

SIEMENS

SIMATIC

PID Self-Tuner V5

手册

目录	
使用入门	1
应用区域	2
功能块描述	3
实例	4
技术规范	5
索引	

1999 年 12 月
A5E01156037-03
第 03 版

安全指南

本手册包括了保证人身安全与保护本产品及相连设备所应遵守的注意事项。这些注意事项在手册中均以三角形警告符号加以突出，并根据危险等级标识如下：



危险

表示如果不采取适当的预防措施，将会导致死亡、严重的人身伤害或重大的财产损失。



警告

表示如果不采取适当的预防措施，可能导致死亡、严重的人身伤害或财产损失。



当心！

表示如果不采取适当的预防措施，可能导致轻微的人身伤害或财产损失。

注意

提醒您对产品有关的重要信息、产品的处置或文件的特别部分格外注意。

合格人员

只有合格人员才允许安装和使用该设备。合格人员是指被授权按照既定的安全准则和标准对电路、设备和系统进行调试、接地和标记的人员。

正确使用

请注意下列各项：



警告

本设备及其组件只能用于产品目录或技术说明书中所描述的应用，并且只能与由西门子公司批准或推荐的其他生产厂商提供设备或元件相连接。

只有正确地运输、贮存、组装和安装本产品，并且按照推荐的方式运行和维护，才能正确安全地发挥其功能。

商标

SIMATIC®、SIMATIC HMI®和 SIMATIC NET®是 Siemens AG 的注册商标。

本文档中的其它一些标志也是注册商标，如果任何第三方出于己方的目的而使用，都会侵犯商标所有者的权利。

版权所有 © Siemens AG 1999 保留所有权利

未经明确的书面许可，不得复制、传播或使用本手册或所含内容。违者应对造成的损失承担责任。保留所有权利，包括实用新型或设计的专利许可权及注册权。

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

免责声明

我们已检查过本手册中的内容与所描述的硬件和软件相符。由于差错在所难免，我们不能保证完全一致。我们会定期审查本手册中的内容，并在后续版本中进行必要的更正。欢迎提出改进意见。

©Siemens AG 1999
技术参数如有改动，恕不另行通知。

目录

- 1 使用入门..... 1-1
- 2 应用区域..... 2-1
- 3 功能块描述 3-1
 - 3.1 功能块 “TUN_EC” 3-1
 - 3.2 功能块 “TUN_ES” 3-21
- 4 实例 4-1
 - 4.1 实例总览 4-1
 - 4.2 自整定器和控制器之间的互连..... 4-2
 - 4.3 塑料工业的实例: Ex1_plastic 4-6
 - 4.4 熔炉控制系统的实例: Ex2_furnace 4-14
 - 4.5 简单实例: Ex3_simple_c 4-20
 - 4.6 简单实例: Ex4_simple_s 4-25
 - 4.7 简单实例: Ex5_simple_p 4-30
- 5 技术规范..... 5-1
 - 5.1 技术规范 5-1
- 索引 索引-1

1 使用入门

目的

希望通过 Standard PID Control V5 控制温度过程(包括加热和制冷)，以及通过 PID Self-Tuner V5 在线确定 PID 控制器参数。

要求

必须满足下列要求：

- 具有包含电源装置、CPU、模拟输入模块和数字输出模块的 S7-300/400 站。
- 编程设备上已安装 STEP 7 ($\geq$ V3.2)。
- 该编程设备连接到 CPU。
- 编程设备上已安装 Standard PID Control V5。

编程设备上已安装 PID Self-Tuner V5

过程：

- 为所有原始软盘制作一份副本。
- 调用副本中软盘 1 上的安装程序 SETUP.EXE，安装软件。

创建新项目

在 SIMATIC 管理器中创建一个新项目，并插入一个新的 SIMATIC 300 或 SIMATIC 400 站。根据您的模块使用硬件配置来配置站。

向项目中复制工作实例

在 SIMATIC 管理器中，可将工作实例 5 "Ex5_simple_p" 从 TunExStd 复制到项目中。将项目下载到 CPU 中，并熟悉此实例。现在可以模拟各种情况，例如初次适应、自适应、制冷识别、使用区域控制系统进行控制或结构选择等。

连接可调节变量和过程变量过程

将用于测量受控过程值的传感器连接至模拟输入模块。在项目中，当调用 `PID_CP` (自整定器与控制器之间的互连)时，必须为 `PV_PER` 分配合适的外围设备输入字 `PIWx`。`PVPER_ON` 参数必须设置为 `TRUE`。在曲线记录器或 `VAT` 中检查过程值。

将数字输出模块连接至用于控制加热过程的半导体继电器和用于制冷过程的电流接触器。在项目中，当调用 `PID_CP` 时，必须将 `QPOS_P` 和 `QNEG_P` 输出置于相应的输出位(`Ax.y`)上。检查在手动操作期间过程的加热和制冷状况。可以将 `MAN_ON` 设置为 `TRUE`，并在变量声明表 `VAT_SIMPLE` 中指定各个可调节值的 `MAN` 值。

过程分析

如果担心过程可能会出现极长的停滞时间，则可以为加热过程应用一个可调节值阶跃(例如从 `0%`到 `30%`)，并使用 `Standard PID Control` 的曲线记录器来记录过程变量的阶跃响应。检查自整定器的应用区域。

启动/测试

在启动初次适应功能之前，先让过程达到稳定状态。这是冷却状态下的理想环境温度。

在变量声明表 `VAT_SIMPLE` 中将参数 `ADAPT1ST` 设置为 `TRUE`。然后在自整定器上的 `SP` 输入端输入一个正的设定值阶跃(新设定值大于旧设定值)。请注意，在启动时的阶跃值大小必须大于 `MIN_STEP`。将控制器设置为自动模式(自整定器的 `MAN_ON` 值为 `FALSE`)。自整定器的控制器优化目前处于激活状态。观察 `PHASE` 参数的状态显示。在过程稳定到工作点(`PHASE = 4`)之后，评估 `STATUS_H` 参数的诊断显示。如果自适应成功，则可以在工作点或通过前馈错误以较小的设定值阶跃设置来测试控制器的控制响应。

如果产生所期望的结果，则可以使用 `SAVE_PAR` 保存控制器参数。

如有必要，可以使用 `ADAPT_ON` 启动进一步优化。

检查哪种情况可改进对设定值更改的响应：

- 有无区域控制操作
- 有无结构选择

注意

要激活结构切换功能，必须禁用结构分段功能(`IDB_TUN_CON_P.controller.PFDB_SEL = IDB_TUN_CON_P.controller.DFDB_SEL = FALSE`)。

在必要时还需要在 `FB_CON_P` 的重启动例行程序中复位这些位。

如果优化未成功，则可以使用 **UNDO_PAR** 重新装载先前的控制器参数。之后这些参数会自动激活。

如果优化未生成令人满意的控制器参数，则可以手动更改这些参数并通过设置 **LOAD_PAR** 来激活它们。

可以从项目中删除用于模拟过程(**FB_PROC_HCP** 和 **IDB_PROC_HCP**)的部分。

2 应用区域

优势和应用区域

使用 PID Self-Tuner V5，可以将以下 SIMATIC S7 和 SIMATIC C7 产品的 PID 控制器调整为自整定的 PID 控制器。

- Standard PID Control (FB PID_CP 和 FB PID_ES)
- Modular PID Control (FB PID、FB LMNGEN_C 和 FB LMNGEN_S)
- 控制器模块 FM 355 和 FM 455 (FB PID_CS)
- PID Control (集成在 STEP 7、FB CONT_C、FB CONT_S 和 FB_PULSEGEN 中)
- CPU 314 IFM (SFB CONT_C、SFB CONT_S 和 SFB PULSEGEN)

自整定器对于以下系统尤为有用

- 温度控制系统
- 电平控制系统
- 流速控制系统

在用于流速控制系统时，对于只有控制阀本身被控制或者在控制阀之后有时间延迟过程的系统，必须在系统间设置一个差别。自整定器不能用于对控制阀的简单控制(请参考“包含有积分作用的控制阀的过程”)。

过程要求

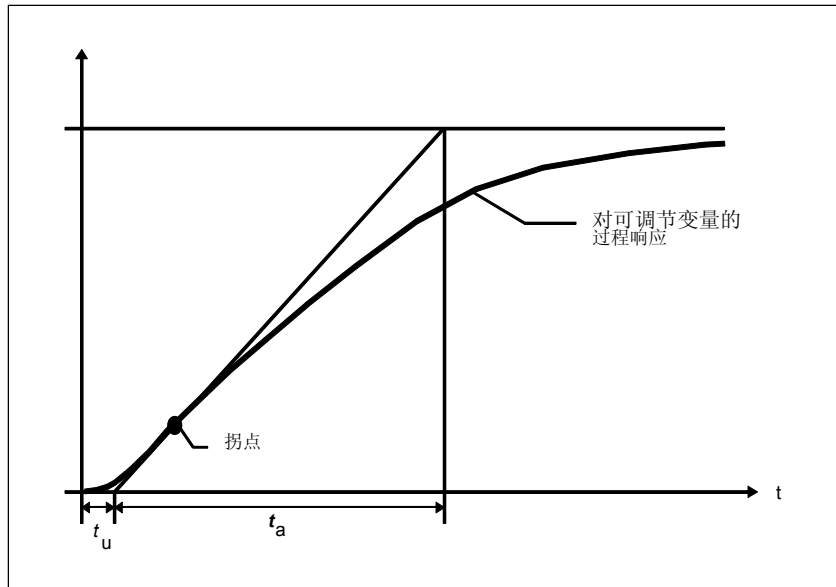
过程必须符合以下要求：

- 具有稳定的时间延迟渐近瞬态响应
- 时间延迟不太长
- 具有较大操作范围的适当线性响应
- 对于温度过程几乎不存在干扰
- 测量信号的质量达到足够高的信号干扰比
- 过程增益不太高

瞬态响应

过程必须具有稳定的时间延迟渐近瞬态响应。

在可调节变量发生阶跃后，过程变量必须按照下图所示变为稳定状态。因此，这就会将包含无控振荡响应的过程和非自调整的过程(在过程中使用积分器)排除在外。



图：过程响应

时间延迟

过程中不能包含过多的时间延迟。

应用范围可以根据延迟时间 t_u 与稳定时间 t_a 的比值进行指定。时间延迟还包括已存在的停滞时间。初次适应或自适应功能用于以下范围：

$$t_u < 1/10 t_a$$

大部分温度过程都位于此范围之内。一些适当的 PI 控制器还可用于较高时间延迟的范围：

$$1/10 t_a < t_u < 1/3 t_a$$

但是，学习阶段的持续时间会显著提高，并且在学习阶段还会发生过调现象。对于此类过程，建议为初次适应指定一个稍低于期望工作点的设定值，并精确观测自整定器的状态位。

线性和操作范围

过程必须具有较大操作范围的足够线性响应。

也就是说，不论是在识别期间还是常规的控制操作期间，在该操作范围内的非线性影响都可以忽略。但是，当工作点在再次执行自适应过程后更改为接近新的工作点并且自适应期间不存在非线性时，过程可能会被重新识别。

如果存在某些已知的静态非线性(例如阀的特征)，则始终建议一开始就使用多边形进行补偿，以使过程响应线性化。

温度过程中的干扰

干扰(例如，在设备状态发生变化期间对临近区域的热传导、热增益或热损耗)不得对整体温度过程有任何显著影响。如果适用，可能需要在工作点处进行自适应。例如，所有挤压机区域必须同时加热才能优化区域。

注意

- 测量传感器中的故障(例如断线或短路)无法被自整定器识别，必须在自整定器外部进行排除。如果在优化期间测量传感器发生故障，则中止并重新执行优化。如果在闭环回路控制期间测量传感器发生故障，应先将控制器暂时切换到手动模式，然后再切换回自动模式，以比较其积分作用。
-

测量信号的质量

测量信号的质量必须足够好，也就是说，信噪比必须足够高。

过程增益

过程增益不能过高。不需要将过程变量规格化。因此，过程增益 K 值可以包含物理单位，例如：

$$K = \Delta PV / \Delta LMN, [K] = ^\circ C / \% \%$$

最新设计的控制器基于对过程增益 K 的计算，因此原则上可以对任意 K 值进行补偿。但是在学习阶段一开始 K 值是未知的，并且在增益和学习阶跃变化混和的极端情况下无法避免过调现象。也可以通过在加热过程中减小参数 $LHLM_TUN$ 值和在制冷过程中增加 $LLLM_TUN$ 值来减少过调现象。

包含有积分作用的控制阀的过程

在包含有积分作用的控制阀的过程中，除了以上规定的要求外，还必须进一步满足以下要求：

控制阀的电机驱动时间必须小于找到可调节变量(也称为过程响应数字)发生阶跃变化后的拐点所需要的时间。否则，所涉及的过程通常便只是一个仅有控制阀作为主要过程操作的流速控制系统。因此，不建议使用自整定器。可以根据以下经验规则手动设置 PI 步进控制器：

$GAIN = 1$ ， $TI =$ 控制阀驱动时间。

注意

对于没有位置反馈信号的步进控制器，控制阀必须能够在过程中完全打开，以确定电机驱动时间。

对于有位置反馈信号的步进控制器，可以使用 $LHLM_TUN$ 参数来确定阀打开的程度。

3 功能块描述

3.1 功能块“TUN_EC”

该功能如何工作

将功能块 TUN_EC 与连续的 PID 控制器互连(实例中已准备就绪)。功能块 TUN_EC 通过执行以下功能来控制或优化控制器：

- **手动模式**
自整定器强制控制器进入手动模式，并将其手动参数传送到控制器。
- **通过预测控制可调节值的选择进行手动/自动切换**
控制器成功优化之后，自整定器可以将控制器从手动模式切换到自动模式，这通过前馈预测控制可调节值以使过程快速稳定到设定值的方式进行。此种切换不是很平稳。也可以在自整定器上设置平稳切换。
- **控制器优化**
该过程在优化控制器参数时初次识别。控制器根据过程特征而设计。新系统参数以此基础来计算，并为控制器激活。
 - **初次适应**
初次适应只能在发生可调节变量正向阶跃时执行。初次适应通常用于首次启动或被控制的系统特征发生重大改变时。
 - **在线适应**
当工作点或过程响应发生变化时，如果出现设定值正向阶跃，控制器可随后进行在线优化。
 - **制冷识别**
对于采用两种相反驱动单元的控制系统(例如温度控制：加热和制冷驱动原理)，当发生可调节变量负向阶跃时，由自整定器根据第二驱动单元的影响确定过程增益的比率(仍实例中的温度控制为例：根据制冷驱动单元的影响)。

- **对设定值变化的响应的优化**

控制器旨在获得最佳的干扰响应结果。随之产生的“严苛”参数会导致设定值阶跃时的阶跃高度有 10%到 20%的过调。

控制带是一种初始纠正方式。为了优化在发生大的设定值阶跃时的启动控制响应，自整定器会在优化期间计算出控制带的范围。控制器在此控制带内工作。对于控制带以外的区域，自整定器使用控制器的最大或最小可调节变量来对控制器进行控制。

结构分段是进一步的纠正方式，它将比例或微分作用移入反馈环路中。因此，设定值的变化只能影响控制器的积分作用。

如果不能对控制器进行结构分段或者控制带失效，则可以启动以下功能来优化对设定值变化的响应。

结构切换：

在大的设定值正向阶跃时临时禁用积分作用或可调节变量的预测控制规格化。当激活了控制带时，此功能无效。

- **保存控制器参数**

如果判断当前的控制器参数可以使用，则可以在手动更改参数之前将其保存在自整定器的背景数据块中提供的专用参数中。在控制器优化期间，所保存的参数会被优化之前的有效值覆盖。

- **恢复已保存的控制器参数**

此功能可以为控制器重新激活最近一次保存的控制器参数。

- **更改控制器参数**

如果希望亲自为控制器设定控制器参数，则可以通过自整定器的背景数据块中的专用参数来指定这些参数，并通过此功能将其传送到控制器。

注释：以下部分以激活了加热和制冷功能的常规温度过程为例来对过程进行描述。

模式

控制带

自整定器通过控制带发挥作用。也就是说，控制器通过以下算法进行控制：

- 如果偏差信号大于 CON_ZONE ，系统便以最大输出进行加热。
- 如果偏差信号小于 $(-CON_ZONE) * RATIOFAC$ ，系统便以最大输出进行制冷。

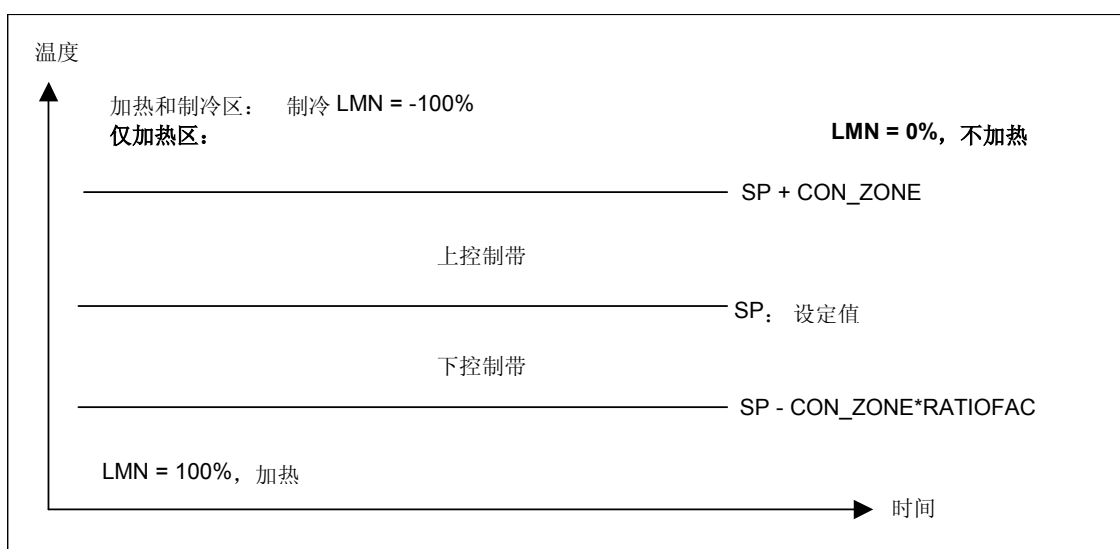
在首次设定过程或在线适应期间，控制带 **CON_ZONE** 由自整定器确定，并在适当的过程类型：**CONZ_ON = TRUE** 时激活。在闭环回路控制中，可以修改控制带或者将其完全禁用(**CONZ_ON = FALSE**)。

当控制带被激活(**CONZ_ON = TRUE**)后，结构切换功能 **STRUC_ON** 无效。

注意

对于包含高时间延迟(自适应后 **STATUS_D = 3**)的过程，不会在独立的控制器设计期间确定控制带。

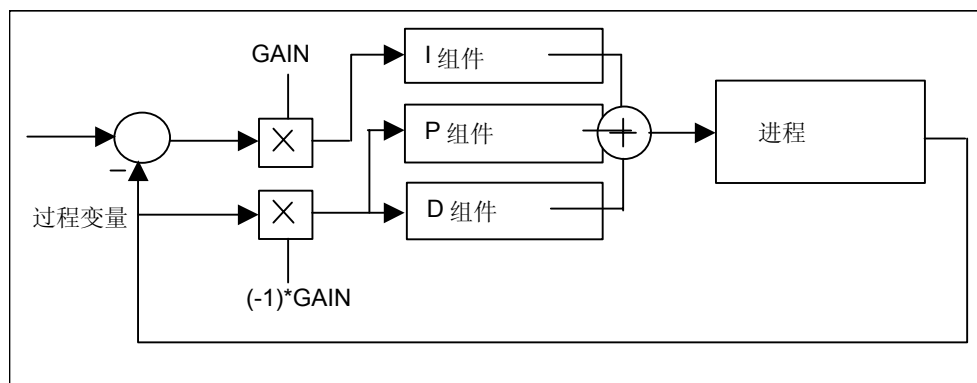
在手动激活控制带之前，请确保控制带范围的设定值不会过小。如果控制带范围设定过小，可调节变量和过程变量的轨迹会发生振荡。



图：控制带

结构分段

结构分段是控制器的一个功能。在包含结构分段的闭环回路控制中，比例或积分作用位于反馈环路中，因此设定值的变化只能影响控制器的积分作用。可调节变量阶跃不会发生在设定值阶跃期间 - 可调节变量以匀变轨迹变化。因此，干扰响应不会发生变化。



图：包含结构分段的闭环回路控制

对于不包含结构分段的闭环回路控制，比例和微分作用发生在偏差信号中，这一点类似于积分作用。当处于此种操作模式(STRUC_ON=1)时，可以选择结构切换。

包含结构分段的闭环回路控制可用于以下控制数据包中：

- Standard PID Control
- Modular PID Control
- FM 355/455
- PCS7 控制器

注意

只有不包含结构分段的闭环回路控制可用于基于 STEP 7 的简单控制器 PID 控制和 CPU 314 IFM 中。只有在没有其他选择时才应选择结构切换功能。

在偏差信号中对比例作用和微分作用进行结构切换

在缺省设置下，结构切换功能处于禁用状态。只有在没有其他选择时才应选择此功能，例如无法使用控制带或结构分段功能时。

当控制带被激活(CONZ_ON = TRUE)后，结构切换功能 STRUC_ON 无效。

可以通过设置 STRUC_ON = TRUE 来激活结构切换功能。块会自动根据总环路增益(过程增益和控制器增益的乘积)在两种控制方式之间进行选择：

- 积分作用被临时禁用，P(D)控制：

当设定值正向阶跃 $\geq$ MIN_STEP 时，控制器的积分作用会临时被禁用，增益略有提高，此时仅有 P(D)控制器在被使用。当趋近设定值时，积分作用被重新启动，增益再次回落(在自整定器操作中，PHASE = 5)。

- 可调节变量的临时预测控制规格化：

包含较大时间延迟的过程无法使用 P(D)控制系统进行良好控制。当设定值正向阶跃 $\geq$ MIN_STEP 时，稳定状态的新设定值所需要的可调节变量输出为常量。当

趋近设定值时，系统会无波动地更改回 PI 或 PID 控制器操作模式。这样所产生的操作会比较缓慢，但不发生过调现象(自整定器操作中的 PHASE = 5)。

注意

如果发生设定值正向阶跃(例如加热过程)时的结构切换功能没有产生所期望的结果(慢速瞬态响应)，在没有发生过多过调现象的情况下，可以通过设置 STRUC_ON = FALSE 来禁用结构切换功能。

结构模式	CONZ_ON	PFDB_SEL, DFDB_SEL ¹⁾	STRUC_ON
启用控制带	TRUE	Any	Any
启用结构分段	Any	TRUE	FALSE
启用结构切换	FALSE	FALSE	TRUE

¹⁾ 控制器参数 PFDB_SEL 和 DFDB_SEL：这些参数在 STEP7 CONT_C 的简单控制器中不存在。这相当于设置 PFDB_SEL = DFDB_SEL = FALSE (不发生结构分段)。

关于选择操作模式的信息

- 当过程的两个时间常量比 $f = TM_LAG1 / TM_LAG2 > 10$ 时，自整定器将自动计算并启用控制带。
- 当控制带中发生阶跃时，如果控制器允许，缺省状态下选定的结构分段功能将发挥作用。
- 如果希望控制带中发生的小幅设定值阶跃尽快稳定，并愿意接受小幅过调现象，则禁用结构分段功能。
用数字举例：控制带为 20°C，那么将发生阶跃大小(< 20°C)大约 10%到 20%的过调，也就是说，过调小于 2 到 4°C。
- 结构分段功能可防止在任何大小的设定值阶跃时发生过调现象，即使过程不允许使用控制带或者已禁用了控制带。但是，上升时间将比控制带中的略慢。
- 如果过程不允许使用控制带，并且控制器不允许使用结构分段，则启用结构切换功能。结构切换功能可能不能与结构分段功能同时激活。

手动模式

如果将输入 **MAN_ON** 设置为 **TRUE**，则输出 **QMAN_ON** 将被设置为 **TRUE**，而输出 **MAN_OUT** 将被设置为 **MAN**。这会将 **PID** 控制器切换到手动操作(自整定器操作中的 **PHASE = 5**)。

手动模式优先于所有其他操作模式。

初次适应、在线适应或冷却识别都将中止。当手动操作被禁用(**MAN_ON = FALSE**)时，控制器切换到自动模式(自整定器操作中的 **PHASE = 4**)，并使用现有的控制器参数进行控制。

通过预测控制可调节值的选择来切换手动/自动模式

当切换到自动模式时，可以指定是通过最后一个手动值进行无波动式切换，还是使用由自整定器计算得到的(预测控制)可调节变量进行有波动的切换。如果 **PRED_ON = TRUE** (缺省设置)，则执行有波动的切换。有波动的切换仅在优化后有效，它可确保快速稳定到期望的设定值，尤其是在 **PI** 控制系统中更是如此。

控制器优化

自整定器中的优化模式	ADAPT1ST	ADAPT_ON	COOLID_ON
删除过程的所有原信息，并请求初次适应	TRUE	Any 如果 ADAPT1ST=TRUE， 则由自整定器设置	Any
PID 控制器对未知过程的初次适应或 PID 控制器对先前已经识别的过程的在线适应(自适应)。自整定器自行决定是执行初次适应还是在线适应。	FALSE	TRUE	FALSE
制冷识别 仅由 PHASE=4 产生	FALSE	FALSE 必须已经执行过初次适应	TRUE

初次适应或在线适应(控制器参数的自适应)

控制器参数的优化(初次适应或在线适应)在加热过程期间执行，随后的控制器设计的过程识别也借此执行。

可以使用 **ADAPT_ON** 或 **ADAPT1ST** 请求优化。

通过 **ADAPT_ON = TRUE**，自整定器自行决定是执行初次适应还是在线适应。如果自整定器已经获取了关于过程的信息，将自动计算设定值阶跃，并执行在线适应。如果关于过程的信息不可知，则执行初次适应。在线适应只有在正确执行了初次适应之后才能进行。

如果设置了 **ADAPT1ST = TRUE**，则自整定器将设置 **ADAPT_ON = TRUE**，并强制执行初次适应。在初次适应期间，用于过程启动的自整定器使用参数 **LHLM_TUN** 来表示设定值阶跃。

只有在自适应过程中发生严重错误而导致毫无意义的过程参数，使得自动计算得到的设定值阶跃不适合更新之后的自适应时才需要参数 **ADAPT1ST**。

如果 **ADAPT1ST = TRUE**，则执行自整定器的初始化例行程序。执行以下初始分配：

- 系统切换为 PI 控制器。要实现此目的，必须将参数 **PI_CON** 传送到控制器。如果参数 **PI_CON** 和 **PI_CON_TI** 的值均为 0.0，其初始分配则为 **PI_CON = 1.5** 和 **PI_CON_TI = 3600.0 s**。
- **PROCESS.GAIN = 999.0**
- **RATIOFAC = 1.0**
- **STATUS_H = 0; STATUS_D = 0; STATUS_C = 0**

注意

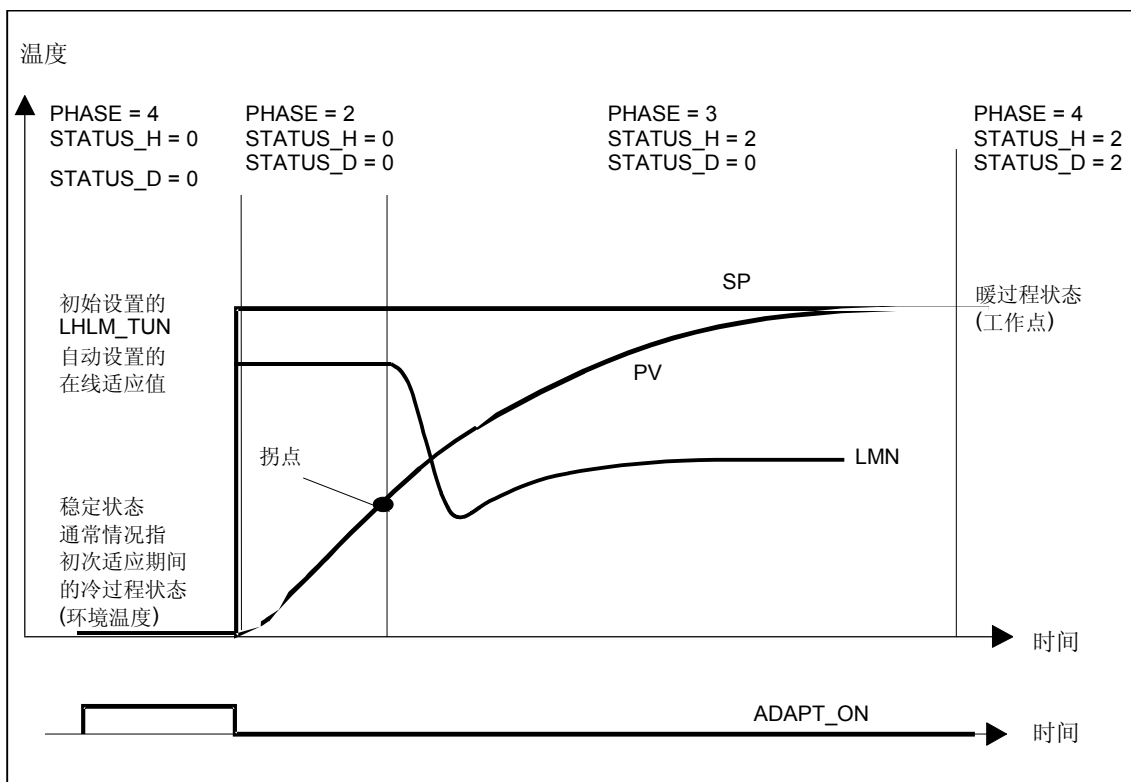
如果没有明确目的，不要在 CPU 重启(暖启动)期间执行初始化例行程序时调用自整定器 (**ADAPT1ST = TRUE**)，这对其他块来说很平常，但这样将丢失所有过程参数。

当 **ADAPT_ON** 或 **ADAPT1ST = TRUE**，则随后发生设定值阶跃 $\geq$ **MIN_STEP**(正向)时，将启动优化。

在初次适应期间，设定值阶跃通常会从制冷过程(环境温度)的设定值跳至工作点临近值。任何设定值均可用作初始状态，只要它能够确保过程处于稳定状态即可。在优化期间不能再指定其他设定值阶跃。

可以从自动模式或手动模式启动优化：

- **从自动模式启动优化**
在自动模式下，设置 **ADAPT_ON** 或 **ADAPT1ST = TRUE**，并指定 $\geq$ **MIN_STEP** 的设定值阶跃。
- **从手动模式启动优化**
在手动模式下，设置 **ADAPT_ON** 或 **ADAPT1ST = TRUE**，并指定设定值阶跃 **MIN_STEP**。除非随后重设 **MAN_ON = FALSE**，否则该设定值阶跃不会生效。然后，优化开始。



图：初次适应的阶段阶跃

如果希望在设定值阶跃之前中止优化，则必须设置 `ADAPT_ON = FALSE`。在设定值阶跃(PHASE 2 或 3)之后，必须切换到手动模式(`MAN_ON = TRUE`)以中止优化。

在激活的优化(PHASE 2 或 3)期间设置 `ADAPT_ON` 或 `ADAPT1ST` 既不会导致优化中止，也不会将位复位。正在运行的优化被中止，并在启动条件(参考“启动功能”表)满足后重新启动。

加热过程期间的优化阶段阶跃(初次适应或在线适应)

- PHASE = 0:

在背景数据块的生成期间为自整定器参数 PHASE 分配的初始值为“0”。由于为 MAN_ON 分配的初始值为 TRUE，因此自整定器在第一次运行后将变为 PHASE 7 (手动模式)。可以直接通过手动操作(ADAPT_ON = TRUE)启动初次适应，也可以切换到自动模式。当第一次切换到自动模式 MAN_ON = FALSE 时，参数从 PI_CON 读入。GAIN 和 TI 的缺省值为：GAIN = 1.5，TI = 1h。

- PHASE = 2:

一旦为暖过程状态的工作点指定设定值阶跃 $\geq$ MIN_STEP (正向)，LHLM_TUN 便在初次适应期间分配给 MAN_OUT，而在在线适应期间分配一个由自整定器计算得出的值。此外，设置 QMAN_ON = TRUE。这两个值都被传送到 PID 控制器。在手动模式下，通过这些值来控制 PID 控制器。MIN_STEP 应大于设定值和过程变量操作范围的 10%。

- PHASE = 3:

如果阶跃响应的拐点已被识别到(STATUS_H = 2)或者过程变量已达到阶跃大小的 70% (STATUS_H = 3)，则会设计一个设置精确的 PI 控制器。控制器增益 GAIN 限制在 0.2 到 20.0 的范围之内。控制器立即作为 PI 控制器运行，并尝试将过程调整到稳定状态。自整定器将最新确定的 PI 控制器参数保存在 GAIN、TI 以及 PI_CON 中。以前的 PI 控制器值保存在 PI_CON_OLD 中。如果达到稳定状态需要很长一段时间(温度过程的蠕变式瞬态响应)，可以通过设置 STEADY = TRUE 在状态基本稳定时使用当前数据启动控制器设计。也可以通过指定 STEADY = TRUE 在后续阶段(阶段 3 或 4)使用当前数据重新启动控制器设计。这在通常情况下可以改进控制器的设计。

如果发生过调或者未找到拐点，原因可能是初次适应期间所选择的设定值阶跃大小 LHLM_TUN 值过大。这不一定生成错误的控制器设置。但在指定下次初次适应的 LHLM_TUN 时，应选择低大约 20% 的值。

如果块已经识别到稳定状态，或者自设定值阶跃后已经超过了 $30 \cdot TI$ (TI: PI 控制器在 PHASE = 3 下的积分作用时间)，则改进了的控制器设计已实现，系统切换到 PHASE = 4。自整定器将最新确定的 PI/PID 控制器参数保存在 GAIN、TI、TD 和 PI_CON 或 PID_CON 中。先前的 PID 控制器值保存在 PID_CON_OLD 中。如果可能，将设计一个 PID 控制器和 PI 控制器。如果 PID_ON=TRUE，则启动 PID 控制器，否则启动 PI 控制器。在 PHASE 4 中，可以在两个控制器之间进行无波动式切换。应限制控制器增益 GAIN 使得开环的环路增益(过程增益和控制器增益的乘积)限制在 80.0 之下。

- PHASE = 4:

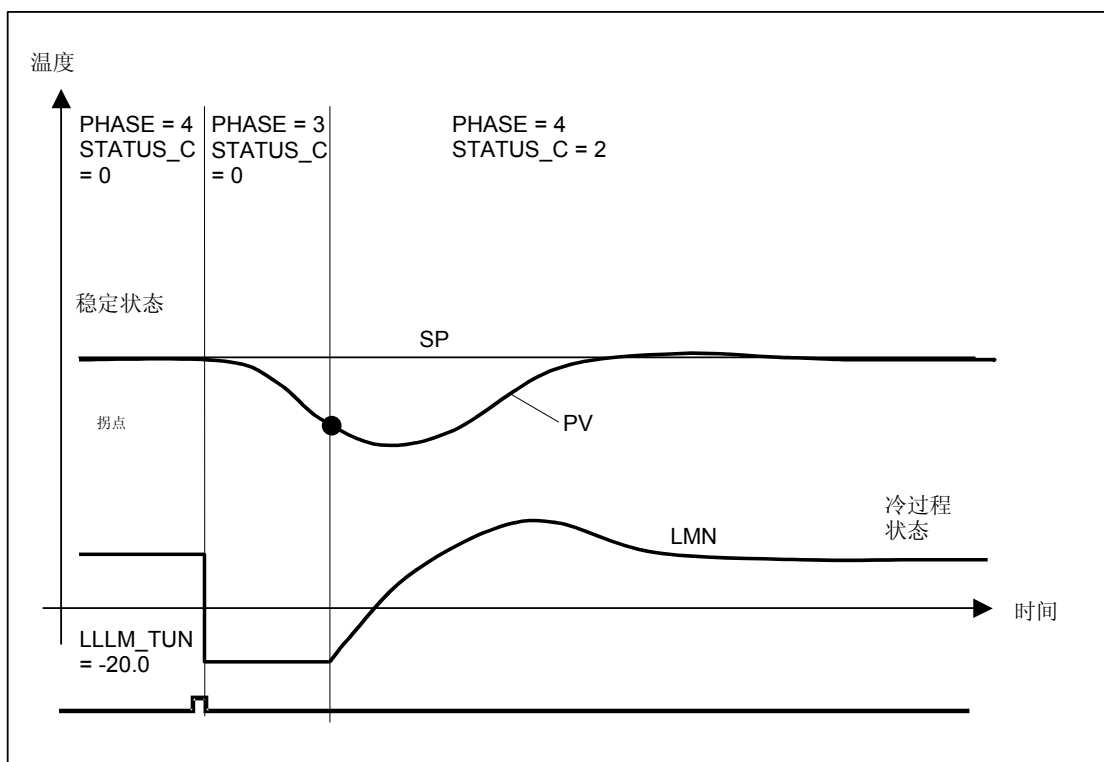
在本阶段，控制器通过其优化后的参数进行控制。可以在此状态下启动制冷识别，即在线适应或初次适应。

制冷识别

制冷识别只有在正确执行了初次适应之后才能进行。此操作在 **PHASE 4** 中启动。当指定了 **COOLID_ON = TRUE** 时，控制器会设置为手动模式，并输出 **LLLM_TUN: MAN_OUT = LLLM_TUN**。自整定器将更改到 **PHASE 3**，而 **COOLID_ON** 将立即复位。一旦在过程变量轨迹中找到拐点，自整定器便返回到闭环回路控制(**PHASE 4**)。PID 自整定器确定比率因子 **RATIOFAC**，其值将传送到控制器的脉冲发生器模块。

制冷识别只能通过切换到手动模式(**MAN_ON = TRUE**)来中止。

在激活的识别或优化(**PHASE 3**)期间设置 **COOLID_ON** 不会导致识别或优化中止，也不会将位复位。当前的识别或优化被终止。只有此时才会启动或重新启动识别。



图：制冷识别

注意

- 启动位 COOLID_ON 可以与 ADAPT1ST 或 ADAPT_ON 同时设置，也可以在优化控制器参数期间设置。这确保制冷识别可以在控制器加热参数的优化中止之后立即启动。
- 对于带有多个热耦合温度带的设备(例如塑料机械设备)，制冷识别应在所有(!)温度带都终止了初次适应后才启动，否则初次适应的结果会失真。

优化的诊断值

下表描述了加热和制冷识别期间以及控制器设计期间的诊断结果。

诊断值	STATUS_H (“加热”)	STATUS_D (“设计”)	STATUS_C (“制冷”)
0	初始化	初始化	初始化
1	拐点过低 在大多数情况下，优化仍会产生良好的控制器参数 为了达到尽可能的理想状态，提高 LHLM_TUN 的值或减小设定值阶跃大小。	过程中包含了几乎所有的 PT1 特性。可不使用控制器的微分作用而执行。	找不到拐点 在大多数情况下，优化仍会产生良好的控制器参数。 为了达到尽可能的理想状态，提高 LLLM_TUN (例如从-20.0 提高到-10.0)
2	理想状态： 找到拐点	可使用 PI 和 PID 控制器， VZ2 特性	理想状态： 找到制冷拐点
3	拐点过高 包含了安全因子。在大多数情况下，优化会产生仍然可以使用的控制器参数，但需要慎重对待。 为了达到尽可能的理想状态，减小 LHLM_TUN 的值或提高设定值阶跃大小。	独立 PID 控制器设计用于特别长的时间延迟、停滞时间或高过程阶 在这种情况下，控制带被关闭。	
11、12、13	无法正确检测到时间延迟。操作使用估计的时间延迟继续进行，但无法得出最佳的控制器参数。 ¹⁾ 重新执行优化，确保过程变量不受干扰。		估计不正确 比率因子设置为缺省值： RATIOFAC = 1.0 重新执行优化，确保过程变量不受干扰。
4		不正确的估计。 没有针对在线适应的控制器设计。 在初次适应期间，过程使用 PHASE 3 生成的粗略 PI 控制器继续进行。 重新执行优化，确保过程变量不受干扰。	

¹⁾ 如果 STATUS_H = 11 或 12，且过程中只包含 **VZ1 特性**(没有时间延迟)，自整定器通常情况下仍然可以设计出良好的参数。如果对控制器参数不满意，至少可以将 PROCESS.GAIN 和 PROCESS.TM_LAG1 的值用于 VZ1 模型，然后根据说明文件使用自己的控制器设计。由于计算是使用粗略估计的时间延迟继续的，因此，

STATUS_D 可能无法确定为 1 (用于估计 VZ1 特性的控制器)，控制带可能被禁用(即使控制带对 VZ1 过程很有意义)。

更改控制器参数

如果希望在初次适应或在线适应后手动更改控制器参数 GAIN、TI、TD 或 TM_LAG，则可以将参数输入到 PI_CON 或 PID_CON 输出结构中。如果将输入输出总和参数 LOAD_PAR 设置为 TRUE，当自整定器处于 PHASE = 4 时，PI_CON 或 PID_CON 的参数(具体取决于 PID_ON)会以无波动方式传送到控制器，并且 LOAD_PAR 也将设为 FALSE。

如果在闭环回路中产生振荡，或者在设定值阶跃之后发生过调，则可以减小控制器增益 GAIN (例如，减至初始值的 80 %)，并增加积分作用时间 TI (例如，增加到初始值的 150 %)。如果连续控制器的模拟量可调节变量通过脉冲发生器转换成二进制驱动信号，则量化效应中可能会发生小幅的持续震荡。可以通过提高控制器死区 DEADB_W 来消除这种振荡。

注意

当再次执行初次适应或自适应时，控制器参数会被覆盖。新确定的参数将被输入到 GAIN、TI、TD 以及 PI_CON 和 PID_CON 中。原参数被传送到 PI_CON_OLD 和 PID_CON.OLD 中。

保存控制器参数

在初次适应或在线适应期间找到的 PID 控制器参数会被输入到 PI_CON 或 PID_CON 输出参数中。在保存期间，PI/PID 控制器参数被保存到 PI_CON_OLD 和 PID_CON_OLD 输出参数中。

参数	PHASE	特性
SAVE_PAR = TRUE	全部	PID_CON_OLD = PID_CON PI_CON_OLD = PI_CON
UNDO_PAR = TRUE	仅阶段 4	PID_CON_OLD = PID_CON PI_CON_OLD = PI_CON

手动在线适应的典型过程：使用 SAVE_PAR 保存当前参数，更改 PI_CON 或 PID_CON 中的参数，通过设置 LOAD_PAR 来激活新参数。如果新参数不如原参数好，则可以使用 UNDO_PAR 重新激活原参数。

当使用自整定器执行优化时，在控制器被设计之前，原控制器参数会自动保存到 PI_CON_OLD 或 PID_CON_OLD 中。如果新参数不如原参数好，则可以使用 UNDO_PAR 重新激活原参数。在控制器上这些参数会被自动激活。

注意

如果控制器增益不等于零(如果 PID_CON_OLD 不等于零，则 PID_CON = PID_CON_OLD)，则只能使用 UNDO_PAR 重新写入 PID 控制器参数。该操作不适用于 PI 参数(PID_ON = FALSE)。

设置采样时间

采样时间不应该超过已确定的控制器积分作用时间的 10%。可以在自整定器和控制器的 CYCLE 参数上设置采样时间。采样时间必须与两次调用之间的时间差(脉冲线性标定监控下监视狗中断 OB 的循环时间)一致。

为了使过程参数被可靠识别，过程的最小时间常量(时间延迟)应该至少被采样 10 到 20 次。

当使用控制器模块 FM355/455 时，自整定器调用之间的时间(采样时间)必须约等于控制器在 FM 上的执行时间。此执行时间在 FM 的参数赋值工具(即选项 > 模块参数 > 结果循环时间)中指定。

Standard PID Control V5 下的控制器增益规格化

Standard PID Control V5 中的控制器块使用规格化的控制器增益操作，计算方法如下：

$$\text{GAIN (规格化增益)} = \text{GAIN (实际增益)} * (\text{NM_PVHR} - \text{NM_PVLR})/100$$

此公式得出必须在自整定器的 **NORM_FAC** 参数中输入的规格化因子：

$$\text{NORM_FAC} = (\text{NM_PVHR} - \text{NM_PVLR})/100$$

此公式生成应用于自整定器 **GAIN** 输出的规格化控制器增益。在本 Standard PID Control V5 的应用实例中，这一点编程在块 **TUN_CON_C**、**TUN_CON_P** 和 **TUN_CON_S** 的启动部分中。

对于有实际控制器增益的控制器，**NORM_FAC** 保持其缺省的赋值“1”。

注意

在使用 **NM_PVHR** 或 **NM_PVLR** 进行规格化之前的信号轨迹中的规格化值属于过程，在自整定器处无需考虑。

自整定器的执行阶段

PHASE = 0	自动模式：在生成背景数据块之后使用预设的参数进行闭环回路控制。无其他功能可用。 MAN_ON 或 ADAPT1ST 用于退出此阶段。
PHASE = 2	控制器优化：搜索常量可调节变量的拐点
PHASE = 3	控制器优化：使用 PI 粗略控制器进行控制
PHASE = 4	自动模式：包含/不包含控制带的常规闭环回路控制
PHASE = 5	自动模式：设定值阶跃时的结构切换：积分作用被禁用， P(D) 控制
PHASE = 6	自动模式：设定值阶跃时的结构切换：可调节变量的预测控制规格化
PHASE = 7	手动模式

功能激活

功能	启动位	启用位	启动条件： PHASE	启动条件： SP 上的设定值阶跃
手动模式	---	MAN_ON	0 - 7	---
通过预测控制可调节值的选择来切换手动/自动模式	---	PRED_ON	7 -> 4 的转变	---
初次适应	ADAPT1ST	---	0、4	正向：> MIN_STEP
初次适应或在线适应	ADAPT_ON	---	4	正向：> MIN_STEP
制冷识别	COOLID_ON	---	4	---
控制带	---	CONZ_ON	4	
结构切换	---	STRUC_ON	4	正向：> MIN_STEP 负向：> MIN_STEP * RATIO_FAC
保存控制器参数	SAVE_PAR	---	2 - 7	---
重新装载原控制器参数	UNDO_PAR	---	4	---
更改控制器参数	LOAD_PAR	---	4	---

注意

启动位在此功能成功启动后复位。启用位保持设置值。

输入参数

参数	数据类型	注释	允许的取值范围	初始	解释
SP	REAL	设定值	技术上的取值范围	0.0	设定值输入在输入 SP 中。它通过 SP_OUT 与控制器互连。请注意，此设定值必须位于控制器的设定值限制范围内。
PV	REAL	过程变量	技术上的取值范围	0.0	PV 与控制器上的过程变量互连。
LMN	REAL	可调节变量	-100.0 ... 100.0 (%)	0.0	LMN 与控制器上的可调节变量互连。

参数	数据类型	注释	允许的取值范围	初始	解释
MAN	REAL	手动值	-100.0 ... 100.0 (%)	0.0	手动值输入在输入 MAN 中。如果 MAN_ON = TRUE, 手动值 MAN 会被传送到控制器的可调节变量。如果 MAN_ON = TRUE 且 MAN = 0.0, 则加热/制冷功能被关闭。如果 MAN_ON = FALSE, 则指定控制器的可调节变量。
MIN_STEP	REAL	最低的设定值阶跃	建议值: $\geq$ 所需设定值过程变量范围的 10%	10.0	可以在输入 MIN_STEP 上指定最低的设定值阶跃大小, 初次适应或自适应基于这个值进行。如果激活了结构切换功能 (STRUC_ON = TRUE), 则设定值阶跃必须大于 MIN_STEP 才能启动结构切换。MIN_STEP 不得小于设定值或过程变量操作范围的 10%。
LHLM_TUN	REAL	自整定时的可调节值上限	0.0 ... 100.0 (%)	80.0	用于初次适应的设定值阶跃输入在输入 LHLM_TUN 中。在线适应期间, 会自动计算设定值阶跃。
LLLM_TUN	REAL	自整定时的可调节值下限	-100.0 ... 0.0 (%)	-20.0	用于制冷识别的设定值阶跃输入在输入 LLM_TUN 中。
NORM_FAC	REAL	比例增益规格化因子	无量纲	1.0	规格化因子应用于具有规格化控制器增益的控制器 (Standard PID Control V5) 上。规格化因子根据范围限制计算得到, 与输入 NORM_FAC 互连(请参考功能块 TUN_CON_C、TUN_CON_P 和 TUN_CON_S 中的 Standard PID Control V5 实例)。
MAN_ON	BOOL	手动模式开启		TRUE	如果 MAN_ON = TRUE, 则根据输入 MAN 指定控制器的设定值。如果 MAN_ON = FALSE, 则指定控制器的可调节变量。
PID_ON	BOOL	PID 模式启动		TRUE	可以在输入 PID_ON 上指定优化后的控制器是作为 PI 控制器还是作为 PID 控制器使用。PID 控制器: PID_ON = TRUE PI 控制器: PID_ON = FALSE 但是, 尽管在 PID_ON = TRUE 时, PI 的设计也有可能用于多种类型的过程。

参数	数据类型	注释	允许的取值范围	初始	解释
STRUC_ON	BOOL	设定值阶跃的变量结构控制		FALSE	如果 STRUC_ON = TRUE, 结构切换(从 PI(D)切换到 P(D)控制)可以最大限度地确保避免设定值阶跃时发生过调。如果将比例或微分作用馈送到控制器的反馈回路中, 则不得将输入 STRUC_ON 设置为 TRUE。
WRITE_DIS	BOOL	无法写入到 FM		FALSE	在与控制器模块的连接中, 自整定器必须知道驱动程序块是否已准备好将数据发送到 FM。当 LOAD_OP = LOAD_PAR = FALSE 时就属于这种情况。LOAD_OP 和 LOAD_PAR 的 OR 运算结果与 WRITE_DIS 互连。
PRED_ON	BOOL	通过对可调节值的预测值实现从手动到自动模式的切换		TRUE	当切换到自动模式时, 可以指定是通过最后一个手动值进行无波动式切换, 还是使用由自整定器计算得到的可调节变量进行有波动的切换。如果 PRED_ON = TRUE (缺省设置), 则执行有波动的切换。有波动的切换在优化过程之后才会生效。
CYCLE	TIME	采样时间	1ms	100ms	采样时间必须在输入 CYCLE 上配置。CYCLE 必须与设置的控制器采样时间以及两次调用之间的时间差(在脉冲线性标定监控下监视狗中断 OB 的循环时间)一致。

输出参数

参数	DATA Type	注释	初始	解释
MAN_OUT	REAL	手动值输出	0.0	MAN_OUT 与控制器的手动输入值相连。如果 MAN_ON = TRUE, 自整定器将在输出 MAN_OUT 上输出在输入 MAN 上指定的值。
SP_OUT	REAL	设定值输出	0.0	SP_OUT 与控制器的设定值输入相连。自整定器将把在输入 SP 上指定的设定值写到输出 SP_OUT 上。在手动操作 MAN_ON = TRUE 时, 设定值会被跟踪到过程变量: SP_OUT = PV。

参数	DATA Type	注释	初始	解释
GAIN	REAL	比例增益	1.5	GAIN 与控制器的比例作用系数(控制器增益)互连。
TI	TIME	复位时间 积分时间	1h	TI 与控制器的积分时间(复位时间)互连。
TD	TIME	微分时间	0ms	TD 与控制器的微分时间互连。
TM_LAG	TIME	时间延迟	1s	TM_LAG 与控制器微分器的时间延迟互连。
RATIOFAC	REAL	比率因子 加热/制冷	1.0	RATIOFAC 与控制器或功能块 PULSEGEN 的加热/制冷比率因子互连。此参数仅用于制冷过程。
PHASE	INT	阶段 0 至 7	0	PHASE 显示控制器优化的当前执行阶段。在 Standard PID Control V5 优化期间，输出 PHASE 与功能块 PID_CP 或 PID_ES 的输出 PHASE 互连。
STATUS_H	INT	加热状态	0	STATUS_H 显示对在加热过程期间搜索拐点的优化结果。
STATUS_D	INT	控制器设计状态	0	STATUS_D 显示对在加热过程期间控制器设计的优化结果。
STATUS_C	INT	制冷状态	0	STATUS_C 显示对在制冷过程期间搜索拐点的优化结果。
QMAN_ON	BOOL	手动模式开启	FALSE	QMAN_ON 与控制器的手动/自动切换互连。
QI_SEL	BOOL	积分作用打开	TRUE	QI_SEL 与控制器积分作用 I_SEL 的开/关切换互连。 在使用 FM355/455 的情况下，根据 QI_SEL: If QI_SEL = FALSE, then TI=0, T1 必须切换为零。
QD_SEL	BOOL	微分作用打开	FALSE	QD_SEL 与控制器微分作用 D_SEL 的开/关切换互连。 在使用 FM355/455 的情况下，根据 QD_SEL: If QD_SEL = FALSE, then TD=0, TD 必须切换为零。
QWRITE	BOOL	自整定器将参数写入到 PID 控制器	FALSE	QWRITE 与 FM355/455 的驱动程序块的输入 LOAD_PAR 和 LOAD_OP 互连。结果是控制器通道的记录被下载到 FM 中。
PROCESS	STRUCT			
GAIN	REAL	过程增益	999.0	过程增益显示在输出 PROCESS.GAIN 中。
TM_LAG1	REAL	过程慢延时常量	0.0	过程慢延时常量显示在输出 PROCESS.TM_LAG1 中。
TM_LAG2	REAL	过程快延时常量	0.0	过程快延时常量显示在输出 PROCESS.TM_LAG2 中。

参数	DATA Type	注释	初始	解释
PV00	REAL	零输入时的过程稳定状态值	0.0	过程的稳定状态显示在输出 PROCESS.PV00 中 稳定状态就是设定值等于零时的稳定状态过程变量。这相当于制冷设备的环境温度。
KIG	REAL	PV 的最大上升比率	0.0	在加热期间，过程变量的最大上升比率显示在输出 PROCESS.KIG 中。
KIG_C	REAL	PV 的最大上升比率(制冷)	0.0	在制冷期间，过程变量的最大下降比率显示在输出 PROCESS.KIG_C 中。
	END_ST			
PI_CON	STRUCT			
GAIN	REAL	PI 比例增益	1.5	PI_CON.GAIN 显示 PI 控制器的比例增益。可以通过设置 LOAD_PAR 来手动改进该值，使其更有效。
TI	REAL	PI 复位时间 PI 积分时间	3600.0	PI_CON.TI 显示 PI 控制器的积分时间。可以通过设置 LOAD_PAR 来手动改进该值，使其更有效。
	END_ST			
PID_CON	STRUCT			
GAIN	REAL	PID 比例增益	0.0	PID_CON.GAIN 显示 PID 控制器的比例增益。可以通过设置 LOAD_PAR 来手动改进该值，使其更有效。
TI	REAL	PID 复位时间 PID 积分时间	0.0	PID_CON.TI 显示 PID 控制器的积分时间。可以通过设置 LOAD_PAR 来手动改进该值，使其更有效。
TD	REAL	PID 微分时间	0.0	PID_CON.TD 显示 PID 控制器的微分时间。可以通过设置 LOAD_PAR 来手动改进该值，使其更有效。
	END_ST			
PI_CON_OLD	STRUCT			
GAIN	REAL	PI 的原比例增益	1.5	PI 控制器的原比例增益显示在输出 PI_CON_OLD.GAIN 中。
TI	REAL	PI 原复位时间 PI 原积分时间	3600.0	PI 控制器的原积分时间显示在输出 PI_CON_OLD.TI 中。
	END_ST			
PID_CON_OLD	STRUCT			
GAIN	REAL	PID 的原比例增益	0.0	PID 控制器的原比例增益显示在输出 PID_CON_OLD.GAIN 中。
TI	REAL	PID 原复位时间 PID 原积分时间	0.0	PID 控制器的原积分时间显示在输出 PID_CON_OLD.TI 中。
TD	REAL	PID 的原微分时间	0.0	PID 控制器的原微分时间显示在输出 PID_CON_OLD.TD 中。
	END_ST			

参数	DATA Type	注释	初始	解释
TU	REAL	时间延迟	0.0	确定的时间延迟显示在输出 TU 中。
TA	REAL	恢复时间	0.0	确定的恢复时间显示在输出 TA 中。

输入输出总和参数

参数	数据类型	注释	初始	解释
ADAPT1ST	BOOL	初次适应	FALSE	当执行过程的初次优化或者不希望使用上次优化的结果(例如设定值阶跃或过滤器时间常量)时, 执行初次适应。为此, 请设置 ADAPT1ST = TRUE。然后, 自整定器执行初始化, 并在过程中设置初始化部分中所描述的初始值。自整定器将 ADAPT1ST 重设为 FALSE。 在 OB100 中重新启动 CPU 时将 ADAPT1Self-Tuner 设置为 TRUE 值没有任何意义。
ADAPT_ON	BOOL	通过下一次设定值阶跃启动在线适应	FALSE	如果希望触发在线适应, 请设置 ADAPT_ON = TRUE。如果在这之后设定值阶跃大于 MIN_STEP, 则将启动识别过程(PHASE = 2)。自整定器将 ADAPT_ON 重设为 FALSE。
STEADY	BOOL	已达到稳定状态	FALSE	当过程变量达到稳定状态时, 即使自整定器仍处于 PHASE 3, 也可以使用 STEADY 提早终止优化。 在自整定器进入 PHASE 4 后, 还可以使用 STEADY 在稳定状态下执行更新的控制器设计。
COOLID_ON	BOOL	制冷识别打开	FALSE	如果希望触发制冷识别, 请设置 COOLID_ON = TRUE。设定值被设为 LLLM_TUN, COOLID_ON 被重设为 FALSE。 对于包含多个加热带的情况, 必须在所有初次适应或自适应全部完成之后才可启动制冷识别。
UNDO_PAR	BOOL	撤消对控制器参数的更改	FALSE	原控制器参数传送到当前的控制器参数, 并基于 PID_ON 立即激活。 PI_CON = PI_CON_OLD PID_CON = PID_CON_OLD 取消更改的功能只能在自动模式(PHASE 4)期间使用。
SAVE_PAR	BOOL	保存当前控制器参数	FALSE	将当前的控制器参数传送到原控制器参数。 PI_CON_OLD = PI_CON PID_CON_OLD = PID_CON
LOAD_PAR	BOOL	激活更改后的控制器参数	FALSE	将修改后的参数 PI_CON 和 PID_CON 传送到控制器, 并将其激活。

参数	数据类型	注释	初始	解释
CONZ_ON	BOOL	激活控制带	FALSE	如果 CONZ_ON = TRUE，则控制器在控制带范围内工作。 在控制器优化期间，由自整定器决定是否使用控制带执行控制并确定最佳的控制带。在 PHASE 4 中执行优化之后，可以通过 CONZ_ON = FALSE 禁用控制带或重新配置控制带。
CON_ZONE	REAL	控制带	0.0	CON_ZONE 用于指定控制带的宽度。 在控制器优化期间，由自整定器决定是否使用控制带执行控制并确定最佳的控制带。在 PHASE 4 中执行优化之后，可以通过 CONZ_ON = FALSE 禁用控制带或重新配置控制带。

3.2 功能块 “TUN_ES”

该功能如何工作

功能块 TUN_ES 与 PID 步进控制器互连。功能块 TUN_ES 通过执行以下功能来控制或优化控制器：

- **手动模式**
自整定器强制控制器进入手动模式，并将其手动参数传送到控制器。对于包含位置反馈的步进控制器，可以用浮点数格式指定手动值，并指定手动值信号(例如“开/关”)。对于不包含位置反馈的步进控制器，只能指定手动值信号。
- **控制器优化**
当优化控制器参数时，将测量最后一个控制单元的驱动时间，然后识别受控系统。控制器是基于系统特征而设计的。新系统参数以此基础来计算，并为控制器激活。
 - **初次适应**
初次适应只能在发生可调节变量正向阶跃时执行。初次适应通常用于首次启动或被控制的系统特征发生重大改变时。
 - **在线适应**
当工作点或过程响应发生变化时，如果出现设定值正向阶跃，控制器可随后进行在线优化。在线适应仅可在包含位置反馈的步进控制器上执行。

- **对设定值变化的响应的优化**

控制器旨在获得最佳的干扰响应结果。随之产生的“严苛”参数会导致设定值阶跃时的阶跃高度有 10%到 20%的过调。

结构分段是初始纠正方式，它将比例或微分作用移入反馈环路中。因此，设定值的变化只能影响控制器的积分作用。结构分段只能用于包含位置反馈的步进控制器。

如果不能对控制器进行结构分段，则可以启动以下功能来优化对设定值变化的响应：

结构切换：

在大的设定值正向阶跃时切换类似的 **P(D)**闭环回路控制或可调节变量的预测控制规格化。对于不包含位置反馈的步进控制器，只能切换类似的 **P(D)**闭环回路控制。

- **保存控制器参数**

如果判断当前的控制器参数可以使用，则可以在手动更改参数之前将其保存在自整定器的背景数据块中提供的专用参数中。在控制器优化期间，所保存的参数会被优化之前的有效值覆盖。

- **恢复已保存的控制器参数**

此功能可以为控制器重新激活最近一次保存的控制器参数。

- **更改控制器参数**

如果希望亲自为控制器设定控制器参数，则可以通过自整定器的背景数据块中的专用参数来指定这些参数，并通过此功能将其传送到控制器。

注释：以下部分以激活了加热和制冷功能的常规温度过程为例来对过程进行描述。

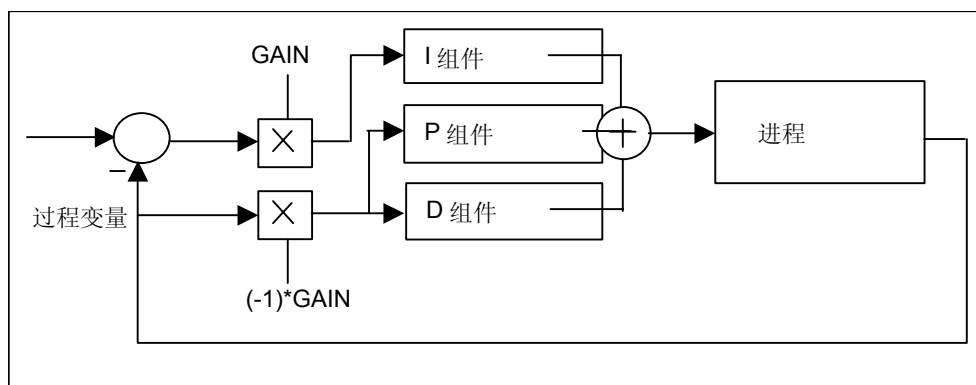
制冷识别不能通过 **TUN_ES** 块执行。

TUN_ES 块不能在控制带模式下工作。

模式

结构分段

结构分段是控制器的一个功能。在包含结构分段的闭环回路控制中，比例或积分作用位于反馈环路中，因此设定值的变化只能影响控制器的积分作用。可调节变量阶跃不会发生在设定值阶跃期间 - 可调节变量以匀变轨迹变化。因此，干扰响应不会发生变化。



图：包含结构分段的闭环回路控制

对于不包含结构分段的闭环回路控制，比例和微分作用发生在偏差信号中，这一点类似于积分作用。当处于此种操作模式(STRUC_ON=1)时，可以选择结构切换。

包含结构分段的闭环回路控制可用于以下控制数据包中：

- Standard PID Control
- Modular PID Control
- FM355/455
- PCS7 控制器

注意

- 如果没有为控制阀启用位置反馈，则可能无法使用结构分段。也就是说，必须将比例和微分作用包含在偏差信号中。
- 在包含结构分段的闭环回路控制中，偏差信号中的死区几乎不产生任何影响。
- 只有不包含结构分段的闭环回路控制可用于基于 STEP 7 的简单控制器 PID 控制和 CPU 314 IFM 中。

在偏差信号中对比例作用和微分作用进行结构切换

在缺省设置下，结构切换功能处于禁用状态。只有在结构分段不可用时才应选择此功能。可以通过设置 **STRUC_ON = TRUE** 来激活结构切换功能。块会自动根据总环路增益(过程增益和控制器增益的乘积)在两种控制方式之间进行选择：

- 积分作用被临时提高，类似的 **P(D)**控制：

当设定值正向阶跃 $\geq \text{MIN_STEP}$ 时，控制器的积分作用会临时被显著提高，增益略有降低，此时仅有类似的 **P(D)**控制器在被使用。当趋近设定值时，系统转换回积分作用的原始值，增益再次降低(自整定器操作中的 **PHASE = 5**)。

- 可调节变量的临时预测控制规格化：

包含较大时间延迟的过程无法使用 **P(D)**控制系统进行良好控制。当设定值正向阶跃 $\geq \text{MIN_STEP}$ 之后，稳定状态的新设定值所需要的可调节变量输出为常量。当趋近设定值时，系统会无波动地更改回 **PI** 或 **PID** 控制器操作模式。这样所产生的操作会比较缓慢，但不发生过调现象(自整定器操作中的 **PHASE = 5**)。

注意

在不包含位置反馈的步进控制中，只可能进行第一次控制测量(**PHASE = 5**)。如果发生设定值正向阶跃(例如加热过程)时的结构切换功能没有产生所期望的结果(慢速瞬态响应)，在没有发生过调现象的情况下，可以通过设置 **STRUC_ON = FALSE** 来禁用结构切换功能。

结构模式	PFDB_SEL, DFDB_SEL ¹⁾	STRUC_ON
启用结构分段	TRUE	FALSE
启用结构切换	FALSE	TRUE

¹⁾ 控制器参数 **PFDB_SEL** 和 **DFDB_SEL**：这些参数在 **STEP7 CONT_S** 的简单控制器中不存在。这相当于设置 **PFDB_SEL = DFDB_SEL = FALSE** (不发生结构分段)。

关于选择操作模式的信息

- 在发生设定值阶跃的情况下，结构分段功能会防止控制变量发生过调。可以选择结构分段功能。
- 如果控制器不允许使用结构分段，则激活结构切换功能。结构切换功能可能不能与结构分段功能同时激活。如果在发生设定值正向阶跃时要求快速稳定，并且允许存在小幅度的过调，则可以禁用结构切换功能。

手动模式

操作模式“控制器手动模式”对应于自整定器操作中的 **PHASE = 7**。如果使用包含位置反馈的步进控制器(**LMNR_ON = TRUE**)，则可以使用 **LMNS_ON = TRUE** 或 **MAN_ON = TRUE** 切换到手动模式。如果使用不包含位置反馈的步进控制器(**LMNR_ON = FALSE**)，则只能使用 **LMNS_ON = TRUE** 切换到手动模式。如果将输入 **MAN_ON** 设置为 **TRUE**，则输出 **QMAN_ON** 将被设置为 **TRUE**，而输出 **MAN_OUT** 将被设置为 **MAN**。如果将输入 **LMNS_ON** 设置为 **TRUE**，则输出 **QLMNUP** 将被设置为 **LMNUP**，而输出 **QLMNDN** 将被设置为 **LMNDN**。

手动模式优先于所有其他操作模式。

初次适应或在线适应被中止。当手动操作被禁用(**MAN_ON = FALSE**)时，控制器切换到自动模式(自整定器操作中的 **PHASE = 4**)，并使用现有的控制器参数进行控制。

控制器优化

自整定器中的优化模式	ADAPT1ST	ADAPT_ON
删除所有的原过程信息，请求初次适应(包括测量电机驱动时间)。在冷过程状态且设定值阶跃达到 LHLM_TUN 时启动	TRUE	Any 如果 ADAPT1ST=TRUE ，则由自整定器设置
PID 控制器对未知过程的初次适应或 PID 控制器对先前已经识别的过程的在线适应(自适应)。自整定器自行决定是执行初次适应还是在线适应。在任意过程状态且设定值阶跃达到 LHLM_TUN 或自动计算所得值时启动。不测量电机驱动时间。仅可用于包含位置反馈的步进控制器上。	FALSE	TRUE 控制器和自整定器的 LMNR_ON = TRUE

初次适应或在线适应(控制器参数的自适应)

控制器参数(包含或不包含电机驱动时间测量的初次适应, 或在线适应)在加热过程中优化, 在此之后的控制器设计的过程识别也籍此执行。

可以通过 **ADAPT1ST** 或 **ADAPT_ON** (仅适用于包含位置反馈的步进控制器)请求优化。

如果设置了 **ADAPT1ST=TRUE**, 自整定器便设置 **ADAPT_ON=TRUE** 并关闭控制阀(自整定器操作中的 **PHASE = 1**)。

如果 **ADAPT1ST = TRUE**, 则执行自整定器的初始化例行程序。执行以下初始分配:

- 系统切换为 PI 控制器。要实现此目的, 必须将参数 **PI_CON** 传送到控制器。如果参数 **PI_CON** 和 **PI_CON_TI** 的值均为 0.0, 其初始分配则为 **PI_CON = 1.5** 和 **PI_CON_TI = 3600.0 s**。
- **PROCESS.GAIN = 999.0**
- **STATUS_H = 0; STATUS_D = 0**

注意

如果没有明确目的, 不要在 CPU 重启(暖启动)期间执行初始化例行程序时调用自整定器, 这对其他块来说很平常, 但这样将丢失所有过程参数。

在设定值阶跃 $\geq$ **MIN_STEP** 之后, 测量电机驱动时间, 然后执行初次适应。在初次适应期间, 用于过程启动的自整定器使用参数 **LHLM_TUN** 来表示设定值阶跃。对于包含位置反馈的步进控制器, **LHLM_TUN** 值将直接趋近。对于不包含位置反馈的步进控制器, 控制阀会完全打开, 然后逐渐关闭, 直到通过 $(100 - \text{LHLM_TUN})$ 指定的电机驱动时间到期为止。

如果使用的是包含位置反馈的步进控制器, 则只能通过 **ADAPT_ON** 启动优化。不包含电机驱动时间测量的初次适应或在线适应在 **ADAPT_ON = TRUE** 以及在此之后设定值正向阶跃 $\geq$ **MIN_STEP** 时启动。然后, 自整定器立即进入 **PHASE = 2**, 并使设定值阶跃达到 **LHLM_TUN** 以进行初次适应, 或者使其达到自动计算所得设定值以进行在线适应。自整定器根据原过程值决定执行初次适应还是在线适应。在初次适应期间, 设定值阶跃通常会从制冷过程(环境温度)的设定值跳至工作点临近值。任何设定值均可用作初始状态, 只要它能够确保过程为稳定状态即可。在优化期间不能再指定其他设定值阶跃。

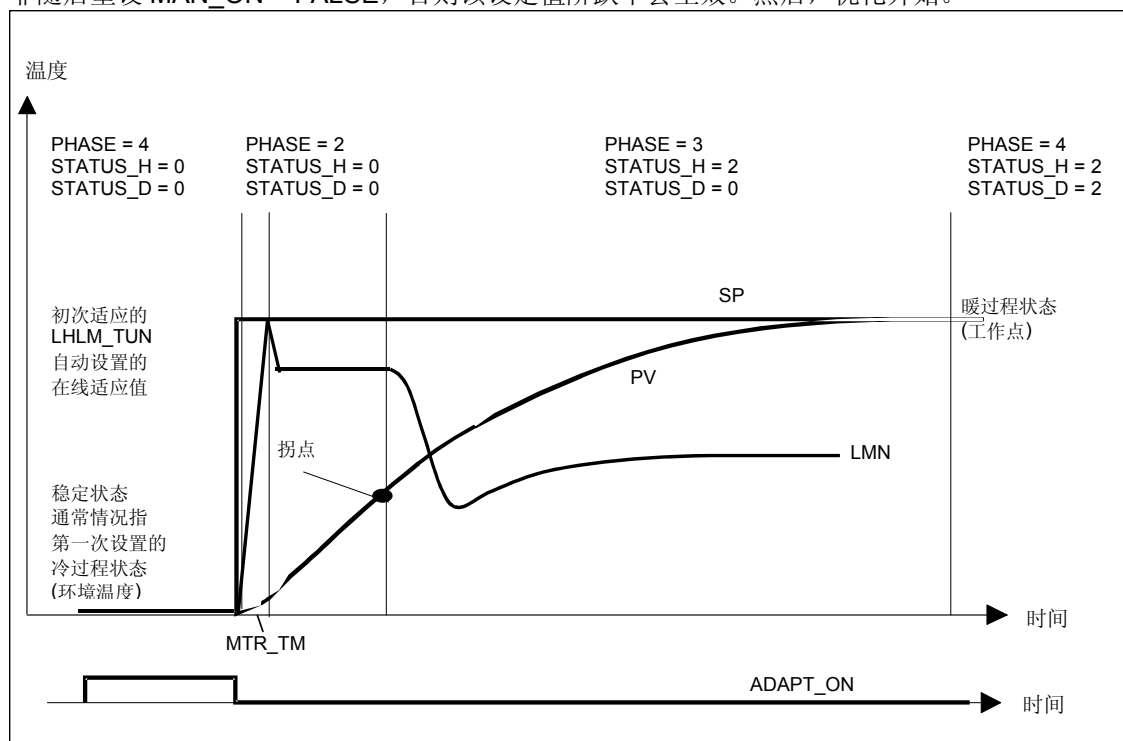
可以从自动模式或手动模式启动优化:

- **从自动模式启动优化**

在自动模式下, 设置 **ADAPT_ON** 或 **ADAPT1ST = TRUE**, 并指定 $\geq$ **MIN_STEP** 的设定值阶跃。

从手动模式启动优化

在手动模式下，设置 **ADAPT_ON** 或 **ADAPT1ST = TRUE**，并指定设定值阶跃 $\geq \text{MIN_STEP}$ 。除非随后重设 **MAN_ON = FALSE**，否则该设定值阶跃不会生效。然后，优化开始。



图：在包含位置反馈的步进控制器上进行的初次适应(测量电机驱动时间)的阶段阶跃(通过 **ADAPT1ST = TRUE** 启动)

如果希望在设定值阶跃之前中止优化，则必须设置 **ADAPT_ON = FALSE**。在设定值阶跃(PHASE 2 或 3)之后，必须切换到手动模式(**MAN_ON = TRUE**)以中止优化。

在激活的优化(PHASE 2 或 3)期间设置 **ADAPT_ON** 或 **ADAPT1ST** 既不会导致优化中止，也不会将位复位。正在运行的优化被中止，并在启动条件(参考“启动功能”表)满足后重新启动。

加热过程期间的优化阶段阶跃(初次适应或在线适应)

- PHASE = 0:

在背景数据块的生成期间为自整定器参数 PHASE 分配的初始值为“0”。由于为 LMNS_ON 分配的初始值为 TRUE，因此自整定器在第一次运行后将变为 PHASE 7 (手动模式)。可以直接通过手动操作(ADAPT_ON = TRUE)启动初次适应，也可以切换到自动模式。当第一次切换到自动模式 MAN_ON = FALSE 时，参数从 PI_CON 读入。GAIN 和 TI 的缺省值为：GAIN = 1.5，TI = 1h。

- PHASE = 1:

在通过 ADAPT1ST = TRUE 启动优化后，自整定器会逐渐关闭控制阀(设定值=0 或 LMNS_ON = LMNDN = TRUE)，并等待设定值正向阶跃 $\geq$ MIN_STEP。

- PHASE = 2:

一旦为暖过程状态的工作点指定设定值阶跃 $\geq$ MIN_STEP (正向)，LHLM_TUN 便在初次适应期间分配给 MAN_OUT，而在在线适应期间分配一个由自整定器计算得出的值。MIN_STEP 应大于设定值和过程变量操作范围的 10%。

对于包含位置反馈的步进控制(LMNR_ON=TRUE)，将 QMAN_ON 的值指定为 TRUE。控制器将阀控制为值 MAN_OUT，功能块 TUN_ES 计算电机驱动时间 MTR_TM。

对于不包含位置反馈的步进控制，QLMNS_ON 和 QLMNUP 被设置为 TRUE，并且阀逐渐移动到上档值。当达到上档值(LMNR_HS=TRUE)时，功能块 TUN_ES 计算电机驱动时间并将其传送到控制器。然后，阀会关小到 MAN_OUT 值(QLMNDN = TRUE)。

- PHASE = 3:

如果阶跃响应的拐点已被识别到(STATUS_H = 2)或者过程变量已达到阶跃大小的 70%(STATUS_H = 3)，则会设计一个设置精确的 PI 控制器。控制器增益 GAIN 限制在 0.2 到 20.0 的范围之内。控制器立即作为 PI 控制器运行，并尝试将过程调整到稳定状态。自整定器将最新确定的 PI 控制器参数保存在 GAIN、TI 以及 PI_CON 中。以前的 PI 控制器值保存在 PI_CON_OLD 中。如果达到稳定状态需要很长一段时间(温度过程的蠕变式瞬态响应)，可以通过设置 STEADY = TRUE 在状态基本稳定时使用当前数据启动控制器设计。也可以通过指定 STEADY = TRUE 在后续阶段(阶段 3 或 4)使用当前数据重新启动控制器设计。这在通常情况下可以改进控制器的设计。

如果发生过调或者未找到拐点，原因可能是初次适应期间所选择的设定值阶跃大小 LHLM_TUN 值过大。这不一定生成错误的控制器设置。但在指定下次初次适应的 LHLM_TUN 时，应选择低大约 20%的值。

如果块已经识别到稳定状态，或者自设定值阶跃后已经超过了 $30 \cdot TI$ (TI: PI 控制器在 PHASE = 3 下的积分作用时间)，则改进了的控制器设计已实现，系统切换到 PHASE = 4。自整定器将最新确定的 PI/PID 控制器参数保存在 GAIN、TI、TD 和 PI_CON 或 PID_CON 中。先前的 PID 控制器值保存在 PID_CON_OLD 中。如果可能，将设计一个 PID 控制器和 PI 控制器。如果

PID_ON=TRUE，则启动 PID 控制器，否则启动 PI 控制器。在 PHASE 4 中，可以在两个控制器之间进行无波动式切换。对于困难的过程，块会始终设计 PID 控制器，而不考虑 PID_ON。应限制控制器增益 GAIN 使得开环的环路增益(过程增益和控制器增益的乘积)限制在 40.0 之下。

- PHASE = 4:

在本阶段，控制器通过其优化后的参数进行控制。从该状态，可以启动在线适应和初次适应。

优化的诊断值

下表描述了加热识别期间以及控制器设计期间的诊断结果。

诊断值	STATUS_H (“加热”)	STATUS_D (“设计”)
0	初始化	初始化
1	拐点过低 在大多数情况下，优化仍会产生良好的控制器参数。 为了达到尽可能的理想状态，提高 LHLM_TUN 的值或减小设定值阶跃大小。	由于过程中差不多具有 PT1 特性，因此只存在 PI 控制器设计
2	理想状态： 找到拐点	理想状态： 可使用 PI 和 PID 控制器，VZ2 特性
3	拐点过高 包含了安全因子。在大多数情况下，优化会产生仍然可以使用的控制器参数，但需要慎重对待。 为了达到尽可能的理想状态，减小 LHLM_TUN 的值或提高设定值阶跃大小。	由于具有极高的时间延迟/停滞时间或高阶，因此只存在 PI 控制器设计
11、12、13	无法正确检测到时间延迟。操作使用估计的时间延迟继续进行，但无法得出最佳的控制器参数。 ¹⁾ 重新执行优化，确保过程变量不受干扰。	
4		不正确的估计。没有针对在线适应的控制器设计。 在初次适应期间，过程使用 PHASE 3 生成的粗略 PI 控制器继续进行。 重新执行优化，确保过程变量不受干扰。

¹⁾ 如果 STATUS_H = 11 或 12，且过程中只包含 VZ1 特性(没有时间延迟)，自整定器通常情况下仍然可以设计出良好的参数。如果对控制器参数不满意，至少可以将 PROCESS.GAIN 和 PROCESS.TM_LAG1 的值用于 VZ1 模型，然后根据说明文件使用自己的控制器设计。由于计算是使用粗略估计的时间延迟继续的，因此，STATUS_D 可能无法确定为 1 (用于估计 VZ1 特性的控制器)，控制带可能被禁用(即使控制带对 VZ1 过程很有意义)。

更改控制器参数

如果希望在初次适应或在线适应后手动更改控制器参数 **GAIN**、**TI**、**TD** 或 **TM_LAG**，则可以将参数输入到 **PI_CON** 或 **PID_CON** 输出结构中。如果将输入输出总和参数 **LOAD_PAR** 设置为 **TRUE**，当自整定器处于 **PHASE = 4** 时，**PI_CON** 或 **PID_CON** 的参数(具体取决于 **PID_ON**)会以无波动方式传送到控制器，并且 **LOAD_PAR** 也将设为 **FALSE**。如果控制器增益 **PID_CON.GAIN** 等于零，PI 控制器参数便传送到控制器。

如果在闭环回路中产生振荡，或者在设定值阶跃之后发生过调，则可以减小控制器增益 **GAIN** (例如，减至初始值的 80 %)，并增加积分作用时间 **TI** (例如，增加到初始值的 150 %)。如果连续控制器的模拟量可调节变量通过脉冲发生器转换成二进制驱动信号，则量化效应中可能会发生小幅的持续震荡。可以通过提高控制器死区 **DEADB_W** 来消除这种振荡。

注意

当再次执行初次适应或自适应时，控制器参数会被覆盖。新确定的参数将被输入到 **GAIN**、**TI**、**TD** 以及 **PI_CON** 和 **PID_CON** 中。原参数被传送到 **PI_CON_OLD** 和 **PID_CON_OLD** 中。

保存控制器参数

在初次适应或在线适应期间找到的 **PID** 控制器参数会被输入到 **PI_CON** 或 **PID_CON** 输出参数中。在保存期间，PI/PID 控制器参数被保存到 **PI_CON_OLD** 和 **PID_CON_OLD** 输出参数中。

参数	PHASE	特性
SAVE_PAR = TRUE	全部	PID_CON_OLD = PID_CON PI_CON_OLD = PI_CON
UNDO_PAR = TRUE	仅阶段 4	PID_CON_OLD = PID_CON PI_CON_OLD = PI_CON

手动在线适应的典型过程：使用 **SAVE_PAR** 保存当前参数，更改 **PI_CON** 或 **PID_CON** 中的参数，通过设置 **LOAD_PAR** 来激活新参数。如果新参数不如原参数好，则可以使用 **UNDO_PAR** 激活原参数。

当使用自整定器执行优化时，在控制器被设计之前，原控制器参数会自动保存到 **PI_CON_OLD** 或 **PID_CON_OLD** 中。如果新参数不如原参数好，则可以使用 **UNDO_PAR** 重新激活原参数。在控制器上这些参数会被自动激活。

注意

如果控制器增益不等于零(如果 **PID_CON_OLD** 不等于零，则 **PID_CON = PID_CON_OLD**)，则只能使用 **UNDO_PAR** 重新写入 **PID** 控制器参数。

设置采样时间

采样时间不应该超过已确定的控制器积分作用时间的 **10%**。此外，采样时间不应超过电机驱动时间的 **1%**，以使位置反馈消息分辨率至少达到 **1%**。可以在自整定器和控制器的 **CYCLE** 参数上设置采样时间。采样时间必须与两次调用之间的时间差(脉冲线性标定监控下监视狗中断 **OB** 的循环时间)一致。

当使用控制器模块 **FM355/455** 时，自整定器调用之间的时间(采样时间)必须约等于控制器在 **FM** 上的执行时间。此执行时间在 **FM** 的参数赋值工具(即选项 > 模块参数 > 结果循环时间)中指定。

Standard PID Control V5 下的控制器增益规格化

Standard PID Control V5 中的控制器块使用规格化的控制器增益操作，计算方法如下：

$$\text{GAIN (规格化增益)} = \text{GAIN (实际增益)} * (\text{NM_PVHR} - \text{NM_PVLR})/100$$

此公式得出必须在自整定器的 **NORM_FAC** 参数中输入的规格化因子：

$$\text{NORM_FAC} = (\text{NM_PVHR} - \text{NM_PVLR})/100$$

此公式生成应用于自整定器 **GAIN** 输出的规格化控制器增益。在本 Standard PID Control V5 的应用实例中，这一点编程在块 **TUN_CON_C**、**TUN_CON_P** 和 **TUN_CON_S** 的启动部分中。

对于有实际控制器增益的控制器，**NORM_FAC** 保持其缺省的赋值“1”。

自整定器的执行阶段

PHASE = 0	自动模式：在生成背景数据块之后使用预设的参数进行闭环回路控制。无其他功能可用。使用 MAN_ON 、 LMNS_ON 或 ADAPT1ST 可退出本阶段。
PHASE = 1	控制器优化：加热结束并等待设定值发生阶跃
PHASE = 2	控制器优化：电机驱动测量、启动常量控制阀设置、搜索拐点
PHASE = 3	控制器优化：使用 PI 粗略控制器进行控制
PHASE = 4	自动模式：包含/不包含控制带的常规闭环回路控制
PHASE = 5	自动模式，设定值发生阶跃时的结构切换：积分作用被禁用， P(D) 控制
PHASE = 6	自动模式，设定值发生阶跃时的结构切换：可调节变量的预测控制规格化(仅用于包含位置反馈的步进控制器)
PHASE = 7	手动模式

功能激活

功能	启动位	启用位	启动条件: PHASE	启动条件: SP 上的设定值阶跃
手动模式	---	MAN_ON LMNS_ON	0 - 7	---
包含电机驱动时间测量的初次适应	ADAPT1ST	---	0、4	正向: > MIN_STEP
包含测量最后控制单元驱动时间的初次适应, 或在线适应(仅可用于不包含位置反馈的步进控制器)	ADAPT_ON	---	4	正向: > MIN_STEP
结构切换	---	STRUC_ON	4	正向: > MIN_STEP 负向: > MIN_STEP * RATIO_FAC
保存控制器参数	SAVE_PAR	---	2 - 7	---
重新装载原控制器参数	UNDO_PAR	---	4	---
更改控制器参数	LOAD_PAR	---	4	---

注意

启动位在此功能成功启动后复位。启用位保持设置值。

输入参数

参数	数据类型	注释	允许的取值范围	初始	解释
SP	REAL	设定值	技术上的取值范围	0.0	设定值输入在输入 SP 中。它通过 SP_OUT 与控制器互连。请注意，此设定值必须位于控制器的设定值限制范围内。
PV	REAL	过程变量	技术上的取值范围	0.0	PV 与控制器上的过程变量互连。
MAN	REAL	手动值	-100.0 ... 100.0 (%)	0.0	手动值输入在输入 MAN 中。如果 MAN_ON = TRUE，手动值 MAN 会被传送到控制器的可调节变量。如果 MAN_ON = TRUE 且 MAN = 0.0，则加热功能被关闭。如果 MAN_ON = FALSE，则指定控制器的可调节变量。
LMNR	REAL	反复可调节值	0.0 ... 100.0 (%)	0.0	LMNR 与控制器的位置反馈 (如果存在)互连。
MIN_STEP	REAL	最低的设定值阶跃	建议：≥所需设定值/过程变量范围的 10 %	10.0	可以在输入 MIN_STEP 上指定最低的设定值阶跃大小，初次适应或自适应基于这个值进行。 如果激活了结构切换功能 (STRUC_ON = TRUE)，则设定值阶跃必须大于 MIN_STEP 才能启动结构切换。 MIN_STEP 不得小于设定值或过程变量操作范围的 10%。
LHLM_TUN	REAL	自整定时的可调节值上限	0.0 ... 100.0 (%)	80.0	用于初次适应的设定值阶跃输入在输入 LHLM_TUN 中。在线适应期间，会自动计算设定值阶跃。
NORM_FAC	REAL	比例增益规格化因子	无量纲	1.0	规格化因子应用于具有规格化控制器增益的控制器 (Standard PID Control V5) 上。规格化因子根据范围限制计算得到，与输入 NORM_FAC 互连(请参考功能块 TUN_CON_C、TUN_CON_P 和 TUN_CON_S 中的 Standard PID Control V5 实例)。
PULSE_TM	TIME	最小脉冲时间	≥ 1 ms	0 ms	PULSE_TM 与控制器的最小脉冲时间互连。
C_LMNUP	BOOL	控制器可调节信号增大		FALSE	C_LMNUP 与控制器上的可调节变量信号 QLMNUP 互连。

参数	数据类型	注释	允许的取值范围	初始	解释
C_LMNDN	BOOL	控制器可调节信号减小		FALSE	C_LMNDN 与控制器上的可调节变量 QLMNDN 互连。
MAN_ON	BOOL	手动模式开启		TRUE	如果 MAN_ON = TRUE, 则根据输入 MAN 指定控制器的设定值。如果 MAN_ON = FALSE, 则指定控制器的可调节变量。
LMNR_HS	BOOL	反复可调节值的上限信号		FALSE	LMNR_HS 与控制器上的限制信号 LMNR_HR 互连。
LMNS_ON	BOOL	可调节信号打开		FALSE	如果设置了 LMNS_ON, 可以使用参数 LMNUP 和 LMNDN 来操作控制器的驱动信号。
LMNUP	BOOL	可调节信号增大		FALSE	可以使用 LMNUP 来操作控制器的驱动信号 OPEN。
LMNDN	BOOL	可调节信号减小		FALSE	可以使用 LMNDN 来操作控制器的驱动信号 CLOSE。
PID_ON	BOOL	PID 模式启动		TRUE	可以在输入 PID_ON 上指定优化后的控制器是作为 PI 控制器还是作为 PID 控制器使用: PID 控制器: PID_ON = TRUE PI 控制器: PID_ON = FALSE 但是, 尽管在 PID_ON = TRUE 时, PI 的设计也有可能用于多种类型的过程。
STRUC_ON	BOOL	设定值阶跃的变量结构控制		FALSE	如果 STRUC_ON = TRUE, 结构切换(从 PI(D)切换到 P(D)控制)可以最大限度地确保避免设定值阶跃时发生过调。如果将比例或微分作用馈送到控制器的反馈回路中, 则不得将输入 STRUC_ON 设置为 TRUE。
WRITE_DIS	BOOL	无法写入到 FM		FALSE	在与控制器模块的连接中, 自整定器必须知道驱动程序块是否已准备好将数据发送到 FM。当 LOAD_OP = LOAD_PAR = FALSE 时就属于这种情况。LOAD_OP 和 LOAD_PAR 的 OR 运算结果与 WRITE_DIS 互连。
CYCLE	TIME	采样时间	$\geq 1 \text{ ms}$	100 毫秒	采样时间必须在输入 CYCLE 上配置。CYCLE 必须与设置的控制器采样时间以及两次调用之间的时间差(在脉冲线性标定监控下监视狗中断 OB 的循环时间)一致。

输出参数

参数	数据类型	注释	初始	解释
MAN_OUT	REAL	手动值输出	0.0	MAN_OUT 与控制器的手动输入值相连。如果 MAN_ON = TRUE, 自整定器将在输出 MAN_OUT 上输出在输入 MAN 上指定的值。
SP_OUT	REAL	设定值输出	0.0	SP_OUT 与控制器的设定值输入相连。自整定器将把在输入 SP 上指定的设定值写到输出 SP_OUT 上。在手动操作 MAN_ON = TRUE 时, 设定值会被跟踪到过程变量: SP_OUT = PV。
GAIN	REAL	比例增益	1.5	GAIN 与控制器的比例作用系数(控制器增益)互连。
TI	TIME	复位时间 积分时间	1 h	TI 与控制器的积分时间(复位时间)互连。
TD	TIME	微分时间	0ms	TD 与控制器的微分时间互连。
TM_LAG	TIME	时间延迟	1 秒	TM_LAG 与控制器微分器的时间延迟互连。
MTR_TM	TIME	电机启动时间	30s	MTR_TM 与控制器的电机驱动时间互连。
DEADB_W	REAL	死区宽度	0.0	DEADB_W 与控制器的死区宽度互连。
PHASE	INT	阶段 0 至 7	0	PHASE 显示控制器优化的当前执行阶段。在 Standard PID Control V5 优化期间, 输出 PHASE 与功能块 PID_CP 或 PID_ES 的输出 PHASE 互连。
STATUS_H	INT	加热状态	0	STATUS_H 显示对在加热过程期间搜索拐点的优化结果。
STATUS_D	INT	控制器设计状态	0	STATUS_D 显示对在加热过程期间控制器设计的优化结果。
QMAN_ON	BOOL	手动模式开启	FALSE	QMAN_ON 与控制器的手动/自动切换互连。
QLMNS_ON	BOOL	可调节信号打开		QLMNS_ON 与控制器的参数“可调节信号打开”互连
QLMNUP	BOOL	可调节信号增大		QLMNUP 与控制器的参数“可调节信号增大”互连
QLMNDN	BOOL	可调节信号减小		QLMNDN 与控制器的参数“可调节信号关闭”互连
QI_SEL	BOOL	积分作用打开	TRUE	QI_SEL 与控制器积分作用 I_SEL 的开/关切换互连。 在使用 FM355/455 的情况下, 根据 QI_SEL: If QI_SEL = FALSE, then TI=0, T1 必须切换为零。
QD_SEL	BOOL	微分作用打开	FALSE	QD_SEL 与控制器微分作用 D_SEL 的开/关切换互连。 在使用 FM355/455 的情况下, 根据 QD_SEL: If QD_SEL = FALSE, then TD=0, TD 必须切换为零。

参数	数据类型	注释	初始	解释
QWRITE	BOOL	自整定器将参数写入到 PID 控制器	FALSE	QWRITE 与 FM355/455 驱动程序块 PID_CS 的输入 LOAD_PAR 和 LOAD_OP 互连。 结果是控制器通道记录被下载到 FM 上。
PROCESS	STRUCT			
GAIN	REAL	过程增益	999.0	过程增益显示在输出 PROCESS.GAIN 中。
TM_LAG1	REAL	过程慢延时常量	0.0	过程慢延时常量显示在输出 PROCESS.TM_LAG1 中。
TM_LAG2	REAL	过程快延时常量	0.0	过程快延时常量显示在输出 PROCESS.TM_LAG2 中。
PV00	REAL	零输入时的过程稳定状态值	0.0	过程的稳定状态显示在输出 PROCESS.PV00 中 稳定状态就是设定值等于零时的稳定状态过程变量。这相当于制冷设备的环境温度。
KIG	REAL	PV 的最大上升比率	0.0	在加热期间，过程变量的最大上升比率显示在输出 PROCESS.KIG 中。
MTR_TM	REAL	电机启动时间	0.0	电机驱动时间显示在输出 MTR_TM 中。
	END_ST			
PI_CON	STRUCT			
GAIN	REAL	PI 比例增益	1.5	PI_CON.GAIN 显示 PI 控制器的比例增益。可以通过设置 LOAD_PAR 来手动改进该值，使其更有效。
TI	REAL	PI 复位时间 PI 积分时间	3600.0	PI_CON.TI 显示 PI 控制器的积分时间。可以通过设置 LOAD_PAR 来手动改进该值，使其更有效。
	END_ST			
PID_CON	STRUCT			
GAIN	REAL	PID 比例增益	0.0	PID_CON.GAIN 显示 PID 控制器的比例增益。可以通过设置 LOAD_PAR 来手动改进该值，使其更有效。
TI	REAL	PID 复位时间 PID 积分时间	0.0	PID_CON.TI 显示 PID 控制器的积分时间。可以通过设置 LOAD_PAR 来手动改进该值，使其更有效。
TD	REAL	PID 微分时间	0.0	PID_CON.TD 显示 PID 控制器的微分时间。可以通过设置 LOAD_PAR 来手动改进该值，使其更有效。
	END_ST			
PI_CON_OLD	STRUCT			
GAIN	REAL	PI 的原比例增益	1.5	PI 控制器的原比例增益显示在输出 PI_CON_OLD.GAIN 中。
TI	REAL	PI 原复位时间 PI 原积分时间	3600.0	PI 控制器的原积分时间显示在输出 PI_CON_OLD.TI 中。
	END_ST			
PID_CON_OLD	STRUCT			
GAIN	REAL	PID 的原比例增益	0.0	PID 控制器的原比例增益显示在输出 PID_CON_OLD.GAIN 中。

参数	数据类型	注释	初始	解释
TI	REAL	PID 原复位时间 PID 原积分时间	0.0	PID 控制器的原积分时间显示在输出 PID_CON_OLD.TI 中。
TD	REAL	PID 的原微分时间	0.0	PID 控制器的原微分时间显示在输出 PID_CON_OLD.TD 中。
	END_ST			
TU	REAL	时间延迟	0.0	确定的时间延迟显示在输出 TU 中。
TA	REAL	恢复时间	0.0	确定的恢复时间显示在输出 TA 中。

输入输出总和参数

参数	数据类型	注释	初始	解释
ADAPT1ST	BOOL	初次适应	FALSE	当执行过程的初次优化或者不希望使用上次优化的结果(例如设定值阶跃或过滤器时间常量)时, 执行初次适应。为此, 请设置 ADAPT1ST = TRUE。然后, 自整定器执行初始化, 并在过程中设置初始化部分中所描述的初始值。自整定器将 ADAPT1ST 重设为 FALSE。 在 OB100 中重新启动 CPU 时将 ADAPT1Self-Tuner 设置为 true 值没有任何意义。
ADAPT_ON	BOOL	通过下一次设定值阶跃启动在线适应	FALSE	如果希望触发在线适应, 请设置 ADAPT_ON = TRUE。如果在这之后设定值阶跃大于 MIN_STEP, 则将启动识别过程(PHASE = 2)。自整定器将 ADAPT_ON 重设为 FALSE。
STEADY	BOOL	已达到稳定状态	FALSE	当过程变量达到稳定状态时, 即使自整定器仍处于 PHASE 3, 也可以使用 STEADY 提早终止优化。 在自整定器进入 PHASE 4 后, 还可以使用 STEADY 在稳定状态下执行更新的控制器设计。
UNDO_PAR	BOOL	撤消对控制器参数的更改	FALSE	原控制器参数传送到当前的控制器参数, 并基于 PID_ON 立即激活。 PI_CON = PI_CON_OLD PID_CON = PID_CON_OLD 取消更改的功能只能在自动模式 (PHASE 4)期间使用。
SAVE_PAR	BOOL	保存当前控制器参数	FALSE	将当前的控制器参数传送到原控制器参数。 PI_CON_OLD = PI_CON PID_CON_OLD = PID_CON
LOAD_PAR	BOOL	激活更改后的控制器参数	FALSE	将修改后的参数 PI_CON 和 PID_CON 传送到控制器, 并将其激活。

4 实例

4.1 实例总览

下面为每个使用自整定器的控制产品列举了一个实例项目。

控制产品	对应的实例产品
Standard PID Control V5	TunEx_StdPIDCon
Modular PID Control	TunEx_ModPIDCon
FM355 C/S	TunEx_FM355
FM455 C/S	TunEx_FM455

每个实例项目中包含 5 个实例：

- **Ex1_plastic**

本实例模拟了存在于挤压机或注塑机中的 4 个加热区。它包含一个用于自动优化和操作这 4 个加热区的控制系统。这是一个使用带脉冲发生器的连续 PID 控制器的自整定器应用实例。

- **Ex2_furnace**

用作熔炉功能，例如本实例过程中模拟的烧结过程。此过程中包含两个驱动单元：用于加热过程的半导体继电器和用于制冷过程的积分作用控制(蝶形)阀。这是组合使用带脉冲发生器的连续 PID 控制器与步进控制器的自整定器应用实例。

- **Ex3_simple_c**

本实例包含一个用于温度过程的简单控制环路，该环路由一个 PID 控制器和用作制模过程的 VZ2 单元构成。这是一个使用连续 PID 控制器的自整定器应用实例。

- **Ex4_simple_s**

本实例包含一个用于温度过程的简单控制环路，该环路由一个 PID 控制器以及用作制模过程的 VZ2 单元(带集成驱动单元)构成。这是一个使用 PID 步进控制器的自整定器应用实例。

- **Ex5_simple_p**

本实例包含一个用于温度过程的简单控制环路，该环路由一个 PID 控制器和用作制模过程的 VZ2 单元构成。这是一个使用带脉冲发生器(半导体继电器或机械电流接触器)的连续 PID 控制器的自整定器应用实例。

注意

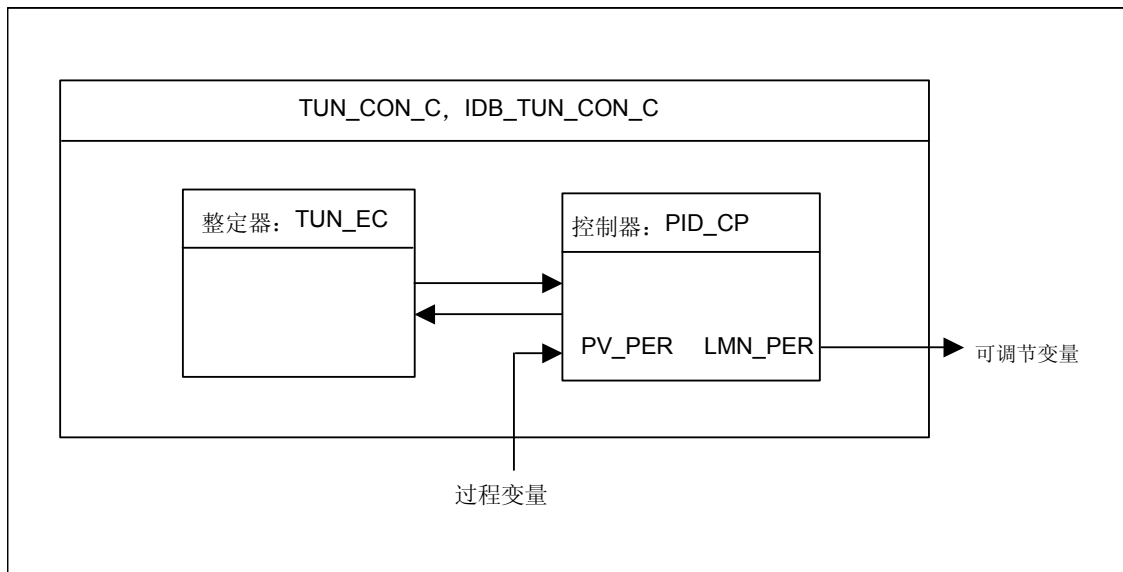
还可以将控制数据包的控制器块复制到软件控制器的实例中。
必须使用 HW Config 将硬件结构应用于控制器模块的实例中。

4.2 自整定器和控制器之间的互连

实例中包含多背景数据块，其中的控制器和自整定器已经互连。

FB TUN_CON_C	自整定器与连续 PID 控制器互连
FB TUN_CON_P	自整定器与带脉冲发生器的连续 PID 控制器互连
FB TUN_CON_S	自整定器与步进控制器互连

“连续控制器”接口连接

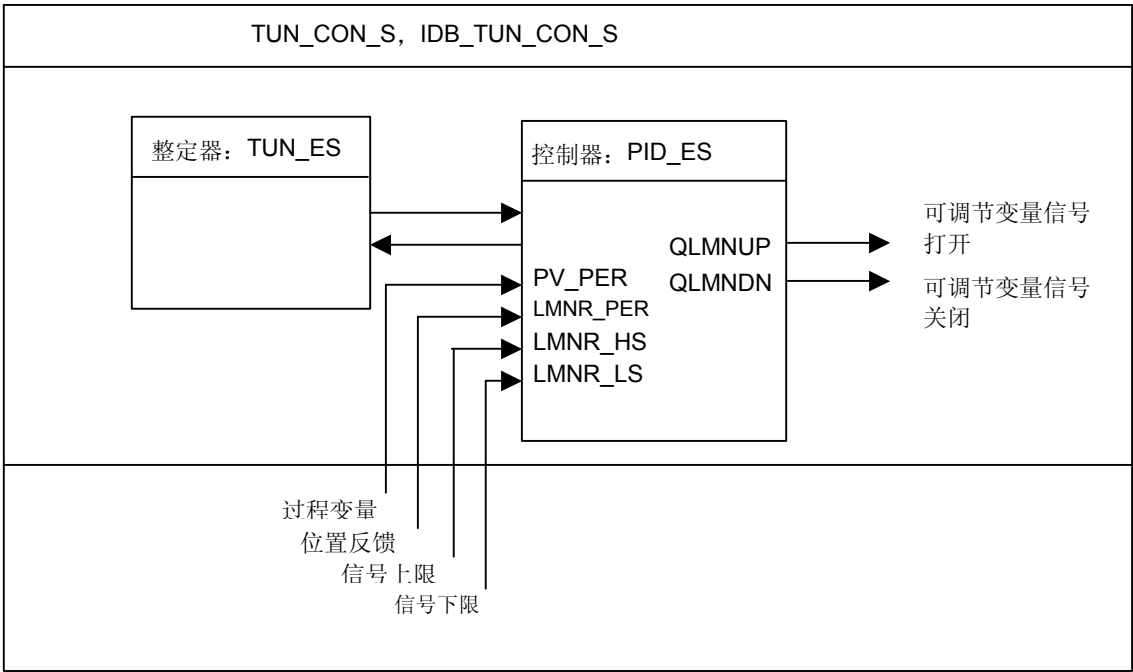


图：多背景数据块 TUN_CON_C (自整定器与连续控制器互连)

供应过程和控制器的可调节变量的 STL 实例

```
CALL #controller
...
PV_PER := PEWx           //过程变量
LMN_PER := PAWy          //可调节变量
...
```

“步进控制器” 接口连接

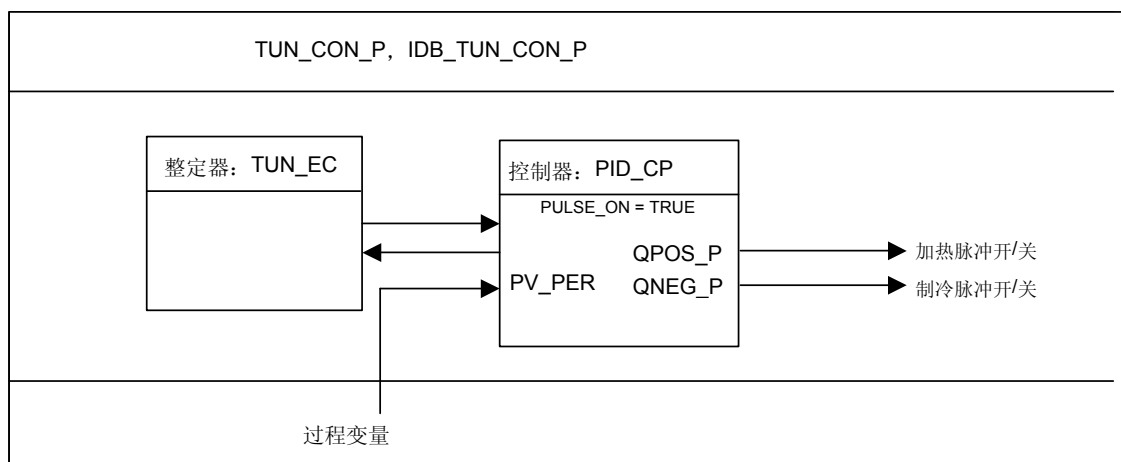


图：多背景数据块 TUN_CON_S (自整定器与步进控制器互连)

供应过程和控制器可调节变量信号的 STL 实例

```
CALL #controller
...
PV_PER := PEWx1    //过程变量
LMNR_PER:= PEWx2 //位置反馈值
LMNR_HS   := Ex3.y1    //信号上限
LMNR_LS   := Ex4.y2    //信号下限
...
QLMNUP := Ax5.y3    //驱动信号增大
QLMNDN  := Ax6.y4    //驱动信号减小
...
```

“带脉冲发生器的连续控制器”接口连接



图：多背景数据块 TUN_CON_P (自整定器与步进控制器互连)

供应过程和控制器可调节变量信号的 STL 实例

```

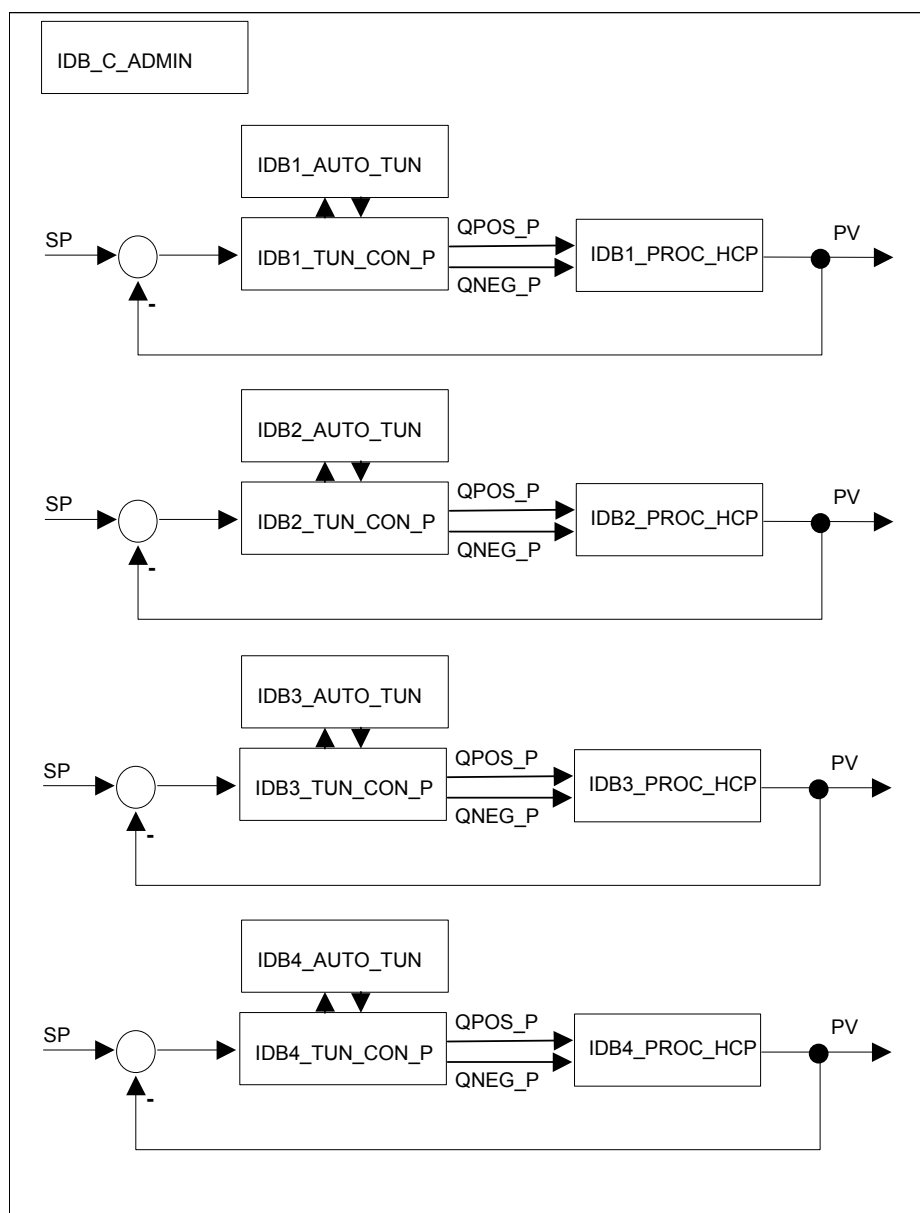
CALL #controller
...
PV_PER      := PEWx1      //过程变量
...
QPOS_P := Ax2.y1      //加热开始/停止
QNEG_P := Ax3.y2      //加热开始/停止
...

```

4.3 塑料工业的实例：Ex1_plastic

概述

本实例模拟了存在于挤压机或注塑机中的 4 个加热区。它包含一个用于自动优化(FB AUTO_TUN)和操作控制(FB C_ADMIN)这 4 个加热区的控制系统。这是一个使用带脉冲发生器的连续 PID 控制器的自整定器应用实例。



图：方框图

程序结构

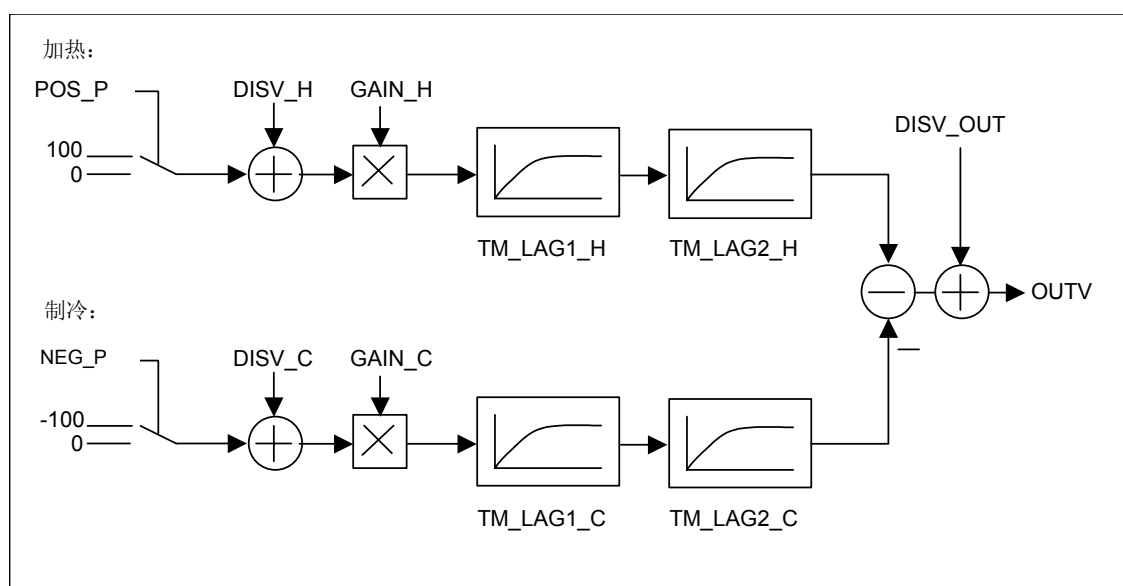
块 IDB1_TUN_CON_P...IDB4_TUN_CON_P 是功能块 TUN_CON_P 中的背景数据块，其中包含自整定器、控制器和脉冲发生器。各个背景与 OB35 中的受控系统背景数据块 IDB1_PROC_HCP...IDB4_PROC_HCP 一起被调用。

块 IDB1_AUTO_TUN...IDB4_AUTO_TUN 是功能块 AUTO_TUN 中的背景数据块，其中包含用于优化的自整定器的自动控制。

块 IDB_C_ADMIN 是功能块 C_ADMIN 中的背景数据块，可使用少数几个开关便实现对所有 4 个区域的操作控制。

用于模拟温度加热区的过程块

该块模拟一个典型的用于加热和制冷的温度过程，在实际中，它可发生在挤压机、注塑机以及回火机的控制带中或一个单独的熔炉中。以下实例使用该块构建过程。



图：过程方框图

参数

POS_P	正向脉冲	二进制加热输入信号
NEG_P	负向脉冲	二进制制冷输入信号
DISV_H	加热干扰变量	加热干扰变量
DISV_C	制冷干扰变量	制冷干扰变量
DISV_OUT	输出的干扰变量	输出的干扰变量(例如环境温度)
GAIN_H	加热过程增益	加热过程增益
GAIN_C	制冷过程增益	制冷过程增益
TM_LAG1_H	加热时间延迟 1	加热时间延迟 1
TM_LAG2_H	加热时间延迟 2	加热时间延迟 2
TM_LAG1_C	制冷时间延迟 1	制冷时间延迟 1
TM_LAG2_C	制冷时间延迟 2	制冷时间延迟 2
OUTV	输出变量	输出变量(例如控制带温度)

二进制输入信号被转换成连续的浮点数数值(-100、0、100)。过程值受加上干扰变量(例如环境温度)并与过程增益相乘之后的两个 1 阶时间延迟控制。加热和制冷时分别执行此过程。

在初始化期间，输出变量被设置为 $OUTV = DISV_H * GAIN_H - DISV_C * GAIN_C + DISV_OUT$ 。

使用功能块 **AUTO_TUN** 自动控制自整定器

输入参数:

SP	使用 C_ADMIN 进行设定值规格化
MAN_ON	使用 C_ADMIN 激活手动操作
MAN	使用 C_ADMIN (在实例中为 0.0)手动执行规格化
PV	与自整定器互连的过程变量
LMN	与自整定器互连的可调节变量
PHASE	与自整定器互连的 PHASE
COOL_ON	COOL_ON 与自整定器互连
JUMP_EN	所有其他区已准备好进行设定值规格化，该变量通过 C_ADMIN 操作
COOL_EN	所有其他区已准备好进行制冷识别，该变量通过 C_ADMIN 操作
END_EN	所有其他区已准备好终止优化，该变量通过 C_ADMIN 操作
STAT_TM	达到稳定状态的时间
STAT_D_SP	用于稳定状态的设定值过程变量范围
STAT_D_LMN	用于稳定状态的可调节变量范围
DELTA_SP	针对工作点处优化的自动设定值阶跃规格化
CYCLE	与自整定器互连的采样时间

输出参数:

STEP	优化步骤显示
QTUN_END	优化终止
QTUNBREAK	优化中断
SP_OUT	设定值规格化, 与自整定器互连
QMAN_ON	激活手动模式, 与自整定器互连
MAN_OUT	手动值, 与自整定器互连
QADAPTON	自适应请求, 与自整定器互连
QCOOL_ON	启动制冷识别, 与自整定器互连
QCOM_RST	初次适应请求, 与自整定器互连
QJUMP_EN	准备进行设定值跳转, 由 C_ADMIN 进行判断
QCOOL_EN	准备进行制冷识别, 由 C_ADMIN 进行判断
QEND_EN	准备终止优化, 由 C_ADMIN 进行判断

输入输出总和参数:

TUN_O	由 C_ADMIN 发出优化请求
RESET	由 C_ADMIN 发出初次适应请求

自动优化的执行步骤如下:

- **STEP=0**

进行正常的控制操作, 等待优化请求

如果设置了 TUN_ON, 缺省值会分配到某些输出端, 下一阶段启动。

- **STEP=1**

执行初次适应, 系统通过 MAN=0.0 切换到手动模式。下一阶段立即启动。

- **STEP=2: 等待稳定状态**

当设定值和过程变量保持在稳定状态范围($2 \times \text{STAT_D_SP}$)内且持续时间达到 STAT_TM, 并且可调节变量也处于稳定状态范围($2 \times \text{STAT_D_LMN}$)内时, 识别为稳定状态。如果 JUMP_EN=1, 则启动下一阶段, 表示所有其他区域同样达到稳定。对于初次适应, 设置 ADAPT1ST 位, 否则设置自整定器的 ADAP_ON 位。

- **STEP=3:** 设定值阶跃规格化

在初次适应(RESET = 1)时, 系统会识别从环境温度到所设置的设定值范围之间的阶跃。如果控制系统仍为手动模式, 系统将会等待, 直到用户将其切换到自动模式。如果设定值接下来仍处于稳定状态范围内, 例如工作点处的自适应阶段 ($PV-STAT_D_SP < SP < PV+STAT_D_SP$), 则会自动将 DELTA_SP 值加到当前设定值。然后下一阶段启动。

- **STEP=4:** 等待加热优化结束(PHASE=4)

如果自整定器处于 PHASE=4 (加热优化完成), 如果其他所有区域也都完成了加热优化(COOL_EN=1), 当区域中执行制冷 COOL_ON=1 时, 系统跳至第 5 阶段, 而当区域中不执行制冷时, 系统跳至第 9 阶段。

- **STEP=5:** 确认制冷识别已启动(PHASE=3)

当达到 PHASE=3 时, 系统立即跳至第 6 阶段。

- **STEP=6:** 等待制冷识别结束(PHASE=4)

在达到 PHASE=4 后, 如果是制冷区, 系统将跳至第 9 阶段。

- **STEP=7:**

由用户自由使用

- **STEP=8:**

由用户自由使用

- **STEP=9:** 等待所有区域结束(END_EN=1)

当所有区域均达到第 9 阶段时, 系统跳回第 0 阶段。过程中自动应用的设定值 DELTA_SP 被取消(设定值阶跃至设置的设定值范围)。

操作员监控

可以通过块 C_ADMIN 对所有这 4 个区域执行组操作。可以执行变量声明表 VAT_PLASTIC 中的操作。

Address	Symbol	Mon Format	Mon Value	Modify Value
//Heizen und Kühlen aus=1 / heating and cooling off=1				
DB10.DBX 0.0	"IDB_C_ADMIN".heat_off	BIN	2#1	//2#0
//automatische Optimierung ein=1 / auto tuning on=1				
DB10.DBX 24.0	"IDB_C_ADMIN".tun_on	BIN	2#0	//2#1
DB10.DBX 22.0	"IDB_C_ADMIN".qtun_ok	BIN	2#0	
//Absenksollwert ein=1 / low setpoint on=1				
DB10.DBX 0.1	"IDB_C_ADMIN".sp_low_on	BIN	2#0	//2#1
DB10.DBD 2	"IDB_C_ADMIN".sp_low	GLEITPUNKT	120.0	//120.0
//technologisches Sollwertprofil / technical setpoint profile				
DB10.DBD 6	"IDB_C_ADMIN".sp_tech_zone1	GLEITPUNKT	160.0	//160.0
DB10.DBD 10	"IDB_C_ADMIN".sp_tech_zone2	GLEITPUNKT	155.0	//155.0
DB10.DBD 14	"IDB_C_ADMIN".sp_tech_zone3	GLEITPUNKT	150.0	//150.0
DB10.DBD 18	"IDB_C_ADMIN".sp_tech_zone4	GLEITPUNKT	170.0	//170.0
//Initiale Ersteinstellung / reset identification				
DB10.DBX 24.1	"IDB_C_ADMIN".reset	BIN	2#0	//2#1

图：变量声明表 VAT_PLASTIC

所有加热或制冷系统都通过 **heat_off** 开关关闭。如果优化被中断，将设置参数 **IDBx_AUTO_TUN.QTUNBREAK** ($1 \leq x \leq 4$)。如果这些参数中有一个被置位，则加热过程被功能块 **C_ADMIN** 关闭，用户必须执行优化。

如果 **tun_on** 被置位，且 **heat_off** 被复位，则以下步骤自动成功执行：

- 等待直到达到稳定状态
- 应用设定值阶跃(在初次适应期间，设置的设定值范围被应用，在在线适应期间，当前的设定值被添加到 **IDBx_AUTO_TUN.DELTA_SP** ($1 \leq x \leq 4$)中。)
- 对于包含激活的制冷过程的区域，自动触发制冷识别
- 控制器优化终止(PHASE=4)后，对于在线适应，设定值返回至所设置的设定值范围。
- 所有区域执行完优化后，**IDB_C_ADMIN.tun_on** 复位。如果 **IDB_C_ADMIN.qtun_ok** 被置位，则优化成功。

如果 **IDB_C_ADMIN.sp_low_on** 开关被置位，则 **IDB_C_ADMIN.sp_low** 的常量设定值范围也被置位。如果此开关被置位为零，系统将再次控制过程相关的设定值范围。

可以通过置位 **IDB_C_ADMIN.heat_off** 或复位 **IDB_C_ADMIN.tun_on** 来中止自适应。

如果 IDB_C_ADMIN.reset 被置位，则加热和制冷系统都将被关闭，直到所有区域冷却至环境温度为止。在模拟过程中，可以通过重新启动(暖启动)来加速冷却过程。然后，当设定值阶跃至所设设定值范围后，执行初次适应。如果是首次在具体设备上执行优化，或者当所有数据在常规复位以及通过 EEPROM 下载之后均恢复到缺省值时，IDB_C_ADMIN.reset 开关应置位。

实例操作

- **软件控制器**

将控制器块复制到实例项目的 Ex1_plastic 程序中。

控制产品	块
Standard PID Control V5	FB PID_CP
Modular PID Control	FB DEADBAND、FB PID 和 FB LMNGEN_C 不要用 Modular PID Control 中的 FB PULSEGEN 覆盖 FB 43 PULSEGEN。

使用 HW Config 将 OB35 的循环时间设置为 20ms。如果在监视狗中断期间发生超时，则增加循环时间。在这种情况下，模拟的执行会慢得多。如果控制的是真实的过程，则 OB35 的循环时间必须与采样时间 IDB1_TUN_CON_P.CYCLE_P...IDB4_TUN_CON_P.CYCLE_P 以及 IDB1_AUTO_TUN...IDB4_AUTO_TUN 一致。

- **控制器模块 FM355/455**

使用 HW Config 将实例中的硬件结构配置应用于真实设备。使用 OB35 的循环时间与完整的 FM 参数配置。

使用 SIMATIC 管理器将 Ex1_plastic 程序下载到 CPU，并执行重新启动(暖启动)。

在“Simatic STEP 7”中，使用“启动”按钮来启动属于所用控制器的工具，并在线打开块 IDB1_TUN_CONT_P...IDB4_TUN_CONT_P。在曲线记录器的“设置...”下，设置“采集周期”= 1s 和“时间轴长度”= 500s。将设定值和过程变量设置为 0.0 到 200.0 之间。将可调节变量的范围设置为 - 100.0 至 300.0。

打开变量声明表“VAT_PLASTIC”，并在其中设置 tun_on = TRUE 以及 heat_off = FALSE。执行所有 4 个区域的完全自动优化。

此时，可以按照“操作员监控”章节的描述来继续操作程序。



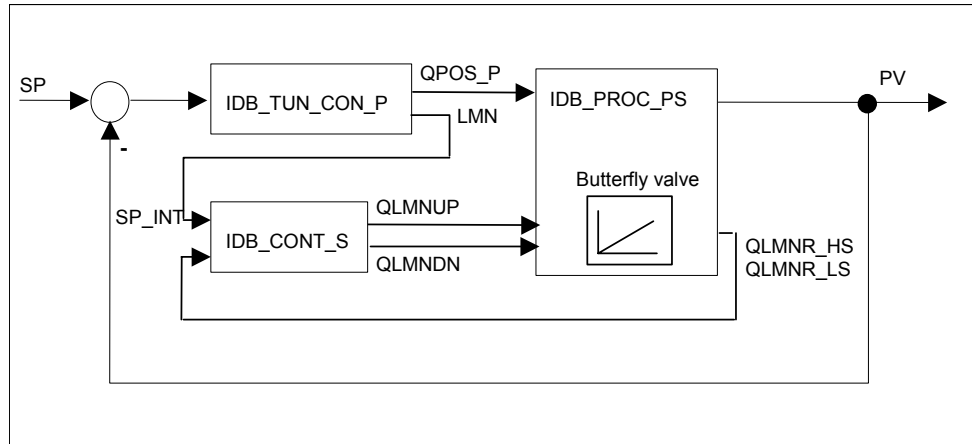
图：使用 Standard PID Control V5 的控制器优化

上图显示了当加热到工作点时所有 4 个区域中发生的控制器优化过程。初次适应的执行范围从环境温度 20 °C 至 120 °C。在所有区域的加热识别完成后，制冷区的制冷识别自动启动。在控制器优化之后，系统加热到过程相关的设定值范围，然后冷却至下降设定值。

4.4 熔炉控制系统的实例：Ex2_furnace

概述

本实例过程模拟一个熔炉，它可用于如烧结等过程。此过程中包含两个驱动单元：用于加热过程的半导体继电器和用于制冷过程的积分作用控制(蝶形)阀。这是组合使用带脉冲发生器的连续 PID 控制器与步进控制器的自整定器应用实例。



图：方框图

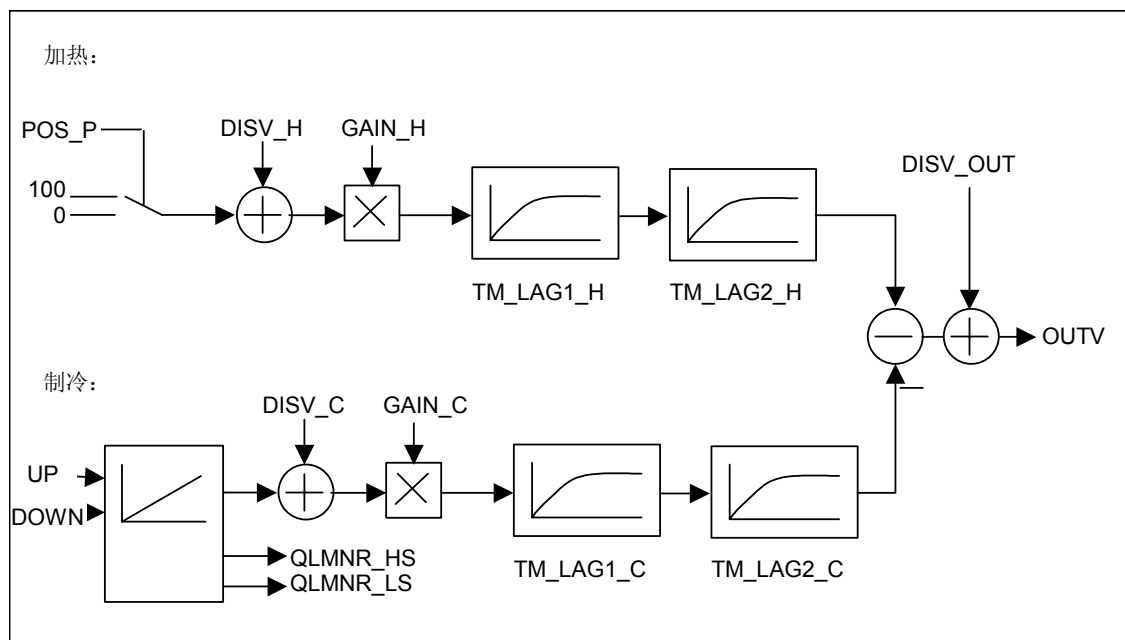
程序结构

块 IDB_TUN_CON_P 是功能块 TUN_CON_P 中的背景数据块，其中包含自整定器、控制器和脉冲发生器。制冷控制阀由一个步进控制器控制。在本例中，它始终由 STEP 7 标准库中的 CONT_S 控制。步进控制器仅用作单纯的定位器。也就是说，连续控制器的可调节变量被传送到步进控制器的设定值。通过以下方式将其配置为一个单纯的 P 控制器

- GAIN = -RATIOFAC (加热/制冷增益比)
- TI = 0 (积分作用)

用不同的驱动单元模拟温度过程的过程块

该块使用不同的驱动单元模拟加热和制冷过程。加热期间，过程等待脉冲形输入信号的到来，即半导体继电器或机械电流接触器的情况。制冷期间，一个集成驱动单元(蝶阀)将作用于过程。



图：过程方框图

参数

POS_P	正向脉冲	二进制加热输入信号
UP	制冷向上	制冷阀打开
DOWN	制冷向下	制冷阀关闭
DISV_H	加热干扰变量	加热干扰变量
DISV_C	制冷干扰变量	制冷干扰变量
DISV_OUT	输出的干扰变量	输出的干扰变量(例如环境温度)
GAIN_H	加热过程增益	加热过程增益
GAIN_C	制冷过程增益	制冷过程增益
MTR_TM	电机启动时间	制冷阀的电机驱动时间
TM_LAG1_H	加热时间延迟 1	加热时间延迟 1
TM_LAG2_H	加热时间延迟 2	加热时间延迟 2
TM_LAG1_C	制冷时间延迟 1	制冷时间延迟 1
TM_LAG2_C	制冷时间延迟 2	制冷时间延迟 2
OUTV	输出变量	输出变量(例如控制带温度)
LMNR	反复环路的可调节值	制冷阀的位置反馈

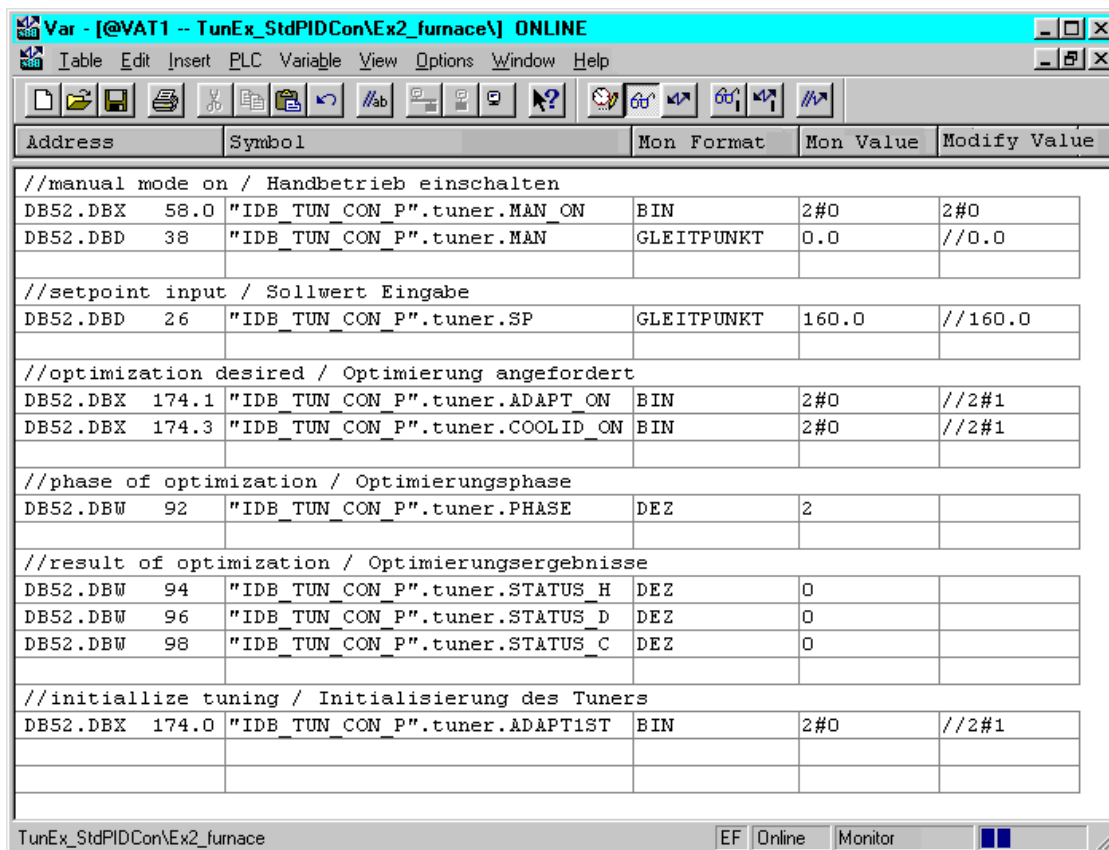
QLMNR_HS	反复可调节值的上限信号	制冷阀的上限信号
QLMNR_LS	反复可调节值的下限信号	制冷阀的下限信号

用于加热的二进制输入信号被转换成连续的浮点值(0、100)。过程值受加上干扰变量并与过程增益相乘之后的两个 1 阶时间延迟控制。在制冷期间，二进制输入信号通过积分器控制，电机驱动时间用作积分时间常量。

在初始化期间，输出变量被设置为 $OUTV = DISV_H * GAIN_H - DISV_C * GAIN_C + DISV_OUT$ 。

操作员监控

可以执行变量声明表 VAT_FURNACE 中的操作。



Address	Symbol	Mon Format	Mon Value	Modify Value
//manual mode on / Handbetrieb einschalten				
DB52.DBX 58.0	"IDB_TUN_CON_P".tuner.MAN_ON	BIN	2#0	2#0
DB52.DBX 38	"IDB_TUN_CON_P".tuner.MAN	GLEITPUNKT	0.0	//0.0
//setpoint input / Sollwert Eingabe				
DB52.DBX 26	"IDB_TUN_CON_P".tuner.SP	GLEITPUNKT	160.0	//160.0
//optimization desired / Optimierung angefordert				
DB52.DBX 174.1	"IDB_TUN_CON_P".tuner.ADAPT_ON	BIN	2#0	//2#1
DB52.DBX 174.3	"IDB_TUN_CON_P".tuner.COOLID_ON	BIN	2#0	//2#1
//phase of optimization / Optimierungsphase				
DB52.DBX 92	"IDB_TUN_CON_P".tuner.PHASE	DEZ	2	
//result of optimization / Optimierungsergebnisse				
DB52.DBX 94	"IDB_TUN_CON_P".tuner.STATUS_H	DEZ	0	
DB52.DBX 96	"IDB_TUN_CON_P".tuner.STATUS_D	DEZ	0	
DB52.DBX 98	"IDB_TUN_CON_P".tuner.STATUS_C	DEZ	0	
//initiallize tuning / Initialisierung des Tuners				
DB52.DBX 174.0	"IDB_TUN_CON_P".tuner.ADAPT1ST	BIN	2#0	//2#1

图：变量声明表 VAT_FURNACE

控制系统可以通过 **MAN_ON** 开关切换到手动模式。手动值则可以在 **MAN** 上指定。控制系统在重启动(暖启动)后处于手动模式。

如果要优化控制系统，则请置位 **ADAPT_ON** 位，并在 **SP** 上输入一个设定值。如果控制系统仍设置为手动模式，请将其切换到自动模式。

可以使用 **PHASE** 参数监视优化轨迹。

优化结果包含在状态字 **STATUS_H**、**STATUS_D** 和 **STATUS_C** 中。

如果置位 **ADAPT1ST**，自整定器将被初始化，**ADAPT_ON** 位也被该块置位。在识别开始时，不会自动计算可调节变量，而是使用配置的 **LHLM_TUN** 值。

实例操作

- 软件控制器

将控制器块复制到实例项目的 Ex2_furnace 程序中。

控制产品	块
Standard PID Control V5	FB PID_CP
Modular PID Control	FB DEADBAND、FB PID 和 FB LMNGEN_C 不要用 Modular PID Control 中的 FB PULSEGEN 覆盖 FB 43 PULSEGEN。

使用 HW Config 将 OB35 的循环时间设置为 20ms。如果在监视狗中断期间发生超时，则增加循环时间。在这种情况下，模拟的执行会慢得多。如果控制的是真实的过程，则 OB35 的循环时间必须与采样时间 IDB_TUN_CON_P.CYCLE_P 和 IDB_CONT_S.CYCLE 一致。

- 控制器模块 FM355/455

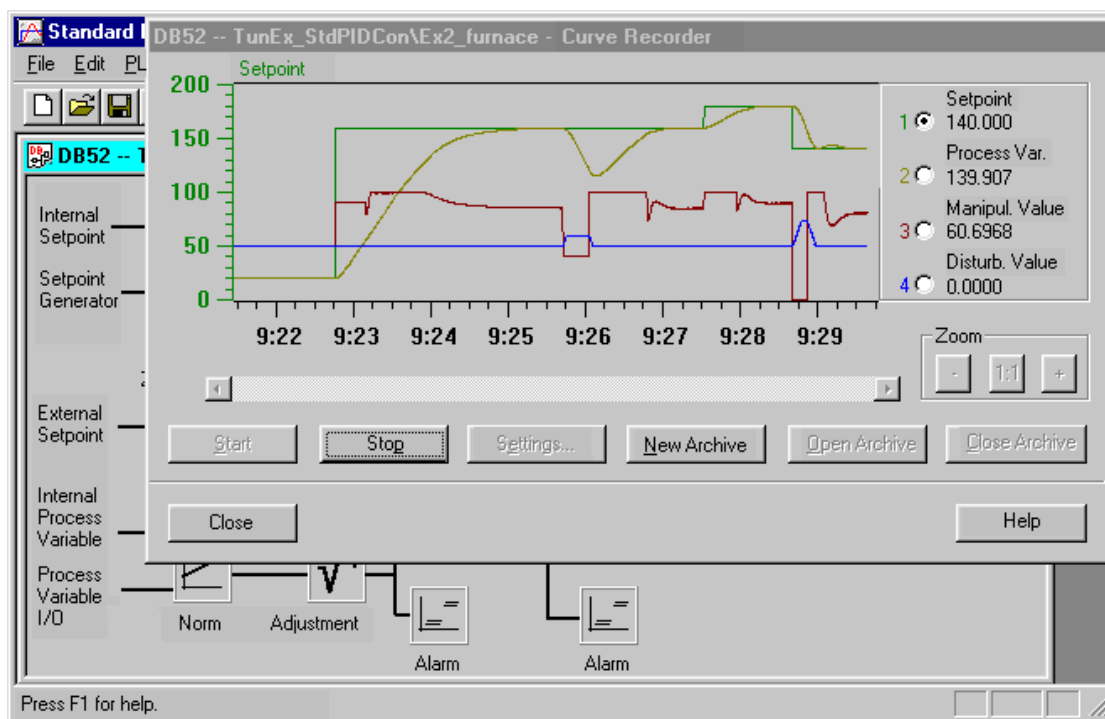
使用 HW Config 将实例中的硬件结构配置应用于真实设备。使用 OB35 的循环时间与完整的 FM 参数配置。

使用 SIMATIC 管理器将 Ex2_furnace 程序下载到 CPU，并执行重新启动(暖启动)。

在“Simatic STEP 7”中，使用“启动”按钮来启动属于所用控制器的工具，并在线打开块 IDB_TUN_CONT_P。将设定值和过程变量设置为 0.0 到 200.0 之间。将可调节变量的范围设置为 -100.0 至 300.0。选择范围限制为-100.0 至 300.0 的干扰变量作为第四条曲线。可以在此观测蝶形控制阀打开的程度。

打开变量声明表“VAT_FURNACE”，设置 ADAP_ON = 1，设定值 SP = 160.0 以及 MAN_ON = 0。

此时，可以按照“操作员监控”章节的描述来继续操作程序。



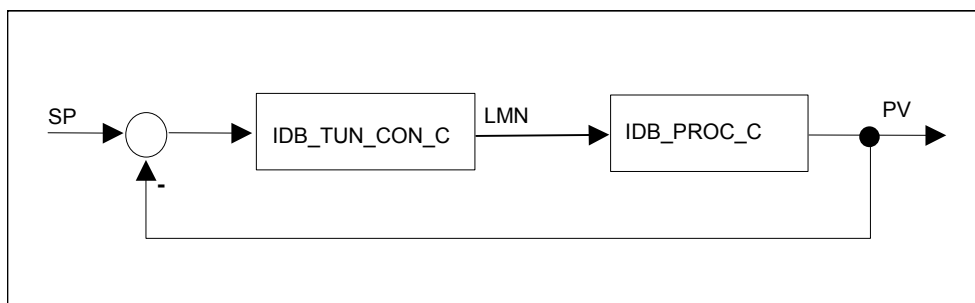
图：使用 Standard PID Control V5 的控制器优化

上图显示了当加热到工作点时发生的控制器优化过程。初次适应的执行范围从环境温度 20 °C 至 160 °C。在加热识别之后，开始制冷识别。通风阀最多打开 20%。在控制器优化之后，设定值阶跃执行至 180 °C，然后返回到 160 °C。

4.5 简单实例：Ex3_simple_c

概述

本实例包含一个用于温度过程的简单控制环路，该环路由一个 PID 控制器和用作控制模控制系统的 VZ2 单元构成。这是一个使用连续 PID 控制器的自整定器应用实例。



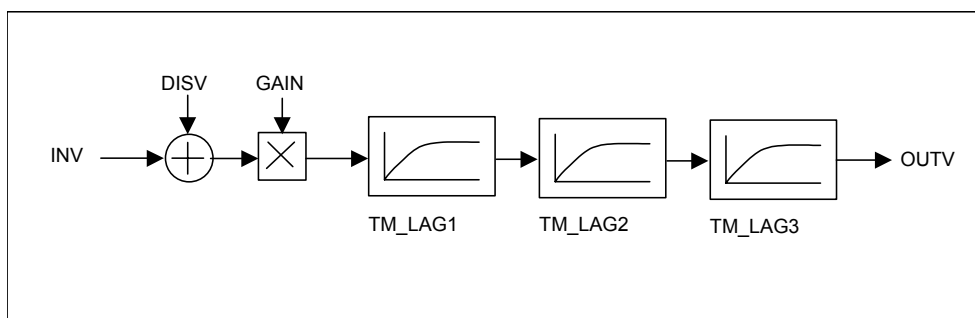
图：方框图

程序结构

块 IDB_TUN_CON_C 是功能块 TUN_CON_C 中的背景数据块，其中包括自整定器和控制器。自整定器、控制器以及过程均在 OB35 中调用。

用于模拟温度过程的过程块

该块模拟一个具有 3 阶时间延迟的过程。对于温度过程，请选择包含高低时间常量 ($TM_LAG1 = 15 \cdot TM_LAG2$ 和 $TM_LAG3 = 0s$) 的 VZ2 特性。



图：过程方框图

参数

INV	输入变量	输入变量(控制器设定值)
DISV	干扰变量	干扰变量
GAIN	过程增益	过程增益
TM_LAG1	时间延迟 1	时间延迟 1 (在温度过程:
TM_LAG2	时间延迟 2	时间延迟 2 TM_LAG1 = 15*TM_LAG2)
TM_LAG3	时间延迟 3	时间延迟 3 (在温度过程中=0)
OUTV	输出变量	输出变量 (例如温度)

过程值受模拟输入信号与干扰变量相加以及与过程增益相乘之后的三个 1 阶时间延迟控制。

在初始化期间，输出变量被设置为 $OUTV = DISV * GAIN$ 。

操作员监控

可以执行变量声明表 VAT_SIMPLE 中的操作。

图：变量声明表 VAT_SIMPLE

控制系统可以通过 MAN_ON 开关切换到手动模式。手动值则可以在 MAN 上指定。控制系统在重启动(暖启动)后处于手动模式。

如果要优化控制系统，则请置位 ADAPT_ON 位，并在 SP 上输入一个设定值。如果控制系统仍设置为手动模式，请将其切换到自动模式。

可以使用 PHASE 参数监视优化轨迹。

优化结果包含在状态字 STATUS_H、STATUS_D 和 STATUS_C 中。

如果置位 ADAPT1ST，自整定器将被初始化，ADAPT_ON 位也被该块置位。在识别开始时，不会自动计算可调节变量，而是使用配置的 LHLM_TUN 值。

实例操作

- **软件控制器**

将控制器块复制到实例项目的 Ex3_simple_c 程序中。

控制产品	块
Standard PID Control V5	FB PID_CP
Modular PID Control	功能块 PID 和功能块 LMNGEN_C

使用 HW Config 将 OB35 的循环时间设置为 100ms (缺省设置)。如果在监视狗中断期间发生超时，则增加循环时间。在这种情况下，模拟的执行会慢得多。如果控制的是真实的过程，则 OB35 的循环时间必须与采样时间 IDB_TUN_CON_C.CYCLE_P 一致。

- **控制器模块 FM355/455**

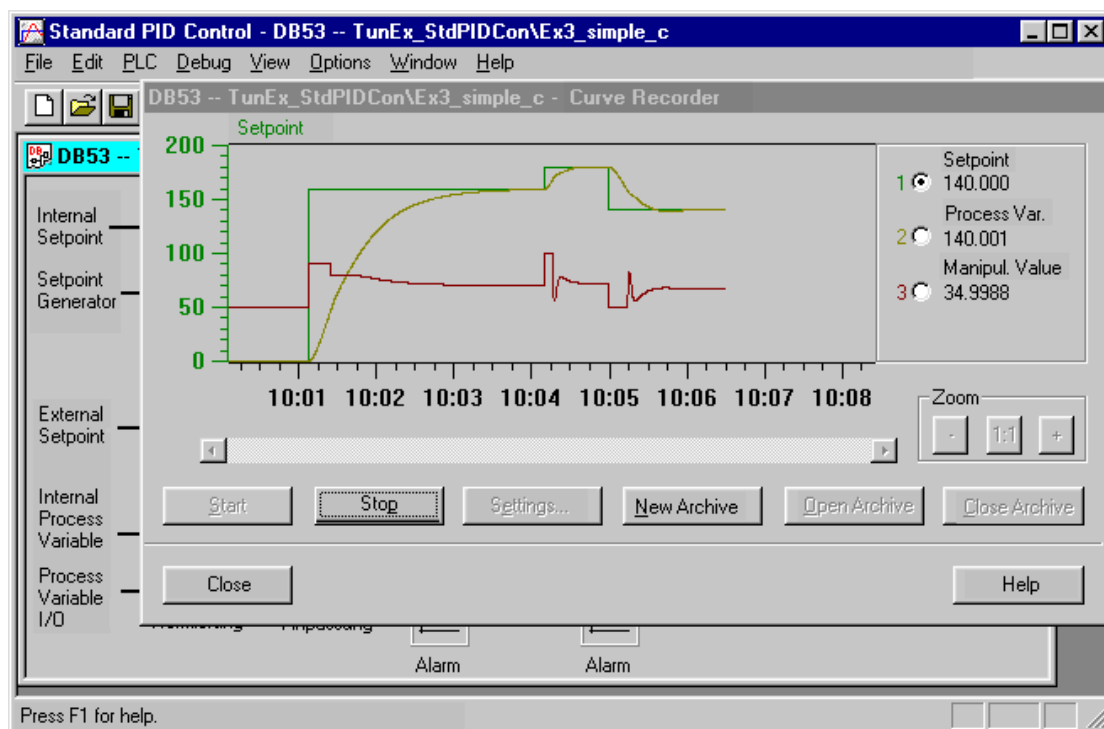
使用 HW Config 将实例中的硬件结构配置应用于真实设备。使用 OB35 的循环时间与完整的 FM 参数配置。

使用 SIMATIC 管理器将 Ex3_simple_c 程序下载到 CPU。

在“Simatic STEP 7”中，使用“启动”按钮来启动属于所用控制器的工具，并在线打开块 IDB_TUN_CONT_C。在曲线记录器的“设置...”下，设置“采集周期” = 1s 和“时间轴长度” = 500s。将设定值和过程变量设置为 0.0 到 200.0 之间。将可调节变量的范围设置为 - 100.0 至 300.0。

打开变量声明表“VAT_SIMPLE”，并在其中设置 ADAPT1ST = TRUE，将设定值 SP 设置为 160.0 以及 MAN_ON 为 FALSE。执行优化操作。

此时，可以按照“操作员监控”章节的描述来继续操作程序。



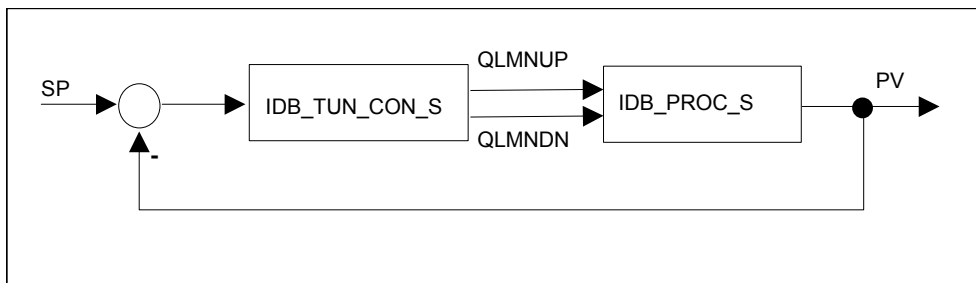
图：使用 Standard PID Control V5 的控制器优化

上图显示了当加热到工作点时发生的控制器优化过程。初次适应的执行范围从环境温度 20 °C 至 160 °C。在加热识别之后，设定值阶跃执行至 180 °C，然后返回到 160 °C。

4.6 简单实例：Ex4_simple_s

概述

本实例包含一个用于温度过程的简单控制环路，该环路由一个 PID 控制器以及用作制模控制系统的 VZ2 单元(带集成驱动单元)构成。这是一个使用 PID 步进控制器的自整定器应用实例。



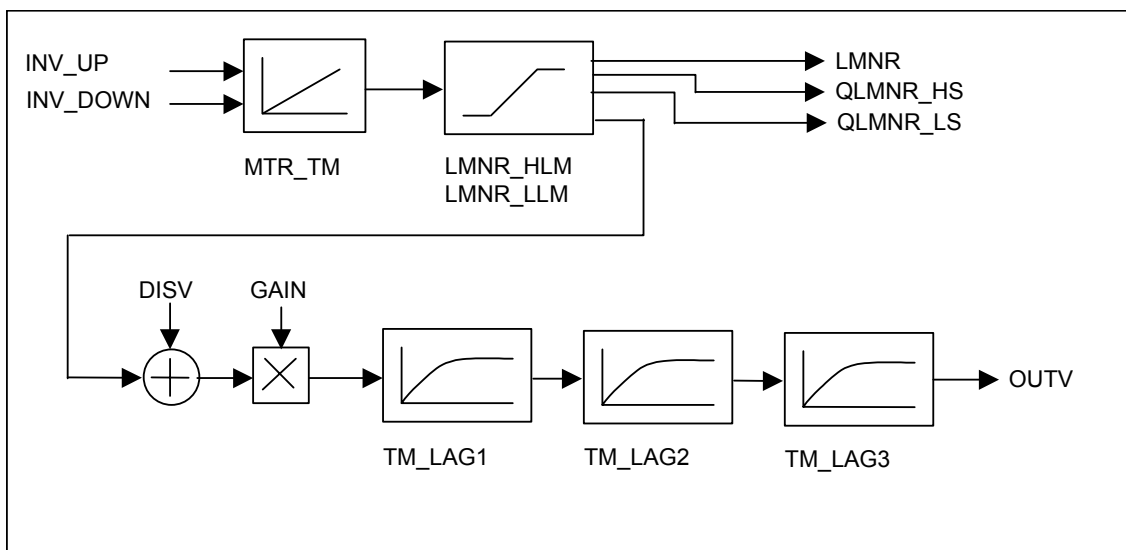
图：方框图

程序结构

块 IDB_TUN_CON_S 是功能块 TUN_CON_S 中的背景数据块，其中包括自整定器和控制器。自整定器、控制器以及过程均在 OB35 中调用。

用于模拟温度过程的过程块

该块模拟一个具有 3 阶时间延迟的过程。对于温度过程，请选择包含高低时间常量 (TM_LAG1 = 15*TM_LAG2 和 TM_LAG3 = 0s) 的 VZ2 特性。



图：过程方框图

参数

INV_UP	输入变量增加	驱动信号增大
INV_DOWN	输入变量减小	驱动信号减少
DISV	干扰变量	干扰变量
GAIN	过程增益	过程增益
MTR_TM	电机启动时间	最后一个控制单元的驱动时间
LMNR_HLM	反复可调节值的上限	最后一个控制单元的上限
LMNR_LLM	反复可调节值的下限	最后一个控制单元的下限
TM_LAG1	时间延迟 1	时间延迟 1
TM_LAG2	时间延迟 2	时间延迟 2 (在温度过程: $TM_LAG1 = 15 * TM_LAG2$)
TM_LAG3	时间延迟 3	时间延迟 3 (在温度过程中=0)
OUTV	输出变量	输出变量 (例如温度)
LMNR	反复可调节值	位置反馈值
QLMNR_HS	反复可调节值的上限信号	位置反馈值的上限
QLMNR_LS	反复可调节值的下限信号	位置反馈值的下限

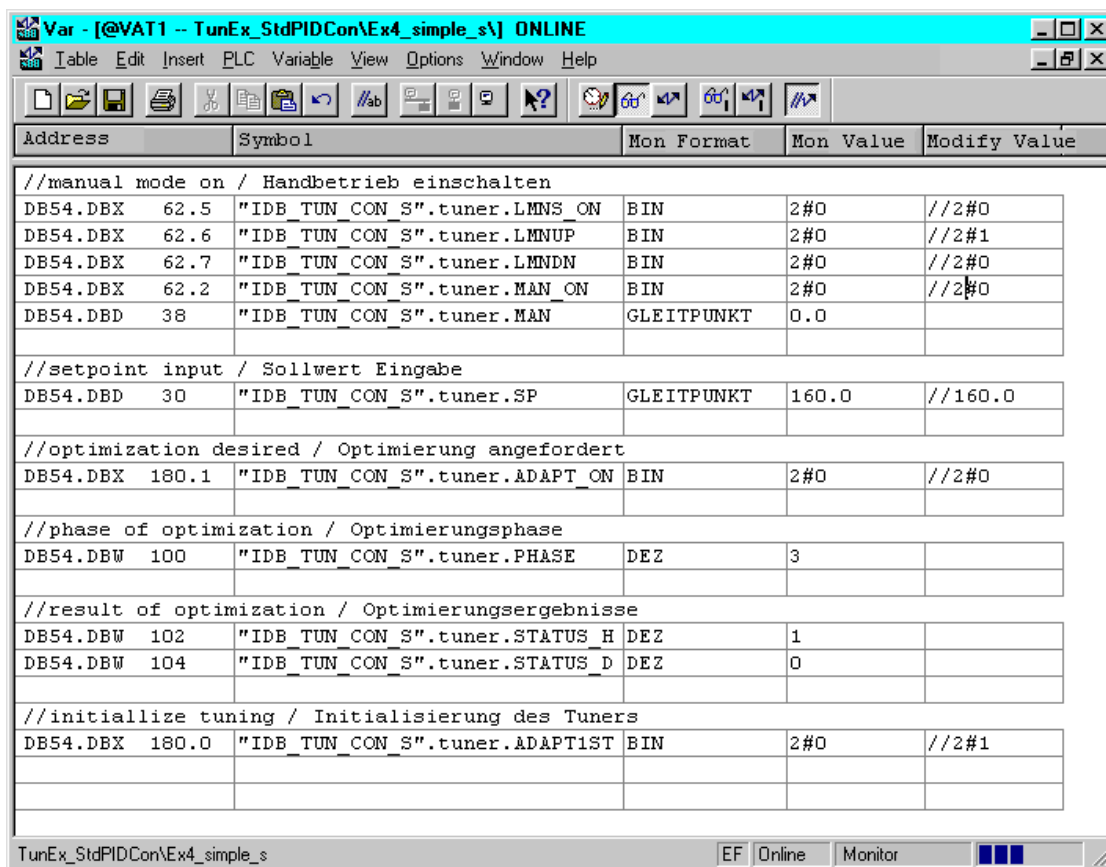
根据输入信号 INV_UP 和 INV_DOWN，由积分器来计算位置反馈 LMNR。位置反馈的限值为 LMNR_HLM 和 LMNR_LLM。当达到限值时，位置反馈信号被置位为 QLMNR_HS 或 QLMNR_LS。

过程值受加入干扰变量以及随后与过程增益相乘之后的三个 1 阶时间延迟控制。

初始化期间，输出变量 OUTV 和 LMNR 置位为零。

操作员监控

可以执行变量声明表 VAT_SIMPLE 中的操作。



Address	Symbol	Mon Format	Mon Value	Modify Value
//manual mode on / Handbetrieb einschalten				
DB54.DBX 62.5	"IDB_TUN_CON_S".tuner.LMNS_ON	BIN	2#0	//2#0
DB54.DBX 62.6	"IDB_TUN_CON_S".tuner.LMNUP	BIN	2#0	//2#1
DB54.DBX 62.7	"IDB_TUN_CON_S".tuner.LMNDN	BIN	2#0	//2#0
DB54.DBX 62.2	"IDB_TUN_CON_S".tuner.MAN_ON	BIN	2#0	//2#0
DB54.DBD 38	"IDB_TUN_CON_S".tuner.MAN	GLEITPUNKT	0.0	
//setpoint input / Sollwert Eingabe				
DB54.DBD 30	"IDB_TUN_CON_S".tuner.SP	GLEITPUNKT	160.0	//160.0
//optimization desired / Optimierung angefordert				
DB54.DBX 180.1	"IDB_TUN_CON_S".tuner.ADAPT_ON	BIN	2#0	//2#0
//phase of optimization / Optimierungsphase				
DB54.DBW 100	"IDB_TUN_CON_S".tuner.PHASE	DEZ	3	
//result of optimization / Optimierungsergebnisse				
DB54.DBW 102	"IDB_TUN_CON_S".tuner.STATUS_H	DEZ	1	
DB54.DBW 104	"IDB_TUN_CON_S".tuner.STATUS_D	DEZ	0	
//initiallize tuning / Initialisierung des Tuners				
DB54.DBX 180.0	"IDB_TUN_CON_S".tuner.ADAPT1ST	BIN	2#0	//2#1

图：变量声明表 VAT_SIMPLE

控制系统可以通过 **MAN_ON** 开关切换到手动模式。手动值则可以在 **MAN** 上指定。控制系统在重启(暖启动)后处于手动模式。如果置位了 **LMNS_ON**，则可以通过输入 **LMNUP** 或 **LMNDN** 手动控制 **QLMNUP** 和 **QLMNDN**。

如果要优化控制系统，则请置位 **ADAPT_ON** 位，并在 **SP** 上输入一个设定值。如果控制系统仍设置为手动模式，请将其切换到自动模式。**MAN_ON** 和 **LMNS_ON** 必须设置为 **FALSE**。

可以使用 **PHASE** 参数监视优化轨迹。

优化结果包含在状态字 **STATUS_H**、**STATUS_D** 和 **STATUS_C** 中。

如果置位 **ADAPT1ST**，自整定器将被初始化，**ADAPT_ON** 位也被该块置位。在识别开始时，不会自动计算可调节变量，而是使用配置的 **LHLM_TUN** 值。

实例操作

- **软件控制器**

将控制器块复制到实例项目的 Ex4_simple_s 程序中。

控制产品	块
Standard PID Control V5	FB PID_ES
Modular PID Control	FB DEADBAND、FB PID 和 FB LMNGEN_S

使用 HW Config 将 OB35 的循环时间设置为 20ms。如果在监视狗中断期间发生超时，则增加循环时间。在这种情况下，模拟的执行会慢得多。如果控制的是真实的过程，则 OB35 的循环时间必须与采样时间 IDB_TUN_CON_S.CYCLE_P 一致。

- **控制器模块 FM355/455**

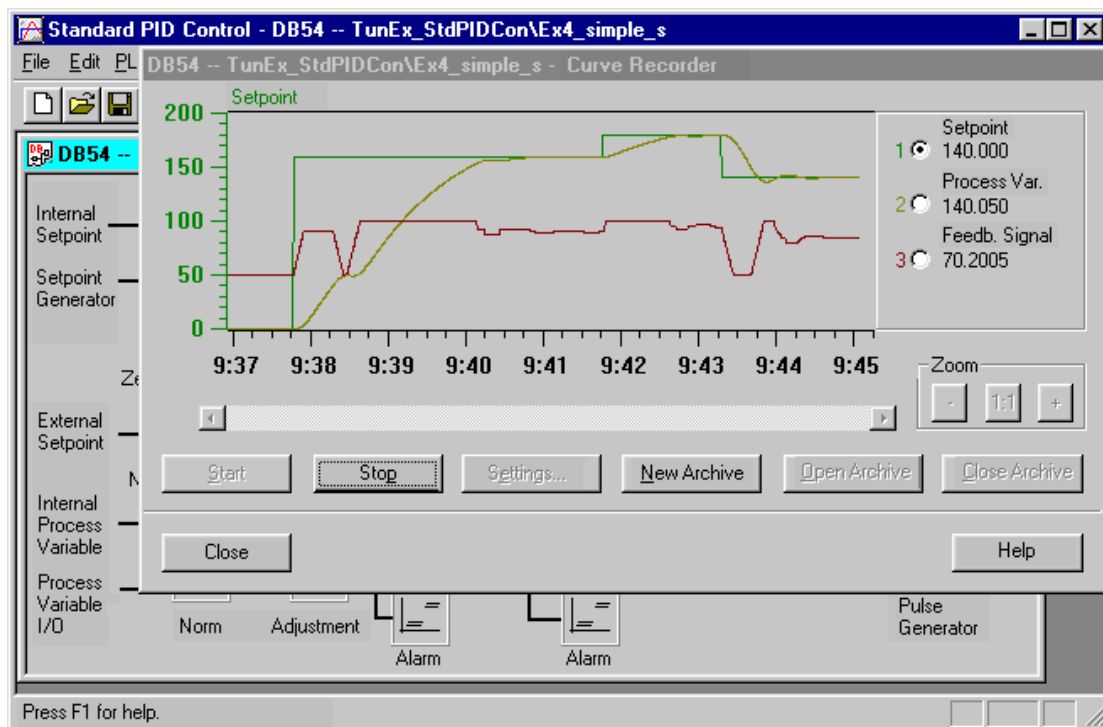
使用 HW Config 将实例中的硬件结构配置应用于真实设备。使用 OB35 的循环时间与完整的 FM 参数配置。

使用 SIMATIC 管理器将 Ex4_simple_s 程序下载到 CPU。

在“Simatic STEP 7”中，使用“启动”按钮来启动属于所用控制器的工具，并在线打开块 IDB_TUN_CONT_S。在曲线记录器的“设置...”下，设置“采集周期” = 1s 和“时间轴长度” = 500s。将设定值和过程变量设置为 0.0 到 200.0 之间。将可调节变量的范围设置为 - 100.0 至 300.0。

打开变量声明表“VAT_SIMPLE”，并在其中设置 ADAPT1ST = TRUE，将设定值 SP 设置为 160.0 以及 MAN_ON 和 LMNS_ON 为 FALSE。执行优化操作。

此时，可以按照“操作员监控”章节的描述来继续操作程序。



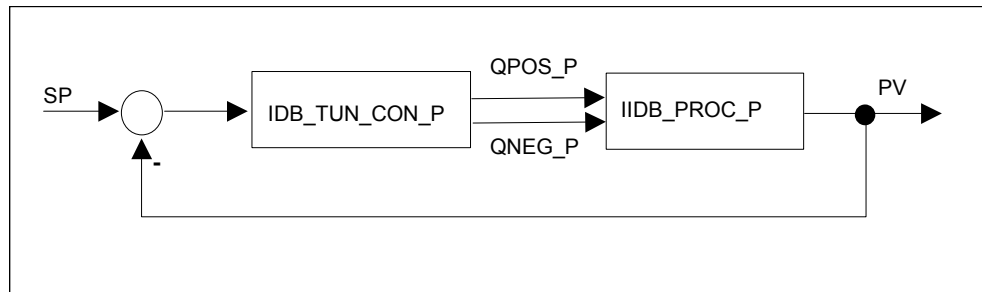
图：使用 Standard PID Control V5 的控制器优化

上图显示了当加热到工作点时发生的控制器优化过程。初次适应的执行范围从环境温度 20 °C 至 160 °C。在加热识别之后，设定值阶跃执行至 180 °C，然后返回到 160 °C。

4.7 简单实例：Ex5_simple_p

概述

本实例包含一个用于温度过程的简单控制环路，该环路由一个带脉冲生成功能的PID控制器和用作制模过程的VZ2单元构成。这是一个使用带脉冲生成功能的连续PID控制器的自整定器应用实例。



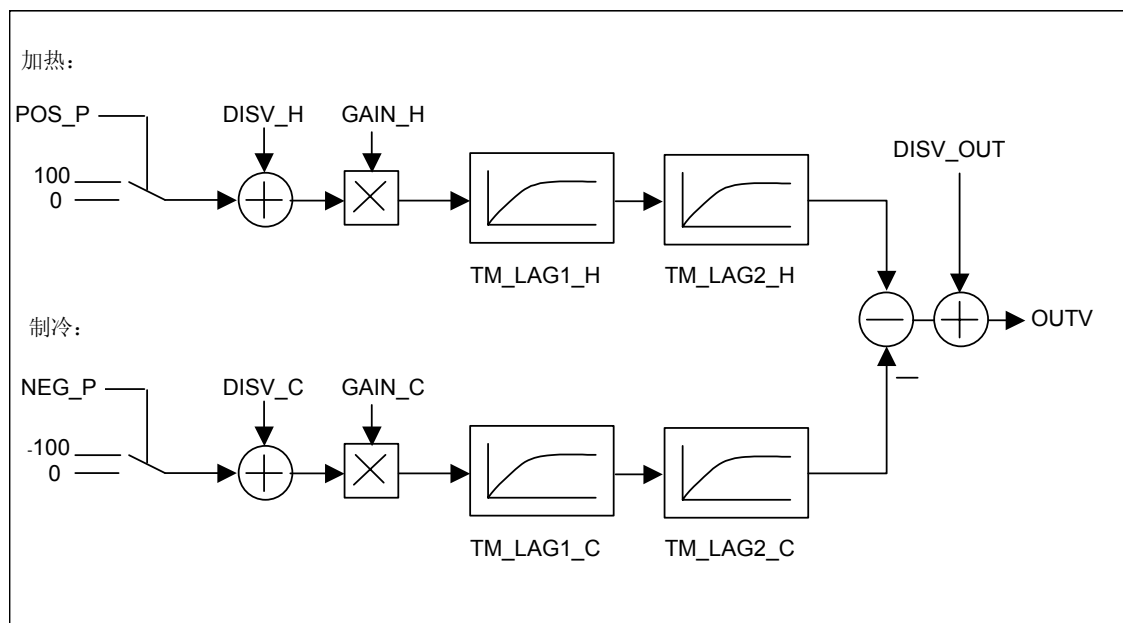
图：方框图

程序结构

块 IDB_TUN_CON_P 是功能块 TUN_CON_P 中的背景数据块，其中包含自整定器和带脉冲生成功能的控制器。自整定器、控制器以及过程均在 OB35 中调用。

用于模拟温度加热区的过程块

该块模拟一个典型的用于加热和制冷的温度过程，在实际中，它可发生在挤压机、注塑机以及回火机的控制带中或一个单独的熔炉中。



参数

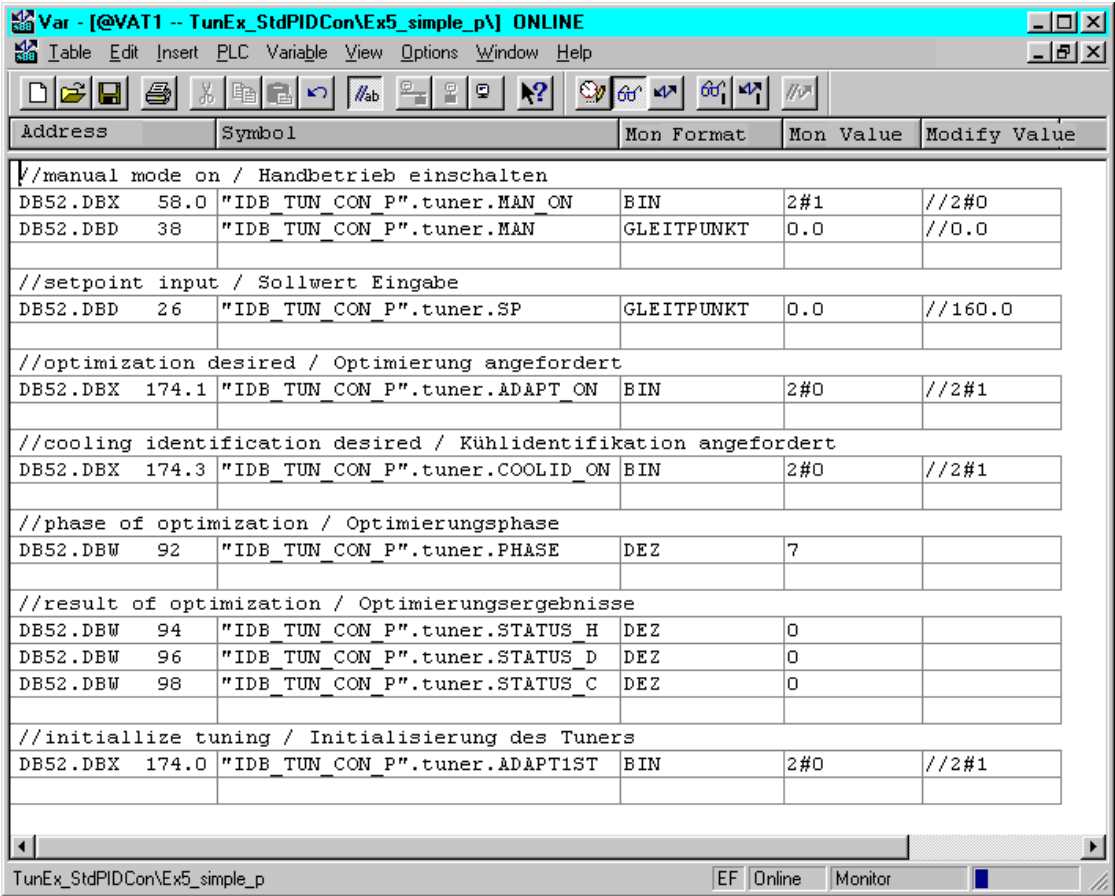
POS_P	正向脉冲	二进制加热输入信号
NEG_P	负向脉冲	二进制制冷输入信号
DISV_H	加热干扰变量	加热干扰变量
DISV_C	制冷干扰变量	制冷干扰变量
DISV_OUT	输出的干扰变量	输出的干扰变量(例如环境温度)
GAIN_H	加热过程增益	加热过程增益
GAIN_C	制冷过程增益	制冷过程增益
TM_LAG1_H	加热时间延迟 1	加热时间延迟 1
TM_LAG2_H	加热时间延迟 2	加热时间延迟 2
TM_LAG1_C	制冷时间延迟 1	制冷时间延迟 1
TM_LAG2_C	制冷时间延迟 2	制冷时间延迟 2
OUTV	输出变量	输出变量(例如控制带温度)

二进制输入信号被转换成连续的浮点数数值(-100、0、100)。过程值受加上干扰变量(例如环境温度)并与过程增益相乘之后的两个 1 阶时间延迟控制。加热和制冷时分别执行此过程。

在初始化期间，输出变量被设置为 $OUTV = DISV_H * GAIN_H - DISV_C * GAIN_C + DISV_OUT$ 。

操作员监控

可以执行变量声明表 VAT_SIMPLE 中的操作。



The screenshot shows a software window titled "Var - [TunEx_StdPIDCon\Ex5_simple_p\] ONLINE". It contains a table with 5 columns: Address, Symbol, Mon Format, Mon Value, and Modify Value. The table lists various parameters for manual mode, setpoint input, optimization, cooling identification, phase of optimization, result of optimization, and initialize tuning. The status bar at the bottom shows "TunEx_StdPIDCon\Ex5_simple_p" and "EF Online Monitor".

Address	Symbol	Mon Format	Mon Value	Modify Value
//manual mode on / Handbetrieb einschalten				
DB52.DBX 58.0	"IDB_TUN_CON_P".tuner.MAN_ON	BIN	2#1	//2#0
DB52.DBD 38	"IDB_TUN_CON_P".tuner.MAN	GLEITPUNKT	0.0	//0.0
//setpoint input / Sollwert Eingabe				
DB52.DBD 26	"IDB_TUN_CON_P".tuner.SP	GLEITPUNKT	0.0	//160.0
//optimization desired / Optimierung angefordert				
DB52.DBX 174.1	"IDB_TUN_CON_P".tuner.ADAPT_ON	BIN	2#0	//2#1
//cooling identification desired / Kühlidentifikation angefordert				
DB52.DBX 174.3	"IDB_TUN_CON_P".tuner.COOLID_ON	BIN	2#0	//2#1
//phase of optimization / Optimierungsphase				
DB52.DBW 92	"IDB_TUN_CON_P".tuner.PHASE	DEZ	7	
//result of optimization / Optimierungsergebnisse				
DB52.DBW 94	"IDB_TUN_CON_P".tuner.STATUS_H	DEZ	0	
DB52.DBW 96	"IDB_TUN_CON_P".tuner.STATUS_D	DEZ	0	
DB52.DBW 98	"IDB_TUN_CON_P".tuner.STATUS_C	DEZ	0	
//initialize tuning / Initialisierung des Tuners				
DB52.DBX 174.0	"IDB_TUN_CON_P".tuner.ADAPT1ST	BIN	2#0	//2#1

图：变量声明表 VAT_SIMPLE

控制系统可以通过 MAN_ON 开关切换到手动模式。手动值则可以在 MAN 上指定。控制系统在重启动(暖启动)后处于手动模式。

如果要优化控制系统，则请置位 ADAPT_ON 位，并在 SP 上输入一个设定值。如果控制系统仍设置为手动模式，请将其切换到自动模式。

可以使用 PHASE 参数监视优化轨迹。

优化结果包含在状态字 STATUS_H、STATUS_D 和 STATUS_C 中。

如果置位 ADAPT1ST，自整定器将被初始化，ADAPT_ON 位也被该块置位。在识别开始时，不会自动计算可调节变量，而是使用配置的 LHLM_TUN 值。

实例操作

- **软件控制器**

将控制器块复制到实例项目的 Ex5_simple_p 程序中。

控制产品	块
Standard PID Control V5	FB PID_CP
Modular PID Control	FB DEADBAND、FB PID 和 FB LMNGEN_C 不要用 Modular PID Control 中的 FB PULSEGEN 覆盖 FB 43 PULSEGEN。

使用 HW Config 将 OB35 的循环时间设置为 20ms。如果在监视狗中断期间发生超时，则增加循环时间。在这种情况下，模拟的执行会慢得多。如果控制的是真实的过程，则 OB35 的循环时间必须与采样时间 IDB_TUN_CON_S.CYCLE_P 一致。

- **控制器模块 FM355/455**

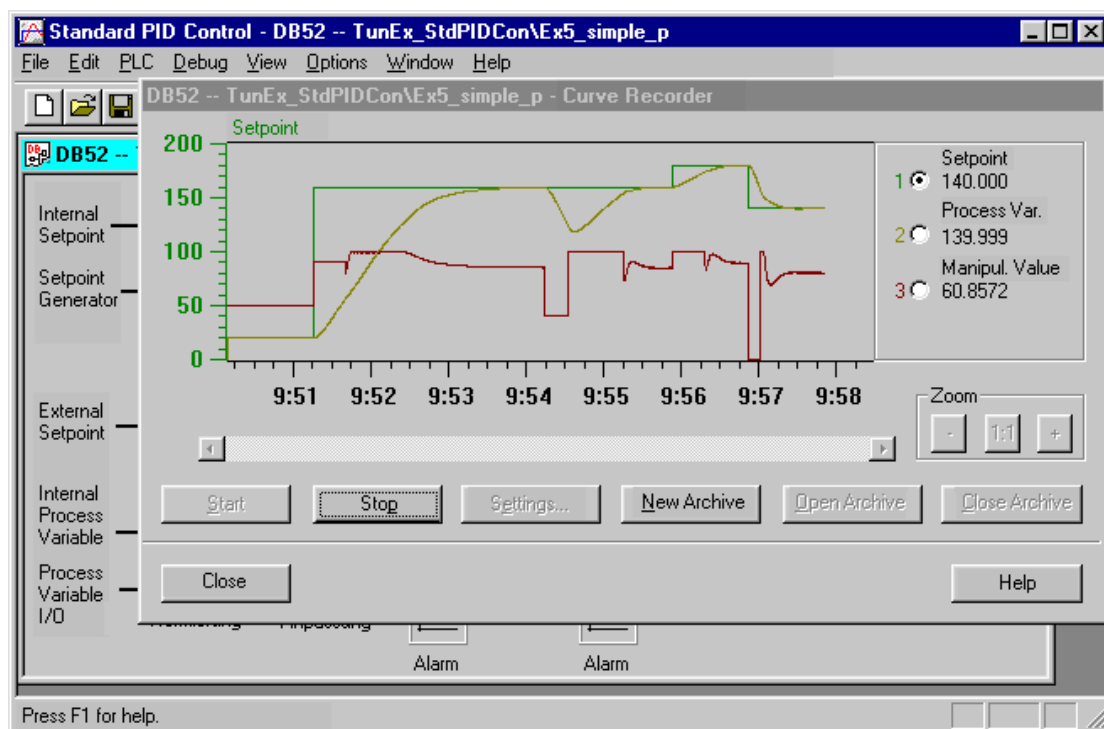
使用 HW Config 将实例中的硬件结构配置应用于真实设备。使用 OB35 的循环时间与完整的 FM 参数配置。

使用 SIMATIC 管理器将 Ex5_simple_p 程序下载到 CPU。

在“Simatic STEP 7”中，使用“启动”按钮来启动属于所用控制器的工具，并在线打开块 IDB_TUN_CONT_P。在曲线记录器的“设置...”下，设置“采集周期”= 1s 和“时间轴长度”= 500s。将设定值和过程变量设置为 0.0 到 200.0 之间。将可调节变量的范围设置为 - 100.0 至 300.0。

打开变量声明表“VAT_SIMPLE”，并在其中设置 ADAPT1ST = TRUE，将设定值 SP 设置为 160.0 以及 MAN_ON 为 FALSE。执行优化操作。

此时，可以按照“操作员监控”章节的描述来继续操作程序。



图：使用 Standard PID Control V5 的控制器优化

上图显示了当加热到工作点时发生的控制器优化过程。初次适应的执行范围从环境温度 20 °C 至 160 °C。在加热识别之后，设定值阶跃执行至 180 °C，然后返回到 160 °C。

5 技术规范

5.1 技术规范

运行时间

下表中指定的数值表示运行时间，以毫秒为单位。

	TUN_EC, FB 50	TUN_ES, FB 51
CPU 313	1.5	1.5
CPU 314	1.5	1.5
CPU 315	1.3	1.3
CPU 315-2DP	1.3	1.3
CPU 412-1	0.18	0.18
CPU 413-1	0.18	0.18
CPU 413-2DP	0.18	0.18
CPU 414-1	0.12	0.12
CPU 414-2DP	0.12	0.12
CPU 416-1	0.06	0.06
CPU 416-2DP	0.06	0.06

存储器分配

	装载存储器的大小 (字节)	工作存储器的大小 (字节)	已用本地数据 (字节)
TUN_EC	6542	5956	84
TUN_ES	6332	5714	78
用于 TUN_EC 的背景数据块	644	294	-
用于 TUN_ES 的背景数据块	638	288	-

索引

字母

FB "TUN_EC"	3-1
FB "TUN_ES"	3-21

J

技术规范	5-1
简单实例	
Ex3_simple_c	4-23
Ex4_simple_s	4-27, 4-28
Ex5_simple_p	4-33

R

熔炉控制系统的实例:	
Ex2_furnace	4-18

S

实例总览	4-1
使用入门	1-1
塑料工业的实例	
Ex1_plastic	4-12

Y

应用区域	2-1
------------	-----

Z

自整定器和控制器之间的互连	4-2
---------------------	-----

