

SIEMENS

SIMATIC

PID 温度コントロール

マニュアル

はじめに、目次

概要

連続温度コントローラ FB 58
"TCONT_CP"

FB 58"TCONT_CP"でのコントローラ調整

温度ステップコントローラ FB59
"TCONT_S"

はじめに

温度コントローラの例

付録

略語と頭字語

インデックス

1

2

3

4

5

6

A

B

安全の手引き

このマニュアルには、ユーザの安全を守るため、および製品や接続された機器の損傷を防ぐために守らなければならない注意事項が記載されています。これらの注意事項は、下記シンボルで強調表示され、重要度に応じて次のテキストでランク付けされています。



危険

適切な注意が払われない場合、極めて高い可能性で、人に致命傷あるいは重傷を及ぼしたり、機器に重大な損傷を与える恐れがあります。



警告

適切な注意が払われない場合、人に致命傷あるいは重傷を及ぼしたり、機器に重大な損傷を与える恐れがあります。



注意

適切な注意が払われない場合、人に傷害を及ぼす恐れがあります。

注意

適切な注意が払われない場合、機器に損傷を与える恐れがあります。

注

製品とその取り扱い方法や、マニュアルの該当部分に関する重要な情報を記載しています。

有資格者

機器の取り付けと作業は、必ず資格のあるスタッフが行ってください。有資格者とは、安全基準に従って機器とシステムの配線と接地を行う資格のあるスタッフです。

正しい使用方法

次の点に注意してください。



警告

この製品とそのコンポーネントは、カタログまたは説明書に記載されている用途にのみ使用可能であり、またシーメンスが許可あるいは推奨するメーカーの機器やコンポーネントとの接続においてのみ使用可能です。

この製品は、輸送、保管、セットアップ、取り付けが正しく行われ、推奨されているとおり、適切な操作とメンテナンスが行われた場合にのみ、安全かつ正確に機能します。

商標

SIMATIC(R)、SIMATIC HMI(R)、および SIMATIC NET(R) は、SIEMENS AG の登録商標です。

第三者が、このマニュアルに記載されている商標に属する名称を許可なく使用した場合、商標権を侵害する可能性があります。

Copyright (C) Siemens AG 2001 All rights reserved

本文書またはその内容の複製、伝送、使用は書面による許可なしでは行ってはならなし。これに違反した場合、損害に対して責任を負うものとする。特許許可または実用新案の登録、意匠登録によって作成された権利を含むすべての権利は保留されています。

Siemens AG
Bereich Automatisierungs- und Antriebstechnik
Geschäftsgebiet Industrie-Automatisierungssysteme
Postfach 4848, D- 90327 Nuernberg

Siemens Aktiengesellschaft

免責事項

本マニュアルの内容は、実際のハードウェアおよびソフトウェアと一致するよう細心の注意を払っています。ただし、相違点をすべて取り除くことはできないため、完全な一致を保証するものではありません。本マニュアルの内容は定期的に見直され、必要な訂正は次の版で行われます。ご意見やご要望などありましたら、お知らせください。

(C)Siemens AG 2001
技術データは予告なく変更されることがあります。
A5E00216941-01



はじめに

このマニュアルの目的

[標準ライブラリ|PID コントロール]から温度コントローラブロックを使用する場合に、このマニュアルが役に立ちます。このマニュアルには、コントローラブロックのファンクションに関する基礎知識が記載されています。また、特にコントローラの調整方法、およびブロックに応じたパラメータを設定するときに使用するユーザインターフェースの使用法に関する基礎知識も記載されています。ブロックとユーザインターフェースに関するオンラインヘルプシステムがあります。ブロックのパラメータを設定するときに、このオンラインヘルプが役立ちます。

このマニュアルは、プログラマブルコントローラのプログラミング、コンフィグレーション、コミッショニング、およびサービスに関係する有資格者を対象としています。

若干時間をかけて第 6 章の「温度コントローラの例」を学習することをお勧めします。これらの例を検討すれば、温度コントローラの適用をすばやく簡単に理解できます。

必要な基本知識

このマニュアルを理解するには、オートメーションエンジニアリングとクローズドループコントロールの基礎知識が必要です。

また、Windows 95/98/NT/2000 または Me オペレーティングシステムによるコンピュータまたは類似のツールの使用方法に関する基礎知識も必要です。PID 温度コントロールは、STEP 7 基本ソフトウェアと一緒に使用されるため、

「Programming with STEP 7 V5.1」マニュアルに記述されているような基本ソフトウェアの使用方法に関する基礎知識が必要です。

このマニュアルの適用範囲

このマニュアルは、STEP 7 プログラミングソフトウェアバージョン V5.1 サービスパック 3 以上の[標準ライブラリ|PID コントロール]の温度コントローラに適用されます。

STEP 7 ドキュメントパッケージ

このマニュアルは、STEP 7 基本情報 ドキュメントパッケージの一部です。

マニュアル	目的	オーダ番号
STEP 7 基本情報 <ul style="list-style-type: none"> 『Working with STEP 7 V5.1 Getting Started』 『Programming with STEP 7 V5.1』 『Configuring Hardware and Communication Connections, STEP 7 V5.1』 『From S5 to S7, Converter Manual』 	技術者向け基本情報。STEP 7 と S7-300/400 を使用してコントロールタスクをインプリメントする方法について記述しています。	6ES7810-4CA05-8BA0
STEP 7 リファレンス <ul style="list-style-type: none"> 『Ladder Logic (LAD) / Function Block Diagram (FBD) / Statement List (STL) for S7-300/400 manuals』 『Standard and System Functions for S7-300/400』 	リファレンス情報が記載されています。また、プログラム言語 LAD、FBD、および STL、および STEP 7 基本情報の適用範囲を拡張する標準およびシステムファンクションについて説明しています。	6ES7810-4CA05-8BR0
特選マニュアル <ul style="list-style-type: none"> 『PID Temperature Control』 	このマニュアルでは、[標準ライブラリ PID コントロール]の温度コントローラについて説明しています。	STEP 7 ソフトウェアパッケージの一部です。

オンラインヘルプシステム	目的	オーダ番号
STEP 7 のヘルプ	オンラインヘルプ形式の、STEP 7 によるハードウェアのプログラムとコンフィギュレーションに関する基本情報。	STEP 7 ソフトウェアパッケージの一部です。
リファレンスヘルプシステム <ul style="list-style-type: none"> LAD/FBD/STL SFB/SFC オーガニゼーションブロック PID 温度コントロール 	状況に応じたリファレンス情報	STEP 7 ソフトウェアパッケージの一部です。

SIMATIC S7 のクローズドループコントロール製品の追加

- SIMATIC S7 ユーザマニュアル: 『Standard PID Control』、『Modular PID Control』、『PID Self-Tuner』、『FM355/455 PID Control』
- Jürgen Müller, "Regeln mit SIMATIC - Praxisbuch für Regelungen mit SIMATIC S7 und PCS7" published by MCI Publicis Verlag
ISBN 3-89578-147-9 (German only)

追加サポート

このマニュアルに記載されている製品の使用方法について疑問があるときに、マニュアルに答えが見つからない場合には、担当の Siemens 代理店の問い合わせてください。

<http://www.ad.siemens.de/partner>

トレーニングセンタ

SIMATIC S7 オートメーションシステムおよびプログラマブルコントローラの基礎知識を学習する上で役に立つコースが準備されています。地域のトレーニングセンタ、または D 90327 Nuremberg 中央トレーニングセンタに問い合わせてください。

電話: +49 (911) 895-3200.

<http://www.sitrain.com>

インターネット上の SIMATIC マニュアル

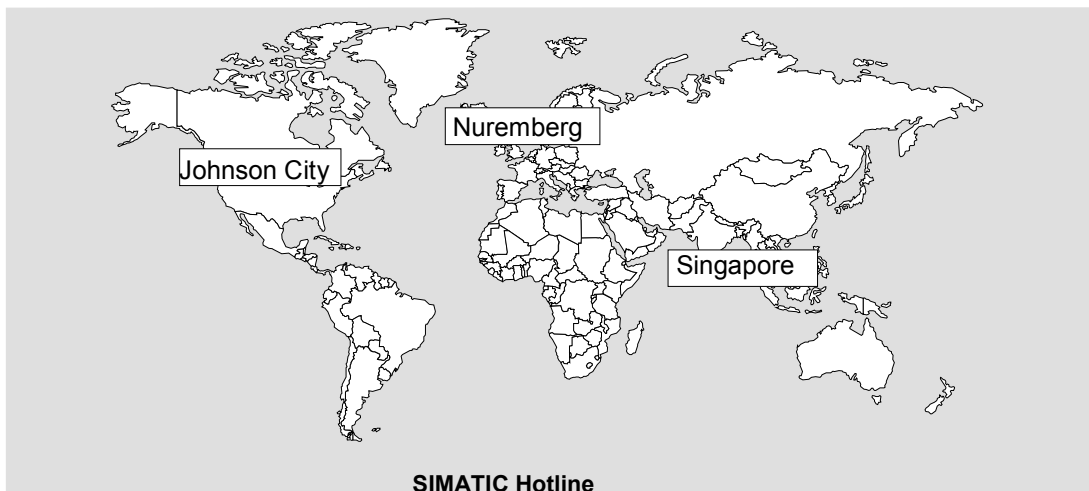
インターネット上の次のサイトからマニュアルを無料でダウンロードできます。

<http://www.ad.siemens.de/support>

ここで、Knowledge Manager を使用すれば、必要なマニュアルをすばやく突き止めることができます。マニュアルに関して質問や意見がある場合には、インターネットフォーラムの"Documentation"会議室を利用できます。

オートメーションとトライブ、サービスとサポート

世界中どこでも 24 時間休みなしでオープンしています。



ワールドワイド(Nuremberg) 技術サポート (無料問合せ先) ローカルタイム: 月曜日～金曜日 7:00 ～17:00 電話: +49 (180) 505022 Fax: +49 (180) 505023 電子メール: techsupport@ ad.siemens.de GMT: +1:00	ワールドワイド(Nuremberg) 技術サポート (有料、SIMATIC Card に限ります) ローカルタイム: 月曜日～金曜日 0:00 ～24:00 電話: +49 (911) 895777 Fax: +49 (911) 895001 GMT: +1:00	
ヨーロッパ/アフリカ(Nuremberg) 認証 ローカルタイム: 月曜日～金曜日 7:00 ～17:00 電話: +49 (911) 895200 Fax: +49 (911) 895201 電子メール: authorization@ nbgm.siemens.de GMT: +1:00	アメリカ(Johnson City) 技術サポートと認証 ローカルタイム: 月曜日～金曜日 8:00 ～19:00 電話: +1 423 461522 Fax: +1 423 461289 電子メール: simatic.hotline@ sea.siemens.com GMT: -5:00	アジア/オーストラリア (Singapore) 技術サポートと認証 ローカルタイム: 月曜日～金曜日 8:30 ～17:30 電話: +65 740000 Fax: +65 740001 電子メール: simatic.hotline@ sae.siemens.com.sg GMT: +8:00
直通電話すべてで、英語とドイツ語を使用できます。認証直通電話では、フランス語、イタリア語、およびスペイン語も使用できます。		

インターネット上でのサポートとサポート

マニュアルサービスのほかにも、インターネット上では弊社の情報をすべて使用できます。

<http://www.ad.siemens.de/support>

このサイトには、次の情報が掲載されています。

- 最新の製品情報(更新)、FAQ (よくある質問)、ダウンロード、ヒント。
- ニュースレター。使用する製品の最新情報を入手できます。
- [Knowledge Manager]で必要な文書を検索できます。
- フォーラムでは、ユーザと専門家が情報と体験を交換します。
- 連絡先データベースでは、オートメーションとドライブのローカル連絡先を検索できます。
- ローカルサービス、修理、予備部品などに関する情報は、赤色の[Service]下に表示されています。

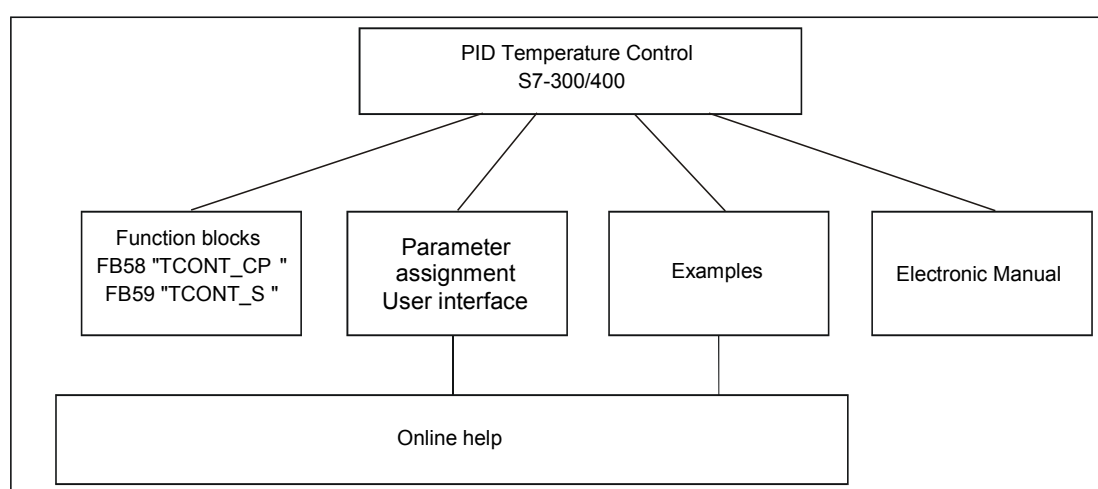
目次

1	概要	
1.1	FB 58 "TCONT_CP"	1-3
1.2	FB59 "TCONT_S"	1-4
2	連続温度コントローラ FB 58 "TCONT_CP"	
2.1	コントローラセクション	2-1
2.1.1	エラーの形成	2-1
2.1.2	PID アルゴリズム	2-4
2.1.3	操作出力変数の計算	2-7
2.1.4	コントローラパラメータの保存および再ロード	2-10
2.2	パルスジェネレータ PULSEGEN (PULSE_ON)	2-12
2.3	構成図	2-14
2.4	ユーザープログラムにファンクションブロックを入れる	2-15
2.4.1	コントローラブロックの呼び出し	2-15
2.4.2	パルスジェネレータを使わない呼び出し(継続コントローラ)	2-16
2.4.3	パルスジェネレータを使用した呼び出し(パルスコントローラ)	2-16
2.4.4	初期化	2-20
3	FB 58 "TCONT_CP"内のコントローラ調整	
3.1	概要	3-1
3.2	プロセスタイプ	3-2
3.3	アプリケーションの範囲	3-3
3.4	コントローラ調整の位相	3-4
3.5	準備	3-6
3.6	調整の開始(位相 1 -> 2)	3-8
3.7	変曲点の検索(位相 2) とコントロールパラメータの計算(位相 3、4、5)	3-11
3.8	プロセスタイプのチェック (位相 7)	3-11
3.9	調整の結果	3-12
3.10	オペレータによる調整の停止	3-12
3.11	エラーの状況および対策	3-13
3.12	コントロールモードでの精密な手動調整	3-17
3.13	コントロールチャンネルの平行調整	3-19
4	温度ステップコントローラ FB59 "TCONT_S"	
4.1	コントローラセクション	4-1
4.1.1	エラーの形成	4-1
4.1.2	PI ステップコントローラのアルゴリズム	4-4
4.2	構成図	4-5
4.3	ユーザープログラムにファンクションブロックを入れる	4-6

4.3.1	コントローラブロックの呼び出し	4-6
4.3.2	サンプル時間.....	4-7
4.3.3	初期化	4-7
5	はじめに	
6	温度コントローラの例	
6.1	概要	6-1
6.2	FB 58 "TCONT_CP" (パルスコントロール) の例.....	6-2
6.3	短いパルスジェネレータサンプル時間を使用した FB 58 "TCONT_CP" のサンプル	6-6
6.4	FB 58 "TCONT_CP" のサンプル(続き)	6-7
6.5	FB 59 "TCONT_S" (ステップコントローラ) の例.....	6-11
A	付録	
A.1	技術仕様	A-1
A.2	実行時間	A-1
A.3	DB 割り付け	A-2
A.3.1	FB 58 "TCONT_CP" のインスタンス DB	A-2
A.3.2	FB 59 "TCONT_S" のインスタンス DB	A-12
A.4	調整時のメッセージのリスト	A-16
B	略語と頭字語	
	索引	

1 概要

"PID 温度コントロール"の製品構成



STEP 7 のインストール後、STEP 7 PID 温度コントロールの各パートは次のフォルダにあります。

- SIEMENS\STEP7\S7LIBS\: FB
- SIEMENS\STEP7\S7WRT\: パラメータ割り付けユーザインターフェース、お読みください、オンラインヘルプ
- SIEMENS\STEP7\EXAMPLES\: サンプルプログラム
- SIEMENS\STEP7\MANUAL\: マニュアル

ファンクションブロック

"標準ライブラリ PID コントロール"には、2 つの温度コントローラがあります。

1. FB 58 "TCONT_CP":
連続入力信号またはパルス入力信号を持つアクチュエータの温度コントローラ。
このコントローラブロックには PI/PID パラメータの自動調整機能もあります。
2. FB 59 "TCONT_S":
位置決めモータなどの積分コンポーネントを持つアクチュエータの温度ステップコントローラ。

コントロールブロックは、コントローラの全機能を含むブロックのある純然たるソフトウェアコントローラです。周期演算に必要なデータは、対応するインスタンスデータブロックに保存されます。

パラメータ割り付けユーザインターフェース

パラメータ割り付けユーザインターフェースを使用して、コントローラのパラメータを設定してコントローラを調整します。パラメータ設定は、関連インスタンス DB に保存されます。関連インスタンスデータブロックをダブルクリックして、パラメータ割り付けユーザインターフェースを開始します。

オンラインヘルプ

パラメータ割り付けユーザインターフェースおよびファンクションブロックの説明は、オンラインヘルプシステムにあります。

[お読みください]ファイルを開く

[お読みください]ファイルには、受信したソフトウェアに関する最新の情報が載っています。このファイルは、Windows の[スタート]メニューにあります。

1.1 FB 58 "TCONT_CP"

FB 58 "TCONT_CP"を使用すれば、連続コントロール信号またはパルスコントロール信号で温度処理を制御できます。パラメータを設定して、PID コントローラのサブファンクションを有効または無効にし、プロセスに適応します。これらの設定は、パラメータ割り付けツールを使用して簡単に行うことができます。SIMATIC マネージャにあるインスタンス DB をダブルクリックして、プロジェクト内で開始します。電子マニュアルは次のように開きます。

[スタート|Simatic|マニュアル|English|PID 温度コントロール]

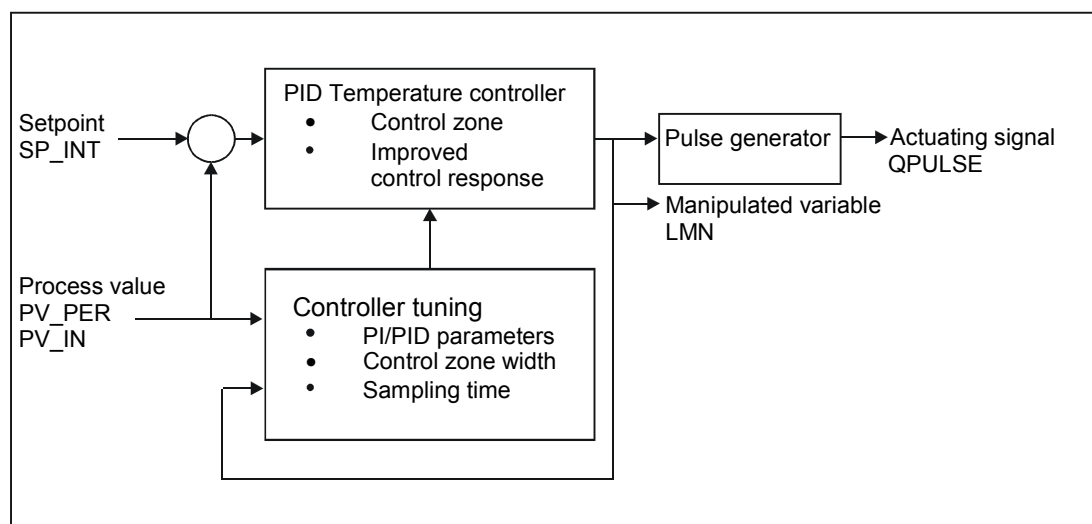
アプリケーション

この機能は、温度処理の追加のファンクションの PID コントロールアルゴリズムに基づいています。コントローラは、アナログ操作用出力値およびパルス幅変調起動信号を供給します。コントローラは、1つのアクチュエータに対して信号を出します。つまり、1つのコントローラで加熱または冷却のどちらかを実行できますが、両方を実行することはできません。

加熱または冷却プロセスにおけるコントローラの使用法

FB TCONT_CP を使用して、単なる加熱または単なる冷却ができます。ブロックを使用して冷却を行う場合、GAIN に負の値を割り付ける必要があります。コントローラの逆変換は、たとえば温度が上昇した場合、操作用出力変数 LMN およびこれによる冷却効果の増大を意味します。

構造の概要



説明

セットポイントおよびプロセス値ブランチのファンクション以外に、連続およびバイナリ操作出力変数の出力を使用して、FB は完全な PID 温度コントローラをインプリメントします。温度処理でのコントロール応答を実行するには、ブロックがコントロールゾーンを含んでセットポイントステップ変更がある場合には P アクションを低減します。

ブロックは、コントローラ調整ファンクションを使用して PI/PID パラメータを設定します。

1.2 FB59 "TCONT_S"

FB59 "TCONT_S" を使用して、SIMATIC S7 プログラマブルコントローラ上で積分アクチュエータ用のバイナリコントローラ出力信号を使用したテクニカルな温度処理を制御します。パラメータを設定して、PI ステップコントローラのサブファンクションを起動または停止し、コントローラをプロセスに適応します。これらの設定は、パラメータ割り付けユーザインターフェースで簡単に行うことができます。SIMATIC マネージャにあるインスタンス DB をダブルクリックして、プロジェクト内で開始します。電子マニュアルは次のように開きます。

[スタート|Simatic|マニュアル|English|PID 温度コントロール]

アプリケーション

この機能は、サンプリングコントローラの PI コントロールアルゴリズムに基づいています。これは、アナログ駆動信号からバイナリ出力信号を生成するためのファンクションが補足しています。

コントローラは、カスケードコントロール内で補助位置コントローラとしても使用できます。セットポイント入力 SP_INT を介して、アクチュエータ位置を指定します。この場合、プロセス値入力およびパラメータ TI (積分時間) はゼロに設定しなければなりません。たとえばアプリケーションは、パルス切断起動を使用した加熱パワーコントロールおよびバタフライ弁を使用した冷却コントロールのある温度コントロールとなります。完全にバルブを閉じるには、操作出力変数 (ER*GAIN) を負の値にします。

説明

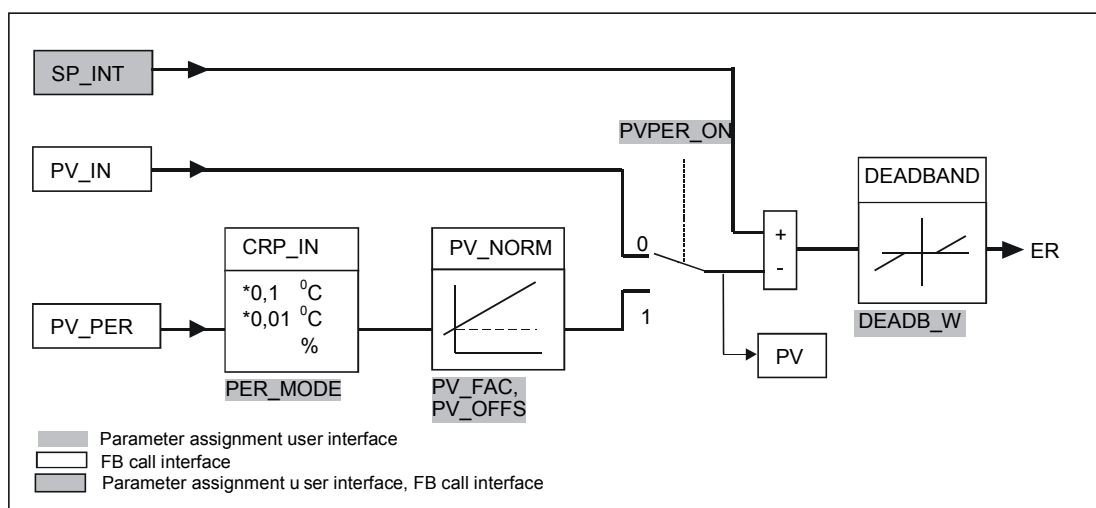
プロセス変数ブランチのファンクション以外に、バイナリ操作出力値を出力したり、コントローラ出力信号を手動で変更するオプションを使用すれば、FB 59 "TCONT_S" は完全な PI コントローラをインプリメントできます。ステップコントローラは、位置フィードバック信号を生成せずに動作します。

2 連続温度コントローラ FB 58 "TCONT_CP"

2.1 コントローラセクション

2.1.1 エラーの形成

以下の図は、エラーの形成方法を示す構成図です。



セットポイントブランチ

セットポイントは、物理的数値またはパーセンテージとして浮動小数点のフォーマットで入力 SP_INT に入力します。エラー形成に使用するセットポイントとプロセス値は、同じ単位でなければなりません。

プロセス値オプション (PVPER_ON)

PVPER_ON によって、プロセス値をペリフェラル I/O を介して獲得するか、浮動小数点フォーマットで獲得するか異なります。

PVPER_ON	プロセス値入力
TRUE	プロセス値は、入力 PV_PER でアナログペリフェラル I/O (PIW xxx) を介して読み取られる。
FALSE	プロセス値は、入力 PV_IN で浮動小数点フォーマットで獲得される。

プロセス値のフォーマット変換 CRP_IN (PER_MODE)

CRP_IN ファンクションで、次の規則に従ってペリフェラル値 PV_PER を浮動小数点フォーマットに変換しますが、これは切り替え PER_MODE により異なります。

PER_MODE	CRP_IN の出力	アナログ入力タイプ	単位
0	$PV_PER * 0.1$	発熱体; PT100/Ni100; 標準	°C; °F
1	$PV_PER * 0.01$	PT100/Ni100; 気候;	°C; °F
2	$PV_PER * 100/27648$	電圧/電流	%

プロセス値の正規化 PV_NORM (PV_FAC, PV_OFFS)

PV_NORM ファンクションでは、次の式に従って CRP_IN の出力を計算します。

$$\text{"Output of PV_NORM"} = \text{"Output of CPR_IN"} * PV_FAC + PV_OFFS$$

これは次の目的に使用します。

- プロセス値ファクタとして PV_FAC、プロセス値オフセットとして PV_OFFS を使用したプロセス値の修正。
- パーセンテージへの温度の正規化
セットポイントをパーセンテージで入力するには、測定された温度値をパーセンテージに変換する必要があります。
- 温度へのパーセンテージの正規化
セットポイントを物理的温度単位で入力するには、測定された電圧/電流の値を温度に変換する必要があります。

パラメータの計算

- $PV_FAC = PV_NORM \text{ の範囲} / CRP_IN \text{ の範囲}$
- $PV_OFFS = LL(PV_NORM) - PV_FAC * LL(CRP_IN);$
この場合、LL は下限値

デフォルト値 ($PV_FAC = 1.0$ および $PV_OFFS = 0.0$) を使用して、正規化を無効にします。実効的なプロセス値が、PV 出力で出力されます。

注記

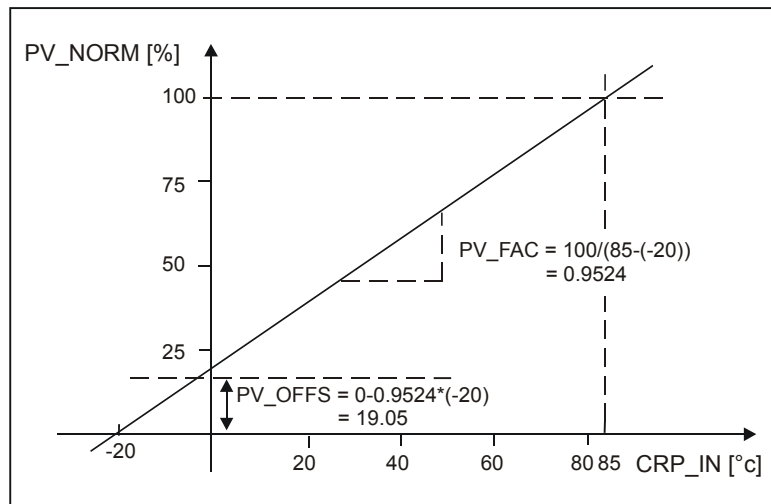
パルスコントロールを使用して、プロセス値を高速パルス呼び出しでブロックに転送する必要があります (理由は平均値フィルタリング)。転送しないと、コントロールの質が悪化します。

プロセス値正規化の例

セットポイントをパーセンテージで入力する場合、CRP_IN に適応した温度範囲が -20～85 °C であれば、温度範囲をパーセンテージとして正規化する必要があります。

次の図は、温度範囲

-20～85 °C を 0～100 % の内部スケールに適応させた例を示しています。

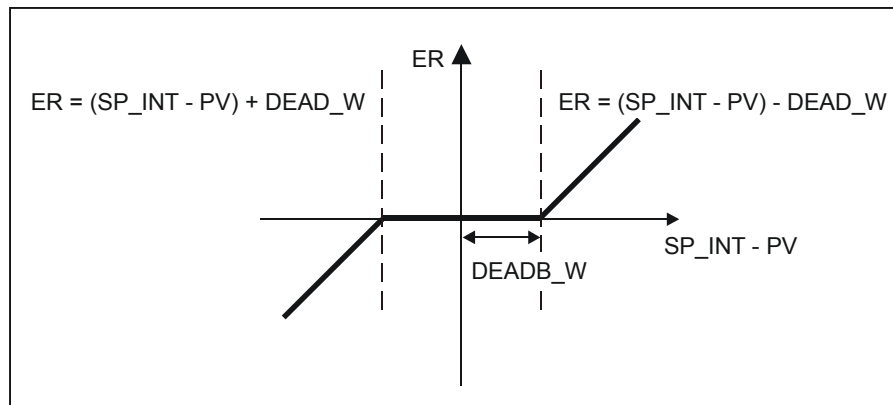
**エラーの形成**

セットポイントとプロセス値の違いは、デッドバンド前のエラーです。

セットポイントとプロセス値は、同じ単位でなければなりません。

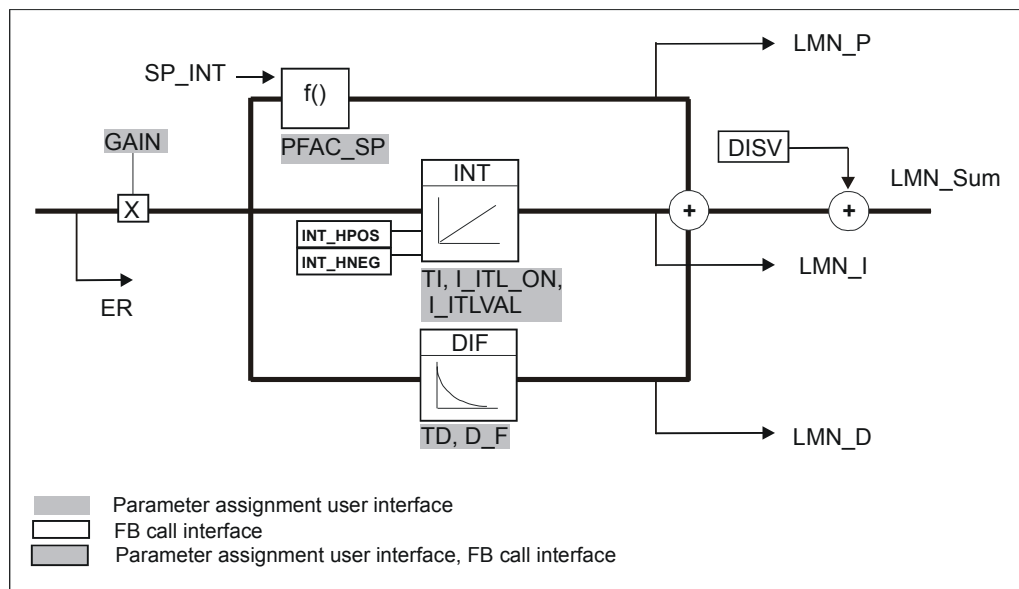
デッドバンド (DEADB_W)

操作用出力変数の量子化 (PULSEGEN によるパルス幅変調など) が原因で発生する小さな継続的振動を抑止するには、エラーにデッドバンド (DEADBAND) を適用します。DEADB_W = 0.0 の場合、デッドバンドは停止します。実効的なエラーが ER パラメータで示されます。



2.1.2 PID アルゴリズム

次の図は、PID アルゴリズムの構成図です。



PID アルゴリズム (GAIN, TI, TD, D_F)

PID アルゴリズムは、ポジショナルアルゴリズムとして動作します。比例、積分 (INT)、微分 (DIF) の各操作は並列に接続され、それぞれ別個に有効または無効にできます。これにより、P、PI、PD、および PID の各コントローラをコンフィグレーションできます。

コントローラ調整で PI および PID コントローラをサポートします。負の値の GAIN (冷却コントローラ) を使用して、コントローラの逆変換をインプリメントします。

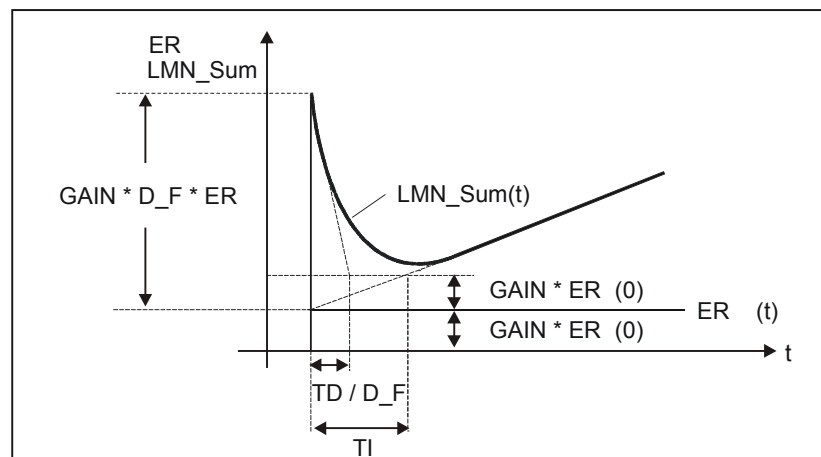
TI および TD を 0.0 に設定すると、操作ポイントで純粋な P コントローラを獲得します。

時間範囲内でのステップ応答は次のようになります。

$$\text{LMN_Sum}(t) = \text{GAIN} * \text{ER}(0) \left(1 + \frac{1}{\text{TI}} * t + \text{D_F} * e^{\frac{-t}{\text{TD}/\text{D_F}}} \right)$$

この場合

LMN_Sum(t)	コントローラの自動モードにある操作用出力変数
ER (0)	正規化されたエラーのステップ変更
GAIN	コントローラゲイン
TI	積分時間
TD	導関数時間
D_F	導関数ファクタ



積分機能 (TI, I_ITL_ON, I_ITLVAL)

手動モードでは、次のように修正します。 $LMN_I = LMN - LMN_P - DISV$ 。

操作用出力変数が制限されている場合、I アクションは停止します。エラーで I アクションが操作用出力範囲の方向に移動すると、I アクションは再び有効になります。

I アクションは、次の方法でも修正できます。

- コントローラの I アクションは、 $TI = 0.0$ で停止します。
- セットポイント変更発生時に P アクションを弱める
- コントロールゾーン
- 操作用出力変数制限のオンライン修正

セットポイント変更発生時に P アクションを弱める (PFAC_SP)

オーバーシュートを回避するため、"セットポイント変更の比例ファクタ"パラメータ (PFAC_SP) を使用して P アクションを弱めます。PFAC_SP を使用して、継続的に 0.0 と 1.0 の間を選択し、セットポイント変更時の P アクションの影響を決めます。

- PFAC_SP=1.0: セットポイントを変更すると P アクションはすべて影響する
- PFAC_SP=0.0: セットポイントを変更しても P アクションは影響しない

P アクションを弱めるには I アクションを補正します。

導関数動作の要素 (TD, D_F)

- コントローラの D アクションは、 $TD = 0.0$ で停止します。
- D アクションが起動していれば、次の関係を適用してください。
 $TD \geq 0.5 * CYCLE * D_F$

オペレーティングポイントを使用した P または PD コントローラのパラメータ設定

ユーザインターフェースで、I アクションを停止し ($T_I = 0.0$)、できれば D アクションも停止します ($T_D = 0.0$)。続いて次のパラメータ設定を行います。

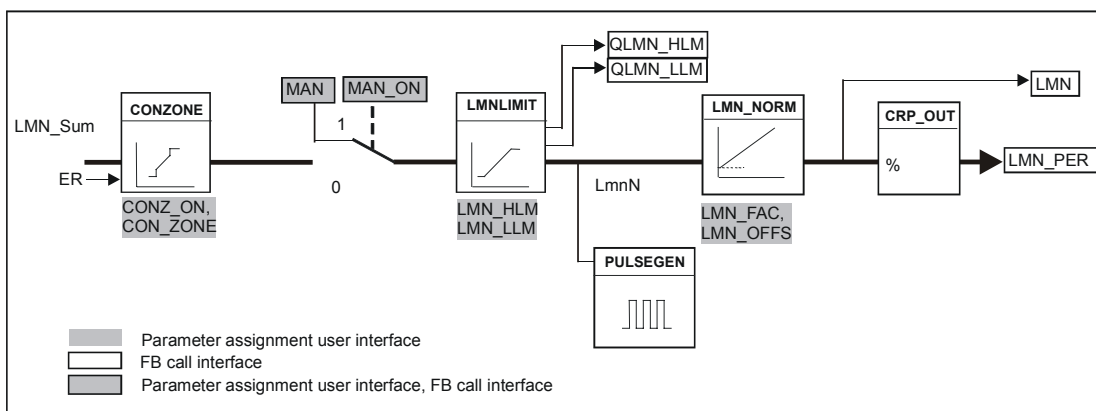
- $I_ITL_ON = TRUE$
- $I_ITLVAL =$ オペレーティングポイント;

フィードフォワード制御 (DISV)

フィードフォワード変数は、DISV 入力で追加できます。

2.1.3 操作出力変数の計算

次の図は、操作出力変数計算の構成図です。



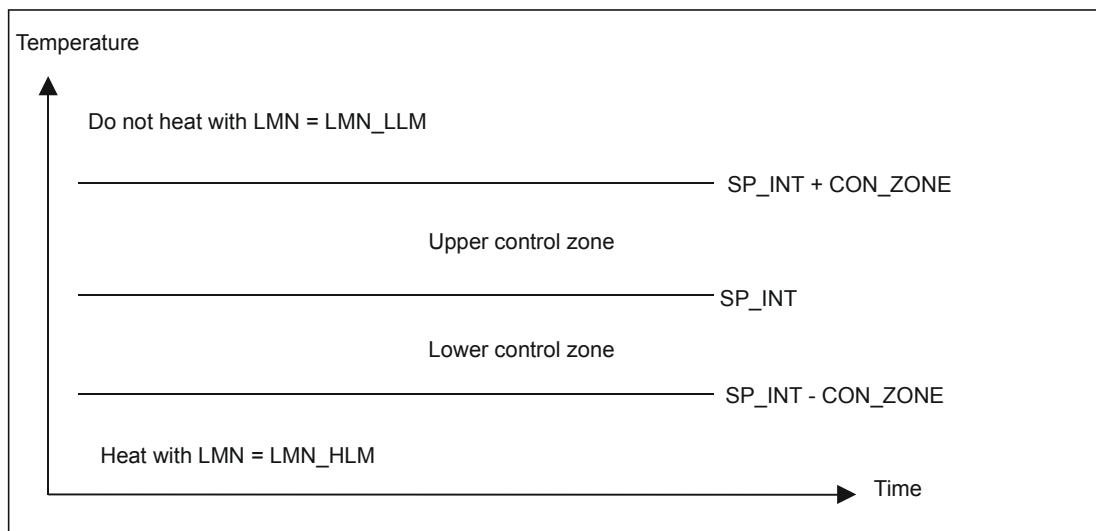
コントロールゾーン (CONZ_ON, CON_ZONE)

$CONZ_ON = TRUE$ の場合、コントローラはコントロールゾーンを使用して操作します。つまり、コントローラは次のアルゴリズムに従って動作します。

- PV が CON_ZONE を超えて SP_INT を上回る場合、操作出力変数として値 LMN_LLM が出力される (コントロールクローズドループ)。
- PV が CON_ZONE を超えて SP_INT を下回る場合、操作出力変数として値 LMN_HLM が出力される (コントロールクローズドループ)。
- PV がコントロールゾーン (CON_ZONE) 内にある場合、操作出力変数は、PID アルゴリズム LMN_Sum から値を取る (自動クローズドループコントロール)。

注記

コントロールクローズドループから自動クローズドループコントロールへの切り替えは、コントロールゾーンの 20% のヒステリシスを考慮に入れます。



注記

コントロールゾーンを手動で起動する前に、コントロールゾーンの帯域幅が狭くなっていないことを確かめてください。コントロールゾーンの帯域幅が狭いと、操作出力変数およびプロセス変数に振動が発生します。

コントロールゾーンのメリット

プロセス値をコントロールゾーンに入力するとき、D アクションにより操作出力変数が極めて高速で低減します。つまり、D アクションの起動時は、コントロールゾーンのみ有効となります。コントロールゾーンなしでは、基本的に P アクションを低減してのみ操作出力変数を減らすことができます。出力最小または最大の操作出力変数が新規のオペレーティングポイントに必要な操作出力変数から遠く離れている場合、コントロールゾーンはオーバーシュートまたはアンダーシュートなしに速い処理に導きます。

手動操作値処理 (MAN_ON, MAN)

手動操作と自動操作の切り替えができます。手動モードでは、操作出力変数を手動操作値に修正します。

積分動作 (INT) は内部で $LMN - LMN_P - DISV$ に設定し、導関数動作 (DIF) は 0 に設定して内部で同期化します。したがって、自動モードへの切り替えでは衝撃がありません。

注記

調整時は、パラメータ MAN_ON は無効です。

操作出力変数制限 LMNLIMIT (LMN_HLM, LMN_LLM)

操作出力変数の値は、LMNLIMIT ファンクションにより LMN_HLM と LMN_LLM に制限されています。これらの限界に到達すると、メッセージビット QLMN_HLM と QLMN_LLM で示されます。

操作出力変数が制限されている場合、Iアクションは停止します。エラーでIアクションが操作出力範囲の方向に移動すると、Iアクションは再び有効になります。

操作出力変数制限オンラインの変更

操作出力変数の範囲が低減され、操作出力変数の制限されていない新規の値が限界範囲外の場合、Iアクションの結果、操作出力変数の値はシフトします。

変更した操作出力変数制限と同じ量だけ操作出力変数は低減します。操作出力変数が変更前に制限されていない場合は新規の制限に正確に設定されます(操作出力変数の上限値についてはここで述べています)。

操作出力変数の正規化 LMN_NORM (LMN_FAC, LMN_OFFS)

LMN_NORM ファンクションは、次の式に従って操作出力変数を正規化します。

$$LMN = LmnN * LMN_FAC + LMN_OFFS$$

これは次の目的に使用します。

- 操作出力変数のファクタおよび LMN_OFFS 操作出力変数のオフセットとして操作出力変数を LMN_FAC に適応する

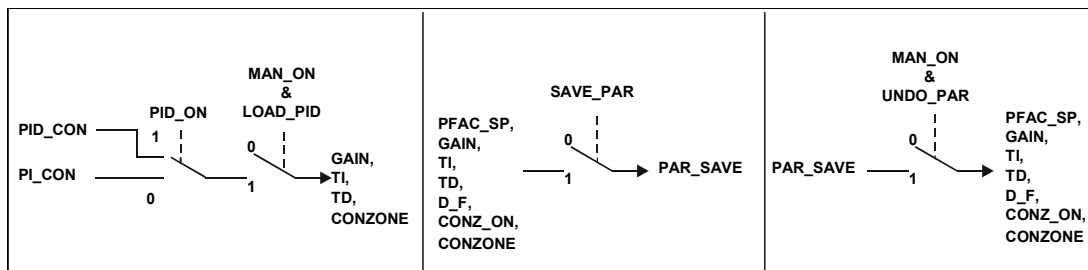
操作出力変数の値をペリフェラルのフォーマットでも使用可能にする。CRP_OUT ファンクションでは、次の式に従って、浮動小数点 LMN をペリフェラル値に変換します。

$$LMN_PER = LMN * 27648/100$$

デフォルト値 (LMN_FAC = 1.0 および LMN_OFFS = 0.0) を使用して、正規化を無効にします。実効的な操作出力変数が出力 LMN で出力されます。

2.1.4 コントローラパラメータの保存および再ロード

以下の図は、構成図を示しています。



コントローラパラメータ SAVE_PAR の保存

現在のパラメータ設定が使用可能な場合、手動で変更を行う前に、FB 58 "TCONT_CP" のインスタンス DB にある特殊設定ストラクチャにこれらの設定を保存します。コントローラを調整する場合、保存したパラメータは調整前に有効であった値で上書きします。

PFAC_SP, GAIN, TI, TD, D_F, CONZ_ON および CONZONE をストラクチャ PAR_SAVE に書き込みます。

保存したコントローラパラメータ UNDO_PAR の再ロード

このファンクションを使って、保存した最後のコントローラパラメータ設定を再びコントローラ用に起動します (手動モードのみ)。

PI パラメータと PID パラメータ間の変更 LOAD_PID (PID_ON)

調整に従って、PI パラメータと PID パラメータは PI_CON および PID_CON ストラクチャに保存します。PID_ON の状態により異なりますが、手動モードで LOAD_PID を使用して PI または PID パラメータのどちらかを実効的なコントローラパラメータに書き込みます。

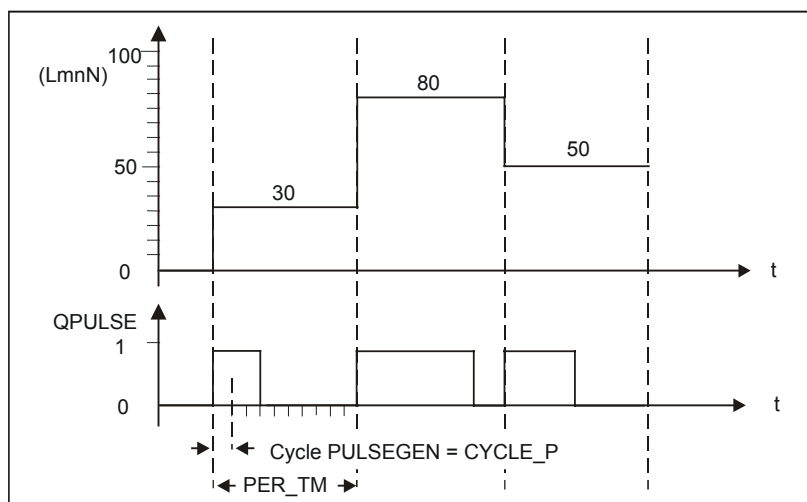
PID パラメータ PID_ON = TRUE	PI パラメータ PID_ON = FALSE
<ul style="list-style-type: none"> GAIN = PID_CON.GAIN TI = PID_CON.TI TD = PID_CON.TD 	<ul style="list-style-type: none"> GAIN = PI_CON.GAIN TI = PI_CON.TI

注記

- コントローラパラメータは、コントローラゲインが0でない場合に、UNDO_PAR または LOAD_PID でコントローラに書き込むだけです。LOAD_PID は、関連 GAIN が ≤ 0 の場合 (PI または PID パラメータ) のみパラメータをコピーします。この方法は、調整がまだ何も行われていない、または PID パラメータが存在しない状況を考慮に入れています。PID_ON = TRUE および PID.GAIN = FALSE を設定してある場合、PID_ON は FALSE およびコピーされた PI パラメータに設定されます。
 - D_F, PFAC_SP は調整でデフォルト値に設定されます。この設定はユーザが修正できます。LOAD_PID でこれらのパラメータは変更できません。
 - LOAD_PID を使用して、CONZ_ON = FALSE が設定されていても、コントロールゾーンを常に再計算 (CON_ZONE = 250/GAIN) します。
-

2.2 パルスジェネレータ PULSEGEN (PULSE_ON)

PULSEGEN ファンクションは、パルス幅変調を使用して周期 PER_TM のあるパルスの列にアナログ操作出力変数 LmnN を変換します。PULSEGEN は PULSE_ON=TRUE で起動し、CYCLE_P 周期内で処理されます。



操作出力変数の値 LmnN = 30% および PER_TM ごとに 10 回の PULSEGEN 呼び出しは、次の意味となります。

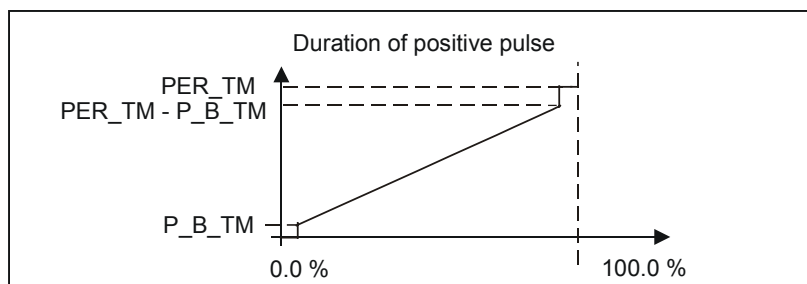
- 最初の 3 回の PULSEGEN 呼び出しの出力 QPULSE で TRUE (10 回の呼び出しの 30%)
- 次の 7 回の PULSEGEN 呼び出しの出力 QPULSE で FALSE (10 回の呼び出しの 70%)

パルス反復周期ごとのパルス時間は操作出力変数に比例し、次のように計算します。

$$\text{パルス時間} = \text{PER_TM} * \text{LmnN} / 100$$

最小パルスまたはブレイクタイムを抑制して、変換の特性曲線がスタートおよびエンド領域で急角度で折れ曲がります。

次の図は、単極の操作出力変数範囲(0%~100%)のある 2 段階のコントロールを説明したものです。



最小パルスまたは最小ブレイク時間 (P_B_TM)

オン/オフ時間が短いと、スイッチング素子およびアクチュエータの動作寿命が低減します。これを防ぐには、最小パルスまたは最小ブレイク時間 P_B_TM を設定します。

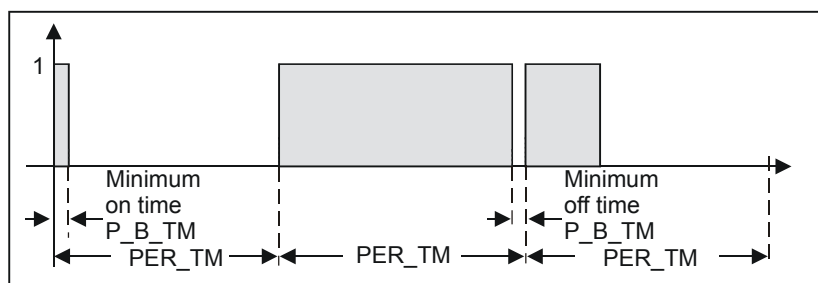
P_B_TM よりも短いパルス時間を別の方法で生成する入力変数 LmnN にある小さい絶対値は抑えます。

PER_TM - P_B_TM よりも長いパルス時間を生成する高い入力値は 100% に設定します。これにより動的なパルス生成を低減します。

$P_B_TM \leq 0.1 * PER_TM$ の値は、最小パルスおよび最小ブレイク時間に推奨されます。

上の図の曲線で急角度で折れ曲がっている部分は、最小パルス時間または最小ブレイク時間によるものです。

以下の図は、パルス出力の応答切り替えを示しています



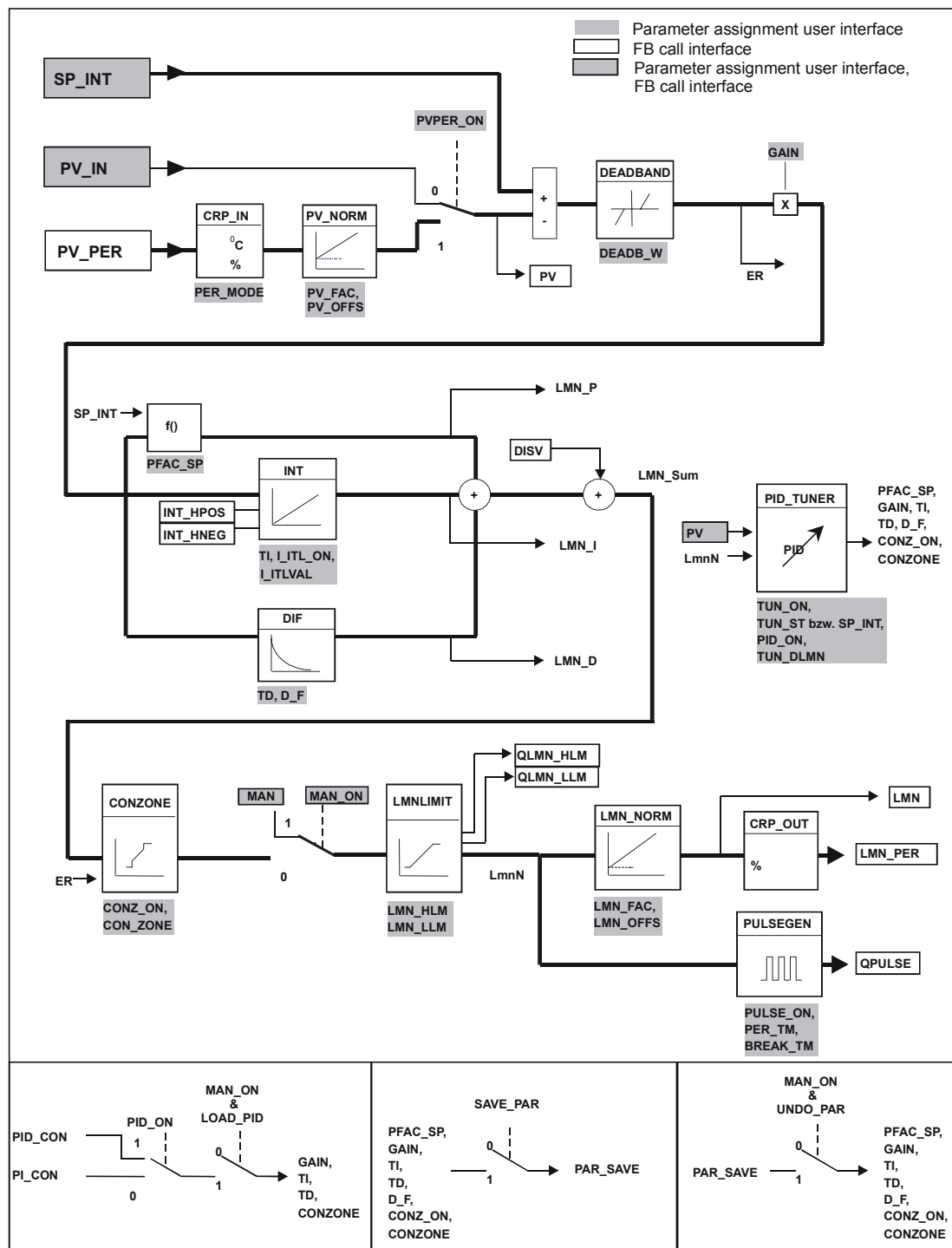
パルス生成の精度

パルス反復周期 PER_TM と比較されるパルスジェネレータ CYCLE_P のサンプル時間を短くすればするほど、パルス幅変調が正確になります。十分に正確なコントロールを行うには、次を適用してください。

$$CYCLE_P \leq PER_TM/50$$

つまり、操作用出力変数の値は $\leq 2\%$ の分解能でパルス内に変換されます(ページ2-16のセクション2.4.3にある例も参照してください)。

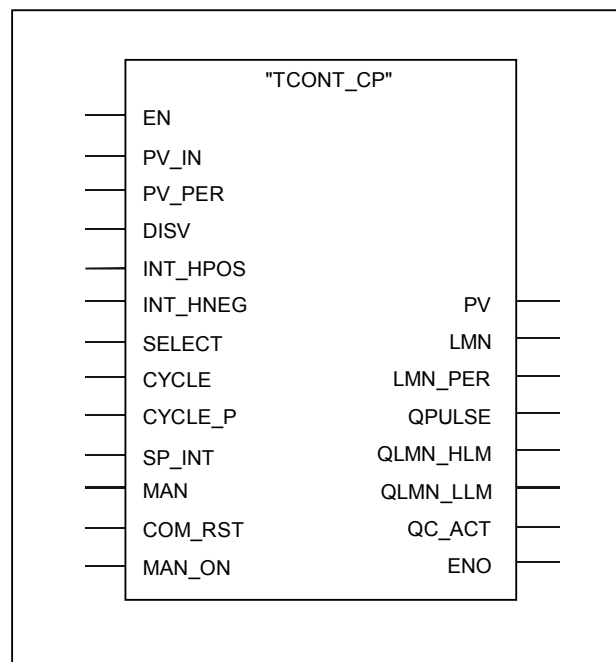
2.3 構成図



2.4 ユーザープログラムにファンクションブロックを入れる

2.4.1 コントローラブロックの呼び出し

以下の構成図は、FBD におけるコントロール呼び出しを示しています。



FB TCONT_CP は一定の間隔で呼び出す必要があります。呼び出しを実現するには、周期的割り込み OB(たとえば S7-300 の OB35)を使用します。ブロックインターフェースは、セットポイント、プロセス値、操作出力変数などのプロセス変数を使用してブロックを相互接続できる最も重要なパラメータを提供します(付録 A.3 の DB 割り付けも参照してください)。手動操作値または障害変数を直接ブロックインターフェースに接続することもできます。

2.4.2 パルスジェネレータを使わない呼び出し(継続コントローラ)

コントローラのサンプル時間 CYCLE

パラメータ CYCLE でサンプル時間を指定します。パラメータ割り付けツールを使用してサンプル時間を入力することもできます。 サンプル時間 CYCLE により、2つの呼び出しの間で異なる時間を一致させる必要があります(スキャンレートなどの周期 OB のサイクルタイム)。

コントローラの調整時に、ブロックは呼び出しの間の時間を測定し、その時間を CYCLE に入力します。

コントローラサンプル時間 CYCLE のおおよその目安

コントローラサンプル時間は、コントローラの算出された積分時定数の 10%を超えないでください(TI)。

$$\text{CYCLE} \leq \text{TI}/10$$

2.4.3 パルスジェネレータを使用した呼び出し(パルスコントローラ)

パルスジェネレータ CYCLE_P のコントローラサンプル時間 CYCLE およびサンプル時間 CYCLE_P

パルスジェネレータ段階を起動した場合(PULSE_ON = TRUE)、2つのサンプル時間を入力する必要があります。

- パルスジェネレータのサンプル時間を入力 CYCLE_P に入力します。これは呼び出しの周期割り込み OB のクロックレートと一致していなければなりません。生成されたパルス幅は必ずこの値の整数倍になります。
- 入力 CYCLE では、FB 58 "TCONT_CP"の他のコントロールファンクションのサンプル時間を指定します。

コントローラ調整時に、ブロックは呼び出しの間の時間を測定し、これらを CYCLE または CYCLE_P に入力します。呼び出しインターフェースを介してパラメータ CYCLE および CYCLE_P の値を供給する場合、調整に続いて測定された値は無効となります。

FB 58 "TCONT_CP"でスキャンレートを計算し、CYCLE サンプルレートにおけるコントロールファンクションを処理します。CYCLE が CYCLE_P の整数倍であることを確かめてください。

パルス反復周期 PER_TM よりも低い CYCLE の値を選択します。これは、アクチュエータの摩擦を低減するためにできる限り高い反復周期が必要な場合で、ただし処理速度が速いためサンプル時間を低くする必要がある場合に役立ちます。

CYCLE および CYCLE_P サンプル時間のおおよその目安

コントローラのサンプル時間は、コントローラの算出された積分時定数の 10% を超えないでください(TI)。 $CYCLE \leq TI/10$

十分に正確な操作用出力変数の分解能の場合、次の関係が適用されていることを確かめてください。 $CYCLE_P \leq PER_TM/50$.

パルス反復周期 PER_TM のおおよその目安

パルス反復周期は、コントローラの算出されたりセット時間の 20% を超えないでください(TI)。

$PER_TM \leq TI/5$

パラメータ CYCLE_P、CYCLE、PER_TM の効果の例

$PER_TM = 10 \text{ s}$, $CYCLE = 1 \text{ s}$, $CYCLE_P = 100 \text{ ms}$

毎秒、操作用出力変数の新規の値が計算され、その値は 100 ミリ秒ごとに現在まで出力されたパルスの長さまたはブレークの長さと比較されます。

- パルスが出力される場合、2 つの可能性があります。
 - 操作用出力変数の算出された値は現在までのパルスの長さ/PER_TM より長い。この後、パルスが拡張されます。
 - 操作用出力変数の算出された値は現在までのパルスの長さ/PER_TM 以下である。この場合、パルスは出力されません。
- パルスが何も出力されない場合、2 つの可能性があります。
 - 値(100% - 操作用出力変数の算出された値)は現在までの切断の長さ/PER_TM より長い。この後、切断が拡張されます。
 - 値(100% - 操作用出力変数の算出された値)は現在までの切断の長さ/PER_TM 以下である。この後、パルスが出力されます。

パルスコントロールのさまざまな呼び出しオプション(SELECT)

速いプロセスでは、非常に短いパルスジェネレータサンプル時間(たとえば、10ms)が必要です。プログラムのランタイムにより(CPU 利用)、パルス出力の計算と同じ周期割り込み OB 内のコントロールセクションの処理は実用的ではありません。したがって、コントロールファンクションを OB1、またはより遅い周期割り込み OB(S7-400)に移動させます。

次の表は、入力パラメータ SELECT のパラメータ設定の概要です。

アプリケーション	ブロックの呼び出し	機能
デフォルト状態: S7-300 および S7-400 では、パルスジェネレータサンプル時間が特に短い (たとえば、CYCLE_P = 100ms)	SELECT = 0 で、周期割り込み OB 内の呼び出し	同一周期割り込み OB 内のコントロールセクションおよびパルス出力
S7-300 では、パルスジェネレータサンプル時間が短い (たとえば、CYCLE_P = 10ms)	SELECT = 1 で、OB1 内の条件付き呼び出し(QC_ACT = TRUE)	OB1 内のコントロールセクション
	SELECT = 2 で、周期割り込み OB 内の呼び出し	周期割り込み OB 内のパルス出力
S7-400 では、パルスジェネレータサンプル時間が短い (たとえば、CYCLE_P = 10ms)	SELECT = 3 で、遅い周期割り込み OB 内の呼び出し	遅い周期割り込み OB 内のコントロールセクション
	SELECT = 2 で、速い周期割り込み OB 内の呼び出し	速い周期割り込み OB 内のパルス出力

注記

2 つのブロック呼び出しで、コントローラファンクションおよびパルスジェネレータの処理を実行する場合、次の点に注意してください。

- プロセス値(PV_IN または PV_PER)には、パルスジェネレータの呼び出し時に値を供給する必要があります。その他すべての仮オペランドには、コントローラファンクションの呼び出し時に値を供給できます。
- パラメータ SELECT には、呼び出しごとに値を供給する必要があります。
- SELECT = 1 で OB1 内の呼び出しを特定する場合、"パルスコントローラ、OB 35、OB 1"の条件付き呼び出しを実行します。

数値の例

必要な精度 G	TI	CYCLE = TI/10	PER_TM = TI/5	CYCLE_P = PER_TM*G	コメント
1 %	100 s	10 s	20 s	0.2 s	200 ミリ秒のサイクル タイムにおける SELECT = 0 での呼び 出し
1 %	5 s	0.5 s	1 s	0.01 s	別個の周期割り込みレベ ルにあるパルスセクショ ンの別個の呼び出し

2.4.4 初期化

FB "TCONT_CP"には、入力パラメータ COM_RST = TRUE が設定されたときに処理される初期化ルーチンが含まれています。初期化ルーチンの処理後、ブロックは再び COM_RST を FALSE に設定します。

初期化時に、積分動作は値 I_ITLVAL に設定されます。周期割り込みレベル内で呼び出されると、この値でスタート操作を継続します。

その他すべての出力は、それぞれの初期値に設定されます。

CPU を再起動したときに初期化する必要がある場合、COM_RST = TRUE で OB100 内のブロックを呼び出します。

3 FB 58 "TCONT_CP"内のコントローラ調整

3.1 概要

FB 58 "TCONT_CP"内のコントローラ調整を使用して、コントローラパラメータ PI/PID を自動的に設定します。調整には 2 通りの方法があります。

- セットポイントのステップを変更して操作ポイントにアプローチする調整
- スタートビットを設定して操作ポイントにおける調整

どちらの場合も、選択可能な操作用出力変数のステップを変更してプロセスを励起します。変曲点の検出後、コントローラパラメータ PI/PID が使用可能となり、コントローラは自動モードに切り替わり、これらのパラメータを使用したコントロールが継続します。

パラメータ割り付けユーザインターフェースにあるウィザードを使用して調整を行うこともできます。

コントローラ応答の最適化

コントローラ設計は、障害に対する最適な応答を目的としています。結果として"シャープ"なパラメータが、セットポイントステップ変更においてステップ変更の 10%~40%のオーバーシュートを導いています。これを回避するには、セットポイントステップ変更の発生時に P アクションをパラメータ PFAC_SP によって弱めます。典型的な温度処理では、大きなセットポイントステップ変更の結果としてオーバーシュートは、最小または最大操作用出力変数を一時的に使用して低減することもできます(コントロールクローズドループ)。

サイクルタイム CYCLE および CYCLE_P の測定

調整プロセスの最初では、コントローラサンプル時間 CYCLE および(パルスコントロールが有効な場合)パルスジェネレータサンプル時間 CYCLE_P が測定され、インスタンス DB の関連する入力/出力パラメータに書き込まれます。

コントローラパラメータの保存(SAVE_PAR または UNDO_PAR)

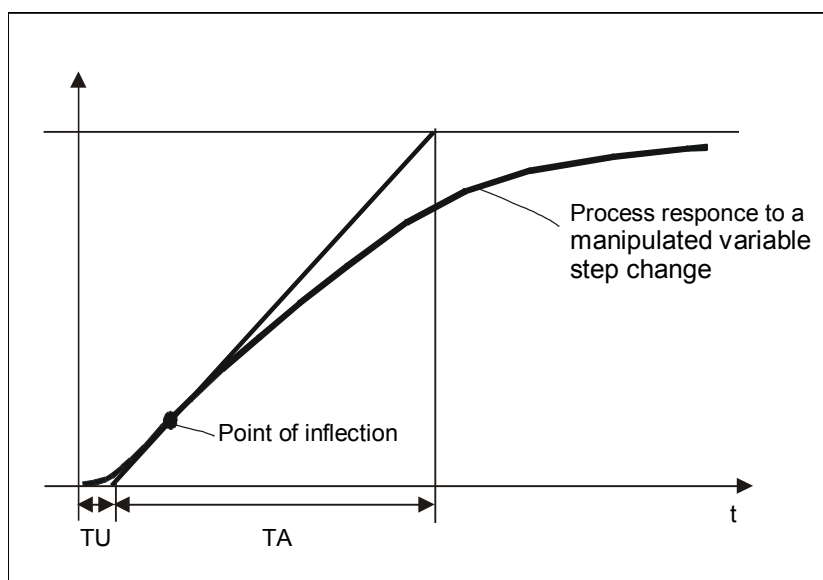
コントローラを調整するときは、調整を開始する前にパラメータを保存します。調整が完了したら、UNDO_PAR を使用してパラメータ設定を調整前と同じように再起動します。

3.2 プロセスタイプ

プロセスタイプ

プロセスゲイン GAIN_P とは別に、次の図に示すパラメータ、ラグタイム TU およびプロセス時定数 TA はプロセスの特性パラメータです。

次の図は、ステップ応答を示しています。



次の表は、FB 58 "TCONT_CP"を使用するさまざまな処理の一覧です。

プロセスタイプ I	プロセスタイプ II	プロセスタイプ III
典型的な温度処理(理想的な状況)	中間範囲	より高いオーダの温度処理(大きなラグ)
$TU/TA < 0.1$	TU/TA は約 0.1	$TU/TA > 0.1$
1 つの優位な時定数	2 つのほぼ同等の時定数	いくつかの時定数

FB 58 "TCONT_CP" は、タイプ I の典型的な温度コントロール処理向けに設計されています。ただし、タイプ II またはタイプ III のより高いオーダのブロックも使用できます。

3.3 アプリケーションの範囲

過渡応答

このプロセスでは、タイムラグを使用して安定した漸近性の過渡応答を行う必要があります。

操作出力変数のステップ変更後、プロセス変数は定常状態に変更しなければなりません。したがって、自動調整ではないコントロールおよびプロセスなしで振動応答を行うプロセスを排除します(プロセス内の積分機能)。

線形性とオペレーティング範囲

この処理は、オペレーティング範囲にわたって線形性の応答を行う必要があります。たとえばユニットの状態を変更すると、線形性でない応答が発生します。調整はオペレーティング範囲の線形部分で行わなければなりません。

つまり、調整時および通常のコントロール操作時のどちらも、オペレーティング範囲内の非線形効果は問題にならない程度にすることです。ただし、調整が新規オペレーティングポイントの近くで繰り返され、調整時にカバーされた範囲で非線形性が発生しない場合、オペレーティングポイントの変更時にプロセスを再度調整する可能性があります。

一定の固定非線形性(たとえば、バルブ特性)が分かっている場合、ポリライン曲線でこれらを補償し、処理動作を線形化することを常にお勧めします。

温度処理における障害

近隣ゾーンへの熱の転送などの障害は、温度処理全体に過度の影響を与えないようにする必要があります。たとえば、押出し機のゾーンを調整するとき、すべてのゾーンを同時に加熱しなければなりません。

ノイズおよび低周波数の干渉の測定については、ページ3-13のセクション3.11を参照してください。

3.4 コントローラ調整の位相

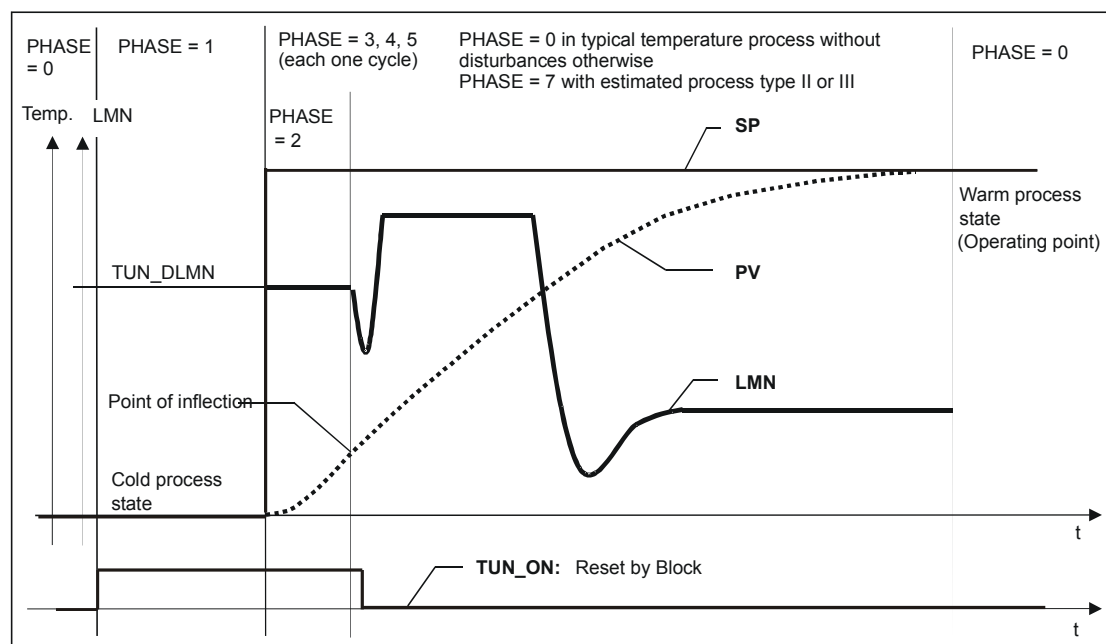
調整の間、いくつかの位相がブロックアルゴリズムで実行されます。パラメータ PHASE は、ブロックが現在どの位相にあるのかを示しています。

次のように調整を開始します(ページ3-8のセクション3.6を参照)。

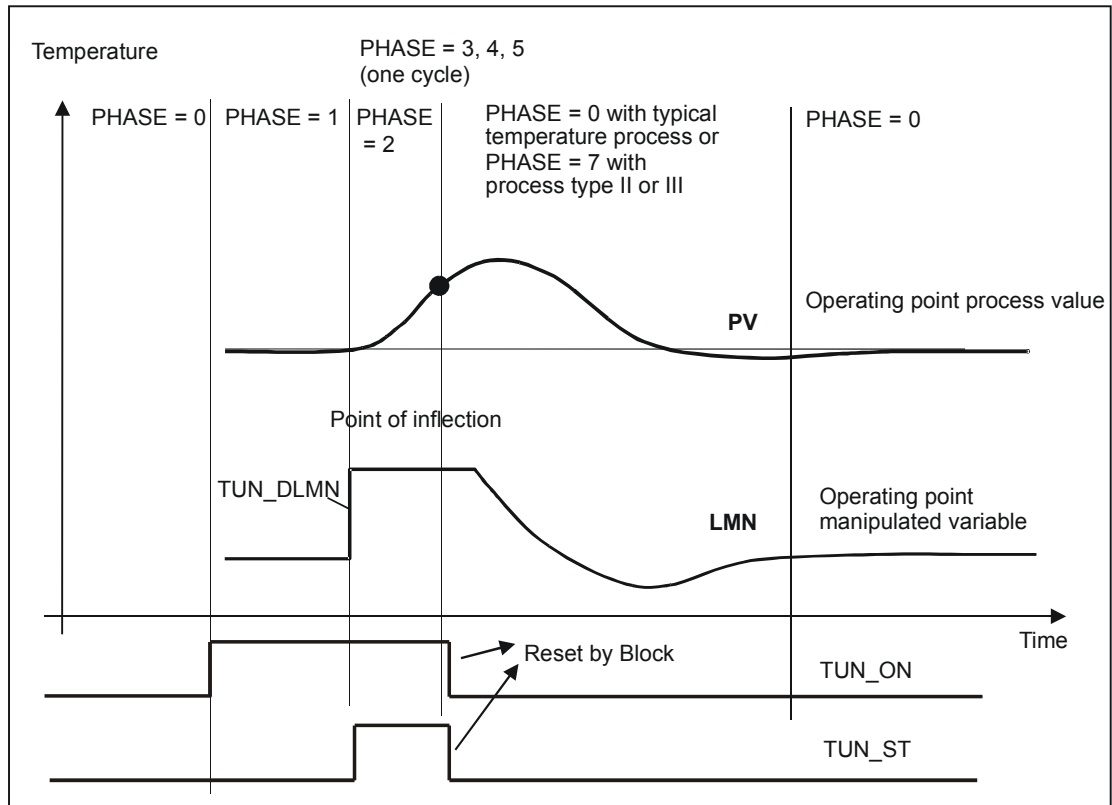
- TUN_ON = TRUE を設定して調整するコントローラを準備します。コントローラは位相 0 から 1 に変更します。
- 位相 1 で少し待った後、パラメータ SP_INT でセットポイントステップ変更を設定するか、TUN_ST = TRUE を設定します。コントローラは、値 TUN_DLMN により操作用出力変数を出力し、変曲ポイントの検索を開始します。

位相	説明
0	調整なし、自動モードまたは手動モード
1	調整スタート準備完了、パラメータチェック、励起を待機、サンプル時間を測定
2	実際の調整。定数コントローラ出力値における変曲ポイントの検出を待つ。インスタンス DB へのサンプル時間の入力
3 (1 周期)	プロセスパラメータの計算。調整前に有効なコントローラパラメータが保存される。
4 (1 周期)	コントローラ設計
5 (1 周期)	コントローラを新規操作用出力変数に導く
7	プロセスⅡまたはプロセスⅢが検出された場合、プロセスタイプをチェック。

次の図は、周囲温度からオペレーティングポイントへのセットポイントステップ変更の結果である調整の位相を示しています。



次の図は、TUN_ST = TRUE を使用してスタートしたオペレーティングポイントにおける調整の位相を示しています。



調整の最後では (ページ3-12のセクション3.9を参照)、ブロックが位相 0 に戻されて TUN_ON = FALSE が設定されると、パラメータ STATUS_H により調整のエラーがなくなったかどうか識別できます。

3.5 準備

SIMATIC とコントローラ

調整は、入力/出力パラメータ TUN_ON、TUN_ST または SP_INT で開始します。次の方法でパラメータを設定できます。

- パラメータ割り付けのユーザインターフェースを使用する
- オペレータコントロールとモニタリングデバイスを使用する
- ユーザプログラムから設定する

FB 58 "TCONT_CP"はパラメータをリセットするため、1つの周期に対してのみ入力/出力パラメータに書き込みます。



警告

死亡事故、重篤な人的傷害、多数の物的損害を引き起こす可能性があります。

調整中は、パラメータ MAN_ON は有効ではありません。結果として、操作用出力変数またはプロセス値が許容できない極端な値になる可能性があります。

操作用出力変数は調整ファンクションで設定します。調整を停止するには、まず、TUN_ON = FALSE を設定する必要があります。次に、MAN_ON を再び有効にします。

外見上の定常状態を確実に最初の状況にする(位相 0)

コントロール変数の低周波数の振動がある場合、たとえばコントローラパラメータの不良により、調整を開始する前にコントローラを手動に変更し、振動がなくなるまで待機する必要があります。代替として、より積極的ではない設定を使用してPIコントローラに変更します(低ループゲイン、高積分時間)。

定常状態が実現するまで待機しなければなりません。つまり、プロセス値および操作用出力変数の値が決まるまで待機します。漸近性の決定またはプロセス値の低ドリフトも許可されます(外見上の定常状態、次の図を参照)。操作用出力変数は、定数平均値周囲の定数または変動とします。

注記

調整の開始直前での操作用出力変数の変更は避けてください。操作用出力変数の変更は、調整に必要な条件のセットアップ時にも偶発的に引き起こされます(たとえば、炉の扉)!変更が引き起こされた場合、少なくともプロセス変数が定常状態に向かって漸近的に決まり始めるまで待機します。ただし、過渡が完全に減衰するまで待機すれば、さらに良いコントローラパラメータを実現できます。

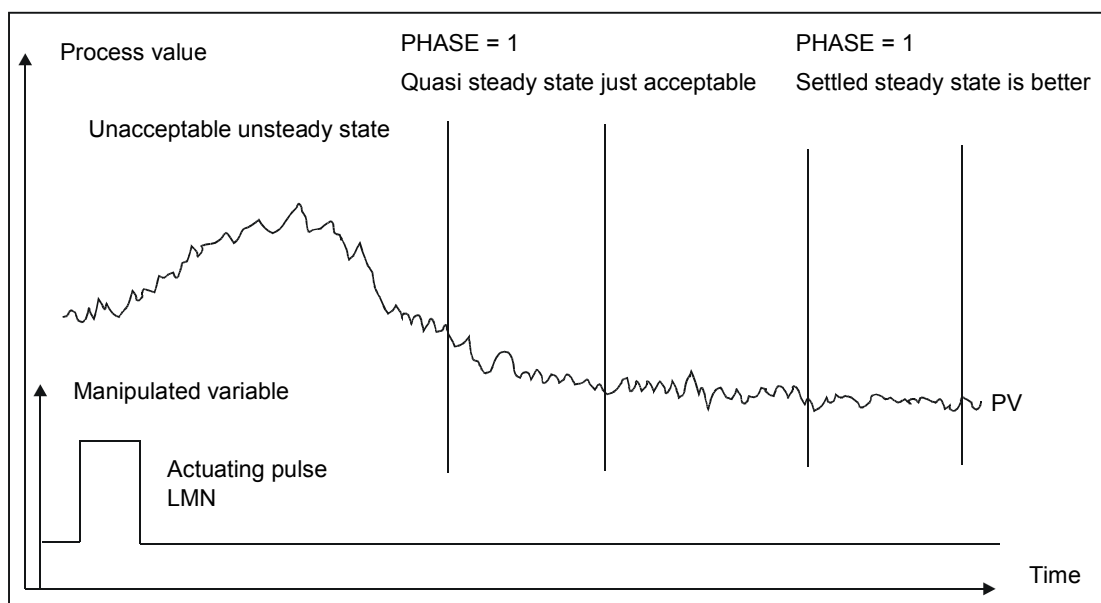
調整の準備 (位相 0 -> 1)

調整は、手動モードまたは自動モードのどちらでもスタートできます。

パラメータ TUN_ON = TRUE を設定します。これにより、FB 58 "TCONT_CP" が調整の準備を完了します(位相 1)。TUN_ON ビットのみを定常状態に設定するか、非周期的決定時に定常状態に設定する必要があります。

外見上の定常状態を TUN_ON ビット設定後に変更する場合、これをリセットし、再度 TUN_ON ビットの設定により新規の外見上の定常状態を FB 58 "TCONT_CP" へ信号送信します。

次の図は、プロセス変数の定常状態への決定方法を示しています。



位相 1 では、FB 58 "TCONT_CP" により操作用出力変数のステップ変更前の時間を使用して、プロセス変数ノイズ NOISE_PV、最初の立ち上がり PVDT0 および操作用出力変数の平均値を計算します(操作用出力変数 LMN0 の最初の値)。

注記

ブロックが操作用出力変数の平均値、およびプロセス変数の最初の立ち上がりを確認するまで、位相 1 でプロセスが励起するのを待機してください(通常では 1 分)。

位相 1 では、コントローラサンプル時間 CYCLE およびパルスジェネレータサンプル時間 CYCLE_P は、測定されて位相 2 の最初にある関連する入力/出力パラメータに書き込まれます。パルスジェネレータなしのコントロールモードでは、CYCLE_P = CYCLE です。

注記

SELECT = 0 または 1 を使用してパルスコントローラを呼び出す場合、TUN_ON を設定する前に、パラメータ CYCLE および CYCLE_P で必要な比率 CYCLE/CYCLE_P を指定する必要があります。

3.6 調整の開始(位相 1 -> 2)

セットポイントのステップを変更して操作ポイントにアプローチする調整

操作用出力変数(LMN0 + TUN_DLMN)の調整には、セットポイント(遷移相 1 -> 2)を変更して適用します。しかし、セットポイントは変曲点に到達したときだけ有効になります(このポイントに到達するとコントローラは自動的に切り替わります)。

ユーザは、許可されたプロセス変数の変更に従って、操作用出力変数の変更(TUN_DLMN)の大きさの選択に責任があります。TUN_DLMN のサインは、プロセス変数の変更により異なるように設定しなければなりません(コントロールが操作する方向を考慮に入れます)。

セットポイントのステップ変更と TUN_DLMN は適切に一致する必要があります。TUN_DLMN が高すぎると、変曲点がセットポイントステップ変更の 75% 内で検出されなくなる危険があります。

ただし、プロセス変数がセットポイントステップ変更の少なくとも 22% に到達するには十分 TUN_DLMN を高くする必要があります。高くしないと、調整モードのままとなります(位相 2)。

対策: 調整ファンクションが変曲点の検出を試みている間に、セットポイントを低下させます。

注記

過度に反応の遅い処理では、調整時に所期のオペレーティングポイントよりも若干低いターゲットセットポイントを設定し、ステータスビットおよび PV を監視することをお勧めします(オーバーシュートのリスク)。

直線範囲だけの調整

一定のコントロール処理(たとえば、亜鉛およびマグネシウムの製錬)はオペレーティングポイントの直前に非直線範囲があります(材料の状態で変化)。適切なセットポイントのステップ変更を選択して、調整を直線範囲に制限できます。プロセス変数がセットポイントステップ変更の 75%を上回ると(SP_INT-PV0)、調整は終了します。

同時に、変曲点はセットポイントステップ変更の 75%に到達する前に検出されることが保証されるので TUN_DLMN を低減する必要があります。

セットポイントのステップを変更しないオペレーティングポイントでの調整

操作用出力変数(LMN0 + TUN_DLMN)の調整は、開始ビット TUN_ST(遷移相 1 -> 2)を設定して適用します。セットポイントを変更すると、新規のセットポイントは変曲点に到達したときだけ有効になります(ここでコントローラは自動的に切り替わります)。

ユーザは、許可されたプロセス変数の変更に従って、操作用出力変数の変更(TUN_DLMN)の大きさの選択に責任があります。TUN_DLMN のサインは、プロセス変数の変更により異なるように設定しなければなりません(コントロールが操作する方向を考慮に入れます)。

注意!

TUN_ST を使用してプロセスを励起する場合、75%での安全なオフはありません。変曲点に到達すると調整は終了します。ただし、ノイズの出る処理では励起点はかなり超過する可能性があります。

オペレータの入力エラーに対する保護

オペレータのエラー	ステータスおよび結果	コメント
設定 TUN_ON およびセットポイントステップ変更または同時に TUN_ST	位相 1 に移行、ただし調整は開始されない。 <ul style="list-style-type: none"> SP_INT = SPold または TUN_ST = FALSE 	セットポイント変更はキャンセルされる。これにより、コントローラが新規セットポイントをコントロールして、不必要な定常状態のオペレーティングポイントにしておくことを防ぐ。
有効な TUN_DLMN < 5% (位相 1 のエンド)	STATUS_H = 30002 <ul style="list-style-type: none"> 位相 0 に移行 TUN_ON = FALSE SP = SPold 	調整は中止される。 セットポイントの変更はキャンセルされる。これにより、コントローラが新規セットポイントをコントロールして、不必要な定常状態のオペレーティングポイントにしておくことを防ぐ。

3.7 変曲点の検索(位相 2) とコントロールパラメータの計算(位相 3、4、5)

位相 2 では、調整ファンクションを使用して、算出された変数の残りの定数で変曲点の検出を試行します。このメソッドにより、プロセス変数ノイズの結果として変曲点があまりに早く検出されるのを防ぎます。

パルスコントローラを使用して、プロセス変数を N パルス周期全体にわたって平均し、コントロール段階で使用可能にします。コントローラ段階ではプロセス変数の更なる平均化があります。はじめにこの平均化が無効となって、つまり平均化は常に 1 周期にわたっています。ノイズがある一定のレベルを超えている間は、周期の数は倍増します。

ノイズの周期および振幅を計算します。変曲点の検索を計算し、推測された周期の間、傾きが常に最大の立ち上がりよりも小さい場合のみ位相 2 は励起します。ただし、TU および T_P_INF は実際の変曲点で計算します。

また、調整は次の 2 つの条件が合った場合にのみ終了します。

1. プロセス変数は、 $2 \cdot \text{NOISE_PV}$ よりも変曲点から離れている。
2. プロセス変数は、変曲点を 20% 超えている。

注記

セットポイントステップ変更を使用してプロセスを励起するときは、プロセス変数がセットポイントステップ変更の 75% を超えた直後に調整を終了します (SP_INT-PV0) (以下を参照)。

位相 3、4、5 はすでに実行しています。調整モードは終了し、FB 58 "TCONT_CP" はふたたび位相 0 になりますこれでコントローラは常に LMN = LMN0 を使用した自動モードでスタートします。+ $0.75 \cdot \text{TUN_DLMN}$ (調整の前に手動モードで制御していたとしても)。

3.8 プロセスタイプのチェック (位相 7)

典型的な温度処理では(プロセスタイプ I)、変曲点がノイズにより早期に検索される危険があります。変曲点が T_P_INF を見つける時間が短くなった結果として、プロセスタイプ II またはプロセスタイプ III が検出される可能性があります。

したがって、位相 7 はプロセスタイプが正しいかどうかをチェックします。このチェックは、ちょうど計算していたコントローラパラメータを使用して自動モードで行われ、少なくとも変曲点の後 $6 \cdot \text{TA}$ (回復時間) で終了します。プロセスタイプ I を検出する場合、コントローラパラメータを再計算し (STATUS_D = 122)、計算が行われないとコントローラパラメータは変更されないままとなります。

オペレーティングポイントにおける調整時ではプロセス値が再び調整前のプロセス値に到達すると、プロセスタイプのチェックは停止します。

注記

TUN_ON=FALSE により位相 7 が中止される場合、すでに獲得してあるコントローラパラメータが保管されます。

3.9 調整の結果

STATUS_H の左側の数字は調整状態を示しています(詳細な表については、ページ A-22 の付録 A.4 を参照)。

STATUS_H	結果
0	デフォルトまたは新規コントローラパラメータは(まだ)検出されていない。
10000	適切なコントロールパラメータが検出された。
2xxxx	推測された値を使用して検出されたコントロールパラメータ、コントロール応答をチェックまたは診断メッセージ STATUS_H をチェックし、コントローラの調整を繰り返す。
3xxxx	オペレータによるエラー入力が発生、診断メッセージ STATUS_H をチェックし、コントローラの調整を繰り返す。

次のコントロールパラメータは FB 58 "TCONT_CP"で更新されます。

- P アクション PFAC_SP = 0.8 を減衰するためのファクタ
- コントローラゲイン GAIN
- 積分時間 TI
- 導関数時間 TD
- 導関数ファクタ D_F = 5.0
- コントロールゾーンオン/オフ CONZ_ON
- コントロールゾーン幅 CON_ZONE

コントロールゾーンは、プロセスタイプが適切で(プロセスタイプ I および II)、PID コントローラが使用されている(CONZ_ON = TRUE)場合にのみ起動します。

PID_ONにより、コントロールはPI コントローラまたはPID コントローラのどちらかを実行します。古いコントローラパラメータは保存され、UNDO_PARを使用して再起動できます。PI およびPIDパラメータセットも、PI_CON およびPID_CONストラクチャに保存されます。LOAD_PIDを使用して、PID_ONに適している設定を行い、調整済みPIまたはPIDパラメータの間で後に切り替え可能となります。

CYCLE および CYCLE_P のサンプル時間はすでに位相 1 で獲得しています。

3.10 オペレータによる調整の停止

終了前に調整を停止する

位相 1、2 または 3 で、計算されている新規パラメータなしに TUN_ON を FALSE にリセットして調整を停止できます。コントローラは LMN = LMN0 + TUN_DLMN を使用して自動モードでスタートします。コントローラが調整前に手動モードだった場合、前の手動値が出力されます。

位相 4、5 または 7 の間に TUN_ON = FALSE を使用して調整を停止する場合、このポイントに対して計算されたコントロールパラメータが保管されます。

3.11 エラーの状況および対策

変曲点に達しません (セットポイントステップ変更による励起でのみ)

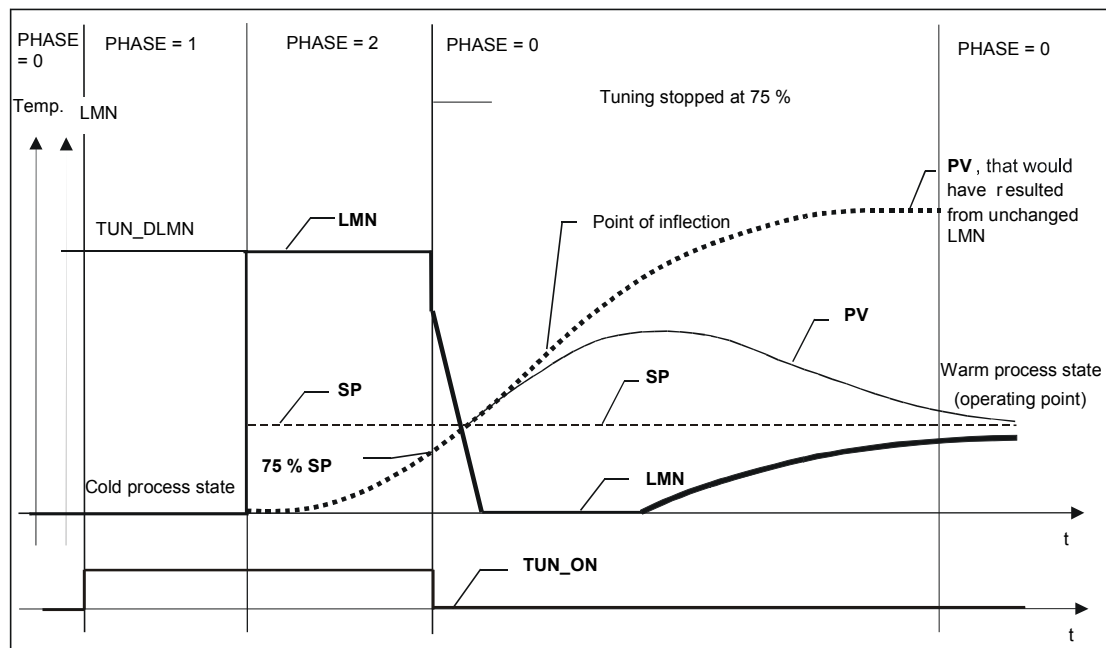
プロセス変数がセットポイントステップ変更の 75%を超えるとすぐに調整は終了します(SP-INT-PV0)。これは、STATUS_H (2xx2x)で"変曲点に達しません"と示されます。

現在有効なセットポイントを常に適用します。セットポイントを低減すれば、調整ファンクションの早期終了を実現できます。

典型的な温度処理では、セットポイントステップ変更の 75%で調整を終了するのは、通常オーバーシュートの回避に適しています。より大きなラグを使用した処理では($TU/TA > 0.1$ 、プロセスタイプ III)注意する必要があります。操作用出力変数の励起がセットポイントステップ変更と比較して高すぎると、プロセス変数は大幅にオーバーシュートします(ファクタ 3 まで)。

より高いオーダの処理では、セットポイントステップ変更の 75%に到達した後も変曲点がまだ遠い場合、かなりのオーバーシュートになります。加えて、コントロールパラメータが強くなり過ぎます。したがって、コントローラパラメータを弱めて試行を繰り返します。

次の図は、励起が強すぎる場合のプロセス変数のオーバーシュートを示しています(プロセスタイプ III)



典型的な温度処理では、変曲点に到達する直前の中止は、コントローラパラメータの観点からいえば危険ではありません。

試行を繰り返す場合、TUN_DLMN を低減するかセットポイントステップ変更を増大します。

原理: 調整に使用される操作用出力変数の値はセットポイントステップ変更に適したものでなければなりません。

ラグまたはオーダの推測エラー

ラグ (STATUS_H = 2x1xx または 2x3xx) またはオーダ (STATUS_H = 21xxx or 22xxx) を正しく取得できませんでした。したがって調整は、最適なコントローラパラメータに導くことのできない推測値を使用して続きます。

調整を繰り返し、プロセス変数に障害がないことを確かめてください。

注記

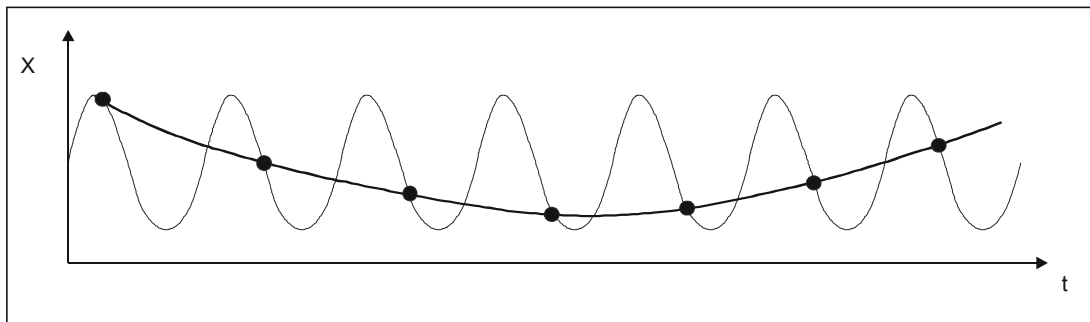
純然たる PT1 処理の特殊状況は、STATUS_H = 2x1xx (TU ≤ 3*CYCLE) でも示されます。このため、試験を繰り返す必要はありません。コントロールが振動する場合はコントローラパラメータを弱めてください。

信号測定の質(測定ノイズ、低周波数の干渉)

調整の結果、測定ノイズまたは低周波数の干渉により歪みが生じる場合があります。次の点に注意してください。

- 測定ノイズが生じた場合、サンプリング周波数を低くしないで高く設定します。ノイズが生じている間は、プロセス変数のサンプリングは少なくとも2回行ってください。パルスモードでは、積分した平均値フィルタリングが役に立ちます。ただし、プロセス変数 PV を速いパルス周期のブロックに転送することを前提としています。ノイズの程度は、有効な信号変更の5%を超えないようにしてください。
- 高周波数の干渉はソフトウェアブロックではフィルタリングできません。この場合、センサ測定の早い段階でフィルタリングし、エイリアシング現象を回避します。

次の図は、サンプル時間が長い場合に起こるエイリアシング現象を示しています。



- 低周波数の干渉では、十分高いサンプリングレートを保証するのは比較的容易です。一方で、平均値フィルタリングで長いインターバルを取るにより、TCONT_CP で一定の測定信号を生成する必要があります。平均値フィルタリングは少なくとも2つのノイズ周期にわたって拡張しなければなりません。ブロック内部では、すぐにサンプル時間が高くなるため、調整の精度にはマイナス影響します。変曲点に対して少なくとも40ノイズ周期を使用すれば十分な精度が保証されます。考えられる対策としては、試行を繰り返す際にTUN_DLMNを増大することです。

オーバーシュート

オーバーシュートは次のような状況で発生する可能性があります。

状況	原因	対策
調整の最後	<ul style="list-style-type: none">操作出力変数の変更による励起がセットポイントステップ変更と比較して高すぎる(上記を参照)。PID_ON = FALSE により PI コントローラが起動する。	<ul style="list-style-type: none">セットポイントステップ変更を増大するか、操作出力変数のステップ変更を低減する。プロセスがPIDコントローラを許可する場合、PID_ON=TRUE で調整をスタートする。
位相 7 における調整	最初に、あまり積極的でないコントロールパラメータが取得され(プロセスタイプ III)、位相 7 にオーバーシュートを導く。	-
コントロールモード	PI コントローラおよびプロセスタイプ I の PFAC_SP = 1.0 を使用。	プロセスがPIDコントローラを許可する場合、PID_ON = TRUE で調整をスタートする。

3.12 コントロールモードでの精密な手動調整

セットポイント応答のオーバーシュートをなくすには、次に記載する対策をとってください。

コントロールゾーンの適応

調整の間は、プロセスタイプが適切で(プロセスタイプ I および II) PID コントローラを使用している場合、起動している FB58 "TCONT_CP"により(CONZ_ON = TRUE)コントロールゾーン CON_ZONE を計算します。コントロールの間は、コントロールゾーンを修正するか、完全にコントロールゾーンをオフにできます(CONZ_ON = FALSE を使用)。

注記

高いオーダプロセスのコントロールゾーンの起動(プロセスタイプ III)は、100%の操作用出力変数を実現できるコントロール範囲よりもコントロールゾーンが大きくなるので、通常ではなにもメリットはありません。PI コントローラのコントロールゾーンを起動した場合もメリットはありません。

コントロールゾーンを手動で起動する前に、コントロールゾーンの帯域幅が狭くなっていないことを確かめてください。コントロールゾーンの帯域幅が狭いと、操作用出力変数およびプロセス変数に振動が発生します。

PFAC_SP を使用してコントロール応答を連続的に弱くする

パラメータ PFAC_SP を使用して、コントロール応答を弱くできます。このパラメータは、セットポイントステップ変更で効果的な P アクションの量を指定します。

プロセスタイプにかかわらず、調整ファンクションにより PFAC_SP をデフォルトの 0.8 に設定し、必要であれば値を修正します。セットポイントステップ変更時にオーバーシュートを約 2% 制限するには(コントローラパラメータを補正するのでなければ)、PFAC_SP には次の値が適切です。

	プロセスタイプ I	プロセスタイプ II	プロセスタイプ III
	典型的な温度処理	中間範囲	高いオーダの温度処理(大きなラグ)
PI	0.8	0.82	0.8
PID	0.6	0.75	0.96

デフォルトのファクタ(0.8)を特に次の状況に適応させます。

- PID(0.8->0.6)を使用したプロセスタイプ I の場合。コントロールゾーン内でのセットポイントステップ変更は、PFAC_SP=0.8 で約 18%のオーバーシュートを導く。
- PID(0.8->0.96)を使用したプロセスタイプ III の場合。PFAC_SP=0.8 でのセットポイントステップ変更は減衰がかなり強い。これにより、かなり遅い応答を導く。

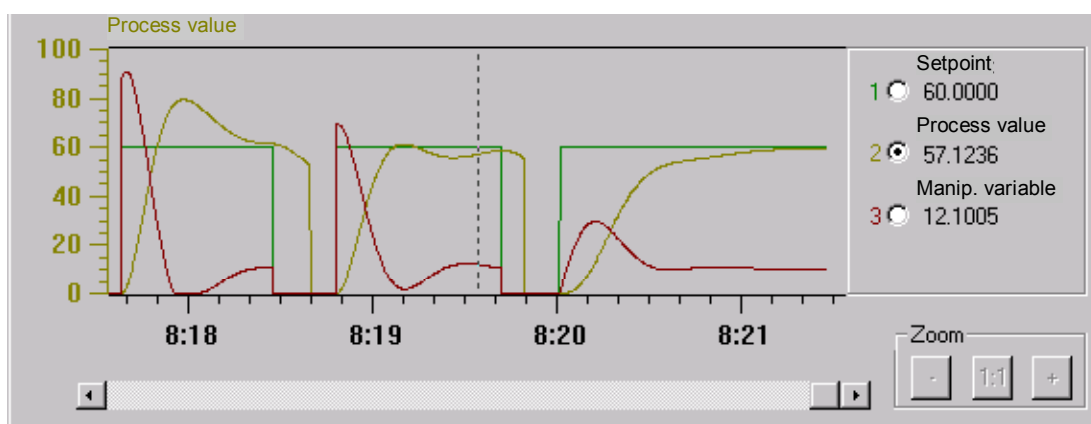
PFAC_SP を使用してコントロール応答を弱くする例

プロセスパラメータ

- GAIN = 6
- T1 = 50 s
- T2 = 5 s;

コントローラパラメータ

- GAIN = 1.45
- TI = 19.6 s



以下の図は、0 から 60 までのセットポイントステップ変更をそれぞれ使用した 3 つの試行を示しています。

試行	PFAC_SP	コメント	オーバーシュート
左 8:18	1.0	フィードバックで P アクションなし、減衰しないコントロール応答	32 %
中間 8:19	0.8	フィードバックで 20% の P アクション、最適なコントロール応答	2 %
右 8:20	0.0	フィードバックで完全な P アクション、かなり強い減衰、長い過渡的な応答	-

コントロールパラメータの減衰

クローズドループで振動が発生した場合、またはセットポイントステップ変更が続いてオーバーシュートとなる場合、コントローラ GAIN を低減(たとえば、最初の値の 80%にする)して、リセット時間 TI を増やします(たとえば、最初の値の 150%にする)。連続するコントローラのアナログ操作用出力変数(LMN)を、パルスジェネレータを使用してバイナリの起動信号に変換する場合、量子化効果により小さく永続的な振動が発生することがあります。この振動を排除するには、DEADB_W でコントローラのデッドバンドを拡張します。

コントロールパラメータの変更

コントロールパラメータを変更するには、次に概説するステップに従ってください。

1. 現在のパラメータを SAVE_PAR で保存する。
2. パラメータ設定を変更する。
3. コントロール応答をテストする。

新規パラメータ設定が以前の設定よりも悪い場合、以前のパラメータを UNDO_PAR で再ロードします。

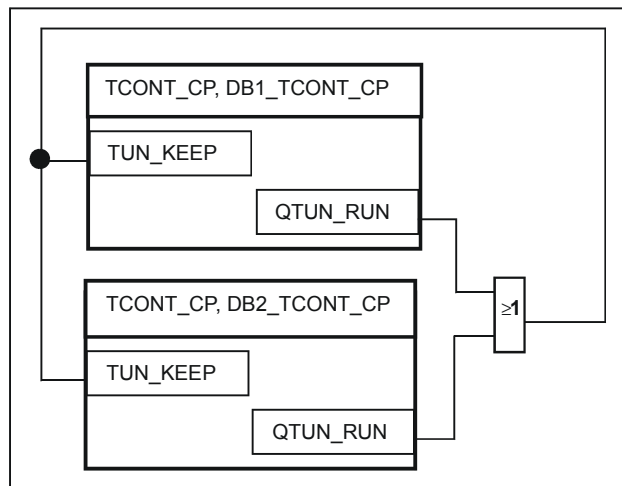
3.13 コントロールチャンネルの平行調整

近隣ゾーン(強力加熱カップリング)

2つ以上のコントローラが温度を制御している場合、たとえばプレートなど(つまり、強力加熱カップリングを使用した2つのヒータと2つの測定プロセスがある)では、次に概説するステップに従ってください。

1. OR の2つの出力 QTUN_RUN。
2. OR エLEMENTの出力で2つの TUN_KEEP 入力を相互接続する。
3. セットポイントステップ変更を同時に設定するか、TUN_ST を同時に設定して両方のコントローラをスタートさせる。

次の図は、コントローラチャンネルの平行調整を示しています。



利点

両方のコントローラが位相 2 を去るまで、 $LMN0 + TUN_DLMN$ を出力します。これにより調整を最初に完了するコントローラが操作用出力変数の変更のために他のコントローラの調整結果を改ざんするのを回避します。

注意!

セットポイントステップ変更の 75% に到達すると、調整は位相 2 を離れて出力 $QTUN_RUN$ はリセットされます。ただし、 TUN_KEE も 0 に変更した場合のみ自動モードがスタートします。

近隣ゾーン(微弱加熱カップリング)

一般的な傾向として、調整を実行して、後のコントロールの動作方法を反映する必要があります。製造中ゾーンを総合して操作するためゾーン間の温度の差異が同じままであれば、近隣ゾーンの温度は調整中も同様に増大すべきです。

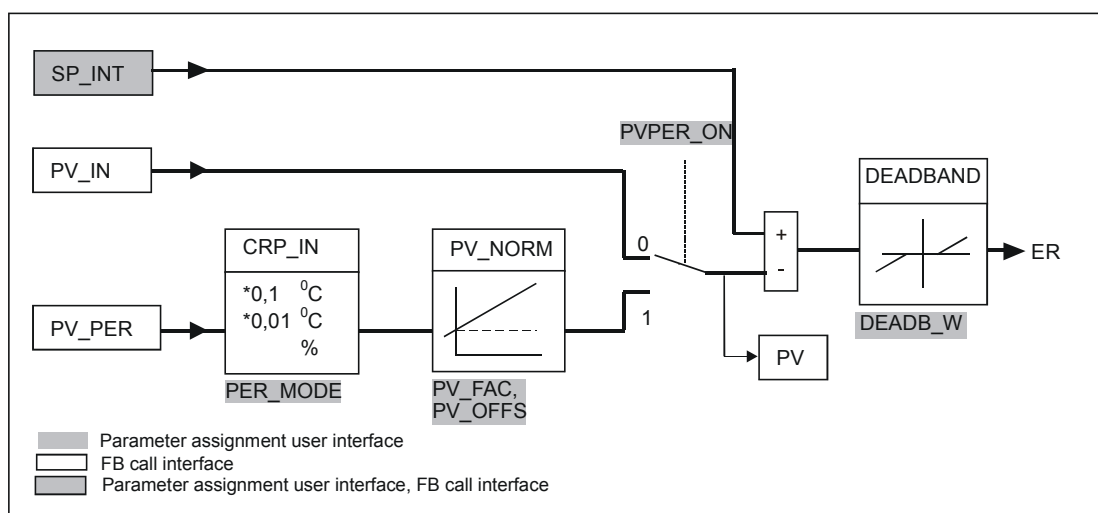
調整の初めでの温度相違は、最初の加熱で補正されるため重要ではありません(->最初の立ち上がり = 0)。

4 温度ステップコントローラ FB59 "TCONT_S"

4.1 コントローラセクション

4.1.1 エラーの形成

構成図



セットポイントブランチ

セットポイントは、物理的数値またはパーセンテージで浮動小数点のフォーマットで入力 SP_INT に入力します。エラー形成に使用するセットポイントとプロセス値は、同じ単位でなければなりません。

プロセス値のオプション(PVPER_ON)

PVPER_ON によって、プロセス値をペリフェラル I/O を介して獲得するか、浮動小数点フォーマットで獲得するか異なります。

PVPER_ON	プロセス値入力
TRUE	プロセス値は、入力 PV_PER でアナログペリフェラル I/O (PIW xxx) を介して読み込みます。
FALSE	プロセス値は、入力 PV_IN で浮動小数点フォーマットで獲得します。

プロセス値のフォーマット変換 CRP_IN (PER_MODE)

CRP_IN ファンクションで、次の規則に従って、ペリフェラル値 PV_PER を切り替え PER_MODE により異なる浮動小数点フォーマットに変換します。

PER_MODE	CRP_IN の出力	アナログ入力のタイプ	単位
0	$PV_PER * 0.1$	熱エレメント、PT100/Ni100、標準	°C; °F
1	$PV_PER * 0.01$	PT100/Ni100、環境	°C; °F
2	$PV_PER * 100/27648$	電圧/電流	%

プロセス値の正規化 PV_NORM (PV_FAC, PV_OFFS)

PV_NORM ファンクションでは、次の式に従って CRP_IN の出力を計算します。

$$\text{"Output of PV_NORM"} = \text{"Output of CPR_IN"} * PV_FAC + PV_OFFS$$

これは次の目的に使用します。

- プロセス値ファクタとして PV_FAC、プロセス値オフセットとして PV_OFFS を使用したプロセス値の修正。
- パーセンテージへの温度の正規化
セットポイントをパーセンテージで入力するには、測定された温度値をパーセンテージに変換する必要があります。
- 温度へのパーセンテージの正規化
セットポイントを物理的温度単位で入力するには、測定された電圧/電流の値を温度に変換する必要があります。

パラメータの計算

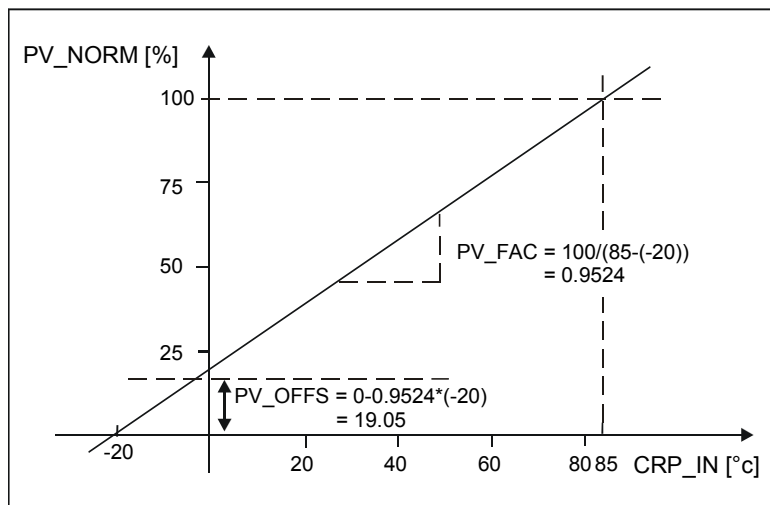
- $PV_FAC = PV_NORM \text{ の範囲} / CRP_IN \text{ の範囲}$
- $PV_OFFS = LL(PV_NORM) - PV_FAC * LL(CRP_IN);$
この場合 LL は下限値

デフォルト値($PV_FAC = 1.0$ および $PV_OFFS = 0.0$)を使用して、正規化を無効にします。有効なプロセス値が、PV 出力で出力されます。

プロセス変数の正規化の例

セットポイントをパーセンテージで入力する場合、CRP_IN に適用した温度範囲が -20~85 °C であれば、温度範囲をパーセンテージとして正規化する必要があります。

次の図は、温度範囲 -20～85℃ を 0～100 %の内部スケールに適応させた例です。

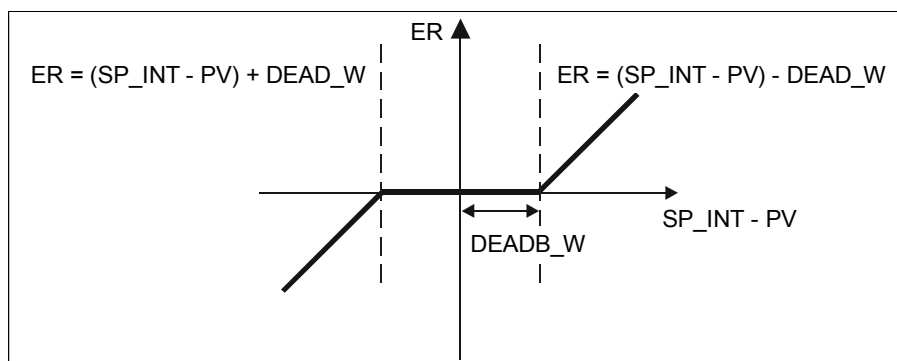


エラーの形成

セットポイントとプロセス値の違いは、デッドバンド前のエラーです
 セットポイントとプロセス値は、同じ単位でなければなりません。

デッドバンド(DEADB_W)

操作出力変数の量子化(PULSEGENによるパルス幅変調など)が原因で発生する小さな継続的振動を抑止するには、エラーにデッドバンド(DEADBAND)を適用します。DEADB_W = 0.0の場合、デッドバンドは停止します。



4.1.2 PI ステップコントローラのアルゴリズム

FB 59 "TCONT_S"は位置フィードバック信号なしで動作します(ページ4-5のセクション4.2の構成図を参照)。PI アルゴリズムのI アクションおよび仮定された位置フィードバック信号は、1つの積分機能(INT)で計算され、フィードバック値として残りのP アクションと比較されます。検出された差は、3ステップエレメント(THREE_ST)と、パルブ用にパルスを形成するパルスジェネレータ(PULSEOUT)に加えられます。3ステップエレメントの応答しきい値を適応させれば、コントローラのスイッチング周波数を低減できます。

セットポイント変更発生時に P アクションを弱める(PFAC_SP)

オーバーシュートを回避するため、"セットポイント変更の比例ファクタ"パラメータ(PFAC_SP)を使用してP アクションを弱めます。PFAC_SP を使用して、連続して0.0と1.0の間を選択し、セットポイント変更時のP アクションの影響を決めます。

- PFAC_SP = 1.0: セットポイントを変更するとP アクションはすべて影響する
- PFAC_SP = 0.0: セットポイントを変更してもP アクションは影響しない

モータのランタイム MTR_TM が回復時間 TA と比べて小さく、比率 TU/TA が < 0.2 の場合、連続コントローラに従って PFAC_SP の値を < 1.0 にすることでオーバーシュートを低減します。MTR_TM が TA の 20%に到達すると、わずかながら改善します。

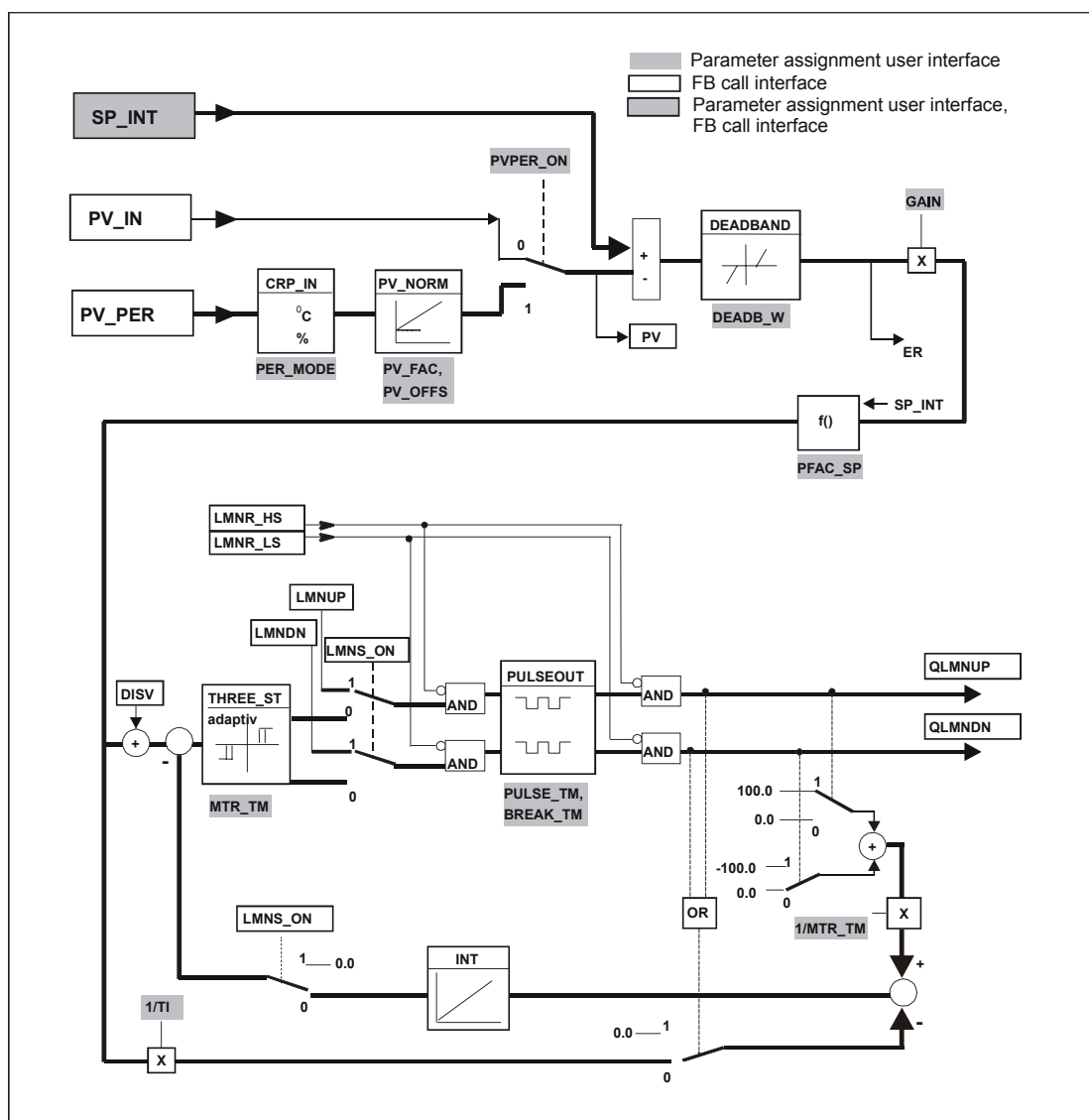
フィードフォワード制御

フィードフォワード変数は、DISV 入力で追加できます。

手動操作値の処理(LMNS_ON, LMNUP, LMNDN)

LMNS_ON で、手動モードと自動モードの切り替えができます。手動モードでは、アクチュエータおよび積分機能(INT)は内部で0に設定します。LMNUP および LMNDN を使用して、アクチュエータを OPEN および CLOSED に調整します。したがって、自動モードへの切り替えでは衝撃があります。GAIN の結果として、既存のエラーが内部操作用出力変数におけるステップ変更を導きます。ただし、アクチュエータの積分コンポーネントはプロセスのランプ型の励起の原因となります。

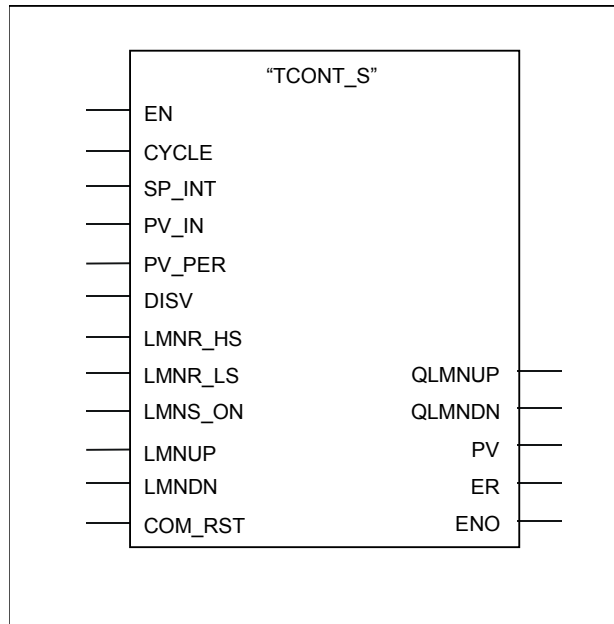
4.2 構成図



4.3 ユーザープログラムにファンクションブロックを入れる

4.3.1 コントローラブロックの呼び出し

次の図は、FBD におけるコントローラ呼び出しを示しています。



FB TCONT_S は一定の間隔で呼び出す必要があります。呼び出しを実現するには、周期的割り込み OB(たとえば S7-300 の OB35)を使用します。ブロックインターフェースは、セットポイント、プロセス値、操作出力変数などのプロセス変数を使用してブロックを相互接続できる最も重要なパラメータを提供します。手動値信号または障害変数を直接ブロックインターフェースに接続することもできます。

4.3.2 サンプル時間

パラメータ CYCLE でサンプル時間を指定します。パラメータ割り付けツールを使用してサンプル時間を入力することもできます。サンプル時間 CYCLE により、2つの呼び出しの間の時間差を一致させる必要があります(スキャンレートなどの周期 OB のサイクルタイム)。

コントローラサンプル時間 CYCLE のおおよその目安

コントローラサンプル時間は、コントローラ(TI)の算出された積分時間の 10%を超えないでください。一般的に、サンプル時間をさらに低い値に設定して、ステップコントローラの必要な精度を実現する必要があります(次の数値例を参照)。

数値の例

必要な精度 G	MTR_TM	CYCLE = MTR_TM*G	コメント
0.5 %	10 s	0.05 s	サンプル時間は、ステップコントローラの必要な精度により特定されます。

4.3.3 初期化

FB "TCONT_S"には、入力パラメータ COM_RST = TRUE が設定されたときに処理される初期化ルーチンが含まれています。初期化ルーチンの処理後、ブロックは再び COM_RST を FALSE に設定します。

すべての出力は、それぞれの初期値に設定されます。

CPU を再起動したときに初期化する必要がある場合、COM_RST = TRUE で OB100 内のブロックを呼び出します

5 はじめに

目標

次の簡単な例"zEn01_13_STEP7__PID-Temp -> パルスコントローラ"に基づいて、FB 58 "TCONT_CP"温度コントローラでのシミュレートされた温度処理の制御および PID コントローラパラメータオンラインの取得を修得します。

要件

次の要件を満たす必要があります。

- 電源および CPU から構成される S7-300/400 ステーションを使用している。
- STEP 7 (≥ V5.1 SP3)をプログラミングデバイスにインストールしてある。
- プログラミングデバイスが CPU に接続されている。

新規プロジェクトの作成および例のコピー

ステップ	動作	結果
1	[ファイル 新規作成...]で SIMATIC マネージャにプロジェクトを作成します。	プロジェクトウィンドウが SIMATIC マネージャに現れます。
2	SIMATIC300 または 400 ステーションを挿入して、ハードウェアコンフィギュレーションを一致させます。	
3	HWConfig でステーションをコンフィギュレーションして、OB35の周期割り込み優先度クラスのサイクルタイムを 20ms に設定します。	
4	パルスコントローラプログラムをサンプルプロジェクト zEn01_13_STEP7__PID-Temp からステーションにコピーします。	プログラムの CPU へのダウンロード準備ができました。
5	プログラムを選択し、[PLC ダウンロード]で CPU にコピーします。	

パラメータ割り付けユーザインターフェースを使用したコントローラの調整

ステップ	動作	結果
1	SIMATIC マネージャの DB DB_TCONT_CP をダブルクリックしてパラメータ割り付けツールを開きます。	パラメータ割り付けツールが開きます。
2	オプションで、メニューコマンド[コントローラ調整]を選択します。	[カーブレコーダ]とウィザードの最初のダイアログが開きます。
3	カーブレコーダ上で、操作出力変数とプロセス値が実際に決定していることをチェックし、[次へ]をクリックします。	[コントローラタイプの選択]ダイアログが開きます。
4	[PID パラメータ]を設定し、[次へ]をクリックします。	[プロセス実行タイプの選択]ダイアログボックスが開きます。
5	[セットポイントステップ変更でオペレーティングポイントにアプローチして調整する]を設定し、[次へ]をクリックします。	[プロセス励起]ダイアログボックスが開きます。
6	オペレーティングポイントを 70 に設定し、操作出力変数の相違を 80 に設定して、[次へ]をクリックします。	[調整のステータスと結果]ダイアログボックスが開きます。
7	コントローラの調整終了が表示されたら、[閉じる]をクリックします。	ウィザードとカーブレコーダが閉じます。

セットポイントステップ変更またはプロセスへの障害負荷を適用して、これらのコントローラパラメータをテストします。

セットポイントステップ変更の適用

ステップ	動作	結果
1	[オプション]メニューの[カーブレコーダ]を開きます。	[カーブレコーダ]ウィンドウが開きます。
2	[オプション]メニューの[コミッショニング]ダイアログボックスを開きます。	[コミッショニング]ダイアログボックスが開きます。
3	セットポイントパラメータ用にセットポイントステップ変更に 90 を入力し、[送信]ボタンをクリックします。	カーブレコーダにあるセットポイントがすぐ変わります。
4	プロセス値および操作出力変数の決定応答に従います。	

プロセスへの障害負荷の適用

ステップ	動作	結果
1	SIMATIC マネージャの VAT_LoopControl 変数テーブルを開きます。	変数テーブルが開きます。
2	パラメータ"DB_PROC_P".DISV にプロセス障害の 30 を入力します。	カーブレコーダのプロセス値のカーブが変化します。
3	プロセス値および操作用出力変数の決定応答に従います。	

手動/自動切り替え

ステップ	動作	結果
1	[コミショニング]ダイアログボックスを手動に切り替え、[送信]ボタンをクリックします。	操作用出力変数の値は、カーブレコーダでは一定のままです。
2	手動操作値の相違値を設定し、[送信]ボタンをクリックします。	操作用出力変数用の新規手動操作値設定が示されます。
3	自動モードに戻り、[送信]ボタンをクリックします。	カーブレコーダにある操作用出力変数の値に基づいて、再び自動モードでのコントローラの動作方法が確認できます。

PID パラメータと PI パラメータとの変更

ステップ	動作	結果
1	[コミショニング]ダイアログボックスを手動に切り替え、[送信]ボタンをクリックします。	操作用出力変数の値は、カーブレコーダでは一定のままです。
2	SIMATIC マネージャの VAT_StructPar 変数テーブルを開き、[変数モニタ]をクリックします。	
3	[コミショニング]ダイアログボックスの [PID/PI パラメータ設定]で、PI パラメータを選択し、[ダウンロード]ボタンをクリックします。	VAT_StructPar 変数テーブルで、PI_CON のパラメータを実効的なパラメータに転送する方法が確認できます。
4	[PID/PI パラメータ設定]で、PID パラメータを選択し、[ダウンロード]をクリックします。	VAT_StructPar 変数テーブルで、PID_CON のパラメータを実効的なパラメータに転送する方法が確認できます。
5	自動モードに戻り、[送信]ボタンをクリックします。	カーブレコーダにある操作用出力変数の値に基づいて、再び自動モードでのコントローラの動作方法が確認できます。

U コントローラパラメータのアップロードと保存

ステップ	動作	結果
1	[コミショニング]ダイアログボックスを手動に切り替え、[送信]ボタンをクリックします。	操作出力変数の値は、カーブレコーダでは一定のままです。
2	SIMATIC マネージャの VAT_StructPar 変数テーブルを開き、[変数モニタ]をクリックします。	
3	[PID とコントロールゾーンのパラメータの保存]オプションの[ダウンロード]ボタンをクリックします。	VAT_StructPar 変数テーブルで、PAR_SAVE のパラメータを実効的なパラメータに転送する方法が確認できます。
4	実効的なパラメータの値を、値が転送されたことが後で認識できるように変更します。	
5	[PID とコントロールゾーンのパラメータの保存]オプションの[保存]ボタンをクリックします。	VAT_StructPar 変数テーブルで、実効的なパラメータを PAR_SAVE に転送する方法が確認できます。
6	自動モードに戻り、[送信]ボタンをクリックします。	カーブレコーダにある操作出力変数の値に基づいて、再び自動モードでのコントローラの動作方法が確認できます。

6 温度コントローラの例

6.1 概要

概要

この章には、プロセスのシミュレーションを使用した温度コントローラ FB 58 "TCONT_CP" および FB 59 "TCONT_S"の、実行可能なアプリケーションサンプルを記載しています。

この例は、[...|STEP7|EXAMPLES]のフォルダにあります。

要件

- 電源および CPU で構成される S7 ステーションをセットアップおよび接続してある。
- STEP 7 (\geq V5.1 + サービスパック 3)がプログラミングデバイスにインストールされている。
- プログラミングデバイスが CPU に接続されている。

サンプルの準備

1. SIMATIC マネージャを使用して、[...STEP7|EXAMPLES]フォルダにあるサンプルプロジェクト **zEn01_13_STEP7_PID-Temp** を開き、適切な名前を付けてプロジェクトフォルダにコピーします([**ファイル|名前を付けて保存**])。[**表示|詳細**]オプションを使用して、すべての情報を表示させます。
2. ステーションをプロジェクトに挿入して、ハードウェアコンフィグレーションを一致させます。
3. サンプルプログラムを選択し、プログラムをステーションにコピーします。
4. **HW Config** を使用してハードウェアをコンフィグレーションします。
5. ハードウェアコンフィグレーションを保存し、CPU にダウンロードします。
6. ブロックフォルダを CPU にダウンロードします。

サンプルのコード

サンプルは STL に書き込まれます。LAD/STL/FBD エディタにこれらのサンプルが直接表示されます。このエディタで、[表示]"シンボル表示"、"シンボル選択"および"コメント"で表示]を選択します。画面に十分なスペースがあれば、"シンボル情報"も表示できます。

サンプルの使い方

サンプルプログラムには、値を見たり変更したりできる変数宣言テーブル (VAT) があります。パラメータ割り付けユーザインターフェースにあるカーブレコーダを使用して、カーブをチェックすることもできます。

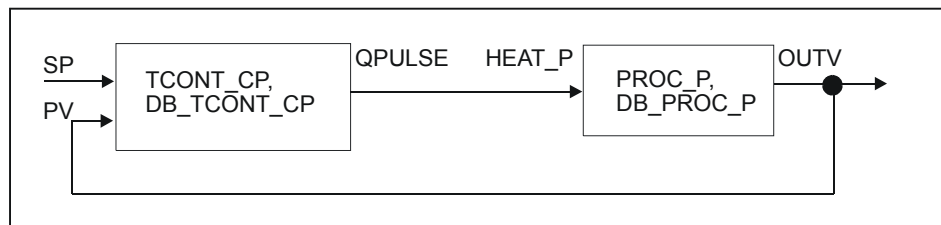
サンプルの適応

サンプルのコードをユーザープログラムとして直接使用できますが、このサンプルは実際の処理用に調整されていません。

6.2 FB 58 "TCONT_CP" (パルスコントロール) の例

"パルスコントローラ"サンプルには、FB 58 "TCONT_CP"温度コントローラと PROC_P でシミュレーションした温度処理との簡単なコントロールループがあります。コントローラはパルスコントローラとしてセットアップします。PROC_P は、バイナリ入力を使用した 3 番めのオーダラグを示しています。

次の図に、サンプルのコントロールループを示します。



プログラム構造

コントローラとプロセスブロックは、20ms の周期割り込み時間を使用して OB35 内で呼び出します。遅いコントローラステージは、CYCLE = 400ms で操作します。必要な精度を実現するには、PER_TM > CYCLE が選択されていることです(1s)。

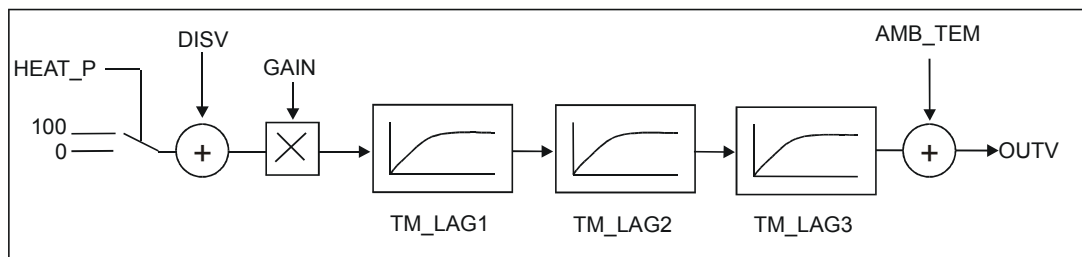
OB100 が開始すると、コントローラのビットが再起動し、プロセスが設定されます。

コントローラのパルスジェネレータは、OB100 で起動します。

温度加熱ゾーンのシミュレーション用プロセスブロック

ブロックは、押出し機、射出成形機、焼きなまし機のコントロールゾーンとして、または別個の炉として発生する加熱の典型的な温度処理をシミュレーションします。

次の図は、プロセス PROC_P の構成図です。



パラメータ

パラメータ	コメント	説明
HEAT_P	加熱パルス	バイナリ加熱入力信号
DISV	障害変数	
GAIN	プロセスゲイン	
TM_LAG1	タイムラグ 1	
TM_LAG2	タイムラグ 2	
TM_LAG3	タイムラグ 3	
AMB_TEM	周囲温度	
OUTV	出力変数	コントロールゾーンの温度

バイナリ入力信号を連続した浮動小数点の値(0 または 100)に変換します。障害変数を加えてプロセスゲインを乗じた後、プロセス値は 3 つある 1 番めのオーダタイムラグエレメントを通過します。最後に、周囲温度の値が追加されます。コントローラを COM_RST = TRUE で初期化している場合、出力変数は $OUTV = DISV * GAIN$ に設定します。+ AMB_TEM.

オペレータコントロールとモニタリング

VAT_LoopControl 変数テーブルへのオペレータ入力ができます。

次の画面は、VAT_LoopControl 変数テーブルを示しています。

Monitoring and Modifying Variables - [KAT_VAT_LoopControl -- Ka_Test1\SIMATIC 4...					
Table Edit Insert PLC Variable View Options Window Help					
	Address	Symbol	Display format	Status value	Modify value
1	//Regler				
2	DB58.DBD 34	"DB_TCONT_CP".SP_INT	FLOATING_POINT	0.0	//70.0
3	DB58.DBD 14	"DB_TCONT_CP".PV	FLOATING_POINT	20.0	
4	DB58.DBD 18	"DB_TCONT_CP".LMN	FLOATING_POINT	0.0	
5	DB58.DBX 24.0	"DB_TCONT_CP".QPULSE	BOOL	false	
6	DB58.DBX 42.1	"DB_TCONT_CP".MAN_ON	BOOL	true	//true
7	DB58.DBD 38	"DB_TCONT_CP".MAN	FLOATING_POINT	0.0	//0.0
8	//Impulsformer				
9	DB58.DBD 26	"DB_TCONT_CP".CYCLE	FLOATING_POINT	0.4	//0.4
10	DB58.DBD 30	"DB_TCONT_CP".CYCLE_P	FLOATING_POINT	0.02	//0.02
11	DB58.DBD 76	"DB_TCONT_CP".PER_TM	FLOATING_POINT	1.0	//1.0
12	DB58.DBD 80	"DB_TCONT_CP".P_B_TM	FLOATING_POINT	0.0	
13	//Parameter				
14	DB58.DBD 162	"DB_TCONT_CP".PFAC_SP	FLOATING_POINT	1.0	//0.8
15	DB58.DBD 166	"DB_TCONT_CP".GAIN	FLOATING_POINT	32.4	//32.4
16	DB58.DBD 170	"DB_TCONT_CP".TI	FLOATING_POINT	6.63	//6.63
17	DB58.DBD 174	"DB_TCONT_CP".TD	FLOATING_POINT	1.65	//1.65
18	DB58.DBD 182	"DB_TCONT_CP".CON_ZONE	FLOATING_POINT	7.8	//7.8
19	DB58.DBX 186.0	"DB_TCONT_CP".CONZ_ON	BOOL	false	//true
20	DB58.DBX 186.6	"DB_TCONT_CP".PID_ON	BOOL	true	
21	DB58.DBX 186.5	"DB_TCONT_CP".LOAD_PID	BOOL	false	
22	//Optimierung				
23	DB58.DBX 186.1	"DB_TCONT_CP".TUN_ON	BOOL	false	//true
24	DB58.DBX 186.2	"DB_TCONT_CP".TUN_ST	BOOL	false	//true
25	DB58.DBD 84	"DB_TCONT_CP".TUN_DLMN	FLOATING_POINT	80.0	//20.0
26	DB58.DBW 108	"DB_TCONT_CP".PHASE	DEC	0	
27	DB58.DBW 110	"DB_TCONT_CP".STATUS_H	DEC	0	
28	DB58.DBW 112	"DB_TCONT_CP".STATUS_D	DEC	0	
29	//Prozess				
30	DB102.DBD 26	"DB_PROC_P".CYCLE	FLOATING_POINT	0.02	//0.02
31	DB102.DBD 2	"DB_PROC_P".DISV	FLOATING_POINT	0.0	
32	DB102.DBD 6	"DB_PROC_P".AMB_TEM	FLOATING_POINT	20.0	
33	DB102.DBD 10	"DB_PROC_P".GAIN	FLOATING_POINT	1.0	//1.0
34	DB102.DBD 14	"DB_PROC_P".TM_LAG1	FLOATING_POINT	50.0	//50.0
35	DB102.DBD 18	"DB_PROC_P".TM_LAG2	FLOATING_POINT	5.0	//5.0
36	DB102.DBD 22	"DB_PROC_P".TM_LAG3	FLOATING_POINT	0.0	
37					

Ka_Test1\SIMATIC 400(1)\...\Impulsregler

RUN

コントローラは MAN_ON 切り替えで手動にすることができます。手動操作値は MAN で設定します。

CPU のウォームリスタートの後は、コントローラは加熱オフにより手動操作になっています。

コントローラを調整する場合、TUN_ON ビットを設定して SP にセットポイントを入力します。パラメータ PHASE で調整をモニタリングできます。

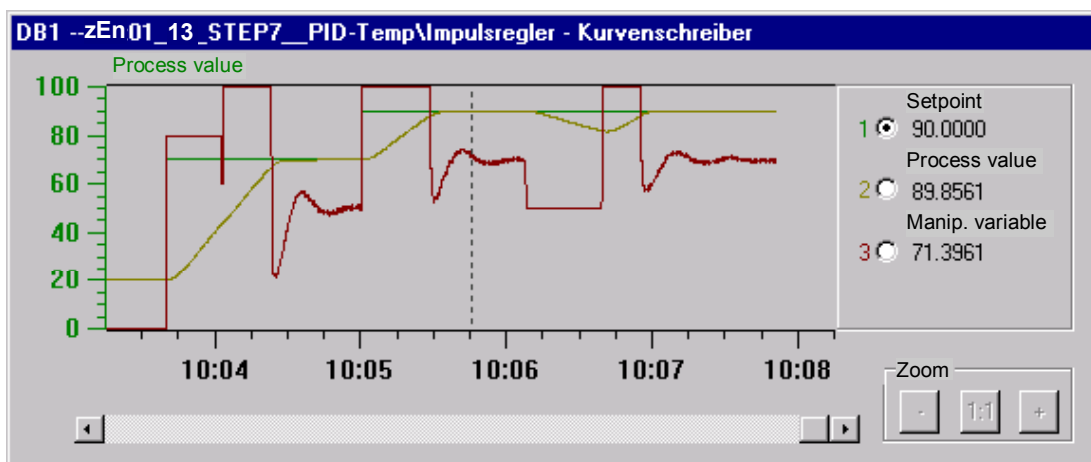
調整の結果は、ステータスワード STATUS_H および STATUS_D で見ることができます。

サンプルをオペレーション内に置く

サンプルをオペレーション内に置くには、次に概説するステップに従ってください。

1. サンプルを CPU にコピーします。
2. HW Config で、OB35 のサイクルタイムを 20ms に設定します。
周期割り込みレベルでタイムエラーが発生した場合、サイクルタイムを拡張する必要があります。この場合、シミュレーションはさらに遅く実行します。実際の処理をコントロールする場合、OB35 のサイクルタイムと DB_PROC_P のサンプル時間 CYCLE_P または CYCLE が一致しなければなりません。

次の画面は、FB58 を使用したコントローラ調整を示しています。



この画面は、周囲温度 20°C からオペレーティングポイント (70°C) への加熱時のコントローラ調整を示しています。これに従って、セットポイントステップ変更はコントロールゾーンでコントロールされています。90°C の新規オペレーティングポイントでは、コントローラは操作用出力変数の負の励起に対して再び調整されます。

6.3 短いパルスジェネレータサンプル時間を使用した FB 58 "TCONT_CP"のサンプル

ここに記載する2つのサンプルは、セクション6.2に記載する"パルスコントローラ"のサンプルと同一です。唯一の違いは、次に示す呼び出しのメカニズムです。

FB 58 "TCONT_CP" ブロックには、集中計算を使用するコントローラステージの処理と、OB1 または遅い周期割り込み OB(たとえば、OB32: 1s)にシフトするための調整を行うメカニズムがあります。CPUの負荷が重く、高い精度を必要としているため、CYCLE_P から CYCLE へ低減する場合に、このメカニズムを使用します。

- "パルスコントローラ OB35、OB1"サンプルは、1つの周期割り込みレベルのみ使用できるので、S7-300 に適しています。

以下の図は、S7-300 における短いパルスジェネレータサンプル時間を使用したブロック呼び出しを示しています。

OB1 (free cycle)

```
A    "DB_TCONT_CP".QC_ACT
JCN  M001

Call TCONT_CP, DB_TCONT_CP
...
SELECT = 1,
...
M001: NOP 0
```

OB35 (e.g. 20 ms)

```
Call TCONT_CP, DB_TCONT_CP
...
SELECT = 2,
...
```

- "パルスコントローラ OB35、OB32"サンプルは、いくつかの割り込みレベルが使用できるので、S7-400 に適しています。

以下の図は、S7-400 における短いパルスジェネレータサンプル時間を示したブロック呼び出しを示しています。

OB32 (e.g. 1 s)

```
Call TCONT_CP, DB_TCONT_CP
...
SELECT = 3,
...
```

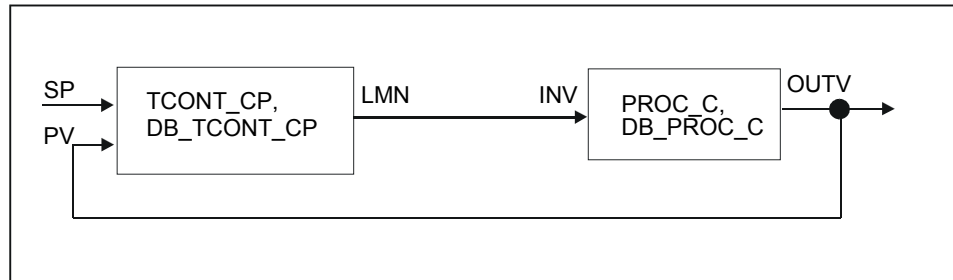
OB35 (e.g. 20 ms)

```
Call TCONT_CP, DB_TCONT_CP
...
SELECT = 2,
...
```


6.4 FB 58 "TCONT_CP"のサンプル(続き)

"連続コントローラ"サンプルには、FB 58 "TCONT_CP"温度コントローラと PROC_C でシミュレーションした温度処理との簡単なコントロールループがあります。コントローラは連続コントローラとして設定します。PROC_C は、アナログ入力を使用した 3 番目のオーダラグを示しています。

次の図に、サンプルのコントロールループを示します。



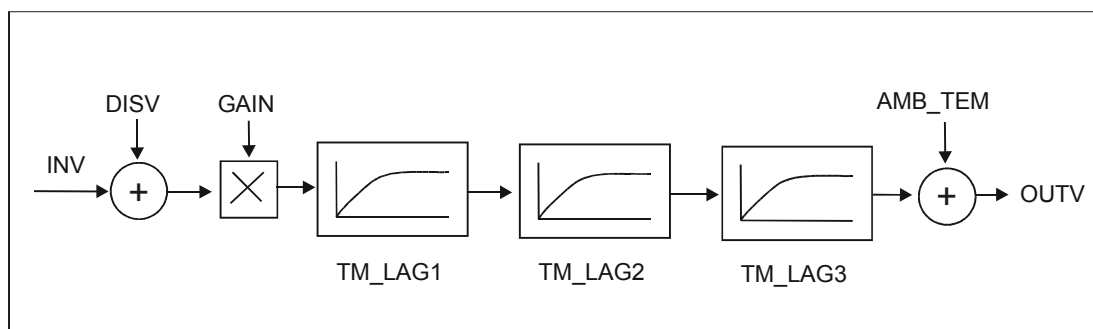
プログラム構造

コントローラとプロセスブロックは、100ms の周期割り込み時間を使用して OB35 内で呼び出します。OB100 が開始すると、コントローラのビットが再起動し、プロセスが設定されます。

温度加熱ゾーンのシミュレーション用プロセスブロック

ブロックは、押出し機、射出成形機、焼きなまし機のコントロールゾーンとして、または別個の炉として発生する加熱の典型的な温度処理をシミュレーションします。

次の図は、コントロールシステム PROC_C の構成図です。



パラメータ

パラメータ	コメント	説明
INV	入力変数	コントローラの操作出力変数の値
DISV	障害変数	
GAIN	プロセスゲイン	
TM_LAG1	タイムラグ 1	
TM_LAG2	タイムラグ 2	
TM_LAG3	タイムラグ 3	
AMB_TEM	周囲温度	
OUTV	出力変数	コントロールゾーンの温度

アナログ入力信号と負荷 (障害変数) を加えてプロセスゲインを乗じた後、プロセス値は 3 つある 1 番めのオーダタイムラグを通過します。最後に、周囲温度の値が追加されます。

コントローラを COM_RST = TRUE で初期化している場合、出力変数は $OUTV = (INV + DISV) * GAIN$ に設定します。+ AMB_TEM.

オペレータコントロールとモニタリング

VAT_LoopControlC 変数テーブルへのオペレータ入力ができます。

Monitoring and Modifying Variables - [KAT_LoopControlC -- Ka_Test1\SIMATIC ...]					
Table Edit Insert PLC Variable View Options Window Help					
	Address	Symbol	Display format	Status value	Modify value
1	//Regler				
2	DB58.DBD 34	"DB_TCONT_CP".SP_INT	FLOATING_POINT	0.0	//60.0
3	DB58.DBD 14	"DB_TCONT_CP".PV	FLOATING_POINT	20.0	
4	DB58.DBD 18	"DB_TCONT_CP".LMN	FLOATING_POINT	0.0	
5	DB58.DBX 42.1	"DB_TCONT_CP".MAN_ON	BOOL	true	//true
6	DB58.DBD 38	"DB_TCONT_CP".MAN	FLOATING_POINT	0.0	//0.0
7	DB58.DBD 26	"DB_TCONT_CP".CYCLE	FLOATING_POINT	0.1	
8	//Parameter				
9	DB58.DBD 162	"DB_TCONT_CP".PFAC_SP	FLOATING_POINT	1.0	//0.6
10	DB58.DBD 166	"DB_TCONT_CP".GAIN	FLOATING_POINT	6.48	//6.48
11	DB58.DBD 170	"DB_TCONT_CP".TI	FLOATING_POINT	3.16	//3.16
12	DB58.DBD 174	"DB_TCONT_CP".TD	FLOATING_POINT	0.79	//0.79
13	DB58.DBD 182	"DB_TCONT_CP".CON_ZONE	FLOATING_POINT	38.6	//38.6
14	DB58.DBX 186.0	"DB_TCONT_CP".CONZ_ON	BOOL	false	//true
15	DB58.DBX 186.6	"DB_TCONT_CP".PID_ON	BOOL	true	//true
16	DB58.DBX 186.5	"DB_TCONT_CP".LOAD_PID	BOOL	false	
17					
18	//Optimierung				
19	DB58.DBX 186.1	"DB_TCONT_CP".TUN_ON	BOOL	false	//true
20	DB58.DBX 186.2	"DB_TCONT_CP".TUN_ST	BOOL	false	//true
21	DB58.DBD 84	"DB_TCONT_CP".TUN_DLMN	FLOATING_POINT	20.0	//20.0
22					
23	DB58.DBW 108	"DB_TCONT_CP".PHASE	DEC	0	
24	DB58.DBW 110	"DB_TCONT_CP".STATUS_H	DEC	0	
25	DB58.DBW 112	"DB_TCONT_CP".STATUS_D	DEC	0	
26					
27	//Prozess				
28	DB100.DBD 28	"DB_PROC_C".CYCLE	FLOATING_POINT	0.1	
29	DB100.DBD 4	"DB_PROC_C".DISV	FLOATING_POINT	0.0	
30	DB100.DBD 12	"DB_PROC_C".GAIN	FLOATING_POINT	10.0	//10.0
31	DB100.DBD 16	"DB_PROC_C".TM_LAG1	FLOATING_POINT	50.0	//50.0
32	DB100.DBD 20	"DB_PROC_C".TM_LAG2	FLOATING_POINT	2.0	//2.0
33	DB100.DBD 24	"DB_PROC_C".TM_LAG3	FLOATING_POINT	0.0	
34	DB100.DBD 8	"DB_PROC_C".AMB_TEM	FLOATING_POINT	20.0	
35	DB100.DBX 36.0	"DB_PROC_C".COM_RST	BOOL	false	//true
36					
Ka_Test1\SIMATIC 400(1)\...Kontinuierlicher Regler					
			RUN		

コントローラは MAN_ON 切り替えで手動にすることができます。手動操作値は MAN で設定します。CPU のウォームリスタートの後は、コントローラは加熱オフにより手動操作になっています。

コントローラを調整する場合、TUN_ON ビットを設定して SP にセットポイントを入力します。パラメータ PHASE で調整をモニタリングできます。

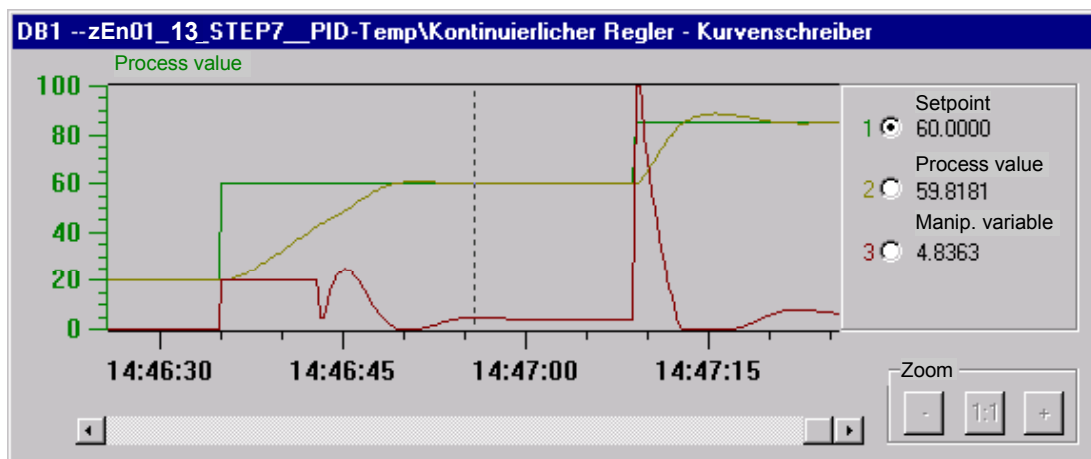
調整の結果は、ステータスワード STATUS_H および STATUS_D で見るすることができます。

サンプルをオペレーション内に置く

サンプルをオペレーション内に置くには、次に概説するステップに従ってください。

1. サンプルを CPU にコピーします。
2. OB35 (100ms) のデフォルトサイクルタイムがもう存在しない場合、HW Config で OB35 のサイクルタイムを 100ms に設定します。周期割り込み優先度クラスでタイムエラーが発生した場合、サイクルタイムを拡張する必要があります。この場合、シミュレーションはさらに遅く実行します。実際の処理をコントロールする場合、OB35 のサイクルタイムと DB_TCONT_CP および DB_PROC_C のサンプル時間 CYCLE が一致しなければなりません。
3. コントローラの調整を実行するには、TUN_DLMN を 20% に設定します。

次の画面は、TCONT_CP を使用したコントローラ調整を示しています。

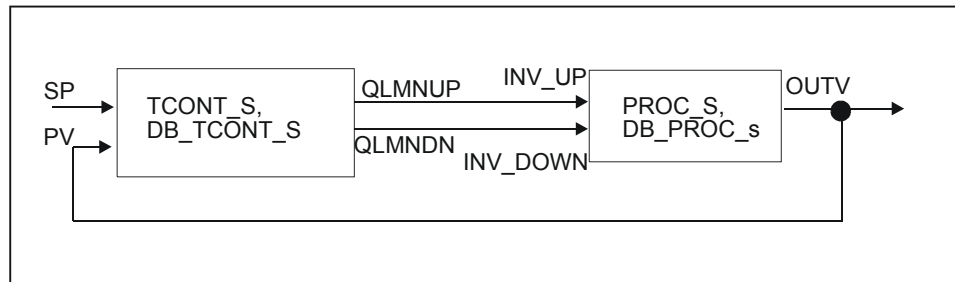


上の図は、周囲温度 20°C からオペレーティングポイント (60°C) への加熱時のコントローラ調整を示しています。これに従って、60°C から 85°C までのセットポイントステップ変更をコントロールゾーン内で実行します。オーバーシュートは、PFAC_SP を 0.8 から 0.6 に低減して除去します。

6.5 FB 59 "TCONT_S" (ステップコントローラ) の例

"ステップコントローラ"サンプルには、PI ステップコントローラと温度処理のモデルとして積分アクチュエータのある 3 番めのオーダラグから構成される簡単なコントロールループがあります。

次の図に、サンプルのコントロールループを示します。



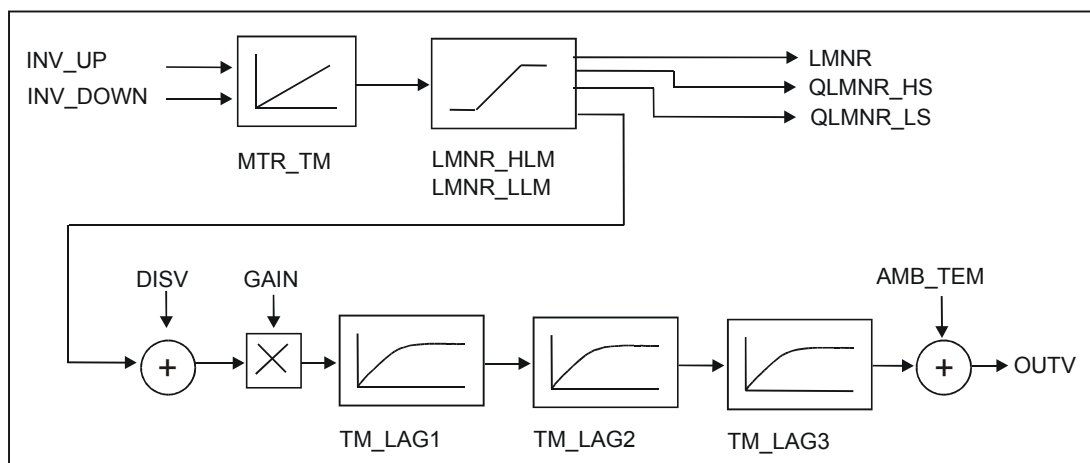
プログラム構造

コントローラとプロセスは OB35 内で呼び出します。OB100 が開始すると、コントローラのビットが再起動し、プロセスが設定されます。

温度処理のシミュレーション用プロセスブロック

ブロックは、3 番めのオーダタイムラグを使用してプロセスをシミュレーションします。温度処理の場合、1 つの大きな時定数および 1 つの小さな時定数に対応して 2 番めのオーダタイムラグを選択します ($TM_LAG1 = 10 \times TM_LAG2$ および $TM_LAG3 = 0s$)。

次の図は、アクチュエータを使用した PROC_S コントロールプロセスの構成図です。



パラメータ

パラメータ	コメント	説明
INV_UP	入力変数アップ	
INV_DOWN	入力変数ダウン	
DISV	障害変数	
GAIN	プロセスゲイン	
MTR_TM	モータ動作時間	
LMNR_HLM	アクチュエータ上限値	
LMNR_LLM	アクチュエータ下限値	
TM_LAG1	タイムラグ 1	
TM_LAG2	タイムラグ 2	温度処理で、 TM_LAG1 = 10...100 × TM_LAG2)
TM_LAG3	タイムラグ 3	温度処理で = 0
AMB_TEM	周囲温度	
OUTV	出力変数	温度
LMNR	位置フィードバック信号	
QLMNR_HS	停止信号上限	
QLMNR_LS	停止信号下限	

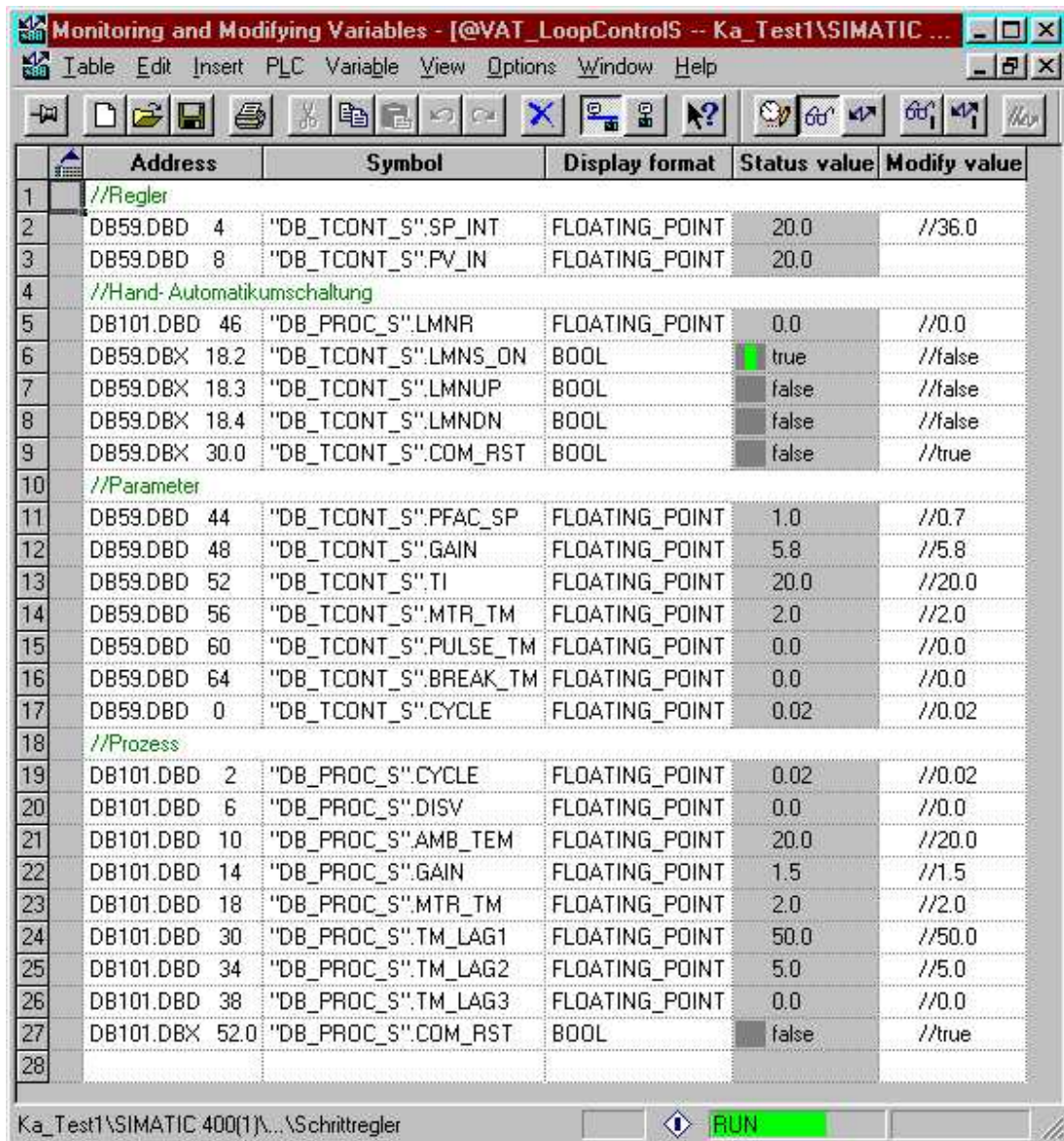
入力信号 INV_UP または INV_DOWN により、位置フィードバック信号 LMNR が積分機能により計算されます。位置フィードバック信号は、LMNR_HLM と LMNR_LLM に制限されます。限界に到達すると、限界停止信号 QLMNR_HS または QLMNR_LS が設定されます。

障害変数を加えてプロセスゲインを乗じた後、プロセス値は 3 つある 1 番めのオーダタイムラグエレメントを通過します。

コントローラを COM_RST = TRUE で初期化している場合、出力変数は $OUTV = (LMNR \text{ に設定します。} + DISV) \times GAIN + AMB_TEM$ 。

オペレータコントロールとモニタリング

VAT_LoopControlS 変数テーブルへのオペレータ入力ができます。



	Address	Symbol	Display format	Status value	Modify value
1		//Regler			
2	DB59.DBD 4	"DB_TCONT_S".SP_INT	FLOATING_POINT	20.0	//36.0
3	DB59.DBD 8	"DB_TCONT_S".PV_IN	FLOATING_POINT	20.0	
4		//Hand- Automatikumschaltung			
5	DB101.DBD 46	"DB_PROC_S".LMNR	FLOATING_POINT	0.0	//0.0
6	DB59.DBX 18.2	"DB_TCONT_S".LMNS_ON	BOOL	true	//false
7	DB59.DBX 18.3	"DB_TCONT_S".LMNUP	BOOL	false	//false
8	DB59.DBX 18.4	"DB_TCONT_S".LMNDN	BOOL	false	//false
9	DB59.DBX 30.0	"DB_TCONT_S".COM_RST	BOOL	false	//true
10		//Parameter			
11	DB59.DBD 44	"DB_TCONT_S".PFAC_SP	FLOATING_POINT	1.0	//0.7
12	DB59.DBD 48	"DB_TCONT_S".GAIN	FLOATING_POINT	5.8	//5.8
13	DB59.DBD 52	"DB_TCONT_S".TI	FLOATING_POINT	20.0	//20.0
14	DB59.DBD 56	"DB_TCONT_S".MTR_TM	FLOATING_POINT	2.0	//2.0
15	DB59.DBD 60	"DB_TCONT_S".PULSE_TM	FLOATING_POINT	0.0	//0.0
16	DB59.DBD 64	"DB_TCONT_S".BREAK_TM	FLOATING_POINT	0.0	//0.0
17	DB59.DBD 0	"DB_TCONT_S".CYCLE	FLOATING_POINT	0.02	//0.02
18		//Prozess			
19	DB101.DBD 2	"DB_PROC_S".CYCLE	FLOATING_POINT	0.02	//0.02
20	DB101.DBD 6	"DB_PROC_S".DISV	FLOATING_POINT	0.0	//0.0
21	DB101.DBD 10	"DB_PROC_S".AMB_TEM	FLOATING_POINT	20.0	//20.0
22	DB101.DBD 14	"DB_PROC_S".GAIN	FLOATING_POINT	1.5	//1.5
23	DB101.DBD 18	"DB_PROC_S".MTR_TM	FLOATING_POINT	2.0	//2.0
24	DB101.DBD 30	"DB_PROC_S".TM_LAG1	FLOATING_POINT	50.0	//50.0
25	DB101.DBD 34	"DB_PROC_S".TM_LAG2	FLOATING_POINT	5.0	//5.0
26	DB101.DBD 38	"DB_PROC_S".TM_LAG3	FLOATING_POINT	0.0	//0.0
27	DB101.DBX 52.0	"DB_PROC_S".COM_RST	BOOL	false	//true
28					

Ka_Test1\SIMATIC 400(1)\...\Schritregler

RUN

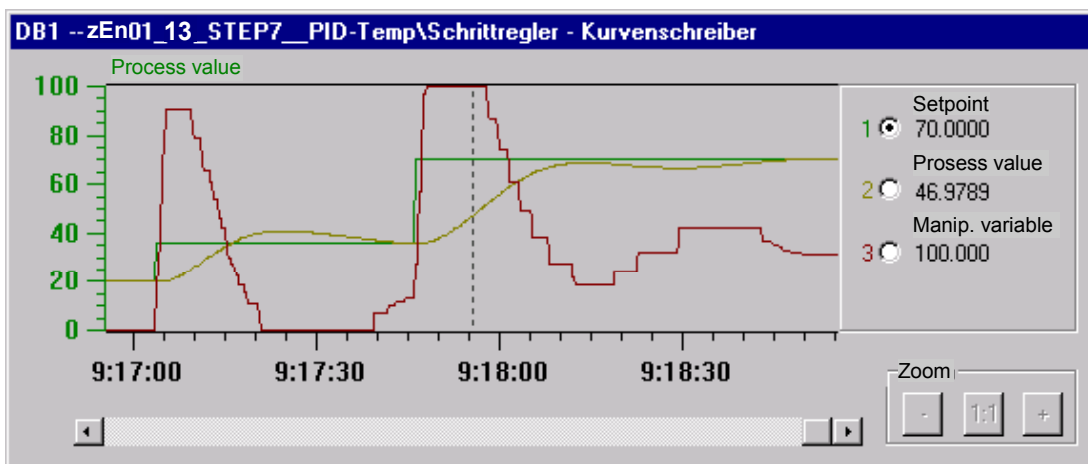
コントローラは LMNS_ON 切り替えで手動にすることができます。CPU のウォームリスタートの後は、コントローラは手動操作になっています。LMNS_ON を設定する場合、出力 QLMNUP または QLMNDN を入力 LMNUP または LMNDN で手動でコントロールできます。

サンプルをオペレーション内に置く

サンプルをオペレーション内に置くには、次に概説するステップに従ってください。

1. サンプルを CPU にコピーします。
2. HW Config で、OB35 のサイクルタイムを 20ms に設定します。周期割り込みレベルでタイムエラーが発生した場合、サイクルタイムを拡張する必要があります。この場合、シミュレーションはさらに遅く実行します。実際のプロセスをコントロールする場合、OB35 のサイクルタイムと FB 59 "TCONT_S" のサンプル時間が一致しなければなりません。

次の画面は、TCONT_S を使用したコントローラ調整を示しています。



上の図は、20℃から 36℃までのセットポイントステップ変更を初めに示しています。操作出力変数制限には到達しないで、温度は約 5℃(30%)でオーバーシュートします。36℃から 70℃までの続くセットポイントステップ変更で、操作出力変数の上限値に到達します。これにより、プロセス変数のオーバーシュートを回避します。

同様に小さなセットポイント変更でのオーバーシュートを回避するには、PFAC_SP を低減する必要があります(たとえば、1.0 から 0.8 まで)。

A 付録

A.1 技術仕様

次の表に、温度ブロックのメモリ要件を示します。

ブロック名	FB 番号	ロードメモリ要件	作業メモリ要件	ローカルデータ
TCONT_CP	FB 58	8992 バイト	8156	144
TCONT_S	FB 59	2282 バイト	1966	64

インスタンス DB	ロードメモリ要件	作業メモリ要件
TCONT_CP のインスタンス DB	884 バイト	424 バイト
TCONT_S のインスタンス DB	298 バイト	134 バイト

A.2 実行時間

ブロック名	FB 番号	コンフィグレーション	実行時間(単位: ミリ秒) CPU 314	実行時間(単位: ミリ秒) CPU 416
TCONT_CP	FB 58	標準的なパラメータを設定した連続コントローラ	4.7	0.14
TCONT_CP	FB 58	標準的なパラメータを設定しコントローラ調整を実行した連続コントローラ	6.2	0.19
TCONT_CP	FB 58	パルスジェネレータのみ処理されます。	0.87	0.025
TCONT_S	FB 59	標準的なパラメータを設定したステップコントローラ	2.8	0.095

測定条件:

CPU 314: 6ES7 314-1AE84-0AB0; 0.3 ms/kAW

CPU 416: 6ES7 416-1XJ02-0AB0; 0.08 ms/kAW

A.3 DB 割り付け

A.3.1 FB 58 "TCONT_CP"のインスタンス DB

パラメータ:

アドレス	パラメータ	宣言	データ タイプ	値の範囲	初期値	説明
0.0	PV_IN	INPUT	REAL	使用するセンサによって違ってきます。	0.0	PROCESS VARIABLE IN "プロセス変数入力" 入力パラメータでは、初期設定値を設定できます。または、浮動小数点フォーマットの外部プロセス変数を接続することができます。
4.0	PV_PER	INPUT	INT		0	プロセス ペリフェラル変数 ペリフェラル I/O フォーマットのプロセス変数は、"ペリフェラルプロセス変数" 入力パラメータでコントローラに接続されます。
6.0	DISV	INPUT	REAL		0.0	DISTURBANCE VARIABLE フィードフォワードコントロールでは、外乱変数が"外乱変数"入力パラメータに接続されます。
10.0	INT_HPOS	INPUT	BOOL		FALSE	正の方向に保持される積分動作 積分動作の出力を、正の方向にブロックできます。この操作を達成するには、INT_HPOS 入力パラメータを TRUE に設定する必要があります。カスケードコントロールでは、1 次コントローラの INT_HPOS が、2 次コントローラの QLMN_HLM と相互接続されます。
10.1	INT_HNEG	INPUT	BOOL		FALSE	負の方向に保持される積分動作 積分動作の出力を、負の方向にブロックできます。この操作を達成するには、INT_HNEG 入力パラメータを TRUE に設定する必要があります。カスケードコントロールでは、1 次コントローラの INT_HNEG は、2 次コントローラの QLMN_LLM と相互接続されます。

アドレス	パラメータ	宣言	データ タイプ	値の範囲	初期値	説明
12.0	SELECT	INPUT	INT	0~3	0	PID およびパルスジェネレータの呼び出しの選択 パルスジェネレータが起動している場合、PID アルゴリズムとパルスジェネレータを呼び出す方法は複数あります。 <ul style="list-style-type: none"> • SELECT =0: コントローラは高速周期割り込みレベルで呼び出され、PID アルゴリズムとパルスジェネレータが処理されます。 • SELECT =1: コントローラは OB1 で呼び出され、PID アルゴリズムだけが処理されます。 • SELECT =2: コントローラは高速周期割り込みレベルで呼び出され、パルスジェネレータだけが処理されます。 • SELECT =3: コントローラは低速周期割り込みレベルで呼び出され、PID アルゴリズムだけが処理されます。
14.0	PV	OUTPUT	REAL	使用するセンサによって違ってきます。	0.0	プロセス変数 "プロセス変数"出力パラメータでは、有効なプロセス変数が出力されます。
18.0	LMN	OUTPUT	REAL		0.0	操作出力変数 "操作出力変数"出力パラメータでは、操作出力変数の有効な値が浮動小数点フォーマットで出力されます。
22.0	LMN_PER	OUTPUT	INT		0	操作出力 ベリフェラル変数 "ベリフェラル操作出力変数"出力パラメータでは、ベリフェラルのフォーマットの操作出力変数値がコントローラに接続されます。
24.0	QPULSE	OUTPUT	BOOL		FALSE	パルス信号の出力 QPULSE 出力パラメータでは、パルス幅変調で操作出力変数の値が出力されます。
24.1	QLMN_HLM	OUTPUT	BOOL		FALSE	操作出力変数の上限に達しました。 操作出力変数の値は、常に上限値および下限値に制限されます。上限値を超えると、QLMN_HLM 出力パラメータがそのことを示します。

アド レス	パラメータ	宣言	データ タイプ	値の範囲	初期値	説明
24.2	QLMN_LLM	OUTPUT	BOOL		FALSE	操作出力変数の下限に達しました。 操作出力変数の値は、常に上限値および下限値に制限されます。下限値を超えると、QLMN_LLM 出力パラメータがそのことを示します。
24.3	QC_ACT	OUTPUT	BOOL		TRUE	次のサイクル。連続コントローラが動作しています。 このパラメータは、次のブロック呼び出し時に連続コントローラステージを実行するかどうかを示します (SELECT の値が 0 か 1 の場合に限り適切です)。
26.0	CYCLE	INPUT/ OUTPUT	REAL	$\geq 0.001 \text{ s}$	0.1 s	連続コントローラのサンプル時間[秒] これは、PID アルゴリズムのサンプリング時間を設定します。このチューナは、段階 1 のサンプリング時間を計算し、計算結果を CYCLE に入力します。
30.0	CYCLE_P	INPUT/ OUTPUT	REAL	$\geq 0.001 \text{ s}$	0.02 s	パルスジェネレータのサンプル時間[秒] この入力パラメータでは、パルスジェネレータステージのサンプリング時間を入力します。FB 58 "TCONT_CP" は、段階 1 のサンプリング時間を計算し、計算結果を CYCLE_P に入力します。
34.0	SP_INT	INPUT/ OUTPUT	REAL	使用するセンサによって違ってきます。	0.0	内部セットポイント "内部セットポイント"入力パラメータを使用してセットポイントを指定します。
38.0	MAN	INPUT/ OUTPUT	REAL		0.0	手動値 "手動値"入力パラメータを使用して手動値を指定します。自動モードでは、この値は、操作出力変数に応じて修正されます。
42.0	COM_RST	INPUT/ OUTPUT	BOOL		FALSE	完全再起動 このブロックでは、COM_RST 入力パラメータの設定時に処理される初期化ルーチンが使用されています。
42.1	MAN_ON	INPUT/ OUTPUT	BOOL		TRUE	手動操作オン "手動操作オン"入力パラメータを設定すると、コントロールループへの割り込みが実行されます。MAN 手動値は、操作出力変数の値として設定されます。

内部パラメータ

アドレス	パラメータ	宣言	データ タイプ	値の範囲	初期値	説明
44.0	DEADB_W	INPUT	REAL	使用するセンサによって違ってきます。	0.0	デッドバンド幅 エラーはデッドバンドを通過します。"デッドバンド幅"入力パラメータにより、デッドバンドのサイズが決定します。
48.0	I_ITLVAL	INPUT	REAL	0～ 100%	0.0	積分動作の初期設定値 I_ITL_ON 入力パラメータでは、積分動作の出力を設定できます。"積分動作の初期設定値"入力パラメータには、初期設定値が適用されます。再起動 COM_RST = TRUE 時に、I アクションが初期設定値に設定されます。
52.0	LMN_HLM	INPUT	REAL	>LMN_LLM	100.0	操作出力変数の上限値 操作出力変数の値は、常に上限値および下限値に制限されます。"操作出力変数の上限値"入力パラメータで、上限値を指定します。
56.0	LMN_LLM	INPUT	REAL	< LMN_HLM	0.0	操作出力変数の下限値 操作出力変数の値は、常に上限値および下限値に制限されます。"操作出力変数の下限値" 入力パラメータでは、下限値を指定します。
60.0	PV_FAC	INPUT	REAL		1.0	プロセス変数のファクタ "プロセス変数のファクタ"入力パラメータに、"ペリフェラルプロセス値"を掛けます。この入力パラメータを使用して、プロセス変数の範囲を調整します。
64.0	PV_OFFS	INPUT	REAL		0.0	プロセス変数のオフセット "プロセス変数のオフセット"入力パラメータが、"ペリフェラルプロセス変数"に追加されます。この入力パラメータを使用して、プロセス変数の範囲を調整します。
68.0	LMN_FAC	INPUT	REAL		1.0	操作出力変数のファクタ "操作出力変数のファクタ"入力パラメータに、操作出力変数を掛けます。この入力パラメータを使用して、操作出力変数の範囲を調整します。

アドレス	パラメータ	宣言	データ タイプ	値の範囲	初期値	説明
72.0	LMN_OFFS	INPUT	REAL		0.0	操作出力変数のオフセット "操作出力変数のオフセット"入力パラメータが、操作出力変数の値に追加されます。この入力パラメータを使用して、操作出力変数の範囲を調整します。
76.0	PER_TM	INPUT	REAL	≥CYCLE	1.0 s	期間[秒] PER_TM パラメータでは、パルス幅変調のパルス反復周期が入力されます。パルス反復周期とパルスジェネレータのサンプリング時間の関係により、パルス幅変調の精度が決まります。
80.0	P_B_TM	INPUT	REAL	≥ 0.0 秒	0.02 秒	最小パルス/ブレイク時間[秒] "最小パルス/ブレイク時間"パラメータでは、最小パルスまたは最小ブレイク時間を設定できます。P_B_TM は内部的に CYCLE_P より大きい値に制限されています。
84.0	TUN_DLMN	INPUT	REAL	-100.0～100.0 %	20.0	プロセス励起のデルタ操作出力変数 TUN_DLMN では、セットポイントのステップを変更すると、コントローラ調整のプロセス励起が発生します。
88.0	PER_MODE	INPUT	INT	0、1、2	0	ペリフェラルモード このスイッチでは、I/O モジュールのタイプを入力できます。その後、この PV 出力では、PV_PER 入力パラメータのプロセス変数が℃に基準化されます。 <ul style="list-style-type: none"> PER_MODE =0: 標準 PER_MODE =1: 気候 PER_MODE =2: 電流/電圧
90.0	PVPER_ON	INPUT	BOOL		FALSE	ペリフェラルプロセス出力変数オン プロセス変数を I/O から読み取る場合は、PV_PER 入力パラメータを I/O に接続し、"ペリフェラルプロセス出力変数"入力パラメータを設定する必要があります。
90.1	I_ITL_ON	INPUT	BOOL		FALSE	積分動作の初期化オン 積分動作の出力を I_ITLVA 入力パラメータに設定できます。"I アクションの設定"入力パラメータを設定する必要があります。

アドレス	パラメータ	宣言	データ タイプ	値の範囲	初期値	説明
90.2	PULSE_ON	INPUT	BOOL		FALSE	パルスジェネレータオン PULSE_ON = TRUE が設定されている場合、ジェネレータが起動します。
90.3	TUN_KEEP	INPUT	BOOL		FALSE	調整をオンにしておく TUN_KEEP が FALSE に変わった場合に限り、モードが自動に変わります。
92.0	ER	OUTPUT	REAL	使用するセンサによって違ってきます。	0.0	エラー信号 "エラー信号"出力パラメータでは、有効なエラーが出力されます。
96.0	LMN_P	OUTPUT	REAL		0.0	比例成分 "比例成分"には、操作用出力変数の比例動作が指定されます。
100.0	LMN_I	OUTPUT	REAL		0.0	積分成分 "積分成分"には、操作用出力変数の積分動作が指定されます。
104.0	LMN_D	OUTPUT	REAL		0.0	導関数成分 "導関数成分"には、操作用出力変数の導関数動作が指定されます。
108.0	PHASE	OUTPUT	INT	0、1、2、3、4、5、7	0	自己調整の段階 PHASE 出力パラメータ(0~7)では、コントローラ調整の現在の段階が表示されます。
110.0	STATUS_H	OUTPUT	INT		0	自己調整の加熱ステータス STATUS_H は、加熱時の屈折点に関する検索の診断値を示します。
112.0	STATUS_D	OUTPUT	INT		0	自己調整のコントローラ設計ステータス STATUS_D は、加熱時のコントローラ設計の診断値を示します。
114.0	QTUN_RUN	OUTPUT	BOOL		0	調整は有効になっています(段階 2) 調整操作用出力変数が適用され、調整が開始されており、まだ段階 2(屈折点の検索)です。
116.0	PI_CON	OUTPUT	STRUCT			PI コントロールパラメータ
+0.0	GAIN	OUTPUT	REAL	%/物理単位	0.0	PI 比例ゲイン
+4.0	TI	OUTPUT	REAL	≥ 0.0 s	0.0 s	PI リセット時間[秒]
124.0	PID_CON	OUTPUT	STRUCT			PID コントローラパラメータ
+0.0	GAIN	OUTPUT	REAL		0.0	PID 比例ゲイン
+4.0	TI	OUTPUT	REAL	≥ 0.0 s	0.0 s	PID リセット時間[秒]
+8.0	TD	OUTPUT	REAL	≥ 0.0 秒	0.0 秒	PID 導関数時間[秒]

アドレス	パラメータ	宣言	データ タイプ	値の範囲	初期値	説明
136.0	PAR_SAVE	OUTPUT	STRUCT			コントローラパラメータの保存 PID パラメータは、このストラク チャで保存されます。
+0.0	PFAC_SP	INPUT/ OUTPUT	REAL	0.0～1.0	1.0	セットポイント変更の比例ファクタ
+4.0	GAIN	OUTPUT	REAL	%/物理単位	0.0	比例ゲイン
+8.0	TI	INPUT/ OUTPUT	REAL	≥ 0.0 秒	40.0 秒	リセット時間[秒]
+12.0	TD	INPUT/ OUTPUT	REAL	≥ 0.0 s	10.0 s	導関数時間[秒]
+16.0	D_F	OUTPUT	REAL	5.0～10.0	5.0	導関数ファクタ
+20.0	CON_ZONE	OUTPUT	REAL	≥ 0.0	100.0	コントロールゾーンオン
+24.0	CONZ_ON	OUTPUT	BOOL		FALSE	コントロールゾーン
162.0	PFAC_SP	INPUT/ OUTPUT	REAL	0.0～1.0	1.0	セットポイント変更の比例ファクタ PFAC_SP は、セットポイントが変 更されたときの有効な P アクショ ンを指定します。0 か 1 に設定さ れます。 <ul style="list-style-type: none"> 1: セットポイントが変更され ると、P アクションが完全に 有効になります。 0: セットポイントが変更され ると、P アクションが無効に なります。
166.0	GAIN	INPUT/ OUTPUT	REAL	%/物理単位	2.0	比例ゲイン " 比例ゲイン"入力パラメータは、 コントローラゲインを指定しま す。GAIN に負の符号を指定すれ ば、コントロールの方向を反転で きます。
170.0	TI	INPUT/ OUTPUT	REAL	≥ 0.0 秒	40.0 秒	リセット時間[秒] "リセット時間"入力パラメータ(積 分時間)により、積分動作応答が決 まります。
174.0	TD	INPUT/ OUTPUT	REAL	≥ 0.0 s	10.0 s	導関数時間[秒] "導関数時間"入力パラメータにより、 導関数動作応答が決まります。

アドレス	パラメータ	宣言	データ タイプ	値の範囲	初期値	説明
178.0	D_F	INPUT/ OUTPUT	REAL	5.0～10.0	5.0	導関数ファクタ 導関数ファクタによって、D アクションの遅れが決まります。 <ul style="list-style-type: none"> D_F = 導関数時間/ "D アクションの遅れ"
182.0	CON_ZONE	INPUT/ OUTPUT	REAL	使用するセンサによって違ってきます。	100.0	コントロールゾーン エラーがコントロールゾーン幅より大きいと、操作出力変数として操作出力変数の上限値が出力されます。 エラーが負のコントロールゾーン幅より小さいと、操作出力変数として操作出力変数下限値が出力されます。
186.0	CONZ_ON	INPUT/ OUTPUT	BOOL		FALSE	コントロールゾーンオン CONZ_ON=TRUE の場合、コントロールゾーンが有効になります。
186.1	TUN_ON	INPUT/ OUTPUT	BOOL		FALSE	自己調整オン TUN_ON=TRUE が設定されると、セットポイントのステップを変更するか、TUN_ST=TRUE として操作出力変数励起 TUN_DLMN が起動されるまで、操作出力値が平均化されます。
186.2	TUN_ST	INPUT/ OUTPUT	BOOL		FALSE	自己調整の起動 操作ポイントでコントローラ調整中にセットポイントが一定のままになっている場合、TUN_ST=1 により、TUN_DLMN の量だけ操作出力変数のステップの変更が有効になります。
186.3	UNDO_PAR	INPUT/ OUTPUT	BOOL		FALSE	コントローラパラメータの変更を元に戻します。 コントローラパラメータ PFAC_SP、GAIN、TI、TD、D_F CONZ_ON、CON_ZONE をデータストラクチャ PAR_SAVE からロードします(手動モードの場合に限ります)。
186.4	SAVE_PAR	INPUT/ OUTPUT	BOOL		FALSE	現在のコントローラパラメータの保存 コントローラパラメータ PFAC_SP、GAIN、TI、TD、D_F CONZ_ON および CON_ZONE をデータストラクチャ PAR_SAVE に保存します。

アドレス	パラメータ	宣言	データ タイプ	値の範囲	初期値	説明
186.5	LOAD_PID	INPUT/ OUTPUT	BOOL		FALSE	最適化 PI/PID パラメータのロード PID_ON に応じてコントローラパラメータ GAIN、TI、T をデータストラクチャ PI_CON または PID_CON からロードします(手動モードの場合に限ります)。
186.6	PID_ON	INPUT/ OUTPUT	BOOL		TRUE	PID モードオン PID_ON 入力パラメータでは、調整したコントローラを PI コントローラとして動作するか、PID コントローラとして動作するかを指定できます。 <ul style="list-style-type: none"> • PID コントローラ: PID_ON = TRUE • PI コントローラ: PID_ON = FALSE ただし、所定のプロセスタイプでは、PID_ON = TRUE でも PI コントローラだけが設計される可能性があります。
188.0	GAIN_P	OUTPUT	REAL		0.0	プロセス比例ゲイン 識別したプロセスゲイン。プロセスタイプ I では、GAIN_P の見積りが低すぎることがよくあります。
192.0	TU	OUTPUT	REAL	$\geq 3 \cdot \text{CYCLE}$	0.0	遅延時間[秒] 識別したプロセス遅延。
196.0	TA	OUTPUT	REAL		0.0	回復時間[秒] 識別した、プロセスのシステム時間定数。プロセスタイプ I では、TA の見積りが低すぎることがよくあります。
200.0	KIG	OUTPUT	REAL		0.0	100 % LMN 変更による PV の最大増加率 $\text{GAIN_P} = 0.01 \cdot \text{KIG} \cdot \text{TA}$
204.0	N_PTN	OUTPUT	REAL	1.01 ~ 10.0	0.0	プロセスの順序 このパラメータは、プロセスの順序を指定します。"非整数値"も可能です。
208.0	TM_LAG_P	OUTPUT	REAL		0.0	PTN モデルの時間遅延[秒] PTN モデルの時間遅延($\text{N_PTN} \geq 2$ の場合に限り現在値)。
212.0	T_P_INF	OUTPUT	REAL		0.0	屈折点までの時間[秒] プロセス励起から屈折点までの時間。

アドレス	パラメータ	宣言	データ タイプ	値の範囲	初期値	説明
216.0	P_INF	OUTPUT	REAL	使用するセンサによって違ってきます。	0.0	屈折点の PV - PV0 プロセス励起から屈折点までのプロセス変数の変化。
220.0	LMN0	OUTPUT	REAL	0~100%	0.0	調整開始時の操作用出力変数 段階 1 で検出されます(平均値)。
224.0	PV0	OUTPUT	REAL	使用するセンサによって違ってきます。	0.0	調整開始時のプロセス値
228.0	PVDT0	OUTPUT	REAL		0.0	調整開始時の PV の変化率[1/s] 適切な符号が使用されます。
232.0	PVDT	OUTPUT	REAL		0.0	PV の変更の現在の比率 [1/s] 適切な符号が使用されます。
236.0	PVDT_MAX	OUTPUT	REAL		0.0	毎秒の PV の最大変化率 [1/s] 屈折点でのプロセス変数の最大変化率(適切な符号が使用され、常に正)。TU と KIG の計算に使用されます。
240.0	NOI_PVDT	OUTPUT	REAL		0.0	PVDT_MAX でのノイズの比率(単位: %) ノイズの比率が高くなればなるほどコントロールパラメータの精度が低くなり、積極性が低くなります。
244.0	NOISE_PV	OUTPUT	REAL		0.0	PV の絶対ノイズ 段階 1 での最大プロセス変数と最小プロセス変数間の差。
248.0	FIL_CYC	OUTPUT	INT	1 ...1024	1	平均値フィルタに応じたサイクル数 FIL_CYC サイクルでは、プロセス変数が平均化されます。必要なら、FIL_CYC が自動的に 1 から最大 1024 まで増加されます。
250.0	POI_CMAX	OUTPUT	INT		2	屈折点後の最大サイクル数 測定ノイズがある場合、この時間を使用して、追加の(つまり、適切な)屈折点を検索します。この時間が終了した後に関り、調整が実行されます。
252.0	POI_CYCL	OUTPUT	INT		0	屈折点後のサイクル数

A.3.2 FB 59 "TCONT_S"のインスタンス DB

パラメータ:

アドレス	パラメータ	宣言	データ タイプ	値の範囲	初期値	説明
0.0	CYCLE	INPUT	REAL	≥ 0.001	0.1 秒	ステップコントローラのサンプル 時間[秒] この入力パラメータでは、コント ローラのサンプリング時間を入力 します。
4.0	SP_INT	INPUT	REAL	使用するセ ンサによっ て違ってき ます。	0.0	内部セットポイント "内部セットポイント"入力パラメー タを使用してセットポイントを指 定します。
8.0	PV_IN	INPUT	REAL	使用するセ ンサによっ て違ってき ます。	0.0	プロセス変数 "プロセス変数入力" 入力パラメー タでは、初期設定値を設定できま す。または、浮動小数点フォーマ ットの外部プロセス変数を接続す ることができます。
12.0	PV_PER	INPUT	INT		0	ペリフェラルプロセス変数 "ペリフェラルプロセス変数" 入力 パラメータでは、ペリフェラル I/O フォーマットのプロセス変数がコ ントローラに接続されます。
14.0	DISV	INPUT	REAL		0.0	外乱変数 フィードフォワードコントロール では、外乱変数が"外乱変数"入力パ ラメータに接続されます。
18.0	LMNR_HS	INPUT	BOOL		FALSE	反復操作出力値の上限信号 "上限停止時のバルブ"信号が、"位 置フィードバック信号の上限停止 信号"に接続されます。 • LMNR_HS=TRUE: バルブは上 限值で停止します。

アドレス	パラメータ	宣言	データ タイプ	値の範囲	初期値	説明
18.1	LMNR_LS	INPUT	BOOL		FALSE	反復操作出力値の下限信号 "下限停止時のバルブ"信号が、"位置フィードバック信号の下限停止信号"入力パラメータに接続されます。 • LMNR_LS=TRUE: TRUE: バルブは下限値で停止します。
18.2	LMNS_ON	INPUT	BOOL		TRUE	操作出力信号オン "操作出力信号オン"入力パラメータでは、コントローラ出力信号の処理が手動に設定されます。
18.3	LMNUP	INPUT	BOOL		FALSE	操作出力信号アップ 手動に設定されたコントローラ出力信号により、QLMNUP 出力信号が"操作出力信号アップ"入力パラメータに適用されます。
18.4	LMNDN	INPUT	BOOL		FALSE	操作出力信号ダウン 手動に設定されたコントローラ出力信号により、QLMNDN 出力信号が"操作出力信号ダウン"入力パラメータに適用されます。
20.0	QLMNUP	OUTPUT	BOOL		FALSE	操作出力信号アップ "操作出力信号アップ"出力パラメータを設定すると、バルブが開きます。
20.1	QLMNDN	OUTPUT	BOOL		FALSE	操作出力信号ダウン "操作出力信号ダウン"出力パラメータを設定すると、バルブが閉じます。
22.0	PV	OUTPUT	REAL		0.0	プロセス変数 "プロセス変数"出力パラメータでは、有効なプロセス変数が出力されます。
26.0	ER	OUTPUT	REAL		0.0	エラー信号 "エラー信号"出力パラメータでは、有効なエラーが出力されます。
30.0	COM_RST	INPUT/ OUTPUT	BOOL		FALSE	完全再起動 このブロックでは、COM_RST 入力パラメータの設定時に処理される初期化ルーチンが使用されます。

内部パラメータ

アドレス	パラメータ	宣言	データ タイプ	値の範囲	初期値	説明
32.0	PV_FAC	INPUT	REAL		1.0	プロセス変数ファクタ "プロセス変数のファクタ"入力パラメータに、"プロセス値"を掛けます。この入力パラメータを使用して、プロセス変数の範囲を調整します。
36.0	PV_OFFS	INPUT	REAL	使用するセンサによって違ってきます。	0.0	プロセス変数オフセット "プロセス変数のオフセット"入力パラメータが、"プロセス変数"に追加されます。この入力パラメータを使用して、プロセス変数の範囲を調整します。
40.0	DEADB_W	INPUT	REAL	≥ 0.0	0.0	デッドバンド幅 エラーはデッドバンドを通過します。"デッドバンド幅"入力パラメータにより、デッドバンドのサイズが決定します。
44.4	PFAC_SP	INPUT	REAL	0.0~1.0	1.0	セットポイント変更の比例ファクタ [0~1] PFAC_SP は、セットポイントが変更されたときの有効な P アクションを指定します。 0 か 1 に設定されます。 <ul style="list-style-type: none"> 1: セットポイントが変更されると、P アクションが完全に有効になります。 0: セットポイントが変更されると、P アクションが無効になります。
48.0	GAIN	INPUT	REAL	%/物理単位	2.0	比例ゲイン " 比例ゲイン"入力パラメータは、コントローラゲインを指定します。 GAIN に負の符号を指定すれば、コントロールの方向を反転できます。
52.0	TI	INPUT	REAL	≥ 0.0 秒	40.0 秒	リセット時間[秒] "リセット時間"入力パラメータ(積分時間)により、積分動作応答が決まります。
56.0	MTR_TM	INPUT	REAL	$\geq \text{CYCLE}$	30 s	モータ動作時間 "モータ動作時間"パラメータには、リミットストップからリミットストップまでのバルブの RUN タイムを入力します。

アドレス	パラメータ	宣言	データ タイプ	値の範囲	初期値	説明
60.0	PULSE_TM	INPUT	REAL	≥ 0.0 s	0.0 s	最小パルス時間[秒] "最小パルス時間"パラメータを使用すれば、最小パルス時間を設定できます。
64.0	BREAK_TM	INPUT	REAL	≥ 0.0 秒	0.0 秒	最小ブレーク時間[秒] "最小ブレーク時間"パラメータを使用すれば、最小ブレーク時間を設定できます。
68.0	PER_MODE	INPUT	INT	0、1、2	0	ペリフェラルモード このスイッチでは、I/O モジュールのタイプを入力できます。その後、この PV 出力では、PV_PER 入力パラメータのプロセス変数が°C に基準化されます。 <ul style="list-style-type: none"> • PER_MODE =0: 標準 • PER_MODE =1: 気候 • PER_MODE =2: 電流/電圧
70.0	PVPER_ON	INPUT	BOOL		FALSE	ペリフェラルプロセス出力変数オン プロセス変数を I/O から読み取る場合は、PV_PER 入力パラメータを I/O に接続し、"ペリフェラルプロセス出力変数"入力パラメータを設定する必要があります。

A.4 調整時のメッセージのリスト

STATUS_H	説明	対策
0	デフォルトコントローラパラメータ、または新規コントローラパラメータが(まだ)ありません。	
10000	調整が完了し、適切なコントローラパラメータが検出されました。	
2xxxx	調整が完了し、コントローラパラメータが不明です。	
2xx2x	屈折点に到達しませんでした(セットポイントのステップの変更による励起の場合に限ります)。	コントローラが発振している場合、コントローラパラメータを小さくして、低めの操作用出力変数の相違 TUN_DLMN で試行を繰り返します。
2x1xx	見積もりエラー($TU < 3 \cdot CYCLE$)	CYCLE を減らし、試行特殊ケースを繰り返します。純粋 PT1 プロセスの場合、この作業を繰り返さずに、可能なら、コントローラパラメータを小さくします。
2x3xx	TU 見積もりが大きすぎます。	適切な条件下で試行を繰り返します。
21xxx	見積もりエラー $N_PTN < 1$	適切な条件下で試行を繰り返します。
22xxx	見積もりエラー $N_PTN > 10$	適切な条件下で試行を繰り返します。
3xxxx	パラメータ設定が不適切なため、段階 1 で調整が終了しました。	
30002	有効な操作用出力変数の差 $< 5\%$	操作用出力変数差 TUN_DLMN を修正します。

STATUS_D	説明
0	コントローラパラメータが計算されませんでした。
110	$N_PTN \leq 1.5$ プロセスタイプ I 高速
121	$N_PTN > 1.5$ プロセスタイプ I
122	$N_PTN =$ 段階 7 後の 1.9 プロセスタイプ I (事前に $N_PTN > 1.9$)
200	$N_PTN > 1.9$ プロセスタイプ II (中間範囲)
310	$N_PTN \geq 2.1$ プロセスタイプ III 高速
320	$N_PTN > 2.6$ プロセスタイプ III

注

段階 1 または 2 で調整を停止すると、STATUS_H が 0 に設定されます。ただし、STATUS_D は引き続き、最終コントローラ計算のステータスを示します。STATUS_D の値が大きくなればなるほど、コントロールするプロセスの順序が高くなり、比率 TU/TA が高くなり、コントローラパラメータの柔軟性が高くなります。

B 略語と頭字語

略語と頭字語	説明
BREAK_TM	最小ブレーク時間[秒]
COM_RST	再起動
CON_ZONE	コントロールゾーン幅
CONZ_ON	コントロールゾーンの有効化
CYCLE	サンプリング時間[秒]
CYCLE_P	パルスジェネレータのサンプリング時間[秒]
D_F	導関数ファクタ
DEADB_W	デッドバンド幅
DISV	外乱変数
ER	エラー
FIL_CYC	平均値フィルタのサイクル数
GAIN	コントローラゲイン
GAIN_P	プロセスゲイン
I_ITL_ON	Iアクションの設定
I_ITLVAL	Iアクションの初期設定値
INT_HNEG	負の方向のIアクションのブロック
INT_HPOS	正の方向のIアクションのブロック
KIG	操作出力変数変更後の立ち上がりの最大プロセス値率、0～100 % [1/s]
LMN	操作出力変数の値
LMN_D	Dアクション
LMN_FAC	操作出力変数のファクタ
LMN_HLM	操作出力変数の上限値
LMN_I	Iアクション
LMN_LLM	操作出力変数の下限値
LMN_OFFS	操作出力変数のオフセット
LMN_P	Pアクション
LMN_PER	ベリフェラル操作出力変数
LMN0	調整開始時の操作出力変数
LMNDN	起動信号ダウン
LMNR_HS	位置フィードバック信号の上限停止信号

略語と頭字語	説明
LMNR_LS	位置フィードバック信号の下限停止信号
LMNS_ON	起動信号に応じた手動モードの起動
LMNUP	起動信号ダウン
LOAD_PID	調整したパラメータのロード
MAN	手動値
MAN_ON	手動モードの起動
MTR_TM	モータ動作時間[s]
N_PTN	プロセスの順序
NOI_PVDT	PVDT_MAX でのノイズの比率(単位: %)
NOISE_PV	プロセス値の絶対ノイズ
P_B_TM	最小パルス/ ブレーク時間[秒]
P_INF	屈折点のプロセス値 - PV0
PAR_SAVE	PID コントローラパラメータの保存
PER_MODE	ペリフェラルモード
PER_TM	パルス反復周期[秒]
PFAC_SP	セットポイント変更の比例ファクタ
PHASE	コントローラ調整の段階インジケータ
PI_CON	PI コントローラパラメータ
PID_CON	PID コントローラパラメータ
PID_ON	PID モードの起動
POI_CMAX	屈折点後の最大サイクル数
POI_CYCL	屈折点後のサイクル数
PULSE_ON	パルスジェネレータの起動
PULSE_TM	最小パルス時間[秒]
PV	現在値
PV_FAC	プロセス値のファクタ
PV_IN	プロセス値の入力
PV_OFFS	プロセス値のオフセット
PV_PER	ペリフェラルプロセス値
PV0	調整開始時のプロセス値
PVDT	立ち上がりの現在のプロセス値率[1/s]
PVDT_MAX	毎秒のプロセス値の最大変化[1/s]
PVDT0	調整開始時の立ち上がりのプロセス値率[1/s]
PVPER_ON	ペリフェラルプロセス値の有効化
QC_ACT	連続コントローラアクションは次の呼び出し時に処理されます。
QLMN_HLM	操作用出力変数の上限に達しました。
QLMN_LLM	操作用出力変数の下限に達しました。

略語と頭字語	説明
QLMNDN	起動信号ダウン
QLMNUP	起動信号アップ
QPULSE	パルス出力
QTUN_RUN	調整は有効になっています(段階 2)
SAVE_PAR	現在のコントローラパラメータの保存
SELECT	PID およびパルスジェネレータの呼び出しの選択
SP_INT	内部セットポイント
STATUS_D	コントローラ調整のコントローラ設計ステータス
STATUS_H	コントローラ調整の加熱ステータス
T_P_INF	屈折点までの時間[秒]
TA	プロセスの応答時間(回復時間) [秒]
TD	導関数時間定数[秒]
TI	積分時間定数またはリセット時間[秒]
TM_LAG_P	PTN モデルの時間定数[秒]
TU	プロセスの時間遅延(遅延時間) [秒]
TUN_DLMN	プロセス励起のデルタ操作出力変数
TUN_KEEP	調整モードの維持
TUN_ON	コントローラ調整の有効化
TUN_ST	コントローラ調整の起動
UNDO_PAR	コントローラパラメータの変更を元に戻します。

索引

C

CYCLE	2-16
CYCLE_P	2-16, 2-19

F

FB 58 "TCONT_CP"	
PID アルゴリズム	2-5
PID アルゴリズムの構成図	2-4, 2-7, 2-10, 2-12, 2-13, 3-2, 3-4, 3-6
P アクションを弱める	2-6
アプリケーション	1-3
インスタンス DB	A-2
エラー形成	2-1, 2-3
エラー形成の構成図	2-1
構成図	2-14
構造の概要	1-3
コントローラサンプル時間	2-16
コントローラ調整	3-1
コントローラのサンプル時間	2-16, 2-18
コントローラパラメータの再ロード	2-10
コントローラパラメータの保存	2-10
コントローラパラメータの保存および再ロー ドの構成図	2-10
コントロールゾーン	2-7
手動操作値処理	2-9
準備	3-6
初期化	2-15, 2-16, 2-20
積分機能	2-6
セットポイントブランチ	2-1
説明	1-4
操作出力変数計算	2-10
操作出力変数の計算	2-7, 2-12, 2-13, 3-2, 3-4, 3-6
操作出力変数の正規化	2-9
操作出力変数の制限	2-9
デッドバンド	2-4
パルスジェネレータ	2-12
パルスジェネレータのサンプル時間	2-16
フィードフォワード制御	2-7
プロセス値オプション	2-2
プロセス値の正規化	2-2
プロセス値正規化の例	2-3

プロセス値のフォーマット変換	2-2
例	6-2, 6-6, 6-7
冷却プロセス	1-3
FB 58 "TCONT_CP"のインスタンス DB	A-2
FB 58 "TCONT_CP"のサンプル	6-6, 6-7
FB 58 "TCONT_CP"の例	6-2
FB 59 "TCONT_S"	1-4
PI ステップコントローラのアルゴリズム	4-4
アプリケーション	1-4
インスタンス DB	A-12
エラー形成	4-1, 4-3
構成図	4-5
サンプル時間	4-7
初期化	4-7
セットポイントブランチ	4-1
説明	1-4
デッドバンド	4-3
プロセス値のオプション	4-1
プロセス値の正規化	4-2
プロセス値の変換	4-2
FB 59 "TCONT_S"のインスタンス DB	A-12
FB 59 "TCONT_S"の例	6-11

P

PI ステップコントローラのアルゴリズム	4-4
フィードフォワード制御	4-4
PULSEGEN	2-12

S

STATUS_H	A-16
----------------	------

お

オペレーティング範囲	3-3
[お読みください]ファイル	1-2

か

過渡応答	3-3
------------	-----

こ

コントローラサンプル時間	4-7
--------------------	-----

コントローラ調整	3-1
位相	3-4
開始	3-8
強力加熱カップリング	3-19
微弱加熱カップリング	3-20
メッセージ	A-16
問題点	3-13
コントローラのサンプル時間	2-16, 2-18
コントローラの調整	
改良	3-17
結果	3-12
停止	3-12
コントロール	6-1
コントロールモードでの精密な手動調整	3-17

し

障害	3-3
----------	-----

せ

製品構成	1-1
線形性	3-3

そ

ソフトウェア	
インストール	1-1

ち

調整時のメッセージ	A-16
-----------------	------

は

はじめに	5-1
パルスジェネレータ	2-12
パルスジェネレータのサンプル時間	2-16
パルス幅変調	2-12

ふ

プロセスタイプ	3-2
チェック	3-11

れ

冷却	1-3
冷却プロセス	1-3