

КАНАЛЫ В/В

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

ДИСКРЕТНЫЙ ВВОД/ВЫВОД

ДИСКРЕТНЫЙ ВХОД (DI)

ДИСКРЕТНЫЙ ВХОД: НОРМАЛЬНЫЙ

ДИСКРЕТНЫЙ ВХОД: СЧЕТЧИК ИМПУЛЬСОВ

ДИСКРЕТНЫЙ ВХОД: ЧАСТОТОМЕР / ТАХОМЕТР

ДИСКРЕТНЫЙ ВХОД: ИНКРЕМЕНТАЛЬНЫЙ ЭНКОДЕР

ДИСКРЕТНЫЙ ВХОД: ВЫКЛЮЧЕН

ДИСКРЕТНЫЙ ВЫХОД (DO)

ДИСКРЕТНЫЙ ВЫХОД: НОРМАЛЬНЫЙ

ДИСКРЕТНЫЙ ВЫХОД: БЫСТРЫЙ

ДИСКРЕТНЫЙ ВЫХОД: ШИМ

ДИСКРЕТНЫЙ ВЫХОД: ВЫКЛЮЧЕН

ДИСКРЕТНЫЙ ВЫХОД: БЕЗОПАСНОЕ СОСТОЯНИЕ

КОНТАКТ "СУХОЙ" И "МОКРЫЙ"

АНАЛОГОВЫЙ ВВОД/ВЫВОД

АНАЛОГОВЫЙ ВХОД (AI)

АНАЛОГОВЫЙ ВХОД: НОРМАЛЬНЫЙ

АНАЛОГОВЫЙ ВХОД: КАЛИБРОВКА

АНАЛОГОВЫЙ ВХОД: ВЫКЛЮЧЕН

АНАЛОГОВЫЙ ВЫХОД (AO)

АНАЛОГОВЫЙ ВЫХОД: НОРМАЛЬНЫЙ

АНАЛОГОВЫЙ ВЫХОД: БЫСТРЫЙ

АНАЛОГОВЫЙ ВЫХОД: КАЛИБРОВКА

АНАЛОГОВЫЙ ВЫХОД: ВЫКЛЮЧЕН

АНАЛОГОВЫЙ ВЫХОД: БЕЗОПАСНОЕ СОСТОЯНИЕ

КАНАЛЫ В/В

ВВЕДЕНИЕ

В цифровой электронике каналы В/В предназначены для связи управляющего устройства (микропроцессор, микроконтроллер) с подключаемыми к нему внешними устройствами (датчики, исполнительные устройства, сторонние управляющие устройства).

Функционал канала В/В реализуется с помощью определенного набора аппаратных и программных средств (электронные схемы и программные алгоритмы):

- защита от нештатных токов и напряжений (гальваническая опторазвязка),
- искрозащита (для взрывоопасных зон),
- аналого-цифровое преобразование,
- цифро-аналоговое преобразование,
- нормирование - преобразование (приведение),
- фильтрация,
- цифровая обработка.

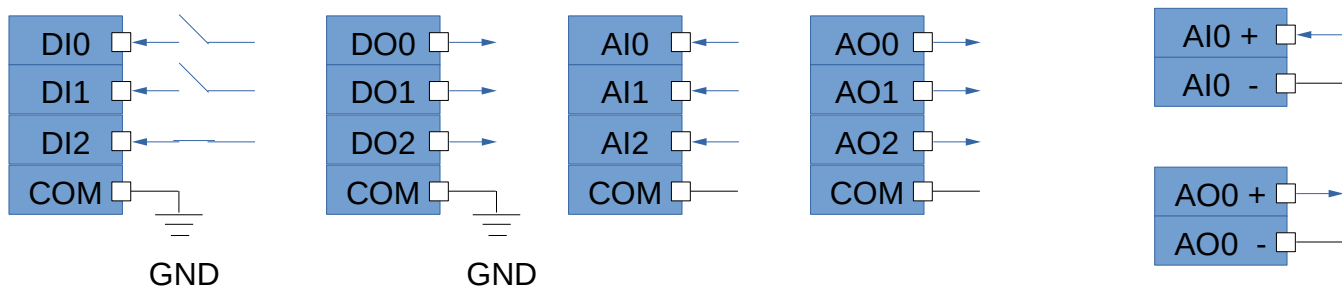
По направлению передачи сигналов каналы В/В делятся на:

- **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 Дискретные (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)

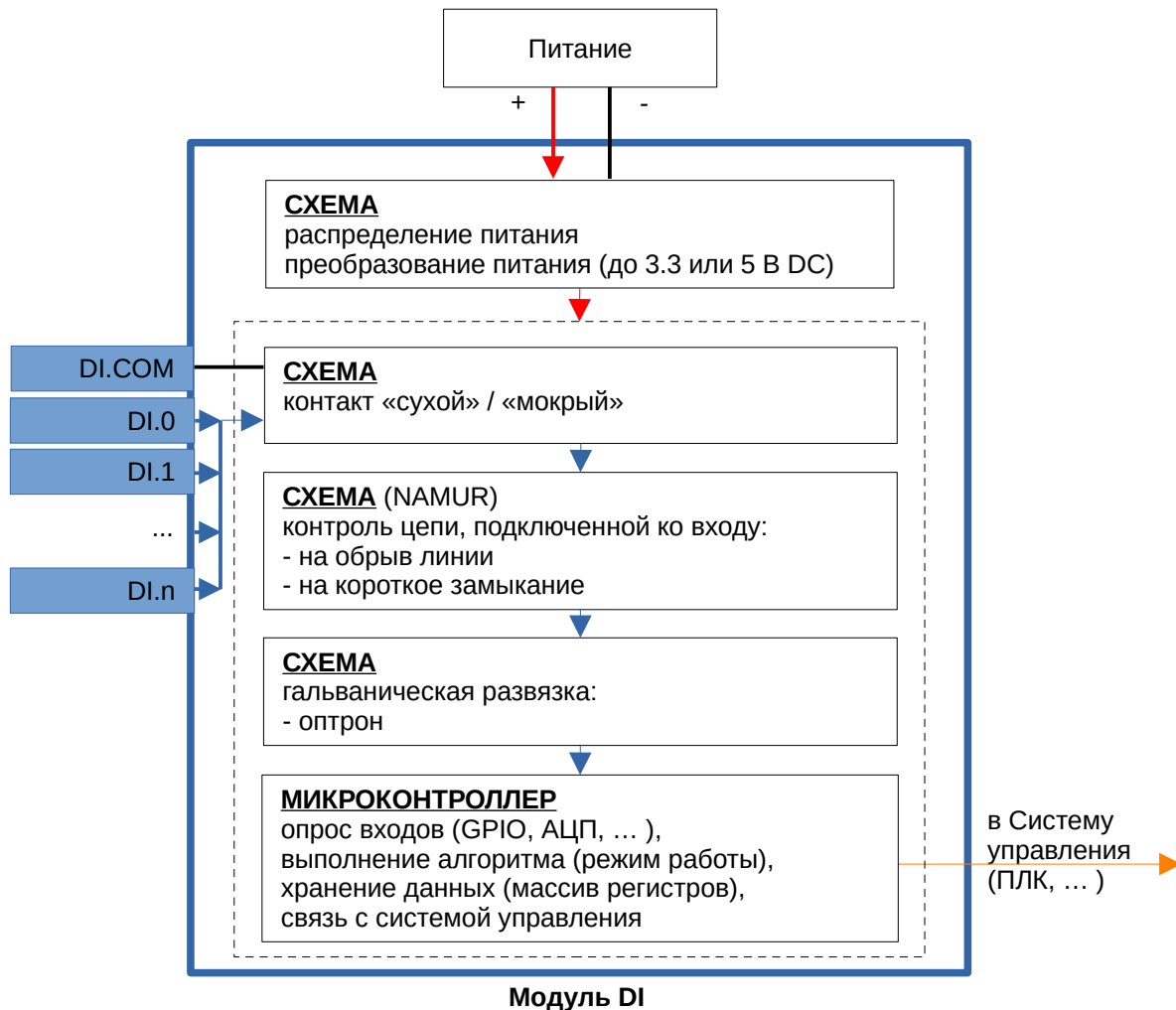
индивидуальные каналы В/В

КАНАЛЫ В/В

ДИСКРЕТНЫЙ ВХОД

Приемник, измеритель дискретного сигнала.

Обобщенная функциональная схема



Для 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 дискретного ввода могут поддерживать как один конкретный режим работы, так и несколько (универсальные каналы). Универсальные каналы являются более дорогими по причине сложности аппаратной и программной частей. Для каждого режима доступен набор своих программных регистров (числовых переменных в памяти). Настройка режима работы каждого канала выполняется с помощью специальной сервисной программы.

КАНАЛЫ В/В

ДИСКРЕТНЫЙ ВХОД: НОРМАЛЬНЫЙ

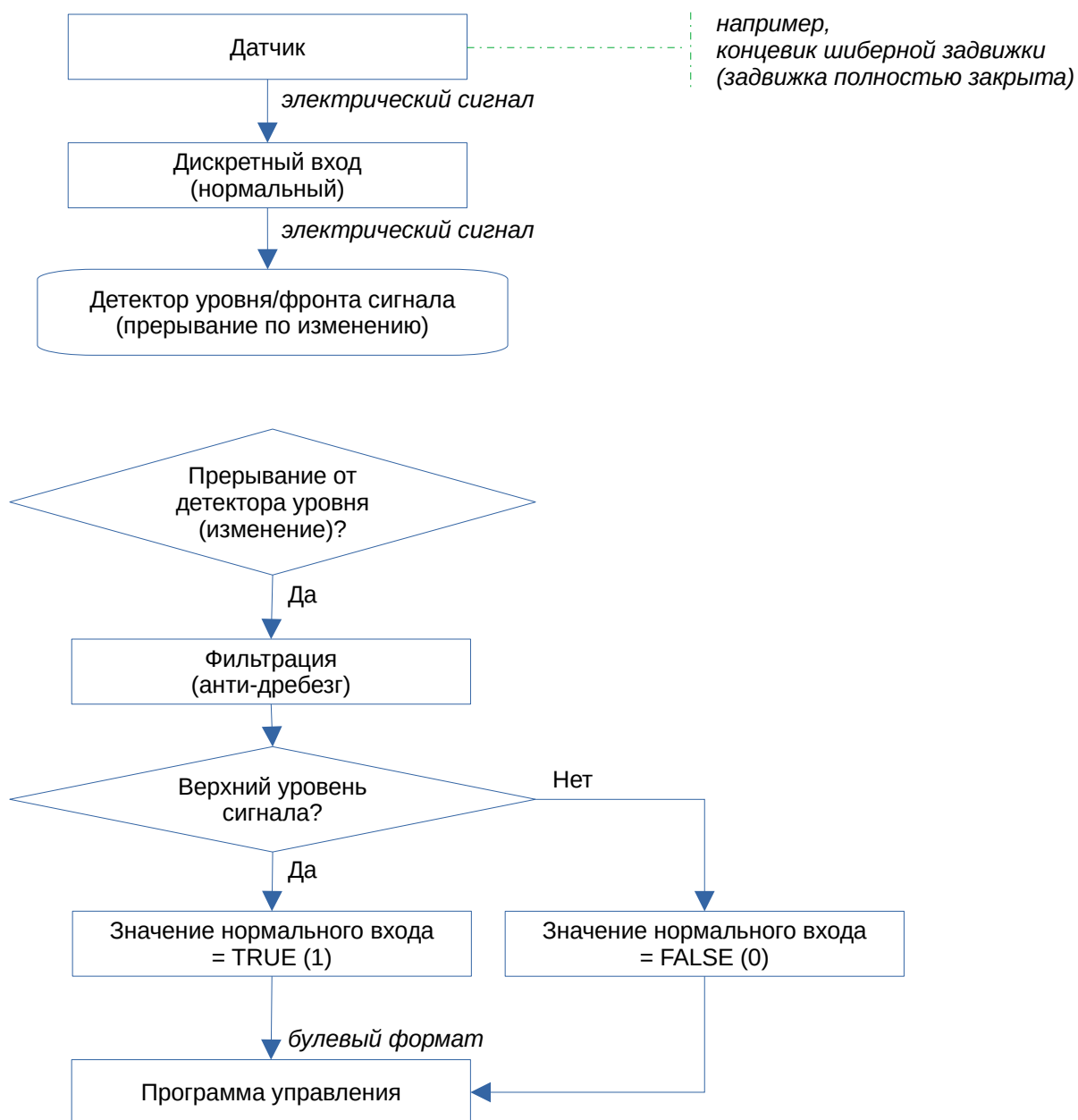
Вход работает как нормальный дискретный:

- отсутствие напряжения на физическом входе кодируется как FALSE (0)
- наличие напряжения на физическом входе кодируется как TRUE (1)

Используемые программные регистры

- Значение нормального входа
= FALSE (0) или TRUE (1)

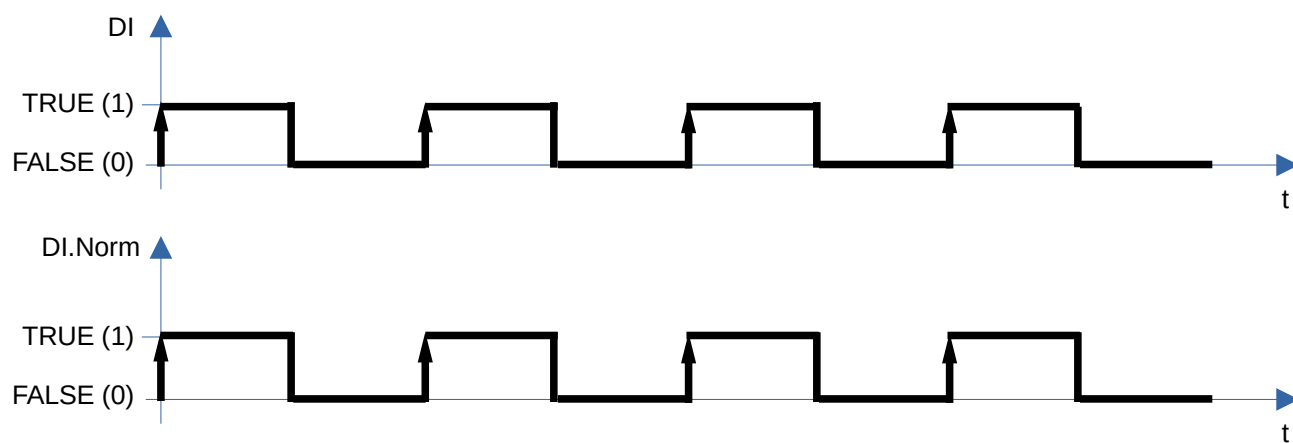
Алгоритм работы



КАНАЛЫ В/В

ДИСКРЕТНЫЙ ВХОД: НОРМАЛЬНЫЙ

Диаграмма работы



где,

DI — значение на физическом входе

DI.Norm — «Значение нормального входа»

КАНАЛЫ В/В

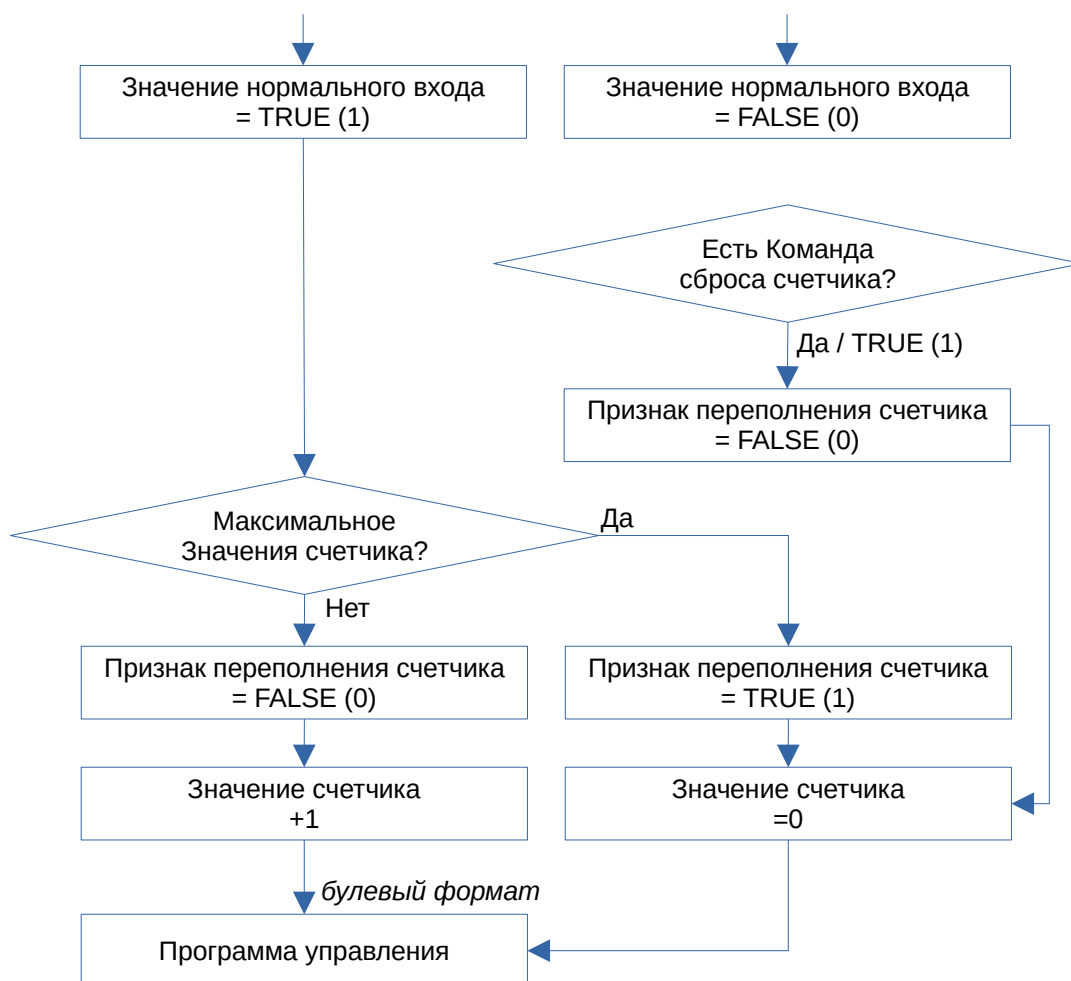
ДИСКРЕТНЫЙ ВХОД: СЧЕТЧИК ИМПУЛЬСОВ

Это расширение нормального входа, когда он дополнительно работает на счет количества поступающих импульсов (обычно по переднему фронту). Счет инкрементный, накапливаемый (вверх / Up, +1).

Используемые программные регистры (дополнительно к нормальному режиму)

- Значение счетчика
= 0 ... 4294967295 импульсов (для 32-битного счетчика)
- Признак переполнения счетчика (опционально, может отсутствовать)
= FALSE (0) или TRUE (1)
- Команда сброса счетчика
= FALSE (0) или TRUE (1)

Алгоритм работы (дополнительно к нормальному режиму)



КАНАЛЫ В/В

ДИСКРЕТНЫЙ ВХОД: СЧЕТЧИК ИМПУЛЬСОВ

Работа по уставке

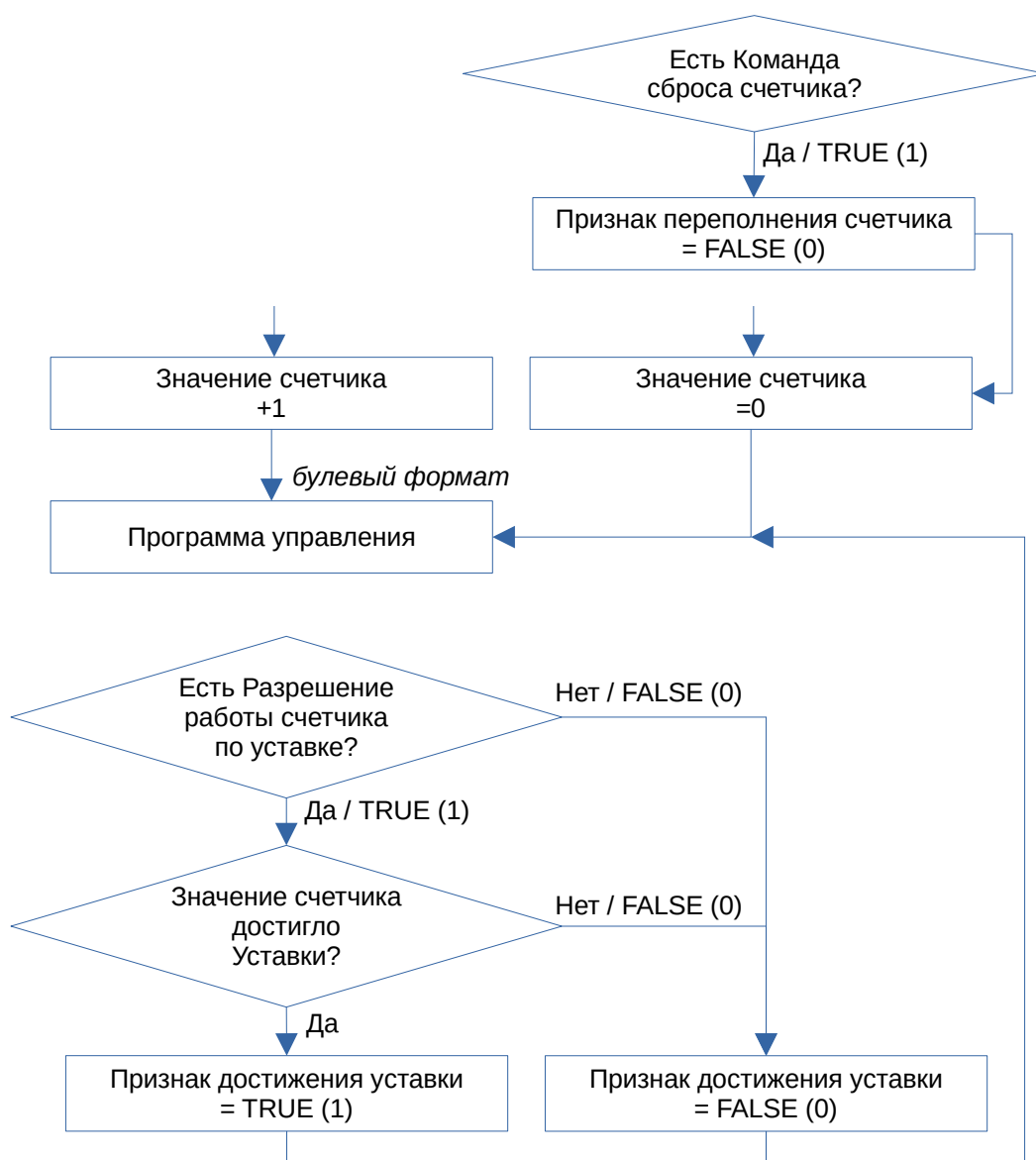
Это расширение счетного режима.

Как только значение счетчика достигло значения уставки, то формируется признак.

Используемые программные регистры (дополнительно к счетному режиму)

- Уставка для счетчика
= 0 ... 4294967295 импульсов (для 32-битного счетчика)
- Разрешение работы счетчика по уставке
= FALSE (0) или TRUE (1)
- Признак достижения уставки
= FALSE (0) или TRUE (1)

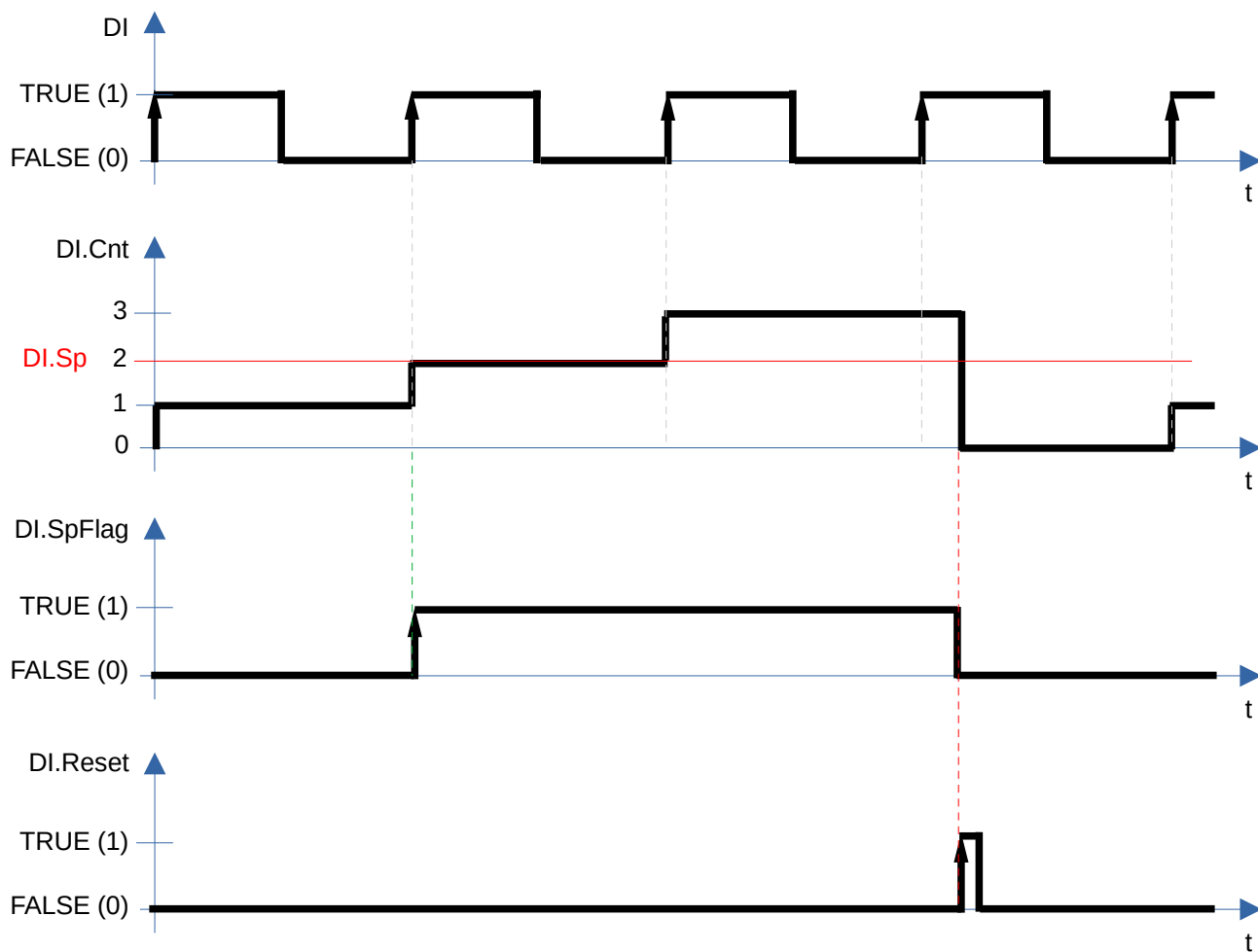
Алгоритм работы (дополнительно к счетному режиму)



КАНАЛЫ В/В

ДИСКРЕТНЫЙ ВХОД: СЧЕТЧИК ИМПУЛЬСОВ

Диаграмма работы



где,

DI — значение на физическом входе

DI.Cnt — «Значение счетчика»

DI.Sp — «Уставка счетчика»

DI.SpFlag — «Признак достижения уставки»

DI.Reset — «Команда сброса значения счетчика»

КАНАЛЫ В/В

ДИСКРЕТНЫЙ ВХОД: ЧАСТОТОМЕР / ТАХОМЕТР

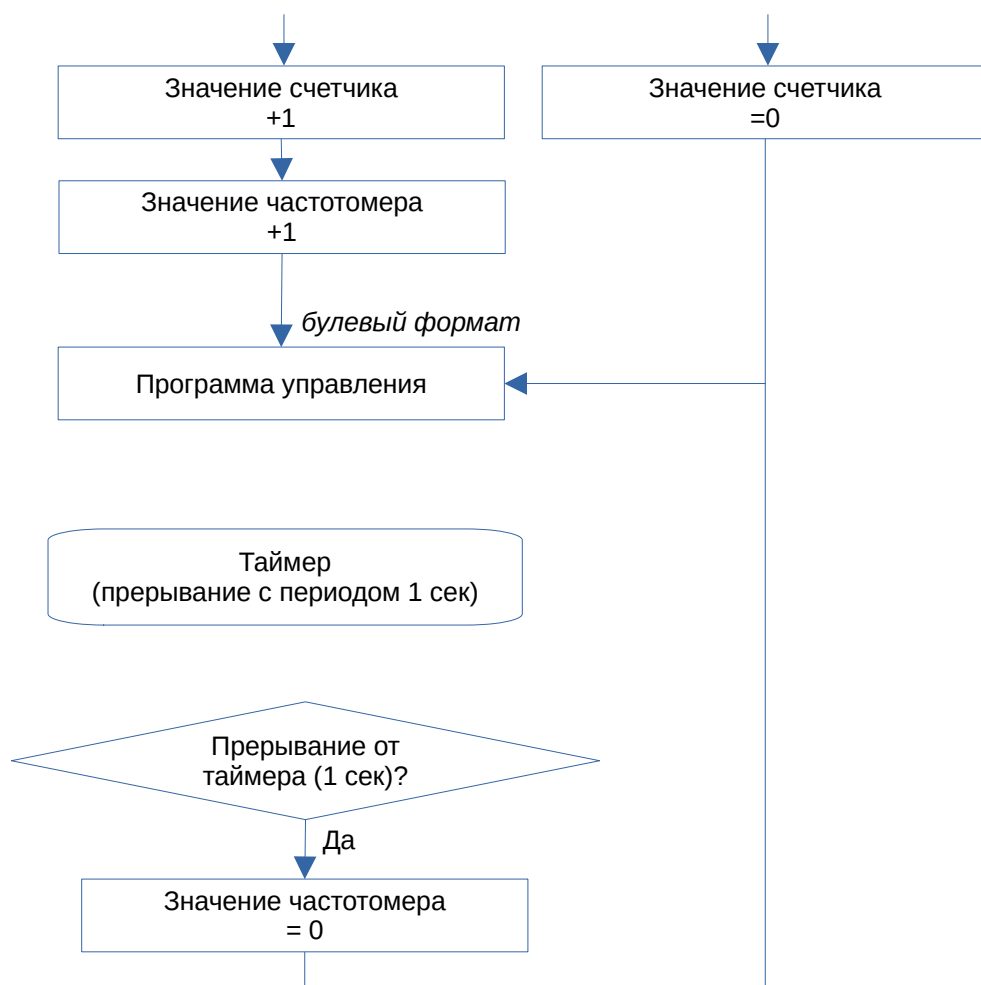
Это расширение счетного режима, когда вход работает также на счет количества поступающих импульсов за определенный период времени (обычно по переднему фронту, за секунду).

Используемые программные регистры (дополнительно к счетному режиму)

- Значение частотомера / тахометра
= 0 ... 65535 импульсов/секунду

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

Алгоритм работы (дополнительно к счетному режиму)



КАНАЛЫ В/В

ДИСКРЕТНЫЙ ВХОД: ЧАСТОТОМЕР / ТАХОМЕТР

Работа по уставке

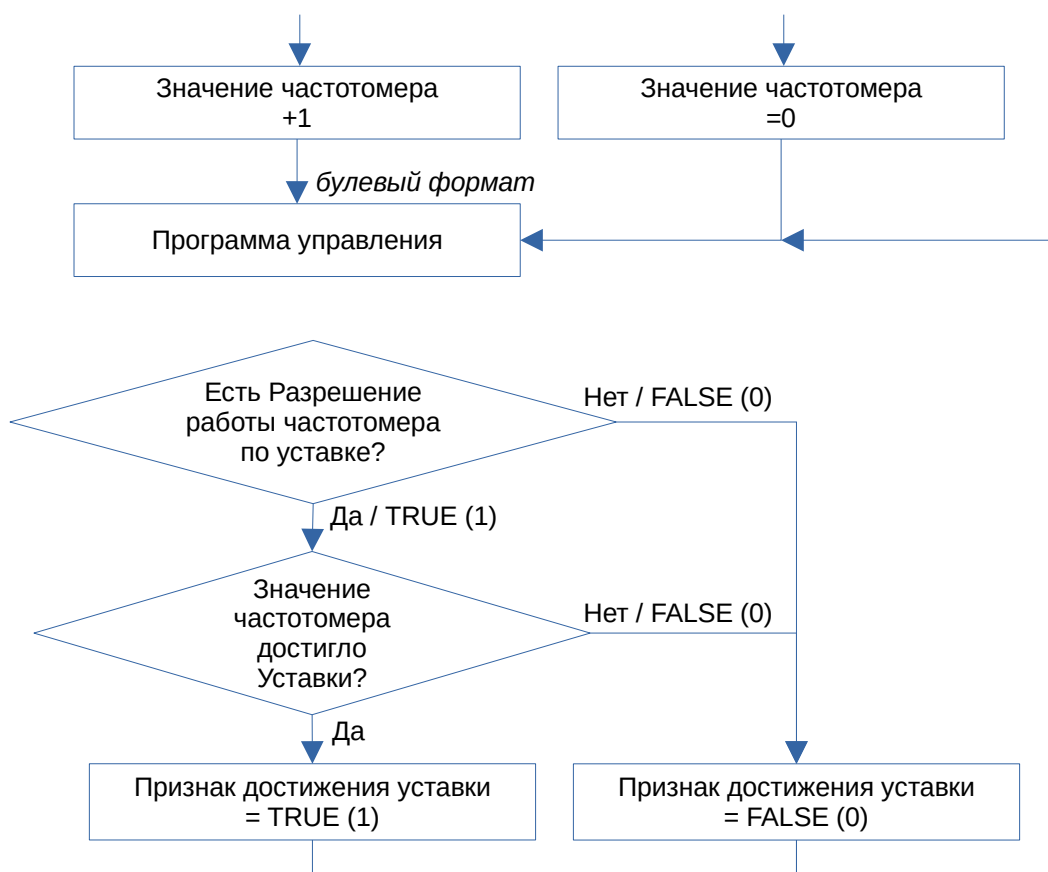
Это расширение режима частотомера/тахометра.

Как только значение частотомера достигло значения уставки, то формируется признак.

Используемые программные регистры (дополнительно к режиму частотомера)

- Уставка для частотомера
= 0 ... 65535 импульсов/секунду
- Разрешение работы по уставке
= FALSE (0) или TRUE (1)
- Признак достижения уставки
= FALSE (0) или TRUE (1)

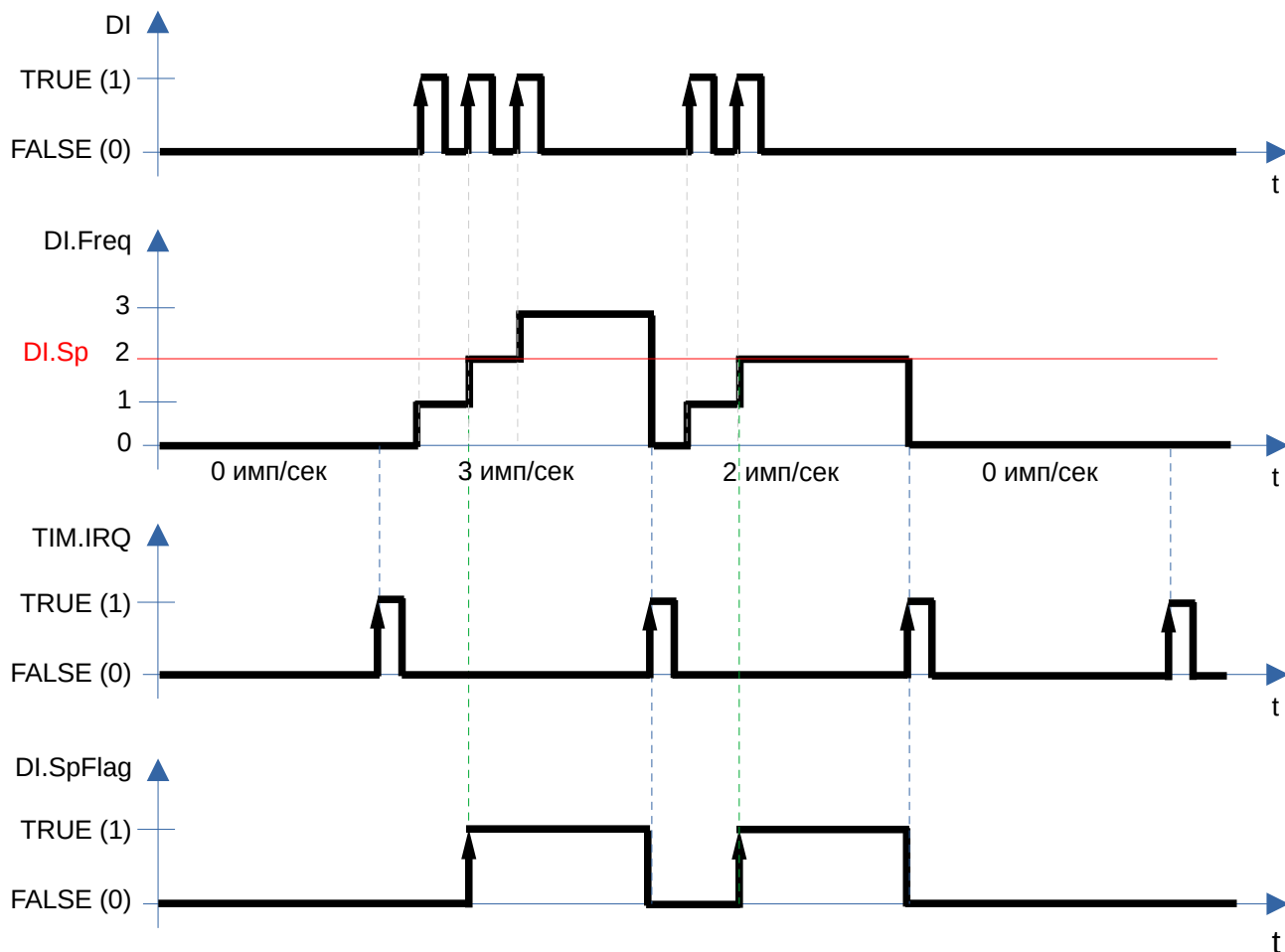
Алгоритм работы (дополнительно к режиму частотомера)



КАНАЛЫ В/В

ДИСКРЕТНЫЙ ВХОД: ЧАСТОТОМЕР / ТАХОМЕТР

Диаграмма работы



где,

DI — значение на физическом входе

DI.Freq — «Значение частотомера»

DI.Sp — «Уставка частотомера»

DI.SpFlag — «Признак достижения уставки»

TIM.IRQ — прерывание от таймера (1 сек.)

КАНАЛЫ В/В

ДИСКРЕТНЫЙ ВХОД: ИНКРЕМЕНТАЛЬНЫЙ ЭНКОДЕР

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

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

- DI0-DI1

где,

вход 0 – первичный вход пары («Фаза А»)

вход 1 – вторичный вход пары («Фаза Б»)

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

Используемые программные регистры

- Значение счетчика первичного входа
= 0 ... 4294967295 импульсов (для 32-битного счетчика)
- Значение счетчика вторичного входа
= 0 ... 4294967295 импульсов (для 32-битного счетчика)
- Признак переполнения счетчика (опционально)
= FALSE (0) или TRUE (1)
- Команда сброса счетчика
= FALSE (0) или TRUE (1)

Обобщенный принцип работы

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

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 следующих показателей:

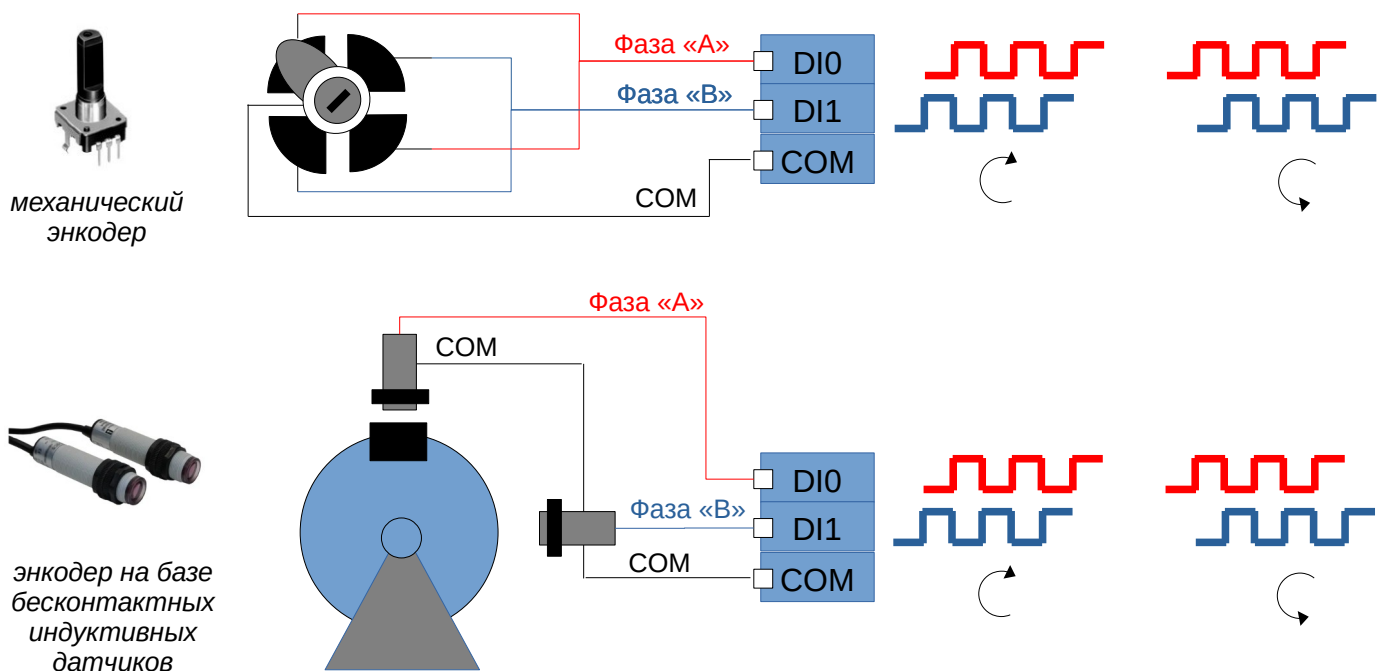
- угол поворота (например, угол поворота вала двигателя)
- направление вращения / движения (вперед или назад)
- расстояние / длина
- скорость

Выделяют несколько функций работы Инкрементального энкодера:

- двухканальный инкрементный счетчик,
- двухканальный инкрементальный счетчик + тахометр,
- одноканальный инкрементальный счетчик.

КАНАЛЫ В/В

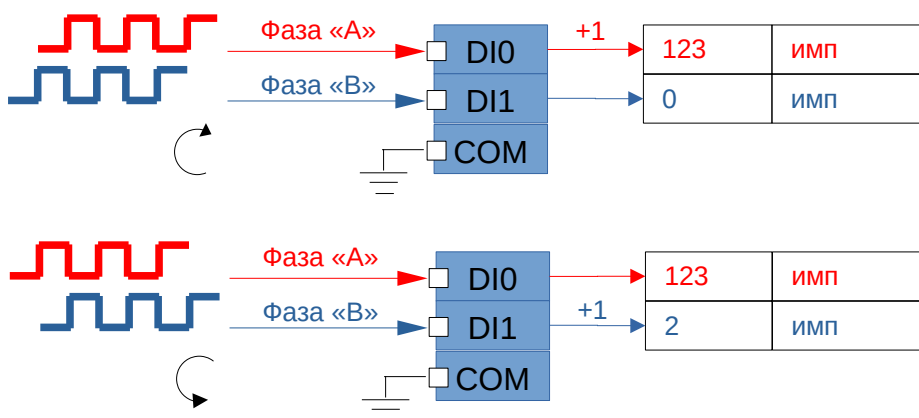
ДИСКРЕТНЫЙ ВХОД: ИНКРЕМЕНТАЛЬНЫЙ ЭНКОДЕР



Функция 1

Двухканальный инкрементный счетчик с детектором фаз («вращения»)
Inc. Pulse / Inc. Pulse

- Один источник импульсов подключается к Первичному входу канала
- Другой источник импульсов подключается ко Вторичному входу канала
- Импульсы одного источника сдвинуты по фазе относительно импульсов другого
- Вход, на который импульсы приходят первыми:
 - работает на счет количества поступающих импульсов (по переднему фронту)
 - счет инкрементный (Вверх / Up, +1)
- 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»



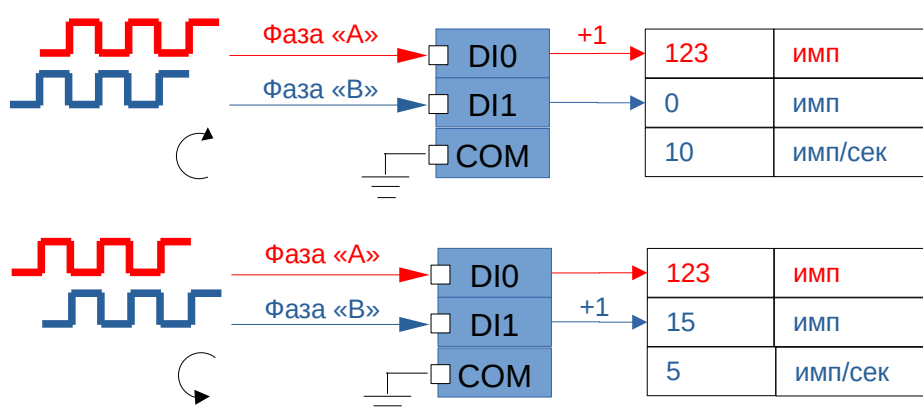
КАНАЛЫ В/В

ДИСКРЕТНЫЙ ВХОД: ИНКРЕМЕНТАЛЬНЫЙ ЭНКОДЕР

Функция 2

Двухканальный инкрементный счетчик с детектором фаз («вращения») + частотомер
Inc. Pulse / Inc. Pulse + Frequency

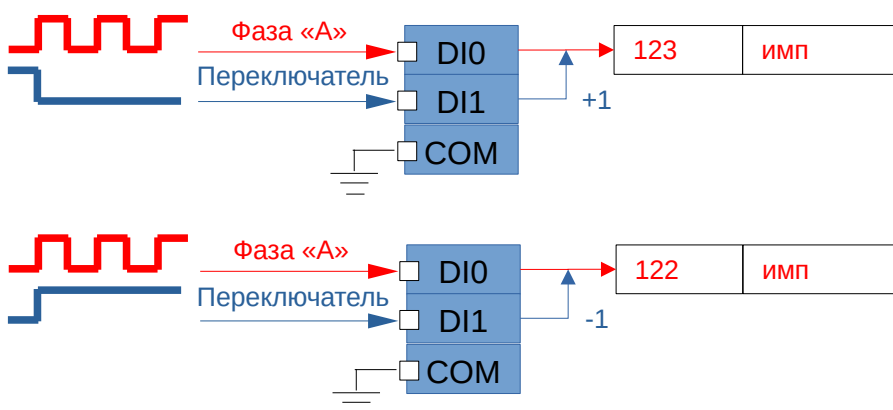
- Базовый принцип работы аналогичен «Функции 1»
Дополнительно:
- В регистр «Значение частотомера» вторичного канала записывается количество импульсов за период времени (импульсы/сек) вне зависимости от направления фазы.



Функция 3

Одноканальный инкрементный/декрементный счетчик
Inc. Pulse / Dir

- Источник импульсов подключается к первичному каналу
- Переключатель направления счета подключается ко вторичному каналу
- Первичный вход:
 - работает на счет импульсов (по переднему фронту)
 - счет типа «инкремент» (+1, Вверх/Up), если Переключатель =FALSE (0)
 - счет типа «декремент» (-1, Вниз/Down), если Переключатель =TRUE (1)
- Вторичный вход:
 - счет импульсов не ведет
- Сброс счетчика осуществляется подачей команды «Сброс счетчиков»



КАНАЛЫ В/В

ДИСКРЕТНЫЙ ВХОД: ВЫКЛЮЧЕН

Вход не работает.

Изменения на входе игнорируются.

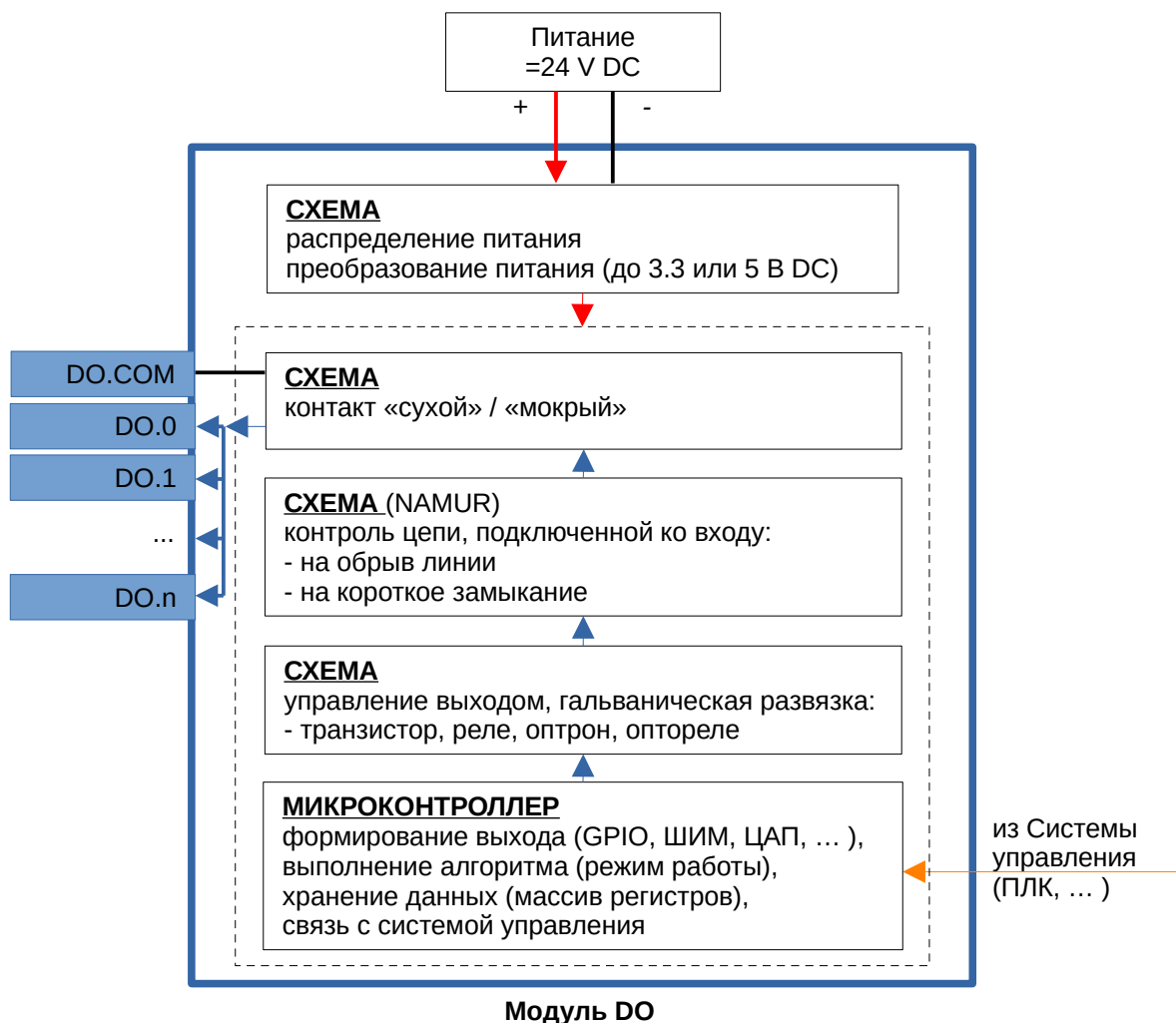
Обнулены все программные регистры со значениями (нормальный, счетчик, частотомер).

КАНАЛЫ В/В

ДИСКРЕТНЫЙ ВЫХОД

Источник, генератор дискретного сигнала.

Обобщенная функциональная схема



Для дискретных выходов выделяют следующие режимы работы:

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

Конструктивно, каналы цифрового (дискретного) вывода могут поддерживать как один конкретный режим работы, так и несколько (универсальные каналы). Универсальные каналы являются более дорогими по причине сложности аппаратной и программной частей. Для каждого режима доступен набор своих программных регистров (числовых переменных в памяти). Настройка режима работы каждого канала выполняется с помощью специальной сервисной программы.

КАНАЛЫ В/В

ДИСКРЕТНЫЙ ВЫХОД: НОРМАЛЬНЫЙ

Выход работает как нормальный дискретный:

- цифровой код FALSE (0) отключает напряжение на физическом выходе
- цифровой код TRUE (1) включает напряжение на физическом выходе

Используемые программные регистры

- Значение нормального выхода
= FALSE (0) или TRUE (1)

Алгоритм работы

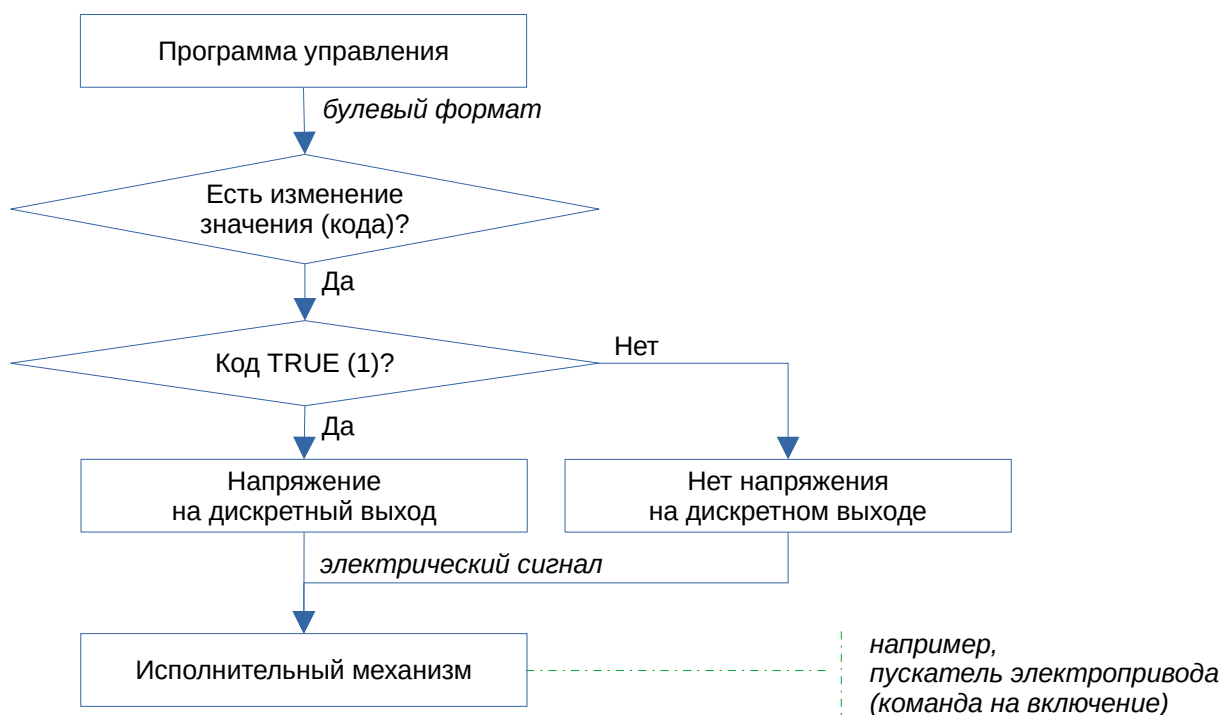
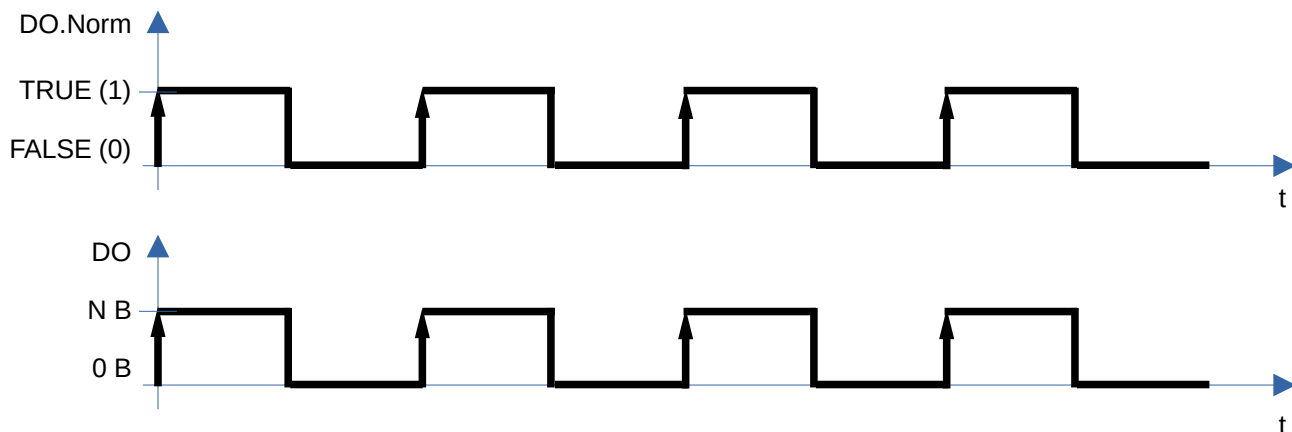


Диаграмма работы



где,
DO.Norm — «Значение нормального выхода»
DO — значение физического выхода

КАНАЛЫ В/В

ДИСКРЕТНЫЙ ВЫХОД: БЫСТРЫЙ

Быстрый дискретный выход по базовому функционалу аналогичен нормальному выходу.

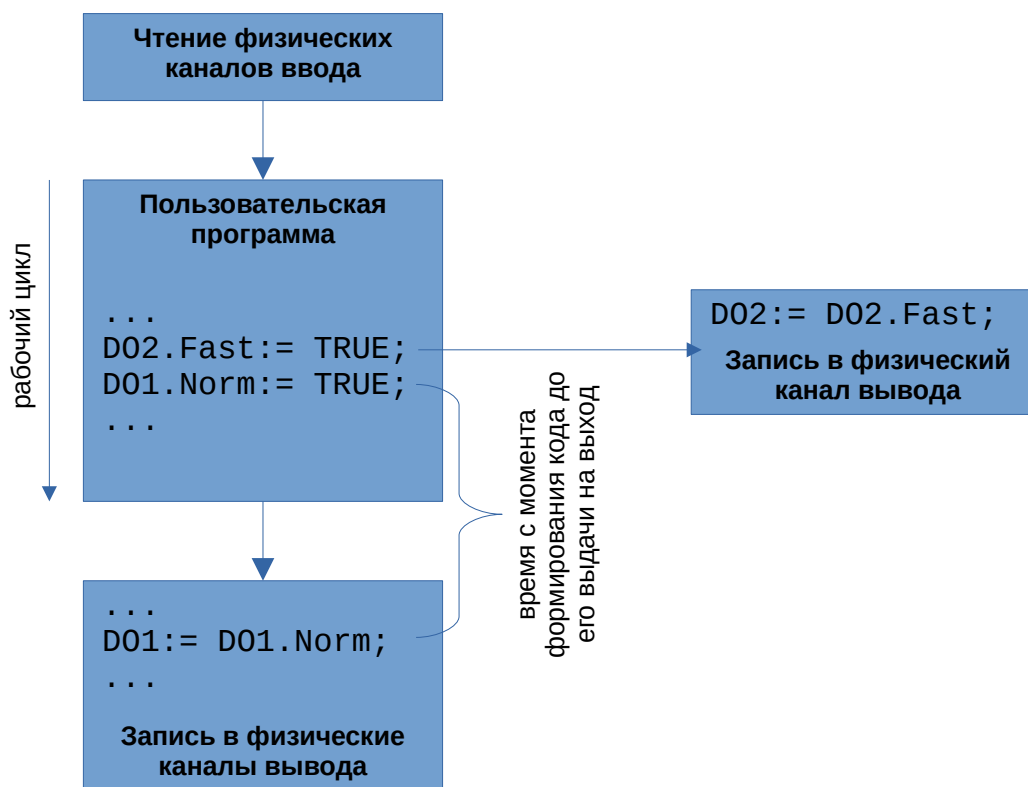
Разница лишь в том, в какой момент времени кодовое числовое значение передается на физический канал выхода:

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

Используемые программные регистры

- Значение быстрого выхода
= FALSE (0) или TRUE (1)

Алгоритм работы



КАНАЛЫ В/В

ДИСКРЕТНЫЙ ВЫХОД: ШИМ

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

Работа ШИМ и управление уровнем соответствующего физического выхода реализуется аппаратно-программными средствами (с помощью аппаратных или программных таймеров).

Используемые программные регистры

- Разрешение работы ШИМ
= FALSE (0) или TRUE (1)
- Период ШИМ
= 100 ... 4294967295 (миллисекунд)
< 100 равносильно 0 мс, на физическом выходе постоянно FALSE (0)
- Коэффициент заполнения ШИМ
длительность импульса — код TRUE (1) на физическом выходе
= 0.0 ... 100.0 % от периода
0.0 — нет длительности, на физическом выходе постоянно FALSE (0)
100.0 — полная длительность, на физическом выходе постоянно TRUE (1)

Время длительности импульса (время существования TRUE (1) на физическом выходе) 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)

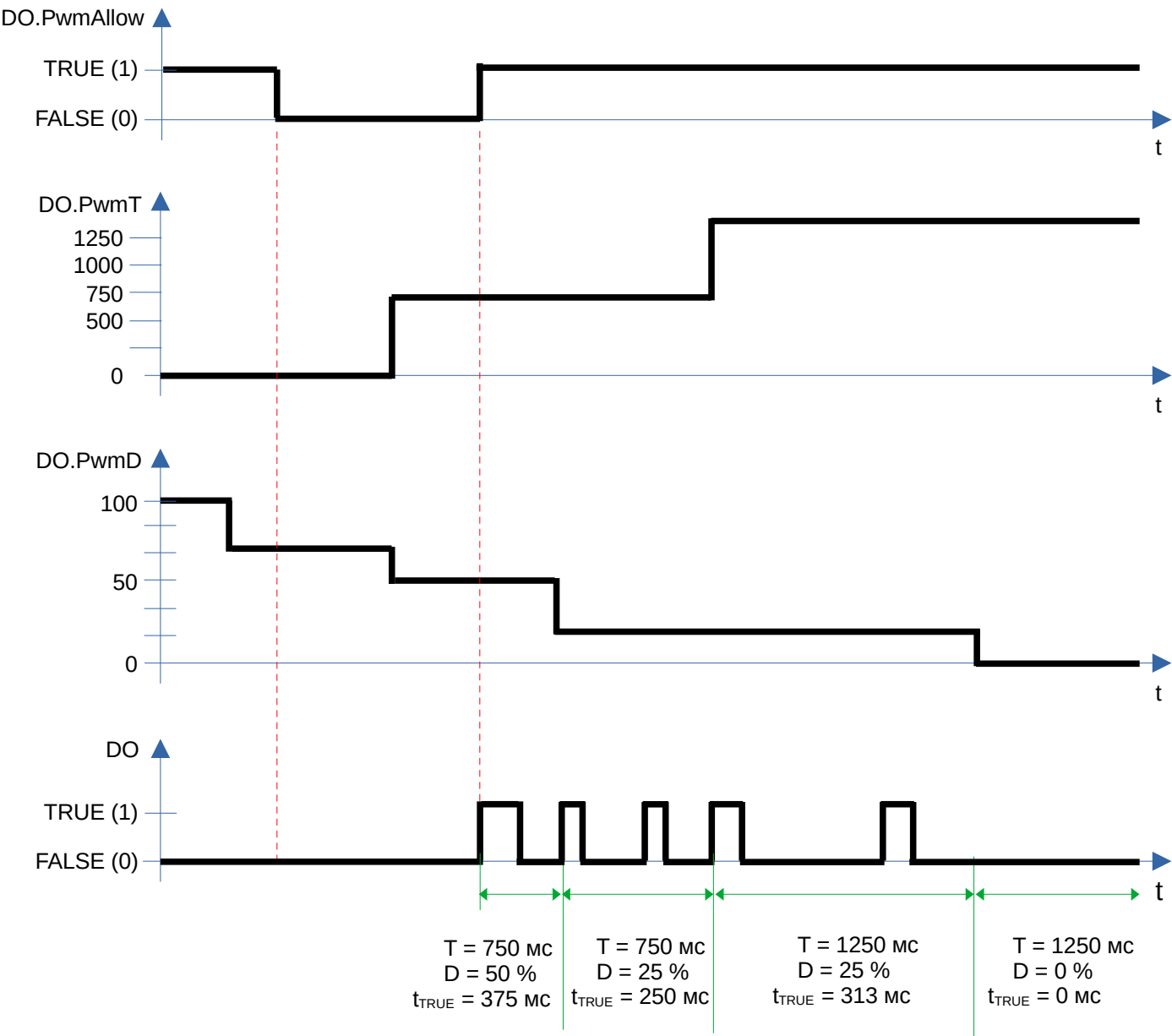
D — коэффициент заполнения ШИМ (% от периода)

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

КАНАЛЫ В/В

ДИСКРЕТНЫЙ ВЫХОД: ШИМ

Диаграмма работы



КАНАЛЫ В/В

ДИСКРЕТНЫЙ ВЫХОД: ВЫКЛЮЧЕН

Выход не работает.

На выходе нет напряжения (низкий уровень), FALSE (0).

КАНАЛЫ В/В

ДИСКРЕТНЫЙ ВЫХОД: БЕЗОПАСНОЕ СОСТОЯНИЕ

Для каждого дискретного выхода, вне зависимости в каком режиме он работает, может быть активирован дополнительный подрежим «Безопасное состояние» - защита от нештатной работы устройства управления (например, на случай зависания или сбоя в работе программы ПЛК).

Используемые программные регистры

- Период сторожевого таймера
= 0 ... 65535 сек
0 — сторожевой таймер отключен, выключен подрежим «Безопасное состояние»
- Уровень безопасного состояния для выхода
= FALSE (0) или TRUE (1)
- Команда сброса флага сторожевого таймера
= FALSE (0) или TRUE (1)

Алгоритм работы

Сторожевой таймер через заданный период времени проверяет специальный флаг:

- если флаг равен FALSE (0) (сброшен), то:
 - флаг устанавливается в TRUE (1) (взводится)
 - выход работает в штатном режиме
 - таймер перезапускается
- если флаг равен TRUE (1) (взведен, не был сброшен), то:
 - на дискретный выход принудительно подается определенный безопасный уровень
 - таймер перезапускается

Для обеспечения штатного режима работы выхода (нормальный, быстрый, ШИМ), управляющая программа в начале или в конце своего выполнения должна сбрасывать флаг сторожевого таймера — устанавливать его в значение FALSE (0). Программа должна успевать сбрасывать флаг, пока таймер не завершил свой счет.

КАНАЛЫ В/В

КОНТАКТ «СУХОЙ» И «МОКРЫЙ»

Общий смысл

В АСУ ТП обычно разделяют зоны ответственности:

- «поле» (КИПиА) / **field**,
- шкафы управления (ШУ) / **control**.

Термины **«сухой» (dry contact)** и **«мокрый» (wet contact)** контакт применимы для дискретных входов и выходов, где контакт соединяет две электрические цепи, образующие контрольно-измерительную линию, по которой передается дискретный сигнал.

Один и тот же контрольно-измерительный сигнал имеет:

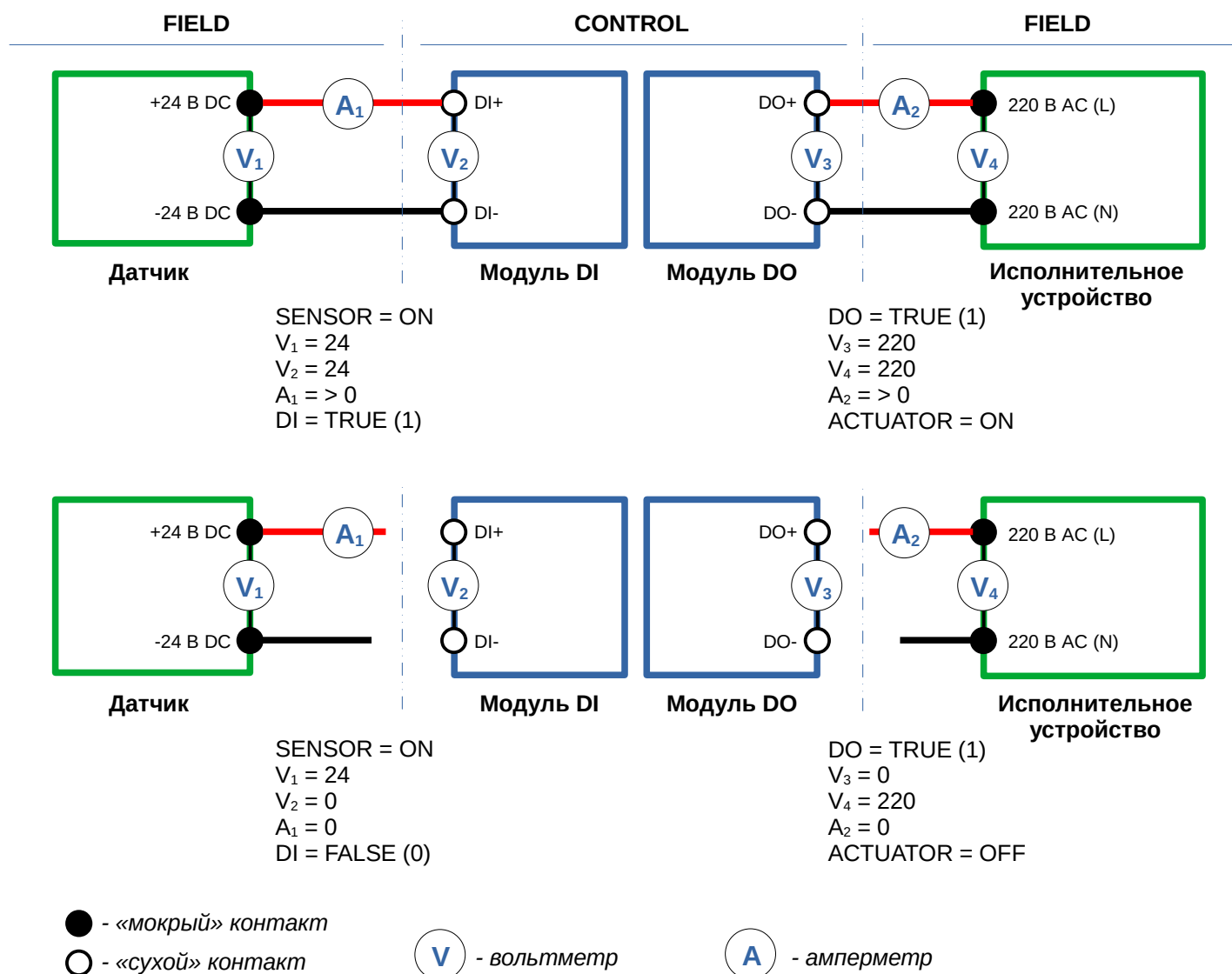
- контакт в «поле»,
- контакт в ШУ.

Если мысленно отсоединить «поле» от ШУ, то:

- с одной стороны на клеммах контакта будет напряжение («мокрый» контакт),
- с другой стороны на клеммах контакта напряжения не будет («сухой» контакт).

Для одного и того же контрольно-измерительного сигнала справедливо:

- если контакт в «поле» «мокрый», то в ШУ - «сухой»;
- если контакт в «поле» «сухой», то в ШУ - «мокрый».



КАНАЛЫ В/В

КОНТАКТ «СУХОЙ» И «МОКРЫЙ»

«Сухой» контакт / Dry Contact

Контакт является составной частью прибора (как канал В/В):

- Датчик (Sensor), Исполнительный механизм (Actuator), Модуль В/В (Module I/O).

Контакт **безпотенциальный, пассивный**, т. е. на его клеммах нет напряжения, пока к ним с внешней стороны не будет подключено какое-либо активное оборудование. Подключаемое внешнее активное оборудование должно иметь в своем составе источник напряжения или тока, который будет являться опорным (питанием) для контрольно-измерительного сигнала.

Контакт **гальванически развязан (изолирован) от внутренних цепей прибора**, т. е. цепь контакта напрямую электрически не связана с другими цепями этого же прибора или его «землей». В то же время, имеется связь иной природы (неэлектрическая): электромагнитная, оптическая — для управления цепью контакта (если требуется). Применительно к дискретным входам и выходам, управляет контактом специальное устройство (устройство управления, входящее в состав этого же прибора): для входов — чтение состояния цепи контакта (замкнута или разомкнута), для выходов — изменение состояния цепи контакта (замыкание или размыкание).

Способы гальванической развязки:

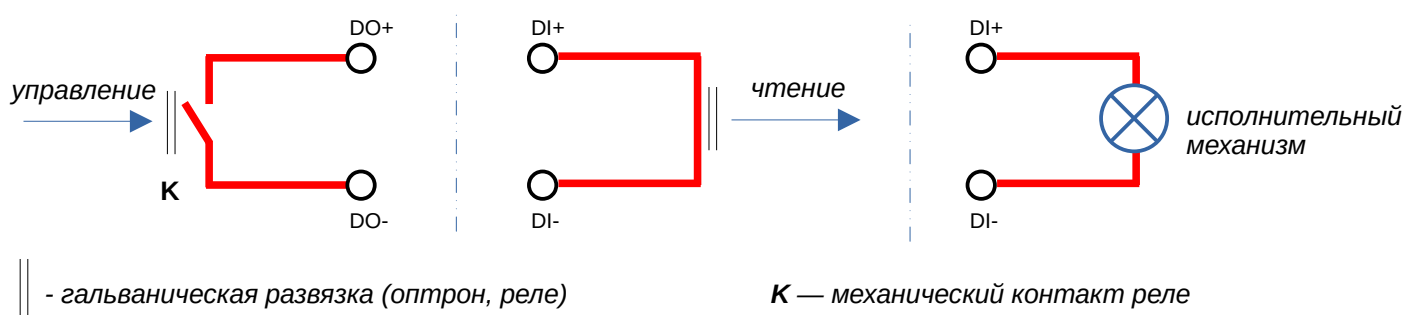
- механическая / электромеханическая:
 - кнопка, переключатель, концевой выключатель, геркон, электромагнитное реле;
- оптическая / электронная:
 - оптрон, оптопара, оптореле.

Прибор с «сухим» контактом и подключаемое к нему активное оборудование, как правило, питаются от разных источников (независимых друг от друга, в том числе и различного номинала).

При всем этом, «сухой» контакт не подразумевает безразличия к параметрам подключаемого оборудования (электрическим характеристикам подключаемого сигнала). В спецификации прибора, где есть «сухой» контакт, должны быть указаны допустимые параметры коммутации, номиналы подключаемого сигнала, включая требования к соблюдению полярности.

Как правило, для одного «сухого» контакта в приборе выделяется две клеммы. Иногда один «сухой» контакт занимает три клеммы: общий (COM), нормально-закрытый (NC) и нормально-открытый (NO). В некоторых случаях несколько «сухих» контактов могут иметь одну общую клемму.

Обобщенная схема



КАНАЛЫ В/В

КОНТАКТ «СУХОЙ» И «МОКРЫЙ»

«Мокрый» контакт / Wet contact

Контакт является составной частью прибора (как канал В/В):

- Датчик (Sensor), Исполнительный механизм (Actuator), Модуль В/В (Module I/O).

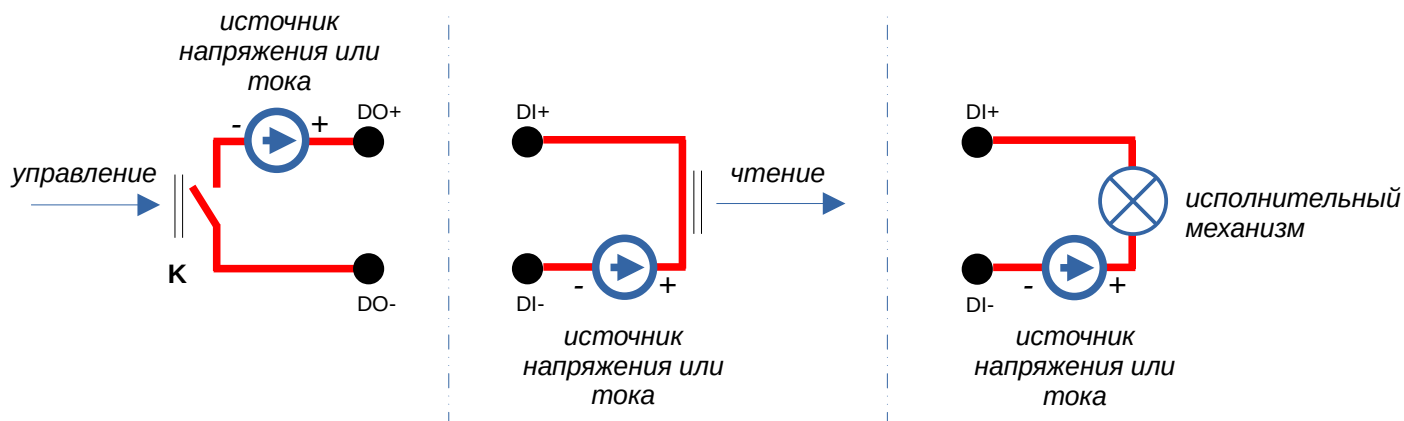
Контакт **потенциальный, активный**, т. е. на его клеммах есть напряжение: в цепь контакта включен источник напряжения (или тока) или питание в цепь контакта подается от внутренней схемы прибора.

Контакт может быть гальванически развязан (изолирован) от внутренних цепей прибора, а также может не иметь изоляции. Изоляцию, в данном случае, делают для преобразования входного или выходного сигнала и для защиты внутренних цепей прибора.

Способы гальванической развязки и управления контактом со стороны прибора — в общем аналогичны «сухому» контакту.

Прибор с «мокрым» контактом и подключаемое к нему оборудование могут питаться от одного источника.

Обобщенная схема



||| - гальваническая развязка (оптрон, реле)

К - механический контакт реле

КАНАЛЫ В/В

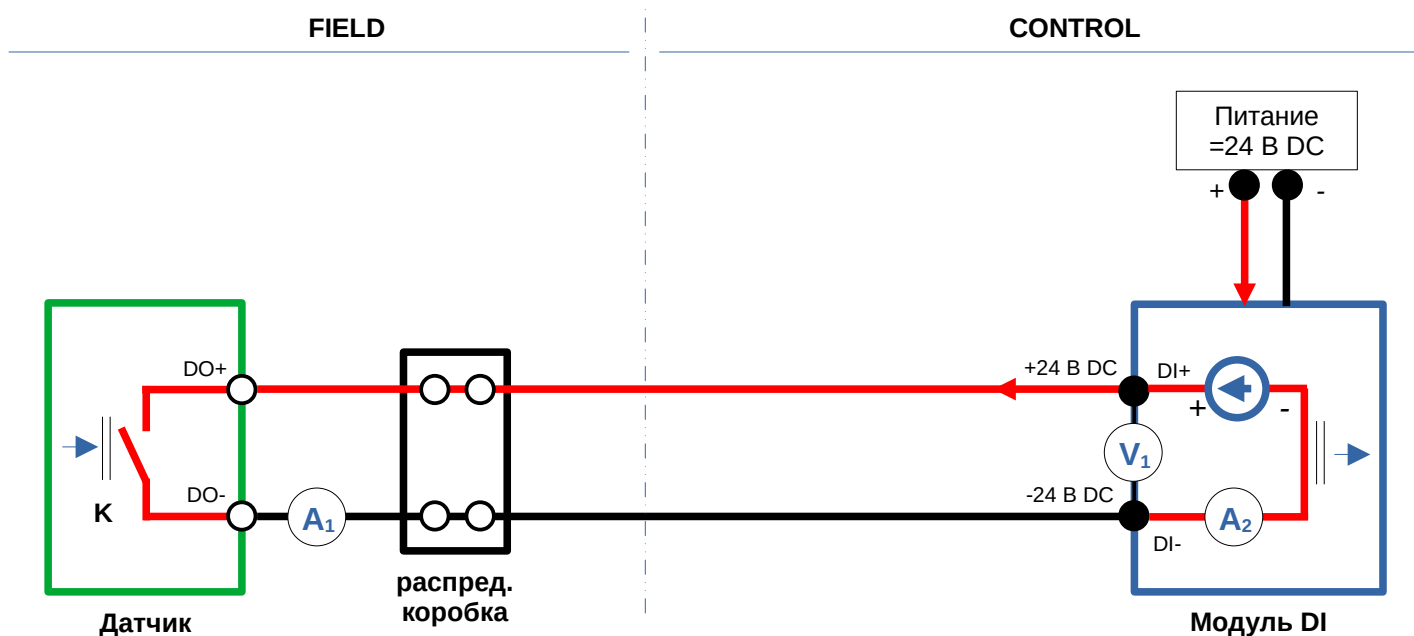
КОНТАКТ «СУХОЙ» И «МОКРЫЙ»

Пример 1

- Модуль дискретного ввода (DI)
 - «мокрый» контакт
 - источник питания контрольно-измерительного дискретного сигнала (24 В DC)
- Распределительная коробка
 - «сухой» контакт
- Датчик (24 В DC)
 - «сухой» контакт
 - коммутатор контрольного-измерительного дискретного сигнала (24 В DC)

Рекомендуется устанавливать промежуточное реле перед Модулем DI:

- защита канала ввода от нештатных ситуаций в цепи «поля»
(например, случайная подача 220 В AC в цепь «поля» может повредить канал ввода)



концевой выключатель,
бесконтактный переключатель,
обратная связь от привода,
...

SENSOR.K = OPENED
SENSOR.DO = FALSE (0)
 $A_1 = 0$
 $V_1 = 24$
 $A_2 = 0$
DI = FALSE (0)

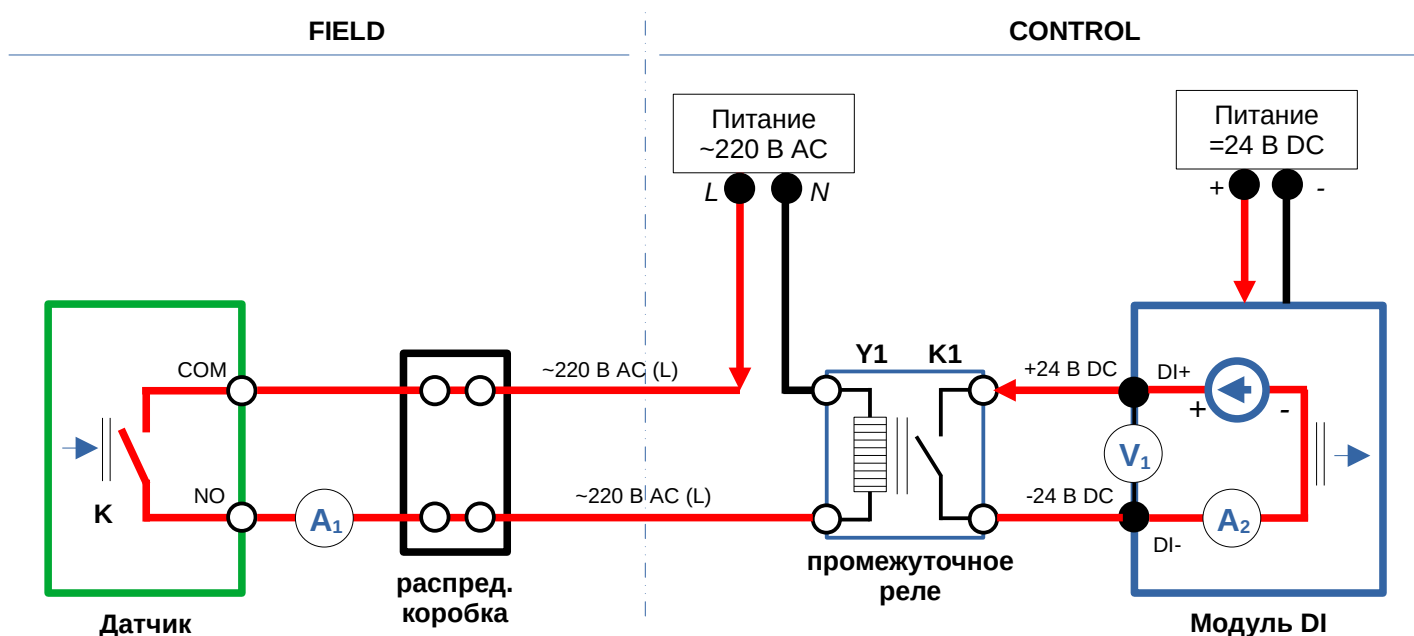
SENSOR.K = CLOSED
SENSOR.DO = TRUE (1)
 $A_1 > 0$
 $V_1 = 24$
 $A_2 > 0$
DI = TRUE (1)

КАНАЛЫ В/В

КОНТАКТ «СУХОЙ» И «МОКРЫЙ»

Пример 2

- Модуль дискретного ввода (DI)
 - «мокрый» контакт
 - источник питания контрольно-измерительного дискретного сигнала (24 В DC)
- Питание «~220 В AC»
 - источник питания контрольно-измерительного дискретного сигнала (220 В AC)
- Промежуточное реле
 - «сухой» контакт (как со стороны катушки, так и со стороны ключа)
 - преобразователь уровня контрольно-измерительного дискретного сигнала с гальваническая развязкой (220 В AC в 24 В DC)
- Распределительная коробка
 - «сухой» контакт
- Датчик (220 В AC)
 - «сухой» контакт
 - коммутатор контрольного-измерительного дискретного сигнала (220 В AC)



концевой выключатель,
бесконтактный переключатель,
обратная связь от привода,
...

SENSOR.K = OPENED
SENSOR.DO = FALSE (0)
A₁ = 0
Y1 = OFF
K1 = OPENED
V₁ = 24
A₂ = 0
DI = FALSE (0)

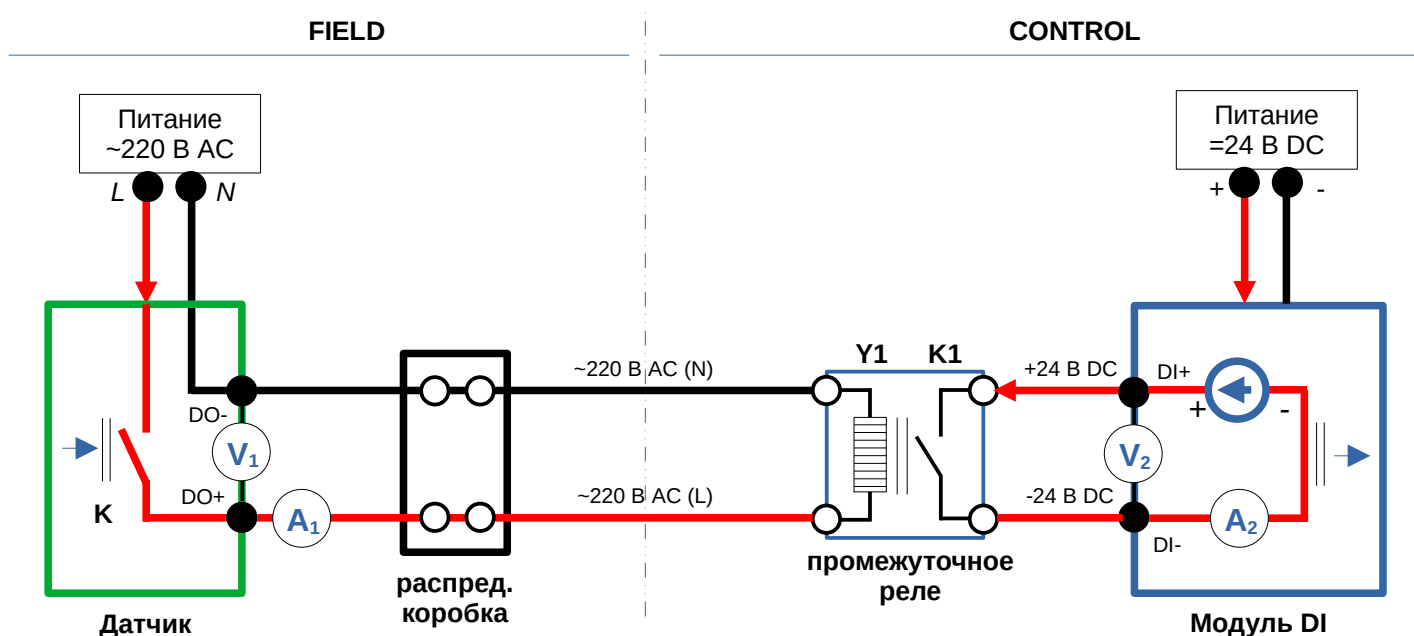
SENSOR.K = CLOSED
SENSOR.DO = TRUE (1)
A₁ = > 0
Y1 = ON
K1 = CLOSED
V₁ = 24
A₂ = > 0
DI = TRUE (1)

КАНАЛЫ В/В

КОНТАКТ «СУХОЙ» И «МОКРЫЙ»

Пример 3

- Модуль дискретного ввода (DI)
 - «мокрый» контакт
 - источник питания контрольно-измерительного дискретного сигнала (24 В DC)
- Промежуточное реле
 - «сухой» контакт (как со стороны катушки, так и со стороны ключа)
 - преобразователь уровня контрольно-измерительного дискретного сигнала с гальванической развязкой (220 В AC в 24 В DC)
- Распределительная коробка
 - «сухой» контакт
- Датчик (220 В AC)
 - «мокрый» контакт
 - источник питания контрольно-измерительного дискретного сигнала (220 В AC)
 - коммутатор контрольного-измерительного дискретного сигнала (220 В AC)



концевой выключатель,
бесконтактный переключатель,
обратная связь от привода,
...

SENSOR.K = OPENED
SENSOR.DO = FALSE (0)
V₁ = 0
A₁ = 0
Y1 = OFF
K1 = OPENED
V₂ = 24
A₂ = 0
DI = FALSE (0)

SENSOR.K = CLOSED
SENSOR.DO = TRUE (1)
V₁ = 220
A₁ = > 0
Y1 = ON
K1 = CLOSED
V₂ = 24
A₂ = > 0
DI = TRUE (1)

КАНАЛЫ В/В

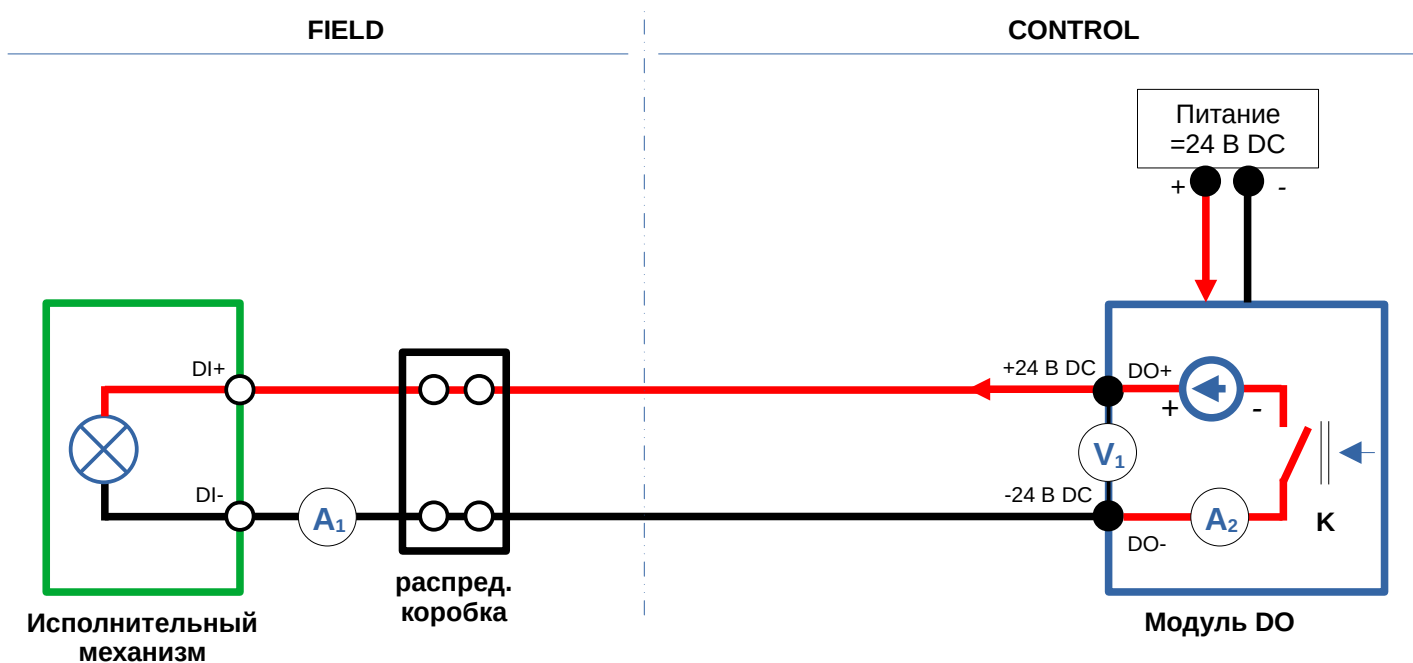
КОНТАКТ «СУХОЙ» И «МОКРЫЙ»

Пример 4

- Модуль дискретного вывода (DO)
 - «мокрый» контакт
 - источник питания контрольно-измерительного дискретного сигнала (24 В DC)
 - коммутатор контрольно-измерительного дискретного сигнала (24 В DC)
- Распределительная коробка
 - «сухой» контакт
- Исполнительный механизм (24 В DC)
 - «сухой» контакт

Рекомендуется устанавливать промежуточное реле перед Модулем DO:

- защита канала вывода от нештатных ситуаций в цепи «поля»
(например, случайная подача 220 В AC в цепь «поля» может повредить канал ввода)



светозвуковая сигнализация,
блок управления клапана,
устройство пуска привода,
...

DO = FALSE (0)
DO.K = OPENED
V₁ = 0
A₂ = 0
A₁ = 0
ACTUATOR.DI = FALSE (0)
ACTUATOR = OFF

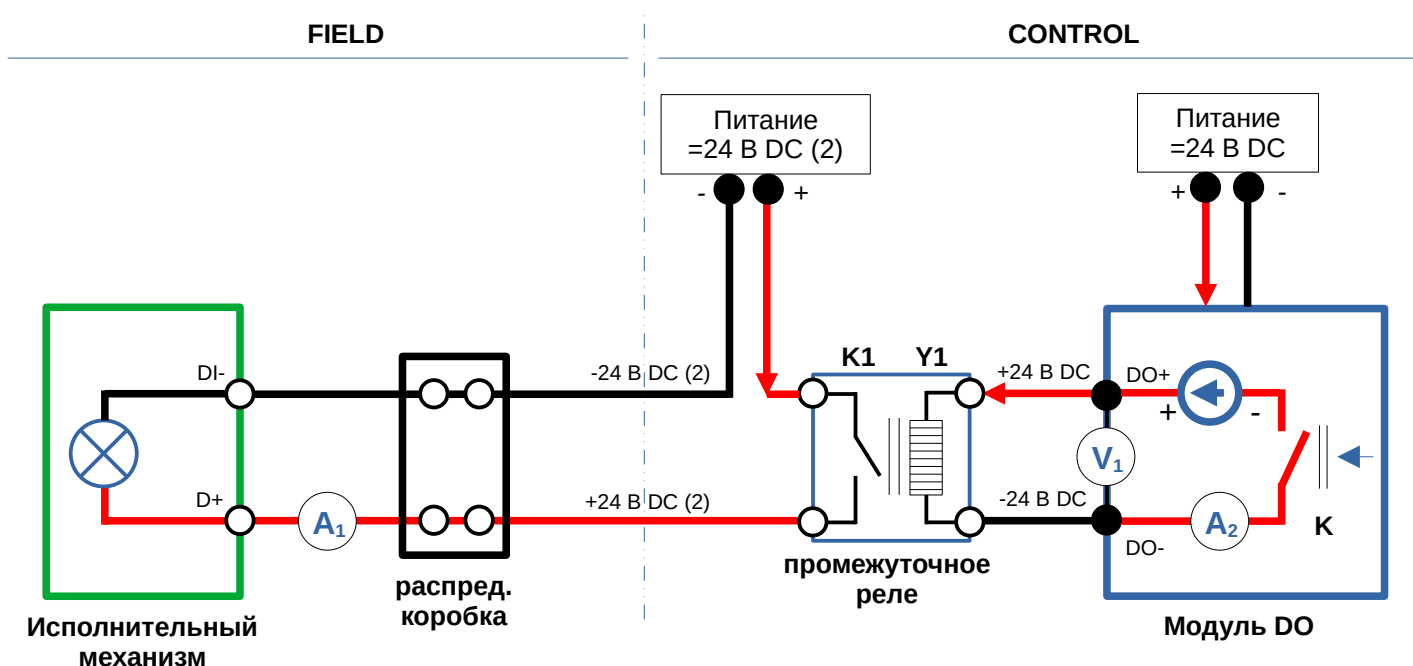
DO = TRUE (1)
DO.K = CLOSED
V₁ = 24
A₂ = > 0
A₁ = > 0
ACTUATOR.DI = TRUE (1)
ACTUATOR = ON

КАНАЛЫ В/В

КОНТАКТ «СУХОЙ» И «МОКРЫЙ»

Пример 5

- Модуль дискретного вывода (DO)
 - «мокрый» контакт
 - источник питания контрольно-измерительного дискретного сигнала (24 В DC)
 - коммутатор контрольно-измерительного дискретного сигнала (24 В DC)
- Промежуточное реле
 - гальваническая развязка цепей «поля» и управления
 - преобразование дискретного сигнала «24 В DC» в «24 В DC (2)»
- Распределительная коробка
 - «сухой» контакт
- Исполнительный механизм (24 В DC (2))
 - «сухой» контакт



светозвуковая сигнализация,
блок управления клапана,
устройство пуска привода,
...

DO = FALSE (0)
DO.K = OPENED
V₁ = 0
A₂ = 0
Y1 = OFF
K1 = OPENED
A₁ = 0
ACTUATOR.DI = FALSE (0)
ACTUATOR = OFF

DO = TRUE (1)
DO.K = CLOSED
V₁ = 24
A₂ = > 0
Y1 = ON
K1 = CLOSED
A₁ = > 0
ACTUATOR.DI = TRUE (1)
ACTUATOR = ON

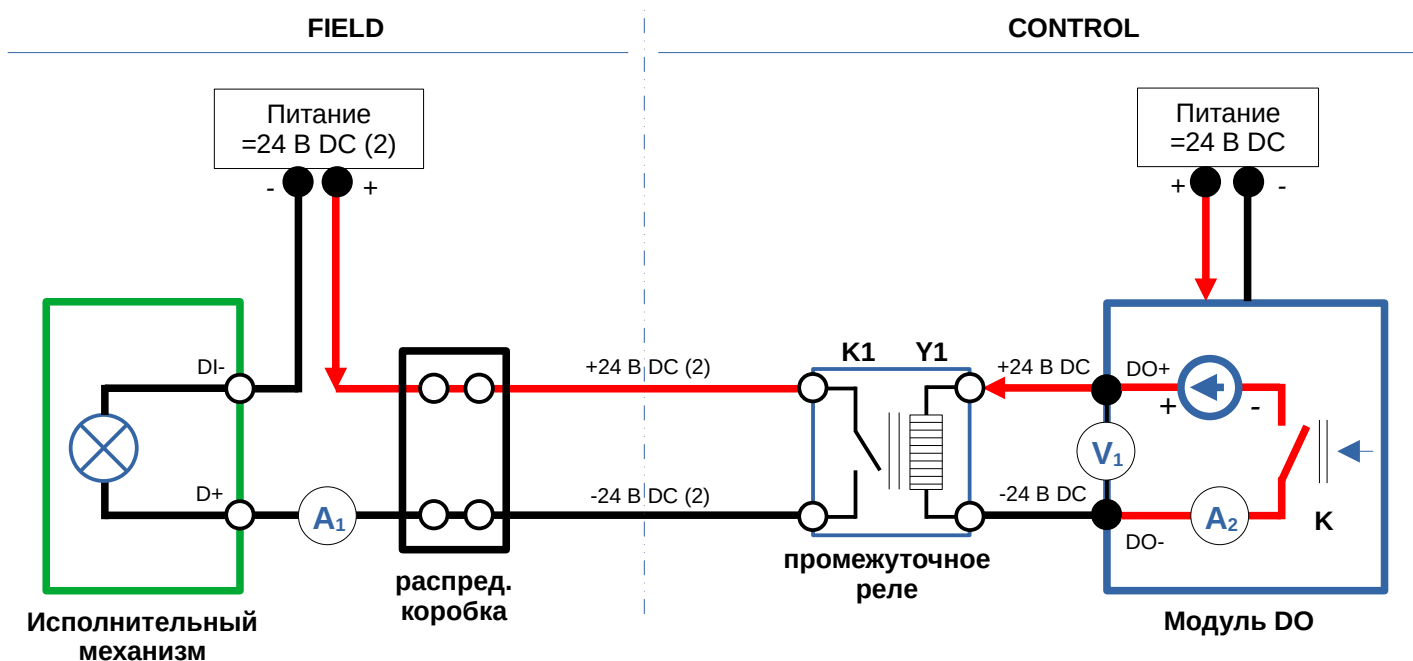
КАНАЛЫ В/В

КОНТАКТ «СУХОЙ» И «МОКРЫЙ»

Пример 6

- Модуль дискретного вывода (DO)
 - «мокрый» контакт
 - источник питания контрольно-измерительного дискретного сигнала (24 В DC)
 - коммутатор контрольно-измерительного дискретного сигнала (24 В DC)
- Промежуточное реле
 - гальваническая развязка цепей «поля» и управления
 - преобразование дискретного сигнала «24 В DC» в «24 В DC (2)»
- Распределительная коробка
 - «сухой» контакт
- Исполнительный механизм (24 В DC (2))
 - «сухой» контакт

Такая конфигурация, как правило, не является предпочтительной.



светозвуковая сигнализация,
блок управления клапана,
устройство пуска привода,
...

DO = FALSE (0)
DO.K = OPENED
V₁ = 0
A₁ = 0
Y1 = OFF
K1 = OPENED
A₁ = 0
ACTUATOR.DI = FALSE (0)
ACTUATOR = OFF

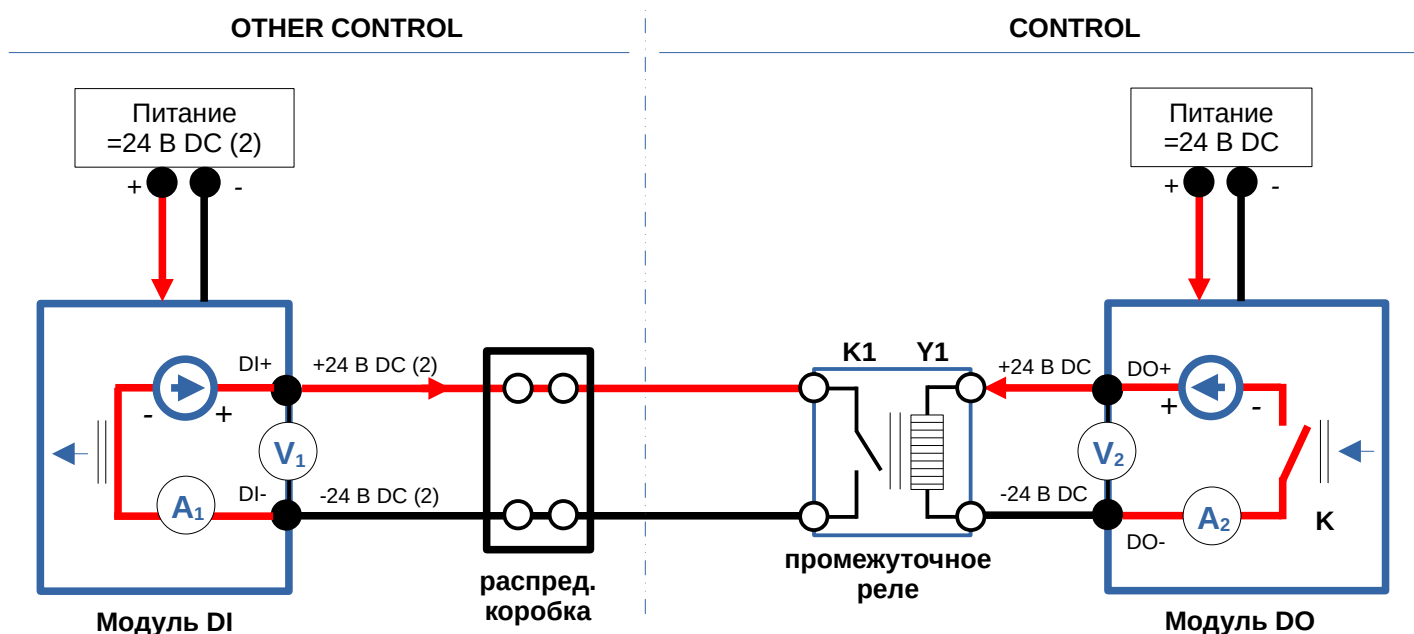
DO = TRUE (1)
DO.K = CLOSED
V₁ = 24
A₁ = > 0
Y1 = ON
K1 = CLOSED
A₁ = > 0
ACTUATOR.DI = TRUE (1)
ACTUATOR = ON

КАНАЛЫ В/В

КОНТАКТ «СУХОЙ» И «МОКРЫЙ»

Пример 7

- Модуль дискретного вывода (DO)
 - «мокрый» контакт
 - источник питания контрольно-измерительного дискретного сигнала (24 В DC)
 - коммутатор контрольно-измерительного дискретного сигнала (24 В DC)
- Промежуточное реле
 - гальваническая развязка цепей систем управления (разные источники питания)
 - преобразование дискретного сигнала «24 В DC» в «24 В DC (2)»
- Распределительная коробка
 - «сухой» контакт
- Модуль дискретного ввода (DI) (24 В DC (2))
 - «мокрый» контакт
 - источник питания контрольно-измерительного дискретного сигнала (24 В DC(2))



сторонняя система управления,

...

DO = FALSE (0)
 DO.K = OPENED
 V₂ = 0
 A₂ = 0
 Y1 = OFF
 K1 = OPENED
 A₁ = 0 (2)
 V₁ = 24 (2)
 DI = FALSE (0)

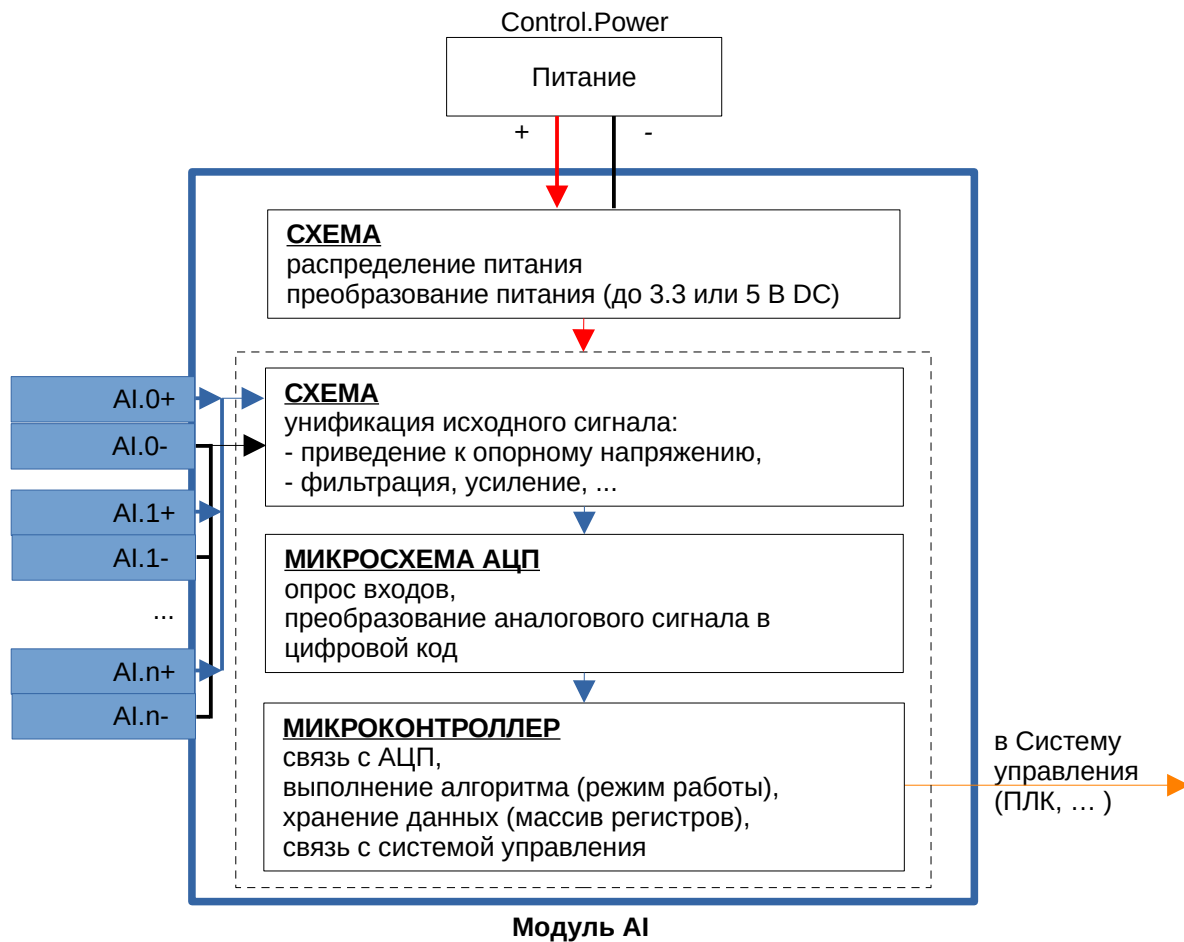
DO = TRUE (1)
 DO.K = CLOSED
 A₂ = > 0
 V₂ = 24
 Y1 = ON
 K1 = CLOSED
 A₁ = > 0 (2)
 V₁ = 24 (2)
 DI = TRUE (1)

КАНАЛЫ В/В

АНАЛОГОВЫЙ ВХОД

Приемник, измеритель аналогового сигнала.

Обобщенная функциональная схема:



Для Аналоговых входов выделяют следующие режимы работы:

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

КАНАЛЫ В/В

АНАЛОГОВЫЙ ВХОД: НОРМАЛЬНЫЙ

Канал работает как аналого-цифровой преобразователь (АЦП):

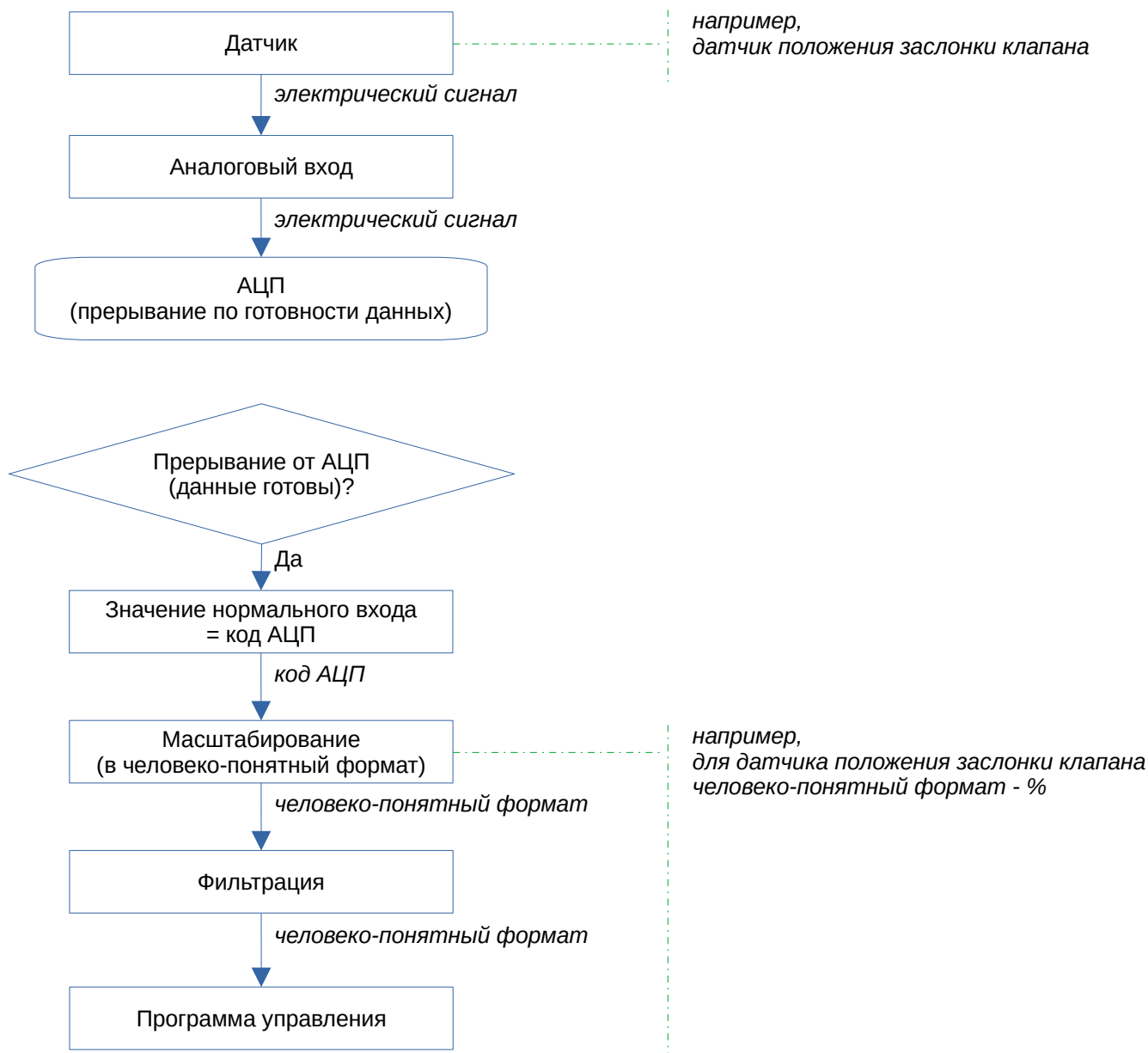
- считывает электрический сигнал со входа и преобразует его в числовой код.

Используемые программные регистры

- Значение нормального входа
= число от 0 до N (код АЦП)
*N — максимальное значение кода, зависит от разрядности АЦП
(например, для 12-битного АЦП $N_{12} = 4095$)*

В некоторых реализациях могут быть доступны регистры с коэффициентами для автоматического масштабирования и фильтрации.

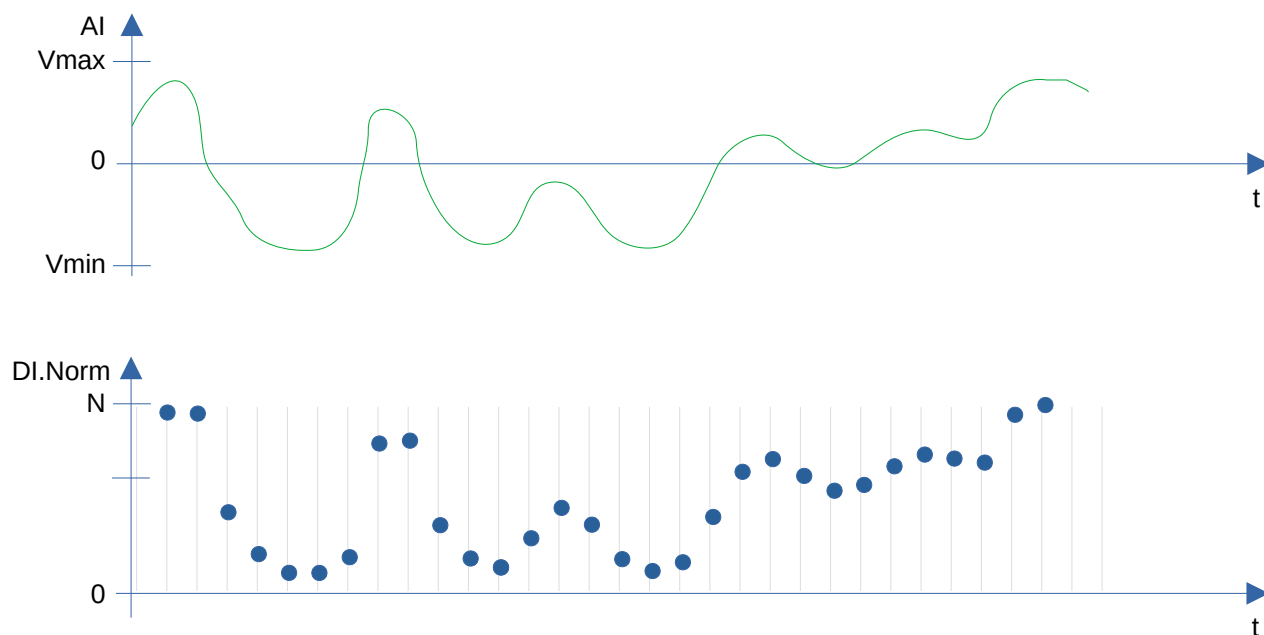
Алгоритм работы



КАНАЛЫ В/В

АНАЛОГОВЫЙ ВХОД: НОРМАЛЬНЫЙ

Диаграмма работы



где,

AI — значение на физическом входе в диапазоне от V_{min} до V_{max}

$AI.Norm$ — «Значение нормального входа» (код АЦП)

КАНАЛЫ В/В

АНАЛОГОВЫЙ ВХОД: КАЛИБРОВКА

Цель калибровки:

- вычислить коэффициенты масштабирования для автоматического преобразования полученного кода АЦП в человеко-понятную физическую величину (например, в °C и т.п.).

Используемые программные регистры

- Команда фиксации кода АЦП для нижней калибровочной точки (**A**)
= FALSE (0) или TRUE (1)
- Значение нижней калибровочной точки, код АЦП (**A_x**)
(определяется автоматически при подаче команды фиксации кода)
= 0 ... N (где, N — зависит от разрядности АЦП)
- Значение нижней калибровочной точки, физическая величина (**A_y**)
(вводится вручную через специальный интерфейс или из сервисной программы)
= ЧИСЛО СО ЗНАКОМ (например, ± °C)
- Команда фиксации кода АЦП для верхней калибровочной точки (**C**)
= FALSE (0) или TRUE (1)
- Значение верхней калибровочной точки, код АЦП (**C_x**)
(определяется автоматически при подаче команды фиксации кода)
= 0 ... N (где, N — зависит от разрядности АЦП)
- Значение верхней калибровочной точки, физическая величина (**C_y**)
(вводится вручную через специальный интерфейс или из сервисной программы)
= ЧИСЛО СО ЗНАКОМ (например, ± °C)
- Команда вычисления коэффициентов масштабирования
= FALSE (0) или TRUE (1)
- Значение коэффициента масштабирования (**Ka**)
(вычисляется автоматически при подаче команды вычисления)
= ЧИСЛО СО ЗНАКОМ
- Значение коэффициента смещения нуля (**Kb**)
(вычисляется автоматически при подаче команды вычисления)
= ЧИСЛО СО ЗНАКОМ

КАНАЛЫ В/В

АНАЛОГОВЫЙ ВХОД: КАЛИБРОВКА

Пример

Дано:

- датчик температуры, аналоговый
 - диапазон измерения
= -40 +120 °C
 - диапазон выходного электрического сигнала
= 0-10 В
 - текущий выходной электрический сигнал
= 5 В
- аналоговый вход
 - разрядность
= 12 бит (код АЦП от 0 до 4095)

Необходимо:

- подключить датчик к аналоговому входу,
- выполнить опрос датчика,
- считанное значение (код АЦП) привести к человеко-понятному виду (°C).

Опрос и оцифровка датчика — выполняется автоматически на аппаратном уровне модуля ввода, для чего не требуются какие-либо дополнительные настройки.

Для последующего приведения кода АЦП к человеко-понятному виду (°C) необходимо знать соответствующие коэффициенты масштабирования.

Коэффициенты масштабирования можно вычислить вручную по известным (паспортным) данным на датчик и на модуль аналогового ввода: минимальное и максимальное значение °C, минимальный и максимальный код АЦП. Значения коэффициентов, вычисленные подобным способом, будут являться эталонными.

В реальности датчик и схема АЦП модуля ввода имеют некоторые погрешности при выполнении измерений, поэтому получение коэффициентов масштабирования желательно выполнять с использованием реального оборудования и реальных сигналов по определенной методике — называемой, **процедура калибровки канала ввода**.

Так как, на практике может быть довольно сложно и длительно по времени привести показания датчика к требуем значениям (минимум и максимум), то при калибровке вместо реальных датчиков применяют специальное устройство - **задатчик сигналов** (например, электрических: 0-10В, 0-20мА, 4-20мА и т.п.).

КАНАЛЫ В/В

АНАЛОГОВЫЙ ВХОД: КАЛИБРОВКА

Процедура калибровки

1. Подключить задатчик сигналов к калибруемому аналоговому входу.
2. Определение показателей для нижней калибровочной точки:
 - 2.1 На вход подать сигнал, соответствующий нижней точке измеряемого диапазона:
-40 °C (физическое значение)
0 В (электрический сигнал)
(с задатчика сигналов подать 0 В)
 - 2.2 Подать Команду фиксации кода АЦП для нижней точки
= TRUE (1)
(пусть, для 0 В будет зафиксирован код АЦП: $A_x = 0$, с учетом погрешностей)
 - 2.3 Ввести физическое значение нижней точки
 $A_y = -40$ (для масштабирования кода АЦП в °C)
 $A_y = 0$ (для масштабирования кода АЦП в Вольты)
3. Определение показателей для верхней калибровочной точки:
 - 3.1 На вход подать сигнал, соответствующий верхней точке измеряемого диапазона:
120 °C (физическое значение)
10 В (электрический сигнал)
(с задатчика сигналов подать 10 В)
 - 3.2 Подать Команду фиксации кода АЦП для верхней точки
= TRUE (1)
(пусть, для 10 В будет зафиксирован код АЦП: $C_x = 4095$, с учетом погрешностей)
 - 3.3 Ввести физическое значение верхней точки
 $C_y = 120$ (для масштабирования кода АЦП в °C)
 $C_y = 10$ (для масштабирования кода АЦП в Вольты)
4. Подать Команду вычисления коэффициентов масштабирования
= TRUE (1)

КАНАЛЫ В/В

АНАЛОГОВЫЙ ВХОД: КАЛИБРОВКА

Для выше приведенного примера, получим:

$$K_a = \frac{C_Y - A_Y}{C_X - A_X} = \frac{120 - (-40)}{4095 - 0} = 0,039072$$

$$K_b = \frac{A_Y \cdot C_X - C_Y \cdot A_X}{C_X - A_X} = \frac{(-40) \cdot 4095 - 120 \cdot 0}{4095 - 0} = -40$$

По исходным данным примера, текущий выходной электрический (аналоговый) сигнал с датчика = 5В (точка В), а это:

- половина от диапазона электрического сигнала 0-10 В
- половина от диапазона 12-битного кода АЦП $4095/2 \approx 2048$ (B_X)
- половина от диапазона физической величины $-40 + 120 \text{ } ^\circ\text{C} \approx 40 \text{ } ^\circ\text{C}$ (B_Y)

Последнее значение (B_Y) проверим по формуле масштабирования с учетом коэффициентов, полученных ранее при калибровке:

$$B_Y = (K_a \cdot B_X) + K_b = (0,039072 \cdot 2048) + (-40) = 40,01954$$

Все верно.

КАНАЛЫ В/В

АНАЛОГОВЫЙ ВХОД: ВЫКЛЮЧЕН

Вход не работает.

Любые изменения сигнала на входе игнорируются (не воспринимаются).

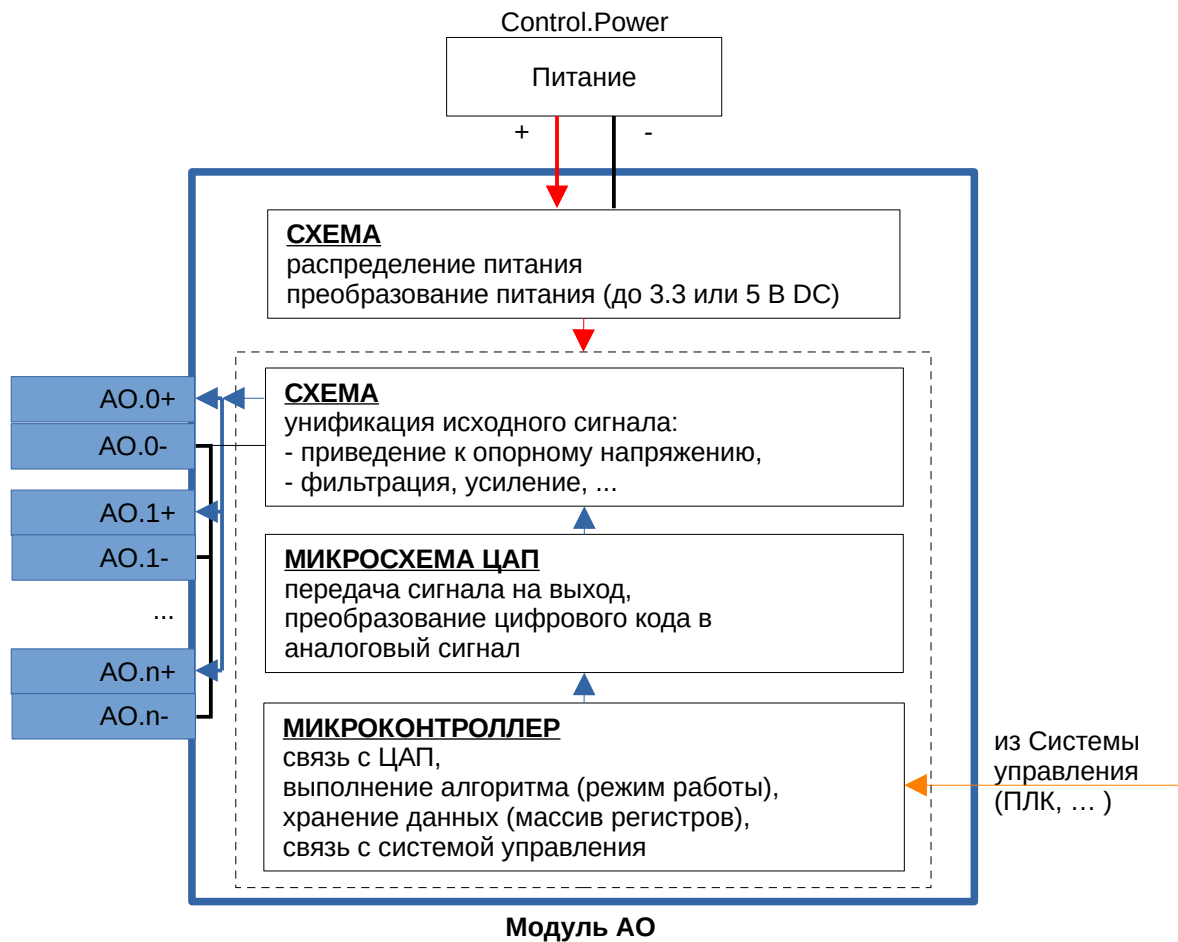
Обнулены все программные регистры со значениями (нормальный).

КАНАЛЫ В/В

АНАЛОГОВЫЙ ВЫХОД

Источник, генератор аналогового сигнала.

Обобщенная функциональная схема:



Для Аналоговых выходов выделяют следующие режимы работы:

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

КАНАЛЫ В/В

АНАЛОГОВЫЙ ВЫХОД: НОРМАЛЬНЫЙ

Канал работает как ЦАП (цифро-аналоговый преобразователь):

- числовой код (из системы управления) преобразуется в электрический сигнал соответствующего уровня и передается на физический выход.

Используемые программные регистры

- Значение нормального выхода
= число от 0 до N (код ЦАП)
 N — максимальное значение кода, зависит от разрядности ЦАП
(например, для 12-битного ЦАП $N_{12} = 4095$)

В некоторых реализациях могут быть доступны регистры с коэффициентами для автоматического масштабирования и фильтрации.

Алгоритм работы

По сути, выполняется обратная операция АЦП, также с операцией масштабирования:

- числовой код масштабируется в уровень электрического сигнала (вольты, амперы).



КАНАЛЫ В/В

АНАЛОГОВЫЙ ВЫХОД: БЫСТРЫЙ

Быстрый аналоговый выход по базовому функционалу аналогичен нормальному выходу.

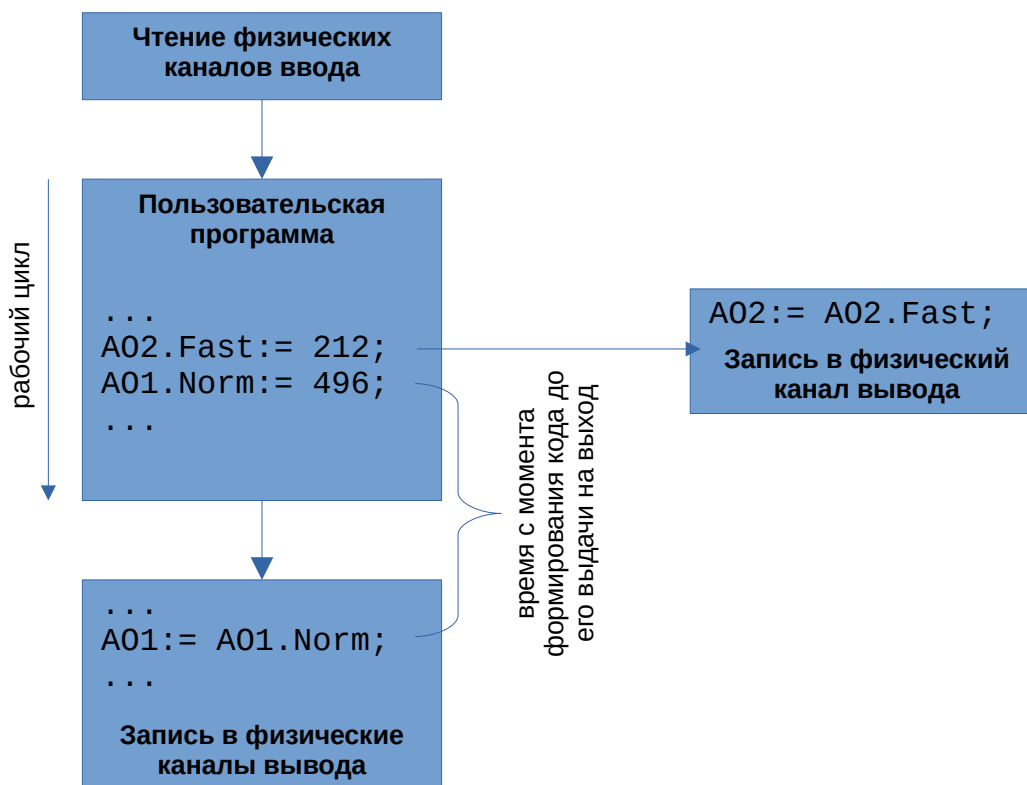
Разница лишь в том, в какой момент времени код ЦАП передается на физический канал выхода:

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

Используемые программные регистры

- Значение быстрого выхода
= число от 0 до N (код ЦАП)
*N — максимальное значение кода, зависит от разрядности ЦАП
(например, для 12-битного ЦАП $N_{12} = 4095$)*

Алгоритм работы



КАНАЛЫ В/В

АНАЛОГОВЫЙ ВЫХОД: КАЛИБРОВКА

Процесс калибровки аналогового выхода похож на процесс калибровки аналогового входа, только порядок действий является обратным:

- Человеко-понятный формат > Код ЦАП > Запись в ЦАП > Аналоговый выход

Набор программных регистров такой же как для аналогового входа (калибровка).

КАНАЛЫ В/В

АНАЛОГОВЫЙ ВЫХОД: ВЫКЛЮЧЕН

Выход не работает.

На выходе нет электрического сигнала (низкий уровень), 0.

КАНАЛЫ В/В

АНАЛОГОВЫЙ ВЫХОД: БЕЗОПАСНОЕ СОСТОЯНИЕ

Набор программных регистров и алгоритм работы — аналогичны безопасному режиму дискретного выхода, только уровни безопасного состояния здесь не булевого формата, а в виде целого числа (для кода ЦАП) или числа с плавающей точкой (для человеко-понятного формата).