

1. Описание библиотек

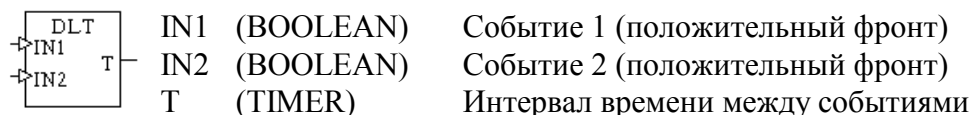
1.1 Библиотека FreqTime

1.1.1 Измеритель интервала времени

Библиотека FREQTIME

Элемент DLT

Внешний вид и назначение выводов



Алгоритм работы

Элемент предназначен для измерения интервала времени между двумя событиями. Значение переменной на выходе T равно интервалу времени между положительными фронтами сигналов на входах IN1 и IN2.

FBD программа

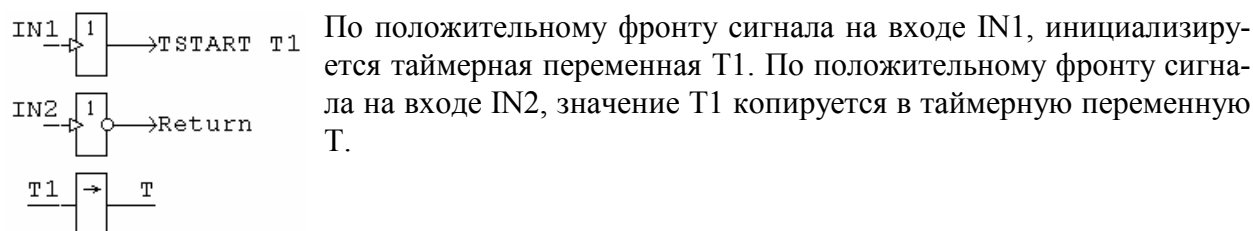
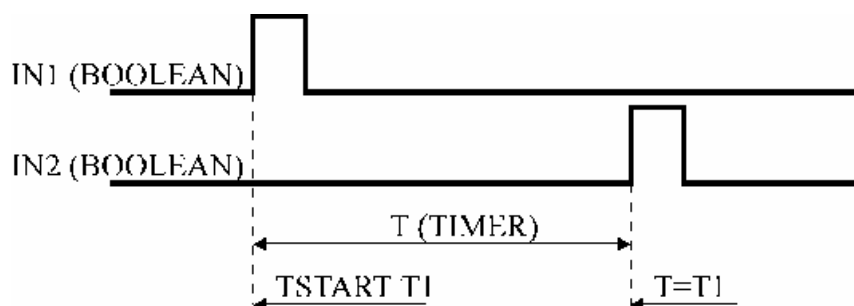


Диаграмма работы

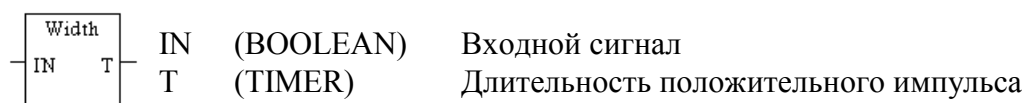


1.1.2 Измеритель длительности положительного импульса

Библиотека FREQTIME

Элемент WIDTH

Внешний вид и назначение выводов

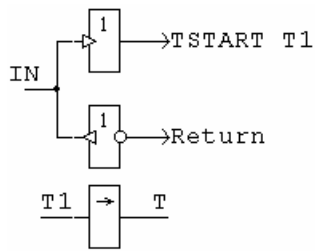


Описание алгоритма работы

Элемент предназначен для измерения длительности положительного импульса.

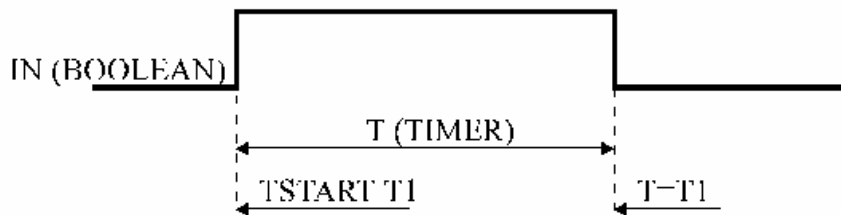
Значение переменной на выходе Т равно длительности положительного импульса сигнала на входе IN.

FBD программа



По положительному фронту сигнала на входе IN, инициализируется таймерная переменная T1. По отрицательному фронту сигнала на входе IN, значение T1 копируется в таймерную переменную T.

Диаграмма работы

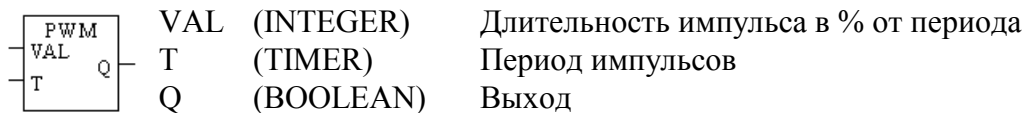


1.1.3 Широтно-импульсный модулятор

Библиотека FREQTIME

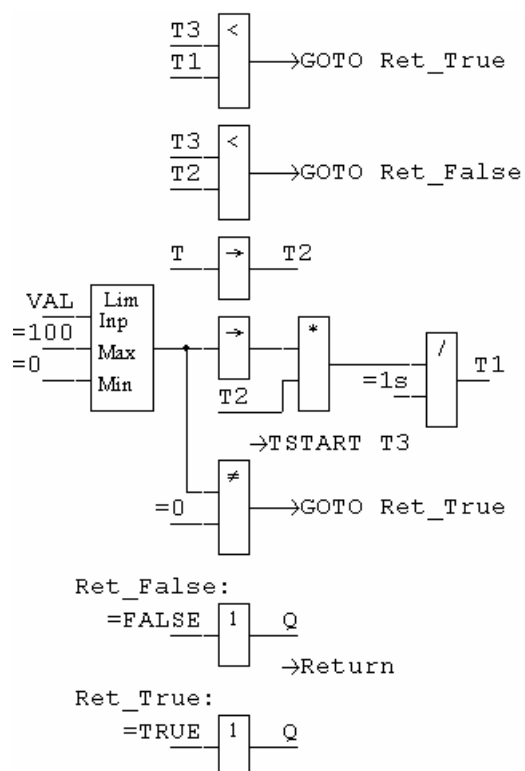
Элемент PWM

Внешний вид и назначение выводов



Алгоритм работы

Элемент предназначен для управления исполнительными механизмами постоянной скорости в системах регулирования. Значение таймерной переменной Т определяет период следования импульсов сигнала регулирования на выходе Q. Переменная VAL может принимать значения от 0 до 100 и определяет длительность импульсов на выходе Q в процентах от значения переменной Т. Новые значения Т и VAL устанавливаются только по окончании предыдущего цикла.

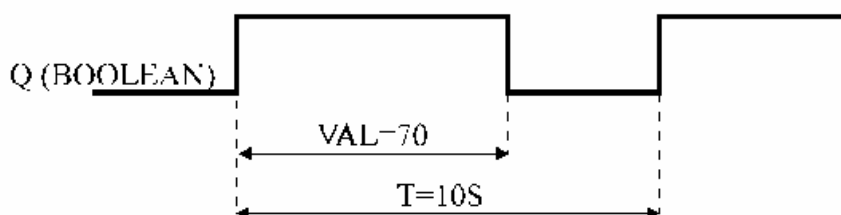
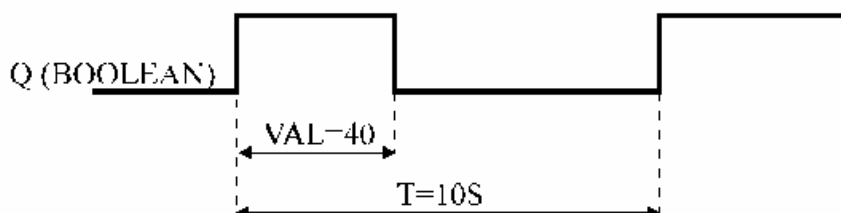
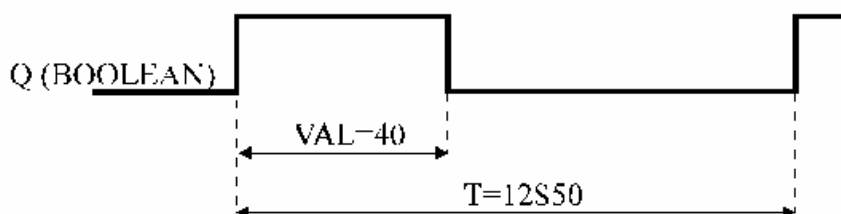
**FBD программа**

В начале цикла вычисляются таймерные переменный T1, T2 и запускается T3. Значение переменной T1 определяет сколько времени на выходе удерживается значение TRUE. Переменной T2 присваивается значение периода следования импульсов. Значение T1 вычисляется по следующей формуле:

$$T1 = VAL * T2 / 100$$

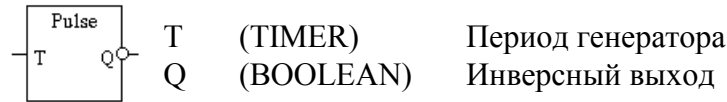
В программе вместо делителя 100 используется 1S. (1S = 100 сантисек).

Пока T3 меньше T1, на выходе будет значение TRUE. Если T3 больше T1 и меньше T2, на выходе значение FALSE. По истечению цикла, т.е. T3 равно T2, вычисляются новые значения T1 и T2 в зависимости от значений T и Val.

Диаграммы работы**Пример 1****Пример 2****Пример 3****1.1.4 Генератор одиночного импульса**

Библиотека FREQTIME

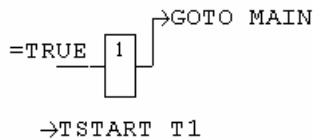
Элемент PULSE

Внешний вид и назначение выводов**Алгоритм работы**

Генератор формирует на выходе Q одиночный импульс значением FALSE с периодом T и длительностью в один цикл контроллера.

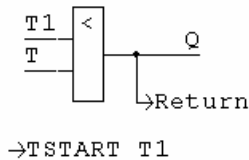
FBD программа

INIT:

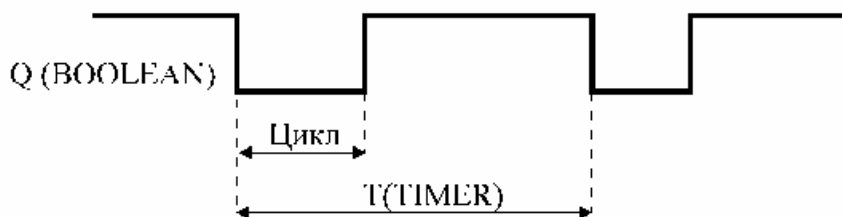
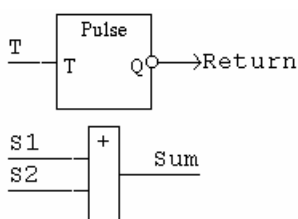


Секция INIT выполняется один раз при первом проходе программы и инициализирует таймерную переменную T1.

MAIN:



Как только значение переменной T1 станет равно заданному значению периода T, значение переменной Q будет FALSE длительностью на один цикл контроллера.

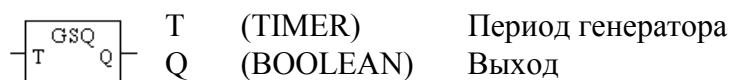
Диаграмма работы**Пример использования блока**

Блок **Pulse** может применяться в случаях, когда нужно, чтобы программа исполнялась через определенные промежутки времени. Для этого блок располагают в теле программы первым, а выход Q соединяют с оператором RETURN. Переменные S1 и S2 будут суммироваться один раз за время определенное значением переменной T.

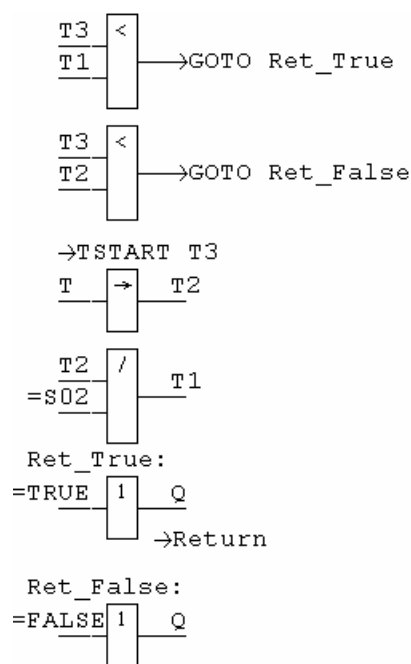
1.1.5 Генератор меандра

Библиотека FREQTIME

Элемент GSQ

Внешний вид и назначение выводов**Алгоритм работы**

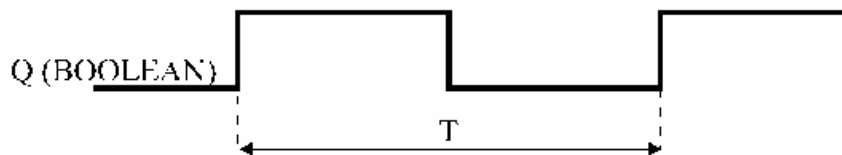
На выходе генератора Q формируется меандр с периодом T.

FBD программа

В начале цикла вычисляются таймерные переменные T1, T2 и запускается T3. Значение переменной T1 определяет сколько времени на выходе удерживается значение TRUE. Переменной T2 присваивается значение периода следования импульсов. Пока T3 меньше T1, на выходе будет значение TRUE. Если T3 больше T1 и меньше T2, на выходе значение FALSE. По истечению цикла, т.е. T3 равно T2, вычисляются новые значения T1 и T2 в зависимости от значения T.

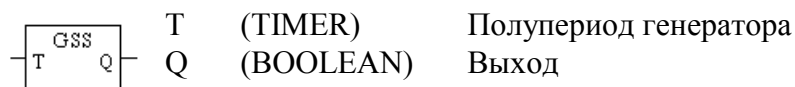
$T1 = T/2$ для значения T кратного 10mS.

$T1 = T/2 - 10\text{mS}$ для T не кратного 10mS.

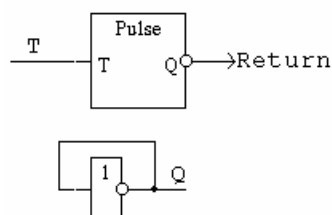
Диаграмма работы**1.1.6 Простой генератор меандра**

Библиотека FREQTIME

Элемент GSQ

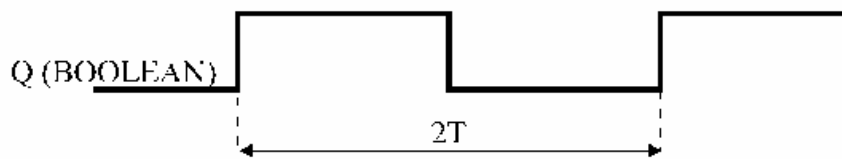
Внешний вид и назначение выводов**Алгоритм работы**

На выходе генератора Q формируется меандр с периодом 2T.

FBD программа

Выход Q блока Pulse, по истечению времени определяемого значением переменной T, примет значение FALSE и генератор, на элементе NOT, изменит свое состояния на противоположное.

Диаграмма работы

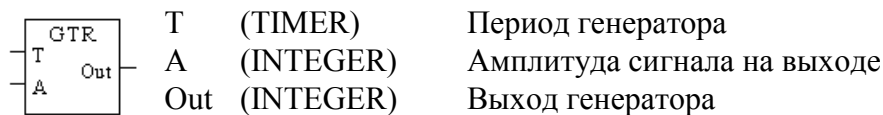


1.1.7 Генератор линейно-изменяющегося сигнала

Библиотека FREQTIME

Элемент GTR

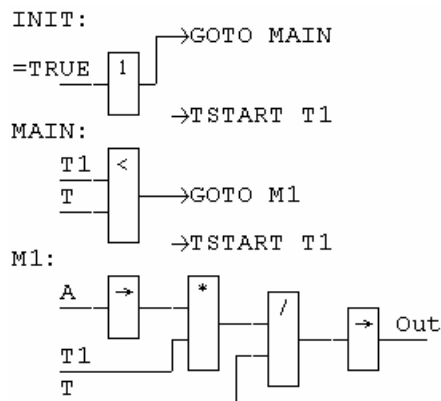
Внешний вид и назначение выводов



Алгоритм работы

На выходе генератора Out формируется линейно-изменяющегося сигнал с периодом T и максимальной амплитудой (A-1).

FBD программа



Секция INIT выполняется один раз при первом проходе программы и инициализирует таймерную переменную T1.

В течение периода, время которого определяет значение переменной T, амплитуда сигнала на выходе Out вычисляется по следующей формуле:

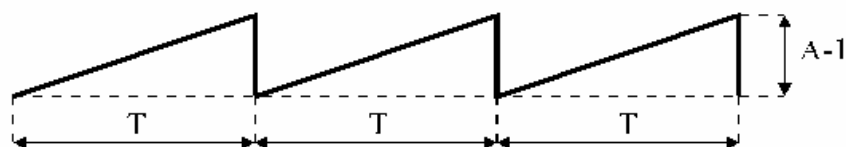
$$\text{Out} = A * T1 / T$$

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

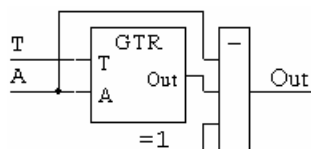
Значение переменной T не должно быть равно 0.

Значение переменной A не должно быть меньше 2.

Диаграмма работы



Пример использования блока



Для того, чтобы получить нисходящую “пилу”, нужно из переменной A вычесть значение переменной на выходе блока GTR и сделать поправку на -1.

1.1.8 Измеритель частоты контроллера

Библиотека FREQTIME

Элемент CPS

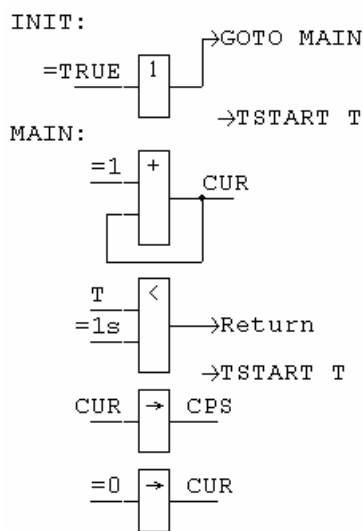
Внешний вид и назначение выводов



Алгоритм работы

На выходе CPS формируется переменная со значением равным количеству циклов контроллера в секунду.

FBD программа

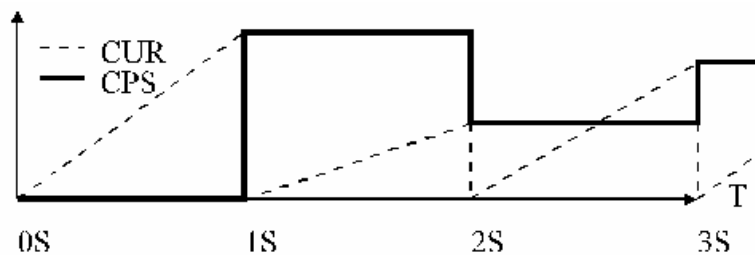


Секция INIT выполняется один раз при первом проходе программы и инициализирует таймерную переменную T1.

На элементе ADD собран счетчик циклов. В каждом цикле переменная CUR увеличивается на 1.

Как только значение переменной T станет равно 1S, переменная CUR копируется в CPS. Таймер T инициализируется, в CUR заносится 0 и отсчет количества циклов начинается заново.

Диаграмма работы

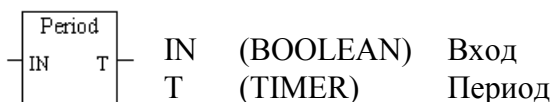


1.1.9 Измеритель периода импульсов

Библиотека FREQTIME

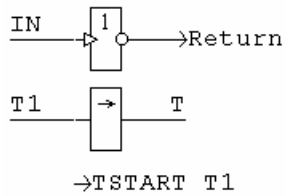
Элемент PERIOD

Внешний вид и назначение выводов

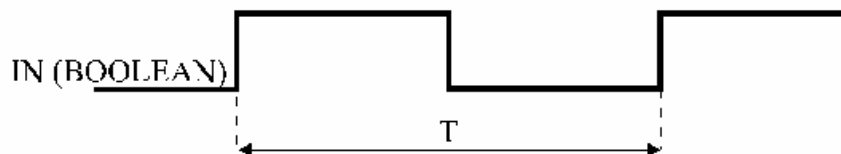


Алгоритм работы

Элемент измеряет длительность периода импульсов на входе IN. Минимальное значение длительности периода равно S01 (0.01 сек).

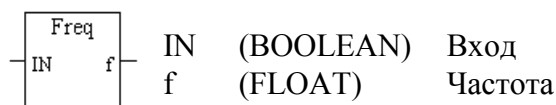
FBD программа

По положительному фронту сигнала на входе IN, значение переменной T1 копируется в переменную T. После этого T1 инициализируется и измерение длительности периода начинается заново.

Диаграмма работы**1.1.10 Измеритель частоты импульсов**

Библиотека FREQTIME

Элемент FREQ

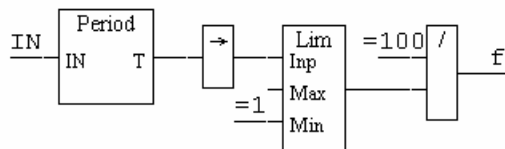
Внешний вид и назначение выводов**Алгоритм работы**

Измеряет длительность периода и переводит в частоту по формуле:

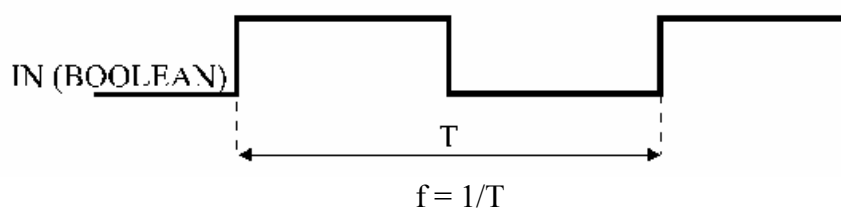
$$f = 100 / T, \text{ где}$$

f частота импульсов в герцах.

T период импульсов в сантисекундах (0.01 сек).

FBD программа

Перед операцией DIV, значение делителя ограничено по минимуму 1.

Диаграмма работы

1.1.11 НЧ фильтр первого порядка

Библиотека FREQTIME

Элемент LPF

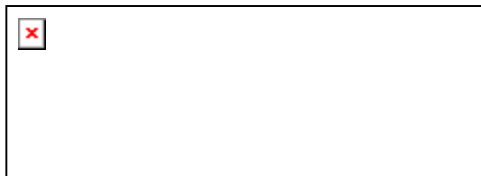
Внешний вид и назначение выводов

Inp	(FLOAT)	Входное значение
K	(FLOAT)	Коэффициент фильтра
Out	(FLOAT)	Выходное значение

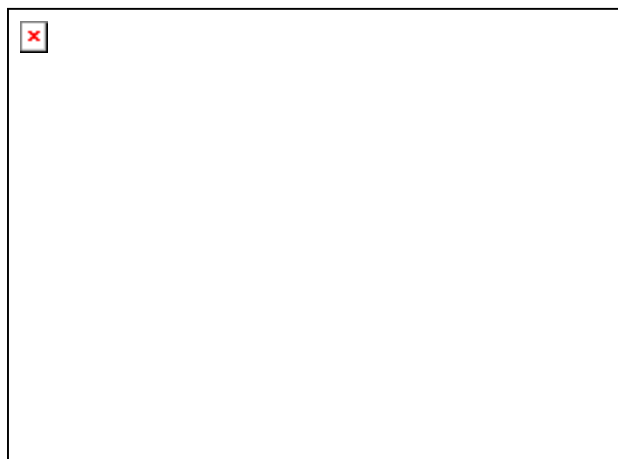
Алгоритм работы

Фильтр нижних частот без изменения передает низкие частоты, а на высоких обеспечивает затухание и запаздывание по фазе. Коэффициент усиления на высоких частотах (при $f \gg f_g$) обратно пропорционален частоте. При $f = f_g$ коэффициент усиления равен 0.707. (f_g - граничная частота фильтра)

Значение переменной Out асимптотически стремится к значению переменной Inp. Значение коэффициента K определяет время нарастания (спада) сигнала на выходе Out. Чем меньше K, тем медленнее нарастает (спадает) выходной сигнал. Коэффициент K должен быть в пределах: $0 < K < 1$. Частота среза фильтра равна: $f(\text{Hz}) = 100 \cdot K$. Для устойчивой работы фильтра не следует выбирать коэффициент близкий к 1.

FBD программа

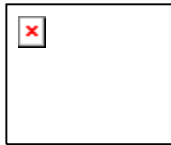
На вход интегратора подается промасштабированная разность между входным и выходным значениями. Работа блока **Integral** приведена в описании библиотеки **Regulation**.

Диаграмма работы**1.1.12 НЧ фильтр первого порядка (1)**

Библиотека FREQTIME

Элемент LPF1

Внешний вид и назначение выводов



Inp	(FLOAT)	Входное значение
T	(TIMER)	Постоянная времени фильтра
Out	(FLOAT)	Выходное значение

Алгоритм работы

Алгоритм работы блока LPF1 аналогичен блоку LPF. Постоянная времени T определяет время в течение которого значение переменной Out достигнет значения, отличающегося от значения Inp, на 1/e часть величины скачка значения переменной Inp. ($e = 2.7182818285$; $1/e = 0.36787944117$; $1-1/e = 0.63212055883$)

FBD программа



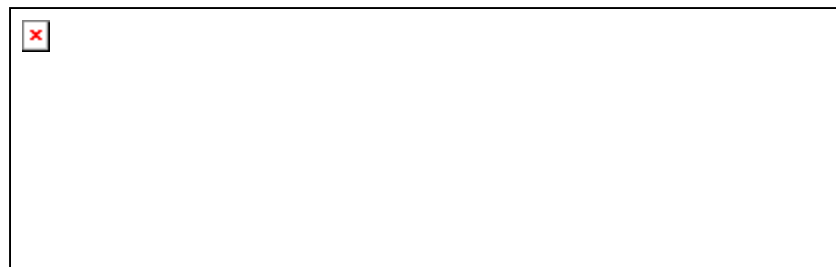
При инициализации блока значение переменной Inp копируется в Out. Локальная таймерная переменная T1 измеряет промежуток времени между отсчетами.

Расчет выходного значения ведется при T1 больше или равном S01. Выходной сигнал Out вычисляется по формуле:

$$\text{Out} = \text{Out} + (\text{Inp} - \text{Out})/N,$$

где $N = T/T1 + 1$

Диаграмма работы

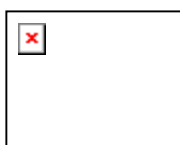


1.1.13 ВЧ фильтр первого порядка

Библиотека FREQTIME

Элемент HPF

Внешний вид и назначение выводов



Inp	(FLOAT)	Входное значение
T	(TIMER)	Постоянная времени фильтра
Out	(FLOAT)	Выходное значение

Алгоритм работы

Фильтр верхних частот без изменения передает высокие частоты, а на низких обеспечивает затухание и опережение по фазе. Коэффициент усиления на низких частотах (при $f \ll f_g$) обратно пропорционален частоте. При $f = f_g$ коэффициент усиления равен 0.707. (f_g - граничная частота фильтра)

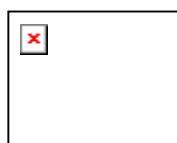
При скачкообразном изменении значения переменной Inp, переменная Out изменяет свое значение на величину скачка, а затем по экспоненте убывает до нуля. Значение коэффициента K определяет время нарастания (спада) сигнала на выходе Out. Чем меньше K, тем медленнее нарастает (спадает) выходной сигнал. Коэффициент K должен быть в пределах: $0 < K < 1$. Частота среза фильтра равна: $f(\text{Hz}) = 100 \cdot K$. Для устойчивой работы фильтра не следует выбирать коэффициент близкий к 1.

FBD программа**Диаграмма работы**

Следует обратить внимание на то, что значение переменной Out принимает отрицательные значения, хотя переменная Inp имеет положительные значения.

1.1.14 ВЧ фильтр первого порядка (1)

Библиотека FREQTIME
Элемент HPF1

Внешний вид и назначение выводов

Inp	(FLOAT)	Входное значение
T	(TIMER)	Постоянная времени фильтра
Out	(FLOAT)	Выходное значение

Алгоритм работы

Алгоритм работы блока HPF1 аналогичен блоку HPF. Фильтр верхних частот без изменения передает высокие частоты, а на низких обеспечивает затухание и опережение по

фазе. Коэффициент усиления на низких частотах (при $f \ll f_g$) обратно пропорционален частоте. При $f = f_g$ коэффициент усиления равен 0.707. (f_g - граничная частота фильтра)

При скачкообразном изменении значения переменной Inp, переменная Out изменяет свое значение на величину скачка, а затем по экспоненте убывает до нуля. Постоянная времени T определяет время в течение которого значение переменной Out достигнет значения, отличающегося от значения Inp, на $1/e$ часть величины скачка значения переменной Inp. ($e = 2.7182818285$; $1/e = 0.36787944117$; $1 - 1/e = 0.63212055883$)

FBD программа



При инициализации блока значение переменной Inp копируется в Out. Локальная таймерная переменная T1 измеряет промежуток времени между отсчетами.

Расчет выходного значения ведется при T1 больше или равном S01. Выходной сигнал Out вычисляется по формуле:

$$\begin{aligned} \text{Out} &= \text{Inp} - \text{Lpf}, \\ \text{Lpf} &= \text{Lpf} + (\text{Inp} - \text{Lpf})/N, \\ \text{где} \quad N &= T/T1 + 1 \end{aligned}$$

Диаграмма работы



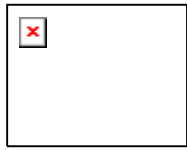
Следует обратить внимание на то, что значение переменной Out принимает отрицательные значения, хотя переменная Inp имеет положительные значения.

1.1.15 Полосовой фильтр первого порядка

Библиотека FREQTIME

Элемент BPF1

Внешний вид и назначение выводов



Inp	(FLOAT)	Входное значение
T	(TIMER)	Постоянная времени фильтра
Out	(FLOAT)	Выходное значение

Алгоритм работы

Полосовой фильтр на низких/высоких частотах обеспечивает затухание и запаздывание/опережение по фазе. Максимальная амплитуда и минимальный фазовый сдвиг выходного сигнала будет на резонансной частоте: $f_r = 1 / (2\pi fT)$

FBD программа

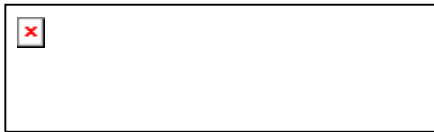


Диаграмма работы

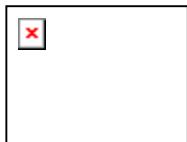


1.1.16 Генератор синусоидального сигнала (ω)

Библиотека FREQTIME

Элемент GsinW

Внешний вид и назначение выводов



W	(FLOAT)	Круговая частота сигнала на выходе
F00	(FLOAT)	Выход генератора
F90	(FLOAT)	Выход генератора со сдвигом на 90°

Алгоритм работы

Генератор синусоидального сигнала имеет два выхода F00 и F90. На втором выходе сигнал сдвинут по фазе вперед на 90°. Амплитуда сигнала на выходе изменяется от -1.0 до 1.0. Частота генератора задается циклической частотой.

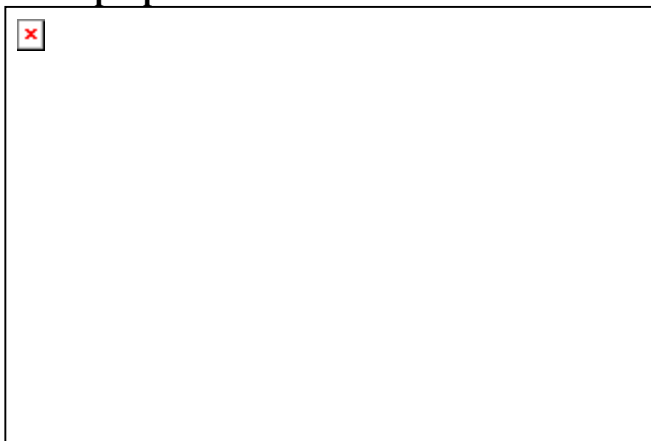
$$\omega = 2\pi f * 0.01, \text{ где:}$$

0.01 дискретность времени в системе (0.01 сек)

π константа 3.1415962

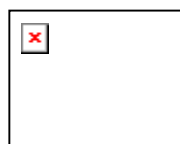
f требуемая частота в герцах

На частотах с периодом менее 0S50, из-за ошибок квантования, период сигнала возрастает. Поэтому генератор работает точно только на низких частотах.

FBD программа**1.1.17 Генератор синусоидального сигнала (T)**

Библиотека FREQTIME

Элемент GsinT

Внешний вид и назначение выводов

T	(FLOAT)	Период сигнала на выходе
F00	(FLOAT)	Выход генератора
F90	(FLOAT)	Выход генератора со сдвигом на 90°

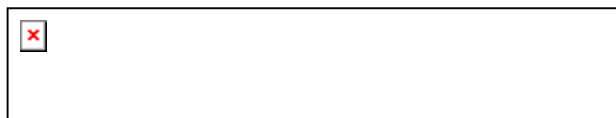
Алгоритм работы

Генератор синусоидального сигнала имеет два выхода F00 и F90. На втором выходе сигнал сдвинут по фазе вперед на 90°. Амплитуда сигнала на выходе изменяется от -1.0 до 1.0. Частота генератора задается таймерной переменной, которая определяет период сигнала на выходе.

На частотах с периодом менее 0S50, из-за ошибок квантования, период сигнала возрастает. Поэтому генератор работает точно только на низких частотах.

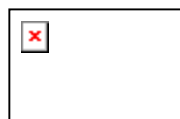
FBD программа

Период, заданный переменной T, преобразуется в циклическую частоту и подается на вход блока GsinW.

**1.1.18 Временные характеристики цикла (1)**

Библиотека FREQTIME

Элемент Cycle1

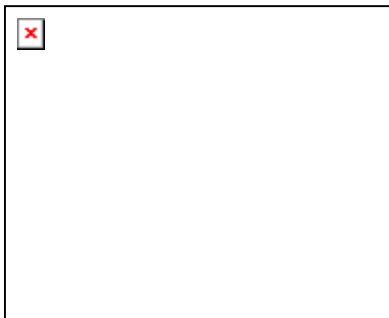
Внешний вид и назначение выводов

T	(TIMER)	заданное значение длительности цикла
Alarm	(FLOAT)	признак превышения заданной длительности

Алгоритм работы

Значение переменной ALARM будет равно TRUE в том случае, если длительность текущего цикла превысит значение, которое определяется переменной Т. Выход ALARM является триггерным, т.е. в состояние FALSE он должен быть сброшен принудительно.

FBD программа



В секции INIT запускается локальная таймерная переменная T1.

В каждом последующем цикле ее значение сравнивается с величиной заданной переменной Т. Если значение T1 превышает Т, то устанавливается признак превышения заданного времени цикла (Alarm=True). Переменная Alarm является триггерной, т.е. ее значение останется равным TRUE, даже если значение переменной Т снова станет меньше T1. В состоянии

False она должна быть сброшена принудительно.



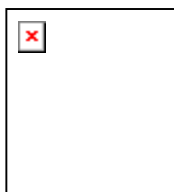
Длительность второго цикла превысила заданное значение Т и переменная Alarm приняла значение True. Длительность цикла считается с точностью до 1ссек (1ссек=0S01=0.01сек).

1.1.19 Временные характеристики цикла (2)

Библиотека FREQTIME

Элемент Cycle2

Внешний вид и назначение выводов

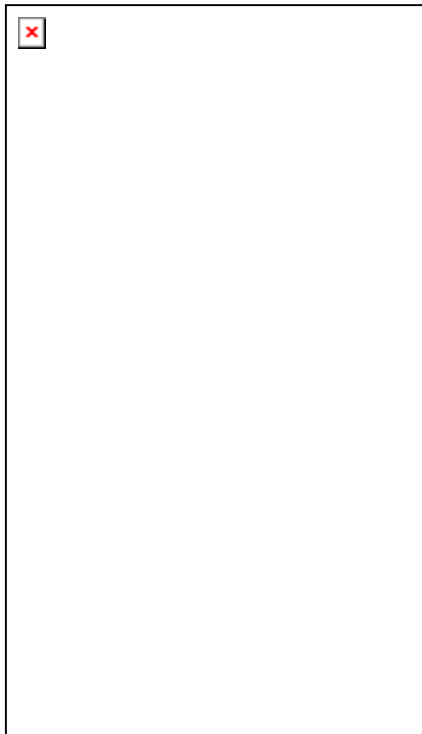


Tcyc	(TIMER)	длительность текущего цикла
Tmax	(TIMER)	длительность максимального цикла
Tmin	(TIMER)	длительность минимального цикла

Алгоритм работы

Вычисляется длительность цикла, а также минимальное и максимальные значения длительности циклов за все время работы программы.

FBD программа



В секции INIT запускается локальная таймерная переменная T1. Переменной Tmin присваивается максимальное, а переменной Tmax - минимальное возможные значения.

В каждом последующем цикле значение переменной T1, которое равно длительности цикла, копируется в переменную Tсус. Затем переменная Tсус сравнивается с переменными Tmax и Tmin.

Если значение Tсус превышает Tmax, то оно копируется в переменную Tmax.

Если значение Tсус меньше Tmin, то оно копируется в переменную Tmin.

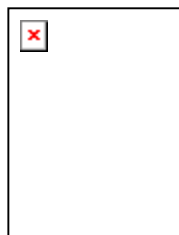
Все длительности считаются с точностью до 1ссек (1ссек=0S01=0.01сек).

1.1.20 Временные характеристики цикла (3)

Библиотека FREQTIME

Элемент Cycle3

Внешний вид и назначение выводов



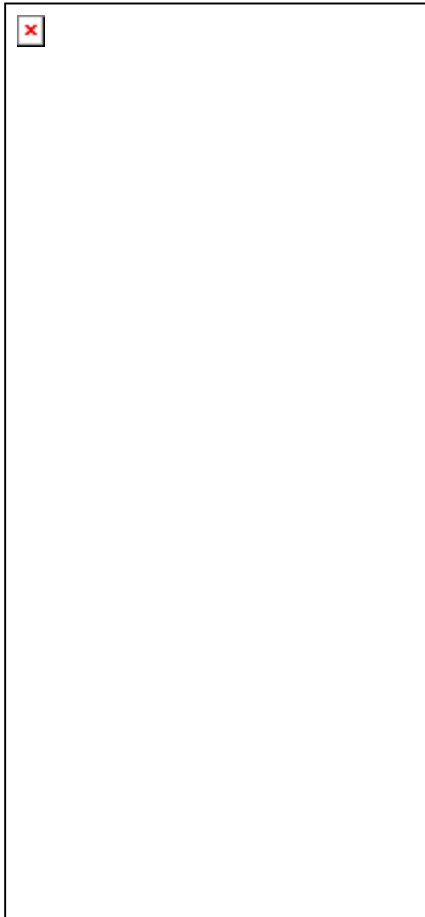
T	(TIMER)	заданная длительность цикла
Tсус	(TIMER)	длительность текущего цикла
Tmax	(TIMER)	длительность максимального цикла
Tmin	(TIMER)	длительность минимального цикла
Alarm	(BOOLEAN)	признак превышения цикла

Алгоритм работы

Значение переменной ALARM будет равно TRUE в том случае, если длительность текущего цикла превысит значение, которое определяется переменной T. Выход ALARM является триггерным, т.е. в состоянии FALSE он должен быть сброшен принудительно.

Вычисляется длительность цикла, а также минимальное и максимальное значения длительности циклов за все время работы программы.

FBD программа



В секции INIT запускается локальная таймерная переменная T1. Переменной Tmin присваивается максимальное, а переменной Tmax - минимальное возможные значения.

В каждом последующем цикле значение переменной T1, которое равно длительности цикла, копируется в переменную Tсус. Затем переменная Tсус сравнивается с переменными Tmax и Tmin.

Если значение Tсус превышает Tmax, то оно копируется в переменную Tmax.

Если значение Tсус меньше Tmin, то оно копируется в переменную Tmin.

Если значение Tсус превышает T, то устанавливается признак превышения заданного времени цикла (Alarm=True). Переменная Alarm является триггерной, т.е. ее значение останется равным TRUE, даже если значение переменной T снова станет меньше Tсус. В состояние False переменная Alarm должна быть сброшена принудительно.

1.2 Библиотека Boolean

1.2.1 Детектор фронта

Библиотека **BOOLEAN**

Элемент **Front**

Внешний вид и назначение выводов

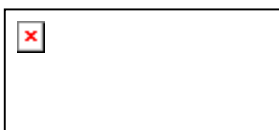


IN	(BOOLEAN)	Входной сигнал
Q	(BOOLEAN)	Выход детектора

Алгоритм работы

Элемент предназначен для обнаружения перепада сигнала. Выход детектора фронта Q принимает значение TRUE на один цикл контроллера всякий раз, когда переменная IN изменяет свое состояние на противоположное.

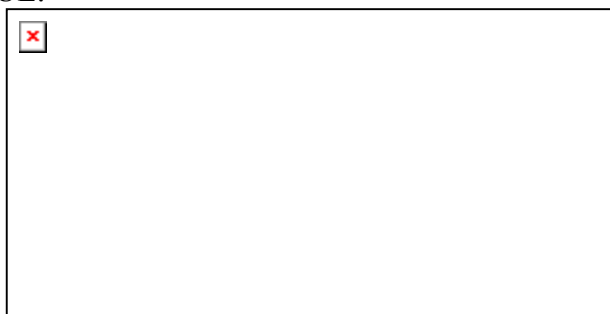
FBD программа



Диаграммы работы



Если переменная на входе IN изменяет свое значение каждый цикл контроллера, то на выходе Q будет значение TRUE.



1.2.2 Формирователь сигнала “установить”

Библиотека **BOOLEAN**

Элемент **SET**

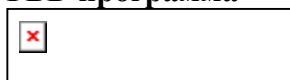
Внешний вид и назначение выводов



Алгоритм работы

Переменной на выходе Variable присваивается значение TRUE.

FBD программа



1.2.3 Формирователь сигнала “сбросить”

Библиотека **BOOLEAN**

Элемент **RESET**

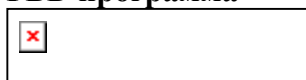
Внешний вид и назначение выводов



Алгоритм работы

Переменной на выходе Variable присваивается значение FALSE.

FBD программа



1.2.4 D-триггер со стробом записи

Библиотека **BOOLEAN**

Элемент **TRIG1**

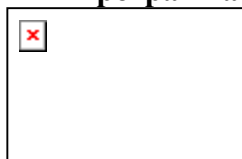
Внешний вид и назначение выводов



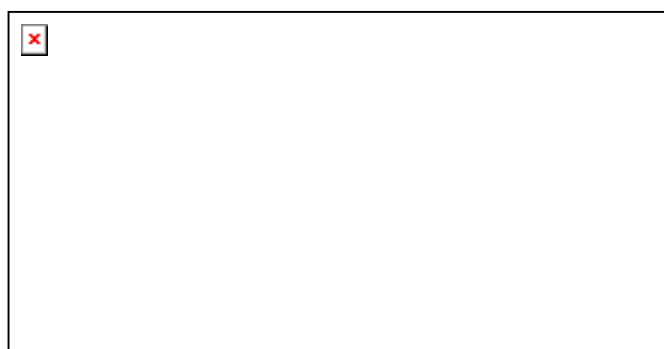
Алгоритм работы

По перепаду сигнала на входе C из состояния FALSE в TRUE, значение переменной D копируется на выход Q.

FBD программа



Диаграммы работы

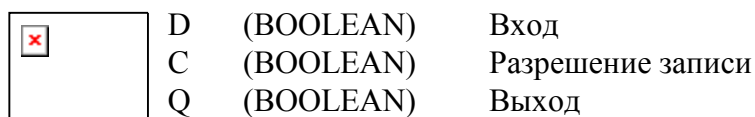


1.2.5 D-триггер защелка

Библиотека **BOOLEAN**

Элемент **TRIG2**

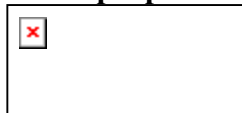
Внешний вид и назначение выводов



Алгоритм работы

По перепаду сигнала на входе C из состояния FALSE в TRUE, значение переменной D защелкивается на выходе Q.

FBD программа



Диаграммы работы

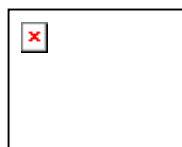


1.2.6 RS-триггер

Библиотека BOOLEAN

Элемент TRIG4

Внешний вид и назначение выводов



S	(BOOLEAN)	Вход установки
R	(BOOLEAN)	Вход сброса
Q	(BOOLEAN)	Выход

Алгоритм работы

Если на входе S переменная равна TRUE, выходу Q присваивается значение TRUE. Если на входе R переменная равна TRUE, выходу Q присваивается значение FALSE. Вход R имеет приоритет.

FBD программа

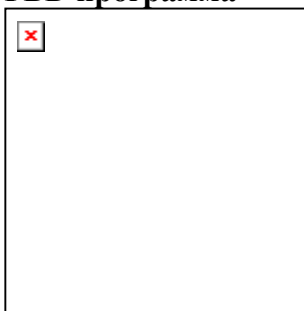


Таблица истинности


R	S	Q
FALSE	FALSE	FALSE
FALSE	TRUE	TRUE
TRUE	FALSE	FALSE
TRUE	TRUE	FALSE

1.2.7 RS-триггер со входом записи

Библиотека BOOLEAN

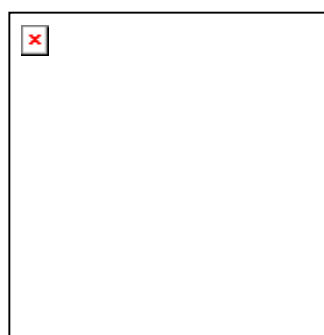
Элемент TRIG3

Внешний вид и назначение выводов

	S	(BOOLEAN)	Вход установки
	D	(BOOLEAN)	Вход данных
	C	(BOOLEAN)	Строб записи
	R	(BOOLEAN)	Вход сброса
	Q	(BOOLEAN)	Выход

Алгоритм работы

По перепаду сигнала на входе C из состояния FALSE в TRUE, значение переменной D копируется на выход Q. Если на входе S переменная равна FALSE, выходу Q присваивается значение TRUE. Если на входе R переменная равна FALSE, выходу Q присваивается значение FALSE.

FBD программа

Если на входе C был перепад сигнала из FALSE в TRUE, выходу Q присваивается значение переменной D.

Если на входе S переменная равна FALSE, выходу Q присваивается значение TRUE.

Если на входе R переменная равна FALSE, выходу Q присваивается значение FALSE.

Следует обратить внимание на то, что состояние выходов трех блоков присваивается на одну переменную Q. Поэтому высший приоритет имеет блок RESET, так как он выполняется последним, а низший - TR1.

Диаграммы работы**1.2.8 Регистр 8-бит со стробом записи**

Библиотека BOOLEAN
Элемент REG1

Внешний вид и назначение выводов

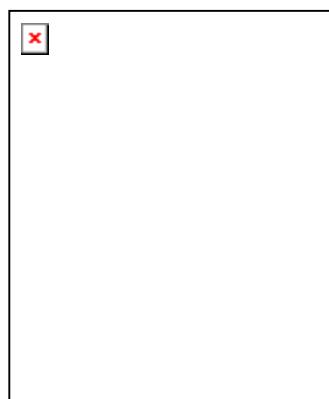


D[0:7]	(BOOLEAN)	Входы [0:7]
C	(BOOLEAN)	Строб записи данных
Q[0:7]	(BOOLEAN)	Выходы [0:7]

Алгоритм работы

По перепаду сигнала на входе C из FALSE в TRUE, значения переменных со входов D[0:7] копируются на выходы Q[0:7] соответственно.

FBD программа



Диаграммы работы для D0



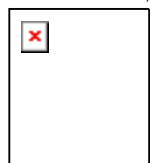
1.3 Библиотека Regulation

1.3.1 Линейный ограничитель скорости нарастания сигнала

Библиотека REGULATION

Элемент LinLIM

Внешний вид и назначение выводов

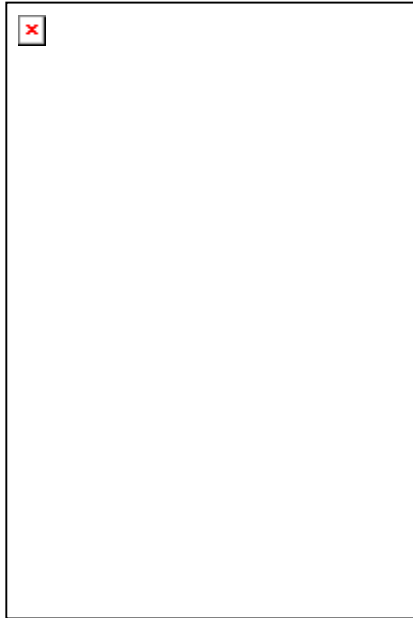


Inp	(AUTO)	входной сигнал
Out	(AUTO)	выходной сигнал
Dlt	(AUTO)	шаг приращения выходного сигнала
T	(TIMER)	время одного шага приращения

Алгоритм работы

Элемент предназначен для фильтрации сигналов. Значение переменной **Out** стремится к значению переменной **Inp**, но за время **T** не может измениться больше, чем на величину **Dlt**. Выводы, имеющие тип AUTO, могут иметь типы INTEGER, FLOAT или TIMER, но должны быть одного типа и явно объявлены снаружи библиотечного блока.

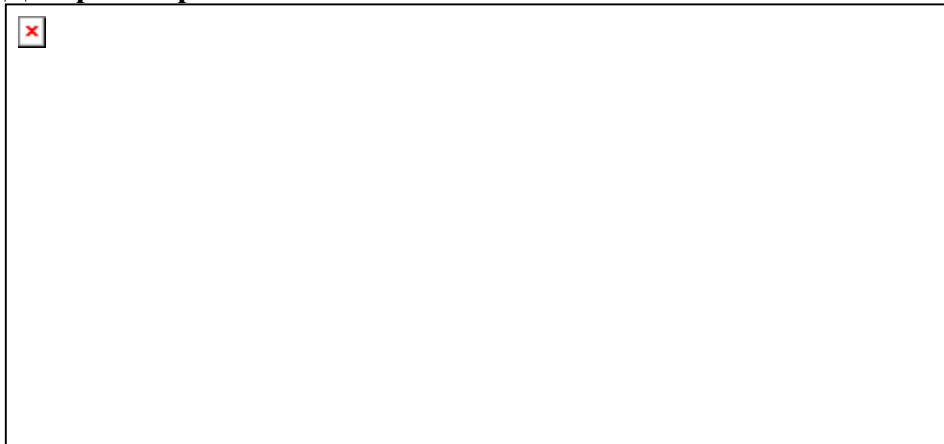
FBD программа



В секции INIT, которая выполняется один раз при первом проходе программы, инициализируется таймерная переменная T1, выходу Out присваивается значение переменной на входе IN и рассчитываются пределы приращения.

Пределы изменения значения выходной переменной динамически вычисляются каждый раз, когда значение таймерной переменной T1 будет равно T.

Диаграмма работы



Пример программы

В программе объявлены переменные Inp, Out, dInp, dT.

Inp входной сигнал от датчика

dInp величина приращения входного сигнала

dT время приращения входного сигнала

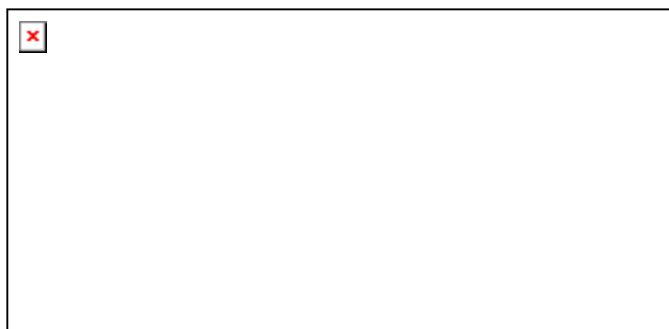
Out отфильтрованный блоком LinLIM сигнал Inp



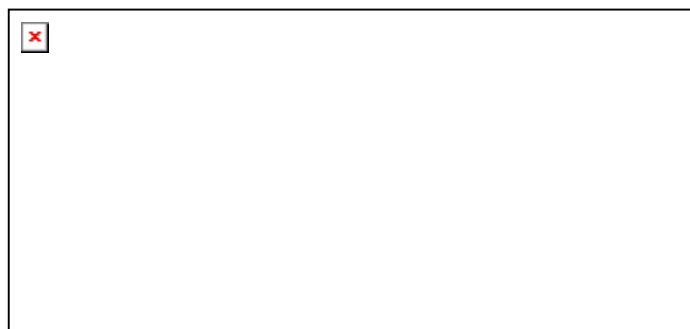
Осциллограммы процесса

dInp = 0.1

dT = S01



dInp = 10
dT = S01

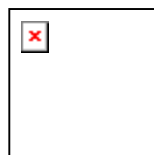


1.3.2 Логарифмический ограничитель скорости нарастания сигнала

Библиотека REGULATION

Элемент LogLIM

Внешний вид и назначение выводов



Inp	(AUTO)	входной сигнал
Out	(AUTO)	выходной сигнал
K	(AUTO)	коэффициент приращения выходного сигнала
T	(TIMER)	время одного шага приращения

Алгоритм работы

Элемент предназначен для фильтрации сигналов. Значение **Out** стремится к значению **Inp**, но за время **T** не может измениться больше, чем на **Dlt**. Все выводы, имеющие тип AUTO, могут иметь типы INTEGER, FLOAT или TIMER, но обязательно должны быть одного типа и явно объявлены снаружи библиотечного блока. Значение **Dlt**, есть величина переменная и рассчитывается следующим образом: $Dlt = |Out - Inp| / K$, где $K > 0$.

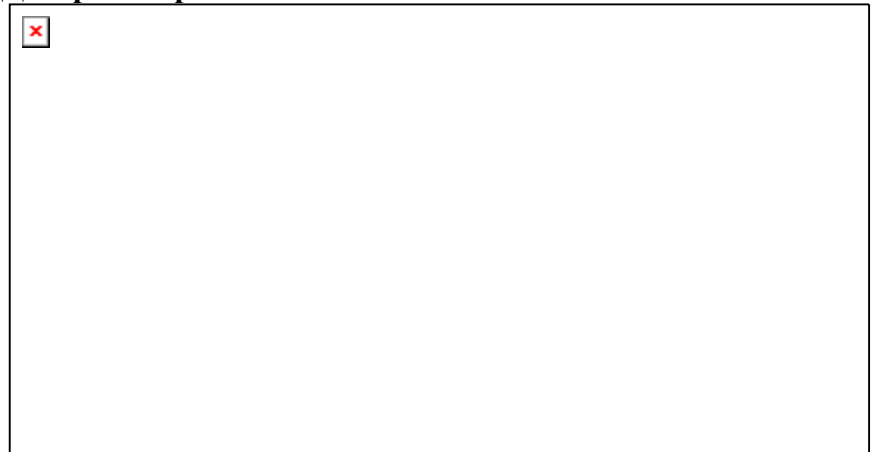
FBD программа



В секции INIT, которая выполняется один раз при первом проходе программы, инициализируется таймерная переменная T1, выходу Out присваивается значение переменной на входе IN и рассчитываются пределы приращения.

Пределы изменения значения выходной переменной динамически вычисляются каждый раз, когда значение таймерной переменной T1 будет равно T.

Диаграмма работы



Пример программы

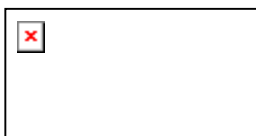
В программе объявлены переменные Inp, Out, K, dT.

Inp входной сигнал от датчика

K коэффициент приращения выходного сигнала

dT время приращения входного сигнала

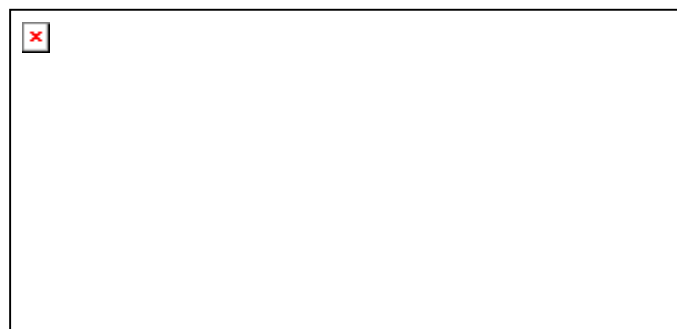
Out отфильтрованный блоком LinLIM сигнал Inp



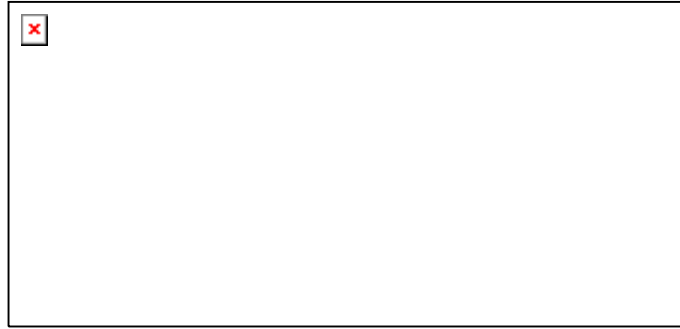
Осциллограммы процесса

K = 100

dT = S01



K = 10
dT = S01



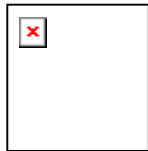
Изменяя параметры переменных K и dT, можно варьировать характеристиками фильтрации сигнала Inp.

1.3.3 Компаратор с гистерезисом

Библиотека REGULATION

Элемент HRegul

Внешний вид и назначение выводов

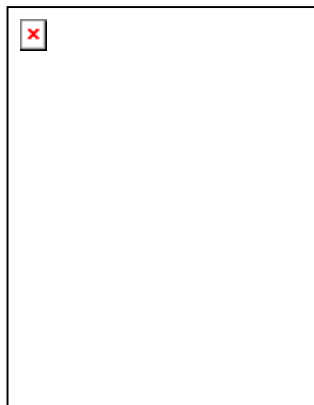


Inp	(AUTO)	входной сигнал
Ref	(AUTO)	значение параметра стабилизации
Range	(AUTO)	величина зоны нечувствительности
Out	(BOOLEAN)	выходной сигнал

Алгоритм работы

Элемент предназначен для фильтрации сигналов, а также для в качестве регулятора с гистерезисом. Выход Out принимает значение TRUE тогда, когда значение переменной Inp больше Ref, и значение FALSE, когда Inp меньше Ref. В зоне от Ref-Range до Ref+Range элемент нечувствителен к входному сигналу. Все выводы, имеющие тип AUTO, могут иметь типы INTEGER или FLOAT, но обязательно должны быть одного типа и явно объявлены снаружи библиотечного блока.

FBD программа



Вычисление зоны нерегулирования

min = Ref - Range

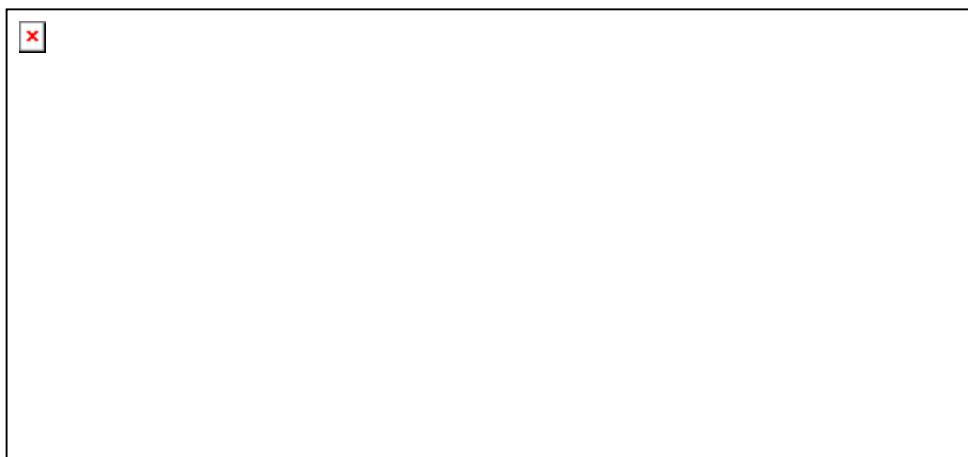
max = Ref + Range

Out примет значение TRUE в двух случаях:

Если Inp больше max;

Если Inp больше или равно min и Out = TRUE.

Диаграмма работы

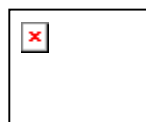


1.3.4 Подавитель "дребезга"

Библиотека REGULATION

Элемент Hyst

Внешний вид и назначение выводов

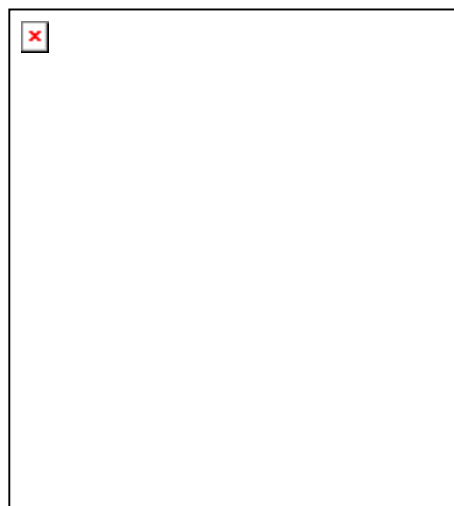


Inp	(BOOLEAN)	входной сигнал
T	(TIMER)	время установления сигнала
Out	(BOOLEAN)	выходной сигнал

Алгоритм работы

Элемент предназначен для фильтрации сигналов. Переменная Out принимает значение переменной Inp, если значение Inp не изменилось за время заданное значением переменной T.

FBD программа

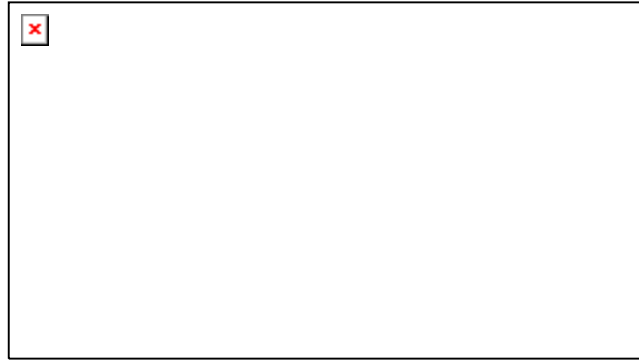


В секции INIT, которая выполняется один раз при первом проходе, переменной Out присваивается значение Inp.

Детектор фронта инициализирует T1 всякий раз, когда переменная Inp меняет свое состояние на противоположное.

Переменной Out присваивается значение Inp, если последнее не изменилось в течение времени, определяемого значением переменной T.

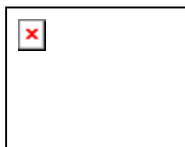
Диаграмма работы



1.3.5 Непрерывное среднее

Библиотека REGULATION
Элемент AVR

Внешний вид и назначение выводов



Inp	(AUTO)	Входное значение
N	(AUTO)	Количество отсчетов для усреднения
Out	(AUTO)	Выходное усредненное значение

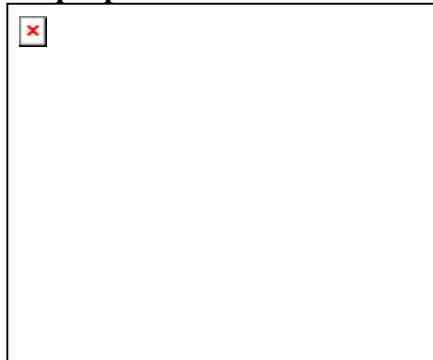
Алгоритм работы

Из значения переменной Out вычитается 1/N-ая часть, а затем к остатку добавляется 1/N-ая часть значения переменной Inp. Формула усреднения выглядит следующим образом:

$$\text{Out} = \text{Out} + (\text{Inp} - \text{Out}) / N.$$

Выводы имеющие тип AUTO, могут быть INTEGER или FLOAT, но обязательно одинакового типа. Значение переменной N не должно быть меньше 1.

FBD программа



В секции инициализации выходному значению Out присваивается значение переменной Inp.

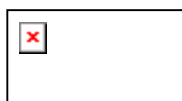
Значение переменной Out вычисляется по формуле:

$$\text{Out} = \text{Out} + (\text{Inp} - \text{Out}) / N$$

1.3.6 Среднее из последних восьми отсчетов

Библиотека REGULATION
Элемент AVR8

Внешний вид и назначение выводов



Inp	(INTEGER)	Входное значение
Out	(INTEGER)	Выходное усредненное значение

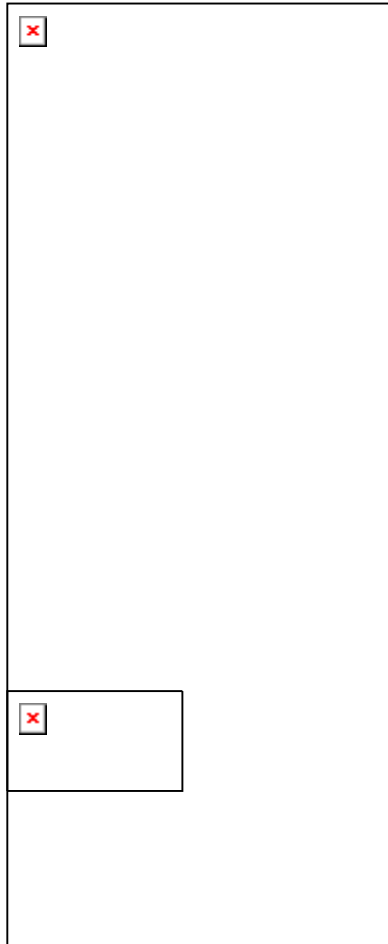
Алгоритм работы

В каждом цикле все восемь запомненных в регистре значений сдвигаются. При этом самое раннее значение теряется. Из оставшихся восьми вычисляется среднее арифметическое по формуле:

$$\text{Out} = (X1+X2+X3+X4+X5+X6+X7+X8) / 8, \text{ где}$$

X [1:8] - значения последних восьми отсчетов.

FBD программа



Вычисление среднего арифметического

Восьмиразрядный регистр сдвига

1.3.7 Модуль входного значения

Библиотека REGULATION
Элемент ABS

Внешний вид и назначение выводов

Inp (AUTO) Входное значение
Out (AUTO) Модуль входного значения

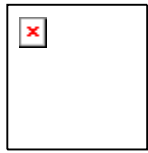
Алгоритм работы

На выходе Out абсолютное значение переменной на входе Inp. Выводы имеющие тип AUTO, могут быть INTEGER или FLOAT, но обязательно одинакового типа.



1.3.8 Пропорциональный регулятор

Библиотека REGULATION
Элемент P_Regul

Внешний вид и назначение выводов

Inp	(AUTO)	Регулируемый параметр
Ref	(AUTO)	Значение стабилизации
Kp	(AUTO)	Коэффициент пропорциональности
Dlt	(AUTO)	Выход рассогласования
Out	(AUTO)	Выход регулирования

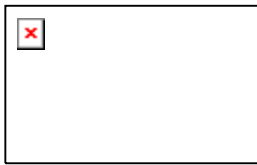
Алгоритм работы

Элемент предназначен для стабилизации параметра в контуре автоматического управления с пропорциональным законом регулирования. Разность (рассогласование) между значением регулируемого параметра и заданным значением стабилизации Dlt умножается на коэффициент пропорциональности Kp и используется в качестве регулирующего воздействия.

$$\text{Out} = \text{Dlt} * \text{Kp}, \text{ где } \text{Dlt} = \text{Ref} - \text{Inp}.$$

Остаточное рассогласование тем меньше, чем больше Kp. Следует иметь в виду, что в результате неизбежного фазового сдвига в контуре регулирования, Kp не может быть слишком большим, иначе система потеряет устойчивость, т.е. самовозбудится.

Все выходы, имеющие тип AUTO, могут иметь типы INTEGER или FLOAT, но обязательно должны быть одного типа и явно объявлены снаружи библиотечного блока.

FBD программа**Диаграмма работы**

На рисунках ниже приведены три примера. Во всех примерах пропорциональный регулятор управлял одним и тем же объектом. В первом случае Kp был равен 1, во втором случае 2 и в третьем 20. С увеличением коэффициента пропорционального регулирования Kp, уменьшается остаточная погрешность, но увеличивается время выхода на режим. В третьем случае, при слишком большом Kp, система самовозбуждается.

Осциллограммы процессов

Kp = 1



рисунок 1.

Kp = 2

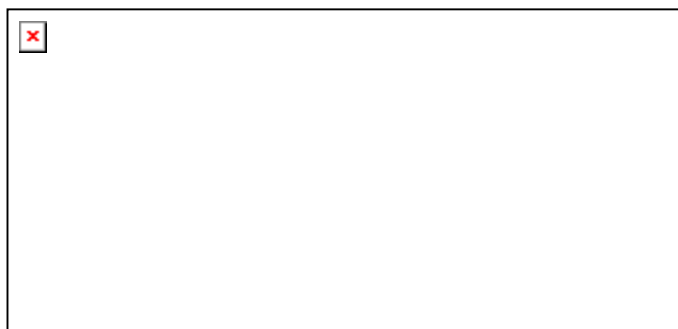


рисунок 2.

$K_p = 20$



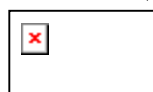
рисунок 3.

1.3.9 Интегратор

Библиотека REGULATION

Элемент Integral

Внешний вид и назначение выводов



Inp	(FLOAT)	Входной сигнал
Out	(FLOAT)	Выход интегратора

Алгоритм работы

Элемент предназначен для интегрирования сигнала. Отсчеты для интегратора берутся с дискретностью не менее 0.01 секунды. Интегрирование производится по следующей формуле:

$$\text{Out} = \text{Out} + [(dX/2 + \text{Prev}) * dT], \text{ где}$$

Out	Выход интегратора;
dX	Приращение входного сигнала (Inp-Prev);
Inp	Значение текущего отсчета;
Prev	Значение предыдущего отсчета;
dT	Время между предыдущим и текущим отсчетами.

FBD программа



В секции INIT, которая выполняется один раз при первом проходе, инициализируется таймерная переменная T и переменной Prev присваивается значение переменной Inp.

Отсчеты берутся за промежуток времени не меньший, чем сотые секунды (0.01 сек). Промежуток времени между последними отсчетами в dT.

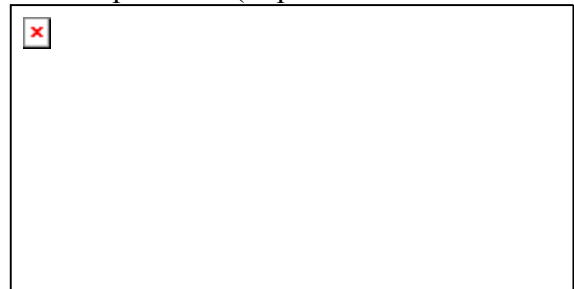
Приращение сигнала: $dX = Inp - Prev$.

Значение переменной на выходе интегратора:
 $Out = Out + [(dX/2 + Prev) * dT]$

Значение последнего отсчета Inp в Prev.

Диаграмма работы

Каждый промежуток времени dT, вычисляется площадь трапеции (образованной точками а,



б, с, d) и суммируется со значением интегратора.

1.3.10 Пропорционально-интегральный регулятор

Библиотека REGULATION

Элемент PI_Regul

Внешний вид и назначение выводов

	Inp	(FLOAT)	Регулируемый параметр
	Ref	(FLOAT)	Значение стабилизации
	Kp	(FLOAT)	Коэффициент пропорциональности
	Ki	(FLOAT)	Коэффициент интегратора
	Imin	(FLOAT)	Минимальное значение интегратора
	Imax	(FLOAT)	Максимальное значение интегратора
	Ival	(FLOAT)	Предустановка интегратора
	Dlt	(FLOAT)	Выход рассогласования
	Out	(FLOAT)	Выход регулирования

Алгоритм работы

Элемент предназначен для стабилизации параметра в контуре автоматического управления с пропорционально-интегральным законом регулирования. Для устранения остаточной погрешности пропорционального регулирования, рассогласование интегрируется и суммируется с вы-

ходом пропорционального регулятора. Положительное значение рассогласования накапливается в интеграторе, если регулируемый параметр I_{np} меньше значения стабилизации Ref , и наоборот, отрицательное значение рассогласования накапливается в интеграторе, если регулируемый параметр I_{np} больше значения стабилизации Ref .

Переменная I_{val} непосредственно задает значения интегратора и может использоваться в качестве входа предустановки, для безударного входа в алгоритм управления.

Накапливаемая в интеграторе величина остаточного рассогласования может быть ограничена, как в положительную, так и в отрицательную сторону значениями переменных I_{max} и I_{min} соответственно. Для масштабирования поступающего на вход интегратора рассогласования, служит коэффициент K_i .

FBD программа



Диаграмма работы

На рисунках ниже приведены два примера. В обоих случаях пропорционально-интегральный регулятор управлял одним и тем же объектом. Коэффициент пропорциональности K_p не изменялся. В первом случае K_i был равен 0.001, во втором случае 0.005.

Из приведенных графиков видно, что с увеличением коэффициента интегратора уменьшается время выхода на режим, но увеличиваются колебания в системе.

Осциллограммы процессов

$K_i = 0.001$



рисунок 1.

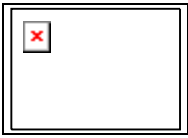
$K_i = 0.005$



рисунок 2.

1.3.11 Дифференциатор

Библиотека REGULATION
Элемент Differential



Внешний вид и назначение выводов

Inp	(FLOAT)	Входной сигнал
dT	(FLOAT)	Приращение времени (не должно быть 0S)
Out	(FLOAT)	Выход дифференциатора

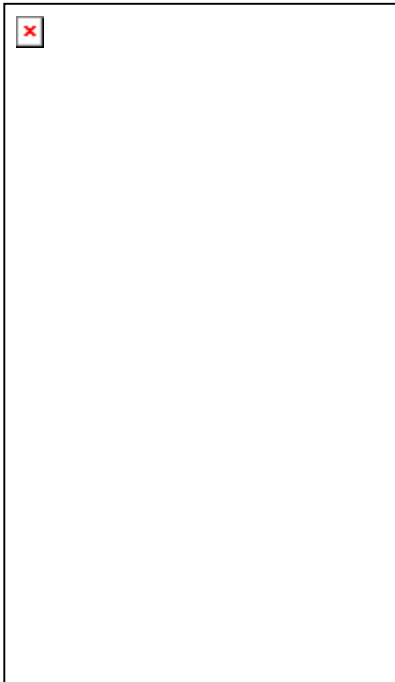
Алгоритм работы

Элемент предназначен для дифференцирования сигналов. Отсчеты для дифференциатора берутся с дискретностью dT, но не менее сантисекунды (0.01 сек). Дифференцирование производится по следующей формуле:

$$\text{Out} = dX/dT, \text{ где}$$

Out	Выход дифференциатора
dX	Приращение входного сигнала (Inp-Prev)
dT	Время между отсчетами
Inp	Значение текущего отсчета
Prev	Значение предыдущего отсчета

FBD программа



В секции INIT, которая выполняется один раз при первом проходе, инициализируется таймерная переменная T и переменная Prev присваивается значение переменной Inp.

Отсчеты берутся за промежуток времени не меньший, чем dT (dT не может быть 0S).

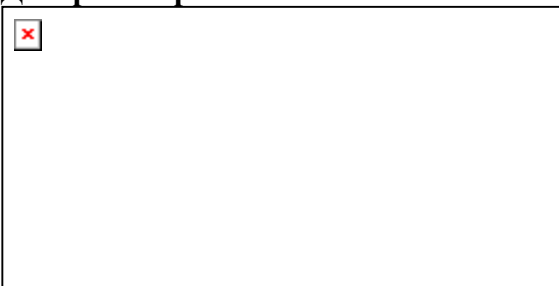
Время между последними отсчетами в T1.

Приращение входного сигнала: $dX = \text{Inp} - \text{Prev}$

Значение последнего отсчета в Prev.

Значение на выходе дифференциатора: $\text{Out} = dX / T1$

Диаграмма работы




Значение переменной на выходе дифференциатора равно приращению входного сигнала Inp за единицу времени.

1.3.12 Пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор

Библиотека REGULATION

Элемент PID_Regul

Внешний вид и назначение выводов

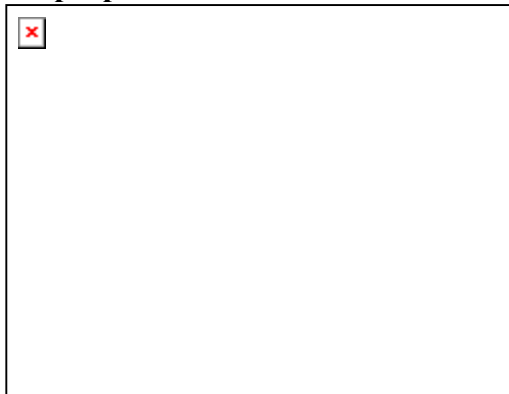
	Inp	(FLOAT)	Регулируемый параметр
	Ref	(FLOAT)	Значение стабилизации
	Kp	(FLOAT)	Коэффициент пропорциональности
	Ki	(FLOAT)	Коэффициент интегратора
	Imin	(FLOAT)	Минимальное значение интегратора
	Imax	(FLOAT)	Максимальное значение интегратора
	Ival	(FLOAT)	Предустановка интегратора
	Kd	(FLOAT)	Коэффициент дифференциатора
	dT	(TIMER)	Приращение времени для дифференцирования
	Dlt	(FLOAT)	Остаточное рассогласование
	Out	(FLOAT)	Выход регулирования

Алгоритм работы

Элемент предназначен для стабилизации параметра в контуре автоматического управления с пропорционально-интегрально-дифференциальным законом регулирования. Для устранения колебаний в контуре управления с пропорционально-интегральным регулятором, в ПИ-регулятор введен дифференцирующий элемент. Переменная Inp дифференцируется за время заданное значением переменной dT. Полученный дифференциал дает представление о скорости и направлении изменения регулируемого параметра. Значение дифференциала можно масштабировать коэффициентом Kd.

На выход регулятора подается разностный сигнал между выходом ПИ-регулятора и продифференцированным значением Inp.

Коэффициенты Ki и Kp, а также входы Imin, Ima и Ival имеют такое же назначение, как в ПИ-регуляторе.

FBD программа**Диаграмма работы**

На рисунках ниже приведены два примера. В обоих случаях пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор управлял одним и тем же объектом. Коэффициент пропорциональности Kp и коэффициент интегратора Ki не изменялись. В первом случае Kd был равен 1, во втором случае 2. dT в обоих случаях не менялась.

Осциллограммы процессов

Kd = 1



рисунок 1.

Kd = 2

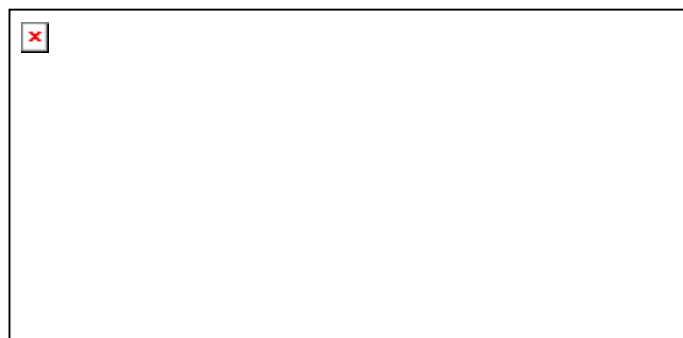


рисунок 2.