ПРОМЫШЛЕННЫЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ СИСТЕМЫ

Елизаров Владимир Николаевич

1. Программируемые логические контроллеры

Определение PLC (программируемых логических контроллеров)

Это микропроцессорные устройства, предназначенные для контроля и управления машинами, агрегатами и технологическим оборудованием. В начала PLC были предназначены для замены систем правления (СУ), которые были реализованы на реле и других логических непрограммируемых устройствах. Конструктивно современные PLC состоят из 3-х основных устройств: процессорный модуль, модуль ввода-вывода (I/O) и каркас (объединяющая плата) с блоком питания.

Обычная система

Современная система

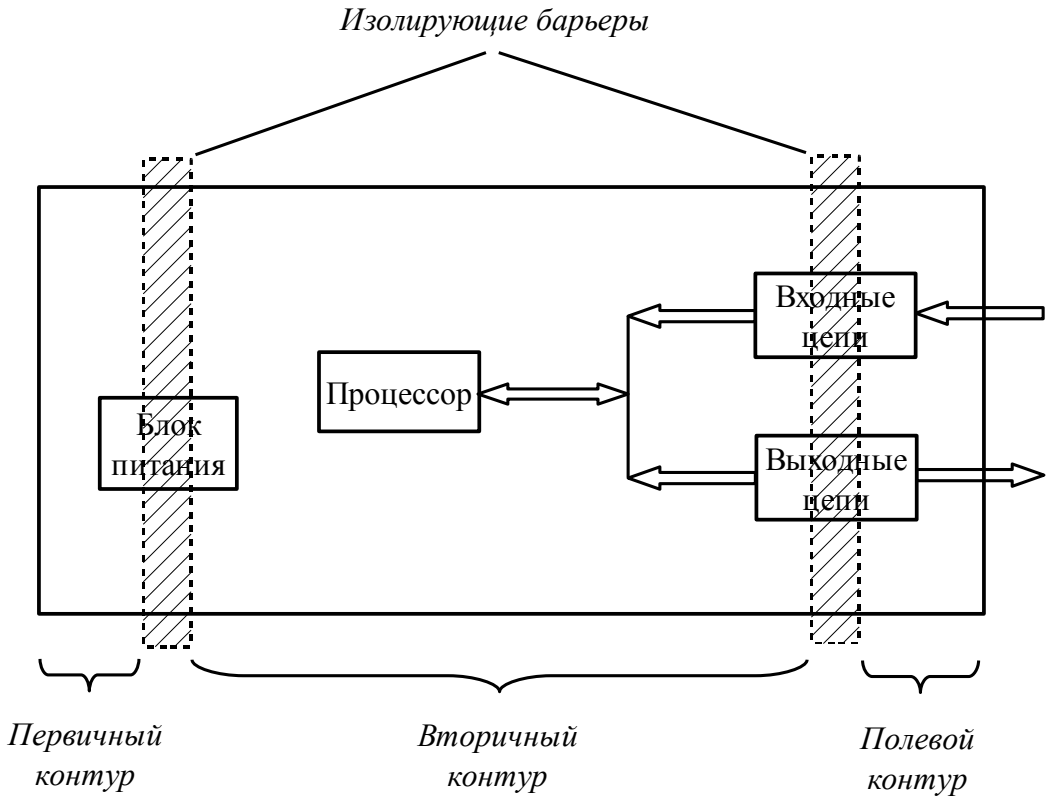
Процессорный модуль управляет всей логикой работы PLC и состоит в свою очередь из собственного процессора (ЦПУ) памятей ОЗУ, ПЗУ и ППЗУ. Датчики входных сигналов подключаются к датчикам, тумблерам, а также к пускателям, цепям управления и приводам и обеспечивают интерфейс между процессорным модулем и информационными и управляющими каналами. При работе центрального процессора он считывает входные данные, выполняет управляющую программу (загруженную в память процессорного модуля) и формирует управляющие сигналы. Этот процесс называется циклом сканирования, который постоянно выполняется в одной и той же последовательности и изменяется только тогда, когда вносятся изменения в управляющую программу. Для программирования PLC все языки объединены в единый стандарт IEEE 1131-3(МЭК 61131-3). Этот стандарт предусматривает 5 языков программирования, базовыми из которых являются: FBD (функциональные блок-диаграммы) и RLL (язык релейной логики). Базовыми производителями программируемых PLC являются:

- Allen Bradley (AB) - www.ab.com
- Siemens – Logo, S7-200, S7-300, S7-400 и т. д. с различными модулями расширения
- Koyo (Japan)
- Omron (Japan)
- Mitsubishi (Japan)
- ICP CON (Taiwan) – I-7000, I-8000
- Advantech (Taiwan) – Adam-4000, Adam-5000 и т. д.

Каждая фирма выпускает набор логических контроллеров для различных задач. Для связи PLC с компьютерами, где в последних отображаются ЧМИ и реализуется БД предприятия, необходимо иметь программу OPC-сервер, которая связывает различные приложения; например, снимает данные с контроллера, передает в компьютер где программы ЧМИ изменяют значение окна интерфейса, а так же передает управляющие сигналы с ЧМИ в программу контроллера.

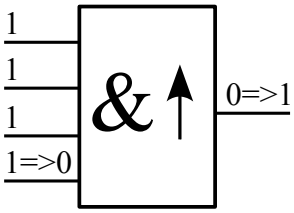
Изолирующие барьеры в PLC.

Схему PLC можно разделить на 3 основные области: первичный контур, вторичный контур и полевой контур. В качестве изолирующего барьера в источнике питания используется трансформатор, который разделяет высокое и низкое напряжение. Во входных и выходных цепях изолирующими барьерами являются, например, оптоэлектронная развязка, релейные выходы и др.

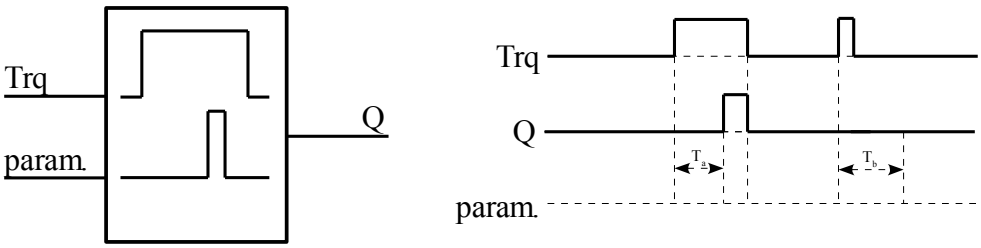


2. Программирование контроллера Logo

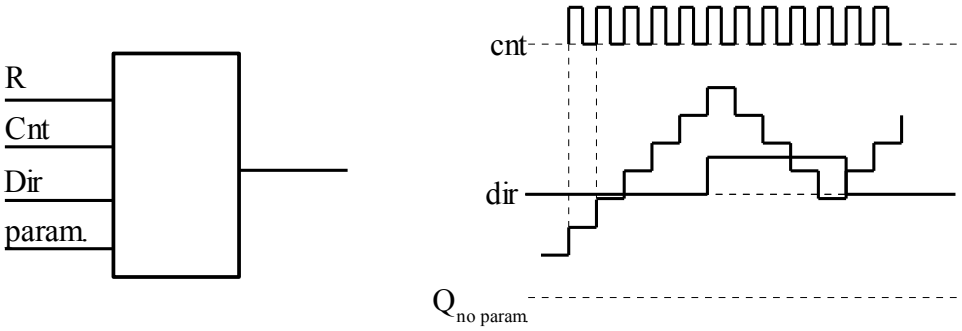
Под программированием будем понимать создание коммутационной программы (КП). КП это коммутационная схема, которая состоит из соединительных элементов и блоков. Причем блок разделяются на два вида – логические и специальные. К соединительным элементам относятся: DI (дискретные входы), AI (аналоговые входы), DO (дискретные выходы), AO (аналоговые выходы), а так же виртуальные выходы, флаги (маркеры), константа 0 и константа 1. В логические элементы добавлены два элемента со стрелочками, предназначенные для выявления события на одном из входов.



В пятой версии 29 специальных блоков. Один из элементов – задержка включения.



Есть так же счетчик прямого и обратного счета

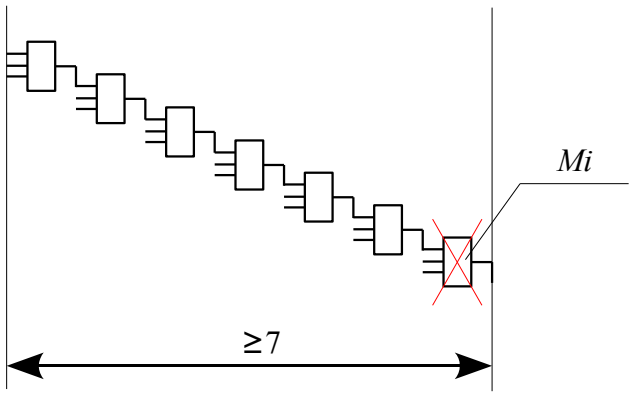


Существует ограничение на КП:

Байты (память программы)	***Блоки***	***REM (сохраняемая память под параметры)***
2000	130	60

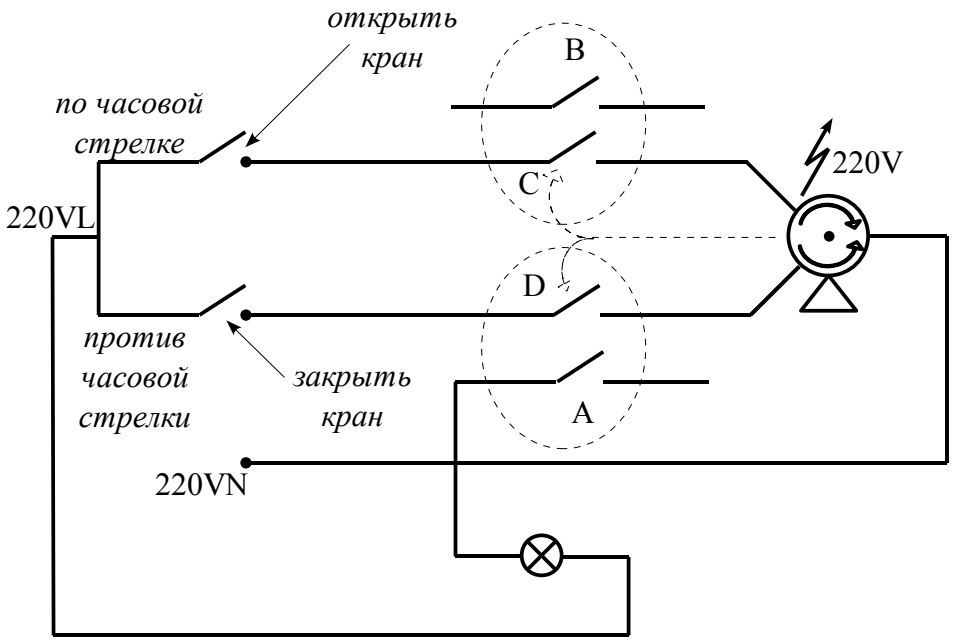
Различные блоки в программной памяти занимают различное количество байтов. От 4 до 40 (пит-регулятор).

Флаги (маркеры) обозначаются буквами М (цифровой) и АМ (аналоговый) – это виртуальные выходы, которые имеет на своем выходе такое же значение что и на своем входе. В пятой версии 24 цифровых маркера и 6 аналоговых. Например маркер М8 – маркер запуска, который устанавливается в первом цикле КП и следовательно может быть использован как флаг запуска. Его значение после первого цикла сбрасывается и во всех последующих циклах используется как другой маркер. Выходной сигнал флага всегда является сигналом предыдущего цикла и внутри цикла этот сигнал не изменяется. Число последовательно соединенных блоков не должно превышать семи. Тогда если число элементов больше 7, мы включаем маркер в цепь и строим дальше уже от него.



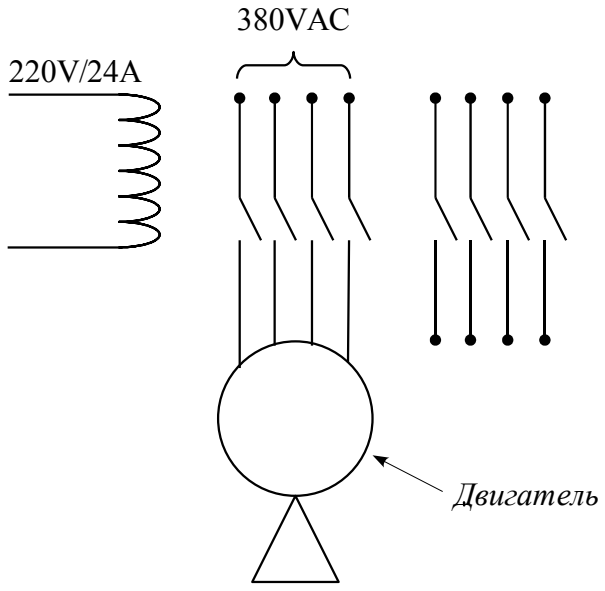
3. Технологическое оборудование

МЭО-16



В зависимости от расположения вала, контакты устройства переключаются на противоположные. Группы контактов A и B всегда находяться в таком положении, что один из них всегда открыт а другой закрыт. Они используются, например, для индикации состояния крана. Общая работа происходит следующим образом. Положение вала влияет на состояние контактов (контактной группы). Если кран находиться в промежуточном состоянии, то контакты C и D замкнуты, а A и B – разомкнуты. Если положение вала соответствует открытому крану, тогда C разомкнут, D замкнут, B замкнут и A разомкнут. Когда кран закрыт, то C и A замкнуты а B и D разомкнуты.

Магнитный пускатель



На магнитные пускатели дополнительно устанавливаются расширители числа входом. Как правило эти расширители имеют 4 группы контактов и различаются комбинацией изначально нормально замкнутых и разомкнутых пар. Можно использовать релейный выход Logo.

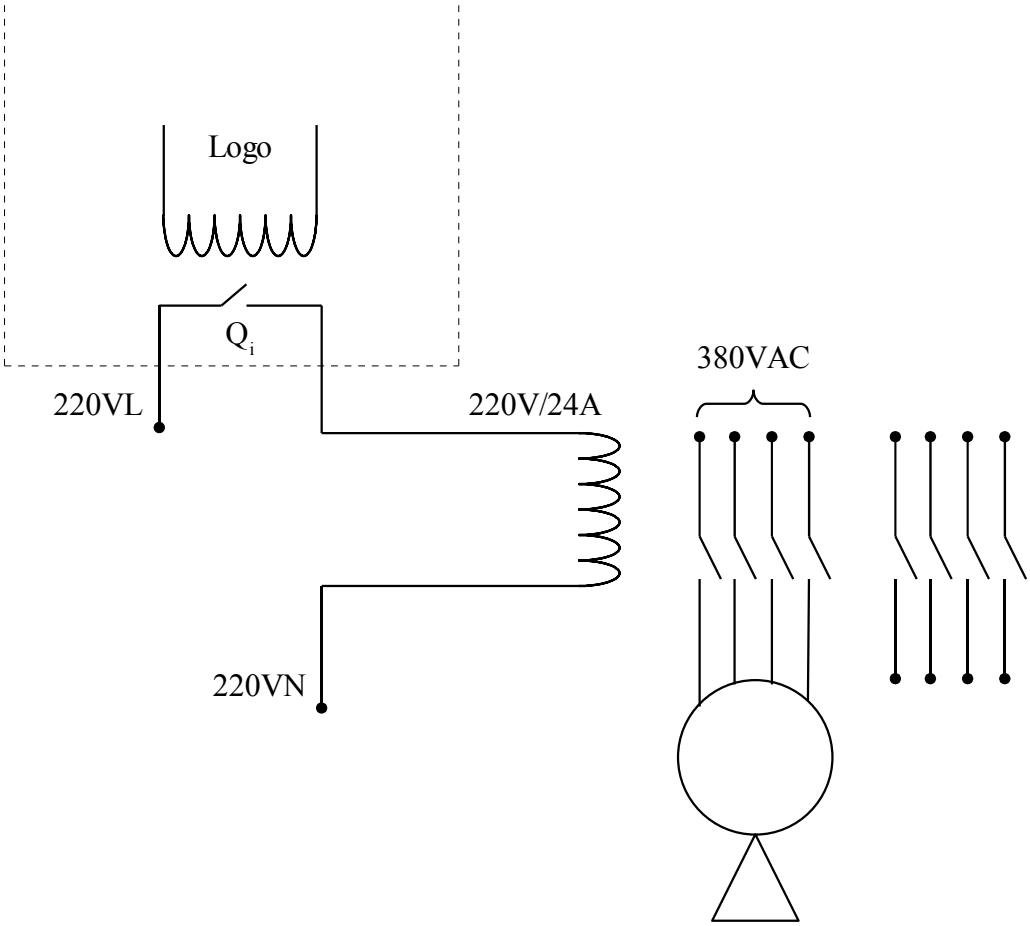
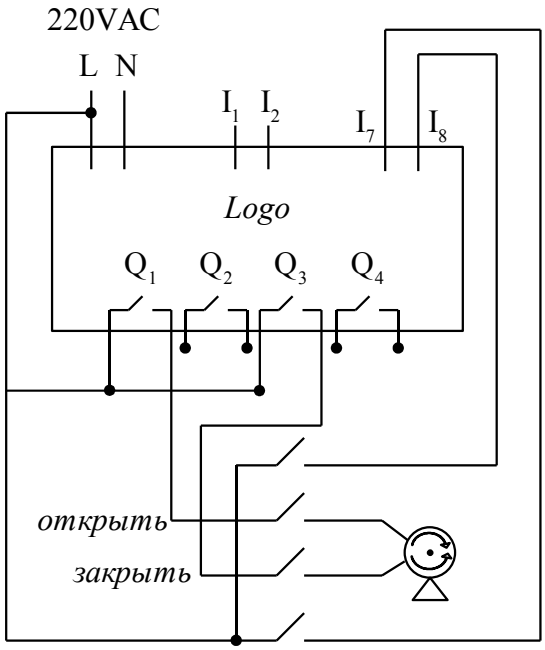
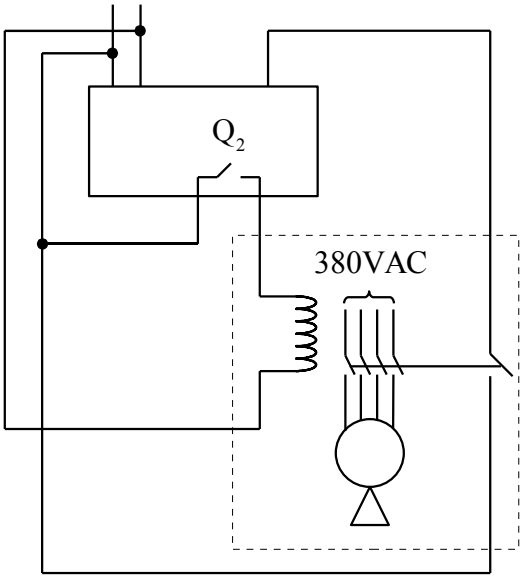


Схема подключения МЭО-16 к Logo



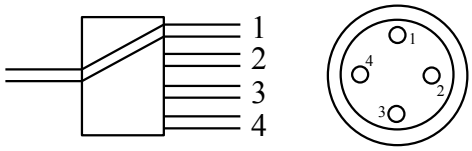
В коммутационной программе LogoSoftComfort мы используем при подключении МЭО-16 следующие соединительные элементы: Q_1 (открывает кран). Так как мы подключили сигнал закрытия крана к контактам Q, следовательно в КП в соединительном элементе Q_3 формируется сигнал закрытия крана. Информация о состоянии крана поступает на входы контроллера Logo I_7 и I_8 (можно подать на любые входы, но в данном случае). И следовательно в КП используются соединительные входы I_7 и I_8.

Схема подключения Магнитного Пускателя к Logo

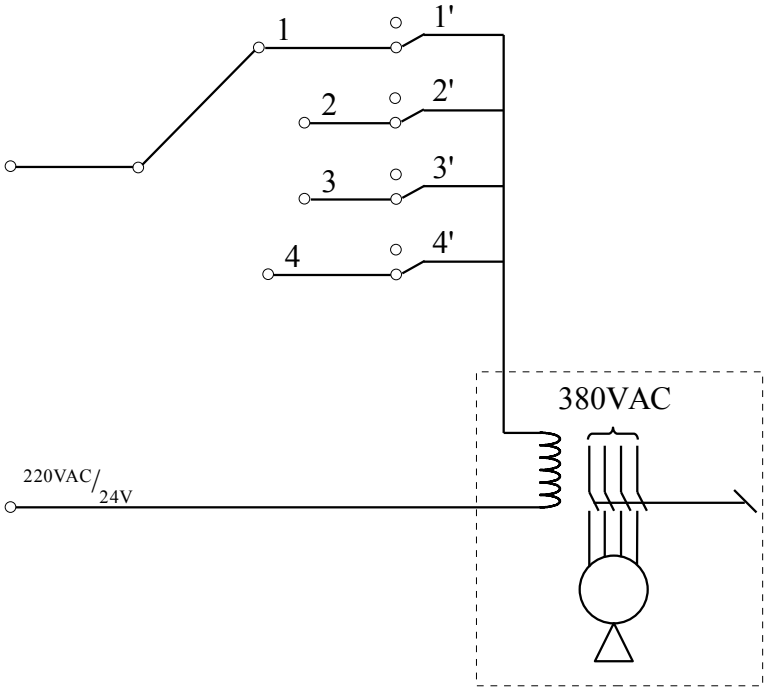


Для включения двигателя в КП необходимо использовать соединительный элемент Q_2. А состояние двигателя (включен/выключен) поступает на вход I_3.

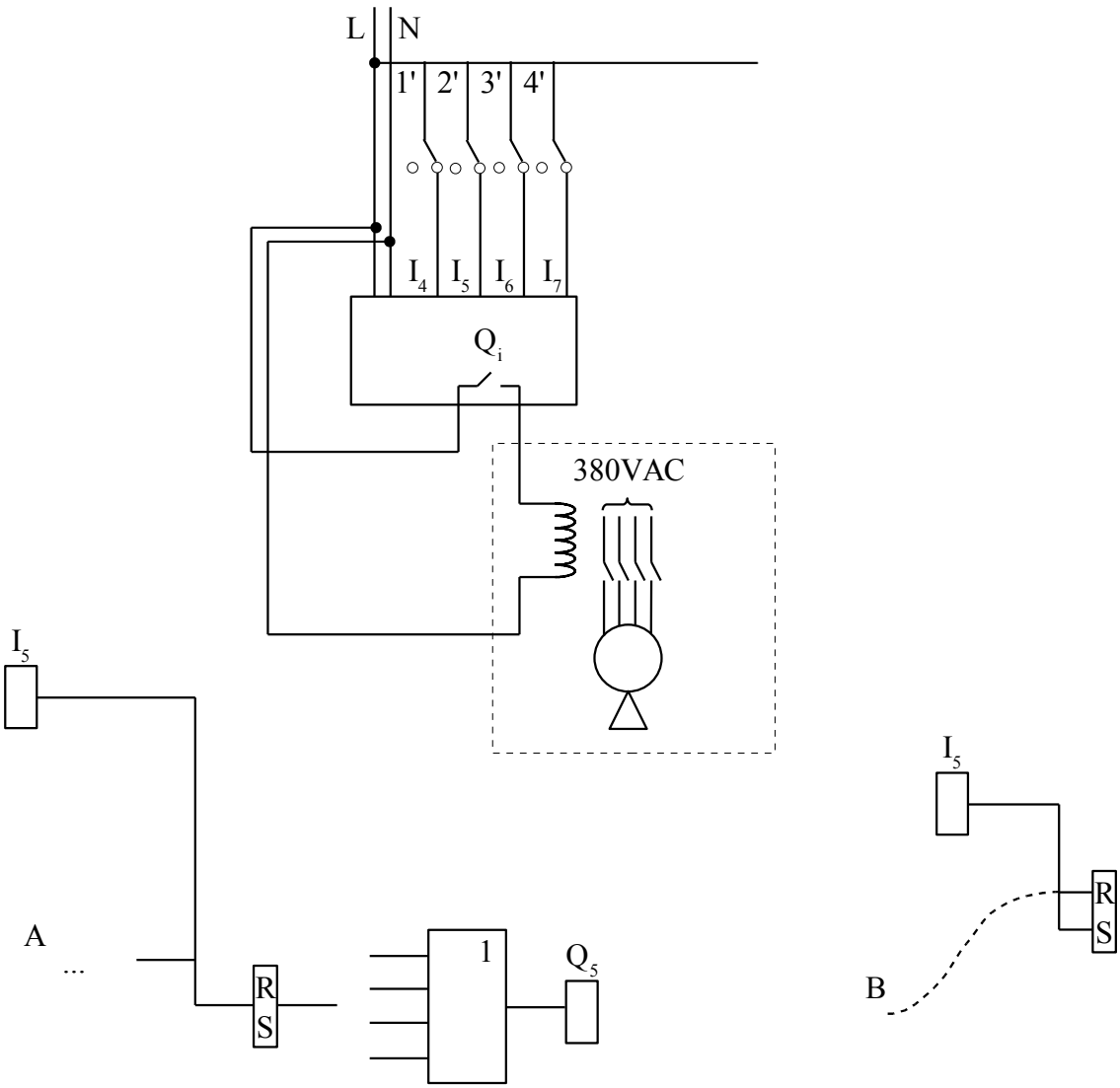
Технологическое оборудование фирмы Hefele (германия)



Устройство представляет собой цилиндр, в котором вращается барабан с четырьмя отверстиями. Барабан вращается посредством электродвигателя. Вход X в зависимости от положения барабана может быть подключен либо к выходу 1, либо к выходу 2, либо к выходу 3, либо к выходу 4. Кроме электродвигателя в устройстве имеется 4 группы контактов. При ручном подключении схема подключений имеет следующий вид.



Если мы хотим чтобы вход *X* был соединен с третьим выходом мы переключаем переключатель на третью точку. В случае если вход *X* не соединен с третьим выходом, тогда контакт 3 замкнут и 220 вольт поступает на катушку магнитного пускателя. Двигатель вращается и останавливается когда вход *X* соединяется с третьим выходом. При этом третий выключатель размыкается и питание на магнитном пускателе пропадает. При подключении данного устройства к Logo (автоматизированное управление), схема подключения имеет следующий вид:



В фрагменте коммутационной программы по входу *A* подается управляющий сигнал для соединения входа *X* с выходом 2. При это данный триггер перебрасывает состояние с нуля на 1 и активизируется выход Q_i и начинает вращаться двигатель. Как только происходит соединение входа *X* с выходом 2, триггер сбрасывается соединительным блоком I_5.

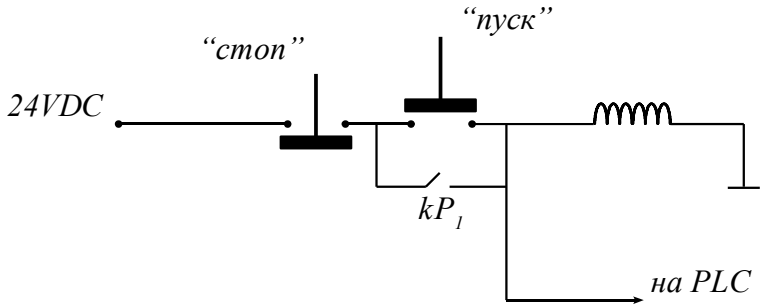
Особенности входных сигналов контроллера Logo

	Logo $^{12}/_{24}$	**Logo $^{110}/_{230}$**
лог “0”	< 5V	< $^{30}/_{40}$
лог “1”	> $^{8}/_{12}$V	> 79 V

В зависимости от напряжения питания контроллера Logo логические значения входов нуля и единицы соответствуют следующим напряжениям. В отдельных видах Logo имеются два высокоскоростных входа I_5 и I_6 которые могут быть использованы для фиксации быстрых процессов, работа которых не зависит от времени цикла коммутационной программы. Так же в отдельных Logo входы I_7 и I_8 могут использоваться в КП как цифровые входы либо как аналоговые входы. Причем диапазон аналоговых сигналов на таких входах может изменяться от нуля до 10 вольт.

Для подключения контроллеров к питанию и отключения питания обычно вводят реле

и две импульсные кнопки – на размыкание и замыкание. И схема использования этих устройств имеет следующий вид:



Внедряемые промышленные контроллеры серии I-7000

Относятся к классу интеллектуальных устройств. Эта серии получила дальнейшее развитие в виде серии I-8000 и аналогами этих устройств являются Adam-4000 и Adam-5000 соответственно. Конструктивно они одинаковы, отличаются цветом корпуса (каркасное исполнение у серий I-X000) и частичным внутреннем наполнением. Внутренние системы команд так же схожи.

В I-7000 входят следующие устройства:

- Модули ввода-вывода (устройства связи с объектом). Бывают аналоговыми и цифровыми
- Конверторы, преобразующие RS232 в RS485
- Контроллеры, где базовым является I-7188

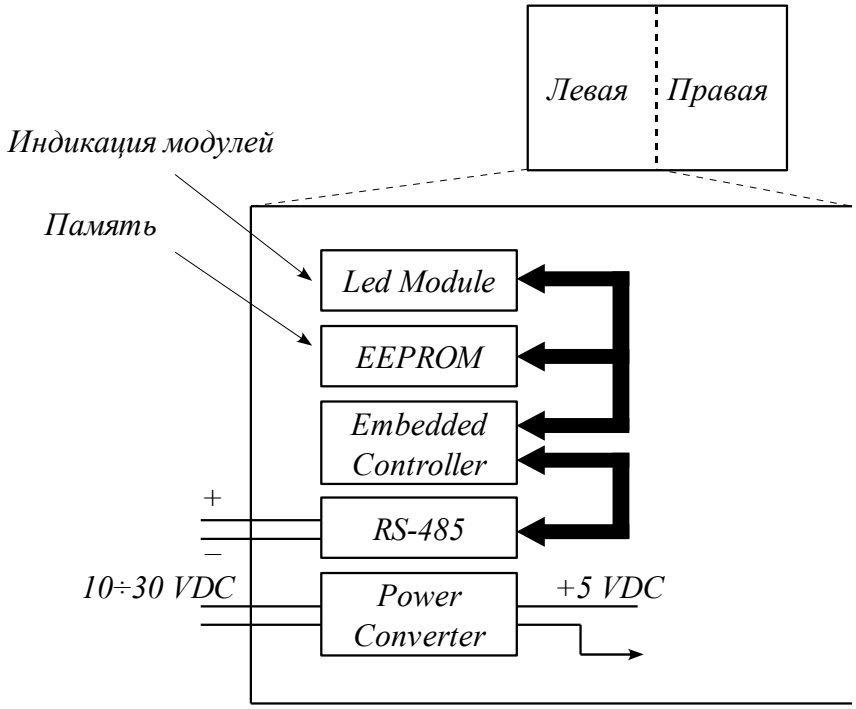
Краткая особенность интерфейсов RS232 и RS485.

Параметр	**RS232**	**RS485**
1. Скорость передачи	19200 бит/сек	10 Мбит/сек
2. Протяженность линии	15 м	1200 м
3. Число передатчиков	1	32
4. Число приемников	1	32

RS232 – одноточечный интерфейс, а RS485 – многоточечный

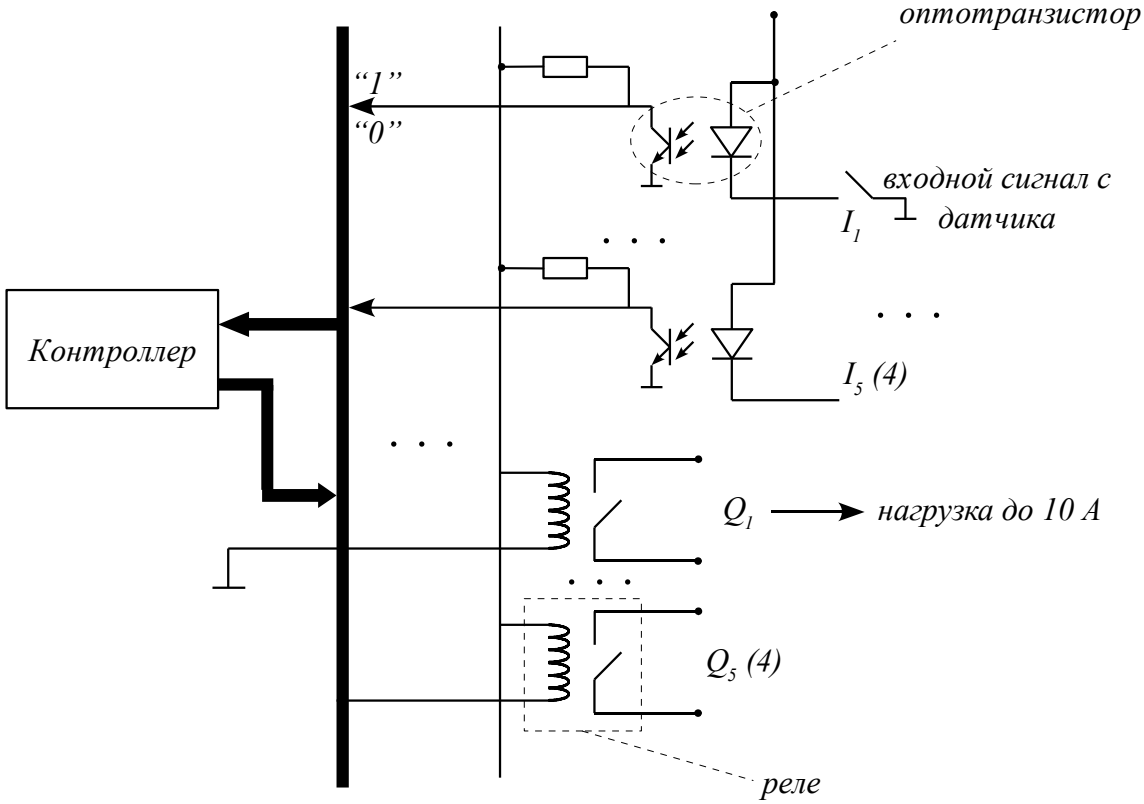
Модули ввода-вывода I-7000.

Это интеллектуальное устройство, которое имеет в своем составе контроллер, сторожевой таймер и другий схемы. Структура модуля можно разделить на две половинки. У всех модулей ввода-вывода левая сторона одинаковая и имеет следующую структуру.



У контроллера может быть либо одна входная шина (для приема входных сигналов и далее передачи по 485-ому интерфейсу) либо выходная шина (для выдачи управляющих сигналов на внешние устройства), либо одновременно две – входная и выходная.

Рассмотрим структура правой части модуля I-7065(D). D – признак присутствия индикации. Это модуль дискретного ввода-вывода (DI/DO).



Правая часть включает в себя следующие элементы: нижняя часть – это группа реле, их число соответствует числу дискретных выводов модуля; верхняя часть включает в себя оптотранзисторы (фотодиод и фототранзистор, электрически не связанные между собой) – для оптической развязки входных сигналов и сигналов в контроллере. На вход *Incom* подается подается положительное напряжение. Это напряжение может совпадать с напряжением питания модуля, либо отличаться.

Входные цепи работают следующим образом. Если на вход I_1 не подается земля, по диоду не протекает ток и следовательно транзистор закрыт. И по соответствующему входу на контроллер поступает высокое напряжение (“1”). Если I_1 соединен с землей, по диоду протекает ток, световой поток открывает транзистор и на входе контроллера логический ноль (“0”).

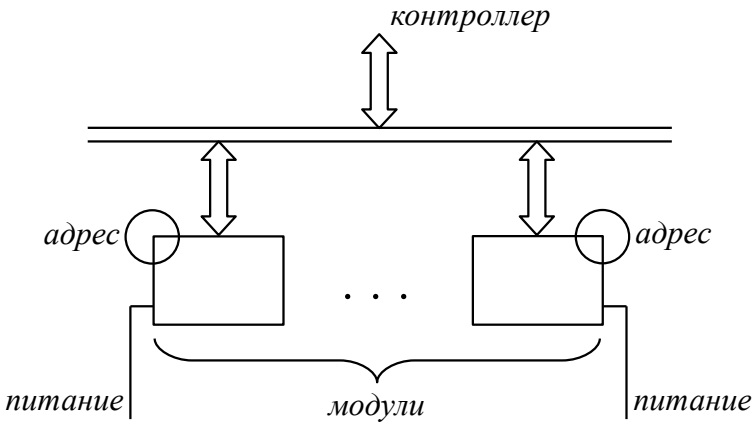
Модули подключаются к сети RS485. В верхней части может присутствовать PC, контроллер или конвертор RS232-RS485. В сети каждый модуль должен быть настроен так, чтобы ему был присвоен свой адрес (от 1 до 256) и скорость передачи данных (от 9600 до 115200 $^{бит}/_{сек}$). Существует специальная утилита (программа) для задания адреса и скорости и определения состояния входов-выходов модуля. На модули так же нужно подать питание. В контроллере модуля имеется порядка 20 команд с помощью которых отдельно от утилиты задавать или изменять параметры модуля.

В модулях поддерживается два типа сторожевых таймеров (“Watchdog”) – аппаратный и программный. Программный постоянно опрашивает шину 485-ого интерфейса и если обрыв сети (зависание контроллера, зависание ПО), то в этом случае выводы модуля переводяться в безопасное состояние. Аппаратный таймер следит за тем, что если присутствуют внешние помехи (высокие внешние импульсы, наводки), контроллер аналогично переводиться в безопасное состояние.

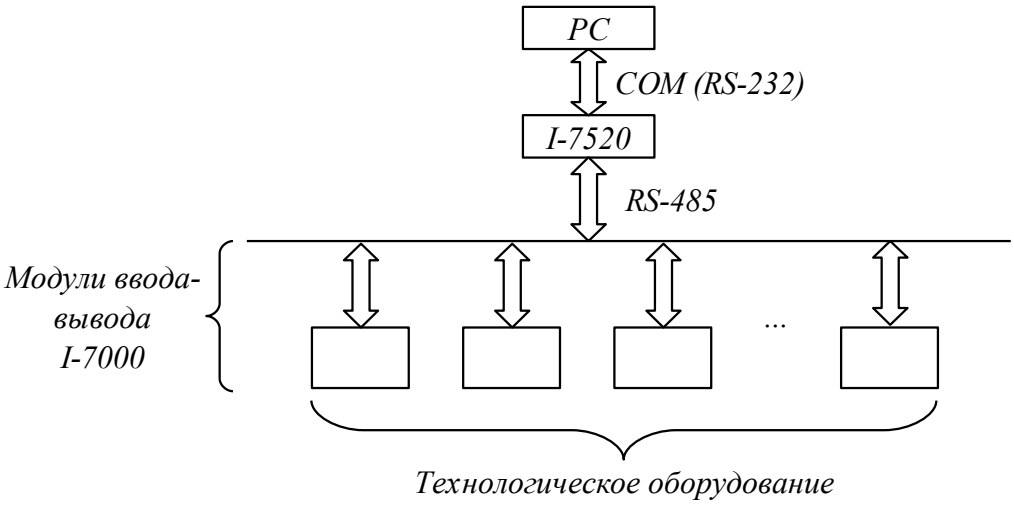
При настройке модулей можно задать следующее состояния выходов модулей:

- любое начальное состояние выходов модуля при подачи питания
- безопасное состояние выходов (все выходы – 0)

При срабатывании сторожевого таймера сигнальная лампочка, которая показывает включено питание или нет, начинает пульсировать (мигать). И тогда после устранения помех необходимо программно вывести модуль из режима сторожевого таймера.

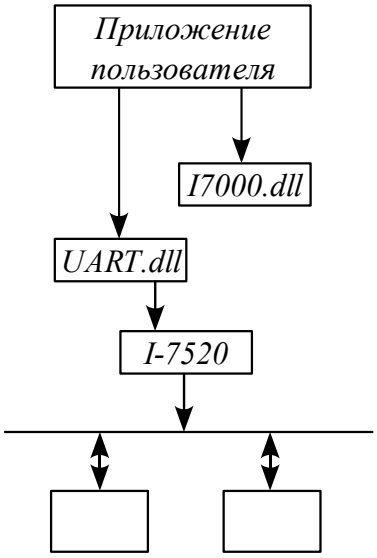


Структура промышленной сети с модулями ввода-вывода I-7000 имеет следующий вид:



Программа управления технологическим оборудованием храниться на персональном компьютере и может быть написана на любом универсальном языке программирования. Производители обеспечивают библиотеки (*.dll) для различных систем программирования. Причем работа с модулями ввода-вывода осуществляется при помощи двух библиотек: **UART.dll** и **I7000.dll**. Эти библиотеки подключаются к программе системы управления. Эти файлы копируются в директории **/windows/system32** и **/windows/system**.

Архитектура работа библиотек с приложениями пользователя следующая:



Однако такая структура используется для небольших независимых задач, где персональный компьютер используется только лишь для конкретной задачи управления. Обычно строят сеть с использованием программируемых логических контроллеров. В контроллере храниться программа управления, а в PC – отображается человеко-машинный интерфейс системы управления. Так же PC обрабатывает и накапливает данные о работе системы.

Дополнительно в серию I-7000 входят:

- модули радиомодемов (всего 4 вида)
- терминалы

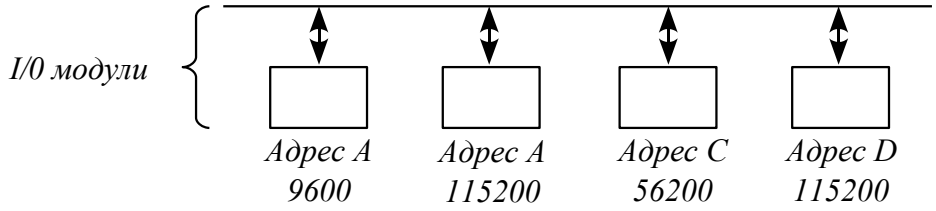
Характеристики радиомодемов:

Параметр\Модель	SST-900	SST-900EXT	SST-2400	SST-2400EXT
Диапазон несущих частот, МГц	902-928	902-928	2426-2460	2426-2460
Тип антенны	Внутренняя	Внешняя	Внутренняя	Внешняя
Дальность, км	0,2	1	0,3	1-5
Число радиоканалов	8			

Характеристики терминалов:

Параметр\Модель	DK-8070	DK-8070NK	DK-8072	DK8072NK
Разрешение экрана	4 строки по 20 символов			
Внутренняя память	Flash, до 2 Mb			
Интерфейс	RS-232/RS-485		RS-232	
Клавиатура, число клавиш	23-32			

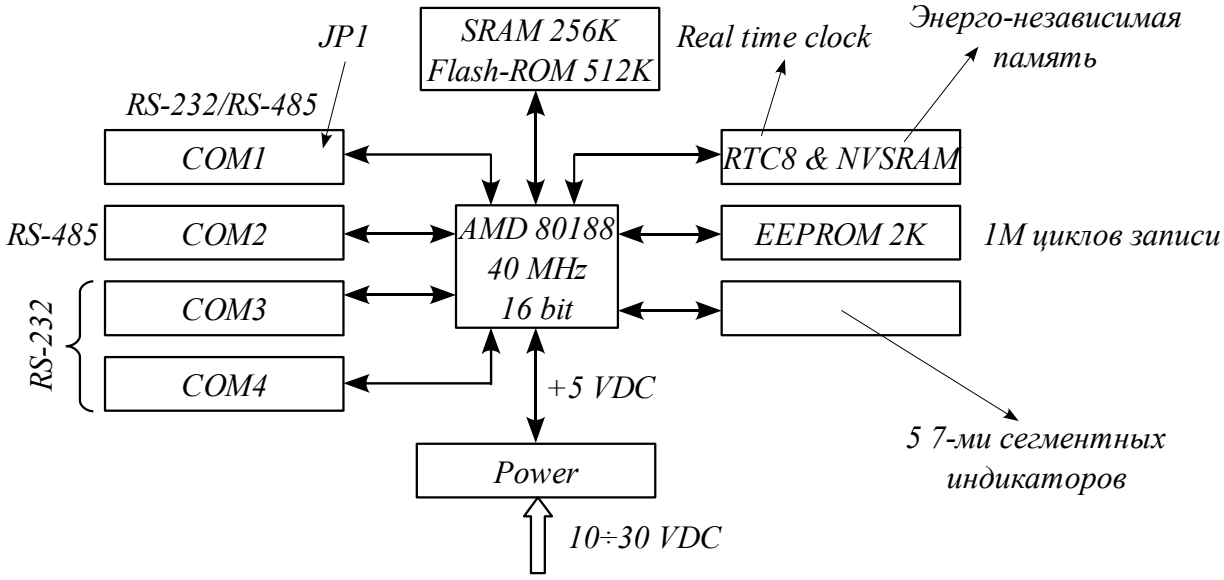
Замечание: при настройке адресов модулей и скорости передачи данных у модулей могут быть одинаковые адреса и разная скорость передачи данных, и наоборот.



Основу промышленных систем являются модули вода вывода, связанных с технологическим оборудованием, которое может находиться на удалении от управляющей системы.

Контроллеры I-7188

Структура контроллера:



По существу контроллер I-7188 представляет собой маленький PC-совместимый компьютер, где присутствует процессор AMD 80188, ОЗУ 256К, флеш память и др. устройства (см. структурную схему). В контроллер встроена операционная система ROM DOS, которая совместима с MS-DOS v6.2. Контроллер представляет собой внедряемый удаляемый контроллер за счет использования RS-485 интерфейса. ROM DOS работает на с жесткого диска, а с ROM диска, который защищен от записи. Разрабатывать программу для контроллера можно на персональном компьютере с помощью универсальных языков программирования использую соответствующие библиотеки.

На базе контроллера I-7188 строятся контроллеры ROBO-3140, Lagoon-3140. В ROBO-3140 встроена интегрированная среда программирования “Good Help”. Это набор программ, который обеспечивает:

- программирование контроллера на языке FBD
- создание человеко-машинного интерфейса с использованием разработанных примитивов
- при реальной работе имеется OPC-сервер, который связывает программу человеко-машинного интерфейса и программу, записанную в контроллере

В контроллере Lagoon-3140 также встроена среда разработки “Trace Mode”, которая поддерживает пять технологических языков программирования, включая FBD.

Назначение COM-портов

COM1 используется для реальной работы контроллера промышленной сети, когда в нем записана рабочая программа.

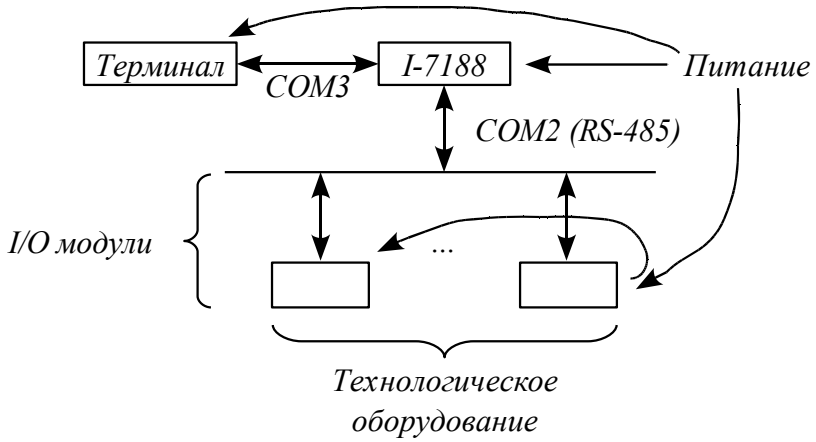
COM2 служит для подключение контроллера к технологическому оборудованию, но технологическое оборудование, подключаемое через модули ввода-вывода также подключается к COM2.

COM3 используется для подключения внешнего терминала.

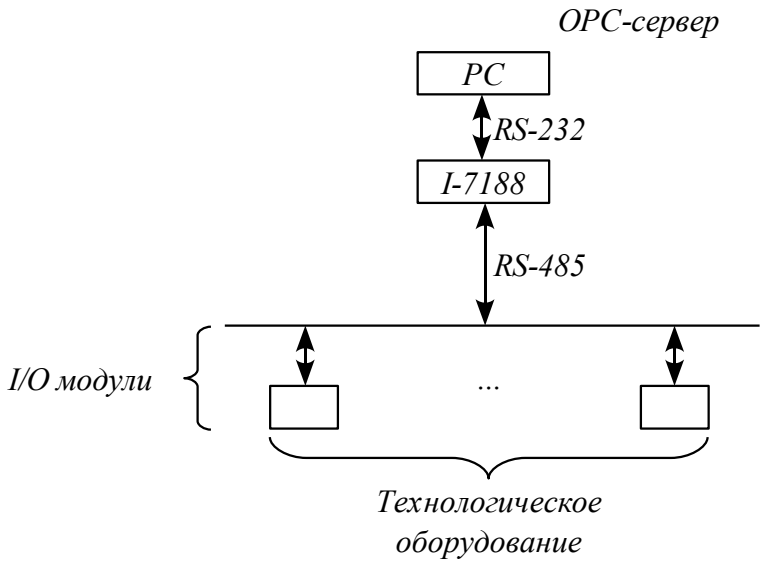
COM4 служит для программирования контроллера и отладки программы в режиме эмуляции.

Использование I-7188 в реальной работе:

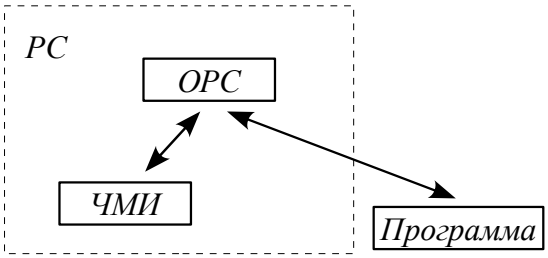
1)



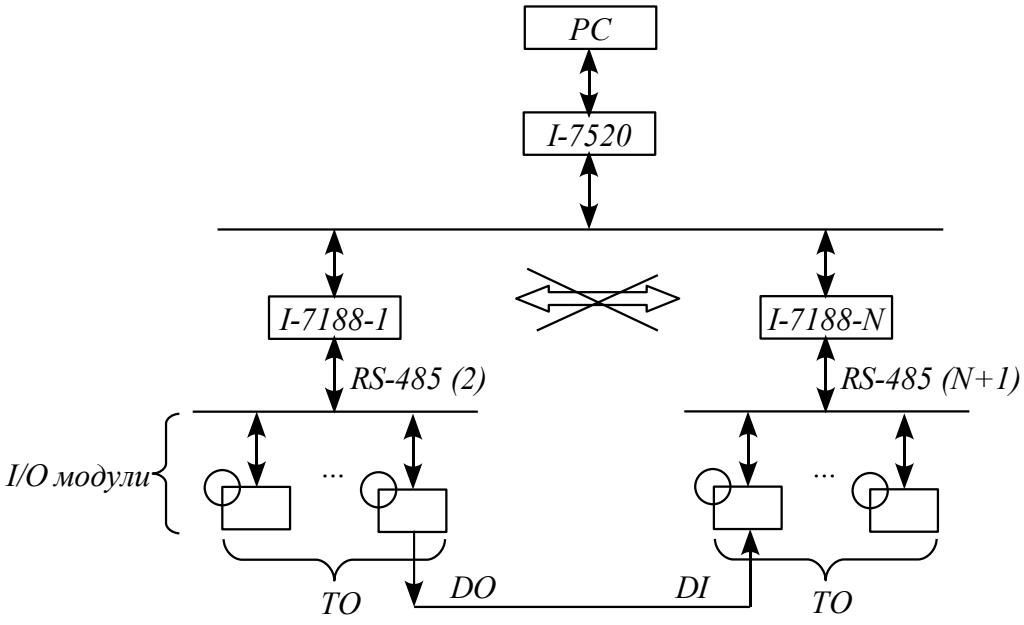
2)



В контроллере записана программа управления технологическим оборудованием, на компьютера создана программа человеко-машинного интерфейса, так же в персональном компьютере имеется программа OPC-сервера, который связывает различные приложения, в частности программу ЧМИ и программу контроллера через таблицу внешнего доступа.



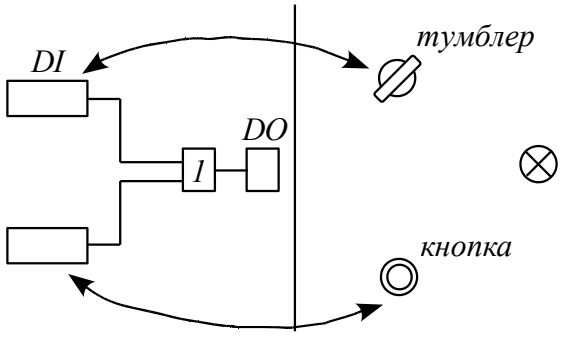
3)



В данной сети передавать динамические сигналы из одного контроллера в другой невозможно. Для контроллеров существует специальный интерфейс – CAN. Так же в данной сети обмен между управляющими модулями возможен только через модули ввода-вывода.

В отличие от контроллера Logo, при использовании блоков ввода-вывода в программе контроллера I-7188 мы должны настроить блоки ввода-вывода на номер физического адреса и контакты. При использовании ЧМИ следует различать внешние и внутренние входные и выходные сигналы.

Фрагмент программы PLC



Программное обеспечение контроллера I-7188

Можно использовать универсальный язык программирования. Однако для использования технологического языка программирования, нужно перейти к модификации I-7188, ROBO-3140, Lagoon 3140, в которую встроена интегрированная среда программирования. Так можно использовать только среду программирования контроллера I-3140.

Good Help состоит из 10 программ:EDChart, Wstation, OPC (для загрузки OPC-сервера), и т. д.

EDChart

В отличие от Logo, в этой среде используется только 1 язык программирования. после создания программы можно запустить пошаговое выполнения программы, либо непрерывное выполнение блоков. Все используемые элементы находяться в меню – блоки, очень большое разнообразие элементов (в 20 раз больше чем блоков). Из этой программы можно записать программу в контроллер. Защита программного обеспечения Good Help реализована следующим образом: каждый контроллер имеет свой код, и этот код при записи выводиться в виде данных.

Стоимость контроллеров

Тип PLC	**Среда разработки**	**Цена на PLC**	**Средняя цена**	**Цена на модули ввода-вывода**
I-7188	-	$200		$50-$200
ROBO-3140	Good Help	$300		$50-$200
Lagoon	Trace Mode	350	$100÷$1500	$50-$200
Adam	Genie Genesis		$800	$100÷$550

и т. д.

4. Промышленные сети. Основные понятия

В течении многих лет системы обмена данными строились по традиционной централизованной схеме, в которой имелось одно мощное вычислительное устройство и огромное количество кабелей, посредством которых оно подключалось к технологическому оборудованию (датчики, исполнительные механизмы и т. д.). Такая структура диктовалась высокой ценой вычислительных устройств и относительно низким уровнем автоматизации производства. Недостатки такой структуры следующие:

- большие затраты на кабельную сеть и вспомогательное оборудование
- сложный монтаж
- низкая надежность; проблемы при изменении технологического процесса, т. е. так называемая реконфигурация сети.

В настоящее время появилось более 100 различных типов промышленных сетей (ПС), причем технические и стоимостные различия (или параметры) настолько велики, что выбор оптимального решения для нужд конкретного производства является сложной технической задачей. Для современных промышленных сетей подчеркнем две особенности:

- распределенный характер интеллекта
- цифровой способ обмена данными между узлами

В таких сетях узлы располагаются максимально приближенно к конечным устройствам (объектам управления, технологическому оборудованию и т. д.), благодаря чему длина аналоговых линий сокращается до минимума. Каждый узел сети является интеллектуальным устройством и выполняет несколько функций:

- прием команд и данных от других узлов в сети
- съем данных с подключенных датчиков, которые в свою очередь подключены к узлу
- оцифровка полученных данных
- обработка технологического алгоритма
- выдача управляющих воздействий на подключенные исполнительные механизмы по команде другого узла или согласно технологическому алгоритму
- передача накопленной информации на другие узлы сети

Преимущества таких сетей можно разделить на 2 категории: экономический эффект и социальный эффект.

Для экономического эффекта: переход на цифровую передачу данных, что означает возможность замены километровых кабелей на витую пару. При этом такая ПС обеспечивает дополнительные преимущества по таким показателям как надежность, гибкость и эффективность, а это является приемлимым следствием к децентрализации таких сетей. Наиболее важным практическим следствием интеллектуальных возможностей конечных устройств является возможность осуществления удаленной параметризации и калибровки исполнительных устройств.

Для социального эффекта: выражается в качественно новых возможностях, которые предоставляют узлы таких сетей.

Существует 3 основных режима обмена данными, эффективность использования которых зависит от конкретной задачи.

1) Ведущий – ведомый. Здесь один из узлов ведущий и он последовательно опрашивает подключенные к нему узлы. В зависимости от содержания запроса, ведомый узел либо выполняет полученную команду, либо передает данные ведущему с подключенных устройств. Типичным примером такой сети являются сети PROFIBUS. Роли ведущего и ведомого в таких сетях жестко распределены и не меняются в процессе функционирования сети.

2) Клиент – сервер. Этот режим имеет много общего с первым режимом и используется в системах с гибким распределением функций. Здесь узел “клиент” запрашивает действие, а узел “сервер” их предоставляет. При этом клиент может

запрашивать несколько узлов, а сервер имеет несколько клиентов. Функции клиента и сервера могут совмещаться в одном узле. Примером является Foundation Fieldbus.

3) Режим "подписка". В этом режиме узел, который нуждается в регулярном поступлении какой либо информации подписывается на ее получение от другого узла, после чего регулярно получается данные без дополнительных запросов. При этом режим может иметь два варианта: в первом случае данные передаются циклически с определенным интервалом вне зависимости от динамики информации, во втором данные передаются только в случае их изменений. Этот режим также отражен в сетях Fieldbus.

Некоторые типы промышленных сетей

Выделяют:

- AS-интерфейс (Actuator/Sensor Interface)
- Протокол CAN
- Interbus
- PROFIBUS
- Fieldbus

1) AS-интерфейс. Был представлен в 1993 г. в виде концепции. Этот протокол поддерживается ведущими производителями средств АСУ, в том числе фирмами Siemens, Peppere Fuchs и др. Этот протокол относиться к класу конечных устройств и осуществляет непосредственную датчиков и исполнительных механизмов, при этом позволяя полностью исключить из АСУТП (автоматическая система управления технологическом производством) аналоговые линии, промежуточное и другое оборудование. Максимальное время опроса – 5-10 мс, т. е. сравнимо с цилом обработки программы в контроллере. Благодаря этому сети, на базе этого интерфейса активно применяются в распределенных системах реального времени (например в системах управления конвейерным производством). Первоначально данный протокол был ориентирован на работу с бинарными функциями, поэтому длина информационной посылки рекордно мала и составляет 4 вида. В новой редакции имеется возможность подключать к сети аналогичные датчики и поворотные сигналы. Максимальное количество узлов в такой сети – 62, максимальная длинна с использованием повторителей не более 300 метров. Данные и питающее напряжение передается по одной паре проводов.

2) Протокол CAN. Controller Area Network. Данный протокол определяет два первых уровня: физический и уровень доступа к среде передачи данных. С начала 90-х годов фирма BOSH разработала соответствующую спецификацию. На основе этого протокола реализовано огромное количество полнофункциональных сетей, в том числе SPS, CANOpen, DeviceNet и др. Количество узлов, которые работают на основе CAN исчисляется десятками миллионов, поэтому у каждого крупного производителя промышленных логических контроллеров есть изделия с CAN-интерфейсом. Основные достоинства:

- высокая скорость (до 1 Мбит)
- метод доступа CSMA/CA (не путать с CSMA/CD)
- возможность иметь в сети несколько ведущих устройств
- надежная система обнаружения и исправления ошибок

Метод доступа CSMA сочетает минимальную задержку передачи информации с эффективным арбитражом ситуации, когда несколько узлов начинают передавать одновременно. При этом гарантируется доставка сообщений. Примером применения таких сетей являются сети, реализованные в автомобилях Mercedes. Максимальное количество узлов – 64, максимальное расстояние – 500 метров. Длина информационной посылки – 8 бит.

3) Interbus. Разработано фирмой Phoenix Contact в 1984 г. Максимальное расстояние – до 13 км. Максимальное количество узлов – до 512. Расстояние между узлами – до 400 метров. Доступ к среде передачи данных в данной сети реализован по принципу суммирующего фрейма и обеспечивает гарантированное время передачи информации. Такие сети широко используются для компонентов, которые территориально разнесены на большие расстояния.

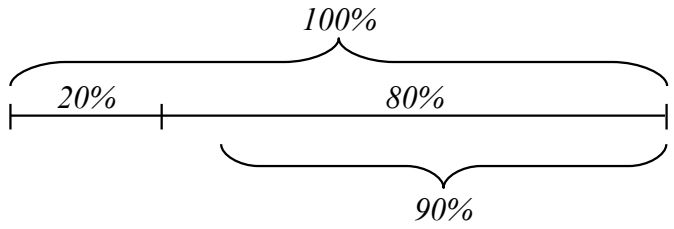
4) PROFIBUS. Основной разработчик – фирма Siemens (начало 90-х). Представляет собой семейство промышленных сетей, где на нижнем уровне применяется сеть – PROFIBUS-DP, которая обеспечивает высокоскоростной обмен данными между конечными устройствами. Протокол физического уровня соответствует стандарту RS-485.

Сети на базе интерфейсов RS-232 и RS-485 будут рассмотрены ниже.

5. Применение элементной базы К-МОП (комплементарный металл-окись проводник) в устройствах промышленной автоматизации

До недавнего времени в промышленных контроллерах применялись микросхемы на основе технологии ТТЛШ (транзисторно-транзисторная логика с диодами Шотке). В последние годы в связи с увеличением производства портативных персональных компьютеров исключительно используются микросхемы с К-МОП технологией. Как ТТЛШ так и К-МОП интегральные схемы имеют механизмы отказов, но эти механизмы различны. Анализ механизмов отказов в печатных платах показал следующее:

- приблизительно 20% возвращаемых по гарантии печатных плат являлись исправными. Эти печатные платы как правило имели неверно установленные перемычки или не верно программировались. Поэтому с пользователей взималась небольшая плата за проверку и тестирование и таким образом стимулировали пользователей к внимательному чтению руководства.
- из оставшихся 80% плат 90% отказало по причине не верной эксплуатации или аварии. Как правило, пользователь не может точно определить причины отказа самостоятельно.



- оставшиеся проценты плат имели неизвестные причины отказа и эти платы ремонтировались бесплатно

Наиболее распространенные причины отказов печатных плат связаны:

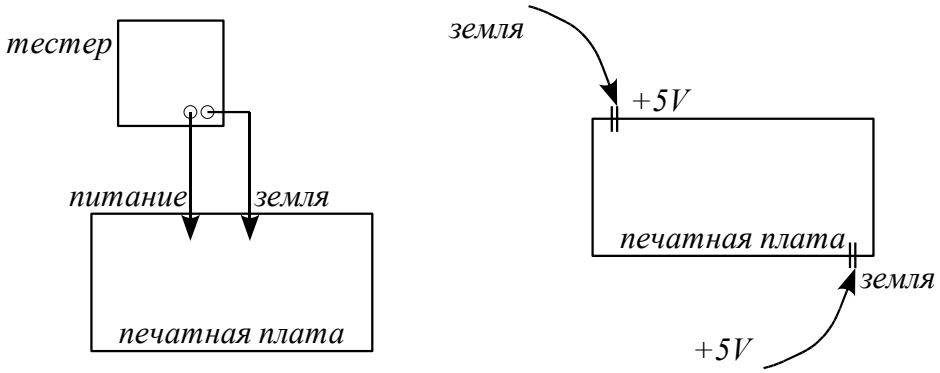
- с превышением допустимого напряжения питания
- воздействием статических разрядов
- повреждением последовательных или параллельных портов
- перегрузкой выходов по току
- неправильная эксплуатация плат на основе К-МОП, которая связана с нарушением последовательности подачи питающих напряжений.

Выделим следующие причины отказов устройств на основе К-МОП интегральных схем:

1) Одновременный отказ нескольких компонентов. Как показывает практика, вероятность случайного отказа даже одного компонента является не большой, так как среднее время наработки на отказ для К-МОП интегральных схем превышает 11 лет. Причем исследования, проведенные в течении 7 лет ни разу не выявили случая отказа нескольких компонентов одновременно. Поэтому одновременный выход из строя на плате нескольких компонентов является сигналом пользователю искать собственные ошибки в применении данного устройства.

2) Проверка “мертвых” плат. Для проверки полностью вышедшей из строя платы

существует простой но эффективный тест, который выявляет причины, связанные с перегрузкой по напряжению питания, либо ошибкой пользователя в полярности подключения питания, или другой “силовой” ситуации. Тест заключается в следующем – отсоединяем полностью проверяемую плату от системы, используем обычный цифровой измеритель сопротивления на пределе 2000 Ом и измеряем сопротивление между шинами питания и шиной земли. Затем меняем щупы прибора и измеряем обратное сопротивление. Если полученное соотношение сопротивлений 2:1 или больше, весьма вероятно, что имело место перегрузка по питанию, а наиболее распространенная причина – ошибка в полярности питания при подключении. Если плата была запитана напряженим обратной полярности или напряжением большей величины, то эта плата становится фактически не ремонтно пригодной. Даже замена всех неисправных компонентов платы не может гарантировать дальнейшую безопасную и безотказную работу. В таких платах другие компоненты могут быть частично повреждены или произошел запуск механизма отказа. При превышении заданного напряжения, К-МОП интегральные схемы выходят из строя в следующем порядке: программируемые логические матрицы, ПЗУ, микросхема центрального процессора. При этом температура корпуса вышедшей из строя интегральной схемы значительно увеличена. Обычно в этом случае перегревается только одна интегральная схема.



3) Последовательность подачи напряжения питания. Основная причина выхода из строя К-МОП интегральных схем ввода-вывода заключается в подаче сигналов на вход интегральной схемы при отключенном напряжении питания. В ТТЛШ микросхемах отсутствие подключение сигнала +5V на вход не вызывает никаких нежелательных результатов. Из-за конструктивных особенностей входных элементов К-МОП логики, происходит протекание тока через этот вход на общую шину питания всей платы. Так как большинство входов рассчитано на ток до 25 мА, то в этом случае происходит повреждение входной интегральной схемы. Даже если в этой ситуации не произошло разрушения входа (входной ток может быть ограничен) интегральная схема может быть разрушена при последующей подачи напряжения питания. Причиной этого разрушения является смещение элементов интегральной схемы входным током таким образов, что они начинают действовать как прямо-смещенные диоды при подачи напряжения питания. Эта причина является типичной для интегральных схем последовательных интерфейсов.

4) Применение источников питания настольных персональных компьютеров. Большинство из этих источников питания насчитаны на эксплуатацию со значительными нагрузками по +5V, до 20А и более. Ключевые источники питания обычно требуют не менее 20% нагрузки для правильной работы (4А и больше). Типичная интегральная схема К-МОП потребляет менее 2А и в этом случае портативный источник питания функционирует не должным образом. Мало кому известно, что выходное напряжение таких источников питания при этом смещается вплоть до 7V и имеет пульсацию напряжения от 7 до 8 V. Таким образом происходит перегрузка интегральных схем по питанию.

5) Отказы последовательных и параллельных интерфейсов. Иногда пользователи подключают устройство последовательного ввода и печатающие устройства к включенному microPC. Это может вызвать отказ по причине подачи по причине подачи напряжения питания (см. выше). Однако даже при подключении указанных устройств microPC с выключенным напряжением питания возможен другой механизм отказа. Так как некоторые устройства последовательного ввода и принтеры не имеют подключения единой цепи силового заземления и ток утечки может привести к появлению сигналов на портах последовательного и параллельного ввода на 20-40V выше уровня земли. Этот отказ не произойдет, если контакт заземления с microPC и общей шиной производиться первым. Отсюда следует одно из главных правил эксплуатации – никогда не следует производить каких либо подключений не полностью обесточенной аппаратуры к microPC.

6) Чрезвычайно длинные сигнальные провода. Еще одним источником отказа являются длинные провода на цифровых входах. При этом эти провода работают как антенны, которые принимают помехи. При подключении к ним сигнала в 5V появляются переходные импульсы, при этом наблюдаются субмикросекундные импульсы амплитудой 8V и более. Для решения этой проблемы следует подключить конденсатор (например емкостью 0,1 мкФ) параллельно входным контактам. При этом устраняются радиочастотные и другие высокочастотные наводки.

Практика

Лабораторные работы:

- научиться программировать контроллер Koyo
- работа с серией I-7000 с контроллером где есть система создания ЧМИ. В этой ИС есть язык программирования, система для создания ЧМИ и есть OPC-сервер.

Замечание по первой лабораторной работе. В заданную программу необходимо внести следующие изменения – преобразовать схему под пятую версию; ввести дополнительные входы, выходы текстовые сообщения и другие блоки специальных функций.

Список литературы.

1. Джон Пьюполло, «OLE – создание элементов управления», Киев, BHV, 1992
2. Олссон Г., Пиани Дж., «Цифровые системы автоматизации и управления. Невский диалект», 2001, 557 стр.
3. Петров И. В., «Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного программирования», Москва, Солон Пресс, 2004
4. Роберт К. и др., «Умный дом строим сами», Москва, Кудим-Образ, 2005, 385 стр.
5. Под редакцией У. Томпкинса, «Сопряжение датчиков и устройств ввода-вывода данных с компьютерами IBM PC», Москва, Мир, 1992, 700 стр.