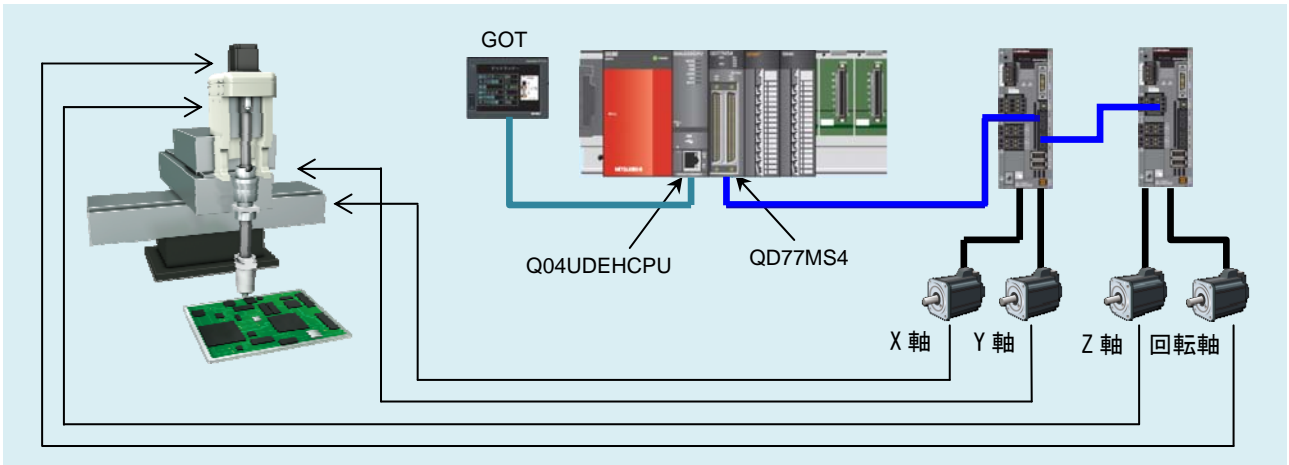


ナットランナー装置

【システム構成】

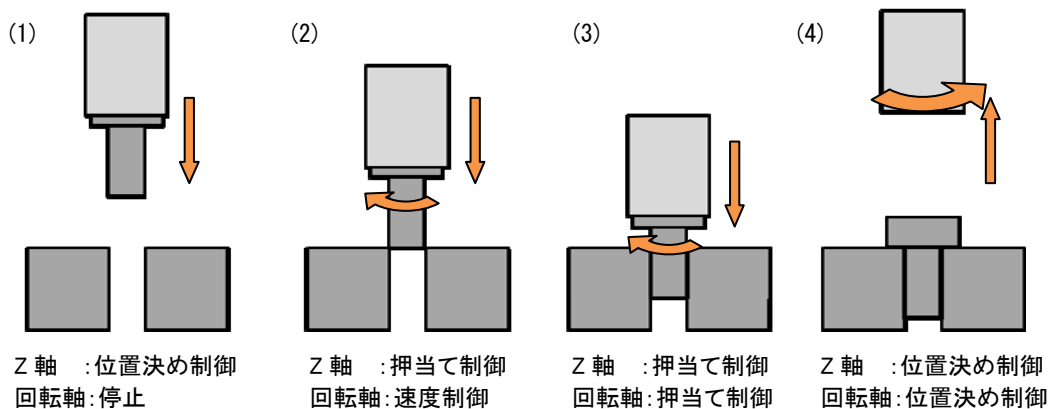


《使用機器・ソフトウェア》

シーケンサ CPU : Q04UDEH CPU	シンプルモーションユニット : QD77MS4	GOT : GT27**-V
基本ベース : Q35B	サーボアンプ : MR-J4W2-B	
電源ユニット : Q62P	サーボモータ : HG-KR	
エンジニアリング環境 : MELSOFT GX Works2(シーケンサ), MELSOFT GT Works3(GOT)		

【動作概略】

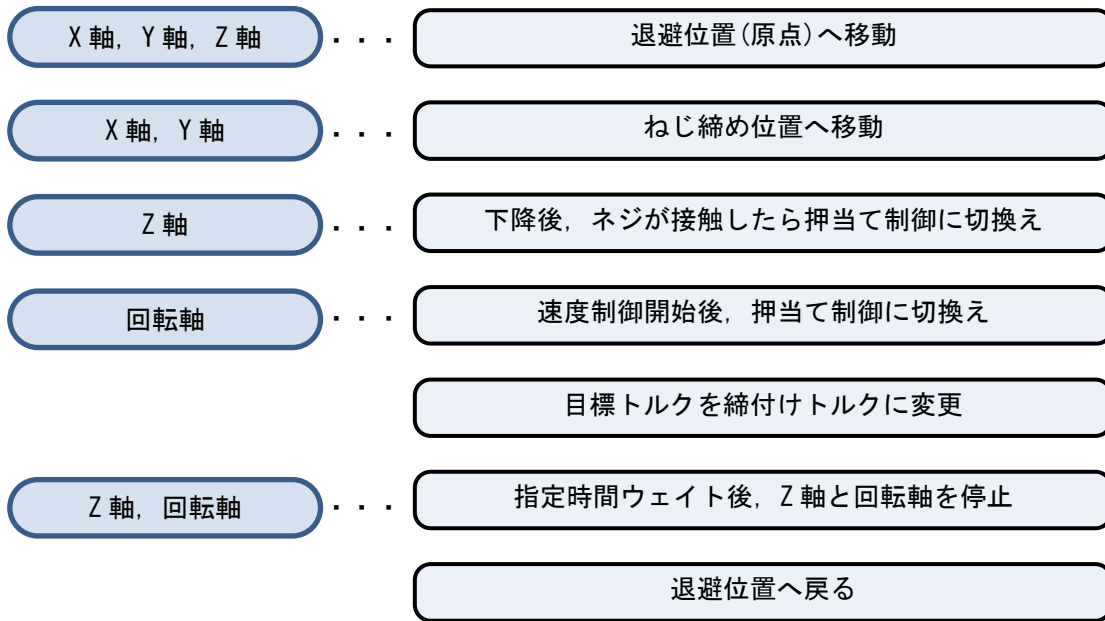
- (1) X, Y 軸で工具先端をネジ締め箇所位置決めした後、Z 軸を位置決め制御で下降させます。
- (2) ネジがワークに接触すると、Z 軸は位置決め制御から押当て制御に切り換え、回転軸を速度制御で駆動します。
- (3) Z 軸が一定値以下まで進んだら、回転軸も押当て制御に切り換えます。ネジが締まって速度が一定値以下になったとき、回転軸のトルクをネジの締め付けトルクに変更します。
- (4) 締め付けトルクで一定時間締め付けた後、Z 軸と回転軸を退避位置まで位置決め制御で戻します。



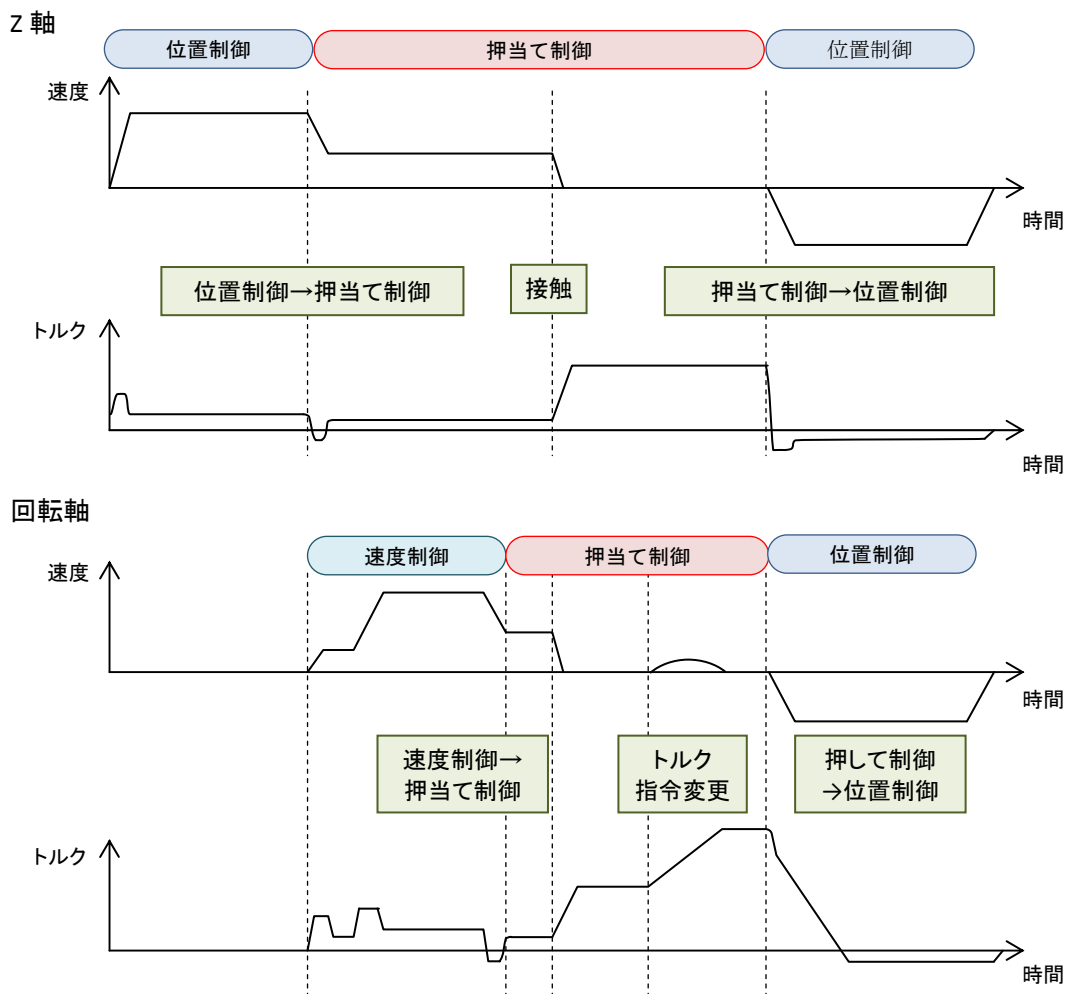
【制御のポイント】

- Point1 : 回転軸の速度とトルクを工程にあわせて制御することにより、トルクセンサを使用せず、オープンループでネジ締めが可能になります。
- Point2 : 押当て制御により、位置制御からトルク制御への切り換え時にトルクが急変せず、スムーズな動作が可能です。
- Point3 : Z 軸と回転軸の制御モード切り換えなど、ラダープログラムをファンクションブロックによって記述できます。

【動作フロー】



【動作タイムチャート】



【サンプルプログラムの使用方法】

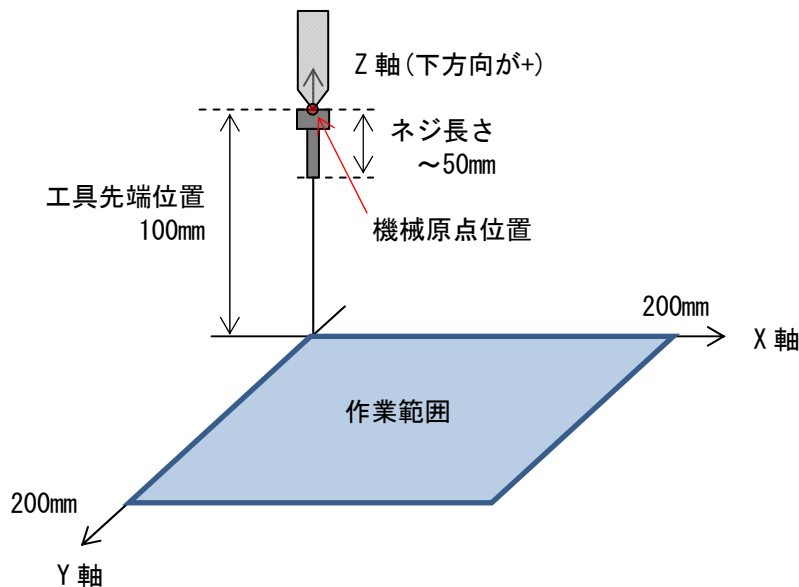
＜サンプルプログラム構成＞

ファイル名称	内容	機種	プログラミングツール
Vol10_Screw_PLC.gxw	ラダープログラム	Q04UDEHCPU	MELSOFT GX Works2
Vol10_Screw_Motion.pcw	シンプルモーション設定ファイル	QD77MS4	
Vol10_Screw_GOT.GTX	GOT 画面データ	GT27**-V(640x480)	MELSOFT GT Works3

＜機械構成＞

サンプルプログラムを動作させるためには、3軸目(Z軸)と4軸目(回転軸)に必ずサーボアンプ、サーボモータを接続する必要があります。(仮想サーボは使用できません。)

①下図の様に作業範囲、および機械原点を設定しています。



②各軸は、下表の様に設定しています。

軸番号	接続軸	サーボモータ	機械構成
1	X軸	HG-KR43	ボールネジ(ピッチ 10 mm), 減速比 1/2
2	Y軸	HG-KR43	ボールネジ(ピッチ 10 mm), 減速比 1/2
3	Z軸	HG-KR43B	ボールネジ(ピッチ 10 mm), 減速比 1/2
4	回転軸	HG-KR43	工具に直結

③全軸とも、原点復帰方式は初期状態ではデータセット式に設定しています。
実際に機械を動かす場合は、各軸に適切な原点復帰方式に設定し直してください。

<立上げ手順>

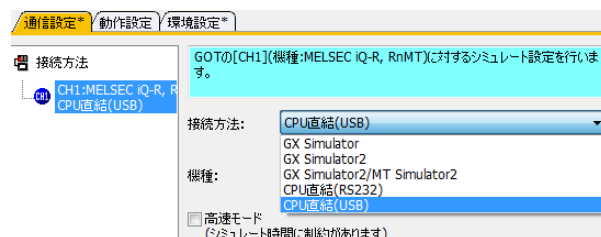
- ①ダウンロードした圧縮ファイルを任意のフォルダに解凍してください。
- ②解凍したファイルをダブルクリックして、それぞれのプログラミングツールを立ち上げます。
- ③ラダープログラム、GOT画面データは英語環境での設定となっています。日本語環境で使用する場合は、初回立上げ時にラダープログラムはGX Works2の「ツール」→「言語の選択」にてプロジェクト言語を「英語」→「日本語」に、GOT画面データはGT Works3の言語切替えプレビュー列 No. を「2」→「1」に設定変更してください。
- ④使用するCPUタイプ、GOTタイプに合わせ機種設定を変更してください。
- ⑤シーケンサCPU、シンプルモーション、GOTにそれぞれのサンプルデータを書込んでください。
- ⑥すべての書き込みが完了したら、シーケンサCPUをRESETしてください。

<運転方法>

GOTのスイッチにより各種運転を起動します。

GOTが無い場合はGT Works3のシミュレータ機能*、またはGX Works2のデバイステスト機能で該当タッチキーのデバイスを操作して運転してください。

※GT Works3のシミュレータ機能を使用する場合は「シミュレータ設定」の「通信設定」で接続方法をCPU直結に設定してシミュレータを起動してください。



- ①システムが立ち上がったら、GOTのメイン画面で機械原点復帰タッチキーをタッチして機械原点復帰を行います。正常に完了すると原点復帰完了ランプと自動運転許可ランプが点灯します。
- ②原点復帰完了後、[設定画面]で締め付けるネジのサイズとネジ長さ、押付けトルク、締め付け時間、ネジ穴の位置を設定します。設定完了後、[メイン画面]の運転開始スイッチをタッチすると自動運転が起動します。自動運転中に運転停止スイッチをタッチすると、自動運転が停止します。
- ③JOG運転の各スイッチにより各軸の単独運転を行います。

	動作	GOT スイッチ	デバイス No.
①	機械原点復帰	[メイン画面]原点セット	B02
	高速原点復帰	[メイン画面]原点復帰	B03
②	自動運転開始	[メイン画面]運転開始	B00
	自動運転停止	[メイン画面]運転停止	B01
	ネジ穴位置設定(X座標)	[設定画面]X座標数値	D110
	ネジ穴位置設定(Y座標)	[設定画面]Y座標数値	D120
	ネジサイズ設定	[設定画面]M2~M5, Manual Setting	B06~B0A B0B
	ネジ長さ設定	[設定画面]ネジ長さ数値	D150
	押付けトルク	[設定画面]押付けトルク数値	D107
	締め付け時間	[設定画面]締め付け時間数値	D104
	※締め付けトルク	[設定画面]締め付けトルク数値	D100
	※ネジピッチ	[設定画面]ネジピッチ数値	D101
③	各軸 JOG 運転(正転)	[手動運転画面]各軸の FWD	B10, B12, B14, B16
	各軸 JOG 運転(逆転)	[手動運転画面]各軸の REV	B11, B13, B15, B17
	各軸 JOG 速度	[手動運転画面]各軸の速度数値	D200, D202, D204, D206

※締め付けトルクとネジピッチは、ネジサイズ設定で[Manual Setting]を選択したときのみ、手動入力が可能です。M2~M5を選択したときは、自動で数値が設定されます。

【GOT サンプル画面】

[GOT : ホーム画面]



[GOT : メイン画面]

運転開始スイッチ
自動運転許可ランプが点灯中に ON すると、自動運転を開始します。

運転停止スイッチ
自動運転中に ON すると、自動運転を停止します。



設定されているネジサイズを表示します。変更は[設定画面]で行います。

異常が発生すると異常発生ランプが点灯します。リセットスイッチを ON することで解除できます。

機械原点復帰スイッチ
ON すると機械原点復帰を行います。正常に終了すると原点復帰完了ランプが点灯します。

高速原点復帰スイッチ
ON すると高速原点復帰を行います。全軸が退避位置に戻ります。

[GOT : 設定画面]

ネジサイズを選択します。
ネジサイズに対応した締付けトルクとネジピッチが自動的に設定されます。(下表参照)
ManualSettingを選択すると、締付けトルクとネジピッチが手動で設定できます。

ネジの締付けトルク (D100) とネジピッチ (D101) は、GOT のレシピ機能を使用して入力しています。

	M2	M2.5	M3	M4	M5
締め付けトルク (D100) (※)	134 (0.174Nm)	274 (0.356Nm)	488 (0.634Nm)	1139 (1.48Nm)	2292 (2.98Nm)
ネジピッチ (D101)	400 (400 μm)	450 (450 μm)	500 (500 μm)	700 (700 μm)	750 (750 μm)

※D100 の値は HG-KR43 モータの定格トルク (1.3Nm) に対する割合 (0.1%単位) で設定します。

[GOT : モニタ画面]

X, Y, Z 軸の送り現在位置が表示されます。

各軸の運転状態、電流値、速度が表示されます。

[GOT : 手動運転画面]

MITSUBISHI ELECTRIC MELSERVO-J4 Solutions
Changes for the Better

JOG運転

X軸 Y軸 Z軸 回転軸

FWD REV FWD REV FWD REV FWD REV

1000.00 mm/min 1000.00 mm/min 1000.00 mm/min 100 r/min

現在位置
X : 0.0000 mm Y : 0.0000 mm Z : 0.0000 mm Rotor : 0.00000 deg

ホーム画面 メイン画面 設定画面 モニタ画面 手動運転

各軸の JOG 運転を行います。

JOG 速度を設定します。

各軸の送り現在位置が表示されます。

<動作確認方法>

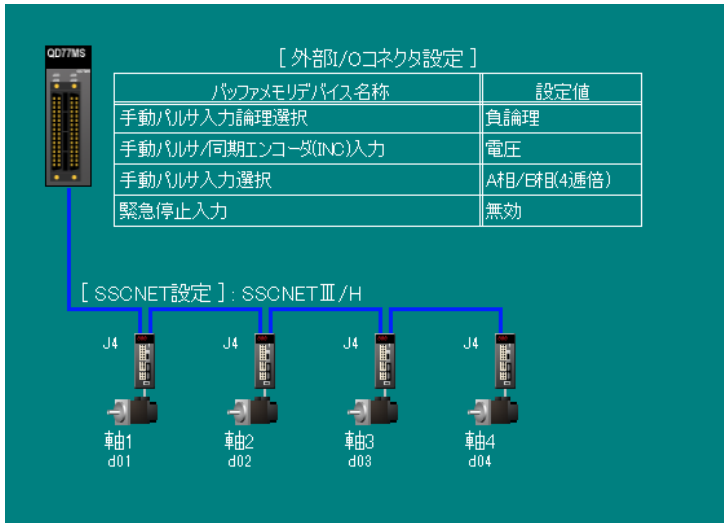
- ① シンプルモーションユニット設定ツールのデジタルオシロ機能を上げます。
- ② 自動運転起動(B0)の立ち上がりトリガ条件となっています。自動運転を起動することにより各軸の速度波形の採取を開始します。
- ③ 採取した波形にて動作内容の確認を行ってください。

⚠ 注意

- 本サンプルプログラムを実際のシステムへ流用するときは、対象システムにおいて、制御に問題がないことを十分検証してください。
- 対象システムにおいてインターロック条件が必要な箇所を検討し追加してください。

【シンプルモーション設定内容】

<システム設定>



- ・軸 1 : X 軸 (MR-J4-B)
- ・軸 2 : Y 軸 (MR-J4-B)
- ・軸 3 : Z 軸 (MR-J4-B)
- ・軸 4 : 回転軸 (MR-J4-B)

<パラメータ>

デフォルト値から変更のある項目を下表に示します。

項目	軸 1	軸 2	軸 3	軸 4
Pr. 1 単位設定	0:mm	0:mm	0:mm	2:degree
Pr. 2 1回転あたりのパルス数	4194304PLS	4194304PLS	4194304PLS	4194304PLS
Pr. 3 1回転あたりの移動量	5000.0μm	5000.0μm	5000.0μm	360.00000degree
Pr. 8 速度制限値	2000.00mm/min	2000.00mm/min	2000.00mm/min	720000.000degree/min
Pr. 12 ソフトウェアストロークリミット上限値	220000.0μm	220000.0μm	110000.0μm	0.00000degree
Pr. 13 ソフトウェアストロークリミット下限値	-20000.0μm	-20000.0μm	-20000.0μm	0.00000degree
Pr. 15 ソフトウェアストロークリミット有効/無効設定	有効	有効	有効	無効
Pr. 21 速度制御時の送り現在値	0:送り現在値の更新を行わない	0:送り現在値の更新を行わない	0:送り現在値の更新を行わない	1:送り現在値の更新を行う
Pr. 22 入力信号論理選択: 下限リミット	1:正論理	1:正論理	1:正論理	1:正論理
Pr. 22 入力信号論理選択: 上限リミット	1:正論理	1:正論理	1:正論理	1:正論理
Pr. 80 外部信号選択	2:QD77MS のバッファメモリを使用	2:QD77MS のバッファメモリを使用	2:QD77MS のバッファメモリを使用	2:QD77MS のバッファメモリを使用
Pr. 82 緊急停止有効/無効設定	1:無効			
Pr. 31 JOG 速度制限値	1000.00mm/min	1000.00mm/min	1000.00mm/min	360000.000degree/min
Pr. 43 原点復帰方式	6:データセット式	6:データセット式	6:データセット式	6:データセット式
Pr. 46 原点復帰速度	1000.00mm/min	1000.00mm/min	1000.00mm/min	360000.000degree/min

青字: デフォルト値
黒字: 設定箇所

ストロークリミットおよび原点復帰の設定は、実際の装置にあわせて設定し直してください。

<位置決めデータ>

100000.0 箇所はラダー回路で設定値を変更して運転します。

軸 1 : X 軸自動運転用

No.	運転パターン	制御方式	補間対象軸	加速時間No.	減速時間No.	位置決めアドレス	円弧アドレス	指令速度	ドウェルタイム	Mコード
1	0終了 <位置決めコメント>	01h:ABS 直線1	-	0:1000	0:1000	100000.0 μm	0.0 μm	1500.00 mm/min	0 ms	0

ネジ穴の位置を GOT で設定します。
初期設定値 : 100000.0 μm

軸 2 : Y 軸自動運転用

No.	運転パターン	制御方式	補間対象軸	加速時間No.	減速時間No.	位置決めアドレス	円弧アドレス	指令速度	ドウェルタイム	Mコード
1	0終了 <位置決めコメント>	01h:ABS 直線1	-	0:1000	0:1000	100000.0 μm	0.0 μm	1500.00 mm/min	0 ms	0

軸 3 : Z 軸自動運転用

No.	運転パターン	制御方式	補間対象軸	加速時間No.	減速時間No.	位置決めアドレス	円弧アドレス	指令速度	ドウェルタイム	Mコード
1	0終了 <位置決めコメント>	01h:ABS 直線1	-	0:1000	0:1000	100000.0 μm	0.0 μm	1000.00 mm/min	0 ms	0

原点からワークまでの距離を設定します。
実際には途中から押当て制御に切替えます。

押当て制御時の速度はネジのピッチによって
自動で設定します。

軸 4 : 回転軸

No.	運転パターン	制御方式	補間対象軸	加速時間No.	減速時間No.	位置決めアドレス	円弧アドレス	指令速度	ドウェルタイム	Mコード
7	0終了 <位置決めコメント>	04h:正転 速度1	-	0:1000	0:1000	0.00000 degree	0.00000 degree	43200.000 degree/min	0 ms	0

120r/min(1秒間に2回転)に設定します。

【サンプルラダー回路構成】

START
QD77MS シンプルモーションユニット起動処理
初期データ設定処理
JOG 運転処理
機械原点復帰処理
高速原点復帰処理
自動運転処理①：X 軸, Y 軸運転開始
自動運転処理②：Z 軸運転開始
自動運転処理③：Z 軸押当て制御切換え, 回転軸運転開始
自動運転処理④：回転軸押当て制御切換え
自動運転処理⑤：Z 軸トルク変更, 締め付け中
自動運転処理⑥：締め付け完了後, Z 軸と回転軸を高速原点復帰
自動運転処理⑦：運転停止処理
エラーリセット処理
GOT モニタ用信号処理
END

【使用デバイス】

・ユーザデバイス

デバイス No.	内容	デバイス No.	内容
B00	運転開始	D100	締め付けトルク (%)
B01	運転停止	D101	ネジピッチ (μm)
B02	機械原点復帰	D102	Z 軸押当て制御時速度制限値
B03	高速原点復帰	D104	締め付け時間
B04	エラーリセット	D107	Z 軸押当て制御時目標トルク
B06	ネジ設定 (M2)	D110	ネジ穴位置 (X 座標)
B07	ネジ設定 (M2.5)	D111	
B08	ネジ設定 (M3)	D120	ネジ穴位置 (Y 座標)
B09	ネジ設定 (M4)	D121	
B0A	ネジ設定 (M5)	D140	設定中のネジサイズ
B0B	ネジ設定 (手動)	D150	ネジ長さ
B0D	原点復帰完了ランプ	D152	Z 軸押当て制御切換え位置
B0E	異常発生ランプ	D200	X 軸 JOG 速度
B10	X 軸 JOG 運転 (正転)	D201	
B11	X 軸 JOG 運転 (逆転)	D202	Y 軸 JOG 速度
B12	Y 軸 JOG 運転 (正転)	D203	
B13	Y 軸 JOG 運転 (逆転)	D204	Z 軸 JOG 速度
B14	Z 軸 JOG 運転 (正転)	D205	
B15	Z 軸 JOG 運転 (逆転)	D206	回転軸 JOG 速度 (r/min)
B16	回転軸 JOG 運転 (正転)	D207	
B17	回転軸 JOG 運転 (逆転)	D208	回転軸 JOG 速度 (degree/min)
B20	自動運転許可ランプ	D209	

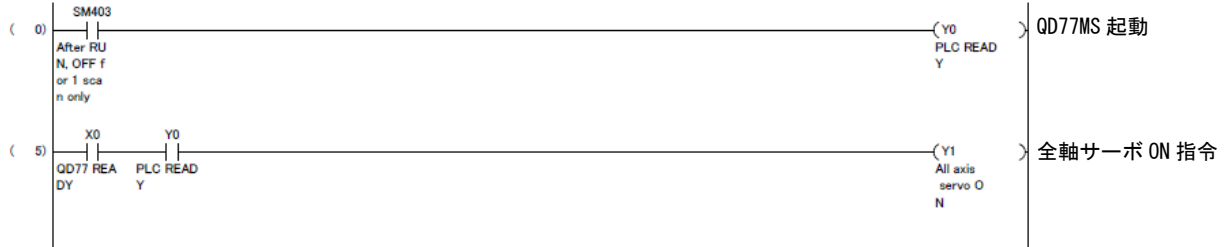
・ QD77MS 専用デバイス

デバイス No.	内容	デバイス No.	内容
X00	QD77 準備完了	Y00	シーケンサレディ
X08	軸 1 エラー検出	Y01	全軸サーボ ON
X09	軸 2 エラー検出		
X0A	軸 3 エラー検出		
X0B	軸 4 エラー検出		
X14	軸 1 位置決め完了		
X15	軸 2 位置決め完了		
U0¥G800	X 軸現在位置 (GOT)	U0¥G1502	X 軸エラーリセット
U0¥G809	X 軸運転状態 (GOT)	U0¥G1602	Y 軸エラーリセット
U0¥G812	X 軸速度 (GOT)	U0¥G1702	Z 軸エラーリセット
U0¥G817	X 軸ステータス	U0¥G1802	回転軸エラーリセット
U0¥G856	X 軸電流値 (GOT)	U0¥G1890	回転軸押当てモード時目標トルク
U0¥G900	Y 軸現在位置 (GOT)	U0¥G2006	X 軸位置決めアドレス
U0¥G909	Y 軸運転状態 (GOT)	U0¥G8006	Y 軸位置決めアドレス
U0¥G912	Y 軸速度 (GOT)		
U0¥G917	Y 軸ステータス		
U0¥G956	Y 軸電流値 (GOT)		
U0¥G1000	Z 軸現在位置 (GOT)		
U0¥G1009	Z 軸運転状態 (GOT)		
U0¥G1012	Z 軸速度 (GOT)		
U0¥G1017	Z 軸ステータス		
U0¥G1054	Z 軸モータ回転数		
U0¥G1056	Z 軸電流値 (GOT)		
U0¥G1100	回転軸現在位置 (GOT)		
U0¥G1109	回転軸運転状態 (GOT)		
U0¥G1112	回転軸速度 (GOT)		
U0¥G1117	回転軸ステータス		
U0¥G1154	回転軸モータ回転数		
U0¥G1156	回転軸電流値 (GOT)		

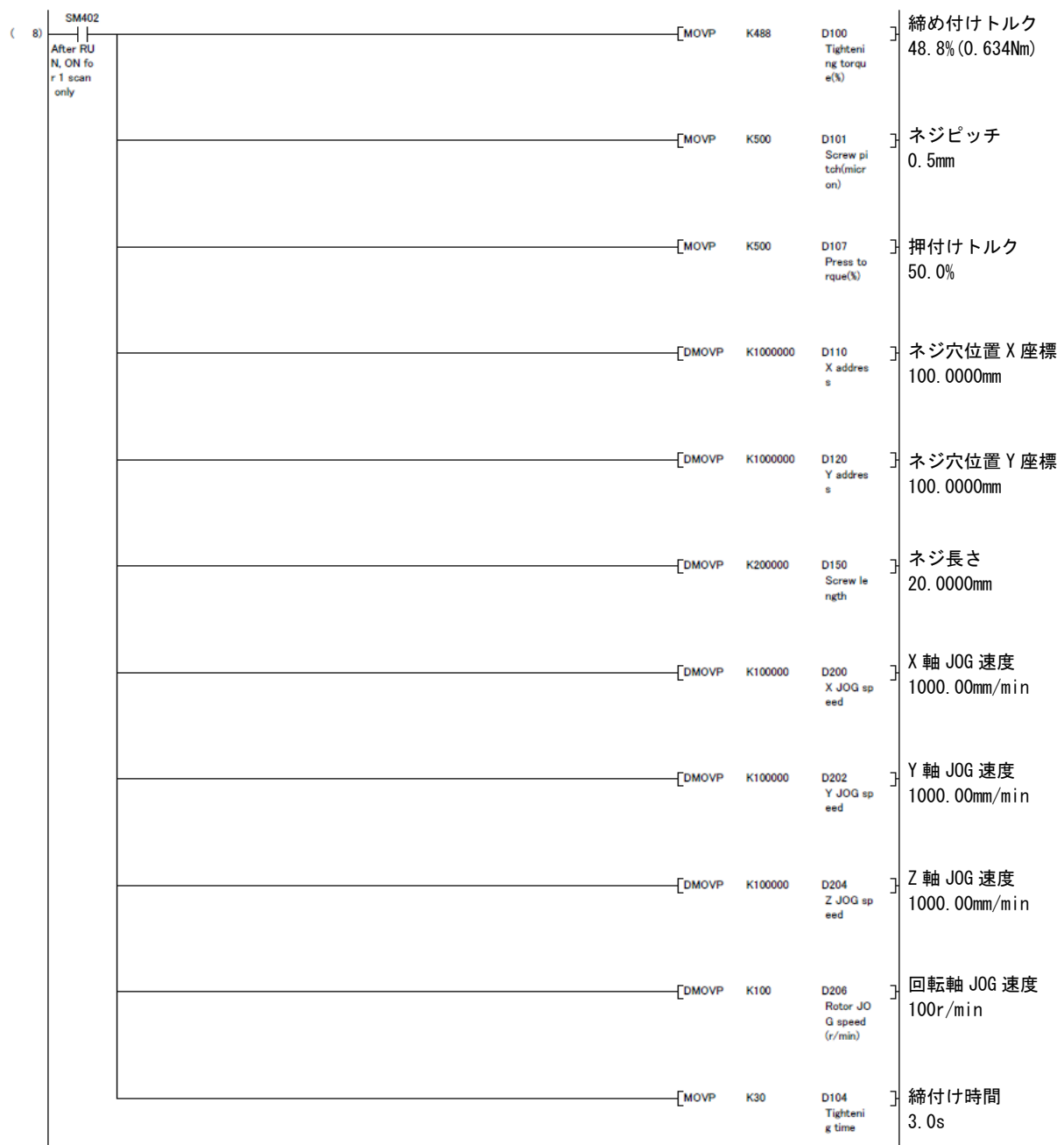
【ラダー回路】

下記ラダー回路中で使用しているファンクションブロックの詳細については、別紙ファンクションブロック説明書 (BCN-B62005-689) を参照してください。

QD77MS シンプルモーシヨユニット起動



初期設定 : GOT で入力するデータの初期値を設定



初期設定：数値換算

(190)	SM400 Always ON	[*]	K12	D101 Screw pitch(micron)	D102 Z speed limit value	Z 軸押当てモード時 速度制限値換算 (下式参照)	
		[D-]	K1000000	D150 Screw length	D152 Control mode change position		Z 軸押当て制御切換え位置 (10cm)-(ネジ長さ)
		[D*]	K360000	D206 Rotor JOG speed (r/min)	D208 Rotor JOG Speed (deg/min)		回転軸 JOG 速度 r/min⇒deg/min 変換
		[*]	K95	D100 Tightening torque(%)	D300 temp		締付けトルク判定値 (95%)の算出
		[D/]	D300 temp	K100	D115 Tightening torque 95%		

Z 軸押当て制御時速度制限値について

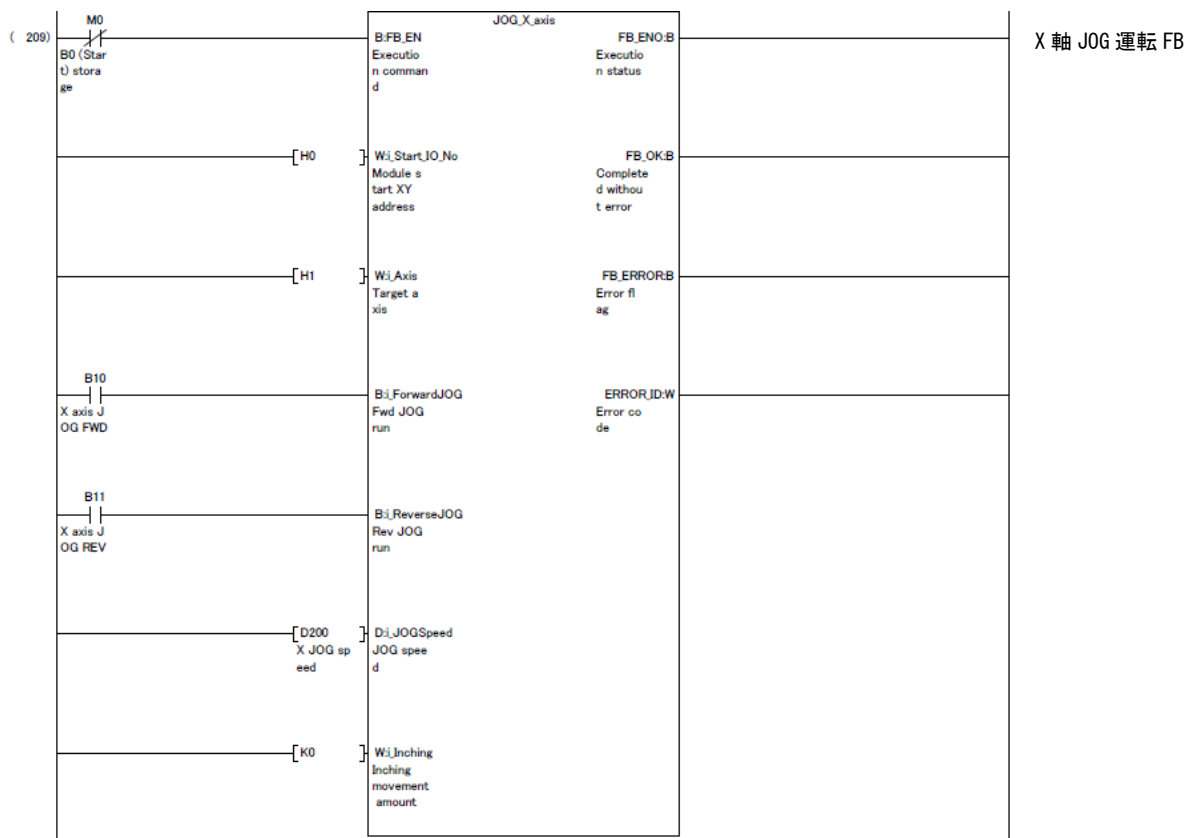
本サンプルプログラムでは、押当て制御時に回転軸が 120[r/min]，すなわち 1 秒間に 2 回転し、ネジを締付けます。この時、ネジは 1 秒間に 2 回転分だけ下降するため、Z 軸は 1 秒間にネジピッチ (D101) × 2 [mm] だけ進めばよいことになります。

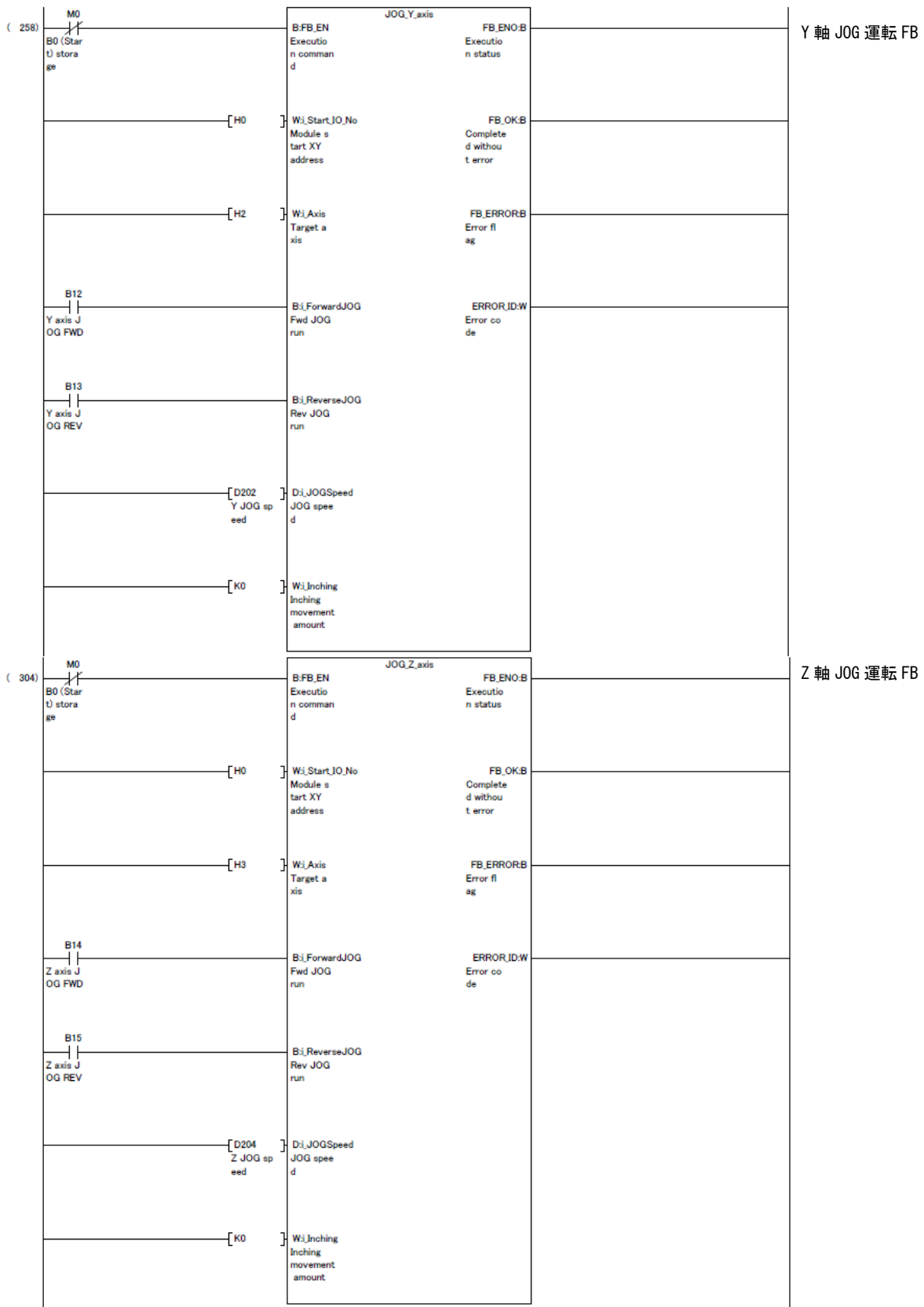
よって、Z 軸の押当て制御時速度制限値 (D102) は次の式で求めます。

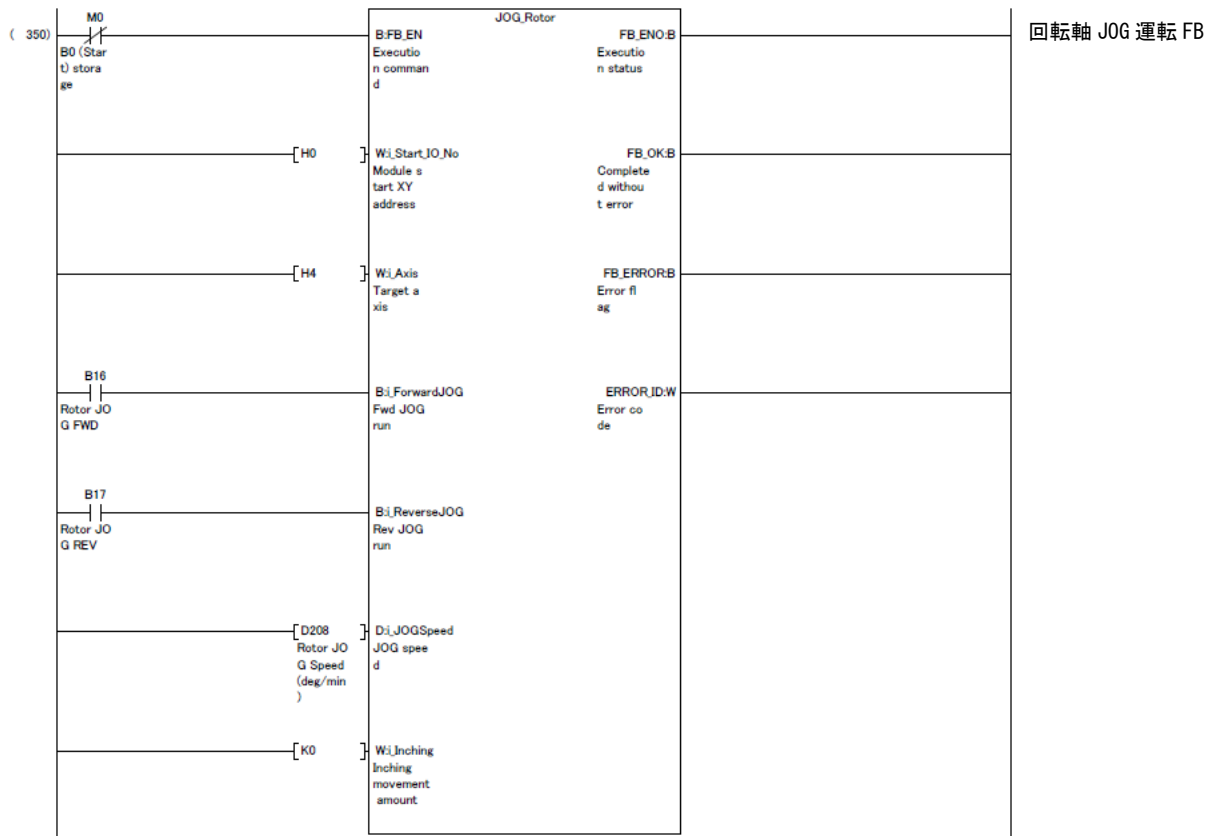
$$\text{Z 軸押当て制御時速度制限値 (D102) } [\times 10^{-2}\text{mm/min}] = \text{ネジピッチ (D101) } [\times 10^{-3}\text{mm}] \times \frac{60[\text{s}]}{1[\text{min}]} \times \frac{2[\text{rev}]}{1[\text{s}]}$$

∴ Z 軸速度制限値 (D102) = ネジピッチ (D101) × 12

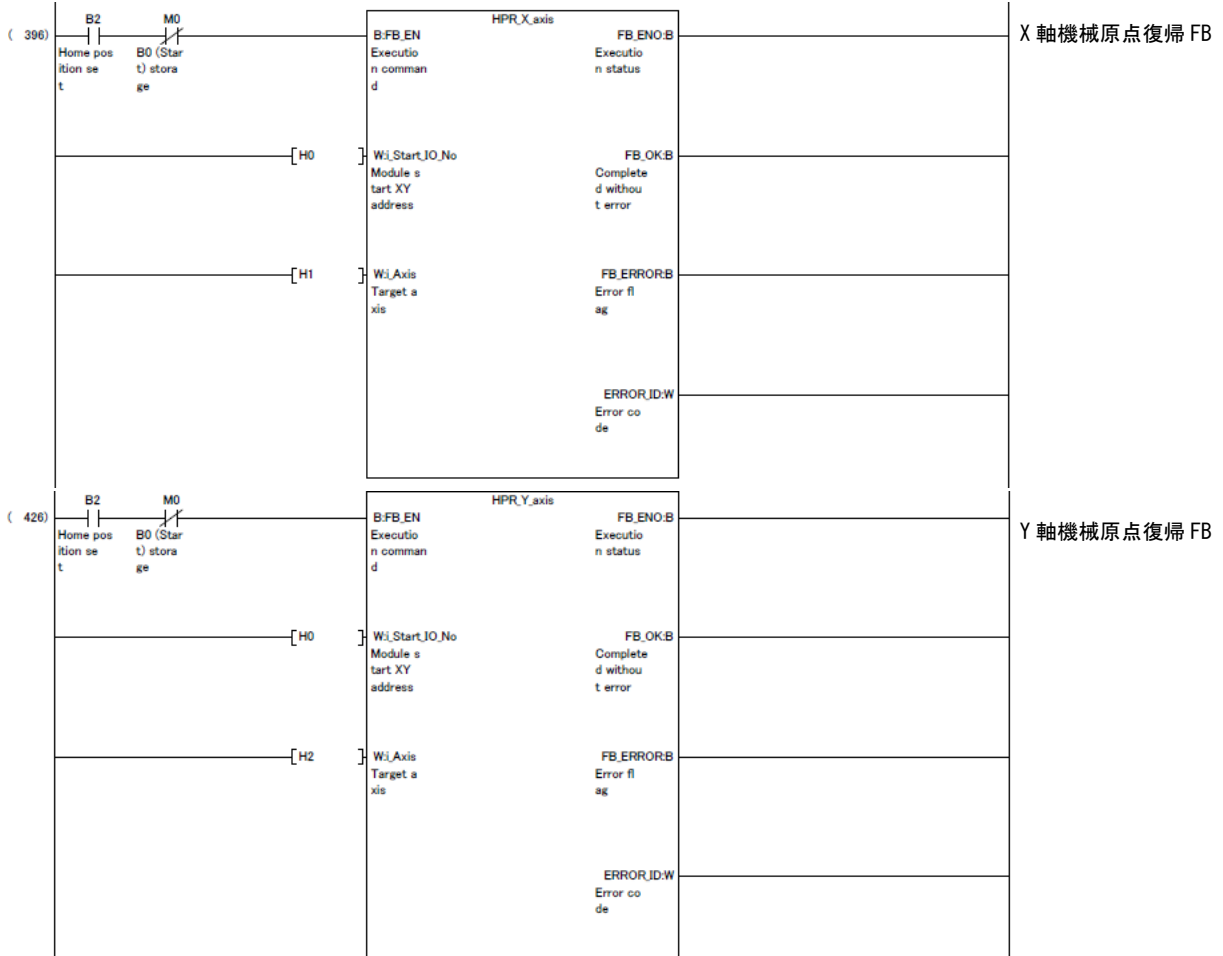
JOG 運転

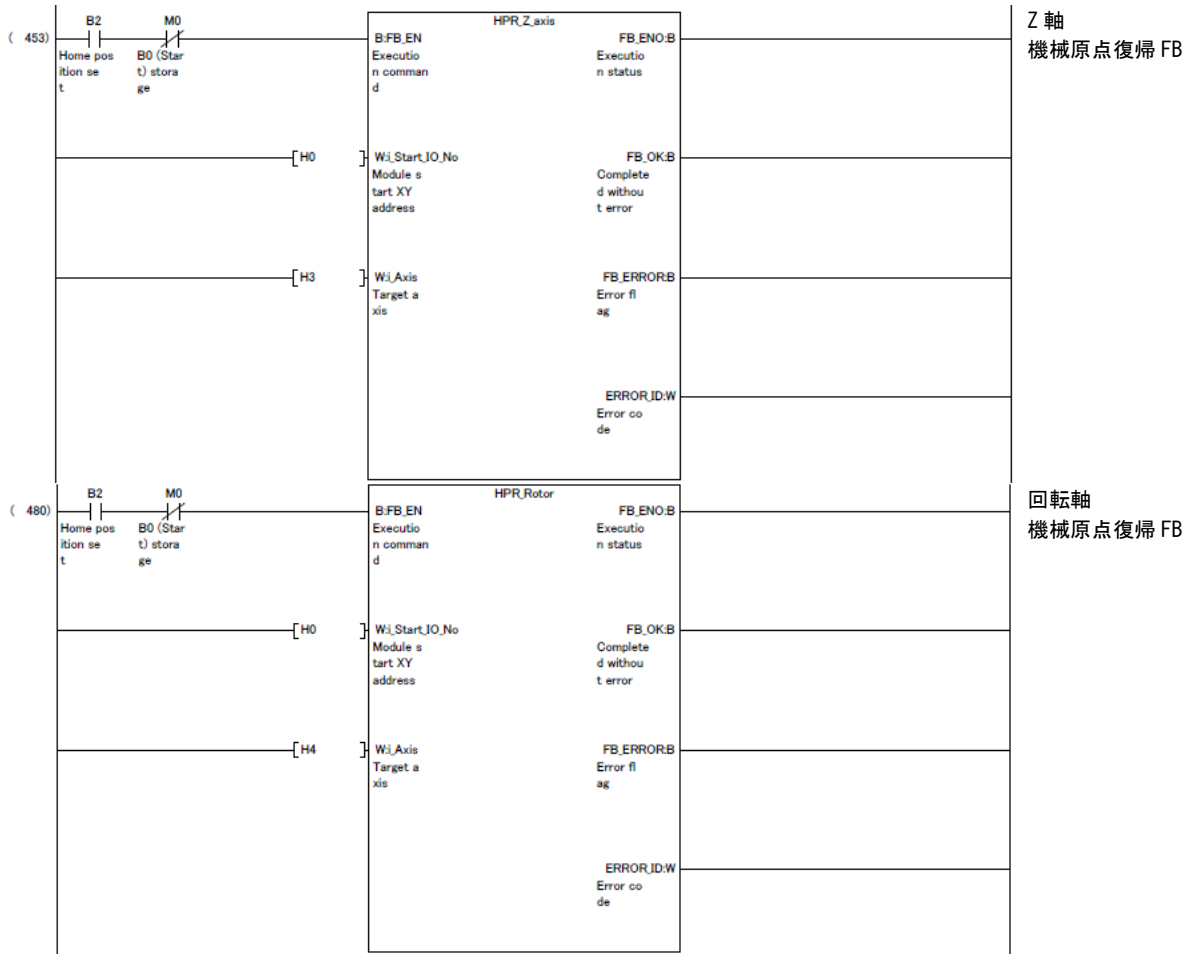




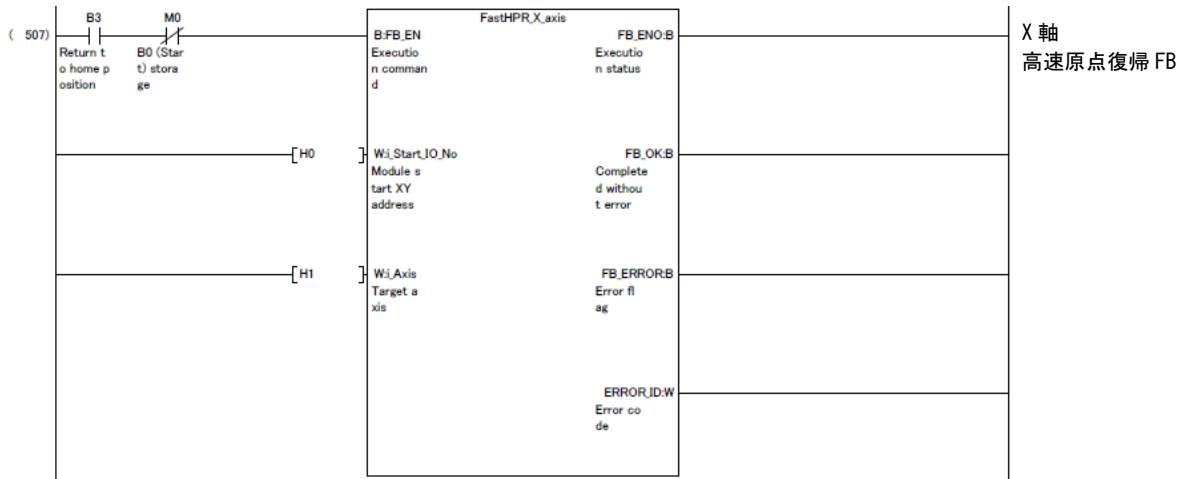


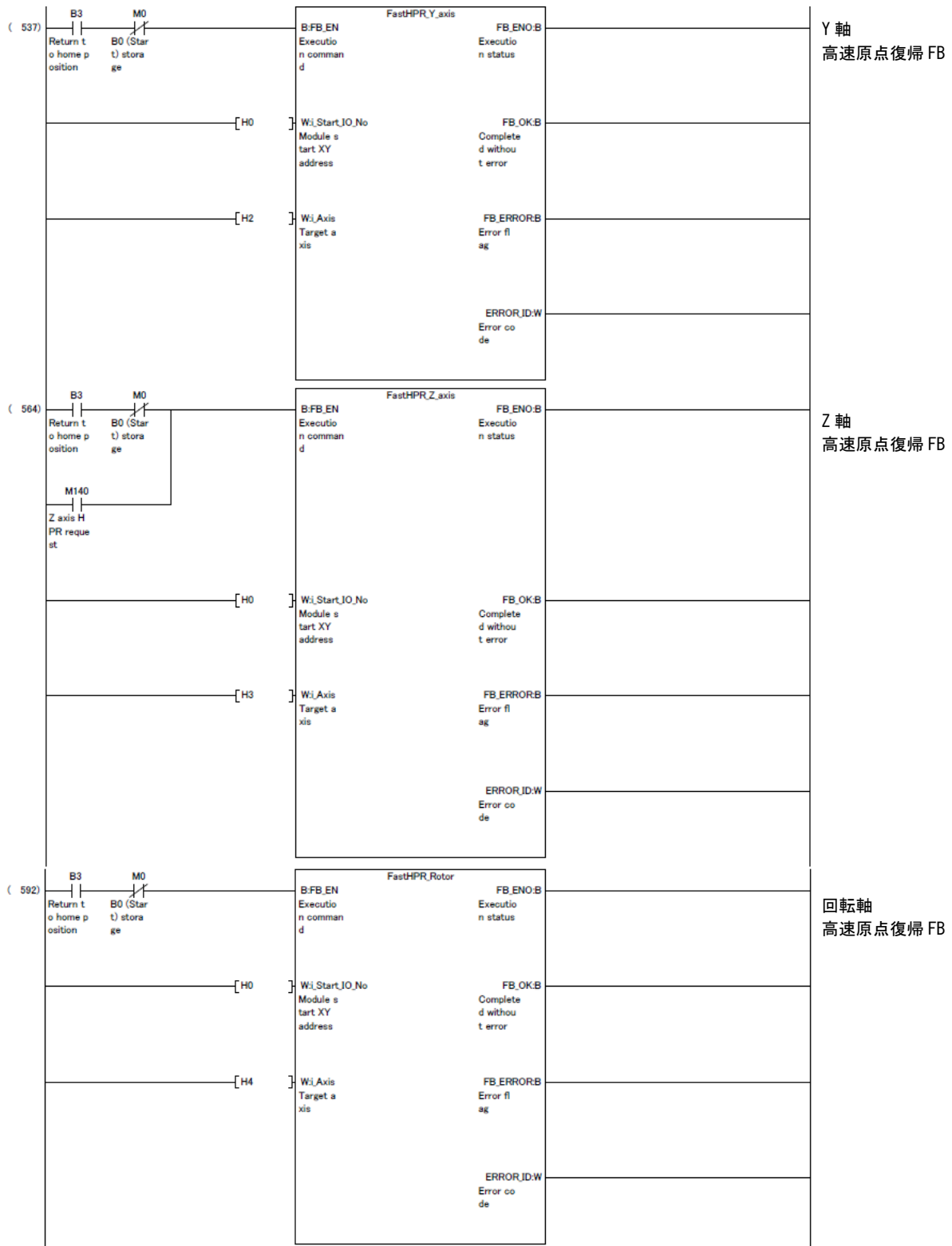
機械原点復帰



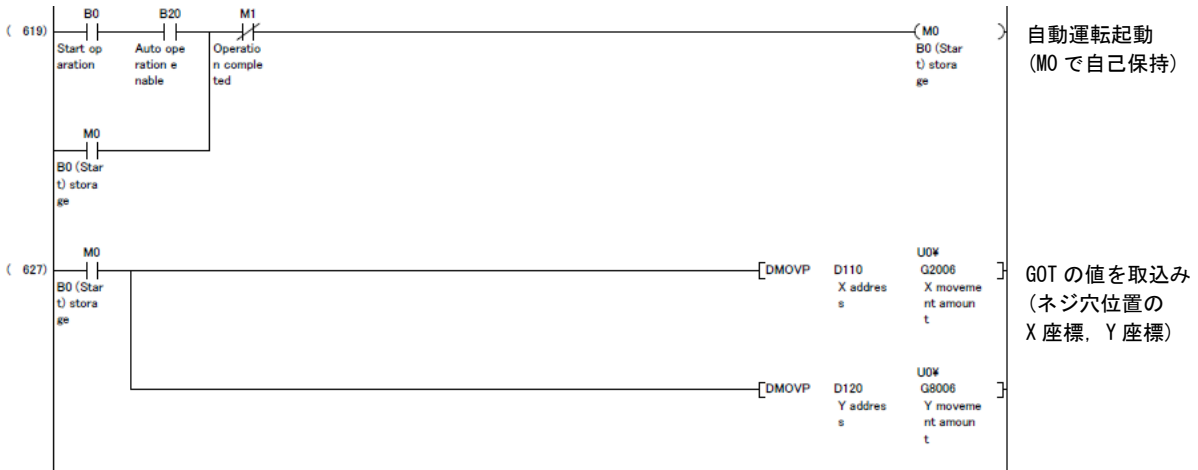


高速原点復歸

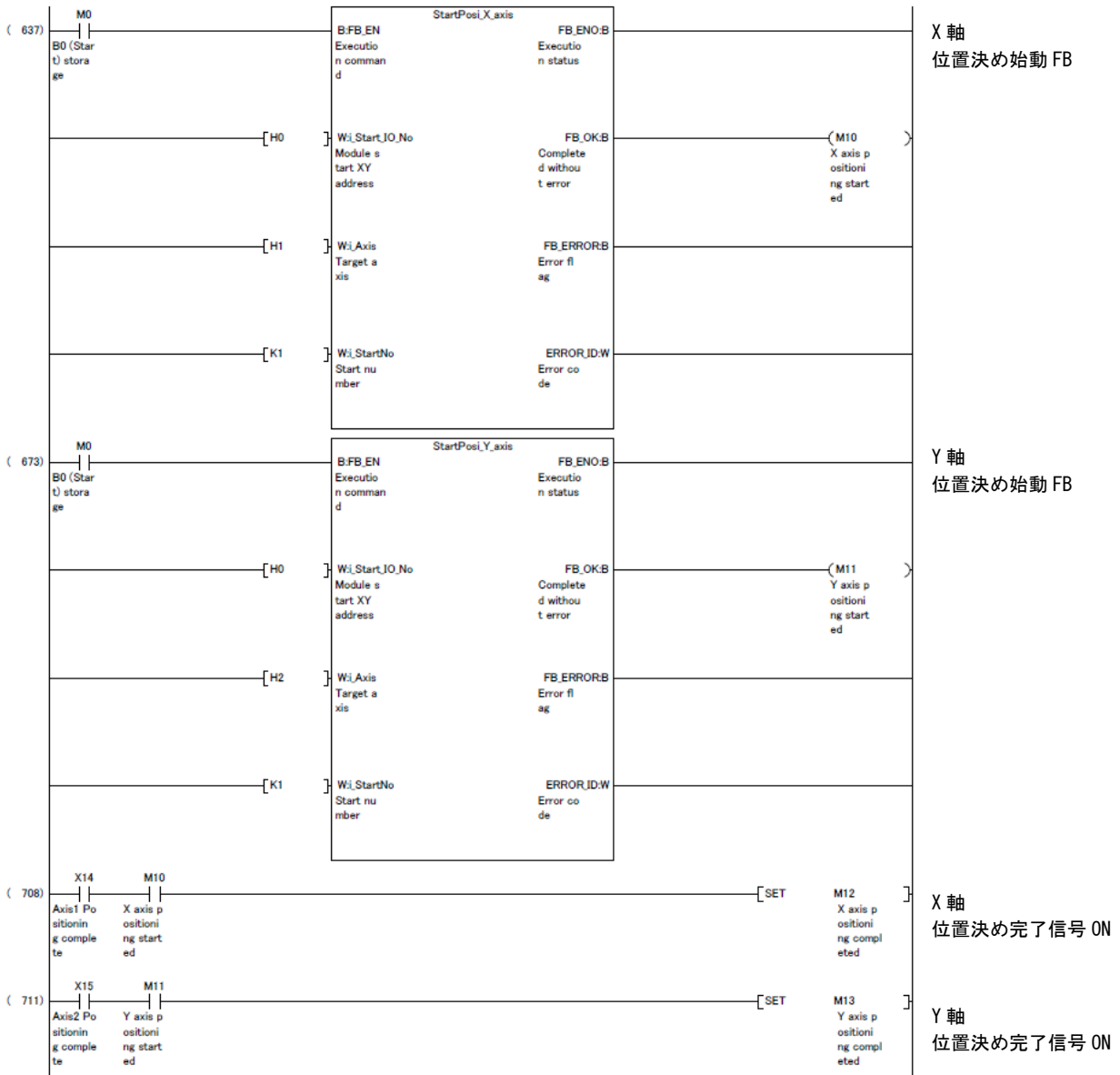


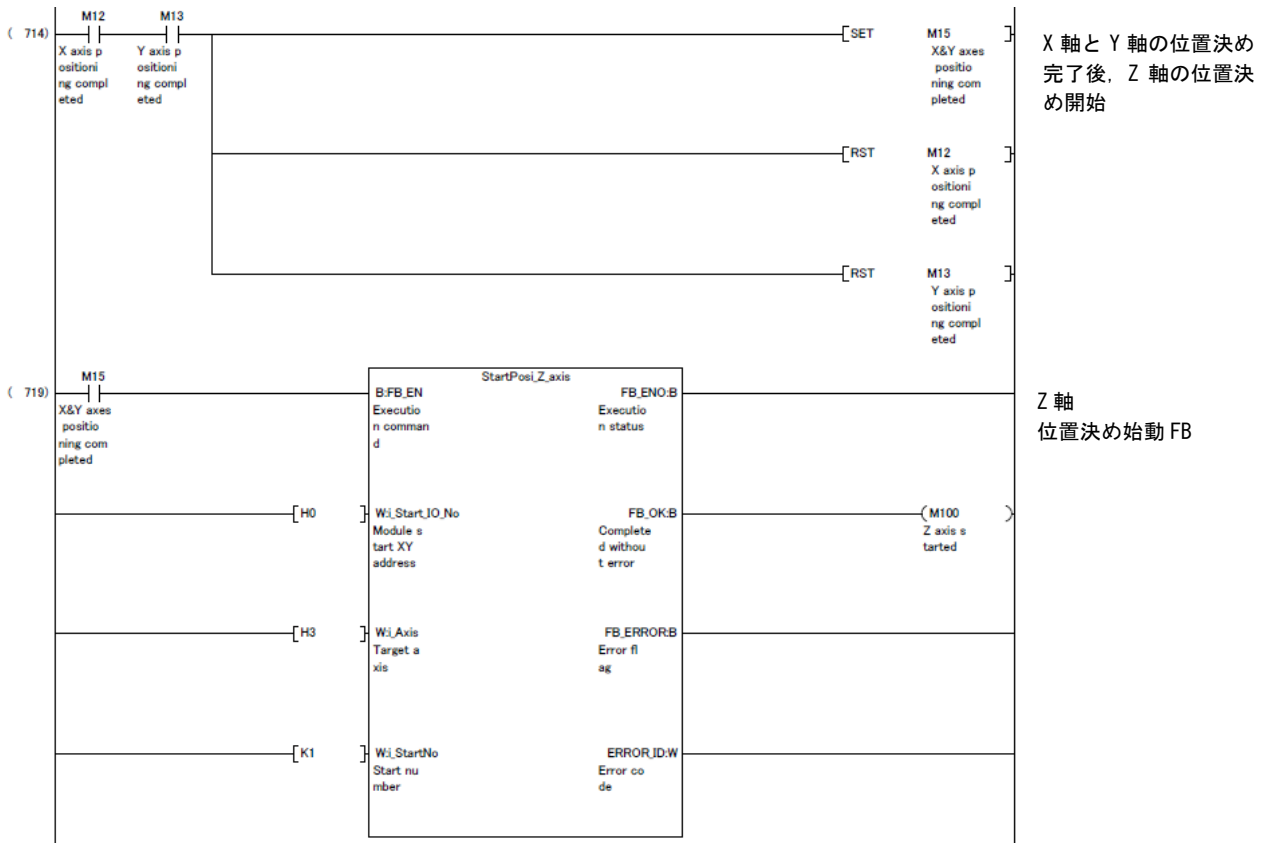


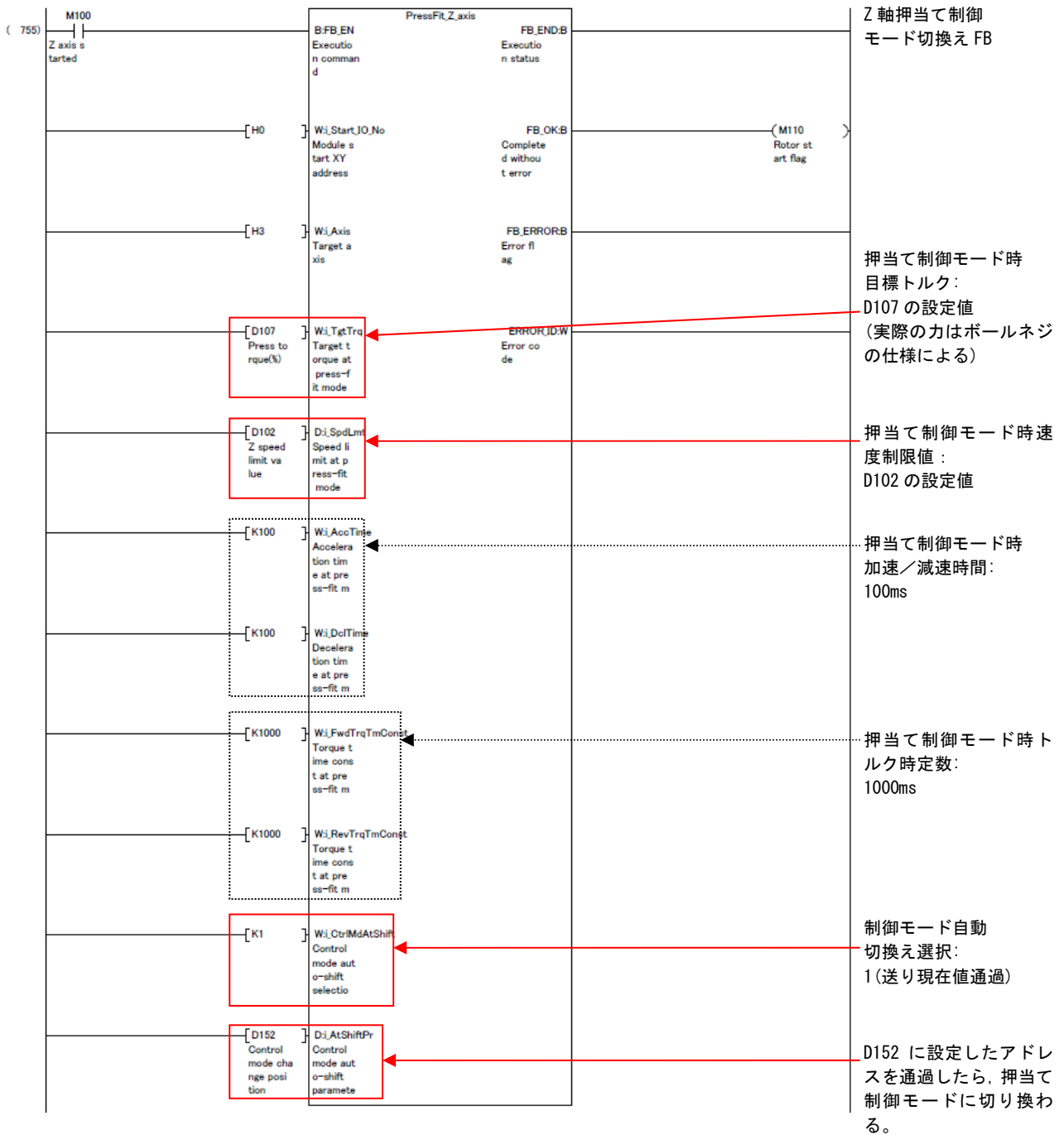
自動運転

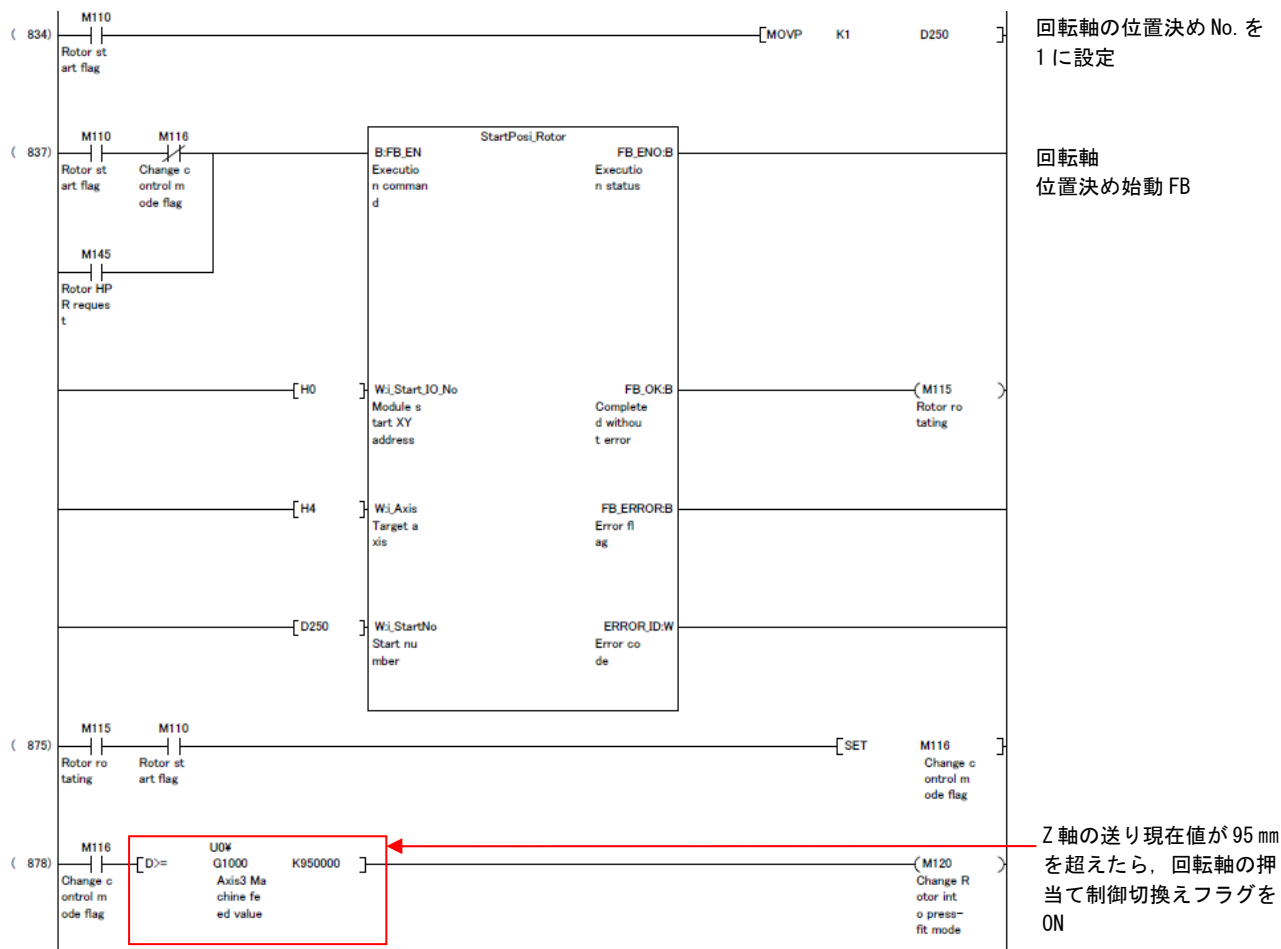


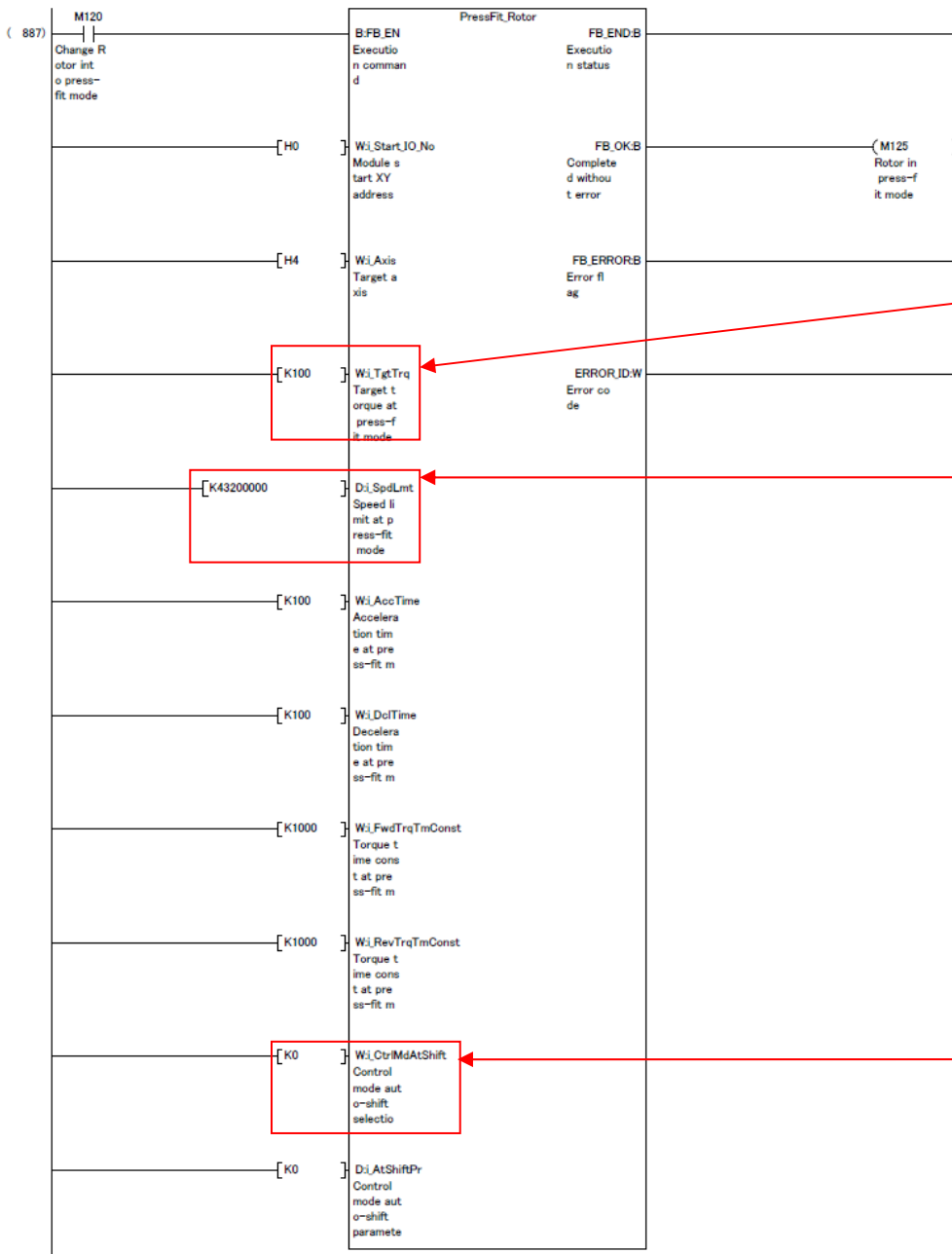
X 軸, Y 軸の位置決め始動 FB の実行前に, 各軸の位置決めデータ No. 1 の位置決めアドレスに GOT 画面で設定した数値を設定します。









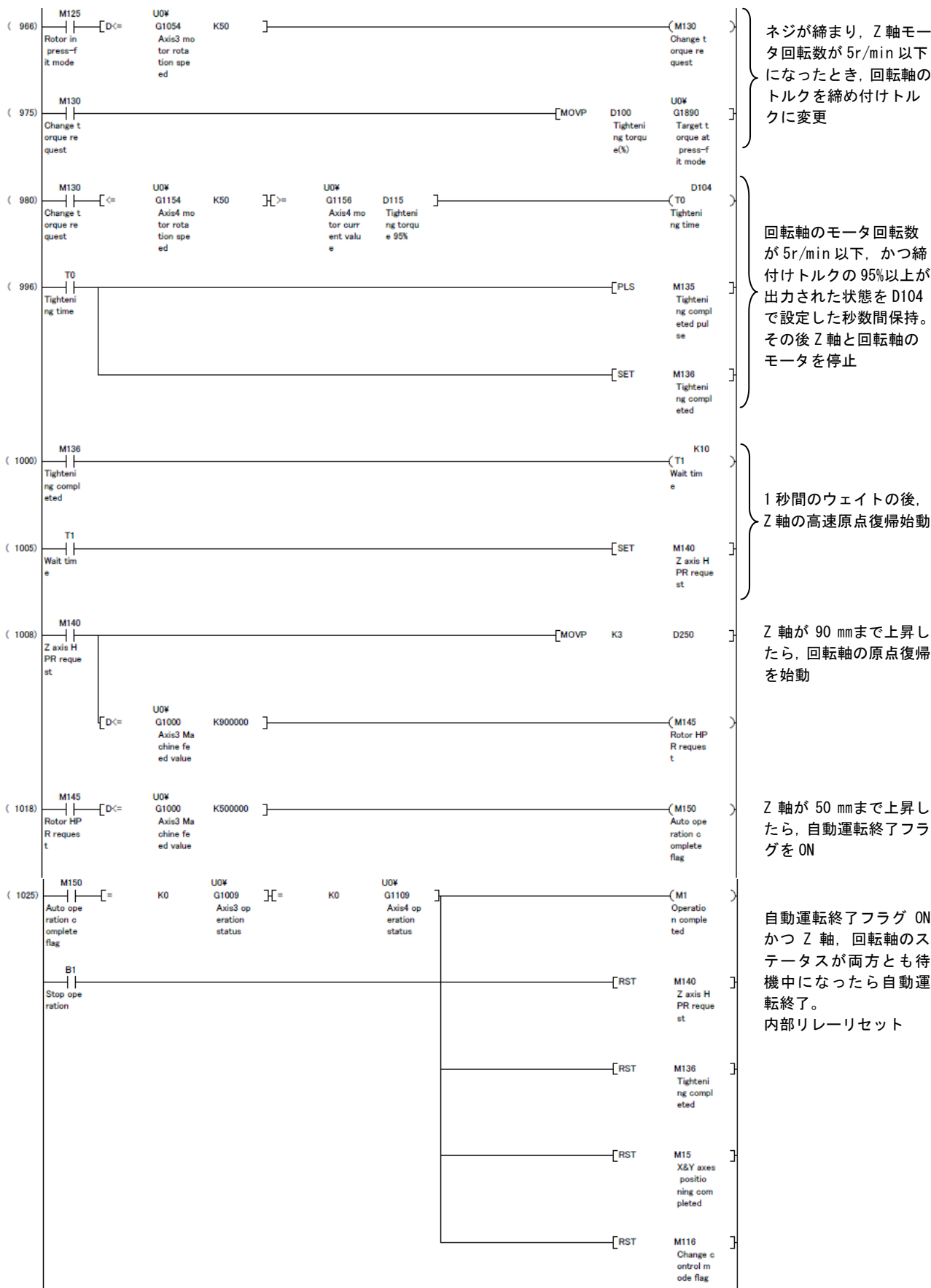


回転軸押当て制御
モード切換え FB

押当て制御時目標
トルク:10%
(締め付け開始時は緩く)

押当て制御時速度制限値:
43200.000deg/min
= 120r/min
= 2r/s
(1秒間に2回転)

制御モード自動切換え選択:
0(切換え条件なし)
FB実行後,直ちに制御モード
変更



ネジが締め、Z軸モータ回転数が5r/min以下になったとき、回転軸のトルクを締め付けトルクに変更

回転軸のモータ回転数が5r/min以下、かつ締め付けトルクの95%以上が出力された状態をD104で設定した秒数間保持。その後Z軸と回転軸のモータを停止

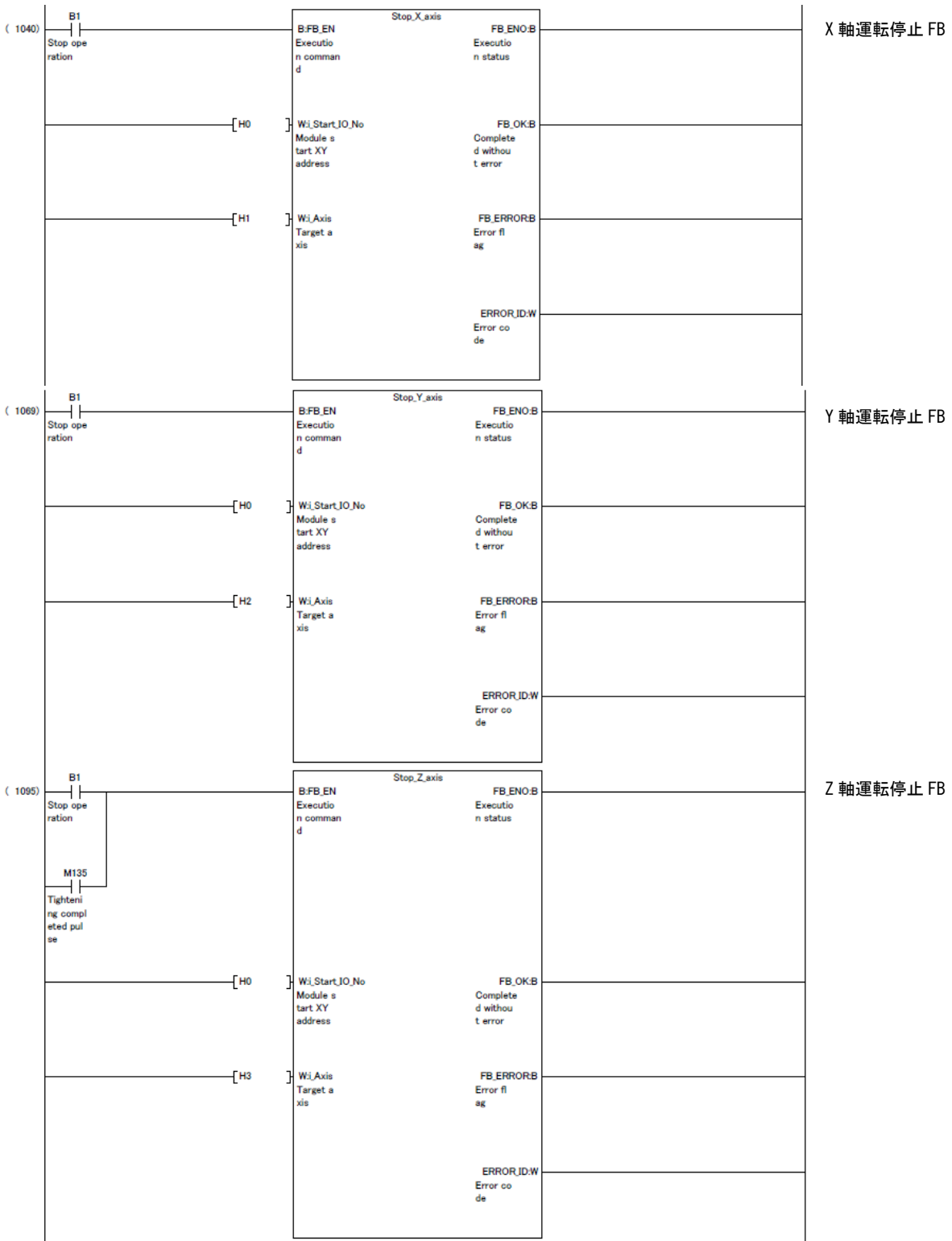
1秒間のウェイトの後、Z軸の高速原点復帰始動

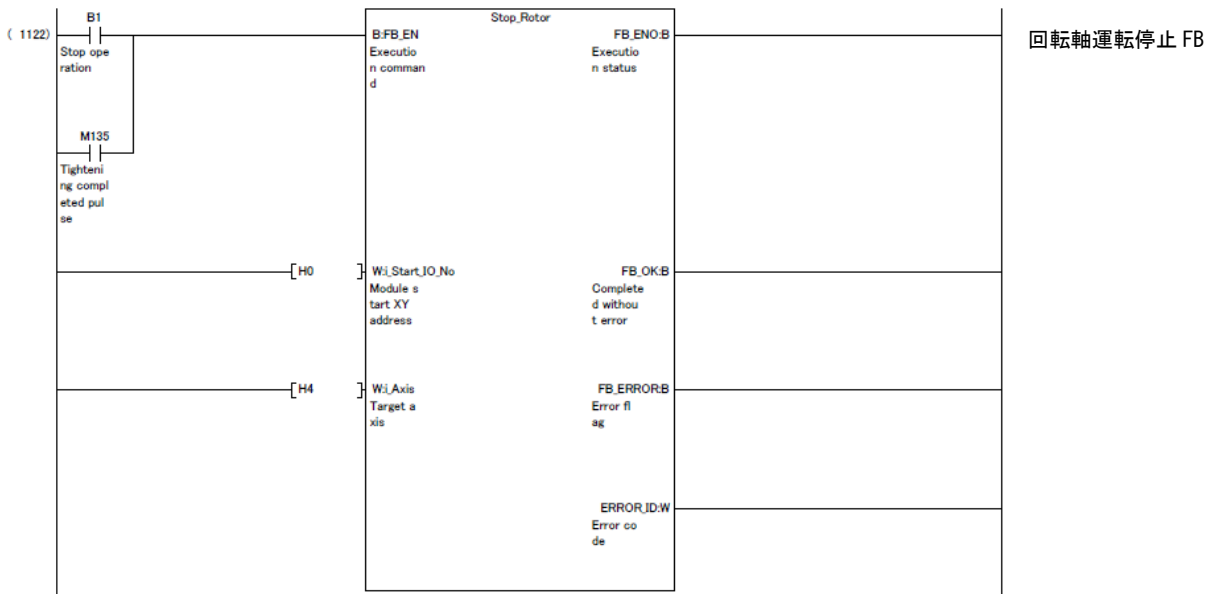
Z軸が90mmまで上昇したら、回転軸の原点復帰を始動

Z軸が50mmまで上昇したら、自動運転終了フラグをON

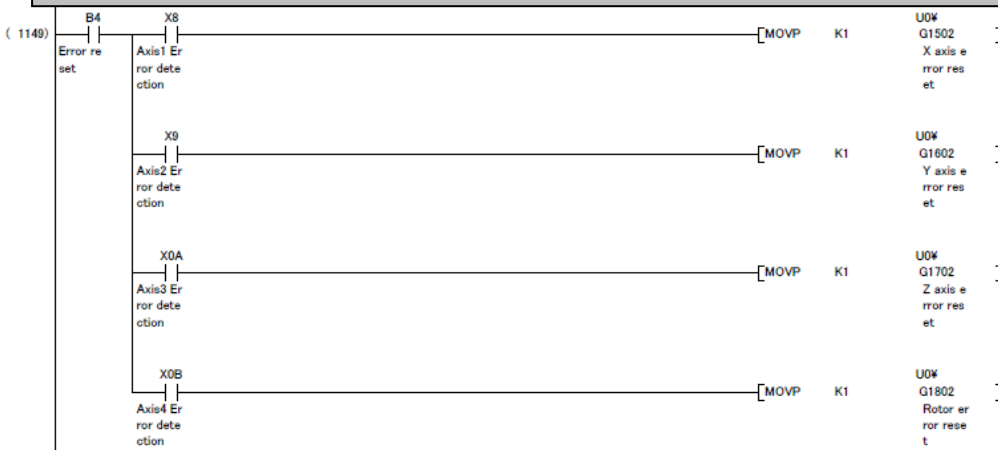
自動運転終了フラグONかつZ軸、回転軸のステータスが両方とも待機中になったら自動運転終了。内部リレーリセット

自動運転停止処理

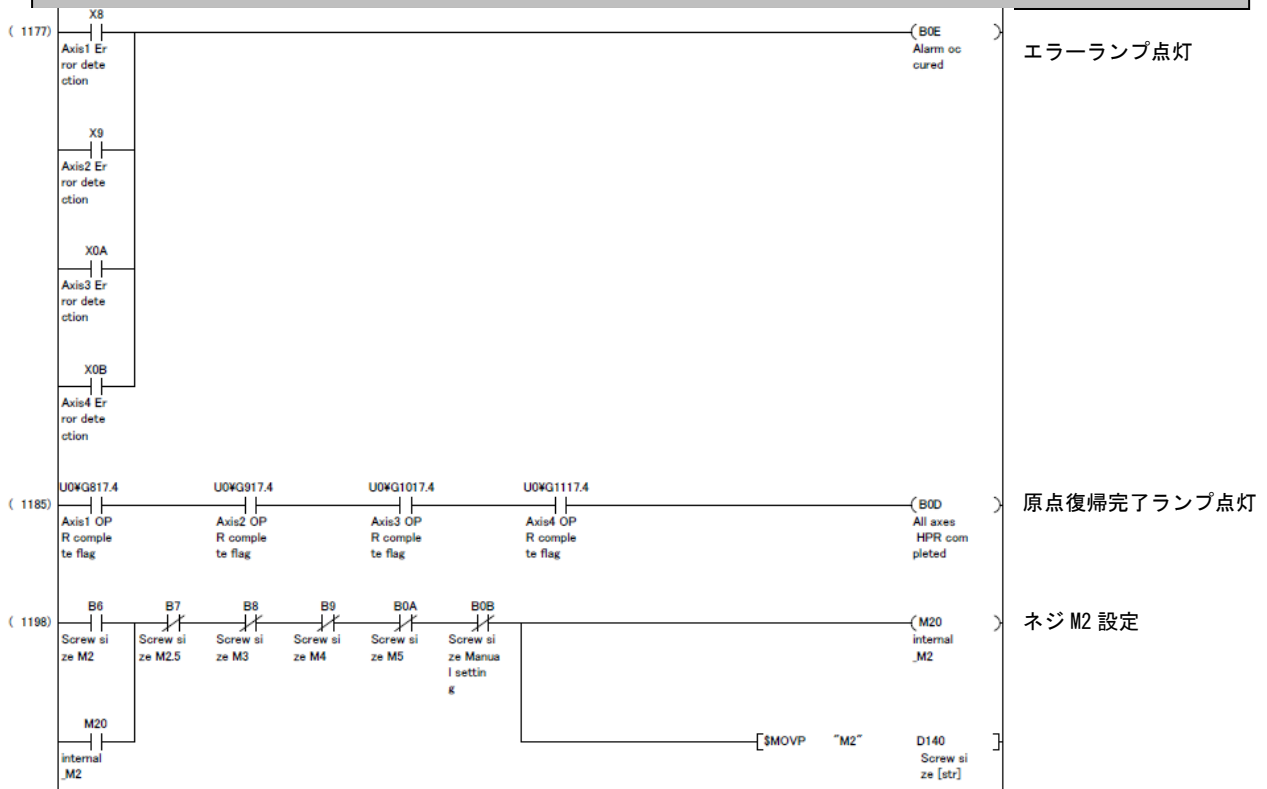


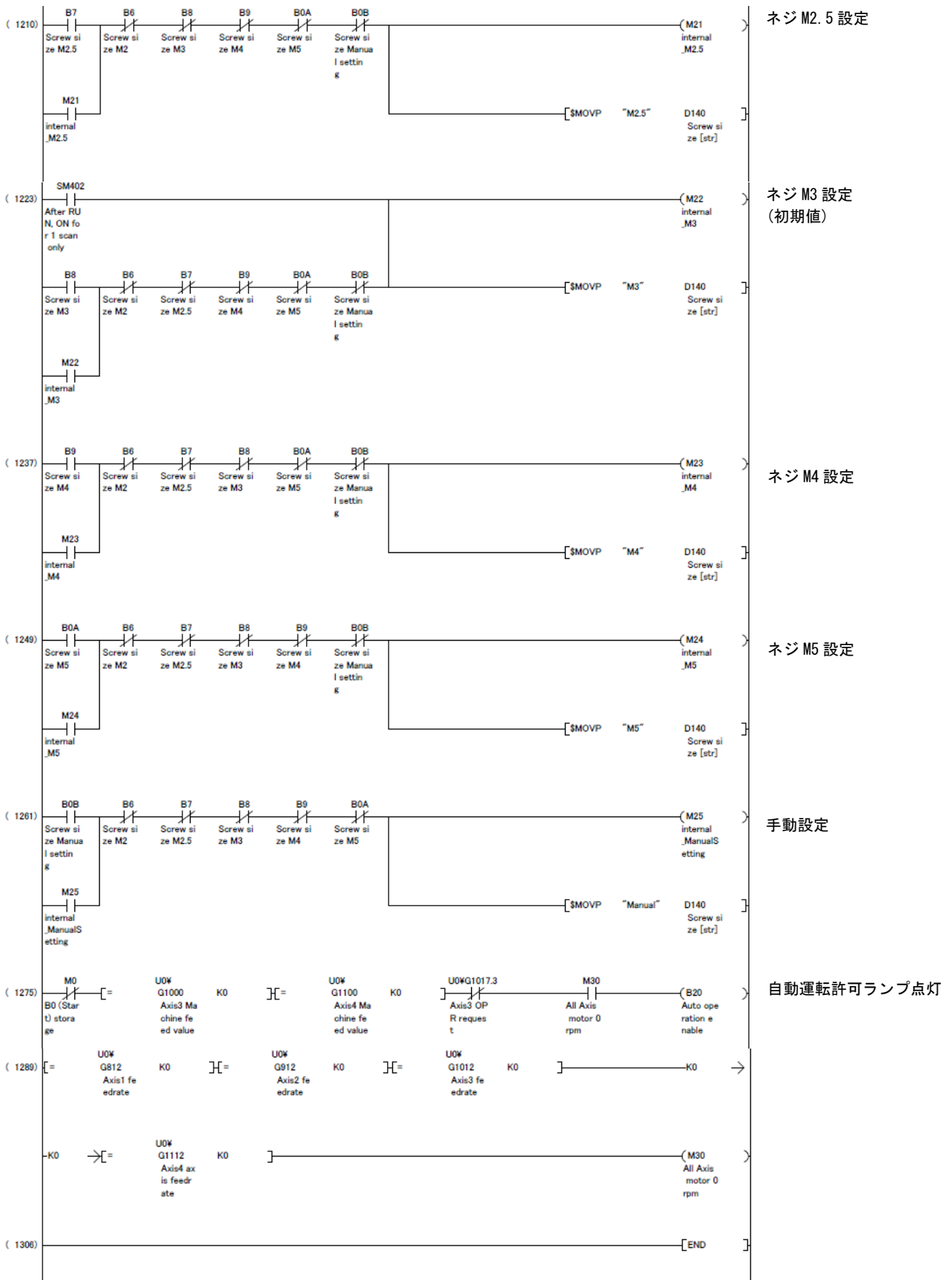


エラーリセット



GOTモニタ用信号





ネジ M2.5 設定

ネジ M3 設定
(初期値)

ネジ M4 設定

ネジ M5 設定

手動設定

自動運転許可ランプ点灯