

Тема 4.2. ВЫБОР КОНТРОЛЛЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

1. Структура контроллерного оборудования
2. Архитектура микроконтроллеров
3. Устройства сопряжения контроллера с объектом управления
4. Порядок выбора контроллеров

1. СТРУКТУРА КОНТРОЛЛЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Контроллером в технике регулирования называется управляющее устройство, которое осуществляет регулирующие или контролирующие функции в автоматической системе (АС).

Современный рынок средств автоматизации предлагает широкий спектр аппаратных и программных средств для построения надежных и удобных в эксплуатации систем. Не существует отрасли промышленности, в которой не было бы потребности применения контроллеров. Одними из их главных преимуществ является снижение, вплоть до полного исключения, влияния, так называемого человеческого фактора на управляемый процесс, сокращение персонала, минимизация расходов сырья, улучшение качества исходного продукта, и в конечном итоге существенное повышение эффективности производства.

Основная задача АС - это выполнение алгоритмов автоматизированного управления технологическим процессом (ввод сигналов измерений, вычисление регулирующего воздействия, вывод сигналов управления исполнительным органом). Для решения этих задач используется устройство цифровой обработки информации, называемое программируемым логическим контроллером (ПЛК). ПЛК включает в себя процессорный модуль и модули ввода-вывода (устройства сопряжения с окружающими объектами - УСО).

Контроллер представляет собой микропроцессорное устройство, в едином конструктиве которого выполнены центральный процессор (сопроцессоры), память, включающая память программ и память переменных (как правило, энергонезависимая), встроенный порт (или порты) для выхода в сеть, фиксированное число каналов аналогового и (или) дискретного ввода/вывода, слот расширения для подключения дополнительных модулей, индикаторы состояния контроллера. В состав контроллера могут входить источник питания, встроенный регулятор, ЖК-дисплей.

Контроллер, реализованный на одном кристалле, называется микроконтроллером. Современный микроконтроллер является большой цифровой интегральной схемой, объединяющей миллионы выполненных по микронным технологиям транзисторов. Архитектура микроконтроллера включает в себя структуру, отражающую состав изделия, и его программно-математическое обеспечение.

Типовая структура микроконтроллера изображена на рисунке 1. Микроконтроллер состоит из трех основных элементов, связанных системными шинами: процессорного ядра, памяти и набора устройств ввода/вывода различного назначения.

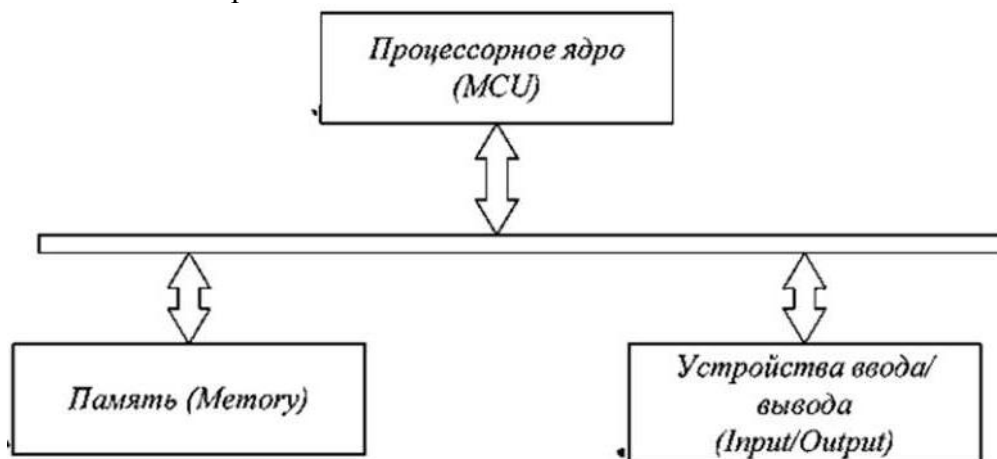


Рис. 1. Структура микроконтроллера

Процессорное ядро (MCU - Microprocessor Core Unit) является основой микроконтроллера. Оно выполняет все вычислительные операции и, одновременно, управляет работой всех

остальных элементов схемы. По системным шинам процессорное ядро обменивается данными с памятью и различными устройствами ввода/вывода, интегрированными на кристалл. Разрядность процессорного ядра определяет разрядность микроконтроллера.

В памяти (Memory) хранится программа работы микроконтроллера, исходные данные и все промежуточные результаты вычислений. Память состоит из множества многоразрядных ячеек, каждая из которых имеет свой адрес. По этому адресу процессорное ядро находит конкретную ячейку памяти в процессе обмена. Память микроконтроллера обычно разделена на две части: память данных (Data Memory) и память программ (Program Memory). В памяти данных хранятся результаты промежуточных вычислений, в памяти программ - программа, по которой работает микроконтроллер. Память программ микроконтроллера энергонезависима, при отключении питания в ней сохраняется записанная программа.

Устройства ввода/вывода различных типов обеспечивают взаимодействие микроконтроллера с внешним миром. Эти блоки могут выполнять самые различные функции:

- ввод и вывод информации;
- подсчет внешних событий и интервалов времени;
- передача внешних запросов на процессорное ядро;
- аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразования сигналов;
- сравнение различных величин;
- контроль за напряжением питания и др.

Для процессорного ядра любое устройство ввода/вывода представляется в виде одного или нескольких регистров. Каждый регистр имеет свой оригинальный адрес, по которому процессорное ядро находит его в процессе работы.

Программа работы микроконтроллера хранится в памяти в виде последовательности команд (инструкций). В ходе работы процессорное ядро последовательно извлекает из памяти инструкции, расшифровывает и выполняет их. В зависимости от инструкции в ядре выполняются различные арифметические и логические операции, пересылки данных. При необходимости, в процессе выполнения инструкции, процессорное ядро обращается за данными к ячейкам памяти и функциональным блокам, либо пересылает в них результаты вычислений. Множество инструкций, которые понимает процессорное ядро, образует систему команд микроконтроллера.

Практически все ведущие производители разрабатывают целые семейства микроконтроллеров с так называемой модульной структурой. При этом процессорное ядро для всего семейства неизменно, а память и состав функциональных блоков у каждого микроконтроллера различны. Процессорное ядро всегда имеет свою оригинальную схему и, обязательно, оригинальное имя. Например, микроконтроллеры фирмы Motorola построены на базе ядра HC05 и HC08, фирма Intel создала ядро MCS-51 и MCS-96, контроллеры фирмы Microchip строятся на базе ядра PIC2, PIC16, PIC17, PIC18, фирма Atmel усиленно развивает семейство микроконтроллеров с ядром AVR.

Модульные контроллеры состоят из функциональных модулей, установленных в корпусе (корзине, шасси) или монтируемых на DIN-рейку, т.е. модульные контроллеры децентрализованы на отдельные взаимосвязанные блоки. К этим функциональным модулям относятся микропроцессорный модуль, модуль питания, коммуникационные модули и модули ввода/вывода, а также специальные модули. Соединения с другими модулями, например с модулем питания, модулем аналогового ввода и др., осуществляются с помощью разъемов или проводников с наконечниками «под винт». Данная архитектура позволяет увеличить гибкость, скорость пуска – наладки, ремонтпригодность контроллера. Наиболее распространенными являются такие контроллеры: Ремиконт Р-130 – ПО «Промприбор» (Россия), ADAM-8000 – «Advantech» (Тайвань) и др.

Помимо специализированных микропроцессорных контроллеров, традиционно используемых в задачах АСУ ТП, все чаще для этих целей стали применяться PC-совместимые контроллеры. Полная программная и аппаратная совместимость этих устройств с широко распространенными офисными компьютерами обеспечивает существенное сокращение сроков и стоимости работ при создании различных систем автоматизации производства. Неограниченная

номенклатура плат ввода/вывода как аналоговых, так и дискретных, возможность гибкой модернизации систем с использованием современного системного и специализированного программного обеспечения, а также постоянное снижение цен на компьютерную технику – вот основные определяющие факторы при выборе платформы АСУ ТП верхнего и нижнего уровней.

Контроллеры PC-совместимые составляют отдельный класс программируемых контроллеров, значение и роль которых с развитием Internet-технологий существенно возрастает. Эти контроллеры характеризуются наличием встроенной операционной системы (Windows 9x/NT/CE, QNX, MS DOS, Linux, MiniOS7, OS-9 и др.), использованием стандартных системных шин (PC-104, VME, AT96 и др.), возможностью использования стандартного программного обеспечения (ISaGRAF, Си, ТурбоСи, Си++, Паскаль, Assembler, SCADA-систем Trace Mode, InTouch, Citect и др, баз данных), коммуникационных стандартов, наличием OPC-сервера и других PC-совместимых функций.

Контроллеры PC-совместимые, таким образом, могут использовать богатое программное обеспечение независимых производителей, имеют больший объем памяти, чем моноблочные и модульные контроллеры, возможности расширения и модернизации, а также лучшего диагностирования. Однако эти контроллеры зачастую обладают избыточностью вычислительных ресурсов и функций ввиду их универсальности, пониженной надежностью за счет множества компонентов (приложений) на платформе персонального компьютера. Для большинства практических применений влияние этих недостатков может быть устранено или снижено.

2. АРХИТЕКТУРА МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ

Процессорное ядро на основе известных схмотехнических решений, технологий проектирования и производства цифровых схем реализует определенную архитектуру микроконтроллера. Понятие «архитектура» включает в себя множество его структурных особенностей, основными из которых считаются: организация памяти и система команд. В настоящее время известны четыре общих архитектурных принципа в той или другой мере, реализуемые в любом процессорном ядре.

По организации памяти микроконтроллеры различаются:

1) Неймановская архитектура - характеризуется общим пространством памяти для хранения данных и программы. При этом разрядность памяти зафиксирована (как правило, равна одному байту). Такую архитектуру имеют, например, микроконтроллеры HC05 и HC08 фирмы Motorola, в которых общий массив 8-битных ячеек памяти включает в себя как память программ, так и память данных.

2) Гарвардская архитектура - отличается разделением памяти программ и памяти данных. При этом разрядность памяти программ и памяти данных, а также шины доступа к ним, различны. В частности, все микроконтроллеры PIC12, PIC16 фирмы Microchip имеют 8-битную память данных, а разрядность памяти программ у них различна: PIC-2 имеют 12-битную память программ, а PIC16 - 14 битную.

По системе команд микроконтроллеры различаются:

1) CISC-архитектура (Complicated Instruction Set Computer) - архитектура с развитой системой команд. Система команд процессорного ядра имеет инструкции разного формата: однобайтовые, двухбайтовые, трехбайтовые. Различные инструкции при этом имеют и существенно разное время исполнения.

2) RISC-архитектура (Reduced Instruction Set Computer) - архитектура с сокращенным набором команд. Одна инструкция, как правило, занимает только одну ячейку памяти, и все инструкции имеют равное время исполнения.

Микроконтроллеры с RISC-архитектурой имеют сравнительно более высокую производительность при той же тактовой частоте сигнала синхронизации и в настоящее время более распространены.

Помимо этих общих характеристик контроллеры различаются набором встроенных функций, числом базовых команд, способом программирования и т. п. Наиболее распространенными являются такие контроллеры: Simatic S7-200 и Simatic S7-300C – Siemens (Германия), Modicon

TSX- Schneider Electric (Франция), FX1S и FX1N – Mitsubishi Electric (Япония), Decont-182 – ДЕП (Россия).

3. УСТРОЙСТВА СОПРЯЖЕНИЯ КОНТРОЛЛЕРА С ОБЪЕКТОМ УПРАВЛЕНИЯ

Устройства сопряжения с объектом (УСО) не являются принадлежностью микроконтроллер, но его конкретная техническая реализация определяет, какими видами сигналов микроконтроллер может обмениваться с объектом управления. УСО осуществляют, в случае необходимости, нормализацию сигналов (приведение к унифицированному уровню сигналов), преобразование их в цифровой код и ввод/ выводные операции с сигналами измерения и управления.

Конструкция объекта управления и цепи его управления предъявляют определенные требования к структуре УСО. Поэтому структуры УСО не поддаются унификации и в каждом конкретном случае, может быть то или иное техническое решение.

Как видно из рисунка 2, к модулям ввода/вывода с помощью электрических кабелей подключаются датчики и исполнительные механизмы. В зависимости от того, служит ли модуль для ввода сигналов с датчиков в систему управления или выводит управляющие сигналы на исполнительные устройства, модули осуществляют, соответственно, аналого-цифровое или цифро-аналоговое преобразование.

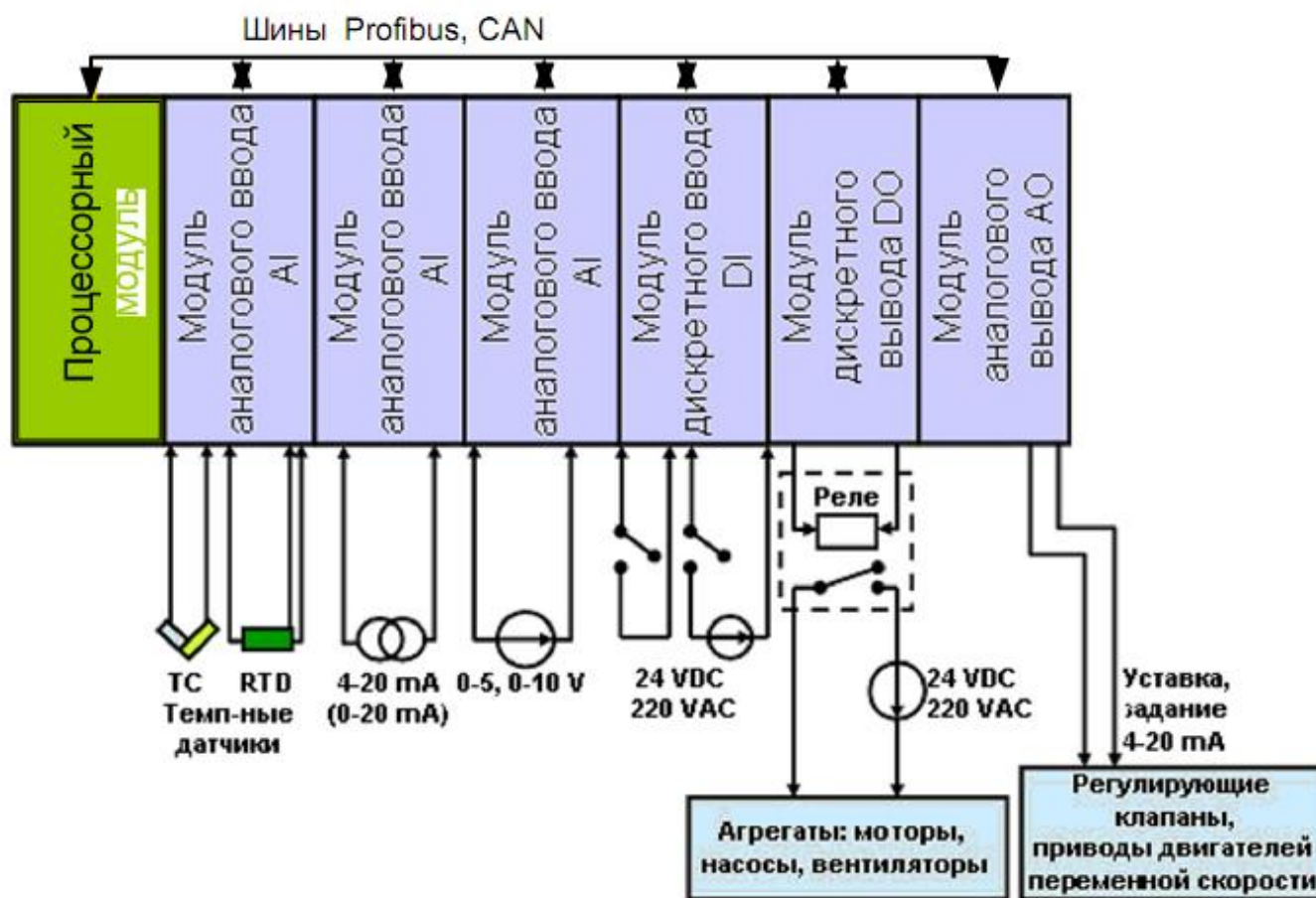


Рис. 2. Пример структурной схемы ПЛК с различными модулями ввода/вывода информации

Модули ввода/вывода базового назначения бывают следующих типов: модули аналогового ввода/вывода и дискретного ввода/вывода.

Модули аналогового ввода (AI, analogue input). Они принимают от датчиков, подключенных к его входам, электрические сигналы унифицированного диапазона, например: 0-20 мА или 4-20 мА (токовый сигнал); 0-10 В или 0-5 В (сигнал напряжения); милливольтный сигнал от термопар (ТС) или сигнал от термосопротивлений (RTD) (в случае неунифицированного сигнала для ввода данных необходим специальный модуль - нормализатор). Внутреннее устройство (аналого-цифровой преобразователь АЦП) преобразует сигналы в цифровой код.

Модули дискретного ввода (DI, discrete input) принимают от датчиков дискретный (прерывистый) электрический сигнал, который может иметь только два значения: или 0 или 24 В (в редких случаях 12, 48 В постоянного тока, 120 В переменного тока). Вход модуля DI также может реагировать на замыкание/размыкание контакта в подключенной к нему цепи. К DI обычно подключают датчики контактного типа, кнопки ручного управления, статусные сигналы от систем сигнализации, приводов, позиционирующих устройств и т.д.

Пусть в технологическом процессе используется насос. Когда он не работает, его статусный (выходной) контакт разомкнут. Соответствующий дискретный вход модуля DI находится в состоянии “0”. Как только насос запустили, его статусный контакт замыкается, и напряжение 24 В идет на клеммы входа DI. Модуль, обнаружив напряжение на дискретном входе, переводит его в состояние “1”.

Модули дискретного вывода (DO, discrete output). В зависимости от внутреннего логического состояния выхода (“1” или “0”) формирует на клеммах дискретного выхода или снимает с них напряжение 24 В. Есть вариант, когда модуль в зависимости от логического состояния выхода просто замыкает или размыкает внутренний контакт (модуль релейного типа). Модули DO могут управлять приводами, отсечными клапанами, зажигать светосигнальные лампочки, включать звуковую сигнализацию и т.д. В качестве выходных устройств в этом модуле применяется промежуточные реле, например, 3SJ5 или РЭК.

Модули аналогового вывода (АО, analogue output). Действуют как модули аналогового ввода, только в обратном направлении. Для этого в модуле используются цифроаналоговые преобразователи (ЦАП). Соответствие диапазона электрического сигнала между выходом модуля и входом, подключенного к нему исполнительного механизма, обязательно.

Модуль ввода/вывода также характеризуются канальностью – числом входов/выходов, а, следовательно, и количеством сигнальных цепей, которые к нему можно подключить. Например, модуль AI4 – это 4-канальный модуль аналогового ввода. К нему можно подключить 4 датчика. DI16 – 16-тиканальный модуль дискретного ввода. К нему можно подключить 16 статусных сигналов с какого-нибудь агрегата.

В современных системах расположение модулей ввода/вывода на DIN-рейке строго не регламентировано, и их можно устанавливать в произвольном порядке. Однако один или несколько слотов, как правило, резервируются под установку интерфейсного модуля. Одним из жестких требований, предъявляемых к современным подсистемам ввода/вывода, – это возможность “горячей” замены модулей без отключения питания (функция hot swap).

Интерфейсная связь между контроллером и подсистемой ввода/вывода

Одной из важнейших особенностей микроконтроллера является наличие разного типа стандартных интерфейсов (RS-485, CAN и др.), которые используются для связи с цифровыми устройствами. Такая связь возможна благодаря интерфейсному модулю, поддерживающему один из принятых коммуникационных протоколов: Profibus DP, Modbus RTU, Modbus+, CAN, DeviceNet, ControNet и т.д.

Интерфейс служит для двух целей:

- 1) организация связи устройства с другими устройствами (с компьютером или интеллектуальным датчиком);
- 2) связь микроконтроллера с другими микросхемами на плате.

В тех случаях, когда автономное устройство работает вне какой-либо системы, и не требуется передачи или прием данных от другого устройства, тогда интерфейс нужен лишь для связи микроконтроллера с другими микросхемами.

4. ПОРЯДОК ВЫБОРА КОНТРОЛЛЕРОВ

Современный рынок контроллеров и программно-технических комплексов весьма разнообразен. Выбор контроллеров для системы управления обусловлен большим числом разнородных факторов, зависящих, прежде всего от того, является ли система вновь

проектируемой или решаются задачи модернизации существующей системы. В последнем случае имеют значение факторы преимущества программно-аппаратных средств, подготовка обслуживающего персонала и службы ремонта, наличие сопроводительной документации и ее освоение, запас комплектующих, выявленные показатели надежности (наработка на отказ, срок службы, ремонтпригодность и др.).

Выбор наиболее приемлемого варианта представляет собой многокритериальную задачу, решением которой является компромисс между стоимостью, техническим уровнем, надежностью, комфортностью, затратами на сервисное обслуживание, полнотой программного обеспечения и многим другим. Поэтому важно выделить их основные характеристики и свойства, на основании которых можно сделать выбор при построении систем управления.

При выборе контроллера для систем управления основной задачей является, естественно, наиболее полное удовлетворение технических требований на разработку автоматической системы (требования к информационным, управляющим и вспомогательным функциям, а также к техническому, программному, метрологическому и организационному обеспечению, к диагностике и техническому обслуживанию системы и др.).

Выбор по техническим характеристикам контроллера

К наиболее важным характеристикам контроллера относятся:

- 1) параметры процессорного модуля (тип и быстродействие процессора, объем памяти и др.);
- 2) наличие сопроцессора

Сопроцессор - специализированный процессор, расширяющий возможности центрального процессора системы, но оформленный как отдельный функциональный модуль. Физически сопроцессор может быть отдельной микросхемой или может быть встроен в центральный процессор;

- 3) время выполнения логической команды;
- 4) наличие сторожевого таймера - устройство, определяющее момент зависания процессора и выполняющее автоматическую перезагрузку контроллера;
- 5) тамера реального времени;
- 6) число встроенных и наращиваемых входов/выходов);
- 7) наличие в контроллере необходимого числа модулей (ввода/вывода, специальных, коммуникационных);
- 8) среда программирования контроллера (удобство и простота программирования).

Также важным показателем контроллера является возможность резервирования модулей и плат, диагностика состояния контроллера и другие факторы (светодиодная индикация каналов и режимов работы, наличие панели визуализации и клавиатуры, гальваническая изоляция по входам и выходам, степень защиты контроллера и др.).

Характеристикой периферийной части ПЛК является наличие и объем различных видов памяти: ОЗУ (RAM), ПЗУ (ROM), СППЗУ (EPROM), ЭСППЗУ (EEPROM), флеш (Flash), количество и разнообразие каналов ввода-вывода.

Главной отличительной особенностью E(E)PROM (в т. ч. и Flash) от ПЗУ (энергонезависимой памяти) является возможность перепрограммирования при подключении к стандартной системной шине микропроцессорного устройства.

В EEPROM реализуется возможность производить стирание отдельной ячейки при помощи электрического тока.

Технологически флэш-память родственна как EPROM, так и EEPROM. Основное отличие флэш-памяти от EEPROM заключается в том, что стирание содержимого ячеек выполняется либо для всей микросхемы, либо для определённого блока (кластера, кадра или страницы). Обычный размер такого блока составляет 256 или 512 байт, однако в некоторых видах флэш-памяти объём блока может достигать гигабайтов. Стирать можно как блок, так и содержимое всей микросхемы сразу. Преимущества флэш-памяти по сравнению с EEPROM:

- более высокая скорость записи при последовательном доступе за счёт того, что стирание информации во флэш-памяти производится блоками;
 - себестоимость производства флэш-памяти ниже за счёт более простой организации.
- Недостаток - медленная запись в произвольные участки памяти.

Большинство фирм-производителей поставляют на рынок средств и систем автоматизации семейства контроллеров, каждое из которых рассчитано на определенный набор выполняемых функций и объем обрабатываемой информации. Среди них имеются семейства самых малых контроллеров (микро) небольшой вычислительной мощности, способных поддерживать максимум несколько десятков вводов/выводов, в основном, дискретных.

Область применения таких контроллеров - сбор данных и системы противоаварийной защиты. В качестве примеров таких контроллеров можно привести контроллеры семейства MicroLogix (Allen-Bradley), Direct Logic DL05 (Kooyo), Nano (Schneider Electric).

Семейства малых контроллеров способны поддерживать сотни вводов/выводов, выполнять более сложные функции. Эти контроллеры имеют достаточно развитый аналоговый ввод/вывод, выполняют операции с плавающей точкой и функции ПИД-регулирования. К этой группе контроллеров можно отнести SLC 500 (Allen-Bradley), TeleSAFE Micro16 (Control Microsystems), Simatic S7-200, 300 (Siemens).

Контроллеры средней мощности, обладая достаточной памятью и быстродействием, могут обрабатывать уже тысячи переменных дискретного, аналогового и скоростного типа. Применяются для автоматизации небольших управляемых объектов. Это контроллеры PLC-5 (Allen-Bradley), Premium (Schneider Electric), Direct Logic DL405 (Kooyo) и другие.

Наконец, некоторые крупные фирмы производят класс контроллеров очень высокой вычислительной мощности, обладающих памятью, измеряемой мегабайтами и гигабайтами. Их способность обрабатывать десятки тысяч переменных и предопределила одну из областей применения - в качестве концентраторов информации, получаемой от локальных контроллеров.

Вычислительные возможности этого класса контроллеров позволяют реализовывать сложные алгоритмы (адаптивное, оптимальное управление), применяемые при автоматизации непрерывных технологических процессов (переработка нефти и газа, нефтехимия). Наиболее яркими представителями этой группы контроллеров являются ControlLogix (Allen-Bradley), Simatic S7-400 (Siemens), Fanuc 90-70 (GE Fanuc), VME (PEP Modular Computers).

Выбор контроллера по характеристике каналов ввода/вывода

Параметры контроллера с точки зрения поддерживаемых им каналов ввода/вывода являются определяющими при его выборе. Важно не только количество каналов ввода/вывода, поддерживаемое контроллером, но и разнообразие модулей ввода/вывода по количеству и уровням коммутируемых сигналов (ток/напряжение), а также способы подключения внешних цепей к модулям ввода/вывода.

Как зарубежные, так и отечественные производители контроллеров комплектуют свои изделия широкой гаммой модулей дискретного и аналогового ввода/вывода. По количеству подключаемых сигналов различают модули на 4, 8, 16, 32 и 64 канала. Такое разнообразие модулей облегчает подбор требуемой конфигурации контроллера, позволяя минимизировать стоимость технических средств.

Коммутируемые модулями дискретного ввода/вывода сигналы могут иметь различный уровень напряжения переменного и постоянного тока с различными нагрузками по току:

- 1) напряжение постоянного тока: 12, 24, 48 В;
- 2) напряжение переменного тока: 120 и 240 В.

Уровни коммутируемых сигналов модулями аналогового ввода/вывода могут быть самыми разнообразными:

- 1) по напряжению: 0-5 В, 0-10 В, ± 5 В, ± 10 В;
- 2) по току: 0-5 мА, 0-20 мА, 4-20 мА.

Есть и специальные модули для ввода в контроллеры сигналов от термопар и термометров сопротивления различных градуировок. Приведенные здесь данные по уровням сигналов, безусловно, не исчерпывают всего разнообразия, представленного на рынке.

Различаются модули ввода/вывода и по способу подключения внешних цепей. К одним модулям внешние цепи подключаются с помощью клемм с винтовыми зажимами. Возможно также подключение внешних цепей через съемные терминальные блоки или фронтальные соединители, что позволяет производить замену модулей без демонтажа внешних цепей. Некоторые производители предлагают системы ввода/вывода, в которых внешние низковольтные цепи подключаются посредством пружинных зажимов. Фирма WAGO является мировым лидером в области пружинной клеммной техники.

При использовании этих клеммников практически исключены ошибочные действия монтажников при соединении проводов, поскольку зачищенный участок провода может быть только в двух состояниях: зафиксированное (необходимый контакт обеспечен) или не зафиксированное (контакта нет вообще), в то время как в клеммах с использованием винтовых зажимов возможен промежуточный вариант - плохо закрученный винт. Подкупает также в WAGO лёгкость монтажа.

На лицевой панели модулей ввода/вывода могут быть расположены светодиоды индикации состояния внешних цепей.

Одной из важнейших характеристик контроллеров является их способность поддерживать локальный, расширенный, удаленный и распределенный ввод/вывод.

Под локальным следует понимать такой ввод/вывод, когда модули ввода/вывода размещаются непосредственно на том же шасси, на котором размещен и модуль центрального процессора (такая схема называется иногда **крейтовой**). Так как количество слотов в шасси ограничено (максимум 16...18 для некоторых контроллеров), то и количество локальных вводов/выводов может быть также ограничено.

Преимущество локальных вводов/выводов заключается в том, что они имеют высокую скорость обновления данных. При всех прочих равных условиях, скорость обработки этих вводов/выводов очень высока. Эта характеристика особенно важна, когда речь идет о регулировании технологических параметров.

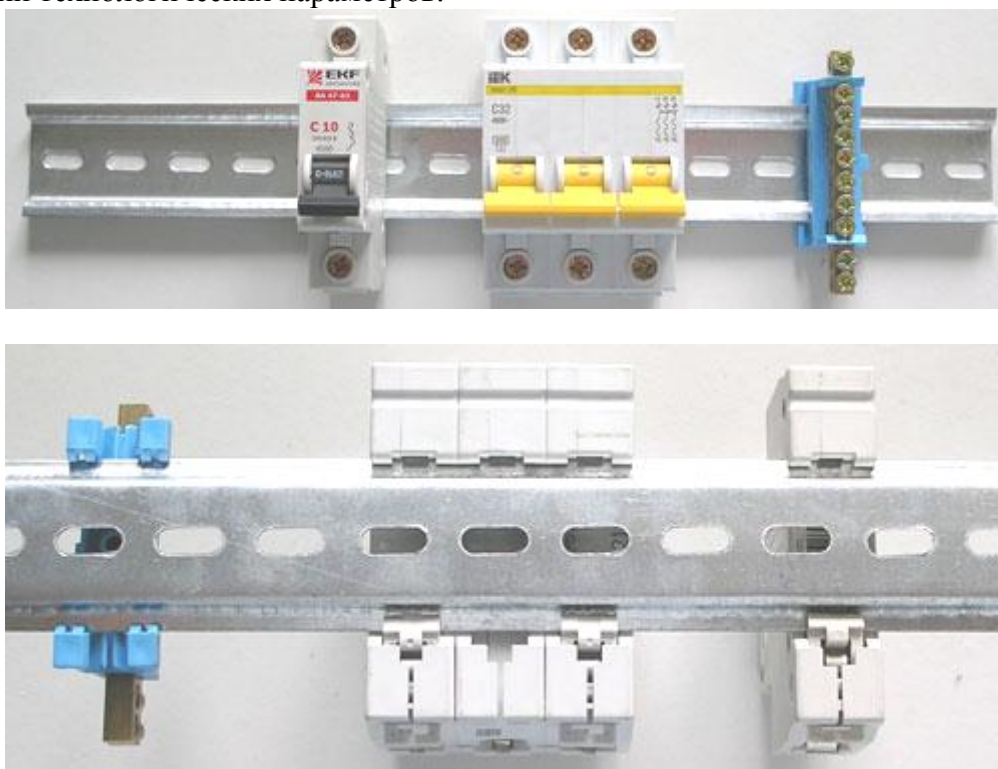


Рис. 3. Установка оборудования на DIN-рейке

Для поддержки большего числа каналов ввода/вывода фирмы-производители аппаратных средств снабдили свои системы возможностью их расширения посредством DIN-рейки (рис. 3).

Модули ввода/вывода на DIN-рейке соединяются между собой специализированным коротким кабелем и могут быть отнесены максимум на несколько десятков метров от центрального модуля.

Некоторые комплексы контроллеров способны поддерживать несколько DIN-реек с большим числом модулей ввода/вывода. Например, контроллеры PLC-5/40L, PLC-5/60L (Allen-Bradley) допускают расширение локального ввода/вывода для ускоренного обновления данных до 16 модулей ввода/вывода.

Удаленный ввод/вывод применяется для систем, в которых имеется большое количество датчиков и других полевых устройств, находящихся на достаточно большом расстоянии (1000 и более метров) от центрального процессора. Это относится и к объектам нефтегазовой отрасли, часто находящимся на больших расстояниях от пунктов управления. Такой подход позволяет уменьшить стоимость линий связи за счет того, что модули ввода/вывода размещаются вблизи полевых устройств.

Выбор контроллера по системным требованиям и условиям эксплуатации

При выборе ПЛК рекомендуется выяснить следующие вопросы:

- Какие требуются периферийные устройства?
- Какие требуются характеристики ввод-выводных операций?
- Применяются ли битовые операции или только числовые?
- Сколько требуется манипуляций для обработки данных?
- Должен ли ПЛК управляться по прерываниям, по готовности или по командам человека?
- Каким количеством устройств (битов ввода/вывода) необходимо управлять?
- Какие устройства из числа многих возможных типов устройств ввода/вывода I/O (input/output) должны контролироваться управляться: терминалы, выключатели, реле, клавиши, сенсоры (температура, свет, напряжение и т.д.), визуальные индикаторы (LCD дисплеи, LED), аналого-цифровые (A/D), цифроаналоговые (D/A) преобразователи?
 - Сколько напряжений сети питания требуется для контроллера?
 - Насколько отказоустойчив источник напряжения?
 - Будет ли работать ПЛК при напряжении сети питания технологической площадки?
 - Должны ли напряжения удерживаться в узком фиксированном диапазоне изменений, или же ПЛК может работать при большой нестабильности?
 - Какой необходим рабочий ток?
 - Должен ли контроллер работать от сети или от батарей? Если от батарей, то должны ли использоваться перезаряжаемые батареи и если это так, то каково время работы без перезарядки, и какое для нее требуется время?
- Существуют ли ограничения по размеру, весу, эстетическим параметрам, таким как форма и/или цвет?
- Существуют ли какие либо специфические требования к условиям окружающей среды, таким как температура, влажность, атмосфера (взрывоопасная, коррозионная и т.д.), давление/высота?
- Где должно базироваться пользовательское программное обеспечение: на дисках, флеш-памяти или ROM (ПЗУ)?
 - Необходима ли работа АС в реальном времени, и если да, то есть ли необходимость приобретения ядра программ реального времени или, возможно, будет достаточно обычной широко используемой версии?
 - Достаточно ли персонала и времени для развития собственного ядра программ?

Прежде всего, следует определиться какой набор функций должен выполнять микроконтроллер и при каких условиях эксплуатации. Особые ограничения имеет температурный диапазон. Например в условиях Сибири, как правило, устанавливаются требования к работе ПЛК от -50 °С до +50 °С. Большинство ПЛК не могут эксплуатироваться при этой температуре. Для решения задачи их применения необходимо использовать термостатирование или другие способы применения контроллеров с ограниченным температурным диапазоном.

Автономные устройства часто в течение длительного промежутка времени не имеют возможности передачи данных на диспетчерский пункт, поэтому необходимо место для оперативного хранения информации. Одним из решений является хранение данных в ОЗУ, следовательно, чем больше объем ОЗУ, тем больше данных может в нем храниться. Кроме того, для автономных систем, очень важен такой параметр как напряжение хранения информации. Если напряжение питания снижается ниже минимально допустимого уровня, но выше напряжения хранения информации, то программа не выполняется, но данные в ОЗУ сохраняются. Напряжение хранения информации в микроконтроллерах фирмы Motorola, PIC и AVR составляет порядка 1...1,5 В.

Требования, предъявляемые к микроконтроллерам удаленных (распределенных) устройств, несколько отличаются от стандартных требований. Так, если в стационарных устройствах требования к пониженному энергопотреблению микроконтроллеров не являются определяющими, то в автономных удаленных устройствах они выходят на передний план. Зачастую автономные устройства это системы, которые имеют автономное питание (например, питание от батареек или аккумуляторов). В этом случае, желательно использовать либо микроконтроллер с расширенным, либо с пониженным диапазоном питания. Микроконтроллеры с расширенным диапазоном питания относительно неприхотливы к напряжению питания и подходят как для устройств с сетевым, так и с автономным питанием.

Микроконтроллеры с пониженным диапазоном питания предназначены для изделий с автономным питанием, т.к. их ток потребления в несколько раз меньше тока потребления других микросхем. В то же время следует помнить, что микроконтроллеры с пониженным диапазоном питания обычно имеют меньшую максимальную частоту тактирования.

Модульность структуры контроллера

После определения каналов ввода/вывода (аналоговых и дискретных) следует сделать выбор типа контроллера: моноблочный, модульный, РС-совместимый.

Моноблочный контроллер, имеющий, как правило, небольшое число встроенных дискретных входов/выходов и от одного до четырех аналоговых входов/выходов, может использоваться автономно или с дополнительными модулями ввода/вывода сигналов, с организацией обмена данными с контроллером по внутреннему интерфейсу или через коммуникационный порт по сети.

При выборе **модульного контроллера** обеспечивается большее число каналов ввода/вывода, повышается функциональная надежность контроллера за счет функций самодиагностики, упрощается обслуживание контроллера, допускающее в ряде случаев «горячую» замену модулей (без выключения питания) и ряд др.

При выборе **РС-совместимого контроллера** за счет возможностей программного обеспечения значительно повышается многофункциональность контроллера, удобство программирования, снижается его стоимость. Однако при этом возможно снижение надежности системы.

Соответствие Международным стандартам

Имеется в виду выбор контроллера, соответствующего Международному стандарту качества ISO 9001, стандартам шинной архитектуры контроллера (VME, PCI, CompactPCI, MicroPC, PC/104 и др.), стандартным протоколам связи промышленных сетей (Profibus, Modbus, Interbus, CAN, Bitbus и др.), стандартам связи с полевыми приборами (HART-протокол, AS-интерфейс, Fieldbus Foundation, RS-485 и др.), стандартам на операционную систему реального времени (QNX, OS 9000, VxWorks и др.), стандартам на программное обеспечение контроллеров (IEC 61131-3), стандартам на степень защиты корпуса (IEC 529), на габаритные размеры, на ударо- и вибропрочность (IEC 68-2) и др. В ряде случаев допускается соответствие отдельных показателей (например, габаритных размеров, показателей электропитания и др.) отраслевым стандартам (ТУ, ГОСТ).

В случае использования разработок на территории России необходимы сертификаты соответствия Госстандарта России на соответствие требованиям ГОСТа и разрешение Госгортехнадзора на применение в составе систем автоматизации на поднадзорных объектах.

Выбор контроллера по наличию связи с верхним уровнем систем управления

Связь контроллера с верхним уровнем систем управления по интерфейсу Ethernet. Интерфейс Ethernet получил широкое распространение как интерфейс связи средств автоматизации от нижнего до верхнего уровней системы управления. Этот интерфейс обеспечивает высокую скорость передачи данных, низкую стоимость, поддерживается подавляющим большинством производителей программного и аппаратного обеспечения. Через сеть Ethernet серверы и операторские станции верхнего уровня управления предприятием получают непосредственный доступ к данным параметров технологического процесса.

При наличии SCADA-системы, установленной на операторской станции, используется клиент-серверная архитектура связи, при которой SCADA-клиент получает прямой доступ к данным процесса с помощью OPC-сервера. Использование, например, протокола на базе технологии Ethernet Modbus/TCP позволяет легко интегрировать контроллеры со SCADA-системами, поддерживающими протокол Modbus (без необходимости дополнительного драйвера для контроллера).

Дальнейшим развитием связи контроллеров с удаленными операторскими станциями является использование сети Internet и GSM-технологии.

PC-совместимые контроллеры со встроенной SCADA-системой

Наличие у PC-совместимого контроллера встроенной SCADA-системы (в настоящее время это Trace Mode и MasterSCADA) позволяет значительно ускорить процесс настройки проекта и повысить эффективность представления информации, снизить затраты на приобретение дорогостоящей SCADA-системы и коммуникационных интерфейсов. К таким контроллерам относятся российские контроллеры P-130 TM, Ломиконт TM, Лагуна, Теконик и др.

При этом следует помнить, что применение PC-совместимых контроллеров оправдано лишь при решении небольших задач, отсутствии жестких требований к надежности системы либо ограниченных финансовых возможностях.

При решении задач управления сложными, ответственными процессами, характеризующимися множеством контролируемых и управляемых величин и их физической распределенностью в пространстве, с повышенными требованиями к надежности системы управления, следует отдавать предпочтение классическим модульным контроллерам. В этом случае нужно сформулировать условия для выбора той или иной SCADA-системы.

Наличие у контроллера режима автонастройки параметров регулятора

Для ускорения процессов ввода в эксплуатацию систем регулирования, особенно в случае автоматизации малоизученных объектов управления, крайне важно в структуре программного обеспечения контроллера наличие режима автонастройки параметров ПИД-регулятора – коэффициента усиления, постоянной времени интегрирования, постоянной времени дифференцирования.

Показатели надежности и экономические показатели

К показателям надежности относятся время наработки на отказ (желательно иметь 100 тыс. часов и более), срок службы (10 лет и более), ремонтпригодность (возможность легкой замены модулей, блоков) и др. Повышение надежности и точности достигается за счет средств диагностики, прогнозирования отказов, режимов безударного переключения, «горячего» резервирования, гальванической развязки, дублирования и троирования аппаратных средств, рестарта программного обеспечения и другими методами.

Экономические показатели, прежде всего снижение стоимости контроллера, достигаются за счет снижения затрат на кабельную продукцию (особенно в случае беспроводной связи с контроллером), исключения в ряде случаев барьеров искробезопасности, использования интеллектуальных датчиков и блоков ввода/вывода.