

**Міністерство освіти і науки України
Донбаська державна машинобудівна академія
Кафедра автоматизації виробничих процесів**

ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Конспект лекцій. Частина 2

Технічні засоби автоматизації Simatic S7-300/400

Конспект лекції

(для студентів спеціальності
«Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»)

Краматорськ 2018

Технічні засоби автоматизації. Частина 2. Технічні засоби автоматизації Simatic S7-300/400. Конспект лекцій (для студентів спеціальності 151 - «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»). Укл. О.О. Сердюк, О.В. Разживін - Краматорськ: ДГМА, 2018 - 217 с.

Розглянуто технічні та апаратні засоби систем автоматизації SIMATIC і розподіленої периферії. Викладено принципи та наведено методики конфігурації станцій SIMATIC S7-300 / 400. Висвітлено питання створення комунікацій і організації взаємодії компонентів систем автоматизації на базі апаратури фірми SIEMENS.

Укл.

О.О. Сердюк
О.В. Разживін, доцент

Відповід. за випуск

О.В. Суботін, доцент

ДГМА. 84313, Краматорськ, вул. Академічна, 72.

СОДЕРЖАНИЕ

1 КОНФИГУРИРОВАНИЕ КОНТРОЛЛЕРОВ SIMATIC S7-300/400	5
1.1 Организация программируемых контроллеров S7-300/400	5
1.2 Механическая конфигурация контроллера	7
1.3 Принципы адресации	11
1.4 Организация работы в адресном пространстве контроллера	13
2 БАЗОВЫЕ КОМПОНЕНТЫ СТАНЦИЙ S7-300/400	19
2.1 Центральные процессоры	19
2.2 Интерфейсные модули	22
2.3 Коммуникационные процессоры (CP)	24
2.4 Функциональные модули	28
2.5 Цифровые модули ввода-вывода	33
2.6 Аналоговые модули ввода-вывода	35
3 КОНФИГУРИРОВАНИЕ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ ПЕРИФЕРИИ	41
3.1 Правила проектирования децентрализованной периферии	41
3.2 Практическая реализация распределенной периферии в сети PROFIBUS-DP	44
3.3 Принципы организации распределенной периферии с использованием AS-интерфейса	48
3.4 Станция децентрализованной периферии ET200M	50
3.5 Система децентрализованной периферии ET200S	54
3.6 Датчики приближения BERO	60
4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОММУНИКАЦИЙ SIMATIC	64
4.1 Базовые понятия о соединениях	64
4.2 Принципы создания коммуникаций в сетях	66
4.3 Ресурсы соединений	69
5 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ПРОГРАММЫ	73
5.1 Структурная организация программы в CPU	73
5.2 Особенности использования блоков и функций	76
5.3 Особенности создания экземплярных блоков данных	77
5.4 Иерархия объектов	81
6 СОЗДАНИЕ БЛОКОВ ПРОГРАММЫ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ	84
6.1 Выбор языка программирования и метода редактирования	84
6.2 Основные инструменты создания логических блоков	85
6.3 Редактирование блоков	87
6.4 Адресация переменных в блоке	89
6.5 Назначение типов данных	93
7 ПРОГРАММИРОВАНИЕ НА ЯЗЫКЕ STL	98
7.1 Двоичные логические операции	98
7.2 Операции с памятью	103
7.3 Функции таймеров	108

7.4	Функции счетчиков	111
7.5	Функции сравнения.....	114
7.6	Арифметические функции	115
7.7	Функции преобразования типов данных	119
7.8	Функции сдвига	120
7.9	Функции управления программой.....	122
7.10	Функции обработки блоков	126
8	СТРУКТУРИРОВАННЫЙ ЯЗЫК ПРОГРАММИРОВАНИЯ SCL.....	128
8.1	Адреса и типы данных	128
8.2	Выражение и операторы.....	132
8.3	Операторы управления	134
8.4	SCL-блоки.....	141
8.5	SCL-функции.....	150
9	БАЗОВЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЯЗЫКОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ	
	LAD И FBD	155
9.1	Операции бинарной логики в LAD	155
9.2	Операции бинарной логики в FBD	159
9.3	Побитовые логические операции	162
9.4	Функции для работы с памятью.....	163
9.5	Функции передачи.....	168
9.6	Механизмы управления программным потоком.....	171
9.7	Функции для работы с блоками	175
10	ФУНКЦИИ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В LAD И FBD.....	183
10.1	Функции таймеров	183
10.2	Функции счетчиков	184
10.3	Пример применения таймера и счетчика	186
10.4	Функции сравнения.....	190
10.5	Арифметические функции	192
10.6	Математические функции.....	194
10.7	Функции преобразования.....	196
10.8	Функции сдвига	199
11	ПРОГРАММИРОВАНИЕ НА ЯЗЫКЕ S7-GRAPH	202
11.1	Особенности языка S7-GRAPH.....	202
11.2	Программирование действий и условий	207
11.3	Установка параметров	212
11.4	Создание структуры и установка режимов системы управления	215
	ЛИТЕРАТУРА	217

1 КОНФИГУРИРОВАНИЕ КОНТРОЛЛЕРОВ SIMATIC S7-300/400

1.1 Организация программируемых контроллеров S7-300/400

Аппаратные компоненты контроллера

Программируемый контроллер SIMATIC S7-300/400 имеет модульную конструкцию. Модули, из которых составляется необходимая конфигурация контроллера, могут быть центральными (располагаться по соседству с CPU) или распределенными.

Программируемый контроллер SIMATIC S7-300/400 содержит в себе следующие компоненты:

1. Стойки (Rack) для размещения модулей и их соединения. Стойки делятся на три типа:
 - UR – универсальная;
 - CR – центральная;
 - ER – расширения.
2. Источники питания (PS – power supply), которые превращают сетевое напряжение в рабочее напряжение 24 В постоянного тока.
3. Центральный процессор (CPU – central processing unit), который используется для размещения и обработки программы пользователя, а также обеспечивает связь с другими CPU и с программатором PG с помощью шинного кабеля SINEC 1.2.
4. Интерфейсные модули (IM – interface module), которые используются для соединения стоек.
5. Сигнальные модули (SM – signal module), которые используются для ввода и вывода дискретных сигналов, а также для преобразования входных аналоговых сигналов в дискретные или выходных дискретных сигналов в аналоговые сигналы управления.
6. Функциональные модули (FM – function module), которые независимо от CPU используются для выполнения различных задач управления, связанных с временными характеристиками процессов.
7. Коммуникационные процессоры (CP – communication processor), которые обеспечивают связь контроллера с подсетями.

Организация памяти

Основу системы представляет CPU, который содержит три области памяти для обработки программ пользователя:

- Загрузочная память используется для программ пользователя без назначений символьных адресов или комментариев (они остаются в памяти устройства программирования).
- Рабочая память содержит части программы S7, которые являются важными для выполнения пользовательской программы. Программа

выполняется только в областях рабочей и системной памяти.

- Системная память содержит элементы памяти, предоставляемые каждым CPU программе пользователя, такие как таблицы входов и выходов, таблицы образа процесса, меркеры, таймеры и счетчики. Системная память содержит также стек блоков и стек прерываний.

Из программатора программа пользователя целиком, включая данные конфигурации, пересылается в загрузочную память (load memory). Операционная система CPU копирует релевантные части программного кода и данных в рабочую память (work memory). Когда программа считывается программатором с CPU, блоки программы выбираются из загрузочной памяти с текущими значениями адресов данных, которые находятся в рабочей памяти.

Загрузочная память в CPU состоит из RAM и EEPROM компонентов. Пользовательская программа загружается сначала в RAM-область для ее тестирования, а потом протестированную программу можно сохранить во внутренней EEPROM-памяти, где она не будет зависеть от отказов блока питания.

Загрузочная память в CPU для S7-300 обычно (за исключением CPU 318) представляет собой RAM-память и может вмещать программу целиком. Текущие значения из области памяти пользователя (блоки данных) и системной памяти (меркеры, таймеры, счетчики) следует размещать в энергонезависимой форме, чтобы в условиях возможных перебоев электропитания пользовательские данные сохранялись без применения резервной батареи.

Системная память содержит адреса (переменные), по которым осуществляется обращение в программе. Все адреса распределяются в адресном пространстве так, что образуют области, размеры которых зависят от конкретного CPU.

Системная память CPU содержит следующие адресные области:

- Входы (I) – это "отображение процесса по входам" дискретных входных модулей.
- Выходы (Q) – это "отображение процесса по выходам" дискретных исходных модулей.
- Меркеры (M) – это некоторые промежуточные состояния, которые должны быть доступны из любой точки программы.
- Таймеры (T) сохраняют информацию, которая определяет параметры времени для функций ожидания и мониторинга.
- Счетчики (C) сохраняют информацию для функции прямого и обратного счета.
- Временные локальные данные (L) используются в качестве динамических промежуточных буферов при обработке блоков. L-стек

динамично занимается и освобождается CPU при выполнении программы.

В системной памяти сохраняются также буферы данных для коммуникационных задач и системных сообщений (буферы диагностики). Размеры этих буферов данных, как и размеры областей хранения отображения процесса по входам и выходам, в новых центральных процессорах для S7-400 может определять пользователь.

1.2 Механическая конфигурация контроллера

Программируемый контроллер или станция может состоять из центральной стойки и стоек расширения. Стойки соединяются с помощью интерфейсных модулей.

Интерфейсные принимающие и передающие модули устанавливаются в крайние справа слоты станций (*слоты* – посадочные места в монтажной стойке).

Модули питания устанавливаются в первый (левый) слот, за модулем питания устанавливаются модуль CPU и дальше другие модули.

В центральной стойке можно устанавливать любые модули, кроме *принимающего* интерфейсного модуля. В стойках расширения модули CPU и передающие интерфейсные модули *не устанавливаются*.

Модули разных типов требуют разного количества слотов для установки. Потребность в количестве слотов представлена в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Количество слотов, необходимых для установки модулей

Тип модуля	Необходимое количество слотов
Модули питания: PS 405 4A, PS 407 4A	1
PS 405 10A, PS 407 10A	2
PS 405 20A, PS 407 20A	3
Модули процессоров: CPU 412-1, CPU 413-1, CPU 414-1, CPU 416-1	1
CPU 413-2 DP, CPU 414-2 DP	2
Сигнальные модули (SM)	1
Интерфейсные модули (IM)	1

Для связи модулей в стойках служат две шины: *шина входов/выходов* I/O (P-шина) и *коммуникационная шина* (K-шина).

P-шина предназначена для высокоскоростного обмена входными и выходными сигналами с процессором, а коммуникационная K-шина обеспечивает обмен *между модулями*. Коммуникационная шина также соединяет CPU и интерфейс программатора (MPI) с функциональными модулями и коммуникационными процессорами.

K станции можно также подключить распределенные входы/выходы.

Варианты конфигурирования станции S7-300

Программируемый контроллер S7-300 позволяет включить в центральную монтажную стойку до 8 входных или выходных модулей. Если такая однорядная конфигурация контроллера не является достаточной, то возможны два варианта расширения конфигурации (рис. 1.1):

- Вариант двурядной конфигурации с центральной стойкой и стойкой расширения. Этот вариант реализуется при использовании интерфейсных модулей IM 365, если расстояние между стойками не превышает одного метра.
- Вариант конфигурации, которая состоит максимально из 4 рядов, т.е. кроме центральной стойки подключается до 3 стоек расширения. Этот вариант реализуется при использовании интерфейсных модулей IM 360 и IM 361 при расстоянии между стойками до 10 метров.



Рисунок 1.1 - Модульная конфигурация станции S7-300

Число модулей может быть ограничено также максимально допустимым током потребления на одну стойку

Модули связаны между собой внутренней шиной стойки, которая обеспечивает функции P- и K-шин.

Варианты конфигурирования станции S7-400

Программируемый контроллер S7-400 монтируется в центральной монтажной стойке на 18 слотов (UR1) или на 9 слотов (UR2). При этом модуль блока питания и модуль CPU могут сами занимать от одного до трех слотов. Порядок установки модулей в центральной стойке показан на рисунке 1.2.

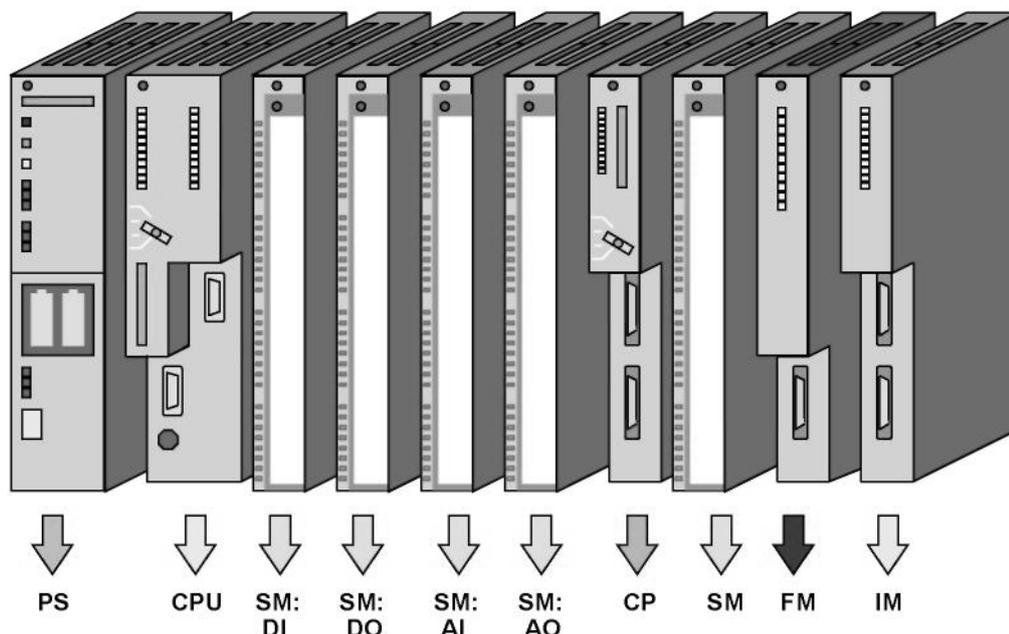


Рисунок 1.2 - Порядок установки модулей S7-400 в центральной стойке

Для расширения используются передающие интерфейсные модули IM 460-0, IM 460-1, IM 460-3 и принимающие интерфейсные модули IM 461-0, IM 461-1, IM 461-3. Варианты использования этих модулей приведены на рисунке 1.3.

Применение интерфейсных модулей IM 460-1 и IM 461-1 позволяет прибавить к центральной стойке *одну* стойку расширения. Отличительной особенностью этих интерфейсных модулей является возможность подачи напряжения питания от центральной стойки в стойку расширения, что позволяет не устанавливать блок питания в стойку расширения. При этом длина линии связи между стойками не должна превышать 1,5 метра.

Применение интерфейсных модулей IM 460-0 и IM 461-0 позволяет прибавить к центральной стойке *от 1 до 4 стоек* расширения с длиной линии связи до 5 метров.

И, наконец, с помощью интерфейсных модулей IM 460-3 и IM 461-3 к центральной стойке возможно подключения *от одной до 4 стоек* расширения с длиной линии связи до 102 метров.

Монтажные стойки

Монтажные стойки являются несущей основой, которая предназначена для установки модулей, а также для их подключения к цепям питания и к внутренней шине контроллера.

Монтажная стойка UR1 (universal rack) может быть использована как базовая стойка, а также как стойка расширения. В ней может размещаться до 18 модулей контроллера S7-400. Стойка поддерживает возможность использования стандартных или резервированных схем питания контроллера. В первом случае у нее устанавливается один, во втором - два блока питания. В любом случае установка модулей блоков питания начинается с первого разъема монтажной стойки, т.е. с первого слота.

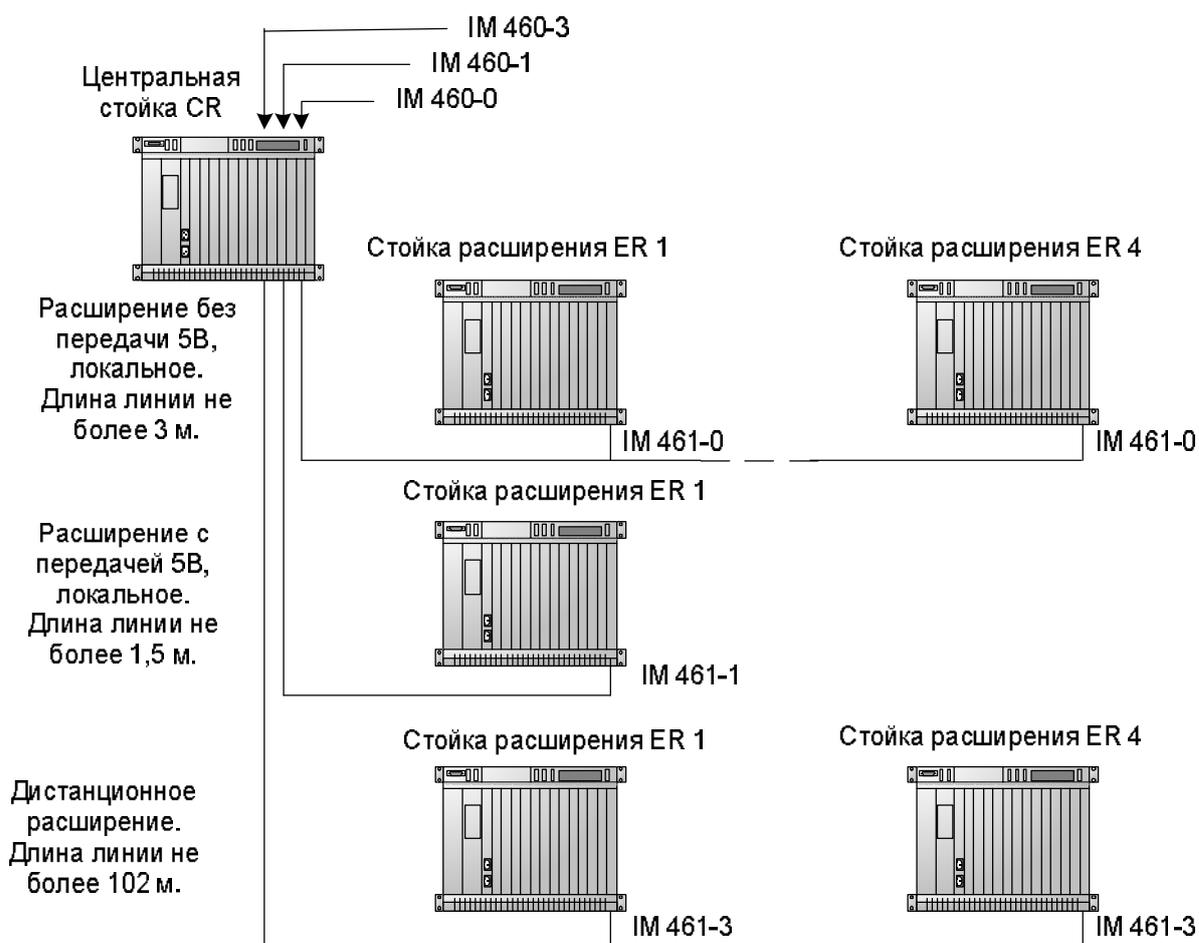


Рисунок 1.3 - Варианты использования интерфейсных модулей

Если UR1 используется как базовая стойка, то первым устанавливается стандартный блок питания, который может занимать от одного до трех слотов. Другие модули могут устанавливаться в любой следующий слот.

Если UR1 используется в качестве стойки расширения, то порядок установки модулей будет таким же, как и в базовой стойке, за исключением одного – интерфейсный принимающий модуль (один) должен быть установлен в *последний* слот.

Монтажная стойка UR2 отличается от стойки UR1 тем, что в ней может размещаться до 9 модулей.

Монтажная стойка базового блока CR2 (central rack) может быть использована для размещения до 18 модулей базового блока контроллера.

P-шина (шина ввода-вывода) стойки CR2 разделена на два сегмента. Один сегмент охватывает 10, второй - 8 разъемов. Процессорный модуль нужно установить в каждый сегмент CR2 с соответствующим набором модулей ввода-вывода. Цепи питания и K-шина (коммуникационная шина) являются общими для обоих сегментов.

Стойка поддерживает возможность использования стандартных или резервированных схем питания контроллера. В первом случае в нее устанавливается один, во втором - два блока питания. Во всяком случае, установка модулей блоков питания начинается с первого слота.

Интерфейсные и сигнальные модули, а также модули процессора могут устанавливаться в любой слот, кроме первого.

Стойка расширения ER1 (extension rack) применяется для построения недорогих устройств расширения ввода-вывода. Она позволяет размещать до 18 модулей S7-400.

В ER1 отсутствует K-шина, что исключает возможность установки коммуникационных процессоров и функциональных модулей. Кроме того, ограничены функциональные возможности P-шины – отсутствует поддержка прерываний и буферизация модулей. Отсутствует также внутренняя шина питания =24В. Установка модулей блоков питания начинается с первого разъема монтажной стойки. Принимающий интерфейсный модуль (один) должен быть установлен в последнее гнездо стойки.

1.3 Принципы адресации

Каждый слот с установленным модулем имеет фиксированный адрес в S7-станции. Адрес состоит из номера монтажной стойки и номера слота. Таким образом, каждый модуль, установленный в слоте, может быть однозначно описан указанием адреса слота, так называемым "географическим адресом".

Если модуль содержит интерфейсные платы, каждая из них также описывается адресом. И, наконец, каждый дискретный или аналоговый сигнал в системе имеет свой собственный *уникальный* адрес.

Начальный адрес модуля

Каждый модуль ввода-вывода имеет начальный адрес, который определяет позицию в области логических адресов (область I/O-адресов). Адресное пространство входов-выходов начинается из адреса 0 и

заканчивается некоторым значением, которое отвечает верхней границе, определяемой типом CPU.

В случае дискретных модулей отдельные сигналы (биты) собираются в группы по 8 бит, т.е. в *байты*. Эти байты имеют соответствующие адреса 0, 1, 2 и 3. Адресация байтов начинается с начального адреса модуля.

В аналоговых модулях каждый из аналоговых каналов, которые передают сигналы в виде напряжения или тока, занимает 2 байта, т.е. слово, которое обозначается символом W. Аналоговые модули, в зависимости от конструкции, имеют 2, 4, 8 и 16 каналов. При этом каждый модуль, соответственно, будет занимать 4, 8, 16 или 32 байта адресного пространства.

При включении питания, если не было предустановок, CPU устанавливает начальный адрес каждого модуля в зависимости от типа модуля, номера слота и номера стойки. Значения адресов можно увидеть в таблице конфигурации.

Принцип адресации распределенной периферии

Распределенные I/O модули также имеют "географические адреса", которые определяются адресом системы ведущего DP-устройства и номером ведомой станции (вместо номера стойки).

Как и централизованные модули, модули распределенной периферии (станции) резервируют соответствующие номера байтов в области I/O-адресов. При этом адреса централизованных модулей и распределенных I/O не должны перекрываться.

Ведомые DP-устройства могут быть параметризованы таким образом, чтобы особые номера байтов обеспечивали консистентность (логическую связанность) данных при их пересылке. Для этого каждому ведомому DP-устройству отвечает один байт I/O адреса, которым это устройство адресуются при использовании системных функций SFC 14 DPRD_DAT (чтение данных распределенной периферии) и SFC 15 DPWR_DAT (запись данных распределенной периферии).

MPI-адресация

Модули, которые являются узлами в MPI-сети (CPU, FM или CP), имеют MPI-адрес. Этот адрес играет решающую роль для связи с программаторами PG, HMI-устройствами и для обмена глобальными данными.

В случае применения CPU 318 модули с MPI-связью локализируются в их собственном сегменте, так как CPU 318 не имеет MPI-адреса. Модули могут быть адресованы программатором через номер стойки и номер слота.

Необходимо учитывать следующую особенность: адреса MPI для функциональных модулей и коммуникационных процессоров в S7-300 определяются центральным процессором *автоматически* следующим алгоритмом:

- первый CP или первый FM после CPU \Rightarrow (MPI-адрес CPU + 1);
- второй CP или второй FM после CPU \Rightarrow (MPI-Адрес CPU + 2).

Диагностические адреса

Модули со встроенными функциями диагностики обеспечивают пользователя диагностическими данными, которые могут оцениваться в пользовательской программе. Если централизованные модули имеют адреса данных пользователя (начальные адреса модуля), то для чтения диагностических данных есть доступ к модулю по этому адресу. Для модулей, которые не имеют адреса данных пользователя, например, для источников питания, или для модулей, которые являются частью распределенной периферии, существуют диагностические адреса.

Адрес данных диагностики всегда является адресом в I/O области входов и занимает один байт памяти. STEP 7 автоматически назначает диагностические адреса, отсчитывая длину данных вниз от верхнего максимального значения адресов в области I/O.

1.4 Организация работы в адресном пространстве контроллера

Адресное пространство каждого программируемого контроллера содержит в себе:

- области периферийных входов и выходов (PI и PQ, соответственно);
- области отображения процесса по входу (I) и по выходу (Q);
- область меркеров (M);
- области таймеров (T) и счетчиков (C);
- область L-стека.

В SIMATIC S7 каждый модуль может иметь две области адресов:

- область данных пользователя, в который может быть применена непосредственная адресация с помощью операторов LOAD и TRANSFER;
- область системных данных для записи данных передачи.

Область данных пользователя

Объем данных пользователя определяется типом процессорного модуля. Адресация в этой области всегда начинается с байта 0.

Свойства данных пользователя в модуле также зависят от типа модуля. Для сигнальных модулей данные являются дискретными или аналоговыми входными/выходными сигналами. Для других модулей это могут быть данные о состояниях (статусы).

В станциях S7 последовательность адресов для цифровых модулей начинается с 0 и продолжается не более чем до 68 (18-й слот). Следует учесть, что адрес 0 назначается тому слоту, в который установлен первый цифровой модуль.

Каждый канал цифрового модуля представляется одним битом. Каждый бит резервируется за отдельным входом. Адрес каждого бита определяется автоматически. Для этого система фиксирует номер слота с первым цифровым модулем, с которого начинается адресация, и определяет тип модуля. Если модуль имеет 32 канала, то ему назначается адресное поле от I 0.0 до I 3.7 (четыре байта). Следующий модуль будет иметь адресное поле от I 4.0 до I 7.7 и т.д.

Пример. Пусть модуль *цифрового ввода* с 32 каналами (4 байта), установлен в слоте 14. Если первый цифровой модуль был установлен в слоте 4 (слоты 1 и 2 заняты блоком питания, а слот 3 - процессорным модулем), то начальной адрес модуля в слоте 14 по умолчанию равняется:

$$(14-3) * 4 = 44.$$

Адреса каналов в модуле автоматически устанавливаются сверху вниз, как показано на рисунке 1.4.

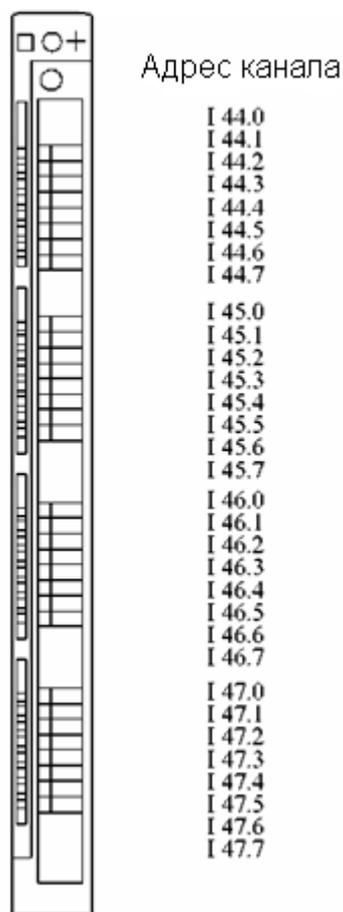


Рисунок 1.4 - Пример назначения адресов для каналов модуля цифрового ввода, который имеет начальный адрес 44

Последовательность адресов по умолчанию для аналоговых модулей начинается из адреса 512 и заканчивается адресом 1600 (максимум).

Учитывая то, что аналоговый модуль может иметь 2, 4, 8 и 16 каналов, а для каждого канала нужно два байта, то для расчета адреса аналогового

модуля по умолчанию необходимо перемножить количество каналов модуля на 2 и прибавить 512.

Пример. Пусть в стойку установлено три модуля аналогового ввода. Первый имеет 8 каналов, второй - 4 канала. Тогда начальные адреса модулей равны:

Модуль AI 8×14 bit 512;
 Модуль AI 4×13 bit (8×2)+512=528;
 Модуль AI 2×15 bit (12×2)+512=536.

Для каждого канала аналогового модуля предусмотрен формат вывода информации словами (W). Поэтому адреса отдельных каналов ввода (I) и вывода (Q) увеличиваются на два байта. На рисунке 1.5, в качестве примера, показано распределение адресов каналов модуля вывода с начальным адресом 832.

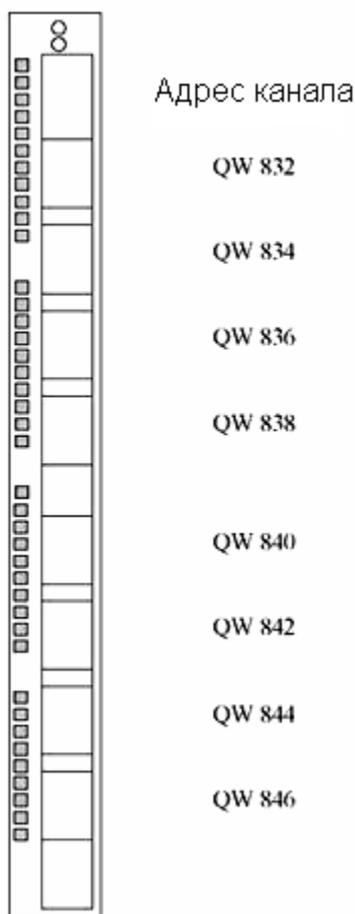


Рисунок 1.5 - Адреса каналов модуля аналогового вывода (пример)

Данные пользователя отображаются в области I/O адресов. В зависимости от направления передачи эта область делится на PI-область (peripheral inputs – область периферийных входов) и PQ-область (peripheral outputs – область периферийных выходов).

Адресная область *периферийных входов* используется при чтении данных входных модулей. Часть адресов PI-области соответствует области отображения данных процесса. Эта часть всегда начинается с 0-го адреса I/O, при этом размер этой области определяется типом CPU.

Адресная область *периферийных выходов* используется при записи данных выходных модулей. Часть адресов PQ-области соответствует области отображения данных процесса. Эта часть всегда начинается с 0-го адреса I/O, при этом размер этой области определяется типом CPU.

Следует учесть, что периферийные входы и периферийные выходы имеют одинаковые абсолютные адреса, которые отличаются только символами I и Q.

Отображение процесса

Отображение процесса (образ процесса) состоит из областей адресов дискретных входных и дискретных выходных модулей и, таким образом, подразделяется на *образ входов* процесса и *образ выходов* процесса.

К образу входов процесса доступ осуществляется в адресной области входов (I), а к образу выходов процесса – в адресной области выходов (Q).

Образ входов – это отображение соответствующего бита в дискретном входном модуле при сканировании. Сканирование входа – это то же самое, что и сканирование бита в самом модуле. Перед выполнением программы в каждом программном цикле операционная система CPU копирует значение сигнала из модуля в образ входов процесса, который представляется таблицей отображения.

На рисунке 1.6 представлена схема процесса на примере сканирования кнопки включения мотора. Эта кнопка подключена к модулю на 16 входов по адресу I 5.2. Выражение "I 5.2" - это абсолютный адрес сигнала включения. В *таблице символов* этому адресу можно присвоить символическое имя, например, "Switch motor on". Тогда выражение "Switch motor on" является *символьным адресом*.

Использование образа входов процесса имеет следующие преимущества:

1. Входы могут быть просканированы и записаны последовательно бит за битом. Благодаря этому программа выполняется быстрее потому, что сканирование входов выполняется быстрее, чем процедура получения доступа к входному модулю.

2. Состояние входа не меняется на протяжении всего цикла программы. При изменении бита входного модуля это изменение будет перенесено на соответствующий вход образа процесса лишь в начале следующего программного цикла.

3. Биты дискретных входных модулей доступны только для чтения, в то время как биты входа находятся в RAM-памяти и доступны как для

чтения, так и для записи. Благодаря этому появляется возможность изменять входные биты с целью отладки при тестировании программы.

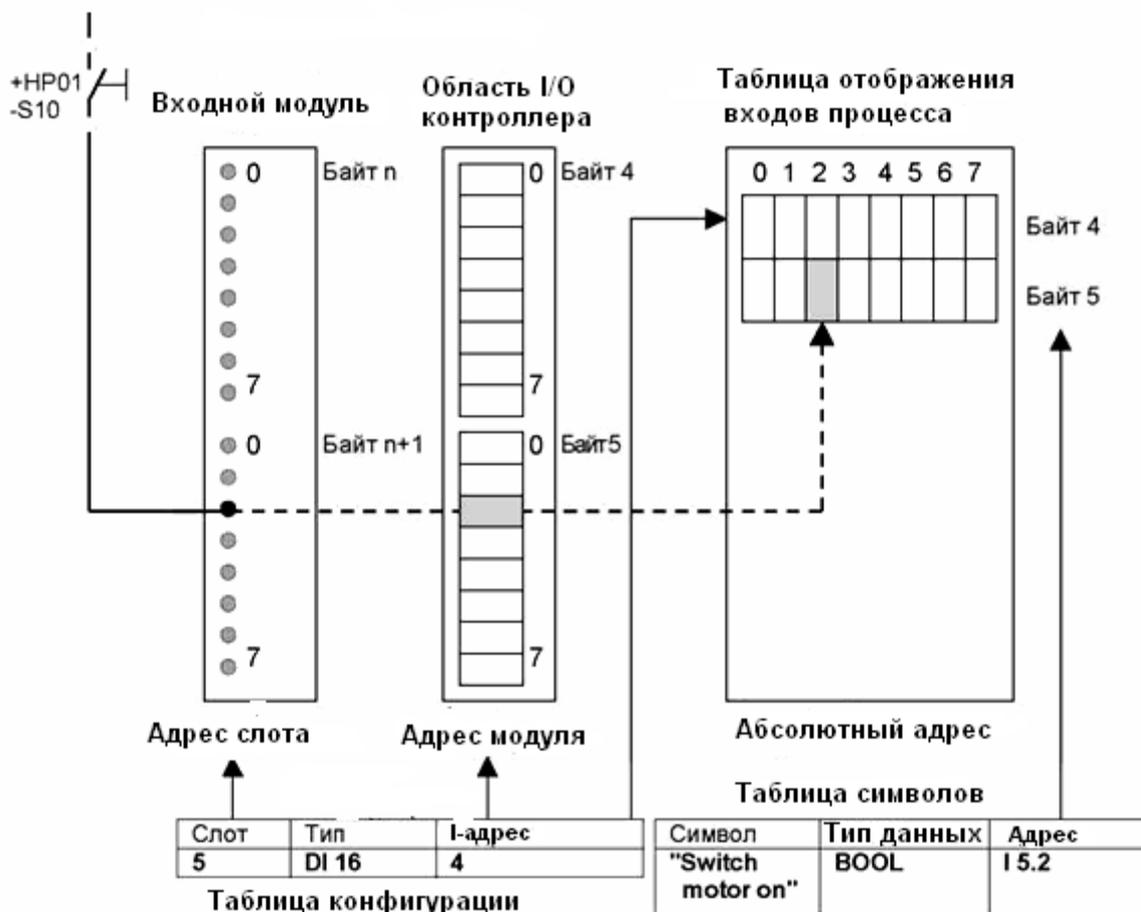


Рисунок 1.6 - Схема прохождения сигнала от кнопки включения до области отображения входов в RAM-памяти

Образ выходов – это отображение соответствующих бит в дискретном выходном модуле. Установка выхода - это то-же, что и установка бита в самом модуле. Операционная система CPU копирует значение бита из образа выходов процесса в выходной модуль.

Использование образа выходов процесса дает следующие преимущества:

1. Выходы могут быть установлены или сброшены бит за битом. Установка выходов осуществляется быстрее, чем процедура получения доступа к выходному модулю.
2. Состояние выхода может многократно изменяться на протяжении всего цикла программы, при этом значение бита выходного модуля остается без изменения. И лишь последнее состояние сигнала будет перенесено в соответствующий выходной модуль в начале нового программного цикла.
3. Выходы могут быть просканированы, так как они находятся в RAM-памяти, тогда как биты дискретных выходных модулей доступны только для записи, но недоступны для чтения.

Область системных данных

В области системной памяти CPU располагаются *меркеры*. Меркеры могут рассматриваться как дополнительные "пусковые реле" контроллера. Число меркеров зависит от типа избранного CPU.

Меркеры используются для хранения промежуточных результатов, которые могут понадобиться в других блоках. К промежуточным результатам относятся:

- Временные локальные данные, которые возможно понадобятся во всех блоках, но устанавливаются только в процессе текущего вызова блока.
- Статические локальные данные, которые необходимы только в функциональных блоках, но являются действительными для многих вызовов блоков.

Некоторые меркеры могут быть назначены реманентными меркерами, то есть меркерами, которые сохраняют своё состояние даже в условиях выключения питания. Реманентная область всегда начинается с адреса "0" и заканчивается в заданном месте памяти при параметризации CPU.

Многие процедуры в контроллере требуют периодического сигнала. Такие сигналы могут быть получены с помощью таймеров, таймерных прерываний или просто с использованием тактовых меркеров. Тактовые меркеры – это биты, состояния которых меняются периодически с отношением сигнал/пауза, равным 1:1. Такие биты, объединенные в байт, обеспечивают фиксированные частоты периодических колебаний (рис. 1.7).



Рисунок 1.7 – Пример создания байта тактовых меркеров

2.1 Центральные процессоры

Центральные процессоры S7-300

Программируемые контроллеры S7-300 могут комплектоваться 17 типами центральных процессоров. Эти процессоры характеризуются временем выполнения логической инструкции (0,1...0,2 мкс) и объемом рабочей памяти (от 16 Кбайт в CPU 312 до 512 Кбайт в CPU 317).

Центральные процессоры стандартного исполнения различаются в следующем:

- CPU 312 – центральный процессор для построения небольших систем управления, которые включают до 8 модулей локального ввода-вывода S7-300.
- CPU 314 – центральный процессор для построения систем управления, в которых нужна скоростная обработка информации и поддержка до 32 модулей локального ввода-вывода S7-300.
- CPU 315-2 DP – центральный процессор со встроенным интерфейсом ведущего/ведомого устройства PROFIBUS DP для построения систем автоматизации с развитой системой локального и *распределенного* ввода-вывода.
- CPU 315-2 PN/DP – центральный процессор со встроенным интерфейсом Industrial Ethernet и PROFIBUS DP, который обеспечивает поддержку коммуникационного стандарта PROFINET и предназначен для использования в системах CBA (Component Based Automation).
- CPU 317-2 DP – центральный процессор со встроенными интерфейсами MPI/PROFIBUS DP и PROFIBUS DP, большим объемом памяти программ и данных, высокой производительностью. Предназначен для построения высокопроизводительных систем автоматизации с развитой системой локального и распределенного ввода-вывода.
- CPU 317-2 PN/DP – центральный процессор высокой производительности и мощности со встроенным интерфейсом Industrial Ethernet и PROFIBUS DP, который обеспечивает поддержку коммуникационного стандарта PROFINET и предназначен для использования в системах CBA.
- CPU 318-2 DP – мощный центральный процессор с высоким быстродействием, большим объемом памяти программ и данных, способен обслуживать системы распределенного ввода-вывода на основе сети PROFIBUS DP. Требуется для своей работы карту памяти и буферную батарею.

Центральные процессоры S7-300 Compact различаются в следующем:

- CPU 312C – это компактный центральный процессор с 10 дискретными входами и 6 дискретными выходами, а также встроенными функциями скоростного счета (2x10 кГц), измерения частоты (2x10 кГц) или длительности периода.

- CPU 313C – центральный процессор с 24 дискретными входами, 16 дискретными выходами, 4 аналоговыми входами для измерения унифицированных сигналов силы тока или напряжения, 1 аналоговым входом для подключения датчика температуры Pt100 и 2 аналоговыми выходами. Набор встроенных функций включает скоростной счет (3x30 кГц), измерение частоты (3x30 кГц) или продолжительности периода, а также ПИД-регулирование.

- CPU 313 C-2 Ptp и CPU 313 C-2 DP – центральные процессоры с 16 дискретными входами, 16 дискретными выходами, дополнительными интерфейсами RS 422/ RS 485 (CPU 313 C-2 Ptp) и встроенным интерфейсом ведущего/ведомого устройства PROFIBUS DP (CPU 313 C-2 DP). Набор встроенных функций аналогичен CPU 313C.

- CPU 314 C-2 PtP и CPU 314 C-2 DP – центральные процессоры с 24 дискретными входами, 16 дискретными выходами, 4 аналоговыми входами для измерения унифицированных сигналов силы тока или напряжения, 1 аналоговым входом для подключения датчика температуры Pt100, 2 аналоговыми выходами и встроенным последовательным интерфейсом RS422/RS485 (CPU 314 C-2 PtP) или встроенным интерфейсом ведущего-ведомого устройства PROFIBUS DP (CPU 314 C-2 DP). Набор встроенных функций включает в свой состав скоростной счет (4x60 кГц), измерение частоты (4x60 кГц) или продолжительности периода, ПИД-регулирование и позиционирование по одной оси.

Все центральные процессоры S7-300 Compact могут использоваться как готовые системы автоматизации.

Для построения систем управления в опасных производствах применяются процессоры S7-300F:

- CPU 315 F-2 DP – центральный процессор со встроенным интерфейсом PROFIBUS DP для построения F-систем со средними требованиями к объему и скорости выполняемых программ, а также к обслуживанию систем распределенного ввода-вывода.

- CPU 317 F-2 DP – центральный процессор со встроенным интерфейсом PROFIBUS DP для построения F-систем с высокими требованиями к объему и скорости выполняемых программ.

Особое место занимают центральные процессоры CPU 315 T-2 DP/ CPU 317 T-2 DP, снабженные набором встроенных входов и выходов, встроенными интерфейсами MPI/PROFIBUS DP и PROFIBUS DP/DRIVE, поддерживающие функции позиционирования и управление перемещением.

Центральные процессоры S7-400

Программируемые контроллеры SIMATIC S7-400 могут комплектоваться 7 типами центральных процессоров. Центральные процессоры отличаются вычислительной мощностью, объемами памяти, количеством встроенных интерфейсов и другими параметрами.

Центральные процессоры охватывают решение задач разного уровня сложности и классифицируются следующим образом:

CPU 412-1, CPU 412-2 – предназначены для построения небольших систем управления и решения задач средней степени сложности.

CPU 414-2, CPU 414-3 – предназначены для построения систем управления средней степени сложности с программами большого объема, скоростным выполнением инструкций и интенсивным сетевым обменом данными.

CPU 416-2, CPU 416-3 – предназначены для построения сложных систем автоматического управления со сложными алгоритмами обработки информации и интенсивным сетевым обменом данными.

CPU 417-4 – предназначены для построения наиболее мощных систем автоматического управления. Мощные центральные процессоры оснащены одним (CPU 41х-3) или двумя (CPU 417-4) отсеками для установки интерфейсного submodule IF 964-DP, обеспечивающего создание дополнительных интерфейсов PROFIBUS DP.

Центральные процессоры S7-400 характеризуются объемами рабочей памяти (от 288 Кбайт в CPU 412-1 до 30 Мбайт в CPU 417-4), параллельным доступом к памяти программ и данных, а также высоким быстродействием. Так, например, время выполнения логической операции в CPU 417-4 составляет 18 нс.

Во всех моделях центральных процессоров имеется встроенный комбинированный интерфейс MPI/PROFIBUS DP, который используется для подключения к сетям MPI или PROFIBUS DP. Наряду с этим предусмотрены дополнительные интерфейсы:

- в CPU 41х-2 – один дополнительный интерфейс ведущего/ведомого устройства PROFIBUS DP;
- в CPU 41х-3 – два дополнительных интерфейса ведущего/ведомого устройства PROFIBUS DP;
- в CPU 417-4 – три дополнительных интерфейса ведущего/ведомого устройства PROFIBUS DP;
- в CPU 41х-3 PN/DP – один дополнительный интерфейс PROFIBUS DP, интерфейс PROFINET с 2-канальным коммутатором, а также встроенный Web-сервер.

Центральные процессоры поддерживают от 32 до 64 активных коммуникационных соединений, одновременную работу с несколькими

коммуникационными процессорами, выполнение функций шлюзового устройства между разными промышленными сетями.

STEP 7 позволяет делать настройку коммуникационных интерфейсов (установку сетевых адресов, режимов работы, скоростей передачи данных, коммуникационных соединений и т.п.), распределение адресного пространства ввода-вывода (установку адресов модулей), определение размеров областей памяти, установку глубины диагностического буфера и прочее.

2.2 Интерфейсные модули

Интерфейсные модули IM 460-0 и IM 461-0 позволяют создавать системы локального ввода-вывода, в которых расстояние от базового блока до последней стойки расширения не превышает 5 м. IM 460-0 выполняет функции передатчика, а IM 461-0 – функции приемника. Модули обеспечивают поддержку Р- и К-шин, то есть работу сигнальных, функциональных и коммуникационных модулей, устанавливаемых в стойки расширения. Напряжение питания через соединительный кабель не передается, поэтому каждая стойка расширения должна комплектоваться собственным блоком питания.

Передающий интерфейсный модуль IM 460-0 устанавливается в базовый блок программируемого контроллера S7-400. В одну монтажную стойку UR1, UR2 и CR2 может устанавливаться до 6, а в одну монтажную стойку CR3 до 2 модулей IM 460-0.

IM 460-0 оснащен двумя встроенными интерфейсами для подключения линий расширения. Каждый интерфейсный модуль IM 460-0 позволяет подключить до 4 стоек расширения. При установке в базовый блок 6 интерфейсных модулей IM 460-0 общее количество стоек расширения не должно превышать 21.

Принимающий интерфейсный модуль IM 461-0 устанавливается в стойку расширения. Он может подключаться к интерфейсному модулю IM 460-0 базового блока контроллера или предыдущей стойки расширения. В каждую стойку расширения (UR1, UR2, ER1, ER2) устанавливается только один интерфейсный модуль IM 461-0.

Интерфейсные модули IM 460-1 и IM 461-1 позволяют создавать системы локального ввода-вывода программируемых контроллеров S7-400, в которых расстояние от базового блока до стойки расширения не превышает 1,5 м. Интерфейсный модуль IM 460-1 выполняет функции передатчика, IM 461-1 – функции приемника. Модули обеспечивают поддержку только Р-шины контроллера, то есть работу только сигнальных модулей. Коммуникационные процессоры и функциональные модули в эти стойки устанавливаться не могут.

Напряжение питания =5В передается в стойку расширения через соединительный кабель от блока питания базового блока контроллера. Установка собственных блоков питания в стойках расширения не нужна. Ток нагрузки цепи питания может достигать 5 А.

Передающий интерфейсный модуль IM 460-1 устанавливается в базовый блок программируемого контроллера S7-400. В одну монтажную стойку может устанавливаться до 2-х модулей IM 460-1.

IM 460-1 оснащен двумя встроенными интерфейсами для подключения линий расширения. К каждому интерфейсу может подключаться по одной стойке расширения.

Принимающий интерфейсный модуль IM 461-1 устанавливается в стойку расширения (UR1, UR2, ER1, ER2), которая подключается к базовому блоку программируемого контроллера S7-400 через интерфейсный модуль IM 460-1.

Интерфейсные модули IM 460-3 и IM 461-3 позволяют создавать системы локального ввода-вывода программируемых контроллеров S7-400, в которых расстояние от базового блока до последней стойки расширения не превышает 102 м. Интерфейсный модуль IM 460-3 выполняет функции передатчика, IM 461-3 – функции приемника. Модули обеспечивают поддержку Р- и К-шин контроллера, который позволяет устанавливать в стойки расширения не только сигнальные, но и функциональные и коммуникационные модули.

Напряжение питания через соединительный кабель не передается, поэтому каждая стойка расширения должна комплектоваться собственным блоком питания.

Передающий интерфейсный модуль IM 460-3 устанавливается в базовый блок программируемого контроллера S7-400. В одну монтажную стойку UR1, UR2 и CR2 может устанавливаться до 6, в одну монтажную стойку CR3 – до 2 модулей IM 460-3.

IM 460-3 оснащен двумя встроенными интерфейсами для подключения линий расширения. К каждому интерфейсу может подключаться до 4 стоек расширения. При установке в базовый блок 6 интерфейсных модулей IM 460-3 общее количество стоек расширения не должно превышать 21.

Принимающий интерфейсный модуль IM 461-3 устанавливается в стойки расширения. Он может подключаться к интерфейсному модулю IM 460-3 базового блока контроллера или к интерфейсному модулю IM 461-3 предыдущих стоек расширения. В каждую стойку расширения (UR1, UR2, ER1, ER2) устанавливается только один интерфейсный модуль IM 461-3.

Интерфейсные модули IM 467 и IM 467 FO предназначены для подключения программируемых контроллеров S7-400 к сети PROFIBUS DP и используются для увеличения количества сетей PROFIBUS DP, которые обслуживаются одним программируемым контроллером.

В отличие от коммуникационных процессоров интерфейсные модули требуют управления своей работой по стороны центрального процессора. Поэтому увеличение количества используемых модулей IM 467 и IM 467 FO сопровождается увеличением нагрузки на центральный процессор при обслуживании коммуникационных задач.

В сети PROFIBUS интерфейсные модули IM 467 и IM 467 FO обеспечивают поддержку:

- протокола PROFIBUS DP при работе в режиме ведущего DP устройства;
- функций связи с программатором PG и панелью оператора OP.

При необходимости оба протокола могут использоваться параллельно.

В режиме ведущих устройств PROFIBUS DP интерфейсные модули IM 467 и IM 467 FO обеспечивают поддержку функций синхронизации (SYNC), замораживания (FREEZE), а также постоянства времени цикла сети.

В контроллерах S7-300 применяются интерфейсные модули IM 360, IM 361 и IM 365.

Интерфейсный передающий модуль IM 360 устанавливается в базовую стойку S7-300 после модуля центрального процессора при максимальном расстоянии до стойки расширения 10 м.

Интерфейсный модуль IM 361 имеет следующие характеристики:

- Может выполнять функции принимающего и передающего модуля.
- Содержит источник питания 24 В постоянного тока, который выводит на заднюю шину S7-300 напряжение силой тока 0,8 А.
- Допускает максимальное расстояние 10 м между IM 360 и IM 361 или между двумя IM 361.
- Устанавливается в стойки расширения (в слот 3).

Интерфейсный модуль IM 365 имеет следующие характеристики:

- Конструктивное исполнение - предварительно собранная пара модулей для базовой стойки и стойки расширения (стойки 0 и 1).
- Снабжен общим источником питания на 1,2 А, из которых до 0,8 А может быть использовано в одной стойке.
- Соединительный кабель длиной 1 м подключен постоянно.
- IM 365 не продолжает коммуникационную шину в стойку 1, т.е. работа функциональных модулей FM в стойке расширения не поддерживается.

2.3 Коммуникационные процессоры (CP)

Коммуникационный процессор CP 443-1 обеспечивает возможность подключения программируемых контроллеров SIMATIC S7-400 к сети Industrial Ethernet. Он оснащен встроенным микропроцессором и выполняет автономное управление сетевым обменом данными, разгружая от этих задач центральный процессор контроллера.

CP 443-1 устанавливается в монтажную стойку S7-400 и подключается к внутренней шине контроллера через один разъем. Модуль может устанавливаться на любое свободное посадочное место. Коммуникационный процессор CP 443-1 имеет 15-полюсное гнездо соединителя D-типа с автоматическим переключением между интерфейсами AUI- и ITP, а также гнездо RJ45 для подключения к сети Industrial Ethernet с использованием технологии FastConnect.

Передача данных осуществляется на транспортных уровнях 1...4 с учетом требований международных стандартов. Поддерживается работа в комбинированном режиме с одновременной поддержкой транспортных протоколов ISO, TCP/IP и UDP.

Для контроля работоспособного состояния системы связи на основе TCP-соединений может активизироваться функция отслеживания времени передачи между каждым активным и пассивным партнером по связи.

Коммуникационному процессору CP 443-1 присваивается собственный Ethernet-адрес, который позволяет подключать его к сети предприятия.

При работе в комбинированном режиме CP 443-1 способен поддерживать следующие коммуникационные функции:

- PG/OP функции связи (с использованием программатора и панели оператора), которые обеспечивают возможность дистанционного программирования всех сетевых S7-станций.
- Использование процедур S7 routing позволяет организовать межсетевой обмен данными и обеспечить „прозрачность“ сети.
- S7 функции позволяют организовать связи между S7-300 и S7-400 (сервер и клиент), устройствами человеко-машинного интерфейса и компьютерами. В системах автоматизации SIMATIC S7-400 коммуникационные процессора CP 443-1 могут использоваться для построения резервированных систем связи на базе Industrial Ethernet.
- Синхронизацию по дате и времени тех сетевых устройств, которые поддерживают выполнение этой функции.
- Передачу данных с использованием интерфейсов SEND/RECEIVE и FETCH/WRITE транспортного протокола ISO. При этом интерфейс SEND/RECEIVE обеспечивает связь между контроллерами SIMATIC S7 и компьютерами, а функции FETCH/WRITE обеспечивают прямой доступ к

данным центрального процессора. Объем передаваемых данных может достигать 8 Кбайт.

Для контроллеров SIMATIC S7-300 применяется аналогичный модуль -коммуникационный процессор CP 343-1 V2.

Сеть Ethernet имеет высокую пропускную способность, однако важным недостатком этой сети является то, что она не гарантирует время доставки сообщений. Этот недостаток устранен в сети PROFINET.

Коммуникационный процессор CP 443-1 Advanced предназначен для подключения программируемого контроллера SIMATIC S7-400 к сети PROFINET. Система распределенного ввода-вывода на основе PROFINET IO обеспечивает работу в реальном масштабе времени. Обмен данными между технологическими модулями в системах автоматизации с распределенным интеллектом поддерживается PROFINET CBA (Component Based Automation).

CP 443-1 Advanced разрешает поддерживать связь между SIMATIC S7-400 и следующими устройствами:

- программаторами и компьютерами;
- средствами человеко-машинного интерфейса;
- системами автоматизации SIMATIC S7/C7;
- контроллерами PROFINET;
- приборами систем распределенного ввода-вывода на основе PROFINET и интеллектуальными модулями системы PROFINET CBA.

Коммуникационный процессор CP 443-1 Advanced выполняет следующие коммуникационные функции:

- HTTP-функции, которые обеспечивают доступ к данным контроллера со стандартного Web-браузера.
- FTP-функции, которые позволяют использовать программно-управляемый обмен данными FTP-клиента, доступ к блокам данных через FTP-сервер, обработку данных файловой системы через FTP, передачу сообщений по каналам электронной почты.
- Установку IP-адреса через DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) с использованием инструментальных средств компьютера или через программный блок.
- Защита доступа, которая базируется на использовании IP-адреса.
- Подключение к внутренней шине контроллера через один разъем монтажной стойки.
- Подключение к сети с помощью 4-х коммутированных портов.
- Интеграцию в систему управления путем поддержки протокола SNMP.

Механическая конфигурация CP 443-1 Advanced характеризуется следующими особенностями:

- 4 гнезда RJ45 для подключения к Industrial Ethernet.
- Съёмный модуль памяти C-PLUG для сохранения информации (без модуля C-PLUG процессор CP 443-1 Advanced работать не может).

Для контроллеров SIMATIC S7-300 применяется аналогичный модуль – коммуникационный процессор CP 343-1 Advanced.

Коммуникационный процессор CP 443-5 Basic предназначен для подключения контроллеров SIMATIC S7-400 к сети PROFIBUS.

Он способен поддерживать:

- Функции FMS-связи с PROFIBUS FMS-станциями.
- Интерфейс SEND/RECEIVE.
- Функции связи с программатором, устройствами и системами человеко-машинного интерфейса.
- Функции связи с другими системами автоматизации SIMATIC S7/C7.
- Синхронизацию даты и времени всех сетевых станций.

Для контроллеров SIMATIC S7-300 имеется аналогичный модуль – коммуникационный процессор CP 343-5.

Коммуникационный процессор CP 443-5 Extended выполняет функции ведущего DP-устройства и позволяет получать от 4 до 10 дополнительных линий PROFIBUS DP на один базовый блок программируемого контроллера.

Он способен поддерживать:

- функции ведущего устройства PROFIBUS DP согласно требованиям международных стандартов IEC 61158/ EN 50170;
- функции связи с программатором, устройствами и системами человеко-машинного интерфейса;
- функции связи с другими системами автоматизации SIMATIC S7/C7.

Для контроллеров SIMATIC S7-300 есть аналогичный модуль – коммуникационный процессор CP 342-5.

Коммуникационные процессоры CP 440 предназначены для организации скоростного обмена данными в последовательном формате через PtP (Point-to-Point) интерфейс.

PtP-интерфейс позволяет устанавливать связь со следующими партнерами:

- программируемыми контроллерами SIMATIC S7, а также контроллерами других производителей.
- персональными компьютерами и программаторами.
- принтерами, сканерами, модемами и т.д.
- измерительными приборами.

CP 440 оснащен встроенным последовательным интерфейсом RS422/RS485 (X.27), через который можно подключать до 31 устройства.

Модуль CP 440 способен поддерживать два стандартных протокола обмена данными:

- ASCII – для организации простейших вариантов связи с системами других производителей.
- 3964(R) – для организации связи с устройствами SIEMENS или аппаратурой других производителей, которые поддерживают обмен данными по протоколу 3964 (R).

Для контроллеров SIMATIC S7-300 есть аналогичный модуль – коммуникационный процессор CP 340.

Коммуникационные процессоры CP 441 предназначены для организации скоростного обмена данными в последовательном формате через Ptp-интерфейс.

Модуль выпускается в двух модификациях:

- CP 441-1 с одним Ptp-портом для решения простых коммуникационных задач.
- CP 441-2 с двумя Ptp-портами для построения высокопроизводительных систем связи.

Коммуникационные процессоры CP 441 способны поддерживать наиболее распространенные протоколы передачи данных:

- 3964 (R) – для связи с приборами и устройствами производства фирмы SIEMENS.
- RK 512 – для связи с компьютерами (только CP 441-2).
- ASCII – для простой связи с аппаратурой разных фирм-изготовителей.

Для контроллеров SIMATIC S7-300 есть аналогичный модуль – коммуникационный процессор CP 341.

2.4 Функциональные модули

Функциональные модули предназначены для решения типичных задач автоматического управления, к которым можно отнести задачи скоростного счета, позиционирования, автоматического регулирования и другие. Большинство функциональных модулей наделены интеллектом, который позволяет уменьшить нагрузку центрального процессора контроллера.

Функциональные модули включают в свой состав:

- Модуль скоростного счета FM 450-1.
- Модуль позиционирования FM 451.
- Модуль электронного командоконтроллера FM 452.

- Модуль позиционирования шаговых двигателей FM 453.
- Модуль автоматического регулирования FM 455.
- Модуль решения прикладных задач FM 458-1DP.

Функциональный модуль FM 450-1 – это интеллектуальный 2-канальный модуль скоростного счета. Он позволяет:

- осуществлять подсчет импульсов инкрементальных датчиков позиционирования;
- контролировать дискретные сигналы датчиков положения, например, фотоэлектронных барьеров;
- выполнять функции сравнения содержимого счетчиков с заданными значениями;
- выдавать дискретные сигналы на встроенные дискретные выходы.

Все операции выполняются автономно, питание датчиков осуществляется от встроенного в модуль блока питания.

FM 450-1 способен обрабатывать сигналы двух инкрементальных датчиков позиционирования с частотами до 500 кГц. Направление счета задается внешними импульсными сигналами. Воздействие на управляемый процесс может осуществляться двумя способами:

1. Через встроенные дискретные выходы, состояние которых определяется результатами операций сравнения текущих значений счета с заданными величинами. Для каждого счетчика может устанавливаться три величины: исходное состояние (предыдущая установка), верхнее и нижнее предельные значения счета.
2. Передачей сигналов в центральный процессор по внутренней шине контроллера с использованием механизма прерываний.

Оба счетчики могут использовать для своей работы два числовых диапазона:

- Нереверсивный счет – от 0 до +4294967295.
- Реверсивный счет – от -2147483648 до +2147483647.

Интеллектуальный модуль позиционирования FM 451 применяется для решения задач позиционирования по 3 осям с ускоренной подачей рабочего органа. Он способен управлять работой приводов, оснащенных стандартными двигателями. Воздействия на двигатели осуществляются контакторами или преобразователем частоты. Текущие координаты перемещения контролируются с помощью инкрементальных или синхронно-последовательных (SSI) датчиков положения.

Модуль находит применение в системах управления упаковочными машинами, лифтами, конвейерами, оборудованием для деревообработки и производства бумаги, печатными машинами, оборудованием для производства изделий из резины и пластмасс.

На рисунке 2.1 приведена типичная схема применения модуля позиционирования для решения задачи циклических движений исполнительных органов.

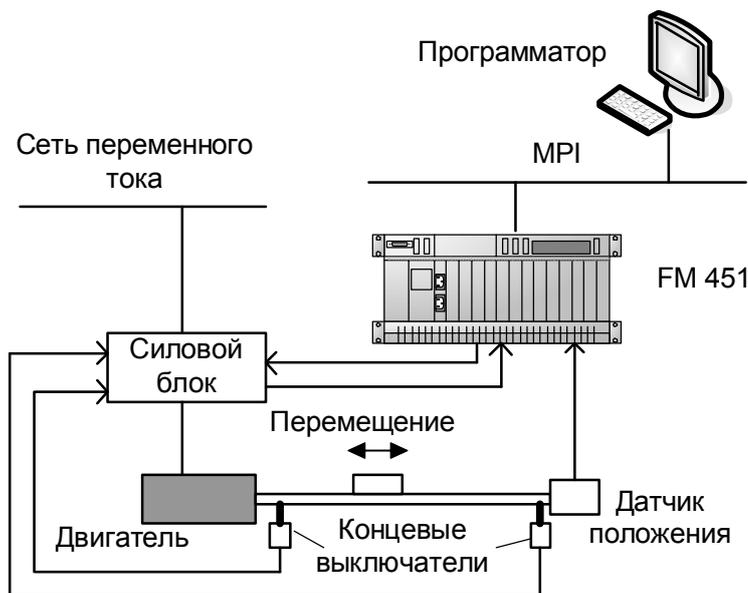


Рисунок 2.1 - Типичная функциональная схема управления позиционированием

Каждый канал оснащен 4 дискретными выходами, которые позволяют управлять направлением обращения двигателя, выбирать высокую или низкую скорость перемещения, делать запись координат текущей точки, разрешать или запрещать работу системы позиционирования.

Скорость перемещения выбирается в зависимости от расстояния до точки останова по сигналу датчика прохождения некоторой контрольной точки. При достижении точки останова модуль проверяет точность позиционирования с учетом заданных допусков и посылает сообщение в центральный процессор.

Модуль электронного командоконтроллера FM 452 предназначен для формирования последовательности команд по аналогии с кулачковым командоконтроллером. Запуск последовательности операций производится по сигналу датчика положения, подключенного к входу модуля.

Модуль способен работать с инкрементальными и синхронно-последовательными датчиками позиционирования и позволяет использовать для формирования команд до 32 кулачков, которые влияют на состояния 16 встроенных дискретных выходов.

Модуль находит применение в системах управления сверлильными и фрезерными станками, прессами и другим оборудованием.

На рисунке 2.2 показан пример применения модуля командоконтроллера FM 452 для управления приводом, который выполняет сложное движение в функции времени и пути.

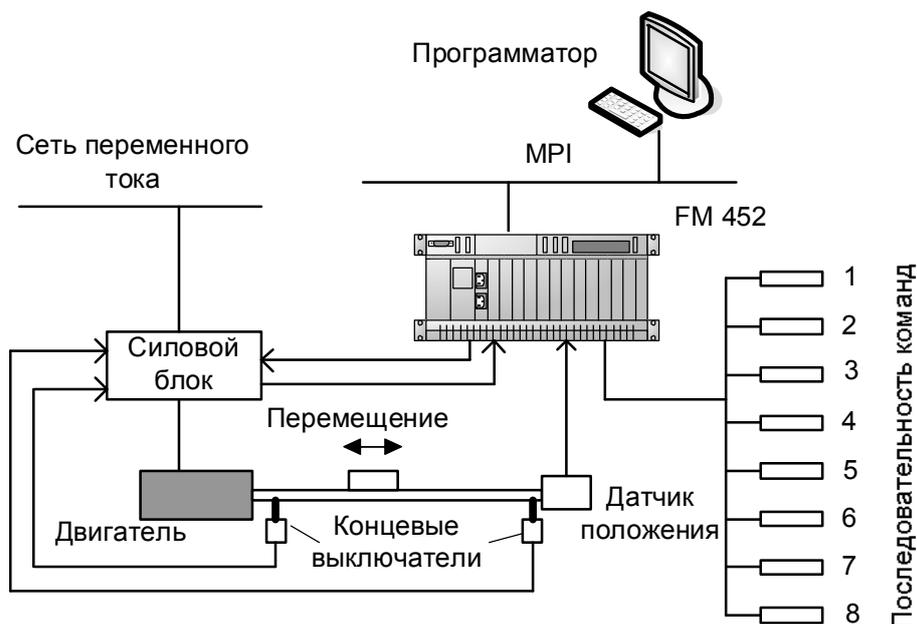


Рисунок 2.2 - Функциональная схема системы управления приводом с помощью командоконтроллера FM 452

Модуль обеспечивает:

- Измерение пройденного пути.
- Установку контрольных точек.
- Установку текущих значений параметров.
- Считывание мгновенных значений параметров.
- Сдвиг нуля.
- Изменение управляющих фронтов.
- Режим имитации.

Интеллектуальный модуль для управления шаговыми двигателями FM 453 предназначен для решения широкого круга задач позиционирования электроприводов с шаговыми и (или) серводвигателями: от простого пошагового позиционирования до сложных комплексных задач с высокими требованиями к времени реакции, точности и скорости позиционирования. К одному модулю может подключить до трех приводов.

Модуль находит применение в системах управления машинами для производства бумаги, текстильными и упаковочными машинами, типографскими станками, оборудованием в пищевой промышленности, сборочным оборудованием.

В случае простого перемещения от точки до точки задаются конечная точка позиционирования и скорость перемещения. Для более сложных задач создается программа перемещения, которая вводится в FM 453 с помощью программатора. Возможно программирование в режиме обучения.

Параметры настройки сохраняются в памяти модуля FM 453. Эти данные содержат сведения о параметрах машин, необходимых компенсациях, алгоритме управления движением или описание шагов движения от точки до точки.

Для выполнения задач позиционирования FM 453 может формировать:

- Аналоговые сигналы ± 10 В для управления работой электроприводов с серводвигателями.
- Импульсы управления электроприводами с шаговыми двигателями, а также сигнал выбора направления вращения.

Контроль процесса позиционирования осуществляется с помощью синхронно-последовательных (SSI) или инкрементальных датчиков позиционирования. В приводах с шаговыми двигателями датчики позиционирования могут не применяться.

Функциональный модуль FM 455 является универсальным интеллектуальным 16-канальным регулятором, который применяется для решения широкого круга задач автоматического регулирования. На его основе могут быть построены системы регулирования температуры, давления, потока и других параметров. Модуль выпускается в двух модификациях:

- FM 455C – для построения систем автоматического регулирования с аналоговыми исполнительными устройствами, которые подключаются к 16 аналоговым выходам модуля;
- FM 455S – для построения систем импульсного регулирования с влиянием на процесс через 32 встроенных дискретных выхода.

Оба модуля позволяют создавать программные структуры автоматического регулирования и использовать интерактивную адаптацию систем регулирования температуры. Регуляторы, построенные на основе FM 455, способны продолжать свою работу даже в случае остановки центрального процессора контроллера.

Модуль FM 455 способен выполнять следующие функции:

- Осуществлять регулирование с использованием готовых структур: регулятора с фиксированной настройкой, систем каскадного регулирования, регуляторов пропорционального действия, а также систем трехкомпонентного регулирования.

- Реализовать автоматический и ручной режимы работы, а также режимы защищенного и безопасного управления.

- Реализовать регулируемый шаг квантования в зависимости от разрядности преобразования – для 12-разрядного преобразования от 20 до 180 мс, для 14-разрядного преобразования – от 100 до 1700 мс (определяется количеством используемых аналоговых каналов).

- Осуществлять оптимальное адаптивное регулирование

температуры, а также ПИД-регулирование. Адаптивный терморегулятор наиболее удобен для построения систем, в которых не наблюдается больших отклонений регулируемого параметра от заданных значений, например, систем автоматического регулирования паровых котлов и литейных машин.

2.5 Цифровые модули ввода-вывода

Цифровые модули ввода

Основные параметры сигнальных цифровых модулей ввода SM321 (SM421 для контроллеров S7-400) присутствуют в их обозначениях. Так, например, *SM 321; DI 32x24 VDC* представляет собой модуль *ввода* (обозначение DI) на 32 канала для подключения датчиков с напряжением питания *24 В постоянного тока* (обозначение VDC), а *SM 321; DI 8x120/230 VAC* – модуль ввода на 8 каналов для подключения датчиков с номинальным напряжением 120/230 В *переменного тока* (обозначение VAC).

К модулям ввода датчики подключаются кабелем, длина неэкранированного кабеля до 600 м, а экранированного до 1000 м.

Все модули пригодны для подключения двухпроводных датчиков типа переключателей и трехпроводных датчиков бесконтактного действия типа ВЕРО. Модули отличаются схемой соединения датчиков с задней шиной модуля. Задняя шина – это последовательная шина данных, через которую модули обмениваются данными и через которую они получают питающее напряжение.

Простейшим вариантом соединения является резистивный делитель в соединении с оптопарой (рис. 2.3).

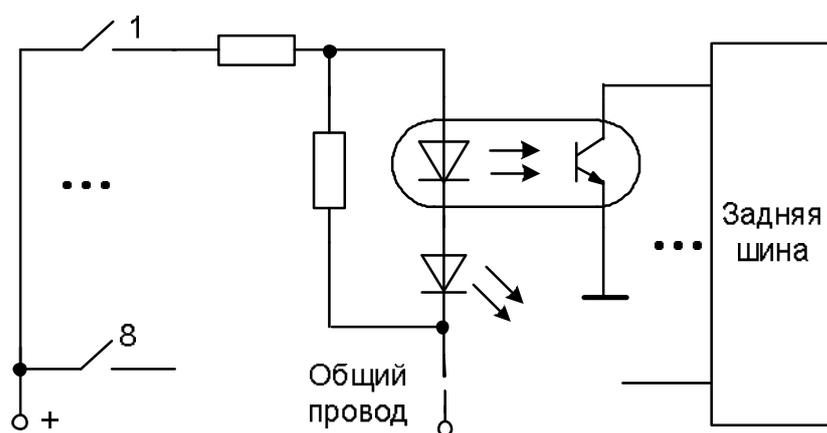


Рисунок 2.3 - Схема соединения датчика с задней шиной через резистивный делитель и оптопару

Модули ввода, предназначенные для работы с датчиками, которые питаются от источников переменного тока, имеют немного другую схему

делителя. Здесь применяется резистивно-емкостной делитель и выпрямительный мост (рис. 2.4).

В системах автоматизации SIMATIC предусмотрены модули для разных уровней сигналов логического нуля и логической единицы.

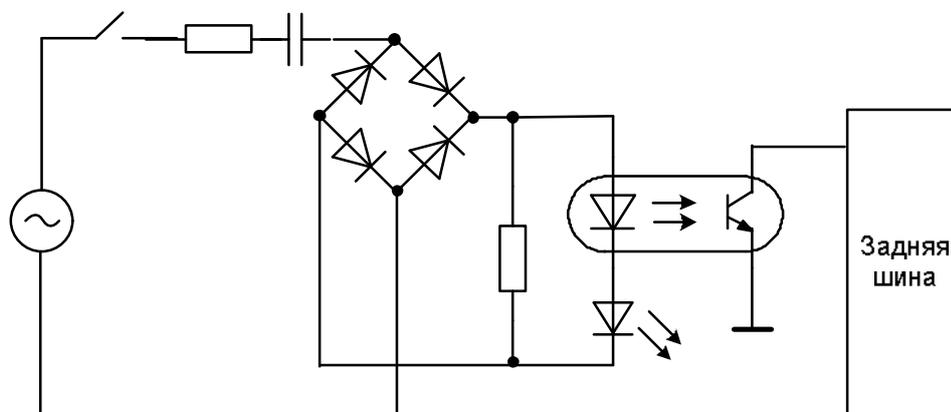


Рисунок 2.4 - Схема соединения датчика с модулем при питании датчика напряжением переменного тока

Например, в модуле *SM 321; DI 32x24 VDC* (номинальное напряжение 24 В постоянного тока) значению сигнала «1» соответствует напряжение от 13 до 30 В, а значению сигнала «0» – от минус 30 до плюс 5 В.

Входы модулей могут быть как изолированными (*SM 321; DI 16x24/48 VUC*), когда каждый датчик подключается к модулю со своим источником питания, так и сгруппированными, когда питание подается на группу датчиков (4, 8 или 16 единиц).

Групповое питание датчиков позволяет сократить расход провода для подключения датчиков.

Цифровые модули вывода

В цифровых модулях вывода *SM 322* или *SM422* с выходными цепями постоянного тока передача сигнала из задней шины модуля в цепи нагрузки осуществляется через оптопару диод-транзистор и усилитель постоянного тока, который должен получать питание от внешнего источника. Модули различаются напряжением питания, допустимой силой тока в цепях нагрузки и частотой изменения выходного сигнала.

Напряжения питания источников постоянного тока находятся в диапазоне от 24 В до 125 В.

Модули с выходными цепями постоянного тока применяют для подключения электромагнитных клапанов, контакторов постоянного тока и сигнальных ламп. Максимальная частота переключения нагрузки составляет 100 Гц для активной нагрузки и 0,5 Гц для индуктивной нагрузки.

Модули с выходными цепями на *переменном* токе применяются для управления электромагнитными вентилями переменного тока, контакторами, пускателями, двигателями малой мощности и сигнальными лампами.

В модулях вывода переменного тока передача сигналов от задней шины в цепь нагрузки осуществляется через оптопару диод-семистор. Такая схема соединения позволяет коммутировать напряжения до 230В переменного тока с нагрузкой до 2 А (SM 322; DO 8x120/230 VAC/2 А).

В семействе модулей вывода есть также модули с релейным выходом. В этих модулях в цепь коллектора транзистора оптопары включено реле, контакты которого используются для управления внешними реле или магнитными пускателями. Такая схема позволяет использовать для питания исполнительных устройств источники постоянного и переменного тока.

Цифровые модули ввода-вывода SM 323

В эту группу входят три модуля:

1. SM 323; DI 16/DO 16x24 VDC/0.5A – модуль на 16 входов (одна группа) и 16 выходов (две группы);
2. SM 323; DI 8/DO 8x24 VDC/0.5A – модуль на 8 входов и 8 выходов с потенциальной развязкой группами по входам и выходам;
3. SM 327; DI 8/DX 8 VDC 24/0.5A – модуль на 8 входов (одна группа) и 8 выходов с развязкой по каждому выходу.

Все модули ввода-вывода рассчитаны на подключение к источникам постоянного тока напряжением 24 В.

2.6 Аналоговые модули ввода-вывода

Аналоговые модули ввода SM 331/SM 431

Аналоговые модули ввода SM 331/431 в своем обозначении содержат информацию о количестве каналов и количестве разрядов цифрового кода. Так, например, модуль SM 331; AI 8x16 Bit имеет 8 каналов ввода аналогового сигнала с превращением в 16-разрядный код. Так как старший разряд кода используется для обозначения знака сигнала, то числовое значение будет иметь на один разряд меньше.

Каналы обычно группируются по 4 или по 8. В зависимости от типа модуля каждая группа каналов может настраиваться на измерение тока, напряжения, сопротивления или температуры. На рисунке 2.5, в качестве примера, показана функциональная схема подключения датчиков к модулю SM 331; AI 8x14 Bit; High Speed.

Для установки диапазона измерения используются *специальные* модули настройки диапазонов, которые представляют собой конфигурационную вставку. Процесс установки диапазона заключается в следующем (рис. 2.6):

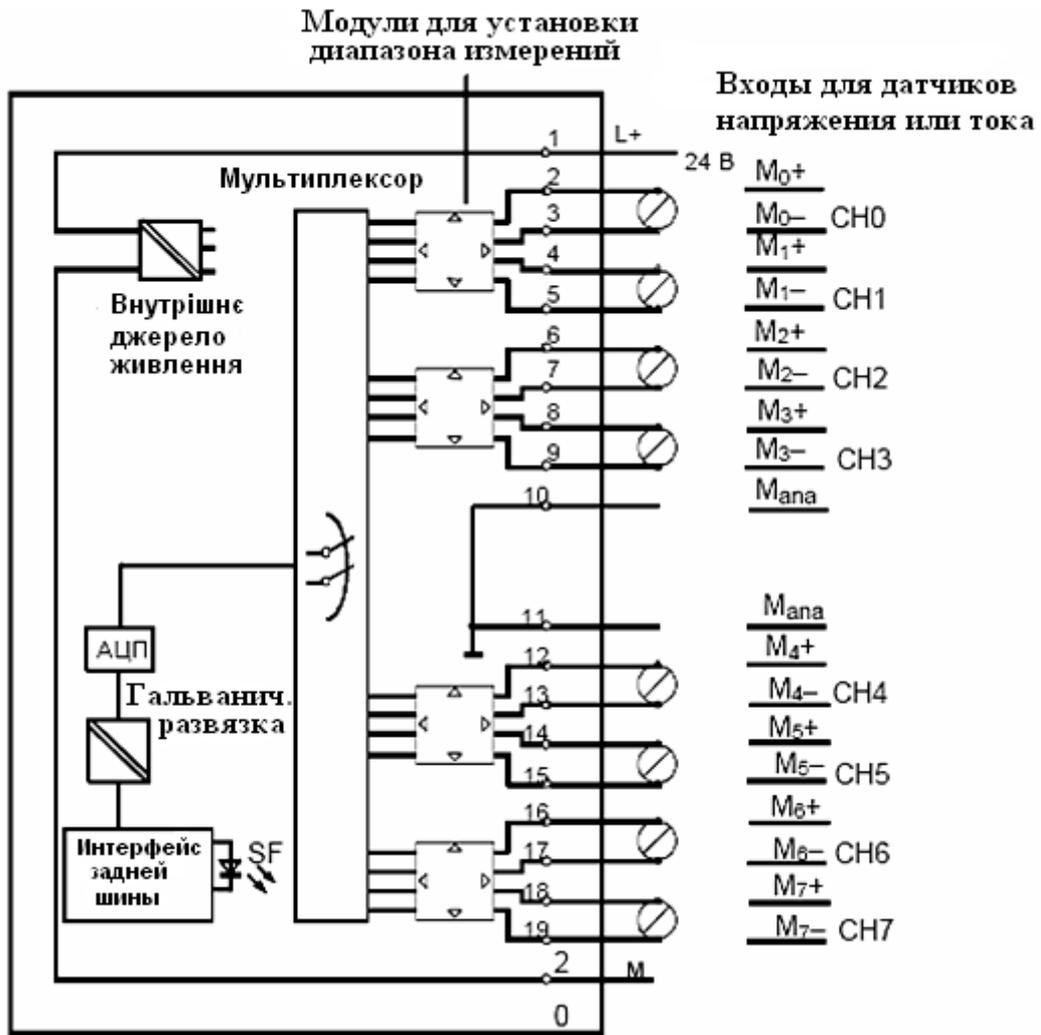


Рисунок 2.5 - Функциональная схема подключения модуля SM 331 AI 8

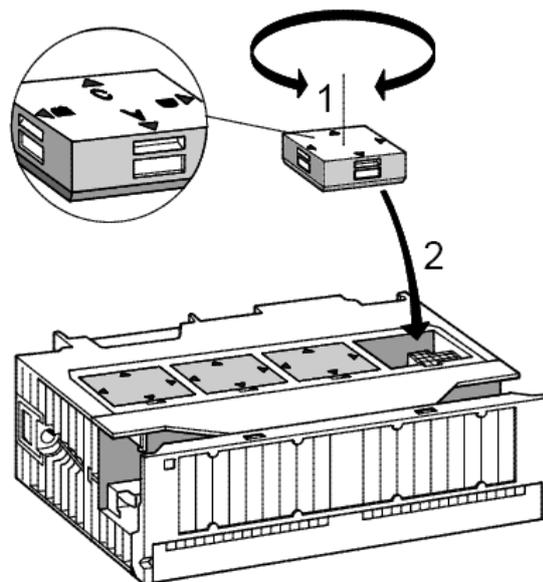


Рисунок 2.6 - Установка диапазона измерений в модуле аналогового ввода

Шаг 1. С помощью отвертки модуль установки диапазона измерений вынимается из аналогового модуля.

Шаг 2. Модуль установки диапазона измерений позиционируется (1) относительно гнезда аналогового модуля, так, чтобы указанный на нем диапазон был направлен на метку в корпусе аналогового модуля.

Шаг 3. Модуль для установки диапазона измерений вставляется в аналоговый модуль ввода (2).

Модуль установки имеет четыре положения: А, В, С, D.

Положения А и В позволяют установить диапазоны измерения напряжений ($\pm 1\text{В}$, $\pm 5\text{В}$, $\pm 10\text{В}$ и $1...5\text{ В}$), а положения С и D – назначить диапазоны измерения токов ($\pm 20\text{ мА}$, $0...20\text{ мА}$ и $4...20\text{ мА}$). При использовании четырехпроводного измерительного преобразователя тока модуль установки должен находиться в положении С.

Для измерения напряжения используются двухпроводные линии подключения датчиков. Датчик напряжения подключается с соблюдением полярности. На приведенной ниже схеме (рис. 2.7) L+ обозначает положительную клемму источника питания модуля аналогового ввода (24 В), а M+ обозначает положительный провод схемы измерения.

Трехпроводное или четырехпроводное подключение следует применять с целью повышения точности измерений сопротивлений и температуры. При четырехпроводном подключении модуль подает в схему измерения через клеммы IC₊ и IC₋ ток постоянной величины, благодаря чему компенсируется падение напряжения, которое возникает на измерительных кабелях. Важно, чтобы соединительные кабели с током постоянной величины были непосредственно подключены к термометру сопротивления или резистору.

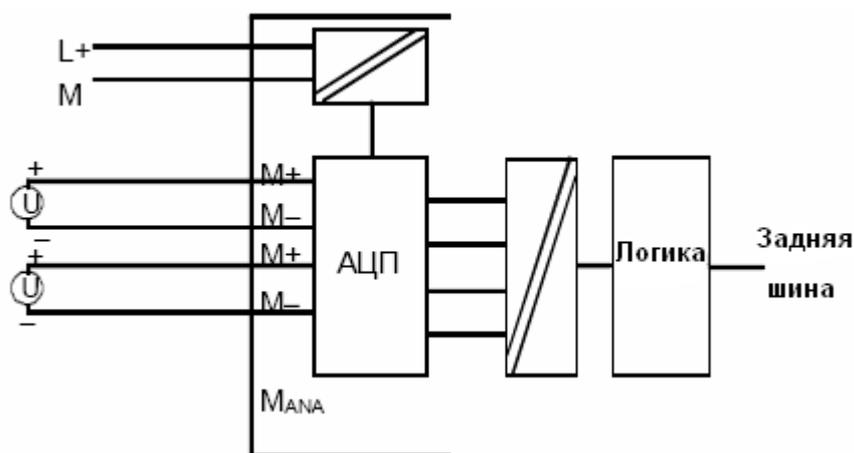


Рисунок 2.7 - Схема подключения датчиков напряжения

Пример схемы четырехпроводного соединения термометра сопротивления с модулем ввода показан на рисунке 2.8.

Для подключения термопар используются модули, которые поддерживают работу с необходимым типом термопары. Это связано с

необходимостью компенсации температуры холодного спая, характер которой зависит от типа термопары.

Если измерительный спай термопары (рис. 2.9) подвергается действию температуры, отличной от температуры свободных концов термопары (точка подключения), то между свободными концами возникает напряжение, или термо-эдс (термоэлектродвижущая сила). Величина термо-эдс зависит от разности температур измерительного спая и "холодного спая" (свободных концов), а также от комбинации материалов, используемых для термопары.

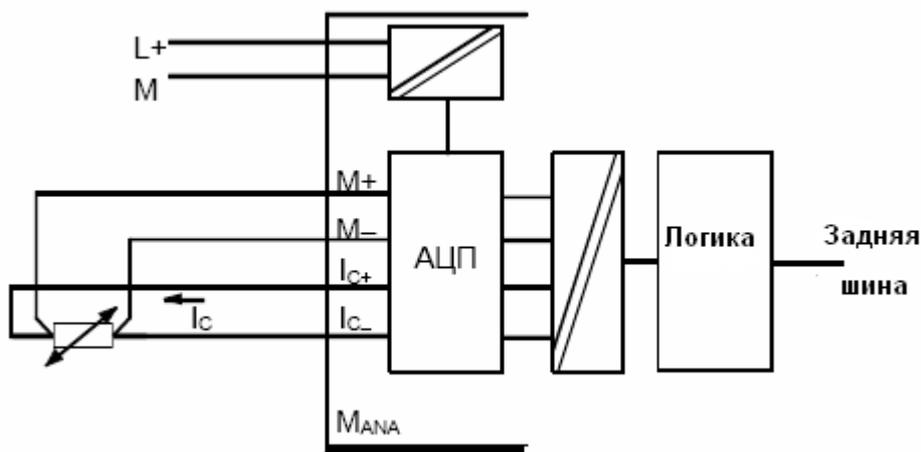


Рисунок 2.8 - Схема четырехпроводного подключения к аналоговому модулю термометра сопротивления

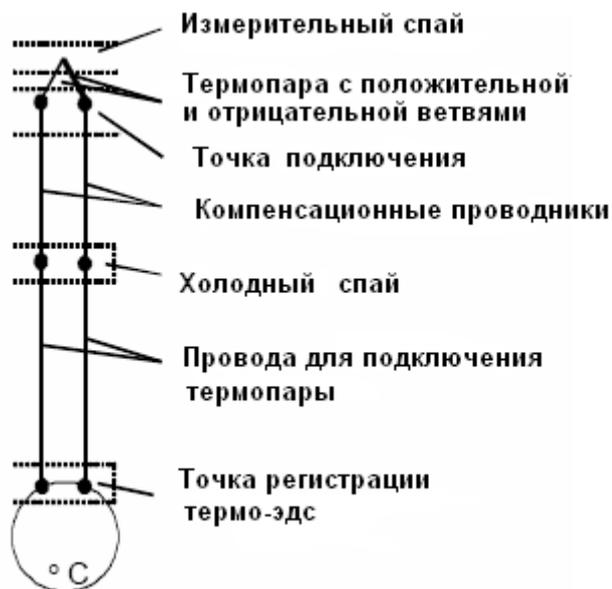


Рисунок 2.9 - Схематическое представление термопары

Учитывая то, что термопара всегда измеряет разность температур, то свободные концы должны удерживаться при известной температуре, например 0°C, чтобы можно было определять температуру измерительного спая.

Термопары могут быть удлинены от точки их подключения к точке с известной температурой (температурой холодного спая) с помощью *компенсационных* проводов. Эти компенсационные провода выполняются из того же материала, что и провода термопары.

Для соединения термопары с модулем ввода применяются медные проводники.

Для компенсации температуры холодного спая (установки начала отсчета температуры, т.е. 0°C) применяются два способа – внутренняя компенсация и внешняя компенсация.

Внутренняя компенсация строится на том принципе, что компенсационные провода подключаются к модулю аналогового ввода и холодный спай, таким образом, оказывается внутри модуля. В таком случае его температура может быть измерена с помощью термистора.

Внешняя компенсация осуществляется с помощью специального внешнего компенсационного блока, к которому подключаются компенсационные провода всех термопар (рис. 2.10). Компенсационный блок используется для *стабилизации* температуры холодного спая. Подключение компенсационного блока к модулю осуществляется медными проводами.

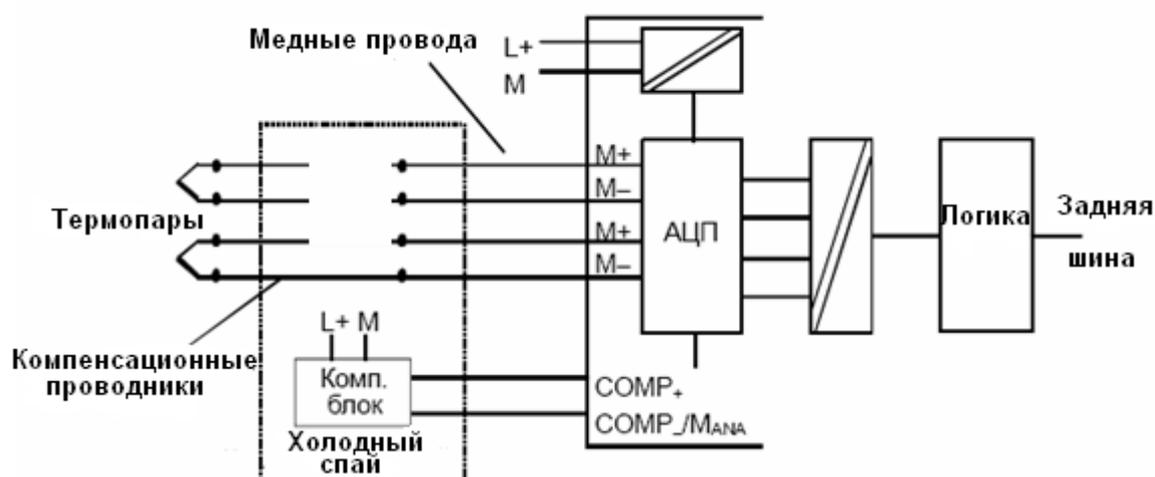


Рисунок 2.10 - Подключение термопар с компенсационным блоком

При подключении датчиков длина неэкранированного медного кабеля может достигать 50 м, а экранированного – 200 м.

Основное время преобразования аналогового сигнала в цифровой зависит от типа модуля и составляет 10...100 мс. Потом модуль должен переключиться на другой канал в группе с помощью оптического МОП-реле. На это переключение нужно еще около 12 мс. Поэтому основное время реакции модуля, который определяет цикл его опрашивания, может находиться в пределах от 24 мс до 816 мс. В целом, время реакции модуля зависит от времени интегрирования, которое устанавливается при параметризации модуля.

Для подавления синфазных помех на частоте 50 Гц рекомендуется устанавливать время интегрирования 190-200 мс.

Некоторые модули аналогового ввода позволяют делать диагностику модуля, а также настраивать аппаратные прерывания при выходе измеренной величины за установленные границы.

Модули аналогового вывода SM 332/SM 432

К модулям аналогового вывода относятся:

1. Аналоговый модуль вывода SM 332; АО 8x12 Bit обеспечивает двух- и четырехпроводное подключение нагрузки на 8 каналов вывода.
2. Аналоговый модуль вывода SM 332; АО 4x16 Bit обеспечивает тактовую синхронизацию (4 канала вывода).
3. Аналоговый модуль вывода SM 332; АО 4x12 Bit обеспечивает возможность параметризации отдельных каналов (потенциальные или токовые выходы).
4. Аналоговый модуль вывода SM 332; АО 2x12 Bit обеспечивает отдельную параметризацию и возможность четырехпроводного подключения нагрузки.

Аналоговые модули ввода-вывода SM 334

К аналоговым модулям ввода-вывода относятся два модуля:

1. Аналоговый модуль ввода-вывода SM 334; AI 4/АО 2x8/8 Bit предназначенный для измерения и вывода напряжения или тока.
2. Аналоговый модуль ввода-вывода SM 334; AI 4/АО 2x12 Bit предназначенный для измерения напряжений, сопротивлений и температуры (4 канала), а также для вывода напряжения (2 канала).

3 КОНФИГУРИРОВАНИЕ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ ПЕРИФЕРИИ

3.1 Правила проектирования децентрализованной периферии

Последовательность проектирования периферии

Возможность создания коммуникаций в распределенной периферии определяется качеством конфигурирования сети.

Конфигурирование сети в среде STEP 7 осуществляется в следующей последовательности:

1. Создается графическое изображение сети, состоящей из одной или нескольких подсетей.
2. Устанавливаются свойства и параметры для каждой подсети.
3. Устанавливаются свойства и параметры для каждого узла, который включается в сеть.
4. Устанавливаются свойства и параметры для каждого модуля, который включается в узел.
5. Создается документация по конфигурации сети.

Варианты проектов PROFIBUS-DP

Сеть PROFIBUS-DP обеспечивает стандартный интерфейс для передачи преимущественно двоичных данных процесса между интерфейсным модулем в центральном программируемом контроллере и приборами полевого уровня. При этом *ведущим DP-устройством* (DP-master) является процессорный или интерфейсный модуль центрального контроллера, а приборы полевого уровня называются *ведомыми DP-устройствами* (DP-slave).

Ведущее DP-устройство и все управляемые им ведомые DP-устройства образуют *систему ведущего DP-устройства* – мастера-систему (DP-master system).

При проектировании PROFIBUS-DP возможны следующие варианты проектных решений:

- Проект с *простым* ведомым DP (модульным или компактным), обеспечивающий обмен данными по схеме Slave \Leftrightarrow Master.
- Проект с *интеллектуальным* ведомым DP, обеспечивающий обмен данными по схеме I Slave \Leftrightarrow Master.
- Проект с *интеллектуальными* ведомыми DP и прямым обменом данными Slave \Leftrightarrow I Slave.
- Проект с *двумя мастер-системами* DP и прямым обменом данными Slave \Leftrightarrow Master.
- Проект с *двумя мастер-системами* DP и прямым обменом данными Slave \Leftrightarrow I Slave.

Рассмотрим особенности этих проектов.

Проект с простым (модульным или компактным) ведомым DP и обменом данными по схеме Slave ⇔ Master

В этой конфигурации (рис. 3.1) обмен данными между ведущим DP и простыми ведомыми DP, например, модулями ввода-вывода, происходит под управлением мастера DP.

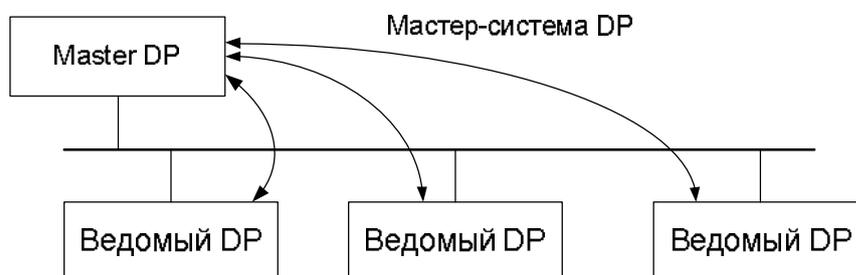


Рисунок 3.1 - Структура мастер-системы с простыми модулями DP

Мастер DP последовательно опрашивает ведомые DP, сконфигурированные в списке мастер-системы DP. В конце рабочего цикла мастер DP осуществляет передачу данных на ведомые DP, внесенные в список мастера-системы. Адреса входов и выходов ведомых DP назначаются при конфигурировании системы автоматически.

Эта конфигурация известна как *мономастер-система*, так как к одной физической подсети PROFIBUS DP подключен один мастер со своей системой ведомых DP.

Проект с интеллектуальным ведомым DP и обменом данными по схеме I Slave ⇔ Master

Задачу автоматизации можно разделить на отдельные подзадачи, которые можно реализовать на интеллектуальных ведомых DP. Пример структуры такой системы показан на рисунке 3.2.

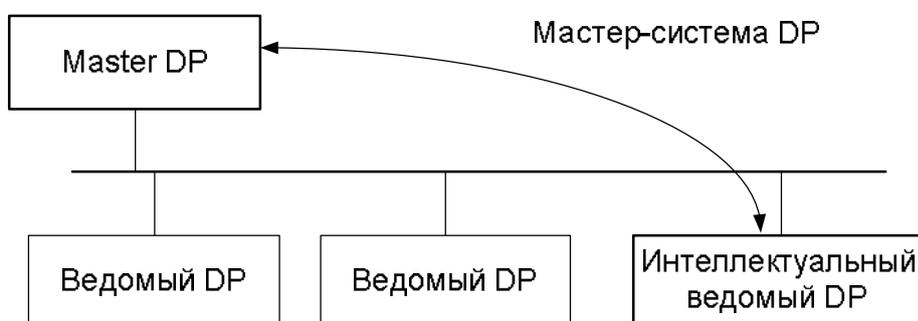


Рисунок 3.2 – Структура мастер-системы с интеллектуальным ведомым DP и схемой обмена I Slave ⇔ Master

Особенность проекта заключается в том, что при конфигурировании интеллектуальных ведомых DP (I-Slaves), таких как CPU 315-2DP, каждому входному и выходному модулю должна быть определена *адресная область*. Поэтому мастеру DP назначается только *определение области* адресного пространства ведомого модуля. При обмене данными с мастером DP интеллектуальный модуль обращается к этой области, а при реализации задачи – к соответствующим областям собственной системной памяти.

Проект с интеллектуальными ведомыми DP и прямым обменом данными по схеме Slave \Rightarrow I Slave

В этой конфигурации (рис. 3.3) входные данные с ведомых DP могут быть прямо переданы интеллектуальным ведомым DP.

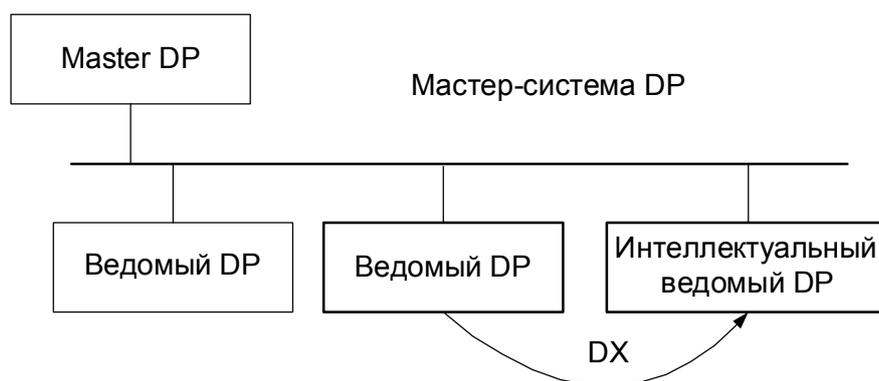


Рисунок 3.3 – Структура мастер-системы с интеллектуальным ведомым DP и схемой обмена данными Slave \Rightarrow I Slave

Однако, для реализации проекта должны быть использованы только такие ведомые DP, как CPU 315-2DP.

Проект с двумя мастер-системами DP и прямым обменом данными по схеме Slave \Rightarrow I Slave

Если в одной физической подсети PROFIBUS-DP есть несколько мастеров DP, то такая система называется *мультимастерной системой*. В этой конфигурации (рис. 3.4) интеллектуальные ведомые DP предусматривают прямую передачу в свою область входных данных с ведомого DP, даже если они находятся в других мастер-системах DP.

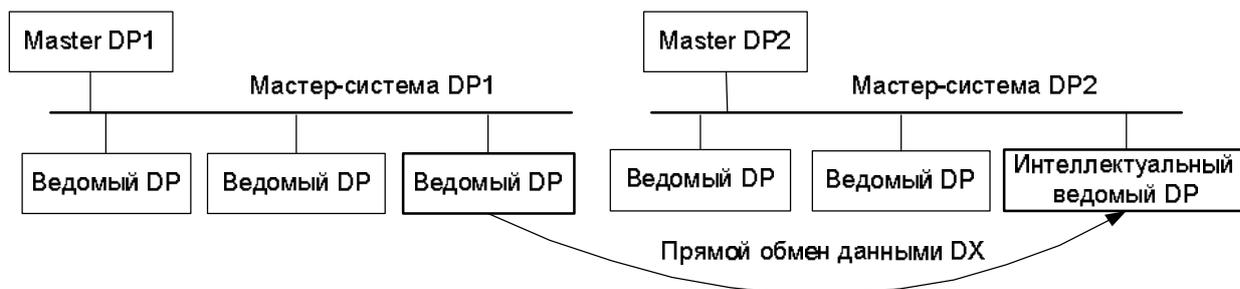


Рисунок 3.4 - Структура мультимастерной системы

Проект с двумя мастер-системами DP и прямой передачей данных Slave ⇒ Master

В мультимастерных системах одной физической подсети PROFIBUS-DP входные данные с интеллектуального или простого ведомого DP могут быть непосредственно прочитаны ведущим DP другой мастер-системы (рис. 3.5). Этот механизм называется “общий вход”, поскольку входные данные используются за пределами некоторой мастер-системы DP.

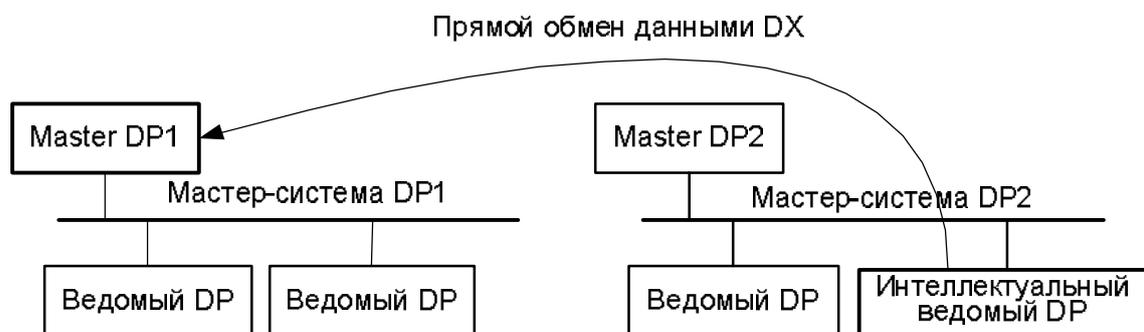


Рисунок 3.5 – Структура мультимастерной системы с прямой передачей данных Slave ⇒ Master

3.2 Практическая реализация распределенной периферии в сети PROFIBUS-DP

Средства сети PROFIBUS-DP

PROFIBUS-DP – это протокол распределенной периферии (Decentralized Peripheral), ориентированный на обеспечение скоростного обмена данными между ведущими DP-устройствами и ведомыми DP-устройствами. Протокол характеризуется высокой стойкостью к влиянию внешних электромагнитных полей. Он разработан для высокоскоростных и недорогих систем.

Скорость передачи данных может находиться в пределах от 9,6 Кбит/с до 12 Мбит/с.

По электрическим параметрам интерфейс PROFIBUS близок к RS-485, но отличается наличием сетевых карт, в которых используется двухпортовая рефлексивная память, которая позволяет устройствам обмениваться данными без загрузки процессора контроллера.

К ведущему DP-устройству сегмента сети может быть подключено до 32 станций, во всей сети допускается включение до 127 станций.

Наибольшее распространение получили системы PROFIBUS-DP с одним ведущим DP-устройством (mono master system). Практический пример такой системы показан на рисунке 3.6.

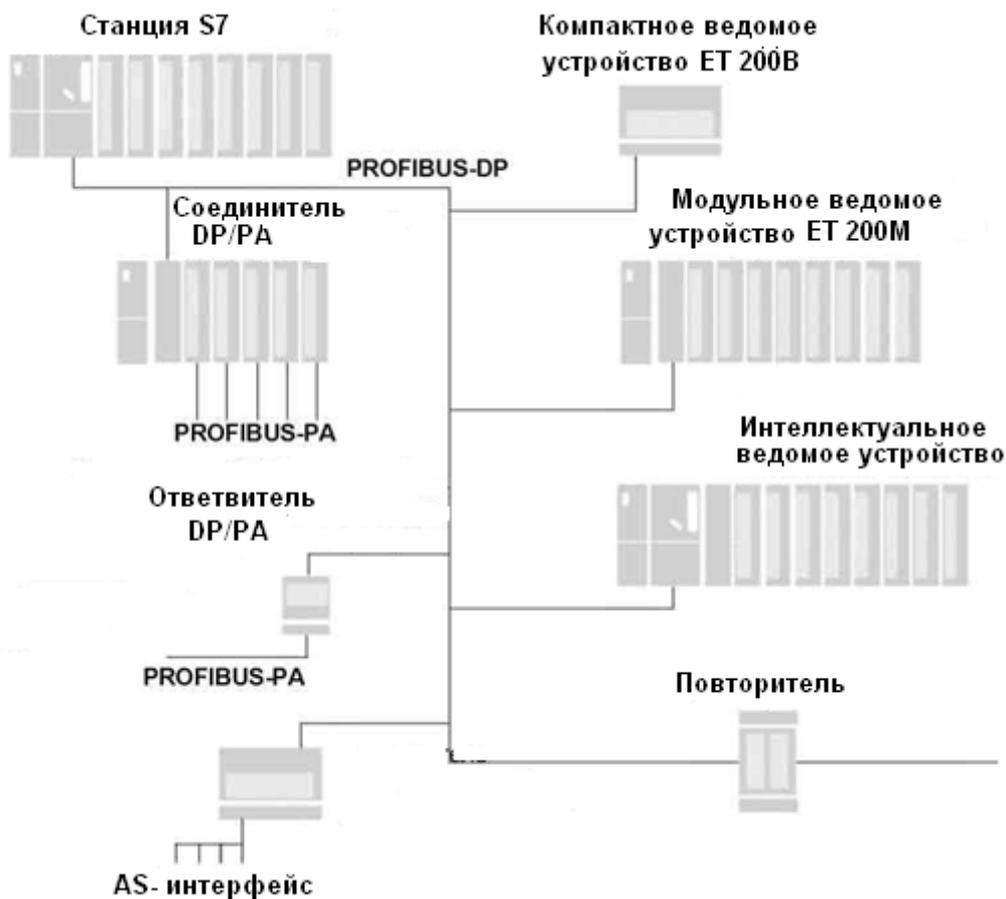


Рисунок 3.6 - Пример системы с одним ведущим DP-устройством

Вариант сети PROFIBUS-DP с несколькими ведущими DP-устройствами (multi master system) хуже потому, что он создает проблему доступа – в то время, как одно ведущее DP-устройство инициирует ведомые DP-устройства, другое ведущее DP-устройство не имеет к ним доступа.

Ведущее DP-устройство (DP-master) является активным узлом сети PROFIBUS. Это устройство обменивается данными с ведомыми DP-устройствами циклически.

Ведущим DP-устройством может быть:

- CPU, например, CPU 315-2DP или CPU 417 со встроенным интерфейсом ведущего DP-устройства или с установленным интерфейсным модулем.
- Интерфейсный модуль, например, IM 467 в сочетании с CPU.
- Коммуникационный процессор, например, CP 342-5 или CP 443-5 в сочетании с CPU.

Существуют ведущие DP-устройства 1 класса, предназначенные для обмена данными при обработке процесса, и ведущие DP-устройства 2 класса, предназначенные для обслуживания и диагностики, например, программаторы.

Ведомые DP-устройства (DP-Slaves) являются пассивными узлами сети PROFIBUS. В SIMATIC S7 различают следующие ведомые DP-устройства:

- Компактные ведомые устройства, которые ведут себя как отдельные модули относительно ведущего DP-устройства.
- Модульные ведомые устройства, которые состоят из нескольких модулей или подмодулей.
- Интеллектуальные ведомые устройства, которые содержат программу управления для собственных подчиненных модулей.

Пример конфигурирования сети PROFIBUS с компактными, модульными и интеллектуальными ведомыми устройствами приведен на рисунке 3.7.

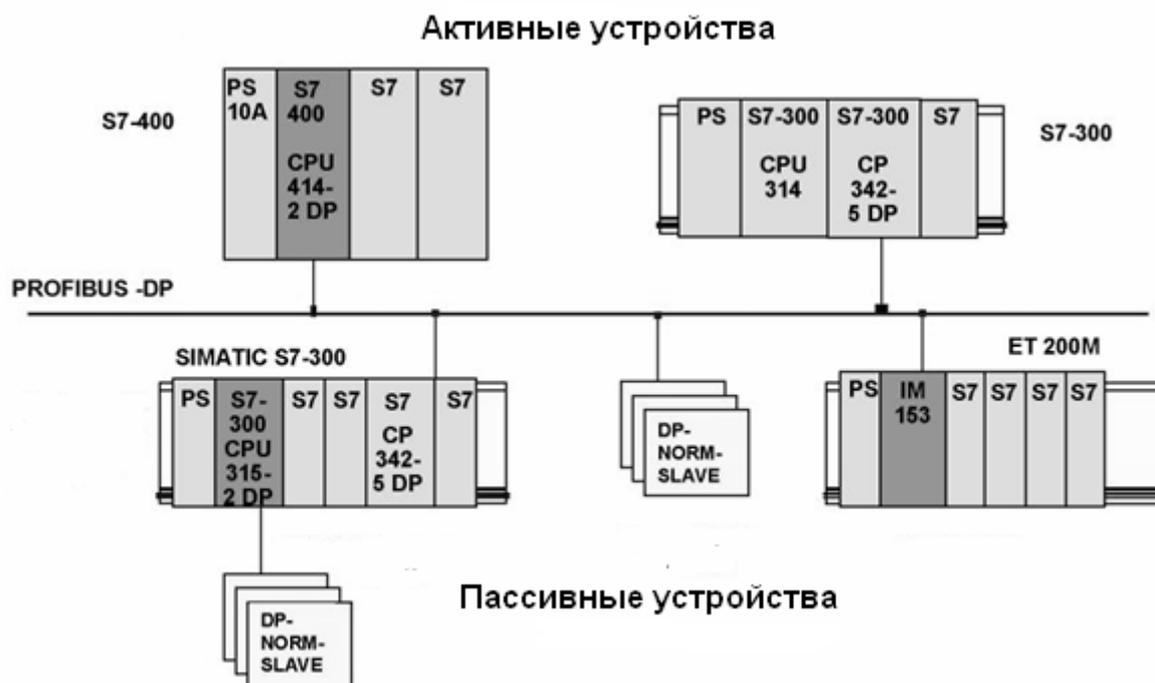


Рисунок 3.7 - Пример конфигурирования сети с модульными, компактными и интеллектуальными ведомыми устройствами

К компактным ведомым DP-устройствам относятся следующие устройства:

- ET200В и ET200С в версии для дискретных входных/выходных модулей или аналоговых входных/выходных модулей, которые обеспечивают максимальную скорость передачи данных до 12 Мбит/с.
- ET200L-SC в дискретно-модульной конструкции с возможностью свободного комбинирования количества дискретных и аналоговых модулей ввода-вывода, который обеспечивает максимальную скорость передачи данных до 1,5 Мбит/с.
- Шинные шлюзы, такие как соединитель DP/ AS-I (DP/ AS-I Link).

Примером *модульных* ведомых DP-устройств может служить устройство ET200M. Его конструкция аналогична конструкции станции S7-300. Устройство ET200M имеет профильную шину DIN, модуль блока питания, интерфейсный модуль IM 153 (на месте CPU) и до 8 сигнальных модулей (SM) или функциональных модулей (FM).

Другим примером модульного ведомого DP-устройства является станция ET200S. В целом одна станция ET200S позволяет устанавливать до 63 модулей разного назначения, в том числе силовых модулей и преобразователей, а также обслуживать до 128 дискретных или до 64 аналоговых каналов ввода-вывода.

Интеллектуальные ведомые PROFIBUS DP-устройства

Примером интеллектуальных (программируемых) ведомых DP-устройств может послужить станция S7-300, в которой задействован CPU с DP-интерфейсом и режимом ведомого, а также станция S7-300 с коммуникационным процессором CP 342-5 в режиме ведомого (slave) устройства. В качестве интеллектуального ведомого DP-устройства может работать также станция ET200X с базовым модулем BM 147/CPU.

Подключение к PROFIBUS-PA

PROFIBUS-PA (Process Automation) – это шинная система для автоматизации процесса во взрывоопасных зонах, или в так называемых Ex-зонах.

Существуют два способа соединения PROFIBUS-DP и PROFIBUS-PA:

- DP/PA *ответвитель* (DP/PA coupler), который обеспечивает одну скорость передачи данных – 45,45 Кбит/с.
- DP/PA *соединитель* (DP/PA link), который обеспечивает согласование разных скоростей обмена в PROFIBUS-DP и PROFIBUS-PA.

DP/PA *ответвитель* позволяет подключать PA-приборы полевого уровня к сети PROFIBUS-DP. В сети PROFIBUS-DP ответвитель DP/PA имеет статус ведомого DP-устройства. К одному DP/PA ответвителю можно подключить не более 31 PA-приборов полевого уровня. Такая совокупность полевых приборов создает сегмент PROFIBUS-PA со скоростью обмена данными 31,25 Кбит/с. Взятые вместе сегменты PROFIBUS-PA образуют шинную систему общего использования.

DP/PA *ответвитель* может иметь два варианта исполнения:

- Обычный с выходным током до 400 мА;
- Ex-версии с выходным током до 100 мА.

DP/PA *соединитель* позволяет подключать PA-приборы полевого уровня к сети PROFIBUS-DP и обеспечивать скорость обмена данными от 9,6 Кбит/с до 12 Мбит/с. DP/PA соединитель имеет в своем составе интерфейсный модуль IM 157 и допускает установку до 5 единиц DP/PA разделителей.

Подключение к последовательному интерфейсу

Для соединения интерфейса PROFIBUS-DP с интерфейсом RS 232C (V.24) используется соединитель PROFIBUS-DP/RS-232C (PROFIBUS-DP/RS-232C link). Соединитель DP/RS-232C поддерживает протоколы 3964R и ASCII и является конвертором. В фрейме можно передать до 224 байт данных пользователя.

Соединитель DP/RS-232C обеспечивает подключение приборов способом “точка к точке”. Данные передаются с сохранением консистентности в обоих направлениях. Скорость передачи данных по соединению PROFIBUS-DP/RS-232C составляет 38,4 Кбит/с.

3.3 Принципы организации распределенной периферии с использованием AS-интерфейса

AS-интерфейс (Actuator-Sensor Interface, интерфейс привод-датчик) – это сетевая система для обмена данными с оборудованием процесса нижнего уровня управления.

Ведущее устройство AS-i может управлять группой, которая включает до 31 единиц ведомых устройств AS-i. Управление обеспечивается по двухпроводной AS-i линии, по которой передается как питающее напряжение, так и информационные сигналы (рис. 3.8). Кабель AS-i имеет конструкцию, которая обеспечивает легкость соединения с любым модулем и невозможность подключения с неправильной полярностью.

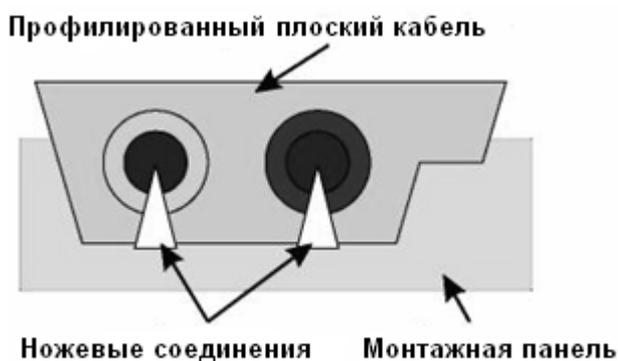


Рисунок 3.8 - Форма AS-i кабеля и способ его соединения с модулем

Ведомые устройства AS-i – это приводы или датчики с шинной организацией или AS-i модули, к которым можно подключить до 8 двоичных датчиков или приводов. Максимальная длина сегмента AS-i составляет 100 м. Эта длина сегмента может быть увеличена вдвое при применении *повторителя* или *расширителя*.

При применении *повторителя* источники питания ведомых устройств AS-i должны присутствовать на входной и выходной линиях повторителя.

При применении *расширителя* источник питания ведомых устройств AS-i должен быть только на линии, которая идет от ведущего устройства AS-i.

Ведущее устройство AS-i (AS-i master) обновляет свои данные и данные всех подключенных к нему ведомых устройств AS-i с интервалом времени, которое не превышает 5 мс. Шина AS-i может быть подключена непосредственно к SIMATIC S7 с помощью коммуникационного процессора CP 342-2. Подключение к сети PROFIBUS-DP выполняется с помощью DP/AS-интерфейсного соединителя (рис. 3.9).

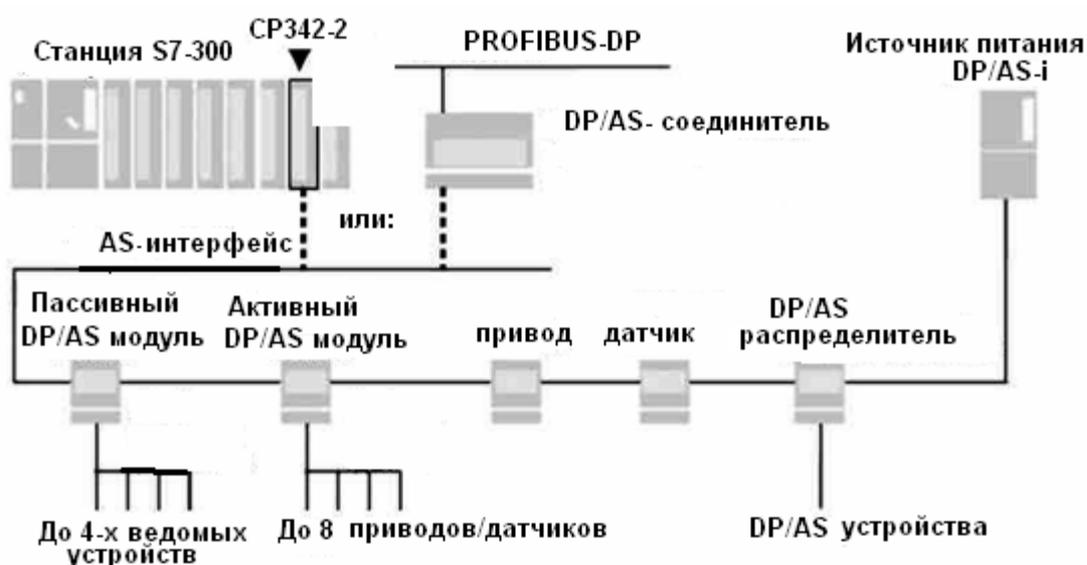


Рисунок 3.9 - Варианты организации шины AS-интерфейса

Коммуникационный процессор CP 342-2 может быть использован как ведущее устройство AS-i не только в станции S7-300, но и в станции ET200M. Он поддерживает два рабочих режима – стандартный и расширенный.

В *стандартном режиме* CP 342-2 ведет себя как модуль ввода-вывода. В адресном поле он занимает 16 входных байт и 16 выходных байт (в аналоговом адресном пространстве поле начинается с адреса 256). Ведомые устройства AS-i параметризуются в CP.

В *расширенном режиме* реализуется полный набор функциональных возможностей ведущего устройства AS-i. Вызовы ведущего устройства могут выполняться из программы пользователя с использованием функциональных блоков FC.

DP/AS-интерфейсный соединитель обеспечивает подключение AS-i приводов и AS-i датчиков к сети PROFIBUS-DP, причем в сети PROFIBUS-DP соединитель имеет статус модульного ведомого DP-устройства, а в сети AS-интерфейса он имеет статус ведущего AS-i устройства, которое может контролировать до 31 устройств.

При максимальном числе ведомых AS-i устройств DP/AS-интерфейсный соединитель занимает 16 входных байт и 16 выходных байт. Для входов и выходов каждого Slave всегда резервируется 4 бита.

DP/AS-интерфейсный соединитель может исполняться в двух вариантах:

- версия 65 для жестких условий эксплуатации со степенью защиты IP66/67;
- версия 20 со степенью защиты IP20 с возможностью установки дополнительного командного интерфейса, с которым и для входов, и для выходов диапазон адресов возрастает до 20 байт.

3.4 Станция децентрализованной периферии ET200M

Принципы использования станций ET200

При значительных удалениях вводов-выводов от системы автоматизации электрический монтаж может стать очень объемным, а электромагнитные помехи могут нанести вред надежности работы. Для таких установок рекомендуется использовать систему децентрализованной периферии ET200.

Система децентрализованной периферии состоит из активных (Master) и пассивных (Slave) абонентов, связанных полевой магистралью PROFIBUS-DP (рис. 3.10).

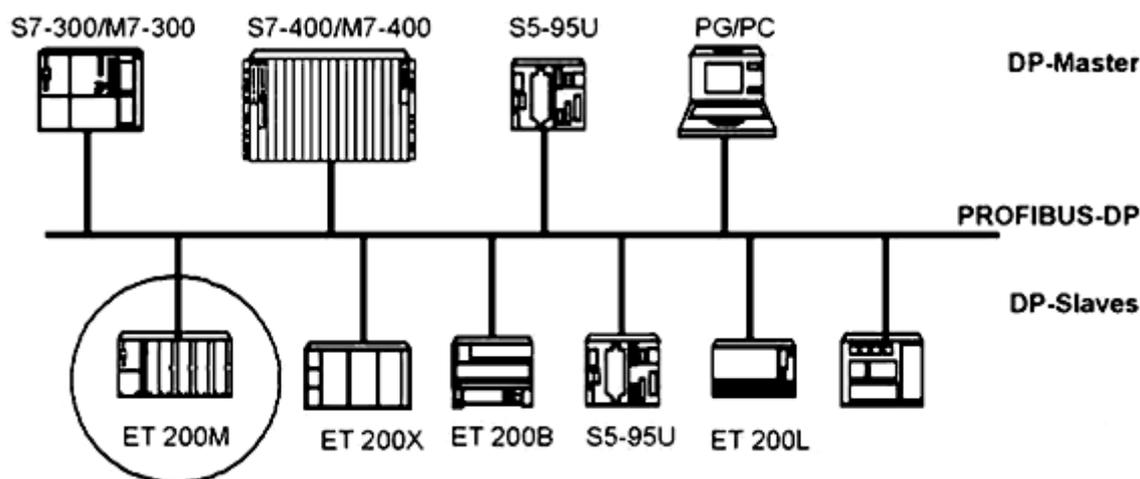


Рисунок 3.11 - Конфигурация PROFIBUS-DP со станциями ET200

Устройство децентрализованной периферии ET200M представляет собой Slave-устройство. Оно состоит из следующих компонентов:

- источник питания (PS);
- подчиненный интерфейсный модуль типа IM 153;
- до 8 сигнальных модулей (SM), функциональных модулей (FM) или

коммуникационных процессоров (CP). При этом модули FM и CP взаимодействуют только с модулем DP-master.

Выбор интерфейсного модуля

В зависимости от цели использования можно применять три разных подчиненных интерфейсных модуля IM 153.

На рисунке 3.11 показан пример конфигурации ET200M с CPU 315-2DP в качестве Master-устройства и IM 153-1 в качестве устройства децентрализованной периферии. В такой конфигурации обслуживаются *только сигнальные модули* станции ET200M.

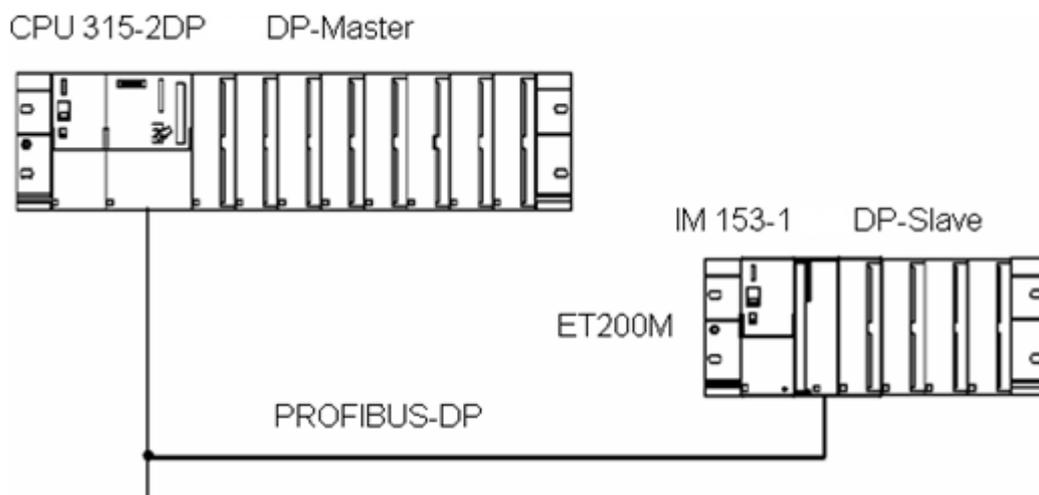


Рисунок 3.11 - Пример конфигурации с IM 153-1

На рисунке 3.12 показан пример конфигурации ET200M с IM 153-2. Через IM 153-2 Master-устройство DP или PG/OP могут непосредственно обмениваться информацией с периферийными *сигнальными и функциональными модулями*. Серая линия показывает возможные "коммуникационные пути".

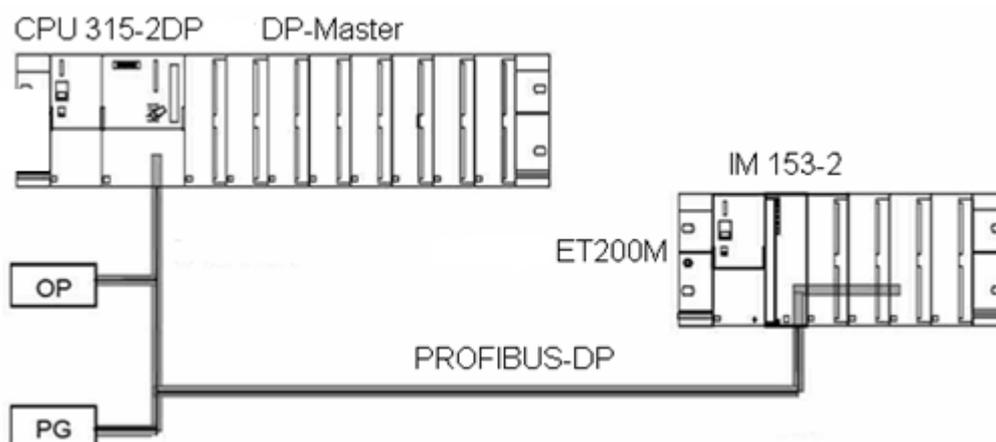


Рисунок 3.12 - Пример структуры с IM 153-2

На рисунке 3.13 показан пример конфигурации ET 200M с IM 153-3 и резервной PROFIBUS в H-системе. Интерфейсный модуль IM 153-3 связывает станцию ET200M с двумя Master-устройствами.

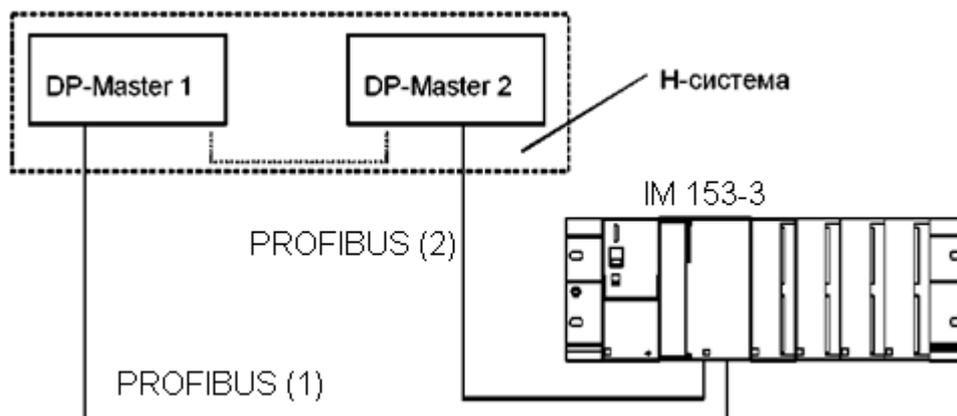


Рисунок 3.13 - Пример конфигурации с IM 153-3

Таким образом, интерфейсный модуль выбирается согласно требованиям коммуникаций.

Механическая конфигурация станции ET200M

При проектировании механической конфигурации, прежде всего, нужно принимать во внимание потребление тока со стороны модулей.

ET200M может быть смонтирована не больше чем на одном носителе модулей (профильной шине), так как соединение через интерфейсные модули с другими носителями недопустимо.

Для размещения модулей на носителе следует учитывать, что по правую сторону от IM 153 можно вставить не больше 8 сигнальных, функциональных и коммуникационных модулей. На рисунке 3.14 показано размещение модулей в структуре ET200M.

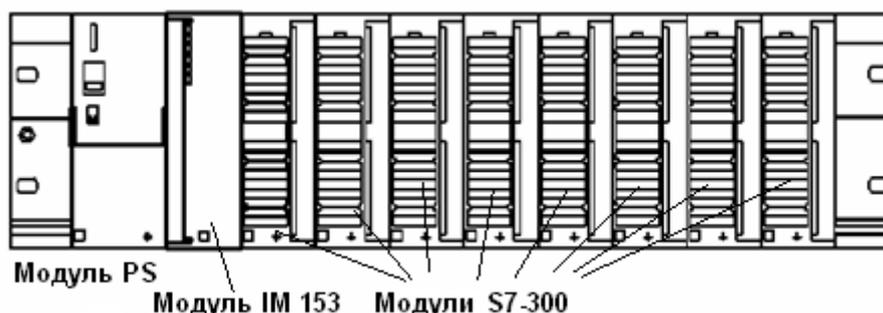


Рисунок 3.14 - Размещение модулей ET200M

Модули получают необходимый для их работы ток из задней шины, а также из внешнего источника питания нагрузки. Следует учесть, что IM 153 поставляет для задней шины питание, ограниченное током 1 А. Поэтому при проектировании ET200M необходимо определить потребление тока и

мощность потерь в станции. Определение потребляемого тока позволит выбрать блок питания, а определение мощности потерь – обоснованно выбрать размеры шкафа и способы его вентиляции.

Рассмотрим пример определения потребляемой силы тока для станции ET200M.

Пусть станция ET200M состоит из следующих модулей:

- 1 источник питания PS 307 с током 2 А;
- 1 интерфейсный модуль IM 153-1 для подключения Slave-устройств;
- 2 цифровых модуля ввода SM 321; DI 16 DC 24 В;
- 1 цифровой модуль вывода SM 322; DO 16 DC 24 В.

Найдем потребляемые токи для вышеприведенной структуры ET200M. Занесем все модули и потребляемые ими токи в таблицу 3.1. Баланс токов определим суммированием значений.

Таблица 3.1 - Баланс токов и мощности потерь в станции ET200M

Модуль станции	Потребление тока из задней шины 5 В	Потребление тока от источника питания 24 В
Источник питания PS 307 (2 А)		(поставляет 2 А)
Интерфейсный модуль IM 153-1	(поставляет 1А)	650 мА
2 цифровых модуля ввода SM 321 (5В и 24 В)	$(2 \times 25) = 50$ мА	$(2 \times 25) = 50$ мА
1 цифровой модуль вывода (5 В и 24 В)	80 мА	120 мА
Сумма	130 мА	820 мА

Из таблицы 3.1 выходят следующие результаты:

1. Потребление тока из задней шины всеми сигнальными модулями в целом составляет 130 мА и, таким образом, не превышает 1А, который поставляется в заднюю шину от IM 153-1.

2. Потребление тока из источника питания нагрузки 24 В всеми сигнальными модулями составляет 0,82 А.

Вывод: Питание нагрузки 24 В может осуществляться от источника питания PS 307 (2 А).

После выбора модулей им нужно присвоить номера слотов. Схема нумерации слотов приведена в таблице 3.2.

Таблица 3.2 - Нумерация слотов в станции ET200M

№ слота	Модуль	Примечание
1	Источник питания (PS)	Использование источника питания не обязательно
2		-
3	IM 153	
4	1-и модуль S7-300	Справа рядом с IM 153
5	2-и модуль S7-300	
...	...	
11	8-и модуль S7-300	

Определение времени реакции модуля

Время реакции для ET200M зависит от следующих факторов:

- время обработки данных в ET200M;
- запаздывание входов и выходов.

Время обработки данных внутри ET200M составляет 1 мс. За это время происходит обработка данных в IM 153-1 и передача данных внутри станции на другие модули. Запаздывание в цифровых электронных модулях дискретного ввода можно не учитывать. Если используются релейные выходы модулей вывода, то нужно учитывать типичное время запаздывания от 10 до 20 мс. Запаздывание релейных выходов зависит, среди прочего, от температуры и напряжения.

Для аналоговых выходов нужно учитывать время преобразования аналоговой величины.

И, наконец, при применении модуля IM 153-3 необходимо учитывать время переключения между ведущими модулями PROFIBUS, которое составляет около 30 мс плюс 2 цикла DP.

3.5 Система децентрализованной периферии ET200S

Станции ET200S используются для построения систем распределенного ввода-вывода в промышленных сетях PROFIBUS DP или PROFINET с использованием программируемых контроллеров SIMATIC S7-300, S7-400, WinAC, а также систем автоматизации C7.

Станция ET 200S может включать следующие модули:

- Интерфейсный модуль IM 151 для подключения станции к сети PROFIBUS DP или PROFINET, а также для поддержки обмена данными с ведущим устройством.
- Электронные модули ввода-вывода дискретных и аналоговых сигналов.
- Технологические модули для решения задач позиционирования,

взвешивания, скоростного счета, коммуникационного обмена данными.

- Фидеры нагрузки, предназначенные для коммутации трехфазных цепей переменного тока мощностью до 7,5 кВт.
- Преобразователи частоты мощностью до 4 кВт.
- Дополнительные модули для обеспечения безопасности работы – РМ-Е, РМ-Д. Для мониторинга внешних цепей электронных и технологических модулей в составе станции должен использоваться хотя бы один модуль РМ-Е. Для мониторинга цепей питания силовых модулей необходим хотя бы один модуль РМ-Д.

Пример конфигурации станции ET200S приведен на рисунке 3.15.

Интерфейсные модули

ET200S может комплектоваться интерфейсными модулями нескольких типов. Выбор типа интерфейсного модуля определяется количеством используемых в станции электронных и технологических модулей, видом интерфейса для подключения к сети, возможностями выполнения предыдущей обработки данных на уровне станции.

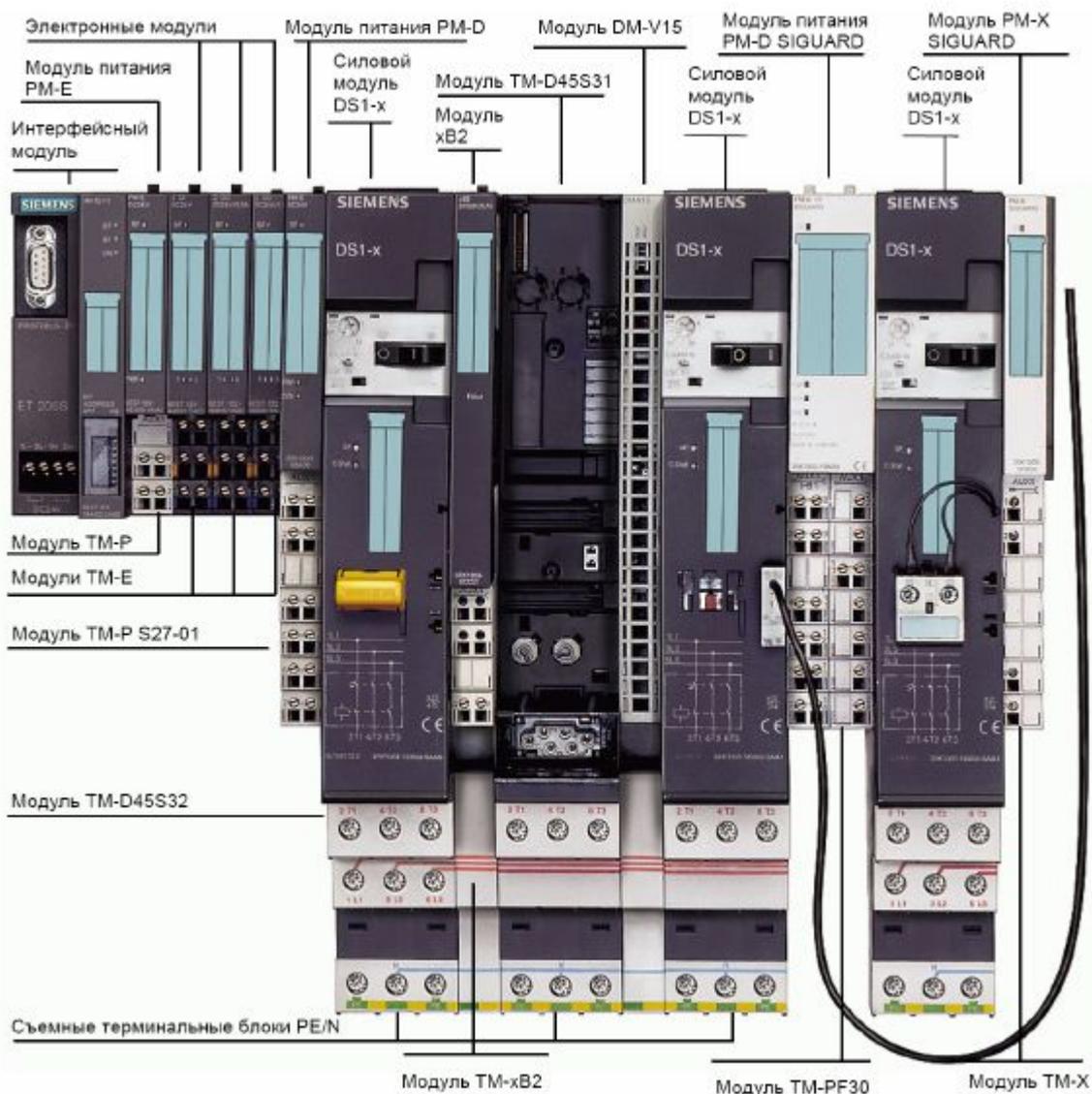


Рисунок 3.15 - Пример конфигурации станции ET200S

При выборе интерфейсного модуля необходимо учитывать следующие особенности его применения.

1. Интерфейсные модули IM 151-1 используются для подключения ET200S к сети PROFIBUS DP (интерфейс RS-485) и поддержки обмена данными с ведущим DP-устройством. Модуль IM 151-1 Basic обеспечивает передачу 88 байт на телеграмму, IM 151-1 Standard – 128 байт, IM 151-1 HF – 244 байта. Модуль IM 151-1 FO подключается к *оптическому каналу* и обеспечивает ввод-вывод 128 байт данных на телеграмму.

2. Интеллектуальные интерфейсные модули IM 151-7 CPU, поддерживают все функции IM 151-1 и способны выполнять предыдущую обработку данных на уровне станции. Объем данных на телеграмму составляет 244 байт. Модули IM 151-7 оснащены встроенным центральным процессором, аналогичным по своим характеристикам CPU 314. Общее применение модулей IM 151-7 CPU и 6ES7 138-4HA00-0AB0 позволяет использовать ET200S как ведомое устройство в одной сети и как ведущее устройство в другой сети PROFIBUS DP. IM 151-7 F-CPU поддерживает функции противоаварийной защиты и автоматики безопасности на уровне операционной системы.

3. Интерфейсные модули IM 151-3 PN используются для подключения ET200S к сети PROFINET IO с объемом передачи данных 128 байт на телеграмму.

Терминальные модули ТМ-Е

Электронные и технологические модули устанавливаются на терминальные модули ТМ-Е. Модули ТМ-Е монтируются на 35 мм профильную шину DIN и содержат встроенные участки внутренней шины станции, встроенные участки шины AUX1, гнезда для установки электронного или технологического модуля, а также контакты для подключения внешних цепей электронного или технологического модуля. Шина AUX1 может использоваться как шина заземления или как шина вспомогательной цепи питания напряжением до 220 В.

Терминальные модули ТМ-Е могут собираться в потенциальные группы, которые имеют общую шину питания внешних цепей.

Каждая потенциальная группа начинается терминальным модулем ТМ-Р, на котором устанавливается модуль контроля питания РМ-Е. Модуль РМ-Е осуществляет мониторинг напряжения питания внешних цепей (датчиков и исполнительных устройств) электронных и технологических модулей соответствующей потенциальной группы. Количество потенциальных групп в пределах одной станции ET 200S не ограничивается.

Силовые модули

Каждая *силовая* потенциальная группа также начинается силовым терминальным модулем ТМ-Р, на который устанавливается модуль РМ-Д.

Питание на внутреннюю силовую шину подается через силовой терминальный модуль РМ-D с 6 клеммами. Три из них используется для подключения к сети переменного тока, три для подключения нагрузки. Другие терминальные модули данной потенциальной группы имеют только клеммы для подключения нагрузки.

В станции ET200S могут использоваться силовые модули двух видов:

- фидеры нагрузки для 3-фазных цепей переменного тока напряжением до 400 В;
- преобразователи частоты для управления работой 3-фазных асинхронных двигателей.

Управление силовыми модулями и их диагностика выполняются через внутреннюю шину станции ET200S. При необходимости силовые модули могут дополняться модулями управления электромагнитным тормозом.

Фидеры нагрузки

Фидеры нагрузки ET200S – это готовые пусковые комбинации для коммутации цепей 3-фазного переменного тока с нагрузкой до 7,5 кВт.

Каждый фидер может включать в себя:

- автоматический выключатель;
- электромагнитный контактор (реверсивный или нереверсивный);
- устройство плавного пуска.

Фидеры типов F-DS1e-x (нереверсивный) и F-RS1e-x (реверсивный) оснащены встроенными компонентами автоматики безопасности.

В силовых модулях используются автоматические выключатели и контакторы серии SIRIUS 3R.

Каждый силовой модуль оснащен дискретными входами для подключения внешних органов ручного управления, а также дискретными выходами для сигнализации о своем состоянии и возникающих ошибках.

Силовые модули для нереверсивного управления устанавливаются на терминальные модули ТМ-DS, а силовые модули для реверсивного управления – на терминальные модули ТМ-RS. Питание силовых модулей осуществляется от внутренних шин терминальных модулей ТМ-Р. Терминальные модули снабжены силовой трехфазной шиной, которая допускает ток нагрузки 40 или 50 А.

На рисунке 3.16 показана схема соединения всех компонентов фидера и установки фидерной сборки на профильную шину DIN.

При необходимости использования 4-проводной схемы каждый терминальный модуль дополняется модулем РЕ/Ν, что позволяет формировать шину нейтрального провода Ν и защитного заземления РЕ.

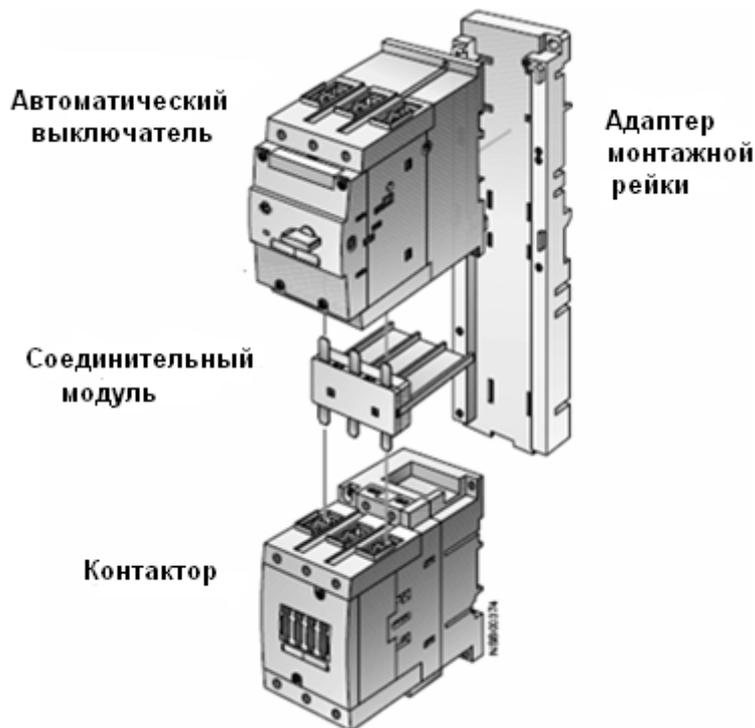


Рисунок 3.16 - Схема сборки фидера

Модули преобразователей частоты ET200S FC

Модуль преобразователя частоты ET200S FC состоит из следующих компонентов:

- модуль управления ICU24;
- силовой модуль IPM25;
- терминальный модуль для установки и подключения модуля управления и силового модуля.

Силовые модули преобразователя частоты IPM25 способны поддерживать линейный или квадратичный закон регулирования U/f , а также векторное управление скоростью с обратной связью или без обратной связи. Управление преобразователем выполняет модуль ICU24. Если необходима поддержка не только стандартных функций управления приводом, но и функции автоматики безопасности, а также противоаварийной защиты, следует применять модуль ICU24F.

Силовые модули устанавливаются на терминальные модули шириной 65 мм и 130 мм. Модули управления устанавливаются на терминальные модули шириной 25 мм.

Параметры настройки привода могут задаваться из компьютера или с помощью микрокарты памяти.

Частота преобразователя настраивается в диапазоне 2-16 кГц через 2 кГц. Рекомендуемое значение – 8 кГц. Диапазон регулирования преобразователя 0-650 Гц.

На рисунке 3.17 приведен пример конфигурации станции ET200S на два модуля преобразователя частоты ET200S FC (установлен один модуль).

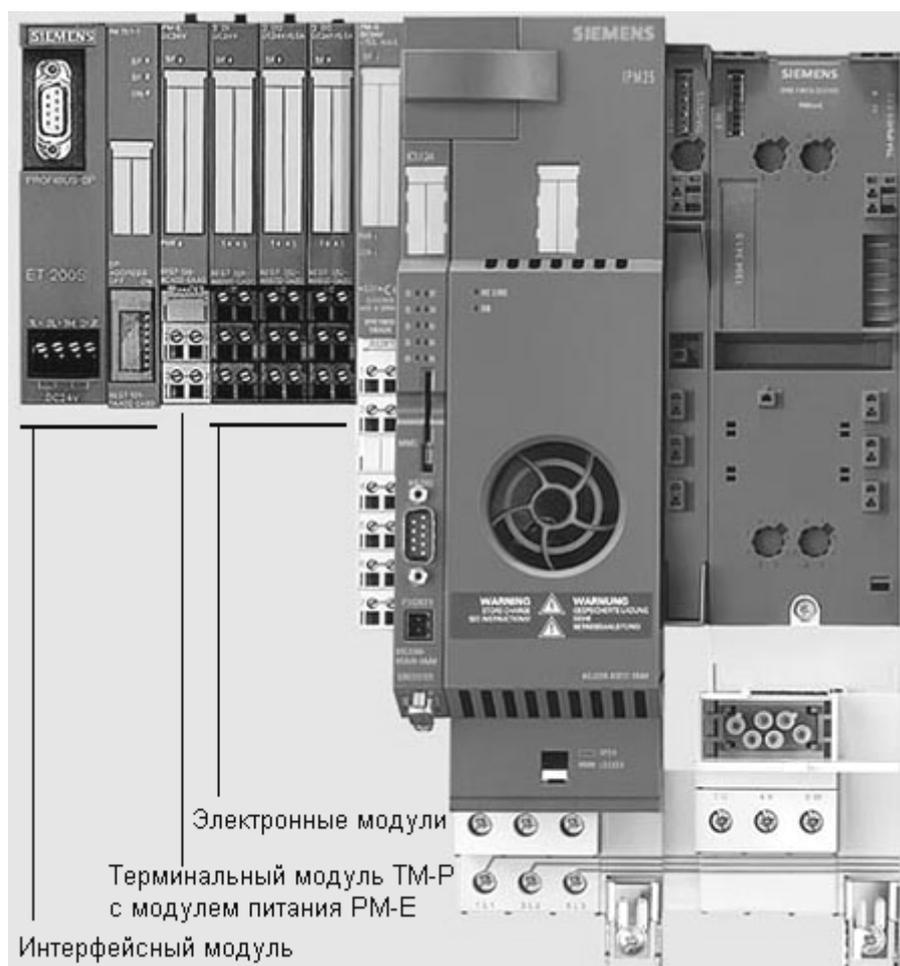


Рисунок 3.17 - Конфигурация станции ET 200S на два преобразователя частоты ET200S FC (по правую сторону на месте второго преобразователя имеются только терминальные модули)

Преобразователь устанавливается на терминальный блок L1/L2/L3, который применяется для формирования трехфазной силовой шины переменного тока.

По левую сторону от преобразователя установлен терминальный модуль ТМ-Р15S с модулем РМ-Д, контролирующим наличие питания на силовой шине.

Слева от этого блока установлены три электронных модуля.

Интерфейсный модуль всегда устанавливается в крайнем слева слоте.

3.6 Датчики приближения BERO

Интеллектуальная серия IQ-Sense

Технология IQ-Sense – это новая концепция интеллектуальной интеграции датчиков в среду системы автоматизации. Для подключения датчиков к станции ET200S используется модуль 4DI IQ-Sense на четыре канала, а для подключения к станции ET200M и к программируемому контроллеру S7-300 используется 8-канальный модуль 8DI IQ-Sense.

В станции ET200S модуль IQ-Sense устанавливается на терминальный модуль TM-E (для электронных модулей). Модуль не может работать с обычными датчиками. Датчики подключаются к IQ-Sense по 2-проводной схеме (питание и сигнал проходят по одному кабелю).

Интеллектуальные датчики серии IQ-Sense настраиваются с помощью программатора. Параметры настройки можно копировать на другие, такие же датчики. При изменении датчика все его настройки восстанавливаются системой управления.

К интеллектуальным датчикам серии IQ-Sense относятся фотоэлектрические датчики (K-80 и C-40) и ультразвуковые датчики (M18). Оба типа датчиков работают по принципу отражения.

Серия датчиков Opto-BERO – бесконтактные датчики Simatic PX

Датчики Simatic PX являются бесконтактными выключателями, которые не содержат деталей, подвергнутых механическому износу, и практически нечувствительны к влиянию окружающей среды. Поэтому они могут использоваться в промышленных условиях повышенной сложности во многих областях автоматизации, например, для измерения уровня и расстояния, для выявления объектов и подсчета их количества, для контроля разрывов, а также для определения положения объектов.

Бесконтактные датчики Simatic PX подразделяются на 4 типа:

- ультразвуковые датчики Simatic PXS;
- фотоэлектрические датчики Simatic PXO;
- индуктивные датчики Simatic PXI;
- емкостные датчики Simatic PXC.

Ультразвуковые бесконтактные датчики Simatic PXS применяются везде, где нужно определять как расстояние до объектов, так и наличие самих объектов. Регистрируемые поверхности могут быть твердыми, жидкими, зернистыми или порошкообразными. Уверенно определяются все плоские или гладкие поверхности, как на коротком, так и на значительном расстоянии.

Принцип действия основан на циклическом излучении ультразвуковых импульсов. При отражении импульса от объекта возникающий эхо-сигнал

превращается в электрический сигнал. Датчики работают в воздушной среде по принципу измерения времени прохождения отраженного сигнала.

В зависимости от конструкции, дальности действия и выходного сигнала ультразвуковые датчики подразделяются на два основных типа – компактные и модульные.

К компактному типу относятся следующие датчики:

- М30 К1 – датчик типа ультразвуковой барьер с одним коммутирующим выходом. Дальность действия может устанавливаться от 5 до 150 см с помощью входа X1 (рис. 3.18).

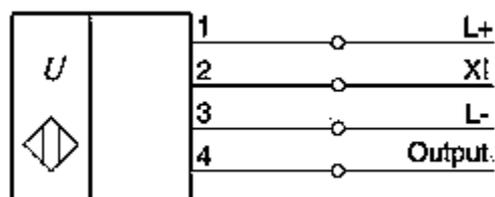


Рисунок 3.18 - Схема подключения датчика М30 К1

- М30 К2 – датчик отражения с одним или двумя коммутирующими выходами (зона действия до 600 см).

- М30 К3 – датчик отражения с аналоговым и коммутирующим выходами (зона действия от 6 до 300 см). Схема подключения показана на рисунке 3.19.

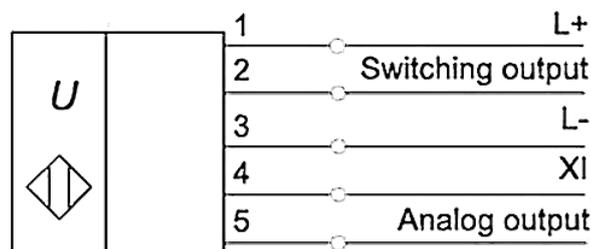


Рисунок 3.19 - Схема подключения датчика М30 К3

- М18 – датчик отражения компактного исполнения в цилиндрическом корпусе (рис. 3.20). Имеет коммутирующий и аналоговый выходы. Зона действия настраивается потенциометром или программатором. Дальность действия можно изменять в пределах 5...100 см.

- К65 – датчик для определения уровня и наполнение емкости, а также для определения расстояния до диэлектрических объектов. При настройке датчика необходимо установить ближнюю и верхнюю границы. Коммутирующие сигналы выводятся на выходы Smin и Smax.

Фотоэлектрические бесконтактные датчики Simatic PХО используются, главным образом, в транспортной технике, машиностроении, упаковочной технике.

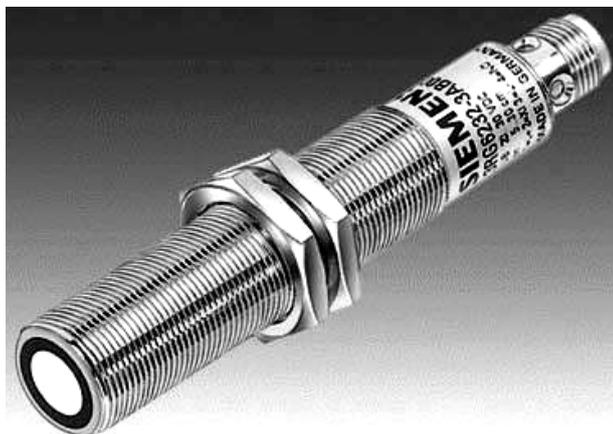


Рисунок 3.20 - Внешний вид ультразвукового датчика M18

Фотоэлектрические датчики Simatic PXO Opto-BERO делятся на три основных группы:

- световые датчики отражения;
- фотореле отражения;
- фотореле однонаправленного действия.

Датчики отражения – это датчики простого типа, которые позволяют обнаруживать объекты на небольшом расстоянии. Фотореле отражения имеет ряд дополнительных фильтров, которые исключают помехи от других объектов. Фотореле однонаправленного действия позволяют определять объекты на значительном расстоянии за счет специального расположения приемника и излучателя.

В зависимости от дальности действия, принципа работы и модульной конструкции датчики подразделяются на следующие основные типы:

M12 (миниатюрный) и M18 (обычный) – цилиндрические датчики отражения с электронными выходами *p-n-p* или *n-p-n*. Дальность действия настраивается потенциометром в диапазоне от 1 до 3...4 м.

K20, K30 (миниатюрного выполнения) и K40, K80 (обычного выполнения) – это кубические датчики и фотореле отражения с частотой коммутации 1000 Гц и дальностью действия до 50 м. Эти датчики регистрируют переход свет-темнота.

L20, L50, C20, C50 – лазерные датчики, предназначены для считывания маркировок (C20) или для универсального использования.

Индуктивные датчики Simatic PXI предназначены для бесконтактного выявления металлических объектов и используются, в первую очередь, при высоких требованиях к надежности, точности срабатывания, частоты коммутации и т.д. Они применяются в автомобильной промышленности, в машиностроении, в транспортной технике и других областях.

Принцип действия датчиков основан на изменении интенсивности высокочастотного магнитного поля, которое создается активной

поверхностью самого датчика. При приближении объекта к активной поверхности датчика индуктивное сопротивление датчика увеличивается и он, как триггер, изменяет свое состояние, генерируя сигнал релейного типа.

Индуктивные датчики различаются конструкцией, зоной действия и количеством проводов для соединения. Дальность срабатывания – от 0,6 мм до 50 мм.

В зависимости от условий эксплуатации индуктивные датчики делятся на следующие группы:

- RXI200 – для стандартного применения (рис. 3.21).
- RXI300 – для тяжелых условий окружающей среды.
- RXI400 – стойкие к сварочному магнитному полю.
- RXI600 – для взрывоопасных условий эксплуатации.
- RXI900 – выдерживают большое давление.

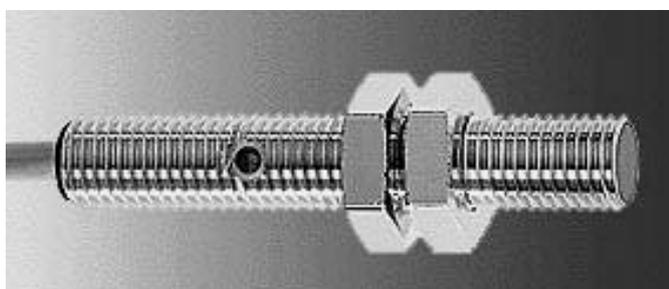


Рисунок 3.21 - Индуктивный датчик стандартного применения

Емкостные датчики Simatic PXC регистрируют диэлектрические материалы, которые находятся в твердом, порошковидном или жидком состояниях, например, стекло, керамику, пластмассу, дерево, воду, масло, бумагу и картон. Датчики реагируют на изменение расстояния.

Емкостные датчики могут использоваться для сигнализации уровня емкостей, контроля уровня и для анализа прозрачных материалов.

Датчики делятся на два типа по уровню питающего напряжения:

- 10...65 В постоянного тока (погрузочная способность 200 мА);
- 20...250 В постоянного или переменного тока (нагрузочная способность 500 мА).

Зона действия датчиков – 5, 10 и 20 мм.

ЛИТЕРАТУРА

1 Бергер Ганс. Автоматизация посредством STEP 7 с использованием STL и SCL и программируемых контроллеров SIMATIC S7-300/400. - 2001.

2 SIMATIC. Программируемые контроллеры S7-300/400. Руководство пользователя. Выпуск 2.

3 SIEMENS. Каталог СА 01-2007.

Интернет-ссылки:

http://www.automation-drives.ru/as/products/simatic_net/profibus/

<https://mall.automation.siemens.com>

<http://www.ca01.net/>

http://www.empa.ru/Simatic_doc/S7-300/

<http://step7.land.ru/profibus/pr1.html>

<http://www.roboline.ru/>

http://www.sinetic.ru/equipment/siemens/simatic/s7_400.php