

27 SFB для интегрированных функций регулирования

27.1 Непрерывное регулирование с помощью SFB 41 /FB 41 "CONT_C"

Введение

SFB/FB "CONT_C" (регулятор непрерывного действия) используется в программируемых логических контроллерах SIMATIC S7 для управления техническими процессами с непрерывными входными и выходными переменными. При назначении параметров Вы можете активировать и деактивировать отдельные функции ПИД-регулятора, чтобы адаптировать его к процессу. Вы можете легко выполнить назначения, используя утилиту для назначения параметров (из меню: **Start** [Пуск] > **Simatic** > **Step7** > **Assign PID Control parameters** [Назначение параметров ПИД-регулирования]). Интерактивное электронное справочное руководство можно найти в меню: **Start** [Пуск] > **Simatic** > **Step7** > **Assign PID Control English** [Назначение параметров ПИД-регулирования]).

Применение

Этот регулятор можно использовать как ПИД-регулятор с постоянными уставками или в многоконтурных системах регулирования в качестве каскадного регулятора, регулятора состава смеси или пропорционального регулятора. Функции регулятора основаны на ПИД-алгоритме регулирования дискретного регулятора с аналоговым сигналом, дополненным, в необходимых случаях, степенью формирования импульсов в целях формирования выходных сигналов с широтно-импульсной модуляцией для двух- или трехпозиционного регулирования с пропорциональными приводами.

Примечание

Вычисление значений в блоках управления будет корректным только в случае, когда эти блоки будут вызываться с регулярным интервалом времени. Поэтому Вы должны вызывать блоки управления в OB-блоках обработки циклического прерывания (OB 30 ... OB 38). Задайте время цикла в параметре CYCLE.

Описание

Наряду с функциями в цепях уставки и цепях переменной процесса, SFB/FB реализует готовый ПИД-регулятор с непрерывным управлением и возможностью ручного воздействия на управляющий сигналы. Ниже Вы найдете подробное описание частных функций:

Цепи уставки

Уставка вводится на входе **SP_INT** в формате с плавающей точкой.

Цепи переменной процесса

Переменная процесса может вводиться в формате периферии или в формате с плавающей точкой. Функция **CRP_IN** преобразует периферийное значение **PV_PER** в формат с плавающей точкой в диапазоне $-100 \dots +100 \%$ в соответствии со следующей формулой:

$$\text{Выход CRP_IN} = \text{PV_PER} * \frac{100}{27648}$$

Функция **PV_NORM** нормирует выход **CRP_IN** в соответствии со следующей формулой:

$$\text{Выход PV_NORM} = (\text{выход CRP_IN}) * \text{PV_FAC} + \text{PV_OFF}$$

PV_FAC имеет значение по умолчанию, равное 1, а **PV_OFF** значение по умолчанию, равное 0.

Сигнал ошибки

Разность между значением уставки и значением переменной процесса называется сигналом ошибки (сигналом рассогласования). Для подавления малых незатухающих колебаний из-за квантованности регулирующего воздействия (например, в случае широтно-импульсной модуляции с помощью **PULSEGEN**) к сигналу ошибки применяется амплитудный фильтр (**DEADBAND**). Если **DEADB_W = 0**, то амплитудный фильтр выключен.

ПИД-алгоритм

ПИД-алгоритм работает как алгоритм позиционирования. Пропорциональное, интегрирующая (**INT**) и дифференцирующая (**DIF**) составляющие воздействия включены параллельно и могут активироваться и деактивироваться по отдельности. Это дает возможность конфигурировать П-, PI-, PD- и ПИД-регуляторы. Возможны также "чистые" И- и Д-регуляторы.

Значение, вводимое вручную

Имеется возможность переключения между ручным и автоматическим режимом. В ручном режиме управляющее воздействие корректируется в соответствии со значением, выбранным вручную. Интегратор (**INT**) внутренне устанавливается на **LMN - LMN_P - DISV**, а дифференцирующее устройство (**DIF**) устанавливается на 0, и производится внутреннее согласование. Это значит, что переключение в автоматический режим не вызывает внезапного изменения управляющего воздействия.

Управляющее воздействие

Управляющая величина может быть ограничена выбранным значением с помощью функции LMNLIMIT. Пересечение входной величиной границ отображается сигнальными битами.

Функция LMN_NORM нормирует выход функции LMNLIMIT в соответствии со следующей формулой:

$$LMN = (\text{выход LMNLIMIT}) * LMN_FAC + LMN_OFF$$

LMN_FAC по умолчанию равно 1, а LMN_OFF по умолчанию равно 0.

Управляющее значение доступно также в периферийном формате. Функция CRP_OUT преобразует значение с плавающей точкой LMN в периферийное значение в соответствии со следующей формулой:

$$LMN_PER = LMN * \frac{27648}{100}$$

Управление с использованием предсказаний

Возмущающее воздействие может быть подано на вход DISV.

Инициализация

SFB41 "CONT_C" имеет подпрограмму инициализации, которая прогоняется, когда установлен входной параметр COM_RST = TRUE.

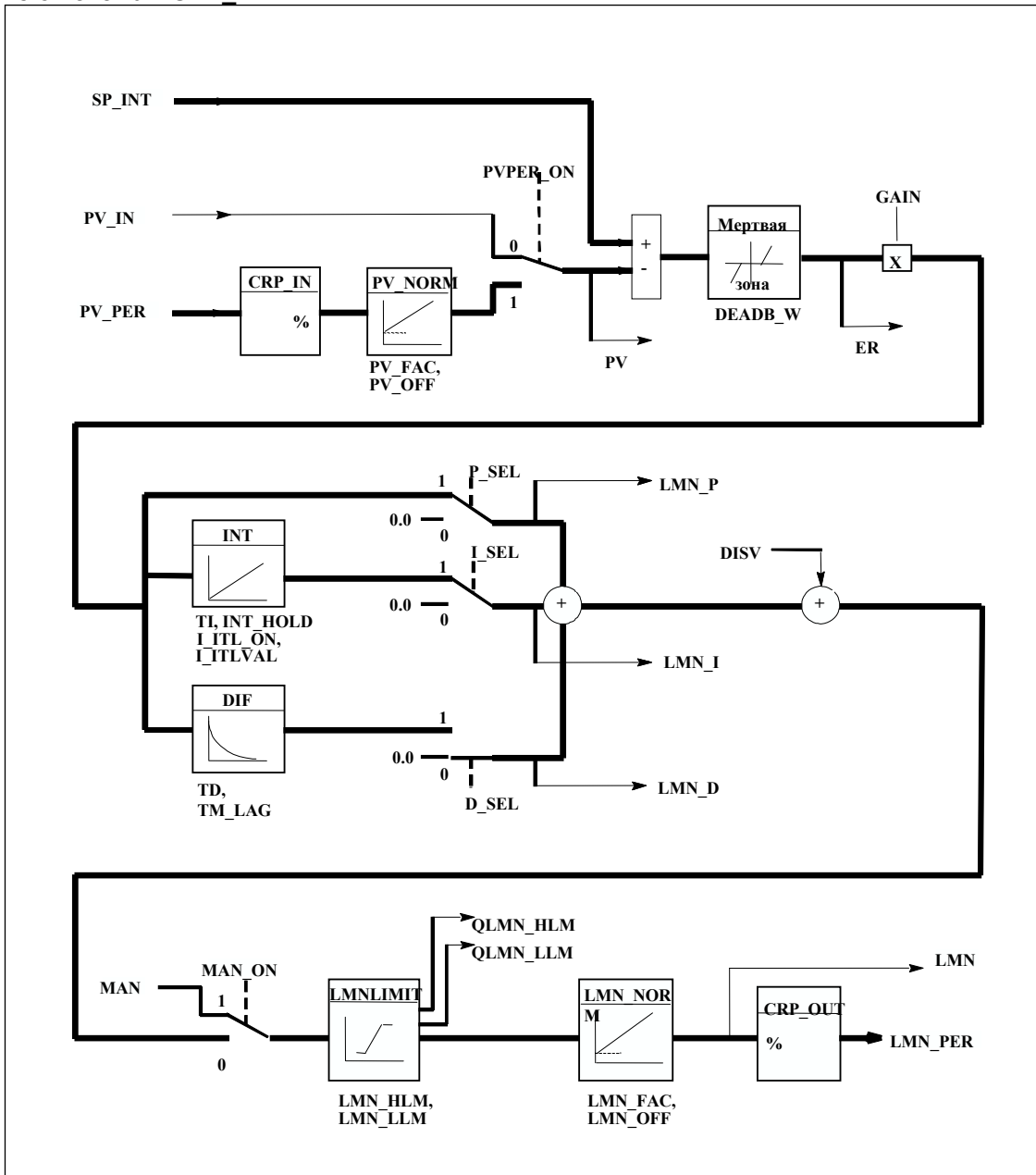
Во время инициализации интегратор устанавливается на значение инициализации I_ITVAL. Когда он вызывается в классе приоритета циклических прерываний, он продолжает функционировать, начиная с этого значения.

Все остальные выходы устанавливаются на их значения по умолчанию.

Информация об ошибках

Параметр вывода ошибок RET_VAL не используется.

Блок-схема CONT_C



Входные параметры

Следующая таблица содержит описание входных параметров SFB41 / FB41 "CONT_C".

Параметр	Тип данных	Диапазон значений	Значение по умолчанию	Описание
COM_RST	BOOL		FALSE	COMPLETE RESTART/ Полный рестарт Блок имеет подпрограмму инициализации, которая обрабатывается, когда установлен вход COM_RST ("Полный рестарт").
MAN_ON	BOOL		TRUE	MANUAL VALUE ON / Включение ручного режима Если этот вход установлен, то контур управления разрывается. Значение, заданное вручную, устанавливается в качестве управляющего.
PVPER_ON	BOOL		FALSE	PROCESS VARIABLE PERIPHERAL ON / Включение переменной процесса периферии Если значение переменной процесса считывается из периферии, то вход PV_PER должен быть соединен с периферией, а вход "Включение переменной процесса от периферии" должен быть установлен.
P_SEL	BOOL		TRUE	PROPORTIONAL ACTION ON / Включение пропорционального воздействия В ПИД-алгоритме отдельные воздействия можно активировать или деактивировать индивидуально. Пропорциональное воздействие (П-воздействие) включено, когда установлен вход "Включение пропорционального воздействия".
I_SEL	BOOL		TRUE	INTEGRAL ACTION ON / Включение интегрирующего воздействия В ПИД-алгоритме отдельные воздействия можно активировать или деактивировать индивидуально. Интегрирующее воздействие (И-воздействие) включено, когда установлен вход "Включение интегрирующего воздействия".
INT_HOLD	BOOL		FALSE	INTEGRAL ACTION HOLD / Интегрирующее воздействие заморожено Выход интегратора может быть "заморожен" установкой входа "Интегрирующее воздействие заморожено".
I_ITL_ON	BOOL		FALSE	INITIALIZATION OF THE INTEGRAL ACTION ON / Включение инициализации И-составляющей. Выход интегратора может быть подключен к входу I_ITL_VAL установкой входа "Включение инициализации И-воздействия".
D_SEL	BOOL		FALSE	DERIVATIVE ACTION ON / Включение воздействия дифференциатора. В ПИД-алгоритме отдельные воздействия можно активировать или деактивировать индивидуально. Воздействие дифференциатора (Д-воздействие) включено, когда установлен вход "Включение воздействия Д-компонента".

Параметр	Тип данных	Диапазон значений	Значение по умолчанию	Описание
CYCLE	TIME	>= 1 мс	T#1s	SAMPLING TIME / Время опроса Время между вызовами блока должно быть постоянным. Вход "Время опроса" задает время между вызовами блока.
SP_INT	REAL	От -100.0 до +100.0 (%) или физическая ¹⁾ величина	0.0	INTERNAL SETPOINT / Внутреннее значение уставки (внутренняя уставка) Вход "Внутреннее значение уставки" служит для установления заданного значения.
PV_IN	REAL	От -100.0 до +100.0 (%) или физическая ¹⁾ величина	0.0	PROCESS VARIABLE IN / Ввод переменной процесса На входе "Вход переменной процесса" может быть установлено значение инициализации или подключена внешняя переменная процесса в формате с плавающей точкой.
PV_PER	WORD		W#16#0000	PROCESS VARIABLE PERIPHERAL/ Переменная процесса от периферии Переменная процесса в формате периферии подключается к регулятору на входе "Переменная процесса от периферии".
MAN	REAL	От -100.0 до +100.0 (%) или физическая ²⁾ величина	0.0	MANUAL VALUE / Ручное значение Вход "Ручное значение" используется для установки ручного значения с помощью функций взаимодействия с оператором.
GAIN	REAL		2.0	PROPORTIONAL GAIN / Коэффициент пропорциональности Вход "Коэффициент пропорциональности" задает коэффициент усиления регулятора.
TI	TIME	>= CYCLE	T#20s	RESET TIME / Время интегрирования Вход "Время интегрирования" определяет временную характеристику интегратора.
TD	TIME	>= CYCLE	T#10s	DERIVATIVE TIME / Время дифференцирования Вход "Время дифференцирования" определяет временную характеристику дифференцирующего звена.
TM_LAG	TIME	>= CYCLE/2	T#2s	TIME LAG OF THE DERIVATIVE ACTION / Время запаздывания Д-воздействия Алгоритм Д-компоненты содержит запаздывание, которое может быть назначено входу "Время запаздывания Д-воздействия".
DEADB_W	REAL	>= 0.0 (%) или физическая ¹⁾ величина	0.0	DEAD BAND WIDTH / Ширина амплитудного фильтра Мертвая зона соответствует ошибке. Вход "Ширина амплитудного фильтра" определяет размер зоны непропускания сигнала.
LMN_HLM	REAL	LMN_LLM ... 100.0 (%) или физическая ²⁾ величина	100.0	MANIPULATED VALUE HIGH LIMIT/ Верхняя граница управляющего воздействия Управляющее воздействие всегда ограничивается верхней и нижней границами. Вход "Верхняя граница управляющего воздействия" задает верхнюю границу.

Параметр	Тип данных	Диапазон значений	Значение по умолчанию	Описание
LMN_LLM	REAL	-100.0... LMN_HLM (%) или физическая величина ²⁾	0.0	MANIPULATED VALUE LOW LIMIT / Нижняя граница управляющего воздействия Управляющее воздействие всегда ограничивается верхней и нижней границами. Вход "Нижняя граница управляющего воздействия" задает нижнюю границу.
PV_FAC	REAL		1.0	PROCESS VARIABLE FACTOR/ Коэффициент переменной процесса Вход "Коэффициент переменной процесса" умножается на значение переменной процесса. Вход служит для настройки диапазона переменной процесса.
PV_OFF	REAL		0.0	PROCESS VARIABLE OFFSET/ Смещение переменной процесса Вход "Смещение переменной процесса" складывается с фактическим значением. Вход служит для настройки диапазона переменной процесса.
LMN_FAC	REAL		1.0	MANIPULATED VALUE FACTOR Коэффициент управляющего воздействия Вход "Коэффициент управляющего воздействия" умножается на управляющее воздействие. Вход служит для настройки диапазона управляющих воздействий.
LMN_OFF	REAL		0.0	MANIPULATED VALUE OFFSET/ Смещение управляющего воздействия Вход "Смещение управляющего воздействия" складывается с управляющим воздействием. Вход служит для настройки диапазона управляющих воздействий.
I_ITLVAL	REAL	От -100.0 до +100.0 (%) или физическая величина ²⁾	0.0	INITIALIZATION VALUE OF THE INTEGRAL ACTION / Инициализирующее значение интегрирующего воздействия Выход интегратора может быть установлен на входе I_ITL_ON. Инициализирующее значение прикладывается к входу "Инициализирующее значение интегрирующего воздействия".
DISV	REAL	От -100.0 до +100.0 (%) или физическая величина ²⁾	0.0	DISTURBANCE VARIABLE / Возмущающее воздействие Возмущающее воздействие подключается к входу "Возмущающее воздействие" для упреждающего регулирования.

1) Параметры в цепях уставки и переменной процесса с одинаковой единицей измерения

2) Параметры в цепи управляющей переменной с одинаковой единицей измерения

Выходные параметры

Следующая таблица содержит описание выходных параметров SFB41 / FB41 "CONT_C".

Параметр	Тип данных	Диапазон значений	Значение по умолчанию	Описание
LMN	REAL		0.0	MANIPULATED VALUE/ Управляющее воздействие На выходе "Управляющее воздействие" выводится эффективное управляющее воздействие в формате с плавающей точкой.
LMN_PER	WORD		W#16#0000	MANIPULATED VALUE PERIPHERAL / Управляющее воздействие в формате периферии К регулятору на этом выходе подключается управляющее воздействие в формате периферии.
QLMN_HLM	BOOL		FALSE	HIGH LIMIT OF MANIPULATED VALUE REACHED /Достигнута верхняя граница управляющего воздействия Управляющее воздействие всегда ограничено сверху и снизу. Выход "Достигнута верхняя граница управляющего воздействия" указывает на переход через верхнюю границу.
QLMN_LLM	BOOL		FALSE	LOW LIMIT OF MANIPULATED VALUE REACHED/ Достигнута нижняя граница управляющего воздействия Управляющее воздействие всегда ограничено сверху и снизу. Выход "Достигнута нижняя граница управляющего воздействия" указывает на переход через нижнюю границу.
LMN_P	REAL		0.0	PROPORTIONAL COMPONENT / Пропорциональная составляющая Выход "Пропорциональная составляющая" содержит пропорциональную составляющую управляющего воздействия.
LMN_I	REAL		0.0	INTEGRAL COMPONENT / Интегральная составляющая Выход "Интегральная составляющая" содержит интегральную составляющую управляющего воздействия.
LMN_D	REAL		0.0	DERIVATIVE COMPONENT/ Дифференциальная составляющая Выход "Дифференциальная составляющая" содержит дифференциальную составляющую управляющего воздействия.
PV	REAL		0.0	PROCESS VARIABLE / Значение переменной процесса На выходе "Значение переменной процесса" выводится эффективное значение переменной процесса.
ER	REAL		0.0	ERROR SIGNAL / Сигнал ошибки На выходе "Сигнал ошибки" выводится эффективное значение сигнала ошибки.

27.2 Пошаговое регулирование с помощью SFB42 / FB42 "CONT_S"

Введение

SFB42 / FB42 "CONT_S" используется в программируемых логических контроллерах SIMATIC S7 для управления техническими процессами с помощью дискретных выходных сигналов управляющего воздействия для интегрирующих исполнительных звеньев. При назначении параметров Вы можете активировать или деактивировать частные функции ступенчатого ПИ-регулятора, чтобы настроить его на процесс. Вы можете легко выполнить назначения, используя утилиту для назначения параметров (из меню: **Start** [Пуск] > **Simatic** > **Step7** > **Assign PID Control parameters** [Назначение параметров ПИД-регулирования]). Интерактивное электронное справочное руководство можно найти в меню: **Start** [Пуск] > **Simatic** > **Step7** > **Assign PID Control English** [Назначение параметров ПИД-регулирования]).

Применение

Этот регулятор можно использовать как ПИ-регулятор с постоянными уставками или во вторичных контурах регулирования в многоконтурных системах регулирования в качестве каскадного регулятора, регулятора состава смеси или регулятора соотношения, но не в качестве следящего регулятора. Принцип работы регулятора основан на ПИ-алгоритме управления дискретного регулятора, дополненном функциями для генерирования двоичного выходного сигнала из аналогового управляющего сигнала.

Следующее касается запуска с FB V1.5 или V1.1.0 для CPU 314 IFM:

При $T_I = T\#0ms$ интегральный компонент регулятора может быть выключен, что позволяет использовать блок в качестве пропорционального регулятора.

Так как регулятор работает безо всякого сигнала позиционной обратной связи, рассчитанная управляющая переменная не будет точно соответствовать реальной позиции элемента управления процессом. Настройка выполняется, если управляющая переменная ($ER * GAIN$) становится отрицательной. Регулятор устанавливает выходной сигнал QLMNDN (нижнее значение управляющей переменной) пока не будет достигнут LMNR_LS (нижний предел сигнала позиционной обратной связи).

Такой регулятор может быть также использован как вторичный в каскадном регуляторе. Вход уставки SP_INT используется для назначения позиции для управляющего элемента процесса. В этом случае значение переменной процесса на входе и параметр TI ("время интегрирования") должен быть установлен в состояние 0.

Пример применения: регулирование температуры посредством регулирования нагрева с широтно-импульсным управлением и регулирования охлаждения с помощью вентиля. Для данного случая для полного закрывания вентиля управляющая переменная ($GAIN * ER$) должна иметь отрицательное значение.

Примечание

Вычисление значений в блоках управления будет корректным только в случае, когда эти блоки будут вызываться с регулярным интервалом времени. Поэтому Вы должны вызывать блоки управления в ОВ-блоках обработки циклического прерывания (ОВ 30 ... ОВ 38). Задайте время цикла в параметре CYCLE.

Описание

Наряду с функциями в цепи переменной процесса, SFB реализует готовый ПИ–регулятор с двоичным выходом управляющего воздействия и возможностью влияния на управляющее воздействие вручную. Ступенчатый регулятор действует без сигнала позиционной обратной связи. Ниже Вы найдете описание частных функций:

Цепь уставки

Значение уставки вводится на входе **SP_INT** в формате с плавающей точкой.

Цепь переменной процесса

Значение переменной процесса может вводиться в формате периферии или в формате с плавающей точкой. Функция **CRP_IN** преобразует периферийное значение **PV_PER** в формат с плавающей точкой в диапазоне от -100 до +100 % в соответствии со следующей формулой:

$$\text{Выход CPR_IN} = \text{PV_PER} * \frac{100}{27648}$$

Функция **PV_NORM** нормирует выход **CRP_IN** в соответствии со следующей формулой:

$$\text{Выход PV_NORM} = (\text{выход CPR_IN}) * \text{PV_FAC} + \text{PV_OFF}$$

PV_FAC по умолчанию равно 1, а **PV_OFF** по умолчанию равно 0.

Сигнал ошибки

Разность между значением уставки и значением переменной процесса называется сигналом ошибки. Для подавления малых незатухающих колебаний из-за квантованности регулирующего воздействия (например, из-за ограниченной разрешающей способности управляющего воздействия регулирующего клапана) к сигнал ошибки обрабатывается амплитудным фильтром с зоной нечувствительности (**DEADBAND**). Если **DEADB_W** = 0, то амплитудный фильтр выключен.

ПИ-алгоритм для пошагового управления

SFB работает без сигнала позиционной обратной связи. И-воздействие ПИ-алгоритма и расчетный сигнал позиционной обратной связи определяются в одном интеграторе (INT) и сравниваются с остающимся П-воздействием в качестве значения обратной связи. Разностный сигнал поступает в каскад трехпозиционного регулирования (THREE_ST) и генератор импульсов (PULSEOUT), который вырабатывает импульсы для исполнительного устройства. Частота переключения регулятора может быть уменьшена настройкой порога в каскаде трехпозиционного регулирования.

Возмущающее воздействие

Возмущающее воздействие может быть подано на вход DISV.

Инициализация

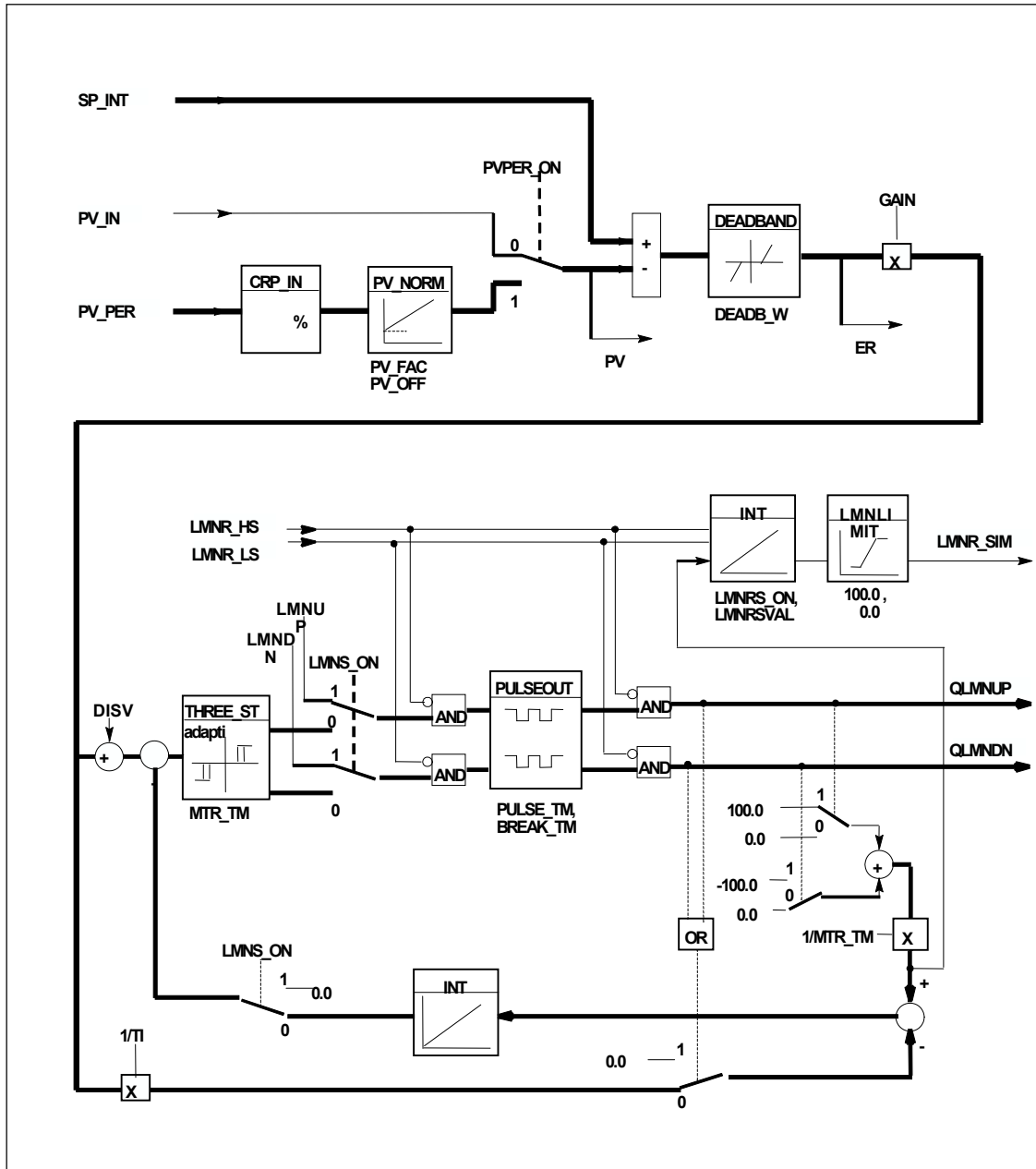
SFB42 / FB42 "CONT_S" имеет подпрограмму инициализации, которая прогоняется, когда установлен входной параметр COM_RST = TRUE.

Все остальные выходы устанавливаются на их значения по умолчанию.

Информация об ошибках

Параметр вывода ошибок RET_VAL не используется.

Блок-схема регулятора пошагового управления



Входные параметры

Следующая таблица содержит описание входных параметров SFB42 "CONT_S".

Параметр	Тип данных	Диапазон значений	Значение по умолчанию	Описание
COM_RST	BOOL		FALSE	COMPLETE RESTART/ Полный рестарт Блок имеет подпрограмму инициализации, которая обрабатывается, когда установлен вход "COM_RST".
LMNR_HS	BOOL		FALSE	HIGH LIMIT OF POSITION FEEDBACK SIGNAL/ Верхняя граница сигнала позиционной обратной связи Сигнал "Исполнительное устройство у упора верхней границы" подключен к входу "Верхняя граница сигнала позиционной обратной связи". LMNR_HS=TRUE означает, что исполнительное устройство находится у упора верхней границы.
LMNR_LS	BOOL		FALSE	LOW LIMIT OF POSITION FEEDBACK SIGNAL/ Нижняя граница сигнала позиционной обратной связи Сигнал "Исполнительное устройство у упора нижней границы" подключен к входу "Нижняя граница сигнала позиционной обратной связи". LMNR_LS=TRUE означает, что исполнительное устройство находится у упора нижней границы.
LMNS_ON	BOOL		TRUE	MANUAL ACTUATING SIGNALS ON /Включение сигналов ручного воздействия Обработка управляющего сигнала включена на ручной режим на входе "Включение сигналов ручного воздействия".
LMNUP	BOOL		FALSE	ACTUATING SIGNALS UP / Увеличение управляющих сигналов В случае сигналов управляющего воздействия, вводимых вручную, выходной сигнал QLMNUP устанавливается на входе "Увеличение управляющих сигналов".
LMNDN	BOOL		FALSE	ACTUATING SIGNALS DOWN/ Уменьшение управляющих сигналов В случае сигналов управляющего воздействия, вводимых вручную, выходной сигнал QLMNDN устанавливается на входе "Уменьшение управляющих сигналов".
PVPER_ON	BOOL		FALSE	PROCESS VARIABLE PERIPHERAL ON/ Включение переменной процесса периферии Если значение переменной процесса считывается из периферии, то вход PV_PER должен быть соединен с периферией, а вход "Включение переменной процесса периферии" должен быть установлен.
CYCLE	TIME	>= 1мс	T#1s	SAMPLING TIME/ Время опроса Время между вызовами блока должно быть постоянным. Вход "Время опроса" задает время между вызовами блока.

Параметр	Тип данных	Диапазон значений	Значение по умолчанию	Описание
SP_INT	REAL	От -100.0 до +100.0 (%) или физическая величина ¹⁾	0.0	INTERNAL SETPOINT/ Внутреннее значение уставки Вход "Внутреннее значение уставки" служит для установления заданного значения.
PV_IN	REAL	От -100.0 до +100.0 (%) или физическая величина ¹⁾	0.0	PROCESS VARIABLE IN/ Ввод переменной процесса. На входе "Вход переменной процесса" может быть установлено значение инициализации или подключена внешняя переменная процесса в формате с плавающей точкой.
PV_PER	WORD		W#16#0000	PROCESS VARIABLE PERIPHERAL/ Переменная процесса от периферии Переменная процесса в формате периферии подключается к регулятору на входе "Переменная процесса от периферии".
GAIN	REAL		2.0	PROPORTIONAL GAIN/ Коэффициент пропорциональности Вход "Коэффициент пропорциональности" задает коэффициент усиления регулятора.
TI	TIME	>= CYCLE	T#20s	RESET TIME/ Время интегрирования Вход "Время интегрирования" определяет временную характеристику интегратора.
DEADB_W	REAL	0.0...100.0 (%) или физическая величина ¹⁾	1.0	DEAD BAND WIDTH/ Ширина зоны нечувствительности Зона нечувствительности соответствует ошибке. Вход "Ширина зоны нечувствительности" определяет размер зоны нечувствительности фильтра.
PV_FAC	REAL		1.0	PROCESS VARIABLE FACTOR / Коэффициент переменной процесса Вход "Коэффициент переменной процесса" умножается на значение переменной процесса. Вход служит для настройки диапазона переменной процесса.
PV_OFF	REAL		0.0	PROCESS VARIABLE OFFSET/ Смещение переменной процесса Вход "Смещение переменной процесса" складывается с фактическим значением. Вход служит для настройки диапазона переменной процесса.
PULSE_TM	TIME	>= CYCLE	T#3s	MINIMUM PULSE TIME /Минимальная длительность импульса Минимальная продолжительность импульса может быть установлена с помощью параметра "Минимальная длительность импульса".
BREAK_TM	TIME	>= CYCLE	T#3s	MINIMUM BREAK TIME / Минимальное время паузы Минимальная продолжительность паузы может быть установлена с помощью параметра "Минимальное время паузы".

Параметр	Тип данных	Диапазон значений	Значение по умолчанию	Описание
MTR_TM	TIME	>= CYCLE	T#30s	MOTOR ACTUATING TIME / Время прогона привода Время, требуемое исполнительному устройству для перемещения от упора до упора, вводится в параметре "Время прогона привода".
DISV	REAL	От -100.0 до +100.0 (%) или физическая величина ²⁾	0.0	DISTURBANCE VARIABLE/ Возмущающее воздействие Возмущающее воздействие подключается к входу "Возмущающее воздействие" для упреждающего регулирования.

1) Параметры в цепях уставки и переменной процесса с одинаковой единицей измерения

2) Параметры в цепи переменной управления с одинаковой единицей измерения

Выходные параметры

Следующая таблица содержит описание выходных параметров SFB 42 / FB 42 "CONT_S".

Параметр	Тип данных	Диапазон значений	Значение по умолчанию	Описание
QLMNUP	BOOL		FALSE	ACTUATING SIGNAL UP / Увеличение управляющего сигнала Если выход "Увеличение управляющего сигнала" установлен, то регулирующий клапан открыт.
QLMNDN	BOOL		FALSE	ACTUATING SIGNAL DOWN Уменьшение управляющего сигнала Если выход "Уменьшение управляющего сигнала" установлен, то регулирующий клапан закрыт.
PV	REAL		0.0	PROCESS VARIABLE / Переменная процесса На выходе "Переменная процесса" выводится эффективное значение переменной процесса.
ER	REAL		0.0	ERROR SIGNAL / Сигнал ошибки На выходе "Сигнал ошибки" выводится эффективное значение сигнала ошибки.

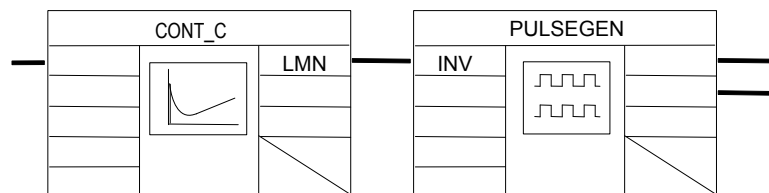
27.3 Формирование импульсов с помощью SFB43 / FB43 "PULSEGEN"

Введение

SFB43 / FB43 "PULSEGEN" служит для построения ПИД-регулятора с импульсным выходом для пропорциональных исполнительных звеньев

Применение

С помощью SFB "PULSEGEN" можно конфигурировать двух- или трехпозиционные ПИД-регуляторы с широтно-импульсной модуляцией. Эта функция обычно используется в соединении с непрерывным регулятором "CONT_C".



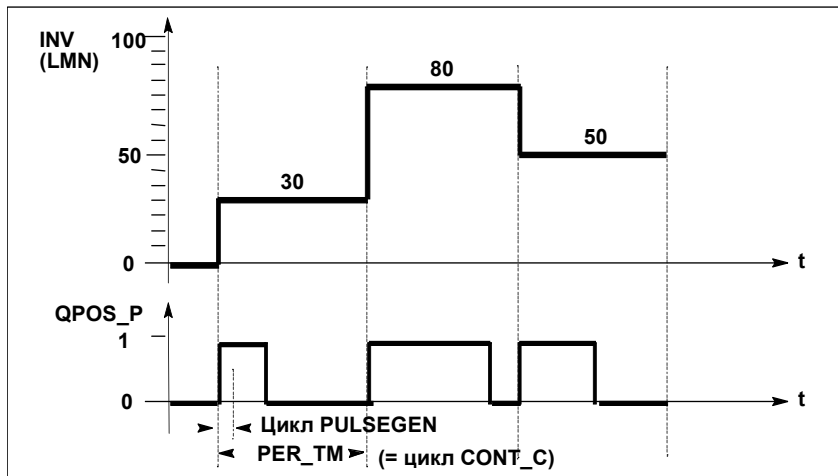
Примечание

Вычисление значений в блоках управления будет корректным только в случае, когда эти блоки будут вызываться с регулярным интервалом времени. Поэтому Вы должны вызывать блоки управления в OB-блоках обработки циклического прерывания (OB 30 ... OB 38). Задайте время цикла в параметре CYCLE.

Описание

Функция PULSEGEN преобразует входную переменную INV (= управляющее воздействие ПИД-регулятора) путем модуляции длительности импульса в последовательность импульсов с постоянным периодом следования, который соответствует времени цикла обновления входной переменной и должен быть назначен в PER_TM.

Длительность импульса на протяжении периода пропорциональна входной величине. Цикл, назначенный PER_TM, не идентичен циклу обработки SFB "PULSEGEN." Цикл PER_TM складывается из нескольких циклов обработки SFB "PULSEGEN," причем количество вызовов SFB "PULSEGEN" за цикл PER_TM представляет собой меру точности широтно-импульсной модуляции.

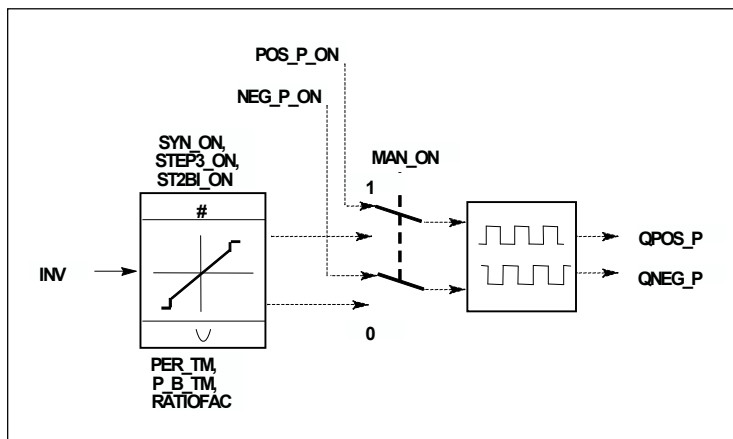


Широтно-импульсная модуляция

Входная величина 30% и 10 вызовов SFB / FB "PULSEGEN" на PER_TM означает следующее:

- "единицу" на выходе QPOS для первых трех вызовов SFB /FB "PULSEGEN" (30% от 10 вызовов)
- "нуль" на выходе QPOS для семи последующих вызовов SFB / FB "PULSEGEN" (70% от 10 вызовов)

Блок-схема



Точность управляющего воздействия

В этом примере за счет “соотношения опроса” 1:10 (отношение количества вызовов CONT_C к количеству вызовов PULSEGEN) точность управляющего воздействия ограничена 10%, то есть заданные входные значения INV могут быть имитированы длительностью импульсов на выходе QPOS только шагами в 10 %.

С увеличением количества вызовов SFB “PULSEGEN” на вызов CONT_C точность повышается.

Например, если PULSEGEN вызывается в 100 раз чаще, чем CONT_C, то достигается разрешение в 1% от диапазона управляющего воздействия.

Примечание

Частота вызовов должна программироваться пользователем.

Автоматическая синхронизация

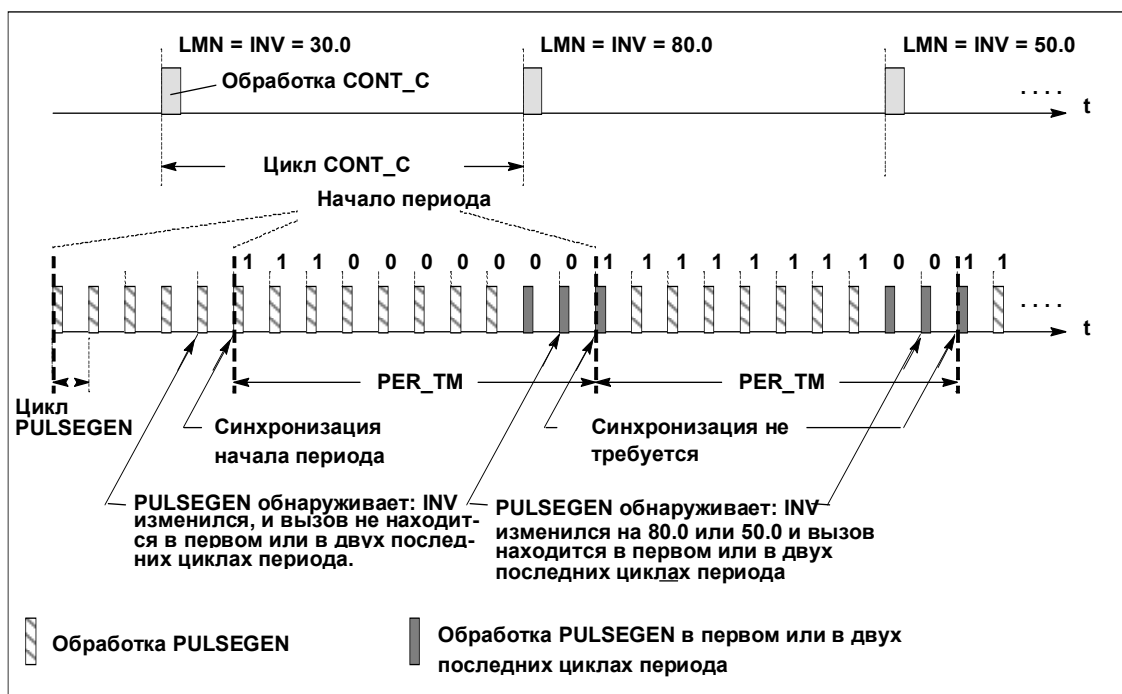
Существует возможность синхронизировать импульсный вывод с блоком, который обновляет входную переменную INV (например, CONT_C). Это обеспечивает максимально быстрый вывод изменения входной переменной в виде импульса.

Формирователь импульсов оценивает входную величину на интервалах времени длиной в период PER_TM и преобразует это значение в импульсный сигнал соответствующей длительности.

Однако, так как INV обычно рассчитывается в более медленном классе циклических прерываний, то формирователь импульсов должен начинать преобразование дискретного значения в импульсный сигнал как можно скорее после обновления INV.

Для этого блок может синхронизировать начало периода с помощью следующей процедуры:

Если INV меняется и вызов блока не находится в первом или в двух последних циклах вызова периода, то проводится синхронизация. Длительность импульса вычисляется вновь, и в следующем цикле вывод происходит с новым периодом.



Автоматическая синхронизация может быть заблокирована на входе "SYN_ON" (= FALSE).

Примечание

В начале нового периода старое значение INV (то есть LMN) имитируется импульсным сигналом после синхронизации более или менее точно.

Режимы работы

В зависимости от параметров, назначенных генератору импульсов, могут быть сконфигурированы ПИД-регуляторы с трехпозиционным выходом или с биполярным или униполярным двухпозиционным выходом. Следующая таблица иллюстрирует установку комбинаций выключателей для возможных режимов.

Режим	Ключ		
	MAN_ON	STEP3_ON	ST2BI_ON
Трехпозиционное регулирование	FALSE	TRUE	Любое
Двухпозиционное регулирование с биполярным диапазоном (от -100 % до +100 %)	FALSE	FALSE	TRUE
Двухпозиционное регулирование с униполярным диапазоном (0 % ...100 %)	FALSE	FALSE	FALSE
Ручной режим	TRUE	Любое	Любое

Трехпозиционное регулирование

В режиме “Трехпозиционное регулирование” управляющий сигнал может принимать три состояния. Значения двоичных выходных сигналов QPOS_P и QNEG_P ставятся в соответствие состояниям исполнительного устройства. В таблице показан пример регулирования температуры:

Выходные сигналы	Исполнительное устройство		
	Нагрев	Выключено	Охлаждение
QPOS_P	TRUE	FALSE	FALSE
QNEG_P	FALSE	FALSE	TRUE

Исходя из входной величины, по характеристической кривой рассчитывается длительность импульса. Форма этой характеристической кривой определяется минимальной длительностью импульса или минимальной длительностью паузы и коэффициентом соотношения.

Нормальное значение коэффициента соотношения равно 1.

Точки излома на кривых определяются минимальной длительностью импульса или паузы.

Минимальная длительность импульса или паузы

Правильно назначенная минимальная длительность импульса или паузы P_V_TM может предотвратить короткие времена включения или выключения, которые могут отрицательно влиять на срок службы переключательных звеньев и исполнительного оборудования.

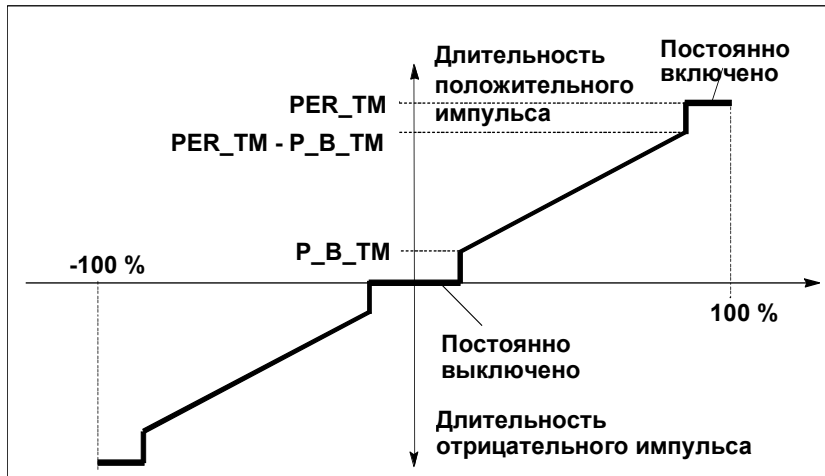
Примечание

Малые абсолютные значения входной величины LMN, которые создавали бы длительность импульса меньше, чем P_V_TM, подавляются. Большие входные значения, которые создавали бы длительность импульса больше, чем (PER_TM - P_V_TM), устанавливаются на 100 % или -100 %.

Длительность положительных или отрицательных импульсов рассчитывается из входной величины (в %), умноженной на длительность периода.

$$\text{Длительность импульса} = \frac{\text{INV}}{100} * \text{PER_TM}$$

На следующем рисунке показана симметричная характеристика трехпозиционного регулятора (коэффициент соотношения = 1).



Несимметричное трехпозиционное регулирование

С помощью коэффициента соотношения **RATIOFAC** можно изменять отношение длительности положительных импульсов к длительности отрицательных импульсов. Благодаря этому, например, в случае термического процесса можно учитывать разные постоянные времени объекта регулирования для нагревания и охлаждения.

Коэффициент соотношения влияет также на минимальную длительность импульса или паузы. Коэффициент соотношения < 1 означает, что пороговое значение для отрицательных импульсов умножается на этот коэффициент.

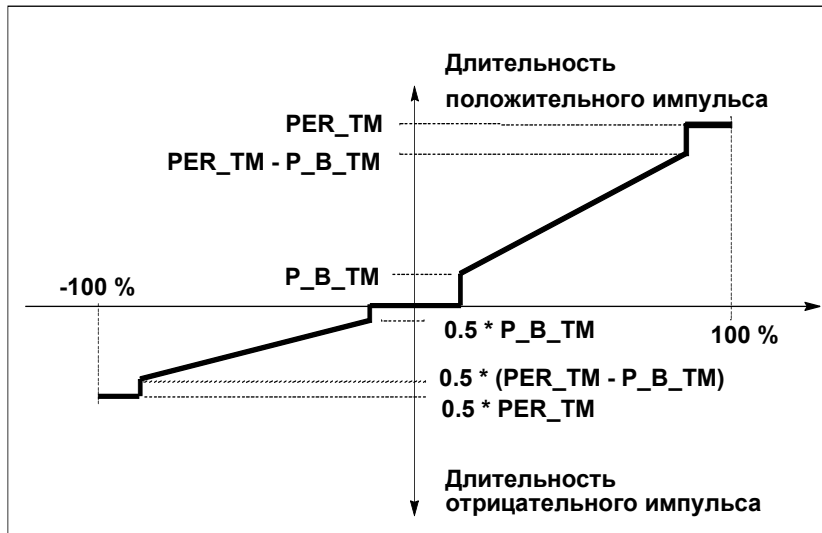
Коэффициент соотношения < 1

Длительность импульса на выходе отрицательных импульсов, рассчитанная из входной величины, умноженной на длительность периода, сокращается пропорционально коэффициенту соотношения (см. рисунок).

$$\text{Длительность положительного импульса} = \frac{\text{INV}}{100} * \text{PER_TM}$$

$$\text{Длительность отрицательного импульса} = \frac{\text{INV}}{100} * \text{PER_TM} * \text{RATIOFAC}$$

На следующем рисунке показана асимметричная характеристика трехступенчатого регулятора (коэффициент соотношения = 0.5):



Коэффициент соотношения > 1

Длительность импульса на выходе положительных импульсов, рассчитанная из входной величины, умноженной на длительность периода, изменяется обратно пропорционально коэффициенту соотношения.

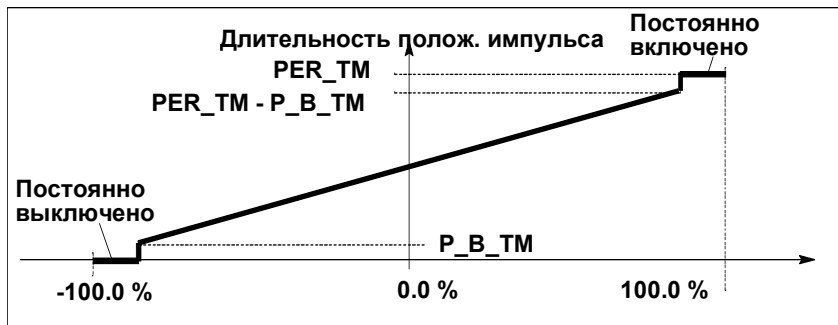
$$\text{Длительность отрицательного импульса} = \frac{\text{INV}}{100} * \text{PER_TM}$$

$$\text{Длительность положительного импульса} = \frac{\text{INV}}{100} * \frac{\text{PER_TM}}{\text{RATIOFAC}}$$

Двухпозиционное регулирование

При двухпозиционном регулировании к исполнительному устройству типа "включено-выключено" подключается только выход положительных импульсов QPOS_P блока PULSEGEN. При двухпозиционном регулировании с соответствующим исполнительным звеном типа "включено-выключено" связывается только положительный импульсный выход QPOS_P блока PULSEGEN. В зависимости от используемого диапазона управляющего воздействия двухпозиционный регулятор имеет биполярный или униполярный диапазон управляющего воздействия.

Двухпозиционное регулирование с биполярным диапазоном управляющего воздействия (от -100% до 100%)



Двухпозиционное регулирование с униполярным диапазоном управляющего воздействия (от 0% до 100%)



На QNEG_P имеется в распоряжении инвертированный выходной сигнал на тот случай, когда включение двухпозиционного регулятора в контуре регулирования требует логически инвертированного двоичного сигнала для управляющих импульсов.

Импульс	Исполнительное устройство	
	Включено	Выключено
QPOS_P	TRUE	FALSE
QNEG_P	FALSE	TRUE

Ручной режим при двух- или трехпозиционном регулировании

В ручном режиме (MAN_ON = TRUE) двоичные выходы трех- или двухпозиционного регулятора могут устанавливаться сигналами POS_P_ON и NEG_P_ON независимо от INV.

	POS_P_ON	NEG_P_ON	QPOS_P	QNEG_P
Трехпозиционное регулирование	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
	TRUE	FALSE	TRUE	FALSE
	FALSE	TRUE	FALSE	TRUE
	TRUE	TRUE	FALSE	FALSE
Двухпозиционное регулирование	FALSE	Any	FALSE	TRUE
	TRUE	Any	TRUE	FALSE

Инициализация

SFB42 / FB42 "PULSGEN" имеет подпрограмму инициализации, которая прогоняется, когда установлен входной параметр COM_RST = TRUE.

Все выходы сигналов устанавливаются в 0.

Информация об ошибках

Параметр вывода ошибок RET_VAL не используется.

Входные параметры

Параметр	Тип данных	Диапазон значений	Значение по умолчанию	Описание
INV	REAL	-100.0...100.0 (%)	0.0	INPUT VARIABLE/ Входная переменная К входному параметру "Входная переменная" подключается аналоговое управляющее воздействие
PER_TM	TIME	>=20*CYCLE	T#1s	PERIOD TIME / Длительность периода С помощью входного параметра "Длительность периода" вводится постоянный период широтно-импульсной модуляции. Это соответствует времени опроса регулятора. Соотношение между временем опроса генератора импульсов и временем опроса регулятора определяет точность широтно-импульсной модуляции.
P_B_TM	TIME	>= CYCLE	T#0ms	MINIMUM PULSE/BREAK TIME / Минимальная длительность импульса/паузы Минимальная длительность импульса или паузы, которая может быть назначена во входных параметрах "Минимальная длительность импульса или паузы"
RATIOFAC	REAL	0.1 ...10.0	1.0	RATIO FACTOR / Коэффициент соотношения Входной параметр "Коэффициент соотношения" может быть использован для изменения отношения длительности отрицательного импульса к положительному. В термическом процессе это позволило бы, например, компенсировать разность постоянных времени нагрева и охлаждения (например, в процессе с электрическим нагревом и водяным охлаждением).
STEP3_ON	BOOL		TRUE	THREE STEP CONTROL ON / Включение трехпозиционного регулирования Входной параметр "Включение трехпозиционного регулирования" активирует этот режим. При трехпозиционном регулировании активны оба выходных сигнала.

Параметр	Тип данных	Диапазон значений	Значение по умолчанию	Описание
ST2BI_ON	BOOL		FALSE	TWO STEP CONTROL FOR BIPOLAR MANIPULATED VALUE RANGE ON / Включение двухпозиционного регулирования для биполярного управляющего воздействия С помощью входного параметра "Включение двухпозиционного регулирования для биполярного управляющего воздействия" Вы можете выбирать между режимами "Двухпозиционное регулирование для биполярного управляющего воздействия" и "Двухпозиционное регулирование для униполярного управляющего воздействия". Должен быть установлен параметр STEP3_ON = FALSE.
MAN_ON	BOOL		FALSE	MANUAL MODE ON / Включение ручного режима При установке входного параметра "Включение ручного режима" выходные сигналы могут устанавливаться вручную.
POS_P_ON	BOOL		FALSE	POSITIVE PULSE ON / Включение положительного импульса В ручном режиме при трехпозиционном регулировании выходной сигнал QPOS_P может быть установлен через входной параметр "Включение положительного импульса". В ручном режиме при двухпозиционном регулировании, QNEG_P всегда устанавливается инверсно по отношению к QPOS_P.
NEG_P_ON	BOOL		FALSE	NEGATIVE PULSE ON / Включение отрицательного импульса В ручном режиме при трехпозиционном регулировании выходной сигнал QNEG_P может быть установлен через входной параметр "Включение отрицательного импульса". В ручном режиме при двухпозиционном регулировании, QNEG_P всегда устанавливается инверсно по отношению к QPOS_P.

Параметр	Тип данных	Диапазон значений	Значение по умолчанию	Описание
SYN_ON	BOOL		TRUE	SYNCHRONIZATION ON / Включение синхронизации При установке входного параметра "Включение синхронизации" имеется возможность автоматической синхронизации с блоком, обновляющим входную переменную INV. Это гарантирует максимально быстрый вывод изменения входной переменной в виде импульса.
COM_RST	BOOL		FALSE	COMPLETE RESTART / Полный рестарт Блок имеет подпрограмму инициализации, которая обрабатывается, когда установлен вход COM_RST.
CYCLE	TIME	>= 1мс	T#10ms	SAMPLING TIME / Длительность цикла опроса Время между вызовами блока должно быть постоянным. Вход "Длительность цикла опроса" определяет интервал между вызовами блока .

Примечание

Значения входных параметров в блоке не ограничиваются; проверка параметров не происходит.

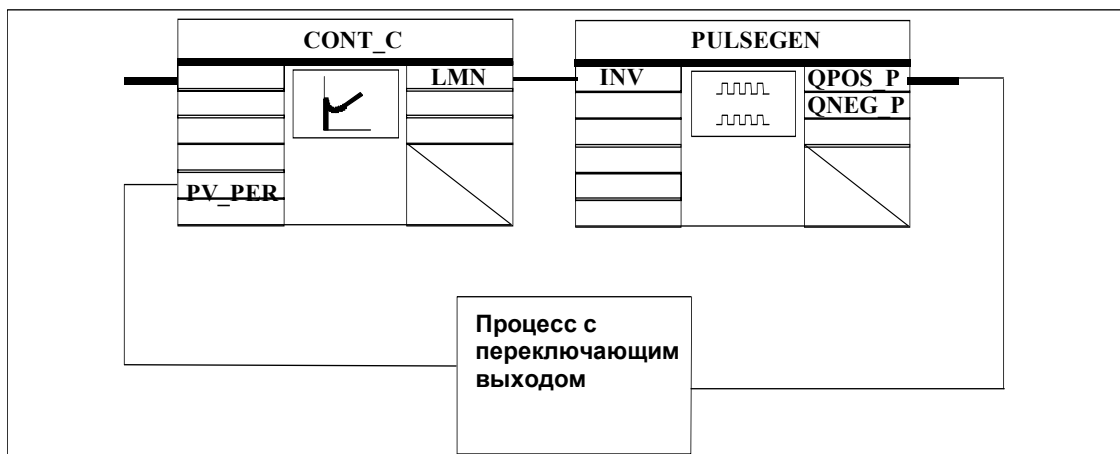
Выходные параметры

Параметр	Тип данных	Значения	Значения по умолчанию	Описание
QPOS_P	BOOL		FALSE	OUTPUT POSITIVE PULSE / Выходной сигнал - положительный импульс Выходной параметр "Выходной сигнал - положительный импульс" устанавливается, когда должен выводиться импульс. При трехпозиционном регулировании это всегда положительный импульс. При двухпозиционном регулировании QNEG_P всегда устанавливается инверсно по отношению к QPOS_P.
QNEG_P	BOOL		FALSE	OUTPUT NEGATIVE PULSE / Выходной сигнал - отрицательный импульс Выходной параметр "Выходной сигнал - отрицательный импульс" устанавливается, когда должен выводиться импульс. При трехпозиционном регулировании это всегда отрицательный импульс. При двухпозиционном регулировании QNEG_P всегда устанавливается инверсно по отношению к QPOS_P.

27.4 Пример блока PULSEGEN

Контур регулирования

С помощью регулятора непрерывного действия CONT_C и импульсного генератора PULSEGEN Вы можете реализовать регулятор с фиксированной уставкой и переключающим выходом для пропорциональных исполнительных устройств. Следующий рисунок показывает поток сигналов в контуре регулирования.

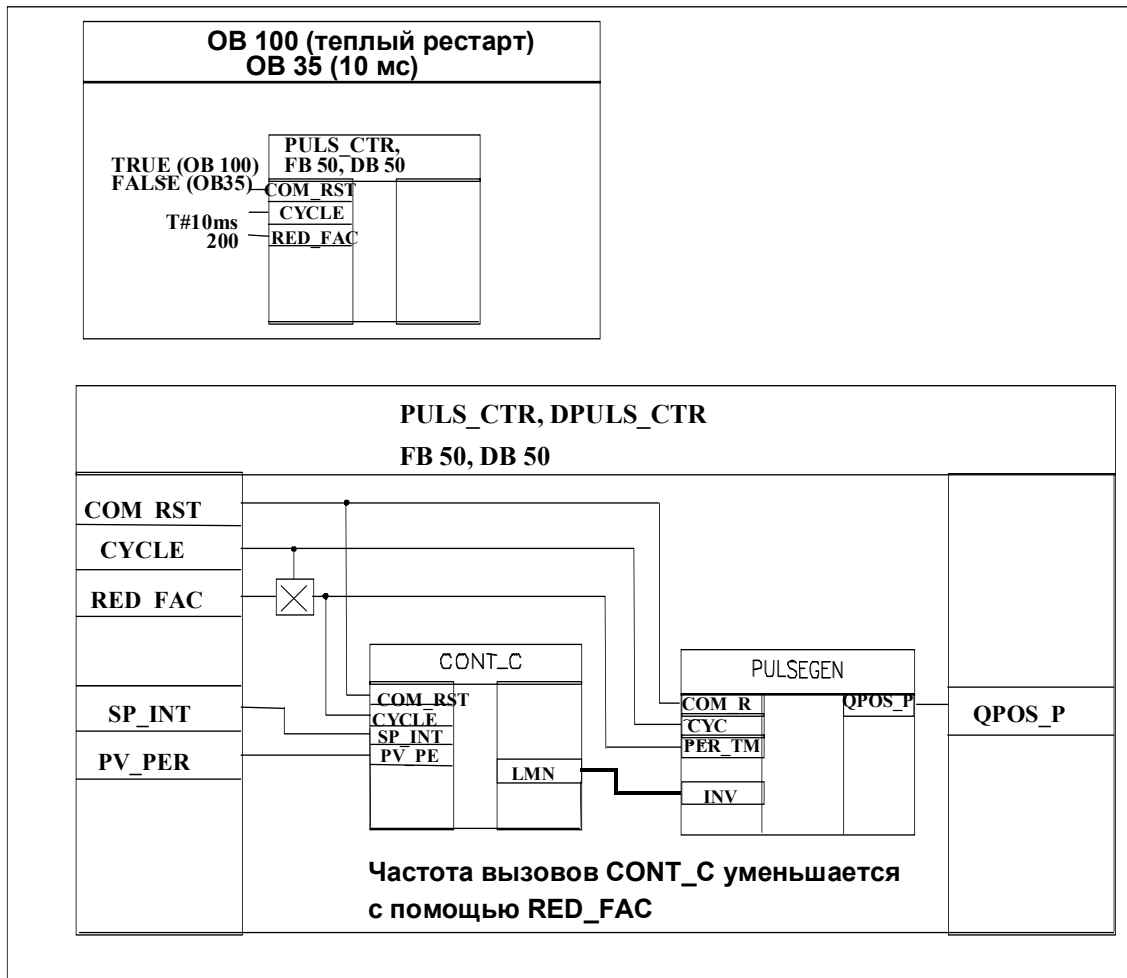


Регулятор непрерывного действия CONT_C формирует управляющее воздействие LMN, которое преобразуется импульсным генератором PULSEGEN в импульсно-прерывистый сигнал QPOS_P или QNEG_P.

Вызов блока и его подключение

Регулятор с фиксированной уставкой и переключающим выходом для пропорциональных исполнительных устройств PULS_CTR состоит из блоков CONT_C и PULSEGEN. Вызов блока осуществляется так, чтобы CONT_C вызывался каждые 2 секунды ($=\text{CYCLE} \cdot \text{RED_FAC}$), а PULSEGEN каждые 10 мс ($=\text{CYCLE}$). Время цикла OB35 устанавливается равным 10 мс. Взаимосвязь можно видеть на следующем рисунке.

Во время теплого рестарта в OB100 вызывается блок PULS_CTR, и вход COM_RST устанавливается в TRUE.



Программа на STL для FB PULS_CTRL

Адрес	Описание	Имя	Тип	Комментарий
0.0	in	SP_INT	REAL	Уставка
4.0	in	PV_PER	WORD	Периферийное значение переменной процесса
6.0	in	RED_FAC	INT	Коэффициент уменьшения частоты вызовов
8.0	in	COM_RST	BOOL	Полный рестарт
10.0	in	CYCLE	TIME	Время опроса
14.0	out	QPOS_P	BOOL	Управляющий сигнал
16.0	stat	DI_CONT_C	FB-CONT_C	Счетчик
142.0	stat	DI_PULSEGEN	FB-PULSEGEN	Счетчик
176.0	stat	sCount	INT	Счетчик
0.0	temp	tCycCtr	TIME	Время опроса регулятора

STL	Описание
A #COM_RST	// Подпрограмма инициализации
JCN M001	
L 0	
T #sCount	//Вычисление цикла опроса регулятора
M001: L #CYCLE	
L #RED_FAC	
*D	
T #tCycCtr	// Уменьшение значения счетчика и сравнение с нулем
L #sCount	
L 1	
-I	
T #sCount	
L 0	//Условный вызов блока и установка счетчика
<=I	
JCN M002	
CALL #DI_CONT_C	
COM_RST :=#COM_RST	
CYCLE :=#tCycCtr	
SP_INT :=#SP_INT	
PV_PER :=#PV_PER	
L #RED_FAC	
T #sCount	
M002: L #DI_CONT_C.LMN	
T #DI_PULSEGEN.INV	
CALL #DI_PULSEGEN	
PER_TM :=#tCycCtr	
COM_RST :=#COM_RST	
CYCLE :=#CYCLE	
QPOS_P :=#QPOS_P	
BE	