として計算されます。電文の最初のバイトを受信する前の計算済みチェックサムは 0 です。

テキスト・ブロック

テキスト・ブロックはデータ・ブロックを介したテキストの読み出しと書き込みで使します。

STX	LGE	ADR	PKE	IND	Ch1	Ch2	Chn	PCD1	PCD2	BCC
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	-----

130BA270.10

図 3.48 テキスト・ブロック

3.8.7.7 PKE フィールド

PKE フィールドには 2 つのフィールドが含まれます：

- パラメーター・コマンドと応答 AK です。
- パラメーター番号 PNU。

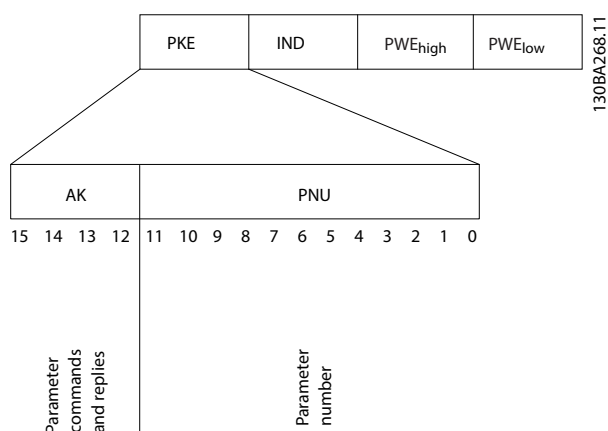


図 3.49 PKE フィールド

ビット番号 12-15 により、パラメーター・コマンドがマスターからスレーブに転送され、スレーブの処理後の応答がマスターに返送されます。

ビット番号				パラメーター・コマンド
15	14	13	12	
0	0	0	0	コマンドなし
0	0	0	1	パラメーター値の読み出し
0	0	1	0	パラメーター値の RAM への書き込み (メッセージ文)
0	0	1	1	パラメーター値の RAM への書き込み (2 重メッセージ文)
1	1	0	1	パラメーター値の RAM 及び EEPROM への書き込み (2 重メッセージ文)
1	1	1	0	パラメーター値の RAM 及び EEPROM への書き込み (メッセージ文)
1	1	1	1	テキストの読み出し / 書き込み

表 3.28 パラメーター・コマンド マスター→スレーブ

ビット番号				応答
15	14	13	12	
0	0	0	0	応答なし
0	0	0	1	パラメーター値が転送されました (メッセージ文)
0	0	1	0	パラメーター値が転送されました (2 重メッセージ文)
0	1	1	1	コマンドを実行できません
1	1	1	1	テキストが転送されました

表 3.29 応答スレーブ→マスター

コマンドを実行できない場合、スレーブより次の応答が送信され、

0111 コマンドを実行できません

– さらに不具合レポート (表 3.30 を参照) がパラメーター値 (PWE) として発信されます。

PWE 低 (16 進法)	不具合レポート
0	使用されているパラメーター番号が存在しません。
1	定義済みパラメーターへの書き込みアクセスがありません。
2	データ値がパラメーターの制限を超えています。
3	使用されているサブ・インデックスが存在しません。
4	パラメーターがアレイ・タイプではありません。
5	データ・タイプが定義済みパラメーターと一致しません。
11	周波数変換器の現在のモードでは定義済みパラメーターのデータ変更が出来ません モーターを切断すれば特定のパラメーターのみを変更できます。
82	定義済みパラメーターへのバス・アクセスがありません。
83	工場出荷時設定が選択されているためデータ変更ができません

表 3.30 パラメーター値不具合レポート

3.8.7.8 パラメーター番号 (PNU)

ビット番号 0-11 によりパラメーター番号が転送されます。対応するパラメーターの機能については、プログラミング・ガイドのパラメーター説明に定義されています。

3.8.7.9 インデックス (IND)

インデックスは、15-30 警報ログ:エラー・コードなどのインデックスを使用したパラメーターへの読み出し / 書き込みアクセスでパラメーター番号と共に使用されます。インデックスは、2 つのバイト、即ち下位バイトと上位バイトからなります。

下位バイトのみがインデックスとして使用されます。

3.8.7.10 パラメーター値 (PWE)

パラメーター値ブロックは 2 つのメッセージ文(4 バイト)で構成され、その値は定義されたコマンド(AK)により異なります。PWE ブロックに値が含まれていない場合には、マスターがパラメーター値を求めるプロンプトを表示します。パラメーター値を変更(書き込み)するには、新しい値を PWE ブロックに書き込み、マスターからスレーブに送信します。

スレーブがパラメーター要求(読み出しコマンド)に応答すると、PWE ブロックにある現在のパラメーター値が転送されマスターに返送されます。パラメーターに数値ではなく、0-01 言語など(ここで [0] は英語、[4] はデンマーク語に対応)のデータ・オプションがいくつか含まれる場合、PWE ブロックにその値を入力してデータ値を選択して下さい。シリアル通信は、データ・タイプ 9 (テキスト文字列) を格納するパラメーターを読み出す機能しかありません。

15-40 FC タイプ から 15-53 電力カード・シリアル番号 は、データ・タイプ 9 を格納しています。

例えば、15-40 FC タイプのユニットのサイズと主電源電圧範囲を読み出します。テキスト文字列が転送(読み出し)される場合、電報の長さは可変となりテキストはそれぞれ異なる長さになります。電報の長さは 2 番目の電報のバイト LGE で定義します。テキスト転送を使用する場合、インデックス文字は、それが読み出しコマンドか書き込みコマンドかを示します。

PWE ブロックからテキストを読み込むには、パラメーター・コマンド(AK)を 16 進数の「F」に設定して下さい。インデックス文字上位バイトは 4 でなければなりません。

一部のパラメーターには、シリアル・パスを介して書き込みできるテキストが含まれます。PWE ブロックにてテキストを書き込むには、パラメーター・コマンド(AK)を 16 進数の「F」に設定して下さい。インデックス文字上位バイトは 5 でなければなりません。

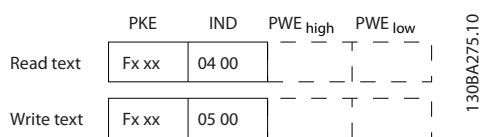


図 3.50 PWEブロックを介したテキスト

3.8.7.11 サポートデータ・タイプ

符号なしとは、電文に演算符号がないことを意味します。

データ・タイプ	詳細
3	整数 16
4	整数 32
5	符号無し整数 8
6	符号無し整数 16
7	符号無し整数 32
9	テキスト文字列
10	バイト文字列
13	時間差
33	予約済み
35	ビット系列

表 3.31 サポートデータ・タイプ

3.8.7.12 変換

各パラメーターの様々な属性については、工場出荷時設定に記載されています。パラメーター値は、整数値としてのみ転送されます。従って、変換率は 10 進数の転送に使用されます。

4-12 モーター速度下限 [Hz] は 0.1 の換算率を持っています。最低周波数を 10 Hz にプリセットするには、100 の値を転送します。0.1 の換算率とは、転送される値に 0.1 を掛けることを意味します。従って、100 の値は 10.0 と読み取られます。

例:

0 s⇒変換指数 0

0.00 s⇒変換指数 -2

0 ms⇒変換指数 -3

0.00 ms⇒変換指数 -5

3.8.7.13 プロセス・メッセージ文 (PCD)

プロセス・

メッセージ文のブロックは常に定義された順に 16 ビットの 2 つのブロックに分割されます。

PCD 1	PCD 2
コントロール電文 (マスター⇒スレーブ・コントロール・メッセージ文)	速度指令信号値
コントロール電文 (スレーブ⇒マスター) 状態メッセージ文	現在の出力周波数

表 3.32 プロセス・メッセージ文 (PCD)

3.8.8 FC プロトコル例

3.8.8.1 パラメーター値の書き込み

4-14 モーター速度上限 [Hz] を 100 Hz に変更します。
データを EEPROM に書き込みます。

PKE=E19E hex - 4-14 モーター速度上限 [Hz] へのシングル・メッセージ文の書き込み。

IND=0000 hex

PWEHIGH = 0000 Hex

PWELOW=03E8 hex - データ値 1000、100Hz に対応。

章 3.8.7.12 変換を参照して下さい。

電文は以下のようになります：

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

図 3.51 データを EEPROM に書き込みます。

注記

4-14 モーター速度上限 [Hz] はシングル・メッセージ文で、EEPROM への書き込みのパラメーター・コマンドは「E」です。パラメーター番号 4-14 は、16 進法で 19E です。

スレーブからマスターへの応答は次のようになります：

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

図 3.52 スレーブからの応答

3.8.8.2 パラメーター値の読み出し

3-41 ランプ 1 立ち上がり時間の値の読み出し。

PKE=1155 hex - 3-41 ランプ 1 立ち上がり時間のパラメーター値の読み出し。

IND=0000 hex

PWEHIGH = 0000 Hex

PWELOW=0000 hex

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

図 3.53 パラメーター値

3-41 ランプ 1 立ち上がり時間の値が 10 s の場合、スレーブからマスターへの応答は次のようになります：

130BA267.10

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

図 3.54 スレーブからの応答

3E8 Hex は、1000 (10 進数) に対応します。3-41 ランプ 1 立ち上がり時間の交換指数は -2 であり、例えば 0.01。

3-41 ランプ 1 立ち上がり時間は符号なし整数 32 のデータ・タイプです。

3.8.9 Modbus RTU プロトコル

3.8.9.1 前提

Danfoss は、設置されたコントローラーが本書に記載されているインターフェイスをサポートして、コントローラーと周波数変換器に規定されているすべての要件と制限を厳格に順守することを前提にしています。

内蔵 Modbus RTU (リモートターミナルユニット) は、本書で定義されているインターフェイスをサポートするコントローラーと通信できるように設定されています。ユーザーがコントローラーの機能と制限について完全な知識を持っていることを前提にしています。

3.8.9.2 Modbus RTU 概要

Modbus RTU 概要には、物理的な通信ネットワークの種類に関係なく、他のデバイスへのアクセス要求にコントローラーが用いるプロセスについて記載されています。このプロセスには、Modbus RTU が他のデバイスの要求にどのように応答するか、そしてエラーがどのように検出されてレポートされるのかが含まれます。さらに、このプロセスにより、メッセージフィールドのレイアウトと内容に関する共通フォーマットも確立されます。

Modbus RTU ネットワーク上で通信が行われている間、プロトコルは：

- 各コントローラーがそのデバイスアドレスをどのように学習するのかを決定します。
- それに対して発信されたメッセージを認識します。
- 実施するアクションを決定します。
- メッセージに含まれているデータやその他の情報を抽出します。

返信が必要な場合、コントローラーは返信メッセージを作成、送信します。

コントローラーは、マスターのみがトランザクションを実施できるマスター・スレーブ技術を用いて通信します (クエリーと呼ぶ)。スレーブは、要求データをマスターに要求することで、あるいはクエリーで要求されたアクションを実施することで、応答します。

マスターは個々のスレーブに送信するか、あるいはすべてのスレーブにメッセージを同報送信します。スレーブは、個々に送信されたクエリーに応答を返信します。マスターからの同報クエリーに返信される応答はありません。Modbus RTU プロトコルは、以下を提供することで、マスターのクエリーに対するフォーマットを確立します：

- デバイス（または 同報）アドレス。
- 要求アクションを定義する機能コード。
- 送信するデータ。
- エラーチェックフィールド。

スレーブの応答メッセージも Modbus プロトコルを用いて作成されます。実施アクション、返信データ、及びエラーチェックフィールドを確認するフィールドが含まれます。メッセージの受信でエラーが発生した場合、あるいはスレーブが要求アクションを実行できない場合、スレーブはエラーメッセージを作成して応答時にそれを送信し、それを実施しない場合はタイムアウトが発生します。

3.8.9.3 Modbus RTU 付き周波数変換器

周波数変換器は Modbus RTU フォーマットで内蔵 RS485 インターフェイスを介して通信します。Modbus RTU は、コントロール・メッセージ文と周波数変換器のバス速度指令信号へのアクセスを提供します。

コントロール・メッセージ文により、Modbus マスターは周波数変換器のいくつかの重要な機能を制御することができます。

- スタート
- さまざまな方法で周波数変換器を停止：
 - フリーラン停止
 - クイック停止
 - 直流ブレーキ停止
 - 順転（ランプ）停止
- 故障トリップ後のリセット
- さまざまなプリセット速度で運転
- 逆転運転
- 有効な設定を変更
- 周波数変換器の内蔵リレーを制御

速度指令信号は通常、速度制御に使用します。パラメーターへのアクセス、値の読み取り、及び可能であれば、値の書き込みも可能です。これにより、内部 PI コントローラーが使用された場合の周波数変換器の設定ポイントの制御を含む、一定範囲のコントロール・オプションが許可されます。

3.8.9.4 ネットワーク構成

周波数変換器の Modbus RTU を有効にするには、以下のパラメーターを設定します：

パラメーター	設定
8-30 プロトコル	Modbus RTU
8-31 アドレス	1-247
8-32 ボーレート	2400-115200
8-33 パリティ/ 停止ビット	偶数パリティ、1 ストップ・ビット（デフォルト）

表 3.33 Modbus RTU パラメーター

3.8.10 Modbus RTU メッセージ・フレーミング構造

3.8.10.1 Modbus RTU 付き周波数変換器

RTU モードを用いて Modbus ネットワーク上で通信するには、24 ビット 16 進文字で構成されるメッセージの各バイトを用いて、コントローラーを設定します。各バイトのフォーマットを表 3.34 に示します。

スタートビット	データ・バイト	ストップ/パリティ	停止

表 3.34 各バイトのフォーマット

コーディングシstem	8-ビットバイナリ、16 進 0 - 9、A-F。メッセージの各 8-ビットに含まれる 2 つの 16 進文字。
ビット/バイト	1 スタートビット。 8 データ・ビット、下位ビットが最初に送信される 偶数/奇数パリティ用 1 ビット、パリティなし用ビットなし パリティ使用の場合の 1 ストップ・ビット、パリティなしの場合の 2 ストップ・ビット。
エラーチェックフィールド	巡回冗長検査（CRC）

3.8.10.2 Modbus RTU メッセージ構造

デバイスの転送により、Modbus RTU メッセージは既知の開始及び終了ポイントを持つフレームに配置されます。これにより、受信デバイスはメッセージのスタートを開始して、アドレス部を読み取り、どのデバイスを対象にするかを決定して（あるいはメッセージが同報送信された場合、すべてのデバイス）、さらにはメッセージが完了するのを認識することができます。部分メッセージが検出されて、結果としてのエラーが設定されます。転送用文字は、各フィールドにおいて 00 ~ FF の 16 進数を使用する必要があります。周波数変換器はネットワークバスを連続的に、そしてサイレントインターバルの間にも監視します。最初のフィールド（アドレスフィールド）が受信されると、各周波数変換器またはデバイスはそれをデコードして、どのデバイスがアドレスされているかを決定します。ゼロにアドレスされた Modbus RTU メッセージは同報メッセージです。同報メッセージの場合、応答なしが許

可されます。一般的なメッセージフレームを表 3.35 に示します。

スタート	アドレス	機能	データ	CRC チェック	終了
T1-T2-T3-T4	8 ビット	8 ビット	N x 8 ビット	16 ビット	T1-T2-T3-T4

表 3.35 一般的な Modbus RTU メッセージ構造

3.8.10.3 スタート / ストップフィールド

少なくとも 3.5 文字間隔のサイレント期間でメッセージがスタートします。これは選択したネットワークボーレートで複数の文字間隔として実装されます（スタート T1-T2-T3-T4 として表示）。転送される最初のフィールドはデバイスアドレスです。最後の転送文字に続いて、少なくとも 3.5 文字間隔での同様の期間がメッセージの最後にマークされます。この期間に新しいメッセージが始まります。メッセージフレーム全体は、連続ストリームとして転送する必要があります。フレームの完了前に、1.5 文字間隔以上のサイレント期間が発生した場合、受信デバイスは不完全なメッセージを消去して、次のバイトが新しいメッセージのアドレスフィールドであるとの前提で機能します。同様に、前のメッセージの後の 3.5 文字間隔の前に、新しいメッセージが始まった場合、受信デバイスはそれを前のメッセージの続きと見なします。これにより、タイムアウト（スレーブから無応答）が引き起こされます。なぜなら、最終的な CRC フィールドの値は連結メッセージにとって無効だからです。

3.8.10.4 アドレスフィールド

メッセージフレームのアドレスフィールドは 8 ビットで構成されます。有効なスレーブデバイスアドレスは、十進で 0-247 の範囲です。個々のスレーブデバイスは、1-247 の範囲でアドレスが割り当てられます（0 は同報モード用で、すべてのスレーブが認識します。）。マスターは、メッセージのアドレスフィールドにスレーブアドレスを設定することで、スレーブにアドレスします。スレーブがその応答を送信するとき、このアドレスフィールドにそれ自身のアドレスを設定して、どのスレーブが応答しているのかをマスターが分かるようにします。

3.8.10.5 機能フィールド

メッセージフレームの機能フィールドは 8 ビットで構成されます。有効なコードは 1-FF の範囲です。機能フィールドは、マスターとスレーブ間でメッセージを送信するのに使用します。メッセージがマスターからスレーブデバイスに送信されるとき、機能コードフィールドは、どのようなアクションを実施するのかをスレーブに伝えます。スレーブがマスターに応答するとき、機能コードフィールドを使用して、正常（エラーフリー）応答、あるいは発生したエラー（例外応答と呼ぶ）の種類のいずれかを示します。正常応答の場合、スレーブは単にオリジナルの機能コードをエコーします。例外応答の場合、スレーブは、オリ

ジナルの機能コードに等価的なコードを（上位ビットを論理 1 に設定して）戻します。さらに、スレーブは応答メッセージのデータ・フィールドに一意のコードを設定します。これにより、どのようなエラーが発生したのか、あるいは例外の理由がマスターに通知されます。

章 3.8.10.10 Modbus RTU によってサポートされる機能コードと 章 3.8.10.11 Modbus 例外コードもご参照ください。

3.8.10.6 データ・フィールド

データ・フィールドは、00-FF の範囲で、2 桁の 16 進を用いて作成されます。これらは 1 個の RTU 文字で構成されます。マスターからスレーブへ送信されるメッセージのフィールドデータには追加情報が含まれており、スレーブはこれを使用して機能コードで定義されるアクションを取る必要があります。これには、コイルまたは抵抗器アドレス、取り扱うアイテムの品質、及びフィールド内の実データ・バイトの数などのアイテムが含まれます。

3.8.10.7 CRC チェックフィールド

メッセージには、巡回冗長検査(CRC)に基づいて機能するエラーチェックフィールドが含まれます。CRC フィールドはメッセージ全体の内容をチェックします。これはメッセージの個々の文字に使用されるパリティチェックに関係なく適用されます。CRC 値は、メッセージの最後のフィールドとして CRD を付加する、転送デバイスによって算出されます。受信デバイスは、メッセージの受信時に CRC を再計算して、計算値と CRC フィールドで受信された実際の値を比較します。2 つの値が等しくない場合、結果としてバス・タイムアウトが発生します。エラーチェックフィールドは、2 8 ビットバイトとして実装される 16 ビットバイナリ値で構成されます。これが実行されるとき、フィールドの下位バイトが先に付加され、上位バイトがそれに続きます。CRC 上位バイトはメッセージで送信される最後のバイトです。

3.8.10.8 コイル抵抗器のアドレス指定

Modbus では、すべてのデータはコイルと保持レジスタで構成されます。コイルが単一のビットを保有するのに対して、保持レジスタは 2 バイトワード（16 ビット）を保有します。Modbus メッセージのすべてのデータアドレスはゼロを基準にします。データアイテムの最初の発生は、アイテム番号 0 にアドレス指定されます。例えば：プログラマブル・コントローラでコイル 1 として知られるコイルは、Modbus メッセージのデータアドレスフィールドにアドレス指定されます。十進の Coil 127 はコイル 007EHEX（十進で 126）にアドレス指定されます。保持レジスタ 40001 は、メッセージのデータアドレスフィールドでレジスタ 0000 にアドレス指定されます。機能コードフィールドは既に保持レジスタ操作を指定しています。したがって、4XXXX 基準は暗黙のものです。保持レジスタ 40108 はレジスタ 006BHEX（十進で 107）にアドレス指定されます。

コイル番号	詳細	信号方向
1 - 16	周波数変換器メッセージ文	マスターからスレーブ
17 - 32	周波数変換器速度または設定ポイント速度指令信号範囲 0x0 - 0xFFFF (-200% ... ^200%)。	マスターからスレーブ
33 - 48	周波数変換器状態メッセージ文 (表 3.38を参照)	スレーブからマスター
49 - 64	開ループ・モード: 周波数変換器出力周波数。 閉ループ: 周波数変換器フィードバック信号。	スレーブからマスター
65	パラメーター書き込みコントロール (マスターからスレーブへ)	マスターからスレーブ
0	パラメーター変更は周波数変換器の RAM に書き込まれます。	
1	パラメーター変更は周波数変換器の RAM と EEPROM に書き込まれます。	
66-65536	予約済み	

表 3.36 コイル説明

コイル	0	1
01	プリセット速度指令信号、下位ビット	
02	プリセット速度指令信号、上位ビット	
03	直流ブレーキ	直流ブレーキなし
04	フリーラン停止	フリーラン停止なし
05	クイック停止	クイック停止なし
06	凍結周波数	凍結周波数なし
07	ランプ停止	スタート
08	リセット禁止	Reset(リセット)
09	ジョグなし	ジョグ
10	ランプ 1	ランプ 2
11	データ無効	データ有効
12	リレー 1 オフ	リレー 1 オン
13	リレー 2 オフ	リレー 2 オン
14	下位ビット設定	
15	上位ビット設定	
16	逆転しない	逆転

表 3.37 周波数変換器メッセージ文 (FC プロファイル)

コイル	0	1
33	コントロール準備未完了	コント準備
34	周波数変換器準備未完了	周波数変換器準備完了
35	フリーラン停止	安全性閉
36	警報なし	Alarm(警報)
37	未使用	未使用
38	未使用	未使用
39	未使用	未使用
40	警告なし	警告
41	速度指令信号ではない	速度指令信号
42	手動モード	自動モード
43	周波数範囲外	周波数範囲内
44	停止	運転中
45	未使用	未使用
46	高電圧警告なし	電圧警告
47	電流制限なし	電流制限
48	サーマル警告なし	サーマル警告

表 3.38 周波数変換器状態メッセージ文 (FC プロファイル)

レジスタ番号	詳細
00001-00006	予約済み
00007	FC データオブジェクトインターフェイスによる直前のエラーコード
00008	予約済み
00009	パラメーターインデックス ¹⁾
00010-00990	000 パラメーター・グループ (パラメーター 0-01 から 0-99)
01000-01990	100 パラメーター・グループ (パラメーター 1-00 から 1-99)
02000-02990	200 パラメーター・グループ (パラメーター 2-00 から 2-99)
03000-03990	300 パラメーター・グループ (パラメーター 3-00 から 3-99)
04000-04990	400 パラメーター・グループ (パラメーター 4-00 から 4-99)
...	...
49000-49990	4900 パラメーター・グループ (パラメーター 49-00 から 49-99)
50000	入力データ: 周波数変換器コントロール・メッセージ文レジスタ (CTW)。
50010	入力データ: バス速度指令信号レジスタ (REF)。
...	...
50200	出力データ: 周波数変換器状態メッセージ文レジスタ (STW)。
50210	出力データ: 周波数変換器主電源実値レジスタ (MAV)。

表 3.39 保持レジスタ

1) インデックスパラメーターにアクセスする際に使用するインデックス番号を指定するのに使用します。

3.8.10.9 周波数変換器の制御方法

Modbus RTU メッセージの機能とデータ・フィールドで利用できるコードは章 3.8.10.10 Modbus RTU によってサポートされる機能コードと章 3.8.10.11 Modbus 例外コードに記載されています。

3.8.10.10 Modbus RTU によってサポートされる機能コード

Modbus RTU は、メッセージの機能フィールドにおける機能コード（表 3.40 を参照）の使用をサポートします。

機能	機能コード (16 進)
コイルの読み出し	1
保持レジスタの読み出し	3
シングルコイルの書き込み	5
シングルレジスタの書き込み	6
複数コイルの書き込み	F
複数レジスタの書き込み	10
通信イベントカウンターの取得	B
スレーブ ID のレポート	11

表 3.40 機能コード

機能	機能コード	サブ機能コード	サブ機能
診断テスト	8	1	通信のリスタート
		2	診断レジスタのリターン
		10	カウンターと診断レジスタのクリア
		11	バスメッセージカウンタのリターン
		12	リターンバス通信エラーカウンタ
		13	スレーブエラーカウンタのリターン
		14	スレーブメッセージカウンタのリターン

表 3.41 機能コードとサブ機能コード

3.8.10.11 Modbus 例外コード

例外コード応答の構造に関する完全な説明については、章 3.8.10.5 機能フィールドをご参照ください。

コード	名称	意味
1	違法機能	クエリーで受信された機能コードは、サーバー（スレーブ）に許可可能なアクションではありません。これは、機能コードが新しいデバイスにのみ適用されて、選択したユニットには実装されないためと考えられます。また、例えば、機能コードは設定されず、レジスタ値を返すよう求められていることから、サーバー（またはスレーブ）がこのタイプのリクエストを処理するのに不正な状態にあることも示します。
2	違法データアドレス	クエリーで受信されたデータアドレスは、サーバー（またはスレーブ）に許可可能なアドレスではありません。具体的には、リファレンス番号と転送長の組み合わせが無効であるということです。100 レジスタを有するコントローラーの場合、オフセット 96 と長さ 4 の要求は成功し、オフセット 96 と長さ 5 の要求は例外 02 を生成します。
3	不正データ値	クエリーデータ・フィールドに含まれる値は、サーバー（またはスレーブ）に許可可能な値ではありません。これは、実装されている長さが不正である場合のように、複雑な要求のリマインダー構造において不具合があることを示します。このことは必ずしも、レジスタの保管用に転送されたデータアイテムがアプリケーションプログラムの期待に沿わない値を持っていることを意味する訳ではありません。なぜなら、Modbus プロトコルは特定レジスタの特定値の重要度を認識しないためです。
4	スレーブデバイス故障	サーバー（またはスレーブ）が要求アクションを実行しようとしている間に発生した修復不可能な故障です。

表 3.42 Modbus 例外コード

3.8.11 パラメーターへのアクセス

3.8.11.1 パラメーターの取扱い

PNU（パラメーター番号）は、Modbus 読み取りまたは書き込みメッセージに含まれるレジスタアドレスから変換されます。パラメーター番号は (10 x パラメーター番号) の十進数に変換されて Modbus に転送されます。例：読み取り 3-12 増加/スローダウン値 (16 ビット)：保持レジスタ 3120 はパラメーター値を保持します。1352 (十進) の値は、パラメーターが 12.52% に設定されることを意味します。

読み取り 3-14 プリセット相対速度指令信号 (32 ビット)：保持レジスタ 3410 & 3411 はパラメーター値を保持します。11300 (十進) の値は、パラメーターが 1113.00 に設定されることを意味します。

パラメーター、サイズ及び変換インデックスの情報については、*プログラミング・ガイド*を参照してください。

3.8.11.2 データの保存

コイル 65 十進は、周波数変換器に書き込まれるデータが EEPROM 及び RAM (コイル 65=1) に、あるいは RAM (コイル 65=0) のみに保存されるかを決定します。

3.8.11.3 IND (インデックス)

周波数変換器のパラメーターには、配列パラメーターがあります。例えば、3-10 プリセット速度指令信号。Modbus は保持レジスタの配列をサポートしないため、周波数変換器は保持レジスタ 9 を配列に対するポイントとして保持します。配列パラメーターの読み取りまたは書き込みを行う前に、保持レジスタ 9 を設定してください。保持レジスタを 2 の値に設定すると、配列パラメーターへの読み取り/書き込みはすべてインデックス 2 に実施されます。

3.8.11.4 テキスト・ブロック

テキストストリングとして保存されているパラメーターは、他のパラメーターと同じ方法でアクセスできます。最大のテキスト・ブロックサイズは 20 文字です。パラメーターに対する読み取り要求の文字数がパラメーターによって保存されるものよりも多い場合、応答は短縮されます。パラメーターに対する読み取り要求の文字数がパラメーターによって保存されるものより少ない場合、応答は空白が埋められた状態で行われます。

3.8.11.5 換算率

パラメーター値は全体数としてのみ転送できるため、換算率は十進数を転送するために使用する必要があります。

3.8.11.6 パラメーター値

標準データ・タイプ

標準データ・タイプ は、int 16、int 32、uint 8、uint 16 及び uint 32 です。これらは、4x レジスタ (40001 - 4FFFF) に保存されます。パラメーターは、機能 03 16 進読み取り保持レジスタを用いて読めます。パラメーターは、1 レジスタ (16 ビット) 用機能 6 16 進プリセットシングルレジスタ、及び 2 レジスタ (32 ビット) 用機能 10 16 進プリセットマルチプルレジスタを用いて書き込まれます。読み取り可能なサイズの範囲は、1 レジスタ (16 ビット) から 10 レジスタ (20 文字) までです。

非標準データ・タイプ

非標準データ・タイプはテキストストリングで、4x レジスタ (40001 - 4FFFF) として保存されます。パラメーターは、機能 03 16 進読み取り保持レジスタを用いて読み取られ、機能 10 16 進プリセットマルチプルレジスタを用いて書き込まれます。読み取り可能なサイズの範囲

は、1 レジスタ (2 文字) から 10 レジスタ (20 文字) までです。

3.8.12 FC ドライブ・コントロール・プロファイル

3.8.12.1 FC プロファイルに応じたコントロール・メッセージ文 (8-10 コントロール・プロファイル=FC プロファイル)

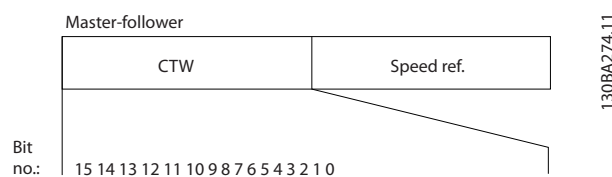


図 3.55 コントロール・メッセージ文

ビット	ビット値=0	ビット値=1
00	速度指令信号値	外部選択下位ビット
01	速度指令信号値	外部選択上位ビット
02	直流ブレーキ	ランプ
03	フリーラン	フリーランなし
04	クイック停止	ランプ
05	出力周波数保持	ランプ使用
06	ランプ停止	スタート
07	機能なし	Reset (リセット)
08	機能なし	ジョグ
09	ランプ 1	ランプ 2
10	データ無効	データ有効
11	機能なし	リレー 01 アクティブ
12	機能なし	リレー 02 アクティブ
13	パラメーター設定	選択下位ビット
14	パラメーター設定	選択上位ビット
15	機能なし	逆転

表 3.43 コントロール・メッセージ文ビット

コントロール・ビットの説明

ビット 00 / 01

ビット 00 及び 01 を使用して 4 つの速度指令信号値から 1 つを選択して下さい。これらの速度指令信号値は表 3.44 に従って、3-10 プリセット速度指令信号において事前にプログラムされています。

プログラムされている速度指令信号値	パラメーター	ビット 01	ビット 00
1	3-10 プリセット速度指令信号 [0]	0	0
2	3-10 プリセット速度指令信号 [1]	0	1
3	3-10 プリセット速度指令信号 [2]	1	0
4	3-10 プリセット速度指令信号 [3]	1	1

表 3.44 速度指令信号値

注記

8-56 プリセット速度指令信号選択にて選択を行い、ビット 00/01 がデジタル入力の対応する機能を通過する方法を定義して下さい。

ビット 02、直流ブレーキ

ビット 02 = 0 では、直流ブレーキが働き停止します。
2-01 直流ブレーキ電流 and 2-02 直流ブレーキ時間でブレーキ電流と期間を設定します。
ビット 02 = 1 ではランプが発生します。

ビット 03、フリーラン

ビット 03=0: 周波数変換器はモーターを即座に開放し、(出力トランジスタを切断)、フリーラン停止します。
ビット 03=1: 周波数変換器は、その他のスタート条件を満たしていればモーターをスタートします。

8-50 フリーラン選択にて選択を行い、ビット 03 がデジタル入力の対応する機能を通過する方法を定義して下さい。

ビット 04、クイック停止

ビット 04=0: モーター速度の立ち下がり停止させます (3-81 クイック停止ランプ時間にて設定)。

ビット 05、周波数出力凍結

ビット 05=0: 現在の出力周波数 (Hz) を凍結させます。
加速及びスローダウンにプログラムされたデジタル入力 (5-10 端末 18 デジタル入力 から 5-15 端末 33 デジタル入力) を使用して凍結した出力周波数だけを変更して下さい。

注記

出力凍結がアクティブな場合、周波数変換器は次の方法によってのみ停止できます:

- ビット 03 フリーラン停止
- ビット 02 直流ブレーキ
- デジタル入力を直流ブレーキ、フリーラン停止、又はリセットしてフリーラン停止にプログラムする (5-10 端末 18 デジタル入力 から 5-15 端末 33 デジタル入力)。

ビット 06、ランプ停止 / スタート

ビット 06=0: 停止させた後、選択した立ち下がりパラメーターを介してモーター速度を立ち下げ、停止させます。
ビット 06=1: その他のスタート条件を満たしていれば、周波数変換器にてモーターをスタートさせます。

8-53 スタート選択にて選択を行い、ビット 06 ランプ停止 / スタートがデジタル入力の対応する機能を通過する方法を定義して下さい。

ビット 07、リセット

ビット 07=0: リセットしません。
ビット 07=1: トリップをリセットします。リセットは、論理 0 から論理 1 に変更する際などの信号の先端で実行されます。

ビット 08、ジョグ

ビット 08=1: 出力周波数を 3-19 ジョグ速度 [RPM] によって決定します。

ビット 09、ランプ 1 / 2 の選択

ビット 09=0: ランプ 1 はアクティブです (3-41 ランプ 1 立ち上がり時間から 3-42 ランプ 1 立ち下がり時間)。
ビット 09=1: ランプ 2 (3-51 ランプ 2 立ち上がり時間から 3-52 ランプ 2 立ち下がり時間) はアクティブです。

ビット 10、データ無効 / データ有効

コントロール・メッセージ文を使用するか無視するかを周波数変換器に通知します。

ビット 10=0: コントロール・メッセージ文は無視されます。

ビット 10=1: コントロール・メッセージ文は使用されます。電報のタイプに関わらず電報には常にコントロール・メッセージ文が含まれるため、この機能は意味があります。パラメーターの更新や読み込み時にコントロール・メッセージ文を使用しない場合、コントロール・メッセージ文をオフにします。

ビット 11、リレー 01

ビット 11=0: リレーが起動していません。
ビット 11=1: リレー 01 は、5-40 機能リレーにてコントロール・メッセージ文ビット 11 が選択されている場合に作動します。

ビット 12、リレー 04

ビット 12=0: リレー 04 は起動しません。

ビット 12=1: リレー 04 は、5-40 機能リレーにてコントロール・メッセージ文ビット 12 が選択されている場合に作動します。

ビット 13 / 14、設定の選択

表 3.45 に従って 4 つのメニュー設定から選択するには、ビット 13 及び 14 を使用して下さい。

設定	ビット 14	ビット 13
1	0	0
2	0	1
3	1	0
4	1	1

表 3.45 メニュー設定の仕様

この機能は、0-10 アクティブセットアップにて [9] 複数設定を選択している場合のみ使用できます。

8-55 設定選択にて選択を行い、ビット 13/14 がデジタル入力の対応する機能を通して方法を定義して下さい。

ビット 15 逆転

ビット 15=0: 逆転しない。

ビット 15=1: 逆転 初期設定では、逆転は 8-54 逆転選択にてデジタルに設定されています。ビット 15 では、シリアル通信、論理 OR 又は論理 AND が選択されている場合のみ逆転が実行されます。

3.8.12.2 FC プロファイルに応じた (STW) 状態メッセージ文 (8-10 コントロール・プロファイル = FC プロファイル)

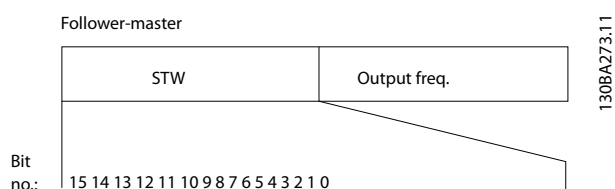


図 3.56 状態メッセージ文

ビット	ビット=0	ビット=1
00	コントロール準備未完了	コント準備
01	ドライブ不備	ドライブ準備完了
02	フリーラン	有効
03	エラーなし	トリップ
04	エラーなし	エラー (トリップなし)
05	予約済み	-
06	エラーなし	トリップ・ロック
07	警告なし	警告
08	速度 ≠ 速度指令信号	速度 = 速度指令信号
09	ローカル動作	バス・コントロール
10	周波数制限外	周波数制限 OK
11	動作なし	動作中
12	ドライブ OK	停止中、自動スタート
13	電圧 OK	電圧超過
14	トルク OK	トルク超過
15	タイマー OK	タイマー超過

表 3.46 状態メッセージ文ビット

状態ビットの説明

ビット 00、コントロール準備未完了 / 準備完了

ビット 00=0: 周波数変換器がトリップします。
ビット 00=1: 周波数変換器のコントロールの準備は完了していますが、電気部品が電源供給を受け取らない場合があります (24 V 外部電源がコントロールに繋がっている場合)。

ビット 01、ドライブ準備完了

ビット 01=1: 周波数変換器は動作準備が完了していますが、フリーランコマンドがデジタル入力又はシリアル通信を介してアクティブになっています。

ビット 02、フリーラン停止

ビット 02=0: 周波数変換器にてモーターが解放されます。
ビット 02=1: 周波数変換器が、スタート・コマンドを使用してモーターをスタートさせます。

ビット 03、エラーなし / トリップ

ビット 03=0: 周波数変換器は不具合モードになっていません。
ビット 03=1: 周波数変換器がトリップします。動作を再設定するには [Reset] (リセット) を入力して下さい。

ビット 04、エラーなし / エラー (トリップなし)

ビット 04=0: 周波数変換器は不具合モードになっていません。
ビット 04=1: 周波数変換器にてエラーが表示されていますが、トリップしません。

ビット 05、未使用

ビット 05 は状態メッセージ文では使用されていません。

ビット 06、エラーなし / トリップ・ロック

ビット 06=0: 周波数変換器は不具合モードになっていません。
ビット 06=1: 周波数変換器はトリップしてロックされます。

ビット 07、警告なし / 警告

ビット 07=0: 警告はありません。

ビット 07=1: 警告が生じました。

ビット 08、速度 $\neq$ 速度指令信号 / 速度 = 速度指令信号

ビット 08=0: モーターは稼動していますが、現在の速度はプリセット速度指令信号と異なります。スタート / 停止中に速度の立ち上がり / 立ち下がりが起こっている場合などが考えられます。

ビット 08=1: モーター速度がプリセット速度指令信号と一致しています。

ビット 09、ローカル動作 / バス・コントロール

ビット 09=0: [Stop/Reset] (停止 / リセット) がコントロール・ユニット上で起動されました。又は、3-13 速度指令信号サイトにてローカル・コントロールが選択されています。シリアル通信を介したコントロールは不可能です。

ビット 09 = 1 周波数変換器をフィールドバス / シリアル通信を介してコントロールできます。

ビット 10、周波数制限外

ビット 10=0: 出力周波数が 4-11 モーター速度下限 [RPM] または 4-13 モーター速度上限 [RPM] の値に達しました。

ビット 10=1: 出力周波数は定義された制限内です。

ビット 11、動作なし / 動作中

ビット 11=0: モーターが稼動していません。

ビット 11=1: 周波数変換器にスタート信号があるか、出力周波数が 0 Hz より大きくなっています。

ビット 12、ドライブ OK / 停止、自動スタート

ビット 12=0: インバーターには一時的な過温度は発生していません。

ビット 12=1: 過温度があるためインバーターが停止しますが、ユニットはトリップせず過温度終了後、再度動作を再開します。

ビット 13、電圧 OK / 制限超過

ビット 13=0: 電圧警告はありません。

ビット 13=1: 周波数変換器の中間回路にある直流電圧が低すぎるか高すぎます。

ビット 14、トルク OK / 制限超過

ビット 14=0: モーター電流が 4-18 電流制限にて選択されたトルク制限より低くなっています。

ビット 14=1: 4-18 電流制限で設定されたトルク制限を超過しています。

ビット 15、タイマー OK / 制限超過

ビット 15=0: モーター熱保護及び熱保護が 100% を超過していません。

ビット 15=1: いずれかのタイマーが 100% を超過しています。

インタバス・オプションと周波数変換器間の接続が失われるか、内部通信の問題が生じると、STW のすべてのビットが 0 に設定されます。

3.8.12.3 バス速度指令信号値

速度指令信号値は、% 単位の相対値で周波数変換器に転送されます。値は 16 ビットメッセージ文の形式で転送されます (整数 (0-32767))。値 16384 (4000 Hex) は 100% に相当します。負の数値は、2 の補数によってフォーマットされます。実際の出力周波数 (MAV) は、バス速度指令信号と同じ方法でスケーリングされます。

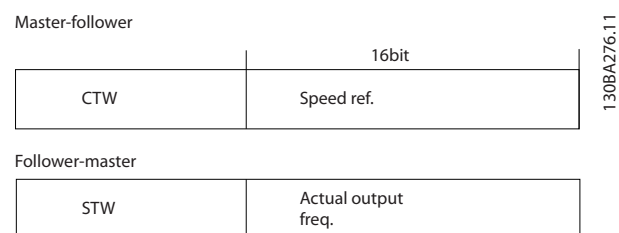


図 3.57 実出力周波数 (MAV)

速度指令信号及び MAV 以下のようにスケーリングされます。

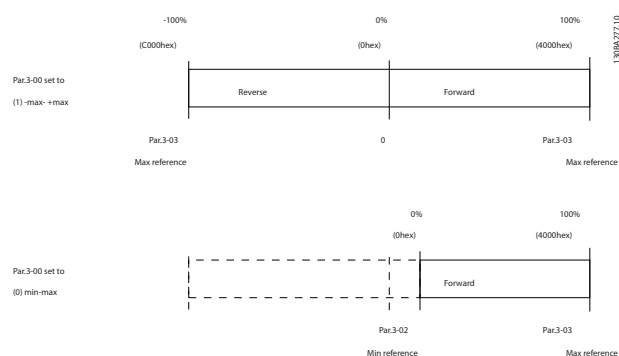


図 3.58 速度指令信号と MAV

3.8.12.4 プロフィドライブ・プロファイルに応じたコントロール・メッセージ文 (CTW)

コントロール・メッセージ文はマスター (PC など) からのコマンドをスレーブに送信する為に使用します。

ビット	ビット=0	ビット=1
00	オフ 1	オン 1
01	オフ 2	オン 2
02	オフ 3	オン 3
03	フリーラン	フリーランなし
04	クイック停止	ランプ
05	周波数出力保持	ランプ使用
06	ランプ停止	スタート
07	機能なし	Reset(リセット)
08	ジョグ 1 オフ	ジョグ 1 オン
09	ジョグ 2 オフ	ジョグ 2 オン
10	データ無効	データ有効
11	機能なし	スローダウン
12	機能なし	増加
13	パラメーター設定	選択下位ビット
14	パラメーター設定	選択上位ビット
15	機能なし	逆転

表 3.47 コントロール・メッセージ文ビット

コントロール・ビットの説明

ビット 00、オフ 1 / オン 1

実際に選択したランプのランプ時間を使用した正常なランプ停止。

出力周波数が 0 Hz で、[リレー 123] が 5-40 機能リレーで選択されている場合、ビット 00=0 では出力リレー 1 または 2 の出力が停止し、アクティブになります。ビット 0=1 の場合、周波数変換器は状態 1: 「禁止時に切り替え」となります。

ビット 01、オフ 2 / オン 2

フリーラン停止

ビット 01=0 の場合、出力周波数が 0 Hz で、[リレー 123] が 5-40 機能リレーで選択されていると、フリーランが停止、出力リレー 1 または 2 がアクティブになります。

ビット 02、オフ 3 / オン 3

3-81 クイック停止ランプ時間のランプ時間を使用したクイック停止。ビット 02=0 の場合、出力周波数が 0 Hz で、[リレー 123] が 5-40 機能リレーで選択されていると、クイック停止と出力リレー 1 または 2 のアクティブ化が行われます。

ビット 02 = 1 の場合、周波数変換器は状態 1: 「禁止時に切り替え」となります。

ビット 03、フリーラン / フリーランなし

フリーラン停止ビット 03 = 党 0 媒 では、停止が行われます。

ビット 03 = 党 1 の場合、他のスタート条件が満たされていれば周波数変換器はスタートできます。

注記

8-50 フリーラン選択での選択により、ビット 03 がデジタル入力の対応する機能にどうリンクするのかが決まります。

ビット 04、クイック停止 / ランプ

3-81 クイック停止ランプ時間のランプ時間を使用したクイック停止。

ビット 04 = 0 の場合、クイック停止が行われます。ビット 04=1 の場合、他のスタート条件が満たされていれば周波数変換器はスタートできます。

注記

8-51 クイック停止選択での選択により、ビット 04 がデジタル入力の対応する機能にどうリンクするのかが決まります。

ビット 05、周波数出力保持 / ランプ使用

ビット 05 = 0 の場合、速度指令信号値が変更されても、現在の出力周波数が維持されます。

ビット 05 = 1 の場合、周波数変換器が調整機能を再度実行でき、それぞれの速度指令信号値に応じて動作が実行されます。

ビット 06、ランプ停止 / スタート

選択した実際のランプのランプ時間を使用した正常なランプ停止。また、出力周波数が 0 Hz で、5-40 機能リレーにてリレー 123 が選択されていれば、出力リレー 01 又は 04 が作動します。

ビット 06 = 0 では停止となります。

ビット 06=1 の場合、他のスタート条件が満たされていれば周波数変換器はスタートできます。

注記

8-53 スタート選択での選択により、ビット 06 がデジタル入力の対応する機能にどうリンクするのかが決まります。

ビット 07、機能なし / リセット

スイッチを切断後、リセットします。

不具合バファのイベントを認知します。

ビット 07 = 0 の場合、リセットは行われません。

ビット 07 を 1 に傾斜変更すると、電源切断後リセットが実行されます。

ビット 08、ジョグ 1 オフ / オン

8-90 バス・ジョグ 1 速度にて事前にプログラムされた速度を実行します。ジョグ 1 は、ビット 04 = 0 及びビット 00-03=1 の場合にのみ実行可能です。

ビット 09、ジョグ 2 オフ / オン

8-91 バス・ジョグ 2 速度にて事前にプログラムされた速度を実行します。ジョグ 2 は、ビット 04 = 0 及びビット 00-03=1 の場合にのみ実行可能です。

ビット 10、データ無効 / 有効

コントロール・メッセージ文を使用するの、無視するの、かを周波数変換器に伝達するために使用します。

ビット 10=0 の場合はコントロール・メッセージ文は無視されます。

ビット 10=1 の場合はコントロール・メッセージ文が使用されます。使用する電文のタイプに関係なく電文にはコントロール・メッセージ文が常に含まれるため、この機能は重要です。パラメーターの更新または読み出しにコ

ントロール・メッセージ文を使用しない場合にはコントロール・メッセージ文をオフにすることが可能です。

ビット 11、機能なし / スローダウン

速度指令信号値を、3-12 増加 / スローダウン値に設定した量減らすために使用します。

ビット 11 = 0 の場合、速度指令信号値の変更は行われません。

ビット 11 = 1 の場合、速度指令信号値が減少します。

ビット 12、機能なし / 増加

速度指令信号値を、3-12 増加 / スローダウン値に設定した量増加するために使用します。

ビット 12 = 0 の場合、速度指令信号値の変更は行われません。

ビット 12 = 1 の場合、速度指令信号値が増加します。減速と加速の両方がアクティブの場合（ビット 11 及び 12 = 1）には、減速が優先される、即ち速度指令信号値は減少します。

ビット 13 / 14、設定選択

ビット 13 及び 14 は、表 3.48 に従って 4 つのパラメーター設定のいずれかを選択するために使用します。

この機能は、0-10 アクティブセットアップにて [9] 複数設定を選択している場合のみ使用できます。8-55 設定選択での選択により、ビット 13 及び 14 がデジタル入力の対応する機能にどうリンクするのかが決まります。運転中の設定変更が可能なのは、設定同士が 0-12 この設定のリンク先でリンクされている場合のみです。

設定	ビット 13	ビット 14
1	0	0
2	1	0
3	0	1
4	1	1

表 3.48 設定選択

ビット 15、機能なし / 逆転

ビット 15 = 0 では逆転は行われません。

ビット 15 = 1 では逆転が行われます。



工場出荷時設定では、逆転は 8-54 逆転選択にてデジタルに設定されています。



ビット 15 では、シリアル通信、論理 OR 又は論理 AND が選択されている場合のみ逆転が実行されます。

3.8.12.5 プロフィドライブ・プロファイルに 応じた状態メッセージ文 (STW)

状態メッセージ文はマスター（PC など）にスレーブの状態を通知するのに使用します。

ビット	ビット=0	ビット=1
00	コントロール準備未完了	コント準備
01	ドライブ不備	ドライブ準備完了
02	フリーラン	有効
03	エラーなし	トリップ
04	オフ 2	オン 2
05	オフ 3	オン 3
06	スタート可能	スタート不可能
07	警告なし	警告
08	速度≠速度指令信号	速度指令信号
09	ローカル動作	バス・コントロール
10	周波数制限外	周波数制限 OK
11	動作なし	動作中
12	ドライブ OK	停止、自動スタート
13	電圧 OK	電圧超過
14	トルク OK	トルク超過
15	タイマー OK	タイマー超過

表 3.49 状態メッセージ文ビット

状態ビットの説明

ビット 00、コントロール準備未完了 / 準備完了

ビット 00 = 0 の場合、コントロール・メッセージ文のビット 00、01、又は 02 が 0（オフ 1、オフ 2、オフ 3）です - 又は、周波数変換器が切断されます（トリップ）。

ビット 00 = 1 の場合、周波数変換器コントロールの準備は完了していますが、（コントロール・システムが 24 V 外部電源を使用している場合）ユニットに対する電源供給が存在するとは限りません。

ビット 01、ドライブ 準備未完了 / 準備完了

ただし、ビット 00 の重要性和様に、電源ユニットが用意されています。周波数変換器は、必要なスタート信号を受信すると準備を完了します。

ビット 02、フリーラン / 有効

ビット 02 = 0 の場合、コントロール・メッセージ文のビット 00、01、又は 02 が 0（オフ 1、オフ 2、オフ 3、又はフリーラン）です - 又は、周波数変換器が切断されます（トリップ）。

ビット 02 = 1 の場合、コントロール・メッセージ文のビット 00、01、又は 02 は 1 で、周波数変換器はトリップしていません。

ビット 03、エラーなし / トリップ

ビット 03 = 0 の場合、周波数変換器のエラー状態は存在しません。

ビット 03 = 1 の場合、周波数変換器がトリップしており、スタートするにはリセット信号が必要です。

ビット 04、オン 2 / オフ 2

コントロール・メッセージ文のビット 01 が 0 の場合、ビット 04 = 0 です。

コントロール・メッセージ文のビット 01 が 1 の場合、ビット 04 = 1 です。

ビット 05、オン 3 / オフ 3

コントロール・メッセージ文のビット 02 が 0 の場合、ビット 05 = 0 です。

コントロール・メッセージ文のビット 02 が 1 の場合、ビット 05 = 1 です。

ビット 06、スタート可能 / スタート不可能

[1] プロフィドライブが 8-10 コント Mss 文タイムプロフで選択されている場合、切断の認識後、オフ 2 又はオフ 3 の起動後、及び主電源電圧のオン後にビット 06 は 1 になります。コントロール・メッセージ文のビット 00 が 0 に設定されて、ビット 01、02 及び 10 が 1 に設定されている場合、スタート不可能はリセットされます。

ビット 07、警告なし / 警告

ビット 07 = 0 は、警告がないことを意味します。

ビット 07 = 1 は、警告が発生したことを意味します。

ビット 08、速度 ≠ 速度指令信号 / 速度 = 速度指令信号

ビット 08 = 0 の場合、モーターの現在の速度が設定された速度指令信号値から逸脱しています。これは、スタート / 停止中に立ち上がり / 立ち下がりによって速度が変更された場合などに発生する場合があります。

ビット 08 = 1 の場合、モーターの現在の速度が設定された速度指令信号値と一致しています。

ビット 09、ローカル動作 / パス・コントロール

ビット 09 = 0 は、周波数変換器が LCP の[停止]によって停止されているか、3-13 速度指令信号サイトで[手動ヘリンク] 又は [ローカル] が選択されていることを示します。

ビット 09 = 1 の場合、シリアル・インターフェイスによって周波数変換器をコントロールできます。

ビット 10、周波数制限外 / 周波数制限 OK

ビット 10 = 0 の場合、出力周波数は 4-52 警告速度低と 4-53 警告速度高で設定された限度外にあります。

ビット 10 = 1 の場合、出力周波数が指定された限度内にあります。

ビット 11、動作なし / 動作

ビット 11 = 0 の場合、モーターは回転しません。

ビット 11 = 1 の場合、周波数変換器がスタート信号を受け取っているか、出力周波数が 0 Hz より高くなっています。

ビット 12、ドライブ OK / 停止、自動スタート

ビット 12 = 0 の場合、インバーターの一時的過負荷がありません。

ビット 12 = 1 の場合、過負荷が原因でインバーターが停止しています。ただし、周波数変換器は停止（トリップ）しておらず、過負荷が終了すると再スタートします。

ビット 13、電圧 OK / 制限超過

ビット 13 = 0 の場合、周波数変換器の電圧制限を超過していません。

ビット 13 = 1 の場合、周波数変換器の中間回路の直流電圧が低すぎるか高すぎます。

ビット 14、トルク OK / 制限超過

ビット 14 = 0 の場合、モーター・トルクは 4-16 トルク制限モーター・モード 及び 4-17 トルク制限ジェネレーター・モードで選択された制限を超過しています。

ビット 14=1 の場合、4-16 トルク制限モーター・モード または 4-17 トルク制限ジェネレーター・モードで選択された制限を超過しています。

ビット 15、タイマー OK / タイマー超過

ビット 15 = 0 の場合、モーター熱保護及び周波数変換器熱保護のタイマーが 100 % を超過していません。

ビット 15 = 1 の場合、タイマーのいずれかが 100 % を超過しています。

3.9 システム設計チェックリスト

表 3.50は、周波数変換器をモーター制御システムに組み込むためのチェックリストを提供します。リストは、システム要件を指定するために必要とされる一般的なカテゴリーとオプションの参照用として使用できます。

カテゴリー	詳細	注意	☑
FC モデル			
電力			
	ボルト		
	電流		
物理的			
	寸法		
	重量		
周囲動作条件			
	温度		
	高度		
	湿度		
	大気品質/塵埃		
	定格低減要件		
エンクロージャ ー・サイズ			
入力			
ケーブル			
	タイプ		
	長さ		
ヒューズ			
	タイプ		
	サイズ		
	定格		
オプション			
	コネクタ		
	コンタクト		
	フィルター		
出力			
ケーブル			
	タイプ		
	長さ		
ヒューズ			
	タイプ		
	サイズ		
	定格		
オプション			
	フィルター		
制御			
配線			
	タイプ		
	長さ		
	端子接続		
通信			
	プロトコール		
	接続		
	配線		
オプション			
	コネクタ		

カテゴリー	詳細	注意	☑
	コンタクト		
	フィルター		
モーター			
	タイプ		
	定格		
	電圧		
	オプション		
特殊工具と機器			
	移動と保管		
	取り付け		
	電氣的接続		

表 3.50 システム設計チェックリスト

4 アプリケーション例

4.1 アプリケーション機能概要

VLT® AQUA Drive FC 202 は、給水及び廃水の用途向けに設計されています。広範囲の標準及びオプション機能には、最適化された SmartStart 機能、ならびに水及び排水アプリケーションに特化されたクイック・メニューが含まれます。

- カスケード・コントロール**
 基本的なカスケードコントロールは標準で内蔵されており、最大 3 台のポンプまで対応します。カスケード・コントロールにより、マルチポンプ・システムにおいて単一ポンプの速度制御が行えます。これはコスト面で魅力的なソリューションで、例えばブースター設定に適しています。複数の可変速度ポンプを有するシステムでは、拡張カスケード・コントローラー (MCO 101) あるいはアドバンスドカスケード・コントローラー (MCO 102) が必要です。
- モーター交替**
 モーター交替機能は、2 台のモーターまたは 2 台のポンプが 1 台の周波数変換器を共有しているアプリケーションに最適です。
- 流量補償**
 流量補償は、流量に従って設定ポイントに適応して、ポンプの近隣に圧力センサーを取り付けることが可能になります。
- 空転検知**
 この機能により、空転回転とポンプ過熱を回避して、ポンプの損傷を防ぎます。
- カーブ終点の検知**
 この機能は、ポンプが最高速度で運転されていて、設定ポイントがユーザー定義の時間間隔で到達できないときを検出します。
- デラグ**
 この予防または対応型クリーニング機能は、排水アプリケーションで使用されるポンプ向けに開発されています。詳細は、章 4.2.3 29-1* デラグ機能を参照してください。
- 初期/最終ランプ**
 ショートランプ時間から最低速度に至るプログラムは、ベアリングを保護して、潜水ポンプを用いたアプリケーションにおいて十分冷却を確保します。
- バルブ保護の確認**
 低速の立ち下り率はチェックバルブを保護し、ウォーターハンマを防止します。
- STO**
 STO により、クリティカルな状況が発生したときに安全停止（フリーラン）をすることが可能になります。

- 低フロー検出**
 この機能は、システムのフローなしあるいは低フロー状態を検出します。
- スリープ・モード**
 スリープ・モード機能は、需要がないときにポンプを停止することで、エネルギーを節約します。
- パイプ・フィル・モード**
 パイプ・フィル・モードは、配管を円滑に充填してウォーターハンマを防止するための機能からなります。この機能は水平及び垂直配管向けのさまざまなモードを提供します。
- リアル・タイム・クロック**
- スマート論理コントロール (SLC)**
 SLC は、イベントやアクションで構成されるプログラムシーケンスからなります。SLC は、コンパレーター、論理規則及びタイマーを用いた広範囲の PLC 機能を提供します。
- プリ/ポスト潤滑**
 詳細は、章 4.2.4 プリ/ポスト潤滑を参照してください。
- 流量確認**
 詳細は、を参照章 4.2.5 29-5* 流量確認してください。
- 水中ポンプ向けの高度な最低速度監視**
 詳細は、章 4.2.6 水中ポンプ向けの高度な最低速度監視を参照してください。
- 予防保全**
 予防保守により、サービスの間隔を周波数変換器にプログラムすることができます。

4.2 選択されたアプリケーション機能

4.2.1 SmartStart

SmartStart ウィザードにより、周波数変換器の試運転が依然にも増して容易でコスト効率に優れたものになります。SmartStart は、最初の電源オン時、あるいはファクトリーリセットの後に作動して、適正かつ極めて効率的なモーターコントロールを実施するために、容易に理解できる一連の手順でユーザーをガイドすることができます。SmartStart はまた、クイック・メニューから直接スタートできます。28 言語のグラフィカルコントロール・パネルで設定を選択してください。

- 開または閉ループの単一ポンプ/モーター
- モーター交替: 2 台のモーターが 1 台の周波数変換器を共有しているとき。

4

4.2.2 クイック・メニュー水とポンプ

クイック・メニュー・エントリ「水とポンプ」によって、VLT® AQUA Drive の最も一般的な水とポンプ機能への迅速なアクセスが可能になります：

- 特殊ランプ（初期/最終ランプ、逆止弁ランプ）
- スリープ・モード
- デラグ
- 空転検知
- カーブ終点の検知
- 流量補償
- 水平、垂直及び混合配管システム用のパイプ・フィル・モード
- コントロール性能
- 最低速度モニター

4.2.3 29-1* デラグ機能

デラグ機能の目的は、ポンプブレードから排水アプリケーションのデブリを除去してポンプが正常に運転できるようにすることです。

デラグイベントは、周波数変換器がデラグを開始して終了するまでの時間として定義されます。デラグがスタートすると、まず初めに周波数変換器はランプして停止し、次に最初のサイクルが始まる前にオフ遅延が終了します。

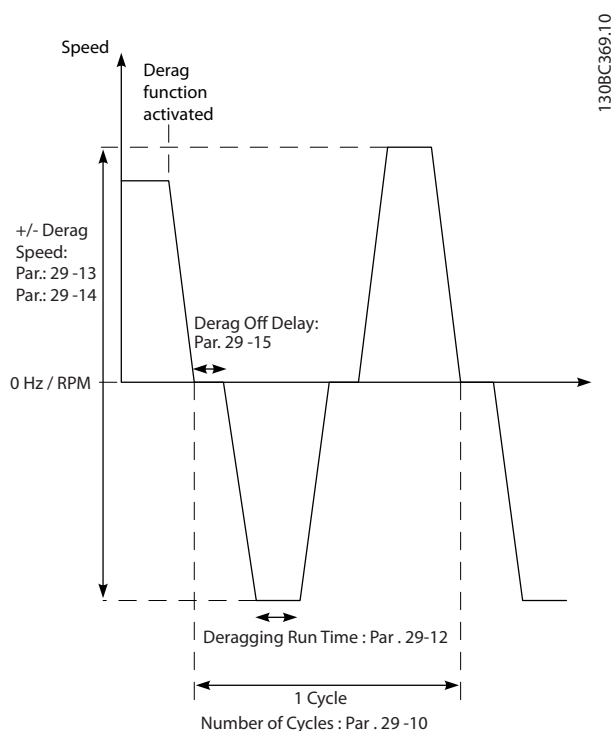


図 4.1 デラグ機能

周波数変換器停止状態からデラグが作動した場合、最初のオフ遅延はスキップされます。デラグイベントは、いくつかのサイクルで構成されており、1つのサイクルは、逆方向のパルス1個とそれに続く順方向のパルス1個で構成されます。デラグは、特定のサイクル数が完了した後に終了したと見なされます。より詳細に言えば、最後のサイクルの最後のパルス（常に順方向）で、デラグは、デラグ運転時間が終了した後に、終了したと見なされます（周波数変換器はデラグ速度で動作します）。周波数変換器出力は、パルス間に指定したオフ遅延時間の間にフリーランしてポンプのデブリを緩和できます。

注記

ポンプが逆方向に運転できない場合、デラグを有効にしないでください。

進行中のデラグイベントに関して3つの注意があります：

- LCPの状態：自動遠隔デラグ。
- 拡張状態メッセージ文におけるビット（23ビット，80 0000 hex）。
- デジタル出力は、アクティブなデラグ状態を反映するよう構成できます。

それを使用するアプリケーションと目的に応じて、この機能は、予防あるいは対応措置として使用したり、以下のさまざまな方法で作動/開始できます：

- 各スタート・コマンドで（29-11 Derag at Start/Stop）
- 各ストップコマンドで（29-11 Derag at Start/Stop）

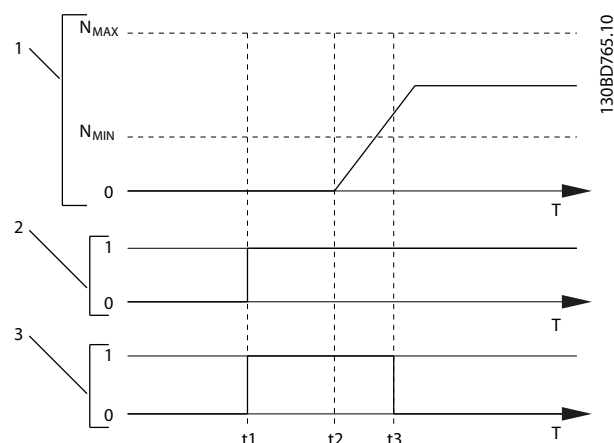
- 各スタート/ストップコメントで (29-11 *Derag at Start/Stop*)
- デジタル入力にて (パラメーター・グループ 5-1* デジタル入力)
- スマート論理コントローラーによるドライブアクションで (13-52 *SL* コントローラー・アクション)
- 定時アクションとして (パラメーター・グループ 23-** 時間ベース機能)
- 高電力で (パラメーター・グループ 29-2* デラグ出力同調)

4.2.4 プリ/ポスト潤滑

損傷や消耗を防ぐために、モーターは、運転前及び運転中に機械部品を潤滑する必要があります。これは特に、モーターが長時間運転しているときに適用されます。プリ潤滑も、排気ファンを運転する必要があるアプリケーションをサポートします。プリ潤滑機能は、運転コマンド（例えば、スタート要求）の立ち上がりエッジに始まるユーザー定義期間に特定アクションを開始するよう外部デバイスに信号を送ることができます。さらに、周波数変換器が停止している間にのみプリ潤滑が発生して、周波数変換器が立ち上がりを開始する直前にプリ潤滑が完了するよう、スタート遅延 (1-71 *スタート遅延*) を入力できます。また、周波数変換器が運転状態にあるとき常に外部デバイスが信号の受信を維持するか、モーターが停止した後に信号が留まるよう、プリ潤滑を設定することも可能です (29-42 *Post Lube Time*)。アプリケーション例には、モーター/ポンプの機械部品あるいは排気ファンユニットを潤滑するためのデバイスが含まれます。

潤滑デバイスの使用例として、スタート要求の立ち上がりエッジでの潤滑の開始があげられます。一定期間、潤滑の開始を遅らせて、遅延期間が終了したり、周波数変換器がスタートしたりしたときに潤滑を停止します。

図 4.2 にプリ/ポスト潤滑機能の例を示します。この場合、遅延は周波数変換器が既に立ち上がっている間に期限切れになります。表 4.1 の関連パラメーターをご参照ください。



1	速度曲線
2	スタート・コマンド(例、端子 18)
3	プリ潤滑出力信号
t ₁	発行されるスタート・コマンド(例、端子 18 をアクティブに設定)。スタート遅延タイマー (1-71 <i>スタート遅延</i>) 及びプリ潤滑タイマー (29-41 <i>Pre Lube Time</i>)。
t ₂	スタート遅延タイマーは終了します。周波数変換器は立ち上がりを開始します。
t ₃	プリ潤滑タイマー(29-41 <i>Pre Lube Time</i>)は終了します。

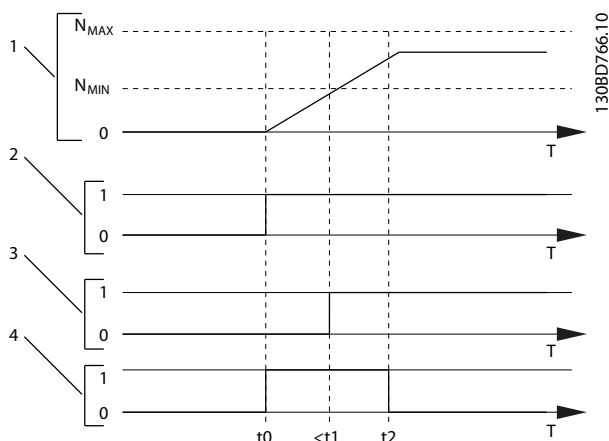
図 4.2 プリ/ポスト潤滑機能の例

パラメーターと名前	詳細	設定	ユニット
29-40 <i>Pre/Post Lube Function</i>	プリ/ポスト潤滑機能を選択します。モーターが立ち上がりを開始する前に、1-71 <i>スタート遅延</i> を使用して遅延を設定して下さい。	[0]*無効 [1] プリ潤滑のみ [2] プリ & 運転中 [3] プリ & 運転中 & ポスト	-
29-41 <i>Pre Lube Time</i>	スタート信号後の信号の期間を入力します。29-40 <i>Pre/Post Lube Function</i> で [1] プリ潤滑のみが選択されている場合にのみ使用します。	0-600 (*10)	s
29-42 <i>Post Lube Time</i>	モーターが停止した後の信号の期間を選択します。29-40 <i>Pre/Post Lube Function</i> で [3] プリ & 運転中 & ポストのみが選択されている場合にのみ使用します。	0-600 (*10)	s

表 4.1 プリ/ポスト潤滑パラメーター

4.2.5 29-5* 流量確認

流量確認機能は、外部イベントを待っている間にモーター/ポンプが運転する必要があるアプリケーションのために設計されています。流量確認モニターは、装置がオープン位置にあってフローが可能であることを示しているゲートバルブ、フロースイッチ、あるいは同様の外部装置上のセンサーからデジタル入力信号を受け取ること想定しています。29-50 *Validation Time* で、ユーザーは、流量を確認するために外部装置から発信されるデジタル入力信号を VLT® AQUA Drive FC 202 がどの位待つのかを定義します。流量が確認された後、周波数変換器は、流量検証時間の後、信号を再度チェックしてから、通常運転を行います。LCP 状態は、流量モニターがアクティブになっている間、「流量の検証」を読み取ります。流量妥当性確認時間又は流量検証時間が終了する前に、期待されるデジタル入力信号が無効になった場合、「流量未確認」警報によって周波数変換器はトリップします。



1	速度曲線
2	スタート・コマンド(例、端子 18)
3	フローが可能であることを確認する外部装置からのデジタル信号。
4	流量検証
t ₀	発行されるスタート・コマンド(例、端子 18 をアクティブに設定)。
t ₁	29-50 <i>Validation Time</i> が終了する前にアクティブになる外部装置からのデジタル信号。
t ₂	29-51 <i>Verification Time</i> が過ぎると、周波数変換器は再度外部装置からの信号をチェックしてから、通常運転を実施します。

図 4.3 流量確認

パラメーターと名前	詳細	設定	ユニット
29-50 <i>Validation Time</i>	検証時間の間、デジタル入力はアクティブになっている必要があります。	0.1 - 999.0 (*サイズに依存)	s
29-51 <i>Verification Time</i>	検証時間の最後に、デジタル入力がまだアクティブである場合、流量は確認されます。	0.1 - 255.0 (*15)	s

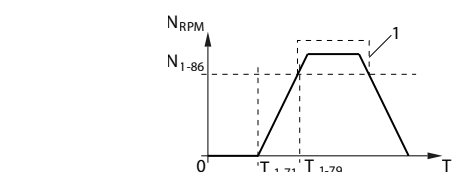
表 4.2 流量確認パラメーター

注記

ディスプレイ入力が流量確認に設定されている場合のみ、パラメーターは LCP に表示されます。

4.2.6 水中ポンプ向けの高度な最低速度監視

ポンプの中には低速での動作に対して非常に敏感なものがあります。この理由は、低速において十分な冷却と潤滑が得られないためです。過負荷環境においては、周波数変換器は、速度の低下を含む内蔵保護機能を用いて自分自身を保護します。例えば、電流制限コントローラーは速度を低下できます。このことは、場合によっては、速度が 4-11 モーター速度下限 [RPM] と 4-12 モーター速度下限 [Hz] で指定されている値よりも低くなる可能性があることを意味します。高度な最低速度監視機能は、次の値よりも速度が低下した場合に、周波数変換器をトリップします。ポンプのモーターが 1-79 トリップまでのコンプレッサ開始最大時間で指定された時間内に 1-86 トリップ速度ロー [RPM] で指定された速度に到達しない場合(立ち上がりに時間がかかりすぎる)、周波数変換器はトリップします。スタート・コマンドが発せられたとき、1-71 スタート遅延と 1-79 トリップまでのコンプレッサ開始最大時間向けのタイマーは同時にスタートします。例えば、このことは、1-71 スタート遅延の値が 1-79 トリップまでのコンプレッサ開始最大時間の値より大きい、あるいは等しい場合、周波数変換器は決してスタートしないことを意味します。



T ₁₋₇₁	I-71 スタート遅延.
T ₁₋₇₉	I-79 トリップまでのニアレタ開始最大時間. この時間には、T ₁₋₇₁ の時間が含まれています.
N ₁₋₈₆	I-86 トリップ速度ロー [RPM]. 通常動作中に速度がこの値を下回るとき、周波数変換器がトリップします.
1	通常動作.

図 4.4 高度な最低速度監視

- パラメーター設定については、特に指定しなければ (0-03 地域設定で選択) 地域のデフォルト設定になります。
- 端子に関連付けられたパラメーターとその設定は、図の次に示されています。
- アナログ端子 A53 または A54 に必要なスイッチ設定も示されています。

注意

オプションの ST0 機能が使用されている場合、工場出荷時のプログラミング値を使用して周波数変換器を動作させるときは、端子 12(または 13)と端子 37 との間にジャンパー線が必要となることがあります。

4.3 応用設定例

このセクションに記載されている事例は、一般的なアプリケーションのためのクイック・リファレンスとして利用することを目的としています。

SLC 応用例:

1 シーケンス 1:

1. スタート。
2. 立ち上がり。
3. 速度指令信号 2 s で運転。
4. 立ち下がり。
5. 停止までシャフトを保持。

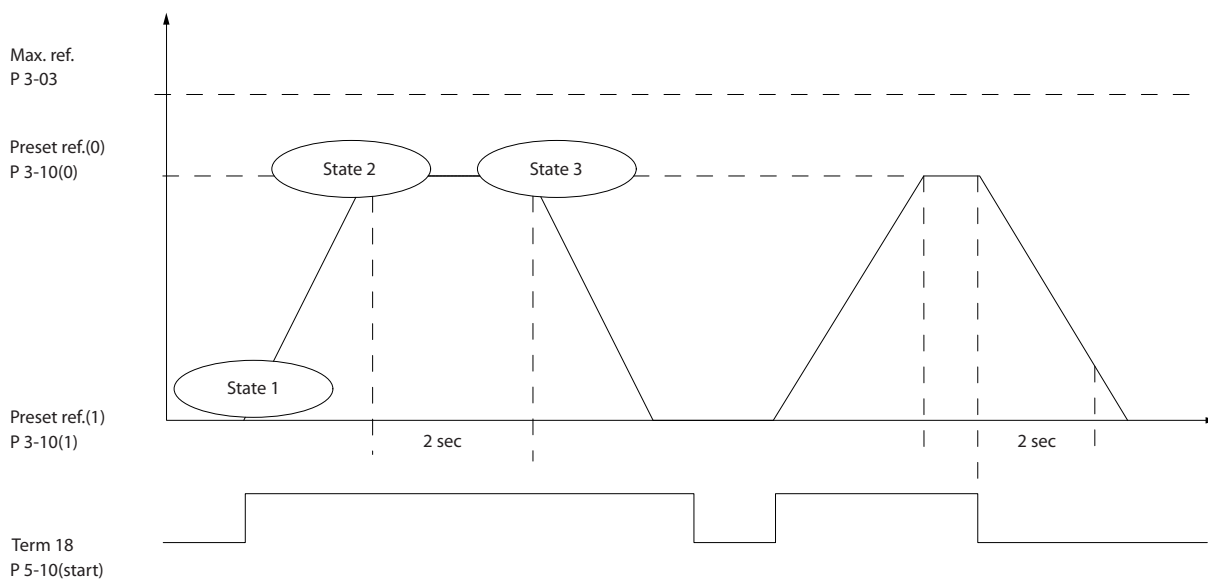


図 4.5 立ち上がり/立ち下がり

3-41 ランプ 1 立ち上がり時間 及び 3-42 ランプ 1 立ち下がり時間にてランプ時間を希望する時間に設定します。

$$t_{\text{ramp}} = \frac{t_{\text{acc}} \times n_{\text{norm}} (\text{ノパラメーター, 1 - 25})}{\text{速度指令信号 [RPM]}}$$

端子 27 を [0] 動作なし に設定 (5-12 端末 27 デジタル入力)

プリセット速度指令信号 0 を最大速度指令信号速度 (3-03 最大速度指令信号) の百分率で最初のプリセット速度 (3-10 プリセット速度指令信号[0]) に設定します。例: 60%

プリセット速度指令信号 1 を第 2 プリセット速度に設定します (3-10 プリセット速度指令信号[1]) 例: 0 % (ゼロ)。一定運転速度のタイマー 0 を 13-20 SL コントローラー・タイマー [0]にて設定します。例: 2 秒

13-51 SL コントローラー・イベント [1]にてイベント 1 を [1] 真に設定します。

13-51 SL コントローラー・イベント[2] にてイベント 2 を [4] 速度指令信号に設定します。

13-51 SL コントローラー・イベント[3] にてイベント 3 を [30] タイムアウト 0 に設定します。

13-51 SL コントローラー・イベント[4] にてイベント 4 を [0] 偽に設定します。

13-52 SL コントローラー・アクション [1] にてアクション 1 を [10] プリ速信 0 の選択に設定します。

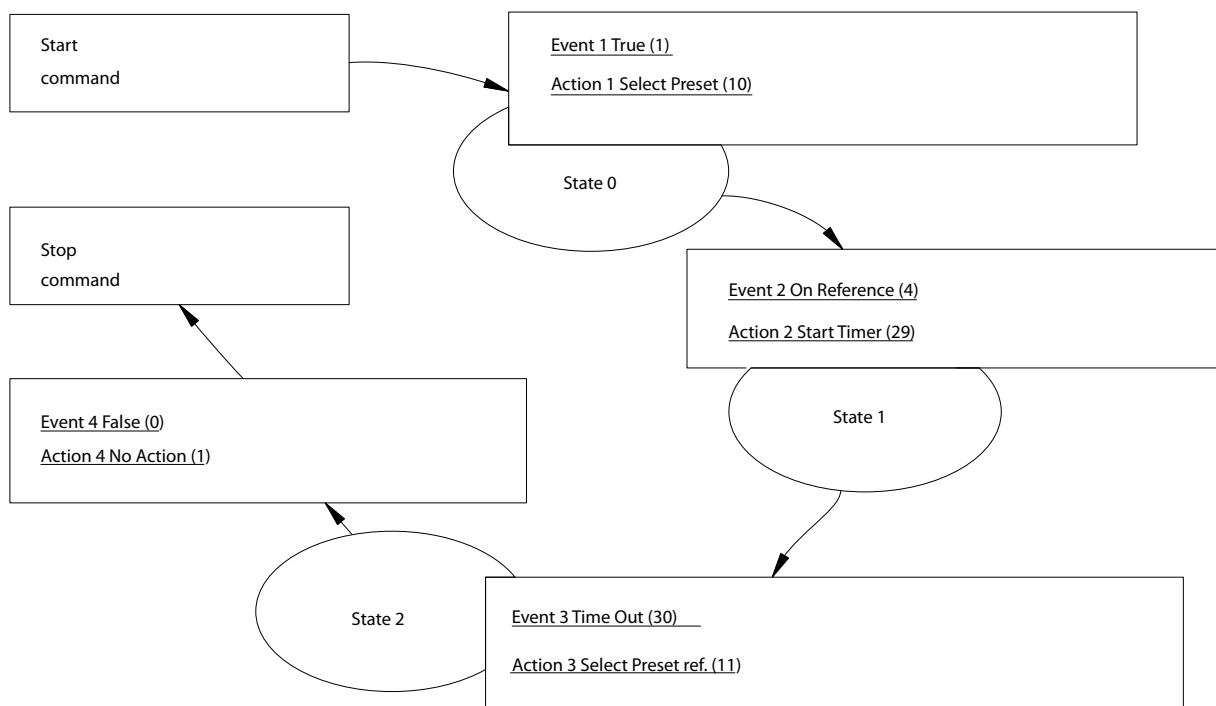
13-52 SL コントローラー・アクション[2] にてアクション 2 を [29] スタートタイマ 0 に設定します。

13-52 SL コントローラー・アクション[3] にてアクション 3 を [11] プリ速信 1 に設定します。

13-52 SL コントローラー・アクション [4] にてアクション 4 を [1] アクションなしに設定します。

スマート論理 (13-00 SL コントローラー・モードの) をオンに設定します。

スタート / 停止コマンドは端子 18 に供給されます。停止信号が供給されると、周波数変換器は立ち下ってフリー・モードに入ります。



130BA148.12

図 4.6 SLC 応用例:

4.3.1 潜水ポンプ アプリケーション

システムは、Danfoss VLT® AQUA Drive によってコントロールされた潜水ポンプと圧力トランスミッタによって構成されています。トランスミッタは、4-20 mA フィードバック信号を周波数変換器に送り、これによりポンプの速度をコントロールし、圧力を一定に保ちます。周波数変換器を潜水ポンプアプリケーション用に設定するためには、考慮すべきいくつかの重要な問題があります。モーター電流に従って、周波数変換器を選択します。

1. モーターは「カンモーター」と呼ばれ、ローターとステーターの間にステンレス鋼カンを有しています。通常のモーターよりも大きく、磁力抵抗エアギャップがあるため、モーターは、同様の定格電流を伴った通常のモーターよりも、より高い定格電流を想定して設計されています。
2. ポンプは水力軸受を持っており、この軸受は通常 30 Hz である最小速度を下回ると損傷します。
3. モーターリアクタンスは、潜水ポンプモーターにおいて非線形であり、そのため、自動モーター適合化(AMA)は不可能です。しかし、潜水ポンプ

は、長いケーブルで操作され、非線形モーターリアクタンスを除去して、周波数変換器が AMA (自動モーター適化) を実行できるようになります。AMA が失敗した場合、モーター・データはパラメーター・グループ 1-3* 高度モーター・データから設定できます(モーターダッシュシートを参照してください)。AMA が成功した場合、周波数変換器は長いモーター・ケーブルにおける電流の減少を補完し、高度モーター・データが手動で設定された場合、システムパフォーマンスを最適化させるためにモーター・ケーブルの長さを考慮に入れる必要があることを忘れないようにしてください。

4. システムはポンプとモーターの摩耗と損耗が最小になるように動作する必要があります。Danfoss 正弦波フィルタは、モーター断熱ストレスを低下させ、寿命を延長させます(実際のモーター断熱と周波数変換器の du/dt 仕様を確認してください)。潜水ポンプのほとんどのメーカーは出力フィルタを必要としていることに注意してください。
5. EMC 性能は、井戸において水に濡れた状態での耐久が可能な特別のポンプケーブルが、通常はシールドされていないため、達成することが難しくなっています。解決策として、井戸の上でシールド・ケーブルを使用し、鋼鉄でできている場合は井戸パイプのシールドを交換することがあります。正弦波フィルタはまた、シールドされていないモーター・ケーブルから発生する EMI を減少させます。

特別のカンモーターが、水にぬれたインストール状態のため、使用されます。周波数変換器は、通常電力にてモーターを作動させるため、出力電流に合わせたシステムのために設計されています。

ポンプの水力軸受への損傷を防止して、できる限り迅速に十分なモーター冷却を実施するために、ポンプを停止から最小速度まで素早くランプすることが重要です。潜水ポンプの良く知られた製造者は、最大 2-3 秒において、最小速度 (30 Hz) にポンプがランプされることを推奨しています。VLT® AQUA DriveFC 202 は、これらのアプリケーションに対応できるよう初期及び最終のランプを加味して設計されています。初期及び最終のランプは、2 つの個々のランプであり、初期ランプは、作動した場合、モーターを停止から最低速度にランプし、最低速度に達したら、自動的に通常のランプにスイッチします。最終ランプは、停止すべき状況において、最低速度から停止へと反対のアクションを行います。章 4.2 選択されたアプリケーション機能に記載するとおり、有効になっている高度な最低速度監視も考慮するようにしてください。

追加ポンプ保護を実施するには、空転検出機能を使用します。詳細についてはプログラミング・ガイドを参照してください。

パイプ・フィル・モードを有効にして、ウォータハンマを防止できます。Danfoss 周波数変換器は、PID コントローラーを用いて垂直配管を充填する機能を持っており、ユーザーが指定した率 (単位/秒) で圧力を徐々に立ち上げることができます。有効になっている場合、起動後に最低速度に到達すると、周波数変換器はパイプ・フィル・モードに入ります。周波数変換器がパイプ・フィル・モードを自動的に動作停止させ、通常の閉ループ動作を継続する場合、圧力は、ユーザーによって指定されたフィル設定ポイントに到達するまで、徐々に立ち上がります。

電気配線

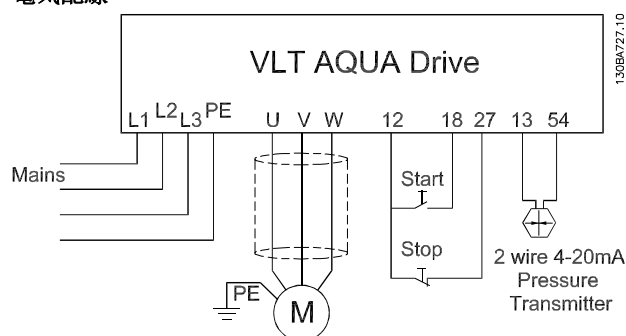


図 4.7 潜水ポンプアプリケーション用配線

注記

アナログ入力 2, (端子 54) フォーマット を mA に設定します (スイッチ 202)。

パラメーター設定

パラメーター	
1-20	モーター電力 [kW] / 1-21 モーター出力 [HP]
1-22	モーター電圧
1-24	モーター電流
1-28	モーター回転チェック
1-29	自動モーター適合 (AMA) で簡略自動モーター適合を使用可能にする

表 4.3 潜水ポンプ 用関連パラメーター
アプリケーション

パラメーター	設定
3-02 最低速度指令信号	最低速度指令信号の単位は 20-12 速度指令信号/フィードバック単位の単位に一致します。
3-03 最大速度指令信号	最高速度指令信号の単位は 20-12 速度指令信号/フィードバック単位の単位に一致します。
3-84 Initial Ramp Time	(2 秒)
3-88 Final Ramp Time	(2 秒)
3-41 ランプ 1 立ち上がり時間	(8 秒、サイズに依存)
3-42 ランプ 1 立ち下がり時間	(8 秒、サイズに依存)
4-11 モーター速度下限 [RPM]	(30 Hz)
4-13 モーター速度上限 [RPM]	(50/60 Hz)
「Quick Menu_Funtion_Setup」において、「閉ループ」ウィザードを使用し、フィードバック設定とPIDコントローラーを簡単に設定します。	

表 4.4 潜水ポンプ用設定の例
アプリケーション

パラメーター	設定
29-00 Pipe Fill Enable	
29-04 Pipe Fill Rate	(フィードバック単位 / 秒)
29-05 Filled Setpoint	(フィードバック単位)

表 4.5 パイプ・フィル・モードの設定例

性能

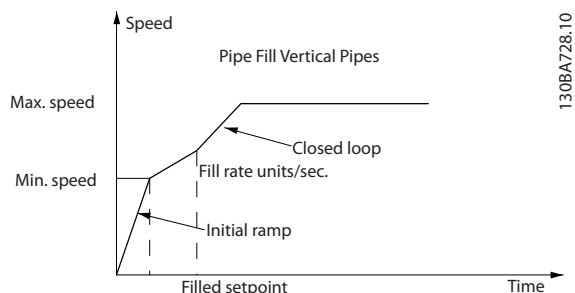


図 4.8 パイプ・フィル・モード、性能曲線

4.3.2 基本カスケード・コントローラー

基本カスケード・コントローラーは、圧力（ヘッド）またはレベルを広範なダイナミックレンジに維持しなければならないポンプアプリケーションに使用します。低い速度ではポンプ効率も低くなるため、大型ポンプを広範な範囲にわたって可変速度で運転するのは理想的なソリューションではありません。ポンプの定格全負荷速度の 25% に制限するのが実際的な方法です。

基本カスケード・コントローラーにおいて、周波数変換器は可変速度ポンプのように可変速度（リード）モーターを制御し、最大 2 台の一定速度ポンプをステーション及びオフ

できます。追加の一定速度ポンプを直接あるいはソフト・スターターを介して主電源に接続します。初期ポンプの速度を変化させることで、システム全体の可変速度制御が実現します。下限速度は、システムストレスを軽減する一定圧力、ならびにポンプ・システムの静粛な運転を維持します。

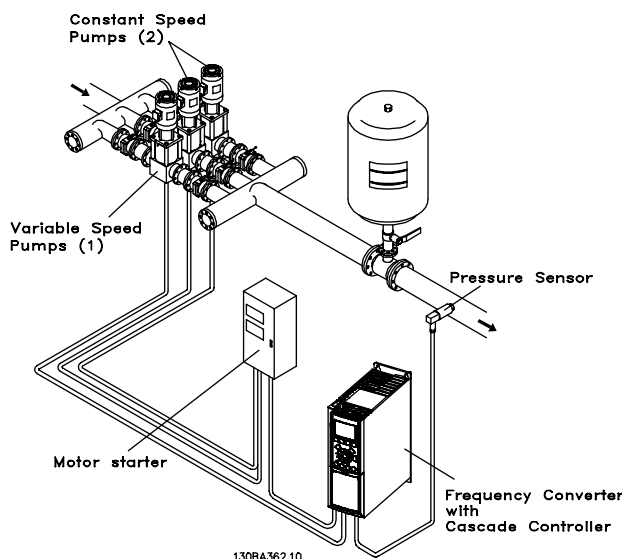


図 4.9 基本カスケード・コントローラー

固定リード・ポンプ

複数のモーターは等しいサイズにする必要があります。基本カスケード・コントローラーにより、周波数変換器に内蔵した 2 個のリレーを用いて、同等のポンプを 3 台まで制御することが可能になります。可変ポンプ（リード）が周波数変換器に直接接続されているとき、2 個の内蔵リレーはその他の 2 台のポンプを制御します。リード・ポンプ交替が有効になっているとき、ポンプは内蔵リレーに接続されており、周波数変換器は 2 台のポンプを運転できます。

リード・ポンプ交替

複数のモーターは等しいサイズにする必要があります。この機能により、システム内のポンプ間にある周波数変換器をサイクル運転することが可能になります（最大 2 台のポンプ）。この運転において、ポンプ間で運転時間は均等化されて、ポンプのメンテナンスを軽減とシステムの信頼性と寿命の増加が図れます。リード・ポンプの交替は、ステージング時（別のポンプを追加）、又はコマンド信号により行われます。

コマンドは手動交替または交替イベント信号のいずれかになります。交替イベントが選択されている場合は、イベントが発生するたびにリード・ポンプの交替が行われます。以下の選択肢があります：

- 交替タイマーが終了するたびに交替
- 設定した時間帯に交替
- リード・ポンプがスリープ・モードに移行したときに交替

ステージングは実際のシステム負荷により決定されます。

個別パラメーター制限交替は、必要とされる合計容量が >50% の場合にのみ、発生させる必要があります。合計ポンプ容量は、リード・ポンプと固定速度ポンプ容量を足したもので表現されます。

帯域幅管理

カスケード・コントロール・システムでは、固定速度ポンプの頻繁な切り替えを避けるために、希望するシステム圧力を一定のレベルではなく帯域内に収めます。ステージング帯域幅は、運転に必要とされる帯域幅を提供します。システム圧力に大きくて急激な変化が生じた場合、短期間の圧力変化へ直ぐに応答しないようにするために、オーバーライド帯域はステージング帯域幅を無効にします。オーバーライド帯域タイマーをプログラムすることで、システム圧力が安定して正常なコントロールが確立されるまでステージングが起これないようにできます。

カスケード・コントローラーが有効にされて、周波数変換器がトリップ警報を発行すると、固定速度ポンプをステージング及びデステージングすることでシステムヘッドは維持されます。周波数ステージとデステージを防止して、圧力変動を最小化するために、ステージング帯域幅の代わりにさらに広い固定速度帯域が用いられます。

4.3.3 リード・ポンプ交替によるポンプステージング

リード・ポンプ交替を有効にすることで、最大 2 台のポンプが制御できます。交替コマンドで、PID は停止して、リード・ポンプは最低周波数 ($f_{\min}$) まで立ち下がり、遅延の後、最大周波数 ($f_{\max}$) まで立ち上がります。リード・ポンプの速度はデステージング周波数に達すると、固定速度ポンプがカットアウト（デステージ）されます。リード・ポンプは立ち上がりを継続させて、次に停止するまで立ち下がり、2 個のリレーがカットアウトされます。

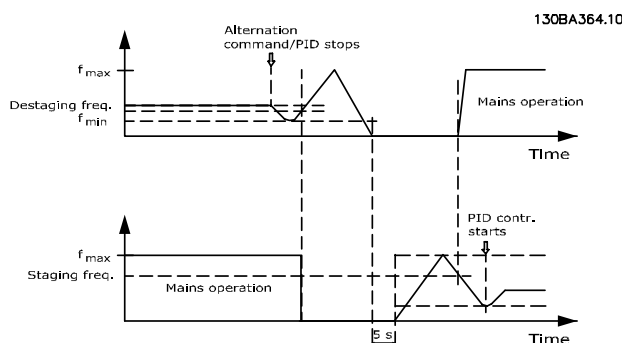


図 4.10 リード・ポンプ交替

遅延時間が経過した後、固定速度ポンプ用リレーはポンプを作動（ステージ）させて、このポンプが新しいリード・ポンプとなります。新しいリード・ポンプは最高速度まで立ち上がり、次に最低速度まで立ち下がります。古いリー

ド・ポンプは、立ち下がり、ステージ周波数に達すると、新しい固定速度ポンプとして主電源にカットイン（ステージ）されます。

リード・ポンプが最低周波数 ($f_{\min}$) でプログラムした量の時間運転されている場合、固定速度ポンプの運転で、リード・ポンプはシステムに多少貢献します。タイマーのプログラム値が経過すると、リード・ポンプが取り除かれ、水が加熱する問題を回避できます。

4.3.4 システムステータスと動作

リード・ポンプがスリープ・モードに移行すると、その機能が LCP に表示されます。スリープ・モード状態にあるリード・ポンプは交替することが可能です。

カスケード・コントローラーを有効にすると、各ポンプとカスケード・コントローラーの動作状態が LCP に表示されます。表示される情報は以下を含みます：

- ポンプ状態は、各ポンプに割り当てられたリレーの状態を読み出したものです。ディスプレイには、無効、オフになっているポンプ、あるいは周波数変換器や主電源/モーター・スターターで動作しているポンプが表示されます。
- カスケード状態は、カスケード・コントローラーの状態を読み出したものです。ディスプレイには、無効にされているカスケード・コントローラー、オフにされているすべてのポンプ、緊急時により停止しているすべてのポンプ、運転しているすべてのポンプ、ステージ/デステージされている固定速度ポンプ、さらには発生しているリード・ポンプ交替などが表示されます。
- 無流量におけるデステージにより、無流量状態が消えるまですべての固定速度ポンプを個別に停止できます。

4.3.5 カスケード・コントローラー配線図

図 4.11 は、1 台の可変速度ポンプ（リード）と 2 台の固定速度ポンプ、4-20 mA トランスミッタとシステム安全インターロックを装備した内蔵基本カスケード・コントローラーの例を示します。

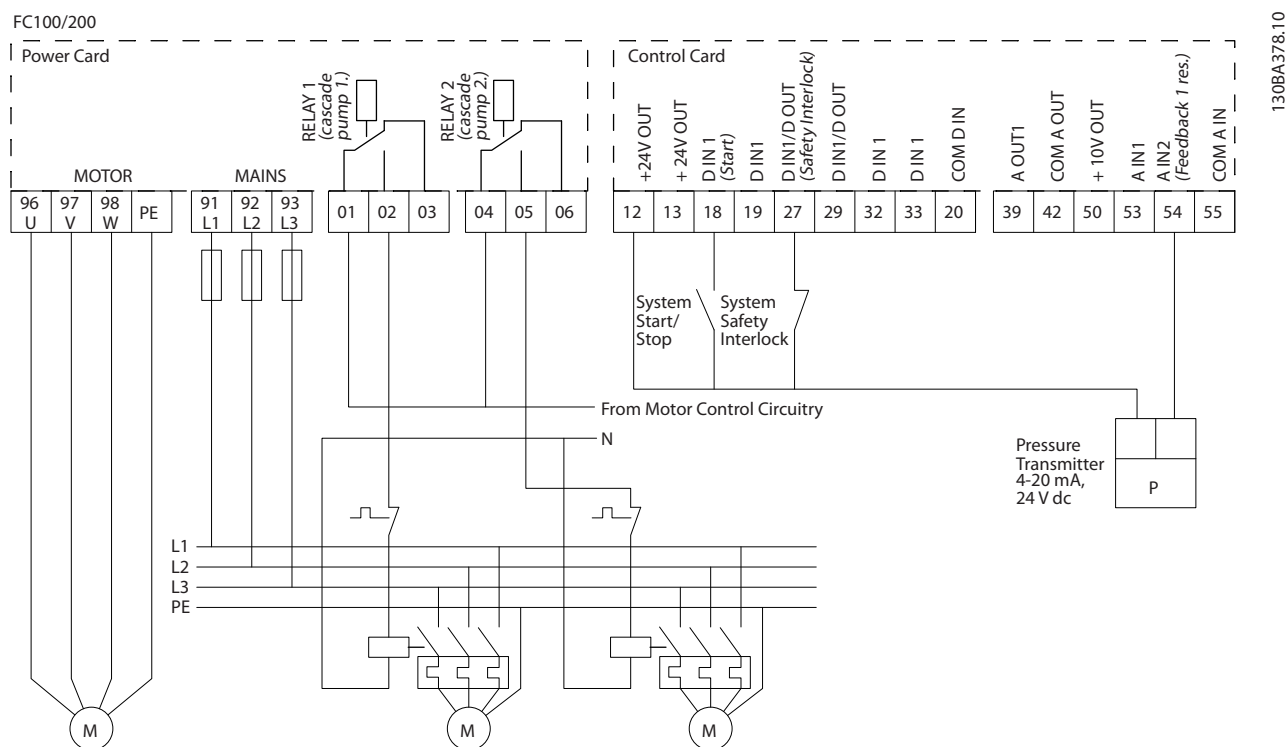


図 4.11 カスケード・コントローラー配線図

4.3.6 固定可変速度ポンプ配線図

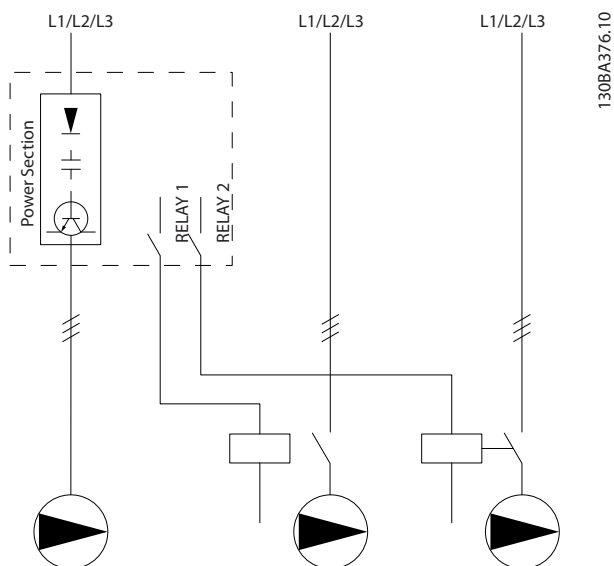


図 4.12 固定可変速度ポンプ配線図

4.3.7 リード・ポンプ交替配線図

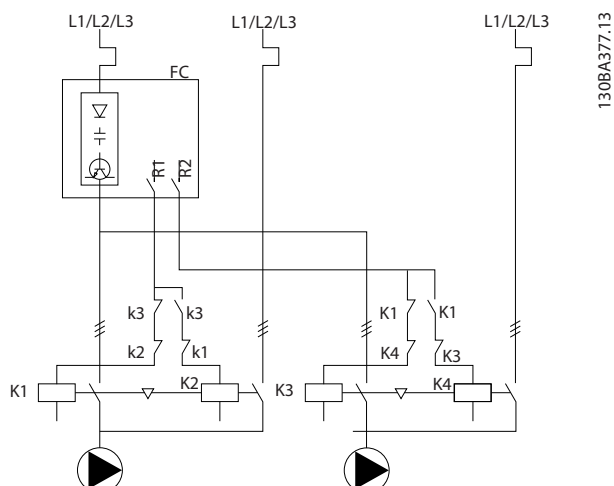


図 4.13 リード・ポンプ交替配線図

各ポンプは、機械的インターロック付きの接触器(K1/K2と K3/K4)2 台に接続する必要があります。地域の規制や個別の要求に従って、サーマル・リレーあるいはその他のモーター保護デバイスを使用するようにしてください。

- リレー 1 (R1) とリレー 2 (R2) は周波数変換器に内蔵されたリレーです。
- すべてのリレーが通電されなくなると、リレー制御されているポンプに対応して、通電される最初の内蔵リレーが接触器を作動させます。例えば、リレー 1 は接触器 K1 を作動させて、これがリード・ポンプとなります。

- K1 は、機械的インターロックを介して K2 のブロックとなり、主電源が周波数変換器の出力に接続されるのを防ぎます (K1 を介して)。
- K1 の補助ブレーキコンタクトは K3 が作動するのを回避します。
- リレー 2 は、固定速度ポンプのオン/オフ制御のため、接触器 K4 を制御します。
- 交替時に、両方のリレーは通電はされず、この時点でリレー 2 は最初のリレーとして通電されます。

混用ポンプの試運転とマスター/スレーブアプリケーションの詳細については、*VLT® Cascade Controller Options MCO 101/102 取扱説明書*をご参照ください。

4.3.8 外部警報リセット

パラメーター	
機能	設定
FC	[1]
+24 V 12	5-11 端末 19 デジタル入力 Reset (リセット)
+24 V 13	
D IN 18	
D IN 19	
COM 20	* = デフォルト値
D IN 27	注意/コメント: D IN 37 はオプションです。
D IN 29	
D IN 32	
D IN 33	
D IN 37	
+10 V 50	
A IN 53	
A IN 54	
COM 55	
A OUT 42	
COM 39	

表 4.6 外部警報リセット

4.3.9 フィードバック

パラメーター	
機能	設定
6-22 端末 54 低電流	4mA*
6-23 端末 54 高電流	20mA*
6-24 端末 54 低速信 / FB 値	0*
6-25 端末 54 高速信 / FB 値	50*
* = デフォルト値	
注意/コメント: D IN 37 はオプションです。	

FC

+24 V 12○

+24 V 13○

D IN 18○

D IN 19○

COM 20○

D IN 27○

D IN 29○

D IN 32○

D IN 33○

D IN 37○

+10 V 50○

A IN 53○

A IN 54○

COM 55○

A OUT 42○

COM 39○

U-I

A54

1308B675.10

4-20 mA

表 4.7 アナログ電流フィードバック・トランスデューサー

パラメーター	
機能	設定
6-20 端末 54 低電圧	0.07 V*
6-21 端末 54 高電圧	10 V*
6-24 端末 54 低速信 / FB 値	0*
6-25 端末 54 高速信 / FB 値	50*
* = デフォルト値	
注意/コメント: D IN 37 はオプションです。	

FC

+24 V 12○

+24 V 13○

D IN 18○

D IN 19○

COM 20○

D IN 27○

D IN 29○

D IN 32○

D IN 33○

D IN 37○

+10 V 50○

A IN 53○

A IN 54○

COM 55○

A OUT 42○

COM 39○

U-I

A54

1308B676.10

0-10V

表 4.8 アナログ電圧フィードバック・トランスデューサー (3 線式)

パラメーター	
機能	設定
6-20 端末 54 低電圧	0.07 V*
6-21 端末 54 高電圧	10 V*
6-24 端末 54 低速信 / FB 値	0*
6-25 端末 54 高速信 / FB 値	50*
* = デフォルト値	
注意/コメント: D IN 37 はオプションです。	

FC

+24 V 12○

+24 V 13○

D IN 18○

D IN 19○

COM 20○

D IN 27○

D IN 29○

D IN 32○

D IN 33○

D IN 37○

+10 V 50○

A IN 53○

A IN 54○

COM 55○

A OUT 42○

COM 39○

U-I

A54

1308B677.10

0-10V

表 4.9 アナログ電圧フィードバック・トランスデューサー (4 線式)

4.3.10 速度

パラメーター	
機能	設定
6-10 端末 53 低電圧	0.07 V*
6-11 端末 53 高電圧	10 V*
6-14 端末 53 低速信 / FB 値	0 Hz
6-15 端末 53 高速信 / FB 値	50 Hz
* = デフォルト値	
注意/コメント: D IN 37 はオプションです。	

FC

+24 V 12○

+24 V 13○

D IN 18○

D IN 19○

COM 20○

D IN 27○

D IN 29○

D IN 32○

D IN 33○

D IN 37○

+10 V 50○

A IN 53○

A IN 54○

COM 55○

A OUT 42○

COM 39○

U-I

A53

1308B926.10

-10 ~ +10V

表 4.10 アナログ速度指令信号(電圧)

パラメーター	
機能	設定
6-12 端末 53 低電流	4mA*
6-13 端末 53 高電流	20mA*
6-14 端末 53 低速信 / FB 値	0 Hz
6-15 端末 53 高速信 / FB 値	50 Hz
* = デフォルト値	
注意/コメント: D IN 37 はオプションです。	

表 4.11 アナログ速度指令信号(電流)

パラメーター	
機能	設定
6-10 端末 53 低電圧	0.07 V*
6-11 端末 53 高電圧	10 V*
6-14 端末 53 低速信 / FB 値	0 Hz
6-15 端末 53 高速信 / FB 値	1500 Hz
* = デフォルト値	
注意/コメント: D IN 37 はオプションです。	

表 4.12 速度指令信号(手動 ポテンショメーターを使用)

4.3.11 運転/停止

パラメーター	
機能	設定
5-10 端末 18 デジタル入力	[8] スタート*
5-12 端末 27 デジタル入力	[7] 外部インターロック
* = デフォルト値	
注意/コメント: D IN 37 はオプションです。	

表 4.13 外部インターロックによる運転/停止コマンド

パラメーター	
機能	設定
5-10 端末 18 デジタル入力	[8] スタート*
5-12 端末 27 デジタル入力	[7] 外部インターロック
* = デフォルト値	
注意/コメント: パラメーター 5-12 端末 27 デジタル入力 が [0] 操作なしに設定された場合、27 へのジャンパー線は不要です。 D IN 37 はオプションです。	

表 4.14 外部インターロックなしの運転/停止コマンド

FC		パラメーター	
		機能	設定
+24 V	120	5-10 端末 18	[8] スター
+24 V	130	デジタル入力	ト*
D IN	180	5-11 端末 19	[52] 運転許
D IN	190	デジタル入力	可
COM	200	5-12 端末 27	[7] 外部イ
D IN	270	デジタル入力	ンターロッ
D IN	290		ク
D IN	320	5-40 機能リレ	[167] スタ
D IN	330		ート・コマン
D IN	370		ドアクティ
			ブ
		* = デフォルト値	
		注意/コメント:	
		D IN 37 はオプションです。	

表 4.15 運転許可

VLT		パラメーター	
		機能	設定
+24 V	120	1-90 モーター	[2] サーミ
+24 V	130	熱保護	スタトリッ
D IN	180		プ
D IN	190	1-93 サーミス	[1] アナロ
COM	200	ター・ソース	グ入力 53
D IN	270	* = デフォルト値	
D IN	290		
D IN	320		
D IN	330		
D IN	370		
		注意/コメント:	
		警告のみが必要な場合は、パラメーター 1-90 モーター熱保護を [1] サーミスター警告に設定する必要があります。	
		D IN 37 はオプションです。	

表 4.16 モーター・サーミスター

4.3.12 モーター・サーミスター



サーミスター絶縁

人身事故や設備損害の危険があります。

- PELV 絶縁条件を満足させるために、強化あるいは二重絶縁が施されたサーミスターのみを使用してください。

5 特殊条件

本セクションには、定格低減を必要とする状態にある周波数変換器の運転に関する詳細データが記載されています。いくつかの状態においては、定格低減は手動で実施されます。他の状態において、周波数変換器は必要に応じてある程度の自動定格低減を実施します。定格低減により、代用方法としてトリップが可能になるようなクリティカルなステージで正しいパフォーマンスを実施できます。

5.1 手動定格低減

5.1.1 定格低減を検討するとき

以下の状態のいずれかが存在するとき定格低減を検討します：

- 1000 m を超える高地で運転する（気圧が低い環境）
- 低速度運転
- モーター・ケーブルが長い
- 断面積が大きいケーブル
- 高い周囲温度

詳細については、章 5.3 周囲温度定格値の低減をご参照ください。

5.1.2 低速運転による定格値の低減

モーターが周波数変換器に接続されている場合には、モーターの冷却が十分かどうか確認する必要があります。過熱レベルは、モーターにかかる負荷、及び動作速度と時間によります。

一定トルク・アプリケーション（CT モード）

一定トルク・アプリケーションでは、RPM 値が下がると問題が発生することがあります。一定トルク・アプリケーションでは、モーターは、モーターの統合ファンからの冷却用空気がより少ないため、低速で過熱状態になることがあります。

このため、モーターを定格値の半分以下の RPM 値にて継続的に実行させるには、モーターに冷却用空気を追加供給する（または、この種の動作用に設計されたモーターを使用する）必要があります。

あるいは、より大きいモーターを選択してモーターの負荷レベルを下げることもできますが、周波数変換器の設計により、モーターのサイズには限度があります。

可変（二次）トルク・アプリケーション（VT）

遠心式ポンプ及びファンなどの VT アプリケーションにおいては、トルクが速度の二乗に比例し、電力は速度の三乗に比例します。追加的な冷却、またはモーターの出力レベルを低下させることは必要ありません。

5.1.3 低空気圧における定格値の低減

空気圧が下がると、空気の冷却効果が落ちます。

高度 1000 m 以下では、定格値の低減は不要です。1000 m を超える高度では、図 5.1 に従って、周囲温度 (T_{AMB}) での最大出力電流 (I_{out}) を定格低減してください。2000 m を超える高度では、PELV について Danfoss にお問い合わせください。

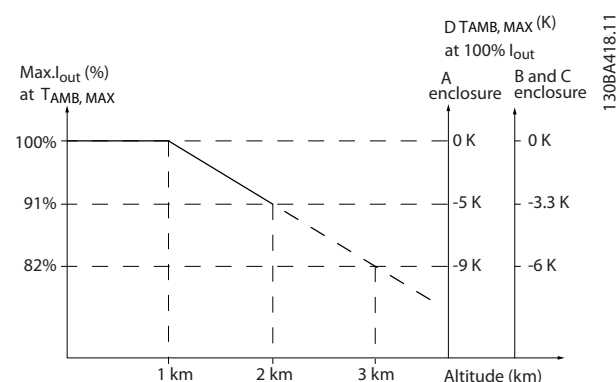


図 5.1 エンクロージャー・サイズ A、B、C のための $T_{AMB, MAX}$ における出力電流の定格低減対高度の関係

高度の上昇に応じて周囲温度を下げることで、高地でも 100% の出力電流を確保できます。グラフの読み方の例として、 $T_{AMB, MAX} = 50^{\circ}\text{C}$ でエンクロージャー・サイズ B を使用した場合の 2000 m での状態が示されています。45 $^{\circ}\text{C}$ ($T_{AMB, MAX} - 3.3\text{ K}$) の温度では、定格出力電流の 91% が使用可能です。41.7 $^{\circ}\text{C}$ の温度では、定格電流の 100% が使用可能です。

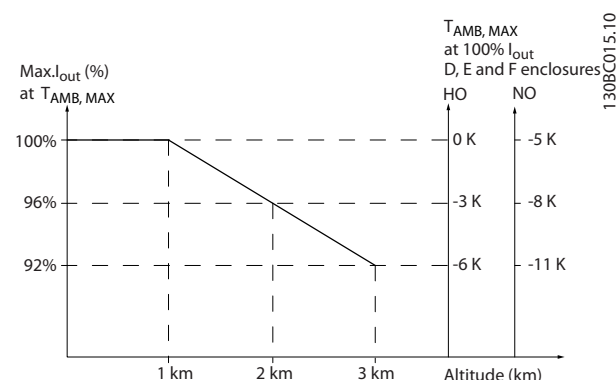


図 5.2 エンクロージャー・サイズ D3h のための $T_{AMB, MAX}$ における出力電流の定格低減と高度の関係

5.2 長いモーター・ケーブルの低減、またはより広い断面積のケーブル



最大 90 kW までの周波数変換器にのみ該当します。この周波数変換器の最大ケーブル長は、非シールドの場合 300 m、シールド付きの場合 150 m です。

また、周波数変換器は、定格断面積を持つモーター・ケーブルを使用して動作するように設計されています。さらに大きな断面積を持つケーブルを使用する場合には、断面積が大きくなる段階ごとに、出力電流を 5% ずつ低下させてください。

ケーブルの断面積が増加すると、接地する容量が増加するため、接地漏洩電流も増加します。

5.3 周囲温度定格値の低減

24 時間の測定平均 ($T_{AMB, AVG}$) は最大許容周囲温度 ($T_{AMB, MAX}$) より少なくとも 5°C 低いことが必要です。周波数変換器が高周囲温度で動作している場合は、連続出力電流を減少させてください。定格低減はスイッチ・パターンによって異なります。スイッチ・パターンは 14-00 スイッチ・パターンで 60° AVM または SFAVM に設定できます。

5.3.1 周囲温度の定格低減、エンクロージャ・サイズ A

60° AVM – パルス幅変調

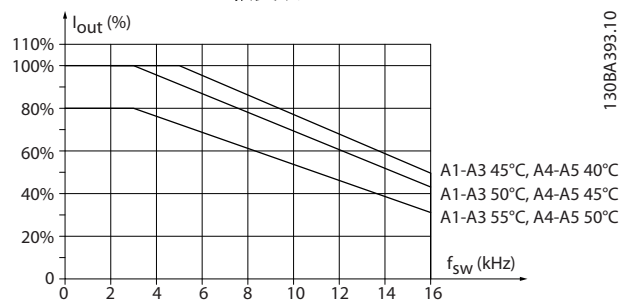


図 5.3 60° AVM を使用する際のエンクロージャ A の異なる $T_{AMB, MAX}$ に対する I_{out} 定格値の低減

SFAVM – 固定子周波数非同期ベクトル変調

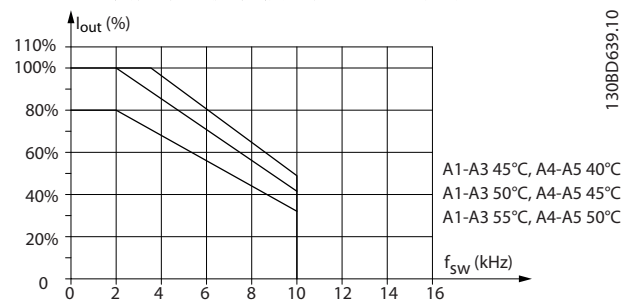


図 5.4 SFAVM を使用する際のエンクロージャ・タイプ A の異なる $T_{AMB, MAX}$ に対する I_{out} の定格低減

エンクロージャ・サイズ A でモーター・ケーブルが 10 m あるいはそれ以下のものを使用するときには、低減が少ないのが必要です。これは、モーター・ケーブル長が、推薦された低減に対して比較的大きな影響を持っているという事実のためです。

60° AVM

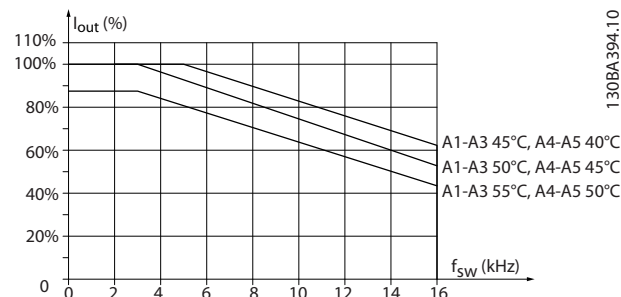


図 5.5 最大 10 m のモーター・ケーブルと 60° AVM を使用する際のエンクロージャ・タイプ A の異なる $T_{AMB, MAX}$ に対する I_{out} の定格低減

SFAVM

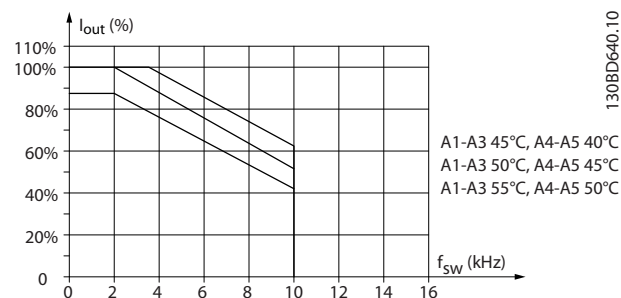


図 5.6 最大 10 m のモーター・ケーブルと SFAVM を使用する際のエンクロージャ・タイプ A の異なる $T_{AMB, MAX}$ に対する I_{out} の定格低減

5.3.2 周囲温度の定格低減、エンクロージャ・サイズ B

エンクロージャ B、T2、T4
60° AVM – パルス幅変調

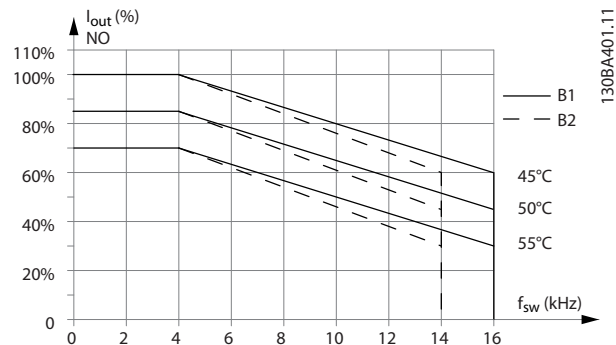


図 5.7 通常過負荷モード（110% のオーバー・トルク）で 60°AVM を使用する際のエンクロージャ B1 及び B2 の異なる $T_{AMB, MAX}$ に対する I_{out} の定格低減

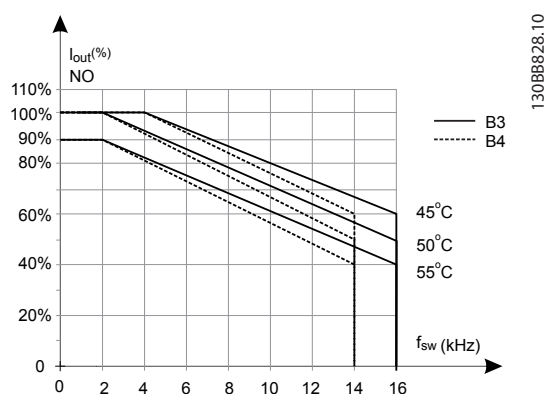


図 5.8 通常過負荷モード（110% のオーバー・トルク）で 60°AVM を使用する際のエンクロージャ B3 及び B4 の異なる $T_{AMB, MAX}$ に対する I_{out} の定格低減

SFAVM – 固定子周波数非同期ベクトル変調

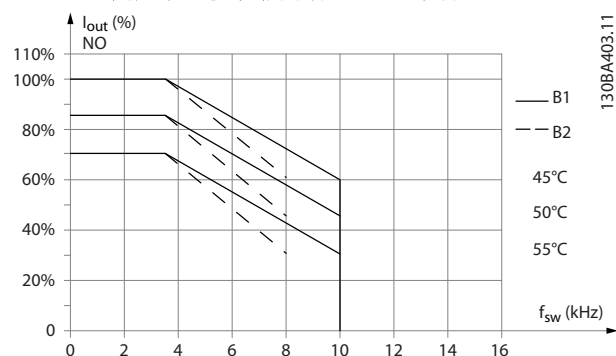


図 5.9 通常過負荷モード（110% のオーバー・トルク）で SFAVM を使用する際のエンクロージャ・サイズ B1 及び B2 の異なる $T_{AMB, MAX}$ に対する I_{out} の定格低減

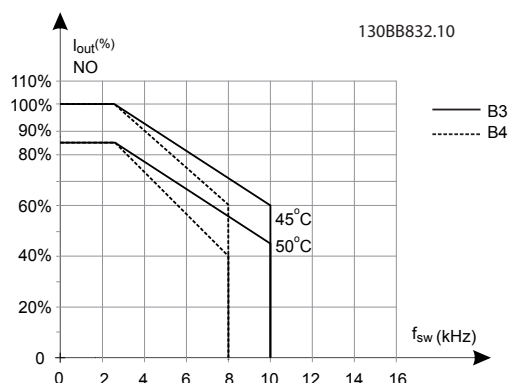


図 5.10 通常過負荷モード（110% のオーバー・トルク）で SFAVM を使用する際のエンクロージャ・サイズ B3 及び B4 の異なる $T_{AMB, MAX}$ に対する I_{out}

エンクロージャ B、T6
60° AVM – パルス幅変調

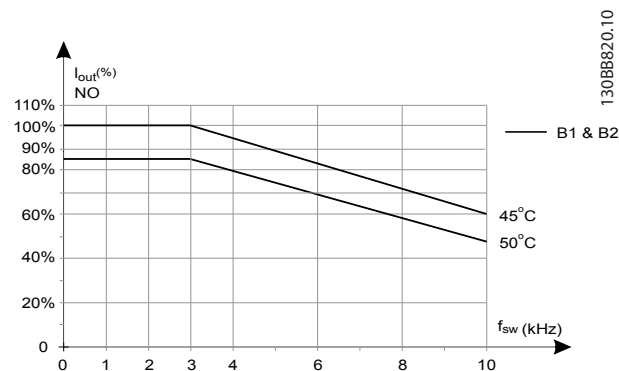


図 5.11 600 V 周波数変換器、エンクロージャ・サイズ B、60 AVM、NO におけるスイッチ周波数と周囲温度による出力電流定格低減

SFAVM – 固定子周波数非同期ベクトル変調

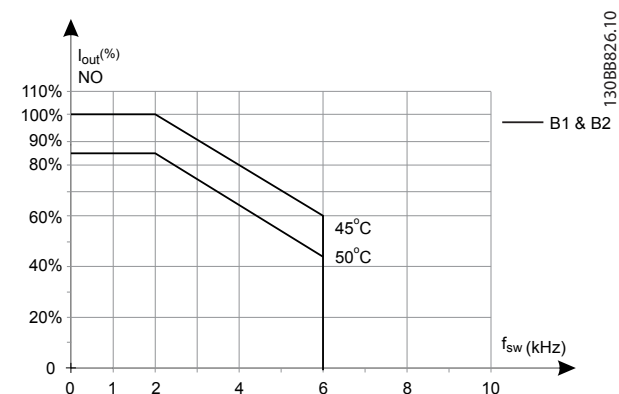


図 5.12 600 V 周波数変換器、エンクロージャ・サイズ B、SFAVM、NO におけるスイッチ周波数と周囲温度による出力電流定格低減

エンクロージャ B、T7

エンクロージャ B2、B4、525 -690 V

60° AVM - - パルス幅変調

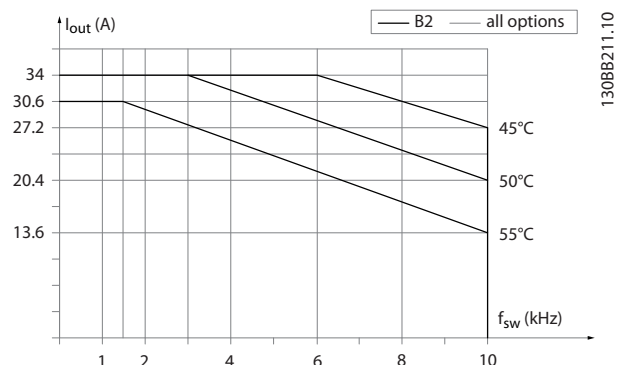


図 5.13 エンクロージャ・サイズ B2 及び B4、60° AVM におけるスイッチ周波数と周囲温度による出力電流定格低減

SFAVM - 固定子周波数非同期ベクトル変調

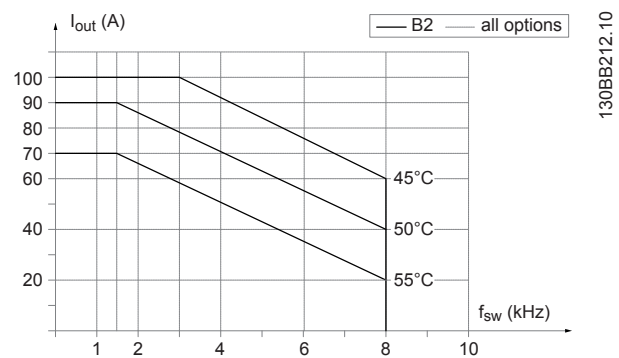


図 5.14 エンクロージャ・サイズ B2 及び B4、SFAVM におけるスイッチ周波数と周囲温度による出力電流定格低減

5.3.3 周囲温度の定格低減、エンクロージャ・サイズ C

エンクロージャ C、T2、T4

60° AVM - - パルス幅変調

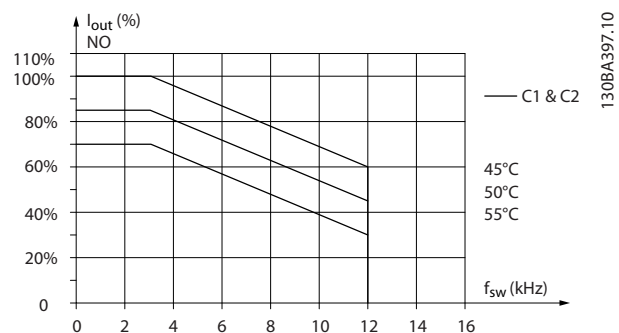


図 5.15 エンクロージャ・サイズ C1 と C2 の異なる $T_{AMB, MAX}$ に対する I_{out} の定格低減、通常過負荷モード（110% のオーバー・トルク）で 60° AVM を使用

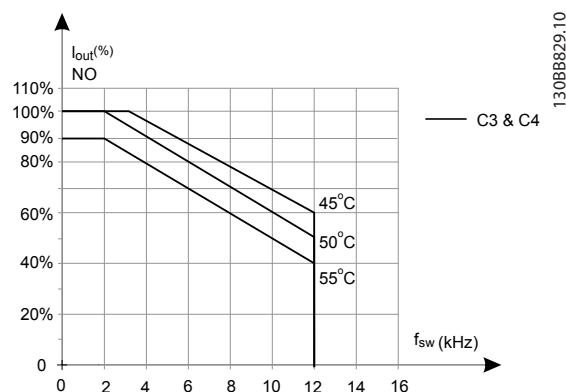


図 5.16 通常過負荷モード（110% のオーバー・トルク）で 60° AVM を使用する際のエンクロージャ C3 及び C4 の異なる $T_{AMB, MAX}$ に対する I_{out} の定格低減

SFAVM - 固定子周波数非同期ベクトル変調

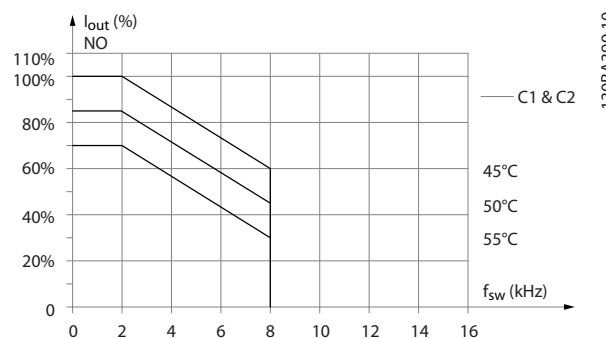


図 5.17 通常過負荷モード（110% のオーバー・トルク）で SFAVM を使用する際のエンクロージャ・サイズ C1 及び C2 の異なる $T_{AMB, MAX}$ に対する I_{out} の定格低減

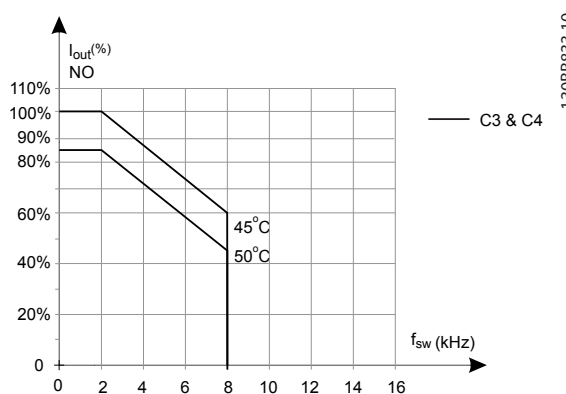


図 5.18 通常過負荷モード（110% のオーバー・トルク）で SFAVM を使用する際のエンクロージャ・サイズ C3 及び C4 の異なる $T_{AMB, MAX}$ に対する I_{out} の定格低減

エンクロージャ・サイズ C、T6

60° AVM – パルス幅変調

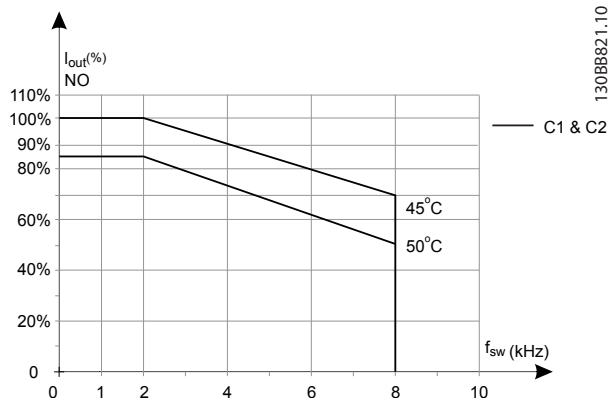


図 5.19 600 V 周波数変換器、エンクロージャ・サイズ C、60 AVM、NO におけるスイッチ周波数と周囲温度による出力電流定格低減

SFAVM – 固定子周波数非同期ベクトル変調

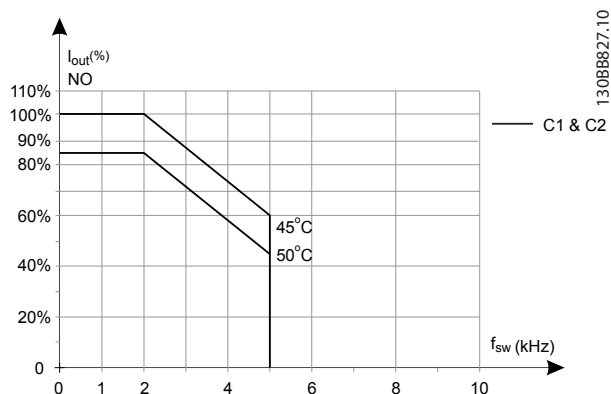


図 5.20 600 V 周波数変換器、エンクロージャ・サイズ C、SFAVM、NO におけるスイッチ周波数と周囲温度による出力電流定格低減

エンクロージャ・サイズ C、T7

60° AVM – パルス幅変調

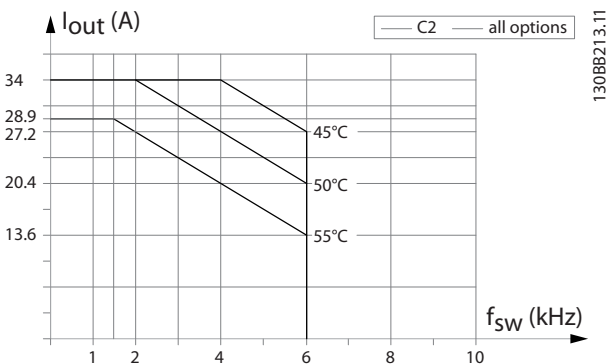


図 5.21 エンクロージャ・サイズ C2、60° AVM におけるスイッチ周波数と周囲温度による出力電流定格低減。

SFAVM – 固定子周波数非同期ベクトル変調

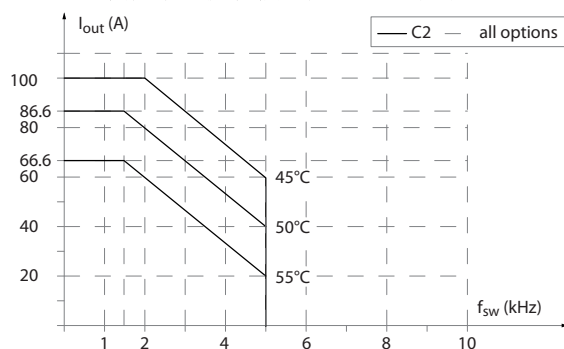


図 5.22 エンクロージャ・サイズ C2、SFAVM におけるスイッチ周波数と周囲温度による出力電流定格低減。

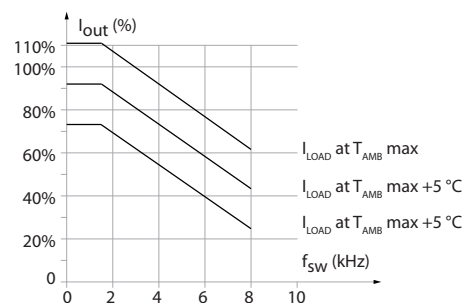


図 5.23 エンクロージャ・サイズ C3 におけるスイッチ周波数と周囲温度による出力電流定格低減。

6 タイプ・コードと選択

6.1 注文

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

1308B836.10

図 6.1 タイプ・コード例

インターネット・ベースのドライブ・コンフィギュレーターであるドライブ・コンフィギュレーターでは、適切な用途に適切な周波数変換器を構成して、タイプ・コード文字列を生成できます。ドライブ・コンフィギュレーターは、最寄りの販売店に送信される 8 桁の注文番号を自動的に生成します。

さらに、いくつかの製品を記載したプロジェクト・リストを作成して、Danfoss 販売代理店に送付することもできます。

次のグローバル・インターネット・サイトでドライブ・コンフィギュレーターにアクセスしてください：

www.danfoss.com/drives.

6.1.1 タイプ・コード

タイプ・コードの一例を下に示します：

FC-202PK75T4E20H1BGCXXSXXXXA0BXCXXXXD0

文字列内文字の意味は、表 6.1 及び 表 6.2 に記載されています。上記例では、プロフィバス DP V1 及び 24 V バックアップ・オプションが内蔵されます。

詳細	位置	可能な選択 ¹⁾
製品グループ	1-2	FC
ドライブ・シリーズ	4-6	202: FC 202
定格電力	8-10	0.25 - 90 kW
相	11	S: 単相 T: 3 相
主電源電圧	12	2: 200 - 240 V 4: 380 - 480 V 6: 525 - 600 V 7: 525 - 690 V

詳細	位置	可能な選択 ¹⁾
エンクロージャー	13-15	E20: IP20 E55: IP 55/NEMA タイプ 12 P20: IP20 (バック・プレート付き) P21: IP21/NEMA タイプ 1 (バック・プレート付き) P55: IP55/NEMA タイプ 12 (バック・プレート付き) Z20: IP 20 ¹⁾ E66: IP 66
RFI フィルター	16-17	Hx: 周波数変換器に組み込まれている EMC フィルターなし H1: 内蔵 EMC フィルター。EN 55011 クラス A1/B 及び EN/IEC 61800-3 カテゴリー 1/2 を満足します。 H2: 追加 EMC フィルターなし。EN 55011 クラス A2 及び EN/IEC 61800-3 カテゴリー 3 を満足します。 H3: 内蔵 EMC フィルター。EN 55011 クラス A1/B 及び EN/IEC 61800-3 カテゴリー 1/2 を満足します。 H4: 内蔵 EMC フィルター。EN 55011 クラス A1 及び EN/IEC 61800-3 カテゴリー 2 を満足します。 H5: 海事バージョン。H2 バージョンと同じエミッションレベルを満足します。
ブレーキ	18	B: ブレーキ・チョッパーを含む X: ブレーキ・チョッパーを含まない T: Safe Torque Off ブレーキなし ¹⁾ U: Safe Torque Off ブレーキ・チョッパー ¹⁾

詳細	位置	可能な選択 ¹⁾
表示	19	G: グラフィカル・ローカル・コン ロール・パネル (LCP) N: 数値ローカル・コントロール・ パネル (LCP) X: ローカル・コントロール・パ ネルなし
被膜あり PCB	20	C: 被膜あり PCB R: 被膜あり PCB + 耐久性強化 X: 被膜なし PCB
主電源オプシ ョン	21	X: 主電源オプションなし 1: 主電源切断 3: 主電源切断及びヒューズ 5: 主電源切断、ヒューズ及び負 荷分散 7: ヒューズ 8: 主電源切断及び負荷分散 A: ヒューズ、負荷分散 D: 負荷分散
適合	22	X: 標準ケーブル差込口 0: ケーブル差込口における欧州 メートルスレッド S: インベリアルケーブル差込口
適合	23	X: 非適合
ソフトウェア・リリース	24- 27	SXXX: 最新リリース - 標準ソフ トウェア
ソフトウェア 言語	28	X: 未使用

表 6.1 注文タイプ・コード

1) 利用可能な選択のいくつかは、エンクロージャー・サイズに
依存します。

2) ≥ 75 kW の周波数変換器にのみ使用できます。

3) ≥ 355 kW の周波数変換器にのみ使用できます。

詳細	位置	可能な選択
A オプション	29- 30	AX: A オプションなし A0: MCA 101 プロフィバス DP V1 (標準) A4: MCA 104 DeviceNet (標 準) AN: MCA 121 イーサネット IP AL: MCA 120 ProfiNet AQ: MCA 122 Modbus TCP

詳細	位置	可能な選択
B オプション	31- 32	BX: オプションなし BY: MCO 101 拡張翼列コント ロール BK: MCB 101 汎用 I/O オプシ ョン BP: MCB 105 リレー・オプショ ン B0: RTC バックアップ付き MCB 109 I/O オプション B2: MCB 112 PTC サーミスタ ー・カード B4: MCB 114 VLT センサー入 力
C0 オプショ ン	33- 34	CX: オプションなし
C1 オプショ ン	35	X: オプションなし R: MCB 113 外部 リレーカー ド 5: MCO 102 アドバンスド・カ スケード・コントローラー
C オプショ ン・ソフトウ ェア	36- 37	XX: 標準コントローラー
D オプション	38- 39	DX: オプションなし D0: 拡張 24 V DC バックアッ プ

表 6.2 注文タイプ・コード、オプション

注記

90kW を超える電力の場合は、VLT[®] AQUA Drive FC 202
110-1400 kW デザイン・ガイドをご参照ください。

6.1.2 ソフトウェア言語

周波数変換器は自動的に、注文された地域に関するソフトウェア言語パッケージで納入されます。地域の言語パッケージを表 6.3 に示します。

言語パッケージ 1			言語パッケージ 2
ブラジルのポルトガル語	フィンランド語	ロシア語	インドネシア語
ブルガリア語	フランス語	スペイン語	中国語
クロアチア語	ドイツ語	セルビア語	繁体中国語
チェコ語	ギリシャ語	スロヴァニア語	ドイツ語
デンマーク語	ハンガリア語	スペイン語	日本語
オランダ語	イタリア語	スウェーデン語	韓国語
English	ポーランド語	トルコ語	ロシア語
英語, 米国	ルーマニア語	-	タイ語

表 6.3 ソフトウェア言語パッケージ

異なる言語パッケージで周波数変換器を注文する際は、最寄りの販売店にお問い合わせください。

6.2 オプション、付属品、及びスぺア部品

6.2.1 オプションと付属品

詳細	注文番号	
	被膜なし	被膜あり
その他のハードウェア		
VLT® パネル・スルー・キット エンクロージャー・サイズ A5	130B1028	
VLT® パネル・スルー・キット エンクロージャー・サイズ B1	130B1046	
VLT® パネル・スルー・キット エンクロージャー・サイズ B2	130B1047	
VLT® パネル・スルー・キット エンクロージャー・サイズ C1	130B1048	
VLT® パネル・スルー・キット エンクロージャー・サイズ C2	130B1049	
VLT® エンクロージャー・サイズ A5 用実装ブラケット	130B1080	
VLT® エンクロージャー・サイズ B1 用実装ブラケット	130B1081	
VLT® エンクロージャー・サイズ B2 用実装ブラケット	130B1082	
VLT® エンクロージャー・サイズ C1 用実装ブラケット	130B1083	
VLT® エンクロージャー・サイズ C2 用実装ブラケット	130B1084	
VLT® IP 21/NEMA タイプ 1 キット、エンクロージャー・サイズ A1	130B1121	
VLT® IP 21/NEMA タイプ 1 キット、エンクロージャー・サイズ A2	130B1122	
VLT® IP 21/NEMA タイプ 1 キット、エンクロージャー・サイズ A3	130B1123	
VLT® IP 21/NEMA タイプ 1 トップキット、エンクロージャー・サイズ A2	130B1132	
VLT® IP 21/NEMA タイプ 1 トップキット、エンクロージャー・サイズ A3	130B1133	
VLT® バック・プレート IP55/NEMA タイプ 12、エンクロージャー・サイズ A5	130B1098	
VLT® バック・プレート IP21/NEMA タイプ 1、IP55/NEMA タイプ 12、エンクロージャー・サイズ B1	130B3383	
VLT® バック・プレート IP21/NEMA タイプ 1、IP55/NEMA タイプ 12、エンクロージャー・サイズ B2	130B3397	
VLT® バック・プレート IP20/タイプ 1、エンクロージャー・サイズ B4	130B4172	
VLT® バック・プレート IP21/NEMA タイプ 1、IP55/NEMA タイプ 12、エンクロージャー・サイズ C1	130B3910	
VLT® バック・プレート IP21/NEMA タイプ 1、IP55/NEMA タイプ 12、エンクロージャー・サイズ C2	130B3911	
VLT® バック・プレート IP20/NEMA タイプ 1、エンクロージャー・サイズ C3	130B4170	
VLT® バック・プレート IP20/NEMA タイプ 1、エンクロージャー・サイズ C4	130B4171	
VLT® バック・プレート IP66/NEMA Type 4X、エンクロージャー・サイズ A5	130B3242	

詳細	注文番号	
	被膜なし	被膜あり
VLT® ステンレススチール製バック・プレート IP66/NEMA Type 4X、エンクロージャー・サイズ B1	130B3434	
VLT® ステンレススチール製バック・プレート IP66/NEMA Type 4X、エンクロージャー・サイズ B2	130B3465	
VLT® ステンレススチール製バック・プレート IP66/NEMA Type 4X、エンクロージャー・サイズ C1	130B3468	
VLT® ステンレススチール製バック・プレート IP66/NEMA Type 4X、エンクロージャー・サイズ C2	130B3491	
VLT® プロフィバス アダプター Sub-D9 コネクター	130B1112	
IP20、エンクロージャー・サイズ A1、A2、及び A3 用プロフィバス・シールド・プレート・キット	130B0524	
エンクロージャー・サイズ A2/A3 の直流リンク接続用端子ブロック	130B1064	
VLT® ネジ端子	130B1116	
VLT® USB 延長、350 mm ケーブル	130B1155	
VLT® USB 延長、650 mm ケーブル	130B1156	
VLT® 1 ブレーキ抵抗器用バックフレーム A2	175U0085	
VLT® 1 ブレーキ抵抗器用バックフレーム A3	175U0088	
VLT® 2 ブレーキ抵抗器用バックフレーム A2	175U0087	
VLT® 2 ブレーキ抵抗器用バック A3	175U0086	
ローカル・コントロール・パネル		
VLT® LCP 101 数値ローカル・コントロールパッド	130B1124	
VLT® LCP 102 グラフィカルローカル・コントロールパッド	130B1107	
VLT® LCP 2, 3 m 用ケーブル	175Z0929	
VLT® 全 LCP タイプ用パネル実装キット	130B1170	
VLT® パネル実装キット、グラフィカル LCP	130B1113	
VLT® パネル実装キット、数値 LCP	130B1114	
VLT® LCP 実装キット、LCP なし	130B1117	
VLT® LCP 実装キットブラインド・カバー IP55/66、8 m	130B1129	
VLT® コントロール・パネル LCP 102、グラフィカル	130B1078	
VLT® ブラインド・カバー、Danfoss ロゴ付き、IP55/66	130B1077	
スロット A 用オプション		
VLT® PROFIBUS DP V1 MCA 101	130B1100	130B1200
VLT® DeviceNet MCA 104	130B1102	130B1202
VLT® Profinet MCA 120	130B1135	130B1235
VLT® Ethernet/IP MCA 121	130B1119	130B1219
VLT® Modbus TCP MCA 122	130B1196	130B1296
スロット B 用オプション		
VLT® 汎用 I/O MCB 101	130B1125	130B1212
VLT® リレー・オプション MCB 105	130B1110	130B1210
VLT® PTC サーミスター・カード MCB 112		130B1137
VLT® 拡張カスケード・コントローラー MCO 101	130B1118	130B1218
VLT® センサー入力オプション MCB 114	130B1172	130B1272
VLT® RTC 付きアナログ I/O オプション MCB 109	130B1143	130B1243
C オプション用実装キット		
VLT® C オプション用実装キット、40 mm、エンクロージャー・サイズ A2/A3	130B7530	
VLT® C オプション用実装キット、60 mm、エンクロージャー・サイズ A2/A3	130B7531	
VLT® C オプション用実装キット、エンクロージャー・サイズ A5	130B7532	
VLT® C オプション用実装キット、エンクロージャー・サイズ B/C/D/E/F (B3 を除く)	130B7533	
VLT® C オプション用実装キット、40 mm、エンクロージャー・サイズ B3	130B1413	

詳細	注文番号	
	被膜なし	被膜あり
VLT® C オプション用実装キット、60 mm、エンクロージャー・サイズ B3	130B1414	
スロット C のオプション		
VLT® アドバンスド・カスケード・コントローラー MC0102	130B1154	130B1254
VLT® 拡張リレーカード MCB 113	130B1164	130B1264
スロット D 用オプション		
VLT® 24 V DC 電源 MCB 107	130B1108	130B1208
漏洩電流モニターキット		
VLT® 漏れ電流モニターキット、エンクロージャー・サイズ A2/A3	130B5645	
VLT® 漏洩電流モニター キット、エンクロージャー・サイズ B3	130B5764	
VLT® 漏洩電流 モニター キット、エンクロージャー・サイズ B4	130B5765	
VLT® 漏洩電流 モニター キット、エンクロージャー・サイズ C3	130B6226	
VLT® 漏洩電流 モニター キット、エンクロージャー・サイズ C4	130B5647	
PC ソフトウェア		
MCT 10 設定ソフトウェア、1 ライセンス	130B1000	
MCT 10 設定ソフトウェア、5 ライセンス	130B1001	
MCT 10 設定ソフトウェア、10 ライセンス	130B1002	
MCT 10 設定ソフトウェア、25 ライセンス	130B1003	
MCT 10 設定ソフトウェア、50 ライセンス	130B1004	
MCT 10 設定ソフトウェア、100 ライセンス	130B1005	
MCT 10 設定ソフトウェア、>100 ライセンス	130B1006	
オプションは工場内蔵オプションとして注文できます。注文情報を参照してください。章 6.1 注文。		

表 6.4 オプションと付属品用注文番号

6.2.2 スペア部品

お客様の仕様に利用できるスペア部品については、VLT ショップあるいはコンフィギュレーターにお問い合わせください。 VLTShop.danfoss.com。

6.2.3 付属品バッグ

タイプ	詳細	注文番号
付属品バッグ		
付属品バッグ A1	付属品バッグ、エンクロージャー・サイズ A1	130B1021
付属品バッグ A2/A3	付属品バッグ、エンクロージャー・サイズ A2 / A3	130B1022
付属品バッグ A5	付属品バッグ、エンクロージャー・サイズ A5	130B1023
付属品バッグ A1 - A5	付属品バッグ、エンクロージャー・サイズ A1-A5 ブレーキ及び負荷分散コネクター	130B0633
付属品バッグ B1	付属品バッグ、エンクロージャー・サイズ B1	130B2060
付属品バッグ B2	付属品バッグ、エンクロージャー・サイズ B2	130B2061
付属品バッグ B3	付属品バッグ、エンクロージャー・サイズ B3	130B0980
付属品バッグ B4	付属品バッグ、エンクロージャー・サイズ B4、18.5-22 kW	130B1300
付属品バッグ B4	付属品バッグ、エンクロージャー・サイズ B4、30 kW	130B1301
付属品バッグ C1	付属品バッグ、エンクロージャー・サイズ C1	130B0046
付属品バッグ C2	付属品バッグ、エンクロージャー・サイズ C2	130B0047
付属品バッグ C3	付属品バッグ、エンクロージャー・サイズ C3	130B0981
付属品バッグ C4	付属品バッグ、エンクロージャー・サイズ C4、55 kW	130B0982
付属品バッグ C4	付属品バッグ、エンクロージャー・サイズ C4、75 kW	130B0983

表 6.5 付属品バッグの注文番号

6.2.4 ブレーキ抵抗器 の選択

周波数変換器の速度指令信号が減じられると、モーターはジェネレーターとして働き、周波数変換器にブレーキがかかります。モーターがジェネレーターとして働くと、モーターは直流リンクで接続されている周波数変換器にエネルギーを供給します。ブレーキ抵抗器の機能は、ブレーキ中に直流リンクに負荷を提供することで、これによりブレーキ電力はブレーキ抵抗器によって吸収されます。

ブレーキ抵抗器を使用しない場合、周波数変換器の直流リンク電圧は、保護目的で切断されるまで、増加し続けます。ブレーキ抵抗器を使用するメリットは、コンベア・ベルトなどの重負荷のブレーキを素早く実施できるようになることです。

このシリーズのブレーキ抵抗器はすべて外部コンポーネントです。従って、ブレーキ抵抗器は周波数変換器に内蔵されることはありません。

外部のブレーキ抵抗器には以下のメリットがあります：

- 抵抗器サイクルタイムは必要に応じて選択できます。
- ブレーキ中に発生される熱は、パネルキャビネット上を移動して、エネルギーとして消費されます。
- ブレーキ抵抗器が過負荷状態になっても、電子部品が過熱することはありません。

推奨ブレーキ抵抗器を章 6.2.5 推奨ブレーキ抵抗器 と章 6.2.6 代替ブレーキ抵抗器、T2 及び T4 に示します。詳細については、VLT® Brake Resistor MCE 101 デザイン・ガイドを参照してください。

水平及び垂直負荷

Danfoss ブレーキ抵抗器の範囲は次の 2 つのグループで構成されます：

- 水平負荷用ブレーキ抵抗器（コンベヤ、トローリー、ガントリクレーン、その他）、図 6.2 をご参照ください。
- 垂直負荷用ブレーキ抵抗器（クレーン、巻き上げ機、昇降機）、図 6.3 をご参照ください。

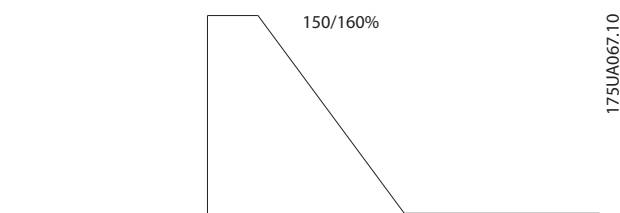


図 6.2 水平負荷

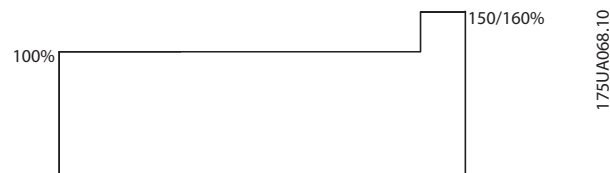


図 6.3 水平負荷

ブレーキ抵抗器は、水平及び垂直ブレーキアプリケーションの一般的なブレーキ要件をカバーすることを意図しています。

水平及び垂直範囲の両方に対応するために、3 つのタイプのブレーキ抵抗器が用意されています：

- アルミニウム筐体入りフラットパックブレーキ抵抗器
- アルミニウム筐体入りコンパクトブレーキ抵抗器
- スチールグリッドブレーキ抵抗器

注文情報については、章 6.2.5 推奨ブレーキ抵抗器 と章 6.2.6 代替ブレーキ抵抗器、T2 及び T4 をご参照ください。

6.2.5 推奨ブレーキ抵抗器

主電源	電圧クラス
P_m	周波数変換器タイプ 用定格モーターサイズ
R_{min}	周波数変換器による最低許容ブレーキ抵抗器
R_{rec}	Danfoss ブレーキ抵抗器の推奨抵抗値
熱リレー	外部熱リレーのブレーキ電流設定
部品番号	Danfoss ブレーキ抵抗器注文番号
ケーブル断面積	PVC 絶縁銅線に基づく推奨最小値。通常放熱で周囲温度 30 °C
$P_{br, cont.}$	ブレーキ抵抗器平均定格電力。温度スイッチにより、IP54、IP21 及び IP65 エンクロージャー保護等級のブレーキ抵抗器で約 90%の連続定格電力が可能になります。
$R_{br, nom}$	モーター・シャフトに対するブレーキ電力を 150/160/110%に確実に 1 分間維持できる公称（計算）抵抗値です。

表 6.6 表 6.7 ～ 表 6.14 において使用される略語

10% 負荷サイクル、水平ブレーキ、T2

FC 202				水平ブレーキ 10% 負荷サイクル							
周波数変換器データ				ブレーキ抵抗器データ						設置	
						Danfoss 部品番号				ケーブル 断面積 [mm ²]	熱 リレー [A]
主電源 タイプ	P _m [kW]	R _{min} [Ω]	R _{br, nom} [Ω]			R _{rec} [Ω]	P _{br, cont.} [kW]	ワイヤ IP54	ネジ端子 IP21		
T2	0.25	380	691.3	630	0.100	175u3002	－	－	－	1.5	0.4
T2	0.37	380	466.7	410	0.100	175u3004	－	－	－	1.5	0.5
T2	0.55	275	313.7	300	0.100	175u3006	－	－	－	1.5	0.6
T2	0.75	188	230.0	200	0.100	175u3011	－	－	－	1.5	0.7
T2	1.1	130	152.9	145	0.100	175u3016	－	－	－	1.5	0.8
T2	1.5	81.0	110.5	100	0.100	175u3021	－	－	－	1.5	0.9
T2	2.2	58.5	74.1	70	0.200	175u3026	－	－	－	1.5	1.6
T2	3	45.0	53.7	48	0.200	175u3031	－	－	－	1.5	1.9
T2	3.7	31.5	39.9	35	0.300	175u3325	－	－	－	1.5	2.7
T2	5.5	22.5	28.7	27	0.360	175u3326	175u3477	175u3478	－	1.5	3.5
T2	7.5	17.7	20.8	18	0.570	175u3327	175u3442	175u3441	－	1.5	5.3
T2	11	12.6	14.0	13	0.680	175u3328	175u3059	175u3060	－	1.5	6.8
T2	15	8.7	10.2	9.0	1.130	175u3329	175u3068	175u3069	－	2.5	10.5
T2	18.5	5.3	8.2	5.7	1.400	175u3330	175u3073	175u3074	－	4	15
T2	22	5.1	6.9	5.7	1.700	175u3331	175u3483	175u3484	－	4	16
T2	30	3.2	5.0	3.5	2.200	175u3332	175u3080	175u3081	－	6	24
T2	37	3.0	4.1	3.5	2.800	175u3333	175u3448	175u3447	－	10	27
T2	45	2.4	3.3	2.8	3.200	175u3334	175u3086	175u3087	－	16	32

表 6.7 T2、水平ブレーキ 10% 負荷サイクル、推奨ブレーキ抵抗器

40% 負荷サイクル、垂直ブレーキ、T2

FC 202				垂直ブレーキ 40% 負荷サイクル							
周波数変換器データ				ブレーキ抵抗器データ						設置	
				R _{rec} [Ω]	P _{br, cont.} [kW]	Danfoss 部品番号				ケーブル断 面積 [mm ²]	熱 リレー [A]
主電源 タイプ	P _m [kW]	R _{min} [Ω]	R _{br, nom} [Ω]			ワイヤ IP54	ネジ端子 IP21	ネジ端子 IP65	Bolt connectio n IP20		
T2	0.25	380	691.3	630	0.100	175u3002	–	–	–	1.5	0.4
T2	0.37	380	466.7	410	0.100	175u3004	–	–	–	1.5	0.5
T2	0.55	275	313.7	300	0.200	175u3096	–	–	–	1.5	0.8
T2	0.75	188	230.0	200	0.200	175u3008	–	–	–	1.5	0.9
T2	1.1	130	152.9	145	0.300	175u3300	–	–	–	1.5	1.3
T2	1.5	81.0	110.5	100	0.450	175u3301	175u3402	175u3401	–	1.5	2
T2	2.2	58.5	74.1	70	0.570	175u3302	175u3404	175u3403	–	1.5	2.7
T2	3	45.0	53.7	48	0.960	175u3303	175u3406	175u3405	–	1.5	4.2
T2	3.7	31.5	39.9	35	1.130	175u3304	175u3408	175u3407	–	1.5	5.4
T2	5.5	22.5	28.7	27	1.400	175u3305	175u3410	175u3409	–	1.5	6.8
T2	7.5	17.7	20.8	18	2.200	175u3306	175u3412	175u3411	–	1.5	10.4
T2	11	12.6	14.0	13	3.200	175u3307	175u3414	175u3413	–	2.5	14.7
T2	15	8.7	10.2	9.0	5.500	–	175u3176	175u3177	–	4	23
T2	18.5	5.3	8.2	5.7	6.000	–	–	–	175u3233	10	33
T2	22	5.1	6.9	5.7	8.000	–	–	–	175u3234	10	38
T2	30	3.2	5.0	3.5	9.000	–	–	–	175u3235	16	51
T2	37	3.0	4.1	3.5	14.000	–	–	–	175u3224	25	63
T2	45	2.4	3.3	2.8	17.000	–	–	–	175u3227	35	78

表 6.8 T2、垂直ブレーキ 40% 負荷サイクル、推奨ブレーキ抵抗器

10% 負荷サイクル、水平ブレーキ、T4

FC 202				水平ブレーキ 10% 負荷サイクル							
周波数変換器データ				ブレーキ抵抗器データ						設置	
				R _{rec} [Ω]	P _{br, cont.} [kW]	Danfoss 部品番号				ケーブル 断面積 [mm ²]	熱 リレー [A]
主電源 タイプ	P _m [kW]	R _{min} [Ω]	R _{br, nom} [Ω]			ワイヤ IP54	ネジ端子 IP21	ネジ端子 IP65	Bolt connectio n IP20		
T4	0.37	1000	1864.2	1200	0.100	175u3000	–	–	–	1.5	0.3
T4	0.55	1000	1246.3	1200	0.100	175u3000	–	–	–	1.5	0.3
T4	0.75	620	910.2	850	0.100	175u3001	–	–	–	1.5	0.4
T4	1.1	546	607.3	630	0.100	175u3002	–	–	–	1.5	0.4
T4	1.5	382	437.3	410	0.100	175u3004	–	–	–	1.5	0.5
T4	2.2	260	293.3	270	0.200	175u3007	–	–	–	1.5	0.8
T4	3	189	212.7	200	0.200	175u3008	–	–	–	1.5	0.9
T4	4	135	157.3	145	0.300	175u3300	–	–	–	1.5	1.3
T4	5.5	99.0	113.3	110	0.450	175u3335	175u3450	175u3449	–	1.5	1.9
T4	7.5	72.0	82.4	80	0.570	175u3336	175u3452	175u3451	–	1.5	2.5
T4	11	50.0	55.3	56	0.680	175u3337	175u3027	175u3028	–	1.5	3.3
T4	15	36.0	40.3	38	1.130	175u3338	175u3034	175u3035	–	1.5	5.2
T4	18.5	27.0	32.5	28	1.400	175u3339	175u3039	175u3040	–	1.5	6.7
T4	22	20.3	27.2	22	1.700	175u3340	175u3047	175u3048	–	1.5	8.3
T4	30	18.0	19.8	19	2.200	175u3357	175u3049	175u3050	–	1.5	10.1
T4	37	13.4	16.0	14	2.800	175u3341	175u3055	175u3056	–	2.5	13.3
T4	45	10.8	13.1	12	3.200	175u3359	175u3061	175u3062	–	2.5	15.3
T4	55	8.8	10.7	9.5	4.200	–	175u3065	175u3066	–	4	20
T4	75	6.5	7.8	7.0	5.500	–	175u3070	175u3071	–	6	26
T4	90	4.2	6.5	5.5	7.000	–	–	–	175u3231	10	36
T4	110	3.6	5.3	4.7	9.000	–	–	–	175u3079	16	44
T4	132	3.0	4.4	3.7	11.000	–	–	–	175u3083	25	55
T4	160	2.5	3.6	3.3	13.000	–	–	–	175u3084	35	63
T4	200	2.0	2.9	2.7	16.000	–	–	–	175u3088	50	77
T4	250	1.6	2.3	2.1	20.000	–	–	–	175u3091	70	98
T4	315	1.2	1.8	1.7	26.000	–	–	–	175u3093	2 x 35	124
T4	355	1.2	1.6	1.3	32.000	–	–	–	175u3097	2 x 35	157
T4	400	1.2	1.4	1.2	36.000	–	–	–	175u3098	2 x 50	173
T4	450	1.1	1.3	1.1	42.000	–	–	–	175u3099	2 x 50	196
T4	500	0.9	1.1	2 x 1.9	–	–	–	–	–	–	–
T4	560	0.9	1.0	2 x 1.7	–	–	–	–	–	–	–
T4	630	0.8	0.9	2 x 1.5	–	–	–	–	–	–	–
T4	710	0.7	0.8	2 x 1.3	–	–	–	–	–	–	–
T4	800	0.6	0.7	3 x 1.8	–	–	–	–	–	–	–
T4	1000	0.5	0.6	3 x 1.6	–	–	–	–	–	–	–

表 6.9 T4、水平ブレーキ 10% 負荷サイクル、推奨ブレーキ抵抗器

40% 負荷サイクル、垂直ブレーキ、T4

FC 202				垂直ブレーキ 40% 負荷サイクル							
周波数変換器データ				ブレーキ抵抗器データ						設置	
				R _{rec} [Ω]	P _{br, cont.} [kW]	Danfoss 部品番号				ケーブル断面積 [mm ²]	熱リレー [A]
主電源 タイプ	P _m [kW]	R _{min} [Ω]	R _{br, nom} [Ω]			ワイヤ IP54	ネジ端子 IP21	ネジ端子 IP65	Bolt connection IP20		
T4	0.37	1000	1864.2	1200	0.200	175u3101	–	–	–	1.5	0.4
T4	0.55	1000	1246.3	1200	0.200	175u3101	–	–	–	1.5	0.4
T4	0.75	620	910.2	850	0.200	175u3308	–	–	–	1.5	0.5
T4	1.1	546	607.3	630	0.300	175u3309	–	–	–	1.5	0.7
T4	1.5	382	437.3	410	0.450	175u3310	175u3416	175u3415	–	1.5	1
T4	2.2	260	293.3	270	0.570	175u3311	175u3418	175u3417	–	1.5	1.4
T4	3	189	212.7	200	0.960	175u3312	175u3420	175u3419	–	1.5	2.1
T4	4	135	157.3	145	1.130	175u3313	175u3422	175u3421	–	1.5	2.7
T4	5.5	99.0	113.3	110	1.700	175u3314	175u3424	175u3423	–	1.5	3.7
T4	7.5	72.0	82.4	80	2.200	175u3315	175u3138	175u3139	–	1.5	5
T4	11	50.0	55.3	56	3.200	175u3316	175u3428	175u3427	–	1.5	7.1
T4	15	36.0	40.3	38	5.000	–	–	–	175u3236	1.5	11.5
T4	18.5	27.0	32.5	28	6.000	–	–	–	175u3237	2.5	14.7
T4	22	20.3	27.2	22	8.000	–	–	–	175u3238	4	19
T4	30	18.0	19.8	19	10.000	–	–	–	175u3203	4	23
T4	37	13.4	16.0	14	14.000	–	–	–	175u3206	10	32
T4	45	10.8	13.1	12	17.000	–	–	–	175u3210	10	38
T4	55	8.8	10.7	9.5	21.000	–	–	–	175u3213	16	47
T4	75	6.5	7.8	7.0	26.000	–	–	–	175u3216	25	61
T4	90	4.2	6.5	5.5	36.000	–	–	–	175u3219	35	81
T4	110	3.6	5.3	4.7	42.000	–	–	–	175u3221	50	95
T4	132	3.0	4.4	3.7	52.000	–	–	–	175u3223	70	119
T4	160	2.5	3.6	3.3	60.000	–	–	–	175u3225	2 x 35	135
T4	200	2.0	2.9	2.7	78.000	–	–	–	175u3228	2 x 50	170
T4	250	1.6	2.3	2.1	90.000	–	–	–	175u3230	2 x 70	207
T4	315	1.2	1.8	1.7	–	–	–	–	–	–	–
T4	355	1.2	1.6	1.3	–	–	–	–	–	–	–
T4	400	1.2	1.4	1.2	–	–	–	–	–	–	–
T4	450	1.1	1.3	1.1	–	–	–	–	–	–	–
T4	500	0.9	1.1	2 x 1.9	–	–	–	–	–	–	–
T4	560	0.9	1.0	2 x 1.7	–	–	–	–	–	–	–
T4	630	0.8	0.9	2 x 1.5	–	–	–	–	–	–	–
T4	710	0.7	0.8	2 x 1.3	–	–	–	–	–	–	–
T4	800	0.6	0.7	3 x 1.8	–	–	–	–	–	–	–
T4	1000	0.5	0.6	3 x 1.6	–	–	–	–	–	–	–

表 6.10 T4、垂直ブレーキ 40% 負荷サイクル、推奨ブレーキ抵抗器

10% 負荷サイクル、水平ブレーキ、T6

FC 202				水平ブレーキ 10% 負荷サイクル							
周波数変換器データ				ブレーキ抵抗器データ						設置	
				R _{rec} [Ω]	P _{br, cont.} [kW]	Danfoss 部品番号				ケーブル 断面積 [mm ²]	熱 リレー [A]
主電源 タイプ	P _m [kW]	R _{min} [Ω]	R _{br, nom} [Ω]			ワイヤ IP54	ネジ端子 IP21	ネジ端子 IP65	Bolt connection IP20		
T6	0.75	620	1329.7	1200	0.100	175u3000	–	–	–	1.5	0.3
T6	1.1	620	889.1	850	0.100	175u3001	–	–	–	1.5	0.4
T6	1.5	550	642.7	570	0.100	175u3003	–	–	–	1.5	0.4
T6	2.2	380	431.1	415	0.200	175u3005	–	–	–	1.5	0.7
T6	3	260	312.5	270	0.200	175u3007	–	–	–	1.5	0.8
T6	4	189	231.6	200	0.300	175u3342	–	–	–	1.5	1.1
T6	5.5	135	166.6	145	0.450	175u3343	175u3012	175u3013	–	1.5	1.7
T6	7.5	99.0	121.1	100	0.570	175u3344	175u3136	175u3137	–	1.5	2.3
T6	11	69.0	81.6	72	0.680	175u3345	175u3456	175u3455	–	1.5	2.9
T6	15	48.6	59.4	52	1.130	175u3346	175u3458	175u3457	–	1.5	4.4
T6	18.5	35.1	47.9	38	1.400	175u3347	175u3460	175u3459	–	1.5	5.7
T6	22	27.0	40.1	31	1.700	175u3348	175u3037	175u3038	–	1.5	7
T6	30	22.5	29.2	27	2.200	175u3349	175u3043	175u3044	–	1.5	8.5
T6	37	17.1	23.6	19	2.800	175u3350	175u3462	175u3461	–	2.5	11.4
T6	45	13.5	19.4	14	3.200	175u3358	175u3464	175u3463	–	2.5	14.2
T6	55	11.7	15.8	13.5	4.200	–	175u3057	175u3058	–	4	17
T6	75	9.9	11.5	11	5.500	–	175u3063	175u3064	–	6	21
T6	90	8.6	9.6	7.0	7.000	–	–	–	175u3245	10	32

表 6.11 T6、水平ブレーキ 10% 負荷サイクル、推奨ブレーキ抵抗器

40% 負荷サイクル、垂直ブレーキ、T6

FC 202				垂直ブレーキ 40% 負荷サイクル							
周波数変換器データ				ブレーキ抵抗器データ						設置	
				R _{rec} [Ω]	P _{br, cont.} [kW]	Danfoss 部品番号				ケーブル断 面積 [mm ²]	熱 リレー [A]
主電源 タイプ	P _m [kW]	R _{min} [Ω]	R _{br, nom} [Ω]			ワイヤ IP54	ネジ端子 IP21	ネジ端子 IP65	Bolt connectio n IP20		
T6	0.75	620	1329.7	1200	0.360	—	175u3102	175u3103	—	1.5	0.6
T6	1.1	620	889.1	850	0.280	175u3317	175u3104	175u3105	—	1.5	0.6
T6	1.5	550	642.7	570	0.450	175u3318	175u3430	175u3429	—	1.5	0.9
T6	2.2	380	431.1	415	0.570	175u3319	175u3432	175u3431	—	1.5	1.1
T6	3	260	312.5	270	0.960	175u3320	175u3434	175u3433	—	1.5	1.8
T6	4	189	231.6	200	1.130	175u3321	175u3436	175u3435	—	1.5	2.3
T6	5.5	135	166.6	145	1.700	175u3322	175u3126	175u3127	—	1.5	3.3
T6	7.5	99.0	121.1	100	2.200	175u3323	175u3438	175u3437	—	1.5	4.4
T6	11	69.0	81.6	72	3.200	175u3324	175u3440	175u3439	—	1.5	6.3
T6	15	48.6	59.4	52	5.500	—	175u3148	175u3149	—	1.5	9.7
T6	18.5	35.1	47.9	38	6.000	—	—	—	175u3239	2.5	12.6
T6	22	27.0	40.1	31	8.000	—	—	—	175u3240	4	16
T6	30	22.5	29.2	27	10.000	—	—	—	175u3200	4	19
T6	37	17.1	23.6	19	14.000	—	—	—	175u3204	10	27
T6	45	13.5	19.4	14	17.000	—	—	—	175u3207	10	35
T6	55	11.7	15.8	13.5	21.000	—	—	—	175u3208	16	40
T6	75	9.9	11.5	11	26.000	—	—	—	175u3211	25	49
T6	90	8.6	9.6	7.0	30.000	—	—	—	175u3241	35	66

表 6.12 T6、垂直ブレーキ 40% 負荷サイクル、推奨ブレーキ抵抗器

10% 負荷サイクル、水平ブレーキ、T7

FC 202				水平ブレーキ 10% 負荷サイクル							
周波数変換器データ				ブレーキ抵抗器データ						設置	
				R _{rec} [Ω]	P _{br, cont.} [kW]	Danfoss 部品番号				ケーブル 断面積 [mm ²]	熱 リレー [A]
主電源 タイプ	P _m [kW]	R _{min} [Ω]	R _{br, nom} [Ω]			ワイヤ IP54	ネジ端子 IP21	ネジ端子 IP65	Bolt connectio n IP20		
T7	1.1	620	830	630	0.100	175u3002	–	–	–	1.5	0.4
T7	1.5	513	600	570	0.100	175u3003	–	–	–	1.5	0.4
T7	2.2	340	403	415	0.200	175u3005	–	–	–	1.5	0.7
T7	3	243	292	270	0.300	175u3361	–	–	–	1.5	1
T7	4	180	216	200	0.360	–	175u3009	175u3010	–	1.5	1.3
T7	5.5	130	156	145	0.450	–	175u3012	175u3013	–	1.5	1.7
T7	7.5	94	113	105	0.790	–	175u3481	175u3482	–	1.5	2.6
T7	11	94.5	110.9	105	0.790	175u3360	175u3481	175u3482	–	1.5	2.7
T7	15	69.7	80.7	72	1.130	175u3351	175u3466	175u3465	–	1.5	3.8
T7	18.5	46.8	65.1	52	1.400	175u3352	175u3468	175u3467	–	1.5	4.9
T7	22	36.0	54.5	42	1.700	175u3353	175u3032	175u3033	–	1.5	6
T7	30	29.0	39.7	31	2.200	175u3354	175u3470	175u3469	–	1.5	7.9
T7	37	22.5	32.1	27	2.800	175u3355	175u3472	175u3471	–	2.5	9.6
T7	45	18.0	26.3	22	3.200	175u3356	175u3479	175u3480	–	2.5	11.3
T7	55	13.5	21.4	15.5	4.200	–	175u3474	175u3473	–	4	15
T7	75	13.5	15.6	13.5	5.500	–	175u3476	175u3475	–	6	19
T7	90	8.8	13.0	11	7.000	–	–	–	175u3232	10	25
T7	110	8.8	10.6	9.1	9.000	–	–	–	175u3067	16	32
T7	132	6.6	8.8	7.4	11.000	–	–	–	175u3072	16	39
T7	160	4.2	7.2	6.1	13.000	–	–	–	175u3075	16	46
T7	200	4.2	5.8	5.0	16.000	–	–	–	175u3078	25	57
T7	250	3.4	4.6	4.0	20.000	–	–	–	175u3082	35	71
T7	315	2.3	3.7	3.2	26.000	–	–	–	175u3085	50	90
T7	400	2.3	2.9	2.5	32.000	–	–	–	175u3089	70	113
T7	450	2.0	2.6	2.3	36.000	–	–	–	175u3090	2 x 35	125
T7	500	1.9	2.3	2.0	42.000	–	–	–	175u3092	2 x 35	145
T7	560	1.5	2.1	1.6	52.000	–	–	–	175u3094	2 x 50	180
T7	630	1.4	1.8	1.4	60.000	–	–	–	175u3095	2 x 50	207
T7	710	1.2	1.6	2 x 2.6	–	–	–	–	–	–	–
T7	800	1.1	1.4	2 x 2.2	–	–	–	–	–	–	–
T7	900	1.0	1.3	2 x 2.0	–	–	–	–	–	–	–
T7	1000	0.9	1.1	3 x 2.6	–	–	–	–	–	–	–
T7	1200	0.8	1.0	3 x 2.4	–	–	–	–	–	–	–
T7	1400	0.6	0.8	3 x 2.0	–	–	–	–	–	–	–

表 6.13 T7、水平ブレーキ 10% 負荷サイクル、推奨ブレーキ抵抗器

40% 負荷サイクル、垂直ブレーキ、T7

FC 202				垂直ブレーキ 40% 負荷サイクル							
周波数変換器データ				ブレーキ抵抗器データ						設置	
				R _{rec} [Ω]	P _{br, cont.} [kW]	Danfoss 部品番号				ケーブル断 面積 [mm ²]	熱 リレー [A]
主電源 タイプ	P _m [kW]	R _{min} [Ω]	R _{br, nom} [Ω]			ワイヤ IP54	ネジ端子 IP21	ネジ端子 IP65	Bolt connectio n IP20		
T7	1.1	620	830	630	0.360	–	175u3108	175u3109	–	1.5	0.8
T7	1.5	513	600	570	0.570	–	175u3110	175u3111	–	1.5	1
T7	2.2	340	403	415	0.790	–	175u3112	175u3113	–	1.5	1.3
T7	3	243	292	270	1.130	–	175u3118	175u3119	–	1.5	2
T7	4	180	216	200	1.700	–	175u3122	175u3123	–	1.5	2.8
T7	5.5	130	156	145	2.200	–	175u3106	175u3107	–	1.5	3.7
T7	7.5	94	113	105	3.200	–	175u3132	175u3133	–	1.5	5.2
T7	11	94.5	110.9	105	4.200	–	175u3134	175u3135	–	1.5	6
T7	15	69.7	80.7	72	4.200	–	175u3142	175u3143	–	1.5	7.2
T7	18.5	46.8	65.1	52	6.000	–	–	–	175u3242	2.5	10.8
T7	22	36.0	54.5	42	8.000	–	–	–	175u3243	2.5	13.9
T7	30	29.0	39.7	31	10.000	–	–	–	175u3244	4	18
T7	37	22.5	32.1	27	14.000	–	–	–	175u3201	10	23
T7	45	18.0	26.3	22	17.000	–	–	–	175u3202	10	28
T7	55	13.5	21.4	15.5	21.000	–	–	–	175u3205	16	37
T7	75	13.5	15.6	13.5	26.000	–	–	–	175u3209	16	44
T7	90	8.8	13.0	11	36.000	–	–	–	175u3212	25	57
T7	110	8.8	10.6	9.1	42.000	–	–	–	175u3214	35	68
T7	132	6.6	8.8	7.4	52.000	–	–	–	175u3215	50	84
T7	160	4.2	7.2	6.1	60.000	–	–	–	175u3218	70	99
T7	200	4.2	5.8	5.0	78.000	–	–	–	175u3220	2 x 35	125
T7	250	3.4	4.6	4.0	90.000	–	–	–	175u3222	2 x 35	150
T7	315	2.3	3.7	3.2	–	–	–	–	–	–	–
T7	400	2.3	2.9	2.5	–	–	–	–	–	–	–
T7	450	2.0	2.6	2.3	–	–	–	–	–	–	–
T7	500	1.9	2.3	2.0	–	–	–	–	–	–	–
T7	560	1.5	2.1	1.6	–	–	–	–	–	–	–
T7	630	1.4	1.8	1.4	–	–	–	–	–	–	–
T7	710	1.2	1.6	2 x 2.6	–	–	–	–	–	–	–
T7	800	1.1	1.4	2 x 2.2	–	–	–	–	–	–	–
T7	900	1.0	1.3	2 x 2.0	–	–	–	–	–	–	–
T7	1000	0.9	1.1	3 x 2.6	–	–	–	–	–	–	–
T7	1200	0.8	1.0	3 x 2.4	–	–	–	–	–	–	–
T7	1400	0.6	0.8	3 x 2.0	–	–	–	–	–	–	–

表 6.14 T7、垂直ブレーキ 40% 負荷サイクル、推奨ブレーキ抵抗器

6.2.6 代替ブレーキ抵抗器、T2 及び T4

主電源	電圧クラス
P_m	周波数変換器タイプ 用定格モーターサイズ
R_{min}	ブレーキ抵抗器の最低値 – 周波数変換器による
R_{rec}	Danfoss ブレーキ抵抗器の推奨抵抗値
負荷サイクル	$P_{br, cont.} \times 100 / P_m$
部品番号	Danfoss ブレーキ抵抗器注文番号
$P_{br, cont.}$	ブレーキ抵抗器平均定格電力。
$R_{br, nom}$	モーター・シャフトに対するブレーキ電力を 150/160/110%に確実に 1 分間維持できる公称（計算）抵抗値です。

表 6.15 表 6.16 ～ 表 6.17において使用される略語

主電源: 200-240 V , T2

FC 202	P_m	R_{min}	$R_{br, nom}$	フラット・バック IP65		
				$R_{rec} \text{ per item} / P_{br, cont.}$	負荷サイクル	Danfoss 部品番号
T2	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω/W]	%	175Uxxxx
PK25	0.25	380	691.3	430/100	40	1002
PK37	0.37	380	466.7	430/100	27	1002
PK55	0.55	275	313.7	330/100	18	1003
PK55	0.55	275	313.7	310/200	36	0984
PK75	0.75	188	230.0	220/100	13	1004
PK75	0.75	188	230.0	210/200	26	0987
P1K1	1.1	130	152.9	150/100	9	1005
P1K1	1.1	130	152.9	150/200	18	0989
P1K5	1.5	81.0	110.5	100/100	7	1006
P1K5	1.5	81.0	110.5	100/200	14	0991
P2K2	2.2	58.5	74.1	72/200	9	0992
P3K0	3	45.0	53.7	50/200	7	0993
P3K7	3.7	31.5	39.9	35/200	6	0994
P3K7	3.7	31.5	39.9	72/200	11	2 x 0992
P5K5	5.5	22.5	28.7	40/200	7	2 x 0996

表 6.16 主電源: 200-240 V (T2)、代替ブレーキ抵抗器

主電源: 380-480 V, T4

FC 202	P _m	R _{min}	R _{br, nom}	フラット・バック IP65		
				R _{rec} per item/ P _{br, cont.}	負荷サイクル	Danfoss 部品番号
T4	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω/W]	%	175Uxxxx
PK75	0.75	620	910.2	830/100	13	1000
P1K1	1.1	546	607.3	620/100	9	1001
P1K1	1.1	546	607.3	620/200	18	0982
P1K5	1.5	382	437.3	430/100	7	1002
P1K5	1.5	382	437.3	430/200	14	0983
P2K2	2.2	260	293.3	310/200	9	0984
P3K0	3	189	212.7	210/200	7	0987
P4K0	4	135	157.3	150/200	5	0989
P4K0	4	135	157.3	300/200	10	2 x 0985
P5K5	5.5	99.0	113.3	130/200	7	2 x 0990
P7K5	7.5	72.0	82.4	80/240	6	2 x 0090

表 6.17 主電源: 380-480 V (T4)、代替ブレーキ抵抗器

6.2.7 高調波フィルター

高調波フィルターは主電源の高調波を低減するのに使用します。

- AHF 010: 10% の電流歪み
- AHF 005: 5% の電流歪み

冷却と換気

IP20: 自然対流または内蔵ファンによる冷却。

IP00: 追加の強制冷却が必要です。設置の間、フィルターの過熱を防ぐために、フィルターへの十分なエアフローを確保してください。フィルターには、最低 2 m/s のエアフローを通す必要があります。

電力及び電流の定格 ¹⁾		代表的なモーター	フィルター電流定格	注文番号 AHF 005		注文番号 AHF 010	
			50 Hz				
[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
0.37-4.0	1.2-9	3	10	130B1392	130B1229	130B1262	130B1027
5.5-7.5	14.4	7.5	14	130B1393	130B1231	130B1263	130B1058
11.0	22	11	22	130B1394	130B1232	130B1268	130B1059
15.0	29	15	29	130B1395	130B1233	130B1270	130B1089
18.0	34	18.5	34	130B1396	130B1238	130B1273	130B1094
22.0	40	22	40	130B1397	130B1239	130B1274	130B1111
30.0	55	30	55	130B1398	130B1240	130B1275	130B1176
37.0	66	37	66	130B1399	130B1241	130B1281	130B1180
45.0	82	45	82	130B1442	130B1247	130B1291	130B1201
55.0	96	55	96	130B1443	130B1248	130B1292	130B1204
75.0	133	75	133	130B1444	130B1249	130B1293	130B1207
90.0	171	90	171	130B1445	130B1250	130B1294	130B1213

表 6.18 380-415 V、50 Hz 用高調波フィルター

電力及び電流の定格 ¹⁾		代表的なモーター	フィルター電流定格	注文番号 AHF 005		注文番号 AHF 010	
			60 Hz				
[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
0.37-4.0	1.2-9	3	10	130B3095	130B2857	130B2874	130B2262
5.5-7.5	14.4	7.5	14	130B3096	130B2858	130B2875	130B2265
11.0	22	11	22	130B3097	130B2859	130B2876	130B2268
15.0	29	15	29	130B3098	130B2860	130B2877	130B2294
18.0	34	18.5	34	130B3099	130B2861	130B3000	130B2297
22.0	40	22	40	130B3124	130B2862	130B3083	130B2303
30.0	55	30	55	130B3125	130B2863	130B3084	130B2445
37.0	66	37	66	130B3026	130B2864	130B3085	130B2459
45.0	82	45	82	130B3127	130B2865	130B3086	130B2488
55.0	96	55	96	130B3128	130B2866	130B3087	130B2489
75.0	133	75	133	130B3129	130B2867	130B3088	130B2498
90.0	171	90	171	130B3130	130B2868	130B3089	130B2499

表 6.19 380-415 V、60 Hz の高調波フィルター

電力及び電流の定格 ¹⁾		代表的なモーター	フィルター電流定格	注文番号 AHF 005		注文番号 AHF 010	
			60 Hz				
[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
0.37-4.0	1-7.4	3	10	130B1787	130B1752	130B1770	130B1482
5.5-7.5	9.9-13	7.5	14	130B1788	130B1753	130B1771	130B1483
11.0	19	11	19	130B1789	130B1754	130B1772	130B1484
15.0	25	15	25	130B1790	130B1755	130B1773	130B1485
18.0	31	18.5	31	130B1791	130B1756	130B1774	130B1486
22.0	36	22	36	130B1792	130B1757	130B1775	130B1487
30.0	47	30	48	130B1793	130B1758	130B1776	130B1488
37.0	59	37	60	130B1794	130B1759	130B1777	130B1491
45.0	73	45	73	130B1795	130B1760	130B1778	130B1492
55.0	95	55	95	130B1796	130B1761	130B1779	130B1493
75.0	118	75	118	130B1797	130B1762	130B1780	130B1494
90	154	90	154	130B1798	130B1763	130B1781	130B1495

表 6.20 440-480 V、60 Hz の高調波フィルター

1) 実際の動作環境に従った周波数変換器電力と電流定格

電力及び電流の定格 ¹⁾		代表的なモーター	フィルター電流定格	注文番号 AHF 005		注文番号 AHF 010	
			60 Hz				
[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
11.0	15	10	15	130B5261	130B5246	130B5229	130B5212
15.0	19	16.4	20	130B5262	130B5247	130B5230	130B5213
18.0	24	20	24	130B5263	130B5248	130B5231	130B5214
22.0	29	24	29	130B5263	130B5248	130B5231	130B5214
30.0	36	33	36	130B5265	130B5250	130B5233	130B5216
37.0	49	40	50	130B5266	130B5251	130B5234	130B5217
45.0	58	50	58	130B5267	130B5252	130B5235	130B5218
55.0	74	60	77	130B5268	130B5253	130B5236	130B5219
75.0	85	75	87	130B5269	130B5254	130B5237	130B5220
90	106	90	109	130B5270	130B5255	130B5238	130B5221

表 6.21 600 V、60 Hz 用高調波フィルター

電力及び電流 の定格 1)		代表的な モーター	電力及び電流の定 格		代表的なモ ーター	フィルター電 流定格	注文番号 AHF 005		注文番号 AHF 010	
500-550 V			551-690 V			50 Hz				
[kW]	[A]	[kW]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
11.0	15	7.5	P15K	16	15	15	130B5000	130B5088	130B5297	130B5280
15.0	19.5	11	P18K	20	18.5	20	130B5017	130B5089	130B5298	130B5281
18.0	24	15	P22K	25	22	24	130B5018	130B5090	130B5299	130B5282
22.0	29	18.5	P30K	31	30	29	130B5019	130B5092	130B5302	130B5283
30.0	36	22	P37K	38	37	36	130B5021	130B5125	130B5404	130B5284
37.0	49	30	P45K	48	45	50	130B5022	130B5144	130B5310	130B5285
45.0	59	37	P55K	57	55	58	130B5023	130B5168	130B5324	130B5286
55.0	71	45	P75K	76	75	77	130B5024	130B5169	130B5325	130B5287
75.0	89	55				87	130B5025	130B5170	130B5326	130B5288
90.0	110	90				109	130B5026	130B5172	130B5327	130B5289

表 6.22 500-690 V、50 Hz の高調波フィルター

1) 実際の動作環境に従った周波数変換器電力と電流定格

6.2.8 正弦波フィルター

周波数変換器の電力及び電流定格						フィルター電流定格			スイッチ周波数	注文番号	
200-240 V		380-440 V		441-500 V		50 Hz	60 Hz	100 Hz		IP00	IP20/23 ¹⁾
[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[A]	[A]	[A]	[kHz]		
－	－	0.37	1.3	0.37	1.1	2.5	2.5	2	5	130B2404	130B2439
0.25	1.8	0.55	1.8	0.55	1.6						
0.37	2.4	0.75	2.4	0.75	2.1						
		1.1	3	1.1	3	4.5	4	3.5	5	130B2406	130B2441
0.55	3.5	1.5	4.1	1.5	3.4						
0.75	4.6	2.2	5.6	2.2	4.8						
1.1	6.6	3	7.2	3	6.3	8	7.5	5.5	5	130B2408	130B2443
1.5	7.5	－	－	－	－						
－	－	4	10	4	8.2						
2.2	10.6	5.5	13	5.5	11	17	16	13	5	130B2411	130B2446
3	12.5	7.5	16	7.5	14.5						
3.7	16.7	－	－	－	－						
5.5	24.2	11	24	11	21	24	23	18	4	130B2412	130B2447
7.5	30.8	15	32	15	27	38	36	28.5	4	130B2413	130B2448
		18.5	37.5	18.5	34						
11	46.2	22	44	22	40	48	45.5	36	4	130B2281	130B2307
15	59.4	30	61	30	52	62	59	46.5	3	130B2282	130B2308
18.5	74.8	37	73	37	65	75	71	56	3	130B2283	130B2309
22	88	45	90	55	80	115	109	86	3	130B3179	130B3181*
30	115	55	106	75	105						
37	143	75	147	90	130						
45	170	90	177								

表 6.23 380-500 V の周波数変換器用正弦波フィルター

1) *でマークされている注文番号は IP23 です。

周波数変換器の電力及び電流定格						フィルター電流定格 0690 V			スイッチ 周波数	注文番号	
525 - 600 V		551 - 690 V		525 - 550 V		50 Hz	60 Hz	100 Hz		IP00	IP20/23 ¹⁾
[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[A]	[A]	[A]	kHz		
0.75	1.7	1.1	1.6	1.1	2.1	4.5	4	3	4	130B7335	130B7356
1.1	2.4	1.5	2.2	1.5	2.7						
1.5	2.7	2.2	3.2	2.2	3.9						
2.2	3.9	3.0	4.5	3.0	4.9						
3	4.9	4.0	5.5	4.0	6.1	10	9	7	4	130B7289	130B7324
4	6.1	5.5	7.5	5.5	9.0						
5.5	9	7.5	10	7.5	11						
7.5	11	11	13	7.5	14	13	12	9	3	130B3195	130B3196
11	18	15	18	11	19	28	26	21	3	130B4112	130B4113
15	22	18.5	22	15	23						
18.5	27	22	27	18	28						
22	34	30	34	22	36	45	42	33	3	130B4114	130B4115
30	41	37	41	30	48						
37	52	45	52	37	54	76	72	57	3	130B4116	130B4117*
45	62	55	62	45	65						
55	83	75	83	55	87	115	109	86	3	130B4118	130B4119*
75	100	90	100	75	105						
90	131	-	-	90	137	165	156	124	2	130B4121	130B4124*

表 6.24 525 - 600 V 及び 525 - 690 V の周波数変換器用正弦波フィルター

1) *でマークされている注文番号は IP23 です。

パラメーター	設定
14-00 スイッチ・パターン	[1] SFAVM
14-01 スイッチ周波数	個々のフィルターに従って設定します。フィルター製品ラベルと出力フィルターマニュアルに記載されています。正弦波フィルターでは、個別のフィルターによって指定されている値よりも低いスイッチ周波数は許可されません。
14-55 出力フィルター	[2] 正弦波フィルター固定

表 6.25 正弦波フィルター動作パラメーター設定

6.2.9 dU/dt フィルター

周波数変換器定格 [V]										フィルター電流定格 [V]				注文番号		
200-240		380-440		441-500		525-550		551-690		380 @60 Hz 200-400/ 440@50 Hz	460/480 @60 Hz 500/525 @50 Hz	575/600 @60 Hz	690 @50 Hz	IP00	IP20	IP54
[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]			
3	12.5	5.5	13	5.5	11	5.5	9.5	1.1	1.6	17	15	13	10	N/A	130B7367 ¹⁾	N/A
3.7	16	7.5	16	7.5	14.5	7.5	11.5	1.5	2.2							
-	-	-	-	-	-	-	-	2.2	3.2							
								3	4.5							
								4	5.5							
								5.5	7.5							
								7.5	10							
5.5	24.2	11	24	11	21	7.5	14	11	13	44	40	32	27	130B2835	130B2836*	130B2837
7.5	30.8	15	32	15	27	11	19	15	18							
-	-	18.5	37.5	18.5	34	15	23	18.5	22							
-	-	22	44	22	40	18.5	28	22	27							
11	46.2	30	61	30	52	30	43	30	34	90	80	58	54	130B2838	130B2839*	130B2840
15	59.4	37	73	37	65	37	54	37	41							
18.5	74.8	45	90	55	80	45	65	45	52							
22	88	-	-	-	-	-	-	-	-							
-	-	55	106	75	105	55	87	55	62	106	105	94	86	130B2841	130B2842*	130B2843
-	-							75	83							
30	115	75	147	90	130	75	113	90	108	177	160	131	108	130B2844	130B2845*	130B2846
37	143	90	177	-	-	90	137	-	-							
45	170	-	-	-	-	-	-	-	-							

表 6.26 200-690 V 用 dU/dt フィルター

1) 床設置及びブック型設置をサポートする専用 A3 エンクロージャー・サイズ。周波数変換器への固定シールド・ケーブル接続。

パラメーター	設定
14-01 スイッチ周波数	個別のフィルターによって指定されている値よりも高い動作スイッチ周波数は推奨されません。
14-55 出力フィルター	[0] フィルターなし
14-56 Capacitance Output Filter	未使用
14-57 Inductance Output Filter	未使用

表 6.27 dU/dt フィルター動作パラメーター設定

6.2.10 コモンモード・フィルター

エンクロージャー・サイズ	注文番号	コア寸法					重量
		W	w	H	時間	d	[kg]
A 及び B	130B3257	60	43	40	25	22.3	0.25
C1	130B7679	82.8	57.5	45.5	20.6	33	
C2、C3、C4	130B3258	102	69	61	28	37	1.6
D	130B3259	189	143	126	80	37	2.45

表 6.28 コモンモード・フィルター、注文番号

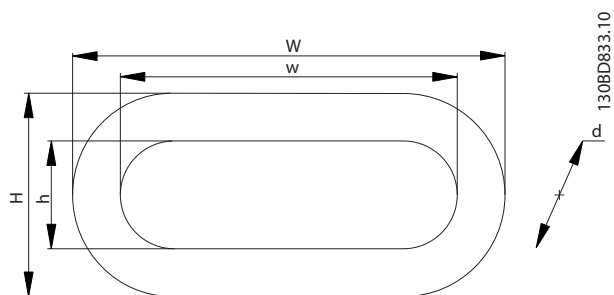


図 6.4 HF-CM Core

7 仕様

7.1 電気データ

7.1.1 主電源 1x200-240 V AC

タイプ指定	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K7	P5K5	P7K5	P15K	P22K
シャフト出力 [kW] (代表値)	1.1	1.5	2.2	3.0	3.7	5.5	7.5	15	22
240 V でのシャフト出力 [hp] (代表値)	1.5	2.0	2.9	4.0	4.9	7.5	10	20	30
保護定格 IP20/シャーシ	A3	–	–	–	–	–	–	–	–
保護定格 IP21/タイプ 1	–	B1	B1	B1	B1	B1	B2	C1	C2
保護定格 IP55/タイプ 12	A5	B1	B1	B1	B1	B1	B2	C1	C2
保護定格 IP66/NEMA 4X	A5	B1	B1	B1	B1	B1	B2	C1	C2
出力電流									
定常 (3x200~240 V) [A]	6.6	7.5	10.6	12.5	16.7	24.2	30.8	59.4	88
断続 (3x200~240 V) [A]	7.3	8.3	11.7	13.8	18.4	26.6	33.4	65.3	96.8
定常 kVA at 208 V [kVA]	2.4	2.7	3.8	4.5	6.0	8.7	11.1	21.4	31.7
最大入力電流									
定常 (1x200~240 V) [A]	12.5	15	20.5	24	32	46	59	111	172
断続 (1x200~240 V) [A]	13.8	16.5	22.6	26.4	35.2	50.6	64.9	122.1	189.2
最大前段ヒューズ [A]	20	30	40	40	60	80	100	150	200
追加仕様									
最大ケーブル断面 (主電源、モーター、ブレーキ) [mm ²] ([AWG])	0.2-4 (4-10)					10 (7)	35 (2)	50 (1/0)	95 (4/0)
断路器なしの主電源の最大ケーブル断面 ²⁾ [mm ²] ([AWG])	16 (6)	16 (6)	16 (6)	16 (6)	16 (6)	16 (6)	25 (3)	50 (1/0)	2 x 50 (2 x 1/0) ⁹⁾ 10)
断路器なしの主電源の最大ケーブル断面 ²⁾ [mm ²] ([AWG])	16 (6)	16 (6)	16 (6)	16 (6)	16 (6)	16 (6)	25 (3)	50 (1/0)	95 (4/0)
ケーブル絶縁温度定格 [°C]	75	75	75	75	75	75	75	75	75
定格最大負荷における推定電力損失 ³⁾ [W] ⁴⁾	44	30	44	60	74	110	150	300	440
効率 ⁵⁾	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98

表 7.1 主電源 1x200-240 V AC - 1 分間の通常過負荷 110%、P1K1-P22K

7.1.2 主電源 3x200～240V AC

タイプ指定	PK25		PK37		PK55		PK75	
高 / 通常過負荷 ¹⁾	HO (高過負荷)	いいえ	HO (高過負荷)	いいえ	HO (高過負荷)	いいえ	HO (高過負荷)	いいえ
シャフト出力 [kW] (代表値)	0.25		0.37		0.55		0.75	
208 V でのシャフト出力[hp] (代表値)	0.34		0.5		0.75		1	
保護定格 IP20/シャーシ ⁶⁾	A2		A2		A2		A2	
保護定格 IP21/タイプ 1								
保護定格 IP55/タイプ 12	A4/A5		A4/A5		A4/A5		A4/A5	
保護定格 IP66/NEMA 4X								
出力電流								
定常 (3x200～240 V) [A]	1.8		2.4		3.5		4.6	
断続 (3x200～240 V) [A]	2.7	2.0	3.6	2.6	5.3	3.9	6.9	5.1
定常 kVA at 208 V [kVA]	0.65		0.86		1.26		1.66	
最大入力電流								
定常 (3x200～240 V) [A]	1.6		2.2		3.2		4.1	
断続 (3x200～240 V) [A]	2.4	1.8	3.3	2.4	4.8	3.5	6.2	4.5
最大前段ヒューズ [A]	10		10		10		10	
追加仕様								
主電源、モーター、ブレーキ、ロードシェアの最大ケーブル断面 ²⁾ [mm ²] ([AWG])	4、4、4 (12、12、12) (最低 0.2 (24))							
主電源非接続状態での最大ケーブル断面 ²⁾ [mm ²] ([AWG])	6、4、4 (10、12、12)							
定格最大負荷における推定電力損失 ³⁾ [W] ⁴⁾	21		29		42		54	
効率 ⁵⁾	0.94		0.94		0.95		0.95	

表 7.2 主電源 3x200 - 240 V AC、PK25 - PK75

タイプ指定	P1K1		P1K5		P2K2		P3K0		P3K7	
高 / 通常過負荷 ¹⁾	HO（高過負荷）	いいえ	HO（高過負荷）	いいえ	HO（高過負荷）	いいえ	HO（高過負荷）	いいえ	HO（高過負荷）	いいえ
シャフト出力 [kW] (代表値)	1.1		1.5		2.2		3.0		3.7	
208 V でのシャフト出力[hp]（代表値）	1.5		2		3		4		5	
保護定格 IP20/シャーシ ⁶⁾ 保護定格 IP21/タイプ 1	A2		A2		A2		A3		A3	
保護定格 IP55/タイプ 12 保護定格 IP66/NEMA 4X	A4/A5		A4/A5		A4/A5		A5		A5	
出力電流										
定常 (3x200～240 V) [A]	6.6		7.5		10.6		12.5		16.7	
断続 (3x200～240 V) [A]	9.9	7.3	11.3	8.3	15.9	11.7	18.8	13.8	25	18.4
定常 kVA at 208 V [kVA]	2.38		2.70		3.82		4.50		6.00	
最大入力電流										
定常 (3x200～240 V) [A]	5.9		6.8		9.5		11.3		15.0	
断続 (3x200～240 V) [A]	8.9	6.5	10.2	7.5	14.3	10.5	17.0	12.4	22.5	16.5
最大前段ヒューズ [A]	20		20		20		32		32	
追加仕様										
主電源、モーター、ブレーキ、ロードシェアの最大ケーブル断面 ²⁾ [mm ²]（[AWG]）	4、4、4（12、12、12） （最低 0.2（24））									
主電源非接続状態での最大ケーブル断面 ²⁾ [mm ²]（[AWG]）	6、4、4（10、12、12）									
定格最大負荷における推定電力損失 ³⁾ [W] ⁴⁾	63		82		116		155		185	
効率 ⁵⁾	0.96		0.96		0.96		0.96		0.96	

表 7.3 主電源 3x200 - 240 V AC、P1K1 - P3K7

タイプ指定	P5K5		P7K5		P11K		P15K	
高 / 通常過負荷 ¹⁾	H0（高過負荷）	いいえ	H0（高過負荷）	いいえ	H0（高過負荷）	いいえ	H0（高過負荷）	いいえ
シャフト出力 [kW] (代表値)	3.7	5.5	5.5	7.5	7.5	11	11	15
208 V でのシャフト出力[hp]（代表値）	5.0	7.5	7.5	10	10	15	15	20
IP20/シャーシ 7)	B3		B3		B3		B4	
保護定格 IP21/タイプ 1	B1		B1		B1		B2	
保護定格 IP55/タイプ 12								
保護定格 IP66/NEMA 4X								
出力電流								
定常 (3x200～240 V) [A]	16.7	24.2	24.2	30.8	30.8	46.2	46.2	59.4
断続 (3x200～240 V) [A]	26.7	26.6	38.7	33.9	49.3	50.8	73.9	65.3
定常 kVA at 208 V [kVA]	6.0	8.7	8.7	11.1	11.1	16.6	16.6	21.4
最大入力電流								
定常 (3x200～240 V) [A]	15.0	22.0	22.0	28.0	28.0	42.0	42.0	54.0
断続 (3x200～240 V) [A]	24.0	24.2	35.2	30.8	44.8	46.2	67.2	59.4
最大前段ヒューズ [A]	63		63		63		80	
追加仕様								
主電源、ブレーキ、モーター、ロードシェアの IP20	10, 10, - (8, 8, -)		10, 10, - (8, 8, -)		10, 10, - (8, 8, -)		35, -, - (2, -, -)	
最大ケーブル断面 ²⁾ [mm ²] ([AWG])								
保護定格 IP21 主電源、ブレーキ、ロードシェアの	16, 10, 16 (6, 8, 6)		16, 10, 16 (6, 8, 6)		16, 10, 16 (6, 8, 6)		35, -, - (2, -, -)	
最大ケーブル断面 ²⁾ [mm ²] ([AWG])								
保護定格 IP21 モーターの最大ケーブル断面 ²⁾	10, 10, - (8, 8, -)		10, 10, - (8, 8, -)		10, 10, - (8, 8, -)		35, 25, 25 (2, 4, 4)	
[mm ²] ([AWG])								
主電源非接続状態での最大ケーブル断面 ²⁾	16, 10, 10 (6, 8, 8)						35 (2)	
[mm ²] ([AWG])								
定格最大負荷における推定電力損失 ³⁾ [W] ⁴⁾	239	310	239	310	371	514	463	602
効率 ⁵⁾	0.96		0.96		0.96		0.96	

表 7.4 主電源 3x200 - 240 V AC、P5K5 - P15K

仕様

VLT® AQUA Drive FC 202

タイプ指定	P18K		P22K		P30K		P37K		P45K	
高 / 通常過負荷 ¹⁾	HO（高過負荷）	いいえ	HO（高過負荷）	いいえ	HO（高過負荷）	いいえ	HO（高過負荷）	いいえ	HO（高過負荷）	いいえ
シャフト出力 [kW] (代表値)	15	18.5	18.5	22	22	30	30	37	37	45
208 V でのシャフト出力[hp]（代表値）	20	25	25	30	30	40	40	50	50	60
保護定格 IP20/シャーシ ⁷⁾	B4		C3		C3		C4		C4	
保護定格 IP21/タイプ 1	C1		C1		C1		C2		C2	
保護定格 IP55/タイプ 12										
保護定格 IP66/NEMA 4X										
出力電流										
定常 (3x200～240 V) [A]	59.4	74.8	74.8	88.0	88.0	115	115	143	143	170
断続 (3x200～240 V) [A]	89.1	82.3	112	96.8	132	127	173	157	215	187
定常 kVA at 208 V [kVA]	21.4	26.9	26.9	31.7	31.7	41.4	41.4	51.5	51.5	61.2
最大入力電流										
定常 (3x200～240 V) [A]	54.0	68.0	68.0	80.0	80.0	104	104	130	130	154.0
断続 (3x200～240 V) [A]	81.0	74.8	102	88.0	120	114	156	143	195	169.0
最大前段ヒューズ [A]	125		125		160		200		250	
追加仕様										
保護定格 IP20 主電源、ブレーキ、モーター、ロードシェアの最大ケーブル断面積 [mm ²] ([AWG])	35 (2)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300 MCM)	
保護定格 IP21、IP55、IP66 主電源、モーターの最大ケーブル断面積 [mm ²] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300 MCM)	
保護定格 IP21、IP55、IP66 ブレーキ、ロードシェアの最大ケーブル断面積 [mm ²] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		95 (3/0)		95 (3/0)	
非接続状態での最大ケーブル断面 ²⁾ [mm ²] ([AWG])	50, 35, 35 (1, 2, 2)						95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)		185、150、120 (350MCM、300MCM、4/0)	
定格最大負荷における推定電力損失 ³⁾ [W] ⁴⁾	624	737	740	845	874	1140	1143	1353	1400	1636
効率 ⁵⁾	0.96		0.97		0.97		0.97		0.97	

表 7.5 主電源 3x200 - 240 V AC、P18K - P45K

7.1.3 主電源 1x380-480 V AC

タイプ指定	P7K5	P11K	P18K	P37K
シャフト出力 [kW] (代表値)	7.5	11	18.5	37
240 V でのシャフト出力 [hp] (代表値)	10	15	25	50
保護定格 IP21/タイプ 1	B1	B2	C1	C2
保護定格 IP55/タイプ 12	B1	B2	C1	C2
保護定格 IP66/NEMA 4X	B1	B2	C1	C2
出力電流				
定常 (3x380~440 V) [A]	16	24	37.5	73
断続 (3x380~440 V) [A]	17.6	26.4	41.2	80.3
定常 (3x441~480 V) [A]	14.5	21	34	65
断続 (3x441~480 V) [A]	15.4	23.1	37.4	71.5
定常 KVA 400 V [KVA]	11.0	16.6	26	50.6
定常 KVA 460 V [KVA]	11.6	16.7	27.1	51.8
最大入力電流				
定常 (1x380-440 V) [A]	33	48	78	151
断続 (1x380-440 V) [A]	36	53	85.5	166
定常 (1x441-480 V) [A]	30	41	72	135
断続 (1x441-480 V) [A]	33	46	79.2	148
最大前段ヒューズ [A]	63	80	160	250
追加仕様				
主電源、モーター、ブレーキの最大ケーブル断面積 [mm ²] ([AWG])	10 (7)	35 (2)	50 (1/0)	120 (4/0)
定格最大負荷における推定電力損失 ³⁾ [W] ⁴⁾	300	440	740	1480
効率 ⁵⁾	0.96	0.96	0.96	0.96

表 7.6 主電源 1x380-480 V AC - 1 分間の通常過負荷 110%、P7K5-P37K

7.1.4 主電源 3x380～480 V AC

タイプ指定	PK37		PK55		PK75		P1K1		P1K5	
高 / 通常過負荷 ¹⁾	HO (高過負荷)	いいえ	HO (高過負荷)	いいえ	HO (高過負荷)	いいえ	HO (高過負荷)	いいえ	HO (高過負荷)	いいえ
シャフト出力 [kW] (代表値)	0.37		0.55		0.75		1.1		1.5	
460 V でのシャフト出力[hp] (代表値)	0.5		0.75		1.0		1.5		2.0	
保護定格 IP20/シャーシ ⁶⁾	A2		A2		A2		A2		A2	
保護定格 IP55/タイプ ⁶⁾ 12	A4/A5		A4/A5		A4/A5		A4/A5		A4/A5	
保護定格 IP66/NEMA 4X										
出力電流										
定常 (3x380～440 V) [A]	1.3		1.8		2.4		3.0		4.1	
断続 (3x380～440 V) [A]	2.0	1.4	2.7	2.0	3.6	2.6	4.5	3.3	6.2	4.5
定常 (3x441～480 V) [A]	1.2		1.6		2.1		2.7		3.4	
断続 (3x441～480 V) [A]	1.8	1.3	2.4	1.8	3.2	2.3	4.1	3.0	5.1	3.7
定常 KVA 400 V [KVA]	0.9		1.3		1.7		2.1		2.8	
定常 KVA 460 V [KVA]	0.9		1.3		1.7		2.4		2.7	
最大入力電流										
定常 (3x380～440 V) [A]	1.2		1.6		2.2		2.7		3.7	
断続 (3x380～440 V) [A]	1.8	1.3	2.4	1.8	3.3	2.4	4.1	3.0	5.6	4.1
定常 (3x441～480 V) [A]	1.0		1.4		1.9		2.7		3.1	
断続 (3x441～480 V) [A]	1.5	1.1	2.1	1.5	2.9	2.1	4.1	3.0	4.7	3.4
最大前段ヒューズ [A]	10		10		10		10		10	
追加仕様										
保護定格 IP20, IP21 主電源、モーター、ブレーキ、ロードシェアの最大ケーブル断面 ²⁾ [mm ²] ([AWG])	4、4、4 (12、12、12) (最低 0.2 (24))									
保護定格 IP55, IP66 主電源、モーター、ブレーキ、ロードシェアの最大ケーブル断面 ²⁾ [mm ²] ([AWG])	4、4、4 (12、12、12)									
非接続状態での最大ケーブル断面 ²⁾ [mm ²] ([AWG])	6、4、4 (10、12、12)									
定格最大負荷における推定電力損失 ³⁾ [W] ⁴⁾	35		42		46		58		62	
効率 ⁵⁾	0.93		0.95		0.96		0.96		0.97	

表 7.7 主電源 3x380 - 480 V AC、PK37 - P1K5

タイプ指定	P2K2		P3K0		P4K0		P5K5		P7K5	
高 / 通常過負荷 ¹⁾	HO (高過負荷)	いいえ	HO (高過負荷)	いいえ	HO (高過負荷)	いいえ	HO (高過負荷)	いいえ	HO (高過負荷)	いいえ
シャフト出力 [kW] (代表値)	2.2		3.0		4.0		5.5		7.5	
460 V でのシャフト出力[hp] (代表値)	2.9		4.0		5.3		7.5		10	
保護定格 IP20/シャーシ ⁶⁾	A2		A2		A2		A3		A3	
保護定格 IP55/タイプ 12	A4/A5		A4/A5		A4/A5		A5		A5	
保護定格 IP66/NEMA 4X										
出力電流										
定常 (3x380～440 V) [A]	5.6		7.2		10		13		16	
断続 (3x380～440 V) [A]	8.4	6.2	10.8	7.9	15.0	11.0	19.5	14.3	24.0	17.6
定常 (3x441～480 V) [A]	4.8		6.3		8.2		11		14.5	
断続 (3x441～480 V) [A]	7.2	5.3	9.5	6.9	12.3	9.0	16.5	12.1	21.8	16.0
定常 KVA 400 V [KVA]	3.9		5.0		6.9		9.0		11.0	
定常 KVA 460 V [KVA]	3.8		5.0		6.5		8.8		11.6	
最大入力電流										
定常 (3x380～440 V) [A]	5.0		6.5		9.0		11.7		14.4	
断続 (3x380～440 V) [A]	7.5	5.5	9.8	7.2	13.5	9.9	17.6	12.9	21.6	15.8
定常 (3x441～480 V) [A]	4.3		5.7		7.4		9.9		13.0	
断続 (3x441～480 V) [A]	6.5	4.7	8.6	6.3	11.1	8.1	14.9	10.9	19.5	14.3
最大前段ヒューズ [A]	20		20		20		30		30	
追加仕様										
保護定格 IP20, IP21 主電源、モーター、ブレーキ、ロードシェアの最大ケーブル断面 ²⁾ [mm ²] ([AWG])	4、4、4 (12、12、12) (最低 0.2 (24))									
保護定格 IP55, IP66 主電源、モーター、ブレーキ、ロードシェアの最大ケーブル断面 ²⁾ [mm ²] ([AWG])	4, 4, 4 (12, 12, 12)									
非接続状態での最大ケーブル断面 ²⁾ [mm ²] ([AWG])	6, 4, 4 (10, 12, 12)									
定格負荷における推定電力損失 ³⁾ [W] ⁴⁾	88		116		124		187		225	
効率 ⁵⁾	0.97		0.97		0.97		0.97		0.97	

表 7.8 主電源 3x380 - 480 V AC、P2K2 - P7K5

タイプ指定	P11K		P15K		P18K		P22K		P30K	
高 / 通常過負荷 ¹⁾	HO（高過負荷）	いいえ	HO（高過負荷）	いいえ	HO（高過負荷）	いいえ	HO（高過負荷）	いいえ	HO（高過負荷）	いいえ
シャフト出力 [kW] (代表値)	7.5	11	11	15	15	18.5	22.0	22.0	22.0	30
460 V でのシャフト出力[hp]（代表値）	10	15	15	20	20	25	30	30	30	40
保護定格 IP20/シャーシ ⁷⁾	B3		B3		B3		B4			B4
保護定格 IP21/タイプ 1	B1		B1		B1		B2		B2	
保護定格 IP55/タイプ 12	B1		B1		B1		B2		B2	
保護定格 IP66/NEMA 4X										
出力電流										
定常 (3x380～440 V) [A]	－	24	24	32	32	37.5	37.5	44	44	61
断続 (60 秒過負荷) (3x380～440 V) [A]	－	26.4	38.4	35.2	51.2	41.3	60	48.4	70.4	67.1
定常 (3x441～480 V) [A]	－	21	21	27	27	34	34	40	40	52
断続 (60 秒過負荷) (3x441～480 V) [A]	－	23.1	33.6	29.7	43.2	37.4	54.4	44	64	61.6
定常 KVA 400 V [KVA]	－	16.6	16.6	22.2	22.2	26	26	30.5	30.5	42.3
定常 KVA 460 V [KVA]	－	16.7	16.7	21.5	21.5	27.1	27.1	31.9	31.9	41.4
最大入力電流										
定常 (3x380～440 V) [A]	－	22	22	29	29	34	34	40	40	55
断続 (60 秒過負荷) (3x380～440 V) [A]	－	24.2	35.2	31.9	46.4	37.4	54.4	44	64	60.5
定常 (3x441～480 V) [A]	－	19	19	25	25	31	31	36	36	47
断続 (60 秒過負荷) (3x441～480 V) [A]	－	20.9	30.4	27.5	40	34.1	49.6	39.6	57.6	51.7
最大前段ヒューズ [A]	－	63		63		63		63		80
追加仕様										
保護定格 IP21、IP55、IP66 主電源、ブレーキ、ロードシェアの最大ケーブル断面 ²⁾ [mm ²] ([AWG])	16, 10, 16 (6, 8, 6)						35, -, - (2, -, -)			
保護定格 IP21、IP55、IP66 モーターの最大ケーブル断面 ²⁾ [mm ²] ([AWG])	10, 10, - (8, 8, -)						35, 25, 25 (2, 4, 4)			
保護定格 IP20 主電源、ブレーキ、モーター、ロードシェアの最大ケーブル断面 ²⁾ [mm ²] ([AWG])	10, 10, - (8, 8, -)						35, -, - (2, -, -)			
非接続状態での最大ケーブル断面 ²⁾ [mm ²] ([AWG])	16, 10, 10 (6, 8, 8)									
定格負荷における推定電力損失 ³⁾ [W] ⁴⁾	291	392	291	392	379	465	444	525	547	739
効率 ⁵⁾	0.98		0.98		0.98		0.98		0.98	

表 7.9 主電源 3x380 - 480 V AC、P11K - P30K

タイプ指定	P37K		P45K		P55K		P75K		P90K	
高 / 通常過負荷 ¹⁾	HO（高過負荷）	いいえ	HO（高過負荷）	いいえ	HO（高過負荷）	いいえ	HO（高過負荷）	いいえ	HO（高過負荷）	いいえ
シャフト出力 [kW] (代表値)	30	37	37	45	45	55	55	75	75	90
460 V でのシャフト出力[hp]（代表値）	40	50	50	60	60	75	75	100	100	125
保護定格 IP20/シャーシ ⁶⁾	B4		C3		C3		C4		C4	
保護定格 IP21/タイプ 1	C1		C1		C1		C2		C2	
保護定格 IP55/タイプ 12	C1		C1		C1		C2		C2	
保護定格 IP66/NEMA 4X										
出力電流										
定常 (3x380～440 V) [A]	61	73	73	90	90	106	106	147	147	177
断続（60 秒過負荷） (3x380～440 V) [A]	91.5	80.3	110	99	135	117	159	162	221	195
定常 (3x441～480 V) [A]	52	65	65	80	80	105	105	130	130	160
断続（60 秒過負荷） (3x441～480 V) [A]	78	71.5	97.5	88	120	116	158	143	195	176
定常 KVA 400 V [KVA]	42.3	50.6	50.6	62.4	62.4	73.4	73.4	102	102	123
定常 KVA 460 V [KVA]	41.4	51.8	51.8	63.7	63.7	83.7	83.7	104	103.6	128
最大入力電流										
定常 (3x380～440 V) [A]	55	66	66	82	82	96	96	133	133	161
断続（60 秒過負荷） (3x380～440 V) [A]	82.5	72.6	99	90.2	123	106	144	146	200	177
定常 (3x441～480 V) [A]	47	59	59	73	73	95	95	118	118	145
断続（60 秒過負荷） (3x441～480 V) [A]	70.5	64.9	88.5	80.3	110	105	143	130	177	160
最大前段ヒューズ [A]	100		125		160		250		250	
追加仕様										
保護定格 IP20 主電源及びモーターの最大ケーブル断面積 [mm ²] ([AWG])	35 (2)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300 MCM)	
保護定格 IP20 ブレーキとロードシェアの最大ケーブル断面積 [mm ²] ([AWG])	35 (2)		50 (1)		50 (1)		95 (4/0)		95 (4/0)	
保護定格 IP21、IP55、IP66 主電源及びモーターの最大ケーブル断面積 [mm ²] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300 MCM)	
保護定格 IP21、IP55、IP66 ブレーキ、ロードシェアの最大ケーブル断面積 [mm ²] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		95 (3/0)		95 (3/0)	
主電源非接続状態での最大ケーブル断面積 ²⁾ [mm ²] ([AWG])	50, 35, 35 (1, 2, 2)						95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)		185、150、120 (350MCM、300MCM、4/0)	
定格負荷における推定電力損失 ³⁾ [W] ⁴⁾	570	698	697	843	891	1083	1022	1384	1232	1474
効率 ⁵⁾	0.98		0.98		0.98		0.98		0.99	

表 7.10 主電源 3x380 - 480 V AC、P37K - P90K

7.1.5 主電源 3x525～600 V AC

タイプ指定	PK75		P1K1		P1K5		P2K2	
高 / 通常過負荷 ¹⁾	HO (高過負荷)	いいえ	HO (高過負荷)	いいえ	HO (高過負荷)	いいえ	HO (高過負荷)	いいえ
シャフト出力 [kW] (代表値)	0.75		1.1		1.5		2.2	
代表的シャフト出力 [HP]	1		1.5		2		3	
保護定格 IP20/シャーシ	A3		A3		A3		A3	
保護定格 IP21/タイプ 1	A3		A3		A3		A3	
保護定格 IP55/タイプ 12	A5		A5		A5		A5	
出力電流								
定常 (3x525-550 V) [A]	1.8		2.6		2.9		4.1	
断続 (3x525-550 V) [A]	2.7	2.0	3.9	2.9	4.4	3.2	6.2	4.5
定常 (3x551~600 V) [A]	1.7		2.4		2.7		3.9	
断続 (3x551~600 V) [A]	2.6	1.9	3.6	2.6	4.1	3.0	5.9	4.3
定常 kVA (550 V) [kVA]	1.7		2.5		2.8		3.9	
定常 kVA (550 V) [kVA]	1.7		2.4		2.7		3.9	
最大入力電流								
定常 (3x525~600 V) [A]	1.7		2.4		2.7		4.1	
断続 (3x525~600 V) [A]	2.6	1.9	3.6	2.6	4.1	3.0	6.2	4.5
最大前段ヒューズ [A]	10		10		10		20	
追加仕様								
主電源、モーター、ブレーキ、ロードシェアの最大ケーブル断面 ²⁾ [mm ²] ([AWG])	4、4、4 (12、12、12) (最低 0.2 (24))							
主電源非接続状態での最大ケーブル断面 ²⁾ [mm ²] ([AWG])	6, 4, 4 (10, 12, 12)							
定格負荷における推定電力損失 ³⁾ [W] ⁴⁾	35		50		65		92	
効率 ⁵⁾	0.97		0.97		0.97		0.97	

表 7.11 主電源 3x525 - 600 V AC、PK75 - P2K2

タイプ指定	P3K0		P4K0		P5K5		P7K5	
高 / 通常過負荷 ¹⁾	HO(高過負荷)	いいえ	HO(高過負荷)	いいえ	HO(高過負荷)	いいえ	HO(高過負荷)	いいえ
シャフト出力 [kW] (代表値)	3.0		4.0		5.5		7.5	
代表的シャフト出力 [HP]	4		5		7.5		10	
保護定格 IP20/シャーシ 保護定格 IP21/タイプ 1	A2		A2		A3		A3	
IP55/タイプ 12	A5		A5		A5		A5	
出力電流								
定常 (3x525-550 V) [A]	5.2		6.4		9.5		11.5	
断続 (3x525-550 V) [A]	7.8	5.7	9.6	7.0	14.3	10.5	17.3	12.7
定常 (3x551~600 V) [A]	4.9		6.1		9.0		11.0	
断続 (3x551~600 V) [A]	7.4	5.4	9.2	6.7	13.5	9.9	16.5	12.1
定常 kVA (550 V) [kVA]	5.0		6.1		9.0		11.0	
定常 kVA (550 V) [kVA]	4.9		6.1		9.0		11.0	
最大入力電流								
定常 (3x525~600 V) [A]	5.2		5.8		8.6		10.4	
断続 (3x525~600 V) [A]	7.8	5.7	8.7	6.4	12.9	9.5	15.6	11.4
最大前段ヒューズ [A]	20		20		32		32	
追加仕様								
主電源、モーター、ブレーキ、ロードシェアの最大ケーブル断面 ²⁾ [mm ²] ([AWG])	4、4、4 (12、12、12) (最低 0.2 (24))							
主電源非接続状態での最大ケーブル断面 ²⁾ [mm ²] ([AWG])	6, 4, 4 (10, 12, 12)							
定格負荷における推定電力損失 ³⁾ [W] ⁴⁾	122		145		195		261	
効率 ⁵⁾	0.97		0.97		0.97		0.97	

表 7.12 主電源 3x525 - 600 V AC、P3K0 - P7K5

タイプ指定	P11K		P15K		P18K		P22K		P30K		P37K	
高 / 通常過負荷 ¹⁾	HO(高過負荷)	いいえ	HO(高過負荷)	いいえ	HO(高過負荷)	いいえ	HO(高過負荷)	いいえ	HO(高過負荷)	いいえ	HO(高過負荷)	いいえ
シャフト出力 [kW](代表値)	7.5	11	11	15	15	18.5	18.5	22	22	30	30	37
代表的シャフト出力 [HP]	10	15	15	20	20	25	25	30	30	40	40	50
保護定格 IP20/シャーシ	B3		B3		B3		B4		B4		B4	
保護定格 IP21/タイプ 1	B1		B1		B1		B2		B2		C1	
保護定格 IP55/タイプ 12												
保護定格 IP66/NEMA 4X												
出力電流												
定常 (3x525-550 V) [A]	11.5	19	19	23	23	28	28	36	36	43	43	54
断続 (3x525-550 V) [A]	18.4	21	30	25	37	31	45	40	58	47	65	59
定常 (3x551~600 V) [A]	11	18	18	22	22	27	27	34	34	41	41	52
断続 (3x551~600 V) [A]	17.6	20	29	24	35	30	43	37	54	45	62	57
定常 kVA (550 V) [kVA]	11	18.1	18.1	21.9	21.9	26.7	26.7	34.3	34.3	41.0	41.0	51.4
定常 kVA 575 V [kVA]	11	17.9	17.9	21.9	21.9	26.9	26.9	33.9	33.9	40.8	40.8	51.8
最大入力電流												
定常 550V 時 [A]	10.4	17.2	17.2	20.9	20.9	25.4	25.4	32.7	32.7	39	39	49
断続 550V 時 [A]	16.6	19	28	23	33	28	41	36	52	43	59	54
定常 575V 時 [A]	9.8	16	16	20	20	24	24	31	31	37	37	47
断続 575 V 時 [A]	15.5	17.6	26	22	32	27	39	34	50	41	56	52
最大前段ヒューズ [A]	40		40		50		60		80		100	
追加仕様												
保護定格 IP20、主電源、ブレーキ、モーター、ロードシェアの最大ケーブル断面 ²⁾ [mm ²] ([AWG])	10, 10, - (8, 8, -)						35, -, - (2, -, -)					
保護定格 IP21、IP55、IP66 主電源、ブレーキ、ロードシェアの最大ケーブル断面 ²⁾ [mm ²] ([AWG])	16, 10, 10 (6, 8, 8)						35, -, - (2, -, -)					
保護定格 IP21、IP55、IP66 モーターの最大ケーブル断面 ²⁾ [mm ²] ([AWG])	10, 10, - (8, 8, -)						35, 25, 25 (2, 4, 4)					
主電源非接続状態での最大ケーブル断面 ²⁾ [mm ²] ([AWG])	16, 10, 10 (6, 8, 8)										50, 35, 35 (1, 2, 2)	
定格負荷における推定電力損失 ³⁾ [W] ⁴⁾	220	300	220	300	300	370	370	440	440	600	600	740
効率 ⁵⁾	0.98		0.98		0.98		0.98		0.98		0.98	

表 7.13 主電源 3x525-600 V AC、P11K-P37K

タイプ指定	P45K		P55K		P75K		P90K	
高 / 通常過負荷 ¹⁾	H0 (高過負荷)	いいえ	H0 (高過負荷)	いいえ	H0 (高過負荷)	いいえ	H0 (高過負荷)	いいえ
シャフト出力 [kW] (代表値)	37	45	45	55	55	75	75	90
代表的シャフト出力 [HP]	50	60	60	75	75	100	100	125
保護定格 IP20/シャーシ	C3		C3		C4		C4	
保護定格 IP21/タイプ 1	C1		C1		C2		C2	
保護定格 IP55/タイプ 12								
保護定格 IP66/NEMA 4X								
出力電流								
定常 (3x525-550 V) [A]	54	65	65	87	87	105	105	137
断続 (3x525-550 V) [A]	81	72	98	96	131	116	158	151
定常 (3x525～600 V) [A]	52	62	62	83	83	100	100	131
断続 (3x525～600 V) [A]	78	68	93	91	125	110	150	144
定常 kVA 525 V [kVA]	51.4	61.9	61.9	82.9	82.9	100	100.0	130.5
定常 kVA 575 V [kVA]	51.8	61.7	61.7	82.7	82.7	99.6	99.6	130.5
最大入力電流								
定常 550V 時 [A]	49	59	59	78.9	78.9	95.3	95.3	124.3
断続 550V 時 [A]	74	65	89	87	118	105	143	137
定常 575V 時 [A]	47	56	56	75	75	91	91	119
断続 575 V 時 [A]	70	62	85	83	113	100	137	131
最大前段ヒューズ [A]	150		160		225		250	
追加仕様								
保護定格 IP20 主電源及びモーターの最大ケーブル断面積 [mm ²] ([AWG])	50 (1)				150 (300 MCM)			
ブレーキ、ロードシェアの IP20 最大ケーブル断面の保護定格 [mm ²] ([AWG])	50 (1)				95 (4/0)			
保護定格 IP21、IP55、IP66 主電源及びモーターの最大ケーブル断面積 [mm ²] ([AWG])	50 (1)				150 (300 MCM)			
保護定格 IP21、IP55、IP66 ブレーキ、ロードシェアの最大ケーブル断面積 [mm ²] ([AWG])	50 (1)				95 (4/0)			
主電源非接続状態での最大ケーブル断面 ²⁾ [mm ²] ([AWG])	50, 35, 35 (1, 2, 2)				95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)		185、150、120 (350MCM、300MCM、4/0)	
定格負荷における推定電力損失 ³⁾ [W] ⁴⁾	740	900	900	1100	1100	1500	1500	1800
効率 ⁵⁾	0.98		0.98		0.98		0.98	

表 7.14 主電源 3x525 - 600 V AC、P45K - P90K

7.1.6 主電源 3x525～690 V AC

タイプ指定	P1K1		P1K5		P2K2		P3K0		P4K0		P5K5		P7K5	
高 / 通常過負荷 ¹⁾	HO(高過負荷)	いいえ	HO(高過負荷)	いいえ	HO(高過負荷)	いいえ	HO(高過負荷)	いいえ	HO(高過負荷)	いいえ	HO(高過負荷)	いいえ	HO(高過負荷)	いいえ
シャフト出力 [kW] (代表値)	1.1		1.5		2.2		3.0		4.0		5.5		7.5	
代表的シャフト出力 [HP]	1.5		2		3		4		5		7.5		10	
保護定格 IP20/シャーシ	A3		A3		A3		A3		A3		A3		A3	
出力電流														
定常 (3x525-550 V) [A]	2.1		2.7		3.9		4.9		6.1		9.0		11.0	
断続 (3x525-550 V) [A]	3.2	2.3	4.1	3.0	5.9	4.3	7.4	5.4	9.2	6.7	13.5	9.9	16.5	12.1
定常(3x551~690 V) [A]	1.6		2.2		3.2		4.5		5.5		7.5		10.0	
断続 (3x551-690 V) [A]	2.4	1.8	3.3	2.4	4.8	3.5	6.8	5.0	8.3	6.1	11.3	8.3	15.0	11.0
定常 kVA 525 V [kVA]	1.9		2.5		3.5		4.5		5.5		8.2		10.0	
定常 kVA (690 V) [kVA]	1.9		2.6		3.8		5.4		6.6		9.0		12.0	
最大入力電流														
定常 (3x525-550 V) [A]	1.9		2.4		3.5		4.4		5.5		8.1		9.9	
断続 (3x525-550 V) [A]	2.9	2.1	3.6	2.6	5.3	3.9	6.6	4.8	8.3	6.1	12.2	8.9	14.9	10.9
定常(3x551~690 V) [A]	1.4		2.0		2.9		4.0		4.9		6.7		9.0	
断続 (3x551-690 V) [A]	2.1	1.5	3.0	2.2	4.4	3.2	6.0	4.4	7.4	5.4	10.1	7.4	13.5	9.9
追加仕様														
主電源、モーター、ブレーキ、ロードシェアの最大ケーブル断面 ²⁾ [mm ²] ([AWG])	4、4、4 (12, 12, 12) (最低 0.2 (24))													
主電源非接続状態での最大ケーブル断面 ²⁾ [mm ²] ([AWG])	6, 4, 4 (10, 12, 12)													
定格負荷における推定電力損失 ³⁾ [W] ⁴⁾	44		60		88		120		160		220		300	
効率 ⁵⁾	0.96		0.96		0.96		0.96		0.96		0.96		0.96	

表 7.15 A3 エンクロージャー、主電源 3x525-690 V AC IP20/保護シャーシ、P1K1-P7K5

タイプ指定	P11K		P15K		P18K		P22K		P30K	
	H0（高過負荷）		H0（高過負荷）		H0（高過負荷）		H0（高過負荷）		H0（高過負荷）	
高 / 通常過負荷 ¹⁾	いいえ		いいえ		いいえ		いいえ		いいえ	
550 V におけるシャフト出力 [kW] (代表値)	5.9	7.5	7.5	11	11	15	15	18.5	18.5	22
550 V でのシャフト出力[hp]（代表値）	7.5	10	10	15	15	20	20	25	25	30
690 V におけるシャフト出力 [kW] (代表値)	7.5	11	11	15	15	18.5	18.5	22	22	30
690 V でのシャフト出力[hp]（代表値）	10	15	15	20	20	25	25	30	30	40
保護定格 IP20/シャーシ	B4		B4		B4		B4		B4	
保護定格 IP21/タイプ 1										
保護定格 IP55/タイプ 12	B2		B2		B2		B2		B2	
出力電流										
定常（3x525-550 V）[A]	11	14	14.0	19.0	19.0	23.0	23.0	28.0	28.0	36.0
断続（60 秒過負荷）（3x525～550 V）[A]	17.6	15.4	22.4	20.9	30.4	25.3	36.8	30.8	44.8	39.6
定常(3x551～690 V）[A]	10	13	13.0	18.0	18.0	22.0	22.0	27.0	27.0	34.0
断続（60 秒過負荷）（3x551～690 V）[A]	16	14.3	20.8	19.8	28.8	24.2	35.2	29.7	43.2	37.4
定常 kVA（550 V）[kVA]	10	13.3	13.3	18.1	18.1	21.9	21.9	26.7	26.7	34.3
定常 kVA（690 V）[kVA]	12	15.5	15.5	21.5	21.5	26.3	26.3	32.3	32.3	40.6
最大入力電流										
定常 550V 時 [A]	9.9	15	15.0	19.5	19.5	24.0	24.0	29.0	29.0	36.0
断続（60 秒過負荷）550 V [A]	15.8	16.5	23.2	21.5	31.2	26.4	38.4	31.9	46.4	39.6
定常(690 V）[A]	9	14.5	14.5	19.5	19.5	24.0	24.0	29.0	29.0	36.0
断続（60 秒過負荷）690 V [A]	14.4	16	23.2	21.5	31.2	26.4	38.4	31.9	46.4	39.6
追加仕様										
主電源、モーター、ブレーキ、ロードシェアの最大ケーブル断面 ² [mm ²]（[AWG]）	35, 25, 25 (2, 4, 4)									
主電源非接続状態での最大ケーブル断面 ²⁾ [mm ²]（[AWG]）	16, 10, 10 (6, 8, 8)									
定格負荷における推定電力損失 ³⁾ [W] ⁴⁾	150	220	150	220	220	300	300	370	370	440
効率 ⁵⁾	0.98		0.98		0.98		0.98		0.98	

表 7.16 B2/B4 エンクロージャー、主電源 3x525-690 V AC IP20/IP21/IP55 - シャーシ/NEMA 1/NEMA 12、P11K-P22K

タイプ指定	P37K		P45K		P55K		P75K/N75K ⁸⁾		P90K/N90K ⁸⁾	
	HO（高過負荷）		HO（高過負荷）		HO（高過負荷）		HO（高過負荷）		HO（高過負荷）	
高 / 通常過負荷 ¹⁾	いいえ		いいえ		いいえ		いいえ		いいえ	
550 V におけるシャフト出力 [kW] (代表値)	22	30	30	37	37	45	45	55	55	75
550 V でのシャフト出力[hp]（代表値）	30	40	40	50	50	60	60	75	75	100
690 V におけるシャフト出力 [kW] (代表値)	30	37	37	45	45	55	55	75	75	90
690 V でのシャフト出力[hp]（代表値）	40	50	50	60	60	75	75	100	199	125
保護定格 IP20/シャーシ	B4		C3		C3		D3h		D3h	
保護定格 IP21/タイプ 1										
保護定格 IP55/タイプ 12	C2		C2		C2		C2		C2	
出力電流										
定常（3x525-550 V） [A]	36.0	43.0	43.0	54.0	54.0	65.0	65.0	87.0	87.0	105
断続（60 秒過負荷）（3x525～550 V） [A]	54.0	47.3	64.5	59.4	81.0	71.5	97.5	95.7	130.5	115.5
定常（3x551～690 V） [A]	34.0	41.0	41.0	52.0	52.0	62.0	62.0	83.0	83.0	100
断続（60 秒過負荷）（3x551～690 V） [A]	51.0	45.1	61.5	57.2	78.0	68.2	93.0	91.3	124.5	110
定常 kVA（550 V） [kVA]	34.3	41.0	41.0	51.4	51.4	61.9	61.9	82.9	82.9	100
定常 kVA（690 V） [kVA]	40.6	49.0	49.0	62.1	62.1	74.1	74.1	99.2	99.2	119.5
最大入力電流										
定常 550V 時 [A]	36.0	49.0	49.0	59.0	59.0	71.0	71.0	87.0	87.0	99.0
断続（60 秒過負荷） 550 V [A]	54.0	53.9	72.0	64.9	87.0	78.1	105.0	95.7	129	108.9
定常 690 V [A]	36.0	48.0	48.0	58.0	58.0	70.0	70.0	86.0	－	－
断続（60 秒過負荷） 690 V [A]	54.0	52.8	72.0	63.8	87.0	77.0	105	94.6	－	－
追加仕様										
主電源、モーターの最大ケーブル断面積 [mm ²]（[AWG]）	150（300 MCM）									
ブレーキ、ロードシェアの最大ケーブル断面積 [mm ²]（[AWG]）	95（3/0）									
主電源非接続状態での最大ケーブル断面 ²⁾ [mm ²]（[AWG]）	95（3/0）						185、150、120 （350MCM、 300MCM、4/0）		－	
定格負荷における推定電力損失 ³⁾ [W] ⁴⁾	600	740	740	900	900	1100	1100	1500	1500	1800
効率 ⁵⁾	0.98		0.98		0.98		0.98		0.98	

表 7.17 B4、C2、C3 エンクロージャー、主電源 3x525~690 V AC IP20/IP21/IP55 - シャーシ/NEMA1/NEMA 12、P30K-P75K

最大ヒューズ定格は章 7.7 ヒューズと回路ブレーカーを参照してください。

1) 高過負荷 = 60 秒間で 150%または 160%のトルク。通常過負荷 = 60 秒間で 110%のトルク。

2) 最大ケーブル断面積の三つの値は、単芯、剛性ワイヤ及びスリーブ付き剛性ワイヤの各々に対応します。

3) 周波数変換器冷却の寸法設定に適用。スイッチ周波数がデフォルト設定よりも高い場合は、電力損失が顕著に増加する可能性があります。LCP 及び代表的なコントロール・カードの電力消費が含まれます。EN 50598-2 に則った電力損失データについては、www.danfoss.com/vltenergyefficiency をご参照ください。

4) 公称電流で測定された効率。エネルギー効率クラスについては、を参照章 7.4 周囲条件してください。部分負荷損失については、www.danfoss.com/vltenergyefficiency をご参照ください。

5) 定格負荷及び定格周波数にて、5 m のシールドされたモーター・ケーブルを使用して測定されます。

6) エンクロージャー・サイズ A2+A3 は、変換キットを使用して IP21 に変換することができます。章 3.6 機械計画も参照して下さい。

7) エンクロージャー・サイズ B3+B4 及び C3+C4 は、変換キットを使用して IP21 に変換することができます。章 3.6 機械計画も参照して下さい。

8) N75K, N90K 用エンクロージャー・サイズは、IP20/シャーシの場合 D3h で、IP54/タイプ 12 の場合 D5h になります。

9) 2 線が必要です。

10) 改良型は IP21 では使用できません。

7.2 主電源

主電源 (L1、L2、L3):

供給電圧	200 - 240 V $\pm 10\%$
供給電圧	380 - 480 V $\pm 10\%$
供給電圧	525 - 600 V $\pm 10\%$
供給電圧	525 - 690 V $\pm 10\%$

主電源電圧低 / 主電源降下:

電源電圧低下又は主電源電圧降下の間、周波数変換器は、中間回路電圧が最低停止レベルに落ちるまで稼働します。それは通常、周波数変換器の最低定格供給電圧を 15% 下回る場合に対応します。周波数変換器の最低定格供給電圧を <10% 下回る主電源電圧において始動や最大トルクは期待できません。

供給周波数	50/60 Hz +4/-6%
-------	-----------------

周波数変換器の電力供給は、IEC61000-4-28, 50 Hz +4/-6% に従ってテストされます。

主電源相間の一時的最大アンバランス	定格供給電圧の 3.0%
-------------------	--------------

真の力率 (λ)	≥ 0.9 定格負荷での公称値
--------------------	----------------------

1 に近い変位力率 ($\cos\phi$)	(>0.98)
--------------------------	---------

入力点スイッチング電源 L1、L2、L3 (電源投入) ≤ 7.5 kW	最大 2 回/分
---	----------

入力点スイッチング電源 L1、L2、L3 (電源投入) 11-90 kW	最大 1 回/分
--------------------------------------	----------

EN 60664-1 に準じた環境	過電圧カテゴリー III/汚染度 2
-------------------	--------------------

ユニットは、100,000 RMS 対称アンペア以下、を出力できる回路での使用に適しています。

最大 240/480/600/690 V。

7.3 モーター出力とモーター・データ

モーター出力 (U、V、W):

出力電圧	供給電圧の 0~100%
出力周波数	0 - 590 Hz ¹⁾
出力側スイッチング	無制限
ランプ時間	1 - 3600 秒

1) 出力により異なります。

トルク特性、通常過負荷

始動トルク (一定トルク)	1 分間で最大 110%、10 分で 1 回 ²⁾
---------------	--------------------------------------

過負荷トルク (一定トルク)	1 分間で最大 110%、10 分で 1 回 ²⁾
----------------	--------------------------------------

トルク特性、高過負荷

始動トルク (一定トルク)	1 分間で最大 150/160%、10 分で 1 回 ²⁾
---------------	--

過負荷トルク (一定トルク)	1 分間で最大 150/160%、10 分で 1 回 ²⁾
----------------	--

2) パーセントは電力サイズに応じて、周波数変換器の公称トルクに関連します。

7.4 周囲条件

環境

エンクロージャ・サイズ A、保護定格	IP20/シャーシ、IP21/タイプ 1、IP55/タイプ 12、IP66/タイプ 4X
エンクロージャ・サイズ B1/B2、保護定格	IP21/タイプ 1、IP55/タイプ 12、IP66/タイプ 4X
エンクロージャ・サイズ B3/B4、保護定格	IP20/シャーシ
エンクロージャ・サイズ C1/C2、保護定格	IP21/タイプ 1、IP55/タイプ 12、IP66/タイプ 4X
エンクロージャ・サイズ C3/C4、保護定格	IP20/シャーシ
利用可能なエンクロージャ・キット ≤ エンクロージャ・サイズ A	IP21/TYPE 1/IP4X top
振動テストエンクロージャ A/B/C	1.0 g
最大相対湿度	5 - 95% (IEC 721-3-3; クラス 3K3 (非結露) 運転中)
劣悪な環境 (IEC 721-3-3)、被膜なし	クラス 3C2
劣悪な環境 (IEC 721-3-3)、被膜あり	クラス 3C3
IEC 60068-2-43 H2S(10 日間)に準拠した試験方法	
周囲温度	最高 50 °C

「高周囲温度の低減」、章 5 特殊条件を参照して下さい。

フルスケール動作時の最低周囲温度	0 °C
性能低下時の最低周囲温度	-10 °C
保管/輸送時の温度	-25 から +65/70 °C
最大海拔高度 (定格低減なし)	1000 m
最大海拔高度 (定格低減あり)	3000 m

高度が高い場合の定格値の低減については、章 5 特殊条件を参照してください。

EMC 規格、エミッション	EN 61800-3
EMC 規格、耐性	EN 61800-3
エネルギー効率クラス ¹⁾	IE2

1) 以下の項目に関する EN50598-2 に従って決定されます。

- 定格負荷
- 90% 定格周波数
- スイッチ周波数工場出荷時設定
- スイッチ・パターン工場出荷時設定

7.5 ケーブル仕様

シールドされたモーター・ケーブルの最大長さ	150 m
シールドされていないモーター・ケーブルの最大長さ	300 m
モーター、主電源、負荷分散及びブレーキに対する最大ケーブル断面積 ¹⁾	
コントロール端子、即ち剛性ワイヤの最大断面積	1.5 mm ² /16 AWG (2 x 0.75 mm ²)
コントロール端子、即ちフレキシブル・ケーブルの最大断面積、	1 mm ² /18 AWG
コントロール端子、即ち密閉線心入りケーブルの最大断面積、	0.5 mm ² /20 AWG
コントロール端子の最小断面積	0.25 mm ²

1) 詳細については、章 7.1 電気データの電氣的データ表を参照してください。

周波数変換器の T95 (PE) を用いて主電源接続を正しく接地することは必須です。接地接続ケーブルの断面積を少なくとも 10 mm² にするか、EN 50178 に従い 2 本の定格主電源ワイヤを個別に終端する必要があります。章 3.2.8 接地漏洩電流をご参照ください。非シールド・ケーブルをご使用ください。

7.5.1 複数並列モーター接続用ケーブル長

エンクロージャ ー・サイズ	電力サイズ [kW]	電圧 (V)	ケーブル 1 本 [m]	ケーブル 2 本 [m]	ケーブル 3 本 [m]	ケーブル 4 本 [m]
A1, A2, A4, A5	0.37 - 0.75	400	150	45	8	6
		500	150	7	4	3
A2, A4, A5	1.1 - 1.5	400	150	45	20	8
		500	150	45	5	4
A2, A4, A5	2.2 - 4	400	150	45	20	11
		500	150	45	20	6
A3, A4, A5	5.5 - 7.5	400	150	45	20	11
		500	150	45	20	11
B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3, C4	11 - 75	400	150	75	50	37
		500	150	75	50	37
A3	1.1 - 7.5	525 - 690	100	50	33	25
B4	11 - 30	525 - 690	150	75	50	37
C3	37 - 45	525 - 690	150	75	50	37

表 7.18 各並列ケーブルの最大ケーブル長¹⁾

1) 詳細については、章 3.4.6 モーターの複数接続をご参照ください。

7.6 コントロール入力/出力とコントロールデータ

コントロール・カード、RS-485 シリアル通信

端子番号	68 (P, TX+, RX+)、69 (N, TX-, RX-)
端子番号 61	端子 68 と 69 に共通

RS485 シリアル通信回路は他の中央回路から機能的に分離され、供給電圧 (PELV) から電気絶縁されています。

アナログ入力

アナログ入力の数	2
端子番号	53, 54
モード	電圧または電流
モード選択	スイッチ S201 とスイッチ S202
電圧モード	スイッチ S201/スイッチ S202 = オフ (U)
電圧レベル	0 ~ + 10 V (スケラブル)
入力抵抗、Ri	約 10 kΩ
最大電圧	±20 V
電流モード	スイッチ S201/スイッチ S202 = オン (I)
電流レベル	0/4~20 mA (スケラブル)
入力抵抗、Ri	約 200 Ω
最大電流	30 mA
アナログ入力の分解能	10 ビット (+ 符号)
アナログ入力の精度	最大エラー、全スケールの 0.5%
帯域幅	200 Hz

アナログ入力は、供給電圧 (PELV) などの高電圧端子から電気絶縁されています。

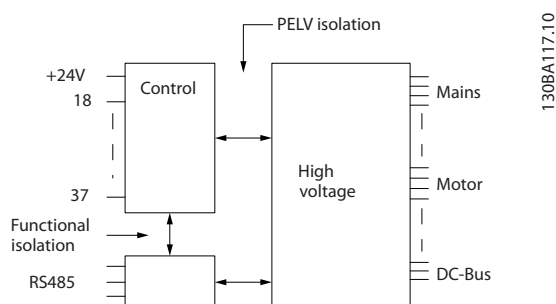


図 7.1 アナログ入力の PELV 絶縁

アナログ出力

プログラマブル・アナログ出力の数	1
端子番号	42
アナログ出力の電流範囲	0/4-20 mA
アナログ出力から共通側への最大負荷	500 Ω
アナログ出力の精度	最大エラー: 全スケールの 0.8%
アナログ出力の分解能	8 ビット

アナログ出力は供給電圧 (PELV) などの高電圧端子から電気絶縁されています。

デジタル入力

プログラマブル・デジタル入力	4 (6)
端子番号	18, 19, 27 ¹⁾ , 29 ¹⁾ , 32, 33,
論理	PNP 又は NPN
電圧レベル	0-24 V DC
電圧レベル、論理 0 PNP	<5 V DC
電圧レベル、論理 1 PNP	>10 V DC
電圧レベル、論理 0 NPN	>19 V DC
電圧レベル、論理 '1' NPN	<14 V DC
入力の最大電圧	28 V DC
入力抵抗、Ri	約 4 kΩ

すべてのデジタル入力は供給電圧 (PELV) と他の高電圧端子から電気絶縁されています。

1) 端子 27 と 29 は出力としてもプログラムできます。

デジタル出力

プログラマブル・デジタル/パルス出力	2
端子番号	27, 29 ¹⁾
デジタル/周波数出力の電圧レベル	0-24 V
最大出力電流 (シンクまたはソース)	40 mA
周波数出力時の最大負荷	1 kΩ
周波数出力時の最大容量負荷	10 nF
周波数出力時の最低出力周波数	0 Hz
周波数出力時の最大出力周波数	32 kHz
周波数出力の精度	最大エラー: 全スケールの 0.1%
周波数出力の分解能	12 ビット

1) 端子 27 と 29 は入力としてもプログラム設定できます。

デジタル出力は、供給電圧 (PELV) とその他の高電圧端子から電気絶縁されています。

パルス入力

プログラマブル・パルス入力	2
端子番号パルス	29, 33
端子 29、33 での最大周波数	110 kHz (ブッシュブル駆動)
端子 29、33 での最大周波数	5 kHz (オープン・コレクター)
端子 29、33 での最小周波数	4 Hz
電圧レベル	章 7.6.1 デジタル入力を参照

入力の最大電圧	28 V DC
入力抵抗、 R_i	約 4 k Ω
パルス入力精度 (0.1~1 kHz)	最大エラー: 全スケールの 0.1%

コントロール・カード、24 V DC 出力

端子番号	12, 13
最大負荷	200 mA

24 V DC 電源は供給電圧 (PELV) から電気絶縁されていますが、アナログ及びデジタルの入出力と同じ電位があります。

リレー出力

プログラマブル・リレー出力	2
---------------	---

リレー 01 端子番号	1-3 (B 接点)、1-2 (A 接点)
-------------	-----------------------

1-3 (NC)、1-2 (NO) の最大端子負荷 (交流 -1) ¹⁾ (抵抗負荷)	240 V 交流、2 A
--	--------------

最大端子負荷 (交流 -15) ¹⁾ (誘導負荷@、 $\cos\phi$ 0.4 において)	240 V AC、0.2 A
--	----------------

1-3 (NC)、1-2 (NO) の最大端子負荷 (直流 -1) ¹⁾ (抵抗負荷)	60 V DC、1 A
--	-------------

最大端子負荷 (直流 -13) ¹⁾ (誘導負荷)	24 V DC、0.1 A
--------------------------------------	---------------

リレー 02 端子番号	4-6 (B 接点)、4-5 (A 接点)
-------------	-----------------------

4-5 (NO) の最大端子負荷 (AC-1) ¹⁾ (抵抗負荷) ^{2) 3)}	400 V 交流、2 A
---	--------------

4-5 (NO) の最大端子負荷 (交流-15) ¹⁾ (誘導負荷 @、 $\cos\phi$ 0.4 において)	240 V AC、0.2 A
--	----------------

4-5 (NO) の最大端子負荷 (直流 -1) ¹⁾ (抵抗負荷)	80 V DC、2 A
---	-------------

4-5 (NO) の最大端子負荷 (直流 -13) ¹⁾ (誘導負荷)	24 V DC、0.1 A
--	---------------

4-6 (NC) の最大端子負荷 (交流 -1) ¹⁾ (抵抗負荷)	240 V 交流、2 A
---	--------------

4-6 (NC) の最大端子負荷 (交流-15) ¹⁾ (誘導負荷@、 $\cos\phi$ 0.4 において)	240 V AC、0.2 A
---	----------------

4-6 (NC) の最大端子負荷 (直流 -1) ¹⁾ (抵抗負荷)	50 V DC、2 A
---	-------------

4-6 (NC) の最大端子負荷 (直流 -13) ¹⁾ (誘導負荷)	24 V DC、0.1 A
--	---------------

1-3 (通常閉)、1-2 (通常開)、4-6 (通常閉)、4-5 (通常開) の最小端子負荷、	24 V DC、10 mA、24 V , AC 20 mA
--	-------------------------------

EN 60664-1 に準じた環境	過電圧カテゴリー III/汚染度 2
-------------------	--------------------

1) IEC 60947 パート 4 及び 5。

リレー接点は補強絶縁 (PELV) により他の回路から電気絶縁されています。

2) 過電圧カテゴリー II。

3) U1 アプリケーション 300 V AC 2 A。

コントロール・カード、10 V DC 出力

端子番号	50
------	----

出力電圧	10.5 V ± 0.5 V
------	--------------------

最大負荷	25 mA
------	-------

10 V DC 電源は供給電圧 (PELV) などの高電圧端子から電気絶縁されています。

コントロール特性

出力周波数 0~590 Hz での分解能	± 0.003 Hz
----------------------	----------------

システム応答時間 (端子 18、19、27、29、32、33)	≤ 2 ms
---------------------------------	-------------

速度コントロール範囲 (開ループ)	同期速度の 1:100
-------------------	-------------

速度精度 (開ループ)	30 - 4000 RPM: ± 8 rpm の最大エラー
-------------	-----------------------------------

すべてのコントロール特性は、4 極非同期モーターに基づいています。

コントロール・カード性能

スキャン間隔	5 ms
--------	------

コントロール・カード、USB シリアル通信

USB 標準	1.1 (全速)
--------	----------

USB プラグ	USB タイプ B "デバイス" プラグ
---------	----------------------

▲注意

PC への接続は、標準ホスト/デバイス USB ケーブルを介して行われます。
USB 接続は、供給電圧 (PELV) などの高電圧端子から電氣的に絶縁されています。
USB 接続は、保護接地からは電氣的に絶縁されていません。絶縁されたラップトップまたは PC のみを 周波数変換器の USB コネクタまたは独立の USB ケーブル/コンバーターに接続して使用してください。

7.7 ヒューズと回路ブレーカー

供給側では、周波数変換器 (初回故障) 内でコンポーネントが破損した場合の保護のため、ヒューズ及び / または回路ブレーカーを使用してください。

注記

IEC 60364 (CE) およ び NEC 2009 (UL) に準拠した設置においては、供給側でのヒューズ使用は必須です。

推奨:

- gG タイプヒューズ。
- モーラータイプ 遮断器。他の遮断機タイプについては、周波数変換器へのエネルギーをモーラー タイプによるエネルギー供給と同等か、それ以下のレベルにします。

推奨ヒューズと推奨回路ブレーカーを使用することで、周波数変換器に対して発生しうる破損をユニット内の破損に限定することができます。詳細は、*応用注記及び回路ブレーカー*を参照してください。

下のヒューズは、周波数変換器の電圧定格に応じて、100000 A_{rms} (同期) を供給できる回路での使用に適しています。適切なヒューズにより、周波数変換器短絡電流定格 (SCCR) は 100000 A_{rms} になります。

7.7.1 CE 準拠

200-240 V、エンクロージャー・サイズ A、B、C

エンクロージャー	電力 [kW]	推奨される ヒューズ・サイズ	推奨 最大ヒューズ	推奨される遮断機 モーター	最大トリップレベル [A]
A2	0.25 - 2.2	gG-10 (0.25-1.5) gG-16 (2.2)	gG-25	PKZM0-25	25
A3	3.0 - 3.7	gG-16 (3) gG-20 (3.7)	gG-32	PKZM0-25	25
A4	0.25 - 2.2	gG-10 (0.25-1.5) gG-16 (2.2)	gG-32	PKZM0-25	25
A5	0.25 - 3.7	gG-10 (0.25-1.5) gG-16 (2.2-3) gG-20 (3.7)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	5.5 - 11	gG-25 (5.5) gG-32 (7.5)	gG-80	PKZM4-63	63
B2	15	gG-50	gG-100	NZMB1-A100	100
B3	5.5 - 11	gG-25	gG-63	PKZM4-50	50
B4	15 - 18	gG-32 (7.5) gG-50 (11) gG-63 (15)	gG-125	NZMB1-A100	100
C1	18.5 - 30	gG-63 (15) gG-80 (18.5) gG-100 (22)	gG-160 (15-18.5) aR-160 (22)	NZMB2-A200	160
C2	37 - 45	aR-160 (30) aR-200 (37)	aR-200 (30) aR-250 (37)	NZMB2-A250	250
C3	22 - 30	gG-80 (18.5) aR-125 (22)	gG-150 (18.5) aR-160 (22)	NZMB2-A200	150
C4	37 - 45	aR-160 (30) aR-200 (37)	aR-200 (30) aR-250 (37)	NZMB2-A250	250

表 7.19 200-240 V、エンクロージャー・サイズ A、B、C

38-480 V、エンクロージャー・サイズ A、B、C

エンクロージャー	電力 [kW]	推奨される ヒューズ・サイズ	推奨 最大ヒューズ	推奨される遮断機 モーター	最大トリップレベル [A]
A2	1.1 - 4.0	gG-10 (0.37-3) gG-16 (4)	gG-25	PKZM0-25	25
A3	5.5 - 7.5	gG-16	gG-32	PKZM0-25	25
A4	1.1 - 4.0	gG-10 (0.37-3) gG-16 (4)	gG-32	PKZM0-25	25
A5	1.1 - 7.5	gG-10 (0.37-3) gG-16 (4-7.5)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	11 - 18.5	gG-40	gG-80	PKZM4-63	63
B2	22 - 30	gG-50 (18.5) gG-63 (22)	gG-100	NZMB1-A100	100
B3	11 - 18	gG-40	gG-63	PKZM4-50	50
B4	22 - 37	gG-50 (18.5) gG-63 (22) gG-80 (30)	gG-125	NZMB1-A100	100
C1	37 - 55	gG-80 (30) gG-100 (37) gG-160 (45)	gG-160	NZMB2-A200	160
C2	75 - 90	aR-200 (55) aR-250 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250
C3	45 - 55	gG-100 (37) gG-160 (45)	gG-150 (37) gG-160 (45)	NZMB2-A200	150
C4	75 - 90	aR-200 (55) aR-250 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250

表 7.20 380-480 V、エンクロージャー・サイズ A、B、C

525-600 V、エンクロージャー・サイズ A、B、C

エンクロージャー	電力 [KW]	推奨されるヒューズ・サイズ	推奨最大ヒューズ	推奨される遮断機モーター	最大トリップレベル [A]
A2	1.1 - 4.0	gG-10	gG-25	PKZM0-25	25
A3	5.5 - 7.5	gG-10 (5.5) gG-16 (7.5)	gG-32	PKZM0-25	25
A5	1.1 - 7.5	gG-10 (0.75-5.5) gG-16 (7.5)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	11 - 18	gG-25 (11) gG-32 (15) gG-40 (18.5)	gG-80	PKZM4-63	63
B2	22 - 30	gG-50 (22) gG-63 (30)	gG-100	NZMB1-A100	100
B3	11 - 18.5	gG-25 (11) gG-32 (15)	gG-63	PKZM4-50	50
B4	22 - 37	gG-40 (18.5) gG-50 (22) gG-63 (30)	gG-125	NZMB1-A100	100
C1	37 - 55	gG-63 (37) gG-100 (45) aR-160 (55)	gG-160 (37-45) aR-250 (55)	NZMB2-A200	160
C2	75 - 90	aR-200 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250
C3	45 - 55	gG-63 (37) gG-100 (45)	gG-150	NZMB2-A200	150
C4	75 - 90	aR-160 (55) aR-200 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250

表 7.21 52-600 V、エンクロージャー・サイズ A、B、C

525-690 V、エンクロージャー・サイズ A、B、C

エンクロージャー	電力 [KW]	推奨されるヒューズ・サイズ	推奨最大ヒューズ	推奨される遮断機 Danfoss	最大トリップレベル [A]
A3	1.1	gG-6	gG-25	CTI25M 10-16	16
	1.5	gG-6	gG-25	CTI25M 10-16	16
	2.2	gG-6	gG-25	CTI25M 10-16	16
	3	gG-10	gG-25	CTI25M 10-16	16
	4	gG-10	gG-25	CTI25M 10-16	16
	5.5	gG-16	gG-25	CTI25M 10-16	16
	7.5	gG-16	gG-25	CTI25M 10-16	16
B2	11	gG-25	gG-63		
	15	gG-25	gG-63		
	18	gG-32			
	22	gG-32			
C2	30	gG-40			
	37	gG-63	gG-80		
	45	gG-63	gG-100		
	55	gG-80	gG-125		
	75	gG-100	gG-160		
C3	37	gG-100	gG-125		
	45	gG-125	gG-160		

表 7.22 525-690 V、エンクロージャー・サイズ A、B、C

7.7.2 UL 適合

1x200 - 240 V、エンクロージャー・サイズ A、B、C

推奨最大ヒューズ													
Power [kW]	最大ブ レヒュー ーズ サイズ [A]	Buss- mann JFHR2	Buss- mann RK1	Buss- mann J	Buss- mann inputs (ディ ジタル 入力)) の Start (スタ ート) は、同 時に有 効とな ります 。	Buss- mann CC	Buss- mann CC	Buss- mann CC	SIBA RK1	Littel fuse RK1	Ferraz- Shawmut CC	Ferraz- Shawmut RK1	Ferraz- Shawmut J
1.1	15	FWX-15	KTN-R15	JKS-15	JJN-15	FNQ- R-15	KTK- R-15	LP- CC-15	5017906- 016	KLN- R15	ATM-R15	A2K-15R	HSJ15
1.5	20	FWX-20	KTN-R20	JKS-20	JJN-20	FNQ- R-20	KTK- R-20	LP- CC-20	5017906- 020	KLN- R20	ATM-R20	A2K-20R	HSJ20
2.2	30 ¹⁾	FWX-30	KTN-R30	JKS-30	JJN-30	FNQ- R-30	KTK- R-30	LP- CC-30	5012406- 032	KLN- R30	ATM-R30	A2K-30R	HSJ30
3.0	35	FWX-35	KTN-R35	JKS-35	JJN-35	---	---	---	---	KLN- R35	---	A2K-35R	HSJ35
3.7	50	FWX-50	KTN-R50	JKS-50	JJN-50	---	---	---	5014006- 050	KLN- R50	---	A2K-50R	HSJ50
5.5	60 ²⁾	FWX-60	KTN-R60	JKS-60	JJN-60	---	---	---	5014006- 063	KLN- R60	---	A2K-60R	HSJ60
7.5	80	FWX-80	KTN-R80	JKS-80	JJN-80	---	---	---	5014006- 080	KLN- R80	---	A2K-80R	HSJ80
15	150	FWX- 150	KTN- R150	JKS-15 0	JJN-15 0	---	---	---	2028220- 150	KLN- R150	---	A2K-150R	HSJ150
22	200	FWX- 200	KTN- R200	JKS-20 0	JJN-20 0	---	---	---	2028220- 200	KLN- R200	---	A2K-200R	HSJ200

表 7.23 1x200 - 240 V、エンクロージャー・サイズ A、B、C

1) Siba 最大 32 A まで可能。

2) Siba 最大 63 A まで可能。

1x380-500 V、エンクロージャー・サイズ B 及び C

推奨最大ヒューズ													
Power [kW]	最大 ブリ ューズ サイズ [A]	Bussmann JFHR2	Bussmann RK1	Bussmann J	Bussmann inputs (デジタル入力) の Start (スタート) は、同時に有効となります。	Bussmann CC	Bussmann CC	Bussmann CC	SIBA RK1	Littelfuse RK1	Ferraz-Shawmut CC	Ferraz-Shawmut RK1	Ferraz-Shawmut J
7.5	60	FWH-60	KTS-R60	JKS-60	JJS-60				5014006-063	KLS-R60	-	A6K-60R	HSJ60
11	80	FWH-80	KTS-R80	JKS-80	JJS-80				2028220-100	KLS-R80	-	A6K-80R	HSJ80
22	150	FWH-150	KTS-R150	JKS-150	JJS-150				2028220-160	KLS-R150	-	A6K-150R	HSJ150
37	200	FWH-200	KTS-R200	JKS-200	JJS-200				2028220-200	KLS-200		A6K-200R	HSJ200

表 7.24 1x380-500 V、エンクロージャー・サイズ B 及び C

- 240 V 周波数変換器では、Bussmann 社製の KTS ヒューズを KTN ヒューズの代替品として使用できます。
- 240 V 周波数変換器では、Bussmann 社製の FWH ヒューズを FWX ヒューズの代替品として使用できます。
- 240 V 周波数変換器では、Bussmann 社製の JJN ヒューズを JJS ヒューズの代替品として使用できます。
- 240 V 周波数変換器では、Littel fuse 社製の KLSR ヒューズを KLNK ヒューズの代替品として使用できます。
- 240 V 周波数変換器では、Ferraz-Shawmut 社製の A6KR ヒューズを A2KR ヒューズの代替品として使用できます。

3x200-240 V、エンクロージャー・サイズ A、B、及び C

推奨最大ヒューズ						
電力 [kW]	Bussmann タイプ RK1 1)	Bussmann タイプ J	Bussmann タイプ T	Bussmann タイプ CC	Bussmann	Bussmann タイプ CC
0.25 - 0.37	KTN-R-05	JKS-05	JJN-05	FNQ-R-5	KTK-R-5	LP-CC-5
0.55 - 1.1	KTN-R-10	JKS-10	JJN-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
1.5	KTN-R-15	JKS-15	JJN-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
2.2	KTN-R-20	JKS-20	JJN-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20
3.0	KTN-R-25	JKS-25	JJN-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25
3.7	KTN-R-30	JKS-30	JJN-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30
5.5 - 7.5	KTN-R-50	JKS-50	JJN-50	-	-	-
11	KTN-R-60	JKS-60	JJN-60	-	-	-
15	KTN-R-80	JKS-80	JJN-80	-	-	-
18.5 - 22	KTN-R-125	JKS-125	JJN-125	-	-	-
30	KTN-R-150	JKS-150	JJN-150	-	-	-
37	KTN-R-200	JKS-200	JJN-200	-	-	-
45	KTN-R-250	JKS-250	JJN-250	-	-	-

表 7.25 3x200-240 V、エンクロージャー・サイズ A、B、及び C

電力 [kW]	推奨最大ヒューズ							
	SIBA タイプ RK1	Littelfuse タイプ RK1	Ferraz- Shawmut タイプ CC	Ferraz- Shawmut タイプ RK1 ²⁾	Bussmann タイプ JFHR2 ³⁾	Littelfuse JFHR2	Ferraz- Shawmut JFHR2 ⁴⁾	Ferraz- Shawmut J
0.25 - 0.37	5017906-005	KLN-R-05	ATM-R-05	A2K-05-R	FWX-5	-	-	HSJ-6
0.55 - 1.1	5017906-010	KLN-R-10	ATM-R-10	A2K-10-R	FWX-10	-	-	HSJ-10
1.5	5017906-016	KLN-R-15	ATM-R-15	A2K-15-R	FWX-15	-	-	HSJ-15
2.2	5017906-020	KLN-R-20	ATM-R-20	A2K-20-R	FWX-20	-	-	HSJ-20
3.0	5017906-025	KLN-R-25	ATM-R-25	A2K-25-R	FWX-25	-	-	HSJ-25
3.7	5012406-032	KLN-R-30	ATM-R-30	A2K-30-R	FWX-30	-	-	HSJ-30
5.5 - 7.5	5014006-050	KLN-R-50	-	A2K-50-R	FWX-50	-	-	HSJ-50
11	5014006-063	KLN-R-60	-	A2K-60-R	FWX-60	-	-	HSJ-60
15	5014006-080	KLN-R-80	-	A2K-80-R	FWX-80	-	-	HSJ-80
18.5 - 22	2028220-125	KLN-R-125	-	A2K-125-R	FWX-125	-	-	HSJ-125
30	2028220-150	KLN-R-150	-	A2K-150-R	FWX-150	L25S-150	A25X-150	HSJ-150
37	2028220-200	KLN-R-200	-	A2K-200-R	FWX-200	L25S-200	A25X-200	HSJ-200
45	2028220-250	KLN-R-250	-	A2K-250-R	FWX-250	L25S-250	A25X-250	HSJ-250

表 7.26 3x200 - 240 V、エンクロージャー・サイズ A、B、及び C

- 1) 240 V 周波数変換器では、Bussmann 社製の KTS ヒューズを KTN ヒューズの代替品として使用できます。
 2) 240 V 周波数変換器では、Ferraz-Shawmut 社製の A6KR ヒューズを A2KR ヒューズの代替品として使用できます。
 3) 240 V 周波数変換器では、Bussmann 社製の FWH ヒューズを FWX ヒューズの代替品として使用できます。
 4) 240 V 周波数変換器では、Ferraz-Shawmut 社製の A50X ヒューズを A25X ヒューズの代替品として使用できます。

3x380 - 480 V、エンクロージャー・サイズ A、B、及び C

Power [kW]	推奨最大ヒューズ					
	Bussmann タイプ RK1	Bussmann タイプ J	Bussmann タイプ T	Bussmann タイプ CC	Bussmann タイプ CC	Bussmann タイプ CC
-	KTS-R-6	JKS-6	JJS-6	FNQ-R-6	KTK-R-6	LP-CC-6
1.1 - 2.2	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
3	KTS-R-15	JKS-15	JJS-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
4	KTS-R-20	JKS-20	JJS-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20
5.5	KTS-R-25	JKS-25	JJS-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25
7.5	KTS-R-30	JKS-30	JJS-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30
11	KTS-R-40	JKS-40	JJS-40	-	-	-
15	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	-	-	-
22	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	-	-	-
30	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	-	-	-
37	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	-	-	-
45	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	-	-	-
55	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	-	-	-
75	KTS-R-200	JKS-200	JJS-200	-	-	-
90	KTS-R-250	JKS-250	JJS-250	-	-	-

表 7.27 3x380 - 480 V、エンクロージャー・サイズ A、B、及び C

電力 [kW]	推奨最大ヒューズ							
	SIBA タイプ RK1	Littelfuse タイプ RK1	Ferraz- Shawmut タイプ CC	Ferraz- Shawmut タイプ RK1	Bussmann JFHR2	Ferraz- Shawmut J	Ferraz- Shawmut JFHR2 ¹⁾	Littelfuse JFHR2
–	5017906-006	KLS-R-6	ATM-R-6	A6K-6-R	FWH-6	HSJ-6	–	–
1.1 – 2.2	5017906-010	KLS-R-10	ATM-R-10	A6K-10-R	FWH-10	HSJ-10	–	–
3	5017906-016	KLS-R-15	ATM-R-15	A6K-15-R	FWH-15	HSJ-15	–	–
4	5017906-020	KLS-R-20	ATM-R-20	A6K-20-R	FWH-20	HSJ-20	–	–
5.5	5017906-025	KLS-R-25	ATM-R-25	A6K-25-R	FWH-25	HSJ-25	–	–
7.5	5012406-032	KLS-R-30	ATM-R-30	A6K-30-R	FWH-30	HSJ-30	–	–
11	5014006-040	KLS-R-40	–	A6K-40-R	FWH-40	HSJ-40	–	–
15	5014006-050	KLS-R-50	–	A6K-50-R	FWH-50	HSJ-50	–	–
22	5014006-063	KLS-R-60	–	A6K-60-R	FWH-60	HSJ-60	–	–
30	2028220-100	KLS-R-80	–	A6K-80-R	FWH-80	HSJ-80	–	–
37	2028220-125	KLS-R-100	–	A6K-100-R	FWH-100	HSJ-100	–	–
45	2028220-125	KLS-R-125	–	A6K-125-R	FWH-125	HSJ-125	–	–
55	2028220-160	KLS-R-150	–	A6K-150-R	FWH-150	HSJ-150	–	–
75	2028220-200	KLS-R-200	–	A6K-200-R	FWH-200	HSJ-200	A50-P-225	L50-S-225
90	2028220-250	KLS-R-250	–	A6K-250-R	FWH-250	HSJ-250	A50-P-250	L50-S-250

表 7.28 3x380 – 480 V、エンクロージャー・サイズ A、B、及び C

1) Ferraz-Shawmut A50QS ヒューズを A50P ヒューズの代わりに使えます。

3x525 - 600 V、エンクロージャー・サイズ A、B、及び C

電力 [kW]	推奨最大ヒューズ									
	Bussmann タイプ RK1	Bussmann タイプ J	Bussmann タイプ T	Bussmann タイプ CC	Bussmann タイプ CC	Bussmann タイプ CC	SIBA タイプ RK1	Littelfu se タイプ RK1	Ferraz- Shawmut タイプ RK1	Ferraz- Shawmut J
0.75 - 1.1	KTS-R-5	JKS-5	JJS-6	FNQ-R-5	KTK-R-5	LP-CC-5	5017906-005	KLS- R-005	A6K-5-R	HSJ-6
1.5 - 2.2	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10	5017906-010	KLS- R-010	A6K-10-R	HSJ-10
3	KTS-R15	JKS-15	JJS-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15	5017906-016	KLS- R-015	A6K-15-R	HSJ-15
4	KTS-R20	JKS-20	JJS-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20	5017906-020	KLS- R-020	A6K-20-R	HSJ-20
5.5	KTS-R-25	JKS-25	JJS-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25	5017906-025	KLS- R-025	A6K-25-R	HSJ-25
7.5	KTS-R-30	JKS-30	JJS-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30	5017906-030	KLS- R-030	A6K-30-R	HSJ-30
11 - 15	KTS-R-35	JKS-35	JJS-35	-	-	-	5014006-040	KLS- R-035	A6K-35-R	HSJ-35
18	KTS-R-45	JKS-45	JJS-45	-	-	-	5014006-050	KLS- R-045	A6K-45-R	HSJ-45
22	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	-	-	-	5014006-050	KLS- R-050	A6K-50-R	HSJ-50
30	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	-	-	-	5014006-063	KLS- R-060	A6K-60-R	HSJ-60
37	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	-	-	-	5014006-080	KLS- R-075	A6K-80-R	HSJ-80
45	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	-	-	-	5014006-100	KLS- R-100	A6K-100-R	HSJ-100
55	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	-	-	-	2028220-125	KLS- R-125	A6K-125-R	HSJ-125
75	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	-	-	-	2028220-150	KLS- R-150	A6K-150-R	HSJ-150
90	KTS-R-175	JKS-175	JJS-175	-	-	-	2028220-200	KLS- R-175	A6K-175-R	HSJ-175

表 7.29 3x525 - 600 V、エンクロージャー・サイズ A、B、及び C

3x525 - 690 V、エンクロージャー・サイズ B 及び C

電力 [kW]	推奨最大ヒューズ							
	最大ブリ ヒューズ・ サイズ [A]	Bussmann E52273 RK1/JDDZ	Bussmann E4273 J/JDDZ	Bussmann E4273 T/JDDZ	SIBA E180276 RK1/JDDZ	Littelfuse E81895 RK1/JDDZ	Ferraz- Shawmut E163267/E2137 RK1/JDDZ	Ferraz- Shawmut E2137 J/HSJ
11 - 15	30	KTS-R-30	JKS-30	JJS-30	5017906-030	KLS-R-030	A6K-30-R	HST-30
22	45	KTS-R-45	JKS-45	JJS-45	5014006-050	KLS-R-045	A6K-45-R	HST-45
30	60	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	5014006-063	KLS-R-060	A6K-60-R	HST-60
37	80	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	5014006-080	KLS-R-075	A6K-80-R	HST-80
45	90	KTS-R-90	JKS-90	JJS-90	5014006-100	KLS-R-090	A6K-90-R	HST-90
55	100	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	5014006-100	KLS-R-100	A6K-100-R	HST-100
75	125	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	2028220-125	KLS-150	A6K-125-R	HST-125
90	150	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	2028220-150	KLS-175	A6K-150-R	HST-150

表 7.30 3x525 - 690 V、エンクロージャー・サイズ B 及び C

7.8 出力定格、重量、寸法

エンクロージャー・サイズ [kW]	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4
1x200-240 V	-	1.1	1.1 - 2.2	1.1	1.5 - 3.7	7.5	-	-	15	22	-	-
3x200-240 V	0.25 - 3.0	3.7	0.25 - 2.2	0.25 - 3.7	5.5 - 11	15	5.5 - 11	15 - 18.5	18.5 - 30	37 - 45	22 - 30	37 - 45
1x380-480 V	-	-	1.1 - 4.0	-	7.5	11	-	-	18	37	-	-
3x380-480 V	0.37 - 4.0	5.5 - 7.5	0.37 - 4.0	0.37 - 7.5	11 - 18.5	22 - 30	11 - 18.5	22 - 37	37 - 55	75 - 90	45 - 55	75 - 90
3x525-600 V	-	0.75 - 7.5	-	0.75 - 7.5	11 - 18.5	22 - 30	11 - 18.5	22 - 37	37 - 55	75 - 90	45 - 55	75 - 90
3x525-690 V	-	-	-	-	-	11 - 30	-	-	-	37 - 90	-	-
IP	20	21	55/66	55/66	21/55/66	21/55/66	20	20	21/55/66	21/55/66	20	20
NEMA	シヤーン	タイプ 1	タイプ 1	タイプ 12/4X	タイプ 1/12/4X	タイプ 1/12/4X	シヤーン	シヤーン	タイプ 1/12/4X	タイプ 1/12/4X	シヤーン	シヤーン
高さ [mm]												
バック・ブレードの高さ	A 268	375	390	420	480	650	399	520	680	770	550	660
フィードバックケーブル用減結合ブレード付きの場合の高さ	A 374	-	-	-	-	-	419	595	-	-	630	800
実装穴間の距離	a 257	350	401	402	454	624	380	495	648	739	521	631
幅 [mm]												
バック・ブレードの幅	B 90	90	200	242	242	242	165	231	308	370	308	370
1つの C オブション付きの場合のバック・ブレード幅	B 130	130	-	242	242	242	205	231	308	370	308	370
2つの C オブション付きの場合のバック・ブレード幅	B 90	90	-	242	242	242	165	231	308	370	308	370
実装穴間の距離	b 70	70	171	215	210	210	140	200	272	334	270	330
奥行き d) [mm]												
オブション A/B なし	C 205	205	175	200	260	260	248	242	310	335	333	333
オブション A/B 付き	C 220	220	175	200	260	260	262	242	310	335	333	333
ネジ穴 [mm]												
c	8.0	8.0	8.0	8.2	12	12	8	-	12	12	-	-
d	ø11	ø11	ø12	ø12	ø19	ø19	12	-	ø19	ø19	-	-
e	ø5.5	ø5.5	ø6.5	ø6.5	ø9	ø9	6.8	8.5	ø9.0	ø9.0	8.5	8.5
f	9	9	6	9	9	9	7.9	15	9.8	9.8	17	17
最大重量 [kg]	4.9	5.3	9.7	14	23	27	12	23.5	45	65	35	50

エンクロージャ・サイズ [kW]	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4
1x200-240 V	-	1.1	1.1 - 2.2	1.1	1.5 - 3.7	7.5	-	-	15	22	-	-
3x200-240 V	0.25 - 3.0	3.7	0.25 - 2.2	0.25 - 3.7	5.5 - 11	15	5.5 - 11	15 - 18.5	18.5 - 30	37 - 45	22 - 30	37 - 45
1x380-480 V	-	-	1.1 - 4.0	-	7.5	11	-	-	18	37	-	-
3x380-480 V	0.37 - 4.0	5.5 - 7.5	0.37 - 4.0	0.37 - 7.5	11 - 18.5	22 - 30	11 - 18.5	22 - 37	37 - 55	75 - 90	45 - 55	75 - 90
3x525-600 V	-	0.75 - 7.5	-	0.75 - 7.5	11 - 18.5	22 - 30	11 - 18.5	22 - 37	37 - 55	75 - 90	45 - 55	75 - 90
3x525-690 V	-	-	-	-	-	11 - 30	-	-	-	37 - 90	-	-

1) エンクロージャの深さは、インストールされた異なるオプションによって変化します。

表 7.31 出力定格、重量、寸法

7.9 dU/dt テスト

周波数変換器の運転用に設計された相間絶縁紙や他の絶縁補強のないモーターに対する損傷を回避するために、周波数変換器の出力に dU/dt フィルター又は LC フィルターを取り付けることを推奨します。

インバーターブリッジ内のトランジスタが切り替わった場合には、モーター全体の電圧は以下の条件に応じて du/dt の比率で増加します。

- モーターインダクタンス
- モーター・ケーブル（タイプ、断面積、長さ、シールド付きまたは非シールド）

モーターが安定する前に、自然誘導によりモーター電圧にオーバーシュート電圧ピークが生じます。そのレベルは直流リンクの電圧に依存します。

モーター端子でのピーク電圧は IGBT のスイッチングによって引き起こされます。立ち上がり時間とピーク電圧はモーターの寿命に影響します。ピーク電圧が高すぎる場合には、相コイル絶縁体が付いていないモーターがマイナスの影響を受けます。

モーター・ケーブルが短い（数メートル）場合、立ち上がり時間とピーク電圧は低くなります。立ち上がり時間とピーク電圧はケーブル長により増加します。

周波数変換器は、モーター設計に関する IEC 60034-25 及び IEC 60034-17 に準拠します。

7.9.1 モーターのピーク電圧

以下に記載されていないケーブル長と電圧の近似値を求めるために、以下の経験則を用います。

- 立ち上がり時間はケーブル長に比例して増減します。
- $U_{PEAK} = \text{直流リンク電圧} \times 1.9$
(直流リンク電圧 = 主電源電圧 $\times$ 1.35)
- $$dU/dt = \frac{0.8 \times U_{PEAK}}{\text{立ち上がり時間}}$$

データは IEC 60034-17 に従って測定します。
ケーブルの長さはメートルです。

200 – 240 V (T2)

ケーブル長 [m]	主電源電圧 [V]	立ち上がり時間 [μ 秒]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/μ 秒]
36	240	0.226	0.616	2.142
50	240	0.262	0.626	1.908
100	240	0.650	0.614	0.757
150	240	0.745	0.612	0.655

表 7.32 周波数変換器、P5K5、T2

ケーブル長 [m]	主電源電圧 [V]	立ち上がり時間 [μ 秒]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/μ 秒]
5	230	0.13	0.510	3.090
50	230	0.23	0.590	2.034
100	230	0.54	0.580	0.865
150	230	0.66	0.560	0.674

表 7.33 周波数変換器、P7K5、T2

ケーブル長 [m]		立ち上がり時間 [μ 秒]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/μ 秒]
36	240	0.264	0.624	1.894
136	240	0.536	0.596	0.896
150	240	0.568	0.568	0.806

表 7.34 周波数変換器、P11K、T2

ケーブル長 [m]	主電源電圧 [V]	立ち上がり時間 [μ 秒]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/μ 秒]
30	240	0.556	0.650	0.935
100	240	0.592	0.594	0.807
150	240	0.708	0.575	0.669

表 7.35 周波数変換器、P15K、T2

ケーブル長 [m]	主電源電圧 [V]	立ち上がり時間 [μ 秒]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/μ 秒]
36	240	0.244	0.608	1.993
136	240	0.568	0.580	0.832
150	240	0.720	0.574	0.661

表 7.36 周波数変換器、P18K、T2

ケーブル長 [m]	主電源電圧 [V]	立ち上がり時間 [μ 秒]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/μ 秒]
36	240	0.244	0.608	1.993
136	240	0.560	0.580	0.832
150	240	0.720	0.574	0.661

表 7.37 周波数変換器、P22K、T2

ケーブル長 [m]	主電源電圧 [V]	立ち上がり時間 [μ 秒]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/μ 秒]
15	240	0.194	0.626	2.581
50	240	0.252	0.574	1.929
150	240	0.444	0.538	0.977

表 7.38 周波数変換器、P30K、T2

ケーブル 長 [m]	主電源 電圧 [V]	立ち上 り時間 [μ 秒]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/μ 秒]
30	240	0.300	0.598	1.593
100	240	0.536	0.566	0.843
150	240	0.776	0.546	0.559

表 7.39 周波数変換器、P37K、T2

ケーブル 長 [m]	主電源 電圧 [V]	立ち上 り時間 [μ 秒]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/μ 秒]
30	240	0.300	0.598	1.593
100	240	0.536	0.566	0.843
150	240	0.776	0.546	0.559

表 7.40 周波数変換器、P45K、T2

380 - 480 V (T4)

ケーブル 長 [m]	主電源 電圧 [V]	立ち上 り時間 [μ 秒]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/μ 秒]
5	400	0.640	0.690	0.862
50	400	0.470	0.985	0.985
150	400	0.760	1.045	0.947

表 7.41 周波数変換器、P1K5、T4

ケーブル 長 [m]	主電源 電圧 [V]	立ち上 り時間 [μ 秒]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/μ 秒]
5	400	0.172	0.890	4.156
50	400	0.310		2.564
150	400	0.370	1.190	1.770

表 7.42 周波数変換器、P4K0、T4

ケーブル 長 [m]	主電源 電圧 [V]	立ち上 り時間 [μ 秒]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/μ 秒]
5	400	0.04755	0.739	8.035
50	400	0.207	1.040	4.548
150	400	0.6742	1.030	2.828

表 7.43 周波数変換器、P7K5、T4

ケーブル 長 [m]	主電源 電圧 [V]	立ち上 り時間 [μ 秒]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/μ 秒]
15	400	0.408	0.718	1.402
100	400	0.364	1.050	2.376
150	400	0.400	0.980	2.000

表 7.44 周波数変換器、P11K、T4

ケーブル 長 [m]	主電源 電圧 [V]	立ち上 り時間 [μ 秒]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/μ 秒]
36	400	0.422	1.060	2.014
100	400	0.464	0.900	1.616
150	400	0.896	1.000	0.915

表 7.45 周波数変換器、P15K、T4

ケーブル 長 [m]	主電源 電圧 [V]	立ち上 り時間 [μ 秒]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/μ 秒]
36	400	0.344	1.040	2.442
100	400	1.000	1.190	0.950
150	400	1.400	1.040	0.596

表 7.46 周波数変換器、P18K、T4

ケーブル 長 [m]	主電源 電圧 [V]	立ち上 り時間 [μ 秒]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/μ 秒]
36	400	0.232	0.950	3.534
100	400	0.410	0.980	1.927
150	400	0.430	0.970	1.860

表 7.47 周波数変換器、P22K、T4

ケーブル 長 [m]	主電源 電圧 [V]	立ち上 り時間 [μ 秒]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/μ 秒]
15	400	0.271	1.000	3.100
100	400	0.440	1.000	1.818
150	400	0.520	0.990	1.510

表 7.48 周波数変換器、P30K、T4

ケーブル 長 [m]	主電源 電圧 [V]	立ち上 り時間 [μ 秒]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/μ 秒]
5	480	0.270	1.276	3.781
50	480	0.435	1.184	2.177
100	480	0.840	1.188	1.131
150	480	0.940	1.212	1.031

表 7.49 周波数変換器、P37K、T4

ケーブル 長 [m]	主電源 電圧 [V]	立ち上 り時間 [μ 秒]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/μ 秒]
36	400	0.254	1.056	3.326
50	400	0.465	1.048	1.803
100	400	0.815	1.032	1.013
150	400	0.890	1.016	0.913

表 7.50 周波数変換器、P45K、T4

ケーブル 長 [m]	主電源 電圧 [V]	立ち上 り時間 [μ 秒]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/μ 秒]
10	400	0.350	0.932	2.130

表 7.51 周波数変換器、P55K、T4

ケーブル 長 [m]	主電源 電圧 [V]	立ち上 り時間 [μ 秒]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/μ 秒]
5	480	0.371	1.170	2.466

表 7.52 周波数変換器、P75K、T4

ケーブル 長 [m]	主電源 電圧 [V]	立ち上 り時間 [μ 秒]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/μ 秒]
5	400	0.364	1.030	2.264

表 7.53 周波数変換器、P90K、T4

525 - 600V (T6)

ケーブル 長 [m]	主電源 電圧 [V]	立ち上 り時間 [μ 秒]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/μ 秒]
36	600	0.304	1.560	4.105
50	600	0.300	1.550	4.133
100	600	0.536	1.640	2.448
150	600	0.576	1.640	2.278

表 7.54 周波数変換器、P11K、T6

ケーブル 長 [m]	主電源 電圧 [V]	立ち上 り時間 [μ 秒]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/μ 秒]
36	600	0.084	1.560	7.962
50	600	0.120	1.540	5.467
100	600	0.165	1.472	3.976
150	600	0.190	1.530	3.432

表 7.55 周波数変換器、P22K、T6

ケーブル 長 [m]	主電源 電圧 [V]	立ち上 り時間 [μ 秒]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/μ 秒]
15	600	0.276	1.184	4.290

表 7.56 周波数変換器、P55K、T6

525 - 690V (T7)

ケーブル 長 [m]	主電源 電圧 [V]	立ち上 り時間 [μ 秒]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/μ 秒]
80	690	0.580	1.728	2.369
130	690	0.930	1.824	1.569
180	690	0.925	1.818	1.570

表 7.57 周波数変換器、P7K5、T7

ケーブル 長 [m]	主電源 電圧 [V]	立ち上 り時間 [μ 秒]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/μ 秒]
5	690	0.250	1.440	4.608
105	690	0.570	1.800	2.526
180	690	0.982	1.840	1.499

表 7.58 周波数変換器、P45K、T7

ケーブル 長 [m]	主電源 電圧 [V]	立ち上 り時間 [μ 秒]	U _{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/μ 秒]
6	690	0.238	1.416	4.739
50	690	0.358	1.764	3.922
150	690	0.465	1.872	3.252

表 7.59 周波数変換器、P55K、T7

7.10 騒音定格

エンクロージャー・ サイズ	50% ファン速度 [dBA]	ファン全速 [dBA]
A1	51	60
A2	51	60
A3	51	60
A4	51	60
A5	54	63
B1	61	67
B2	58	70
B4	52	62
C1	52	62
C2	55	65
C4	56	71
D3h	58	71

表 7.60 騒音定格

値はユニットから 1 m 離れて測定されます。

7.11 選択オプション

7.11.1 VLT® General Purpose I/O Module MCB 101

MCB 101 はデジタル及びアナログの入力と出力の拡張に使用します。

MCB 101 を周波数変換器のスロット B に差し込んでください。

内容:

- MCB 101 オプション・モジュール
- LCP 用拡張フィクチャー

7.11.2 VLT® Relay Card MCB 105

リレー・オプション MCB 105 は 3 個の SPDT 接点を備え、オプション・スロット B に差し込む必要があります。

電気データ

最大端子負荷 (交流 -1) ¹⁾ (抵抗負荷)	240 V 交流 2 A
最大端子負荷 (交流 -15) ¹⁾ (誘導負荷@、 $\cos\phi$ 0.4 において)	240 V 交流、0.2 A
最大端子負荷 (直流 -1) ¹⁾ (抵抗負荷)	24 V DC 1 A
最大端子負荷 (直流 -13) ¹⁾ (誘導負荷)	24 V DC 0.1 A
最小端子負荷 (直流)	5 V 10 mA
定格負荷 / 最小負荷における最高切り換え速度	最低 6 ⁻¹ /20 s ⁻¹

1) IEC 947 パート 4 及び 5

リレー・オプションを別個に注文すると、キットには以下のものが含まれます。

- リレー・オプション・モジュール MCB 105
- 拡大 LCP フィクチャー及び拡大端子カバー
- スイッチ S201、S202、及び S801 へのアクセスを示すラベル
- リレー・モジュールへのケーブルを固定するケーブル・ストリップ

端子カバー

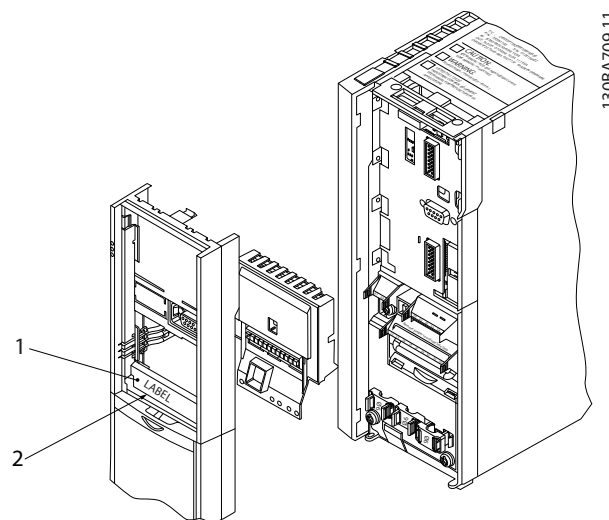
MCB 101	FC Series
General Purpose I/O	B slot
SW. ver. XX.XX	Code No. 130BXXXX

COM	DIN	DIN7	DIN8	DIN9	GND(1)	DOUT3	DOUT4	AOUT2	24V	GND(2)	AIN3	AIN4
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	

図 7.2 MCB 101 オプション

130BA208.10

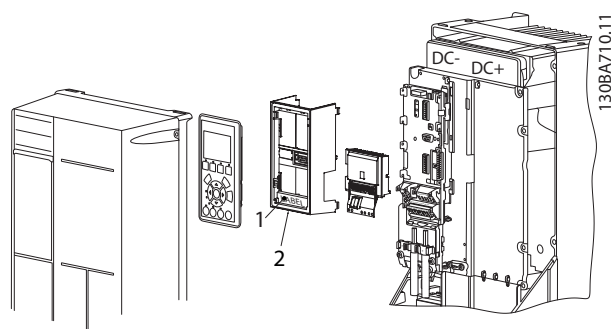
7



130BA705.11

1	警告! ラベルは図のように LCP ケースに貼ります。(UL 認定)。
2	リレーカード

図 7.3 エンクロージャー・サイズ A2-A3-B3



1	警告! ラベルは図のように LCP ケースに貼ります。(UL 認定)。
2	リレーカード

図 7.4 エンクロージャー・サイズ A5-B1-B2-B4-C1-C2-C3-C4



図 7.5 オプションに貼付される警告ラベル

リレーカード MCB 105 オプション追加要領:

1. 周波数変換器の電源接続を切ります。
2. リレー端子の通電された接続部の電源を切る必要があります。
3. LCP (ローカル・コントロール・パネル)、端子カバー、及び LCP フレームを周波数変換器から取り外します。
4. MCB 105 オプションをスロット B に差し込んでください。
5. コントロール・ケーブルを接続して、エンクロージャド・ケーブル・ストリップでケーブルを固定してください。
6. ワイヤの被覆を剥いだ部分の長さが正しくなるようにしてください(図 7.7を参照)。
7. 通電部分(高電圧)とコントロール信号(PELV)を混在させないでください。
8. 拡大 LCP フィクスチャー及び拡大端子カバーを取り付けてください。
9. LCP を取り替えてください。
10. 電源を周波数変換器に接続します。
11. 5-40 機能リレー [6-8]、5-41 オン遅延、リレー [6-8] および 5-42 オフ遅延、リレー [6-8] でリレー機能を選択してください。

注記

アレイ [6] はリレー 7 であり、アレイ [7] はリレー 8 であり、 またアレイ [8] はリレー 9 です

注記

RS485 終端、スイッチ S801 あるいは電流/電圧スイッチ S201/S202 にアクセスするには、リレーカードを外してください(図 7.3 および 図 7.4を参照。ポジション 2)。

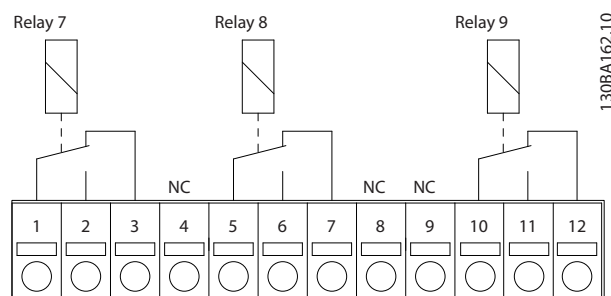


図 7.6 リレー

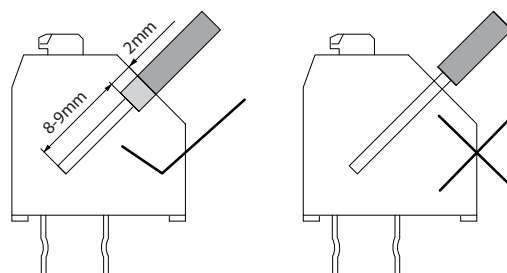
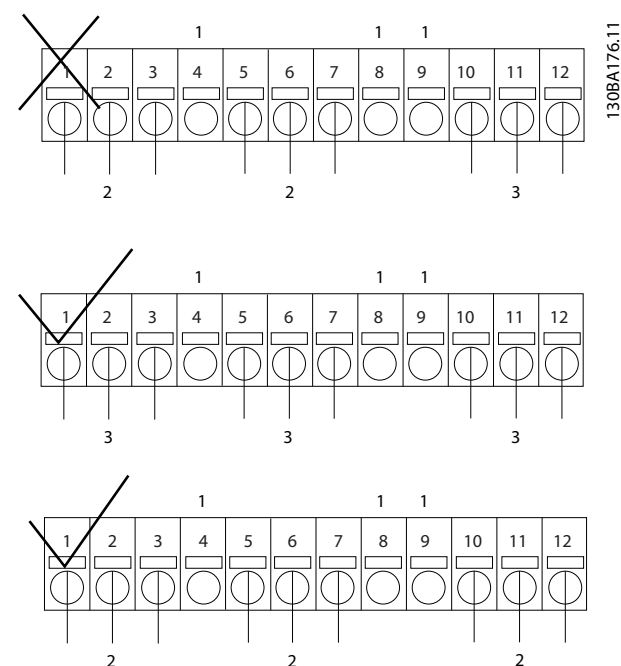


図 7.7 正しいワイヤ挿入



1	NC
2	通電部分
3	PELV

図 7.8 正しいリレー配線

注記

24 / 48 V システムと高電圧システムを組み合わせないでください。

7.11.3 VLT® PTC Thermistor Card MCB 112

MCB 112 オプションにより、電気的に絶縁された PTC サーミスターの入力を介して電気的モーターの温度を監視することが可能になります。これは STO 付き周波数変換器の B オプションです。

さまざまなアプリケーションの可能性については、
章 4 アプリケーション例を参照してください。

X44/1 と X44/2 はサーミスター入力です。サーミスター値が STO を必要とした場合には、X44/12 は、周波数変換器 (T-37) の STO を有効にでき、X44/10 は、適切な警報を確実にを行うために、STO の依頼が MCB 112 から来たことを周波数変換器に通知します。X44/10 の情報を使用するために、デジタル入力パラメーター（または実装オプションデジタル入力）の 1 つは、[80] PTC Card 1 に設定する必要があります。5-19 Terminal 37 Safe Stop を希望する STO 機能に設定します（デフォルト値は安全停止警報）。

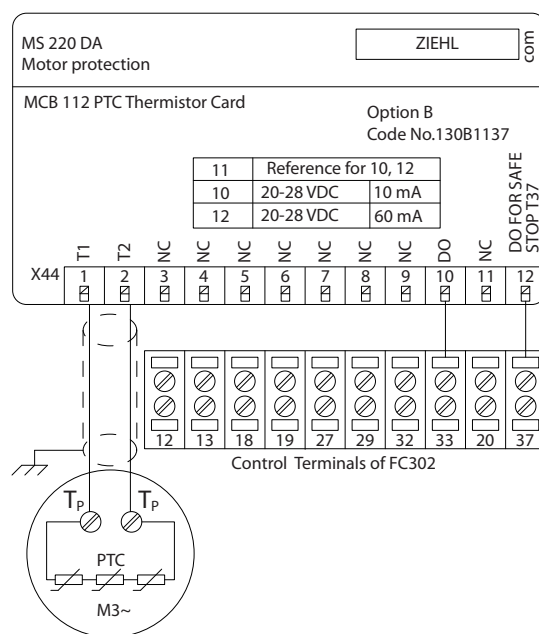


図 7.9 MCB 112 の設置

FC 102、FC 103、FC 202 および FC 302 での ATEX 認証
MCB 112 は、ATEX 用に認証されており、これは MCB 112 を装備した周波数変換器が潜在的な爆発性環境においてモーターと共に使用できることを意味します。詳細については VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 取扱説明書を参照してください。



図 7.10 環境爆発 (ATEX)

電気データ

抵抗器の接続

DIN 44081 と DIN 44082 を伴う PTC 適合

番号	1..6 抵抗器 (直列接続)
切断値	3.3 Ω ... 3.65 Ω ... 3.85 Ω
再設定値	1.7 Ω ... 1.8 Ω ... 1.95 Ω
トリガー許容差	± 6 °C
センサー・ループの収集抵抗	< 1.65 Ω
端子電圧	≤ 2.5 V ($R \leq 3.65$ Ω の場合)、 ≤ 9 V ($R = \infty$ の場合)
センサー電流	≤ 1 mA
短絡	20 $\Omega \leq R \leq 40$ Ω
電力消費	60 mA

テスト条件

EN 60 947-8

電圧サージ抵抗の測定	6000 V
過電圧カテゴリー	III
汚染度	2
絶縁電圧 Vbis の測定	690 V
Vi までの信頼性のある電気絶縁	500V
定格周囲温度範囲	-20 °C ~ +60 °C
湿度	EN 60068-2-1 熱乾燥
振動抵抗	5-95%, 凝縮性の許容なし
ショック抵抗	10 ~ 1000 Hz 1.14 g
	50 g

安全システム値

EN 61508、Tu=75 °C 向け、進行中

SIL	2 年間の保全サイクルは 2 回 3 年間の保全サイクルは 1 回
HFT	0
PFD (年毎の機能テスト用)	4.10×10^{-3}
SFF	78%
$\lambda_s + \lambda_{DD}$	8494 FIT
λ_{DU}	934 FIT
注文番号 130B1137	

7.11.4 VLT® Extended Relay Card MCB 113

MCB 113 により、周波数変換器の I/O を 7 デジタル入力、2 アナログ出力、および 4 SPDT リレーに拡張できます。I/O を拡張することで柔軟性が高まり、German NAMUR NE37 推奨に準拠させることができます。

MCB 113 は標準 C1 オプションで、実装後に自動検出されます。

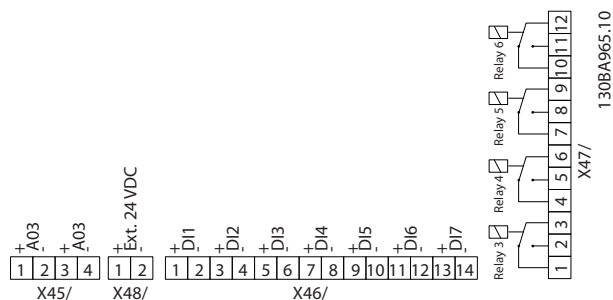


図 7.11 MCB 113 の電氣的接続

周波数変換器とオプションカード間の電気絶縁を確保するために、MCB 113 は X48 の外部 24 V に接続します。電気絶縁が不要な場合、オプションカードには周波数変換器の内部 24 V から電力供給できます。

電気データ

リレー

番号	4 SPDT
250 V AC/30 V DC での負荷	8 A
250 V AC/30 V DC での負荷 ($\cos\phi = 0.4$)	3.5 A
過電圧カテゴリー (コンタクト-アース)	III
過電圧カテゴリー (コンタクト-コンタクト)	II
250 V と 24 V 信号の組み合わせ	未使用リレーを間に設置することで可能
最大スループット遅延	10 ms
IT 主電源システムでの使用のため、接地/シャーシから絶縁	

デジタル入力

番号	7
範囲	0 - 24 V
モード	PNP/NPN
入力インピーダンス	4 kW
低トリガー・レベル	6.4 V
高トリガー・レベル	17 V
最大スループット遅延	10 ms

アナログ出力

番号	2
範囲	0/4 -20 mA
分解能	11 ビット
直線性	<0.2%

注記

24 V 信号と高電圧信号の両方をリレーに接続するには、24V 信号と高電圧信号の間に未使用リレーが 1 個あるようにしてください。

MCB 113 を設定するには、次のパラメーター・グループを使用します：

- 5-1* デジタル入力
- 6-7* アナログ出力 3
- 6-8* アナログ出力 4
- 14-8* オプション
- 5-4* リレー
- 16-6* 入力及び出力

注記

パラメーター・グループ 5-4* リレーにおいて、

- アレイ [2] はリレー 3 です。
- アレイ [3] はリレー 4 です。
- アレイ [4] はリレー 5 です。
- アレイ [5] はリレー 6 です。

7.11.5 VLT® Sensor Input Option MCB 114

センサー入力オプションカード MCB 114 は以下のケースで使用できます:

- ベアリング温度を監視するための PT100 および PT1000 温度トランスミッタ用センサー入力。
- マルチゾーンコントロールまたは差圧測定用追加入力によるアナログ入力の一般的な拡張として。
- 設定ポイント、トランスミッタ/センサー入力用 I/O を装備した拡張 PID コントローラーをサポート。

ベアリングに過負荷がかかるのを防ぐ目的で、PT100/1000 温度センサーがモーター 前面に 1 個、後端のベアリングに 1 個、そしてモーター巻き線に 1 個取り付けられています。VLT® Sensor Input Option MCB 114 は、温度低下/過温度用の温度制限機能を持つ 2 線式あるいは 3 線式センサーをサポートします。センサータイプ PT100 または PT1000 の自動検出は、電源投入時に機能します。

測定温度が指定された下限に満たない場合、あるいは指定された上限を超える場合、オプションにより警報が発せられます。各センサー入力の個々の測定温度は、ディスプレイまたは読み出しパラメーターで読み取ることができます。警報が発生する場合、パラメーター・グループ 5-** デジタル 入力/出力の [21] Thermal Warning を選択することで、リレーまたはデジタル出力がアクティブになるようプログラムできます。

不具合状況には、それに関連付けられる一般的な警告/警報番号があり、これは警報/警告 20、温度入力エラーとなります。この時点での出力はすべて、警告あるいは警報が発せられた場合にアクティブになるようプログラムできます。

7.11.5.1 電気的および機械的仕様

アナログ入力

アナログ入力の数	1
形式	0 - 20 mA あるいは 4 - 20 mA
ワイヤ	2
入力インピーダンス	<200 Ω
サンプルレート	1 kHz
3 次フィルター	3 dB で 100 Hz

オプションはアナログセンサーに 24 V DC (端子 1) を供給できます。

温度センサー入力

PT100/1000 をサポートするアナログ入力の数	3
信号タイプ	PT100/1000
接続	PT 100 2 または 3 線式/PT1000 2 または 3 線式
周波数 PT100 および PT1000 入力	各チャンネルに対して 1 Hz
分解能	10 ビット
温度範囲	-50 - 204 °C -58 - 399 °F

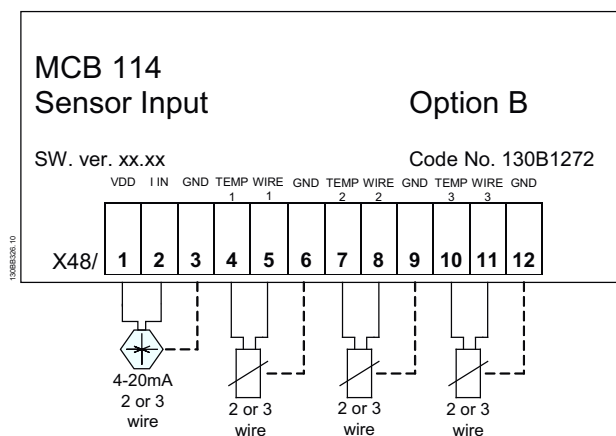
電気絶縁

接続するセンサーは電源電圧レベルから電氣的に絶縁されることが求められる。 IEC 61800-5-1 および UL508C

ケーブル

最大信号ケーブル長	500 m
-----------	-------

7.11.5.2 電気配線



端子	名称	機能
1	VDD	24 V DC (センサーに 4-20 mA を供給)
2	I in	4-20 mA 入力
3	GND	アナログ入力 GND
4, 7, 10	温度 1、2、3	温度入力
5, 8, 11	ワイヤ 1、2、3	3 線式センサーを使用している場合の 3 次ワイヤ入力
6, 9, 12	GND	温度入力 GND

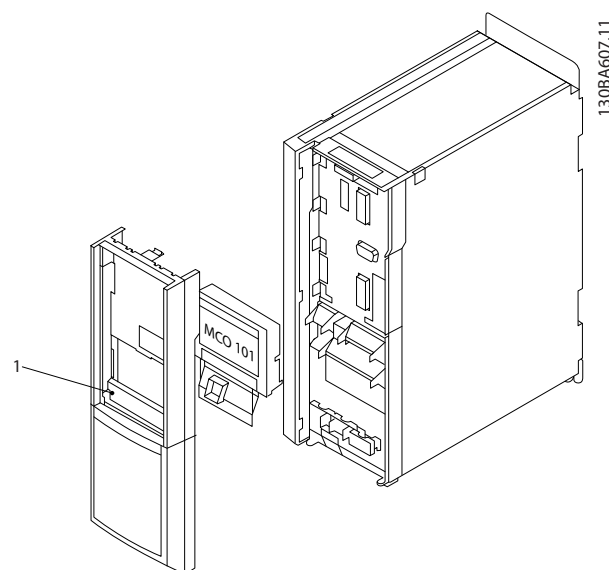
図 7.12 MCB 114 電気配線

7.11.6 VLT® Extended Cascade Controller MCO 101

MCO 101 オプションには 3 個の切換接点があり、オプション・スロット B に差し込んで使用します。

最大端子負荷 (交流)	240 V 交流 2 A
最大端子負荷 (直流)	24 V DC 1 A
最小端子負荷 (直流)	5 V 10 mA
定格負荷 / 最小負荷における最高切り換え速度	6 分 ⁻¹ /20 s ⁻¹

表 7.61 MCO 101 電気データ



- 1 RS485 終端 (S801) または電流/電圧 (スイッチ S201、S202) にアクセスするには、MCO 101 オプションを取り外します。

図 7.13 B オプションの実装

MCO 101 オプションの追加の方法:

1. 周波数変換器の電源接続を切ります。
2. リレー端子の通電された接続部の電源を切る必要があります。
3. FC 202 から LCP、端子カバー及びクレードルを取り外してください。
4. MCO 101 のオプションをスロット B に入れます。
5. コントロール・ケーブルを接続して、エンクロズド・ケーブル・ストリップでケーブルの歪みを除去してください。
6. 拡張クレードルと端子カバーを取り付けます。
7. LCP を再び取り付けます。
8. 電源を周波数変換器に接続します。

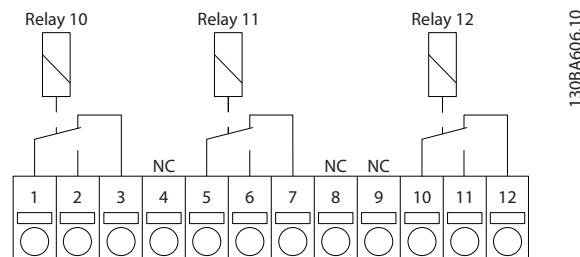


図 7.14 各端子の接続

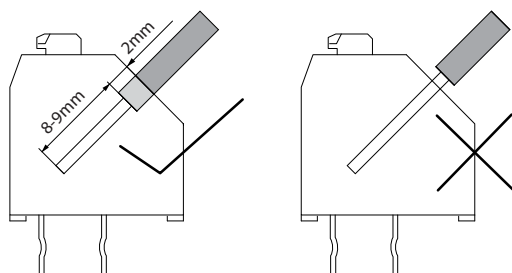
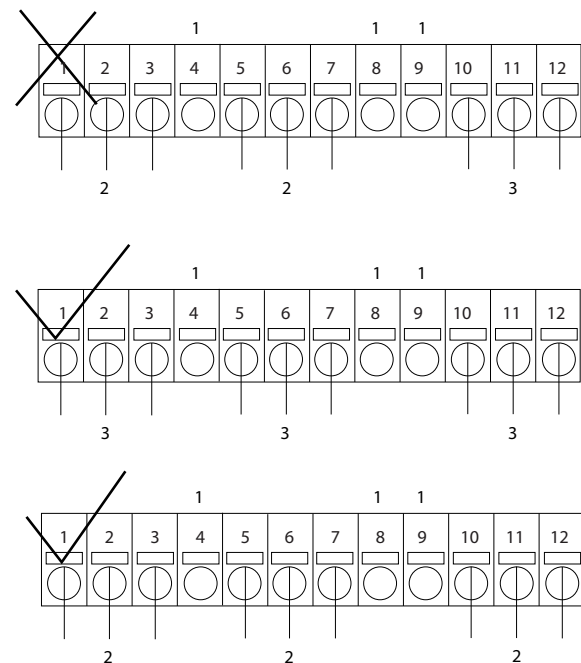


図 7.15 ケーブルの取り付け



警告
低電圧部品と PELV 系と一緒にしないでください
(図 7.16 を参照)。



1	NC
2	通電部分
3	PELV

図 7.16 間違ったリレー配線と正しいリレー配線

7.11.7 VLT® Advanced Cascade Controller MCO 102

VLT アドバンスド・カスケード・コントロール・カード MCO 102 オプションは、オプション・スロット C1 における使用のみを意図されています。C1 オプションの実装位置を図 7.17 に示します。

最大端子負荷（交流）	240 V 交流 2 A
最大端子負荷（直流）	24 V DC 1 A
最小端子負荷（直流）	5 V 10 mA
定格負荷 / 最小負荷における最高切り換え速度	6 分 ⁻¹ /20 s ⁻¹

表 7.62 電気的データ、MCO 102

必要工具

C オプション実装キットの設置には、数種類の工具が必要です（エンクロージャに依存）：

タイプ	詳細	注文番号
オプション		
MCF 105	実装キット・フレーム・サイズ A2 及び A3 (C オプション 1 つにつき 40mm)	130B7530
MCF 105	実装キット・フレーム・サイズ A5	130B7532
MCF 105	実装キット・フレーム・サイズ B、C、D、E、F1、F3 (B3 を除く)	130B7533
MCF 105	実装キット・フレーム・サイズ B3 (C オプション 1 つにつき 40mm)	130B1413
付属品パック		
MCO 102	付属品パック	130B0152

表 7.63 実装キットと付属品の注文番号
パック

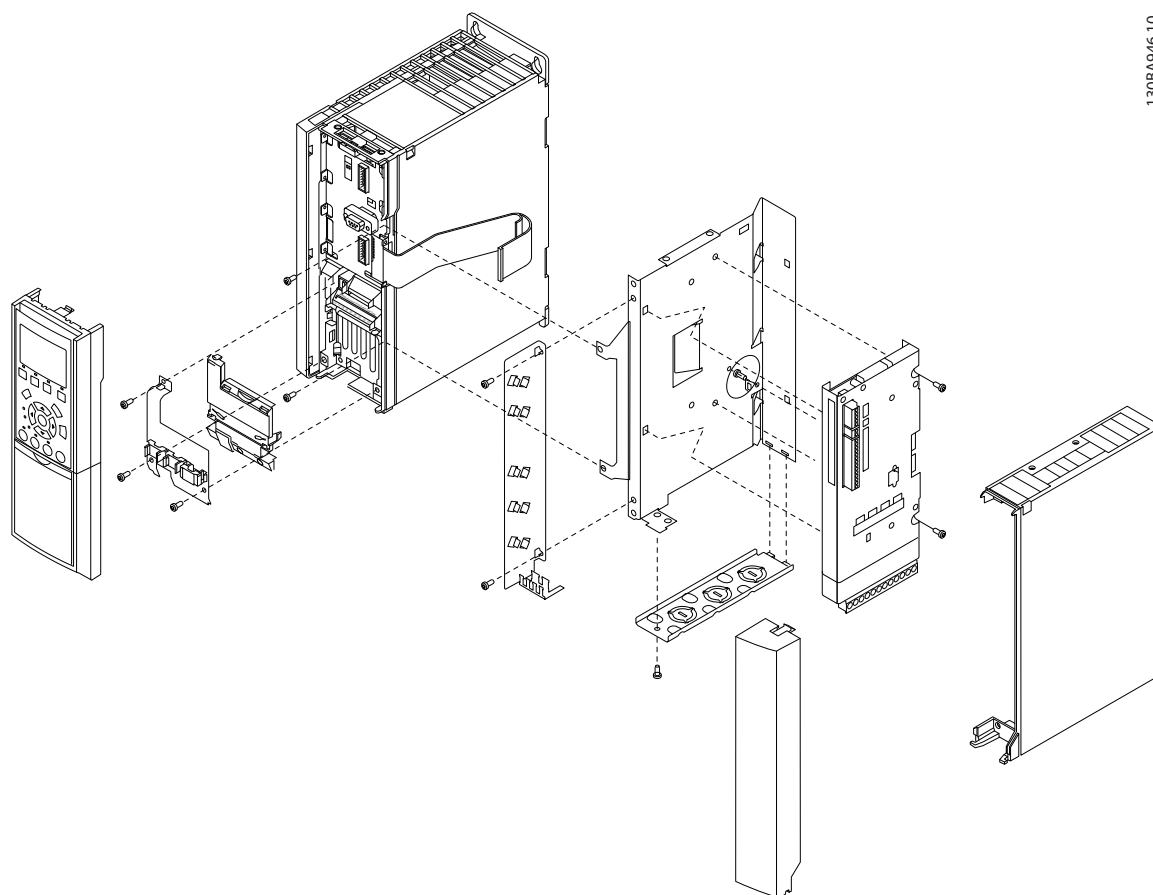


図 7.17 エンクロージャー A2、A3（及び B3）40 mm（1つの C オプションのみ）

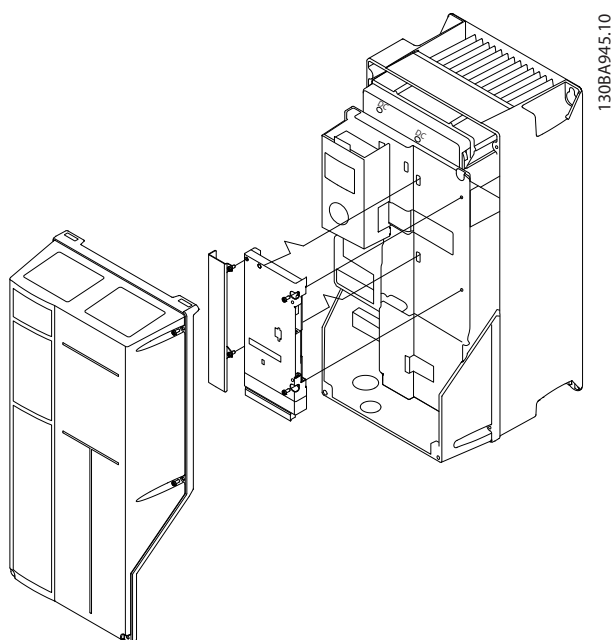


図 7.18 エンクロージャー B（B3を除く）及び C

MC0 102 オプションの追加の方法

1. 電源を切ります。
2. リレー端子の通電された接続部の電源を切る必要があります。
3. FC 202 から LCP、端子カバー及びクレードルを取り外してください。
4. MC0 102 のオプションをスロット C1 に入れます。
5. コントロール・ケーブルを接続して、エンクローズド・ケーブル・ストリップでケーブルの歪みを除去してください。
6. 拡張クレードルと端子カバーを取り付けます。
7. LCP を再び取り付けます。
8. 電源を周波数変換器に接続します。

端子を配線します。

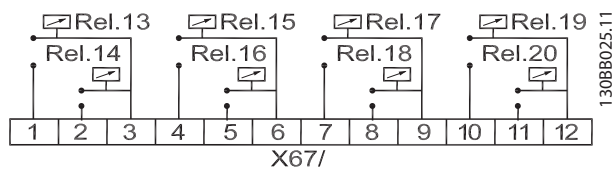


図 7.19 アドバンスト・カスケード・コントローラー MCO 102
端子接続、リレー 8 個

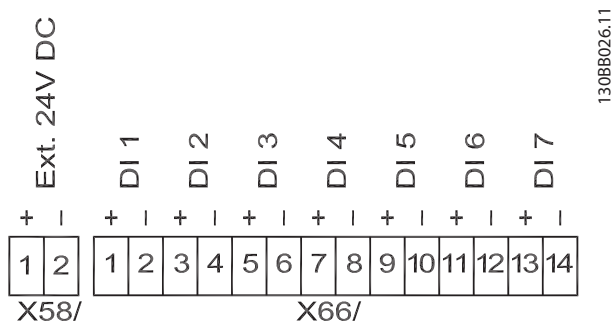


図 7.20 アドバンスト・カスケード・コントローラー MCO 102
の 7 個のデジタル入力への端子接続と内部 24 V DC へのアクセス

8 付録 - 図面による補足説明

8.1 主電源接続図面 (3 相)

本付録には、デザインフェーズにおいて対象部分へ円滑にアクセスするのをサポートする目的で関連図面を掲載しています。

以下を含む設置手順については、取扱説明書をご参照ください：

- 安全要件。
- 詳細な設置手順。
- 代替構成。
- 追加図面。

エンクロージャ A1、A2 及び A3 の主電源接続：

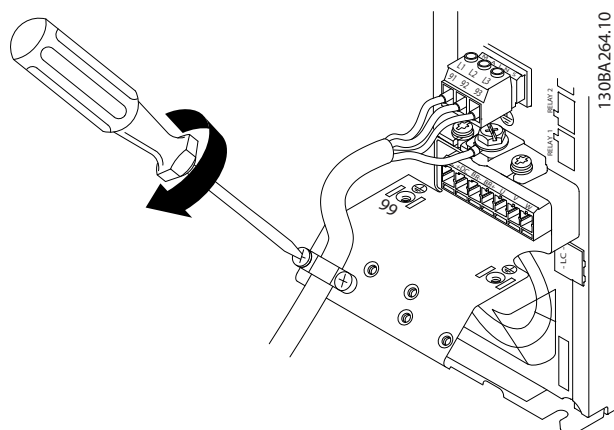


図 8.1 サポートブラケット

エンクロージャ A4/A5 の主電源接続

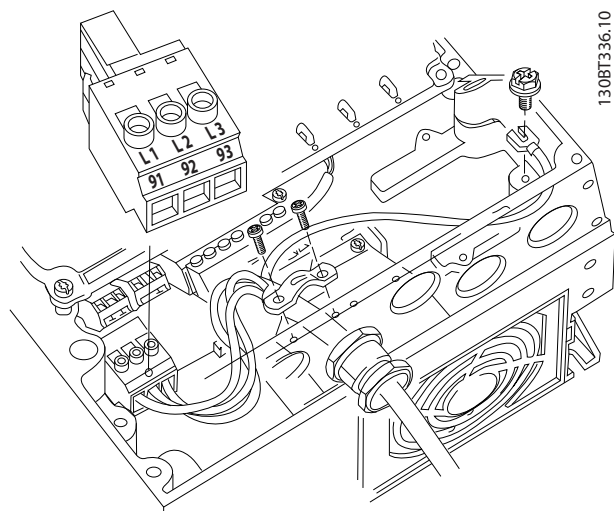


図 8.2 主電源と接地（断路器なし）

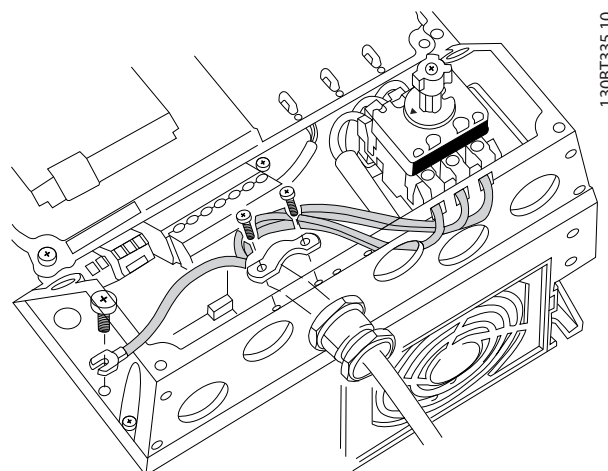


図 8.3 主電源と接地（断路器なし）（エンクロージャ・サイズ B2 の S2 改良型については、主電源接続のため特殊端子ブロックを使用する必要があります。）

断路器が使用されている場合（A4/A5 エンクロージャー）、周波数変換器の左側に PE を取り付けてください。

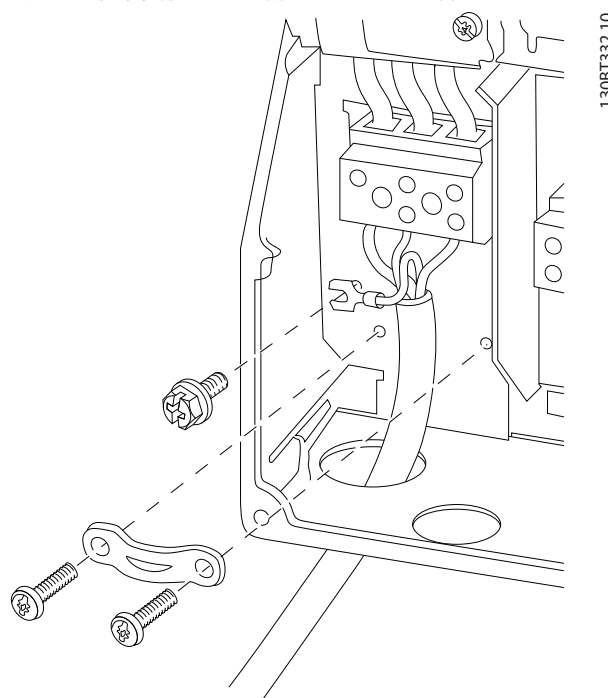


図 8.4 主電源接続エンクロージャー B1 及び B2

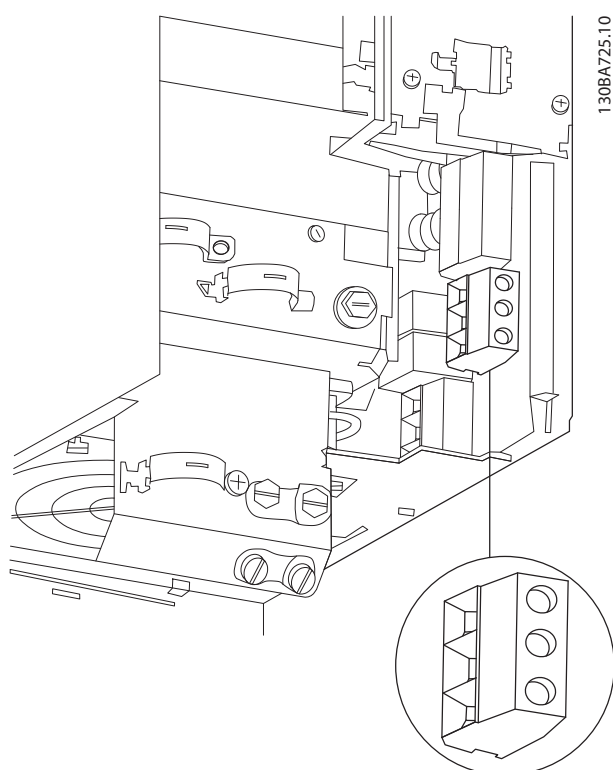


図 8.5 主電源接続 エンクロージャー B3

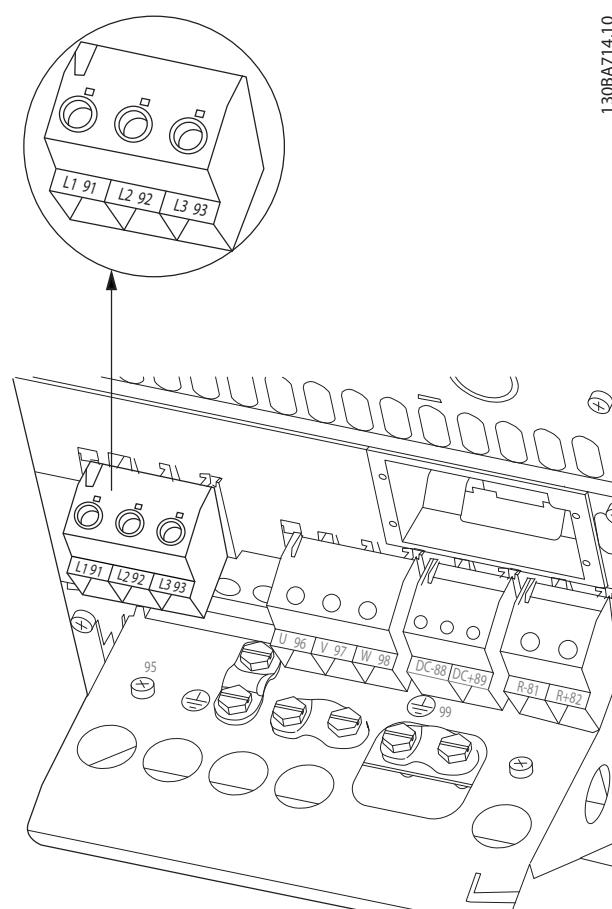


図 8.6 主電源接続 エンクロージャー B4

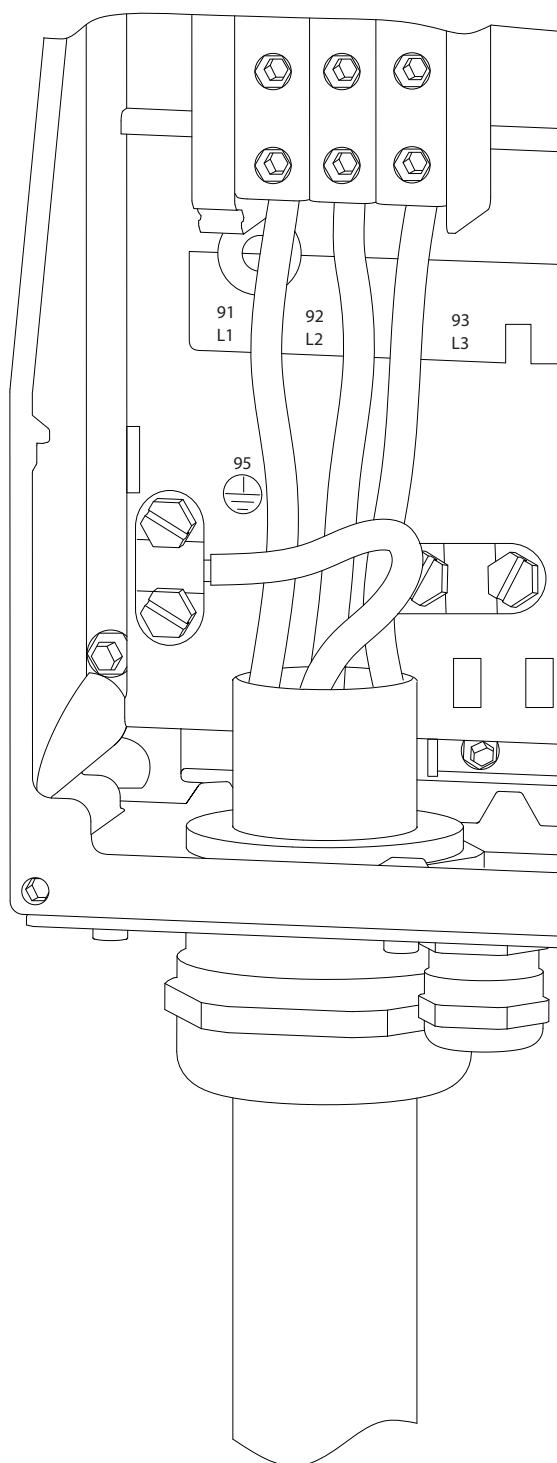


図 8.7 主電源接続エンクロージャー C1 及び C2 (IP21/NEMA タイプ 1 及び IP55/66/NEMA タイプ 12)

130BA389.10

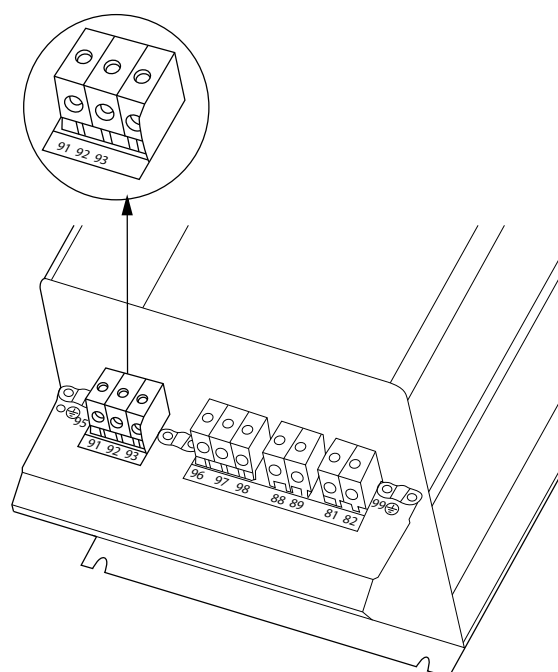


図 8.8 主電源接続 エンクロージャー C3 (IP20)

130BA718.10

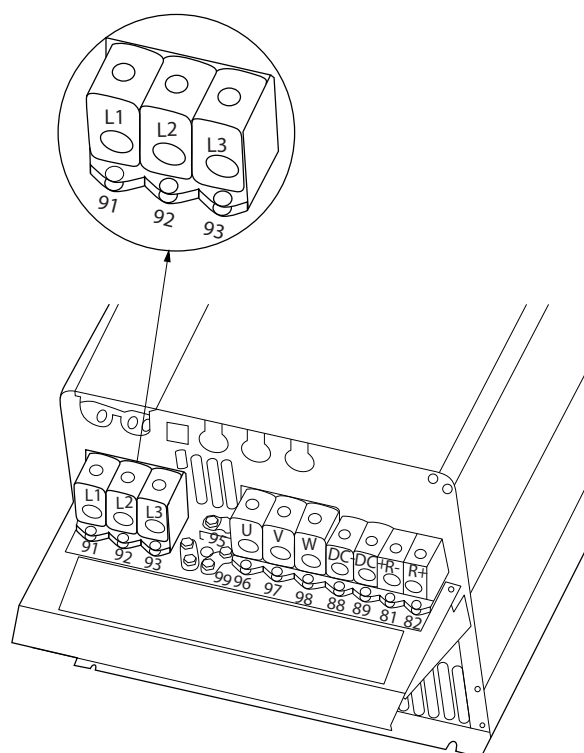


図 8.9 主電源接続 エンクロージャー C4 (IP20)

130BA719.10

8.2 モーター接続図

モーター接続

本付録には、デザインフェーズにおいて対象部分へ円滑にアクセスするのをサポートする目的で関連図面を掲載しています。

以下を含む設置手順については、取扱説明書をご参照ください：

- 安全要件。
- 詳細な設置手順。
- 端子の説明。
- 代替構成。
- 追加図面。

端子番号	96	97	98	99	
	U	V	W	PE ¹⁾	モーター電圧 主電源電圧の 0-100%。
					モーターからの 3 ワイヤ
	U1	V1	W1	PE ¹⁾	デルタ結線
	W2	U2	V2		モーターからの 6 ワイヤ
	U1	V1	W1	PE ¹⁾	スター結線 U2、V2、W2
					U2、V2、及び W2 を別々に相互接続します。

表 8.1 端子の説明

1) 保護接地接続

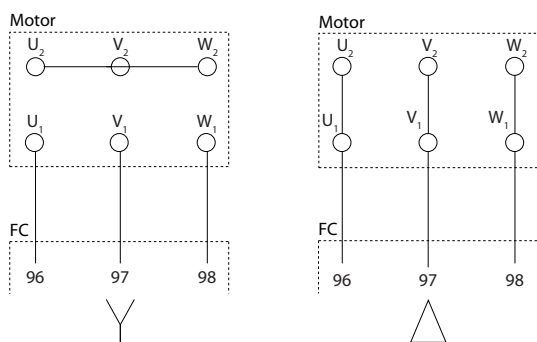


図 8.10 スター及びデルタ接続

3 相非同期標準モーターにはすべて周波数変換器を接続できます。通常、小型のモーターは、スター接続します (230/400V, Y)。大型モーターは、通常、デルタ結線 (400/690 V, Δ) されます。正しい接続モードと電圧については、モーターのネーム・プレートで確認してください。

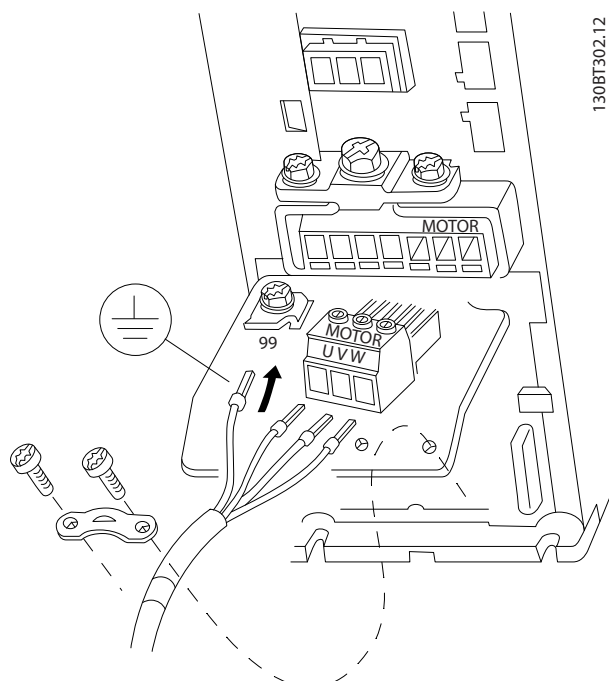


図 8.11 エンクロージャー A1、A2、及び A3 のモーター接続

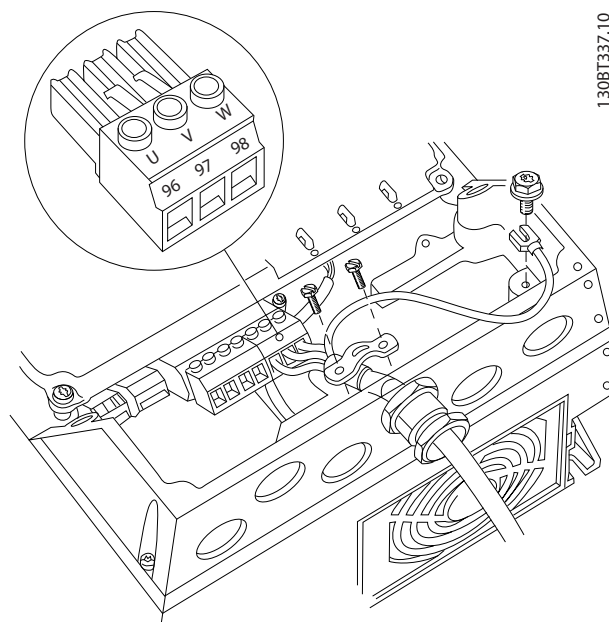
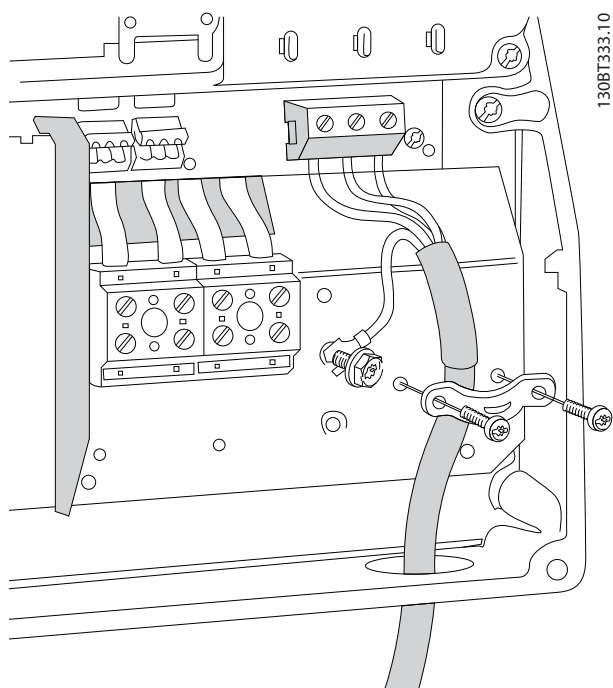
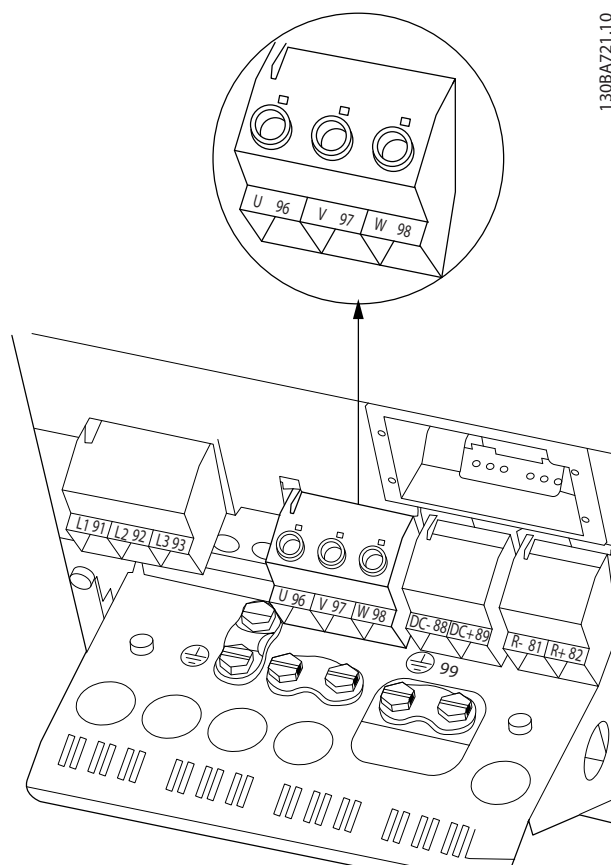


図 8.12 エンクロージャー A4/A5 のモーター接続



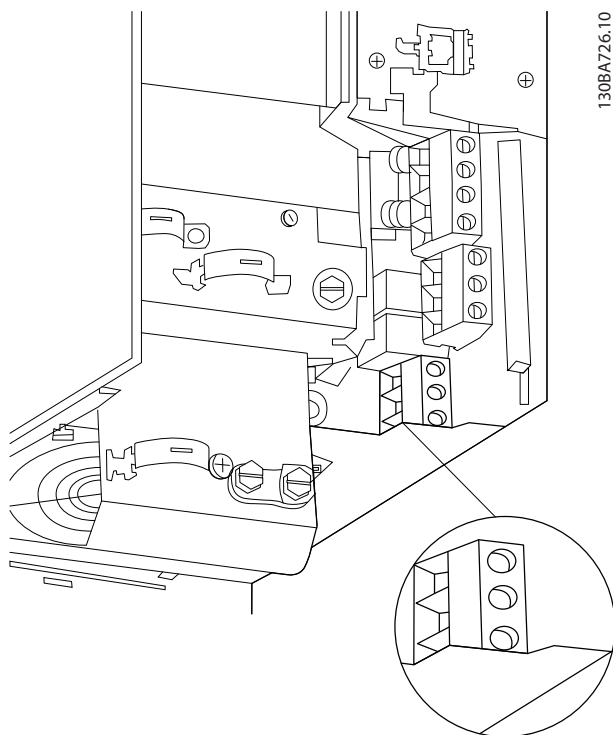
130BT333.10

図 8.13 エンクロージャ B1 及び B2 のモーター接続



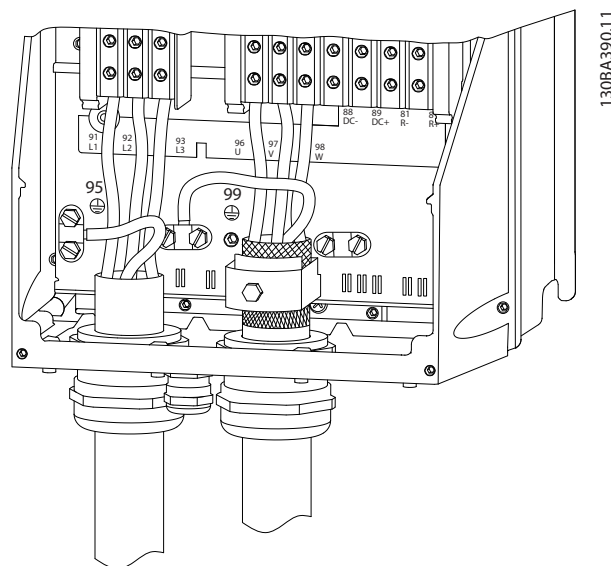
130BA721.10

図 8.15 エンクロージャ B4 のモーター接続



130BA726.10

図 8.14 エンクロージャ B3 のモーター接続



130BA390.11

図 8.16 モーター接続 エンクロージャ C1 及び C2 (IP21/ NEMA タイプ 1 及び IP55/66/NEMA タイプ 12)

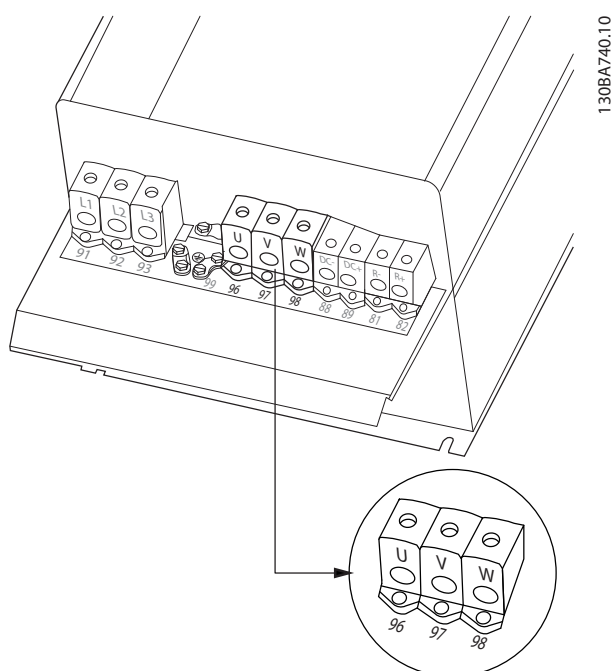


図 8.17 エンクロージャー C3 及び C4 のモーター接続

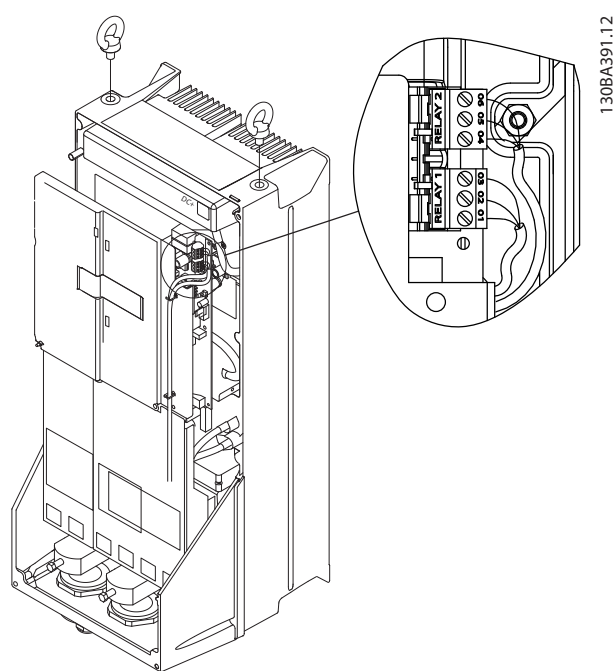


図 8.19 リレー接続用端子
(エンクロージャー・サイズ C1 及び C2)。

8.3 リレー端子図面

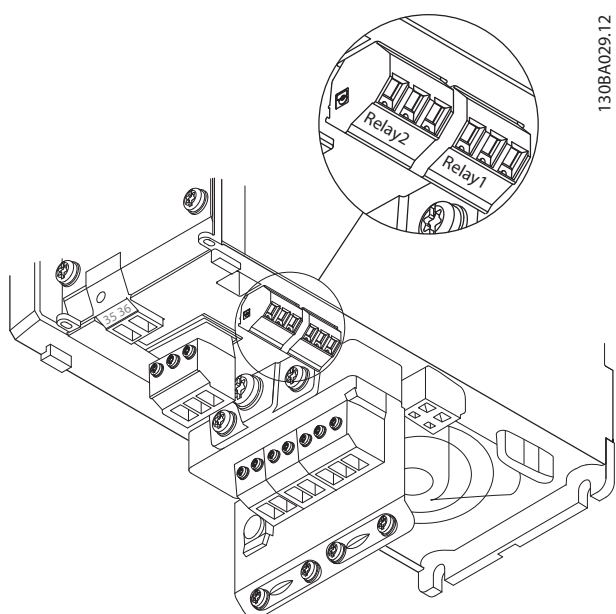


図 8.18 リレー接続用端子
(エンクロージャーユニット・サイズ A1、A2、及び A3)。

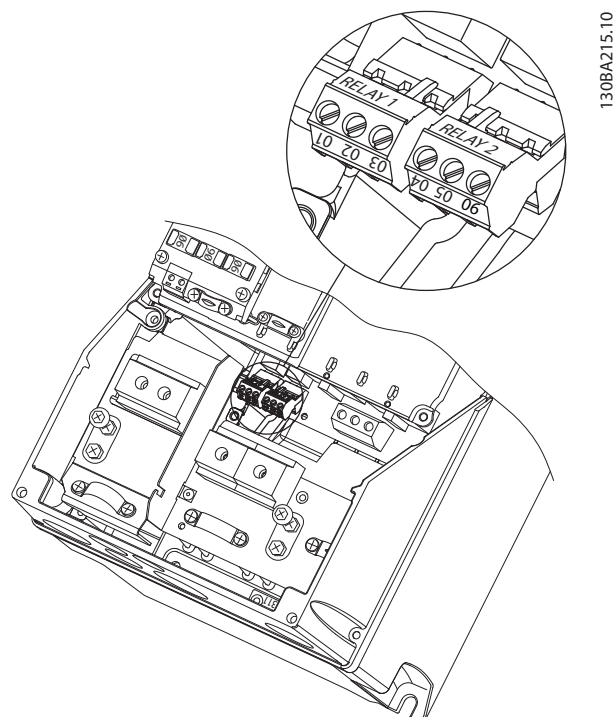
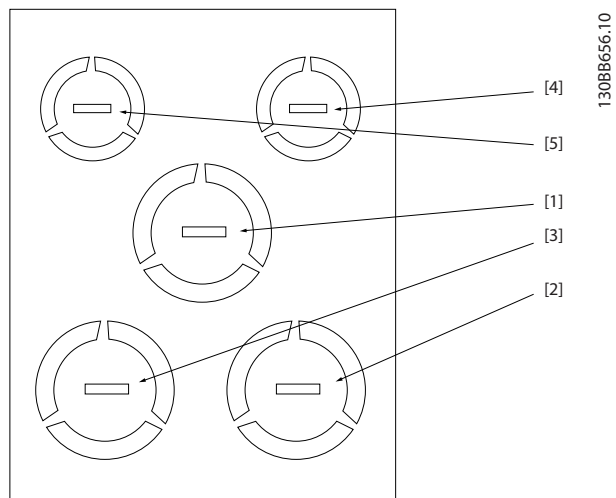


図 8.20 リレー接続用端子
(エンクロージャー・サイズ A5、B1、及び B2)。

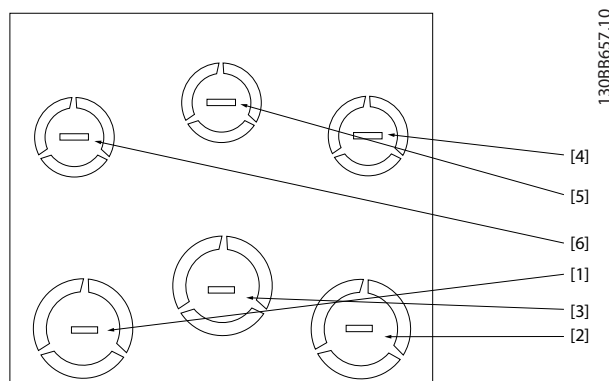
8.4 ケーブル挿入穴



穴番号と推奨使用	寸法 ¹⁾		最も近いメトリック
	UL [in]	[mm]	
1 主電源	3/4	28.4	M25
2 モーター	3/4	28.4	M25
3 ブレーキ/負荷分散	3/4	28.4	M25
4 コントロール・ケーブル	1/2	22.5	M20
5 コントロール・ケーブル	1/2	22.5	M20

1) 公差 ± 0.2 mm

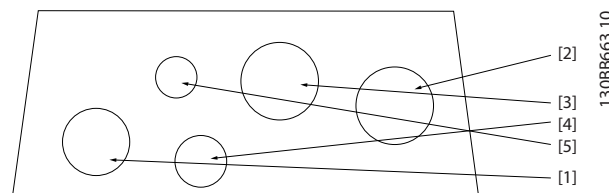
図 8.21 エンクロージャー・サイズ A2、IP21



穴番号と推奨使用	寸法 ¹⁾		最も近いメトリック
	UL [in]	[mm]	
1 主電源	3/4	28.4	M25
2 モーター	3/4	28.4	M25
3 ブレーキ/負荷分散	3/4	28.4	M25
4 コントロール・ケーブル	1/2	22.5	M20
5 コントロール・ケーブル	1/2	22.5	M20
6 コントロール・ケーブル	1/2	22.5	M20

1) 公差 ± 0.2 mm

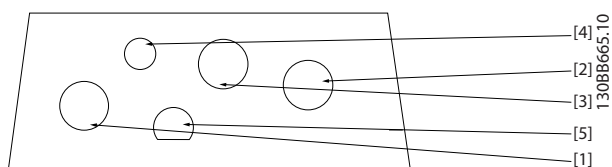
図 8.22 エンクロージャー・サイズ A3、IP21



穴番号と推奨使用	寸法 ¹⁾		最も近いメトリック
	UL [in]	[mm]	
1 主電源	3/4	28.4	M25
2 モーター	3/4	28.4	M25
3 ブレーキ/負荷分散	3/4	28.4	M25
4 コントロール・ケーブル	1/2	22.5	M20
5 除去	—	—	—

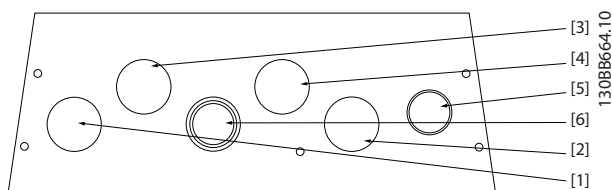
1) 公差 ± 0.2 mm

図 8.23 エンクロージャー・サイズ A4、IP55



穴番号と推奨使用	最も近いメトリック
1 主電源	M25
2 モーター	M25
3 ブレーキ/負荷分散	M25
4 コントロール・ケーブル	M16
5 コントロール・ケーブル	M20

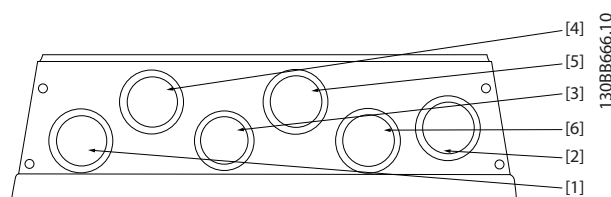
図 8.24 エンクロージャー・サイズ A4、IP55 グランドネジ穴



穴番号と推奨使用	寸法 ¹⁾		最も近いメトリック
	UL [in]	[mm]	
1 主電源	3/4	28.4	M25
2 モーター	3/4	28.4	M25
3 ブレーキ/負荷分散	3/4	28.4	M25
4 コントロール・ケーブル	3/4	28.4	M25
5 コントロール・ケーブル ²⁾	3/4	28.4	M25
6 コントロール・ケーブル ²⁾	3/4	28.4	M25

1) 公差 ± 0.2 mm
2) ノックアウト穴

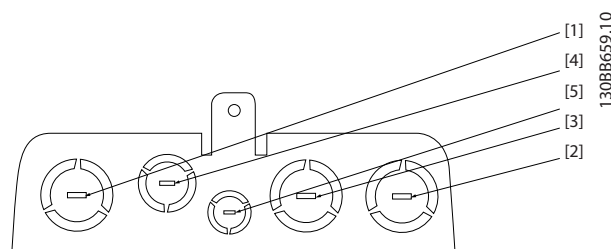
図 8.25 エンクロージャー・サイズ A5、IP55



穴番号と推奨使用	最も近いメトリック
1 主電源	M25
2 モーター	M25
3 ブレーキ/負荷分散	28.4 mm ¹⁾
4 コントロール・ケーブル	M25
5 コントロール・ケーブル	M25
6 コントロール・ケーブル	M25

1) ノックアウト穴

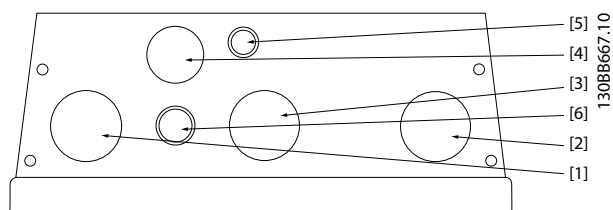
図 8.26 エンクロージャー・サイズ A5、IP55 グランドネジ穴



穴番号と推奨使用	寸法 ¹⁾		最も近いメトリック
	UL [in]	[mm]	
1 主電源	1	34.7	M32
2 モーター	1	34.7	M32
3 ブレーキ/負荷分散	1	34.7	M32
4 コントロール・ケーブル	1	34.7	M32
5 コントロール・ケーブル	1/2	22.5	M20

1) 公差 ± 0.2 mm

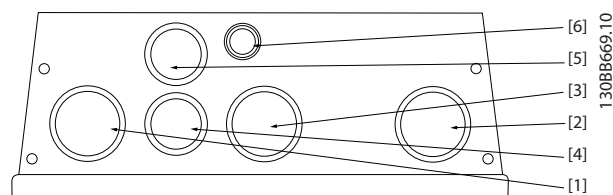
図 8.27 エンクロージャー・サイズ B1、IP21



穴番号と推奨使用	寸法 ¹⁾		最も近いメトリック
	UL [in]	[mm]	
1 主電源	1	34.7	M32
2 モーター	1	34.7	M32
3 ブレーキ/負荷分散	1	34.7	M32
4 コントロール・ケーブル	3/4	28.4	M25
5 コントロール・ケーブル	1/2	22.5	M20
5 コントロール・ケーブル ²⁾	1/2	22.5	M20

1) 公差 ± 0.2 mm
2) ノックアウト穴

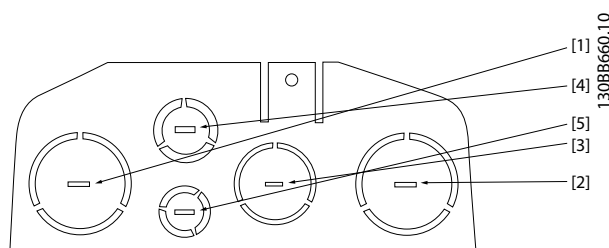
図 8.28 エンクロージャー・サイズ B1、IP55



穴番号と推奨使用	最も近いメトリック
1 主電源	M32
2 モーター	M32
3 ブレーキ/負荷分散	M32
4 コントロール・ケーブル	M25
5 コントロール・ケーブル	M25
6 コントロール・ケーブル	22.5 mm ¹⁾

1) ノックアウト穴

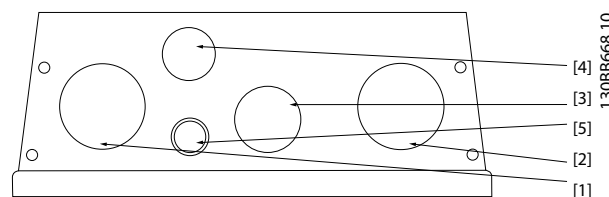
図 8.29 エンクロージャー・サイズ B1、IP55 グランド ネジ穴



穴番号と推奨使用	寸法 ¹⁾		最も近いメトリック
	UL [in]	[mm]	
1 主電源	1 1/4	44.2	M40
2 モーター	1 1/4	44.2	M40
3 ブレーキ/負荷分散 ²⁾	1	34.7	M32
4 コントロール・ケーブル	3/4	28.4	M25
5 コントロール・ケーブル	1/2	22.5	M20

1) 公差 ± 0.2 mm
2) S2 改良型用主電源（主電源断路器付き）

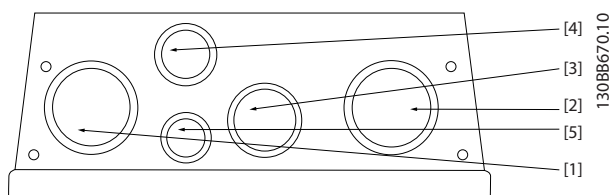
図 8.30 エンクロージャー・サイズ B2、IP21



穴番号と推奨使用	寸法 ¹⁾		最も近いメトリック
	UL [in]	[mm]	
1 主電源	1 1/4	44.2	M40
2 モーター	1 1/4	44.2	M40
3 ブレーキ/負荷分散 ³⁾	1	34.7	M32
4 コントロール・ケーブル	3/4	28.4	M25
5 コントロール・ケーブル ²⁾	1/2	22.5	M20

1) 公差 ± 0.2 mm
2) ノックアウト穴
3) S2 改良型用主電源（主電源断路器付き）

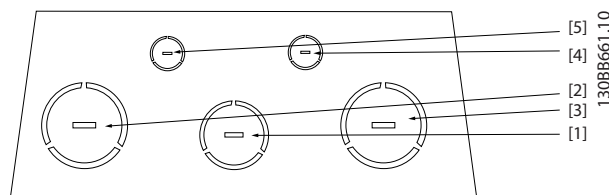
図 8.31 エンクロージャー・サイズ B2、IP55



穴番号と推奨使用	最も近いメトリック
1) 主電源	M40
2) モーター	M40
3) ブレーキ/負荷分散 ¹⁾	M32
4) コントロール・ケーブル	M25
5) コントロール・ケーブル	M20

1) S2 改良型用主電源（主電源断路器付き）

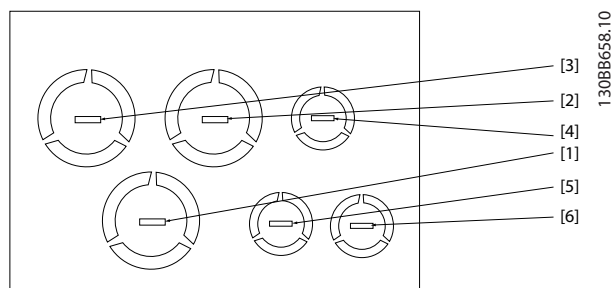
図 8.32 エンクロージャー・サイズ B2、IP55 グランド ネジ 穴



穴番号と推奨使用	寸法 ¹⁾		最も近いメトリック
	UL [in]	[mm]	
1 主電源	2	63.3	M63
2 モーター	2	63.3	M63
3 ブレーキ/負荷分散	1 1/2	50.2	M50
4 コントロール・ケーブル	3/4	28.4	M25
5 コントロール・ケーブル	1/2	22.5	M20

1) 公差 ± 0.2 mm

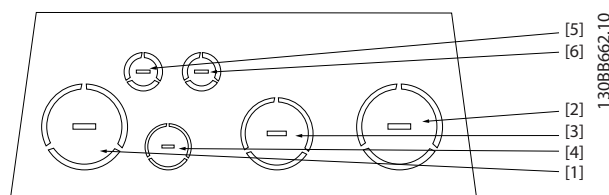
図 8.34 エンクロージャー・サイズ C1、IP21



穴番号と推奨使用	寸法 ¹⁾		最も近いメトリック
	UL [in]	[mm]	
1 主電源	1	34.7	M32
2 モーター	1	34.7	M32
3 ブレーキ/負荷分散	1	34.7	M32
4 コントロール・ケーブル	1/2	22.5	M20
5 コントロール・ケーブル	1/2	22.5	M20
6 コントロール・ケーブル	1/2	22.5	M20

1) 公差 ± 0.2 mm

図 8.33 エンクロージャー・サイズ B3、IP21



穴番号と推奨使用	寸法 ¹⁾		最も近いメトリック
	UL [in]	[mm]	
1 主電源	2	63.3	M63
2 モーター	2	63.3	M63
3 ブレーキ/負荷分散	1 1/2	50.2	M50
4 コントロール・ケーブル	3/4	28.4	M25
5 コントロール・ケーブル	1/2	22.5	M20
6 コントロール・ケーブル	1/2	22.5	M20

1) 公差 ± 0.2 mm

図 8.35 エンクロージャー・サイズ C2、IP21

インデックス

A	[	[Hand on].....	22
AC	I		
電流.....	I/O.....	65, 66, 68, 115, 6, 176, 177	
AC 主電源.....	IP 定格定義.....	40	
AC 入力.....	IP21/NEMA タイプ 1 エンクロージャー・キット.....	71	
AC 波形.....			
交流ブレーキ.....	J		
AEO.....	Jog.....	87	
を参照して下さい 自動エネルギー最適化			
AMA.....	L		
を参照して下さい 自動モーター適合	LCP.....	9, 34, 60, 73, 92, 98, 103, 115	
ATEX.....	を参照して下さい ローカル・コントロール・パネル		
	M		
[	Modbus RTU		
[Auto on].....	RS485 インターフェイス.....	82	
C	ネットワーク構成.....	82	
CFM.....	プロトコール.....	81	
Cos ϕ	メッセージ・フレーミング構造.....	82	
CRC チェックフィールド.....	メッセージ構造.....	83	
D	例外コード.....	85	
DC	概要.....	81	
直流ブレーキ.....	機能コード.....	85	
直流電流.....			
DU/dt テスト.....	O		
E	OVC.....	26	
EMC	を参照して下さい 過電圧コントロール		
EMC.....	P		
耐性.....	PC ソフトウェア.....	35	
EMC フィルター.....	PCD.....	78, 80	
EMC ブラン.....	PELV.....	9, 29, 41, 108, 109, 155, 156, 157, 158, 173, 179	
EMC 効果.....	PID コントローラー.....	21, 25, 30, 101, 102, 177	
EMC 実装.....	Pilz.....	65	
EMC 特性.....	PKE フィールド.....	79	
エミッション.....	PROFIdrive プロファイル		
エミッション条件.....	コントロール・メッセージ文.....	89	
伝導性エミッション.....	状態メッセージ文.....	91	
干渉.....	PT100.....	29, 67, 177	
放射性放出.....	PT1000.....	29, 67, 177	
耐性条件.....	PTC センサー.....	29	
試験結果.....	Q		
ETR.....	Quick Menu(クイック・メニュー). 15, 34, 95, 96, 102		
を参照して下さい 電子サーマル・リレー			
F			
FC プロファイル			
コントロール・メッセージ文.....			
プロトコールの概要.....			
状態メッセージ文.....			
電文の長さ (LGE).....			

R

RCD.....	9, 50, 64
RFI.....	19, 28, 39, 41, 52, 54
フィルター...	19, 39, 41, 44, 49, 52, 64, 65, 114
RMS 電流.....	19
RS485.....	
EMC 予防措置.....	76
RS485... 10, 22, 34, 35, 41, 73, 75, 76, 77, 173, 178	
RS485 シリアルシリアル・インターフェイス.....	75
ネットワーク接続.....	76
バス終端.....	76
設置と設定.....	75

S

SmartStart.....	15, 95
STO.....	8, 15, 32, 60, 67, 95, 174

U

U / f.....	59
UL 適合.....	162
UPEAK.....	169

V

VVC+.....	9, 20
-----------	-------

ア

アドレスフィールド.....	83
アナログ I/O.....	67
アナログ入力.....	155
アナログ出力.....	156
アナログ速度指令信号.....	106
アプリケーション.....	
アプリケーション設定例.....	99
カーブ終点の検知.....	95
カスケード・コントロール.....	95
デラグ.....	95, 96
バルブ保護の確認.....	95
リアル・タイム・クロック.....	95
リード・ポンプ交替.....	102, 103
低フロー検出.....	95
排水.....	95
流量確認.....	95, 98
流量補償.....	95, 96
潜水ポンプ.....	95, 98, 100, 101
空転検知.....	95, 96, 101
アルミニウム筐体入りコンパクトブレーキ抵抗器...	119
アルミニウム筐体入りフラットバックブレーキ抵抗器...	119

イ

インターロック.....	107
インデックス (IND).....	80, 86
インバーター.....	18
インバーター・セクション.....	20

ウ

ウィザード.....	15, 95
------------	--------

エ

エアフロー.....	38, 39, 129
エアフロー計算.....	38
エネルギー節約.....	15, 17, 31

オ

オプション

DeviceNet.....	66, 68, 115
EtherNet IP.....	66, 68, 115
MCB 114.....	177
MCO 101.....	178
MCO 102.....	179
Modbus TCP.....	66, 68, 115
PTC サーミスター・カード... 29, 67, 68, 115, 117, 174	
アドバンスド・カスケード・コントローラー... 67, 95, 179, 181	
カスケード・コントローラー..... 35, 67, 103, 104	
カスケード・コントローラー・オプション..... 68	
センサー入力..... 177	
センサー入力オプション MCB 114..... 68	
プロフィネット..... 66, 68, 115	
プロフィバス..... 66, 68, 114, 115	
リレーカード..... 12, 67, 68, 115, 118, 172, 173, 176	
基本カスケード・コントローラー..... 102	
基本カスケード・コントローラー..... 68	
拡張カスケード・コントローラー..... 178	
拡張リレーカード MCB 113..... 68	

オプション装置.....	8
--------------	---

キ

キャビネットオプション.....	40
キャビネットヒーター.....	37

ケ

ケーブル

ケーブル挿入.....	188
シールド・ケーブル.....	63
パラレルモーター・ケーブル.....	43
モーター・ケーブル... 28, 40, 41, 42, 43, 44, 49,	
54, 55, 57, 59, 62, 70, 75, 101, 109, 110, 152,	169
モーター・ケーブル長..... 43, 46, 49, 55, 70,	154
仕様.....	154
挿入穴.....	188
長さ.....	155
非シールドモーター・ケーブル.....	54

コ

コイルレジスタ.....	83
--------------	----

コントロール・カード

USB シリアル通信.....	157
コントロール・カード、10 V DC 出力.....	157
コントロール・カード、24 V DC 出力.....	157
コントロール・カード、RS-485 シリアル通信.....	155
コントロール・カード性能.....	157

コントロール・メッセージ文ビット.....	90
-----------------------	----

コンパレータ.....	31, 32, 95
-------------	------------

サ

サーマルセンサー.....	20
サーマル保護.....	12
サーミスター..... 10, 41, 57, 65, 174	

シ

シールド.....	54, 59
-----------	--------

ジ

ジェネレーター.....	26, 39, 49, 53, 54
--------------	--------------------

シ

システム

動作.....	103
状態.....	103

システム設計チェックリスト.....	93
--------------------	----

ス

スイッチ

スイッチ周波数... 27, 28, 33, 38, 43, 46, 50, 59,	
70, 111, 112, 113, 132, 133, 134	
出力点スイッチング.....	27

スター/デルタ・スターター.....	18, 70
--------------------	--------

スタート / ストップフィールド.....	83
-----------------------	----

スター接続.....	185
------------	-----

スチールグリッドブレーキ抵抗器.....	119
----------------------	-----

ステージング帯域幅.....	103
----------------	-----

スマート論理コントロール... 10, 15, 31, 35, 95, 97,	
99, 100	

スリープ・モード.....	15, 28, 31, 95, 96, 103
---------------	-------------------------

スリップ補償.....	10, 26
-------------	--------

スレーブ周波数変換器.....	68
-----------------	----

セ

センサー電流.....	20
-------------	----

ソ

ソフト・スターター.....	18, 70
----------------	--------

ソフトウェア

HCS.....	53
----------	----

を参照して下さい 高調波計算ソフトウェア

MCT 10 設定ソフトウェア.....	35
----------------------	----

MCT 31.....	36
-------------	----

ソフトウェア・バージョン.....	118
-------------------	-----

ソフトウェア言語.....	115, 116
---------------	----------

言語パッケージ.....	116
--------------	-----

高調波計算ソフトウェア (HCS).....	36, 52
------------------------	--------

デ

デジタル入力.....	156
-------------	-----

デジタル出力.....	156
-------------	-----

データ

データ・コントロール・バイト.....	77, 78
---------------------	--------

データ・タイプ.....	80, 86
--------------	--------

データ・フィールド.....	83
----------------	----

テ

テキスト・ブロック.....	79, 86
----------------	--------

デ

デラグ.....	15
----------	----

デルタ接続.....	185
------------	-----

ト

トランジエント.....	39, 50
--------------	--------

トランジエント保護.....	19
----------------	----

トリップ

トリップ..... 10, 27, 28, 29, 30, 32, 33, 34, 53,	
57, 65, 70, 82, 87, 88, 89, 91, 92, 98, 103, 109	

トリップ・ロック.....	10, 26
---------------	--------

トリップレベル.....	159, 160, 161
--------------	---------------

トリップ.....	108
-----------	-----

トルク		フライング・スタート.....	27, 28, 29, 30
CT 特性.....	10	ブ°	
VT 特性.....	10	プリ/ポスト潤滑.....	95, 97
トルク制限.....	9, 27, 57, 89	フ	
トルク特性.....	153	フリーラン.....	10, 29, 32, 39, 64, 82, 84, 86, 87, 88, 90, 91, 95, 96, 115
フルトルク.....	30	ブ	
ブレーキ・トルク.....	26	ブレーキ	
一定トルク.....	9	ダイナミック・ブレーキ.....	20, 30, 57
可変トルク.....	9	ブレーキ.....	30, 31
始動トルク.....	153	IGBT.....	20
定格トルク.....	59	ブレーキ・オプション.....	20, 65
バ		ブレーキ・システム.....	119
パイプ・フィル・モード.....	15, 95, 96, 101, 102	ブレーキ・チョッパ.....	58, 65, 114
バ		ブレーキ・トルク.....	58
バック・プレート.....	63	ブレーキ電力.....	10
バックアップ電力システム.....	53	ブレーキ電流.....	87, 120
パ		抵抗器ブレーキ.....	30, 57
パラメーター・ブロック.....	78	ブレーキ抵抗器	
パラメーター値 (PWE).....	80	ケーブル.....	59
パラメーター番号 (PNU).....	79	ケーブル断面積.....	120
パルス入力.....	156	ブレーキ抵抗器....	9, 10, 20, 26, 30, 57, 58, 65, 70, 76, 117, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129
パルス幅変調.....	20	ブレーキ抵抗器負荷サイクル.....	58
バ		略語.....	120, 128
バルブ制御.....	30	ブレーキ電力.....	59
ヒ		ブ°	
ヒューズ..	20, 26, 65, 93, 115, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166	プロセス・ブロック.....	78
フ		プロセス・メッセージ文.....	80
ファン.....	10, 15, 18, 28, 30, 33, 36, 38, 39, 68, 73, 97, 109, 129	ポ	
フィードバック		ポテンシオメーター.....	107
フィードバック.....	23, 25, 60, 68, 84, 100, 106	ポンプステージング.....	103
フィードバックの処理.....	25, 37	マ	
フィードバック信号.....	21, 30	マスター周波数変換器.....	69
フィードバック変換.....	25		
フィードバック設定.....	102		
フィルター			
AHF 005.....	129		
AHF 010.....	129		
DU/dt.....	46, 54, 70, 134, 169		
LC.....	54, 55, 56, 169		
コモンモード.....	135		
コモンモード・フィルター.....	70		
フィルター.....	39, 40		
正弦波.....	19, 54, 70, 101		
無線周波数干渉.....	40		
を参照して下さい RFI			
高調波フィルター.....	71, 129, 130, 131		

モ

モーター

カンモーター.....	100, 101
サーマルストレス.....	54
サーミスター.....	108
ベアリングストレス.....	54
ベアリング電流.....	46
モーター・サーミスター.....	40, 108
モーター・スターター.....	18, 65, 103
モーター・トルク.....	92
モーター交替.....	15, 95
モーター出力.....	153
モーター接続.....	185
モーター欠相.....	27
モーター熱保護.....	12, 29, 57, 89
モーター相.....	26
モーター配線.....	63
モーター電圧.....	169
モーター電流.....	19, 27, 59, 89
出力性能 (U、V、W).....	153
接地.....	54
絶縁.....	46
絶縁ストレス.....	54, 101

モーターのピーク電圧.....	169
-----------------	-----

モーター熱保護.....	108
--------------	-----

ラ

ラムダ.....	10, 52
----------	--------

ランプ

初期ランプ.....	101, 102
最終ランプ.....	15, 95, 96, 101, 102

リ

リアル・タイム・クロック.....	15, 35
-------------------	--------

リレー

SPDT リレー.....	67, 176
SPDT 警報リレー.....	64
リレー.....	12, 27, 41, 60, 67, 68, 69, 103, 173, 176, 177
04.....	88
1.....	84, 86, 87, 105, 157
2.....	84, 86, 105, 157
7.....	173
8.....	173
9.....	173
リレー・オプション.....	61, 67
リレー出力.....	61, 157
リレー接続.....	61
リレー端子.....	41, 173, 178, 180, 187
内蔵リレー.....	82, 102
出力リレー.....	29, 90
負荷リレー.....	67

ロ

ローカル・コントロール・パネル.....	9, 34, 60, 115, 117
を参照して下さい LCP	

並

並列配置.....	63
-----------	----

中

中間セクション.....	19
--------------	----

中間回路.....	18, 26, 169
-----------	-------------

主

主電源

トランジエント.....	19, 53
主電源.....	10, 47
主電源シールド.....	64
主電源接続.....	182
主電源降下.....	29

予

予期しないモーター回転.....	14
------------------	----

予期しない始動.....	13
--------------	----

予熱.....	30
---------	----

予防保全.....	35, 95
-----------	--------

予防措置.....	12
-----------	----

低

低フロー検出.....	15
-------------	----

保

保全.....	40
---------	----

保存.....	34, 35, 36, 37, 42, 85, 86, 94, 154
---------	-------------------------------------

入

入力 電力.....	63
------------	----

入力電力.....	19
-----------	----

公

公共供給ネットワーク.....	47
-----------------	----

共

共振制動.....	28
-----------	----

共通の法則.....	16
------------	----

共通結合点.....	48
------------	----

再

再生端子.....	65
-----------	----

冷

冷却..	28, 29, 33, 36, 38, 39, 57, 63, 65, 95, 109, 129, 152
------	---

冷却条件.....	63
-----------	----

出

出力接触器..... 57, 62

切

切断..... 19, 65, 115

初

初期化..... 10

制

制御

コントロール 配線..... 63

コントロール・ビット..... 86, 90

コントロール・メッセージ文ビット..... 86

コントロール入力/出力..... 155

コントロール特性..... 157

制御理論..... 18

制御線の隔離..... 57

制御の改善..... 18

力

力率..... 10, 19, 51, 52, 53, 153

効

効率

モーター効率..... 59

効率..... 9

効率..... 16, 27, 28, 29, 59, 67, 102, 152, 154

可

可変速度ポンプ..... 68

周

周囲条件..... 154

周波数バイパス..... 30

周波数変換器のアドレス..... 77, 78

回

回収期間..... 17

回転..... 14

固

固定速度ポンプ..... 69

垂

垂直空きスペース..... 63

垂直負荷..... 119

塵

塵埃..... 36, 39, 40

壁

壁取り付け..... 63

変

変位力率..... 153

変圧器..... 47

変換指数..... 80, 81

変調..... 9, 27, 40, 110, 111, 112, 113

外

外部インターロック..... 107

外部コマンド..... 19

外部警報リセット..... 105

安

安全性..... 12, 14, 32, 33, 68, 182, 185

定

定格低減

一定トルク・アプリケーション（CT モード）.... 109

低い気圧..... 109

低速で運転..... 109

冷却..... 109

周囲温度..... 110

変動（二次）トルク・アプリケーション（VT）... 109

大きい断面積..... 110

定格低減..... 28, 33, 37, 93, 109, 110, 111, 112,

154

手動..... 109

自動..... 27

定義..... 10, 45, 47, 51

実

実装ブラケット..... 74

寸

寸法..... 72, 74, 93, 167, 188, 189, 190, 191

慣

慣性モーメント..... 26

抵

抵抗器サイクルタイム..... 119

指

指令

EMC.....	11
EMC 指令.....	11
ErP.....	11
低電圧.....	11
低電圧指令.....	11
機械.....	11

振

振動.....	39
---------	----

接

接地.....	29, 46, 50, 51, 182
接地漏洩電流保護.....	42
接触器.....	65, 68, 70, 105

換

換気.....	129
換算率.....	80, 86

放

放電時間.....	13
-----------	----

整

整流器.....	18, 19
整流器ダイオード.....	47
整流器のセクション.....	19

有

有資格技術者.....	13
-------------	----

極

極端な運転状況.....	26
--------------	----

機

機械的実装.....	63
機能フィールド.....	83

比

比例の法則.....	15
------------	----

水

水力軸受.....	101
水平空きスペース.....	63
水平負荷.....	119

注

注文

DeviceNet.....	117
DU/dt フィルター.....	134
Modbus TCP.....	117
PC ソフトウェア.....	118
アドバンスド・カスケード・コントローラー.....	118
イーサネット/IP.....	117
オプション.....	118
コモンモード・フィルタ.....	135
スベア部品.....	118
タイプ・コードから.....	114
プロフィネット.....	117
プロフィバス.....	117
付属品.....	118
付属品バッグ.....	118
実装ブラケット.....	116
正弦波フィルタ.....	132
番号.....	114

流

流量及び圧力の可変コントロール.....	18
流量確認.....	15

温

温度

周囲温度.....	37
平均温度.....	38
最高温度.....	37, 38
温度.....	37

温度センサー.....	177
-------------	-----

湿

湿度.....	37, 38, 40, 93, 154
---------	---------------------

漏

漏洩電流.....	13
-----------	----

無

無線周波数干渉.....	28, 52, 64
を参照して下さい RFI	

爆

爆発性雰囲気.....	40, 67, 174
-------------	-------------

状

状態メッセージ文.....	78, 80, 84, 88, 96
---------------	--------------------

環

環境

住宅.....	45, 52, 53
産業.....	44, 45, 52, 53
環境.....	154

用	設
用例..... 9	設定値..... 23
略	論
略語..... 9, 47	論理規則..... 31, 32, 95
直	負
直流リンク電圧..... 119	負荷サイクル 負荷サイクル... 10, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129 負荷サイクル計算..... 58
相	負荷分散.. 13, 20, 26, 46, 115, 118, 137, 138, 139, 140, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 188, 189, 190, 191
相アンバランス..... 27, 33	負荷分散端子..... 65
真	速
真の力率..... 153	速度バックアップ..... 29
短	速度制限..... 21, 27, 57
短絡 短絡..... 10, 19, 20, 28, 33, 37, 53, 65, 175 短絡(モーター相 - 相)..... 26 短絡保護..... 26 短絡比率..... 48	速度指令信号 プリセット速度指令信号..... 23 リモート速度指令信号..... 22, 23 外部速度指令信号..... 23 速度指令信号..... 99 速度指令信号の処理..... 23, 24
空	速度指令信号..... 106
空きスペース..... 38, 41, 62, 63	運
空転検知..... 15	運転/停止コマンド..... 107
立	運転許可..... 31, 108
立ち上がり時間..... 169	過
端	過温度..... 10, 27, 28, 33, 65, 89
端子 37..... 32, 33, 60, 174	過負荷 通常負荷..... 136, 141, 153 通常過負荷モード..... 111, 112 過負荷..... 29, 47, 57, 65, 98 過負荷 LED..... 65 過負荷トルク..... 153 過負荷保護..... 15, 27, 65 過負荷設定値..... 29 高過負荷..... 152, 153
結	過電圧 モーターが引き起こした過電圧..... 26 過電圧..... 26, 30, 39, 57, 70, 153, 157, 175 過電圧コントロール..... 26
結露..... 37	過電圧..... 58
絶	遠
絶縁抵抗モニター..... 64	遠隔実装キット..... 73
自	
自動エネルギー最適化..... 9, 27, 29 を参照して下さい AEO	
自動モーター適合..... 9, 29, 101 を参照して下さい AMA	
自動ランプ..... 39	
衝	
衝撃..... 39	

適

適合

CE.....	11
CE マーク.....	11
C-Tick.....	12
UL 規格認定取得済み.....	12
海事適合.....	12
電気絶縁.....	29, 35, 41, 67, 175, 176, 177

遮

遮断器.....	26, 50, 53, 65, 158, 159, 160, 161
----------	------------------------------------

配

配線.....	40, 41, 47, 57, 93
---------	--------------------

配線

リレー配線.....	174, 179
配線.....	60, 62, 104, 178, 181
配線図.....	60
電気配線.....	101

配線図

リード・ポンプ交替.....	105
固定可変速度ポンプ.....	105

重

重量.....	37, 93, 135, 167
---------	------------------

閉

閉ループ.....	21, 22, 23, 30, 33, 84, 95, 101
閉ループウィザード.....	102

開

開ループ.....	20
開ループ・モード.....	68

電

電圧レベル.....	156
電圧低下.....	51
電子サーマル・リレー.....	57
を参照して下さい ETR	
電文の長さ.....	77, 80
電文構造.....	77

電流

リップル電流.....	33, 70
中間電流電圧.....	41
低電流.....	33
個々の高調波電流.....	48
入力電流.....	47
出力電流.....	28, 29, 55, 101, 109, 110, 111
基本電流.....	47
定格出力電流.....	9
定格電流.....	45, 100
漏洩電流.....	42, 49, 50
直流電流.....	19
過電流.....	30
電流.....	47
電流ループ.....	42
電流制限.....	9, 27, 28
電流歪み.....	48, 129
電流測定.....	28
高調波電流.....	47
高調波電流歪み.....	71
高電流.....	33

騒

騒音.....	39
---------	----

高

高い高度.....	41, 109, 154
高周波コモンモードコア.....	70
高度な最低速度監視.....	95, 98, 99, 101

高調波

エミッション条件.....	47
全高調波歪み.....	47
解析.....	47
試験結果.....	48
電圧高調波.....	47
高調波.....	8, 19, 37, 47, 48, 49, 51, 52, 53
高調波エミッション規格.....	47
高調波の歪み.....	10
高調波の計算.....	36, 49
高調波低減.....	49
高調波歪み.....	42, 47

高電圧.....	13
----------	----



.....
カタログ、ブローシャー、その他の印刷物に万が一間違いが含まれていたとしても、ダンブオス社はいっさい責任を負いかねますので、ご了承ください。なおダンブオス社は予告なしに製品に変更を加える権利を保有しています。既にご注文をいただいている製品に関しても、注文品の詳細に影響を及ぼさない範囲内で、変更がなされることがあります。印刷物に記載されている商標は各社の所有物件です。名称 Danfoss およびダンブオスのロゴタイプはダンブオス社の商標で、それに関係するすべての権利はダンブオス社に帰属します。
.....

Danfoss A/S
Ulsnaes 1
DK-6300 Graasten
vlt-drives.danfoss.com

