

КАНАЛЫ В/В

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

ВХОД ЦИФРОВОЙ (ДИСКРЕТНЫЙ)

ВХОД ДИСКРЕТНЫЙ: НОРМАЛЬНЫЙ

ВХОД ДИСКРЕТНЫЙ: СЧЕТЧИК ИМПУЛЬСОВ

ВХОД ДИСКРЕТНЫЙ: ЧАСТОТОМЕР / ТАХОМЕТР

ВХОД ДИСКРЕТНЫЙ: ИНКРЕМЕНТАЛЬНЫЙ ЭНКОДЕР

ВХОД ДИСКРЕТНЫЙ: ВЫКЛЮЧЕН

ВЫХОД ЦИФРОВОЙ (ДИСКРЕТНЫЙ)

ВЫХОД ДИСКРЕТНЫЙ: НОРМАЛЬНЫЙ

ВЫХОД ДИСКРЕТНЫЙ: БЫСТРЫЙ

ВЫХОД ДИСКРЕТНЫЙ: ШИМ

ВЫХОД ДИСКРЕТНЫЙ: ВЫКЛЮЧЕН

ВЫХОД ДИСКРЕТНЫЙ: БЕЗОПАСНОЕ СОСТОЯНИЕ

ЛИНЕЙНОСТЬ ХАРАКТЕРИСТИКИ АНАЛОГОВОГО СИГНАЛА

МАСШТАБИРОВАНИЕ АНАЛОГОВЫХ СИГНАЛОВ

ВХОД АНАЛОГОВЫЙ

ВХОД АНАЛОГОВЫЙ: НОРМАЛЬНЫЙ

ВХОД АНАЛОГОВЫЙ: КАЛИБРОВКА

ВХОД АНАЛОГОВЫЙ: ВЫКЛЮЧЕН

ВЫХОД АНАЛОГОВЫЙ

ВЫХОД АНАЛОГОВЫЙ: НОРМАЛЬНЫЙ

ВЫХОД АНАЛОГОВЫЙ: БЫСТРЫЙ

ВЫХОД АНАЛОГОВЫЙ: КАЛИБРОВКА

ВЫХОД АНАЛОГОВЫЙ: ВЫКЛЮЧЕН

ВЫХОД АНАЛОГОВЫЙ: БЕЗОПАСНОЕ СОСТОЯНИЕ

КАНАЛЫ В/В

ВВЕДЕНИЕ

В цифровой электронике каналы В/В предназначены для связи управляющей интегральной микросхемы (микропроцессор / микроконтроллер) с периферийными устройствами.

Аналогично в АСУ ТП, **каналы В/В** предназначены для соединения датчиков и исполнительных механизмов с ПЛК. Каналы здесь, как правило, реализованы (сгруппированы) в одном модуле (**модуль каналов В/В**) — для получения сигналов с датчиков или для выдачи сигналов на исполнительные механизмы.

В модулях каналов В/В реализованы различные схемы:

- преобразование (приведение) сигналов
- защита от нештатных токов и напряжений (гальваническая опторазвязка)
- искрозащита (для взрывоопасных зон)
- цифровые бинарные (вывод на базе реле или транзистора)
- АЦП
- ЦАП

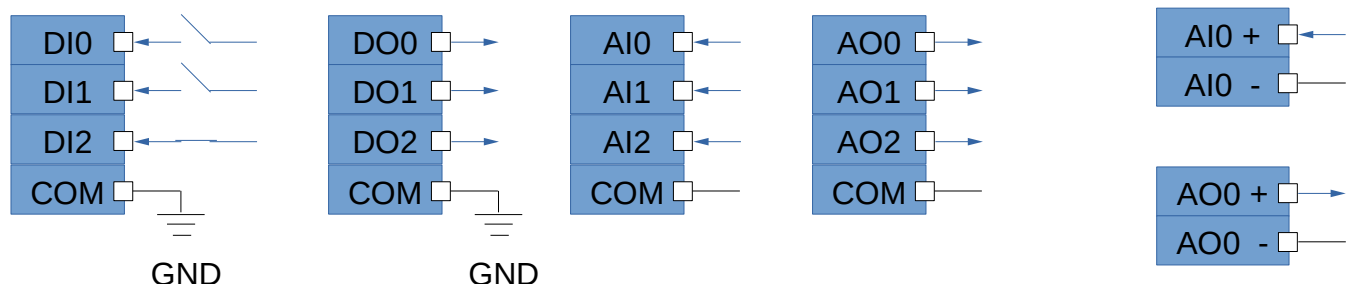
По направлению передачи сигналов каналы В/В делятся на:

- **Каналы Ввода** (INPUT / IN / I)
сигнал из датчика в канал ввода
- **Каналы Вывода** (OUTPUT / OUT / O)
сигнал из канала вывода в исполнительный механизм

По типу сигнала каналы В/В делятся на:

- Каналы Аналоговые (ANALOG / ANA / A)
аналоговый ввод (AI)
аналоговый вывод (AO)
- Каналы Цифровые бинарные (DIGITAL / DIG / D)
цифровой ввод (DI)
цифровой вывод (DO)
- Каналы специальные (неунифицированные)
ввод сигнала термосопротивления
ввод сигнала термопары
ввод сигнала тензодатчика
ввод цифровой бинарный счетный (энкодер / тахометр / COUNTER / CNT)
вывод широтно-импульсной модуляции (ШИМ / PWM)

...



групповые каналы В/В (с общей точкой COM на группу)

индивидуальные каналы В/В

КАНАЛЫ В/В

ВХОД ЦИФРОВОЙ (ДИСКРЕТНЫЙ)

Для цифровых (дискретных) входов выделяют следующие режимы работы:

- 1) Нормальный
- 2) Счетчик импульсов
- 3) Частотомер / Тахометр
- 4) Инкрементальный энкодер
- 5) Комбинированный
- 6) Выключен

Режимы 4 и 5 являются групповыми — для работы используется пара соседних каналов цифрового (дискретного) ввода.

Конструктивно, каналы цифрового (дискретного) ввода могут быть исполнения как под конкретный режим работы, так и универсальными.

Универсальные каналы являются более дорогими по причине сложности аппаратной и программной частей. Настройка режима и доступ к данным выполняется с помощью специальных программных регистров.

КАНАЛЫ В/В

ВХОД ДИСКРЕТНЫЙ: НОРМАЛЬНЫЙ

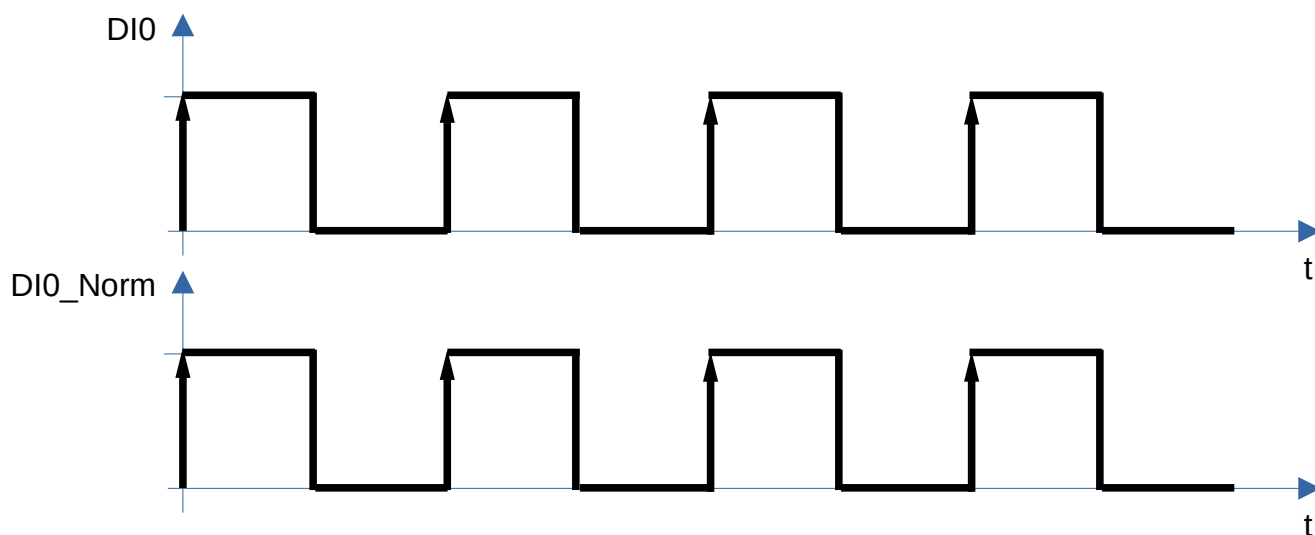
Нормальный цифровой (дискретный) вход:

- нет напряжения на физическом канале ввода
= FALSE в связанном с каналом регистре
- есть напряжение на физическом канале ввода
= TRUE в связанном с каналом регистре

Значение входа в ПЛК хранится в отдельном программном регистре (индивидуальный регистр на каждый канал).

Связанные программные регистры:

- Режим работы
- Значение входа



где, DIO — значение на физическом канале ввода
DIO_Norm — значение связанного регистра

КАНАЛЫ В/В

ВХОД ДИСКРЕТНЫЙ: СЧЕТЧИК ИМПУЛЬСОВ

Вход работает на счет количества поступающих импульсов (обычно по переднему фронту). Счет инкрементный (вверх / Up).

Связанные программные регистры:

- Режим работы
- Значение счетчика
- Команда сброса счетчика
- Признак переполнения счетчика (опционально)

Диапазон значений регистра счетчика зависит от разрядности, например:
= 0 ... 4294967295 импульсов (для 32-битного счетчика)

При достижении предельного значения (переполнение), регистр счетчика сбрасывается в 0 и счет начинается заново. При этом, в регистр «Признак переполнения счетчика» заносится TRUE.

Значение счетного регистра может быть сброшено принудительно — записью TRUE в регистр «Команда сброса счетчика». При этом, также сбрасывается «Признак переполнения счетчика».

Работа по уставке

Для данного режима доступен алгоритм работы счетчика по уставке.

Программные регистры:

- Уставка для счетчика (количество импульсов)
- Разрешение на работу по уставке
- Признак достижения уставки

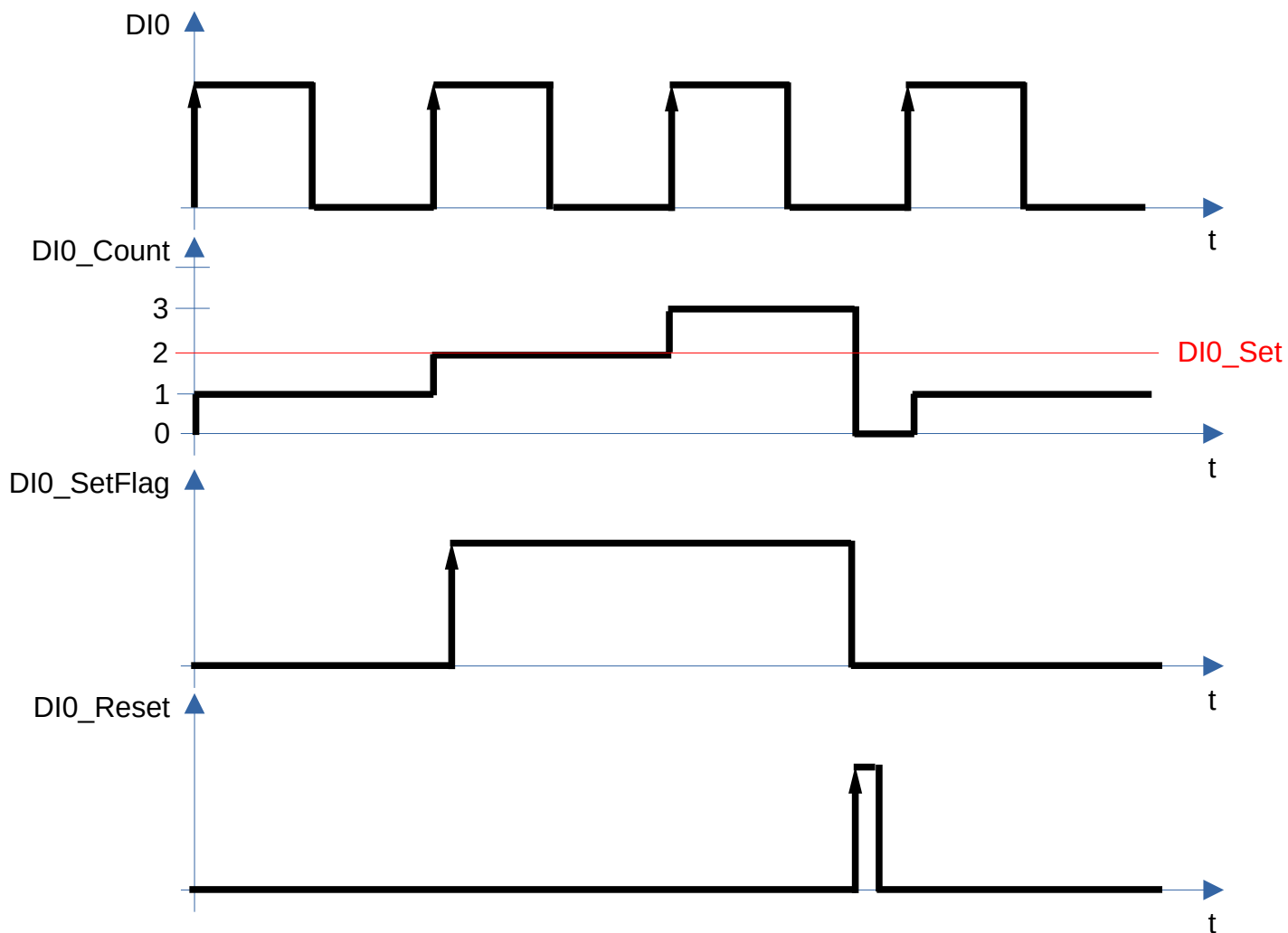
Алгоритм работы:

- если
(есть разрешение на работу
И
значение счетного регистра равно уставке
) , то
- записать TRUE в регистр «Признак достижения уставки», иначе - FALSE

Сброс Признака достижения уставки выполняется командой сброса счетчика.

КАНАЛЫ В/В

ВХОД ДИСКРЕТНЫЙ: СЧЕТЧИК ИМПУЛЬСОВ



где, DI0 — значение на физическом канале ввода

DI0_Count — значение связанного регистра счетчика

DI0_Set — значение уставки

DI0_SetFlag — признак достижения уставки

DI0_Reset — команда сброса значения счетчика

КАНАЛЫ В/В

ВХОД ДИСКРЕТНЫЙ: ЧАСТОТОМЕР / ТАХОМЕТР

Вход работает на счет количества поступающих импульсов за определенный период времени (обычно по переднему фронту, за секунду).

Количество «улавливаемых» импульсов за период времени зависит от аппаратных (наиболее) и программных составляющих канала.

Связанные программные регистры:

- Режим работы
- Значение частотомера / тахометра

Диапазон значений регистра частотомера зависит от разрядности, например:
= 0 ... 65535 (импульсов/сек)

Обнуления частотомера для этого режима не предусмотрено (сбрасывается автоматически при наступлении следующего временного периода / секунды / сэмпла).

Работа по уставке

Для данного режима доступен алгоритм работы счетчика по уставке.

Программные регистры:

- Уставка для счетчика (количество импульсов/сек)
- Разрешение на работу по уставке
- Признак достижения уставки

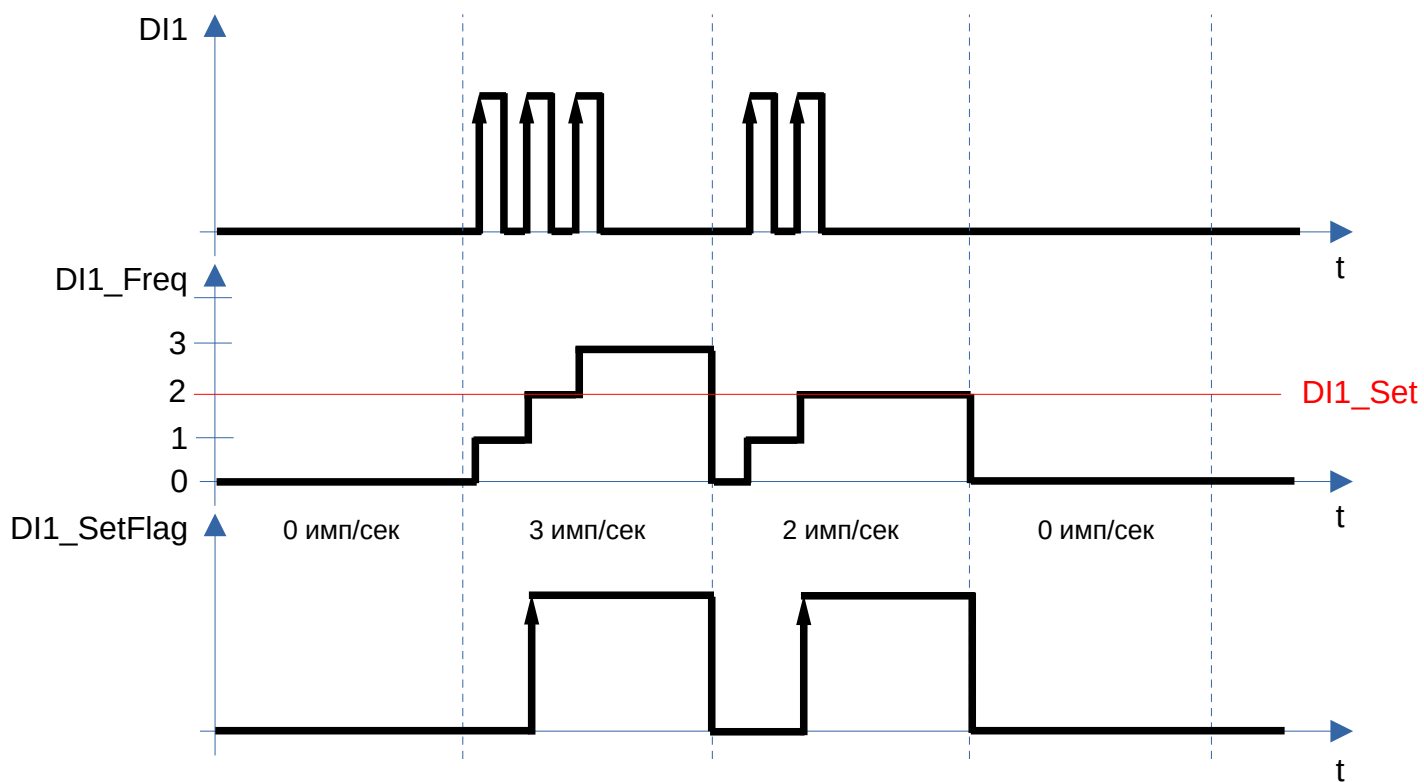
Алгоритм работы:

- если
(есть разрешение на работу
И
значение счетного регистра равно уставке
) , то
- записать TRUE в регистр «Признак достижения уставки», иначе - FALSE

Сброс признака достижения уставки для данного режима не предусмотрен (сбрасывается автоматически при наступлении следующего временного периода / секунды / сэмпла).

КАНАЛЫ В/В

ВХОД ДИСКРЕТНЫЙ: ЧАСТОТОМЕР / ТАХОМЕТР



где, DI1 — значение на физическом канале ввода

DI1_Freq — значение связанного регистра частотомера / тахометра

DI1_Set — значение уставки

DI1_SetFlag — признак достижения уставки

КАНАЛЫ В/В

ВХОД ДИСКРЕТНЫЙ: ИНКРЕМЕНТАЛЬНЫЙ ЭНКОДЕР

Вход работает на счет количества поступающих импульсов (обычно по переднему фронту).

Для данного режима задействуется, обычно, пара соседних каналов ввода (входы работают попарно), например:

- DI0-DI1
- DI2-DI3

где,

входы 0, 2 – первичные входы пары

входы 1, 3 – вторичные входы пары

Режим применяется ко всем входам пары. Например, задали режим Инкрементального энкодера для входа DI0: для входа DI1 автоматически устанавливается этот же режим.

Связанные программные регистры:

- Режим работы
- Значение счетчика для первичного канала ввода
- Значение счетчика для вторичного канала ввода
- Команда сброса счетчика
- Признак переполнения счетчика (опционально)

Диапазон значений регистра счетчика зависит от разрядности, например:

= 0 ... 4294967295 импульсов (для 32-битного счетчика)

При достижении предельного значения (переполнение), регистр счетчика сбрасывается в 0 и счет начинается заново. При этом, в регистр «Признак переполнения счетчика» заносится TRUE.

Значение счетного регистра может быть сброшено принудительно — записью TRUE в регистр «Команда сброса счетчика». При этом, также сбрасывается «Признак переполнения счетчика». В зависимости от реализации целевой системы ПЛК, команда сброса может быть индивидуальной для каждого канала ввода пары (сбрасывает соответствующее значение счетчика), также может быть общей — например, команда сброса связанная с регистром первичного канала ввода сбрасывает одновременно все счетчики пары.

КАНАЛЫ В/В

ВХОД ДИСКРЕТНЫЙ: ИНКРЕМЕНТАЛЬНЫЙ ЭНКОДЕР

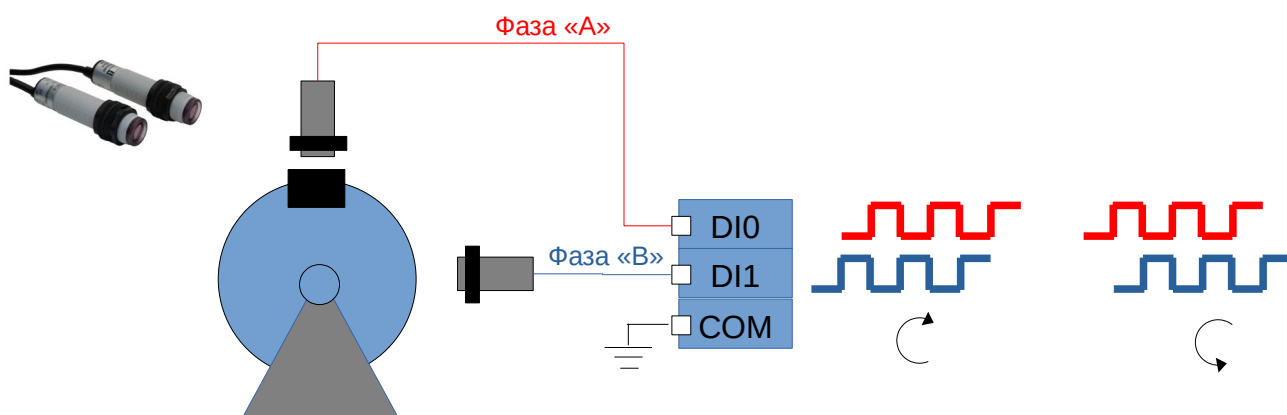
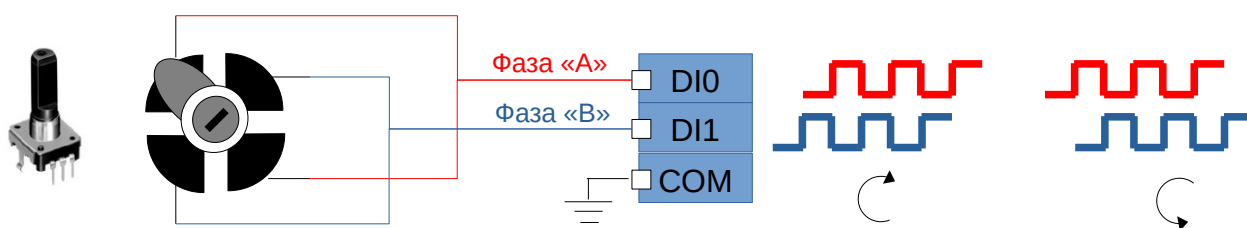
К паре входов подключают специальное устройство (датчик) — энкодер, который может быть механический, оптический, ультразвуковой.

Устройство энкодера, как правило, имеет встроенные (аппаратные) схемы подавления дребезгов и неопределенностей и, соответственно, генерирует четкие прямоугольные сигналы. В таких случаях увеличивается качество счета и допускается большая частота следования импульсов.

Функции энкодера, обычно, применяют для определения:

- угла поворота (например, вала двигателя)
- направления вращения / движения (вперед/назад)
- расстояния / длины
- скорости

Выделяют несколько функций работы Инкрементального энкодера.



КАНАЛЫ В/В

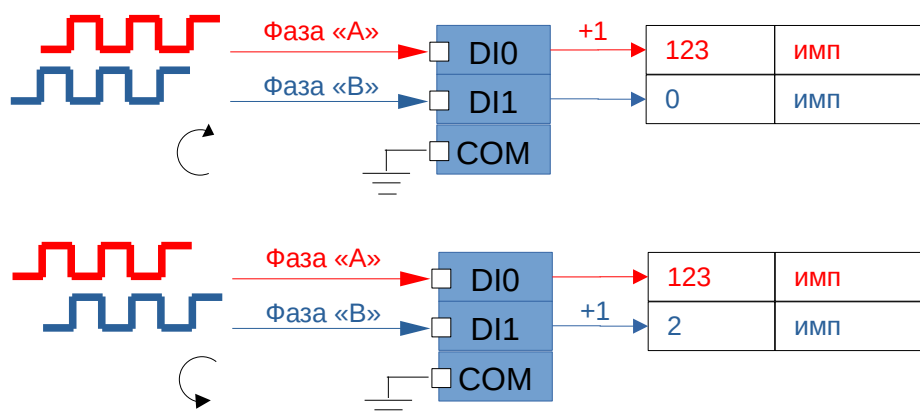
ВХОД ДИСКРЕТНЫЙ: ИНКРЕМЕНТАЛЬНЫЙ ЭНКОДЕР

Функция 1

Двухканальный инкрементный счетчик с детектором фаз («вращения»)

Inc. Pulse / Inc. Pulse

- Один источник импульсов (фаза «А») подключается к Первичному каналу ввода
- Другой источник импульсов (фаза «В») подключается ко Вторичному каналу ввода
- Импульсы одного источника должны быть сдвинуты по фазе относительно импульсов другого источника
- Вход, на который импульсы приходят первыми:
 - работает на счет количества поступающих импульсов (по переднему фронту)
 - счет инкрементный (Вверх / Up)
 - значение счетчика заносится в соответствующий регистр
- Вход, на который импульсы идут с задержкой (со сдвигом):
 - счет не ведет
- Смена фазы не сбрасывает счетчики
- Сброс счетчиков пары каналов осуществляется подачей команды «Сброс счетчиков»



КАНАЛЫ В/В

ВХОД ДИСКРЕТНЫЙ: ИНКРЕМЕНТАЛЬНЫЙ ЭНКОДЕР

Функция 2

Двухканальный инкрементный счетчик с детектором фаз («вращения»)

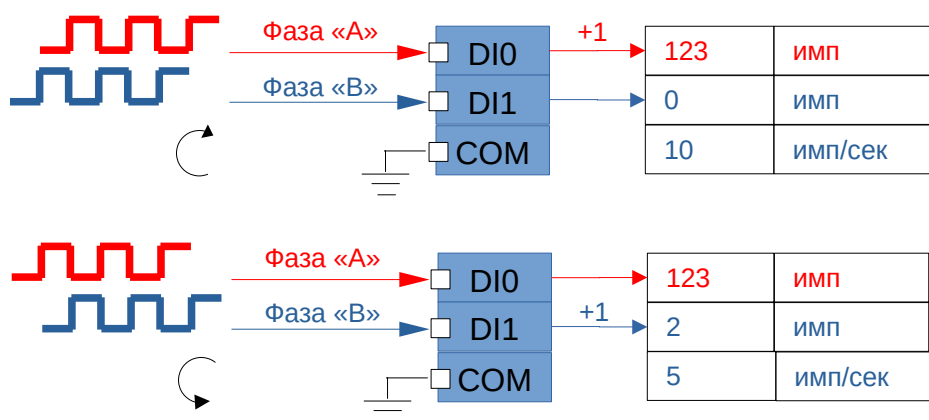
+ общий частотомер / тахометр

Inc. Pulse / Inc. Pulse + Frequency

- Полная аналогия Функции 1

Дополнительно:

- В регистр «Значение частотомера» Вторичного канала ввода записывается количество импульсов за период времени (импульсы/сек) вне зависимости от фазы



КАНАЛЫ В/В

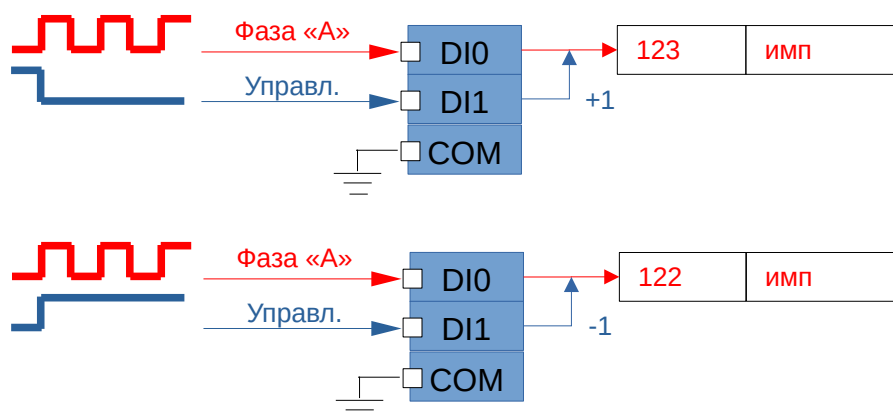
ВХОД ДИСКРЕТНЫЙ: ИНКРЕМЕНТАЛЬНЫЙ ЭНКОДЕР

Функция 3

Одноканальный инкрементный/декрементный счетчик

Inc. Pulse / Dir

- Источник импульсов (фаза «А») подключается к Первичному каналу ввода
- Управление переключателем «инкремент/декремент» подключается ко Вторичному каналу ввода
- Первичный вход:
 - работает на счет количества поступающих импульсов (по переднему фронту)
 - счет:
 - инкрементный (Вверх / Up), если на входе управления FALSE
 - декрементный (Вниз / Down), если на входе управления TRUE
 - значение счетчика заносится в соответствующий регистр
- Вторичный вход:
 - управляет направлением счета
- Сброс счетчика осуществляется подачей команды «Сброс счетчиков»



КАНАЛЫ В/В

ВХОД ДИСКРЕТНЫЙ: ВЫКЛЮЧЕН

Канал, настроенный на данный режим, не будет обрабатываться целевой системой: любое изменение на физическом канале ввода не будет зафиксировано в связанном программном регистре (в регистре будет значение «по-умолчанию», равное FALSE).

КАНАЛЫ В/В

ВЫХОД ЦИФРОВОЙ (ДИСКРЕТНЫЙ)

Для цифровых (дискретных) выходов выделяют следующие режимы работы:

- 1) Нормальный
- 2) Быстрый
- 3) ШИМ
- 4) Выключен
- 5) Безопасное состояние (подрежим)

Конструктивно, каналы цифрового (дискретного) вывода могут быть исполнения как под конкретный режим работы, так и универсальными.

Универсальные каналы являются более дорогими по причине сложности аппаратной и программной частей. Настройка режима и доступ к данным выполняется с помощью специальных программных регистров.

КАНАЛЫ В/В

ВЫХОД ДИСКРЕТНЫЙ: НОРМАЛЬНЫЙ

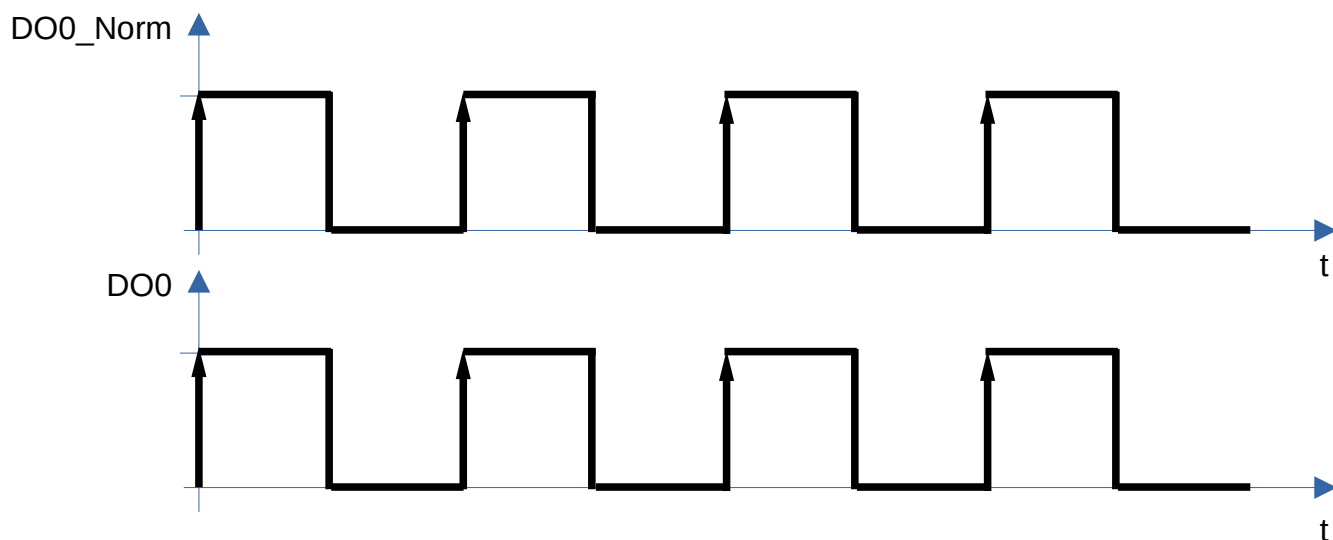
Нормальный цифровой (дискретный) выход:

- FALSE в связанном с выходом регистре данных
= нет напряжения на физическом канале вывода
- TRUE в связанном с выходом регистре данных
= есть напряжение на физическом канале вывода

Значение выхода в ПЛК хранится в отдельном программном регистре (индивидуальный регистр на каждый канал).

Связанные программные регистры:

- Режим работы
- Значение выхода



где, DO0_Norm — значение связанного регистра
DO0 — значение физического канала вывода

КАНАЛЫ В/В

ВЫХОД ДИСКРЕТНЫЙ: БЫСТРЫЙ

Быстрый цифровой (дискретный) выход:

- Аналог Нормального цифрового (дискретного) выхода.

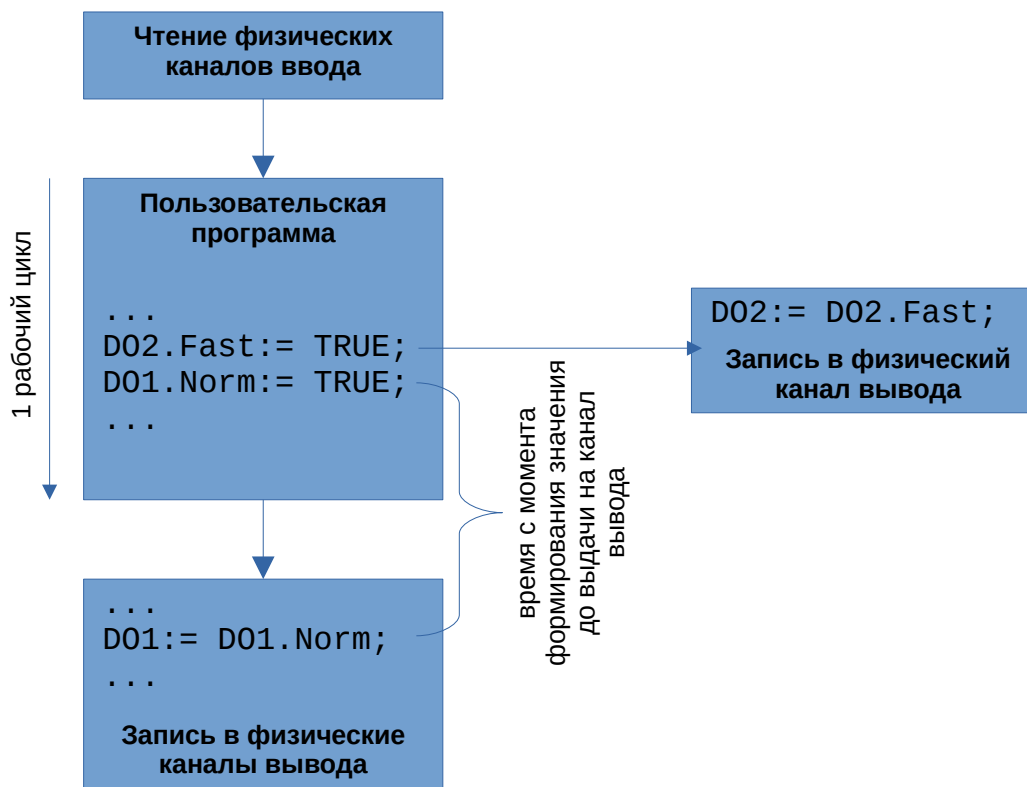
Разница:

в моменте передачи значения связанного с выходом регистра, сформированного в пользовательской программе, на физический канал вывода

- для Нормального выхода:
 - изменение передается только после завершения рабочего цикла программы
- для Быстрого выхода:
 - изменение передается сразу

Связанные программные регистры:

- Режим работы
- Значение выхода



КАНАЛЫ В/В

ВЫХОД ДИСКРЕТНЫЙ: ШИМ

Выход работает в режиме широтно-импульсной модуляции (ШИМ, PWM - Pulse-Width Modulation).

Работа ШИМ и управление уровнем связанного физического канала вывода реализуется средствами целевой системы ПЛК с использованием программного таймера. Таймер работает с периодом 1 мс и по завершении счета генерирует прерывание, в обработчике которого выполняется логика управления ШИМ (работа/пауза).

Связанные программные регистры:

- Режим работы
- Разрешение работы ШИМ (выкл/вкл)
- Период ШИМ (мс)
- Коэффициент заполнения ШИМ (% от периода)

Разрешение работы ШИМ:

= FALSE — ШИМ выключен (на физическом канале вывода — постоянно FALSE)

= TRUE — ШИМ включен

Период ШИМ зависит от целевой системы ПЛК, например:

= 100 ... 4294967295 (миллисекунды)

< 100 соответствует периоду в 0 мс (на физическом канале вывода — постоянно FALSE)

Коэффициент заполнения ШИМ — длительность импульса (когда на физическом канале вывода — TRUE) в % от периода (значение с плавающей точкой):

= 0.0 ... 100.0

= 0.0 — нет длительности (на физическом канале вывода — постоянно FALSE)

= 100.0 — полная длительность (на физическом канале вывода — постоянно TRUE)

Время длительности импульса (время существования TRUE на физическом канале вывода) вычисляется по следующей формуле:

$$t_{TRUE} = \left(\frac{T}{100} \right) \cdot D$$

где, t_{TRUE} — время длительности импульса ШИМ (миллисекунды)

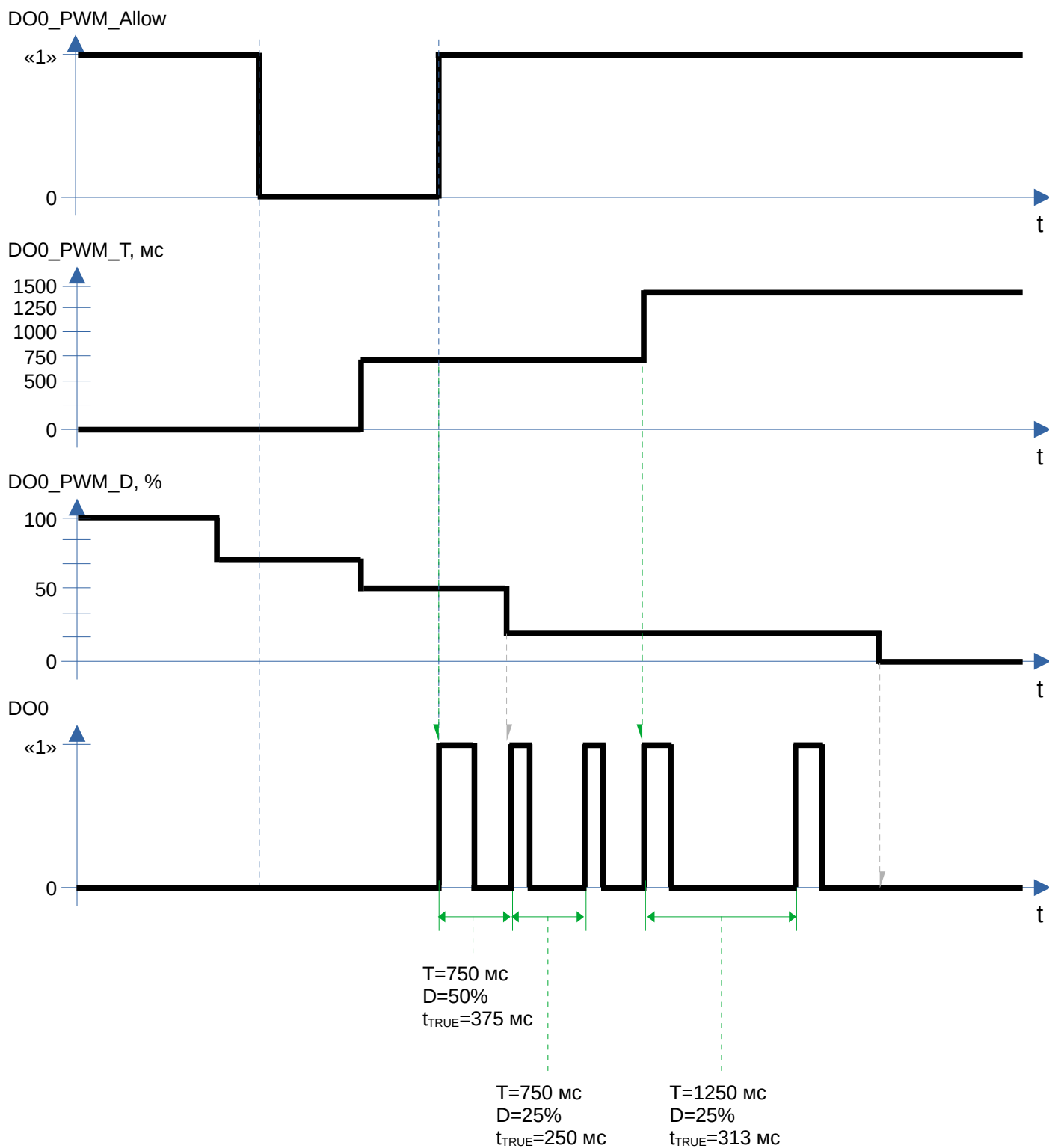
T — период ШИМ (миллисекунды)

D — коэффициент заполнения ШИМ (% от периода)

Значения: Период ШИМ, Коэффициент заполнения ШИМ, Разрешение работы ШИМ — можно менять в любой момент (так сказать, «на лету»), подстраивая его под конкретную логику работы системы управления в текущий момент времени.

КАНАЛЫ В/В

ВЫХОД ДИСКРЕТНЫЙ: ШИМ



КАНАЛЫ В/В

ВЫХОД ДИСКРЕТНЫЙ: ВЫКЛЮЧЕН

Канал, настроенный на данный режим, не будет обрабатываться целевой системой: любое изменение в связанном программном регистре не будет влиять на физический канал вывода (на физический канал вывода «по-умолчанию» выдается FALSE).

КАНАЛЫ В/В

ВЫХОД ДИСКРЕТНЫЙ: БЕЗОПАСНОЕ СОСТОЯНИЕ

Для каждого цифрового (дискретного) выхода, вне зависимости в каком режиме он работает, может быть активирован дополнительный подрежим «Безопасного состояния».

Специальный программный сторожевой таймер через заданный период времени проверяет состояние специального флага:

- Если флаг сброшен, то сторожевой таймер взводит его и уходит на следующий цикл *необходимо периодически сбрасывать флаг, вызвав специальную функцию из пользовательской программы или записав определенное значение в специальный локальный и/или сетевой регистр;*
периодичность сброса таймера должна быть меньше, чем время работы сторожевого таймера
- Если флаг не сброшен, то сторожевой таймер принудительно устанавливает на цифровой (дискретный) выход (или группу выходов) заданный безопасный уровень *для возврата выхода в штатный режим работы необходимо сбросить флаг*

Связанные программные регистры:

- Время работы программного сторожевого таймера
(обычно, один на всех каналы; 0 — выключает таймер и, соответственно, подрежим)
- Уровень безопасного состояния
(для каждого дискретного канала)
- Разрешение безопасного состояния
(для каждого дискретного канала)

КАНАЛЫ В/В

ЛИНЕЙНОСТЬ ХАРАКТЕРИСТИКИ АНАЛОГОВОГО СИГНАЛА

Аналоговый — это непрерывный во времени сигнал, порождаемый реальным физическим процессом, параметры которого можно измерить в любой момент.

Аналоговый сигнал является неким аналогом реальной физической величины: звука, света, температуры, влажности и т.д.

Все реальные физические величины изменяются непрерывно во времени и с какой угодно точностью, то есть число состояний физической величины стремится к бесконечности.

Как воспринимает аналоговый сигнал человек?

- 1) Внешний аналоговый сигнал воспринимается соответствующим органом чувств (звук — уши, свет — глаза, температура — кожный покров и т. д.).
- 2) Орган чувств преобразует аналоговый сигнал в импульсы одного формата (электрической природы), которые удобны для восприятия следующим «устройством» - головным мозгом.
- 3) Головной мозг обрабатывает полученные импульсы и формирует какие-то управляющие воздействия.

Как воспринимает аналоговый сигнал электронное устройство?

- 1) Внешний аналоговый сигнал воспринимается чувствительным элементом соответствующего датчика (звук — микрофон, свет — фотоэлемент, температура — терморезистор, термopара и т. д.).
- 2) Чувствительный элемент датчика преобразует аналоговый сигнал в электрический сигнал, который удобен для восприятия следующим устройством — аналого-цифровым преобразователем (АЦП).
- 3) АЦП преобразует полученный электрический сигнал в цифровой код, который удобен для восприятия следующим устройством — микроконтроллером.
- 4) Микроконтроллер обрабатывает полученный цифровой код и формирует какие-то управляющие воздействия.

Величина электрического сигнала в данных случаях пропорциональна значению реального аналогового сигнала (измеряемого параметра) — имеет **линейный характер**.

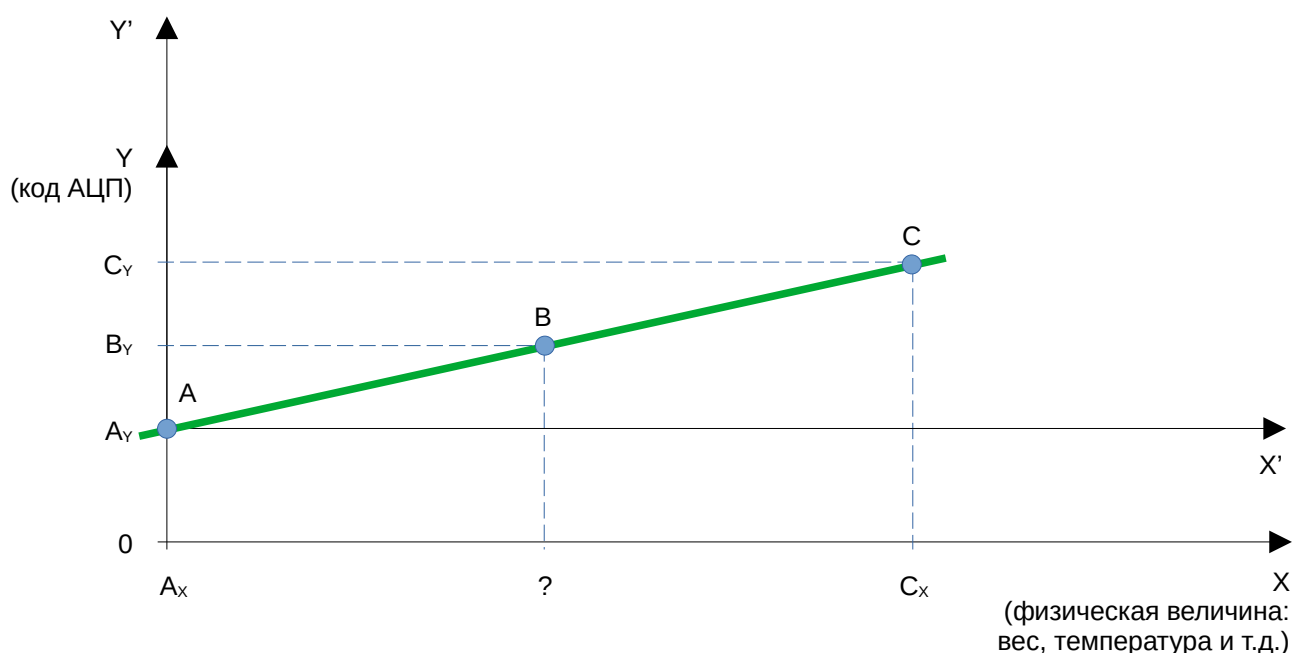
При нелинейности сигнала стремятся сделать линейной измерительную систему, вводя специальные устройства (или методы) коррекции - **линеаризация**.

Линейная характеристика аналогового (или цифрового) сигнала — это зависимость величины преобразованного электрического сигнала (или кода АЦП) от реальной измеряемой величины при определенных условиях среды, которую схематично можно представить как прямую линию на графике, где каждому электрическому сигналу можно сопоставить реальное значение измеряемой величины.

Сопоставление электрического сигнала (или кода АЦП) реальной измеряемой аналоговой величине — **масштабирование**.

КАНАЛЫ В/В

МАСШТАБИРОВАНИЕ АНАЛОГОВЫХ СИГНАЛОВ



где,

X — ось со значениями физической величины (например, вес, температура и т. д.)

Y — ось со значениями аналого-цифрового датчика (код АЦП)

A — первая эталонная точка (может соответствовать 0-му значению физической величины)

C — вторая эталонная точка

Для эталонных точек известны Физические величины и соответствующие им коды АЦП.

Эталонные точки определяются методом калибровки, когда Физическая величина, заданная с помощью какой-то эталонной меры (эталонный груз, задатчик давления, задатчик температуры, задатчик сигнала и т. д.) или измеренная иным эталонным прибором, подается на вход аналогового канала, который выдает соответствующий код.

Например, для точки A :

- известную физическую величину A_X подаем на канал аналогового ввода
- получаем соответствующий код АЦП A_Y

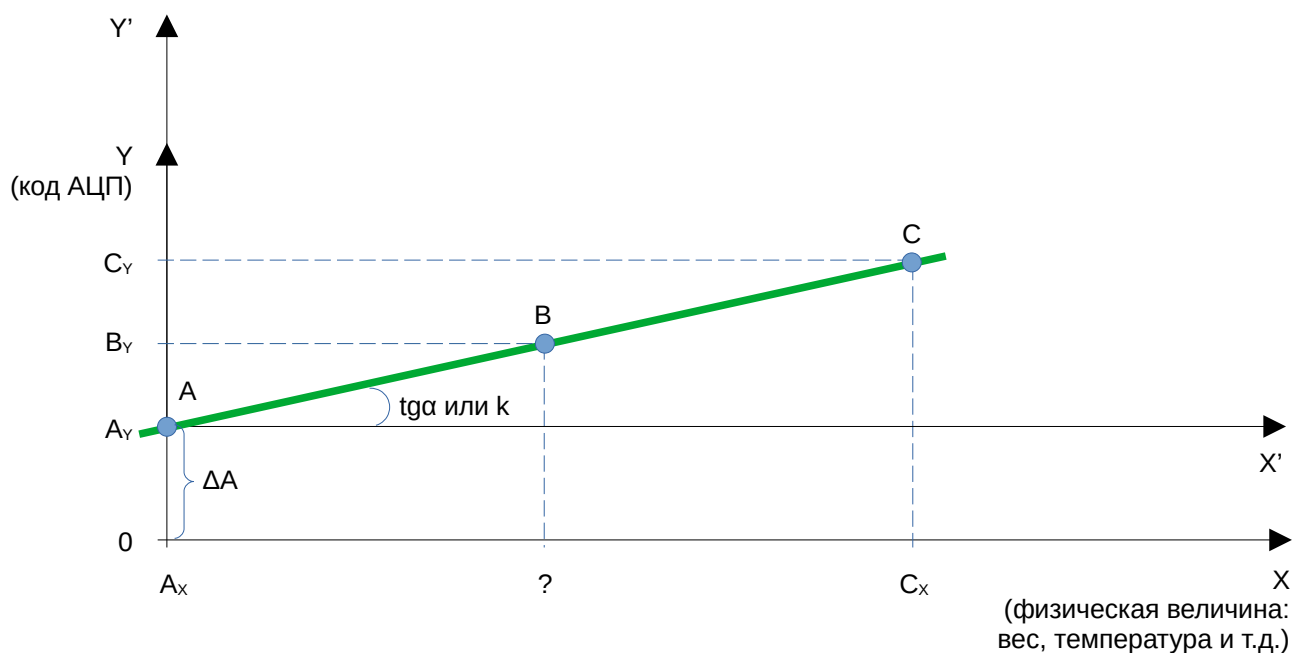
Например, для точки C :

- известную физическую величину C_X подаем на канал аналогового ввода
- получаем соответствующий код АЦП C_Y

Прямая линия, проведенная через эталонные точки, является линейной характеристикой измеряемого сигнала. По данной линейной характеристике, зная код АЦП (значение аналогового входа), можно в любой момент времени определить значение реальной измеряемой физической величины (например, точка B).

КАНАЛЫ В/В

МАСШТАБИРОВАНИЕ АНАЛОГОВЫХ СИГНАЛОВ



ΔA — сдвиг линейной характеристики относительно начала координат.

Линейную характеристику можно описать уравнением — **уравнение прямой с угловым коэффициентом** (формулы 1, 1'):

$$Y = \text{tg } \alpha \cdot X + \Delta A \quad (1)$$

или

$$Y = k \cdot X + \Delta A \quad (1')$$

Линейная характеристика имеет наклон по отношению к оси X — наклон характеристики или угловой коэффициент ($k = \text{tg}\alpha$, формула 2):

$$k = \frac{Y - \Delta A}{X} \quad (2)$$

Значение по оси Y всегда известно, так как это код АЦП с канала аналогового ввода. Значение по оси X является неизвестной, которую можно вычислить по формуле (3):

$$X = \frac{Y - \Delta A}{k} \quad (3)$$

Формула (3) — формула Масштабирования аналоговых сигналов, которая используется при работе со значениями каналов аналогового ввода и вывода.

Угловой коэффициент (2) определяется на этапе калибровки, где используются эталонные значения.

При масштабировании величина Y преобразуется в сопоставимую величину X (один масштаб приводится к другому). Соответственно, масштабирование может быть применено в прикладных целях, где в качестве Y может быть взята любая величина, например масштабирование: одного кода АЦП к другому, °C к °K и т. д.).

КАНАЛЫ В/В

ВХОД АНАЛОГОВЫЙ

Для Аналоговых входов выделяют следующие режимы работы:

- 1) Нормальный
- 2) Калибровка (опционально)
- 3) Выключен

КАНАЛЫ В/В

ВХОД АНАЛОГОВЫЙ: НОРМАЛЬНЫЙ

Алгоритм работы:

- 1) АЦП выполняет выборку N-значений (кодов АЦП) из связанного канала ввода
- 2) контроллер вычисляет среднее значение из N-выборок
- 3) полученное значение сохраняется в соответствующем программном регистре

Алгоритм выборки (измерения) повторяется с определенным в целевой системе контроллера периодом (например, 50 мс).

В зависимости от функционала целевой системы контроллера, полученный код АЦП может быть автоматически отмасштабирован к какой-либо физической величине.

Связанные программные регистры:

- Режим работы
- Значение входа (код АЦП или отмасштабированное значение)

КАНАЛЫ В/В

ВХОД АНАЛОГОВЫЙ: КАЛИБРОВКА

Доступность данного режима зависит от реализации целевой системы контроллера.

Цель калибровки:

- провести корректировку линейной характеристики электронного сигнала (АЦП) входа

Процедура калибровки:

- 1) на калибруемый аналоговый вход подать сигнал, соответствующий нижней калибровочной точке (например, 0,0 В или 4 мА)
- 2) зафиксировать код АЦП, соответствующей нижней калибровочной точке
(обычно, выполняется запись команды в соответствующий регистр)
- 3) на калибруемый аналоговый вход подать сигнал, соответствующий верхней калибровочной точке (например, 10,0 В или 20 мА)
- 4) зафиксировать код АЦП, соответствующей верхней калибровочной точке

В результате, по заданным калибровочным точкам, должен быть автоматически вычислен коэффициент масштабирования (сохраняется в соответствующем программном регистре), который далее будет использован для приведения (корректировки) исходного кода АЦП к требуемому.

Во время калибровки, каналы аналогового входа продолжают выполнять функции режима «Номальный».

В зависимости от результата, процедуру калибровки можно выполнить заново или перевести вход в нормальный режим работы.

Связанные программные регистры:

- Режим работы
- Команда фиксации кода АЦП для нижней калибровочной точки
- Команда фиксации кода АЦП для верхней калибровочной точки

КАНАЛЫ В/В

ВХОД АНАЛОГОВЫЙ: ВЫКЛЮЧЕН

Канал, настроенный на данный режим, не будет обрабатываться целевой системой: любое изменение на физическом канале ввода не будет зафиксировано в связанном программном регистре (в регистре будет значение «по-умолчанию», равное 0,0).

КАНАЛЫ В/В

ВЫХОД АНАЛОГОВЫЙ

Для Аналоговых выходов выделяют следующие режимы работы:

- 1) Нормальный
- 2) Быстрый
- 3) Калибровка (опционально)
- 4) Выключен
- 5) Безопасное состояние (подрежим)

КАНАЛЫ В/В

ВЫХОД АНАЛОГОВЫЙ: НОРМАЛЬНЫЙ

Нормальный аналоговый выход:

- значение в связанном с выходом регистре данных
= соответствующее значение на физическом канале вывода
(обычно, физическое значение приводится/масштабируется к соответствующему уровню электрического сигнала)

Значение выхода в ПЛК хранится в отдельном программном регистре (индивидуальный регистр на каждый канал).

Связанные программные регистры:

- Режим работы
- Значение выхода

КАНАЛЫ В/В

ВЫХОД АНАЛОГОВЫЙ: БЫСТРЫЙ

Быстрый аналоговый выход:

- Аналог Нормального аналогового выхода.
Разница:
в моменте передачи значения связанного с выходом регистра, сформированного в пользовательской программе, на физический канал вывода
- для Нормального выхода:
 - изменение передается только после завершения рабочего цикла программы
- для Быстрого выхода:
 - изменение передается сразу

Связанные программные регистры:

- Режим работы
- Значение выхода

КАНАЛЫ В/В

ВЫХОД АНАЛОГОВЫЙ: КАЛИБРОВКА

Доступность данного режима зависит от реализации целевой системы контроллера.

Цель калибровки:

- провести корректировку линейной характеристики электронного сигнала (ЦАП) выхода

Процедура калибровки:

- 1) записать в калибровочный регистр значение, соответствующее нижней калибровочной точке (например, 0,0 В или 4 мА)
- 2) подать на канал вывода значение, соответствующее заданной нижней калибровочной точке, записав его в связанный с выводом (нормальный) регистр
- 3) измерить точным прибором (вольтметром или амперметром) значение на физическом канале калибруемого вывода
- 4) записать измеренное значение в соответствующий программный регистр
- 5) записать в калибровочный регистр значение, соответствующее верхней калибровочной точке (например, 10,0 В или 20 мА)
- 6) подать на канал вывода значение, соответствующее заданной верхней калибровочной точке, записав его в связанный с выводом (нормальный) регистр
- 7) измерить точным прибором (вольтметром или амперметром) значение на физическом канале калибруемого вывода
- 8) записать измеренное значение в соответствующий программный регистр

В результате, по заданным калибровочным точкам, должен быть автоматически вычислен коэффициент масштабирования (сохраняется в соответствующем программном регистре), который далее будет использован для приведения (корректировки) исходного кода ЦАП к требуемому.

Более точный порядок калибровки должен быть описан в руководстве по эксплуатации модуля В/В.

В зависимости от результата, процедуру калибровки можно выполнить заново или перевести выход в нормальный режим работы.

Связанные программные регистры:

- Режим работы
- Значение нижней калибровочной точки
- Измеренное значение нижней калибровочной точки
- Значение верхней калибровочной точки
- Измеренное значение верхней калибровочной точки

КАНАЛЫ В/В

ВЫХОД АНАЛОГОВЫЙ: ВЫКЛЮЧЕН

Канал, настроенный на данный режим, не будет обрабатываться целевой системой: любое изменение в связанном программном регистре не будет влиять на физический канал вывода (на физический канал вывода «по-умолчанию» выдается 0,0).

КАНАЛЫ В/В

ВЫХОД АНАЛОГОВЫЙ: БЕЗОПАСНОЕ СОСТОЯНИЕ

Для каждого аналогового выхода, вне зависимости в каком режиме он работает, может быть активирован дополнительный подрежим «Безопасного состояния».

Специальный программный сторожевой таймер через заданный период времени проверяет состояние специального флага:

- Если флаг сброшен, то сторожевой таймер взводит его и уходит на следующий цикл *необходимо периодически сбрасывать флаг, вызвав специальную функцию из пользовательской программы или записав определенное значение в специальный локальный и/или сетевой регистр;*
периодичность сброса таймера должна быть меньше, чем время работы сторожевого таймера
- Если флаг не сброшен, то сторожевой таймер принудительно устанавливает на аналоговый выход (или группу выходов) заданный безопасный уровень *для возврата выхода в штатный режим работы необходимо сбросить флаг*

Связанные программные регистры:

- Время работы программного сторожевого таймера
(обычно, один на всех каналы; 0 — выключает таймер и, соответственно, подрежим)
- Уровень безопасного состояния
(для каждого аналогового канала)
- Разрешение безопасного состояния
(для каждого аналогового канала)