

FRENIC-MEGA

"OPC-G1-PG/OPC-G1-PG22" 同期運転マニュアル Synchronous Operation Manual

日本語

ENGLISH

注意

- この取扱説明書を読み、理解したうえで、インバータオプションを取り付け、接続（配線）、運転、保守点検してください。
- この取扱説明書は、実際にご使用になる方に確実に届くようご配慮ください。
- この取扱説明書は、インバータが廃棄されるまで大切に保管ください。
- 製品は予告なしに変更することがあります。

CAUTION

Thank you for purchasing our PG interface card.

- Read through this manual to become familiar with the PG interface card before proceeding with installation, connections (wiring), operation, and maintenance and inspection.
- Deliver this manual to the end user of this product. Keep this manual in a safe place until this product is discarded.
- Specifications of this card are subject to change without prior notice for improvement.

Copyright © 2010 Fuji Electric Systems Co., Ltd.

All rights reserved.

この取扱説明書の著作権は、富士電機システムズ株式会社にあります。

本書に掲載されている会社名や製品名は、一般に各社の商標または登録商標です。

仕様は予告無く変更することがあります。

No part of this publication may be reproduced or copied without prior written permission from Fuji Electric Systems Co., Ltd.

All products and company names mentioned in this manual are trademarks or registered trademarks of their respective holders.

The information contained herein is subject to change without prior notice for improvement.

日本語版

日本語

まえがき

このたびは、弊社のインバータオプションをお買い上げいただきありがとうございます。

本書は、インバータ FRENIC-MEGA に内蔵する PG インタフェースカードの追加説明資料です。2台のバルスジェネレータ (PG) 付きモータの待機同期運転, 同時スタート同期運転について記載しています。

ご使用前には、PG インタフェースカード取扱説明書をお読みになって取り扱い方を理解し、正しくご使用ください。間違った取り扱いは、正常な運転を妨げ、寿命の低下や故障の原因になります。



この取扱説明書にはインバータに関する取り扱い方の記載はありませんので、詳しくはインバータの取扱説明書を参照してください。取扱説明書はご使用後も大切に保管してください。

■ 安全上のご注意

取り付け、接続（配線）、運転、保守点検の前に必ずこの取扱説明書を熟読し、正しくご使用ください。

機器の知識、安全の情報、そして注意事項のすべてについて習熟してからご使用ください。


この取扱説明書では、安全注意事項のランクを下記のとおり区別してあります。


| | |
|---|--|
|  警告 | 取扱いを誤った場合に危険な状況が起こりえて、死亡または重傷を受ける可能性が想定される場合 |
|  注意 | 取扱いを誤った場合に危険な状況が起こりえて、中程度の傷害軽症を受ける可能性が想定される場合、および物的損害の発生が想定される場合 |


なお、注意に記載した事項の範囲内でも状況によっては重大な結果に結びつく可能性があります。いずれも重要な内容を記載していますので必ず守ってください。

アイコンについて

本書では以下のアイコンを使用しています。

 **注意** この表示を無視して誤った取扱いをすると、FRENIC-MEGA が本来持つ性能を発揮できなかつたり、その操作や設定が事故につながるようになります。

 **ヒント** インバータの操作や設定の際、知っておくと便利な参考事項を示しています。

 **参照先** を示します。

目次

| | |
|--------------------------------------|----|
| 第1章 ご使用のまえに | 3 |
| 1.1 対象インバータ | 3 |
| 1.2 PG インタフェースカードとPGとの接続方法 | 3 |
| 1.3 オプション端子の接続 | 4 |
| 1.3.1 OPC-G1-PG | 4 |
| 1.3.2 OPC-G1-PG22 | 5 |
| 第2章 基本接続図 | 6 |
| 第3章 同期運転動作 | 7 |
| 3.1 仕様 | 7 |
| 3.2 同期運転動作概要 | 7 |
| 3.2.1 同時スタート同期運転 | 8 |
| 3.2.2 待機同期運転 | 9 |
| 3.3 制御ブロック図 | 10 |
| 3.4 機能コード一覧 | 12 |
| 3.5 機能制限について | 14 |
| 3.6 機能コード設定 | 14 |
| 3.6.1 モータ定数データ設定 | 14 |
| 3.6.2 同期運転用データ設定 | 15 |
| 第4章 同期運転の設定例 | 23 |
| 4.1 適用構成とパルス関連設定 | 23 |
| 4.1.1 減速比設定 | 23 |
| 4.1.2 エンコーダ接続方法と追従側運転指令方向 | 24 |
| 4.2 設定例 | 25 |
| 4.2.1 Z相補正なし同期運転 (d41=2) 設定例 -その1- | 25 |
| 4.2.2 Z相補正なし同期運転 (d41=2) 設定例 -その2- | 26 |
| 4.2.3 Z相補正あり同期運転 (d41=3,4) 設定例 -その1- | 27 |
| 4.2.4 Z相補正あり同期運転 (d41=3,4) 設定例 -その2- | 28 |
| 4.3 PGパルス数の確認方法 | 29 |
| 4.4 運転モニタについて | 30 |
| 4.4.1 モニタ内容について | 30 |
| 4.4.2 モニタ表示方法 | 30 |
| 4.4.3 同期運転状態 | 31 |
| 第5章 アラーム保護機能 | 32 |
| 5.1 偏差オーバアラーム (E _{PO}) | 33 |
| 5.1.1 機能コード一覧 | 33 |
| 5.2 Z相断線アラーム (F _□) | 33 |

第1章 ご使用のまえに

1.1 対象インバータ

本製品を使用した同期運転は、表 1.1 のインバータ形式および ROM バージョンで使用できます。

表1.1 適用インバータ形式と ROM バージョン

| 機種 | 形式 | インバータ容量 | ROM バージョン |
|-------------|---------------|---------|-----------|
| FRENIC-MEGA | FRN□□□G1□-□□□ | 全容量 | 3000 以降 |

※ □には、インバータ容量、タイプ、電圧シリーズなどを示す英数字が入ります。

インバータの ROM バージョンは、プログラムモードのメニュー番号 5「メンテナンス情報」の S_{14} で確認することができます。詳細は、FRENIC-MEGA 取扱説明書の第 3 章「3.4.6 メンテナンス情報を見る」を参照してください。

表1.2 メンテナンス情報の表示項目

| LED モニタの表示 | 項目 | 表示内容 |
|------------|-----------------|------------------------------|
| S_{14} | インバータ ROM バージョン | インバータの ROM バージョンを 4 桁で表示します。 |

1.2 PG インタフェースカードと PG との接続方法

PG インタフェースカードのインバータへの取り付け方法は、PG インタフェースカード「OPC-G1-PG」または「OPC-G1-PG22」の取扱説明書を参照してください。基準側モータのエンコーダ出力は **XA** 端子、**XB** 端子、**XZ** 端子に接続し、追従側モータのエンコーダ出力は **YA** 端子、**YB** 端子、**YZ** 端子に接続してください。モータの正転方向は駆動側から見て左回転時を正転とします。(図 1.1) 正転方向回転時にエンコーダの出力パルスは、図 1.2 の正転信号 (B 相が A 相より 90° 進む) となるように接続してください。

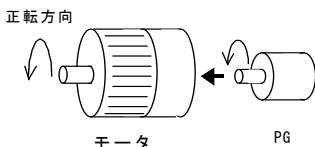


図 1.1 モータと PG の正転方向

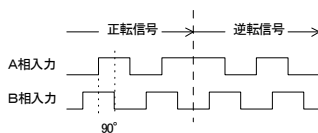


図 1.2 PG の回転方向と出力信号

追従側運転指令の指令方向に対する回転方向を表 1.3 に示します。

同期運転には、エンコーダの Z 相を利用しない Z 相補正なし運転と、Z 相を利用する Z 相補正あり運転の二種類があり、運転方法によって接続方法がかわります。

表 1.3 基準側 PG の配線と追従側回転方向

| 基準側 PG の配線 | 基準側 PG 回転方向 | Z 相補正なし運転 | | Z 相補正あり運転 | |
|--------------------|----------------|-----------|----------|-----------|----------|
| | | 追従側運転指令 | | 追従側運転指令 | |
| | | 正転 (FWD) | 逆転 (REV) | 正転 (FWD) | 逆転 (REV) |
| XA, XB をそ のまま接続 | 正転 | 正転 | 逆転 | 正転 | 停止 *1 |
| | 逆転 | 逆転 | 正転 | 停止 *1 | 逆転 |
| XA, XB を逆 接続 | 正転 | 逆転 | 正転 | 停止 *1 | 逆転 |
| | 逆転 | 正転 | 逆転 | 正転 | 停止 *1 |

※1.

- ・基準側が回転し、追従側インバータが停止状態である場合、位置偏差オーバ検出幅を超過すると、Err アラームが発生します。
また、位置偏差オーバ検出幅超過前に、基準側の運転方向が反転した場合、位置偏差が 0 となった点から同期運転が再開されます。



Z 相補正あり運転と、Z 相補正なし運転の違いについては、「第 3 章 同期運転動作」を参照してください。



- ・Z 相補正あり運転で基準側 PG の回転方向と逆方向に同期運転を行う場合は、XA 端子に基準側 PG の B 相を、XB 端子に基準側 PG の A 相を接続してください。(表 1.3 参照)

1.3 オプション端子の接続

OPC-G1-PG インタフェースカードを使用する場合は表 1.4 を、OPC-G1-PG22 インタフェースカードを使用する場合は表 1.5 を参照して接続してください。

1.3.1 OPC-G1-PG

表 1.4 OPC-G1-PG の端子とその仕様

| 端子記号 | 端子名称 | 機能説明 |
|------|------------|--|
| PI | 外部電源入力 | 電源を外部から供給する端子 +12Vdc±10%入力または +15Vdc±10%入力 (接続する電源は (PG 電源の消費電流) +150mA 以上を確保してください。) |
| PO | PG 用電源 | 電源を外部へ出力する端子 +12Vdc±10%/120mA 以下または +15Vdc±10%/120mA 以下 |
| CM | PG コモン | 電源、PG 入力のコモン端子 |
| XA | A 相パルス入力 X | 基準側 A 相を接続する端子 |
| XB | B 相パルス入力 X | 基準側 B 相を接続する端子 |
| XZ | Z 相パルス入力 X | 基準側 Z 相を接続する端子 |
| YA | A 相パルス入力 Y | 追従側 A 相を接続する端子 |
| YB | B 相パルス入力 Y | 追従側 B 相を接続する端子 |
| YZ | Z 相パルス入力 Y | 追従側 Z 相を接続する端子 |

☞ : 電源電圧、内部/外部電源の切換方法の詳細は PG インタフェースカード取扱説明書を参照ください。

1.3.2 OPC-G1-PG22

表1.5 OPC-G1-PG22 の端子とその仕様

| 端子記号 | 端子名称 | 機能説明 | 備考 |
|------|----------------|--|-----------------------------|
| PI | 外部電源入力 | 電源を外部から供給する端子 外部電源容量 5Vdc ± 10% (接続する電源は PG 電源の 消費電流以上を確保すること。) | |
| PO | PG 用電源 | 電源を外部へ出力する端子 5Vdc ± 10%, 最大 300mA | |
| CM | PG コモン | 電源, PG 入力のコモン端子 (インバータ本体の端子 CM と 同電位である。) | |
| XA | A (+) 相パルス入力 X | 基準側 A (+) 相を接続する端子 | 未接続時 SW1-4 を ON にしてください。 |
| *XA | A (-) 相パルス入力 X | 基準側 A (-) 相を接続する端子 | |
| XB | B (+) 相パルス入力 X | 基準側 B (+) 相を接続する端子 | |
| *XB | B (-) 相パルス入力 X | 基準側 B (-) 相を接続する端子 | |
| XZ | Z (+) 相パルス入力 X | 基準側 Z (+) 相を接続する端子 | |
| *XZ | Z (-) 相パルス入力 X | 基準側 Z (-) 相を接続する端子 | |
| YA | A (+) 相パルス入力 Y | 追従側 A (+) 相を接続する端子 | 未接続時 SW1-1 を ON にしてください。 |
| *YA | A (-) 相パルス入力 Y | 追従側 A (-) 相を接続する端子 | |
| YB | B (+) 相パルス入力 Y | 追従側 B (+) 相を接続する端子 | |
| *YB | B (-) 相パルス入力 Y | 追従側 B (-) 相を接続する端子 | |
| YZ | Z (+) 相パルス入力 Y | 追従側 Z (+) 相を接続する端子 | |
| *YZ | Z (-) 相パルス入力 Y | 追従側 Z (-) 相を接続する端子 | |



・ AB 相を間違っ て配線した場合は、モータが正常に回らない場合や、インバータがトリップして正常に運転できない場合があるため、ご注意ください。

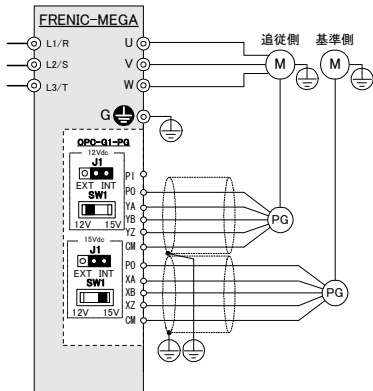


・ [XA], [XB], [XZ], [YA], [YB], [YZ] の入力は、タッチパネルのメニュー番号 4 「I/O チェック」の 4_15, 4_16, 4_17, 4_18 のパルス数表示で確認できます。操作方法は、インバータ本体の取扱説明書を参照下さい。(□: 機能コード E52)

第2章 基本接続図

■ OPC-G1-PG の接続例を図 2.1 に示します。

I. インバータ内部電源使用時



II. 外部電源使用時

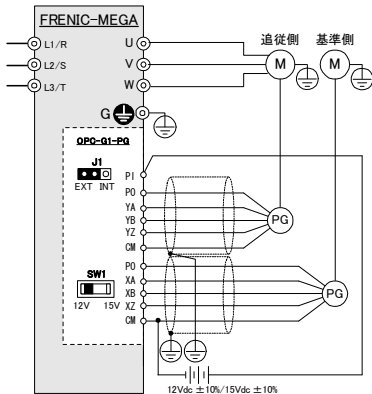
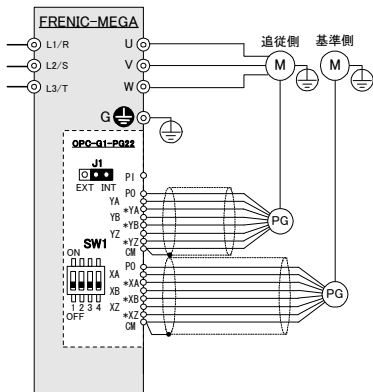


図 2.1 OPC-G1-PG の接続図

ヒント ・外部電源を使用する場合は、SW1 は 12V、15V のいずれに設定されても問題ありません。

■ OPC-G1-PG22 の接続例を図 2.2 に示します。

I. インバータ内部電源使用時



II. 外部電源使用時

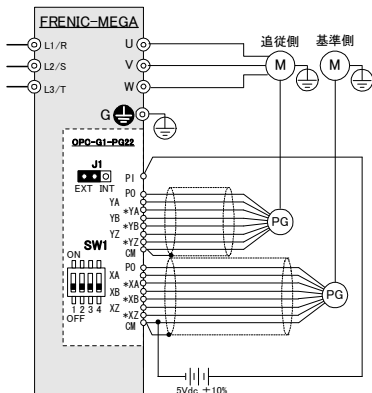


図 2.2 OPC-G1-PG22 の接続図

注意 ・接地方法の詳細は各取扱説明書を参照してください。
 ・シールド線の接地方式は PG インタフェースカードにより推奨が異なります。
 OPC-G1-PG はアースに接地することを基本としますが、ノイズなどで誤動作する場合はシールドの接続を変更することで、改善される場合があります。
 ・OPC-G1-PG22 使用時に Z 相を使用しない場合には、断線検出スイッチ (SW1-1, SW1-4) を ON に設定願います。

第3章 同期運転動作

同期運転は Z 相補正なしの「同時スタート同期運転(Z相なし)」と、Z 相補正ありの「待機同期運転」と「同時スタート同期運転 (Z相あり)」の3種類の方法があり、基準側モータの回転を PG にて検出し、追従側モータの速度および位置が基準側に同期するよう制御します。

基準側モータの PG 信号は XA 端子, XB 端子, XZ 端子に入力し、追従側モータの PG 信号は YA 端子, YB 端子, YZ 端子に入力してください。

3.1 仕様

表 3.1に同期運転の仕様を示します。

表3.1 同期運転仕様

| | 項目 | 仕様 | 備考 |
|-------|-------------------------------|----------------------|---|
| 制御仕様 | 速度制御範囲 (速度センサ付き V/f 制御) | 180 ~ 3600 r/min | 4P モータ, 1024P/R エンコーダ使用時 減速比 1:1, 一定速運転中 |
| | 速度制御範囲 (速度センサ付き ベクトル制御) | 1 ~ 3600 r/min | |
| | 位置同期精度 | ±2° | |
| 電氣的仕様 | 入力パルス | 10 p/s ~ 100 kp/s ※1 | 配線長 100m 以下 ※1 AB 相エンコーダ使用時 |

※1 適用 PG がオープンコレクタ方式の場合は入力パルス 30kp/s 以下、配線長 20m 以下となります。



・インバータ出力周波数から PG 入力パルス数を算出する計算例は、「4.3 PG パルス数の確認方法」を参照してください。

3.2 同期運転動作概要

表 3.2 同期運転種類を示します。

表3.2 同期運転種類

| 機能 | Z 相信号 | 参照項 |
|------------------|-------|-------|
| 同時スタート同期運転(Z相なし) | 不要 | 3.2.1 |
| 待機同期運転 | 必要 | 3.2.2 |
| 同時スタート同期運転(Z相あり) | | 3.2.1 |

3.2.1 同時スタート同期運転

同時スタート同期運転 ($d41=2, 4$) では、単独運転から同期運転に切換えた時点の基準側と追従側の位相差を保つように同期運転します。

基準側の位置と追従側の位置は、インバータ内部で積算され、その差（以下偏差と記す）が常に0になるように、追従側の速度および位置を制御します。

偏差が同期完了検出角度（機能コード $d77$ ）以下になると『SY』同期完了信号が出力されます。また、同期ずれを起こし、偏差が設定された偏差オーバ値（機能コード $d78$ の10倍）を超えると $Er0$ アラームで出力遮断します。

$d41=4$ の場合、A/B相の積算量カウントにノイズ等によりミスカウントが発生した場合、Z相の位相差を元に誤差補正します。

追従側運転指令がONの間は、単独運転に切換えない限り基準側が停止中も位相差の監視を続け、基準側が運転再開すると、再び基準側および追従側のZ相の位相差が一定になるように制御します。

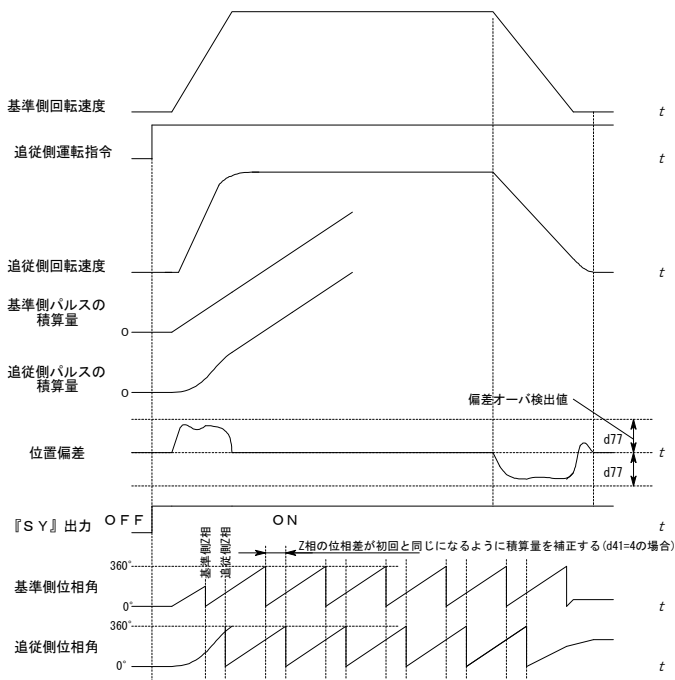


図3.1 同時スタート同期運転

3.2.2 待機同期運転

待機同期運転 (d41=3) は、運転開始後、最初に検出された基準側と追従側のZ相(位置)を元に各々のZ相が一致するように制御します。この際、追従側は立上がり時に最大1回転遅れます(待機同期運転)。一旦待機が完了すると、同期運転を解除(注意1)しない限り再び待機動作を行うことはありません。

機能コード d76 の設定を変更することで基準側と追従側とのZ相の同期角度を調整できます。

基準側の位置と追従側の位置は、インバータ内部で積算され、偏差が常に0になるように、追従側の速度および位置を制御します。

A/B相の積算量カウン트에ノイズ等のミスカウントがあった場合、Z相の位相差を元に誤差補正します。

偏差が同期完了検出角度(機能コード d77)以下になると『SY』同期完了信号が出力されます。

同期ずれを起こし、偏差が設定された偏差オーバー検出値(機能コード d78 の10倍)を超えるとErrアラームで出力遮断します。

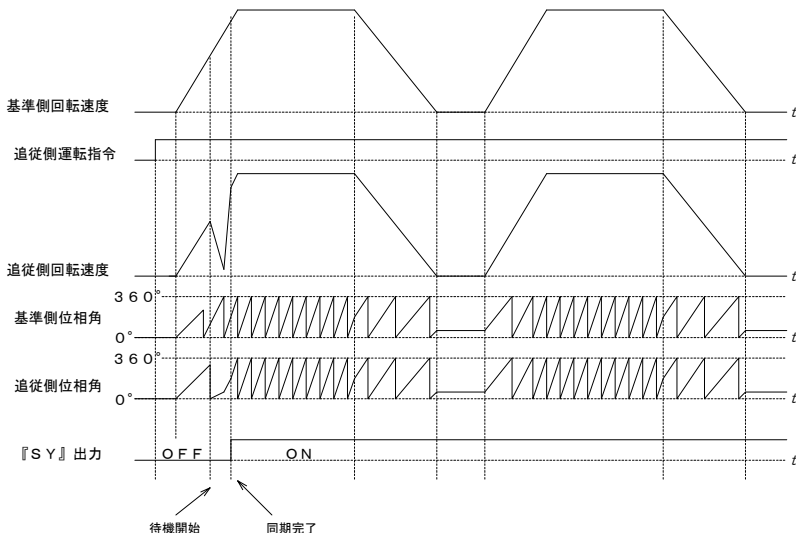


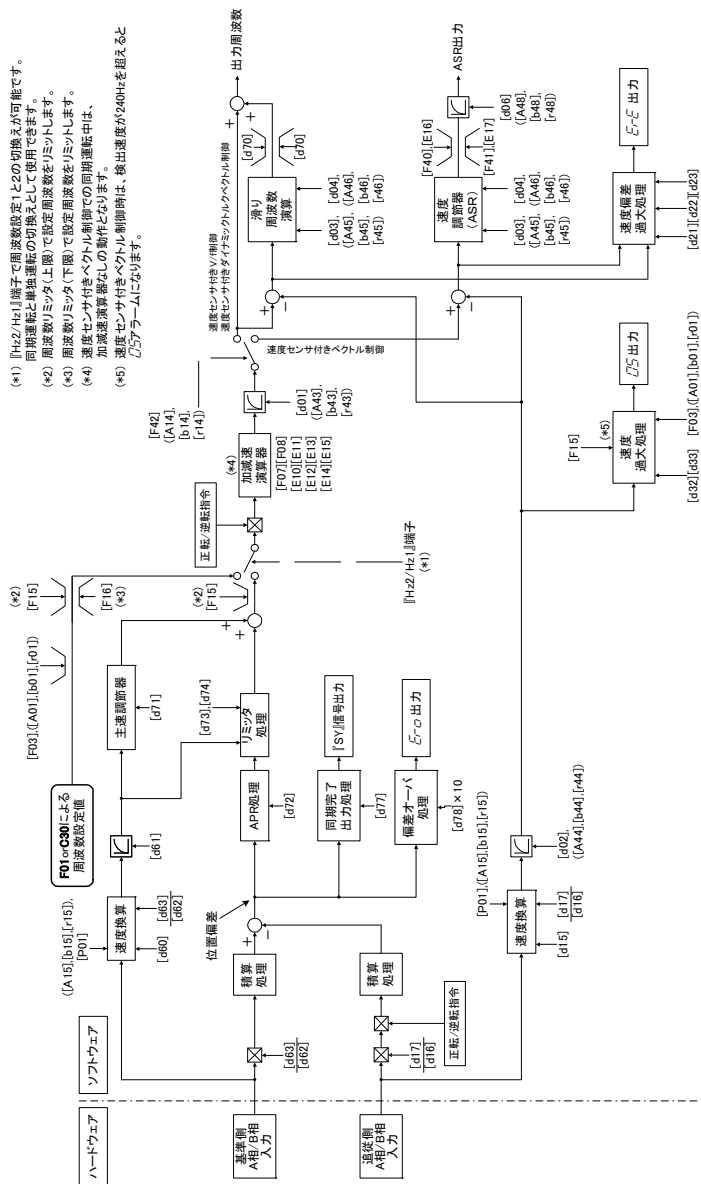
図3.2 待機同期運転

注意1 同期運転解除の条件

次の場合同期運転が解除されます。

- ・ 追従側運転指令 OFF 時
- ・ 『BX』フリーラン指令 ON 時, 『STOP』強制停止指令 ON 時
- ・ アラーム動作時
- ・ 単独運転切換え時(『Hz2/Hz1』端子を利用し F01/C30 切換えで実現します)
- ・ トルク制御中, 商用運転中

3.3 制御ブロック図



- (*1) [H+2]/[H-1]端子で周波数設定率1/2の切換が可能です。同期運転と単相運転の切換えとして使用できます。
- (*2) 周波数リミッタ(上図)で設定周波数をリミットします。
- (*3) 周波数リミッタ(下図)で設定周波数をリミットします。
- (*4) 速度センサ付ベクトル制御での同期運転中は、加減速演算器なしの動作となります。
- (*5) 速度センサ付ベクトル制御時は、換出速度が200Hzを超えると「CSアラーム」になります。

図3.3 d41=2 Z相補正なし同期運転制御ブロック図

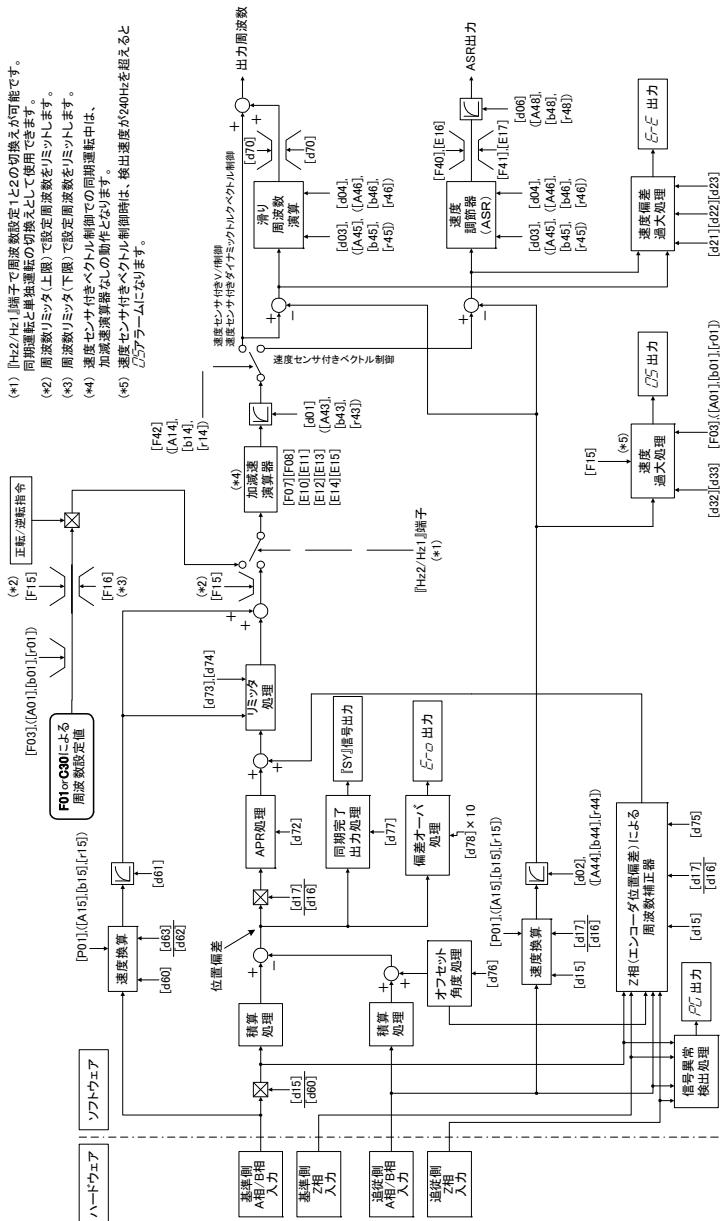


図3.4 d41-3.4 Z相補正あり同期運転制御ブロック図

3.4 機能コード一覧

同期運転に使用する機能コード一覧を示します。

表3.3 機能コード一覧

| 機能コード | 名称 | | 設定可能範囲 | 単位 | 工場出荷値 | 運転中変更 |
|---|--|-------------------|---|-----|----------------|-------|
| F01, C30 | 周波数設定 | | 0, 1, 2, 3, 5, 7, 8, 11, 12 (F01 または C30 のいずれかに 12 を設定) | - | 0, 2 | × |
| F31, F35 | 端子 FMA, 端子 FMP | (機能選択) | 17: 同期角度偏差 [電圧出力の場合] DC 0V ~+5V~ +10V : -180~ 0~ +180deg | - | 0 | ○ |
| F42 | 制御方式選択 | | 0~6 (3, 4, 6: 速度センサ付き速度制御を設定) | - | 0 | × |
| E01, E02, E03, E04, E05, E06, E07, E08, E09, E98, E99 | 端子 X1, X2, 端子 X3, X4, 端子 X5, X6, 端子 X7※1, X8, 端子 X9, 端子 FWD, REV | (機能選択) | 11 (1011): 『Hz2/Hz1』 周波数設定 2/1 ※ 関係のみ記載 | - | - | × |
| E20, E21, E22, E23, E24, E27 | 端子 Y1, Y2, 端子 Y3, Y4, 端子 Y5, 端子 30ABC | (機能選択) | 29 (1029): 『SY』 同期完了 ※ 関係のみ記載 | - | - | × |
| d01 | 速度制御 | (速度指令フィルタ) | 0.000~5.000 | s | 0.020 | ○ |
| d02 | | (速度検出フィルタ) | 0.000~0.100 | s | 0.005 | ○ |
| d03 | | P (ゲイン) | 0.01~200.0 | 倍 | 10.00 | ○ |
| d04 | | I (積分時間) | 0.000~5.000 | s | 0.100 | ○ |
| d06 | | (出力フィルタ) | 0.000~5.000 | s | 0.020 | ○ |
| d70 | | (リミッタ) | 0.00~100.00 | % | 100.00 | ○ |
| d14 | 帰還 (フィードバック入力) | (パルス入力方式) | 0: パルス列符号/ パルス列入力 1: 正転パルス/ 逆転パルス 2: A, B 相 90° 位相差 | - | 2 | × |
| d15 | | (エンコーダパルス数) ※2 | 0014~EA60 (16 進数) (20~60000) | P/R | 0400 (1024) | × |
| d16 | | (パルス補正係数 1) | 1~9999 | - | 1 | × |
| d17 | | (パルス補正係数 2) | 1~9999 | - | 1 | × |
| d59 | 指令 (パルス列入力) | (パルス入力方式) | 0: パルス列符号/ パルス列入力 1: 正転パルス/ 逆転パルス 2: A, B 相 90° 位相差 | - | 0 | × |
| d60 | | (エンコーダパルス数) ※2 | 0014~0E10 (16 進数) (20~3600) | P/R | 0400 (1024) | × |
| d61 | | (フィルタ時定数) | 0.000~5.000 | s | 0.005 | ○ |
| d62 | | (パルス補正係数 1) | 1~9999 | - | 1 | × |
| d63 | | (パルス補正係数 2) | 1~9999 | - | 1 | × |

※1 X7 端子のパルス列入力は PG インタフェースカード取り付け時、無効になります。

※2 同期運転 (d41=2, 3, 4) 時、基準側と追従側には、同一パルス数の 20~3000P/R の PG を使用してください。

(次頁続く)

表3.4 機能コード一覧（続き）

| 機能コード | 名称 | 設定可能範囲 | 単位 | 工場出荷値 | 運転中変更 |
|-------|----------------------------|--|-----|-------|-------|
| d41 | アプリケーション制御選択 (動作選択) | 0：不動作 2：同期運転動作 (同時スタート同期(Z相なし)) 3：同期運転動作(待機同期) 4：同期運転動作 (同時スタート同期(Z相あり)) ※ 関係分のみ記載 | - | 0 | × |
| d71 | 同期運転 (主速調節器ゲイン) | 0.00~1.50 | 倍 | 1.00 | ○ |
| d72 | (APR P ゲイン) | 0.00~200.00 | 倍 | 15.00 | ○ |
| d73 | (APR 出力 +側リミッタ) | 20~200, 999:リミッタなし | % | 999 | ○ |
| d74 | (APR 出力 -側リミッタ) | 20~200, 999:リミッタなし | % | 999 | ○ |
| d75 | (Z相位相合わせゲイン) | 0.00~10.00 | - | 1.00 | ○ |
| d76 | (同期オフセット角度) | 0~359 | deg | 0 | ○ |
| d77 | (同期完了検出角度) | 0~100 | deg | 15 | ○ |
| d78 | (偏差オーバ検出幅) | 0~65535 ※3 (10パルス単位で設定) | - | 65535 | ○ |

※3 標準タッチパネル使用時、設定値 10000 以上は上位 4 桁までしか表示されず、100 パルス単位で設定することになります。100 パルス単位での設定中は『×10LED』が点灯します。

☞ その他の機能コードについては「FRENIC-MEGA 取扱説明書」の「第5章 機能コード」を参照してください。なお、同一機能コードの説明については、本取扱説明書が優先されます。

3.5 機能制限について

同期運転中は、下記の機能は使用できません。

| | |
|----------------|-------------|
| F16 | 周波数リミッタ(下限) |
| C01~C04 | ジャンプ周波数 |

速度制御方式が速度センサ付きベクトル制御方式(F42=6)の場合、同期運転中は上記に加えて下記機能の設定が無効になります。

| | |
|----------------|---------------|
| F07,F08 | 加速時間 1/減速時間 1 |
| E10,E11 | 加速時間 2/減速時間 2 |
| E13,E14 | 加速時間 3/減速時間 3 |
| E15,E16 | 加速時間 4/減速時間 4 |
| F24 | 始動周波数(継続時間) |
| F39 | 停止周波数(継続時間) |

同期運転中は、下記機能コードは必ず不動作(H18=0/J01=0)に設定してください。

| | |
|------------|--------|
| H18 | トルク制御 |
| J01 | PID 制御 |

3.6 機能コード設定

同期運転を行う場合は、必ず速度センサ付き速度制御(F42=3, 4or6)にしてください。その他、以降の機能コードの設定手順に基づき機能コードの設定をおこなってください。

また、設定時は、「第4章 同期運転の設定例」も併せて参照してください。

3.6.1 モータ定数データ設定

「FRENIC-MEGA 取扱説明書」の「第5章 機能コード」に従って、

機能コード：F03, F04, F05, F42, P01, P02, P03, P06, P07, P08, P09, P10, P11, P12, P99

を設定してください。また、第2/第3/第4モータをご使用時は、

機能コード：A01, A02, A03, A14, A15, A16, A17, A20, A21, A22, A23, A24, A25, A26, A39

機能コード：b01, b02, b03, b14, b15, b16, b17, b20, b21, b22, b23, b24, b25, b26, b39

機能コード：r01, r02, r03, r14, r15, r16, r17, r20, r21, r22, r23, r24, r25, r26, r39

を設定してください。

これ以降の説明は、第2、第3、第4モータの機能コードの記載を省略します。第2、第3、第4モータご使用の場合には対応する機能コードを設定ください。

3.6.2 同期運転用データ設定

F01 周波数設定 1

C30 周波数設定 2

周波数設定は、パルス列入力（コード“12”）に設定してください。

また、『Hz2/Hz1』端子機能を使用することにより同期運転と単独運転の切り換えが可能です。（図 3.3、図 3.4参照）。同期運転と単独運転の切り換えが必要な場合、次の例を参考に設定してください。

例【X1】端子をONで単独運転とし、単独運転時はデジタル設定周波数で動作させる場合、機能コード **F01** を“12”、機能コード **C30** を“0”と設定します。機能コード **E01** を“11”とし【X1】端子を『Hz2/Hz1』端子機能に割り当てます。

ただし、同期運転/単独運転の切り換えは、インバータ停止中に行うことを推奨します。運転中に切り換えた場合、保護動作が働く可能性があります。このような場合、出力中の周波数と切り換え後の設定周波数との差を小さくするようにしてください。

F07/E10/E12/E14 加速時間

F08/E11/E13/E15 減速時間

同期運転時も加減速時間に応じて出力周波数を制御します。加減速時間は極力短く設定してください。基準側の加減速時間よりも大きい値を設定した場合、追従性がなくなりますので注意してください。



速度センサ付きベクトル制御 (**F42=6**) に設定した場合、機能コードの設定を無視して、加減速時間 0.0s で動作します。

F23,F24 始動周波数, 始動周波数(継続時間)

F25,F39 停止周波数, 停止周波数(継続時間)

始動周波数、停止周波数は、トルクが確保できる範囲で極力低く設定してください。

同期運転中は、始動周波数継続時間、停止周波数継続時間は基本的に 0.0s に設定してください。

停止周波数、始動周波数以下での運転は追従できません。

継続時間を設定している場合、始動、停止時の追従性が悪化しますので注意してください。



速度センサ付きベクトル制御 (**F42=6**) に設定した場合、始動/停止周波数(継続時間)は機能コードの設定を無視して、0.0s で動作します。

F42 制御方式選択

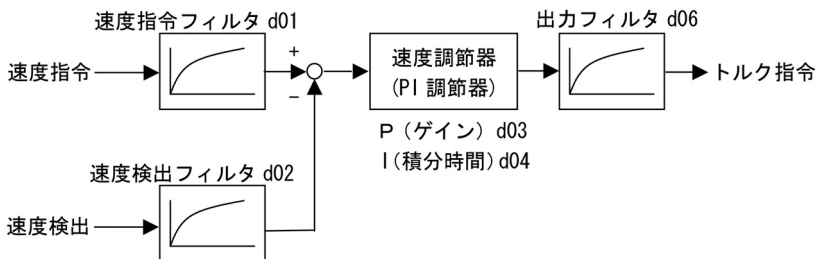
同期運転を行う場合は、“3”、“4”または“6”の速度センサ付き制御方式を設定してください。

通常は、速度センサ付き V/f 制御 (**F42=3**) に設定することを推奨します。

d01~d04 速度制御(速度指令フィルタ, 速度検出フィルタ, P(ゲイン), I(積分時間))

d06 速度制御(出力フィルタ)

速度制御系を調整します。



■ 速度指令フィルタ (d01)

速度設定値に対する1次遅れフィルタの時定数を設定します。

速度設定変更に対するオーバーシュートが大きい場合などに調整します。

フィルタ時定数を大きくすると、速度指令の値は安定し、速度設定変化に対するオーバーシュートは低減しますが、速度の応答は遅くなります。

■ 速度検出フィルタ (d02)

速度検出値に対する1次遅れフィルタの時定数を設定します。

ベルトのたわみなど制御対象(機械系)が振動的で、速度検出にリプル(振動成分)が乗り、その振動分によりハンチングしてPI調節器のゲインなど十分に上げられない(応答が遅い)場合などに調整します。また、エンコーダのパルス数が少なく、速度が振動的な場合も設定してください。

フィルタ時定数を大きくすると、速度検出値は安定し、速度検出にリプルが乗ってもPI調節器のゲインを上げることができます。ただし、速度検出自体が遅れるので、速度の応答が遅くなりオーバーシュートが大きくなったり、ハンチングする場合があります。

■ P (ゲイン) (d03), I (積分時間) (d04)

速度調節器 (PI 調節器) のゲイン・積分時間を設定します。

◇ Pゲイン

P ゲイン=1.0 の定義は、速度偏差 (速度指令-実速度) が 100% (最高速度設定値相当) のときに、トルク指令値が 100% (各容量の 100%トルク出力) です。

P ゲインはモータ軸に接続されている機械の慣性モーメントに応じて調整します。慣性モーメントが大きくなると、同一の応答性を確保するためには P ゲインも大きくする必要があります。

P ゲインを大きくすると制御応答が速くなりますが、モータ速度がオーバーシュートしたり、ハンチングすることがあります。また、機械共振や、ノイズの過大增幅により機械やモータから振動音が発生することがあります。その場合 P ゲインを下げることで共振の振幅を小さくすることができます。また P ゲインを小さくし過ぎると制御応答が遅くなり、低い周波数の速度変動が発生し、モータ速度が安定するまでに時間がかかることがあります。

◇ 積分時間

積分時間設定値が小さいと、偏差に対する補正の時間が短いので速い応答となります。オーバーシュートを許容して目標速度に早く到達させたいときには設定値を小さく、目標速度に到達するのは遅くなくてもオーバーシュートは許容できない場合は設定値を大きくしてください。

機械共振が発生しモータやギアから異常な機械音が発生するような場合、積分時間を大きくすることで共振点を低周波数側に移動させ、高周波数域の共振を抑えることができます。

■ 出力フィルタ (d06)

速度調節器の出力に対する 1 次遅れフィルタの時定数を設定します。

ハンチングや振動などの機械共振を、P ゲインや積分時間の調整で抑制できないときに使用します。一般的には、出力フィルタの時定数を大きくすることで、共振の振幅を小さくできますが、大きくしすぎると、逆にシステムを不安定にする場合もあります。

d70 速度制御 出力リミッタ

速度センサ付き V/f 制御/速度センサ付きダイナミックトルクベクトル制御での速度制御系の PI 演算出力に、リミッタを設けることが可能です。

通常 PI 演算出力は、正常な制御状態では、「すべり周波数×最大トルク%」以内になっています。一時的な過大負荷など異常な状態が発生すると、PI 演算出力が大きく振れ、正常な状態に戻るのに時間がかかる場合があります。そのため、PI 演算出力を制限することで異常動作を抑制することができます。

d14~d17 帰還(フィードバック入力) (パルス入力方式, エンコーダパルス数,
パルス補正係数 1, パルス補正係数 2)

速度センサ付き制御時(F42=3, 4, 6)の速度フィードバック入力を設定します。

本項とあわせて、「第4章 同期運転の設定例」も参照してください。

本項の内容は、指令(パルス列入力) (d59, d60, d62, d63)の内容と共通です。

■ 帰還(パルス入力方式)(d14) … (d59)

速度フィードバック入力の信号形態を選択します。

| d14 データ | パルス 入力方式 | 備考 |
|------------|-------------------|----|
| 0 | パルス列符号/ パルス列入力 | |
| 1 | 正転パルス/ 逆転パルス | |
| 2 | A, B 相 90 度位相差 | |

■ 帰還(エンコーダパルス数)(d15) … (d60)

速度フィードバック入力のエンコーダパルス数を設定します。

■ 帰還(パルス補正係数 1)(d16), (パルス補正係数 2)(d17) … (d62), (d63)

速度フィードバック入力をモータ軸速度に換算する為の係数を設定します。

プーリー比, ギア比により下記のように設定してください。

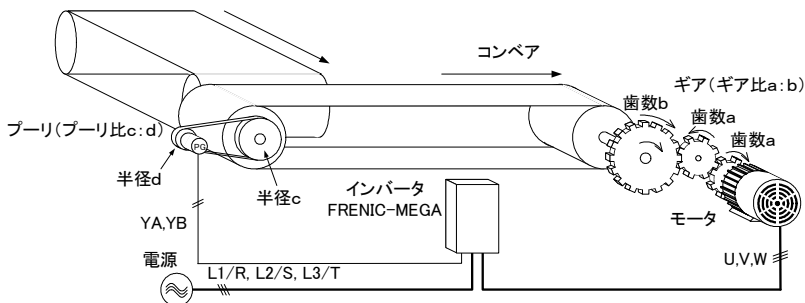


図 3.5 閉ループ速度制御系(コンペア)の例

速度フィードバック入力用のモータ回転速度への換算式

$$\text{モータ軸速度} = \frac{\text{パルス補正係数 2 (d17)}}{\text{パルス補正係数 1 (d16)}} \times \text{エンコーダ軸速度}$$

$$\frac{\text{パルス補正係数 2 (d17)}}{\text{パルス補正係数 1 (d16)}} = \frac{b}{a} \times \frac{d}{c}$$

$$\text{パルス補正係数 1 (d16)} = a \times c$$

$$\text{パルス補正係数 2 (d17)} = b \times d$$

注意

速度センサ付きベクトル制御を行う場合は、速度検出器のパルスエンコーダはモータ軸に直接取り付けられるか、同等の剛性を持った軸に取り付けてください。バックラッシュやたわみなどが存在すると正しく制御できない場合があります。

富士ベクトル制御用 専用モータを使用する場合は、モータ軸に直接取り付けですので、パルス補正係数 1 (d16)、パルス補正係数 2 (d17)ともに“1”を設定してください。

d59,d60 指令(パルス列入力) (パルス入力方式, エンコーダパルス数,

d62,d63 パルス補正係数 1, パルス補正係数 2)

インバータへの指令周波数の設定を行います。各設定値の内容は、帰還(フィードバック入力) (d14 ~d17)と同一です。

実際の機械系に対する適用例は「第 4 章 同期運転の設定例」を参照してください。

d61 指令(パルス列入力) (フィルタ時定数)

パルス列入力に対して、フィルタの時定数を設定します。時定数を大きくすると応答が遅くなりますので、機械設備の応答速度を考慮して時定数を決定してください。パルスが少なく周波数指令が変動する場合は、時定数を大きく設定してください。

d41 同期運転 動作選択

同期運転方式の動作を選択します。

表 3.5 機能コード d41 の設定値

| 設定値 | 機能 | 同期運転 | Z相信号 |
|-----|----------------------|------|------|
| 0 | 通常制御 | 無効 | 不要 |
| 1 | 周速一定制御 | | |
| 2 | 同時スタート同期運転 (Z相なし) | 有効 | 必要 |
| 3 | 待機同期運転 | | |
| 4 | 同時スタート同期運転 (Z相あり) | | |

- ・各同期運転の動作例は、「3.2 同期運転動作概要」を参照してください。
- ・周速一定制御の詳細は FRENIC-MEGA ユーザーズマニュアルの第 5 章を参照してください。

（ヒント） ・同期運転の可否や設定方法は、「第 4 章 同期運転の設定例」を参照してください。

d71 同期運転 主速調節器ゲイン

本機能を調整することで、応答性、定常偏差が調整できます。基本的に工場出荷値から変更する必要はありません。Z 相補正なし運転(d41=2) の場合のみ、設定が有効になります。

d72 同期運転 APR Pゲイン

本設定値により位置調節器 (APR) の応答が決まります。(図 3.3, 図 3.4)

基準側と追従側の位相角度の偏差 (位置偏差) がエンコーダ軸一回転となった場合、APR 出力がエンコーダ軸 1 回転/秒となるようなゲインが 1.0 です。

この値が大きすぎるとハンチングし易くなり、小さすぎると定常偏差が大きくなります。図 3.6 を目安に調整ください。なお、d72 の設定を調整した場合は、図 3.6 のように、d02 も調整することをお勧めします。

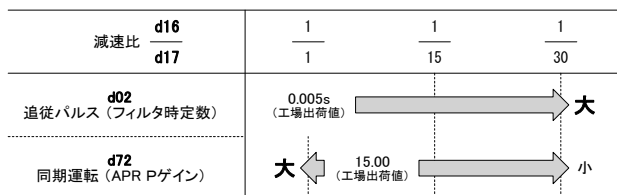


図 3.6 機能コード d72 の設定目安

d73 同期運転 APR出力+側リミッタ

d74 同期運転 APR出力-側リミッタ

基準側の速度に対する割合でAPR出力のリミット値を設定します。(図3.3, 図3.4, 図3.7)
設定値が“999”の場合、リミッタは無効となります。

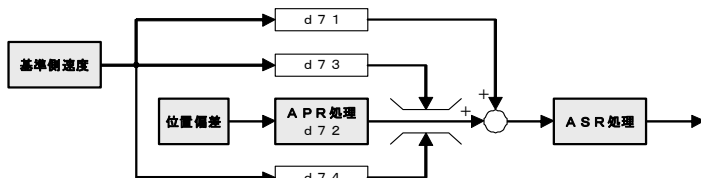


図3.7 APR出力リミッタの動作

d75 同期運転 Z相相合わせゲイン

基準側と追従側の位相角度の偏差(位置偏差)がエンコーダ軸一回転となった場合、APR出力がエンコーダ軸10回転/秒となるようなゲインを1.0とします。

基本的に工場出荷値から変更する必要はありません。

ただし、減速比が小さくエンコーダパルス数が少ないとき、工場出荷値に対し、小さくする必要があります。

d76 同期運転 同期オフセット角度

待機同期運転のとき基準側Z相に対し、追従側Z相が設定値(同期オフセット角度)だけ遅れて同期します。

d77 同期運転 同期完了検出角度

同期完了検出角度を設定することができます。E20, E21, E22, E23, E24, E27の設定値を“29”に設定することにより、基準側と追従側の位相角度の偏差(位置偏差)の絶対値がd77の設定値以下になると『SY』同期完了信号が出力されます。

また、一度ONすると、100ms間は保持します。

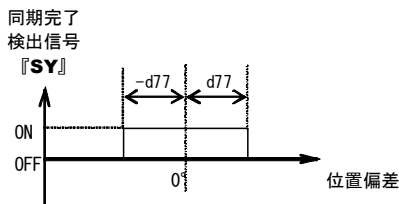


図3.8 同期完了検出信号『SY』

偏差オーバアラーム (E_{r0}) の検出幅を設定します。基準側と追従側の位相角度の偏差 (位置偏差) の絶対値が **d78** の設定値の 10 倍を超えると、 E_{r0} アラームを出力し、インバータは出力遮断します。

同期運転中は、常に偏差オーバを監視しています。**d78** の設定値は運転開始直後などの一時的に偏差が大きくなる場合も考慮し、設定してください。

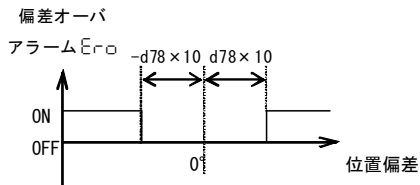


図3.9 偏差オーバアラーム E_{r0}

第4章 同期運転の設定例

4.1 適用構成とパルス関連設定

4.1.1 減速比設定

本同期運転での適用可能なシステム構成を図 4.1 のコンベアシステムを用いて示します。同期運転 ($d41 = 3, 4$) 時の各減速機の減速比に対し、同期運転の可否およびパルス補正係数 $1/2$ の設定値を表 4.1 に示します。Z 相補正あり同期運転は、基準側/追従側の両 PG 軸の回転速度が同一の場合のみ適用できます。Z 相補正なし同期運転では、減速比を同一にする制約はありません。ただし、基準側/追従側の両 PG は一回転あたりのパルス数が同一のものを使用してください。

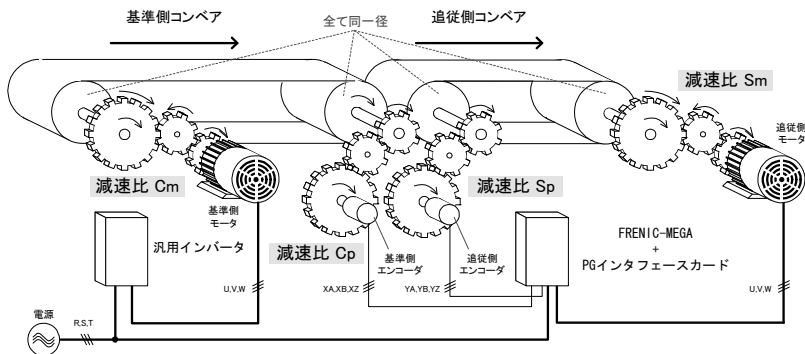


図 4.1 コンベア同期システム構成例 ($d41=3, 4$)

表 4.1 同期運転 ($d41=3, 4$) の可否と設定一覧

| 減速比条件 | | コンベアベルトの 同期運転 | エンコーダ軸の 同期運転 | パルス補正 係数の設定 |
|-----------------------------------|----------------|--|-----------------|--|
| モータ減速機 | PG 減速機 | | | |
| $C_m = S_m$ | $C_p = S_p$ | 可 | 可 | $d17 = \frac{1}{S_m \times S_p}$ $d62 = d16$ $d63 = d17$ |
| $C_m \neq S_m$ | $C_p = S_p$ | 可 | 可 | |
| $C_m = S_m$ | $C_p \neq S_p$ | 不可 (基準側コンベア速度 $\frac{S_p}{C_p}$ 追従側コンベア速度) | 可 | |
| $C_m \times C_p = S_m \times S_p$ | 可 | | | |
| $C_m \neq S_m$ | $C_p \neq S_p$ | | 可 | |

※ 表中式は、基準側モータ極数と追従側モータ極数とが同一の場合です。

P01 には、追従側モータのモータ極数を設定してください。

※ 設定例は、4.2 項を参照してください。

4.1.2 エンコーダ接続方法と追従側運転指令方向

追従側モータの回転方向に対し、基準側および追従側の PG 回転方向が異なる場合の設定について、表 4.2 に PG の配線方法と追従側運転指令方向を示します。

表4.2 システム構成と PG の配線方法

| システム構成例 | d41 | PG 接続端子 | 追従側 運転指令 |
|---|------|--|-------------|
| <p>基準側コンベア → 追従側コンベア</p> <p>正転 正転 正転</p> <p>基準側エンコーダ 追従側エンコーダ</p> <p>FRENIC-MEGA + PGインタフェースカード</p> <p>電源 R,S,T XA, XB, XZ YA, YB, YZ U,V,W</p> | 2 | 基準側 PG の配線 ⇒XA, XB はそのまま接続 追従側 PG の配線 ⇒YA, YB はそのまま接続 | 正転 |
| <p>基準側コンベア → 追従側コンベア</p> <p>逆転 正転</p> <p>基準側エンコーダ 追従側エンコーダ</p> <p>FRENIC-MEGA + PGインタフェースカード</p> <p>電源 R,S,T XA, XB, XZ YA, YB, YZ U,V,W</p> | 2 | 基準側 PG の配線 ⇒XA, XB はそのまま接続 追従側 PG の配線 ⇒YA, YB はそのまま接続 | 逆転 |
| <p>基準側コンベア → 追従側コンベア</p> <p>正転 逆転</p> <p>基準側エンコーダ 追従側エンコーダ</p> <p>FRENIC-MEGA + PGインタフェースカード</p> <p>電源 R,S,T XA, XB, XZ YA, YB, YZ U,V,W</p> | 3, 4 | 基準側 PG の配線 ⇒XA, XB は逆接続 追従側 PG の配線 ⇒YA, YB はそのまま接続 | 正転 |
| <p>基準側コンベア → 追従側コンベア</p> <p>正転 逆転</p> <p>基準側エンコーダ 追従側エンコーダ</p> <p>FRENIC-MEGA + PGインタフェースカード</p> <p>電源 R,S,T XA, XB, XZ YA, YB, YZ U,V,W</p> | 2 | 基準側 PG の配線 ⇒XA, XB はそのまま接続 追従側 PG の配線 ⇒YA, YB は逆接続 | 正転 |
| <p>基準側コンベア → 追従側コンベア</p> <p>正転 逆転</p> <p>基準側エンコーダ 追従側エンコーダ</p> <p>FRENIC-MEGA + PGインタフェースカード</p> <p>電源 R,S,T XA, XB, XZ YA, YB, YZ U,V,W</p> | 3, 4 | 基準側 PG の配線 ⇒XA, XB はそのまま接続 追従側 PG の配線 ⇒YA, YB は逆接続 | 正転 |

4.2 設定例

4.2.1 Z相補正なし同期運転 (d41=2) 設定例 -その1-

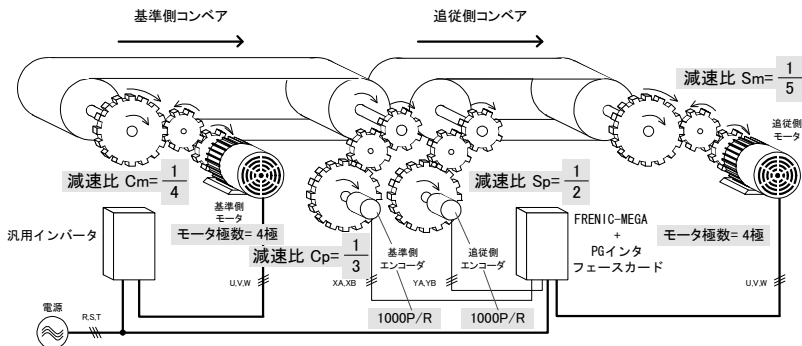


図4.2 同期運転システム構成例 (Z相補正なし)

表4.3 同期運転 (d41=2) 時の設定

| 機能コード | 設定値 | 備考 |
|-------|-------------------|--|
| P01 | モータ極数 | 4 追従側モータの極数を設定します。 |
| d15 | 追従パルス (エンコーダパルス数) | 1000 同期運転では必ず基準と追従とのパルス数は同一にしてください。 |
| d16 | (パルス補正係数1) | $\frac{d17}{d16} = \frac{1}{Sm \times Sp} = \frac{1}{5 \times 2} = \frac{10}{1}$ |
| d17 | (パルス補正係数2) | 10 |
| d60 | 基準パルス (エンコーダパルス数) | 1000 d15 と同じ値に設定してください。 |
| d62 | (パルス補正係数1) | 1 $\frac{d63}{d62} = \frac{1}{Sm \times Cp} = \frac{1}{5 \times \frac{1}{3}} = \frac{15}{1}$ |
| d63 | (パルス補正係数2) | 15 |

表4.4 回転方向

| 基準側モータの 回転方向 | 基準側 PG 回転方向 | 追従側 PG 回転方向 | 追従側運転指令 | |
|-----------------|----------------|----------------|------------|------------|
| | | | 正転指令 (FWD) | 逆転指令 (REV) |
| 正転 (FWD) | 正転 | 正転 | 正転 | 逆転 |
| 逆転 (REV) | 逆転 | 逆転 | 逆転 | 正転 |

指令と回転方向に関する詳細は1.2項を参照してください。

4.2.2 Z相補正なし同期運転 (d41=2) 設定例 -その2-

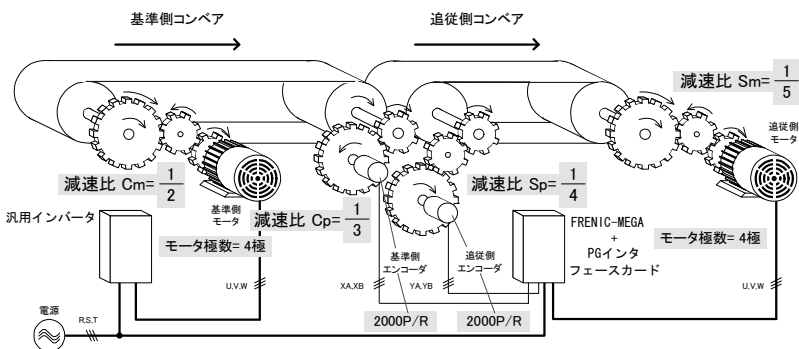


図4.3 同期運転システム構成例 (Z相補正なし)

表4.5 同期運転 (d41=2) 時の設定

| 機能コード | 設定値 | 備考 |
|-------|------|---|
| P01 | 4 | 追従側モータの極数を設定します。 |
| d15 | 2000 | 同期運転では必ず基準と追従とのパルス数は同一にしてください。 |
| d16 | 1 | $\frac{d17}{d16} = \frac{1}{Sm \times Sp} = \frac{1}{\frac{1}{5} \times \frac{1}{4}} = \frac{20}{5 \times 4}$ |
| d17 | 20 | |
| d60 | 2000 | d15と同じ値に設定してください。 |
| d62 | 1 | $\frac{d63}{d62} = \frac{1}{Sm \times Cp} = \frac{1}{\frac{1}{5} \times \frac{1}{3}} = \frac{15}{5 \times 3}$ |
| d63 | 15 | |

表4.6 回転方向

| 基準側モータの 回転方向 | 基準側 PG 回転方向 | 追従側 PG 回転方向 | 追従側運転指令 | |
|-----------------|----------------|----------------|------------|------------|
| | | | 正転指令 (FWD) | 逆転指令 (REV) |
| 正転 (FWD) | 逆転 | 正転 | 逆転 | 正転 |
| 逆転 (REV) | 正転 | 逆転 | 正転 | 逆転 |

指令と回転方向に関する詳細は1.2項を参照してください。

4.2.3 Z相補正あり同期運転 (d41=3,4) 設定例 -その1-

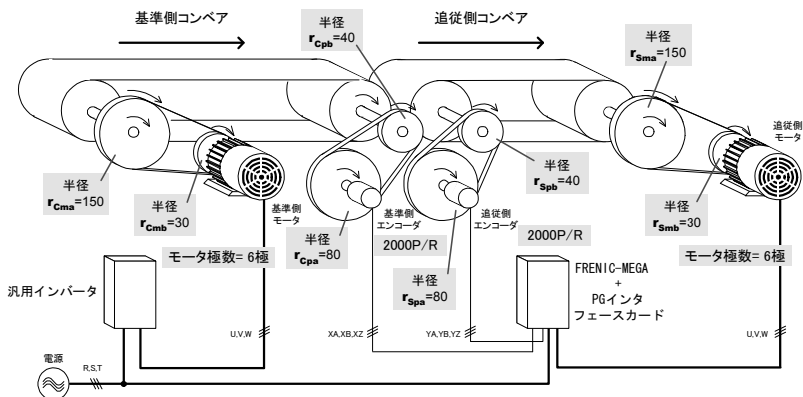


図4.4 同期運転システム構成例 (Z相補正あり)

表4.7 同期運転 (d41=3,4) 時の設定 (参照: 表4.1)

| 機能コード | 設定値 | 備考 |
|-------|-------------------|--|
| P01 | モータ極数 | 6 追従側モータの極数を設定します。 |
| d15 | 追従パルス (エンコーダパルス数) | 2000 同期運転では必ず基準と追従とのパルス数は同一にしてください。 |
| d16 | (パルス補正係数1) | 1 プーリの半径から各減速比は、 追従側モータ減速比 $Sm = \frac{r_{Smb}}{r_{Sma}} = \frac{30}{150} = \frac{1}{5}$ 追従側エンコーダ減速比 $Sp = \frac{r_{Spb}}{r_{Spa}} = \frac{40}{80} = \frac{1}{2}$ |
| d17 | (パルス補正係数2) | 10 と求まり、d16、d17は下記となります。 $\frac{d17}{d16} = \frac{1}{Sm \times Sp} = \frac{1}{\frac{1}{5} \times \frac{1}{2}} = 10$ |
| d60 | 基準パルス (エンコーダパルス数) | 2000 |
| d62 | (パルス補正係数1) | 1 |
| d63 | (パルス補正係数2) | 10 |

機械構成は、基準と追従で同一の減速比(同期させる機械軸-エンコーダ軸)となるように設計し、**d15、d16、d17**と同じ値に設定してください。

表4.8 回転方向

| 基準側モータの 回転方向 | 基準側 PG 回転方向 | 追従側 PG 回転方向 | 追従側運転指令 | |
|-----------------|----------------|----------------|------------|------------|
| | | | 正転指令 (FWD) | 逆転指令 (REV) |
| 正転 (FWD) | 正転 | 正転 | 正転 | 停止 |
| 逆転 (REV) | 逆転 | 逆転 | 停止 | 逆転 |

📖 指令と回転方向に関する詳細は1.2項を参照してください。

4.2.4 Z相補正あり同期運転 (d41=3,4) 設定例 -その2-

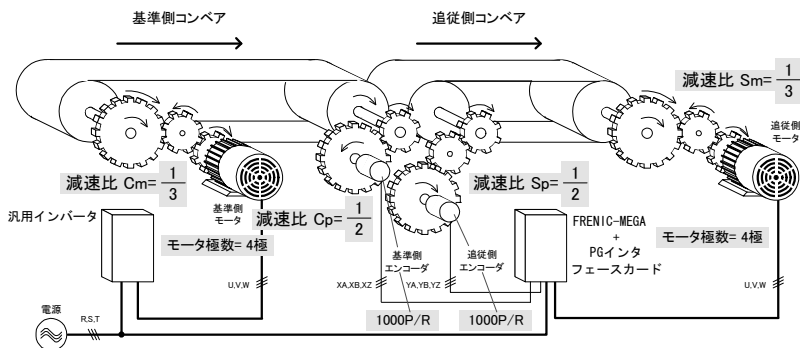


図 4.5 同期運転システム構成例 (Z相補正あり)

表 4.9 PG 接続 (参照: 表 4.2)

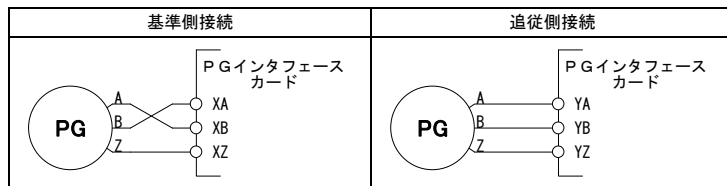


表 4.10 同期運転 (d41=3,4) 時の設定 (参照: 表 4.1)

| 機能コード | 設定値 | 備考 | |
|-------|-------------------|------|---|
| P01 | モータ極数 | 4 | 追従側モータの極数を設定します。 |
| d15 | 追従パルス (エンコーダパルス数) | 1000 | 同期運転では必ず基準と追従とのパルス数は同一にしてください。 |
| d16 | (パルス補正係数 1) | 1 | $d17 = \frac{1}{Sm \times Sp} = \frac{1}{\frac{1}{3} \times \frac{1}{2}} = \frac{6}{1}$ |
| d17 | (パルス補正係数 2) | 6 | |
| d60 | 基準パルス (エンコーダパルス数) | 1000 | 機械構成は、基準と追従で同一の減速比 (同期させる機械軸-エンコーダ軸) となるように設計し、d15, d16, d17 と同じ値に設定してください。 |
| d62 | (パルス補正係数 1) | 1 | |
| d63 | (パルス補正係数 2) | 6 | |

表 4.11 回転方向

| 基準側モータの 回転方向 | 基準側 PG 回転方向 | 追従側 PG 回転方向 | 追従側運転指令 | |
|-----------------|----------------|----------------|------------|------------|
| | | | 正転指令 (FWD) | 逆転指令 (REV) |
| 正転 (FWD) | 逆転 | 正転 | 正転 | 停止 |
| 逆転 (REV) | 正転 | 逆転 | 停止 | 逆転 |

指令と回転方向に関する詳細は1.2項を参照してください。

4.3 PG パルス数の確認方法

同期運転を開始する前に単独運転で、モータ極数 (P01)、エンコーダパルス数 (d15)、パルス補正係数 1/2 (d16/d17) の設定が実際の機械構成に合致しているかの確認をおこなってください。

PG パルス数の確認は、タッチパネルのメニュー番号 4 「I/O チェック」の「4_15: PG パルス数 1 (基準側)」 「4_17: PG パルス数 2 (追従側)」で行います。パルス数の表示方法は、「FRENIC-MEGA 取扱説明書」の「3.4.5 入力信号状態をチェックする」の項目を参照してください。

以下に確認例を示します。

例) モータ極数=4P (P01=4)、エンコーダパルス数=1000P/R (d15=1000)、パルス補正係数 1/2 =1/30 (d16=1, d17=30) の場合

単独運転にて、20Hz で運転させると…

$$\begin{aligned} \text{回転速度 [r/min]} &= 120 \times \text{周波数} / \text{モータ極数} = 120 \times 20 / 4 = 600 \text{ [r/min]} = 10 \text{ [r/s]} \\ \text{パルス数 [p/s]} &= \text{回転速度 [r/s]} \times \text{エンコーダパルス数 [P/r]} \times \text{パルス補正係数 1/2} \\ &= 10 \times 1000 \times 1/30 = 333.3333 \approx 333 \text{ [p/s]} \end{aligned}$$

「4_17」にて、“0.33”が表示されることを確認してください。

注: タッチパネルでは、表示値 = パルス数 [p/s] / 1000 となります。

- ※ PG インタフェースカードの最大入力パルス数は、オープンコレクタ方式で 30[kp/s]、コンプリメンタリ方式/ラインドライバ方式では 100[kp/s]です。
それ以上のパルス数の場合、同期運転制御はできません。

4.4 運転モニタについて

タッチパネルから、同期運転の目標位置、現在位置、現在偏差(角度単位もしくはパルス単位)をモニタすることができます。また、同期運転の現在の制御状態をモニタすることができます。



多機能タッチパネルは ROM バージョン 6400 以上で同期運転に対応しています。多機能タッチパネルの ROM 番号は、メンテナンス情報 6 ページ目の KP で確認できます。

4.4.1 モニタ内容について

表4.12 標準タッチパネルの運転モニタ内容

| 標準タッチ パネル | 多機能タッチ パネル | | 項目 | 単位 | 説明 |
|--------------|---------------|------|-------------------|-----|---------------------------------------|
| | ページ 番号 | 記号 | | | |
| 3_17 | 6 | E | 目標位置パルス (同期運転) | パルス | 目標位置パルス(基準側位置)を表示します。 |
| 3_18 | 6 | P | 現在位置パルス (同期運転) | パルス | 現在位置パルス(追従側位置)を表示します。 |
| 3_19 | 6 | dP | 現在偏差パルス (同期運転) | パルス | 現在の位置偏差パルスを表示します。 |
| 3_20 | 6 | MODE | 制御状態モニタ (同期運転) | - | 現在の制御状態を表示します。 詳細は4.4.3項を参照してください。 |
| 3_26 | 7 | SY-d | 位置偏差 (同期運転) | deg | 現在の角度偏差を表示します。 |

4.4.2 モニタ表示方法

標準タッチパネルの運転モニタのパルス数の表示では、-9,999,999 パルスから+9,999,999 パルスの範囲のパルス数を取り扱います。そこで、LED 表示桁不足を補うため、上位桁、下位 4 桁を交互表示し

ます。交互表示は、上位桁 1 秒⇒下位 4 桁 3 秒⇒上位桁 1 秒⇒下位 4 桁 3 秒⇒…を繰り返します。

多機能タッチパネルは、全ての桁を同時に表示します。

表4.13 パルス数の表示方法

| パルス数 | 標準タッチパネル、多機能タッチパネルでの LED モニタ、標準タッチパネルでの運転モニタ | | 備考 |
|------------|---|--------|---------------------|
| | 上位 4 桁 | 下位 4 桁 | |
| +9,999,999 | +999 | 9999. | 表示最大値 |
| +19,999 | +1 | 9999. | 上位は 0 で 桁埋めしません。 |
| +10,000 | +1 | 0000. | |
| +9,999 | +0 | 9999. | |
| +10 | +0 | 0010. | |
| 0 | 0 | 0000. | |
| -10 | -0 | 0000. | |
| -9,999 | -0 | 9999. | |
| -10,000 | -1 | 0000. | |
| -19,999 | -1 | 9999. | |
| -9,999,999 | -999 | 9999. | |

4.4.3 同期運転状態

同期運転では運転の状態をモニタできます。状態例を図 4.6 に示し、内容は表 4.14 に示します。

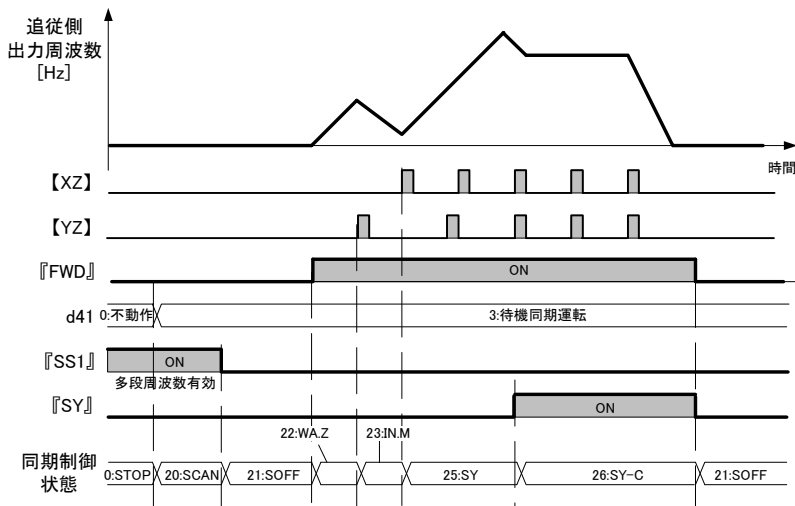


図4.6 同期運転状態

表4.14 同期運転状態

| 同期運転状態 | 状態名称 *1 | 状態番号 *2 | 状態内容 |
|-------------|------------|------------|---|
| 同期運転不動作 | STOP | 0 | 機能コードの設定で、同期運転が選択されていない状態です。d41 が「同期運転:2~4」が設定され、F01orC30 のいずれかが「パルス列指令:12」に設定されると、「同期運転停止:21」に遷移します。 |
| 同期運転キャンセル | SCAN | 20 | PID 制御有効、トルク制御有効などの理由で、同期運転の出力が有効となっていない状態です。 |
| 同期運転停止 | SOFF | 21 | 運転指令が入っていない状態です。運転指令 ON で、Z 相補正あり運転であれば、「22:Z 相検出待ち」に、Z 相補正なし運転であれば、「26:同期完了」に遷移します。 |
| Z 相検出待ち | WA. Z | 22 | 基準、追従どちらの Z 相も検出できていない状態です。 |
| 基準側 Z 相検出 | IN. M | 23 | 基準側の Z 相が検出され、追従側 Z 相の検出を待っている状態です。 |
| 追従側 Z 相検出 | IN. S | 24 | 追従側の Z 相が検出され、基準側 Z 相の検出を待っている状態です。 |
| 同期運転中 | SY | 25 | 同期運転中を示します。ただし、同期完了検出幅内には、位置偏差が収束していない状態です。 |
| 同期運転中(同期完了) | SY-C | 26 | 同期完了状態を示します。端子出力の『SY』を出力します。 |

*1 状態名称は、多機能タッチパネルの運転モニタの LCD 画面にて参照できます。

*2 状態番号は、多機能タッチパネルの場合、運転モニタの LCD 画面、標準タッチパネルの場合、メニュー-3.20 で参照できます。

第5章 アラーム保護機能

インバータの保護機能が動作しアラームが発生すると、タッチパネルのLED モニタにアラームコードを表示し、インバータ出力は遮断するためモータがフリーランになります。

本オプションに関連するアラームを表 5.1に示します。その他のアラームは、インバータ本体の取扱説明書「第6章 故障かな?と思ったら…」を参照してください。

表5.1 オプションに関連するアラーム一覧

| アラームコード | アラーム名称 | アラーム対象機能 | | 参照項 |
|---------|--------------|----------------|----------------|------|
| | | 同期運転 (Z相なし) | 同期運転 (Z相あり) | |
| OS | 過速度保護 | ◎ | ◎ | ※1 |
| EFE | 速度不一致・速度偏差過大 | ○ | ○ | ※1 |
| EFO | 偏差オーバーアラーム | ◎ | ◎ | 5.1項 |
| PG | PG断線検出 | -※2 | ◎ | 5.2項 |

※1 詳細は本体取扱説明書を参照してください。

※2 OPC-G1-PG22 を適用したときに断線が発生するとエラーになります。

ラインドライバ入力で Z 相を使わない場合には、インタフェースカード上の断線検出のスイッチ (SW1-1, SW1-4) を ON にしてください。詳しくは、OPC-G1-PG22 の取扱説明書を参照してください。

◎：機能選択時は必ず有効になるアラームを示します。

○：機能選択時かつアラーム機能を有効とする機能コード設定にした場合に限りアラーム保護機能有効となるアラームを示します。工場出荷時は有効設定です。

-：機能選択時は対象外のアラームを示します。

警告

保護機能が作動する原因を取り除いた後、運転指令の OFF (切) を確認してからアラームを解除してください。運転指令が ON (入) の状態でアラームを解除すると、インバータはモータへ電力供給を開始し、モータが回転する場合がありますので危険です。

けがのおそれあり

5.1 偏差オーバーアラーム (E_{ro})

表5.2 同期運転アラーム仕様

| アラームコード | 保 護 機 能 |
|-----------------|--|
| E _{ro} | ・ 同期運転中に基準側 PG と追従側 PG との位置偏差（絶対値）が d78 設定値の 10 倍を越えた時、アラームが発生します。本アラームは、表 5.1 の◎印に該当し、機能コードの設定により無効化することはできません。 |

5.1.1 機能コード一覧

偏差オーバーアラームに関連する機能コード一覧を示します。

表5.3 機能コード一覧

| 機能コード | 名称 | 設定可能範囲 | 単位 | 工場出荷値 | 運転中変更 |
|-------|-----------|-----------------------------|----|-------|-------|
| d78 | 偏差オーバー検出幅 | 0~65535 ※2 (10 パルス単位で設定) | — | 65535 | ○ |

※ 標準タッチパネル使用時、設定値 10000 以上は上位 4 桁までしか表示されず、100 パルス単位で設定することになります。100 パルス単位での設定中は『×10LED』が点灯します。

5.2 Z 相断線アラーム (PG)

表5.4 同期運転アラーム仕様

| アラームコード | 保 護 機 能 |
|---------|---|
| PG | ・ 同期運転中に追従側 PG の Z 相が、最後の検出から 2 回転以上検出されない場合に発生します。本アラームは、表 5.1 の◎印に該当し、機能コードの設定により無効化することはできません。 |

MEMO

English Version



Preface

Thank you for purchasing our PG interface card "OPC-G1-PG/OPC-G1-PG22."

Mounting the interface card in your FRENIC-MEGA inverter enables synchronous operation of two motors equipped with pulse generators (PG).

This manual sets forth the simultaneous start synchronous operation and standby synchronous operation.

Read through this manual in conjunction with the PG interface card instruction manual to become familiar with proper handling and correct use. Improper handling might result in incorrect operation, a short life, or even a failure of this product.



This manual does not contain inverter handling instructions. Refer to the FRENIC-MEGA Instruction Manual.

Keep this manual in a safe place.

■ Safety precautions

Read this manual thoroughly before proceeding with installation, connections (wiring), operation, or maintenance and inspection. Ensure you have sound knowledge of the device and familiarize yourself with all safety information and precautions before proceeding to operate the inverter.


Safety precautions are classified into the following two categories in this manual.


| | |
|--|---|
|  WARNING | Failure to heed the information indicated by this symbol may lead to dangerous conditions, possibly resulting in death or serious bodily injuries. |
|  CAUTION | Failure to heed the information indicated by this symbol may lead to dangerous conditions, possibly resulting in minor or light bodily injuries and/or substantial property damage. |

Failure to heed the information contained under the CAUTION title can also result in serious consequences. These safety precautions are of utmost importance and must be observed at all times.

Icons

The following icons are used throughout this manual.

 This icon indicates information which, if not heeded, can result in the inverter not operating to full efficiency, as well as information concerning incorrect operations and settings which can result in accidents.

 This icon indicates information that can prove handy when performing certain settings or operations.



This icon indicates a reference to more detailed information.

Table of Contents

| | |
|---|----|
| Chapter 1 BEFORE USE..... | 3 |
| 1.1 Applicable Inverters | 3 |
| 1.2 Connection between the PG Interface Card and PGs on Reference and Slave Motors..... | 3 |
| 1.3 Option Terminals on the PG Interface Card..... | 5 |
| 1.3.1 OPC-G1-PG..... | 5 |
| 1.3.2 OPC-G1-PG22..... | 6 |
| Chapter 2 CONNECTION DIAGRAMS..... | 7 |
| Chapter 3 SYNCHRONOUS OPERATION CONTROL..... | 8 |
| 3.1 Specifications of Synchronous Operation..... | 8 |
| 3.2 Details of Synchronous Operation..... | 8 |
| 3.2.1 Simultaneous start synchronous operation..... | 9 |
| 3.2.2 Standby synchronous operation | 10 |
| 3.3 Block Diagrams..... | 11 |
| 3.4 List of Function Codes | 13 |
| 3.5 Unavailable Function Codes | 15 |
| 3.6 Configuring Function Codes..... | 15 |
| 3.6.1 Motor parameters..... | 15 |
| 3.6.2 Data setting for synchronous operation | 16 |
| Chapter 4 CONFIGURATION EXAMPLES OF SYNCHRONOUS OPERATION..... | 24 |
| 4.1 Typical Configuration and Pulse Setting..... | 24 |
| 4.1.1 Speed reduction ratio setting..... | 24 |
| 4.1.2 Wiring of PGs and slave's run forward/reverse command | 25 |
| 4.2 Function Code Configuration Examples..... | 26 |
| 4.2.1 For synchronous operation without Z phase compensation (d41 = 2) | 26 |
| 4.2.2 For synchronous operation with Z phase compensation (d41 = 3 or 4) | 28 |
| 4.3 Checking PG Pulse Rate | 30 |
| 4.4 Monitoring the Running Status during Synchronous Operation | 31 |
| 4.4.1 Monitor items | 31 |
| 4.4.2 Monitor display..... | 31 |
| 4.4.3 Synchronous operation control status | 32 |
| Chapter 5 PROTECTIVE FUNCTIONS | 33 |
| 5.1 Excessive Deviation Alarm ($\overline{E}rD$)..... | 34 |
| 5.1.1 Function codes..... | 34 |
| 5.2 PG wire break alarm ($\overline{P}U$) | 34 |

Chapter 1 BEFORE USE

1.1 Applicable Inverters

Synchronous operation using this interface card is available on the inverter type having the ROM version as listed in Table 1.1.

Table 1.1 Applicable Inverters and ROM Version

| Inverter Series | Inverter Type | Inverter Capacity | ROM Version |
|-----------------|---------------|-------------------|---------------|
| FRENIC-MEGA | FRN□□□G1□-□□□ | Any capacity | 3000 or later |

* Boxes replace alphanumeric letters that represent inverter capacity, enclosure, power supply voltage, etc.

To check the inverter's ROM version, use Menu #5 "Maintenance Information 5_14" in Programming mode. For details, refer to the FRENIC-MEGA Instruction Manual, Chapter 3, Section 3.4.6 "Reading maintenance information."

Table 1.2 Display Items for Maintenance Information

| Display on LED Monitor | Item | Description |
|------------------------|------------------------|---|
| 5_14 | Inverter's ROM version | Shows the inverter's ROM version as a 4-digit code. |

1.2 Connection between the PG Interface Card and PGs on Reference and Slave Motors

For instructions on how to mount the PG interface card, refer to the instruction manual of the PG interface card "OPC-G1-PG" or "OPC-G1-PG22."

Connect the PG output signal wires for the reference motor to terminals XA, XB, and XZ on the PG interface card and those for the slave motor, to terminals YA, YB, and YZ.

The counterclockwise rotation when viewed from the motor output shaft is regarded as "forward rotation" (see Figure 1.1). The PG output signal wires should be connected so that the PG output pulse during rotation in the forward direction forms the forward signal as shown in Figure 1.2 (B phase advances 90 degrees from A phase).

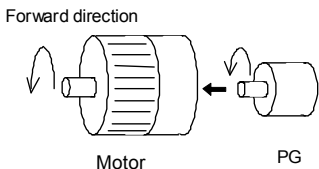


Figure 1.1 Forward Direction of Motor and PG

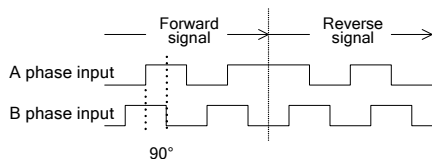


Figure 1.2 Rotational Direction and Output Signal of PG

Table 1.3 lists the relationship between the connection of reference PG output signals, the rotational direction of the reference PG, and the rotational direction of the slave motor that receives a run command (FWD or REV).


There are two types of synchronous operation--with/without Z-phase compensation. The former uses the PG's Z phase; the latter does not.


Table 1.3 Connection of the Reference PG Output Signals and Rotational Direction of the Slave Motor

| A and B phase output signals issued from the reference PG | When the rotational direction of the reference PG is: | Operation without Z-phase compensation | | Operation with Z-phase compensation | |
|---|---|--|------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| | | If the slave motor receives: | | | |
| | | a run forward command (FWD), | a run reverse command (REV), | a run forward command (FWD), | a run reverse command (REV), |
| | | It rotates in the following direction. | | | |
| If connected to terminals XA and XB <i>normally</i> | Forward | Forward | Reverse | Forward | Stop * |
| | Reverse | Reverse | Forward | Stop * | Reverse |
| If connected to terminals XA and XB <i>reversely</i> | Forward | Reverse | Forward | Stop * | Reverse |
| | Reverse | Forward | Reverse | Forward | Stop * |

* If the reference inverter rotates the motor but the slave inverter stops so that a positioning deviation exceeds the specified deviation detection range, an E_{-D} alarm occurs.

If the rotational direction of the reference motor reverses before a positioning deviation exceeds the range, however, synchronous operation starts at the point where the positioning deviation comes to zero.

 For details about synchronous operation with/without Z-phase compensation, refer to Chapter 3 "Synchronous Operation Control."

 To drive the slave PG in the direction opposite to the reference PG rotation in synchronous operation with Z-phase compensation, connect the B and A phase output signals issued from the reference PG to terminals XA and XB, respectively. (See Table 1.3.)


1.3 Option Terminals on the PG Interface Card

When connecting the PG interface card OPC-G1-PG or OPC-G1-PG22, refer to Table 1.4 or 1.5, respectively.

1.3.1 OPC-G1-PG

Table 1.4 Option Terminals on OPC-G1-PG and Their Specifications

| Terminal symbol | Name | Functions |
|-----------------|-----------------------------|---|
| PI | External power supply input | Power input terminal from the external device External power supply capacity: +12 Vdc \pm 10% or +15 Vdc \pm 10% (An external power supply to be connected should assure at least "PG power consumption + 150 mA.") |
| PO | Power supply for PG | Power output terminal +12 Vdc \pm 10%, 120 mA or below, or +15 Vdc \pm 10%, 120 mA or below |
| CM | PG common | Common terminal for power supply and PG input |
| XA | A phase pulse input X | Input terminal for A phase signal issued from reference PG |
| XB | B phase pulse input X | Input terminal for B phase signal issued from reference PG |
| XZ | Z phase pulse input X | Input terminal for Z phase signal issued from reference PG |
| YA | A phase pulse input Y | Input terminal for A phase signal issued from slave PG |
| YB | B phase pulse input Y | Input terminal for B phase signal issued from slave PG |
| YZ | Z phase pulse input Y | Input terminal for Z phase signal issued from slave PG |

 For details about switching between the internal and external power supplies, refer to the PG Interface Card instruction manual.

1.3.2 OPC-G1-PG22

Table 1.5 Option Terminals on OPC-G1-PG22 and Their Specifications

| Terminal symbol | Name | Functions | Remarks |
|-----------------|-----------------------------|--|---|
| PI | External power supply input | Power input terminal from the external device External power supply capacity: 5 Vdc \pm 10% (An external power supply to be connected should assure at least "PG power consumption.") | |
| PO | Power supply for PG | Power output terminal 5 Vdc \pm 10%, 300 mA or below | |
| CM | PG common | Common terminal for power supply and PG input (Equipotent with the inverter's [CM] terminal.) | |
| XA | A(+) phase pulse input X | Input terminal for A(+) phase signal issued from reference PG | When these terminals have no connection, turn ON selector 4 on the DIP SW1. |
| *XA | A(-) phase pulse input X | Input terminal for A(-) phase signal issued from reference PG | |
| XB | B(+) phase pulse input X | Input terminal for B(+) phase signal issued from reference PG | |
| *XB | B(-) phase pulse input X | Input terminal for B(-) phase signal issued from reference PG | |
| XZ | Z(+) phase pulse input X | Input terminal for Z(+) phase signal issued from reference PG | |
| *XZ | Z(-) phase pulse input X | Input terminal for Z(-) phase signal issued from reference PG | |
| YA | A(+) phase pulse input Y | Input terminal for A(+) phase signal issued from slave PG | When these terminals have no connection, turn ON selector 1 on the DIP SW1. |
| *YA | A(-) phase pulse input Y | Input terminal for A(-) phase signal issued from slave PG | |
| YB | B(+) phase pulse input Y | Input terminal for B(+) phase signal issued from slave PG | |
| *YB | B(-) phase pulse input Y | Input terminal for B(-) phase signal issued from slave PG | |
| YZ | Z(+) phase pulse input Y | Input terminal for Z(+) phase signal issued from slave PG | |
| *YZ | Z(-) phase pulse input Y | Input terminal for Z(-) phase signal issued from slave PG | |



Incorrect wiring of A/B phase could fail to run the motor normally or cause an inverter trip.

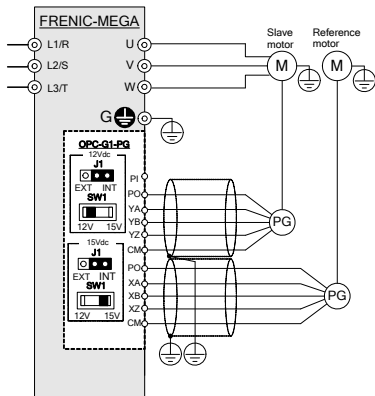


Input signal status (pulse rate) on terminals [XA], [XB], [XZ], [YA], [YB], and [YZ] can be checked by using Menu #4 "I/O Checking" (4_15, 4_16, 4_17 and 4_18) on the inverter's keypad. For the operating procedure, refer to the FRENIC-MEGA Instruction Manual. (Function code E52 = 2)

Chapter 2 CONNECTION DIAGRAMS

- Figure 2.1 shows connection diagram examples of the OPC-G1-PG.

1. When using inverter internal power supply



2. When using external power supply

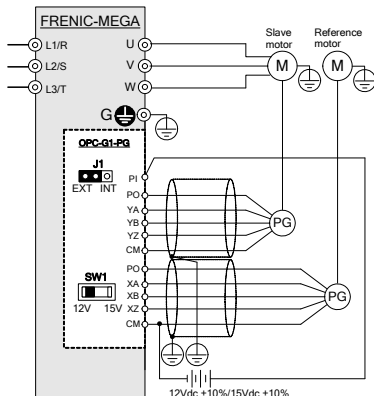


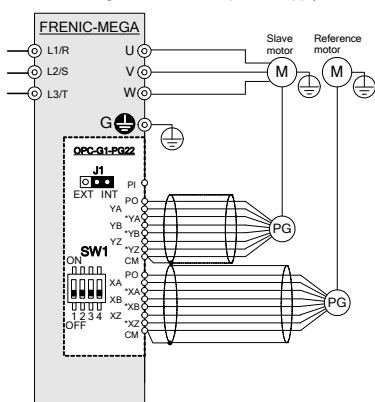
Figure 2.1 Connection Diagrams of OPC-G1-PG



When the inverter uses an external power supply, SW1 may be set at either 12V or 15V side.

- Figure 2.2 shows connection diagram examples of the OPC-G1-PG22.

1. When using inverter internal power supply



2. When using external power supply

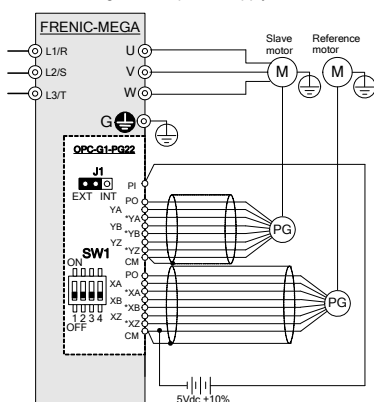


Figure 2.2 Connection Diagrams of OPC-G1-PG22



- For details about grounding, refer to the related PG interface card instruction manual.
- Recommended grounding for shielded wires differs depending upon the PG interface card (OPC-G1-PG or OPC-G1-PG22).

The OPC-G1-PG should be basically grounded. If it malfunctions due to electrical noise or other factors, however, changing the connection of the shielded wires could improve the problem.

- When not using Z phases on the OPC-G1-PG22, turn ON both selectors 1 and 4 on DIP SW1.

ENGLISH

Chapter 3 SYNCHRONOUS OPERATION CONTROL

The synchronous operation control enables the slave inverter to detect the reference motor rotation with PG signals and synchronize the slave motor with the reference motor in rotation speed and position.

The synchronous operation is available in three modes--Simultaneous start synchronous operations using Z phase (d41 = 4) and without using Z phase (d41 = 2) and Standby synchronous operation (d41 = 3).

Reference motor's PG signals should be fed to terminals XA, XB, and XZ, and slave motor's ones, to terminals YA, YB, and YZ.

3.1 Specifications of Synchronous Operation

Table 3.1 lists the specifications of the synchronous operation.

Table 3.1 Specifications of Synchronous Operation

| | Item | Specifications | Remarks |
|-------------------------|--|----------------------|--|
| Control | Speed control range under V/f control with speed sensor | 180 to 3600 r/min | 4-pole motors and PGs with 1024 P/R Speed reduction ratio = 1:1 During running at constant speed |
| | Speed control range under vector control with speed sensor | 1 to 3600 r/min | |
| | Position control accuracy | $\pm 2^\circ$ | |
| Electrical requirements | Input pulse rate | 10 p/s to 100 kp/s * | Maximum wiring length: 100 m * A/B phase encoders in use |

* For PGs with an open collector output, the input pulse rate is 30 kp/s or below and the maximum wiring length is 20 m.



For the procedure on how to calculate the PG input pulse rate based on the inverter output frequency, refer to Section 4.3 "Checking PG Pulse Rate."

3.2 Details of Synchronous Operation

Table 3.1 lists the synchronous operation modes.

Table 3.1 Synchronous Operation Modes

| Synchronous operation mode | Z-phase signal | Refer to: |
|--|----------------|---------------|
| Simultaneous start synchronous operation without using Z phase | Not required | Section 3.2.1 |
| Standby synchronous operation | Required | Section 3.2.2 |
| Simultaneous start synchronous operation using Z phase | | Section 3.2.1 |

3.2.1 Simultaneous start synchronous operation

In simultaneous start synchronous operation ($d41 = 2$ or 4), the inverter controls the rotation speed and position of the slave motor to maintain the difference between the reference and slave motors (hereafter called deviation) at the time when the single motor drive operation is switched to the synchronous operation. That is, it keeps the deviation between the integrated position pulses of the reference and slave motors at zero.

If the deviation falls below the synchronization completion detection angle (specified by $d77$), the inverter issues an **SY** synchronization completion signal. If synchronization is lost so that the deviation exceeds 10 times the excessive deviation setting (specified by $d78$), the inverter shuts down its output with the E_{r-D} alarm.

When $d41 = 4$ (Simultaneous start synchronization with Z phase), if any incorrect count due to electrical noise or other factors is found in the integrated count of A/B phases, the inverter corrects the error based on the Z phase difference.

When a run command for the slave motor is ON, the inverter continues to monitor the motor positions even if the reference motor stops as long as the synchronous operation is not switched to the single motor drive operation. When the reference motor starts running again, the inverter restarts to control the slave motor to maintain the Z phase difference between the reference and slave motors.

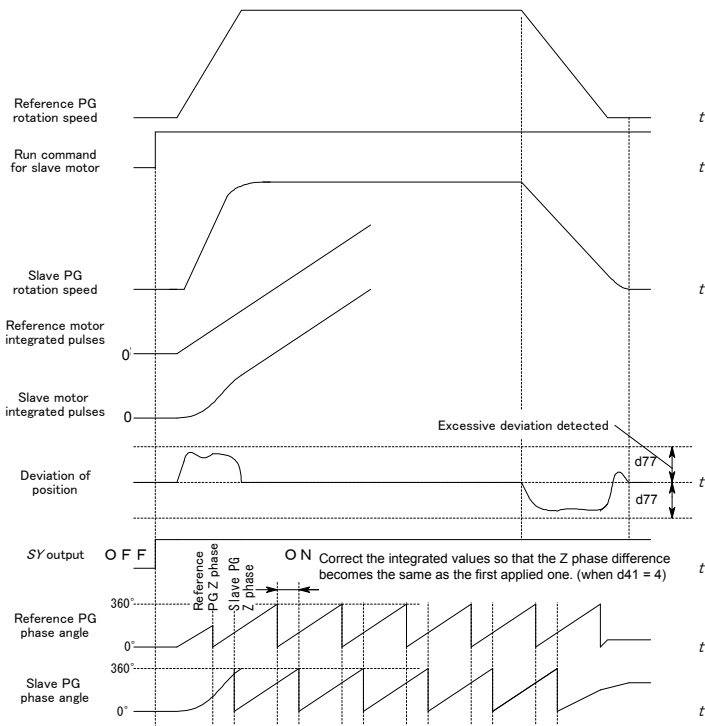


Figure 3.1 Simultaneous Start Synchronous Operation

3.2.2 Standby synchronous operation

In standby synchronous operation ($d41 = 3$), the inverter controls the slave motor to synchronize its Z phase with the reference motor's Z phase, based on the first detected Z phases (positions) of those two motors after the start of synchronous operation. The slave motor could cause a single cycle delay at a maximum (on standby) at the start of operation.

Once the slave motor starts running after standby, it will never go standby unless the synchronous operation is cancelled (see [Note 1](#) below).

The Z phase synchronization angles of the reference and slave motors can be adjusted with $d76$.

The inverter integrates the position pulses for each of the reference and slave motors and controls the slave motor's rotation speed and position to keep the deviation between those two motors at zero.

If any incorrect count due to electrical noise or other factors is found in the integrated count of A/B phases, the inverter corrects the error based on the Z phase difference.

If the deviation between those two motors falls below the synchronization completion detection angle (specified by $d77$), the inverter issues an **SY** synchronization completion signal. If synchronization is lost so that the deviation exceeds 10 times the excessive deviation setting (specified by $d78$), the inverter shuts down its output with the E_{-} alarm.

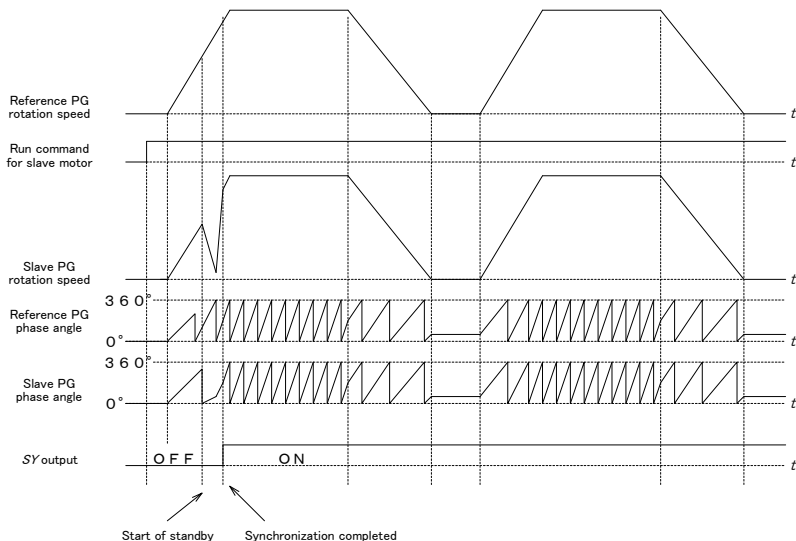


Figure 3.2 Standby Synchronous Operation

Note 1: Synchronous operation cancellation conditions

In any of the following cases, the synchronous operation is canceled.

- The run command for the slave motor is turned OFF.
- Terminal command **BX** ("Coast to a stop") or **STOP** ("Force to stop") is turned ON.
- Any alarm occurs.
- The inverter switches to a single motor drive. (Assign terminal command **H_{z2}/H_{z1}** and switch the frequency command source with F01/C30.)
- Under torque control or when the inverter is driven by commercial power.

3.3 Block Diagrams

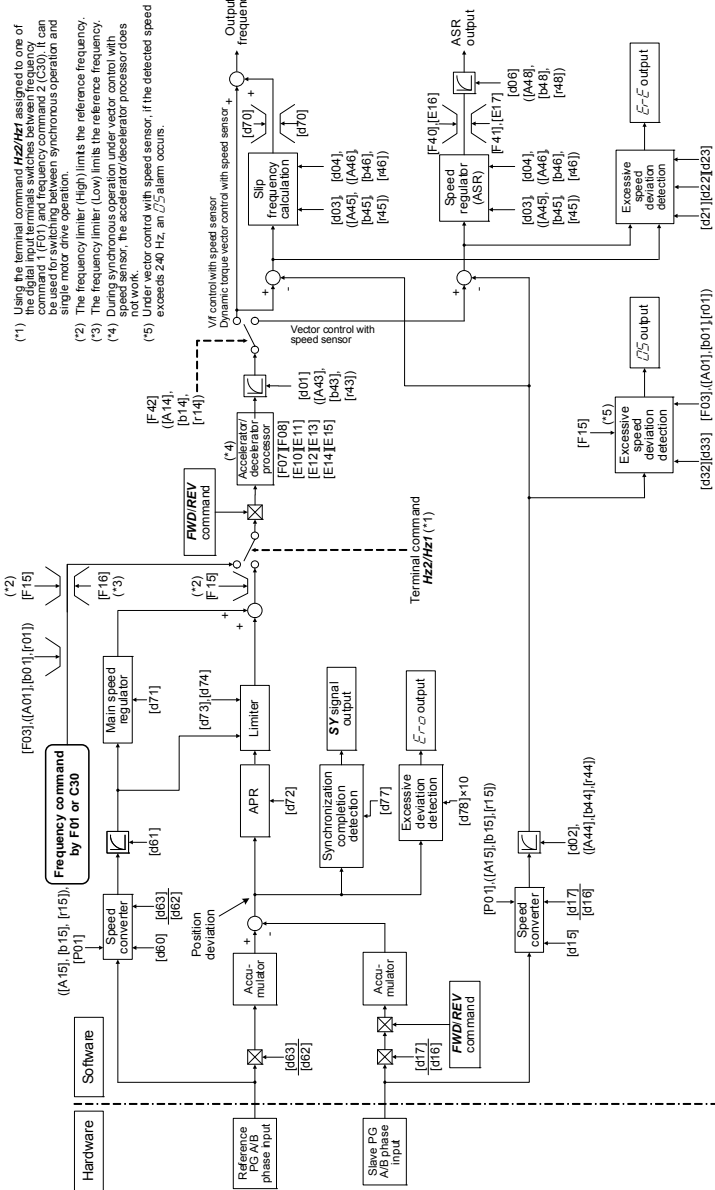
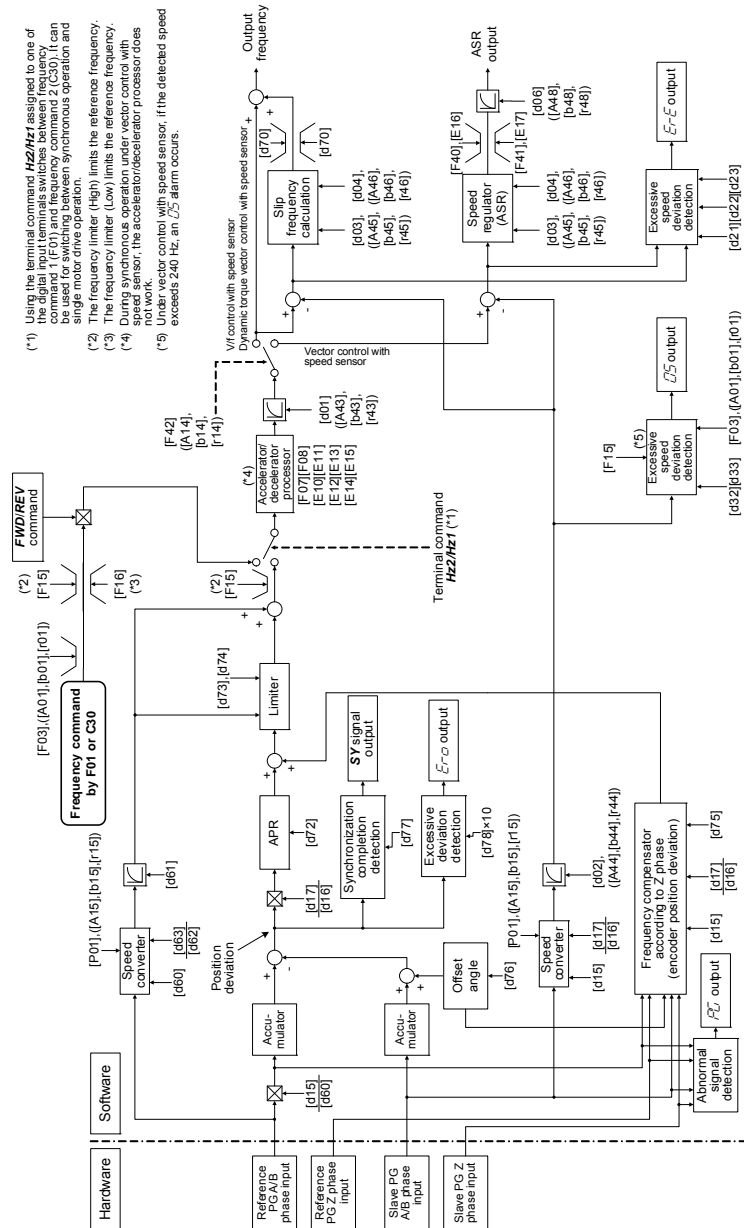


Figure 3.3 Block Diagram for Synchronous Operation without Z Phase Compensation (d41 = 2)



- (*1) Using the terminal command **HZZHz1** assigned to one of the digital inputs terminates switches between frequency limiter and speed limiter. FWD/REV can be used for switching between synchronous operation and single motor drive operation.
- (*2) The frequency limiter (High) limits the reference frequency.
- (*3) The frequency limiter (Low) limits the reference frequency.
- (*4) During synchronous operation under vector control with speed sensor, the accelerator/decelerator processor does not work.
- (*5) Under vector control with speed sensor, if the detected speed exceeds 240 Hz, an O/S alarm occurs.

Figure 3.4 Block Diagram for Synchronous Operation with Z Phase Compensation (d41 = 3 or 4)

3.4 List of Function Codes

Table 3.3 lists function codes related to synchronous operation control.

Table 3.3 Function Codes

| Code | Name | Data setting range | Unit | Default setting | Change when running |
|---|---|--|-------|-----------------|---------------------|
| F01, C30 | Frequency Command 1 | 0, 1, 2, 3, 5, 7, 8, 11, 12 (Set F01 or C30 to 12.) | - | 0, 2 | N |
| F31, F35 | Analog Output [FMA] (Function) Pulse Output [FMP] | 17: Positional deviation in synchronous operation In the case of voltage output: 0 to +5 to +10 VDC: -180 to 0 to +180 deg | - | 0 | Y |
| F42 | Drive Control Selection | 0 to 6 (Set F42 to 3, 4 or 6 for selecting control with speed sensor) | - | 0 | N |
| E01, E02, E03, E04, E05, E06, E07, E08, E09, E98, E99 | Terminal [X1], [X2] Function (Function) Terminal [X3], [X4] Function Terminal [X5], [X6] Function Terminal [X7]*1, [X8] Function Terminal [X9] Function Terminal [FWD], [REV] Function | 11 (1011): H2/Hz1 "Select frequency command 2/1" (Only the related items indicated) | - | - | N |
| E20, E21, E22, E23, E24, E27 | Terminal [Y1], [Y2] Function (Relay output) Terminal [Y3], [Y4] Function Terminal [Y5] Function Terminal [30A/B/C] Function | 29 (1029): SY "Synchronization completed" (Only the related items indicated) | - | - | N |
| d01 | Speed Control 1 (Speed command filter) | 0.000 to 5.000 | s | 0.020 | Y |
| d02 | (Speed detection filter) | 0.000 to 0.100 | s | 0.005 | Y |
| d03 | P (Gain) | 0.01 to 200.0 | times | 10.00 | Y |
| d04 | I (Integral time) | 0.000 to 5.000 | s | 0.100 | Y |
| d06 | (Output filter) | 0.000 to 5.000 | s | 0.020 | Y |
| d70 | (Speed control limiter) | 0.00 to 100.00 | % | 100.00 | Y |
| d14 | Feedback Input (Pulse input format) | 0: Pulse train sign/Pulse train input 1: Forward rotation pulse/Reverse rotation pulse 2: A/B phase with 90 degree phase shift | - | 2 | N |
| d15 | (Encoder pulse resolution) *2 | 0014 to EA60 (hex.) (20 to 60000 pulses) | P/R | 0400 (1024) | N |
| d16 | (Pulse count factor 1) | 1 to 9999 | - | 1 | N |
| d17 | (Pulse count factor 2) | 1 to 9999 | - | 1 | N |

*1 Mounting the PG interface card disables the pulse train input function assigned to the inverter's [X7] terminal.


*2 When synchronous operation is selected (d41 = 2, 3 or 4), the reference and slave sides should use a PG (20 to 3000 P/R) of the same pulse resolution.

Table 3.3 Function Codes (Continued)

| Code | Name | Data setting range | Unit | Default setting | Change when running |
|------|--|---|-------|-----------------|---------------------|
| d41 | Application-defined Control (Mode selection) | 0: Disable (Ordinary control) 2: Enable (Simultaneous start synchronization, without Z phase) 3: Enable (Standby synchronization) 4: Enable (Simultaneous start synchronization, with Z phase) (Only the related items indicated) | - | 0 | N |
| d59 | Command (Pulse Rate Input) (Pulse input format) | 0: Pulse train sign/Pulse train input 1: Forward rotation pulse/Reverse rotation pulse 2: A/B phase with 90 degree phase shift | - | 0 | N |
| d60 | (Encoder pulse resolution) *2 | 0014 to 0E10 (hex.) (20 to 3600 pulses) | P/R | 0400 (1024) | N |
| d61 | (Filter time constant) | 0.000 to 5.000 | s | 0.005 | Y |
| d62 | (Pulse count factor 1) | 1 to 9999 | - | 1 | N |
| d63 | (Pulse count factor 2) | 1 to 9999 | - | 1 | N |
| d71 | Synchronous Operation (Main speed regulator gain) | 0.00 to 1.50 | times | 1.00 | Y |
| d72 | (APR P gain) | 0.00 to 200.00 | times | 15.00 | Y |
| d73 | (APR positive output limiter) | 20 to 200, 999: No limiter | % | 999 | Y |
| d74 | (APR negative output limiter) | 20 to 200, 999: No limiter | % | 999 | Y |
| d75 | (Z phase alignment gain) | 0.00 to 10.00 | - | 1.00 | Y |
| d76 | (Synchronous offset angle) | 0 to 359 | deg | 0 | Y |
| d77 | (Synchronization completion detection angle) | 0 to 100 | deg | 15 | Y |
| d78 | (Excessive deviation detection range) | 0 to 65535 *3 (Display in units of 10 pulses) | - | 65535 | Y |

*2 When synchronous operation is selected (d41 = 2, 3 or 4), the reference and slave sides should use a PG (20 to 3000 P/R) of the same pulse resolution.

*3 The standard keypad has a 4-digit LED monitor that displays the upper four digits of the setting values. For 10000 pulses or more, it displays the value in units of 100 pulses, with the x10 LED ON.

 For function codes not listed above, see the FRENIC-MEGA Instruction Manual, Chapter 5, "Function Codes." For codes that are listed above and also in the FRENIC-MEGA Instruction Manual, descriptions in this manual precede.

3.5 Unavailable Function Codes

During synchronous operation, the following functions are not available.

| | |
|------------|-------------------------|
| F16 | Frequency Limiter (Low) |
| C01 to C04 | Jump Frequency |

Selecting "Vector control with speed sensor" (F42 = 6) disables the settings of the following functions during synchronous operation, as well as making the above functions unavailable.

| | |
|----------|---|
| F07, F08 | Acceleration Time 1/Deceleration Time 1 |
| E10, E11 | Acceleration Time 2/Deceleration Time 2 |
| E13, E14 | Acceleration Time 3/Deceleration Time 3 |
| E15, E16 | Acceleration Time 4/Deceleration Time 4 |
| F24 | Starting Frequency (Holding time) |
| F39 | Stop Frequency (Holding time) |

During synchronous operation, the following control should be disabled (H18 = 0, J01 = 0).

| | |
|-----|----------------|
| H18 | Torque Control |
| J01 | PID Control |

3.6 Configuring Function Codes

To perform synchronous operation, be sure to select the control with speed sensor (F42 = 3, 4 or 6) and configure the function codes given in this section.

In conjunction with this section, refer to Chapter 4 "Configuration Examples of Synchronous Operation."

3.6.1 Motor parameters

Configure function codes F03 to F05, F42, P01 to P03, P06 to P12 and P99, referring to the FRENIC-MEGA Instruction Manual, Chapter 5 "Function Codes."

When using motors 2, 3, and 4, configure the following function codes.

For motor 2: A01, A02, A03, A14, A15, A16, A17, A20, A21, A22, A23, A24, A25, A26, A39

For motor 3: b01, b02, b03, b14, b15, b16, b17, b20, b21, b22, b23, b24, b25, b26, b39

For motor 4: r01, r02, r03, r14, r15, r16, r17, r20, r21, r22, r23, r24, r25, r26, r39

In the descriptions given later, function codes for motors 2, 3, and 4 are omitted.

3.6.2 Data setting for synchronous operation

| | |
|-----|---------------------|
| F01 | Frequency Command 1 |
| C30 | Frequency Command 2 |

Select the pulse train input (F01/C30 = 12) as a reference command source.

Switching between synchronous operation and single motor operation is possible using the **H_{z2}/H_{z1}** terminal command (see Figures 3.3 and 3.4). The switching example is given below.


(Example) Turning terminal [X1] ON for single motor operation during which a digital frequency command drives the inverter

Set F01 and C30 data to "12" and "0," respectively. And set E01 data to "11" to assign the **H_{z2}/H_{z1}** command to terminal [X1].

It is recommended to perform switching between synchronous operation and single motor operation when the inverter is stopped. Switching when the inverter is running may activate the protective function. To avoid it, decrease the difference between the output frequency and the reference frequency to apply after switching.

| | |
|-----------------|-------------------|
| F07/E10/E12/E14 | Acceleration Time |
| F08/E11/E13/E15 | Deceleration Time |

Also in synchronous operation, the inverter controls the output frequency according to the acceleration/deceleration time as usual. Set the acceleration/deceleration time as short as possible. Be careful that, setting the acceleration/deceleration time longer than that of the reference inverter loses the following capability of the slave motor.

 Selecting "Vector control with speed sensor" (F42 = 6) ignores the acceleration/deceleration times specified by the function codes, running the motor with the acceleration/deceleration time 0.0 s.


| | |
|----------|---|
| F23, F24 | Starting Frequency, Starting Frequency (Holding time) |
| F25, F39 | Stop Frequency, Stop Frequency (Holding Time) |

Set the starting frequency and stop frequency as low as possible to the extent that the motor can generate enough torque.

During synchronous operation, set the holding times for the starting frequency and stop frequency at 0.0 s, basically.

Running with the frequency lower than the stop frequency or starting frequency cannot be followed.

Be careful that specifying the holding time deteriorates the following capability at the time of startup or stop.

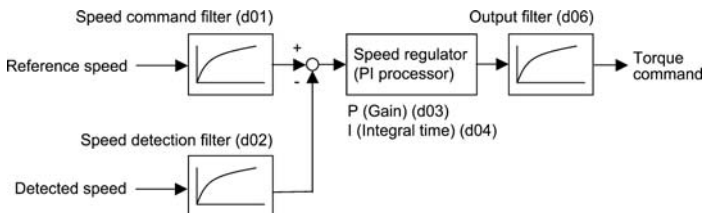
 Selecting "Vector control with speed sensor" (F42 = 6) ignores the starting/stop frequencies specified by the function codes, running the motor with the holding time 0.0 s.

To perform synchronous operation, select the control with speed sensor (F42 = 3, 4 or 6).
 Usually, select "V/f control with speed sensor" (F42 = 3).

d01 to d04 Speed Control
 (Speed command filter, Speed detection filter, P (Gain), I (Integral time))

d06 Speed Control (Output filter)

These function codes control the speed control sequence.



■ Speed command filter (d01)

d01 specifies a time constant determining the first order delay of the speed command filter.

Modify this data when an excessive overshoot occurs against the change of the reference speed.

Increasing the filter time constant stabilizes the reference speed and reduces overshoot against the change of the reference speed, but it slows the response speed of the inverter.

■ Speed detection filter (d02)

d02 specifies a time constant determining the first order delay of the speed detection filter.

Modify this data when the control target (machinery) is oscillatory due to deflection of a drive belt or other causes so that ripples (oscillatory components) are superimposed on the detected speed, causing hunting (undesirable oscillation of the system) and blocking the PI processor gain from increasing (resulting in a slow response speed of the inverter). In addition, if the lower encoder (PG) resolution makes the system oscillatory, try to modify this data.

Increasing the time constant stabilizes the detected speed and raises the PI processor gain even with ripples superimposed on the detected speed. However, the detected speed itself delays, resulting in a slower speed response, larger overshoot, or hunting.

■ P gain (d03), I integral time (d04)

d03 and d04 specify the gain and integral time of the speed regulator (PI processor), respectively.

P gain

Definition of "P gain = 1.0" is that the torque command is 100% (100% torque output of each inverter capacity) when the speed deviation (reference speed – detected speed) is 100% (equivalent to the maximum speed).

Determine the P gain according to moment of inertia of machinery loaded to the motor output shaft. Larger moment of inertia needs larger P gain to keep the flat response in whole operations.

Specifying a larger P gain improves the quickness of control response, but may cause a motor speed overshooting or hunting (undesirable oscillation of the system). Moreover, mechanical resonance or vibration sound on the machine or motor could occur due to excessively amplified noises. If it happens, decreasing P gain will reduce the amplitude of the resonance/vibration. A too small P gain results in a slow inverter response and a speed fluctuation in low frequency, which may prolong the time required for stabilizing the motor speed.

Integral time

Specifying a shorter integral time shortens the time needed to compensate the speed deviation, resulting in quick response in speed. Specify a short integral time if quick arrival to the target speed is necessary and a slight overshooting in the control is allowed; specify a long time if any overshooting is not allowed and taking longer time is allowed.

If a mechanical resonance occurs and the motor or gears sound abnormally, setting a longer integral time can transfer the resonance point to the low frequency zone and suppress the resonance in the high frequency zone.

■ Output Filter (d06)

d06 specifies the time constant for the first order delay of the speed controller output filter.

Use d06 when even adjusting the P gain or integral time cannot suppress mechanical resonance such as hunting or vibration. Generally, setting a larger value to the time constant of the output filter decreases the amplitude of resonance; however, a too large time constant may make the system unstable.

d70

Speed Control Limiter

d70 specifies a limiter for the PI value output calculated in speed control sequence under V/f control with speed sensor or dynamic torque vector control with speed sensor.

A PI value output is within the "slip frequency × maximum torque (%)" in a normally controlled state.

If an abnormal state such as a temporary overload arises, the PI value output greatly fluctuates and it may take a long time for the PI value output to return to the normal level. Limiting the PI value output with d70 suppresses such abnormal operation.

d14 to d17 Feedback Input
(Pulse input format, Encoder pulse resolution, Pulse count factor 1,
Pulse count factor 2)

These function codes specify the speed feedback input under vector control with speed sensor (F42 = 3, 4 or 6).

In conjunction with this section, refer to Chapter 4 "Configuration Examples of Synchronous Operation."

This section contains also the descriptions of Command (Pulse Rate Input) (d59, d60, d62 and d63).

■ Feedback Input, Pulse input format (d14) --- (d59)

d14 specifies the speed feedback input format.

| Data for d14 | Pulse input mode | Remarks |
|--------------|--|---|
| 0 | Pulse train sign/Pulse train input | |
| 1 | Forward rotation pulse/Reverse rotation pulse | |
| 2 | A and B phases with 90 degree phase difference | <p>Set the d14 data to "2" for Fuji motors exclusively designed for vector control.</p> |

■ Feedback Input, Encoder pulse resolution (d15) --- (d60)

d15 specifies the pulse resolution (P/R) of the speed feedback encoder.

■ Feedback Input, Pulse count factor 1 (d16) and Pulse count factor 2 (d17) --- (d62), (d63)

d16 and d17 specify the factors to convert the speed feedback input pulse rate into the motor shaft speed (r/min).

Specify the data according to the transmission ratios of the pulley and gear train as shown below.

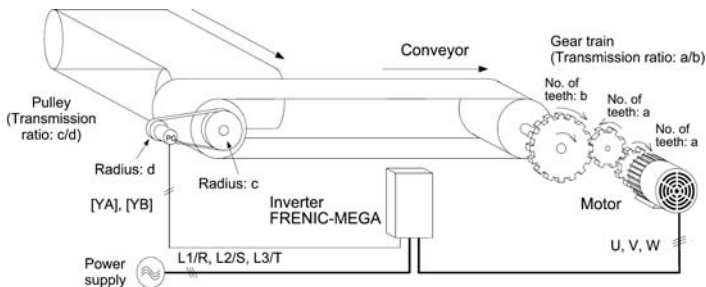


Figure 3.5 An Example of a Closed Loop Speed Control System (Conveyor)

Listed below are expressions for conversion between a speed feedback input pulse rate and motor shaft speed.

$$\text{Motor shaft speed} = \frac{\text{Pulse count factor 2 (d17)}}{\text{Pulse count factor 1 (d16)}} \times \text{Encoder shaft speed}$$

$$\frac{\text{Pulse count factor 2 (d17)}}{\text{Pulse count factor 1 (d16)}} = \frac{b}{a} \times \frac{d}{c}$$

$$\text{Pulse count factor 1 (d16)} = a \times c$$

$$\text{Pulse count factor 2 (d17)} = b \times d$$



When enabling "Vector control with speed sensor," mount the sensor encoder on the motor output shaft directly, or on a shaft with the rigidity equivalent to the motor output shaft. A backlash or deflection being on the mounting shaft could interfere with normal control.

For using the Fuji VG motor exclusively designed for vector control, the sensor is mounted on the motor shaft directly. Set both the pulse count factor 1 (d16) and pulse count factor 2 (d17) to "1."

| | |
|----------------------|---|
| d59, d60 d62, d63 | Command (Pulse Rate Input) (Pulse input format, Encoder pulse resolution, Pulse count factor 1, Pulse count factor 2) |
|----------------------|---|

These function codes specify the command frequency to apply to the inverter. The setting items are the same as for feedback input (d14 to d17).

For application samples in the actual machinery, refer to Chapter 4 "Configuration Examples of Synchronous Operation."

| | |
|-----|--|
| d61 | Command (Pulse Rate Input) (Filter time constant) |
|-----|--|

d61 specifies a filter time constant for pulse train input. Choose an appropriate value for the time constant taking into account the response speed of the machinery system since a large time constant slows down the response. When the reference frequency fluctuates due to small number of pulses, specify a larger time constant.

d41 Application-defined Control

d41 selects the desired synchronous operation mode.

Table 3.4 Setting of d41

| Data for d41 | Function | Synchronization system | Z phase signal |
|--------------|---|------------------------|----------------|
| 0 | Ordinary control | Disable | Not required. |
| 1 | Constant peripheral speed control | | |
| 2 | Simultaneous start synchronization, without Z phase | Enable | Required. |
| 3 | Standby synchronization | | |
| 4 | Simultaneous start synchronization, with Z phase | | |

- For details about synchronous operation modes, refer to Section 3.2.
- For details about the constant peripheral speed control, refer to the FRENIC-MEGA User's manual, Chapter 5.

Tip For the configuration procedures of synchronous operation, refer to Chapter 4 "Configuration Examples of Synchronous Operation."

d71 Synchronous Operation (Main speed regulator gain)

d71 adjusts the main speed regulator gain to control the responsibility and the steady-state deviation. Usually, it is not necessary to change the factory default.

Selecting simultaneous start synchronization without Z phase compensation (d41 = 2) only enables the setting made with d71.

d72 Synchronous Operation (APR P gain)

d72 determines the response of the automatic position regulator (APR). (See Figures 3.3 and 3.4.)

If the APR output comes to be a single rotation of the encoder shaft per second when the phase angle deviation (position deviation) between the reference and slave PGs becomes equal to a single rotation of the encoder shaft, that gain is assumed to be 1.0.

Setting a too large value to the gain data easily causes hunting, and setting a too small value results in a large steady-state deviation.

Adjust the gain, referring to Figure 3.6 as a guide. If the d72 setting is adjusted, it is recommended to adjust also the d02 setting as shown in Figure 3.6.

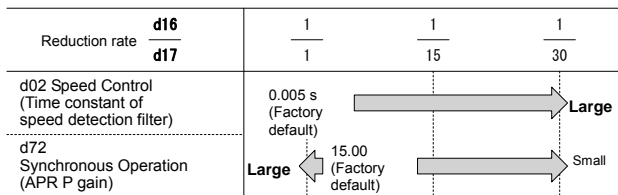


Figure 3.6 d72 Setting Guide

d73 Synchronous Operation (APR positive output limiter)

d74 Synchronous Operation (APR negative output limiter)

These function codes specify the limits of APR output relative to the reference motor speed. (See Figures 3.3, 3.4 and 3.7.)

Specification of "999" disables the limiter.

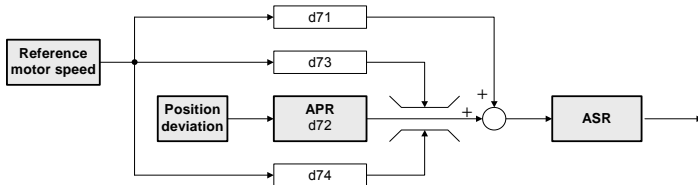


Figure 3.7 Operation of APR Output Limiter

d75 Synchronous Operation (Z phase alignment gain)

If the APR output is equal to 10 rotations of the encoder shaft per second when the phase angle deviation (position deviation) between the reference and slave PGs becomes equal to a single rotation of the encoder shaft, that gain is assumed to be 1.0.

Usually, it is not necessary to change the factory default. If the reduction ratio is small and the encoder pulse count is low, it is necessary to decrease the Z phase alignment gain relative to the factory default.

d76 Synchronous Operation (Synchronous offset angle)

In standby synchronous operation, the slave inverter delays starting to synchronize the Z phase with that of the reference motor by the offset angle specified by this function code.

d77 specifies the synchronization completion detection angle.

If the absolute value of the phase angle deviation (position deviation) between the reference and slave PGs becomes equal to or below the synchronization completion detection angle specified by d77, the inverter issues a synchronization completion signal **SY**, provided that the E20, E21, E22, E23, E24 or E27 data (Terminal function) is set to "29" (Synchronization completed).

Once turned ON, the synchronization completion signal **SY** is kept ON for 100 ms.

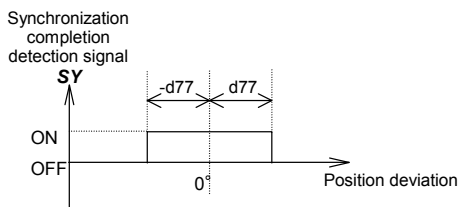


Figure 3.8 Synchronization Completion Detection Signal **SY**

d78 specifies the detection range for excessive deviation alarm (E_{r-d}).

If the absolute value of the phase angle deviation (position deviation) between the reference and slave PGs exceeds 10 times the d78 setting, the inverter issues an alarm E_{r-d} and shuts down its output.

During synchronous operation, the inverter always monitors an excessive deviation. The d78 setting should be made taking into account that the deviation temporarily increases immediately after the start of running.

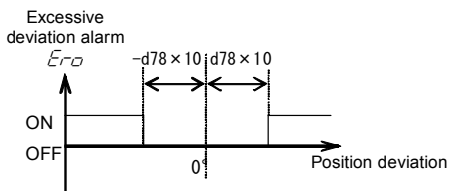


Figure 3.9 Excessive Deviation Alarm E_{r-d}

Chapter 4 CONFIGURATION EXAMPLES OF SYNCHRONOUS OPERATION

4.1 Typical Configuration and Pulse Setting

4.1.1 Speed reduction ratio setting

Figure 4.1 shows the system configuration applicable to the synchronous operation, taking a conveyor system as an example.

Table 4.1 lists the availability of synchronous operation and the setting values for pulse count factors 1/2 depending on the speed reduction ratio of each reduction gear when the synchronous operation is selected (d41 = 3 or 4).

Synchronous operation with Z phase compensation is available only when the shaft rotation speeds of the reference and slave PGs are identical with each other. Synchronous operation without Z phase compensation is not subject to the restriction of the reduction ratio; however, pulse generators with the same pulse resolution (P/R) should be used at both the reference and slave sides.

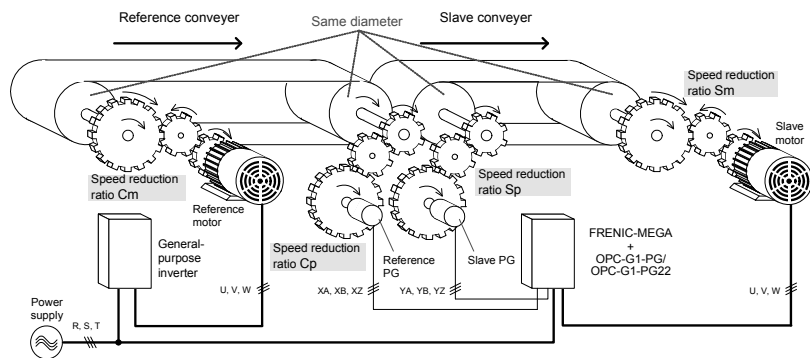


Figure 4.1 Configuration Example of Conveyor Synchronization System (d41 = 3 or 4)

Table 4.1 Availability of Synchronous Operation (d41 = 3 or 4) and Settings

| Speed reduction ratio conditions | | Synchronous operation of conveyor belts | Synchronous operation of PG shafts | Pulse count factor |
|-----------------------------------|-------------------|--|------------------------------------|--|
| Motor reduction gear | PG reduction gear | | | |
| $C_m = S_m$ | $C_p = S_p$ | Available | Available | $\frac{d17}{d16} = \frac{1}{S_m \times S_p}$ $d62 = d16$ $d63 = d17$ |
| $C_m \neq S_m$ | $C_p = S_p$ | Available | Available | |
| $C_m = S_m$ | $C_p \neq S_p$ | Not available | Available | |
| $C_m \times C_p = S_m \times S_p$ | | Not available (Reference conveyor speed = $\frac{S_p}{C_p}$ Slave conveyor speed = $\frac{S_m}{C_m}$) | Available | |
| $C_m \neq S_m$ | $C_p \neq S_p$ | | Available | |

- The equations in the above table are for cases where the reference and slave motors have the same number of poles.

Set the number of poles of the slave motor to P01.

- For configuration examples, refer to Section 4.2.

4.1.2 Wiring of PGs and slave's run forward/reverse command

Table 4.2 shows three wiring patterns of reference and slave PGs and the slave's run forward/reverse commands according to the rotational directions of those PGs in relation to that of the slave motor.

Table 4.2 System Configuration and Wiring of PGs

| System configuration examples | | d41 | Wiring of PGs | Slave's run command |
|---|------|---|---------------|---|
| <p>Reference conveyor → Slave conveyor →</p> <p>Forward Reference PG Forward Slave PG Forward Slave motor</p> <p>Power supply R, S, T XA, XB, XZ YA, YB, YZ</p> <p>FRENIC-MEGA + OPC-G1-PG/OPC-G1-PG22</p> <p>U, V, W</p> | 2 | Reference PG → Normal connection to terminals XA and XB Slave PG → Normal connection to terminals YA and YB | Forward | |
| | 3, 4 | | | |
| <p>Reference conveyor → Slave conveyor ←</p> <p>Reverse Reference PG Forward Slave PG Forward Slave motor</p> <p>Power supply R, S, T XA, XB, XZ YA, YB, YZ</p> <p>FRENIC-MEGA + OPC-G1-PG/OPC-G1-PG22</p> <p>U, V, W</p> | 2 | Reference PG → Normal connection to terminals XA and XB Slave PG → Normal connection to terminals YA and YB | Reverse | |
| | 3, 4 | | | Reference PG → Reverse connection to terminals XA and XB Slave PG → Normal connection to terminals YA and YB |
| <p>Reference conveyor → Slave conveyor ←</p> <p>Forward Reference PG Reverse Slave PG Forward Slave motor</p> <p>Power supply R, S, T XA, XB, XZ YA, YB, YZ</p> <p>FRENIC-MEGA + OPC-G1-PG/OPC-G1-PG22</p> <p>U, V, W</p> | 2 | Reference PG → Normal connection to terminals XA and XB Slave PG → Reverse connection to terminals YA and YB | Forward | |
| | 3, 4 | | | |

4.2 Function Code Configuration Examples

4.2.1 For synchronous operation without Z phase compensation (d41 = 2)

Configuration example #1

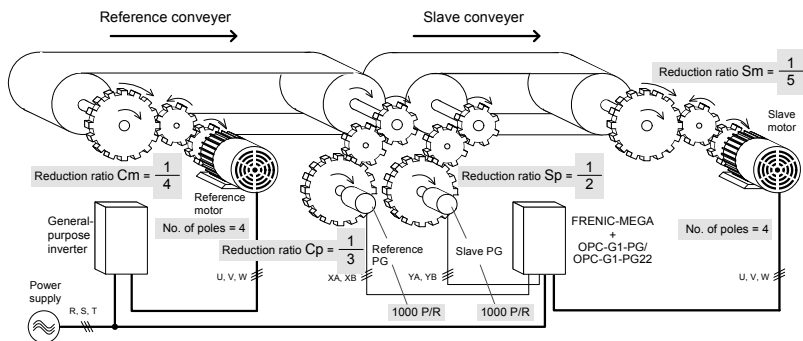


Figure 4.2 Configuration Example of Synchronous Operation System (without Z phase compensation)

Table 4.3 For Synchronous Operation (d41 = 2)

| Function Code | Setting | Remarks |
|---|---------|--|
| P01 Motor (No. of poles) | 4 | Set the number of poles of the slave motor. |
| d15 Slave Pulse (Encoder pulse resolution) | 1000 | In synchronous operation, be sure to set the same value for both the reference and slave PGs. |
| d16 (Pulse count factor 1) | 1 | $\frac{d17}{d16} = \frac{1}{S_m \times S_p} = \frac{1}{\frac{1}{5} \times \frac{1}{2}} = \frac{10}{1}$ |
| d17 (Pulse count factor 2) | 10 | |
| d60 Reference Pulse (Encoder pulse resolution) | 1000 | Set the same value as d15. |
| d62 (Pulse count factor 1) | 1 | $\frac{d63}{d62} = \frac{1}{S_m \times C_p} = \frac{1}{\frac{1}{5} \times \frac{1}{3}} = \frac{15}{1}$ |
| d63 (Pulse count factor 2) | 15 | |

Table 4.4 Rotational Direction

| Rotational direction of: | | | Run command at slave inverter | |
|--------------------------|--------------|----------|-------------------------------|------------------------|
| Reference motor | Reference PG | Slave PG | Run forward FWD | Run reverse REV |
| Forward (FWD) | Forward | Forward | Forward | Reverse |
| Reverse (REV) | Reverse | Reverse | Reverse | Forward |

For details about the run commands and rotational direction, refer to Section 1.2.

Configuration example #2

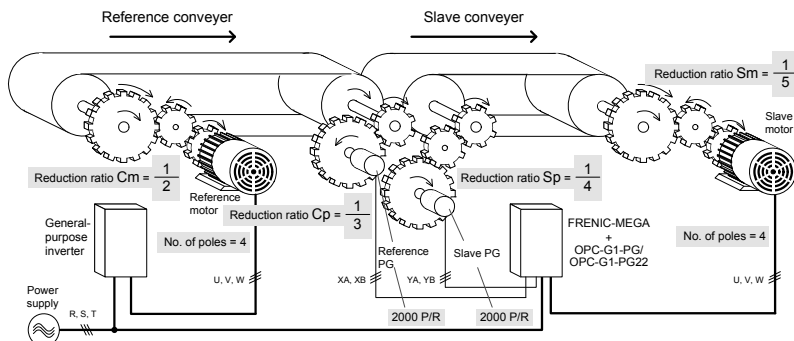


Figure 4.3 Configuration Example of Synchronous Operation System (without Z phase compensation)

Table 4.5 For Synchronous Operation (d41 = 2)

| Function Code | Setting | Remarks |
|---|---------|--|
| P01 Motor (No. of poles) | 4 | Set the number of poles of the slave motor. |
| d15 Slave Pulse (Encoder pulse resolution) | 2000 | In synchronous operation, be sure to set the same value for both the reference and slave PGs. |
| d16 (Pulse count factor 1) | 1 | $\frac{d17}{d16} = \frac{1}{S_m \times S_p} = \frac{1}{\frac{1}{5} \times \frac{1}{4}} = \frac{20}{1}$ |
| d17 (Pulse count factor 2) | 20 | |
| d60 Reference Pulse (Encoder pulse resolution) | 2000 | Set the same value as d15. |
| d62 (Pulse count factor 1) | 1 | $\frac{d63}{d62} = \frac{1}{S_m \times C_p} = \frac{1}{\frac{1}{5} \times \frac{1}{3}} = \frac{15}{1}$ |
| d63 (Pulse count factor 2) | 15 | |

Table 4.6 Rotational Direction

| Rotational direction of: | | | Run command at slave inverter | |
|--------------------------|--------------|----------|-------------------------------|------------------------|
| Reference motor | Reference PG | Slave PG | Run forward FWD | Run reverse REV |
| Forward (FWD) | Reverse | Forward | Reverse | Forward |
| Reverse (REV) | Forward | Reverse | Forward | Reverse |

For details about the run commands and rotational direction, refer to Section 1.2.

4.2.2 For synchronous operation with Z phase compensation (d41 = 3 or 4)

Configuration example #1

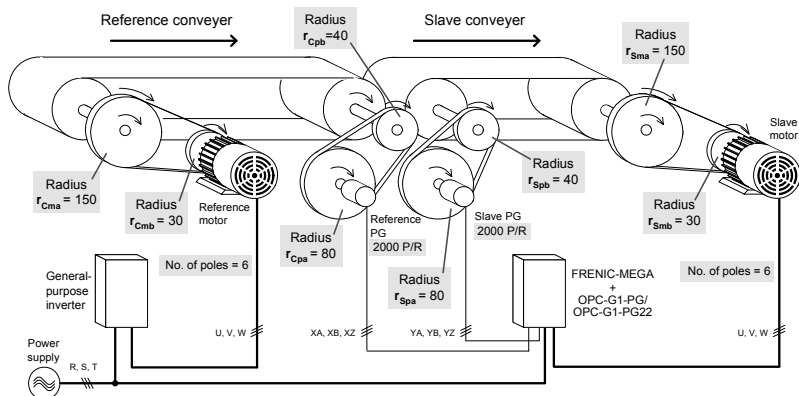


Figure 4.4 Configuration Example of Synchronous Operation System (with Z phase compensation)

Table 4.7 For Synchronous Operation (d41 = 3 or 4) (Refer to Table 4.1.)

| Function Code | Setting | Remarks |
|---------------|---|---|
| P01 | Motor (No. of poles) | 6 Set the number of poles of the slave motor. |
| d15 | Slave Pulse (Encoder pulse resolution) | 2000 In synchronous operation, be sure to set the same value for both the reference and slave PGs. |
| d16 | (Pulse count factor 1) | 1 Each speed reduction ratio is calculated according to the pulley's radius as shown below. |
| d17 | (Pulse count factor 2) | 10 |
| d60 | Reference Pulse (Encoder pulse resolution) | 2000 The reduction ratio of the slave motor is: $Sm = \frac{r_{Smb}}{r_{Sma}} = \frac{30}{150} = \frac{1}{5}$ The reduction ratio of the slave PG is: $Sp = \frac{r_{Spb}}{r_{Spa}} = \frac{40}{80} = \frac{1}{2}$ Therefore, d16 and d17 data is as follows. $\frac{d17}{d16} = \frac{1}{Sm \times Sp} = \frac{1}{\frac{1}{5} \times \frac{1}{2}} = \frac{10}{1}$ |
| d62 | (Pulse count factor 1) | 1 |
| d63 | (Pulse count factor 2) | 10 Design the machinery configuration so that the speed reduction ratio (machine shaft - encoder shaft) of the reference and slave systems comes to be identical. Set the same values as d15, d16 and d17. |

Table 4.8 Rotational Direction

| Rotational direction of: | | | Run command at slave inverter | |
|--------------------------|--------------|----------|-------------------------------|------------------------|
| Reference motor | Reference PG | Slave PG | Run forward FWD | Run reverse REV |
| Forward (FWD) | Forward | Forward | Forward | Stop |
| Reverse (REV) | Reverse | Reverse | Stop | Reverse |

For details about the run commands and rotational direction, refer to Section 1.2.

Configuration example #2

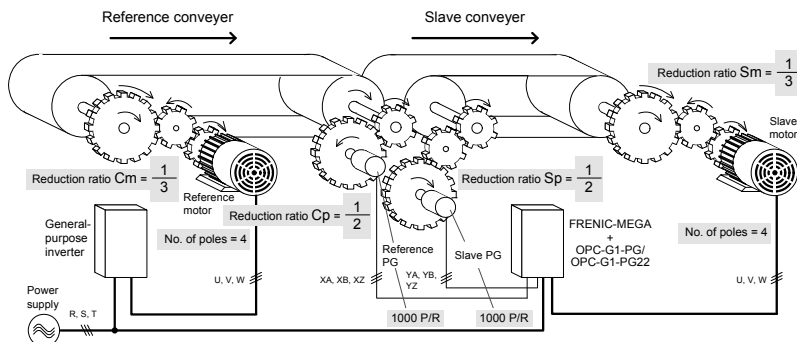


Figure 4.5 Configuration Example of Synchronous Operation System (with Z phase compensation)

Table 4.9 Wiring of PG (Refer to Table 4.2.)

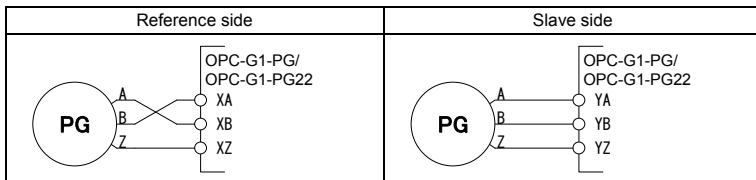


Table 4.10 For Synchronous Operation (d41 = 3 or 4) (Refer to Table 4.1.)

| Function Code | Setting | Remarks |
|--|---------|---|
| P01 Motor (No. of poles) | 4 | Set the number of poles of the slave motor. |
| d15 Slave Pulse (Encoder pulse resolution) | 1000 | In synchronous operation, be sure to set the same value for both the reference and slave PGs. |
| d16 (Pulse count factor 1) | 1 | $\frac{d17}{d16} = \frac{1}{Sm \times Sp} = \frac{1}{\frac{1}{3} \times \frac{1}{2}} = \frac{6}{1}$ |
| d17 (Pulse count factor 2) | 6 | |
| d60 Reference Pulse (Encoder pulse resolution) | 1000 | Design the machinery configuration so that the speed reduction ratio (machine shaft - encoder shaft) of the reference and slave systems comes to be identical. Set the same values as d15, d16 and d17. |
| d62 (Pulse count factor 1) | 1 | |
| d63 (Pulse count factor 2) | 6 | |

Table 4.11 Rotational Direction

| Rotational direction of: | | | Run command at slave inverter | |
|--------------------------|--------------|----------|-------------------------------|------------------------|
| Reference motor | Reference PG | Slave PG | Run forward FWD | Run reverse REV |
| Forward (FWD) | Reverse | Forward | Forward | Stop |
| Reverse (REV) | Forward | Reverse | Stop | Reverse |

For details about the run commands and rotational direction, refer to Section 1.2.

4.3 Checking PG Pulse Rate

Before starting synchronous operation, run the motors separately and check that the data settings for number of motor poles (P01), encoder pulse resolution (d15), and pulse count factor 1/2 (d16/d17) conform to the actual machinery configuration.

The PG pulse rate can be checked with the keypad by using Menu #4 "I/O Checking, item 4_15: PG pulse rate 1 (reference side)" and "item 4_17: PG pulse rate 2 (slave side)." For details, refer to the FRENIC-MEGA Instruction Manual, Section 3.4.5 "Checking I/O signal status."

Given below is an example of checking PG pulse rate.

(Example)

No. of motor poles = 4P (P01 = 4)

Encoder pulse resolution = 1000 P/R (d15 = 1000)

Pulse count factor 1/2 = 1/30 (d16 = 1, d17 = 30)

Under these above conditions, run the motor at 20 Hz. Then the motor speed and the pulse rate can be calculated as follows.

$$\text{Motor speed (r/min)} = 120 \times \text{Frequency/No. of poles} = 120 \times 20/4 = 600 \text{ (r/min)} = 10 \text{ (r/s)}$$

$$\begin{aligned} \text{Pulse rate (p/s)} &= \text{Motor speed (r/s)} \times \text{Encoder pulse resolution (P/R)} \times \text{Pulse count factor 1/2} \\ &= 10 \times 1000 \times 1/30 = 333.3333 \approx 333 \text{ (p/s)} \end{aligned}$$

Use Menu #4 "I/O Checking, item 4_17" and check that "0.33" is displayed on the keypad. Note that, on the keypad, displayed value = pulse rate (p/s)/1000.

Note: The maximum input pulse rate that the PG interface card (OPC-G1-PG/OPC-G1-PG22) supports is 30 kp/s (for open collector output) or 100 kp/s (for complementary or line driver output). If the pulse rate from the PGs exceeds the maximum limit, synchronous operation is not available.

4.4 Monitoring the Running Status during Synchronous Operation

The keypad allows you to monitor the target position, current position, current deviation (in units of angle or pulse) of the synchronous operation, as well as monitoring the current synchronous operation control status.



The multi-function keypad having a ROM version 6400 or later supports synchronous operation. The ROM version can be checked by using Menu #5 "Maintenance Information, page #6, KP."

4.4.1 Monitor items

Table 4.12 "Drive Monitoring" Items on the Keypad

| Standard keypad | Multi-function keypad | | Item | Unit | Description |
|-----------------|-----------------------|---------------------------|--|-------|--|
| | LED monitor shows: | Page # in operation guide | | | |
| 3.17 | 6 | E | Target position pulse (synchronous operation) | pulse | Shows the target position pulse (reference position). |
| 3.18 | 6 | P | Current position pulse (synchronous operation) | pulse | Shows the current position pulse (slave position). |
| 3.19 | 6 | dP | Current position deviation pulse (synchronous operation) | pulse | Shows the current position deviation pulse. |
| 3.20 | 6 | MODE | Control status monitor (synchronous operation) | - | Shows the current control status. For details, refer to Section 4.4.3. |
| 3.26 | 7 | SY-d | Deviation (synchronous operation) | deg | Shows the current angle deviation. |

4.4.2 Monitor display

The pulse count range of the inverter is from -9,999,999 to +9,999,999. The 4-digit LED monitor on the standard keypad alternately shows the upper digits and lower four digits—"Upper digits for one second and Lower four digits for 3 seconds" → "Upper digits for one second and Lower four digits for 3 seconds" ...

The LCD monitor on the multi-function keypad displays all digits at the same time.

Table 4.13 Monitor Display of Pulse Count

| Pulse count | Monitor on the keypad | | Remarks |
|-------------|-----------------------|----------------|---|
| | Upper 4 digits | Lower 4 digits | |
| +9,999,999 | +999 | 9999. | Maximum value |
| +19,999 | +1 | 9999. | Upper blank digits are not zero-filled. |
| +10,000 | +1 | 0000. | |
| +9,999 | +0 | 9999. | |
| +10 | +0 | 0010. | |
| 0 | 0 | 0000. | |
| -10 | -0 | 0000. | |
| -9,999 | -0 | 9999. | |
| -10,000 | -1 | 0000. | |
| -19,999 | -1 | 9999. | |
| -9,999,999 | -999 | 9999. | |

4.4.3 Synchronous operation control status

The inverter monitors the synchronous operation control status as shown in Figure 4.6 and Table 4.14.

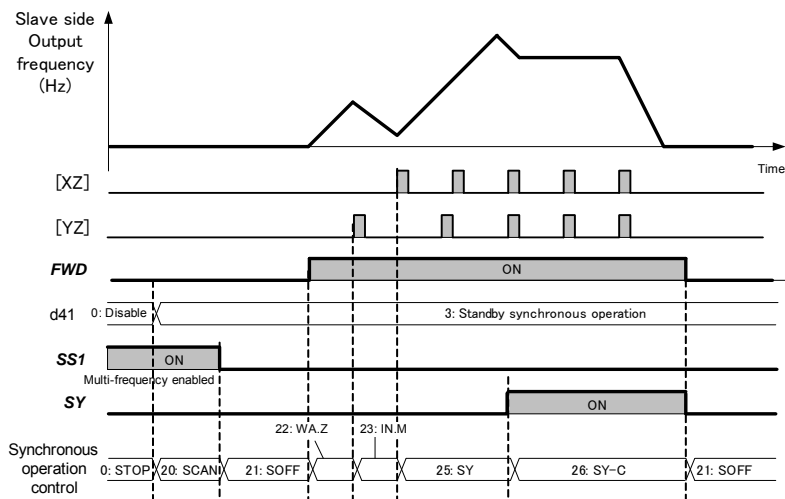


Figure 4.6 Synchronous Operation Status Transition

Table 4.14 Synchronous Operation Status

| Synchronous Operation Status | Status name *1 | Status code *2 | Description |
|--|----------------|----------------|---|
| Synchronous operation disabled | STOP | 0 | Synchronous operation is not selected (d41 = 0). Setting d41 to any of "2" to "4" and setting F01 or C30 to "12" (Pulse train input) transits to "21: Synchronous operation stopped." |
| Synchronous operation canceled | SCAN | 20 | Synchronous operation output is not enabled because PID control or torque control is enabled. |
| Synchronous operation stopped | SOFF | 21 | No run command is entered. Turning a run command ON with the Z phase compensation selected transits to "22: Waiting for Z phase detection"; Turning it ON without the Z phase compensation selected transits to "26: Synchronization completed." |
| Waiting for Z phase detection | WA.Z | 22 | The inverter detects no Z phase from both the reference and slave PGs. |
| Reference Z phase detected | IN.M | 23 | The inverter detects Z phase from the reference PG and waits for Z phase from the slave PG. |
| Slave Z phase detected | IN.S | 24 | The inverter detects Z phase from the slave PG and waits for Z phase from the reference PG. |
| During synchronous operation | SY | 25 | Synchronous operation is in progress. Note that the position deviation has not converged within the synchronization completion detection range. |
| Synchronization completed (During synchronous operation) | SY-C | 26 | Synchronization is completed. The inverter outputs terminal signal SY . |

*1 The status name can be referred to on the LCD monitor of the multi-function keypad.

*2 The status code can be referred to on Menu 3_20 of the standard keypad or on the LCD monitor of the multi-function keypad.

Chapter 5 PROTECTIVE FUNCTIONS

If any inverter protective function is activated to issue an alarm, the inverter displays the corresponding alarm code on the LED monitor of the keypad and shuts down its output. Accordingly, the motor coasts to a stop.

Table 5.1 lists alarm codes related to the PG interface card. For other alarm codes, refer to the FRENIC-MEGA Instruction Manual, Chapter 6 "TROUBLESHOOTING."

Table 5.1 Related Alarm Codes

| Alarm code | Alarm name | Alarm for: | | Refer to Section: |
|------------|---|---|--|-------------------|
| | | Synchronous operation control (without Z phase) | Synchronous operation control (with Z phase) | |
| <i>OS</i> | Overspeed alarm | Y | Y | *1 |
| <i>ErE</i> | Speed mismatch or excessive speed deviation alarm | C | C | *1 |
| <i>ErD</i> | Excessive deviation alarm | Y | Y | 5.1 |
| <i>PG</i> | PG wire break alarm | NA *2 | Y | 5.2 |

*1 For details, refer to the FRENIC-MEGA Instruction Manual.

*2 The inverter connected with the OPC-G1-PG22 issues this alarm if a PG wire break occurs.

When not using the Z phase in line driver input, turn ON selectors 1 and 4 on SW1 on the PG interface card. For details, refer to the OPC-G1-P22 Instruction Manual.

Y: Always active. The protective function for the alarm is always active when the control is enabled.

C: Conditionally active. The protective function for the alarm is active when the control is enabled and the protective function is enabled with the function code. The factory default is "enabled."

NA: Not available when the control is enabled.

WARNING

If any of the protective functions has been activated, first remove the cause. Then, after checking that the all run commands are set to off, reset the alarm. Note that if the alarm is reset when any run command is set to on, the inverter may supply the power to the motor, which may cause the motor to rotate.

Injury may occur.

5.1 Excessive Deviation Alarm (\overline{Erd})

Table 5.2 Excessive Deviation Alarm Specifications

| Alarm code | Descriptions |
|------------------|--|
| \overline{Erd} | This alarm occurs when the position deviation (absolute value) between the reference and slave PGs exceeds 10 times the d78 setting during synchronous operation. This alarm is contained in alarm category "Y" in Table 5.1, so it cannot be disabled by any function code. |

5.1.1 Function codes

Table 5.3 lists function codes related to an excessive deviation alarm.

Table 5.3 Related Function Codes

| Code | Name | Data setting range | Unit | Default setting | Change when running |
|------|---|---|------|-----------------|---------------------|
| d78 | Synchronous Operation (Hysteresis width) | 0 to 65535 * (To be set in units of 10 pulses) | -- | 65535 | Y |

* The standard keypad has a 4-digit LED monitor that displays the upper four digits of the setting values. For 10000 pulses or more, it displays the value in units of 100 pulses, with the x10 LED ON.

5.2 PG wire break alarm (\overline{PL})

Table 5.4 PG Wire Break Alarm Specifications

| Alarm code | Descriptions |
|-----------------|---|
| \overline{PL} | This alarm occurs when the inverter has not detected the Z phase of the slave PG at least twice after the last detection during synchronous operation. This alarm is contained in alarm category "Y" in Table 5.1, so it cannot be disabled by any function code. |

MEMO

取扱説明書 追加説明資料 / Supplement to FRENIC-MEGA Instruction Manual

**"OPC-G1-PG/OPC-G1-PG22"
同期運転マニュアル / Synchronous Operation Manual**

First Edition, September 2010

Fuji Electric Systems Co., Ltd.

- この取扱説明書の一部または全部を無断で複製・転載することはお断りします。
- この説明書の内容は将来予告なしに変更することがあります。
- 本書の内容については、万全を期して作成いたしました。万が一不審の点や誤り、記載もれなど、お気づきの点がありましたら、ご連絡ください。
- 運用した結果の影響については、上項にかかわらず責任を負いかねますのでご了承ください。

The purpose of this supplement is to provide accurate information in handling, setting up and operating of the PG interface card. Please feel free to send your comments regarding any errors or omissions you may have found, or any suggestions you may have for generally improving the manual.

In no event will Fuji Electric Systems Co., Ltd. be liable for any direct or indirect damages resulting from the application of the information in this supplement.

富士電機システムズ株式会社

〒108-0075 東京都港区港南二丁目4番13号
(スターゼン品川ビル)

URL www.fujielectric.co.jp/fes/

発行 富士電機システムズ株式会社
ドライブセンター

〒513-8633 三重県鈴鹿市南玉垣町5520番地

技術相談窓口

TEL:0120-128-220 FAX:0120-128-230

Fuji Electric Systems Co., Ltd.

Starzen Shinagawa Bldg., 2-4-13, Konan, Minato-ku,
Tokyo 108-0075, Japan

Phone: +81 3 6717 0617 Fax: +81 3 6717 0585

URL <http://www.fujielectric.com/fes/>