

el instante en el que se leyó el contador. El contador continuará contando eventos rápidos. Por tanto, el valor de conteo real puede cambiar antes de que el programa finalice un proceso utilizando un valor de conteo antiguo.

10.1.4.3 Valor de conteo actual del HSC

La CPU almacena el valor actual de cada HSC en una dirección de entrada (I). La tabla siguiente muestra las direcciones predeterminadas asignadas al valor actual de cada HSC. La dirección I del valor actual se puede cambiar modificando las propiedades de la CPU en la "Configuración de dispositivos".

Los contadores rápidos usan un valor DInt para almacenar el valor de conteo actual. Un valor de conteo DInt tiene un rango entre -2147483648 y +2147483647. A partir del firmware V4.2 de la CPU es posible configurar los límites del rango. Encontrará más información en "Valores iniciales (Página 558)".

El contador pasa del valor máximo positivo al valor máximo negativo al realizar el conteo ascendente y del valor máximo negativo al valor máximo positivo al realizar el conteo descendente. La frecuencia se devuelve en unidades de hertzios (p. ej. 123,4 Hz se devuelven como 123).

Tabla 10-15 Direcciones predeterminadas del HSC

HSC	Tipos de datos de valores actuales	Dirección de valor actual predeterminada
HSC1	DInt	ID1000
HSC2	DInt	ID1004
HSC3	DInt	ID1008
HSC4	DInt	ID1012
HSC5	DInt	ID1016
HSC6	DInt	ID1020

10.2 Control PID

STEP 7 ofrece las siguientes instrucciones PID para la CPU S7-1200:

- La instrucción PID_Compact se utiliza para controlar procesos técnicos con variables continuas de entrada y salida.
- La instrucción PID_3Step se utiliza para controlar dispositivos accionados por motor, como válvulas que requieren señales discretas para las acciones de apertura y cierre.
- La instrucción PID_Temp ofrece un regulador PID universal que permite manejar los requisitos específicos de control de temperatura.

Nota

Los cambios realizados en la configuración PID y las descargas en estado RUN no son efectivos hasta que la CPU no pasa de STOP a RUN. Los cambios realizados en el cuadro de diálogo "Parámetros PID" con el "Control de valor de arranque" serán efectivos de inmediato.

10.2 Control PID

Las tres instrucciones PID (PID_Compact, PID_3Step y PID_Temp) pueden calcular las acciones P, I y D durante el arranque (si se han configurado para "optimización inicial"). También es posible configurar la instrucción para la "optimización fina" con el fin de optimizar los parámetros. No es necesario especificar los parámetros manualmente.

Nota

Ejecute la instrucción PID en intervalos regulares del tiempo de muestreo (preferentemente en un OB cíclico).

Puesto que el lazo PID necesita cierto tiempo para responder a los cambios del valor de control, no debe calcularse el valor de salida en cada ciclo. No ejecute la instrucción PID en el OB de ciclo del programa principal (p. ej. OB 1).

El tiempo de muestreo del algoritmo PID representa el intervalo entre dos cálculos del valor de salida (valor de control). El valor de salida se calcula durante el autoajuste y se redondea a un múltiplo del tiempo de ciclo. Las demás funciones de la instrucción PID se ejecutan en cada llamada.

Algoritmo PID

El regulador PID (Proporcional/Integral/Derivativo) mide el intervalo de tiempo entre dos llamadas y evalúa el resultado para controlar el tiempo de muestreo. En cada cambio de modo y en el primer arranque se genera un valor medio del tiempo de muestreo. Dicho valor se utiliza como referencia para la función de vigilancia y para realizar cálculos. La vigilancia incluye el tiempo de medición actual entre dos llamadas y el valor medio del tiempo de muestreo definido del regulador.

El valor de salida del regulador PID está formado por tres acciones:

- P (proporcional): cuando se calcula con la acción "P", el valor de salida es proporcional a la diferencia entre la consigna y el valor de proceso (valor de entrada).
- I (integral): cuando se calcula con la acción "I", el valor de salida aumenta en proporción a la duración de la diferencia entre la consigna y el valor de proceso (valor de entrada) para corregir la diferencia al final.
- D (derivativo): cuando se calcula con la acción "D", el valor de salida aumenta como una función de la tasa de incremento de cambio de la diferencia entre la consigna y el valor de proceso (valor de entrada). El valor de salida se corrige a la consigna lo más rápido posible.

El regulador PID utiliza la siguiente fórmula para calcular el valor de salida de la instrucción PID_Compact.

$$y = K_p \left[(b \cdot w - x) + \frac{1}{T_i \cdot s} (w - x) + \frac{T_d \cdot s}{a \cdot T_d \cdot s + 1} (c \cdot w - x) \right]$$

y	Valor de salida	x	Valor de proceso
w	Consigna	s	Operador laplaciano
K _p	Ganancia proporcional (acción P)	a	Coefficiente de retardo derivativo (acción D)
T _i	Tiempo de acción integral (acción I)	b	Ponderación de acción proporcional (acción P)
T _d	Tiempo de acción derivativa (acción D)	c	Ponderación de la acción derivativa (acción D)

El regulador PID utiliza la siguiente fórmula para calcular el valor de salida de la instrucción PID_3Step.

$$\Delta y = K_p \cdot s \cdot \left[(b \cdot w - x) + \frac{1}{T_i \cdot s} (w - x) + \frac{T_d \cdot s}{a \cdot T_d \cdot s + 1} (c \cdot w - x) \right]$$

y	Valor de salida	x	Valor de proceso
w	Consigna	s	Operador laplaciano
K _p	Ganancia proporcional (acción P)	a	Coefficiente de retardo derivativo (acción D)
T _i	Tiempo de acción integral (acción I)	b	Ponderación de acción proporcional (acción P)
T _d	Tiempo de acción derivativa (acción D)	c	Ponderación de la acción derivativa (acción D)

10.2.1 Insertar la instrucción PID y un objeto tecnológico

STEP 7 ofrece dos instrucciones de control PID:

- La instrucción PID_Compact y su objeto tecnológico ofrecen un regulador PID universal con optimización. El objeto tecnológico contiene todos los ajustes para el lazo de regulación.
- La instrucción PID_3Step y su objeto tecnológico ofrecen un regulador PID con ajustes específicos para válvulas accionadas por motor. El objeto tecnológico contiene todos los ajustes para el lazo de regulación. El regulador PID_3Step dispone de dos salidas booleanas adicionales.

10.2 Control PID

Después de crear el objeto tecnológico, es necesario configurar los parámetros (Página 603). También deben ajustarse los parámetros de optimización ("optimización inicial" durante el arranque u "optimización fina" manual) para poner el regulador PID en servicio (Página 619).

Tabla 10-16 Insertar la instrucción PID y el objeto tecnológico

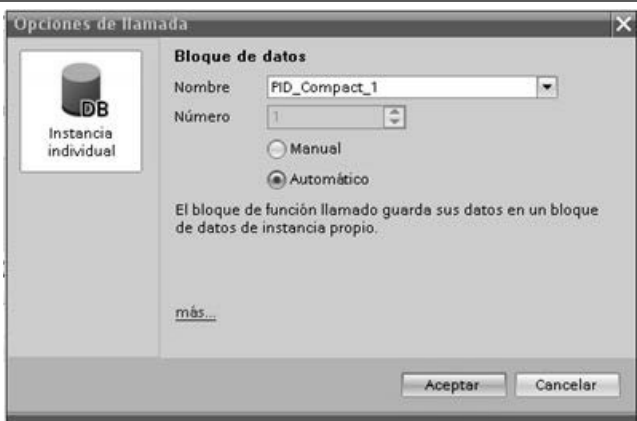

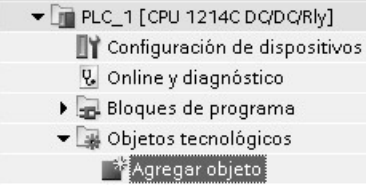
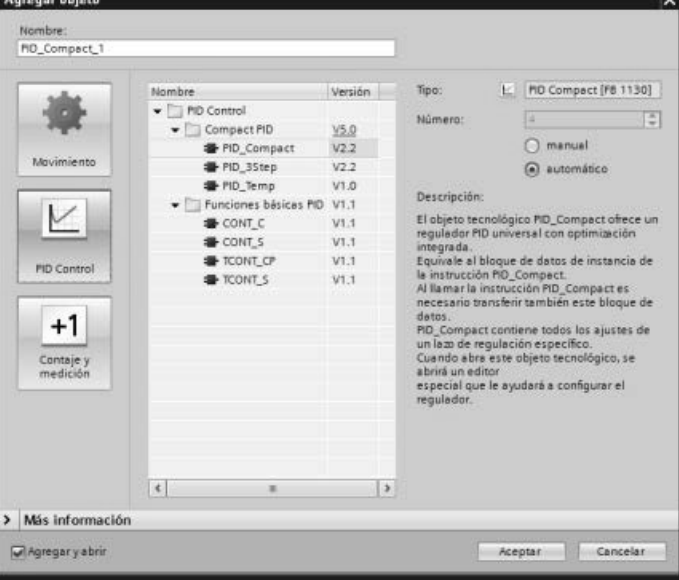
<p>Cuando se inserta una instrucción PID en el programa de usuario, STEP 7 crea automáticamente un objeto tecnológico y un DB de instancia para dicha instrucción. El DB de instancia contiene todos los parámetros que se utilizan para la instrucción PID. Cada instrucción PID debe tener su propio DB de instancia unívoco para funcionar correctamente.</p> <p>Después de insertar la instrucción PID y crear el objeto tecnológico y el DB de instancia, se configuran los parámetros del objeto tecnológico (Página 603).</p>	
--	--

Tabla 10-17 (Opcional) Crear un objeto tecnológico desde el árbol del proyecto

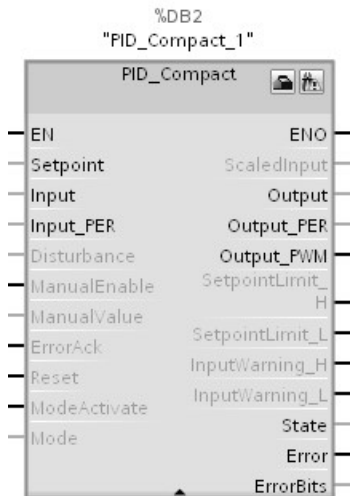
<p>También es posible crear objetos tecnológicos para el proyecto antes de insertar la instrucción PID. Si se crea el objeto tecnológico antes de insertar una instrucción PID en el programa de usuario, puede seleccionarse dicho objeto tecnológico al insertar la instrucción PID.</p>	
<p>Para crear un objeto tecnológico, haga doble clic en el icono "Agregar objeto" del árbol del proyecto.</p>	
<p>Haga clic en el icono "Regulación" y seleccione el objeto tecnológico para el tipo de regulador PID (PID_Compact o PID_3Step). Es posible crear un nombre opcional para el objeto tecnológico.</p> <p>Haga clic en "Aceptar" para crear el objeto tecnológico.</p>	

10.2.2 PID_Compact

10.2.2.1 Instrucción PID_Compact

La instrucción PID_Compact ofrece un regulador PID universal con autoajuste integrado para modo automático y manual.

Tabla 10-18 Instrucción PID_Compact

KOP / FUP	SCL	Descripción
	<pre> "PID_Compact_1" (Setpoint:=_real_in_, Input:=_real_in_, Input_PER:=_word_in_, Disturbance:=_real_in_, ManualEnable:=_bool_in_, ManualValue:=_real_in_, ErrorAck:=_bool_in_, Reset:=_bool_in_, ModeActivate:=_bool_in_, Mode:=_int_in_, ScaledInput=>_real_out_, Output=>_real_out_, Output_PER=>_word_out_, Output_PWM=>_bool_out_, SetpointLimit_H=>_bool_out_, SetpointLimit_L=>_bool_out_, InputWarning_H=>_bool_out_, InputWarning_L=>_bool_out_, State=>_int_out_, Error=>_bool_out_, ErrorBits=>_dword_out_); </pre>	<p>PID_Compact ofrece un regulador PID con autoajuste para modo automático y modo manual. PID_Compact es un regulador PID T1 con anti-windup y ponderación de las acciones P y D.</p>

- STEP 7 crea automáticamente el objeto tecnológico y el DB de instancia al insertar la instrucción. El DB de instancia contiene los parámetros del objeto tecnológico.
- En el ejemplo SCL, "PID_Compact_1" es el nombre del DB de instancia.

Tabla 10-19 Tipos de datos para los parámetros

Parámetro y tipo	Tipo de datos	Descripción
Setpoint	IN	Real
Input	IN	Real
Input_PER	IN	Word

Parámetro y tipo		Tipo de datos	Descripción
Disturbance	IN	Real	Variable de perturbación o valor de precontrol
ManualEnable	IN	Bool	Activa o desactiva el modo de operación manual. (Valor predeterminado: FALSE): <ul style="list-style-type: none"> Un flanco de FALSE a TRUE activa el "modo manual", mientras que con State = 4 el modo permanece invariable. Mientras ManualEnable = TRUE, no se puede cambiar el estado operativo con un flanco ascendente en ModeActivate ni utilizar el cuadro de diálogo de puesta en marcha. Un flanco de TRUE a FALSE activa el estado operativo asignado por Mode. Nota: recomendamos cambiar el estado operativo utilizando solo ModeActivate.
ManualValue	IN	Real	Valor de salida para operación manual. (Valor predeterminado: 0,0) Se pueden utilizar valores de Config.OutputLowerLimit a Config.OutputUpperLimit.
ErrorAck	IN	Bool	Resetea los ErrorBits y las salidas de advertencia. Flanco de FALSE a TRUE
Reset	IN	Bool	Reinicia el regulador. (Valor predeterminado: FALSE): <ul style="list-style-type: none"> Flanco de FALSE a TRUE: <ul style="list-style-type: none"> Cambia al modo "inactivo". Resetea los ErrorBits y las salidas de advertencia Borra la acción integral Mantiene los parámetros PID Mientras Reset = TRUE, PID_Compact permanece en modo "Inactivo" (estado = 0). Flanco de TRUE a FALSE: <ul style="list-style-type: none"> PID_Compact cambia al estado operativo guardado en el parámetro Mode.
ModeActivate	IN	Bool	PID_Compact cambia al estado operativo guardado en el parámetro Mode. Flanco de FALSE a TRUE:
Mode	IN	Int	El modo PID deseado; activado en el primer flanco de la entrada Mode Activate .
ScaledInput	OUT	Real	Valor de proceso escalado. (Valor predeterminado: 0,0)
Output ¹	OUT	Real	Valor de salida en formato REAL. (Valor predeterminado: 0,0)
Output_PER ¹	OUT	Word	Valor de salida analógico. (Valor predeterminado: W#16#0)
Output_PWM ¹	OUT	Bool	Valor de salida para la modulación del ancho de impulso. (Valor predeterminado: FALSE) Los tiempos de activación y desactivación forman el valor de salida.
SetpointLimit_H	OUT	Bool	Límite superior de consigna. (Valor predeterminado: FALSE) Si SetpointLimit_H = TRUE, se ha alcanzado el límite superior absoluto de la consigna (Setpoint ≥ Config.SetpointUpperLimit). La consigna está limitada a Config.SetpointUpperLimit.
SetpointLimit_L	OUT	Bool	Límite inferior de consigna. (Valor predeterminado: FALSE) Si SetpointLimit_L = TRUE, se ha alcanzado el límite inferior absoluto de la consigna (Setpoint ≤ Config.SetpointLowerLimit). La consigna está limitada a Config.SetpointLowerLimit.

10.2 Control PID

Parámetro y tipo		Tipo de datos	Descripción
InputWarning_H	OUT	Bool	Si InputWarning_H = TRUE, el valor de proceso ha alcanzado o rebasado por exceso el límite superior de advertencia. (Valor predeterminado: FALSE)
InputWarning_L	OUT	Bool	Si InputWarning_L = TRUE, el valor de proceso ha alcanzado o rebasado por defecto el límite inferior de advertencia. (Valor predeterminado: FALSE)
State	OUT	Int	Estado operativo actual del regulador PID. (Valor predeterminado: 0) Se puede cambiar el estado operativo utilizando el parámetro de entrada Mode y un flanco ascendente en ModeActivate: <ul style="list-style-type: none"> • State = 0: Inactivo • State = 1: Optimización inicial • State = 2: Optimización fina manual • State = 3: Modo automático • State = 4: Modo manual • State = 5: Valor de salida sustitutivo con vigilancia de errores
Error	OUT	Bool	Si Error = TRUE, hay como mínimo un mensaje de error pendiente en este ciclo. (Valor predeterminado: FALSE) Nota: el parámetro Error en V1.x PID era el campo ErrorBits que contenía los códigos de error. Ahora es una marca booleana que indica que se ha producido un error.
ErrorBits	OUT	DWord	La tabla de parámetros (Página 577) ErrorBits de la instrucción PID_Compact define los mensajes de error pendientes. (Valor predeterminado: DW#16#0000 (ningún error)). ErrorBits es remanente y se resetea con un flanco ascendente en Reset o ErrorAck. Nota: en V1.x, el parámetro ErrorBits estaba definido como el parámetro Error y no existía.

¹ Las salidas de los parámetros Output, Output_PER y Output_PWM pueden utilizarse en paralelo.

Operación del regulador PID_Compact

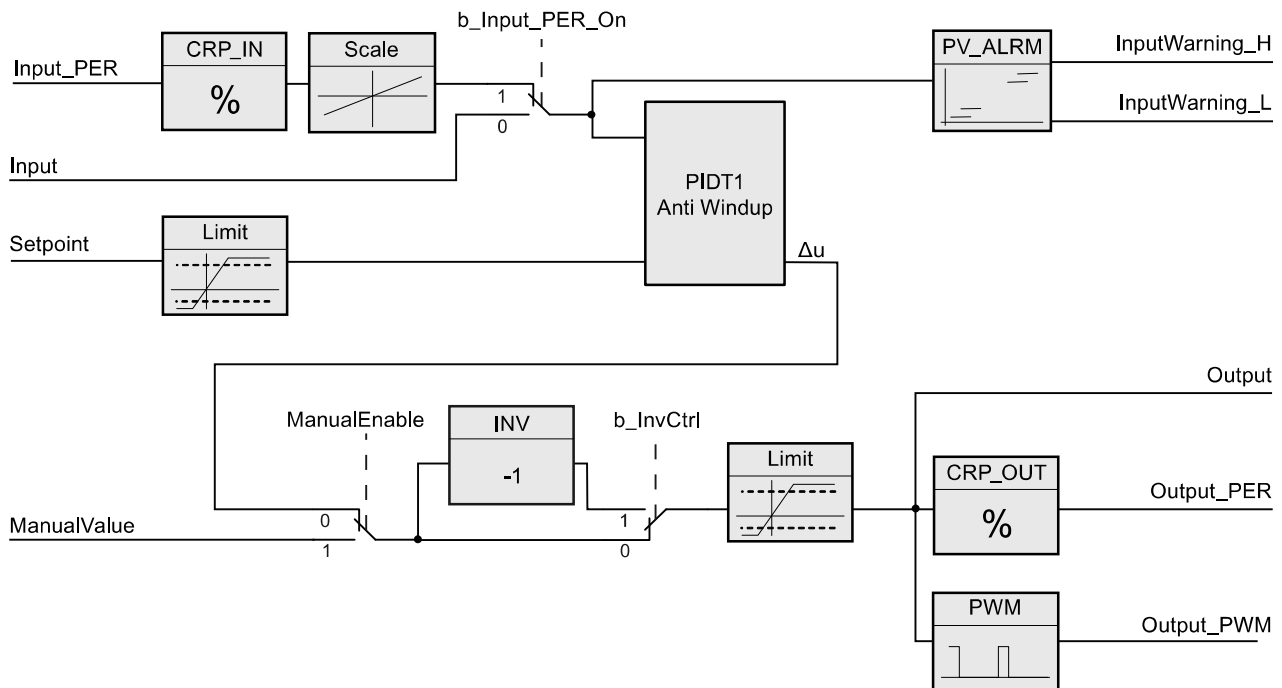


Figura 10-1 Operación del regulador PID_Compact

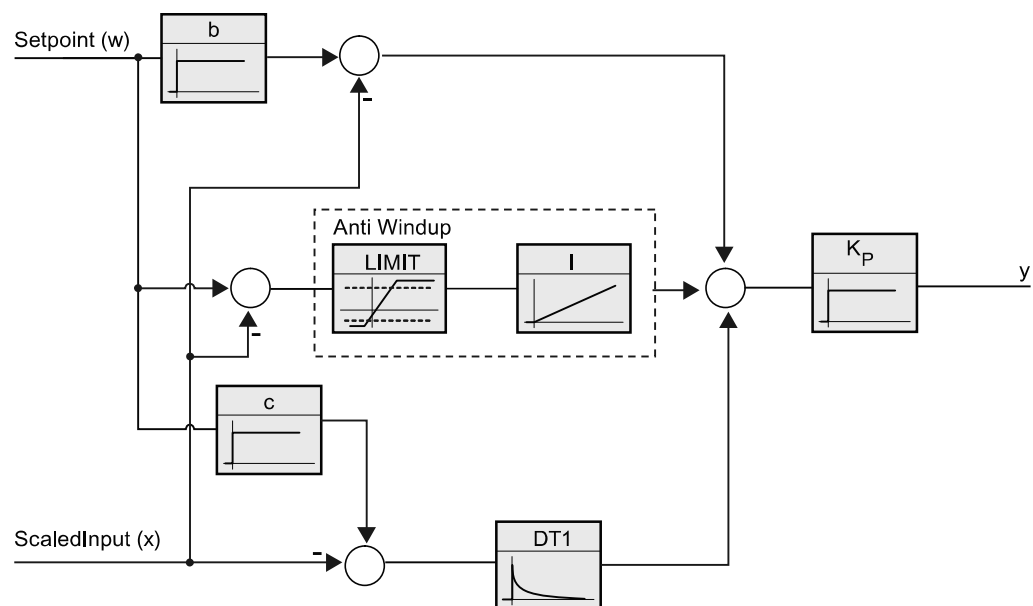


Figura 10-2 Operación del regulador PID_Compact como regulador PIDT1 con anti-windup

10.2.2.2 Instrucción PID_Compact Límites del valor de proceso

Los "límites del valor de proceso" se suelen emplear junto con la entrada analógica, aunque también pueden utilizarse para otros fines.

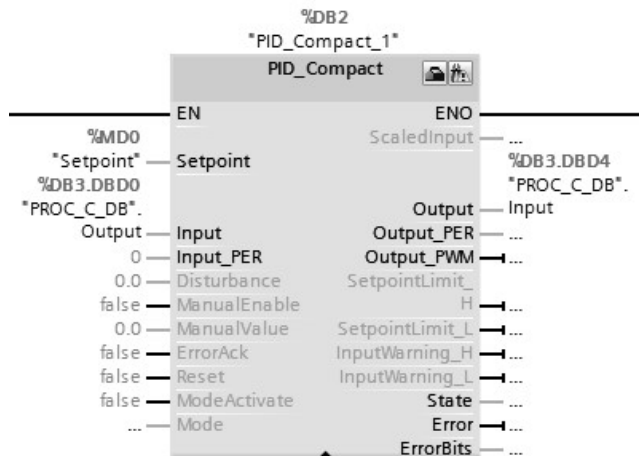
La configuración de los límites del valor del proceso tiene dos funciones:

- Establece los límites superior e inferior para las salidas de alarma Consigna superior/inferior en el bloque PID
- Establece un límite para que la variable de proceso no pueda rebasar por exceso ni por defecto estos límites independientemente de la consigna. Esta configuración define límites fijos para el proceso.



En el bloque PID se emplean cuatro salidas de alarma:

- SetpointLimit_H: La consigna excede el límite superior.
- SetpointLimit_L: La consigna excede el límite inferior.
- InputWarning_H: La variable de proceso excede el límite superior de entrada.
- InputWarning_L: La variable de proceso excede el límite inferior de entrada.



Cuando se establecen los límites del valor de proceso, los puntos que hacen que las salidas de alarma Consigna superior/inferior se activen están ajustados al mismo valor. Así, por ejemplo, con los ajustes indicados anteriormente, si se introduce una consigna mayor que 120%, la salida "SetpointLimit_H" pasa a True. Esta acción es la misma para el límite inferior. Si, por ejemplo, se introduce una consigna menor que 0%, la salida "SetpointLimit_S" pasa a True. Esto indica a su programa que la consigna introducida está fuera de rango. Es posible que esta alarma solicite que se vuelva a introducir la consigna.

Si se introduce una consigna que está fuera del rango, Compact_PID limita automáticamente la variable de proceso al rango configurado. Así, por ejemplo, si el límite superior del valor de proceso se establece en 120% (tal y como se muestra en la figura superior), es posible

introducir una consigna mayor que 120%. Cuando la variable de proceso se acerca a 120%, el PID reduce la salida y controla el proceso en el límite superior de 120%. Por el contrario, la misma acción ocurre si la consigna es menor que el límite inferior del valor de proceso. El PID no permite que la variable de proceso rebase por defecto el límite inferior. Esta función permite definir la ejecución aceptable del proceso durante la regulación normal automática del PID. En cualquier caso, esta función no se aplica para arrancar y apagar a no ser que el PID esté en modo automático. Si el PID está en modo automático y la consigna y la variable de proceso son menores que el límite inferior, el PID intenta regular el proceso en el límite inferior configurado.

10.2.2.3 Parámetros de la instrucción ErrorBit de PID_Compact

Si hay varios errores pendientes, los valores de los códigos de error se muestran mediante suma binaria. La indicación del código de error 0003, por ejemplo, indica que también están pendientes los errores 0001 y 0002.

Tabla 10-20 Parámetros de la instrucción ErrorBit de PID_Compact

ErrorBit (DW#16#...)	Descripción
0000	No hay error
0001 ^{1, 2}	El parámetro Input se encuentra fuera de los límites del valor de proceso. Input > Config.InputUpperLimit Input < Config.InputLowerLimit
0002 ^{2, 3}	Valor no válido en el parámetro Input_PER. Compruebe si hay un error pendiente en la entrada analógica.
0004 ⁴	Error durante la optimización fina. No ha sido posible mantener la oscilación del valor de proceso.
0008 ⁴	Error al iniciar la optimización inicial. El valor de proceso está demasiado próximo a la consigna. Inicie la optimización fina.
0010 ⁴	La consigna se ha cambiado durante la optimización. Nota: se puede ajustar la fluctuación permitida en la consigna en la variable CancelTuningLevel.
0020	La optimización inicial no está permitida durante la optimización fina. Nota: si ActivateRecoverMode = TRUE antes de que se produjera el error, PID_Compact permanece en el modo de optimización fina.
0080 ⁴	Error durante la optimización inicial. Configuración incorrecta de los límites del valor de salida. Compruebe si los límites del valor de salida están configurados correctamente y coinciden con la lógica de control.
0100 ⁴	Un error durante la optimización fina ha provocado parámetros no válidos.
0200 ^{2, 3}	Valor no válido en el parámetro Input: el valor tiene un formato de número no válido.
0400 ^{2, 3}	Fallo en el cálculo del valor de salida. Compruebe los parámetros PID.
0800 ^{1, 2}	Error de tiempo de muestreo: PID_Compact no se llama durante el tiempo de muestreo del OB de alarma cíclica.
1000 ^{2, 3}	Valor no válido en el parámetro Setpoint: el valor tiene un formato de número no válido.

ErrorBit (DW#16#...)	Descripción
10000	Valor no válido en el parámetro ManualValue: el valor tiene un formato de número no válido. Nota: si ActivateRecoverMode = TRUE antes de que se produjera el error, PID_Compact utiliza SubstituteOutput como valor de salida. En cuanto se asigna un valor válido en el parámetro ManualValue, PID_Compact lo utiliza como valor de salida.
20000	Valor no válido en la variable SubstituteValue: el valor tiene un formato de número no válido. PID_Compact utiliza el límite inferior de valor de salida como valor de salida. Nota: si el modo automático estaba activo antes de que ocurriera el error, ActivateRecoverMode = TRUE y el error ya no está pendiente, PID_Compact vuelve al modo automático.
40000	Valor no válido en el parámetro Disturbance: el valor tiene un formato de número no válido. Nota: si el modo automático estaba activo y ActivateRecoverMode = FALSE antes de que se produjera el error, Disturbance se pone a cero. PID_Compact permanece en modo automático. Nota: si el modo de optimización inicial o fina estaba activo y ActivateRecoverMode = TRUE antes de que se produjera el error, PID_Compact cambia al estado operativo guardado en el parámetro Mode. Si la perturbación en la fase actual no afecta al valor de salida, la optimización no se cancela.

¹ Nota: si el modo automático estaba activo antes de que se produjera el error y ActivateRecoverMode = TRUE, PID_Compact permanece en modo automático.

² Nota: si el modo de optimización inicial o fina estaba activo antes de que se produjera el error y ActivateRecoverMode = TRUE, PID_Compact cambia al estado operativo guardado en el parámetro Mode.

³ Nota: si el modo automático estaba activo antes de que se produjera el error y ActivateRecoverMode = TRUE, PID_Compact emite el valor de salida sustitutivo configurado. En cuanto el error deja de estar pendiente, PID_Compact regresa al modo automático.

⁴ Nota: si ActivateRecoverMode = TRUE antes de que se produjera el error, PID_Compact cancela la optimización y cambia al estado operativo guardado en el parámetro Mode.

10.2.2.4 Parámetros Warning de la instrucción PID_Compact

Si el regulador PID tiene varias advertencias pendientes, muestra los valores de los códigos de error utilizando una suma binaria. Si se muestra el código de error 0003, por ejemplo, significa que los errores 0001 y 0002 están pendientes.

Tabla 10-21 Parámetros Warning de la instrucción PID_Compact

Advertencia (DW#16#...)	Descripción
0000	No hay advertencias pendientes.
0001 ¹	El punto de inflexión no se ha encontrado durante el preajuste.
0002	La oscilación se ha reforzado durante el "ajuste en funcionamiento". (El parámetro "Warning" suprime esta advertencia y solo es visible en el parámetro "WarningInternal" para fines de diagnóstico.)
0004 ¹	La consigna estaba limitada a los límites configurados.

Advertencia (DW#16#...)	Descripción
0008 ¹	No se han definido todas las propiedades necesarias del sistema controlado para el método de cálculo seleccionado. Por consiguiente, los parámetros PID se han calculado con el método TIR.TuneRuleHeat / TIR.TuneRuleCool = 3.
0010	No se ha podido cambiar el estado operativo porque Reset = TRUE o ManualEnable = TRUE.
0020	El tiempo de ciclo del OB invocante limita el tiempo de muestreo del algoritmo PID. Mejore los resultados utilizando tiempos de ciclo más cortos para el OB.
0040 ¹	El valor de procesos ha excedido uno de sus límites de advertencia.
0080	Valor no válido en Mode. El estado operativo no ha cambiado.
0100 ¹	El valor manual estaba limitado por los límites de la salida del regulador.
0200	No se soporta la regla especificada para el ajuste. No se han calculado parámetros PID.
1000	No es posible acceder al valor de salida de sustitución porque está fuera de los límites para el valor de salida.

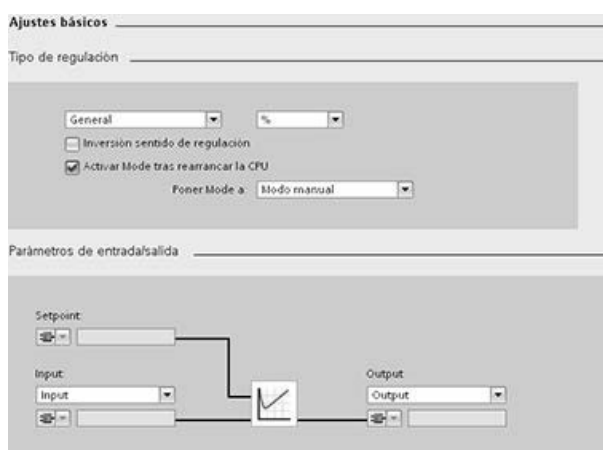
¹ Nota: El regulador PID borra las advertencias siguientes de forma automática en cuanto se elimina la causa o se repite la acción del usuario con parámetros válidos: 0001, 0004, 0008, 0040 y 0100.

Advertencia (DW#16#...)	Descripción
8000	No se soporta el valor especificado para el parámetro PIDSelfTune.SUT.AdaptDelayTime, por lo que se utiliza el valor predeterminado "0".
10000	No se soporta el valor especificado para el parámetro PIDSelfTune.SUT.CoolingMode, por lo que se utiliza el valor predeterminado "0".

¹ Nota: El regulador PID borra las advertencias siguientes de forma automática en cuanto se elimina la causa o se repite la acción del usuario con parámetros válidos: 0001, 0004, 0008, 0040 y 0100.

10.2.5 Configuración de los reguladores PID_Compact y PID_3Step

Los parámetros del objeto tecnológico determinan el funcionamiento del regulador PID. Utilice el icono para abrir el editor de configuración.



10.2 Control PID

Tabla 10-30 Ejemplo de ajustes de configuración de la instrucción PID_Compact

Ajustes	Descripción	
Básicos	Tipo de regulador	Selecciona las unidades de ingeniería.
	Invertir la lógica de control	Permite seleccionar un lazo PID de acción inversa. <ul style="list-style-type: none">• Si no está seleccionado, el lazo PID está en modo de acción directa y la salida del lazo PID se incrementa si el valor de entrada < la consigna.• Si está seleccionado, la salida del lazo PID se incrementa si el valor de entrada > la consigna.
	Habilitar el último estado después de reiniciar la CPU	Reinicia el lazo PID después de resetearlo o si se ha excedido un límite de entrada y se ha vuelto al rango válido.
	Entrada	Selecciona el parámetro Input o Input_PER (analógico) para el valor de proceso. Input_PER puede proceder directamente de un módulo de entrada analógico.
	Salida	Selecciona el parámetro Output o Output_PER (analógico) para el valor de salida. Output_PER puede ir directamente a un módulo de salida analógico.
Valor de proceso	Escala tanto el rango como los límites del valor de proceso. Si el valor de proceso rebasa por defecto el límite inferior o por exceso el límite superior, el lazo PID pasa al estado inactivo y pone el valor de salida a 0. Para utilizar Input_PER hay que escalar el valor de proceso analógico (valor de entrada).	

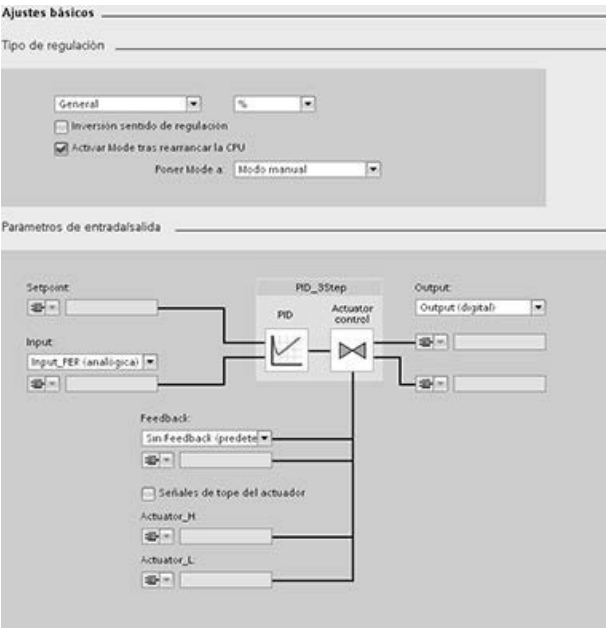
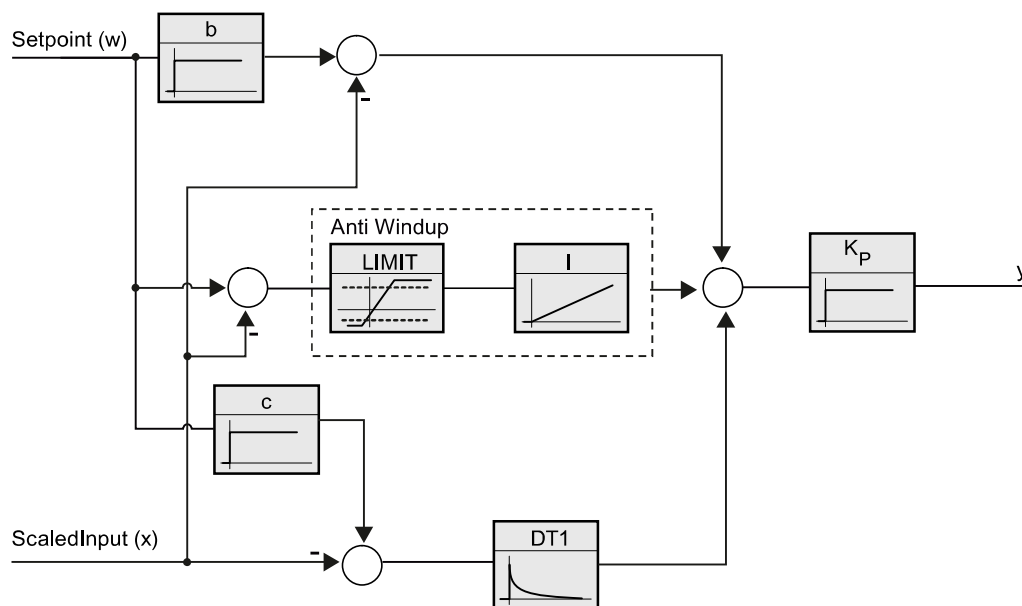


Tabla 10-31 Ejemplo de ajustes de configuración de la instrucción PID_3Step

Configuración		Descripción
Básicos	Tipo de regulador	Selecciona las unidades de ingeniería.
	Invertir la lógica de control	Permite seleccionar un lazo PID de acción inversa. <ul style="list-style-type: none"> Si no está seleccionado, el lazo PID está en modo de acción directa y la salida del lazo PID se incrementa si el valor de entrada < la consigna. Si está seleccionado, la salida del lazo PID se incrementa si el valor de entrada > la consigna.
	Activar modo tras rearme de la CPU	Reinicia el lazo PID después de resetearlo o si se ha excedido un límite de entrada y se ha vuelto al rango válido. Poner modo a: define el modo al que el usuario desea que pase el PID tras un rearme.
	Entrada	Selecciona el parámetro Input o Input_PER (analógico) para el valor de proceso. Input_PER puede proceder directamente de un módulo de entrada analógico.
	Salida	Selecciona si deben utilizarse las salidas digitales (Output_UP y Output_DN) o la salida analógica (Output_PER) para el valor de salida.
	Realimentación	Selecciona el tipo de estado de dispositivo devuelto al lazo PID: <ul style="list-style-type: none"> Sin realimentación (predeterminado) Realimentación Feedback_PER
Valor de proceso	Escala tanto el rango como los límites del valor de proceso. Si el valor de proceso rebasa por defecto el límite inferior o por exceso el límite superior, el lazo PID pasa al estado inactivo y pone el valor de salida a 0. Para utilizar Input_PER hay que escalar el valor de proceso analógico (valor de entrada).	
Actuador	Tiempo de transición del motor	Establece el tiempo entre la abertura y el cierre de la válvula. (Encontrará este valor en la hoja de datos o en el faceplate de la válvula.)
	Tiempo de actividad mínimo	Establece el tiempo de movimiento mínimo de la válvula. (Encontrará este valor en la hoja de datos o en el faceplate de la válvula.)
	Tiempo de reposo mínimo	Establece el tiempo de pausa mínimo de la válvula. (Encontrará este valor en la hoja de datos o en el faceplate de la válvula.)
	Reacción a error	Define el comportamiento de la válvula cuando se detecta un error o cuando se resetea el lazo PID. Si se elige utilizar una posición sustitutiva, introduzca la "posición de seguridad". Para una realimentación o salida analógica, seleccione un valor entre el límite superior o inferior de la salida. Para salidas digitales, puede elegir solo entre 0% (off) y 100% (on).
	Escalar realimentación de posición ¹	<ul style="list-style-type: none"> "Posición límite superior" y "Posición límite inferior" definen la posición positiva máxima (completamente abierta) y la posición negativa máxima (completamente cerrada). La "Posición límite superior" debe ser mayor que la "Posición límite inferior". "Límite superior del valor de proceso" y "Límite inferior del valor de proceso" definen las posiciones superior e inferior de la válvula durante el ajuste y el modo automático. "FeedbackPER" ("Low" y "High") define la realimentación analógica de la posición de la válvula. "FeedbackPER High" debe ser mayor que "FeedbackPER Low".
Avanzada	Vigilancia del valor de proceso	Ajusta los límites superior e inferior de advertencia para el valor de proceso.
	Parámetros PID	Si el usuario lo desea, puede introducir sus propios parámetros de optimización PID en esta ventana. Para que eso sea posible, la casilla de verificación "Permitir entrada manual" debe estar activada.

¹ "Escalar realimentación de posición" solo es editable si se ha activado "Realimentación" en los ajustes "básicos".



Todos los parámetros PID son remanentes. Si introduce manualmente los parámetros PID, debe cargar PID_Compact por completo.

Cargar objetos tecnológicos en el dispositivo (Página 667)

Ganancia proporcional

El valor indica la ganancia proporcional del regulador. PID_Compact no funciona con una ganancia proporcional negativa. El sentido de regulación se invierte en Ajustes básicos > Tipo de regulación.

Tiempo de integración

El tiempo de integración determina el comportamiento temporal de la acción I. La desconexión de la acción I se realiza con el tiempo de integración = 0,0. Si el tiempo de integración se modifica online en el modo de operación "Automático" de un valor cualquiera a 0,0, la acción I actual se borra y se produce un salto del valor de salida.

Tiempo derivativo

El tiempo de la acción derivada determina el comportamiento temporal de la acción D. La desconexión de la acción D se realiza con el tiempo derivativo = 0,0.

Coefficiente para el retardo de la acción derivada

El efecto de la acción D se retrasa mediante el coeficiente de retardo de la acción derivada.

Retardo de la acción derivada = Tiempo derivativo x coeficiente de retardo de la acción derivada

- 0.0: la acción D solo surte efecto para un ciclo y, por ello, casi no es efectiva.
- 0.5: Este valor se ha acreditado en la práctica para sistemas regulados con **una** constante de tiempo dominante.
- > 1.0: Cuanto mayor sea el coeficiente, más se retrasará el efecto de la acción D.

Ponderación de la acción P

En el caso de que se produzcan cambios en la consigna, es posible atenuar la acción P.

Se recomiendan valores comprendidos entre 0.0 y 1.0.

- 1.0: La acción P es totalmente efectiva cuando se cambia la consigna
- 0.0: La acción P no actúa al cambiar la consigna

Si se produce una modificación del valor real, la acción P es totalmente efectiva.

Ponderación de la acción D

En el caso de que se produzcan cambios en la consigna, es posible atenuar la acción D.

Se recomiendan valores comprendidos entre 0.0 y 1.0.

- 1.0: La acción D es totalmente efectiva cuando se cambia la consigna.
- 0.0: La acción D no actúa al cambiar la consigna

Si se produce una modificación del valor real, la acción D es totalmente efectiva.

Tiempo de muestreo Algoritmo PID

Dado que el sistema regulado necesita cierto tiempo para responder a un cambio del valor de salida, no es razonable calcular este valor en cada ciclo. El tiempo de muestreo del algoritmo PID es el tiempo entre dos cálculos del valor de salida. Este se determina durante la optimización y se redondea a un múltiplo del tiempo de ciclo. Todas las demás funciones de PID_Compact se ejecutan con cada llamada.

Si se utiliza Output_PWM, el tiempo de muestreo del algoritmo PID se utiliza como duración del periodo de la modulación por ancho de impulsos. La precisión de la señal de salida está determinada por la relación entre el tiempo de muestreo del algoritmo PID y el tiempo de ciclo del OB. Por eso se recomienda que el tiempo de ciclo sea como máximo una décima parte del tiempo de muestreo del algoritmo PID.

Regla para la optimización

En la lista desplegable "Estructura del regulador" seleccione si van a calcular los parámetros PI o PID.

- **PID**
Se calcula durante la optimización inicial y la optimización fina del parámetro PID.
- **PI**
Se calcula durante la optimización inicial y la optimización fina del parámetro PI.
- **Definido por el usuario**
Si se han ajustado diferentes estructuras del regulador para la optimización inicial y la optimización fina en un programa de usuario, en la lista desplegable aparece "Definido por el usuario".

Consulte también

Elección de la estructura del regulador con un sistema regulado definido (Página 660)

Poner en servicio PID_Compact V2

Optimización inicial V2

La optimización inicial determina el comportamiento del proceso a un escalón del valor de salida y busca el punto de inflexión. Los parámetros PID óptimos se calculan a partir de la pendiente máxima y el tiempo muerto del sistema regulado. Para obtener los mejores parámetros PID, debe efectuarse una optimización inicial y una optimización fina.

Cuanto más estable es el valor real, con mayor facilidad y precisión se pueden calcular los parámetros PID. Un ruido del valor real es aceptable siempre que la subida del valor real sea considerablemente mayor que el ruido. Esto tiene más probabilidades de suceder en los modos "Inactivo" o "Manual". Es preciso realizar una copia de seguridad de los parámetros PID antes de volver a calcularlos.

Requisitos

- La instrucción "PID_Compact" se llama en un OB de alarma cíclica.
- ManualEnable = FALSE
- Reset = FALSE
- PID_Compact se encuentra en el modo de operación "Modo manual", "Inactivo" o "Modo automático".
- La consigna y el real se encuentran dentro de los límites configurados (véase la configuración "Monitorización del valor real").
- La diferencia entre la consigna y el valor real es mayor del 30% de la diferencia entre el límite superior e inferior del valor real.
- La diferencia entre la consigna y el valor real es superior al 50% de la consigna.

Procedimiento

Para poder realizar una optimización inicial, proceda del siguiente modo:

1. Haga doble clic en la navegación del proyecto en la entrada "PID_Compact" > Puesta en servicio".
2. En la lista desplegable "Modo de optimización" seleccione la entrada "Optimización inicial".
3. Haga clic en el símbolo "Start".
 - Se establece una conexión online.
 - Se inicia el registro de los valores.
 - Se inicia la optimización inicial.
 - En el campo "Estado" se muestran los pasos actuales y, de haberlos, los fallos ocurridos. La barra de progreso muestra el progreso del paso actual.

Nota

Haga clic en el símbolo "Stop" cuando la barra de progreso haya alcanzado el 100% y se deba presuponer un bloqueo de la optimización. Compruebe la configuración del objeto tecnológico y, si procede, vuelva a iniciar la optimización.

Resultado

Si la optimización inicial ha finalizado sin ningún mensaje de error, significa que los parámetros PID se han optimizado. PID_Compact cambia al modo automático y utiliza los parámetros optimizados. Los parámetros PID optimizados se conservan al desconectar (Power OFF) y al rearrancar por completo la CPU.

Si no es posible realizar la optimización inicial, PID_Compact se comporta del modo configurado en Comportamiento en caso de error.

Optimización fina V2

La optimización fina genera una oscilación constante y limitada del valor real. Los parámetros PID se optimizan para el punto de operación a partir de la amplitud y la frecuencia. A partir de los resultados se vuelven a calcular todos los parámetros PID. Los parámetros PID existentes después de la optimización fina muestran en su mayoría un comportamiento de guía y ante fallos mucho mejor que los parámetros PID de la optimización inicial. Para obtener los mejores parámetros PID, debe efectuarse una optimización inicial y una optimización fina.

PID_Compact intenta generar automáticamente una oscilación que es mayor que el ruido del valor real. La estabilidad del valor real ejerce tan solo una mínima influencia sobre la optimización fina. Es preciso realizar una copia de seguridad de los parámetros PID antes de volver a calcularlos.

Requisitos

- La instrucción "PID_Compact" se llama en un OB de alarma cíclica.
- ManualEnable = FALSE
- Reset = FALSE

- La consigna y el valor real se encuentran dentro de los límites configurados.
- El lazo de regulación es estacionario en el punto de operación. El punto de operación se ha alcanzado cuando el valor real coincide con la consigna.
- No se esperan perturbaciones.
- PID_Compact se encuentra en el modo de operación inactivo, automático o manual.

El proceso depende de la situación de inicio

La optimización fina puede iniciarse desde los modos de operación "Inactivo", "Automático" o "Manual". Al inicio, la optimización fina se desarrolla del modo siguiente:

- **Modo automático**
Si desea mejorar los parámetros PID existentes mediante optimización, inicie la optimización fina desde el modo automático.
PID_Compact regula con los parámetros PID existentes hasta que el lazo de regulación es estacionario y se cumplen las condiciones para la optimización fina. Sólo entonces comienza la optimización fina.
- **Inactivo o manual**
Si se cumplen las condiciones para optimización inicial, ésta se inicia. Con los parámetros PID calculados, la regulación se realiza hasta que el lazo de regulación es estacionario y se han cumplido las condiciones para una optimización fina. Sólo entonces comienza la optimización fina. Si no es posible realizar la optimización inicial, PID_Compact se comporta del modo configurado en Comportamiento en caso de error.
Si el valor real para una optimización inicial se encuentra ya muy cerca de la consigna, se intenta alcanzar la consigna con el valor de salida máximo o mínimo, lo que puede ocasionar una sobreoscilación muy alta.

Procedimiento

Para poder realizar una optimización fina, proceda del siguiente modo:

1. En la lista desplegable "Modo de optimización" seleccione la entrada "Optimización fina".
2. Haga clic en el símbolo "Start".
 - Se establece una conexión online.
 - Se inicia el registro de los valores.
 - Se inicia el proceso de optimización fina.
 - En el campo "Estado" se muestran los pasos actuales y, de haberlos, los fallos ocurridos. La barra de progreso muestra el progreso del paso actual.

Nota

En el grupo "Modo de optimización" haga clic en el símbolo "Stop" cuando la barra de progreso haya alcanzado el 100% y se deba presuponer un bloqueo de la optimización. Compruebe la configuración del objeto tecnológico y, si procede, vuelva a iniciar la optimización.

Resultado

Si durante la optimización fina no se producen errores, significa que los parámetros PID se han optimizado. PID_Compact cambia al modo automático y utiliza los parámetros optimizados. Los parámetros PID optimizados se conservan al desconectar (Power OFF) y al rearmar por completo la CPU.

Si se han producido errores durante la "optimización fina", PID_Compact se comporta del modo configurado en Comportamiento en caso de error.

Modo de operación "Modo manual" V2


A continuación se describe cómo utilizar el modo de operación "Modo manual" en la ventana de puesta en servicio del objeto tecnológico "PID_Compact". El modo manual es posible aunque haya un error pendiente.

Requisitos

- La instrucción "PID_Compact" se llama en un OB de alarma cíclica.
- Hay establecida una conexión online con la CPU y ésta se encuentra en el estado operativo "RUN".

Procedimiento

Utilice "Modo manual" en la ventana de puesta en servicio si desea probar el sistema regulado especificando un valor manual. Para especificar un valor manual, proceda del siguiente modo:

1. Haga clic en el símbolo "Start".
2. Active la casilla de verificación "Modo manual" en el área "Estado online del regulador". PID_Compact funciona en modo manual. El último valor de salida actual permanece activo.
3. Introduzca el valor manual en la unidad % en el campo "Output".
4. Haga clic en el símbolo .

Resultado

El valor manual se escribe en la CPU y es efectivo de forma inmediata.

Desactive la casilla de verificación "Modo manual" si desea que el regulador PID vuelva a especificar el valor de salida. El cambio al modo automático se efectúa sin discontinuidad.

Regulación de transición con PID_Compact V2

Regulación de transición

En caso de regulación de transición, dos o más reguladores comparten un actuador común. En cada instante, solo un regulador tiene acceso al actuador y actúa sobre el proceso.

Una lógica decide qué regulador obtiene acceso al actuador. A menudo, esta decisión se toma en función de una comparación de los valores de salida de todos los reguladores, p. ej., el

PID_Compact se comporta del modo siguiente:

Valor real	InputWarning_H	InputWarning_L	ErrorBits	Modo de operación
> 98 °C	TRUE	FALSE	0001h	Inactivo o valor de salida sustitutivo con monitorización de errores
≤ 98 °C y > 90 °C	TRUE	FALSE	0000h	Modo automático
≤ 90 °C y ≥ 10 °C	FALSE	FALSE	0000h	Modo automático
< 10 °C y ≥ 0 °C	FALSE	TRUE	0000h	Modo automático
< 0 °C	FALSE	TRUE	0001h	Inactivo o valor de salida sustitutivo con monitorización de errores

Configure en los ajustes de los valores de salida cómo debe reaccionar PID_Compact si se rebasa el límite superior o inferior del valor real.

Limitaciones de PWM V2

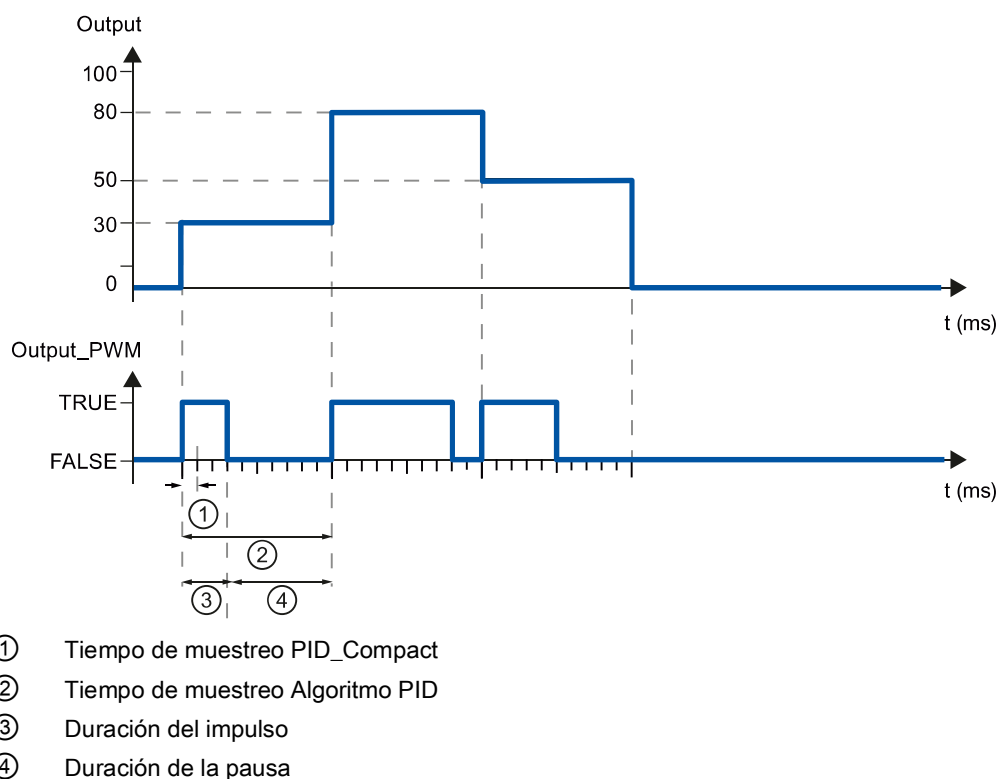
Una modulación de ancho de impulsos transforma el valor del parámetro de salida Output en un tren de impulsos que se emite por el parámetro de salida Output_PWM.

Output se calcula en el tiempo de muestreo Algoritmo PID. El tiempo de muestreo se utiliza como duración del período de la modulación por ancho de impulso.

El tiempo de muestreo Algoritmo PID se determina durante la optimización inicial o la optimización fina. Al ajustar los parámetros PID manualmente, debe configurarse también ahí el tiempo de muestreo Algoritmo PID.

Output_PWM se emite en el tiempo de muestreo PID_Compact. El tiempo de muestreo PID_Compact equivale al tiempo de ciclo del OB invocante.

La duración del impulso es proporcional al valor de Output y es siempre un múltiplo entero del tiempo de muestreo PID_Compact.



"Tiempo conexión mín." y "Tiempo de desconex. mín." se redondean a un múltiplo entero del tiempo de muestreo PID_Compact.

Un impulso o una pausa nunca son más cortas que los tiempos de conexión o desconexión mínimos. Las imprecisiones que se producen se suman y se compensan en el siguiente ciclo.

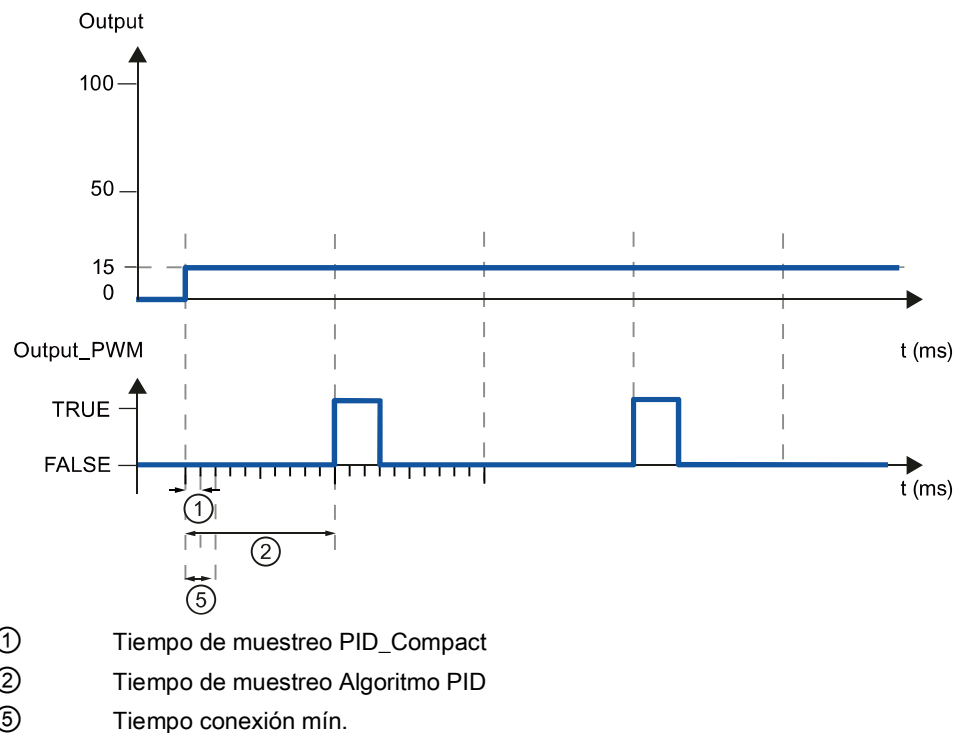
Ejemplo

Tiempo de muestreo PID_Compact (equivale al tiempo de ciclo del OB que efectúa la llamada)
 = 100 ms

Tiempo de muestreo Algoritmo PID (equivale a la duración del periodo)= 1000 ms

Tiempo conexión mín. = 200 ms

Output es constante del 15%. El mínimo impulso que PID_Compact puede emitir es del 20 %
 En el primer ciclo no se emite ningún impulso. En el segundo ciclo, el impulso no emitido del primer ciclo se agrega al impulso del segundo ciclo.



Para reducir la frecuencia de conmutación y proteger el actuador, prolongue los tiempos de conexión y desconexión mínimos.

Si se utiliza "Output" o "Output_PER", los tiempos mínimos de conexión y desconexión deben configurarse con el valor 0.0.

Nota

Los tiempos mínimos de conexión y desconexión actúan solo en el parámetro de salida Output_PWM y no se utilizan para posibles generadores de impulsos integrados en la CPU.

Valor de salida V2

Límites del valor de salida

Configure en tantos por ciento los límites absolutos del valor de salida en la ventana de configuración "Límites del valor de salida". Los límites del valor de salida absolutos no se rebasan ni por exceso ni por defecto ni en el modo manual ni en el automático. Si en el modo manual se especifica un valor de salida fuera de los límites, el valor efectivo se limitará en la CPU a los límites configurados.

Los límites del valor de salida deben ser compatibles con el sentido de regulación.