

Министерство образования и науки Республики Казахстан
Карагандинский государственный технический университет

Утверждаю
Первый проректор

_____ 2007г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ

по дисциплине: Промышленные контроллеры
(код и наименование дисциплины)

для студентов специальностей 050718 – Электроэнергетика,
050702 - Автоматизация и управление
(шифр и наименование специальности)

Факультет электромеханический
Кафедра Автоматизации производственных процессов им.В.Ф.Бырьки

Предисловие

Учебно-методический комплекс дисциплины преподавателя разработан:
Андреевым Егором Вячеславовичем, ст. преподавателем кафедры АПП

Обсужден на заседании кафедры _____ АПП
(наименование кафедры)

Протокол № _____ от " ____ " _____ 200_г

Зав. кафедрой АПП

проф., д.т.н. _____ Брейдо И.В. « ____ » _____ 200_г.
(подпись)

Одобрено методическим бюро факультета _____ ЭМФ
(наименование факультета)

Протокол № _____ от « ____ » _____ 200_г.

Председатель

_____ Умбеталин Т.С. « ____ » _____ 200_г.
(подпись)

Одобрено учебно-методическим советом

Протокол № _____ от « ____ » _____ 200_г.

1 Рабочая учебная программа

1.1 Сведения о преподавателе и контактная информация

Андреев Егор Вячеславович, ст. преподаватель кафедры АПП КарГТУ.

Кафедра АПП им.В.Ф.Бырки находится в главном корпусе КарГТУ, 131 аудитория, контактный телефон: 56-51-84 (кафедра), 56-53-25 (4 корпус 106 ауд.), электронный адрес преподавателя: keeper1@pochta.ru.

1.2 Трудоемкость дисциплины

Очная форма обучения

Семестр	Количество кредитов	Вид занятий					Количество часов СРС	Общее количество часов	Форма контроля
		количество контактных часов			количество часов СРС	всего часов			
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия					
5	3	15	15	15	45	45	45	135	Экзамен, КП

Заочное/Заочное отделение, сокращенный срок обучения/ 2-е высшее

Семестр	Количество кредитов	Вид занятий					Количество часов СРС	Общее количество часов	Форма контроля
		количество контактных часов			количество часов СРС	всего часов			
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия					
8/6/4	3	6/6/6	6/4/4	6/6/6	–	16	117/119/119	135	Экзамен, КП

1.3 Характеристика дисциплины

Дисциплина "Промышленные контроллеры" является одной из профилирующих для студентов специальностей 050702 "Автоматизация и управление" в соответствии с Государственным стандартом ГОСО РК и согласно учебного плана специальности входит в число обязательных.

1.4 Цель дисциплины

Целью изучения данной дисциплины является:

- изучить задачи, решаемые промышленным контроллером в системах автоматизированного управления технологическим процессом.
- изучить архитектуру и состав типовых серий промышленных контроллеров;
- приобрести практические навыки в использовании промышленных контроллеров в реализации типовых средств технологического контроля и управления;
- иметь представление о тенденциях развития современных мультипроцессорных систем управления объектами САУ ТП.

1.5 Задачи дисциплины

Задачи дисциплины: формировать у специалиста твердые основы знаний, высокую математическую культуру и практические навыки, достаточные для успешной производственной деятельности и позволяющие ему самостоятельно осваивать новые необходимые знания и достижения в области программирования и решения инженерных задач.

В результате изучения данной дисциплины студенты должны:

иметь представление:

- об устройстве и составе типовых серий серий промышленных контроллеров;
- архитектуре и структуре промышленных контроллеров (ПК), их классификацию и маркировку, применение в САУ ТП;
- об использовании распределённых систем контроля и управления на базе промышленных контроллеров в реализации типовых средств технологического контроля и управления;
- о тенденциях развития современных мультипроцессорных систем управления объектами САУ ТП.

знать:

- номенклатуру семейств контроллеров, выпускаемых в настоящее время фирмами - поставщиками компонентов для систем промышленной автоматизации;
- архитектуру и программирование промышленных контроллеров;
- состав и назначение основных компонентов автоматизации технологических процессов на базе промышленных контроллеров;
- аппаратные и инструментальные средства отладки программного обеспечения промышленных контроллеров.

уметь:

- производить выбор управляющих контроллеров по требованиям, предъявляемым к автоматизируемому технологическому процессу;
- определять структуру и производить выбор средств сопряжения контроллера с измерительными датчиками и исполнительными механизмами;
- осуществлять выбор технических и программных средств передачи данных на «верхний» уровень САУ ТП.

приобрести практические навыки в работе с инструментальными и аппаратными средствами тестирования и отладки программного обеспечения промышленных контроллеров в реализации САУ ТП на их базе.

1.6 Пререквизиты

Для изучения данной дисциплины необходимо усвоение следующих дисциплин (с указанием разделов (тем)):

№	Дисциплина	Наименование разделов (тем)
1	2	3
1	Математика	Основы математического анализа, операционное исчисление.
2	Электроника	Основные электронные схемы, функциональные преобразователи, импульсная техника
3	Микропроцессорная техника	Состав и архитектура микропроцессорных систем. Программирование микропроцессоров.
4	Информатика	Системы счисления, блок-схемы алгоритмов

1.7 Постреквизиты

Знания, полученные при изучении дисциплины «Промышленные контроллеры», используются при освоении следующих дисциплин: «Микропроцессорные комплексы в системах управления», «Программное обеспечение микропроцессорных систем».

1.8 Содержание дисциплины

1.8.1 Содержание дисциплины по видам занятий и их трудоемкость Очная\заочная формы обучения

Наименование раздела, (темы)	Трудоемкость по видам занятий, ч.				
	лекции	практические	лабораторные	СРСП	СРС
Лекция 1. Введение. Применение для особых условий. Аппаратная и программная реализация. Прогноз развития систем на основе ПЛК.	1\0,5	1\–	1\0,5	2\–	2\12
Лекция 2. Что такое ПЛК? Классификация микропроцессорных ПТК. Контроллер на базе ПК. Локальный ПЛК. Сетевой комплекс контроллеров. РСУ малого масштаба. Полномасштабные РСУ.	2\0,5	2\–	2\0,5	4\–	4\16
Лекция 3. Дискретные входы. Работа ПЛК с аналоговыми сигналами. Специальные входы. Возможности дискретного выхода. Подключение мощной нагрузки. Отличие ПЛК от компьютеров.	2\1	2\1	2\1	4\–	4\16
Лекция 4. Промышленная шины, способы реализации в АСУ ТП. Представление интерфейсов последовательной передачи данных АСУ ТП. Электрическая среда. Физическая среда. Температура окружающей среды.	2\1	2\1	2\1	4\–	4\14
Лекция 5. Обзор технических средств реализации популярных промышленных сетей Profibus, CAN, DeviceNet, CANopen, Interbus, AS-Interface, ControlNet, Foundation Fieldbus и типовые области их применения.	2\1	2\1	2\1	4\–	4\16
Лекция 6. О стандарте IEC 61131-3. Стандартные операторы IEC языков. Язык программирования Instruction List. Язык программирования Quick Ladder Diagram. Язык программирования Functional Block Diagram. Язык Structured Text. Язык Sequential Function Charts.	2\1	2\1	2\1	4\–	4\16

Наименование раздела, (темы)	Трудоемкость по видам занятий, ч.				
	лекции	практические	лабораторные	СРСП	СРС
Лекция 7. Обзор основных характеристик промышленных логических контроллеров фирмы TREI, их и возможности. Описание, работа и назначение. Область применения. Состав. Варианты компоновки. Описание и работа модулей. Описание и работа мезонин-модулей.	2\0,5	2\–	2\0,5	4\–	4\14
Лекция 8. Логические модули LOGO!. Программирование с клавиатуры. Программирование с помощью карты памяти. Программирование с помощью LOGO! Soft Comfort	2\0,5	2\–	2\0,5	4\–	4\15
ИТОГО:	15\6	15\4	15\6	30\–	45\119

1.8.2 Тематика курсовых работ (проектов):

Проектирование систем логического управления технологическими процессами.

1.9 Список основной литературы

1. Густав Олссон, Джангуидо Пиани. Цифровые системы автоматизации и управления. — СПб.: Невский Диалект, 2001.-557 с.: ил.
2. Г.Н.Горбачев, Е.Н. Чаплыгин. Промышленная электроника. Для студентов вузов/Под ред. В.А. Лабунцова. – М.: Энергоатомздат, 1988. – 320 с.: ил.
3. Аристова, Н. И. Промышленные программно-аппаратные средства на российском рынке АСУТП [Текст] : научное издание / Н.И. Аристова, А.И. Корнеева. - М. : Научтехлитиздат, 2001. - 402 с. - Загл. обл. : Промышленные программно-аппаратные средства на отечественном рынке АСУТП.
4. Гелль, П. Электронные устройства с программируемыми компонентами [Текст] : пер. с фр. / П. Гелль. - М. : ДМК Пресс, 2001. - 176 с. : ил.

1.10 Список дополнительной литературы

5. Гаврилов П.Д., Гимельштейн Л.Я., Медведев А.Е. Автоматизация производственных процессов. Учебник для вузов. М.: Недра, 1985, 215с.
6. Рекомендации по выбору и применению современных средств телемеханики с программируемой логикой при модернизации энергетических объектов [Текст], ОАО "Фирма по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электростанций и сетей ОРГРЭС". - М. : СПО ОРГРЭС, 2000. - 42 с
7. Логические модули LOGO!: Siemens. Микросистемы – 2003. – 30с.
8. TREI – 5B-02, Техническое руководство по эксплуатации устройства. TREIGmbH. - 2002. – 80с.
9. Сичкоренко А.В. Лабораторно-практический комплекс (ЛПК) «LOGO!». КарГТУ, кафедра АПП.: 2005 – 118с.
10. ISaGRAF. Version 3.4. Руководство пользователя. CJ INTERNATIONAL.:Перевод Науцилус, М.: НИИЯФ МГУ.2000г. 439с.

1.11 Критерии оценки знаний студентов

Экзаменационная оценка по дисциплине определяется как сумма максимальных показателей успеваемости по рубежным контролям (до 50%) и итоговой аттестации (экзамену) (до 50%) и составляет значение до 100% в соответствии с таблицей.

Оценка по буквенной системе	Баллы	%-ное содержание	Оценка по традиционной системе
A	4,0	95-100	Отлично
A-	3,67	90-94	
B+	3,33	85-89	Хорошо
B	3,0	80-84	
B-	2,67	75-89	
C+	2,33	70-74	Удовлетворительно
C	2,0	65-69	
C-	1,67	60-64	
D+	1,33	55-59	
D	1,0	50-54	
F	0	0-49	Неудовлетворительно

Рубежный контроль проводится на 5-й, 10-й и 15-й неделях обучения и складывается исходя из следующих видов контроля:

Вид контроля	%ое содержание	Академический период обучения, неделя															Итого, %	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
Посещаемость	15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15	
Лаб. работы	20		3		3		3		3			3					5	20
СРСП	10			2			2			2			2		2		10	
Модуль	15					5					5						5	15
Экзамен	40																40	
Всего	100	1	4	3	4	6	6	1	4	3	6	5	2	1	3	11	60	

Продолжение приложения В

1.12 Политика и процедуры

При изучении дисциплины «Промышленные контроллеры» прошу соблюдать следующие правила:

1. Не опаздывать на занятия.
2. Не пропускать занятия без уважительной причины, в случае болезни прошу предоставлять справку, в других случаях – объяснительную записку.
3. Быть подготовленным: на лекционных занятиях по материалам предыдущих лекций, на СРСП – по поставленным вопросам, на лабораторных занятиях – знать цели и ход выполнения текущей работы.
4. Аккуратно вести конспект лекций, оформлять лабораторные работы в соответствии с правилами и требованиями КарГТУ.
5. Активно участвовать в учебном процессе.
6. Быть терпимыми, открытыми, откровенными и доброжелательными к сокурсникам и преподавателям.

1.13 Учебно-методическая обеспеченность дисциплины

Ф.И.О автора	Наименование учебно-методической литературы	Издательство, год издания	Количество экземпляров	
			в библиотеке	на кафедре
Основная литература				
Г.Н.Горбачев, Е.Н. Чаплыгин.	Промышленная электроника. Для студентов вузов	М.: Энергоатомздат, 1988.	5	3
Аристова Н. И.	Промышленные программно-аппаратные средства на российском рынке АСУТП	Научтехлитиздат, 2001.	7	–
Гелль, П.	Электронные устройства с программируемыми компонентами	М. : ДМК Пресс, 2001.	5	–

Дополнительная литература				
Гаврилов П.Д., Гимельштейн Л.Я., Медведев А.Е.	Автоматизация производственных процессов. Учебник для вузов.	М.: Недра, 1985	–	1
Фирма SIEMENS	Логические модули LOGO!: Siemens.	Siemens. Микросистемы, 2003	–	6
TREIGmbH	Техническое руководство по эксплуатации устройства.	TREIGmbH. 2002	–	5
CJ INTERNATIONAL, Перевод Науцилус	ISaGRAF. Version 3.4. Руководство пользователя.	М.: НИИЯФ МГУ.2000г	–	2
Сичкоренко А.В.	Лабораторно-практический комплекс (ЛПК) «LOGO!» по изучению ПЛК LOGO! фирмы SIEMENS	КарГТУ, Кафедра АПП 2005	–	4

2 График выполнения и сдачи заданий по дисциплине

Вид контроля	Цель и содержание задания	Рекомендуемая литература	Продолжительность выполнения, ч.	Форма контроля	Срок сдачи
Лабораторная работа № 1	Построение простейших комбинационных устройств	Сичкоренко А.В. Лабораторно-практический комплекс (ЛПК) «LOGO!». КарГТУ, кафедра АПП.: 2005 – 118с.	2	Отчет по лабораторной работе	2 неделя обучения
Лабораторная работа № 2	Применение специальных функций LOGO! при проектировании систем промышленной автоматизации	Сичкоренко А.В. Лабораторно-практический комплекс (ЛПК) «LOGO!». КарГТУ, кафедра АПП.: 2005 – 118с.	2	Отчет по лабораторной работе	4 неделя обучения
Лабораторная работа № 3	Проектирование системы логического управления электронным имитатором компрессорной установки	Сичкоренко А.В. Лабораторно-практический комплекс (ЛПК) «LOGO!». КарГТУ, кафедра АПП.: 2005 – 118с.	2	Отчет по лабораторной работе	6 неделя обучения
Лабораторная работа № 4	Проектирование системы логического управления виртуальным имитатором водотливной установки	Гаврилов П.Д., Гимельштейн Л.Я., Медведев А.Е. Автоматизация производственных процессов. Учебник для вузов. М.: Недра, 1985, 215с.	2	Отчет по лабораторной работе	8 неделя обучения
Лабораторная работа № 5	Проектирование систем логического управления технологическими процессами	Сичкоренко А.В. Лабораторно-практический комплекс (ЛПК) «LOGO!». КарГТУ, кафедра АПП.: 2005 – 118с. Густав Олссон, Джангуидо Пиани. Цифровые системы автоматизации и управления. — СПб.: Невский Диалект, 2001.-557 с.: ил.	7	Отчет по лабораторной работе	15 неделя обучения

3 Конспект лекций

Лекция 1

План лекции: 1) Введение. 2) Применение для особых условий. 3) Аппаратная и программная реализация. 4) Прогноз развития систем на основе ПЛК

1.1 Введение

ПЛК представляют собой устройство, предназначенное для сбора, преобразования, обработки, хранения информации и выработки команд на индикацию управления. Они реализованы на базе микропроцессорной техники и работают в локальных и распределенных системах управления в РВ в соответствии с заданной программой. По техническим возможностям, которые определяют уровень решаемых задач, ПЛК делятся на классы: нано-, микро-, малые, средние и большие. Первоначально они предназначались для замены релейно-контактных схем, собранных на дискретных компонентах - реле, счетчиках, таймерах, элементах жесткой логики.

Программируемые логические контроллеры - это специальные микрокомпьютеры, предназначенные для выполнения операций переключения в условиях современного производства. Сегодня на рынке существуют тысячи разнообразных моделей ПЛК, которые различаются не только техническими характеристиками (размером памяти, мощностью вычислительного блока, числом каналов ввода/вывода), но и функциональными возможностями.

Основные операции ПЛК соответствуют комбинационному управлению логическими схемами. Эти устройства генерируют выходные сигналы «включить/выключить» для управления исполнительными механизмами (электродвигателями, клапанами) на основании результатов обработки сигналов, полученных от датчиков либо устройств верхнего уровня. Кроме того, современные логические контроллеры выполняют и другие операции, например, совмещают функции счётчика и интервального таймера, обрабатывают задержку сигнала и т.д.

Первые ПЛК были предназначены только для простых последовательных операций с двоичными сигналами (откуда и произошло название). Небольшие ПЛК предназначены в основном для замены реле и имеют некоторые дополнительные функции - счётчиков и таймеров (в последнее время выделяются в отдельный класс пикоконтроллеров).

Более сложные контроллеры обрабатывают аналоговые сигналы, производят математические операции и содержат контуры управления обратной связи (например, ПИД-регуляторы).

Главное преимущество ПЛК, обусловившее их широчайшее распространение - то, что компактная схема смогла заменить десятки реле. Другое преимущество этих устройств - функции логических контроллеров реализуются программно, а не аппаратно, что позволяет адаптировать их к работе в новых условиях с минимальными усилиями. Ряд дополнительных функций, которыми обладают современные ПЛК, привели к практически полному пе-

реходу систем автоматизации на базу контроллеров, без которых сегодня сложно представить любую АСУ ТП.

1.2 Применение для особых условий

Конструктивно ПЛК приспособлены для работы в типовых промышленных условиях, с учётом уровней сигналов, гермо- и влагостойкости, ненадёжности источников питания, а также механических ударов и вибраций. С этой целью аппаратная часть заключается в прочный корпус, минимизирующий негативное влияние ряда производственных факторов. Контроллеры также содержат специальные интерфейсы для согласования и обработки различных типов и уровней сигналов. Расширение возможностей ПЛК привело к тому, что их всё чаще применяют в устройствах ввода/вывода, входящих в состав интегрированных систем управления - на уровнях локального управления и управления процессом.

В системах промышленной автоматики контроллер должен работать в режиме реального времени. Кроме того, необходимым условием является формирование управляющего сигнала за отрезок времени, который делает управление адекватным и действенным. Ввод и обработка внешних сигналов осуществляется в ПЛК двумя способами - по опросу или по прерыванию. Основной недостаток опроса - опасность потери некоторых внешних событий. Управление по прерываниям сложнее для программирования, но риск пропустить какое-либо внешнее событие в несколько раз меньше.

1.3 Аппаратная и программная реализация

Структурно любой ПЛК состоит из нескольких блоков, которые функционируют следующим образом. Сначала входные сигналы поступают в регистр буферной памяти контроллера. Аппаратно этим занимается процессор ПЛК во взаимодействии с памятью данных. Результат может быть либо сохранён в памяти, либо направлен на выход.

ПЛК без базового и адаптационного программного обеспечения - это «железо», которое само по себе неспособно участвовать в управлении технологическим процессом - производить сбор данных, осуществлять выдачу управляющих сигналов на исполнительные механизмы. Для этого контроллер должен быть запрограммирован на осуществление именно тех функций, которые будут необходимы в данном случае. При выборе внешних устройств реализации предпочтение отдаётся применению ПК.

1.4 Прогноз развития систем на основе ПЛК

Дальнейшее развитие ПЛК идёт как по пути увеличения быстродействия и числа функций этих устройств, так и по их специализации. Ещё одним направлением является тенденция к стандартизации оборудования различных производителей, особенно в сфере коммуникаций и средств программирования контроллеров. Поэтому важно быть в курсе последних новинок в этой отрасли - современному ПЛК вполне по силам заменить десяток своих пред-

шественников десятилетней давности - как они когда-то смогли заменить сотни реле.

Контрольные вопросы к лекции №1

1.1 Что такое ПЛК?

1.2 Каковы основные операции ПЛК?

1.3 Для работы в каких условиях приспособлены ПЛК?

1.4 Как функционирует ПЛК?

1.5 Каков прогноз развития ПЛК?

Упражнения к лекции №1

1. **Задание:** Проверить значение аналогового сигнала (переменная *signal* которая может принимать значения 0 или 1 или 2), чтобы установить один из 3 булевских выходов. Проверка "равно 0" делается оператором *JMPC*.

Решение:

```
Start:  LD    signal (* помещаем переменную signal со значением 0, 1 или 2
в регистр*)
        BOO    (* превращение в boolean *)
        JMPC  test1 (*если signal ≠ 0 тогда переходим на метку test1*)
        LD    true (* помещаем булевское значение true в регистр*)
        ST    bo0 (*устанавливаем первый дискретный выход bo0 в значе-
ние true *)
        JMP   end  (* переходим на конец программы*)
test1:  LD    signal (* помещаем переменную signal со значением 1 или 2 в
регистр*)
        SUB   1    (* уменьшаем (вычитая 1) переменную signal: теперь ее
значение 0 или 1 *)
        BOO    (* превращение в boolean *)
        JMPC  test2 (*если signal ≠ 0 тогда переходим на метку test2*)
        LD    true (* помещаем булевское значение true в регистр*)
        ST    bo1 (*устанавливаем второй дискретный выход bo1 в значе-
ние true *)
        JMP   end  (*переходим на конец программы*)
test2:  LD    true (* последняя возможность, если переменная signal была
равна 2*)
        ST    bo2 (*устанавливаем третий дискретный выход bo3 в значе-
ние true*)
        end:  (* конец IL программы*)
```

1.6 **Задание:** Проверить значение аналогового селектора (0 или 1 или 2) чтобы установить только один из 3 булевских выходов. Проверка "равно 0" делается *JMPC* оператором:

Решение:

```
JMРех:  LD    selector(* selector равен 0 или 1 или 2 *)
        BOO    (* превращение в boolean *)
        JMPC  test1 (* if selector = 0 then *)
        LD    true
        ST    bo0 (* bo0 := true *)
        RET   (* end - return 0 *)
        (* уменьшить selector *)
test1:  LD    selector
```

```

SUB 1 (* selector теперь 0 или 1 *)
BOO (* превращение в boolean *)
JMPC test2 (* if selector = 0 then *)
LD true
ST bo1 (* bo1 := true *)
LD 1 (* загрузить действительное значение selector *)
RET (* end - return 1 *)
(* последняя возможность *)
test2: RETNC (* возвращает если selector содержит *)
(* неправильное значение *)
LD true
ST bo2 (* bo2 := true *)
LD 2 (* загрузить действительное значение selector *)
(* конец - возврат 2 *)

```

Литература

1. Густав Олссон, Джангуидо Пиани. Цифровые системы автоматизации и управления. — СПб.: Невский Диалект, 2001.-557 с.: ил.
2. Г.Н.Горбачев, Е.Н. Чаплыгин. Промышленная электроника. Для студентов вузов/Под ред. В.А. Лабунцова. – М.: Энергоатомздат, 1988. – 320 с.: ил.
3. Аристова, Н. И. Промышленные программно-аппаратные средства на российском рынке АСУТП [Текст] : научное издание / Н.И. Аристова, А.И. Корнеева. - М. : Научтехлитиздат, 2001. - 402 с. - Загл. обл. :

Лекция 2

План лекции: 1) Что такое ПЛК? 2) Классификация микропроцессорных ПЛК. 3) Контроллер на базе ПК. 4) Локальный ПЛК. 5) Сетевой комплекс контроллеров. 6) РСУ малого масштаба. 7) Полномасштабные РСУ.

2.1 Что такое ПЛК?

Контроллер это мозг любой автоматической машины, обеспечивающий ее логику работы. Например, контроллер системы впрыска топлива автомобилей, контроллер управления лифтом, автоматом сборки часов, стиральной машиной и т.д. Естественно чем сложнее логика работы машины, тем «умнее» должен быть контроллер. Технически контроллеры реализуются по-разному. Это может быть механическое устройство, пневматический или гидравлический автомат, релейная или электронная схема, или даже компьютерная программа.

Часто, контроллер встроен в конкретную машину и обладает жесткой логикой работы, заложенной при изготовлении. Проектирование таких контроллеров окупается только для изделий выпускаемых значительным тиражом. При создании машин занятых в сфере промышленного производства, как правило, приходится иметь дело не более чем с единицами однотипных устройств. Кроме того, очень существенной здесь является возможность быстрой перенастройки оборудования на выпуск другой продукции. Для уникальных проектов, мелкосерийных изделий и опытных образцов также желательно иметь универсальный свободно программируемый контроллер.

Идея создания программируемых логических контроллеров (ПЛК) родилась практически сразу с появлением микропроцессора. ПЛК представляет собой вычислительную машину, имеющую некоторое множество входов и множество выходов (рисунок 2.1). Контроллер отслеживает изменение входов и вырабатывает программно определенное воздействие на выходах. Обладая памятью, ПЛК способен реагировать по-разному, в зависимости от предыстории. Такая модель соответствует широко известным конечным автоматам. Однако возможности управления по времени, развитые вычислительные способности, включая цифровую обработку сигналов, поднимают ПЛК на более высокий уровень.

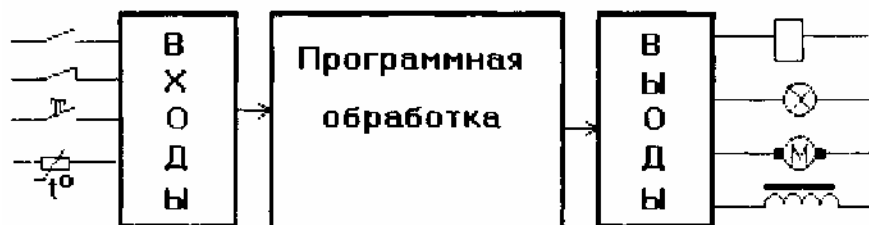


Рисунок 2.1 – Схематичное изображение контроллера

ПЛК ориентированы на длительную работу в условиях промышленной среды. Это обуславливает определенную специфику схемотехнических решений и конструктивного исполнения.

Хороший ПЛК обладает мощной, совместимой и интуитивно понятной системой программирования, удобен в монтаже и обслуживании, обладает высокой ремонтнопригодностью, имеет развитые средства самодиагностики и контроля правильности выполнения прикладных задач, средства интеграции в единую систему, надежен и неприхотлив. Как и для любой ответственной техники, важна организация службы сервиса изготовителя. Необходимо иметь реальную возможность получения бесплатной консультации и оперативной помощи непосредственно от разработчиков ПЛК, а не «авторизованных специалистов».

2.2 Классификация микропроцессорных ПТК

Все выпускаемые универсальные микропроцессорные ПТК подразделяются на классы, каждый из которых выполняет определенный набор функций. Рассмотрим ПТК, начиная с простейшего класса, минимального по функциям и объему автоматизируемого объекта, и кончая классом, который может охватывать задачи планирования и технического управления на всем предприятии (рисунок 2.2):

1. Контроллер на базе ПК (PC based Control);
2. Локальный ПЛК (PLC);
3. Сетевой комплекс контроллеров (PLC, Network);
4. PCY малого масштаба (DCS, Smoller Scale);
5. Полномасштабные PCY (DCS, Full Scale).

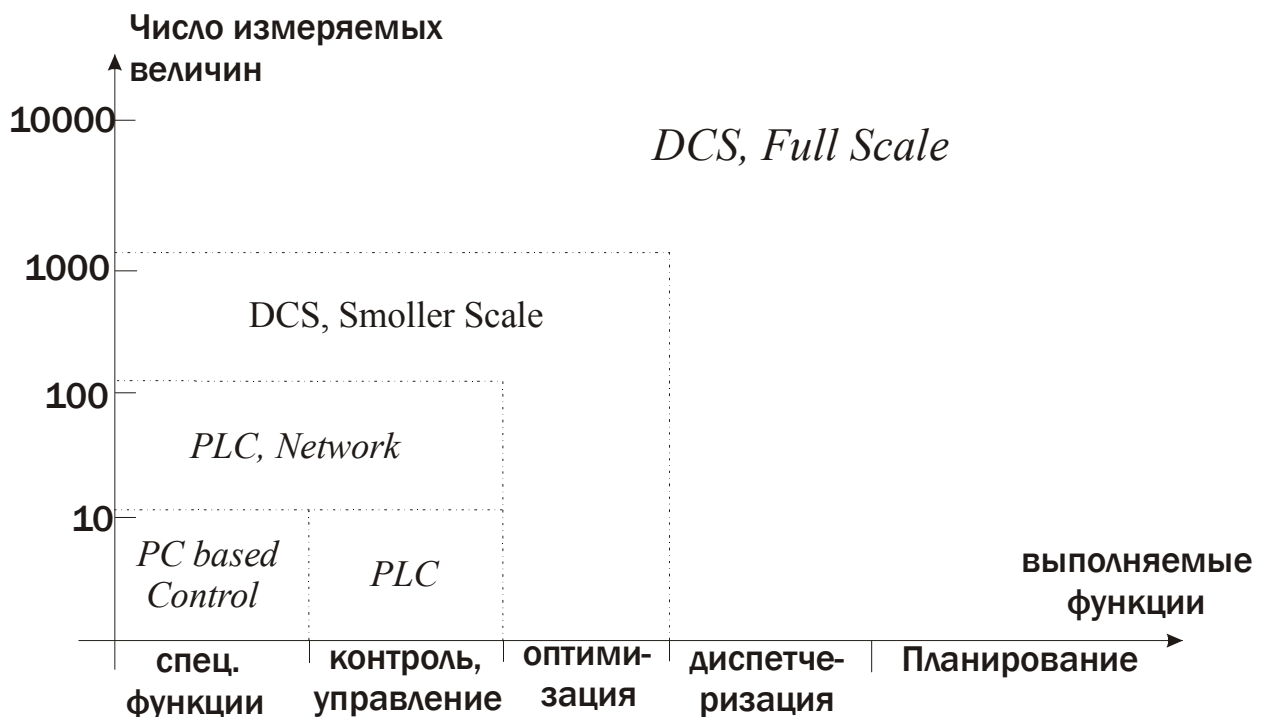


Рисунок 2.2 – Классификация микропроцессорных ПТК

Приведенная классификация помогает охватить всю гамму современных микропроцессорных ПТК и выделить основные черты и отличия отдельных классов этих средств. Однако эта классификация носит приближенный характер. Четких границ между классами ПТК не существует, а в последние

годы они тем более размываются, так как открытость и стандартность отдельных компонентов таких комплексов позволяет компоновать, их из разных средств, соединять различными типовыми сетями и создавать систему управления из отдельных компонентов, выпускаемых разными фирмами и относящихся к разным классам.

2.3 Контроллер на базе ПК (PC based Control)

Это направление существенно развилось в последнее время с повышением надежности работы ПК, наличия их модификаций в обычном и промышленном исполнении, открытой архитектуры, легкости включения в них любых блоков ввода/вывода, возможности использования уже наработанной широкой номенклатуры ПО (ОПС СРВ, БД, ППП контроля и управления). Основные сферы использования контроллеров на базе ПК специализированные системы автоматизации в медицине, научных лабораториях, средствах коммуникации, для небольших замкнутых объектов в промышленности. Общее число входов/выходов такого контроллера обычно не превосходит нескольких десятков, а функции выполняют достаточно сложную обработку измерительной информации с расчетом управляющих воздействий.

Рациональную область применения контроллеров на базе ПК можно очертить следующими условиями:

- при нескольких входах и выходах объекта надо производить большой объем вычислений за достаточно малый интервал времени (необходима большая вычислительная мощность);
- средства автоматизации работают в окружающей среде, не слишком отличающейся от условий работы обычных ПК;
- реализуемые контроллером функции целесообразно (в силу их нестандартности) программировать не на одном из специальных технологических языков, а на обычном языке программирования высокого уровня типа C++, PASCAL;
- мощная поддержка работы операторов, реализуемая в обычных контроллерах: диагностика, устранение неисправности без остановки работы контроллера, модификация ПС) во время работы системы автоматизации.

На рынке контроллеров на базе ПК в России успешно работают компании: Octagon. Advantech. Analog Devices и др. Многие российские фирмы покупают компьютерные платы и платы ввода/вывода этих фирм и строят из них контроллеры.

2.4 Локальный ПЛК (PLC)

В настоящее время распространяются несколько их типов: встраиваемый в оборудование и являющийся его неотъемлемой частью; примеры такого интеллектуального оборудования: станки с ЧПУ, автомашины, современные аналитические приборы; автономный, реализующий функции контроля и управления небольшим, достаточно изолированным технологическим объектом. Если встраиваемые контроллеры выпускаются без

специального кожуха, поскольку они монтируются в общий корпус оборудования, то автономные контроллеры помещаются в защитные корпуса, рассчитанные на разные условия окружающей среды. Почти всегда эти контроллеры имеют порты, соединяющие их в режиме «точка-точка» с другой аппаратурой, и интерфейсы, которые могут через сеть связывать их с другими средствами автоматизации (PCY, диспетчерскими системами, пультами операторов и т. п.); часто в такой контроллер встраивается или подключается панель ЧМИ, состоящая из дисплея и функциональной клавиатуры.

Следует выделить специальные типы контроллеров, выпускаемых для аварийной защиты процессов и оборудования и отличающиеся высокой надежностью, живучестью, быстродействием. В этих контроллерах предусмотрены различные варианты полной диагностики и резервирования, как отдельных компонентов, так и всего контроллера в целом.

Можно отметить следующие распространенные варианты резервирования:

- горячий резерв всех компонентов и/или контроллера в целом (при непрохождении теста в рабочем контроллере управление безударно переходит ко второму контроллеру);
- троирование основных компонентов и/или контроллера в целом с "голосованием" результатов обработки сигналов всех контроллеров (выходной сигнал принимается тот, который дало большинство, а контроллер, давший другой результат, объявляется неисправным);
- работа по принципу «пара и резерв»; параллельно работает пара контроллеров с голосованием результатов, а аналогичная пара находится в горячем резерве: при выявлении разности результатов работы первой пары управление переходит ко второй: первая пара тестируется и либо выявляется наличие случайного сбоя, тогда управление возвращается к ней, либо выявляется неисправность и управление остается у второй.

Контроллеры обычно рассчитаны на десятки входов/выходов от датчиков и ИМ; их вычислительная мощность невелика; они реализуют простейшие типовые функции обработки измерительной информации, логического управления, регулирования. Контроллеры, предназначенные для целей противоаварийной защиты, должны иметь специальный сертификат, подтверждающий их высокую надежность и живучесть. Зарубежные фирмы, работающие в этом секторе рынка:

- General Electric Fanuc Automation с контроллерами сер. 90 Micro;
- Rockwell Automation с контроллерами сер. Micrologic 1000;
- Schneider Automation с контроллерами сер. TSX Nano;
- Siemens с контроллерами сер. C7-620.

2.5 Сетевой комплекс контроллеров (PLC NetWork)

Этот класс ПТК является наиболее широко внедряемым средством управления ТП во всех отраслях промышленности. Минимальный состав

НТК имеет ряд контроллеров, несколько дисплейных пультов операторов, промышленную сеть, соединяющую контроллеры и пульта между собой.

Контроллеры определенного сетевого комплекса обычно содержат ряд модификаций, отличающихся друг от друга мощностью, быстродействием, объемом памяти, возможностями резервирования, приспособлением к разным условиям окружающей среды, максимальным числом каналов входов/выходов. Это облегчает использование сетевого комплекса для разнообразных технологических объектов, поскольку позволяет наиболее точно подобрать контроллеры требуемых характеристик под отдельные узлы автоматизируемого агрегата и разные функции контроля и управления.

В качестве дисплейных пультов почти всегда используются те или иные ПК в обычном или промышленном исполнении с клавиатурами - обычной алфавитно-цифровой и специальной функциональной, с одним или несколькими мониторами, имеющими большой экран.

Промышленная сеть может иметь различную структуру: шину, кольцо, звезду. Она часто подразделяется на сегменты, связанные между собой маршрутизаторами. Информация, передаваемая по сети, достаточно специфична - это ряд как периодических, так и случайных во времени коротких сообщений. К их передаче предъявляются требования: сообщения ни в коем случае не могут быть утеряны (должна быть гарантия их доставки адресату); для сообщений высшего приоритета (например, об авариях) должен быть гарантирован интервал времени их передачи.

В меньшей степени этим требованиям удовлетворяет метод случайного доступа к сети, при котором в случае возникновения аварийной ситуации и как ее следствия, одновременно резкого увеличения числа экстренных сообщений, которые должны пройти через сеть, может возникнуть затор в сети. Это приведет к потере отдельных сообщений, а не только к задержке их доставки адресату.

Сеченые комплексы контроллеров имеют верхние ограничения как по сложности выполняемых функций (измерения, контроля, учета, регулирования, блокировки), так и по объему самого автоматизируемого объекта, в пределах тысяч измеряемых и контролируемых величин (отдельный технологический агрегат). Большинство зарубежных фирм поставляет сетевые комплексы контроллеров (порядка сотен входов/выходов на контроллер): DL205, DL 305 фирмы Koyo Electronics; TSX Micro фирмы Schneider Automation; SLC-500 фирмы Rockwell Automation; CQM1 фирмы Omron.

2.6 PCY малого масштаба (DCS Smoller Scale)

Этот класс микропроцессорных средств превосходит большинство сетевых комплексов контроллеров по мощности и сложности выполняемых функций, но имеет ряд ограничений по объему автоматизируемого производства. Основные отличия этих средств от сетевых комплексов контроллеров заключаются в несколько большей разнообразии модификаций контроллеров, блоков ввода/вывода, панелей оператора; большой мощности центральных процессоров, позволяющих им обрабатывать более 10 000 входов

ных/выходных сигналов; выделении удаленных блоков ввода/вывода, рассчитанных на работу в различных условиях окружающей среды; более развитой и гибкой сетевой структуре. Зачастую они имеют несколько уровней промышленных сетей, соединяющих контроллеры между собой и с пультами операторов (например, нижний уровень, используемый для связи контроллеров и пульта отдельного компактно расположенного технологического узла, и высший уровень, реализующий связи средств управления отдельных узлов друг с другом и с пультом оператора).

Сетевая структура развивается в направлении создания полевых сетей, соединяющих отдельные контроллеры с удаленными от них блоками ввода/вывода и интеллектуальными приборами (датчиками и ИУ). Такие достаточно простые и дешевые сети позволяют передавать информацию между контроллерами и полевыми приборами в цифровом виде по одной витой паре, что значительно сокращает длину кабельных сетей и уменьшает влияние помех.

Маломасштабные РСУ охватывают отдельные цеха и участки производства и в дополнении к обычным функциям контроля и управления часто могут выполнять более сложные и объемные алгоритмы управления (статическую и динамическую оптимизацию объекта). Эти алгоритмы в зависимости от объема и динамики реализуются либо в самих контроллерах, либо в вычислительных мощностях пультов операторов.

Примеры маломасштабных РСУ: ControlLogix фирмы Rockwell Automation; Simatic S7-400 фирмы Siemens; TSX Quantum фирмы Schneider Automation.

2.7 Полномасштабные РСУ (DCS Full Scale)

Это наиболее мощный класс микропроцессорных ПТК, практически не имеющий границ ни по выполняемым функциям, ни по объему автоматизируемого объекта. Одна такая система может использоваться для автоматизации производственной деятельности крупномасштабного предприятия.

Данный класс ПТК включает все особенности перечисленных микропроцессорных средств управления и дополнительно имеет ряд свойств, влияющих на возможности их использования:

наличие промышленных сетей, позволяющих подсоединять к одной шине сотни узлов (контроллеров и пультов) и распределять их на значительные расстояния;

существование модификаций контроллеров, наиболее мощных по вычислительным возможностям, что позволяет кроме обычных функций реализовать в них сложные и объемные алгоритмы контроля, диагностики, управления; широкое использование информационных сетей (Ethernet) для связи пультов операторов друг с другом, с серверами БД, для взаимодействия ПТК сетью предприятия и построения управляющих центров (планирования, диспетчеризации, оперативного управления); взаимодействие пультов управления в режиме клиент/сервер;

в составе ППП, реализующих функции управления отдельными агрегатами (многоконтурного регулирования, оптимизации и т.д.), диспетчерского управления участками производства, учета и планирования производства в целом.

Примеры фирм: АББ - Symphony; Honeywell - TPC и PlantScape; Valmet - Damatic XD; Yokogawa - Centum CS, Foxboro - I/A Series, Fisher-Rosemount - Delta-V и др.

Контрольные вопросы к лекции №2

2.1 Что такое ПЛК?

2.2 Какая существует классификация микропроцессорных ПЛК?

2.3 Что такое контроллер на базе ПК?

2.4 Что такое локальный ПЛК?

2.5 Что такое сетевой комплекс контроллеров?

2.6 Что такое РСУ малого масштаба?

2.7 Что такое полномасштабные РСУ?

Упражнения к лекции №2

2 Задание: Установка (рисунок 2.3) включает в себя компрессор для нагнетания сжатого под давлением воздуха и газгольдер. Давление в газгольдере, измеряемое манометром (М1) с электрическим выходом должно постоянно поддерживаться на одном уровне ($25\text{МПа} \leq M1 \leq 30\text{МПа}$).

В случае превышения давлением нормы в 30МПа открывается спускная задвижка, путем подачи управляющего сигнала на привод задвижки (ДЗ). Если же давление снизится ниже 25МПа, то происходит включение двигателя компрессора (ДК), который нагнетает сжатый воздух в газгольдер, тем самым, повышая давление в нем.

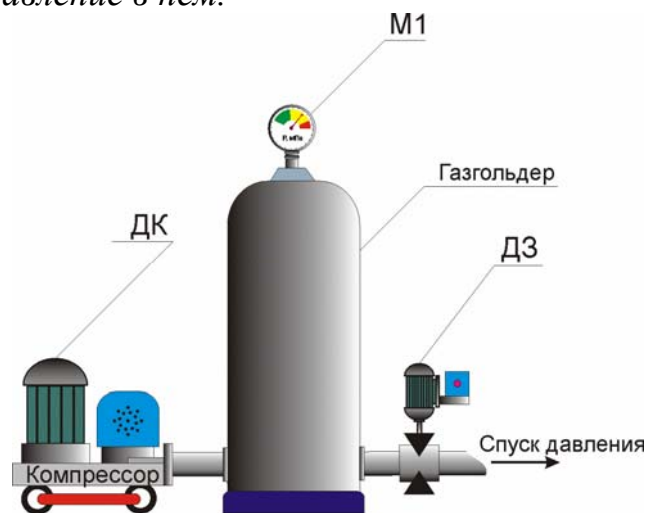


Рисунок 2.3 – Функциональная схема установки

Решение: Прежде чем приступать к программированию проанализируем количество и тип используемых сигналов ввода/вывода (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Сигналы ввода/вывода

<i>Сигналы</i>	<i>Комментарии</i>	<i>Тип сигнала</i>
<i>Входные:</i>		
<i>M1</i>	<i>Текущее давление в газгольдере</i>	<i>аналоговый</i>
<i>Выходные:</i>		
<i>ДК (DK)</i>	<i>Сигнал открытие/закрытие спускной задвижки, для стравливания давления</i>	<i>дискретный</i>
<i>ДЗ (DZ)</i>	<i>Сигнал включения/выключения компрессора</i>	<i>дискретный</i>

Ниже приведен листинг программы – решения:

LD m1 (* помещаем переменную m1 в регистр*)

LE 25 (* сравниваем значение переменной m1 с числом 25 (m1<25) *)

ST dk (* изменение состояния компрессора в зависимости от результата сравнения *)

LD m1 (* помещаем переменную m1 в регистр*)

GE 30 (*сравниваем значение переменной m1 с числом 30 (m1>30)*)

ST dz (* изменение состояния задвижки в зависимости от результата сравнения *)

Литература

1. Густав Олссон, Джангуидо Пиани. Цифровые системы автоматизации и управления. — СПб.: Невский Диалект, 2001.-557 с.: ил.
2. Промышленные программно-аппаратные средства на отечественном рынке АСУТП. Гелль, П. Электронные устройства с программируемыми компонентами [Текст] : пер. с фр. / П. Гелль. - М. : ДМК Пресс, 2001. - 176 с. : ил.
3. Аристова, Н. И. Промышленные программно-аппаратные средства на российском рынке АСУТП [Текст] : научное издание / Н.И. Аристова, А.И. Корнеева. - М. : Научтехлитиздат, 2001. - 402 с. - Загл. обл. :

Лекция 3

План лекции: 1) Дискретные входы. 2) Работа ПЛК с аналоговыми сигналами. 3) Специальные входы. 4) Возможности дискретного выхода. 5) Подключение мощной нагрузки. 6) Отличие ПЛК от компьютеров

3.1 Дискретные входы

Один дискретный вход ПЛК способен принимать один бинарный электрический сигнал, описываемый двумя состояниями - включен или выключен. На уровне программы это один бит информации - ИСТИНА или ЛОЖЬ.

Кнопки, выключатели, контакты реле, датчики обнаружения предметов и множество приборов непосредственно могут быть подключены к дискретным входам ПЛК.

Некоторые первичные приборы систем промышленной автоматизации имеют более 2-х состояний. Для их подключения используют несколько дискретных входов.

Дискретные входы применимы, если можно выделить несколько определяющих значений непрерывной физической величины или хода процесса.

Системное программное обеспечение ПЛК включает драйвер, автоматически считывающий физические значения входов в оперативную память. Благодаря этому, прикладному программисту нет необходимости разбираться с внутренним устройством контроллера. С точки зрения прикладного программиста дискретные входы это наборы бит, доступные для чтения.

Все дискретные входы (общего исполнения) контроллеров обычно рассчитаны на прием стандартных сигналов с уровнем 24В постоянного тока. Типовое значение тока одного дискретного входа (при входном напряжении 24В) составляет около 1 Ома. Для питания внешних датчиков нужен отдельный источник питания. В состав ПЛК источник питания внешнего оборудования не входит. В простейшем случае, для подключения нормально разомкнутого контакта, дискретный вход и сам контакт необходимо подключить последовательно к источнику питания 24В.

Все современные датчики, базирующиеся на разнообразных физических явлениях (емкостные, индуктивные, ультразвуковые, оптические и т.д.), как правило, поставляются со встроенными первичными преобразователями и не требуют дополнительного согласования при подключении к дискретным входам ПЛК.

Несмотря на внешнюю простоту дискретного входа, его схемотехническое решение и элементная база постоянно совершенствуются.

3.2 Работа ПЛК с аналоговыми сигналами

Аналоговый электрический сигнал отражает уровень напряжения или тока аналогичный некоторой физической величине в каждый момент времени. Это может быть температура, давление, вес, положение, скорость, частота и т.д.

Поскольку ПЛК является цифровой вычислительной машиной, аналоговые входные сигналы обязательно подвергаются аналого-цифровому преобразованию (АЦП). В результате, образуется дискретная переменная определенной разрядности. Как правило, в ПЛК применяются 8-12 разрядные преобразователи. АЦП более высокой разрядности не оправдывают себя, в первую очередь из-за высокого уровня промышленных помех, характерных для условий работы контроллеров.

Для аналоговых входов наиболее распространены стандартные диапазоны постоянного напряжения $-10...+10\text{В}$ и $0...+10\text{В}$. Для токовых входов это $0...20\text{мА}$ и $4...20\text{мА}$. Для достижения хороших результатов измерений решающую роль играет качество выполнения монтажа внешних аналоговых цепей.

Особые классы аналоговых входов представляют входы, предназначенные для подключения термометров сопротивления и термопар. Здесь требуется применение специальных технических решений (трехточечное включение, источники образцового тока, схемы компенсации холодного спая, схемы линеаризации и т.д.).

Практически все модули аналогового ввода являются многоканальными. Входной коммутатор подключает вход АЦП к необходимому входу модуля. Управление коммутатором и АЦП выполняет драйвер системного программного обеспечения ПЛК. Прикладной программист работает с готовыми значениями аналоговых величин в ОЗУ аналогично дискретным входам.

3.3 Специальные входы

Стандартные дискретные входы ПЛК способны удовлетворить абсолютное большинство потребностей систем промышленной автоматизации. Несоответствие физических значений напряжений и токов датчиков решается применением нормирующих преобразователей или заменой нестандартных датчиков. Здесь изготовление специализированных входов не оправдано. Необходимость применения специализированных входов возникает в случаях, когда непосредственная обработка некоторого сигнала программно затруднена. Достаточно часто первичный сигнал содержит избыточную информацию, а программная фильтрация сложна или требует много времени.

Наиболее часто ПЛК оснащаются специализированными счетными входами для измерения длительности, фиксации фронтов и подсчета импульсов.

Например, при измерении положения и скорости вращения вала очень распространены устройства, формирующие определенное количество импульсов за один оборот - квадратурные шифраторы. Частота следования импульсов может достигать нескольких мегагерц. Даже если процессор ПЛК обладает достаточным быстродействием, непосредственный подсчет импульсов в пользовательской программе будет весьма расточительным по времени. Здесь желательно иметь специализированный аппаратный входной блок, способный провести первичную обработку и сформировать, необходимые для прикладной задачи величины.

Вторым распространенным специализированным типом входов являются входы способные очень быстро запускать заданные пользовательские задачи с прерыванием выполнения основной программы.

3.4 Возможности дискретного выхода. Подключение мощной нагрузки

Один дискретный выход ПЛК способен коммутировать один электрический сигнал. Также как и дискретный вход, с точки зрения программы это один бит информации, принимающий состояния ИСТИНА или ЛОЖЬ.

Нагрузкой дискретных выходов могут быть лампы, реле, соленоиды, силовые пускатели, пневматические клапаны, индикаторы и т.д. Многие сложные приборы коммутации и регулирования оснащаются управляющими дискретными выходами, например блоки плавного пуска и управления электроприводами.

Простейший дискретный выход ПЛК выполняется в виде контактов реле. Такой выход достаточно удобен в применении и прост. Однако он обладает характерными недостатками реле - ограниченный ресурс, низкое быстродействие, разрушение контактов при работе на индуктивную нагрузку. Альтернативным решением дискретного выхода является электронный силовой элемент.

Практика эксплуатации доказала нецелесообразность сосредоточения в корпусе ПЛК большого числа силовых коммутирующих элементов. Оптимальным решением является установка силовых коммутирующих приборов максимально близко к нагрузке. В результате, сокращается длина силовых монтажных соединений, снижается стоимость монтажа, упрощается обслуживание, уменьшается уровень электромагнитных помех. Поэтому наиболее широким спросом пользуются дискретные выходы средней мощности (до 1 А, 24В).

При необходимости управления сильноточными нагрузками применяются выносные устройства коммутации.

3.5 Отличие ПЛК от компьютеров

Мощное вычислительное ядро современных ПЛК делает их очень похожими на компьютеры. Однако ПЛК это не «железо», а технология. Она включает специфическую аппаратную архитектуру, принцип циклической работы и специализированные языки программирования. Программирование ПЛК осуществляется людьми, хорошо знающими прикладную область, но не обязанными быть специалистами в математике.

Существуют программы имитирующие работу ПЛК на компьютере. В этом случае, удается совместить на одной машине контроллер, средства программирования и визуализации. Недостатком такого решения является значительное время восстановления при сбоях и повреждениях. Перегрузка операционной системы (ОС) и запуск прикладной задачи может занимать несколько минут. Переустановка и настройка ОС, драйверов оборудования и прикладных программ требует значительного времени и высокой квалифика-

ции обслуживающего персонала. Системное программное обеспечение ПЛК расположено в постоянной памяти в адресном пространстве центрального процессора и всегда готово к работе. По включению питания, ПЛК готов взять на себя управление системой уже через несколько миллисекунд. В целом, в силу дешевизны, надежности и простоты применения, ПЛК доминируют на нижнем уровне систем промышленной автоматики. Они обеспечивают непосредственное управление оборудованием на переднем крае производства.

Контрольные вопросы к лекции №3

- 3.1 Что такое дискретные входы?
- 3.2 Как ПЛК работает с аналоговыми сигналами?
- 3.3 Для чего нужны специальные входы?
- 3.4 Что может дискретный выход и как подключать мощную нагрузку?
- 3.5 Чем ПЛК отличаются от компьютеров?

Упражнения к лекции №3

3 Задание: Схема самоблокировки реле. При кратковременном замыкании кнопки SB1 "Пуск" реле срабатывает (рисунок 3.1) и своим замыкающим контактом блокирует цепь питания этой кнопки, благодаря чему последующее отпускание кнопки SB1 не приведет к отключению реле. Для отключения реле необходимо разорвать общую цепь питания нажатием кнопки SB2. Заметим, что кнопки SB1 и SB2 на языке LD выглядят как простые замыкающие контакты, однако именно с ним связаны входы контроллера, к которым подключены кнопки на пульте управления. В то же время контакт K1 является внутренним и не подключен к клеммам контроллера.

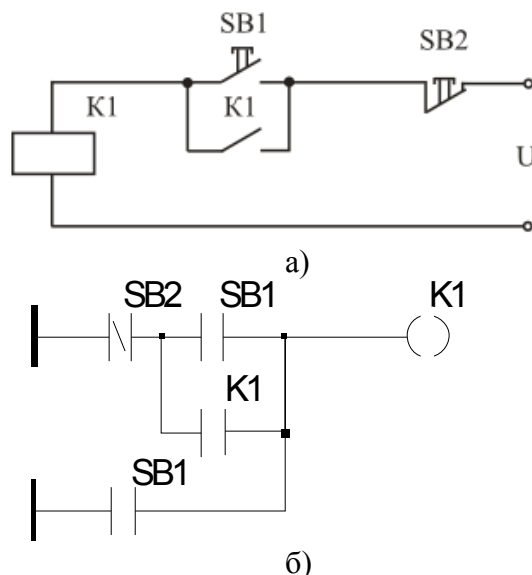


Рисунок 3.1 – Релейная схема самоблокировки
а) - общее изображение; б) - на языке LD

Решение: См. рисунок 3.1 (б)

Литература

1. Густав Олссон, Джангуидо Пиани. Цифровые системы автоматизации и управления. — СПб.: Невский Диалект, 2001.-557 с.: ил.
2. Промышленные программно-аппаратные средства на отечественном рынке АСУТП. Гелль, П. Электронные устройства с программируемыми компонентами [Текст] : пер. с фр. / П. Гелль. - М. : ДМК Пресс, 2001. - 176 с. : ил.
3. Аристова, Н. И. Промышленные программно-аппаратные средства на российском рынке АСУТП [Текст] : научное издание / Н.И. Аристова, А.И. Корнеева. - М. : Научтехлитиздат, 2001. - 402 с. - Загл. обл. :
4. Рекомендации по выбору и применению современных средств телемеханики с программируемой логикой при модернизации энергетических объектов [Текст], ОАО "Фирма по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электростанций и сетей ОРГРЭС". - М. : СПО ОРГРЭС, 2000. - 42 с

Лекция 4

План лекции: 1)Промышленная шины, способы реализации в АСУ ТП. 2)Представление интерфейсов последовательной передачи данных АСУ ТП. 3)Электрическая среда. 4)Физическая среда. 5)Температура окружающей среды

4.1 Промышленная шины, способы реализации в АСУ ТП. Представление интерфейсов последовательной передачи данных АСУ ТП

С возникновением ПЛК и систем ПТК на их основе проявилась потребность в общем стандартном средстве связи как между отдельными интеллектуальными устройствами, так и между ними и остальным миром, что позволило упростить визуализацию и управление контролируемым процессом." В результате появилось несколько стандартов промышленных шин, применяемых в качестве средств связи различных устройств на цеховом уровне.

Современные системы автоматизации традиционно используют в качестве обмена данными последовательный способ передачи данных. Последовательные интерфейсы отличаются по скорости передачи, длине связи, способе передачи, принципе передачи и топологии структуры шины. Параметры типовых стандартных интерфейсов последовательной передачи, представлены в таблице 3.1.

Таблица 1 – Характеристики типовых стандартных интерфейсов последовательной передачи

Интерфейс	Стандарт	Скорость передачи	Длина, м	Способ передачи	Принцип передачи
RS – 232	EIA–232–C, CCITT V.24	19,2 Кбод	15	Уровни напряжения	Дуплекс, точка-точка
TTY	DIN 66 258–1, DIN 66 348–1	19,2 Кбод	1000	Токовая петля	Дуплекс, точка-точка
RS – 422	EIA–422, CCITT V.11	10 Мбод	1000	Разность напряжений	полудуплекс, точка-точка
RS – 485	EIA–485, DIN 66 259–4	1 Мбод	500	Разность напряжений	полудуплекс, многоточка

На базе типовых стандартных интерфейсов реализуются промышленные (полевые) шины типа CANBUS, BITBUS, PROFIBUS и другие. Они нашли самое широкое применение.

Прокладка кабелей и развертывание системы с использованием промышленных шин обходится значительно дешевле. Системы с централизованным управлением обычно требуют, чтобы каждый датчик или группа датчиков подключалась к центральному контроллеру отдельным (и довольно дорогим) высококачественным кабелем. Напротив, в системе на базе промышленной шины рядом с каждым кластером датчиков располагается один

интеллектуальный узел, преобразующий сигналы датчиков в цифровую последовательность и передающий их в этом виде в систему управления/мониторинга

К промышленным шинам, применяемым в производственных (полевых) условиях, предъявляются следующие основные требования:

1. промышленная шина должна быть универсальной;
2. для поддержания режима реального времени промышленная шина должна быть детерминистичной - качество, отсутствующее в офисных локальных сетях. Именно поэтому Ethernet редко применяют в промышленных системах;
3. работа оборудования в широком диапазоне температур;
4. помехозащищенность трактов передачи данных (способ передачи);
5. работа оборудования в реальном масштабе времени (скорость);
6. большие расстояния объектов взаимодействия (длина);
7. гибкая структура шин передачи данных (топология шины).

Под широким диапазоном температур подразумевается температура в пределах -40°C $+85^{\circ}\text{C}$. Этот диапазон температур необходим для работы в полевых условиях.

Помехозащищенность трактов передачи данных зависит конкретно от приёмопередатчиков и физической линии (тип кабеля, сечение, волновое сопротивление).

Оптимальные данные для полевых условий имеют приёмопередатчики с дифференциальными уровнями сигналов и линии передачи на витой паре.

Системные магистрали на базе промышленных шин должны обеспечивать своевременную и подлежащую расчетам передачу данных в реальном масштабе времени.

Полевые шины применяются как в централизованных, так и в распределенных системах, где расстояния между объектами взаимодействия могут составлять более 1000 метров.

Гибкость структуры шин передачи данных предполагает использование сегментированных линий типа "линия", "дерево", "звезда", "кольцо" на базе многоточки. Многие промышленные шины опираются на стандарт двухпроводного канала RS485, обеспечивающего взаимосвязь нескольких устройств на расстояниях до нескольких сотен метров. Как правило, в промышленных условиях оперативность и предсказуемость времени передачи информации - характеристики более важные, чем способность передавать большие объемы данных. Скорости передачи по промышленным шинам колеблются от 50 Кбит/с до 4 Мбит/с (с одним замечательным исключением - шина PROFibus имеет пропускную способность до 12 Мбит/с).

В распределенных промышленных системах объединяются сетевые узлы самых разных типов, с самыми разными скоростями, расстояниями передачи информации и типами данных. Например: клапан может постоянно сообщать о своем состоянии (закрыт/открыт) единственным битом, датчик температуры может передавать соответствующий параметр каждые 5 минут, датчик быстродействующей системы регулирования должен сообщать о про-

изошедшем отказе в течение нескольких микросекунд, для обновления изображения на дисплее оператора в большой системе управления технологическим процессом может понадобиться передача нескольких мегабайт информации.

Решить все задачи при помощи промышленной шины одного типа просто невозможно. Однако все вместе они могут удовлетворить требованиям практически любой системы управления, имеющей распределенную архитектуру.

4.2 Электрическая среда

В промышленных системах чрезвычайно важна защита от электромагнитных помех. Практически везде случаются значительные скачки напряжений и токов. Периодические отказы из-за воздействия помех обходятся очень дорого, ведут к потере производительности и поэтому недопустимы.

Например, если для связи fieldbus-устройств в качестве линий связи применяются медные проводники, то их нужно тщательно экранировать. Альтернативой может быть оптоволоконная передающая среда. Некоторые стандарты промышленных шин прямо определяют использование оптоволоконных кабелей. Стандарты, в которых применение оптоволоконных кабелей специально не предусматривается, допускают применение серийно выпускаемых преобразователей (электрического сигнала в оптический и обратно) при прокладке промышленной шины через зоны с повышенным уровнем помех.

4.3 Физическая среда

Кроме электрических характеристик окружающей среды, необходимо учитывать и ее физические параметры. Электронные узлы промышленных систем часто работают в экстремальных условиях, например: при больших температурных колебаниях, при больших вибрациях и ударных нагрузках.

4.4 Температура окружающей среды

Прежде чем выбрать тот или иной fieldbus-компонент, необходимо определить, к какому температурному диапазону относятся реальные производственные условия (учитывая при этом и метод охлаждения: принудительный или естественный (конвективный)).

Промышленные шины, лидирующие на рынке.

В настоящее время на рынке присутствует около 50 различных промышленных шин, однако главенствуют только 4 из них. Это:

- CAN,
- PROFIBus,
- LON,
- Foundation Fieldbus.

Контрольные вопросы к лекции №4

- 4.1 Какие стандарты промышленных шин применяются в качестве средств связи различных устройств на цеховом уровне
- 4.2 Какие требования предъявляются к промышленным шинам, применяемым в производственных (полевых) условиях?
- 4.3 Что предполагает гибкость структуры шин передачи данных?
- 4.4 Как объединяются сетевые узлы в распределенных промышленных системах?
- 4.5 Что необходимо учитывать при выборе fieldbus-компонента?

Упражнения к лекции № 4

4 **Задание:** Схема взаимной блокировки, показанная на рисунке 3.9, не допускает одновременного включения реле, так как в цепь обмотки каждого реле введен размыкающий контакт другого реле. Необходимость взаимной блокировки встречается в схемах, предохраняющих от возможной аварии. Например, одно реле служит для включения двигателя в прямом направлении вращения, а другое – на реверс.

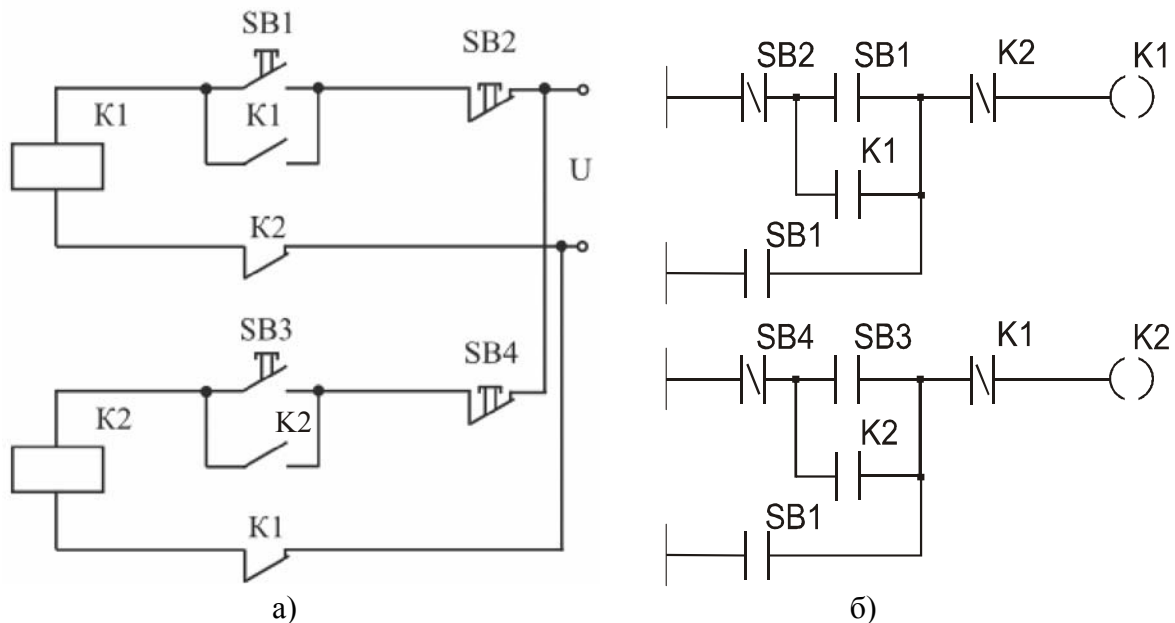


Рисунок 3.9 – Релейная схема взаимной блокировки
а) - общее изображение; б) - на языке LD

Решение: См. рисунок 4.1 (б)

Литература

1. Густав Олссон, Джангуидо Пиани. Цифровые системы автоматизации и управления. — СПб.: Невский Диалект, 2001.-557 с.: ил.
2. Промышленные программно-аппаратные средства на отечественном рынке АСУТП. Гелль, П. Электронные устройства с программируемыми компонентами [Текст] : пер. с фр. / П. Гелль. - М. : ДМК Пресс, 2001. - 176 с. : ил.

3. Аристова, Н. И. Промышленные программно-аппаратные средства на российском рынке АСУТП [Текст] : научное издание / Н.И. Аристова, А.И. Корнеева. - М. : Научтехлитиздат, 2001. - 402 с. - Загл. обл. :
4. Рекомендации по выбору и применению современных средств телемеханики с программируемой логикой при модернизации энергетических объектов [Текст], ОАО "Фирма по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электростанций и сетей ОРГРЭС". - М. : СПО ОРГРЭС, 2000. - 42 с

Лекция 5

План лекции: 1) Обзор технических средств реализации популярных промышленных сетей Profibus, CAN, DeviceNet, CANopen, Interbus, AS-Interface, ControlNet, Foundation Fieldbus и типовые области их применения

5.1 Обзор технических средств реализации популярных промышленных сетей Profibus, CAN, DeviceNet, CANopen, Interbus, AS-Interface, ControlNet, Foundation Fieldbus и типовые области их применения

Существует три способа организации связи между первым и вторым/третьим уровнем АСУТП и устройств первого уровня друг с другом:

- использование индивидуальных проводных линий связи,
- использование "частных" сетей типа Modbus Plus, Remote I/O и Genius I/O,
- использование сетей с открытой архитектурой.

Применение сети дает огромные преимущества, причем преимущества эти тем значительнее, чем крупнее система: сокращается время на прокладку связующих кабелей, уменьшается стоимость установки, появляется модульность, создаются потенциальные возможности для проведения мощной диагностики.

Profibus: самая распространённая в мире открытая промышленная сеть *Происхождение:* правительственные органы Германии в сотрудничестве с производителями средств автоматизации, 1989 год.

Интерфейсы реализованы в виде специализированных микросхем (ASIC), которые выпускаются множеством поставщиков. Основывается на спецификации интерфейса RS485 и европейской электрической спецификации EN50170.

Разновидности: Profibus DP (главный/подчиненный), Profibus FMS (несколько главных устройств/одноранговые устройства), Profibus PA (внутренне безопасная шина). Коннекторы: 9-штырьковый разъем типа D-Shell (с оконечной нагрузкой импеданса) или 12-миллиметровый быстроразборный разъём IP67 - Максимальное число узлов: 127. *Длина соединения:* от 100 м до 24 км (с ретрансляторами и оптоволоконными кабелями). *Скорость передачи:* от 9600 бит/с до 12 Мбит/с. *Размер сообщения:* до 244 байт на сообщение для одного узла. *Методы обмена сообщениями:* опрос (DP/PA) и одноранговый (FMS). *Поддерживающая организация:* Profibus Trade Organization - консорциум производителей и пользователей продуктов в стандарте Profibus.

Чаще всего Profibus применяется в крупных сборочных агрегатах, механизмах транспортировки материалов и деталей и в управлении технологическими процессами. Данная шина позволяет осуществлять однокабельное соединение многовходовых блоков датчиков, пневматических вентилях, сложных интеллектуальных устройств, небольших подсетей (типа AS-I) и операторских пультов.

Достоинства: Profibus - самый распространенный в мире сетевой стандарт. Версии DP, FMS и PA в целом удовлетворяют требованиям подавляющего большинства систем автоматизации. Наиболее часто используемый

формат обмена сообщениями. Хорошая скорость передачи, большая длина соединения и широкие возможности по обработке данных.

Недостатки: относительно высокие накладные расходы при передаче коротких сообщений, отсутствие подачи питания по шине, несколько более высокая по сравнению с другими шинами стоимость.

Profibus DP представляет собой сеть с опросом узлов (выделенное главное устройство периодически опрашивает состояние каждого узла сети); тем самым обеспечивается постоянный контроль состояния каждого устройства в сети (одно устройство за один цикл опроса может передавать до 244 байт полезной информации). Каждое сообщение содержит 12 дополнительных байтов, вследствие чего максимальная длина всего сообщения составляет 256 байт. Протокол Profibus DP допускает наличие в системе нескольких главных устройств; каждое подчиненное устройство при этом выделяется лишь одному главному. Это означает, что читать данные с какого-либо устройства имеют право несколько главных устройств, однако записывать информацию в конкретное подчиненное устройство может лишь одно главное.

Протокол Profibus FMS - это формат обмена информацией между одноранговыми устройствами, обеспечивающий взаимодействие главных устройств. Главными устройствами при необходимости могут быть все устройства, подключенные к шине. Данная шина отличается более высокими накладными расходами на передачу сообщений по сравнению с Profibus DP.

Допускается совместное использование FMS и DP в рамках одной и той же сети (режим "COMBG"). В таком режиме функционируют системы, в составе которых наряду с ПЛК есть персональные компьютеры. Основное главное устройство взаимодействует со вспомогательным главным при помощи FMS, обмен с устройствами ввода/вывода осуществляется по той же сети посредством DP-сообщений.

Протокол Profibus PA практически идентичен последнему протоколу Profibus DP с диагностическими расширениями за исключением более низких уровней напряжения и тока, соответствующих требованиям обеспечения внутренней безопасности (Класс I разд. II), принятых в обрабатывающей промышленности. Протокол Profibus PA поддерживается большинством плат главных устройств, однако использование данного протокола предполагает наличие развязывающих преобразователей между DP и PA. Питание PA-устройств от сети осуществляется с использованием напряжений и токов, гарантирующих внутреннюю безопасность.

CAN: недорогая и очень надежная основа для нескольких распространенных промышленных шин: DeviceNet, CANopen, SDS и других.

Технология CAN была создана в компании Bosch в начале 1980-х годов для упрощения процесса проводки кабелей в автомобилях Мерседес. Цель разработки CAN заключалась в замене громоздких пучков проводов (до 7,5 сантиметров в диаметре!) единственным кабелем, призванным соединить все основные компоненты управления автомобилем: аварийные и сигнальные огни, подушки безопасности, фары, электроприводы стекол, дверные замки и т.д.

Высшая степень надежности. Сеть CAN выживает в самых суровых условиях, причем статистическая вероятность отказа составляет менее одного случая за столетие. Прикладные программные уровни поверх CAN. Сам по себе CAN - это всего лишь низкоуровневый арбитражный протокол обмена сообщениями, реализованный в очень дешевых (ценой менее доллара) микросхемах, выпускаемых миллионными партиями самыми разными производителями. Для превращения его в полнофункциональный сетевой протокол необходим дополнительный программный уровень. Высокоуровневые протоколы типа DeviceNet могут рассматриваться как сложные наборы "макросов" для CAN-сообщений, специально предназначенные для автоматизации. Также базируются на CAN сети автоматизации SDS и CANopen.

DeviceNet: универсальная шина для заводских сетей нижнего и среднего уровней *Происхождение:* Allen-Bradley, 1994 год.

Основа: технология CAN (Controller Area Network), заимствованная из автомобильной промышленности. Максимальное число узлов: 64.

Коннекторы: популярные быстроразборные 18-миллиметровые ("мини-") и 12-миллиметровые ("микро-") разъемы с гнездами и штекерами в герметичном исполнении и универсальные 5-штырьковые клеммные блоки. Длина соединения: от 100 до 500 метров. Скорость передачи данных: 125, 250 и 500 Кбит/с.

Максимальный размер сообщения: 8 байт на сообщение для одного узла. Типы сообщений: Polling (опрос). Strobing (стробирование), Change-of-State (изменение состояния). Cyclic (циклическое); Explicit (для передачи конфигурационных сведений и значений параметров) и UCMM (для обмена между одноранговыми устройствами). Модель обмена производитель/потребитель (Producer/Consumer). Поддерживающая организация: Open DeviceNet Vendor Association .

Типичные области применения: в основном сборочные, сварочные и транспортировочные агрегаты. Используется для однокабельного соединения многоходовых блоков датчиков, интеллектуальных датчиков, пневматических вентилях, считывателей штрих-кодов, приводов и операторских пультов. Особенно широкое распространение данная шина получила в автомобильной и полупроводниковой отраслях промышленности.

Достоинства: дешевизна, широкое распространение, высокая надежность, эффективное использование пропускной способности, подача питающего напряжения по сетевому кабелю.

Недостатки: ограниченная пропускная способность, ограниченный размер сообщений, ограниченная длина соединения.

DeviceNet - это гибкая промышленная шина общего назначения, удовлетворяющая 80% стандартных требований, предъявляемых к прокладке кабелей внутри промышленных установок и цехов. Поскольку питающее напряжение для устройств автоматики подается по сетевому кабелю, общее число используемых кабелей и сложность разводки минимальны. Протокол DeviceNet поддерживается сотнями разнотипных устройств (от интеллекту-

альных датчиков до вентилях и операторских пультов) и сотнями различных производителей.

Сеть DeviceNet имеет шинную топологию с отводами. Физической средой передачи является 4-проводная кабель (CAN_H, CAN_L, Vcc, Ground), причем возможны две его разновидности: толстый (внешний диаметр 12,2 мм) и тонкий (6,9 мм). Определены лишь три значения скорости передачи данных — 125, 250 и 500 кбит/с. Максимальные длины центральной магистрали и отводов в зависимости от скорости передачи и типа кабеля приведены в таблице 3.2:

Таблица 3.2 – Максимальные длины центральной магистрали и отводов в зависимости от скорости передачи и типа кабеля

Скорость передачи, Кбит/с	Длина магистрали, м		Длина отводов, м	
	Толстый кабель	Тонкий кабель	Одиночных	Суммарная
125	500	100	6	156
250	250	100	6	78
500	100	100	6	39

Важной особенностью сети DeviceNet является возможность питания модулей непосредственно от сетевого кабеля (24 В, до 8 А на толстом кабеле), а также допускается применение нескольких источников питания в любой точке шины. Все это дает возможность построения автономной сети, не зависящей от наличия или качества внешнего питания, а при необходимости позволит легко демонтировать и снова развернуть систему на новом месте. Сеть DeviceNet допускает "горячее" (без обесточивания сети) подключение и отключение модулей.

Контрольные вопросы к лекции №5

- 5.1 Какие способы организации связи существуют между первым и вторым/третьим уровнем АСУТП и устройств первого уровня друг с другом?
- 5.2 Что такое Profibus?
- 5.3 Что такое Profibus DP?
- 5.4 Что такое CAN?
- 5.5 Что такое DeviceNet?
- 5.6 Что такое протокол Profibus PA?
- 5.7 Что такое протокол Profibus FMS?

Упражнения к лекции №5

5 **Задание:** Процесс приготовления эмульсии (рисунок 5.1) выглядит следующим образом: При нажатии кнопки «ПУСК» на пульте диспетчера закрывается спускная задвижка бака (ПЗС) управляемая приводом электродвигателя и открывается клапан (К№1) подачи первого ингредиента приготовляемой смеси. Жидкость №1 наполняет бак до уровня ограниченного срабатыванием пьезометрического датчика нижнего уровня (ДНУ) после чего

происходит открытие второго клапана и в бак начинают поступать жидкости №1 и №2 одновременно. Они заполняют бак до уровня ограниченного срабатыванием пьезометрического датчика среднего уровня (ДСУ), после чего происходит включение нагревательного элемента (НЭ) электротэна установленного в баке. Жидкости поступают в бак до срабатывания поплавкового датчика верхнего уровня (ДВУ), затем подача жидкостей прекращается путем закрытия клапанов №1 и №2 (К№1 и К№2) и включается привод смесителя (СМ) который производит равномерное смешивание подогретой эмульсии. Смешивание и подогрев происходят до тех пор, пока не сработает термодатчик (ДТ), сигнализирующий, что смесь достигла необходимой температуры, и процесс приготовления эмульсии завершен. Следующим шагом последовательно отключаются смеситель и нагревательный элемент, открывается спускная задвижка бака (ПЗС). Готовый продукт сбрасывается в накопитель. Процесс приготовления может быть остановлен в любой момент при помощи нажатия кнопки «СТОП» на пульте диспетчера. В целях наглядности примера и облегчения задачи, аварийные ситуации рассматриваться не будут.

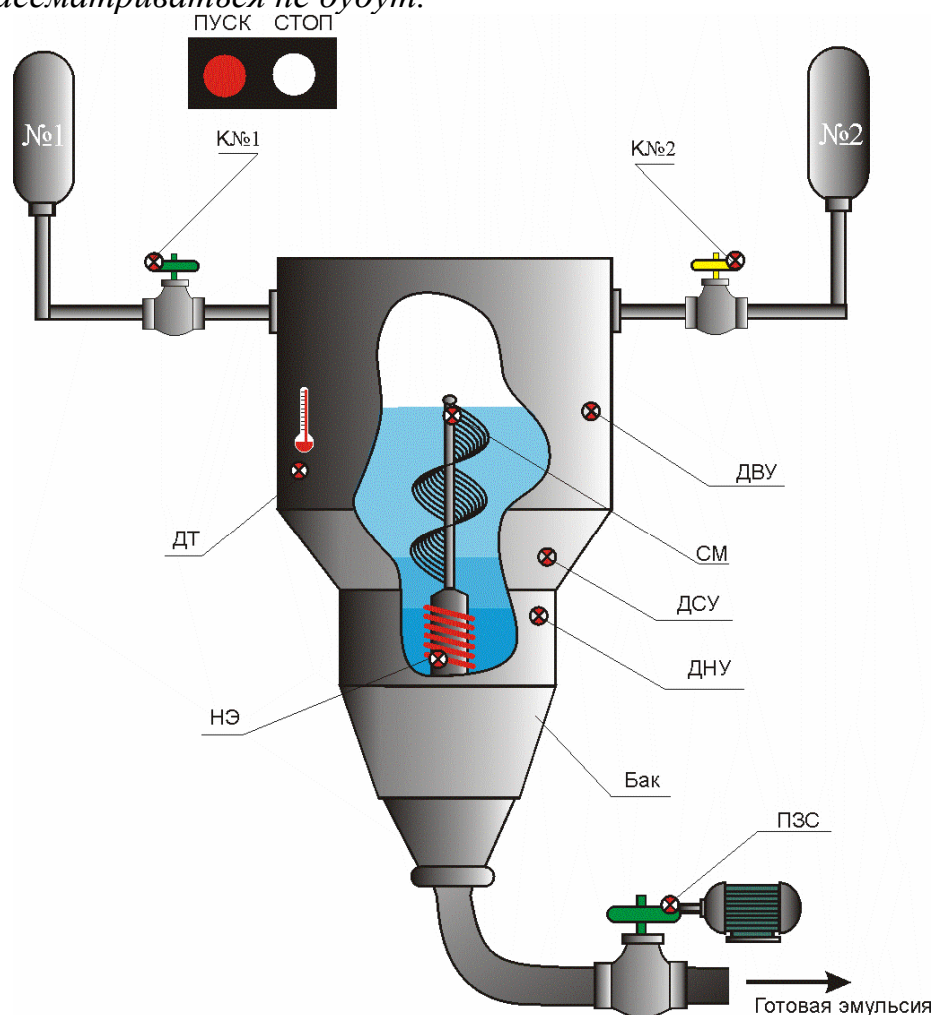


Рисунок 5.1 – Функциональная схема приготовления эмульсии

Решение: Для простоты реализации схемы будем предполагать, что все сигналы датчиков и сигналы управления исполнительными механизмами (клапанами и задвижкой) являются дискретными.

Прежде чем приступать к программированию проанализируем количество и тип используемых сигналов ввода/вывода (таблица 5.1). Именно от их конфигурации, количества и типа будет зависеть модель выбираемого ПЛК.

Таблица 5.1 – Сигналы ввода/вывода

Сигналы	Комментарии	Тип сигнала
Входные:		
Пуск	Нажатие кнопки «ПУСК» на пульте диспетчера	дискретный
Стоп	Нажатие кнопки «СТОП» на пульте диспетчера	дискретный
ДНУ	Срабатывание датчика нижнего уровня	дискретный
ДВУ	Срабатывание датчика верхнего уровня	дискретный
ДСУ	Срабатывание датчика среднего уровня	дискретный
ДТ	Срабатывание датчика температуры	дискретный
Выходные:		
К№1	Открытие/закрытие клапана подачи 1-го ингредиента	дискретный
К№2	Открытие/закрытие клапана подачи 2-го ингредиента	дискретный
СМ	Включение смесителя	дискретный
ПЗС	Открытие/закрытие задвижки слива готового продукта	дискретный
НЭ	Включение нагревательного элемента	дискретный

Используя язык программирования LD, составляем схему автоматизации технологический процесса изготовления эмульсии (рисунок 5.2).

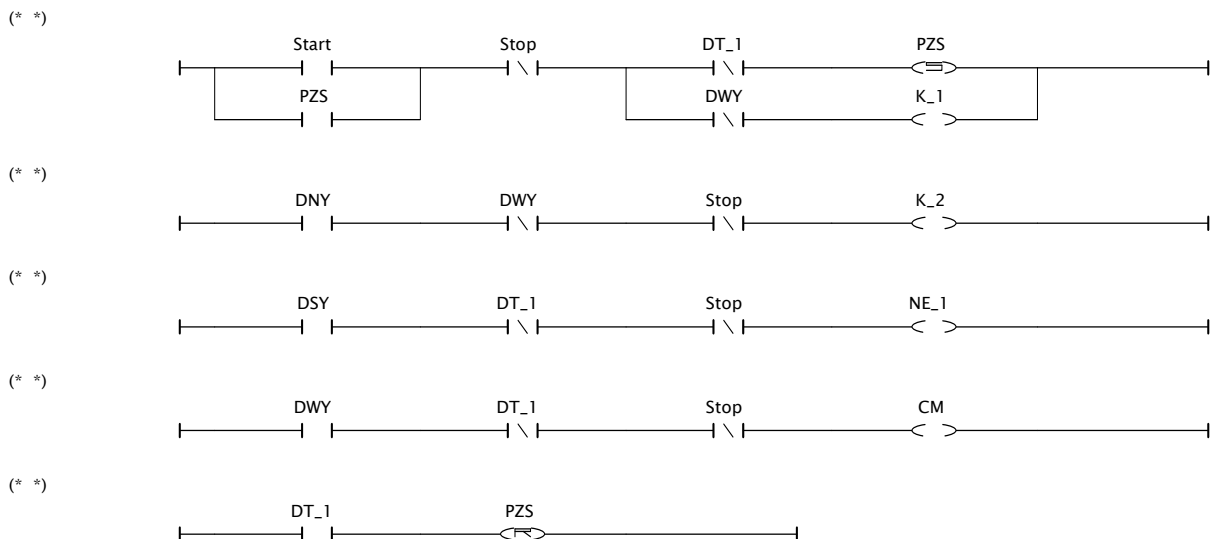


Рисунок 5.2 – Программа автоматизации приготовления эмульсии на языке LD *

* - программа набрана в инструментальной среде IsaGraf

Литература

1. Густав Олссон, Джангуидо Пиани. Цифровые системы автоматизации и управления. — СПб.: Невский Диалект, 2001.-557 с.: ил.
2. Промышленные программно-аппаратные средства на отечественном рынке АСУТП. Гелль, П. Электронные устройства с программируемыми компонентами [Текст] : пер. с фр. / П. Гелль. - М. : ДМК Пресс, 2001. - 176 с. : ил.
3. Аристова, Н. И. Промышленные программно-аппаратные средства на российском рынке АСУТП [Текст] : научное издание / Н.И. Аристова, А.И. Корнеева. - М. : Научтехлитиздат, 2001. - 402 с. - Загл. обл. :
4. Рекомендации по выбору и применению современных средств телемеханики с программируемой логикой при модернизации энергетических объектов [Текст], ОАО "Фирма по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электростанций и сетей ОРГРЭС". - М. : СПО ОРГРЭС, 2000. - 42 с

Лекция 6

План лекции: 1) О стандарте IEC 61131-3. Стандартные операторы IEC языков. 2) Язык программирования Instruction List (IL). 3) Язык программирования Quick Ladder Diagram (LD). 4) Язык программирования Functional Block Diagram (FBD). 5) Язык структурированный текст (ST). 6) Язык последовательных функциональных схем SFC

6.1 О стандарте IEC 61131-3

Международная электротехническая комиссия – это международный орган стандартизации, создающий базовые стандарты для последующей адаптации в национальных комитетах. Что касается стандартизации языков, используемых для программирования ПЛК, то эта проблема назрела давно. К концу 80-х десятков базовых концепций на практике был представлен более сотни вариаций. Их унификация сулила ощутимый экономический эффект. Для решения этой проблемы была создана рабочая группа, состоящая из представителей ведущих фирм на рынке автоматизации, которая начала работу. В силу того, что общепринятого подхода к программированию ПЛК не существовало (и не существует до сих пор), членам комиссии не удалось договориться о едином языке. Поэтому было принято компромиссное решение – включить в стандарт языки, используемые в фирмах, оказавшихся в членах группы. Таким образом, сформировался стандарт насчитывающий пять языков программирования.

1. FBD Functional Block Diagram - Функциональные Блочные Диаграммы.
1. LD Ladder Diagram - Релейные Схемы.
2. ST Structured Text - Структурный Текст.
3. IL Instruction List - Список Инструкций.
4. SFC Sequential Function Chart - Последовательные Функциональные Схемы.

От применения стандарта выигрывают и пользователи, и создатели программируемых контроллеров. Пользователи теперь смогут определить характеристики ПЛК, построенных на базе стандарта, используя универсальные термины.

Универсальные наборы языковых стандартов означают, что для обучения всех желающих писать программы для ПЛК может быть использована одна обучающая программа.

В IEC 61131-3 детально описываются механизмы инкапсуляции данных и операций. Например, если пользователь хочет снова и снова применять одну и ту же последовательность функций управления, он может выделить ее в функциональный блок, поместить этот блок в «библиотеку», а затем установить копии этого блока столько раз, сколько потребуется для управляющих программ.

Внутри стандарта языки разделяются на циклические языки - FBD, LD, ST, IL (ПЛК работает по циклу (рисунок 3.3), программа выполняется каждый раз полностью) и последовательные - SFC (программа выполняется последовательно).

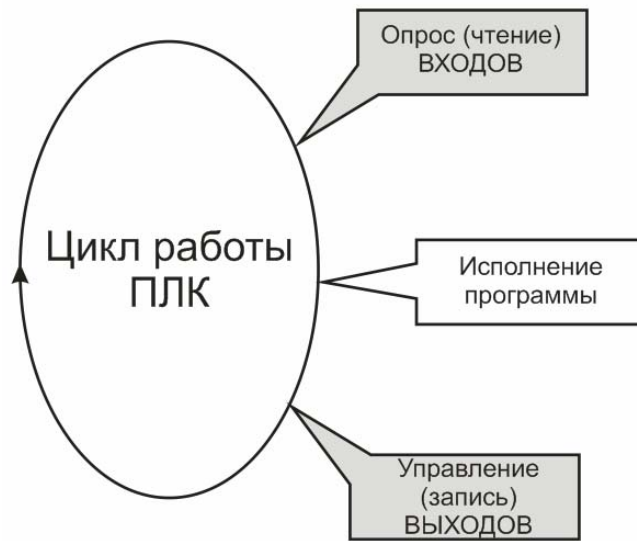


Рисунок 3.3 – Работа ПЛК по циклу

6.2 Стандартные операторы IЕС языков

Работа с данными	Присвоение, Аналоговое отрицание
Булевские операции	Логическое И (AND) Логическое ИЛИ (OR) Логическое исключающее ИЛИ (OR)
Арифметические операции	Сложение Вычитание Умножение Деление
Логические операции	Аналоговое побитовое И (AND) Аналоговое побитовое ИЛИ (OR) Аналоговое побитовое исключающее ИЛИ (OR) Аналоговое побитовое отрицание
Сравнения	Меньше чем Меньше или равно Больше чем Больше или равно Равно Неравно
Преобразование данных	Преобразовать в Boolean Преобразовать в Integer Analog Преобразовать в Real Analog Преобразовать в Timer Преобразовать в Message
Другие	Соединение строк

6.3 Язык программирования Instruction List (IL)

Список инструкций или IL - это ассемблер, язык низкого уровня. Инструкции всегда относятся к **текущему результату** (или IL регистру). Оператор определяет операцию, которая должна быть выполнена с текущим результатом и операндом. Результат операции снова запоминается в текущем результате.

IL программа - это список **инструкций**. Каждая инструкция должна начинаться с новой строки и должна содержать **оператор**, с дополнительными модификаторами, если нужно, для специфических операций, один или несколько операндов, разделенных запятой «,». Инструкции может предшествовать **метка** с двоеточием «:». Если к инструкции присоединен комментарий, то он должен находиться в конце строки. Между инструкциями может быть введена пустая строка. Комментарии могут быть помещены в пустые строки.

Ниже приведен пример общей структуры строки инструкции IL:

Метка	Оператор	Операнд	Комментарий
Start:	LD	IX1	(* загрузить сигнал IX1 *)

Модификаторы оператора.

Ниже представлены возможные модификаторы оператора. Символ модификатора должен завершать имя оператора, без пробелов между ними.

N - булевское отрицание операнда;

(- задержанная операция;

C - условная операция.

Модификатор «N» определяет булевское отрицание операнда. Например, инструкция ORN X_1 интерпретируется как элемент ИЛИ-НЕ (функция Пирса).

Модификатор скобка «(» указывает на то, что выполнение инструкции должно быть задержано до тех пор, пока не встретится закрытая скобка оператор «)».

Модификатор «C» указывает на то, что соответствующая инструкция должна быть выполнена, только если текущий результат имеет значение TRUE (отличное от нуля).

Модификатор «C», может комбинироваться с модификатором «N», который указывает на то, что инструкция должна быть выполнена, только если текущий результат имеет значение FALSE (0). Все существующие стандартные операторы языка IL представлены в следующей таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Операторы языка IL

Оператор	Модификатор	Операнд	Описание
LD	N	переменная, константа	Загружает операнд
ST	N	переменная	Запоминает текущий результат
S		BOO переменная	Устанавливает на TRUE
R		BOO переменная	Сбрасывает на FALSE
AND	N (	BOO	Логическое И
&	N (	BOO	логическое И
OR	N (	BOO	логическое ИЛИ
XOR	N (	BOO	исключающее ИЛИ
ADD	(	переменная, константа	Сложение
SUB	(		Вычитание
MUL	(		Умножение
DIV	(		Деление
GT	(	переменная, константа	Проверить: >
GE	(		Проверить: >=
EQ	(		Проверить: =
LE	(		Проверить: <=
LT	(		Проверить: <
NE	(		Проверить: <>
CAL	C N	Экземпляр функционального блока,	Вызов функционального блока
JMP	C N	Имя,	Прыжок на метку
RET	C N	Метка.	Возврат из подпрограммы
)			Выполнить задержанную операцию

Задержанные операции

Из-за того, что существует только один ПЛ регистр, некоторые операции могут быть задержаны, так что порядок исполнения инструкций может быть изменен. Скобки используются для того, чтобы выделить задержанные операции:

- «(» модификатор указывает операцию, которая должна быть задержана
- «)» оператор выполняет задержанную операцию

Открывающаяся скобка «(» указывает на то, что выполнение инструкции должно быть задержано до тех пор пока не встретится закрытая скобка «)».

Например, следующая последовательность:

```
LD X_1
```

```

AND( X_2
OR X_3
)
ST F

```

интерпретируется как:

$$F = X_1 \text{ AND } (X_2 \text{ OR } X_3)$$

6.4 Язык программирования Quick Ladder Diagram (LD)

Язык LD это язык контактно релейной логики. Он удобен при автоматизации небольших замкнутых технологических процессов и объектов. Язык LD является графическим языком. Булевы операторы AND, OR, NOT и т.д. явно представлены в топологии диаграммы, которая состоит из последовательного набора логических цепочек. Основой языка LD служит набор контактов и витков (реле), соединенных с шиной питания и между собой определенным образом.

Контакты.

Графическое обозначение контакта в языке LD отличается привычного и выглядит следующим образом:



Рисунок 3.4 – Графическое обозначение контактов в языке LD (слева) и соответствующее им общепринятое обозначение
а) – прямой (замыкающий) контакт; б) – инвертированный (размыкающий) контакт.

Имя переменной изображается над символом контакта. Кроме приведенных видов контактов, используются также: контакт с определением положительного (переднего) фронта и контакт с определением отрицательного (заднего) фронта.



Рисунок 3.5 – Графическое обозначение контактов в языке LD
а) – контакт с определением положительного (переднего) фронта; б) – контакт с определением отрицательного (заднего) фронта.

Шина питания. Каждая новая логическая цепочка начинается с левой шины питания, начальное значение которой истинно, т.е. равно логической единице "высокому" уровню напряжения.

Рисунок 3.6 - Графическое обозначение шины питания

В некоторых редакторах LD используется также левая шина питания, которая вставляется автоматически и не несет особой смысловой нагрузки.

Витки. Виток (реле) представляет собой результат действия логической цепочки. Состояние цепочки (состояние связи в левой части витка) используется для изменения булевой переменной связанной с витком. Имя переменной изображается над символом витка.



Рисунок 3.7 – Графическое обозначение а) – витка в языке LD; б) – реле

Кроме приведенных видов витков, используются также: инвертированный виток, виток с определением положительного (переднего) фронта и виток с определением отрицательного (заднего) фронта, виток «установка», виток «сброс».

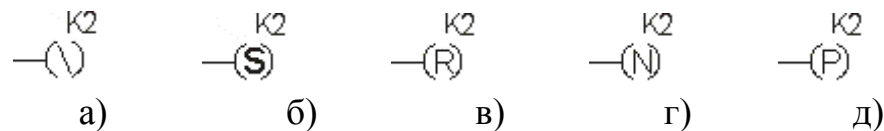


Рисунок 3.8 – Графическое обозначение а) - инвертированный виток; б) - виток «установка»; в) - виток «сброс»; г) - виток с определением отрицательного (заднего) фронта ; д)- виток с определением положительного (переднего) фронта

Используя набор базовых логических функций на ключах, мы можем реализовать простые схмотехнические решения автоматизации, заменяя устаревшие схемы аппаратной контактно релейной логики программным аналогом на ПЛК. Ниже приведены примеры реализации различных схмотехнических решений и пример автоматизации на языке LD.

Пример 1: Схемы логических элементов "И" и "ИЛИ" на языке LD и эквивалент контактно релейной схемы.

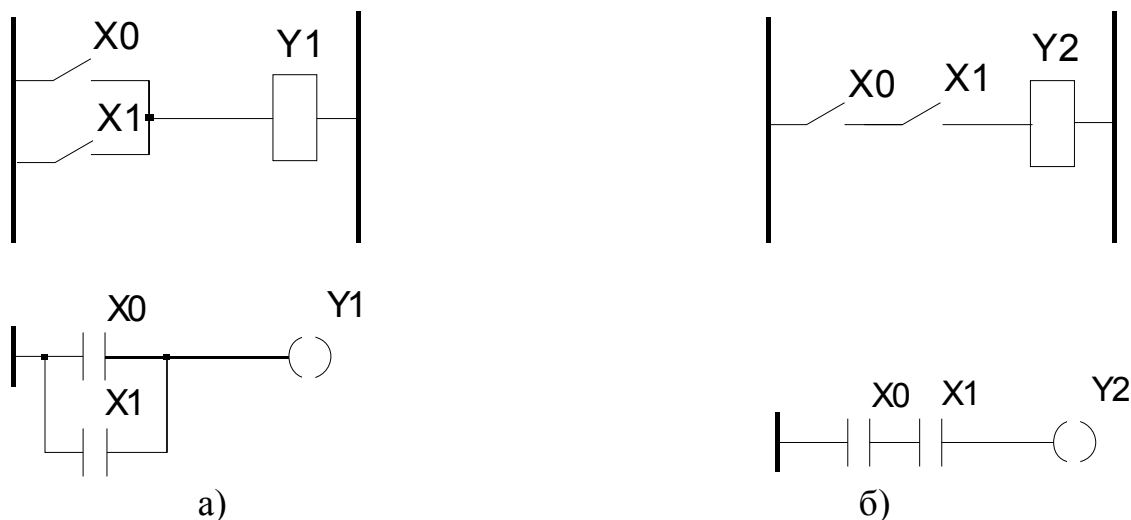


Рисунок 3.9 – Схемы логических элементов на языке LD и контактно релейной схемы
 а) – Элемент "И"; б) – элемент "ИЛИ"

Таблицы истинности соответственно выглядят следующим образом:

X1	X0	Y1
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

а)

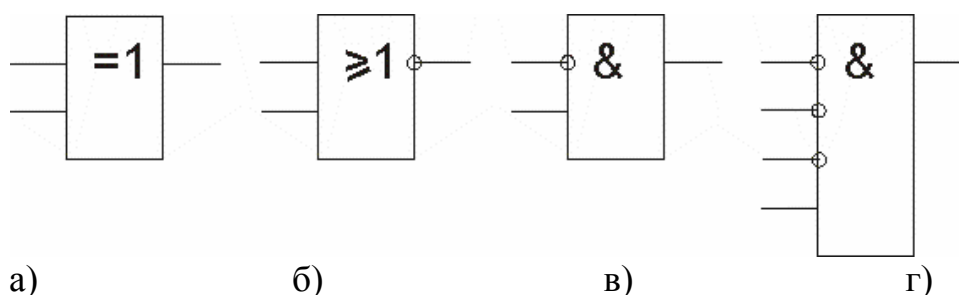
X1	X0	Y2
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

б)

Рисунок 3.10 – Таблицы истинности элементов
 а) – Элемент "И"; б) – элемент "ИЛИ"

6.5 Язык программирования Functional Block Diagram (FBD)

Язык **FBD** - это графический язык. Операторы представлены функциональными прямоугольниками (рисунок 3.11). Функциональные входы присоединяются к левой части прямоугольника. Функциональные выходы присоединяются к правой части. Входы и выходы диаграммы (переменные) соединены с функциональными прямоугольниками при помощи логических связей. Выходы одного функционального прямоугольника могут соединяться со входами другого (рисунок 3.12).



а)

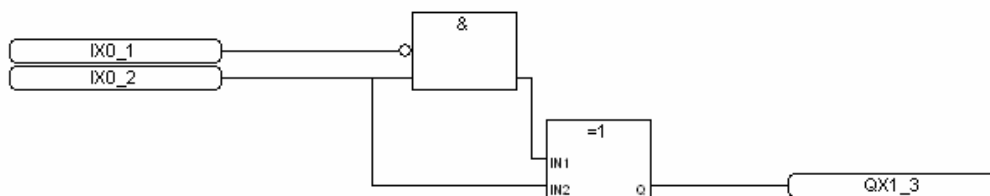
б)

в)

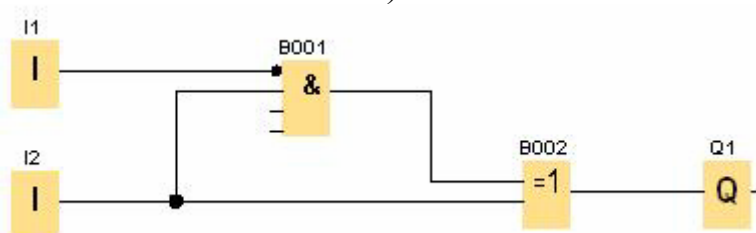
г)

Рисунок 3.11 – Графическое обозначение функциональных блоков языка FBD

а) – элемент «ИЛИ-НЕ»; б) – элемент «ИЛИ»; в) – элемент «И» с одним инвертированным входом; г) – элемент «И» с тремя инвертированными входами.



а)



б)

Рисунок 3.12 – Логические схемы в различных редакторах языка FBD
а) – в редакторе среды IsaGRAF; б) – в редакторе среды LogoSoftComfort

Кроме базовых элементов, таких как «И», «ИЛИ», «НЕ», «функция Пирса», «функция Шеффера», «Исключающее ИЛИ» язык FBD использует специализированные блоки, связанные с обработкой аналоговых величин, математических преобразований, функций отсчета времени и др.

6.6 Язык структурированный текст (ST)

ST (Structured text) - это структурный язык высокого уровня, разработанный для программирования процессов автоматизации. Этот язык, в основном, используется для создания сложных процедур, которые не могут быть легко выражены при помощи графических языков. По умолчанию ST является языком для описания действий внутри шагов и условий языка **SFC**.

Основной синтаксис ST.

ST программа - это список **ST операторов**. Каждый оператор заканчивается точкой с запятой (;). Имена используемые в исходном коде (идентификаторы переменных, константы, ключевые слова) разделены **неактивными разделителями** (пробелами, символами окончания строки и табуляции) или **активными разделителями**, которые имеют определенное значение (например, разделитель ">" означает сравнение "больше чем". В текст могут быть введены комментарии. Комментарий должен начинаться с "(" и заканчиваться ")". Каждый оператор заканчивается точкой с запятой (";"). Основные операторы языка ST:

- оператор **присвоения** (variable := expression);
- вызов **подпрограммы** или **функции**;

- вызов **функционального блока**;
- операторы **выбора** (IF, THEN, ELSE, CASE);
- **итеративные** операторы (FOR, WHILE, REPEAT);
- **управляющие** операторы (RETURN, EXIT);
- специальные операторы для связи с такими языками как SFC.

Неактивные разделители могут быть свободно введены между активными разделителями, константами и идентификаторами. Неактивные разделители - это **пробелы, символы окончания строки и табуляции**. В отличие от неформатных языков, таких как IL конец строки может быть введен в любом месте программы. Для улучшения читаемости программ нужно использовать неактивные разделители в соответствии со следующими правилами:

- Не пишите более одного оператора в строке
- Используйте табуляцию для сдвига сложных операторов
- Вводите комментарии для улучшения читаемости строк и параграфов

Выражения и скобки

Выражения ST объединяют **операторы и операнды** (переменные или константы). Для одного выражения (объединяющего операнды с одним ST оператором), **тип операндов** должен быть одним и тем же. Это одно выражение имеет тот же тип, что и его операторы и может быть использовано в более сложном выражении. Например:

```
(boo_var1 AND boo_var2)   BOO тип
not (boo_var1)             BOO тип
(sin (3.14) + 0.72)        REAL ANALOG тип
(t#1s23 + 1.78)            неправильное выражение
```

6.7 Язык последовательных функциональных схем SFC

Язык последовательных функциональных схем (Sequential Function Charts, или Grafcet) позволяет формулировать логику программы на основе чередующихся процедурных шагов и транзакций (условных переходов). Обычно язык SFC выбирается для программирования сложных многорежимных последовательно-параллельных задач с большим количеством управляемых элементов. При этом программа, написанная на SFC, представляется в простой наглядной структурированной форме в виде блок схемы шагов и переходов между ними.

Всякая программа на языке SFC разделяется на два уровня:

1. Уровень структуры – здесь задаются последовательность и связи между шагами и переходами.
2. Уровень программы – внутри каждого шага и перехода находится программа, реализованная на одном из языков стандарта МЭК 61131.

Структурная схема в языке SFC

Существует четыре основных компонента структуры в языке SFC:

1. Шаги – предназначены для описания действий выполняемых с переменными (рисунок 3.13.а).

2. Переходы – описывают условия перехода между шагами (рисунок 3.13.б)
3. Соединительные линии – линии связи между шагами и переходами.
4. Прыжки – осуществляют переход на указанный шаг (рисунок 3.13.в).

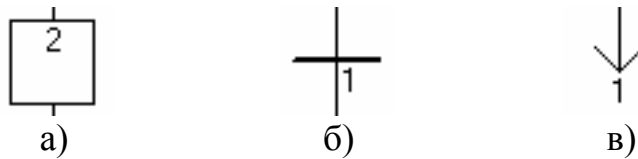


Рисунок 3.13 – Графическое обозначение основных компонентов структуры языка SFC

а) – шаг; б) – переход; в) – прыжок

Основные правила создания структуры на языке SFC:

1. В начале структуры обязательно находится начальный шаг.
2. После шага обязательно следует переход (шаги и переходы чередуются).
3. Шаги и переходы соединяются линиями связи.
4. Структура может разветвляться с помощью специальных линий связи (расхождения и схождения).
5. Шаги и переходы имеют сквозную независимую друг от друга нумерацию. После создания шага или перехода ему автоматически присваивается следующий по порядку создания номер и прописывается в его графическое изображение (рисунок 6.1).

Шаги подразделяются на:

1. Начальный шаг – предназначен для задания начальных условий.
2. Шаг – содержит программу, выполняющую действие над переменными.
3. Макрошаг – содержит ссылку на отдельную конструкцию шагов и переходов (макрос).
4. Начальный макрошаг – задает начальные условия и указывает на начало макроса. На схеме обозначается также как и простой шаг.
5. Конечный макрошаг – определяет окончание макрошага. На схеме обозначается также как и простой шаг.

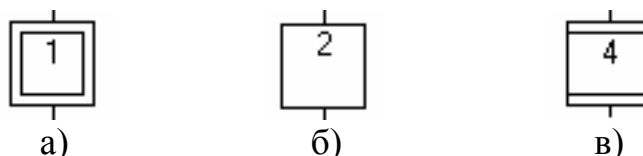


Рисунок 3.14 – Графическое обозначение шагов

а) – начальный шаг; б) – шаг; в) – макрошаг

У шага есть атрибуты. Они могут быть использованы в любом другом языке:

GSnnn.x.....активность шага (логическая переменная)
GSnnn.t.....продолжительность активного состояния шага (таймер)
(где nnn - номер шага)

Пример 1: Примеры конструкций на SFC приведены на рисунке 3.15.

Обратите внимание на последовательность нумерации шагов и переходов в примере 1 – шаги нумеруются отдельно от нумерации переходов. Нумерация происходит автоматически. В примере с макросом (рисунок 3.15, в), макрос содержит шаги 2, 3 и переход 2.

Макрос представляет собой отдельную конструкцию, не соединенную ни с какими другими частями схемы. Ссылка на макрос осуществляется с помощью макрошага. Макрошаг не имеет собственного номера. Номер макрошага, соответствует номеру начального шага шага (начального макрошага – шаг 2 в примере). На рисунке 3.15, г приведена конструкция аналог конструкции с макросом. Здесь видно, что фактически конструкция, содержащаяся в макросе, подставляется в основную схему.

Важно понимать также, что все примеры на рисунке 3.15 фактически не несут никакой смысловой нагрузки и не выполняют никакого действия, т.к. в них не задана собственно программа (содержание шагов и переходов, или второй уровень схемы).

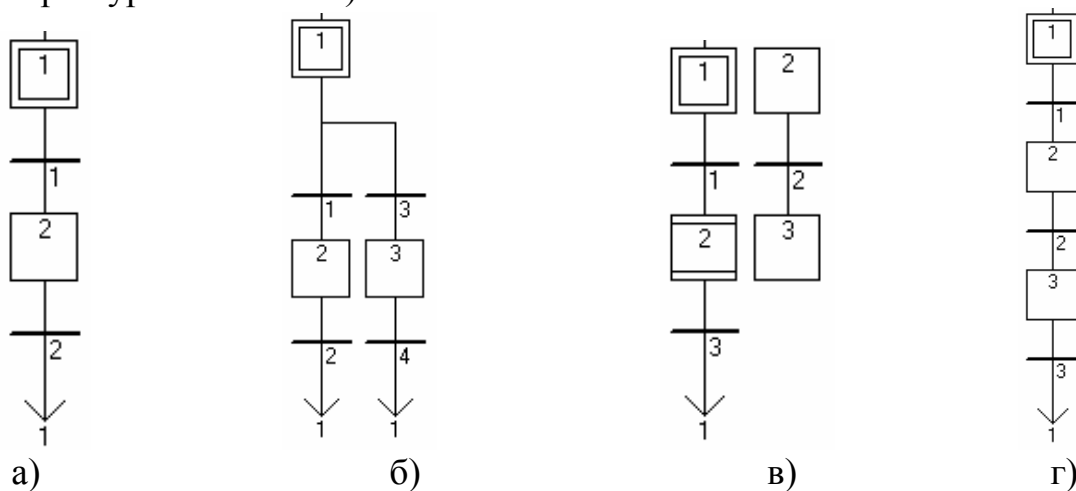


Рисунок 3.15 – Примеры конструкций на SFC

- а) – простая конструкция; б) конструкция с ветвлением;
- в) – конструкция с макросом; г) – конструкция аналог, конструкции (в)

Последовательность выполнения конструкции языка SFC

Язык SFC является языком последовательного типа. В каждом цикле контроллера может выполняться лишь активная часть программы последовательного типа. Активной частью является пара - шаг и переход, в которые выполнение зашло согласно заданной конструкции и программному содержанию. Пара шаг-переход будет активна пока не выполнится условие заданное в переходе. После выполнения условия перехода активность приобретает

шаг находящийся после перехода. В общем случае активной может быть не одна пара шаг-переход.

Во время работы активный шаг помечается маркером (закрашивается в черный цвет).

Рассмотрим пример 1, с точки последовательности выполнения шагов и переходов.

Схема на рисунке 3.15, а выполняется в следующей последовательности:

1. В начале цикла контроллера выполняется действие начального шага, затем проверяется условие перехода 1, при этом шаг 2 и переход 2 пассивны и в этом цикле **не выполняются**;
2. Если условие перехода 1 верно, то осуществляется переход на шаг 2 и пара начальный шаг и переход 1 **теряет активность**.
3. В начале очередного цикла контроллера, после потери шагом 1 активности, начинает выполняться шаг 2 и следующий за ним переход 2. Выполнением проверки условия перехода 2 завершается цикл выполнения.
4. Выполнение пары шаг 2 и переход 2 осуществляется столько циклов контроллера, сколько пройдет до момента выполнения условия перехода 2.
5. После выполнения условия перехода 2, в следующем цикле шаг 2 теряет активность, выполняется прыжок на шаг 1, шаг 1 приобретает активность. Затем в этом же цикле выполняется программа шага 1 и условие перехода 1, т.е. выполнение начинается с начала.

Рассмотрим особенности выполнения конструкции на рисунке 6.3.б.

После выполнения действия шага 1, по очереди выполняется проверка условий переходов 1 и 3. **В случае истинности обоих условий активность приобретают два шага – 2 и 3**, и в следующем цикле контроллера выполняются по очереди две пары – шаг 2 и переход 2, шаг 3 и переход 4, в соответствующей последовательности. Так реализуется параллельное выполнение задач. При организации сложных параллельных вычислений во избежание непредсказуемых результатов важно правильно задавать условия переходов.

Контрольные вопросы к лекции №6

6.1 *Что такое стандарт IEC 61131-3?*

6.2 *Что такое стандартные операторы IEC языков?*

6.3 *Как программируют ПЛК на языке Instruction List (IL)?*

6.4 *Как программируют ПЛК на языке Quick Ladder Diagram (LD)?*

6.5 *Как программируют ПЛК на языке Functional Block Diagram (FBD)?*

6.6 *Как программируют ПЛК на языке последовательных функциональных схем SFC?*

Упражнения к лекции № 6

6 **Задание:** *Процесс изготовления детали (рисунок 6.1) включает в себя пульт управления с кнопками «ПУСК», «СТОП» и индикационными лампами,*

компрессор для нагнетания сжатого под давлением воздуха, обрабатываемой детали, резца и двигателя станка (ДС).

После нажатия кнопки «ПУСК» происходит включение привода станка (ДС) (раскручивание детали) и сравнение показаний манометров ($M1$, $M2$ и $M3$): давление в расширителе компрессора ($M1$) должно соответствовать давлению на клапанах станка ($M2$, $M3$) ($M1=M2=M3=25\text{МПа}$ контроль утечек из трубопровода). В случае, когда $M1 < M2$ или $M3$ (давление в расширителе компрессора меньше чем в трубопроводе) включается двигатель компрессора (ДК) и давление в расширителе повышается до тех пор пока не выполнится условие $M1=M2=M3$, на пульте управления загорается сигнальная лампа Л1. Если же $M1 > M2$ или $M3$ (давление в расширителе компрессора больше чем в трубопроводе) открывается клапан (КЛ1) и давление выравнивается $M1=M2=M3$, на пульте управления при этом загорается сигнальная лампа Л2. После стабилизации давления с выдержкой в 5 сек. открывается клапан (КЛ2), который обеспечивает движение штатива резца $v2$ в вертикальном направлении (резец подводится к детали). Движение происходит до срабатывания концевого выключателя (КВ1). Затем с выдержкой в 5 сек. открывается клапан (КЛ3) обеспечивающий движение резца $v1$ в горизонтальном направлении (фаза обработки детали). Движение происходит до срабатывания концевого выключателя (КВ2).

При нажатии кнопки «СТОП» происходит мгновенное закрытие клапанов (КЛ1, КЛ2), отключение двигателя станка (ДС), на пульте управления загорается лампа Л3 и срабатывает звуковая сигнализация.

Решение: Действуя по аналогии с предыдущими решениями автоматизации ТП проанализируем количество и тип используемых сигналов ввода/вывода (таблица 6.1).

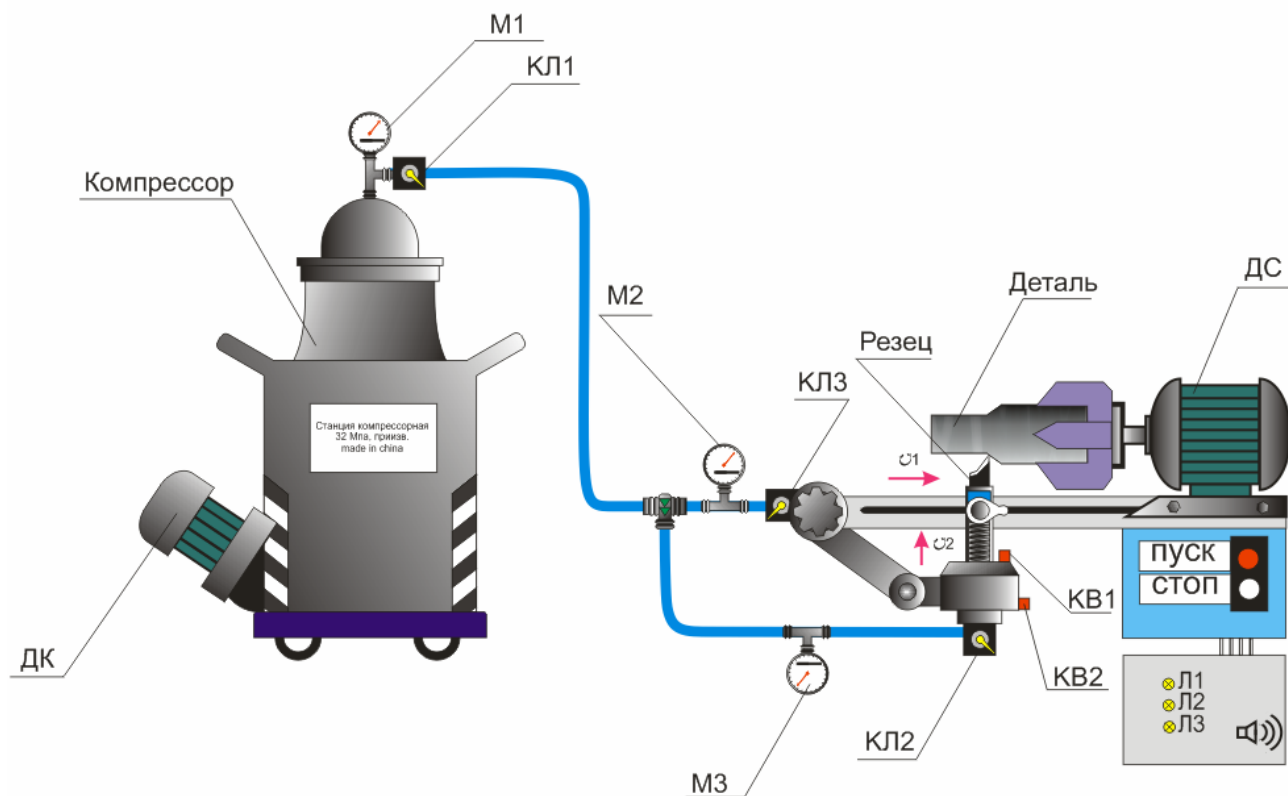


Рисунок 6.1 – Функциональная схема токарного станка

Таблица 6.1 – Сигналы ввода/вывода

Сигналы	Комментарии	Тип сигнала
Входные:		
Пуск (Start)	Нажатие кнопки «ПУСК» на пульте диспетчера	дискретный
Стоп (Stop)	Нажатие кнопки «СТОП» на пульте диспетчера	дискретный
M1	Срабатывание датчика давления расширителя компрессора	дискретный
M2	Срабатывание датчика давления горизонтального направления	аналоговый
M3	Срабатывание датчика давления вертикального направления	аналоговый
KB1	Срабатывание концевого выключателя вертикального направления	дискретный
KB2	Срабатывание концевого выключателя горизонтального направления	дискретный
Выходные:		
KЛ1	Открытие/закрытие клапана подачи сжатого воздуха в трубопровод	дискретный
KЛ2	Открытие/закрытие клапана вертикального направления	дискретный
KЛ3	Открытие/закрытие клапана горизонтального направления	дискретный
L1	Сигнальная лампа ($M1 < M2, M3$)	дискретный
L2	Сигнальная лампа ($M1 > M2, M3$)	дискретный
L3	Сигнальная лампа остановки процесса	дискретный
ДК	Включение двигателя компрессора	дискретный
ДС	Включение двигателя токарного станка	дискретный

Используя редактор LogoSoftComfort, составляем схему автоматизации технологического процесса управления станком в языке программирования FBD (рисунок 6.2).

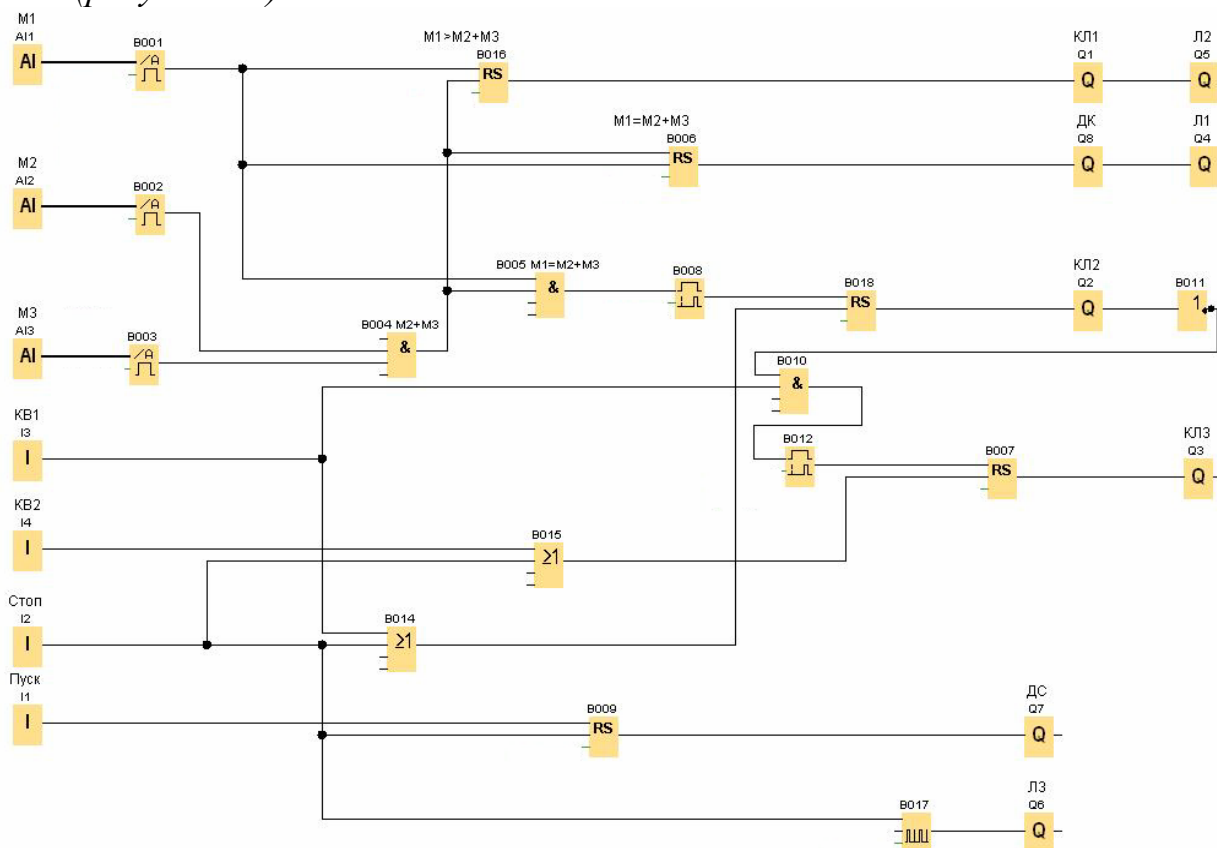


Рисунок 6.2 – Программа управления станком в языке программирования FBD

Литература

1. Логические модули LOGO!: Siemens. Микросистемы – 2003. – 30с.
2. TREI – 5B-02, Техническое руководство по эксплуатации устройства. TREIGmbH. - 2002. – 80с.
3. Сичкоренко А.В. Лабораторно-практический комплекс (ЛПК) «LOGO!». КарГТУ, кафедра АПП.: 2005 – 118с.
4. ISaGRAF. Version 3.4. Руководство пользователя. CJ INTERNATIONAL.:Перевод Науцилус, М.: НИИЯФ МГУ.2000г. 439с.

Лекция 7

План лекции: 1) Обзор основных характеристик промышленных логических контроллеров фирмы TREI, их и возможности. 2) Описание, работа и назначение. 3) Область применения. Состав. Варианты компоновки. 4) Описание и работа модулей. 5) Описание и работа мезонин-модулей

7.1 Обзор основных характеристик промышленных логических контроллеров фирмы TREI, их и возможности

Устройство **TREI-5B** предназначено для локальных и распределенных систем автоматического контроля и управления технологическими процессами на промышленных предприятиях с нормальным и взрывоопасным производством. Характерные особенности ПЛК:

- Контроллер принимает, обрабатывает и нормирует дискретные, аналоговые и частотно-импульсные входные сигналы с первичных преобразователей и приборов, выполняет операции управляющей логики, осуществляет сложную обработку аналоговых сигналов, в том числе фильтрацию, интегрирование, ПИ- и ПИД-регулирование, а также формирует и выдает управляющие воздействия на объект управления.
- TREI-5B это программируемый контроллер, работать с которым может проектировщик системы управления и эксплуатационный персонал, связанный с обслуживанием традиционной релейной и аналоговой аппаратуры и не знакомый с вычислительной техникой и методами программирования для ЭВМ.
- Разработка, ввод в контроллер технологической программы контроля и управления объектом и отладка этой программы осуществляется с помощью инструментальной системы ISaGRAF и языков программирования PLC стандарта IEC 1131-3 (МЭК 1131-3).

7.2 Описание, работа и назначение

Контроллер TREI-5B-02 предназначен для сбора и обработки аналоговых и дискретных информационных сигналов с первичных преобразователей и приборов, а также для формирования и выдачи управляющих воздействий на объект управления.

Устройство является средством измерения и применяется для автоматического контроля и управление технологическими процессами на производственных предприятиях в различных отраслях промышленности, в том числе в системах противоаварийных блокировок и защит. Устройство может работать в качестве информационно-управляющего устройства как автономно, так и в составе автоматических систем управления технологическими процессами (АСУТП).

Пример построения многоуровневой АСУТП на базе устройств TREI-5B показан на рисунке 3.16.

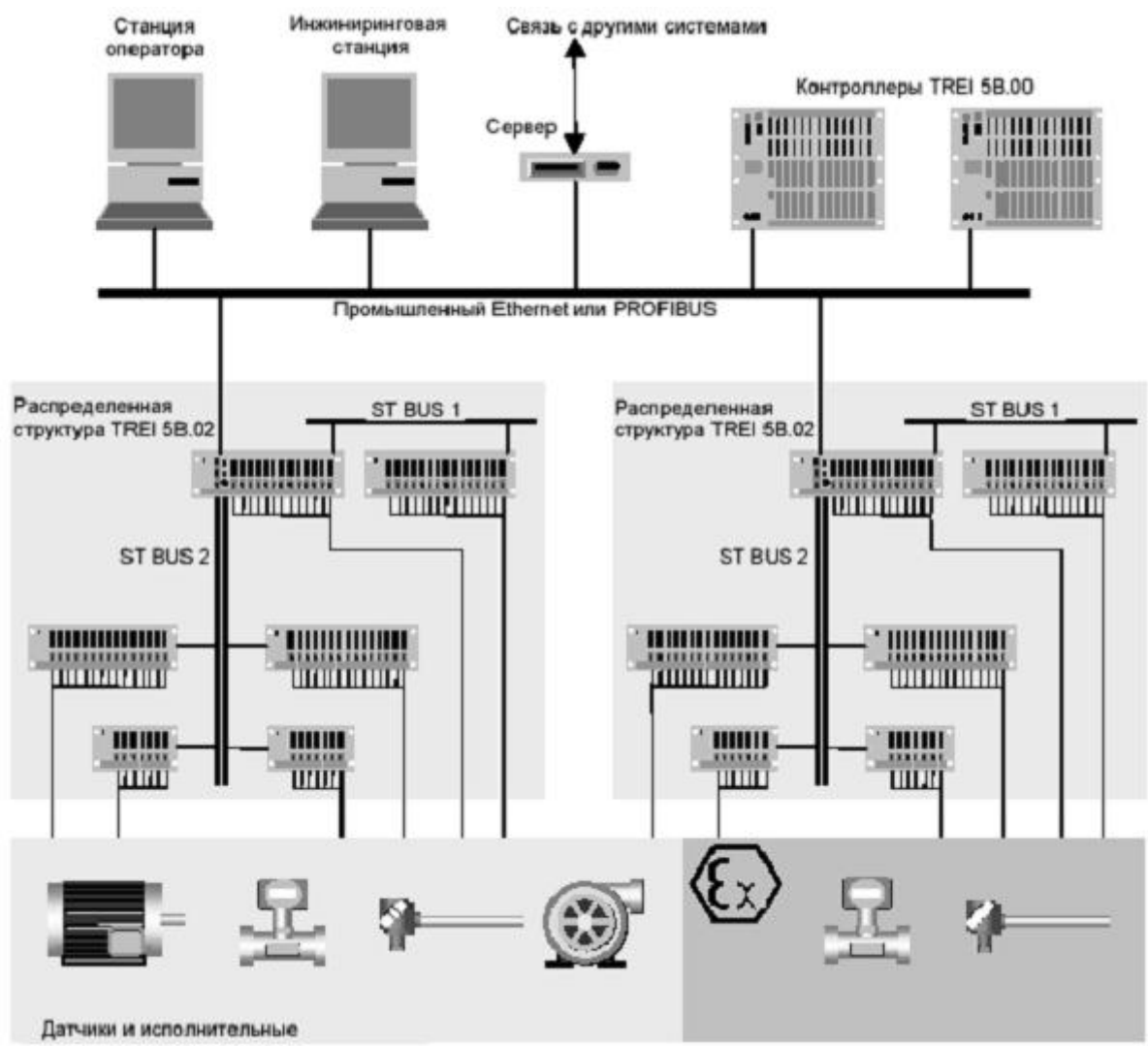


Рисунок 3.16 – Структурная схема распределенной системы АСУТП на базе контроллеров TREI 5В

7.3 Область применения

Область применения устройства – предприятия с нормальными и пожаро/ взрывоопасными условиями, в том числе опасными по газу и пыли, с зонами, где возможно образование взрывоопасных смесей, относящихся к категориям I и IIА, IIВ, IIС.

Устройство устанавливается вне взрывоопасных зон, а к его искробезопасным входам подключаются расположенные во взрывоопасных зонах искробезопасные внешние цепи.

7.4 Состав

Устройство представляет собой проектно-компонованное изделие. В каждом конкретном случае устройство компоновается и конфигурируется под конкретный объект контроля и управления в соответствии со спецификациями потребителя. Устройство в общем случае включает установочный каркас, в котором размещаются:

- модуль питания;
- мастер-модуль М701Е;

- модули ввода/вывода, включающие следующие типы: универсальный модуль M732U, дискретный модуль M743B/ M743D/ M743F/ M743O, модуль задатчиков M730P (в нашем случае отсутствует).

Устройство выпускается в трех исполнениях:

- для установки в щит контрольный щит приборов и автоматики (КИПиА) с расположением коммуникационной панели и панели питания сзади;
- для установки на монтажную плиту - коммуникационная панель и панель питания спереди;
- для установки в шкаф - без коммуникационной панели и панели питания.

Пример конфигурации устройства в указанных исполнениях приведен на рисунках 3.17 – 3.19.

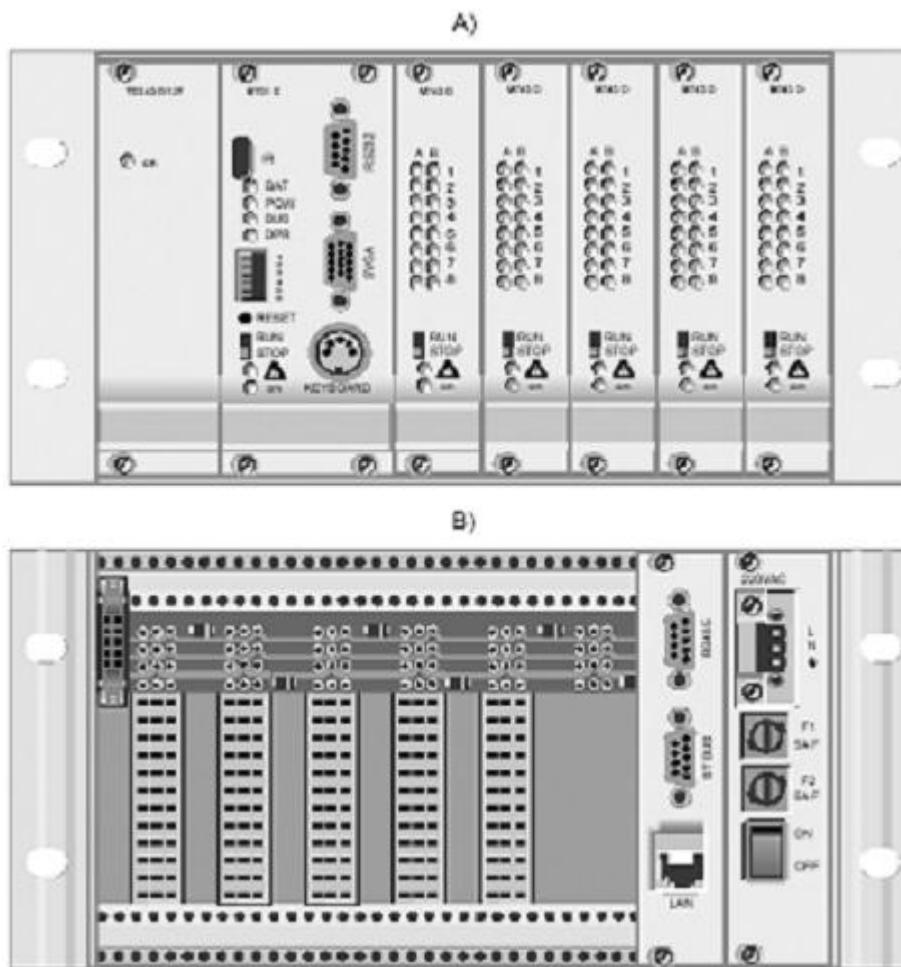


Рисунок 3.17 – Пример конфигурации устройства, устанавливаемого в щит КИПиА: А)-спереди; В)-сзади. Коммуникационная панель и панель питания расположены сзади.

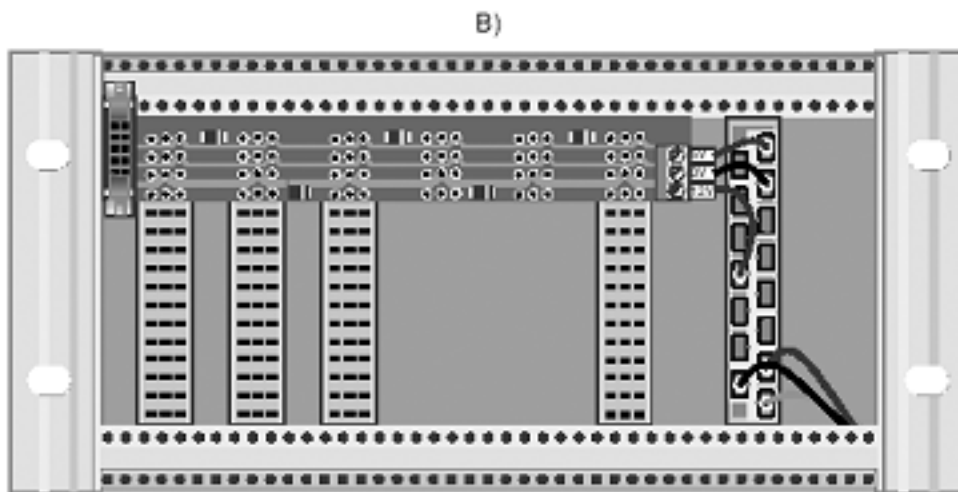
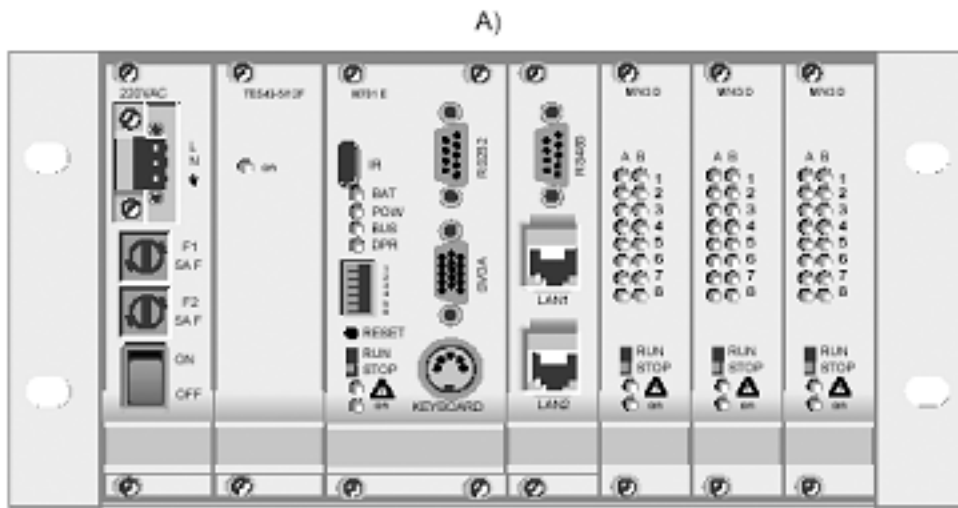
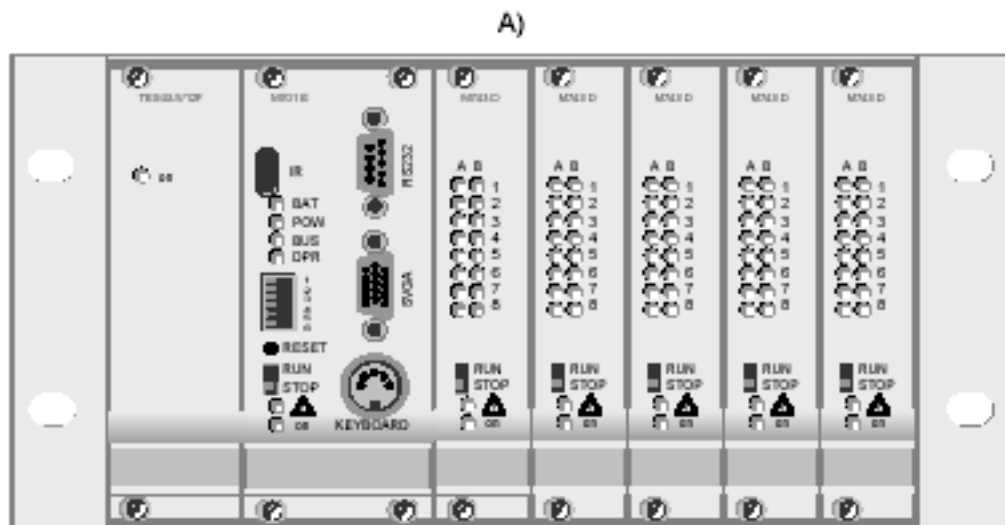


Рисунок 3.18 – Пример конфигурации устройства, устанавливаемого на монтажную плату: А) - спереди; В)-сзади. Коммуникационная панель и панель питания расположены спереди.



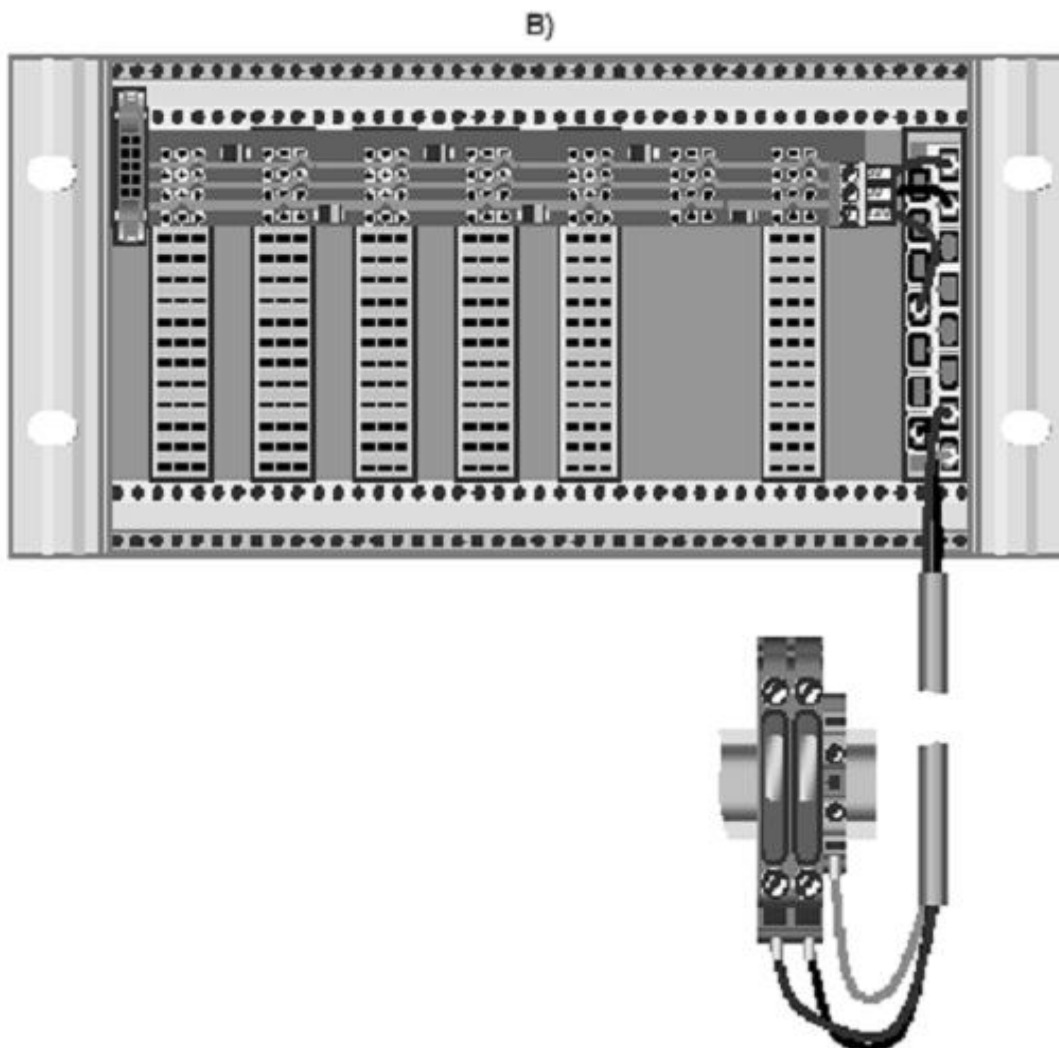


Рисунок 3.19 – Пример конфигурации устройства, устанавливаемого в шкаф:
А) -спереди; В)-сзади. Коммуникационная панель и панель питания не устанавливаются.

Питание подводится через клеммы с предохранителями или термоманитные автоматы защиты установленные в шкафу. Коммуникации подключаются через общую коммуникационную панель шкафа. На рисунке 3.20 представлен пример конфигурации устройства в варианте базовый комплект и удаленное соединение объектов (УСО)TREI-5В.

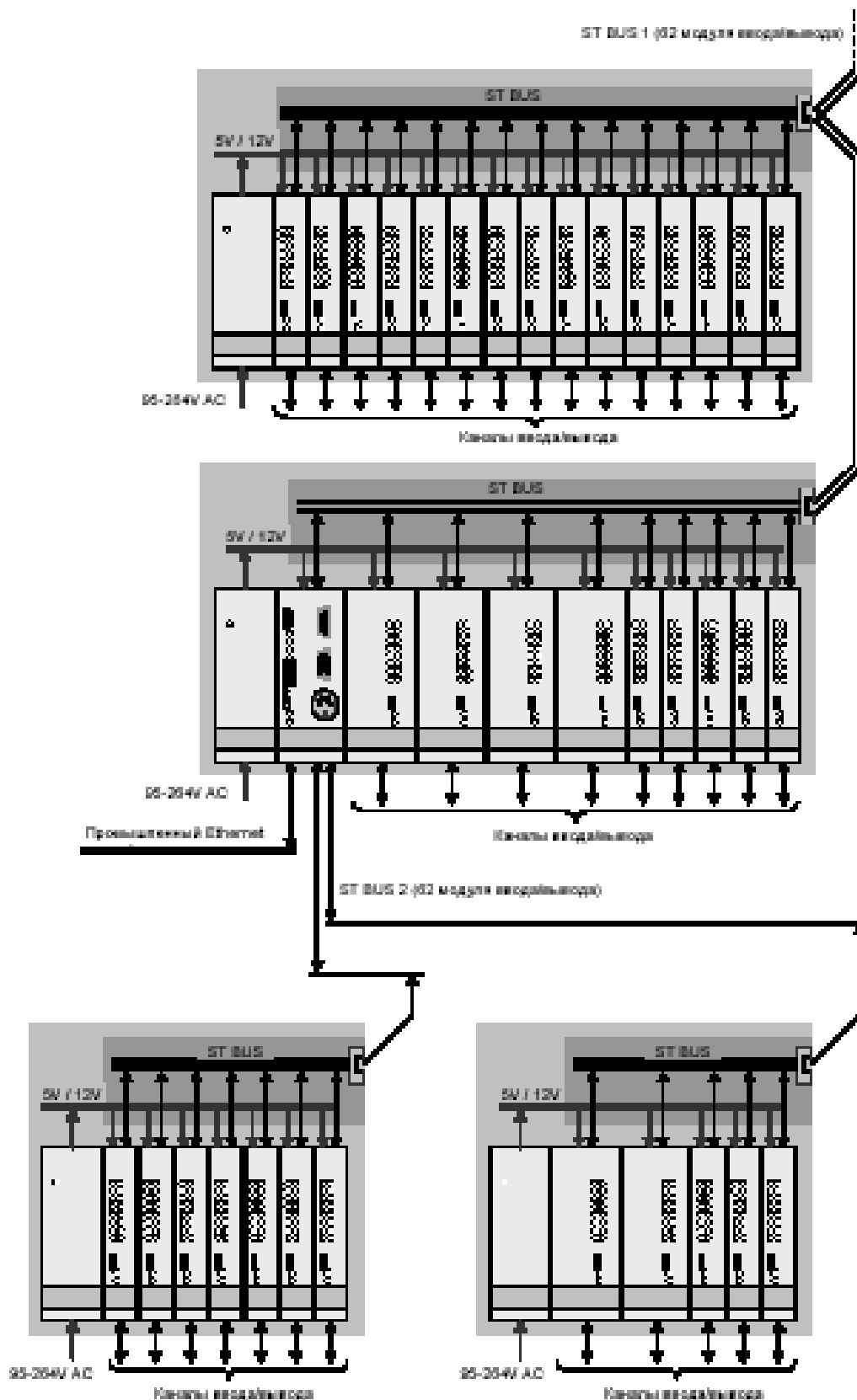


Рисунок 3.20 – Пример конфигурации устройства в варианте базовый комплект и удаленное УСО TREI-5B.

Заземление устройства выполняется путем подключения его к контуру/контурам заземления посредством болтов заземления.

7.5 Варианты компоновки

Различаются три варианта компоновки устройства: базовый комплект, удаленное УСО и блок задатчиков. Вариант базового комплекта предполагает установку в устройстве модуля питания, модулей ввода/вывода и мастер-модуля, на котором размещается до 3-х IBM PC совместимых плат, включая CPU, в стандарте PC104. На мастер-модуле устанавливается промышленная процессорная плата CPU 386/486/Pentium, поддерживающая PC104-интерфейс.

Вариант удаленного УСО – это устройство, скомпонованное модулем питания и модулями ввода/вывода, управление которым осуществляет от базового комплекта или удаленной IBM PC. Связь между ними осуществляется по интерфейсу ST BUS.

Вариант блока задатчика – это устройство с модулем питания и модулями задатчиков, на которые устанавливаются мезонины, для питания внешних цепей. Блок задатчиков применяется в качестве автономного устройства питания внешних цепей в резервируемых системах контроля и управления повышенной надёжности, включающих пассивные аналоговые первичные преобразователи с токовым выходом, токовые цепи термометров сопротивления, цепи дискретного входа и т. д.

7.6 Описание и работа модулей

Модуль питания.

Модуль питания (в нашем случае P701A) представляет собой импульсный источник стабилизированного напряжения и преобразует сетевое напряжение в напряжение +5В и +12В питания внутренней схемы устройства.

Модуль питания – это стандартный 3U-модуль, устанавливаемый в левой части монтажного каркаса. Внешние цепи подключаются через разъем, расположенный сзади модуля. На лицевой панели имеется индикатор выходного напряжения +5В.

В зависимости от конкретного типоразмера устройства модуль питания может иметь различную ширину лицевой панели 30/35/40/45мм. Технические характеристики вариантов модуля даны в таблице 3.4. В таблице 3.5 приведены назначение и номер выводов разъема. Внешний вид лицевой панели модуля приведен на рисунке 3.21.

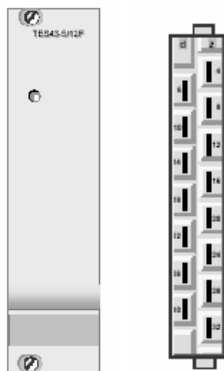


Рисунок 3.21 – Лицевая панель и разъем модуля питания

Таблица 3.4 – Технические характеристики вариантов модуля

Максимальная входная мощность		40Вт	60Вт	84Вт
Диапазон входного напряжения	пост.		=18÷40В	=128÷370В
	перем.	~95÷264В		~95÷264В
Частота		47÷63Гц	-	47÷63Гц
Максимальный входной ток		1,3А/~95В	Fuse 6,3А	1,32А/~90В
Выходное напряжение и максимальные токи		+5В/5А; +12В/1,7А; -12В/0,5А.	+5В/5А; +12В/3А.-	+12В/7А; +12В/3,5А
Регулировка входного напряжения		+5В±3%; +12В±5%;	+5В±5%; +12В±5%;	+5В±5%; +12В±5%;
Выходной сетевой фон/ ВЧ-шум на полной нагрузке		≤20мВ/≤50мВ	≤25мВ/≤80мВ	≤25мВ/≤120мВ
Защита		КЗ, токовая перегрузка	КЗ, токовая перегрузка, перенапряжение по выходу	КЗ, токовая перегрузка, перенапряжение по выходу

Таблица 3.5 – Назначение и номер выводов разъема

L	N	PE	+5В	+12В	-12В	GRD	GRD
z28	d30	z32	z4/d6	d18	d22	z8/d10	z20

Обозначение контактов: L - фаза, N - нейтраль, PE - защитная земля.

Мастер-модуль М701Е

Назначение и общее описание.

Мастер-модуль М701Е - основной модуль в структуре устройства TREI-5В-02. Модуль предназначен для сбора информации с каналов ввода, программно-логической обработки полученной информации и выдачи управляющих воздействий в каналы вывода, а также для организации и поддержания различных коммуникационных протоколов при использовании устройств в сложных комплексах АСУТП. Функциональная схема мастер-модуля изображена на рисунке 3.22.

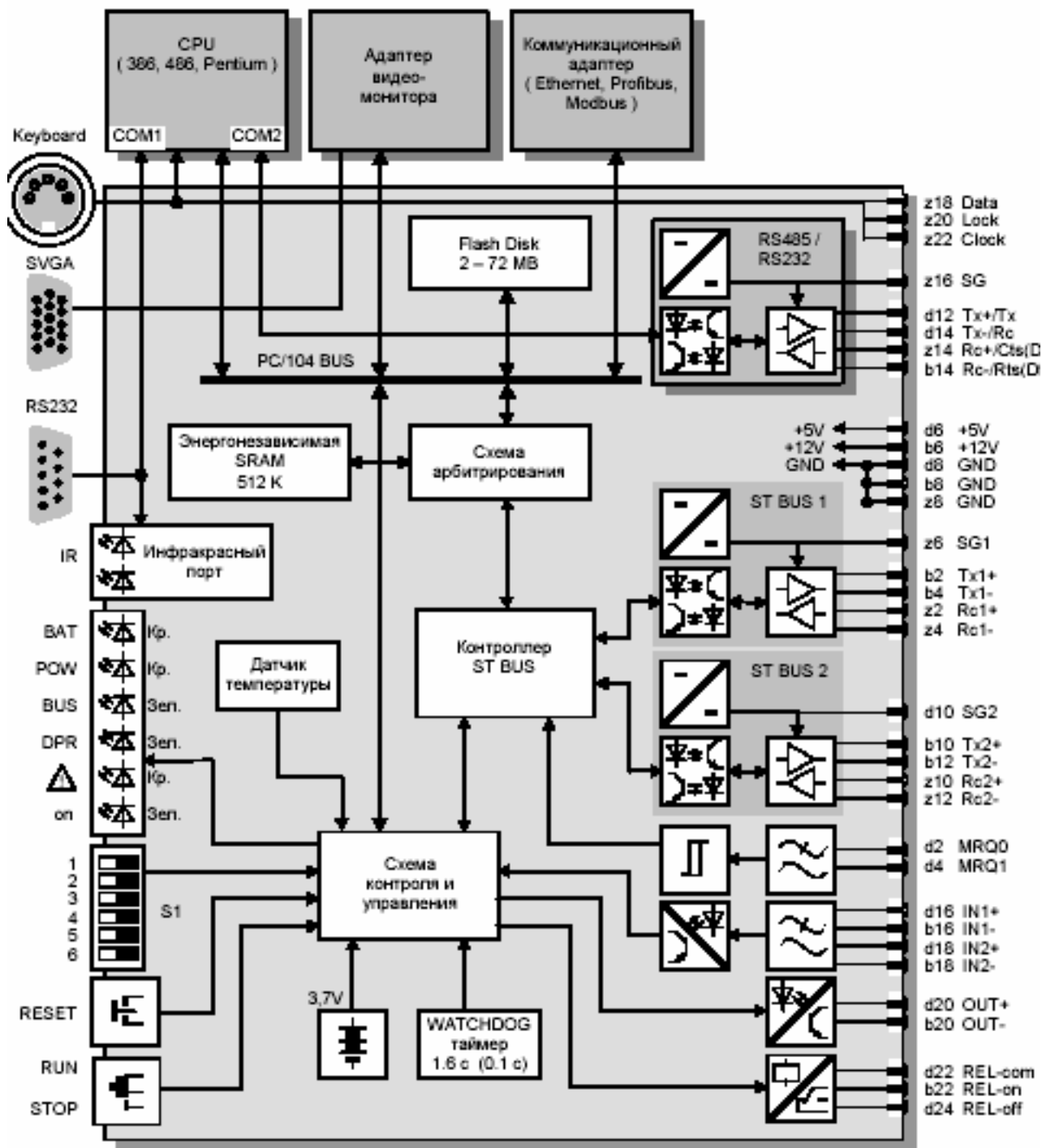


Рисунок 3.22 – Функциональная схема мастер-модуля

Модуль состоит из следующих основных функциональных блоков:

- Процессорный блок (CPU) представляет собой промышленный IBM-AT совместимый компьютер. Конструктивно он выполнен на отдельной плате в стандарте PC/104 и соединяется с основанием модуля по интерфейсу PC/104. В зависимости от задач возлагаемых на устройство вычислительная мощность блока выбирается из ряда: 386, 486, PENTIUM.
- Адаптер видеомонитора позволяет подключать к устройству стандартный VGA монитор. Конструктивно адаптер выполнен на отдельной плате в стандарте PC/104, или расположен на плате процессорного блока. Наличие данной функции определяется при заказе модуля.

- Коммуникационный адаптер организует работу устройства во внешних локальных сетях Ethernet, Profibus и др. Конструктивно адаптер выполнен на отдельной плате в стандарте PC/104. Наличие данной функции определяется при заказе модуля.
- Гальванически развязанный канал RS485/RS232 позволяет подключать внешние устройства поддерживающие данные интерфейсы. Конструктивно канал выполнен на отдельной плате. Наличие и тип канала определяется при заказе модуля.
- Контроллер ST BUS обеспечивает транспортный протокол внутренней сети устройства TREI-5B-02 при обмене с модулями ввода/вывода. На модуле реализованы две гальванически развязанные шины ST BUS. Для обмена с модулями ввода/вывода расположенными в одном каркасе или в одном шкафу с Мастер-модулем используется шина ST BUS 1. Для обмена с удаленными модулями ввода/вывода (до 1200 м) используется шина ST BUS 2.
- Релейный выход REL информирует о работоспособном состоянии мастер-модуля.
- Дискретные входы IN1, IN2 и дискретный выход OUT применяются для организации схем 100%-го резервирования модулей.
- Входы прерывания MRQ0, MRQ1 от модулей ввода/вывода подключенных к шине ST BUS 1.
- Статическое энергонезависимое ОЗУ (SRAM 512 К) и Флэш-диск (Flash Disk 2-72 MB) предназначены для хранения рабочих программ и промежуточной текущей информации в модуле. Объем Флэш-диска определяется при заказе мастер-модуля.
- Инфракрасный порт для связи с компьютером поддерживающим стандартный интерфейс IRDA при технологической загрузке и отладке программ.
- Сторожевой таймер (WATCHDOG) контролирует работу процессорного блока и при неисправности отключает релейный выход REL.
- Датчик температуры предназначен для контроля температуры внутри каркаса устройства на соответствие рабочему диапазону.

Модуль соединяется с шиной ST BUS и внешними цепями через 48-контактный разъем (Рис. 1.9), расположенный на задней стороне мастер-модуля.

Спецификация контактов разъема приведена на функциональной схеме.

Расположение элементов на лицевой панели.

На лицевой панели (рисунок 10) мастер-модуля расположены:

- Переключатель состояния модуля RUN-STOP/«Работа-Останов» и два контрольных светодиода состояния модуля (./«Внимание» - красный и on/«Норма» - зеленый).
- Кнопка RESET для установки модуля в исходное состояние.
- Переключатель S1 определяет режимы функционирования модуля.
- Разъем KEYBOARD для подключения стандартной клавиатуры.
- Разъем SVGA для подключения стандартного монитора.

- Разъем RS232 для подключения компьютера типа Notebook при технологической загрузке и отладке программ.
- Красный светодиод BAT индицирует разряженное состояние литиевой батареи.
- Красный светодиод POW индицирует аварийное состояние внутренней шины питания +5В.
- Зеленый светодиод BUS индицирует наличие обмена мастер-модуля с модулями ввода/вывода по шине ST BUS.
- Зеленый светодиод DPR индицирует наличие обмена между контроллером ST BUS и центральным процессором.

Разъем и лицевая панель Мастер-модуля приведены на рисунке 3.23. Общие технические характеристики мастер-модуля приведены в таблице 3.6.

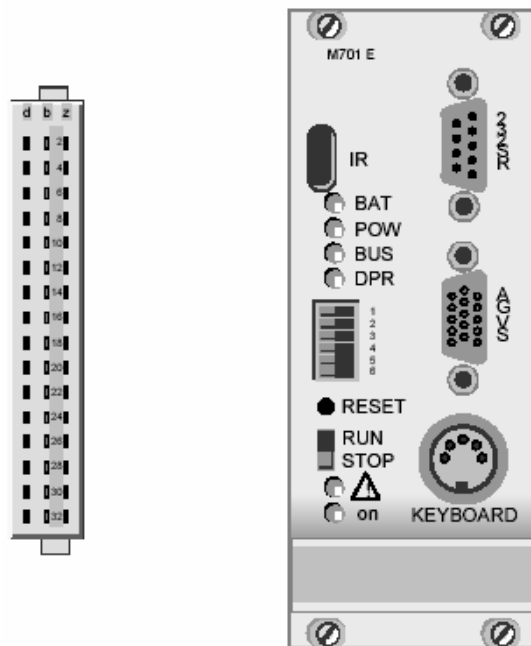


Рисунок 3.23 – Разъем и лицевая панель Мастер - модуля

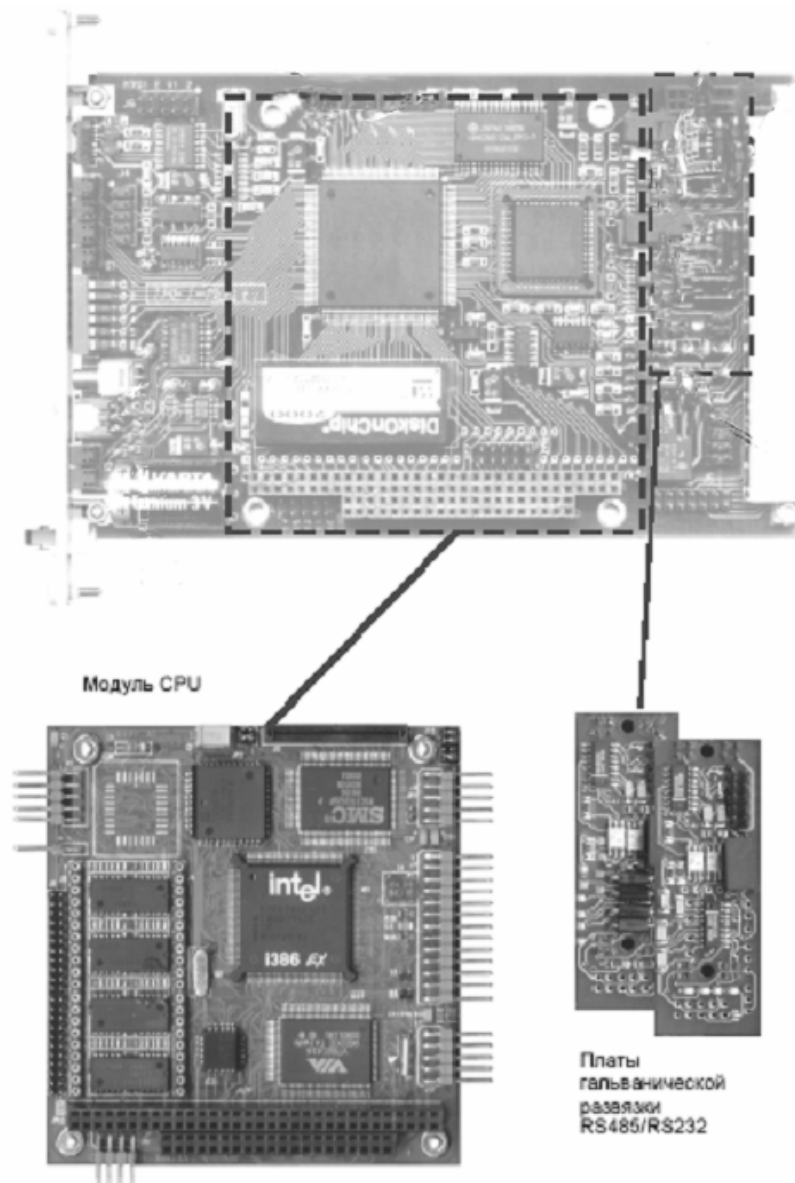


Рисунок 3.24 – Общий вид мастер-модуля TREI-5B-20

Универсальный модуль M732U

Назначение и общее описание.

Универсальный модуль имеет 8 посадочных мест для установки до 8 мезонин-модулей. Каждый мезонин-модуль (далее мезонин) подключается к модулю через один 14-контактный и два 4-контактных разъема и фиксируется крепежным винтом. Микроконтроллер модуля управляет обменом с мезонинами, осуществляет чтение/запись памяти EEPROM, поддерживает протокол обмена с внешней ST BUS шиной контроллера, управляет линией запроса прерываний и светодиодами состояния каналов ввода/вывода.

Функциональная схема универсального модуля изображена на рисунке 3.25.

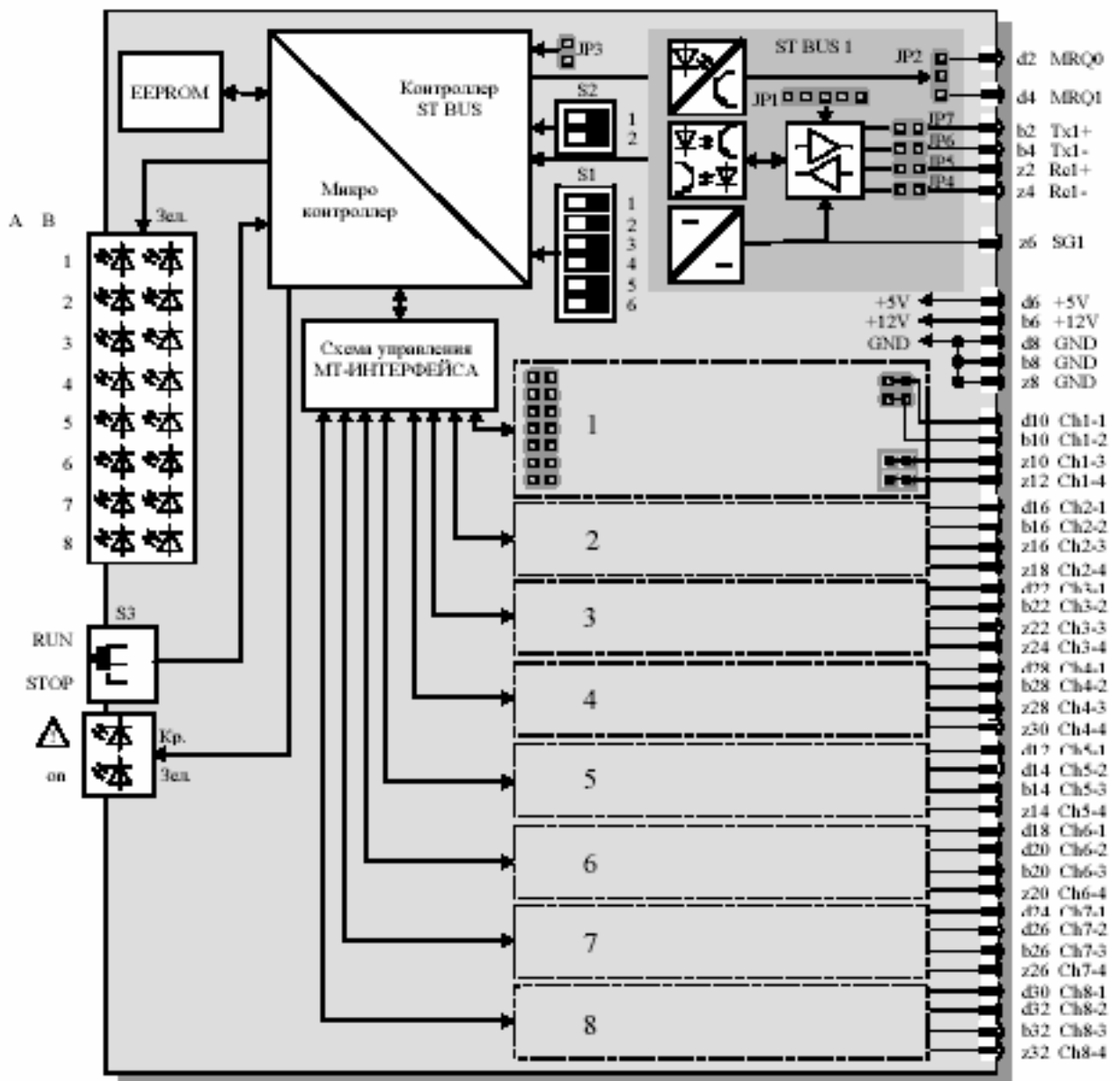


Рисунок 3.25 – Функциональная схема универсального модуля M732U

Шина ST BUS и линия запроса прерывания MRQ0/MRQ1 гальванически изолированы от внутренней схемы модуля барьером на DC/DC-преобразователе и оптронах. Внутренняя схема модуля изолирована от внешних цепей пользователя барьерами мезонинов. Модуль соединяется с шиной ST BUS и внешними цепями пользователя через 48-контактный разъем рисунок 3.26, расположенный на задней стороне модуля.

Спецификация контактов разъема приведена на функциональной схеме. Также на лицевой панели расположены 8 пар А-В зеленых светодиодов текущего состояния каналов ввода/вывода, переключатель S3 состояния модуля RUN-STOP/«Работа-Останов» и два контрольных светодиода состояния модуля (./«Внимание» - красный и on/«Норма» - зеленый).

Номер пары А-В светодиодов текущего состояния каналов ввода/вывода на лицевой панели соответствует номеру места мезонина на модуле.

Светодиод А отображает текущее состояние канала 1, а светодиод В – состояние канала 2 двухканального мезонина, установленного на соответствующем месте модуля. Для одноканальных мезонинов рабочим является светодиод А, а светодиод В не используется. Общий вид модуля представлен на рисунке 3.27.

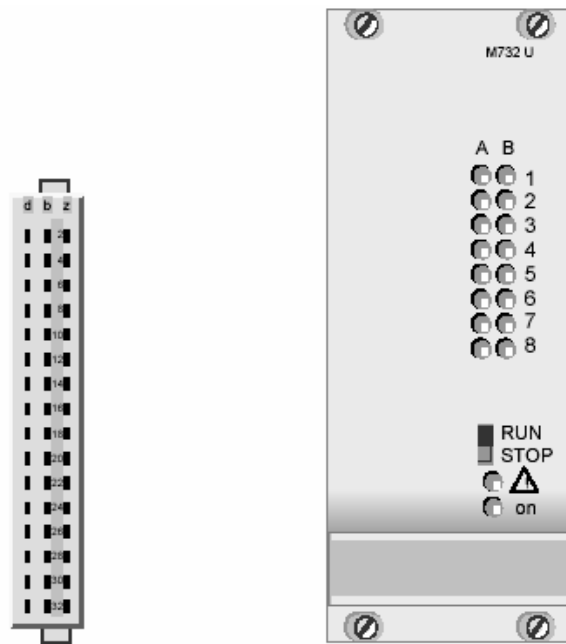


Рисунок 3.26 – Разъем и лицевая панель универсального модуля

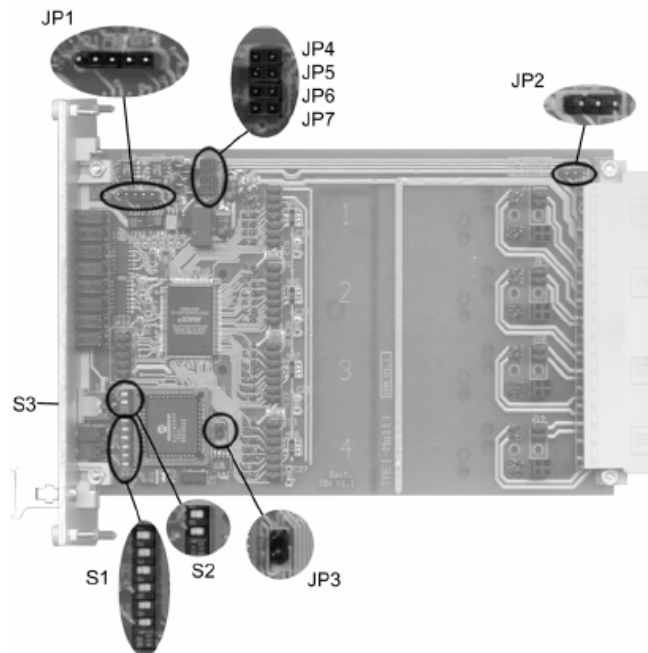


Рисунок 3.27 – Общий вид универсального модуля

Переключатель S3 на лицевой панели используется при замене модуля в «горячем» режиме без отключения питания.

Технические характеристики и схемы внешних подключений

Общие технические характеристики универсального модуля приведены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Общие технические характеристики универсального модуля

Тип/Код модуля	M732U
Число устанавливаемых мезонин-модулей	до 8 включительно
Индикация	по каждому каналу
Адресация модуля	6-битная
Тип внешней шины	ST BUS
Физическая реализация шины	Интерфейс RS-485 полный дуплекс/дублированный полудуплекс/полудуплекс
Скорость обмена	1,2/2,4/9,6/19,2/115,2/250/625/1250 Kбод
Гальваническая развязка	От ST-BUS шины 500В, от внешних цепей мезонин модулей 2500В
Напряжение питания модуля	+5В/+12В

Дискретный модуль М743

Назначение и общее описание.

Дискретный модуль М743 предназначен для ввода/вывода дискретных сигналов.

В зависимости от конфигурации входов/выходов и контролируемого внешнего напряжения (\pm/\sim)

дискретный модуль имеет четыре исполнения:

- М743В – 8 дискретных выходов и 8 дискретных входов постоянного тока;
- М743D – 16 дискретных входов постоянного тока;
- М743О – 16 дискретных выходов постоянного тока;
- М743F - 16 дискретных входов переменного тока.

Функциональная схема дискретного модуля изображена на рисунке 3.28.

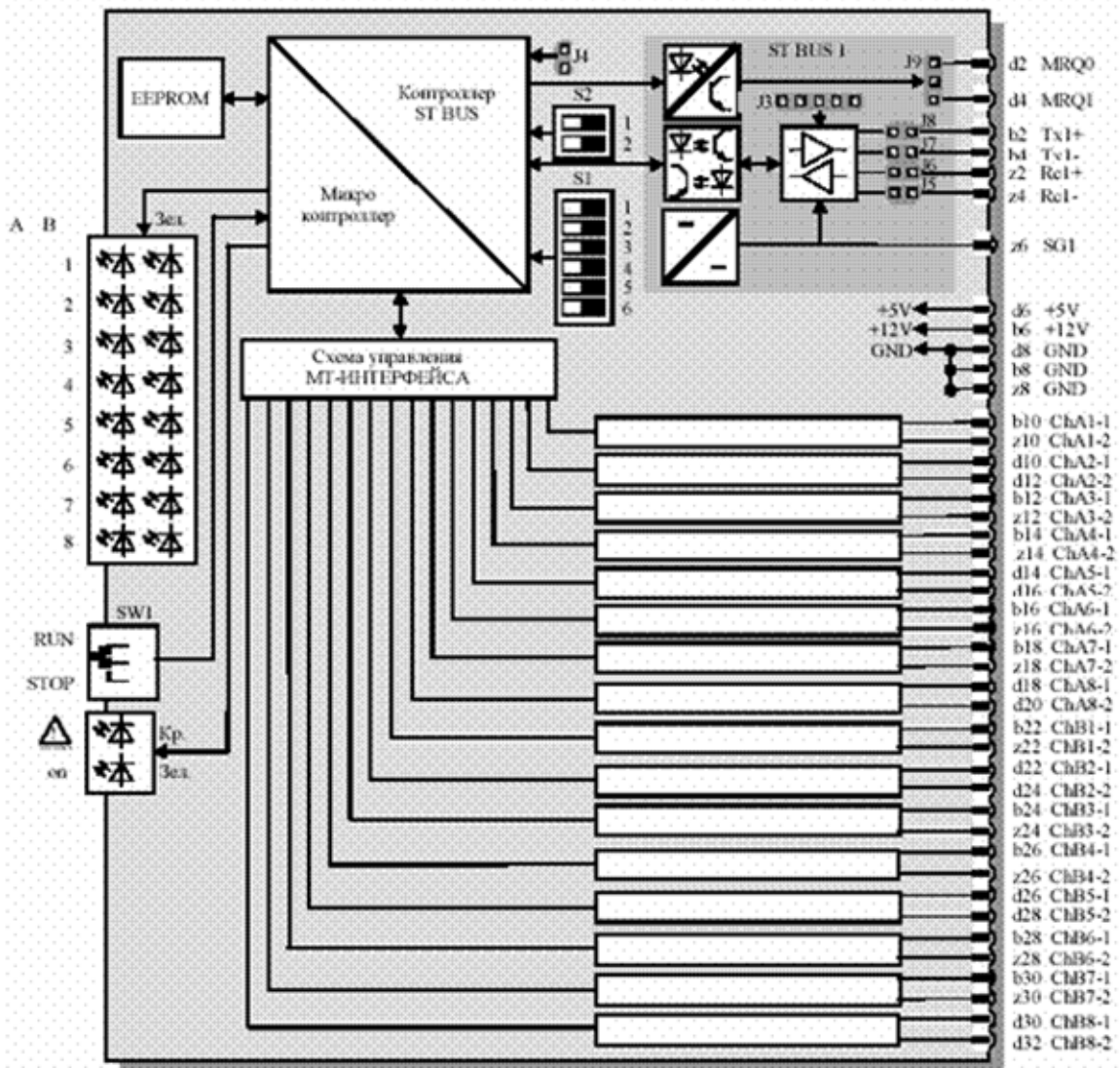


Рисунок 3.28 – Функциональная схема дискретного модуля TREI-5B

Микроконтроллер модуля считывает состояние дискретных входов, управляет дискретными выходами, осуществляет чтение/запись памяти EEPROM, поддерживает протокол обмена с ST BUS шиной, управляет линией запроса прерываний и светодиодами состояния входов/выходов.

ST BUS-шина контроллера и линия запроса прерывания MRQ0/MRQ1 гальванически изолированы от внутренней схемы модуля барьером, выполненным на DC/DC-преобразователе и оптронах. Внутренняя схема модуля изолирована от внешних цепей дискретных входов/выходов оптронами. Внутренняя схема модуля во взрывозащищенном исполнении дополнительно изолирована от шины питания контроллера DC/DC преобразователем, что обеспечивает изоляцию модуля и искробезопасных цепей пользователя от сетевого напряжения.

Модуль соединяется с ST BUS-шиной и внешними цепями пользователя через 48-контактный разъем, расположенный на задней стороне модуля. Спецификация контактов разъема приведена на функциональной схеме. На лицевой панели рисунок 3.29 расположены 8 пар А-В зеленых светодиодов состояния дискретных входов/выходов, переключатель SW1 состояния

модуля RUN-STOP/«Работа-Останов» и два контрольных светодиода состояния модуля («Внимание» - красный и on/«Норма» - зеленый).

Светодиоды рядов А и В с номерами с 1-го по 8-й индицируют состояние дискретных входов/выходов с аналогичными номерами.

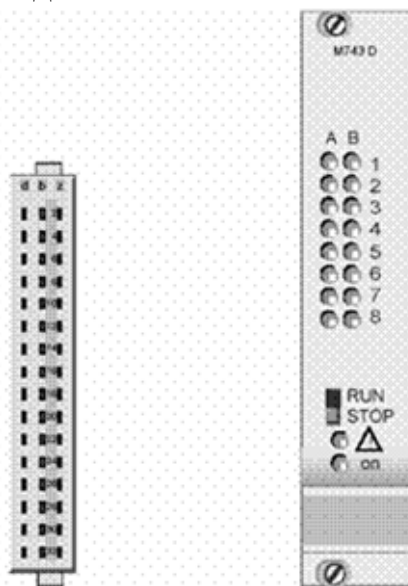


Рисунок 3.29 – Разъем и лицевая панель дискретного модуля

Установка переключателей и джамперов

На модуле переключателями и джамперами устанавливаются:

- адрес модуля - S1;
- режим обмена по ST BUS (полный дуплекс/ полудуплекс с дублированием/ полудуплекс пара 1/полудуплекс - J3,J5,J6,J7,J8;
- скорость обмена по ST BUS - J4,S2;
- линия запроса прерывания (MRQ0/MRQ1) - J9.

Технические характеристики

Общие технические характеристики дискретного модуля приведены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Общие технические характеристики дискретного модуля

Тип/Код модуля	M743B	M743D	M743O	M743F
Количество каналов входов/выходов	8 вых./8вх. пост. тока	16 входов пост. тока	16 выходов пост. тока	16 входов перем. тока
Номинальное напряжение	=5/12/24В	=5/12/24В	=5/12/24В	~110/220В
Индикация	по каждому каналу			
Адресация модуля	6-битная			
Тип внешней шины	ST BUS			
Физическая реализация шины	Интерфейс RS-485 полный дуплекс/дублированный полудуплекс/полудуплекс			
Скорость обмена	1,2/2,4/9,6/19,2/115,2/250/625/1250 Kbod			
Гальваническая развязка	От ST-BUS шины 500В, от внешних цепей между собой 500В			
Напряжение питания модуля	+5В			

7.7 Описание и работа мезонин-модулей

Мезонин-модуль ввода/вывода представляет собой законченный узел реализующий функцию гальванического разделения и нормирования сигнала ввода/вывода. Мезонин-модуль может быть одно/двух/трёхвходовым в зависимости от числа подключаемых входов/выходов с объекта контроля и управления. Конструктивно мезонин-модуль представляет собой одно или двухстороннюю печатную плату размером 20x90 мм. Кроме электронных компонентов на ней размещаются разъёмы: 2x7 контактный разъём для присоединения к МТ-ИНТЕРФЕЙСУ модуля ввода/вывода, с одной стороны, и пара разъёмов 2x2 или 2x3 (в зависимости от типа канала), для подключения к разъёму внешних соединений модуля с другой стороны. Мезонин-модули имеют маркировку типа/исполнения, индивидуального серийного номера и выпускаются в общепромышленном (О) и взрывозащищённом (Ex) * исполнениях.

Общие виды и функциональные схемы мезонин приведены в руководстве «УСТРОЙСТВО ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ TREI-5B-02. Руководство по эксплуатации. TREI1.421457.101-00.РЭ».

Контрольные вопросы к лекции №7

- 7.1 Каковы основные характеристики промышленных логических контроллеров фирмы TREI?
- 7.2 Для чего используются контроллеры?
- 7.3 Какова область применения контроллеров?
- 7.4 Какие существуют варианты компоновки?
- 7.5 Как работают модули?
- 7.6 Как работают мезонины-модули?

Упражнения к лекции № 7

7Задание: Для задания предложенного в пункте 2.8 лекции 2 составить программу в языке FBD.

Решение: См. рисунок 7.1



Рисунок 7.1 – программа в языке FBD.

Литература

1. TREI – 5B-02, Техническое руководство по эксплуатации устройства. TREIGmbH. - 2002. – 80с.
2. ISaGRAF. Version 3.4. Руководство пользователя. CJ INTERNATIONAL.:Перевод Науцилус, М.: НИИЯФ МГУ.2000г. 439с.

Лекция 8

План лекции: 1) Логические модули LOGO!. 2) Программирование с клавиатуры. 3) Программирование с помощью карты памяти. 4) Программирование с помощью LOGO! Soft Comfort

8.1 Логические модули LOGO!

Разработка программ логических модулей LOGO! может выполняться с помощью пакета LOGO! Soft Comfort, установленного на программаторе или компьютере. Пакет LOGO! Soft Comfort работает под управлением операционных систем Windows 95/ 98/ NT 4.0/ ME/ 2000/ XP, Linux и MAC OS X. Он может быть использован в клиент/ серверных приложениях и обеспечивает максимальное удобство разработки, отладки, документирования и архивирования программ логических модулей LOGO!

Разработка и отладка программы может выполняться в автономном режиме без связи между компьютером и модулем LOGO!, а также в интерактивном режиме. В последнем случае связь между компьютером и логическим модулем устанавливается с помощью соединительного кабеля PC - LOGO.

LOGO! Soft Comfort V4.0 позволяет:

- Выполнять разработку программ для логических модулей LOGO! всех поколений: от 6ED1... - OBAO до 6ED1... - OBA4.
- Выполнять разработку, отладку, документирование и архивирование программ LOGO! Как в автономном, так и в интерактивном режиме.
- Использовать для разработки программы языки LAD (язык релейно-контактных символов) и FBD. » Выполнять настройку параметров модулей и используемых функций. » Разрешать или запрещать автоматический переход с зимнего времени на летнее и наоборот.
- Осуществлять быстрый просмотр всей или некоторой части программы.
- Использовать символьную адресацию для входов, выходов и функций. Вводить комментарии для всех переменных и функций.
- Моделировать работу программы модуля LOGO! на компьютере. Загружать готовую программу в логический модуль или считывать программу из памяти логического модуля.
- Отображать состояния всех переменных и функций в режиме моделирования работы программы или в процессе работы программы в логическом модуле.
- Сохранять программу на жестком диске компьютера.
- Производить сравнение программ логических модулей.
- Запускать и останавливать выполнение программы логическим модулем.
- Определять состав функций, сохраняющих свои состояния при переключениях в питании логического модуля.
- Формировать тексты оперативных сообщений, включать в них необходимые значения параметров, и определять условия их появления на экране логического модуля.

- Использовать в процессе проектирования функции копирования, вырезания, вставки и т.д.
- Использовать мощную систему оперативной помощи и подсказок и т.д.

Универсальные логические модули LOGO! являются компактными функционально законченными изделиями, предназначенными для решения простых задач автоматизации. Семейство включает в свой состав:

- универсальные логические модули LOGO! Basic и LOGO! Pure,
- модули ввода-вывода дискретных сигналов DM8,
- модули ввода аналоговых сигналов AM2,
- коммуникационные модули для подключения к AS-Interface, LON и EIB *Instabus*,
- модули блоков питания LOGO! Power,
- модули LOGO! Contact для бесшумной коммутации 3-фазных цепей переменного тока.

Система ввода-вывода логических модулей LOGO! Basic и LOGO! Pure легко адаптируется к требованиям решаемой задачи. Модификации логических модулей 6ED1...-OBA3 и 6ED1...-OBA4 позволяют использовать модули расширения, с помощью которых увеличивается количество обслуживаемых входов-выходов или поддерживаются коммуникационные соединения. Максимальная конфигурация позволяет обслуживать до 24 дискретных и до 8 аналоговых входов, а также до 16 дискретных выходов.

Маркировка модулей несет информацию об их назначении, конструктивных и функциональных особенностях:

- LOGO!: обозначение семейства.
- 12: напряжение питания модуля и входов =12В.
- 24: напряжение питания модуля и входов =24В (для LOGO! 24RC, LOGO! 24RCo и LOGO! DM8 24R допускается использовать напряжение ~24В).
- 230: напряжение питания модуля и входов =115...240В.
- R: модуль с выходами в виде замыкающих контактов реле. При отсутствии буквы R - модуль с выходными каскадами в виде транзисторных ключей, =24В/0.3А.
- C: встроенный недельный таймер.
- o: модуль без клавиатуры и дисплея (LOGO! Pure).
- DM8: модуль ввода-вывода дискретных сигналов.
- AM2: аналоговый модуль.
- CM: коммуникационный модуль.

Логические модули LOGO! имеют следующие сертификаты и одобрения:

- Сертификаты и одобрения UL, CSA, FM.
- Сертификат CE на соответствие требованиям стандартов VDE 0631 и IEC 61131-2, а также EN 55011, класс В.
- Сертификат Госстандарта России № РОСС ОЕ.АЯ46.В61141 на соответствие требованиям стандартов ГОСТ Р 50377-92, ГОСТ 125-91 (п.2.8), ГОСТ 26329-84 (п.п. 1.2, 1.3), ГОСТ Р 51318.22-99 и ГОСТ Р 51318.24-99.
- Морские сертификаты:

- ABS (American Bureau of Shipping);
- BV (Bureau Veritas);
- DNV (Det Norske Veritas);
- GL (Germanischer Lloyd);
- LRS (Lloyd Register of Shipping);
- Class NK (Nippon Kaiji Kyokai).

Наиболее простые устройства управления могут быть построены на основе логического модуля LOGO! Basic или LOGO! Pure без использования модулей расширения. Для построения более сложных устройств логический модуль дополняется необходимым набором модулей расширения.

Максимальная конфигурация позволяет обслуживать 24 дискретных и 8 аналоговых входов, а также 16 дискретных выходов.

При использовании модулей расширения необходимо соблюдать следующие правила:

- Модули расширения DM8 могут подключаться только к модулям с таким же уровнем напряжения питания и таким же родом тока. Для исключения ошибок при монтаже все модули снабжены устройствами механической кодировки.
- Аналоговые и коммуникационные модули могут подключаться к модулям любого типа.
- Для повышения быстродействия устройства управления непосредственно за логическим модулем рекомендуется устанавливать сначала дискретные, потом аналоговые, потом коммуникационные модули расширения.

Встроенные входы и выходы логических модулей, модулей DM8, AM2 и AM2 PT100 образуют систему локального ввода-вывода логического модуля LOGO!. При необходимости логические модули LOGO! могут использоваться и в системах распределенного ввода-вывода, в которых обмен данными с датчиками и исполнительными устройствами осуществляется через промышленные или офисные сети.

Подключение к сетям осуществляется через коммуникационные модули:

- LOGO! CM - коммуникационный модуль ведомого устройства сети AS-Interface с 4 виртуальными дискретными входами и 4 виртуальными дискретными выходами.
- LOGO! CM EIB/KNX - коммуникационный модуль ведущего устройства сети EIB *Instabus* с 16 виртуальными дискретными входами, 8 виртуальными аналоговыми входами и 12 виртуальными аналоговыми выходами.
- LOGO! CM LON - коммуникационный модуль ведущего устройства сети LON Works с 16 виртуальными дискретными входами, 8 виртуальными аналоговыми входами и 12 виртуальными аналоговыми выходами.

Для программирования логических модулей LOGO! используется набор функций, встроенных в их операционную систему. Все функции сгруппированы в две библиотеки:

- Библиотека GF содержит базовый набор функций, позволяющий использовать в программе модуля все основные логические операции.

- библиотека SF содержит набор функций специального назначения, к которым относятся триггеры, таймеры, счетчики, компараторы, часы и календари, элементы задержки включения и отключения, генераторы, функции работы с аналоговыми величинами и т.д.

Всего для разработки программ доступно 8 базовых и 25 специальных функций. Общий объем программы ограничен 130 функциями. Это значит, что один модуль LOGO! способен заменить схему, включающую в свой состав до 130 электронных и электромеханических компонентов.

Программирование логических модулей LOGO! может выполняться одним из трех способов:

- Непосредственно с клавиатуры модуля LOGO! Basic.
- Установкой запрограммированного модуля памяти.
- С компьютера, оснащенного программным обеспечением LOGO! Soft Comfort.

8.2 Программирование с клавиатуры

Программирование модулей LOGO! с клавиатуры выполняется на языке FBD (Function Block Diagram) и напоминает разработку схемы электронного устройства. Этот вариант программирования возможен только для модулей LOGO! Basic.

Процесс программирования сводится к извлечению из библиотек требуемых в данный момент функций, определению соединений входов и выходов данной функции с входами и выходами логического модуля или других функций, а также установке параметров настройки данной функции. Например, времени задержки включения или отключения, параметров предварительной установки и граничных значений счета, граничных значений аналоговых величин и т.д.

Во время программирования на экране дисплея модуля отображается только одна из всех используемых в программе функций. Готовая программа может быть переписана в модуль памяти, вставленный в модуль LOGO!

8.3 Программирование с помощью карты памяти

Программирование логических модулей LOGO! может выполняться установкой в его паз модуля памяти с заранее записанной в него программой. После установки модуля памяти и включения питания в LOGO! Pure программа автоматически копируется из модуля памяти в память логического модуля, после чего выполняется автоматический запуск программы.

В LOGO! Basic после установки модуля памяти и включения питания на экран дисплея выводится меню, из которого можно произвести перезапись программы из модуля памяти в память логического модуля и осуществить запуск выполнения программы.

8.4 Программирование с помощью LOGO! Soft Comfort

Программное обеспечение LOGO! Soft Comfort предоставляет наиболее широкие возможности по разработке, отладке и документированию про-

грамм логических модулей LOGO! Разработка программы может выполняться на языках LAD (Ladder Diagram) или FBD. Допускается использование символьных имен для переменных и функций, а также необходимый комментарий.

В отличие от программирования с клавиатуры обеспечивается наглядное представление всей программы, поддерживается множество сервисных функций, повышающих удобство разработки и редактирования программы.

Разработка, отладка и полное тестирование работы программы может осуществляться в автономном режиме без наличия реального модуля LOGO! Готовая программа может загружаться в логический модуль или записываться в модуль памяти, а также сохраняться на жестком диске компьютера.

- Компактное, комфортабельное, экономичное и универсальное решение для построения простых устройств автоматического управления.
- Простота монтажа и обслуживания, удобное и простое программирование.
- "Все в одном": встроенный дисплей и клавиатура, программируемая логика, библиотеки встроенных функций, входы и выходы.
- Программирование с клавиатуры без использования дополнительного программного обеспечения.
- Использование дисплея и клавиатуры для решения простейших задач оперативного управления.

Логические модули LOGO! - это универсальные программируемые модули, предназначенные для построения простейших устройств автоматического управления. Они могут использоваться автономно или дополняться необходимым набором модулей расширения. Компактные размеры, относительно низкая стоимость, простота программирования, монтажа и эксплуатации позволяют получать на основе модулей LOGO! множество рентабельных решений для различных областей промышленного производства и автоматизации зданий.

Логические модули LOGO! выпускаются в пластиковых корпусах размерами 72x90x55 мм и имеют степень защиты IP 20.

1. Клеммы для подключения питания электроники модуля.
2. Клеммы для подключения входных цепей.
3. Клеммы для подключения цепей нагрузки.
4. Интерфейс для установки модуля памяти или подключения соединительного кабеля PC-LOGO!
5. Клавиатура (только в модулях LOGO! Basic).
6. Дисплей (только в модулях LOGO! Basic).
7. Интерфейс внутренней шины для подключения модулей расширения.
8. Кодировочные пазы.

Все модули LOGO! монтируются на 35мм профильную шину DIN или на плоскую поверхность. Объединение всех модулей в единое устройство осуществляется через внутреннюю шину.

Существуют ограничения на состав используемых модулей расширения. Для исключения ошибок при монтаже все модули семейства оснащены

кодировочными пазами, а модули расширения и кодировочными штифтами. Выполнить подключение к внутренней шине можно лишь в том случае, если кодировочные штифты модуля расширения вошли в кодировочные пазы предшествующего модуля.

Новые модули поставляются укомплектованными крышками, закрывающими интерфейс для установки модуля памяти и интерфейс внутренней шины. Модуль памяти в комплект поставки не входит и должен заказываться отдельно.

Логические модули LOGO! версии 6ED1...-OBA4 имеют следующие конструктивные и функциональные особенности:

- Встроенный 32-разрядный микропроцессор.
- Объем памяти программ, позволяющий использовать до 130 функций на программу.
- Новый дисплей с внутренней светодиодной подсветкой, 4 строки по 12 символов (без поддержки кириллицы).
- Увеличенный набор встроенных функций.

Внешние цепи монтируются проводами $1 \times 2.5 \text{ мм}^2$ или $2 \times 1.5 \text{ мм}^2$.

Все модули оснащены 8 входами и 4 дискретными выходами. В зависимости от модификации напряжение питания модуля может составлять $\pm 12\text{В}$, $\pm 24\text{В}$, $\pm 115\text{В}$, $\pm 230\text{В}$, $\sim 115\text{В}$ или $\sim 230\text{В}$. Напряжением питания модуля определяется и напряжение питания его входных цепей.

В моделях с питанием постоянным током 2 из входов имеют универсальное назначение. Они могут использоваться для ввода дискретных или аналоговых сигналов 0... 10В.

Выходные каскады модулей выполняются на основе транзисторных ключей или герконовых реле. В моделях с транзисторными выходами два выхода могут использоваться в импульсном режиме.

Дисплей и клавиатура логических модулей LOGO! Basic используются как на этапе программирования, так и на этапе эксплуатации готового устройства. В процессе эксплуатации на экран дисплея выводятся простейшие оперативные сообщения (кириллица не поддерживается), которые можно использовать для модификации параметров настройки.

Логические модули LOGO! нового поколения поддерживают целый ряд новых функций:

- Количество входов всех базовых функций увеличено до 4. Исчезла функция инверсии. Любой дискретный вход любой функции можно сделать инверсным.
- Расширен набор функций, способных сохранять свои состояния при перебоях в питании логического модуля.
- Расширен состав библиотеки специальных функций: сдвигающий регистр, счетчики селекции исполняемых частей программы, новые аналоговые функции и т.д.
- Значения аналого-цифрового преобразования могут использоваться для изменения параметров настройки таймеров, счетчиков, элементов задержки включения или отключения и т.д.

- Параметры настройки могут редактироваться непосредственно в текстах оперативных сообщений. » Поддержка до 10 текстовых сообщений (без кириллицы).
- Использование клавиш горизонтального и вертикального перемещения в качестве входов, в Использование в программе до 24 флаговых бит и до 16 ложных выходов.
- Использование символьных имен для функций (до 64 символьных имен).

Контрольные вопросы к лекции №8

8.1 *Что такое логические модули LOGO!?*

8.2 *Как происходит программирование с клавиатуры?*

8.3 *Как происходит программирование с помощью карты памяти?*

8.3 *Как происходит программирование с помощью LogoSoftComfort?*

Упражнения к лекции №8

8 *Задание: Проведите монтаж LOGO24!*

Литература

1. Логические модули LOGO!: Siemens. Микросистемы – 2003. – 30с.
2. Сичкоренко А.В. Лабораторно-практический комплекс (ЛПК) «LOGO!». КарГТУ, кафедра АПП.: 2005 – 118с.
3. ISaGRAF. Version 3.4. Руководство пользователя. CJ INTERNATIONAL.:Перевод Науцилус, М.: НИИЯФ МГУ.2000г. 439с.

4 Методические указания для выполнения практических (семинарских) занятий

Практические занятия отсутствуют

5 Методические указания для выполнения лабораторных работ

Общие методические указания

Программирование LOGO!

Универсальные логические модули LOGO предназначены для замены традиционных схем управления, выполненных на основе реле, контакторов и подобных им устройств.

Логические модули имеют встроенные клавиатуру и дисплей. Для программирования модулей используются самые распространённые на практике логические функции, в том числе шесть базовых (AND, OR, NOT, NAND, NOR, XOR), а также ряд специализированных функций (задержка включения и выключения, импульсное реле, выключатель с часовым механизмом, реле с самоблокировкой, тактовый генератор и др.).

Для хранения управляющей программы в модуле имеется встроенное энергонезависимое запоминающее устройство (EEPROM).

Программированием в промышленном контроллере LOGO! подразумевается ввод схемы. Программа LOGO! является на самом деле ничем иным, как коммутационной схемой, представленной другим способом.

Примечание

Варианты LOGO! без дисплея – LOGO! 1 2/24RCO, LOGO! 24RCO и LOGO! 230RCO – не имеют операционного блока. Они предназначены, главным образом, для серийных приложений в конструкции малых машин и аппаратов. Варианты LOGO!...RCO не программируются на самом устройстве. Программы в это устройство передаются из программного обеспечения LOGO! или из модулей памяти других устройств LOGO!.

Списки элементов

LOGO! в режиме программирования предлагает ряд списков:

- ±CO: список соединительных элементов;
- ±GF: список базовых функций AND [И], OR [ИЛИ], ... ;
- ±SF: список специальных функций;
- ±BN: список завершённых и повторно используемых блоков в схеме.

Содержание списков

Все списки отображают элементы, доступные в LOGO! Обычно это все соединительные элементы, все базовые функции и все специальные функции, которые знает соответствующий вариант LOGO! Эти элементы включают также все блоки, которые вы создали в LOGO! перед вызовом списка ±BN.

Когда LOGO! больше ничего не отображает

LOGO! больше не отображает никаких элементов, если:

1. Нельзя вставить следующий блок. В этом случае или больше нет доступной памяти, или достигнуто максимально возможное количество блоков (56).
2. Специальный блок использовал больше памяти, чем имеется в распоряжении в LOGO!
3. Результирующее количество последовательно соединенных функциональных блоков превысило 7шт.

Константы и соединительные элементы – Co

Константы и соединительные элементы (соединительные элементы = Co) – это входы, выходы, маркеры памяти и фиксированные уровни напряжения (константы).

Термин «соединительный элемент» имеет отношение ко всем соединениям и состояниям в LOGO!. Входы и выходы могут иметь состояние «0» или «1». «0» означает, что на входе нет напряжения; «1» означает, что оно есть.

Помимо прочих соединительных элементов в LOGO! введены следующие соединительные компоненты, облегчающие программирование: уровни: **hi**, **Lo** и открытый соединительный элемент **X**. «**hi**» (**high** = высокий) имеет фиксированное состояние «1», а «**Lo**» (**low** = низкий) имеет фиксированное состояние «0».

Если вы не хотите подключать вход на блоке, используйте открытый соединительный элемент «x».

Входы

Входы обозначаются буквой **I**. Номера входов (I₁, I₂, ...) соответствуют номерам входных клемм на LOGO!.

Аналоговые входы

Модели LOGO! 24, LOGO! 12/24RC и LOGO! 12/24Rco включают входы I₇ и I₈, которые могут быть также использованы как AI₁ и AI₂, в зависимости от того, как они запрограммированы. Если эти входы используются как I₇ и I₈, то приложенный к ним сигнал интерпретируется как цифровая величина. Если они используются как AI₁ и AI₂, то сигналы интерпретируются как аналоговые величины. В случае специальных функций, которые могут быть эффективно соединены только с аналоговыми входами на стороне входов, то для выбора в режиме программирования предлагаются только аналоговые входы AI₁ и AI₂, когда выбирается входной сигнал.

Входы AS-i

Входы Ia₁ – Ia₄ доступны также для связи через шину AS-i в вариантах LOGO! с подключением к интерфейсу AS-i (LOGO!...B11).

Выходы

Выходы обозначаются буквой **Q**. Номера выходов (Q1, Q2, ...) соответствуют номерам выходных клемм на LOGO!. Выходы Qa1 – Qa4 доступны также для связи через шину AS-*i* в вариантах LOGO! с подключением к интерфейсу (LOGO!...B11).

Маркеры

Маркеры обозначаются буквой **M**. Маркеры – это виртуальные выходы, которые имеют на своем выходе такое же значение, как и на своем входе. В LOGO! имеется 8 маркеров памяти (M1 ... M8). Используя маркеры памяти, вы можете превысить максимальное количество последовательных блоков.

Флаги запуска

Маркер памяти M8 устанавливается в первом цикле работы программы пользователя и, следовательно, может использоваться в вашей программе как флаг запуска. Он автоматически сбрасывается после первого цикла обработки программы. Что касается установки, удаления и анализа, то маркер памяти M8 может во всех последующих циклах использоваться таким же образом, как и маркеры памяти M1 - M7.

Примечание

Сигнал, приложенный к выходу маркера, всегда является сигналом последнего цикла обработки программы. Внутри цикла обработки программы этот сигнал не изменяется.

LOGO! распознает следующие соединительные элементы:

Соединительные элементы			
Входы	I1 ... I 6 I7 (Ai1) I 8 (Ai2)	I1 ... I12	I1 ... I12 и Ia1 ... Ia4 (AS interface)
Выходы	Q1...Q4	Q1...Q8	Q1...Q8 и Qa1...Qa4 (AS interface)
Lo	Сигнал с уровнем '0' (выключен)		
hi	Сигнал с уровнем '1' (включен)		
x	Существующее соединение, которое не используется		

Блоки и номера блоков

Блоки

Блок в LOGO! – это функция, которая преобразует входную информацию в выходную информацию. При программировании LOGO! вы соединяете соединительные элементы у блоков. Для этого просто выберите желаемое соединение из меню **Co** (**Co** - означает соединитель).

Логические операции

Простейшими блоками являются логические операции:

- AND [И]

- OR [ИЛИ]

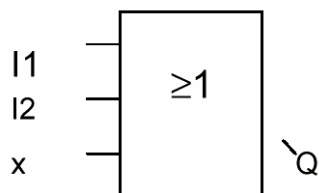


Рисунок 4.1 – Блок элемента ИЛИ

Входы I1 и I2 подключены к блоку OR [ИЛИ] (рисунок 4.1). Последний вход блока не используется и поэтому помечен символом x.

Полный список функций LOGO! представлен на рисунке 10.

Отображение блока в LOGO!

На рисунке 4.2 показан типичный вид дисплея LOGO!. Как видно из рисунка, в каждый момент времени показывается только один блок, имеющий порядковый номер, что даёт представление о структуре введённой коммутационной схемы.

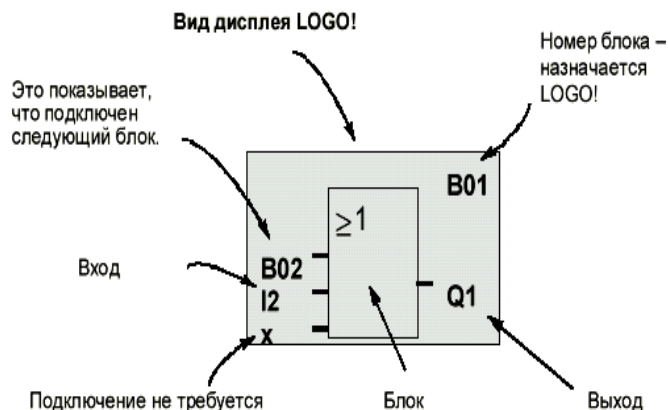


Рисунок 4.2 – Типичный вид дисплея LOGO!

Назначение номера блока

Всякий раз, когда вставляется в программу блок, LOGO! назначает этому блоку номер. LOGO! использует номер блока для отображения связей между блоками. Таким образом, номера блоков предназначены для того, чтобы помочь отыскивать свой путь в программе.

Это обзорное изображение показывает три дисплея LOGO!, которые вместе образуют программу. Как видно из рисунка 4.3, LOGO! связывает блоки друг с другом с помощью номеров блоков.

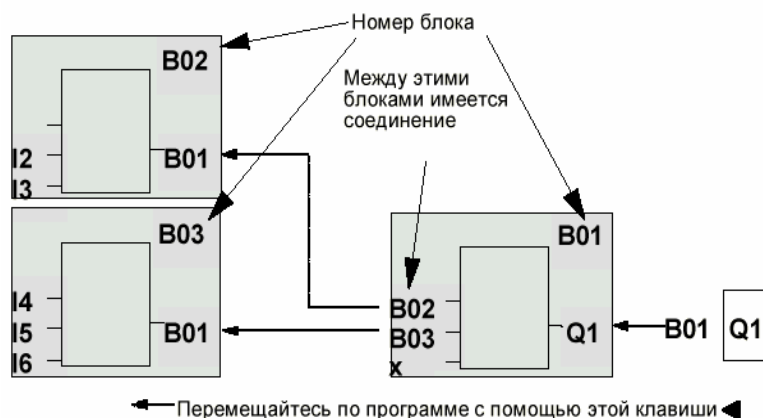


Рисунок 4.3 – Связь блоков друг с другом при помощи номеров блоков

Преимущества номеров блоков

Можно соединить почти любой блок с входом текущего блока, используя номер блока. Таким способом можно многократно использовать промежуточные результаты логических или иных операций. Это упрощает действия, необходимые для повторного ввода элементов. В этом случае необходимо помнить, какие имена LOGO! присвоил блокам.

Чтобы сделать работу с LOGO! особенно эффективной, рекомендуется предварительно составить обзорную блок – схему программы. Это облегчит создание программы.

Тема: Построение простейших комбинационных устройств

Цель работы - изучить способы и особенности применения базовых функций «GF» контроллера LOGO! при проектировании устройств логического управления.

Содержание работы

По варианту, указанному преподавателем, из пункта 2.1.5 выберете описание работы логической схемы. Алгоритм работы может быть задан:

1. Алгебраическим уравнением;
2. Временной диаграммой;
3. Таблицей истинности;
4. Готовой схемой, выполненной релейно-контактным способом.

Порядок выполнения работы

1. Изучить разделы технического описания, касающиеся способов подключения (раздел 1.2), ввода программы (раздел 1.3) и описания базовых функций ПЛК LOGO! (раздел 1.4).

2. По указанному преподавателем варианту спроектировать схему комбинационного устройства на базовых функциях ПЛК LOGO!

3. Подключить ПЛК LOGO! в соответствии с указаниями раздела 1.2. Ввести программу в ПЛК LOGO!, в соответствии с указаниями раздела 1.3.

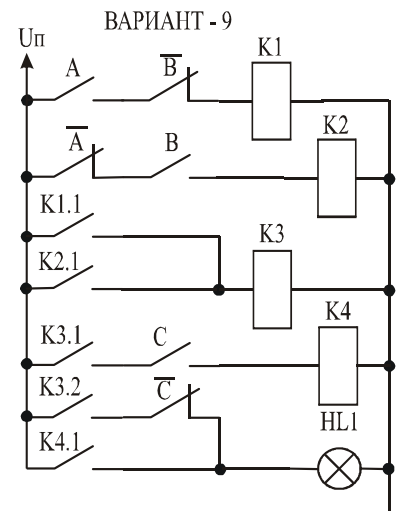
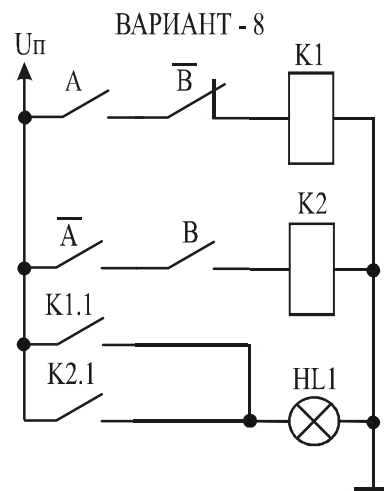
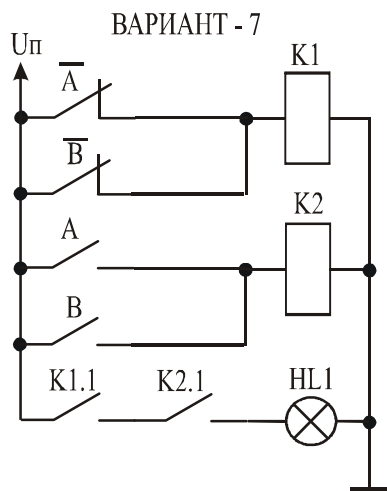
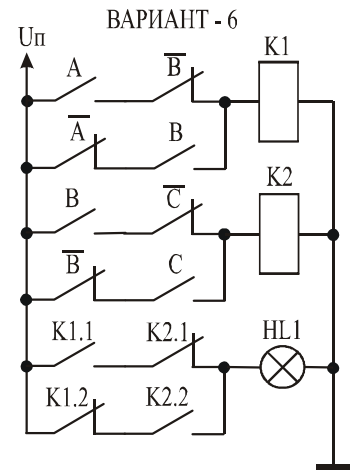
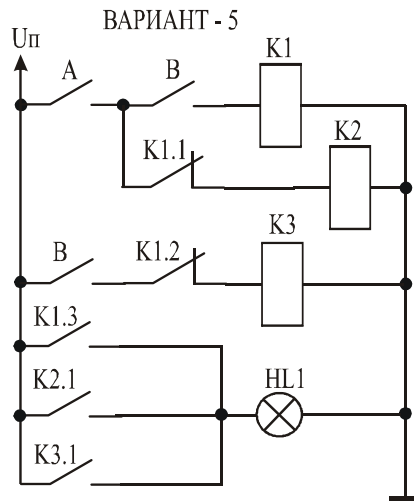
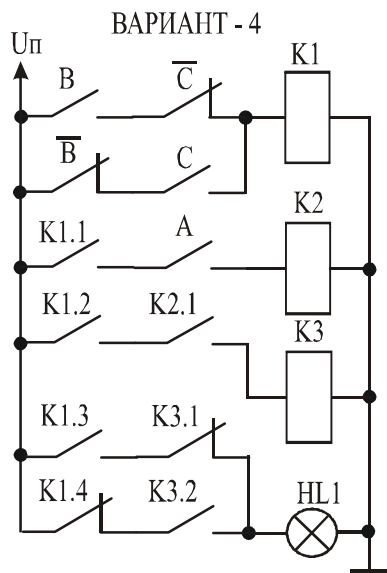
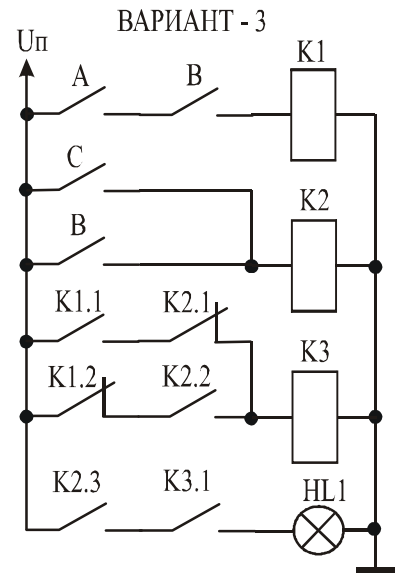
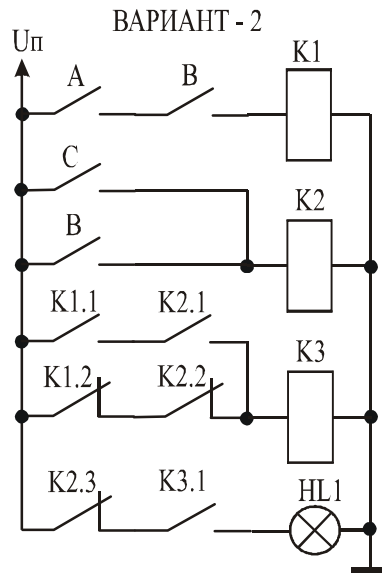
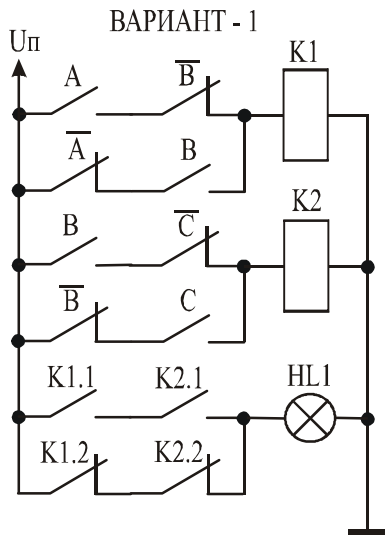
4. Составить таблицу истинности спроектированного устройства.

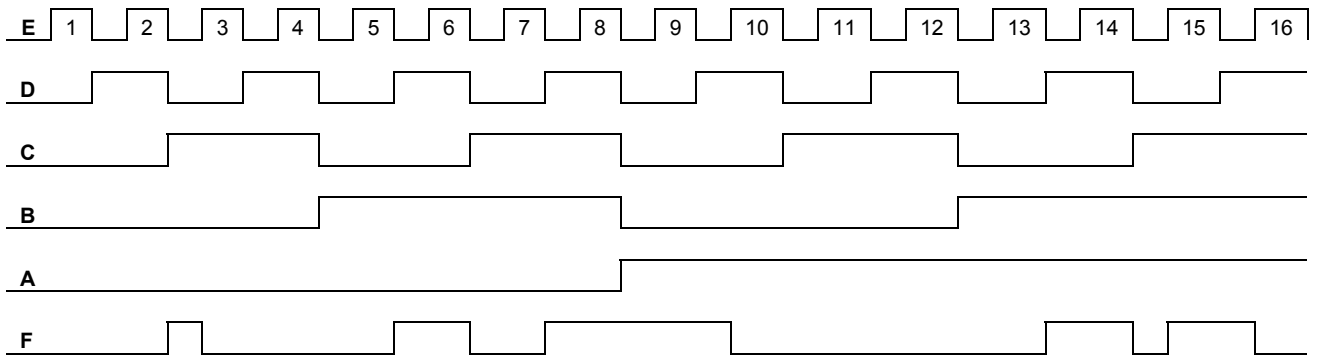
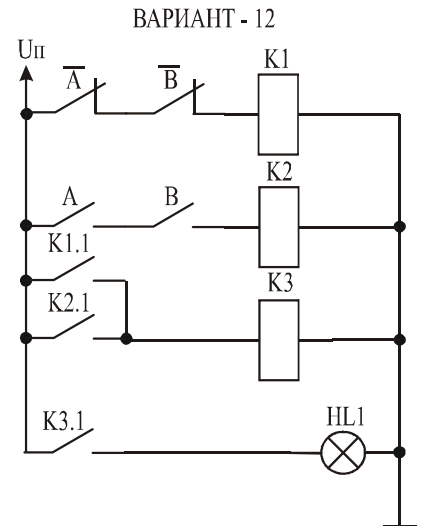
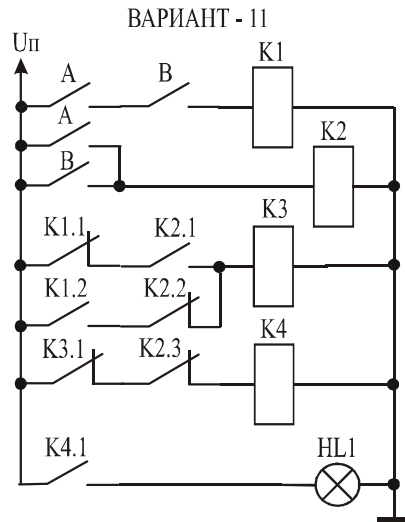
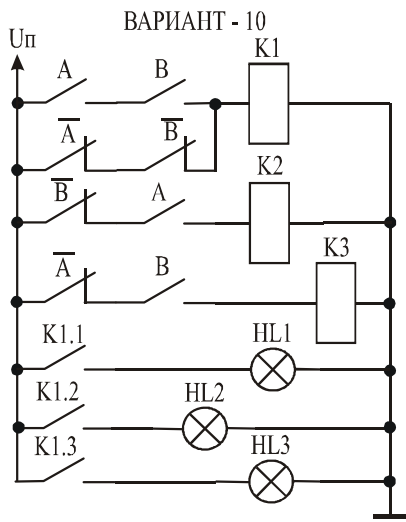
Содержание отчёта

1. Предоставить схему, спроектированного устройства, выполненную на языке FBD(язык функциональных блоков) или LAD(язык релейно-контактной логики).

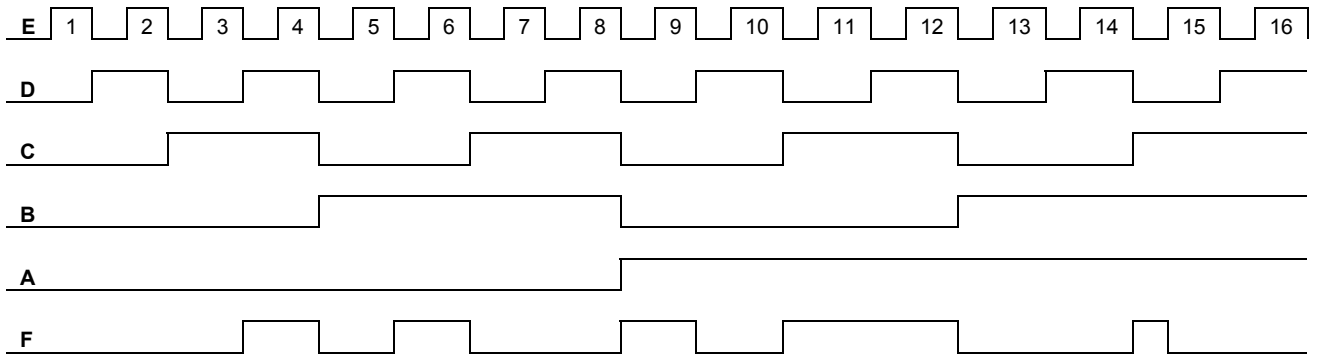
2. Записать логическое уравнение спроектированного устройства, таблицу истинности и сравнить полученный результат с исходными данными.

Варианты задания

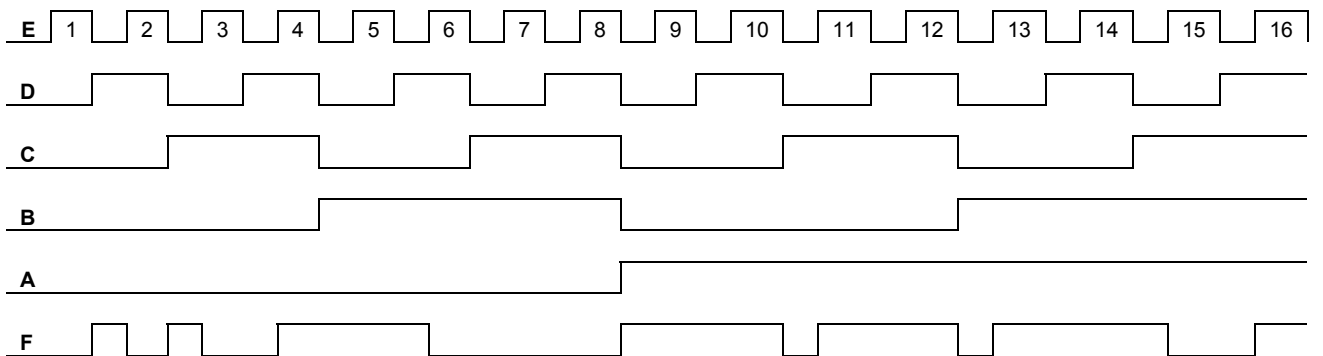




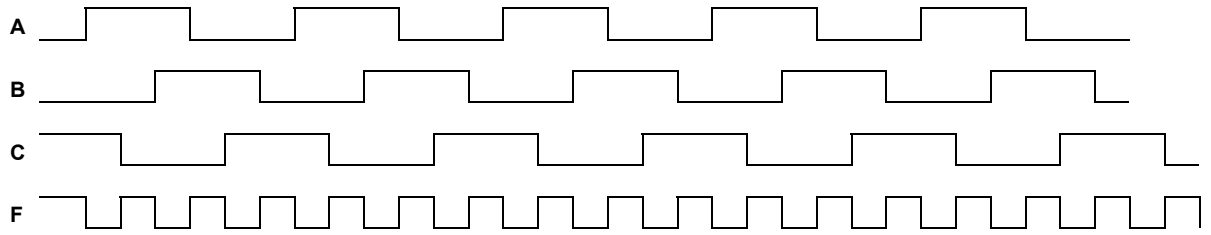
Вариант - 13



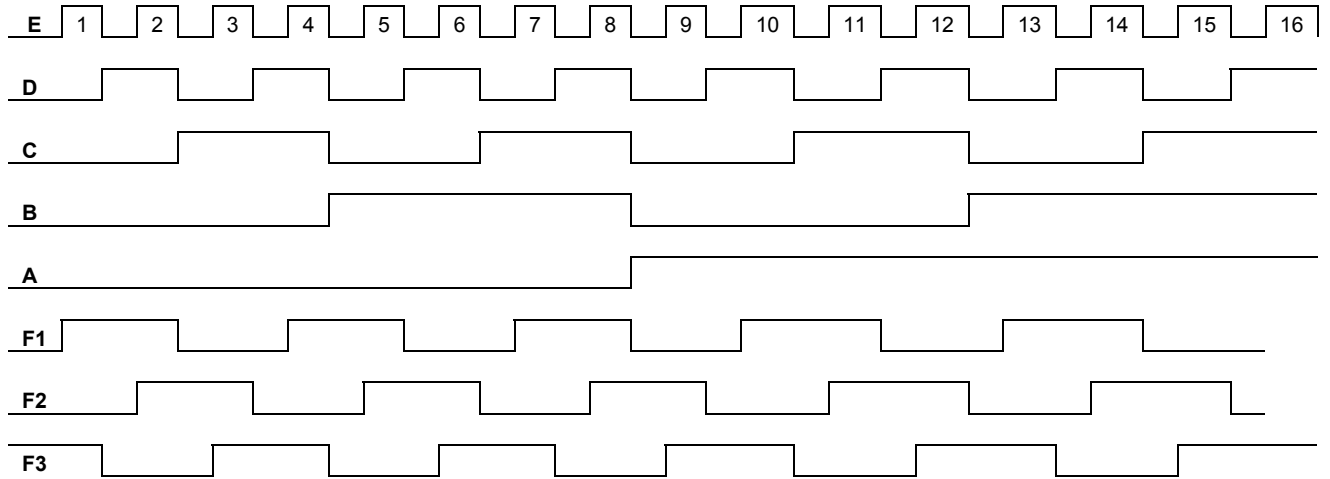
Вариант - 14



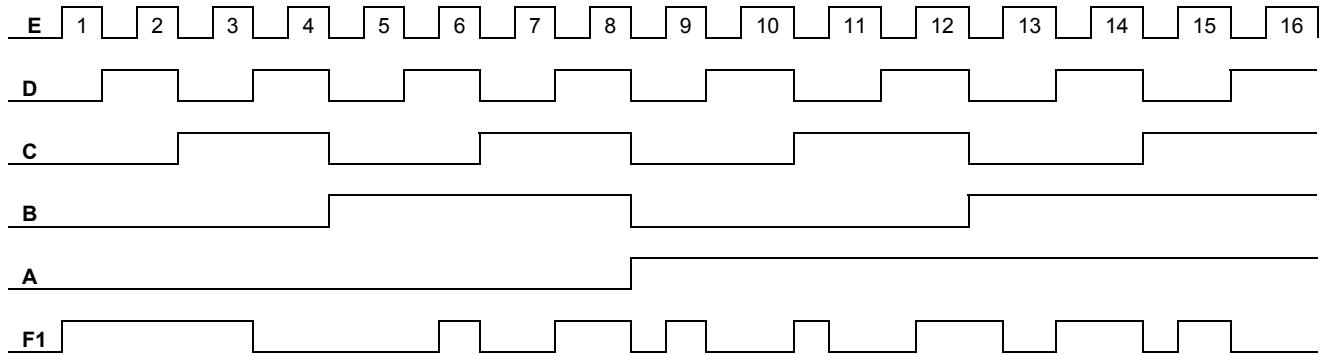
Вариант - 15



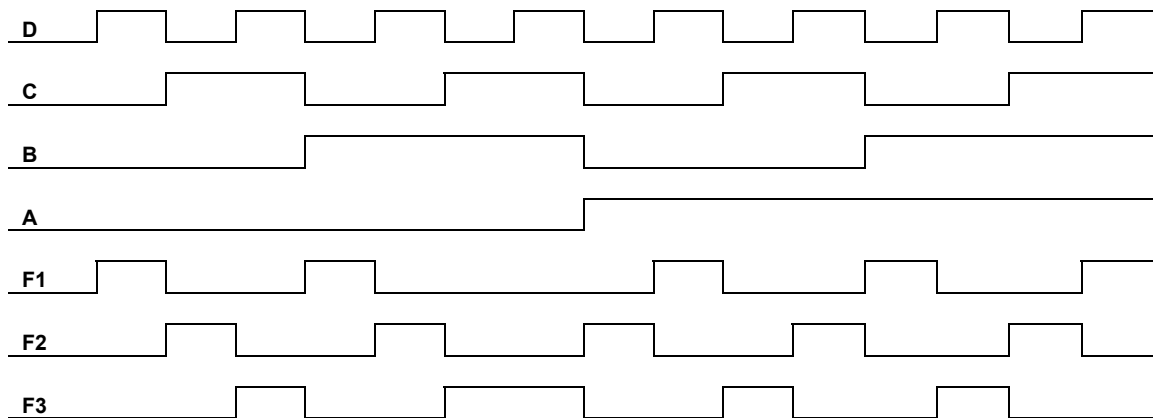
Вариант - 16



Вариант - 17



Вариант - 18



Вариант - 19

$$20) F = \overline{\overline{A} \oplus \overline{B+C}} * \overline{B+C}$$

$$21) F = \overline{(A * (\overline{B \oplus C})) * \overline{B+C} \oplus \overline{B+C}}$$

$$22) F = \overline{(A \oplus B) \oplus (B \oplus C)}$$

$$23) F = 1 \oplus ((\overline{AB * A}) * (\overline{AB * B}))$$

$$24) F1 = \overline{A \oplus B}$$

$$F2 = \overline{A * B}$$

$$F2 = A * B$$

$$25) F = \overline{\overline{ABC * A * C}}$$

$$26) F = \overline{(A+B+AB) * B}$$

$$27) F = AB + BC + AC$$

$$28) F = \overline{\overline{AB * BC * AC}}$$

Рекомендуемая литература

1. Густав Олссон, Джангуидо Пиани. Цифровые системы автоматизации и управления. — СПб.: Невский Диалект, 2001.-557 с.: ил.

2. Г.Н.Горбачев, Е.Н. Чаплыгин. Промышленная электроника. Для студентов вузов/Под ред. В.А. Лабунцова. – М.: Энергоатомздат, 1988. – 320 с.: ил.

3. Аристова, Н. И. Промышленные программно-аппаратные средства на российском рынке АСУТП [Текст] : научное издание / Н.И. Аристова, А.И. Корнеева. - М. : Научтехлитиздат, 2001. - 402 с. - Загл. обл. : Промышленные программно-аппаратные средства на отечественном рынке АСУТП.

4. Гелль, П. Электронные устройства с программируемыми компонентами [Текст] : пер. с фр. / П. Гелль. - М. : ДМК Пресс, 2001. - 176 с. : ил.

5. Логические модули LOGO!: Siemens. Микросистемы – 2003. – 30с.

6. Сичкоренко А.В. Лабораторно-практический комплекс (ЛПК) «LOGO!». КарГТУ, кафедра АПП.: 2005 – 118с.

7. ISaGRAF. Version 3.4. Руководство пользователя. CJ INTERNATIONAL.:Перевод Науцилус, М.: НИИЯФ МГУ.2000г. 439с.

Контрольные задания для СРС

1. Номенклатура линейки контроллеров LOGO!
2. Маркировка ПЛК LOGO!
3. Перечислите основные достоинства и недостатки языков программирования FBD и LD.
4. К какому классу программно-технических комплексов можно отнести ПЛК LOGO24! Перечислите возможности этого класса.

5. Перечислите модули расширения LOGO и кратко опишите их назначение.
6. какие существуют методы программирования LOGO?
7. Какие конфигурации LOGO вы знаете. В чем их отличие?

Методические указания к лабораторной работе №2

Тема: Применение специальных функций LOGO! при проектировании систем промышленной автоматики

Цель работы - изучить список и особенности применения специальных функций «SF» контроллера LOGO! при проектировании систем промышленной автоматики.

Содержание работы

Из списка специальных функций (SF) контроллера LOGO! выбрать поочередно каждую функцию и следуя указаниям пункта 2.2.3 произвести исследования свойств каждой функции.

Порядок выполнения работы

Изучить разделы технического описания, касающиеся способов подключения (раздел 1.2), ввода программы (раздел 1.3) и описания специальных функций ПЛК LOGO! (раздел 1.5).

Краткие теоретические сведения

Задержка включения (ON – Delay)

Краткое описание.

При задержке включения выход не включается, пока не истечет определяемый период времени.

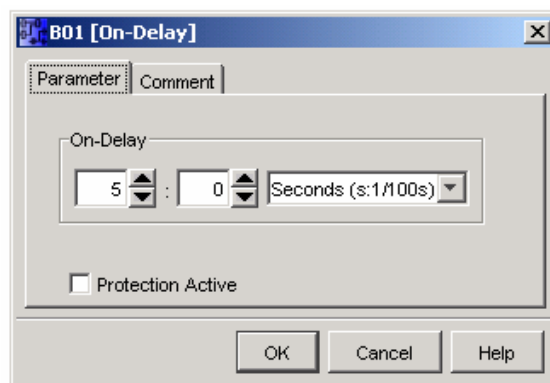
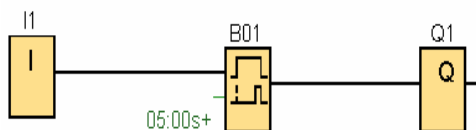


Рисунок 2.1

1. Подключить ПЛК LOGO! в соответствии с указаниями раздела 1.2. Ввести программу в ПЛК LOGO!, представленную на рисунке 2.1, в соответствии с указаниями раздела 1.3 или раздела 1.7, в случае применения программы **LOGO!_SOFT_COMFORT 4.0**;
2. Подать сигнал запуска (ЛОГ. 1) на вход I1;
3. Установить временные параметры переключения;

4. Через параметризуемое время наблюдать появление высокого уровня (ЛОГ. 1) на выходе Q1;
5. Убедиться, что сигнал на выходе Q1 появляется только при наличии сигнала запуска на входе I1;
6. Зарисовать временные диаграммы работы блока.

Примечание

На рисунке 2.2.1 показан пример задания параметризуемого времени в среде программы LOGO!_SOFT_COMFORT 4.0. При анализе работы блоков, реализующих временные функции, все текущие изменения в работе блоков, можно наблюдать непосредственно на экране компьютера.

Задержка выключения (OFF – Delay)

Краткое описание

При задержке выключения выход не сбрасывается, пока не истечет определяемый период времени.

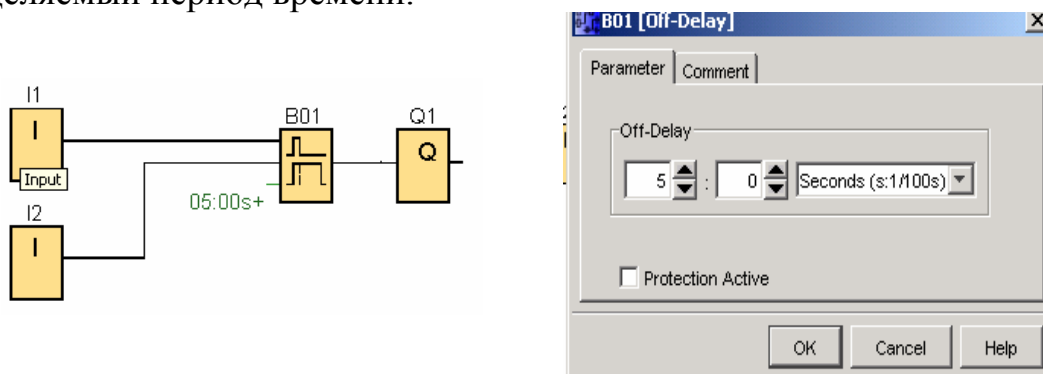


Рисунок 2.2

1. Ввести программу, представленную на рисунке 2.2;
2. Установить временные параметры переключения;
3. Подать сигнал высокого уровня (ЛОГ. 1) на вход I1, сигнал сброса, на входе I2, равен ЛОГ. 0, – Наблюдать появление высокого уровня (ЛОГ. 1) на выходе Q1;
4. При переводе сигнала на входе I1 с высокого уровня (ЛОГ. 1) на низкий (ЛОГ. 0), через параметризуемое время наблюдать появление низкого уровня (ЛОГ. 0) на выходе Q1;
5. Убедиться, что сигнал на выходе Q1 изменяется с 1 на 0 через время T, только при отсутствии сигнала сброса на входе I2 и отсутствия нового перезапуска таймера входом I1;
6. Зарисовать временные диаграммы работы блока.

Задержка включения и выключения (ON - /OFF – Delay)

Краткое описание

При задержке включения и выключения выход включается через запрограммированное время и сбрасывается по истечении параметризуемого периода времени.

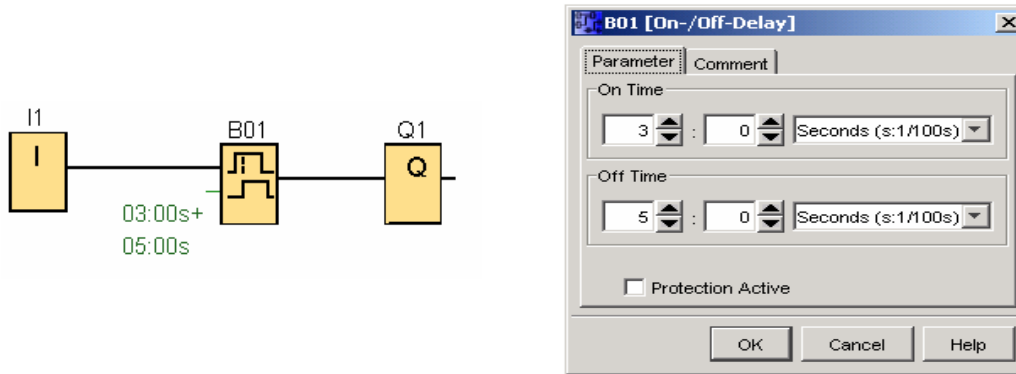


Рисунок 2.3

1. Ввести программу, представленную на рисунке 2.3;
2. Установить временные параметры переключения;
3. Подать сигнал высокого уровня (ЛОГ. 1) на вход **I1**;
4. Через параметризуемое время наблюдать появление высокого уровня (ЛОГ. 1) на выходе **Q1**. При переводе сигнала на входе **I1** с высокого уровня (ЛОГ. 1) на низкий (ЛОГ. 0), через параметризуемое время наблюдать появление низкого уровня (ЛОГ. 0) на выходе **Q1**;
5. Убедиться, что сигнал на выходе **Q1** изменяется с 0 на 1 через время T_H только при наличии сигнала запуска на входе **I1** в течении времени большее чем T_H . Задержка выключения, когда сигнал на выходе **Q1** изменяется с 1 на 0 через время T_L , происходит только если состояние сигнала на входе **I1** остается равным 0 по крайней мере в течение параметризованного интервала времени T_L ;
6. Зарисовать временные диаграммы работы блока.

Задержка включения с запоминанием (Retentive ON – Delay)

Краткое описание

Вслед за входным импульсом начинается определяемый период времени, по истечении которого выход устанавливается.

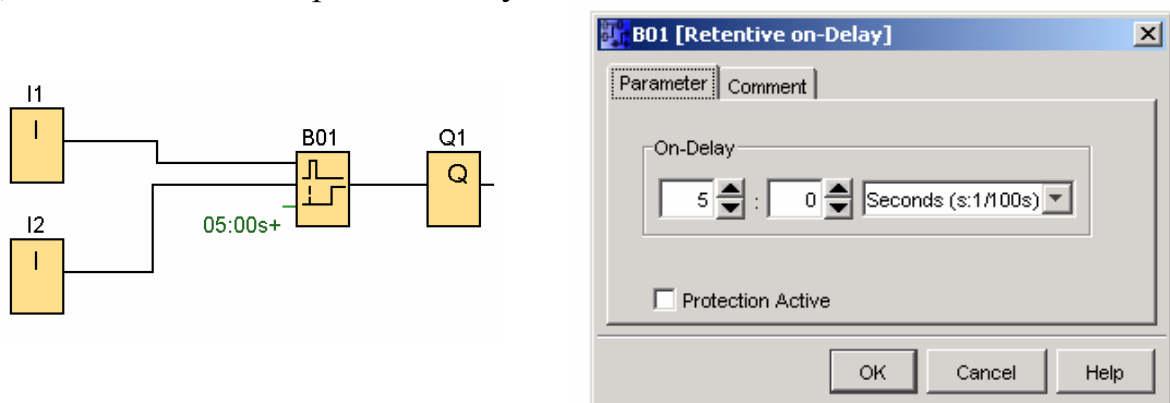


Рисунок 2.4

1. Ввести программу, представленную на рисунке 2.4;
2. Установить временные параметры переключения;
3. Подать сигнал высокого уровня (ЛОГ. 1) на вход **I1**;

4. Через параметризуемое время наблюдать появление высокого уровня (ЛОГ. 1) на выходе Q1.;

5. Убедиться, что сигнал на выходе Q1 изменяется с 0 на 1 через время T_a независимо от повторного перезапуска на входе Trg или переводе сигнала на входе I1 с высокого уровня (ЛОГ. 1) на низкий (ЛОГ. 0).

Выход Q1 и время T_a сбрасываются в 0, только при переводе сигнала на входе I2 с низкого (ЛОГ. 0) на высокий уровень (ЛОГ. 1);

6. Зарисовать временные диаграммы работы блока.

Интервальное реле времени – импульсный выход (Wiping relay[pulse output])

Краткое описание

Входной сигнал вызывает появление сигнала заданной длительности на выходе.

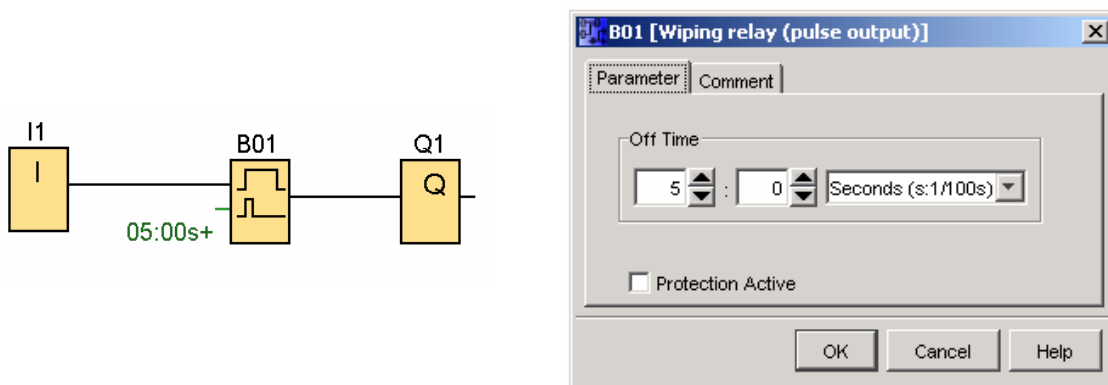


Рисунок 2.5

1. Ввести программу, представленную на рисунке 2.5;
2. Установить временные параметры переключения;
3. Подать сигнал высокого уровня (ЛОГ. 1) на вход I1;
4. Наблюдать немедленное появление высокого уровня (ЛОГ. 1) на выходе Q1. Через параметризуемое время выход Q1 переключится с высокого уровня (ЛОГ. 1) на низкий (ЛОГ. 0), формируя таким образом импульс, длительностью T_a ;

5. Убедиться, что при изменении состояние сигнала на входе Trg с 1 на 0 до истечения заданного времени, выход тоже немедленно переключается обратно с 1 на 0;

6. Зарисовать временные диаграммы работы блока.

Интервальное реле времени, запускаемое фронтом (Edge triggered wiping relay)

Краткое описание

Входной сигнал вызывает появление сигнала параметризуемой длительности на выходе (с повторным запуском).

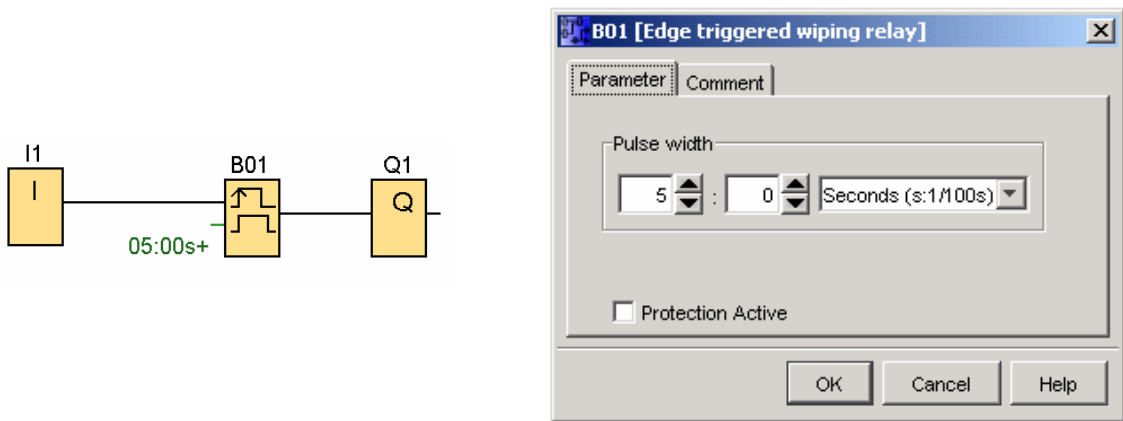


Рисунок 2.6

1. Ввести программу, представленную на рисунке 2.6;
2. Установить временные параметры переключения;
3. Подать сигнал высокого уровня (ЛОГ. 1) на вход **I1**;
4. Наблюдать немедленное появление высокого уровня (ЛОГ. 1) на выходе **Q1**. Через параметризуемое время выход **Q1** переключится с высокого уровня (ЛОГ. 1) на низкий (ЛОГ. 0), формируя таким образом импульс, длительностью T_a ;

5. Убедиться, что при изменении состояние сигнала на входе **Trg** с 1 на 0 до истечения заданного времени (перезапуск), время T_a сбрасывается, а выход остается включенным.

6. Зарисовать временные диаграммы работы блока.

Семидневный часовой выключатель (Weekly Timer)

Краткое описание

Выход управляется задаваемой датой включения / выключения. Поддерживается любая возможная комбинация дней недели. Выберите активные дни недели, для чего скройте неактивные дни недели.

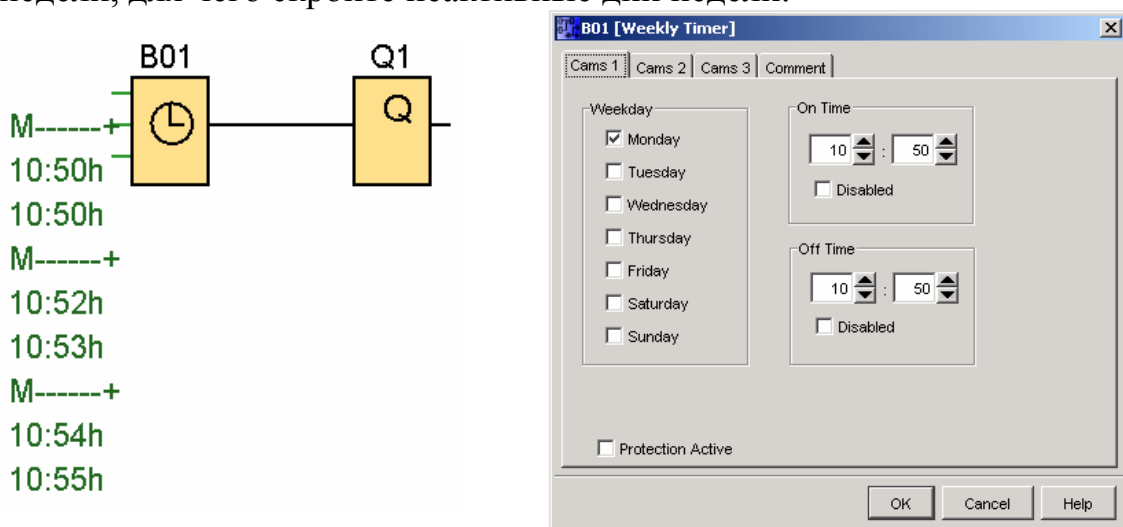


Рисунок 2.7

1. Ввести программу, представленную на рисунке 2.7;

2. Установить временные параметры переключения(вводятся текущие временные параметры, совпадающие с временем проведения занятия, в примере, на рисунке 2.7,– это вторая пара в понедельник);

3. Инициировать **LOGO!** или включить режим симуляции в программе **LOGO!_SOFT_COMFORT 4.0**;

4. Наблюдать появление сигнала высокого уровня (**ЛОГ. 1**) на выходе **Q1** в 10ч 50мин и сброс сигнала в 10ч 51мин, далее, появление сигнала высокого уровня (**ЛОГ. 1**) на выходе **Q1** в 10ч 52мин и сброс сигнала в 10ч 53мин и повторное появление сигнала высокого уровня (**ЛОГ. 1**) на выходе **Q1** в 10ч 54мин и сброс сигнала в 10ч 55мин.;

Выключатель света на лестничной клетке (Stairway lighting switch)

Краткое описание

Вслед за входным импульсом начинается отсчет параметризуемого интервала времени. Выход сбрасывается, когда истекает заданный интервал времени. За 15сек до истечения этого времени выдается предупреждение о выключении.

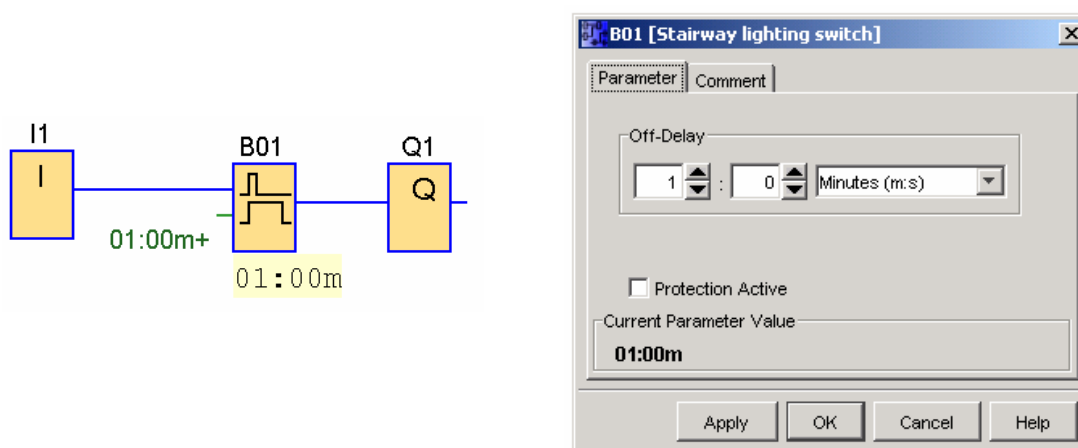


Рисунок 2.8

1. Ввести программу, представленную на рисунке 2.8;

2. Установить временные параметры переключения (база-минуты, значение-1мин);

3. Подать сигнал высокого уровня (**ЛОГ. 1**) на вход **I1**;

4. Наблюдать немедленное появление высокого уровня (**ЛОГ. 1**) на выходе **Q1**. При переключится сигнала на входе **I1** с высокого уровня (**ЛОГ. 1**) на низкий (**ЛОГ. 0**) начинается отсчет текущего времени T_a . За 15сек до того, как T_a достигнет значения T , выход **Q** на 1 сек устанавливается в **0**;

5. Убедиться, что при повторном перезапуске на входе **I1** текущее время T_a сбрасывается и начинается новый отсчёт времени.

6. Зарисовать временные диаграммы работы блока.

Самоблокирующееся реле (Latching Relay)

Краткое описание

Выход **Q** устанавливается через вход **S**. Выход сбрасывается через вход **R**.

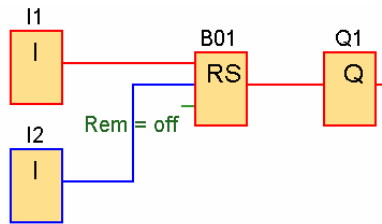


Рисунок 2.9

1. Ввести программу, представленную на рисунке 2.9;
2. Заполнить таблицу истинности, представленную на рисунке 2.10;

S	R	Q	Событие
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

Рисунок 2.10

3. Зарисовать временные диаграммы работы блока.

Импульсное реле (Pulse Relay)

Краткое описание

Выход устанавливается и сбрасывается коротким импульсом на входе.

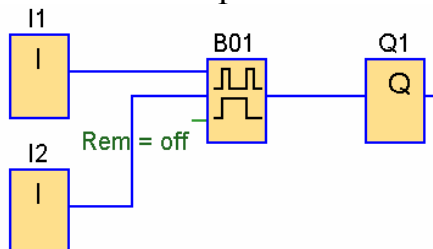


Рисунок 2.11

1. Ввести программу, представленную на рисунке 2.11;
2. Сбросить выход **Q1** коротким импульсом на входе **I2(R)**;
3. Коротким импульсом на входе **I1(S)** установить выход **Q1** в состояние (ЛОГ. 1). Следующий импульс на входе **I1(S)** сбрасывает выход **Q1** в состояние (ЛОГ. 0).
3. Зарисовать временные диаграммы работы блока.

Двухфункциональный переключатель (Multiple function switch)

Краткое описание

Переключатель с 2 различными функциями:

- Импульсный переключатель с задержкой выключения
- Переключатель (постоянный свет).

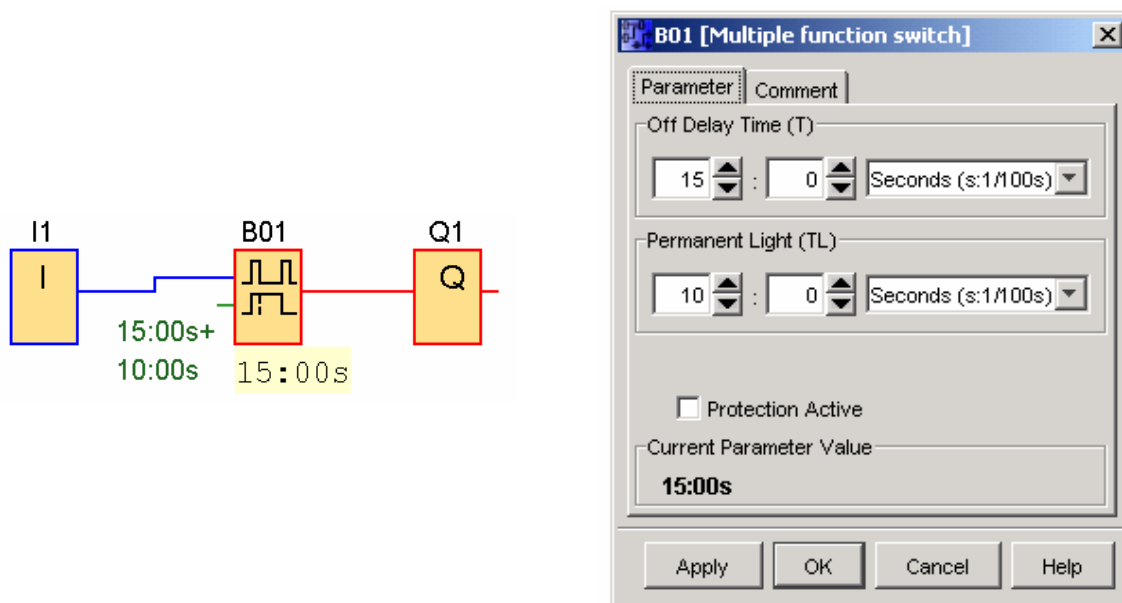


Рисунок 2.12

1. Ввести программу, представленную на рисунке 2.12;
2. Установить временные параметры переключения:
 - задержка выключения – 15сек;
 - интервал перехода в непрерывный режим – 10сек;
3. Подать сигнал высокого уровня (ЛОГ. 1) на вход **I1**;
4. Наблюдать появление высокого уровня (ЛОГ. 1) на входе **Q1**;
5. Переключить сигнал на входе **I1** с высокого уровня (ЛОГ. 1) на низкий уровень (ЛОГ. 0) через время меньше чем 10сек;
6. Через 15сек после этого наблюдать появление низкого уровня (ЛОГ. 0) на выходе **Q1**;
7. Повторить п.3 – п.5. После установки сигнала высокого уровня (ЛОГ. 1) на выход **Q1** снова подать сигнал высокого уровня (ЛОГ. 1) на вход **I1**;
8. Наблюдать немедленное отключение выхода **Q1**;
9. Подать сигнал высокого уровня (ЛОГ. 1) на вход **I1** на время, больше чем 10сек;
10. Наблюдать переход в непрерывный режим;
11. Зарисовать временные диаграммы работы блока.

Генератор симметричных тактовых импульсов (Symmetrical Pulse Generator)

Краткое описание

На выходе выводятся тактовые импульсы с заданной величиной периода следования.

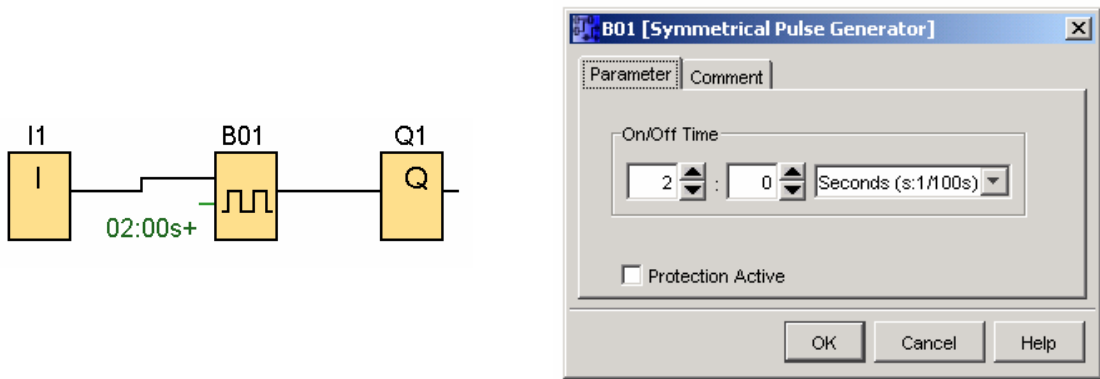


Рисунок 2.13

1. Ввести программу, представленную на рисунке 2.13;
2. Установить временные параметры переключения;
3. Подать сигнал высокого уровня (ЛОГ. 1) на вход **I1**;
4. Наблюдать периодическое переключение сигнала на выходе **Q1** с высокого уровня (ЛОГ. 1) на низкий (ЛОГ. 0) с периодом 4 сек.

Асинхронный генератор импульсов (Asynchronous Pulse Generator)

Краткое описание

Форма импульсов на выходе может быть изменена путем задания отношения длительности импульса к длительности паузы.

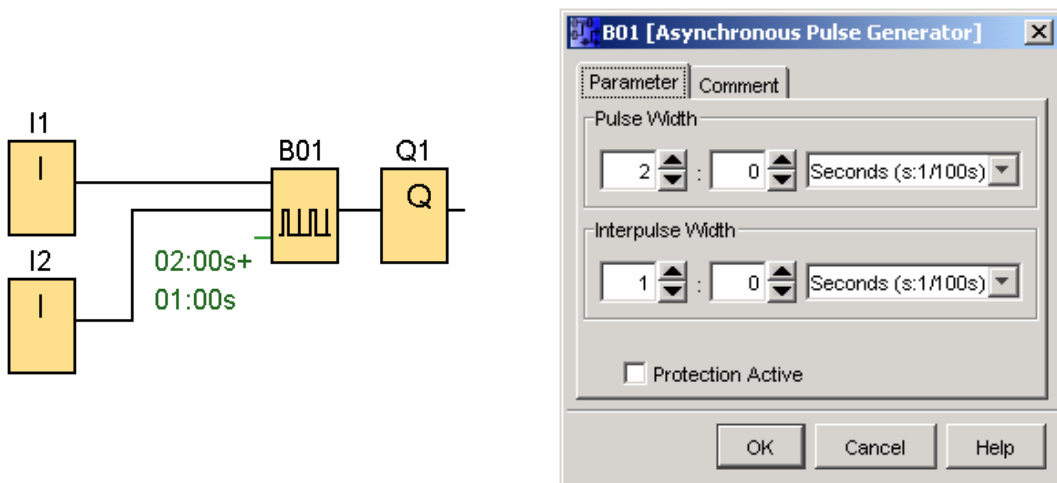


Рисунок 2.14

1. Ввести программу, представленную на рисунке 2.14;
2. Установить временные параметры переключения;
3. Подать сигнал высокого уровня (ЛОГ. 1) на вход **I1**;
4. Наблюдать периодическое переключение сигнала на выходе **Q1** с высокого уровня (ЛОГ. 1) на низкий (ЛОГ. 0) с длительностью импульса – 2сек и длительностью паузы – 1сек;
5. Подать сигнал высокого уровня (ЛОГ. 1) на вход **I2**;
6. Наблюдать периодическое переключение сигнала на выходе **Q1** с высокого уровня (ЛОГ. 1) на низкий (ЛОГ. 0) с длительностью импульса – 1сек и длительностью паузы – 2сек;

7. Зарисовать временные диаграммы работы блока.

Генератор случайных импульсов (Random Generator)

Краткое описание

В случае генератора случайных импульсов выход включается и снова выключается в течение параметризуемого интервала времени.

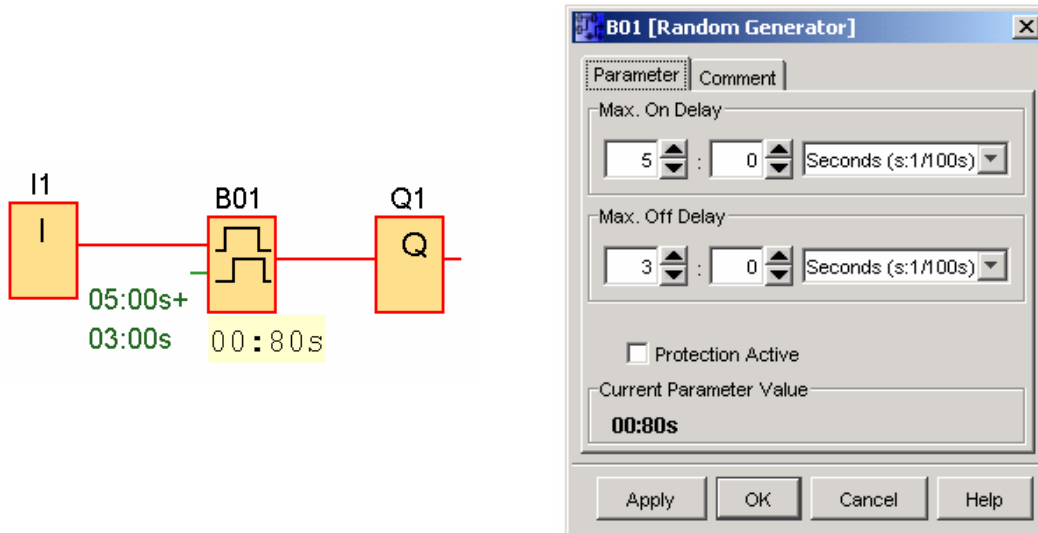


Рисунок 2.15

1. Ввести программу, представленную на рисунке 2.15;
2. Установить временные параметры переключения;
3. Подать сигнал высокого уровня (ЛОГ. 1) на вход **I1**;
4. Через время, меньшее или равное 5 сек наблюдать появление высокого уровня (ЛОГ. 1) на выходе **Q1**. При переводе сигнала на входе **I1** с высокого уровня (ЛОГ. 1) на низкий (ЛОГ. 0), через время меньшее или равное 3 сек наблюдать появление низкого уровня (ЛОГ. 0) на выходе **Q1**;
5. Убедиться, что сигнал на выходе **Q1** изменится с 0 на 1 через время T_H только при наличии сигнала запуска на входе **I1** в течении времени большее чем T_H . Задержка выключения, когда сигнал на выходе **Q1** изменяется с 1 на 0 через время T_L , происходит только если состояние сигнала на входе **I1** остается равным 0 по крайней мере в течение параметризованного интервала времени T_L ;
6. Повторить эксперимент несколько раз, наблюдая случайным образом устанавливаемую задержку включения и выключения в пределах параметризуемых значений;
7. Зарисовать временные диаграммы работы блока для одного эксперимента.

Реверсивный счетчик (Up/Down counter)

Краткое описание

При получении входного импульса внутренний счетчик начинает счет вперед или назад, в зависимости от параметризации. Когда достигнуто заданное значение, устанавливается выход. Направление счета устанавливается отдельным входом.

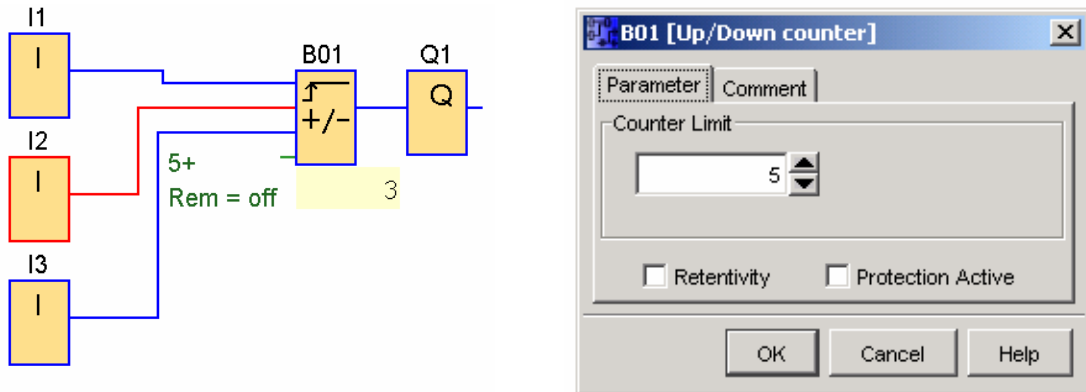


Рисунок 2.16

1. Ввести программу, представленную на рисунке 2.16;
2. Установить предельные параметры счёта;
3. Подать импульсный сигнал на вход **I1(R)**, сбросив при этом содержимое счётчика;
4. Подавать импульсный сигнал на вход **I2(CNT)**;
5. Наблюдать появление сигнала высокого уровня (ЛОГ. 1) на выходе **Q1** через 5 импульсных сигналов на входе **I2**;
6. Подать сигнал высокого уровня (ЛОГ. 1) вход **I3(DIR)**, тем самым переключив счётчик на вычитание;
7. Подать импульсный сигнал на вход **I2(CNT)**, уменьшив таким образом содержимое счётчика;
8. Убедиться, что сигнал на выходе **Q1** изменяется с 1 на 0.

Аналоговый триггер (Analog threshold trigger)

Краткое описание

Выход включается, если аналоговая величина превышает параметризуемый порог включения. Выход выключается, если аналоговая величина падает ниже параметризуемого порога выключения (гистерезис).

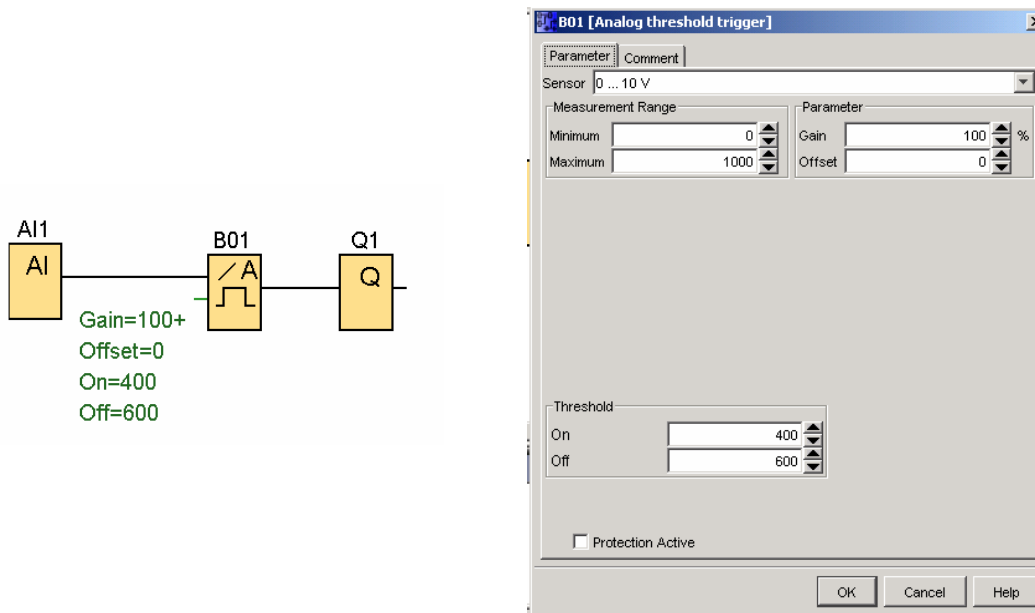


Рисунок 2.17

1. Ввести программу, представленную на рисунке 2.17;
2. Установить предельные параметры переключения согласно п/п 1.5.2.18;
3. Подать от стабилизированного блока питания на вход I7(AI1) постоянное напряжение ≥ 6 В;
4. Наблюдать появление сигнала высокого уровня (ЛОГ. 1) на выходе Q1;
5. Подать от стабилизированного блока питания на вход I7(AI1) постоянное напряжение ≤ 4 В;
6. Наблюдать появление сигнала низкого уровня (ЛОГ. 0) на выходе Q1.

Аналоговый компаратор (Analog Compactor)

Краткое описание

Выход включается, если разность между A_x и A_y превышает установленное пороговое значение.

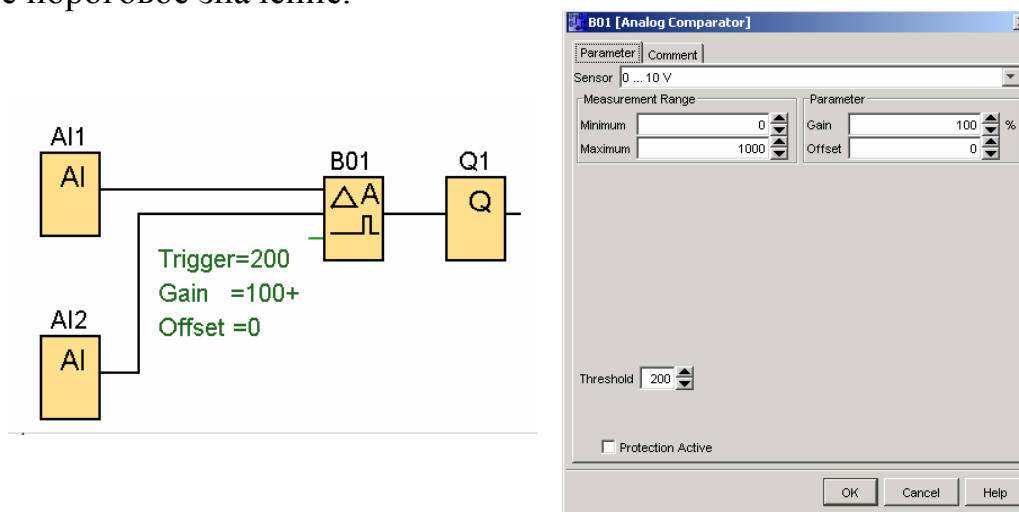


Рисунок 2.18

1. Ввести программу, представленную на рисунке 2.18;
2. Установить предельные параметры переключения согласно п/п 1.5.2.19;
3. Подать от стабилизированного блока питания на вход I7(AI1) постоянное напряжение ≥ 6 В;
4. Подать от другого стабилизированного блока питания на вход I8(AI2) постоянное напряжение 4 В;
5. Наблюдать появление сигнала высокого уровня (ЛОГ. 1) на выходе Q1;
6. Уменьшить напряжение на входе I7(AI1) до величины ≤ 6 В;
7. Наблюдать появление сигнала низкого уровня (ЛОГ. 0) на выходе Q1.

Содержание отчёта

1. Предоставить схему, спроектированного устройства, выполненную на языке FBD(язык функциональных блоков) или LAD(язык релейно-контактной логики).

Контрольные вопросы

1. Поясните принцип работы блока «недельный таймер».
2. Поясните принцип работы блоков задержки включения/выключения.
3. Поясните принцип работы блоков генераторов сигнала. В чем их отличие?
4. Перечислите основные возможности инструментальной среды LogoSoftComfort.
5. Работа триггеров в LogoSoftComfort?
6. Модуль расширения дискретных входов/выходов DM8. Назначение, способ подключения.
7. Поясните диаграммы полученные при исследовании блоков специального назначения в LogoSoftComfort.
8. Какие бывают виды входов у блоков специального назначения в LogoSoftComfort.

Рекомендуемая литература

1. Густав Олссон, Джангуидо Пиани. Цифровые системы автоматизации и управления. — СПб.: Невский Диалект, 2001.-557 с.: ил.
2. Г.Н.Горбачев, Е.Н. Чаплыгин. Промышленная электроника. Для студентов вузов/Под ред. В.А. Лабунцова. – М.: Энергоатомздат, 1988. – 320 с.: ил.
3. Аристова, Н. И. Промышленные программно-аппаратные средства на российском рынке АСУТП [Текст] : научное издание / Н.И. Аристова, А.И. Корнеева. - М. : Научтехлитиздат, 2001. - 402 с. - Загл. обл. : Промышленные программно-аппаратные средства на отечественном рынке АСУТП.
4. Гелль, П. Электронные устройства с программируемыми компонен-

5. Логические модули LOGO!: Siemens. Микросистемы – 2003. – 30с.
6. Сичкоренко А.В. Лабораторно-практический комплекс (ЛПК) «LOGO!». КарГТУ, кафедра АПП.: 2005 – 118с.
7. ISaGRAF. Version 3.4. Руководство пользователя. CJ INTERNATIONAL.:Перевод Науцилус, М.: НИИЯФ МГУ.2000г. 439с.

Контрольные задания для СРС

1. Создать схему попеременного мигания двух индикационных ламп.
2. Создать схему звуковой сигнализации «дискретный ревун».
3. Создать схему, в которой реле будет включаться четыре раза в год, каждый третий месяц, начиная с ноября.
4. Реализовать схему самоблокировки реле.
5. Реализовать схему взаимоблокировки реле.
6. Реализовать схему «гирлянда».
7. Реализовать схему мигания двух индикационных ламп с различной частотой.
8. Реализовать схему, в которой каждую неделю включается реле в определенные временные промежутки (интервалы задаются преподавателем.)

Методические указания к лабораторной работе №3

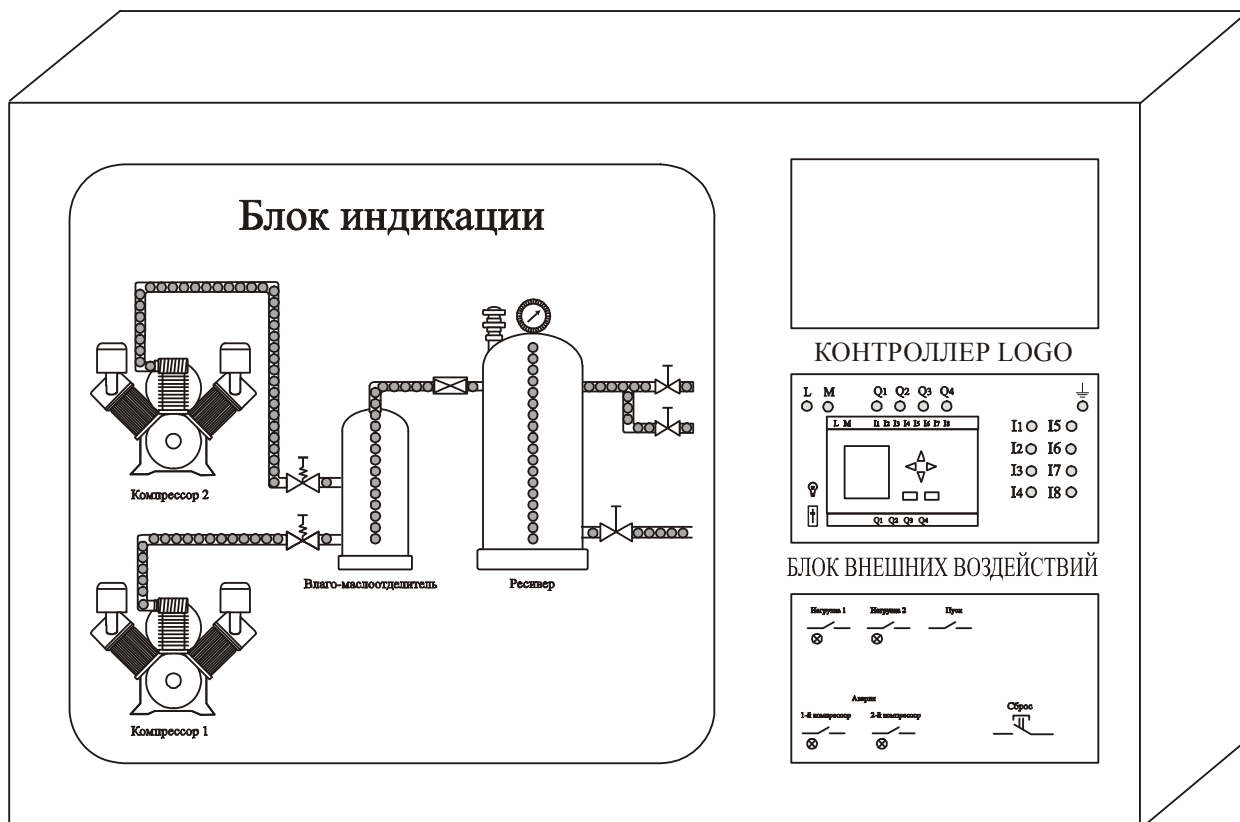
Тема: Проектирование системы логического управления электронным имитатором компрессорной установки

Цель работы - ознакомиться с принципом работы лабораторного стенда, алгоритмом работы компрессорной установки и приобрести навык использования контроллера LOGO! для решения задач построения систем промышленной автоматики.

Содержание работы

1. По описанию алгоритма работы лабораторного стенда разработать программу управления имитатором компрессорной установки на базе контроллера LOGO!
2. Проверить правильность функционирования программы управления задавая различные режимы работы объекта автоматизации с помощью блока имитации внешних воздействий.

Внешний вид лабораторного стенда
"Система управления электроэнергетической установки"



Порядок выполнения работы

1. Составить блок – схему автоматизированного управления двумя взаимосвязанными компрессорами по описанию п/п 2.3.5.
2. Определить количество входных и выходных сигналов контроллера LOGO!
3. Составить коммутационную схему автоматизации на языке FBD(язык функциональных блоков) или LAD(язык релейно-контактной логики).
4. Изучить разделы технического описания, касающиеся способов подключения (раздел 1.2), ввода программы (раздел 1.3) и описания специальных и базовых функций ПЛК LOGO! (раздел 1.4, 1.5).
5. Руководствуясь указаниями раздела 1.3 ввести программу в контроллер LOGO!
6. Подключая «нагрузку» компрессоров на блоке имитации внешних воздействий удостоверится в том, что управление с контроллера включает компрессоры в заданной последовательности.
7. Имитируя «аварийный» выход из строя одного из компрессоров убедиться в том, что управление с контроллером автоматически включается резервный компрессор.

Объект автоматизации

Лабораторный стенд состоит из следующих функциональных блоков:

1. Блок индикации А1.
2. Блок управления А2.
3. Контроллер LOGO А3.
4. Блок имитации внешних воздействий А4.
5. Блок питания А5.

Блок индикации А1 состоит из линеек светодиодов, которые отображают движение потока вещества в трубопроводах и величину давления в ресивере. Уровень давления в ресивере показывается в виде нарастания и убывания светодиодной линейки с различной скоростью, а также стрелочным прибором.

Скорость нарастания (убывания), направление движения линейки, а также угол отклонения стрелки на индикаторе давления изменяется в функции комбинаций различного количества включенных и выключенных компрессоров, нагрузок и стравливания. За эти показатели отвечает блок управления А2. На данном стенде включение одного компрессора соответствует нарастанию линейки светодиодов с частотой 1Гц, включение нагрузки или стравливания соответствует убыванию линейки светодиодов с частотой 0,5Гц. В том случае, если в какой-либо комбинации частота равна 0 (например, включены компрессор и две нагрузки), давление в ресивере падает с частотой 0,5Гц.

Изменение светодиодной линейки на единицу (загорается или гаснет один светодиод) соответствует изменению напряжения на величину $\Delta U = 0,23\text{В}$ на аналоговом входе I8 контроллера LOGO (функциональный блок А3), сигнал которого приходит с блока А2. По уровню входного напряжения на контроллере составляется программа, с помощью которой осуществляется управление компрессорной установкой. Программа на контроллере должна быть набрана таким образом, чтобы давление в ресивере всегда находилось в заданном рабочем диапазоне и не достигало аварийных значений (верхние и нижние красные светодиоды).

Контроллер LOGO имеет 4 управляющих выхода: Q1 и Q2 включают компрессоры К1 и К2. Выход Q3 включает стравливание излишнего давления в ресивере, Q4 задает начальные нулевые условия при пуске программы.

На блоке имитации внешних воздействий А4 можно имитировать включение и выключение нагрузок и аварии компрессоров. Также в блок включены тумблер подачи питания «**Пуск**» и кнопка сброса «**RESET**».

Стенд питается от сети переменного напряжения 220В. Блок питания А5 выдает непосредственно на функциональные блоки постоянное напряжение величиной +5В, +24В и $\pm 15\text{В}$ относительно общего провода.

Содержание отчёта

1. Предоставить схему, спроектированного устройства, выполненную на языке FBD(язык функциональных блоков) или LAD(язык релейно-контактной логики).

2. Проверить правильность функционирования управляющей программы непосредственно на стенде.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные функциональные блоки компрессорной установки. Каково их назначение?
2. Поясните алгоритм работы компрессорной установки.
3. Работа ПЛК с аналоговыми входами.
4. Модуль расширения аналоговых входов AM2. Назначение, способ подключения.
5. Расскажите принцип работы блока «аналоговый триггер».
6. Расскажите принцип работы блока «аналоговый компаратор».

Рекомендуемая литература

1. Густав Олссон, Джангуидо Пиани. Цифровые системы автоматизации и управления. — СПб.: Невский Диалект, 2001.-557 с.: ил.
2. Г.Н.Горбачев, Е.Н. Чаплыгин. Промышленная электроника. Для студентов вузов/Под ред. В.А. Лабунцова. – М.: Энергоатомздат, 1988. – 320 с.: ил.
3. Аристова, Н. И. Промышленные программно-аппаратные средства на российском рынке АСУТП [Текст] : научное издание / Н.И. Аристова, А.И. Корнеева. - М. : Научтехлитиздат, 2001. - 402 с. - Загл. обл. : Промышленные программно-аппаратные средства на отечественном рынке АСУТП.
4. Гелль, П. Электронные устройства с программируемыми компонентами [Текст] : пер. с фр. / П. Гелль. - М. : ДМК Пресс, 2001. - 176 с. : ил.
5. Логические модули LOGO!: Siemens. Микросистемы – 2003. – 30с.
6. Сичкоренко А.В. Лабораторно-практический комплекс (ЛПК) «LOGO!». КарГТУ, кафедра АПП.: 2005 – 118с.
7. ISaGRAF. Version 3.4. Руководство пользователя. SI INTERNATIONAL.:Перевод Науцилус, М.: НИИЯФ МГУ.2000г. 439с.

Контрольные задания для СРС

1. Реализовать схему подъемника без внутренних кнопок управления.
2. Модифицировать схему управления компрессорной станцией, введя дополнительный порог контроля давления.
3. Модифицировать схему управления компрессорной станцией, введя разбивку потребителей по группам.

Тема: Проектирование системы логического управления виртуальным имитатором водоотливной установки

Цель работы - ознакомиться с принципом работы лабораторного стенда, алгоритмом работы водоотливной установки и приобрести навык использования контроллера LOGO! для решения задач построения систем промышленной автоматике.

Содержание работы

1. По описанию алгоритма работы лабораторного стенда разработать программу управления имитатором водоотливной установки на базе контроллера LOGO!
2. Проверить правильность функционирования программы управления задавая, при этом, различные режимы работы объекта автоматизации с помощью органов управления программы виртуального имитатора водоотливной установки.

Описание программы виртуального имитатора водоотливной установки

Интерфейс программы виртуального имитатора составляют три окна:

- 1) Главное окно выбора версии программы;
- 2) Окно рабочей версии программы;
- 3) Окно демонстрационной версии программы.

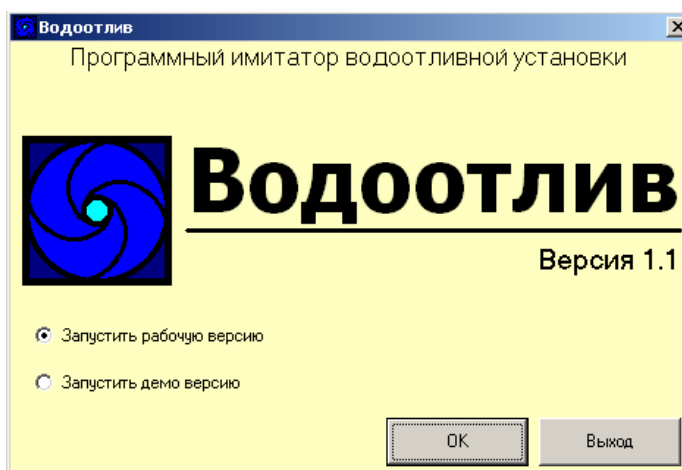


Рисунок 2.19 - Главное окно программы виртуального имитатора

В главном окне пользователь может выбрать версию, которую необходимо запустить, рабочую или демонстрационную. Пример изображения на экране главного окна представлен на рисунке 2.19.

В окне рабочей версии программы, рисунок 2.20, изображена водоотливная установка, которая включает в себя:

- 1) водосборник главного водоотлива;
- 2) три насоса – основной, дублирующий и резервный;
- 3) систему труб, заливочных и магистральных;

Также в окне имеется панель задач и контрольная панель. На панели задач расположены элементы управления, используемые для задания водопритока, производительности насосов, а также имитации аварийных отключений насосов. На контрольной панели размещены элементы для задания выдержки времени реле контроля времени (РКВ) и для контроля над этой выдержкой.

При запуске рабочей версии программы, управление виртуальным технологическим процессом передается контроллеру.

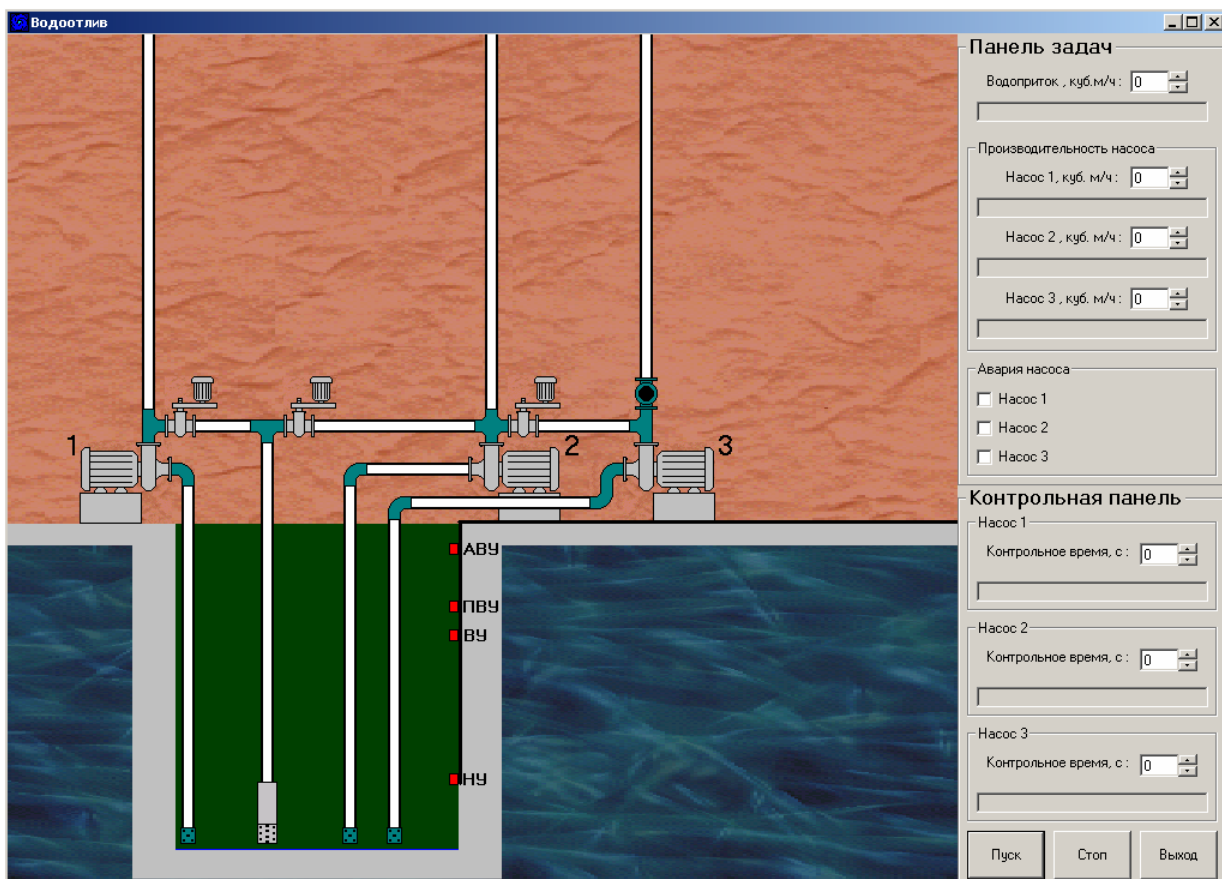


Рисунок 2.20 - Окно рабочей версии программы виртуального имитатора

Окно демонстрационной версии программы содержит те же самые элементы, что и окно рабочей версии. В нем также можно задавать водоприток, производительность насосов, выдержку времени, осуществлять контроль над этой выдержкой, и имитировать аварийные отключения насосов. Только в отличие от рабочей версии, в демонстрационной версии технологическим процессом управляет компьютер. Внешне окна можно различить по надписи «**Demo**» на окне демонстрационной версии. С помощью этой версии можно подробно ознакомиться с алгоритмом работы водоотливной установки. Окно демонстрационной версии изображено на рисунке 2.21.

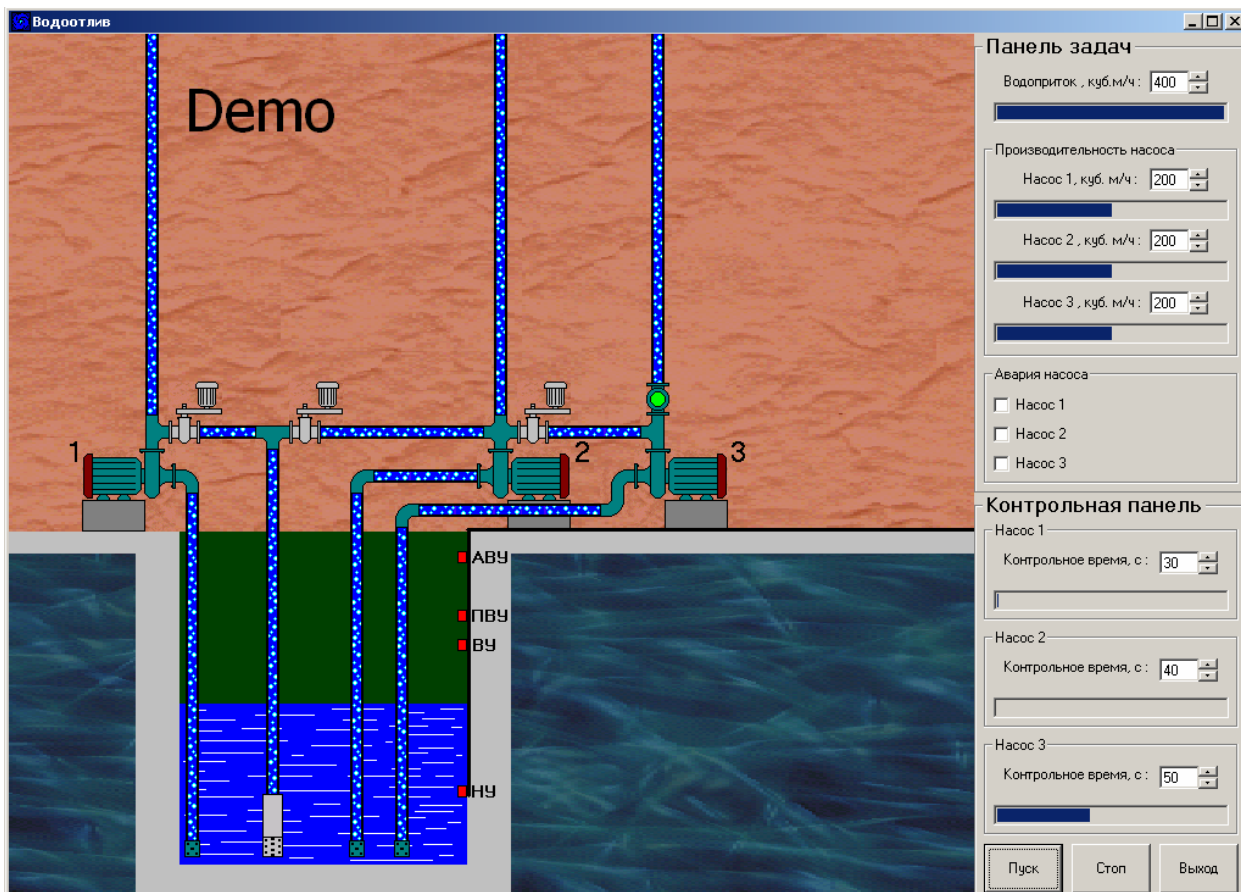


Рисунок 2.21 - Окно демонстрационной версии программы виртуального имитатора

Порядок выполнения работы

1. Составить блок – схему функционирования водоотливной установки по анализу работы демонстрационной версии программы виртуального имитатора.

2. Определить количество входных и выходных сигналов контроллера LOGO!

3. Составить коммутационную схему автоматизации на языке FBD(язык функциональных блоков) или LAD(язык релейно-контактной логики).

4. Изучить разделы технического описания, касающиеся способов подключения (раздел 1.2), ввода программы (раздел 1.3) и описания специальных и базовых функций ПЛК LOGO! (раздел 1.4, 1.5).

5. Руководствуясь указаниями раздела 1.3 ввести программу в контроллер LOGO!

6. Подключить контроллер LOGO! к виртуальному имитатору водоотливной установки:

- При отключенном питании соединить LPT порт компьютере и разъем блока сопряжения с контроллером;
- Включать компьютер и запускать программу Водоотлив.exe;
- Ввести значения водопритока и производительности насосов согласно п/п 2.3.4.1.

7. Задавая различные производительности насосов и величину водопритока, удостоверится в том, что управление с контроллера включает насосы в последовательности, обеспечивающей уровень воды между «верхним» и «нижним» уровнями.

8. Имитируя «аварийный» выход из строя одного из насосов, убедитесь в том, что управление с контроллера автоматически включает резервный насос.

Настройка панели задач виртуального имитатора

Перед тем как запустить программу необходимо ввести значения водопритока и производительности насосов. Для этого в окнах рабочей и демонстрационной версий программы имеются элементы управления, которые расположены на панели задач и контрольной панели. Ниже приведено их описание и назначение.

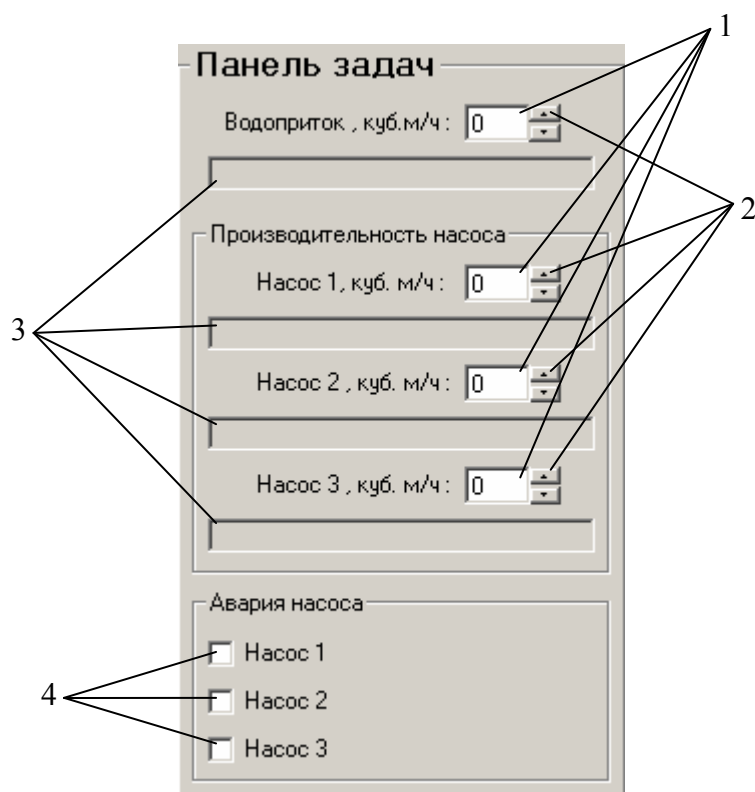


Рисунок 2.22 - Панель задач виртуального имитатора

Цифрой «1» на нем обозначены текстовые поля для ввода водопритока и производительности насосов. Диапазон изменения этих величин от 0 до 400 м³/час.

Цифрой «2» на рисунке 2.22 обозначены элементы управления вверх-вниз, предназначенные для изменения величины водопритока или производительности насосов с помощью мыши. Одно нажатие на стрелку вверх или вниз увеличивает или уменьшает величину в окне на 20 м³/час.

Цифрой «3» обозначены индикаторные полосы, которые позволяют визуально оценить величину параметра. При запуске программы значения во всех окнах должны быть больше нуля. Если в момент запуска, какой либо

параметр был равен «0», программа напомнит об этом. После запуска можно изменять параметры технологического процесса во всем диапазоне.

Цифрой «4» на рисунке 2.22 обозначены флажки, с помощью которых можно имитировать аварию насосов, одного, двух или трех. Если флажок в положении TRUE, то значит, насос сломан, если в положении FALSE, то насос исправен. Изменять положение флажков можно как до запуска программы, так и после запуска, их положение не влияет на запуск программы.

Содержание отчёта

1. Предоставить схему, спроектированного устройства, выполненную на языке FBD(язык функциональных блоков) или LAD(язык релейно-контактной логики).

2. Проверить правильность функционирования управляющей программы непосредственно на виртуальном стенде.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные функциональные блоки водоотливной установки. Каково их назначение?
2. Поясните алгоритм работы виртуального имитатора водоотливной установки.
3. Перечислите известные Вам стандартные уровни дискретных, аналоговых сигналов.
4. Для чего применяются нормализаторы сигналов?
5. Как провести настройку и градуировку неэлектрической аналоговой величины при помощи блоков «аналоговый триггер», «аналоговый компаратор» в LogoSoftComfort?
6. Дайте определение термину «замкнутый ТО»?
7. Работа ПЛК с аналоговыми входами. АЦП преобразование.

Рекомендуемая литература

1. Густав Олссон, Джангуидо Пиани. Цифровые системы автоматизации и управления. — СПб.: Невский Диалект, 2001.-557 с.: ил.
2. Г.Н.Горбачев, Е.Н. Чаплыгин. Промышленная электроника. Для студентов вузов/Под ред. В.А. Лабунцова. – М.: Энергоатомздат, 1988. – 320 с.: ил.
3. Аристова, Н. И. Промышленные программно-аппаратные средства на российском рынке АСУТП [Текст] : научное издание / Н.И. Аристова, А.И. Корнеева. - М. : Научтехлитиздат, 2001. - 402 с. - Загл. обл. : Промышленные программно-аппаратные средства на отечественном рынке АСУТП.
4. Гелль, П. Электронные устройства с программируемыми компонентами [Текст] : пер. с фр. / П. Гелль. - М. : ДМК Пресс, 2001. - 176 с. : ил.
5. Логические модули LOGO!: Siemens. Микросистемы – 2003. – 30с.
6. Сичкоренко А.В. Лабораторно-практический комплекс (ЛПК) «LOGO!». КарГТУ, кафедра АПП.: 2005 – 118с.
7. ISaGRAF. Version 3.4. Руководство пользователя. SI INTERNATIONAL.:Перевод Науцилус, М.: НИИЯФ МГУ.2000г. 439с.

Контрольные задания для СРС

1. Создать схему управления газозащиты.
2. Создать схему управления вентиляторами главного проветривания.

Методические указания к лабораторной работе №5

Тема: Проектирование систем логического управления технологическими процессами

Цель работы - приобрести навык использования контроллера LOGO! для решения задач построения систем промышленной автоматике.

Содержание работы

1. По описанию алгоритма работы технологических объектов из п/п 2.5.6 разработать программу управления объектом базе контроллера LOGO!
2. Проверить правильность функционирования программы управления задавая различные режимы работы объекта автоматизации с помощью блока имитации внешних воздействий.

Порядок выполнения работы

1. Составить блок – схему автоматизированного управления технологическим объектом из п/п 2.5.5, согласно варианту задания.
2. Определить количество входных и выходных сигналов контроллера LOGO!
3. Составить коммутационную схему автоматизации на языке FBD(язык функциональных блоков) или LAD(язык релейно-контактной логики).
4. Изучить разделы технического описания, касающиеся способов подключения (раздел 1.2), ввода программы (раздел 1.3) и описания специальных и базовых функций ПЛК LOGO! (раздел 1.4, 1.5).
5. Руководствуясь указаниями раздела 1.3 ввести программу в контроллер LOGO!
6. Проверить правильность функционирования управляющей программы, имитируя на входах контроллера характерные режимы работы технологического объекта.

Содержание отчёта

1. Предоставить схему, спроектированного устройства, выполненную на языке FBD(язык функциональных блоков) или LAD(язык релейно-контактной логики).
2. Проверить правильность функционирования управляющей программы непосредственно на стенде.

Контрольные вопросы

1. Для чего применяют резервирование основных компонентов ПЛК и/или контроллера в целом.
2. Какие типы резервирования Вы знаете? Опишите их.
3. Опишите иерархическую структуру АСУ ТП.
4. Промышленные шины. Назначение. Особенности применения.
5. Объясните термин «гибкая (модульная) архитектура».

Рекомендуемая литература

1. Густав Олссон, Джангуидо Пиани. Цифровые системы автоматизации и управления. — СПб.: Невский Диалект, 2001.-557 с.: ил.
2. Г.Н.Горбачев, Е.Н. Чаплыгин. Промышленная электроника. Для студентов вузов/Под ред. В.А. Лабунцова. – М.: Энергоатомздат, 1988. – 320 с.: ил.
3. Аристова, Н. И. Промышленные программно-аппаратные средства на российском рынке АСУТП [Текст] : научное издание / Н.И. Аристова, А.И. Корнеева. - М. : Научтехлитиздат, 2001. - 402 с. - Загл. обл. : Промышленные программно-аппаратные средства на отечественном рынке АСУТП.
4. Гелль, П. Электронные устройства с программируемыми компонентами [Текст] : пер. с фр. / П. Гелль. - М. : ДМК Пресс, 2001. - 176 с. : ил.
5. Логические модули LOGO!: Siemens. Микросистемы – 2003. – 30с.
6. Сичкоренко А.В. Лабораторно-практический комплекс (ЛПК) «LOGO!». КарГТУ, кафедра АПП.: 2005 – 118с.
7. ISaGRAF. Version 3.4. Руководство пользователя. SJ INTERNATIONAL.:Перевод Науцилус, М.: НИИЯФ МГУ.2000г. 439с.

Контрольные задания для СРС

1. Методы и порядок создания программы и выгрузки ее на ПЛК.
2. Алгоритм программирования ПЛК?
3. Работа ПЛК, как части распределенной АСУ ТП.
4. Работа ПЛК, как части централизованной АСУ ТП.

Варианты заданий для построения систем логического управления технологическими объектами на базе ПЛК LOGO!

Вариант 1 «ОРОШЕНИЕ РАСТЕНИЙ В ОРАНЖЕРЕЕ»

Требования

В оранжерее необходимо управлять орошением растений с помощью LOGO! При этом различают три типа растений. В случае растений типа 1 речь идет о водорослях в бассейне, уровень воды в котором должен поддерживаться в определенном диапазоне.

Растения второго типа должны орошаться утром и вечером по 3 минуты, а растения третьего типа – каждый второй вечер в течение 2 минут.

Конечно, автоматическое орошение может и выключаться.

Решение с помощью LOGO!

Орошение растений - Тип 1:

Через поплавковые выключатели для максимального и минимального значения (на I1 и I2) уровень воды в бассейне всегда поддерживается в этом заданном диапазоне.

Орошение растений - Тип 2:

Орошение включается через реле времени утром с 6:00 до 6:03 и вечером с 20:00 до 20:03 каждый раз на 3 минуты (ежедневно).

Орошение растений - Тип 3:

С помощью функции импульсного тока растения орошаются только каждый второй день; всегда вечером в течение 2 минут, когда срабатывает сумеречный выключатель на I3.

Используемые компоненты:

- I1 Поплавковый выключатель для максимального значения (размыкающий контакт)
- I2 Поплавковый выключатель для минимального значения (замыкающий контакт)
- I3 Сумеречный выключатель (замыкающий контакт)
- I4 Выключатель для автоматически управляемого орошения (замыкающий контакт)
- Q1 Электромагнитный клапан для орошения растений типа 1
- Q2 Электромагнитный клапан для орошения растений типа 2
- Q3 Электромагнитный клапан для орошения растений типа 3

Преимущества и особенности

Время орошения утром и вечером может быть произвольно изменено. Наряду с орошением растений с помощью LOGO! можно также управлять освещением или проветриванием оранжереи.

Вариант 2 «УПРАВЛЕНИЕ ЛЕНТОЧНЫМИ ТРАНСПОРТЕРАМИ»

Требования

С помощью LOGO! необходимо управлять 3 транспортерами для транспортировки деталей.

Находящаяся перед транспортерами установка каждые 30 секунд поставляет на ленту детали. Каждая деталь требует для перемещения по ленте около 1 минуты. Так как установка может иметь много времен простоя, то транспортеры, в зависимости от того, должны детали транспортироваться или нет, должны автоматически запускаться или останавливаться.

Решение с помощью LOGO!

Установка включается через кнопку ВКЛ на I2 и выключается через кнопку ВЫКЛ на I1. Каждый из 3 транспортеров приводится в движение двигателем (на Q1, Q2, Q3), а 3 реле близости регистрируют детали на каждой из лент (на I4, I5, I6). Через четвертое реле близости на I3 детали регистрируются в начале ленты 1 (приходящие детали с установки). Если нажата кнопка ВКЛ и детали необходимо перемещать, то ленты запускаются одна за другой

(последовательность – лента 1, лента 2, лента 3). Если до появления новой детали проходит более 1 минуты, то ленты останавливаются (в последовательности -лента 1, лента 2, лента 3). Если детали с установки не поступают на транспортеры более 100 секунд, то наступает время простоя на 15 минут, о котором сигнализирует лампа на Q4.

Используемые компоненты:

- I1 Кнопка ВЫКЛ (замыкающий контакт);
- I2 Кнопка ВКЛ (замыкающий контакт);
- I3 Датчик для регистрации деталей с предшествующей установки (замыкающий контакт);
- I4 Датчик для регистрации деталей на ленте 1 (замыкающий контакт);
- I5 Датчик для регистрации деталей на ленте 2 (замыкающий контакт);
- I6 Датчик для регистрации деталей на ленте 3 (замыкающий контакт);
- Q1 Лента 1;
- Q2 Лента 2;
- Q3 Лента 3;
- Q4 Сигнальная лампа.

Преимущества и особенности:

- Времена переключения могут устанавливаться произвольно.
- Простота изменения имеющихся установок.
- Все датчики подключаются непосредственно к LOGO!.
- Применение меньшего количества компонентов, чем в предыдущем решении.

Вариант 3 «УПРАВЛЕНИЕ ГИБОЧНЫМ СТАНКОМ»

Требования

С помощью LOGO! необходимо управлять процессом сгибания выхлопных труб. Процесс сгибания запускается тогда, когда имеются в наличии как труба, так и присоединяемая деталь.

Если деталь неисправна или отсутствует, то об этом сообщается с помощью сигнальной лампы.

Решение с помощью LOGO!

С помощью реле близости на I1 регистрируется наличие трубы (для этого устанавливается замедление притягивания в 1 секунду). Затем труба зажимается с помощью электромагнитного клапана на Q1. Если имеется в наличии и присоединяемая деталь (датчик на I2), то труба освобождается и дается команда на деблокировку сгибания путем сброса деблокирующего реле на Q2 ($Q2 = 0$). Процесс деблокировки длится не более 5 секунд. Это предельное время для деблокировки. Если в течение этих 5 секунд труба не регистрируется, то деблокировка процесса сгибания отменяется путем установки деблокирующего реле ($Q2 = 1$). Если деталь распознается как дефектная или неполная, то об этом извещается с помощью сигнальной лампы на Q3. Через I3 ошибка может быть квитирована, а неисправная деталь удалена. При этом труба освобождается, и процесс может начаться снова.

Используемые компоненты:

- I1 Датчик наличия трубы (замыкающий контакт);
- I2 Датчик наличия присоединяемой детали (замыкающий контакт);
- I3 Кнопка для квитирования ошибок (замыкающий контакт);
- Q1 Электромагнитный клапан для зажимающего цилиндра;
- Q2 Деблокирующее реле;
- Q3 Лампа для сигнализации об ошибке.

Преимущества и особенности:

- Это применение может быть легко расширено; напр., для дополнительной индикации.
- Требуется меньше компонентов, чем при предыдущем решении.

Вариант 4 «ОСВЕЩЕНИЕ ВИТРИНЫ»

Требования

С помощью LOGO! должны автоматически освещаться товары, выставленные в витрине.

При этом различают 4 группы источников света. Одна для освещения днем, одна для дополнительного освещения вечером, одна для минимального освещения ночью и одна для создания световых пятен, которые должны отдельно освещать размещенные предметы.

Решение с помощью LOGO!:

Витрина должна освещаться с понедельника по пятницу с 8:00 до 22:00, в субботу с 8:00 до 24:00 и в воскресенье с 12:00 до 20:00. В течение этих интервалов через реле времени включается группа источников света 1 на Q1.

Кроме того, по вечерам подключается группа источников света 2, когда срабатывает сумеречное реле на входе I1. Вне вышеназванных интервалов времени группа источников света 3 на Q3 берет на себя минимальное освещение после деблокировки сумеречного реле. Через сигнализатор перемещений на I4 в течение всего времени включаются или выключаются световые пятна (группа источников света 4 на Q4). С помощью тестовой кнопки на I3 можно на 1 минуту включить все группы источников света, чтобы, например, проверить их функционирование или их поправить.

Используемые компоненты:

- I1 Сумеречное реле (замыкающий контакт);
- I2 Выключатель ВКЛ (замыкающий контакт);
- I3 Тестовый выключатель (замыкающий контакт);
- I4 Сигнализатор перемещений (замыкающий контакт);
- Q1 Группа источников света 1;
- Q2 Группа источников света 2;
- Q3 Группа источников света 3 (минимальное освещение);
- Q4 Группа источников света 4 (световые пятна);

Преимущества и особенности:

- Установленные интервалы времени могут быть в любой момент произвольно изменены.
- Простота выбора других комбинаций источников света.

- Требуется меньше компонентов, чем при традиционном решении.

Вариант 5 «УСТАНОВКА ЗВОНКОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ В ШКОЛЕ»

Требования:

Звонок в школе управляется с помощью LOGO!. Звонок должен звенеть в определенные моменты времени в течение 2 секунд (начало занятий, перемены, конец занятий).

Решение с помощью LOGO!:

Через встроенное в LOGO! реле времени задаются времена для начала занятий, перемен и конца занятий. Звонок должен звенеть с понедельника по пятницу в 8:00, 9:45, 10:00, 12:45, 13:30 и 16:30. Правда, в пятницу занятия оканчиваются уже в 15:30. Через задержку включения обеспечивается, чтобы звонок звенел только 2 секунды.

Используемые компоненты:

- Q1 Звонок.

Преимущества и особенности:

Требуется меньше компонентов, чем при традиционном решении. Установка звонковой сигнализации может быть легко расширена; напр., отключение школьного звонка во время каникул.

Вариант 6 «КОНТРОЛЬ МЕСТ ДЛЯ СТОЯНКИ АВТОМОБИЛЕЙ»

Требования

На автостоянке имеется в распоряжении определенное количество мест для стоянки автомобилей. Входной светофор должен автоматически переключаться с зеленого на красный, когда все места заняты. Как только места снова освобождаются, въезд снова обеспечивается включением зеленого сигнала.

Решение с помощью LOGO!:

Въезжающие и выезжающие автомобили подсчитываются с помощью с помощью фотодатчиков (на I1 и I2) встроенным в LOGO! счетчиком. При въезде автомобиля (I1) счетчик увеличивается на 1, а при выезде автомобиля (I2) он снова уменьшается на 1. Через I2 и импульсную функцию задается направление счета (вперед/ назад) на счетчике. При достижении установленного параметра переключается светофорное устройство на Q1. С помощью кнопки на I3 значение счетчика и выход Q1 могут быть сброшены.

Используемые компоненты:

- I1 Фотодатчик «Въезд» (замыкающий контакт);
- I2 Фотодатчик «Выезд» (замыкающий контакт);
- I3 Кнопка сброса (замыкающий контакт);
- Q1 Реле светофора (переключающий контакт);

Преимущества и особенности

Текущее значение счетчика может быть просто отображено через дисплей. Максимальное значение счетчика может изменяться произвольно. Применение может быть легко расширено: напр., запрещать въезд, когда стояночные места заняты, или переключать между двумя значениями счетчика (стояночные места зарезервированы для служащих предприятия).

Вариант 7 «ВНЕШНЕЕ ОСВЕЩЕНИЕ»

Требования

С помощью LOGO! необходимо управлять наружным освещением здания. При этом различают основное и вспомогательное освещение с ручным и автоматическим режимом. Основное освещение постоянно включено в течение установленного интервала времени, вспомогательное освещение, напротив, только на определенное время, когда срабатывает также сигнализатор перемещения. Освещение в общем случае включается только при наступлении.

Решение с помощью LOGO!:

Основное освещение (на Q1) в автоматическом режиме включается только с 6:00 до 24:00, если также срабатывает сумеречное реле на I1. Вспомогательное освещение (на Q2) включается с помощью сигнализатора перемещения на I2 на 90 секунд (в интервалах с 6:00 до 8:00 и с 17:00 до 24:00). Через I4 (положение переключателя – ручной режим) основное и вспомогательное освещение включаются независимо от реле времени и сумеречного реле, например, для проверки.

Используемые компоненты:

- I1 Сумеречное реле (замыкающий контакт);
- I2 Сигнализатор перемещения (замыкающий контакт);
- I3 Положение переключателя „Автоматика“ (замыкающий контакт);
- I4 Положение переключателя „Ручной режим“ (замыкающий контакт);
- Q1 Основное освещение;
- Q2 Вспомогательное освещение.

Преимущества и особенности

Экономия энергии путем сопряжения реле времени, сигнализатора перемещения и сумеречного реле. Интервалы времени могут устанавливаться индивидуально; напр., в рабочие и выходные дни или другие длительности интервалов времени. Осветительная установка может быть легко расширена; напр., дополнительные сигнализаторы перемещения или другие группы освещения, чтобы четче дифференцировать отдельные диапазоны.

Вариант 8 «УПРАВЛЕНИЕ ЖАЛЮЗИ»

Требования

С помощью LOGO! необходимо управлять жалюзи жилого дома. С помощью селекторного переключателя может быть выбран ручной режим или автоматическое управление. В зависимости от времени, темноты и дня недели

жалюзи автоматически закрываются или открываются.

Решение с помощью LOGO!

Ручной режим:

С помощью выключателей на I2 (ОТКРЫТЬ) и I3 (ЗАКРЫТЬ) жалюзи можно открывать и закрывать вручную. Предпосылкой для этого является то, что селекторный переключатель на I6 не стоит в положении «Автоматика».

Автоматический режим:

Для перехода в автоматический режим селекторный переключатель (I6) должен находиться в положении «Автоматика». Когда срабатывает сумеречное реле на I1, жалюзи закрываются на период с 18:00 до 7:00. Открываются они в течение дня между 7:00 и 18:00. Через конечные выключатели на I4 и I5 производится опрос, открыты жалюзи или закрыты.

Используемые компоненты

- I1 Сумеречное реле (замыкающий контакт);
- I2 Выключатель для открытия в ручном режиме (замыкающий контакт);
- I3 Выключатель для закрытия в ручном режиме (замыкающий контакт);
- I4 Конечный выключатель «Жалюзи открыты» (размыкающий контакт);
- I5 Конечный выключатель «Жалюзи закрыты» (размыкающий контакт);
- I6 Селекторный переключатель в положении «Автоматика»;
- Q1 Открыть жалюзи;
- Q2 Закрыть жалюзи.

Преимущества и особенности

Времена могут быть просто приспособлены к индивидуальным условиям; например, различные времена в рабочие дни и в конце недели или во время отпуска.

Различное управление для двух диапазонов/ситуаций через еще свободные выходы.

Экономия энергии благодаря сопряжению реле времени и сумеречного реле.

Вариант 9 «ВНЕШНЕЕ И ВНУТРЕННЕЕ ОСВЕЩЕНИЕ ЖИЛОГО ДОМА»

Требования

С помощью LOGO! необходимо управлять внешним и внутренним освещением жилого дома. При этом в случае отсутствия хозяев или в темное время должно сигнализироваться приближение людей. Через сигнализатор перемещения и контакт тревоги установки тревожной сигнализации включается внешнее и внутреннее освещение.

Решение с помощью LOGO!

Внешнее освещение разделено на три области (на Q1, Q2, Q3). Для каждой области используется собственный сигнализатор перемещения (на I2, I3, I4). Если на определенном интервале времени срабатывает один из этих сигнализаторов, то соответствующее внешнее освещение включается на 90 секунд. Диапазон времени задается через встроенное в LOGO! реле времени (с 17:00 до 7:00). Благодаря сумеречному реле на I1 гарантируется, что включение происходит только в темное время суток. На I5 подключен четвертый сигнализатор перемещения, который независимо от времени и темноты включает все три внешних освещения на 90 секунд. Внешние освещения включаются также на 90 секунд через контакт тревоги установки тревожной сигнализации на I6. Кроме того, после отключения внешнего освещения на 90 секунд включается внутреннее освещение. Через сигнализатор перемещения на I5 и контакт тревоги внутреннее освещение включается на 90 секунд немедленно.

Используемые компоненты

- I1 Сумеречное реле (замыкающий контакт);
- I2 Сигнализатор перемещения 1 (замыкающий контакт);
- I3 Сигнализатор перемещения 2 (замыкающий контакт);
- I4 Сигнализатор перемещения 3 (замыкающий контакт);
- I5 Сигнализатор перемещения 4 (замыкающий контакт);
- I6 Контакт тревоги установки тревожной сигнализации (замыкающий контакт);
- Q1 Внешнее освещение 1;
- Q2 Внешнее освещение 2;
- Q3 Внешнее освещение 3;
- Q4 Внутреннее освещение.

Преимущества и особенности

Экономия энергии благодаря сопряжению реле времени, сумеречного реле и сигнализаторов перемещения.

Простота изменения установленных времен: напр., другого диапазона реле времени или другой длительности освещения.

Использование меньшего количества компонентов, чем при традиционном решении.

Вариант 10 «УПРАВЛЕНИЕ МЕШАЛКОЙ ДЛЯ МОЛОКА И СЛИВОК»

Требования

С помощью LOGO! необходимо управлять мешалкой для молока и сливок на молочной ферме. С помощью переключателя режимов работы может быть выбран автоматический режим или режим непосредственного управления. Неисправности сигнализируются с помощью лампы и аварийного звукового сигнала.

Решение с помощью LOGO!

Если переключатель режимов работы находится в положении «Автоматика» (I1), то мешалка (на Q1) запускается немедленно. Автоматический ре-

жим означает, что мешалка включается и выключается через заданные интервалы времени (15 секунд включена, 10 секунд - пауза). Мешалка работает с этими интервалами, пока переключатель режимов работы не будет переведен в положение 0. В режиме прямого управления (I2 –положение «Прямое управление») мешалка работает без учета интервалов времени. При срабатывании автомата защиты двигателя (на I3) активизируются лампа сигнализации о неисправности (Q2) и аварийный звуковой сигнал (Q3). Интервалы, с которыми подается звуковой сигнал, устанавливаются с помощью датчика тактовых импульсов на 3 секунды. Звуковой сигнал может быть прерван с помощью кнопки сброса на I4. Если неисправность устранена, то сигнальная лампа и звуковой сигнал снова сбрасываются. С помощью кнопки «Контроль аварийной сигнализации» на I5 можно проверить как сигнальную лампу, так и звуковой сигнал.

Используемые компоненты:

- I1 Переключатель режимов работы – положение «Автоматика» (замыкающий контакт);
- I2 Переключатель режимов работы - положение «Прямое управление» (замыкающий контакт);
- I3 Аварийный контакт автомата защиты двигателя (замыкающий контакт);
- I4 Кнопка сброса звукового сигнала (замыкающий контакт);
- I5 Кнопка проверки функционирования аварийной сигнализации (замыкающий контакт);
- Q1 Мешалка;
- Q2 Сигнальная лампа;
- Q3 Аварийный звуковой сигнал.

Преимущества и особенности:

Произвольное изменение интервалов перемешивания.

Требуется меньше компонентов, чем при предыдущем решении.

Вариант 11 «ОСВЕЩЕНИЕ СПОРТЗАЛА»

Требования

С помощью LOGO! управляется освещение спортзала и раздевалок в школе. Так как по вечерам спортзал снимали также различные спортивные объединения, с помощью LOGO! реализовано также принудительное отключение, чтобы не превышалось время использования. С помощью центрального выключателя освещение может включаться и выключаться совершенно независимо.

Решение с помощью LOGO!:

Освещение спортзала (на Q1 и Q2) может включаться и выключаться с помощью кнопочного выключателя на I1. Через кнопочный выключатель на I2 включается и выключается освещение раздевалок. Принудительное отключение по вечерам реализуется через встроенное реле времени. В 21:45 в течение 5 секунд подается звуковой сигнал, который указывает пользователям, что время пользования залом истекло. Спорт-зал освобождается, и свет выключается. В 22:00 в спортзале выключается первая группа освещения (Q1), а в 22:15 – вторая группа (Q2). Освещение раздевалок затем выключается в 22:25. Затем свет уже нельзя больше включить. Через центральный выключатель свет можно включать и выключать совершенно независимо (напр., завхозом). Каникулярное время может быть ограничено блокирующим выключателем на I4 вручную.

Используемые компоненты

- I1 Кнопка освещения спортзала (замыкающий контакт);
- I2 Кнопка освещения раздевалок (замыкающий контакт);
- I3 Центральный выключатель (замыкающий контакт);
- I4 Блокирующий выключатель для каникул (замыкающий контакт);
- Q1 Группа освещения 1, спортзал;
- Q2 Группа освещения 2, спортзал;
- Q3 Освещение раздевалок;
- Q4 Звуковой сигнал.

Преимущества и особенности

Легкость приспособления к различным временам использования.

Необходимо меньше компонентов, чем при традиционном решении.

Вариант 12 «РАВНОМЕРНАЯ ЗАГРУЗКА ТРЕХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ»

Требования

С помощью LOGO! реализуется групповое соединение трех одинаковых потребителей. Из этих трех потребителей два всегда должны работать. Чтобы обеспечить равномерный износ, все три потребителя должны включаться и выключаться попеременно. Каждый потребитель обладает аварийным выходом, который подведен к общей аварийной сигнализации. Как только потребитель сообщает о неисправности, он отключается, а остальные два потребителя работают.

Решение с помощью LOGO!:

Процесс равномерной загрузки потребителей выглядит следующим образом: Сначала работают потребители 1 и 2 (на Q1 и Q2), затем потребители 2 и 3 (на Q2 и Q3), затем потребители 1 и 3 (на Q1 и Q3). Эта последовательность все время повторяется (начиная с Q1 и Q2). Потребители каждый раз работают в течение установленного времени (напр., 3 секунды). Начало процесса реализуется с помощью инвертированного реле с самоблокировкой. Установка сама запускается также после восстановления напряжения (начальное состояние).

Если у потребителя 1 возникает неисправность, то он отключается через аварийный вход I1, и включается третий потребитель. Неисправность сигнализируется через общий аварийный сигнал на Q4. Если неисправность устранена и нажата квитирующая кнопка на I4, то LOGO! переходит в исходное состояние, и процесс снова начинается с Q1 и Q2. То же самое справедливо также и для потребителей 2 и 3 (сообщение о неисправности потребителя 2 на I2, сообщение о неисправности потребителя 3 на I3).

Используемые компоненты:

- I1 Аварийный вход потребителя 1 (закрывающий контакт);
- I2 Аварийный вход потребителя 2 (закрывающий контакт);
- I3 Аварийный вход потребителя 3 (закрывающий контакт);
- I4 Кнопка квитирования неисправности (закрывающий контакт);
- Q1 Потребитель 1;
- Q2 Потребитель 2;
- Q3 Потребитель 3;
- Q4 Выход общего аварийного сигнала.

Преимущества и особенности:

Это решение может использоваться для любых потребителей.

Времена работы потребителей можно менять произвольно.

Простота расширения применения; напр.: главный выключатель для включения и выключения потребителей.

Необходимо меньше компонентов, чем при обычном решении.

Вариант 13 «УПРАВЛЕНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬЮ ОПЕРАЦИЙ СТАНКА ДЛЯ СВАРКИ КАБЕЛЯ БОЛЬШИХ СЕЧЕНИЙ»

Требования

Технологический процесс на станках для сварки кабеля должен строго соблюдаться. Управление производится только через педальный переключатель. В случае ошибочного управления цикл немедленно прерывается и должен быть начат снова.

Решение с помощью LOGO!:

Процесс сварки запускается педальным переключателем на I1. Любое неверное управление и сдвиг во времени со стороны оператора должны быть исключены. При нажатии педального переключателя конец кабеля подводится до упора. Ножной переключатель должен быть снова нажат в течение 3 секунд для зажима концов кабеля (клапан на Q2). Интервал времени в 3 се-

кунды отображается световым сигналом на Q1. Если педальный переключатель в течение 3 секунд был нажат второй раз, то происходит процесс сварки. При новом нажатии педального переключателя кабель освобождается и протягивается дальше (клапан на Q3). Если превышены 3 секунды после первого нажатия педального переключателя, то зажимной клапан немедленно освобождает кабель, и он не сваривается. Цикл должен быть начат снова.

Используемые компоненты

- I1 Педальный переключатель (замыкающий контакт);
- Q1 Световой сигнал времени предварительной установки (3 с);
- Q2 Клапан для зажима кабеля;
- Q3 Клапан для освобождения кабеля.

Преимущества и особенности

Время предварительной установки в любой момент может быть приспособлено к текущим условиям.

Схема, которая до сих пор реализовывалась в трехрядном исполнении и занимала много места, с помощью LOGO! решена с экономией места и более дешево.

Вариант 14 «СТУПЕНЧАТЫЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ ДЛЯ ВЕНТИЛЯТОРОВ»

Требования

С помощью LOGO! должно быть реализовано ступенчатое переключение четырех уровней мощности вентилятора.

Решение с помощью LOGO!

С помощью кнопочного переключателя на I1 вентилятор запускается на уровне 1. Каждым следующим нажатием кнопки вентилятор переключается на один уровень мощности выше. Это возможно до 4 раз (Q1, Q2, Q3 и Q4). Этот 4-ступенчатый переключатель был реализован с помощью встроенного счетчика. В зависимости от того, сколько раз была нажата кнопка I1, деблокируется соответствующий контактор (I1 нажата дважды -> активен выход Q2). Чтобы работал точно один контактор, переключение между отдельными контакторами происходит только спустя короткое время ожидания в 2 секунды. С помощью кнопки I2 вентилятор может ступень за ступенью переключаться в обратном направлении.

Используемые компоненты

- I1 Кнопка «Увеличение» (замыкающий контакт);
- I2 Кнопка «Уменьшение» (замыкающий контакт);
- Q1 Контактор уровня 1;
- Q2 Контактор уровня 2;
- Q3 Контактор уровня 3;
- Q4 Контактор уровня 4.

Преимущества и особенности

Количество ступеней переключателя может быть произвольно изменено (2-, 3- или 4- ступенчатый).

Ступенчатый переключатель можно легко расширить, напр., вентилятор отключать немедленно, если кнопка I2 нажата длительное время.

Можно просто изменить время ожидания для переключения.

Требуется меньше компонентов, чем при предыдущем решении.

Вариант 15 «ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОТОПИТЕЛЬНЫМИ КОТЛАМИ»

Требования

С помощью LOGO! должно быть обеспечено, чтобы четыре газовых отопительных котла не могли запускаться одновременно. Управление котлами деблокируется с помощью главного термостата.

Решение с помощью LOGO!:

Каждый из четырех отопительных котлов имеет две ступени мощности. Каждая ступень мощности поставлена в соответствие выводу (с Q1 по Q8). К П1 подключен главный термостат. Через это термостат может устанавливаться температура, при которой отопительные котлы должны включаться или выключаться. Если температура падает ниже 70 град. С, то через П1 запускается на нагрев первая ступень мощности котла 1 (Q1). Через 5 минут запускается ступень мощности 2 котла 1 (Q2).

Пока не достигнута конечная температура, каждые 5 минут для нагрева деблокируется следующая ступень мощности (с Q3 до Q8). При достижении конечной температуры в 80 град. С котлы снова последовательно отключаются. Сначала ступени мощности 1 и 2 котла 1, через 5 минут – котел 2 и т. д. После охлаждения происходит новый запуск, начиная с Q1.

Используемые компоненты

- П1 Главный термостат;
- Q1 Ступень мощности 1 котла 1;
- Q2 Ступень мощности 2 котла 1;
- Q3 Ступень мощности 1 котла 2;
- Q4 Ступень мощности 2 котла 2;
- Q5 Ступень мощности 1 котла 3;
- Q6 Ступень мощности 2 котла 3;
- Q7 Ступень мощности 1 котла 4;
- Q8 Ступень мощности 2 котла 4.

Преимущества и особенности

Времена могут быть просто приспособлены к мощности и режиму работы.

Простое изменение/адаптация к имеющимся установкам.

Необходимо меньше компонентов, чем при предыдущем решении.

Вариант 16 «ОТРЕЗНОЕ УСТРОЙСТВО, НАПР., ДЛЯ ОГНЕПРОВОДНЫХ ШНУРОВ»

Требования

С помощью LOGO! реализовано отрезное устройство для огнепроводных шнуров пиротехнических зарядов. Из условий безопасности, замедляю-

щие огнепроводные шнуры длиной 5 м должны быть по возможности быстро разрезаны на короткие куски. Для этого шнур должен продвигаться на определенное расстояние к позиции отрезания. При достижении заданного количества кусков процесс автоматически останавливается.

Решение с помощью LOGO!:

Перемещение и отрезание огнепроводного шнура реализуется посредством цилиндров, которые, выдвигаясь, перемещают или отрезают шнур. К Q2 подключен электромагнитный клапан, который служит для того, чтобы цилиндры переходили в исходное положение. Для запуска должна быть нажата пусковая кнопка на I1. Затем приводится в действие электромагнитный клапан на Q2, и цилиндры переходят в исходное положение. Ответное сообщение о нахождении цилиндра для транспортировки в исходном положении выдается индуктивным переключателем на I3. Если он сработал, то цилиндр для транспортировки на Q3 приводится в действие. Этот цилиндр выдвигается и перемещает весь шнур. Величина перемещения задается величиной хода цилиндра при выдвигении. При достижении конечного положения срабатывает индуктивный переключатель на I4 для индикации состояния «Цилиндр транспортировки выдвинут». Теперь приводится в действие цилиндр на Q4 для процесса отрезания. Он выдвигается и отрезает огнепроводный шнур. Когда он достигает конечного положения, то об этом сообщается с помощью индуктивного переключателя на I5 «Цилиндр для отрезания выдвинут». Затем Q3 и Q4 сбрасываются, и процесс отрезания начинается снова. С помощью встроенного в LOGO! счетчика числа изделий может производиться подсчет отдельных процессов отрезания. При каждом отрезании счетчик увеличивает свое значение на 1. После достижения заданного числа изделий (80) новый цикл не начинается. Это отображается с помощью сигнальной лампы на Q1. Для начала нового цикла и сброса счетчика кнопка выключения на I2 должна быть нажата в течение более чем 2,5 секунд. Если кнопка выключения или кнопка аварийного выключения на I6 нажата во время процесса отрезания, то этот процесс прерывается, и происходит переход в исходное положение. Состояние счетчика сохраняется, а электромагнитный вентиль на Q2 отключается.

Используемые компоненты:

- I1 Пусковая кнопка (замыкающий контакт);
- I2 Кнопка выключения (замыкающий контакт);
- I3 Индуктивный переключатель, цилиндр транспортировки выдвинут (замыкающий контакт);
- I4 Индуктивный переключатель, цилиндр транспортировки выдвинут (замыкающий контакт);
- I5 Индуктивный переключатель, цилиндр отрезания выдвинут (замыкающий контакт);
- I6 Кнопка аварийного отключения (размыкающий контакт);
- Q1 Сигнальная лампа «Количество изделий достигнуто»;
- Q2 Электромагнитный клапан (для исходного положения);

- Q3 Цилиндр для транспортировки;
- Q4 Цилиндр для отрезания.

Преимущества и особенности:

Максимальное количество изделий может быть просто и быстро отображено и изменено.

Кнопке остановки можно было бы легко придать две функции (прерывание процесса и сброс счетчика числа изделий).

Необходимо меньшее количество компонентов, чем при традиционном решении.

6 Тематический план самостоятельной работы студента с преподавателем

Наименование темы СРСП	Цель занятия	Форма проведения занятия	Содержание задания	Рекомендуемая литература
Процессорные платы и модули ввода/вывода фирмы Advantech стандарта ISO - 9001	Углубление знаний по данной теме	Устный опрос, обсуждение докладов	Подготовка ответов на контрольные вопросы по данной теме	Журнал «СТА» № 4, 2003. Интернет источники.
AS-интерфейс, CAN, Interbus, PROFIBUS, Fildbus, последовательные унифицированные интерфейсы RS-232/RS-422/RS-423/RS-485.	Углубление знаний по данной теме	Устный опрос, обсуждение докладов	Подготовка ответов на контрольные вопросы по данной теме	Интернет источники. Журнал «Промышленные контроллеры» № 3, №12, 2005.
Устройства связи с объектом: модули фирм Advantech, Grayhill, Analog Devices, Wago	Углубление знаний по данной теме	Устный опрос, обсуждение докладов	Подготовка ответов на контрольные вопросы по данной теме	Журнал «СТА» № 4, 2003. Интернет источники.
Модули серии Adam-3000, Adam-4000, Adam-5000 фирмы Advantech и их назначение.	Углубление знаний по данной теме	Устный опрос, обсуждение докладов	Подготовка ответов на контрольные вопросы по данной теме	Журнал «СТА» № 4, 2003. Интернет источники
Системы электропитания. Датчики и исполнительные устройства.	Углубление знаний по данной теме	Устный опрос, обсуждение докладов	Подготовка ответов на контрольные вопросы по данной теме	Siemens. – Контрольно измерительные приборы. Каталог FI01-2007. Sensors&Communication. Интернет источники
Программируемый контроллер SIMENS Simatic S7-200. Состав и назначение.	Углубление знаний по данной теме	Устный опрос, обсуждение докладов	Подготовка ответов на контрольные вопросы по данной теме	Siemens. – SIMATIC, Компоненты для комплексной автоматизации. Каталог ST70. 2007.

Наименование темы СРСП	Цель занятия	Форма проведения занятия	Содержание задания	Рекомендуемая литература
Программируемый контроллер фирмы TREI GmbH. Состав и назначение.	Углубление знаний по данной теме	Устный опрос, обсуждение докладов	Подготовка ответов на контрольные вопросы по данной теме	TREI – 5B-02, Техническое руководство по эксплуатации устройства. TREIGmbH. - 2002.
Программируемые контроллеры фирмы SIMENS LOGO	Углубление знаний по данной теме	Устный опрос, обсуждение докладов	Подготовка ответов на контрольные вопросы по данной теме	Логические модули LOGO!: Siemens. Микро-системы – 2003.
Монтаж и наладка систем АСУ ТП на базе контроллера фирмы SIMENS LOGO.	Углубление знаний по данной теме	Устный опрос, решение задач	Подготовка ответов на контрольные вопросы по данной теме	Логические модули LOGO!: Siemens. Микро-системы – 2003.
Основы программирования контроллера фирмы SIMENS LOGO!. Программное обеспечение "LOGO!Soft Comfort 4.0"	Углубление знаний по данной теме	Устный опрос, решение задач	Подготовка ответов на контрольные вопросы по данной теме	Сичкоренко А.В. Лабораторно-практический комплекс (ЛПК) «LOGO!». КарГТУ, кафедра АПП.: 2005

7 Материалы для контроля знаний студентов в период рубежного контроля и итоговой аттестации

7.1 Тематика письменных работ по дисциплине

Тематика рефератов

1. Место и назначение промышленных контроллеров в САУ ТП.
2. Задачи, решаемые контроллером в системах автоматизированного управления технологическим процессом.
3. Обобщенная структура систем дистанционного контроля и управления.
4. Уровень сбора и предварительной обработки информации.
5. Нижний уровень обработки информации.
6. Верхний уровень системы.
7. Административный уровень системы.
8. Промышленные контроллеры. Классификация. Структура.
9. Номенклатура семейств контроллеров выпускаемых в настоящее время фирмами - поставщиками компонентов для систем промышленной автоматизации.
10. Интерфейсы промышленных контроллеров.
11. Классификация интерфейсов связи с внешними устройствами.
12. Устройства связи с объектом.
13. Системы электропитания. Датчики и исполнительные устройства.
14. Программируемый контроллер SIMENS Simatic S7-300.
15. Монтаж и наладка систем АСУ ТП на базе контроллера фирмы SIMENS LOGO.

Тематика контрольных работ

1. Номенклатура линейки LOGO!
2. Резервирование основных компонентов ПЛК и/или контроллера в целом.
3. Типы резервирования. Описание.
4. Маркировка LOGO!
5. Модули расширения LOGO!
6. Иерархическая структура АСУ ТП.
7. Промышленные шины.
8. Контроллер TREI-5B-02.
9. Модульная архитектура.
10. Языки программирования стандарта IEC 1131-3.
11. Выбор технических средств автоматизации ТО и ТП.
12. Классификация ПТК.

7.2 Вопросы (тестовые задания) для самоконтроля

1. Номенклатура линейки контроллеров LOGO!

2. Маркировка ПЛК LOGO!
3. Перечислите основные достоинства и недостатки языков программирования FBD и LD.
4. К какому классу программно-технических комплексов можно отнести ПЛК LOGO24! Перечислите возможности этого класса.
5. Перечислите модули расширения LOGO и кратко опишите их назначение.
6. какие существуют методы программирования LOGO?
7. Какие конфигурации LOGO вы знаете. В чем их отличие?
8. Поясните принцип работы блока «недельный таймер».
9. 2. Поясните принцип работы блоков задержки включения/выключения.
- 10.3. Поясните принцип работы блоков генераторов сигнала. В чем их отличие?
- 11.4. Перечислите основные возможности инструментальной среды LogoSoftComfort.
- 12.5. Работа триггеров в LogoSoftComfort?
- 13.6. Модуль расширения дискретных входов/выходов DM8. Назначение, способ подключения.
- 14.7. Поясните диаграммы полученные при исследовании блоков специального назначения в LogoSoftComfort.
- 15.8. Какие бывают виды входов у блоков специального назначения в LogoSoftComfort.
16. Перечислите основные функциональные блоки компрессорной установки. Каково их назначение?
17. Поясните алгоритм работы компрессорной установки.
18. Работа ПЛК с аналоговыми входами.
19. Модуль расширения аналоговых входов AM2. Назначение, способ подключения.
20. Расскажите принцип работы блока «аналоговый триггер».
21. Расскажите принцип работы блока «аналоговый компаратор».
22. Перечислите основные функциональные блоки водоотливной установки. Каково их назначение?
23. Поясните алгоритм работы виртуального имитатора водоотливной установки.
24. Промышленные шины. Назначение. Характерные особенности.
25. Контроллер фирмы TREI. Характерные особенности.
26. Перечислите известные Вам стандартные уровни дискретных, аналоговых сигналов.
27. Для чего применяются нормализаторы сигналов?
28. Как провести настройку и градуировку неэлектрической аналоговой величины при помощи блоков «аналоговый триггер», «аналоговый компаратор» в LogoSoftComfort?
29. Дайте определение термину «замкнутый ТО»?
30. Работа ПЛК с аналоговыми входами. АЦП преобразование.

31. Для чего применяют резервирование основных компонентов ПЛК и/или контроллера в целом.
32. Какие типы резервирования Вы знаете? Опишите их.
33. Опишите иерархическую структуру АСУ ТП.
34. Промышленные шины. Назначение. Особенности применения.
35. Объясните термин «гибкая (модульная) архитектура».

Основные вопросы при рубежном контроле знаний

1. Дайте определение ПЛК.
2. Что такое работа ПЛК по прерыванию?
3. Что такое работа ПЛК по опросу?
4. Что такое «программирование для особых условий»?
5. Аппаратная реализация ПЛК.
6. Программная реализация ПЛК.
7. Опишите прогнозы развития ПЛК.
8. Нарисуйте и объясните обобщенную схему ПЛК.
9. Классификация микропроцессорных ПЛК.
10. Контроллер на базе ПК.
11. Локальный ПЛК.
12. Сетевой комплекс контроллеров.
13. РСУ малого масштаба.
14. Полномасштабные РСУ.
15. Работа ПЛК с дискретными В/В.
16. Работа ПЛК с аналоговыми В/В.
17. Специальные В/В.
18. Подключение мощной нагрузки к ПЛК.
19. Отличие ПЛК от ПК.
20. Промышленные шины **способы реализации в АСУ ТП.**
21. Представление интерфейсов последовательной передачи данных АСУ ТП.
22. Физическая среда, защита от электромагнитных помех, Температура окружающей среды
23. Обзор технических средств реализации популярных промышленных сетей Profibus.
24. Обзор технических средств реализации популярных промышленных сетей CAN.
25. Обзор технических средств реализации популярных промышленных сетей DeviceNet.
26. Обзор технических средств реализации популярных промышленных сетей CANopen.
27. Обзор технических средств реализации популярных промышленных сетей Interbus.
28. Обзор технических средств реализации популярных промышленных сетей AS-Interface.

29. Обзор технических средств реализации популярных промышленных сетей ControlNet.
30. Обзор технических средств реализации популярных промышленных сетей Foundation Fieldbus.
31. О стандарте IEC 61131-3.
32. Стандартные операторы IEC языков
33. Язык программирования Instruction List (IL)
34. Язык программирования Quick Ladder Diagram (LD)
35. Язык программирования Functional Block Diagram (FBD)
36. Язык структурированный текст (ST)
37. Язык последовательных функциональных схем SFC
38. Обзор основных характеристик промышленных логических контроллеров фирмы TREI, их и возможности.
39. Логические модули LOGO!

Примеры контрольных работ при рубежном контроле знаний
Модуль 1

Дайте определение понятию:

- 1) ПЛК работающий по прерыванию;
- 2) ПЛК работающий по опросу.

Какой микропроцессорный ПТК считается:

- 1) простой;
- 2) сложной.

Нарисуйте и объясните:

- 1) цикл работы ПЛК по опросу;
- 2) типовую структурную схему ПЛК.

Модуль 2

Дайте определение:

- 1) «модульной структуры» ПЛК;
- 2) «процессорный модуль».

Опишите:

- 1) конфигурирование системы на основе ПЛК;
- 2) способы резервирования ПЛК.

Дайте определение понятию:

- 1) "резервирование ПЛК";
- 2) "нижнего уровня ПТК".

Опишите комплекс архитектуры:

- 1) встраиваемых ПЛК;
- 2) автономных ПЛК.

Модуль 3

- 1) Перечислите характеристики промышленных шин.
- 2) Укажите назначение процессорного, «мастер-модуля» ПЛК TREL.

Опишите суть, укажите плюсы и минусы:

- 1) последовательного протокола передачи данных;
- 2) параллельного протокола передачи данных.

Дайте определение понятию:

- 1) "отладка" ПО;
- 2) "симуляция" и "Эмуляция" ПО.

Укажите:

- 1) достоинства и недостатки универсальных инструментальных сред;
- 2) достоинства и недостатки промышленной шины CAN.

7.3 Экзаменационные билеты (тесты)

Тесты

1. Что означает маркировка DM8
 - A) Модуль ввода-вывода дискретных сигналов;
 - B) Аналоговый модуль;
 - C) Коммуникационный модуль;
 - D) Модуль с выходами в виде замыкающих контактов;
 - E) Встроенный недельный таймер.
2. Какое описание соответствует коммуникационному модулю LOGO!CM LON
 - A) Коммуникационный модуль ведущего устройства сети EIB Intrabus с 16 виртуальными дискретными входами, 8 виртуальными аналоговыми входами и 12 виртуальными аналоговыми выходами;
 - B) Коммуникационный модуль ведомого устройства сети AS-Interface с 4 виртуальными дискретными входами и 4 виртуальными дискретными выходами;
 - C) Коммуникационный модуль ведущего устройства сети LON Work с 16 виртуальными дискретными входами, 8 виртуальными аналоговыми входами и 12 виртуальными аналоговыми выходами;
 - D) Коммуникационный модуль ведомого устройства сети LON Work с 12 виртуальными дискретными входами и 8 виртуальными дискретными выходами;
 - E) Коммуникационный модуль ведущего устройства сети LON Intrabus с 12 виртуальными дискретными входами, 14 виртуальными аналоговыми входами и 8 виртуальными аналоговыми выходами.
3. Напряжение питания модуля LOGO230! может составлять
 - A) $\cong 115...230B$;
 - B) $\cong 120...230B$;
 - C) $\approx 115...240B$;
 - D) $\equiv 115...240B$;
 - E) $\cong 220...230B$.
4. Для чего предназначены модули LOGO! Contact
 - A) Для бесшумной коммутации цепей трех фазного переменного тока напряжением до 400В с активной нагрузкой до 20А;
 - B) Для питания логических модулей LOGO!;
 - C) Для долговременного хранения программ и данных;
 - D) Для подключения логических модулей LOGO! к сети LON Works;
 - E) Для подключения логических модулей LOGO! к сети EIB Intrabus.
5. Какими способами можно программировать логические модули LOGO!
 - A) Непосредственно с клавиатуры модуля;
 - B) С компьютера оснащенного программным обеспечением LOGO! Soft Comfort;
 - C) установкой запрограммированного модуля памяти;
 - D) Верны А, В, С;
 - E) при помощи удаленной рабочей станции.
6. Максимальная нагрузка на каждый выход модулей LOGO! при напряжении $=24В$
 - A) 0,1А;
 - B) 30мА;
 - C) 0,3А;
 - D) 50мА;
 - E) 10А.
7. Что означает маркировка LOGO! 24Ro

- A) Питание модуля =24В, выхода в виде замыкающих контактов реле, без клавиатуры и дисплея;
 - B) Питание модуля =12В, выхода в виде замыкающих контактов реле, с клавиатурой и дисплеем;
 - C) Питание модуля =24В, с клавиатурой и дисплеем;
 - D) Питание модуля =12В, выхода в виде замыкающих контактов реле, без клавиатуры и дисплея;
 - E) Питание модуля =24В, выхода в виде замыкающих контактов реле.
8. Вход в режим программирования осуществляется следующим способом
- A) Последовательным нажатием клавиш «влево», «вправо» и «ОК»;
 - B) Последовательным нажатием клавиш «вправо», «влево» и «ОК»;
 - C) Последовательным нажатием клавиш «вверх», «вправо» и «ОК»;
 - D) Одновременным нажатием клавиш «влево», «вправо» и «ОК»;
 - E) Одновременным нажатием клавиш «вверх», «вниз» и «ОК».
9. Переход в режим параметризации осуществляется
- A) Последовательным нажатием клавиш «ESC» и «ОК»;
 - B) Одновременным нажатием клавиш «ESC» и «ОК»;
 - C) Последовательным нажатием клавиш «ESC», «влево» и «ОК»;
 - D) Последовательным нажатием клавиш «влево», «вправо» и «ОК»;
 - E) Правильного ответа нет.
10. Какие логические модули объединяет в своём составе семейство LOGO!?
- A) LOGO!Basic, LOGO!Pure, LOGO!Long, LOGO!Bus;
 - B) LOGO!Basic, LOGO!Pure, LOGO!Power, LOGO!Bus;
 - C) LOGO!Basic, LOGO!Pure, LOGO!Power, LOGO!Contact;
 - D) LOGO!Power, LOGO!Pure, , LOGO!Bus;
 - E) LOGO!Contact, LOGO!Pure, LOGO!Long, LOGO!Bus.
11. Что означает буква С в маркировке модулей LOGO!?
- A) Модуль, оснащенный встроенным AS-i - интерфейсом;
 - B) Модуль длинного исполнения (12 дискретных входов/8 дискретных выходов);
 - C) Модуль с встроенными часами реального времени;
 - D) Модуль с выходами в виде замыкающих контактов реле;
 - E) Напряжение питания модуля.
12. Что означает буква L в маркировке модулей LOGO!?
- A) Модуль, оснащенный встроенным AS-i - интерфейсом;
 - B) Модуль длинного исполнения (12 дискретных входов/8 дискретных выходов);
 - C) Модуль с встроенными часами реального времени;
 - D) Модуль с выходами в виде замыкающих контактов реле;
 - E) Напряжение питания модуля.
13. Что означает цифра 11 в маркировке модулей LOGO!?
- A) Модуль, оснащенный встроенным AS-i интерфейсом;
 - B) Модуль длинного исполнения (12 дискретных входов/8 дискретных выходов);
 - C) Модуль с встроенными часами реального времени;
 - D) Модуль с выходами в виде замыкающих контактов реле;
 - E) Напряжение питания модуля.
14. Сколько дискретных входов и дискретных выходов в модуле LOGO!Basic?
- A) 12 дискретных входов 8 дискретных выходов;
 - B) 4 дискретных входов 6 дискретных выходов;
 - C) 16 дискретных входов 8 дискретных выходов;
 - D) 6 дискретных входов 4 дискретных выходов;
 - E) 8 дискретных входов 12 дискретных выходов.

15. Какой из ниже перечисленных языков представляет собой графический язык высокого уровня?
- A) на C++;
 - B) Assembler;
 - C) Pascal;
 - D) SFC;
 - E) Delphi.
16. Какие характерные недостатки реле?
- A) Ограниченный ресурс, разрушение контактов, необходимость наличия дугогосительных устройств;
 - B) Низкое быстродействие;
 - C) Низкое быстродействие, разрушение контактов;
 - D) Быстрая наработка на отказ, большие габариты, опасность ложного срабатывания;
 - E) Ограниченный ресурс, разрушение контактов, низкое быстродействие.
17. Какой элемент обозначается буквой I в программе LOGO!Soft_Comfort?
- A) Выход;
 - B) Дискретный вход;
 - C) Аналоговый вход;
 - D) Аналоговый выход;
 - E) Входы AS-i.
18. Какой элемент обозначается буквой Q в программе LOGO!Soft_Comfort?
- A) Дискретный выход;
 - B) Дискретный вход;
 - C) Аналоговый вход;
 - D) Аналоговый выход;
 - E) Входы AS-i.
19. Какой элемент обозначается буквами IA в программе LOGO!Soft_Comfort?
- A) Выход;
 - B) Дискретный вход;
 - C) Аналоговый вход;
 - D) Аналоговый выход;
 - E) Входы AS-i.
20. Какой элемент обозначается буквами AI в программе LOGO!Soft_Comfort?
- A) Выход;
 - B) Дискретный вход;
 - C) Аналоговый вход;
 - D) Аналоговый выход;
 - E) Входы AS-i.
21. На какой язык программирования структурно похож язык IL?
- A) на C++;
 - B) Assembler;
 - C) Pascal;
 - D) Visual Basic;
 - E) Delphi.
22. Какие из нижеперечисленных особенностей характерны для дальнейшей работы контроллера LOGO! при отказе (отключении) питания:
- A) внутренние часы в модуле LOGO! продолжают работать от резервного питания;
 - B) в специальных функциях всегда сохраняются состояния переключения и значения счетчиков;
 - C) полностью стирается область памяти REM;
 - D) сохранение текущих значений переменных блоков в области памяти RAM;

- Е) все ответы верны.
23. Переключите LOGO! в режим программирования с клавиатуры осуществляется нажатием следующей комбинации клавиш:
- А) ESC+OK;
 - В) ▼+▲+OK;
 - С) ▲+▼+◀+▶;
 - Д) ◀+▶+OK;
 - Е) ESC+OK+◀+▶.
24. Чем отличаются модули LOGO! разновидности SIPLUS от остальных:
- А) во всех моделях отсутствует встроенная клавиатура;
 - В) обладают повышенной устойчивостью к вибрационным и ударным нагрузкам, сохраняют работоспособность в диапазоне температур от -25 до +70°C;
 - С) функциональные, электрические и временные параметры SIPLUS отличаются от соответствующих стандартных моделей;
 - Д) имеют отличный от стандартного алгоритм программирования;
 - Е) во всех моделях отсутствует ЖК(LCD) дисплей.
25. Силовые коммутационные элементы на выходах LOGO!xxR... выполняются на основе:
- А) транзистора;
 - В) тиристора;
 - С) электронной лампы;
 - Д) механического выключателя;
 - Е) реле.
26. Что понимается под маркерами при программировании контроллера LOGO! на языке FBD:
- А) виртуальные выходы, которые имеют на своем выходе такое же значение, как и на своем входе;
 - В) открытый соединительный элемент;
 - С) флаги состояния выполнения программы контроллера;
 - Д) блоки, позволяющие выводить различные данные на дисплей контроллеры;
 - Е) таких элементов программы на FBD не существует.
27. Память контроллера LOGO!, требуемая для специальных функций, делится на 4 области. Что хранится в области памяти PAR:
- А) текущие фактические значения;
 - В) хранит исходные (установленные) значения;
 - С) используется контроллером для реализации функций времени;
 - Д) фактические значения, которые должны быть сохранены;
 - Е) информацию о ходе выполнения программы контроллером.
28. Максимальное количество элементов, используемых при составлении программы на языке FBD, подключаемых последовательно от входа к выходу, для контроллеров LOGO! не должно превышать:
- А) 56;
 - В) 48;
 - С) 7;
 - Д) 10;
 - Е) 8.
29. Блок самоблокирующегося реле (Latching Relay): выход Q устанавливается через вход А, сбрасывается через вход В. Какому элементу соответствует логика данного блока:
- А) D-триггер;
 - В) JK-триггер;

- С) ИЛИ;
 - Д) RS-триггер;
 - Е) 2-х битный регистр.
30. Контроллер LOGO! имеет возможность обрабатывать аналоговые сигналы, осуществляя при этом:
- А) цифроаналоговое преобразование;
 - В) амплитудночастотное преобразование;
 - С) амплитуднофазовое преобразование;
 - Д) без преобразования;
 - Е) аналогоцифровое преобразование.
31. Типовое значение тока одного дискретного входа при входном напряжении 24В составляет около ...
- А) 5mA;
 - В) 2mA;
 - С) 10mA;
 - Д) 8mA;
 - Е) 0mA.
32. Для аналоговых входов наиболее распространены стандартные диапазоны постоянного напряжения. Исключить неверные варианты.
- А) -5...+10В, +5...-10В;
 - В) 0...10В, -10...+10В;
 - С) 0...8В;
 - Д) -10...0В;
 - Е) 0...5В.
33. Укажите основные достоинства работы системы ПЛК по опросу.
- А) простота реализации, простота программирования;
 - В) высокая чувствительность системы;
 - С) высокое быстродействие системы;
 - Д) нет достоинств;
 - Е) малая погрешность.
34. Выделите основные достоинства работы системы ПЛК по прерыванию.
- А) нет достоинств;
 - В) высокая чувствительность и быстродействие системы;
 - С) простота программного кода;
 - Д) простота реализации;
 - Е) малое отклонение.
35. Типовое значение напряжения одного дискретного входа при входном токе 10mA составляет около...
- А) 20В;
 - В) 10В;
 - С) 24В;
 - Д) 5В;
 - Е) 1В.
36. Область применения ПЛК на базе ПК:
- А) При нескольких входах и выходах объекта надо производить большой объем вычислений за достаточно малый интервал времени;
 - В) Средства автоматизации работают в окружающей среде не слишком отличающейся от условий работы обычных ПК;
 - С) Реализуемые контроллером функции целесообразно программировать не на одном из стандартных технологических языков, а на обычном языке высокого уровня;

- D) Мощная поддержка работы оператора реализуемая в обычных контроллерах (диагностика, устранение неисправностей без остановки контроллер, модификация ПО во время работы системы автоматизации);
- E) Все ответы верны.
37. Какой способ передачи данных использует промышленная шина (полевая) CAN-BUS:
- A) Параллельный;
 - B) Комбинированный;
 - C) Последовательный;
 - D) Линейный;
 - E) Нелинейный.
38. Основные отличия РСУ малого масштаба от сетевых комплексов контроллеров:
- A) В несколько большей разнообразии модификаций контроллеров;
 - B) В большей мощности центральных процессоров;
 - C) В более развитой и гибкой сетевой структуре;
 - D) В том, что рассчитаны на работу в различных условиях окружающей среды;
 - E) Все ответы.
39. По техническим возможностям, которые определяют уровень решаемых задач, ПЛК делятся на классы:
- A) Нано;
 - B) Микро;
 - C) Малые;
 - D) Средние и большие;
 - E) Все ответы.
40. ПЛК сканирующего типа работают циклически по методу:
- A) Периодического опроса входных данных;
 - B) Постоянного опроса входных данных;
 - C) Постоянного опроса выходных данных;
 - D) Периодического опроса выходных данных;
 - E) Выборочного опроса входных данных.
41. В состав ПЛК источник питания внешнего оборудования:
- A) Входит один;
 - B) Входит два;
 - C) Входит три;
 - D) В зависимости от комплектации;
 - E) Не входит.
42. Практически все модули аналогового ввода являются:
- A) Одноканальными;
 - B) Двухканальными;
 - C) Трехканальными;
 - D) Четырехканальными;
 - E) Многоканальными.
43. Все дискретные входы (общего исполнения) контроллеров рассчитаны на прием стандартных сигналов с уровнем _??_ В постоянного тока.
- A) 24В;
 - B) 12В;
 - C) 48;
 - D) 6В;
 - E) Не знаю.
44. Объединение всех модулей LOGO! в единое устройство осуществляется через:
- A) Введение нового модуля;
 - B) Внешнюю шину;
 - C) Единый общий модуль;

- D) Внутреннюю шину;
 - E) Встроенный микропроцессор.
45. Модули расширения DM8 могут подключаться только к модулям с таким же уровнем:
- A) Напряжением питания и родом тока;
 - B) Напряжением и маркировкой;
 - C) Сопротивлением и током;
 - D) Мощностью, цветом корпуса и сопротивлением;
 - E) Мощностью и постоянным током.
46. Программирование логических модулей LOGO! Может выполняться:
- A) Непосредственно с клавиатуры модуля LOGO! Basic;
 - B) В среде ISaGRAF;
 - C) В Scada системе;
 - D) В среде C++;
 - E) В среде программирования Pascal.
47. Внутренняя шина коммуникационных модулей LOGO! CM имеют устройства ... разделения цепей:
- A) Гальванического;
 - B) Индукционного;
 - C) Пьезоэлектрического;
 - D) Функционального;
 - E) Позиционного.
48. Какой набор функций содержит библиотека SF. Неверное исключить:
- A) Часы;
 - B) Триггеры;
 - C) Таймеры;
 - D) Счетчики;
 - E) Логические операции.
49. Аналоговые и коммуникационные модули расширения могут подключаться к модулям:
- A) Только DM8;
 - B) Только AM2;
 - C) Только DM8 и AM2;
 - D) Только AM2 PT100;
 - E) Любого типа.
50. В какие две библиотеки сгруппированы все функции, встроенные в операционную систему логических модулей LOGO!:
- A) GF и SF;
 - B) NF и MF;
 - C) NF и FF;
 - D) GF и NF;
 - E) SF и NF.
51. Системные магистрали должны обеспечивать ...
- A) передачи времени в реальном масштабе времени, т.е. должно быть запаздывание передачи данных и без потери информации;
 - B) передачи времени в реальном масштабе времени, т.е. не должно быть запаздывание передачи данных и потерь информации;
 - C) передачи данных в реальном масштабе времени, т.е. не должно быть помех передачи данных и потерь информации;
 - D) передачи времени в реальном масштабе времени, т.е. не должно быть запаздывание передачи данных и минимальная потеря информации;
 - E) передачи времени в реальном масштабе времени, т.е. может быть незначительное запаздывание передачи данных и минимальная потеря информации.

52. Гибкая структура шин передачи данных предполагает использование сегментированных линий типа:
- А) линия, треугольник;
 - В) звезда, дерево, квадрат;
 - С) линия, кольцо, квадрат;
 - Д) дерево, кольцо, треугольник;
 - Е) линия, звезда, дерево, кольцо.
53. Чем оснащены модули LOGO!Pure?
- А) оснащены 6 дискретными входами, 4 дискретными выходами, жидкокристаллическим дисплеем и клавиатурой, интерфейсом для подключения модуля памяти EEPROM или РС кабеля;
 - В) оснащены 6 дискретными входами, 4 дискретными выходами, а также интерфейсом для подключения модуля памяти EEPROM или РС кабеля;
 - С) оснащены 12 дискретными входами, 8 дискретными выходами, жидкокристаллическим дисплеем и клавиатурой, интерфейсом для подключения модуля памяти EEPROM или РС кабеля;
 - Д) оснащены 12 дискретными входами, 8 дискретными выходами, жидкокристаллическим дисплеем и клавиатурой, интерфейсом для подключения модуля памяти EEPROM или РС кабеля, встроенным AS-i –интерфейсом, часами реального времени и календарем на 12 месяцев;
 - Е) оснащены 4 дискретными входами, 6 дискретными выходами, а также интерфейсом для подключения модуля памяти EEPROM или РС кабеля.
54. Промышленная сеть может иметь различную структуру (исключить неверную)
- А) “линия”;
 - В) “паутина”;
 - С) “дерево”;
 - Д) “звезда”;
 - Е) “кольцо”.
55. Какой класс ПТК обладает наиболее широкими возможностями, среди ниже перечисленных:
- А) ПЛК на базе ПК;
 - В) Локальные ПЛК;
 - С) Сетевой комплекс контроллеров;
 - Д) РСУ малого масштаба;
 - Е) Полномасштабные РСУ.
56. В каком диапазоне температур должны работать промышленные (полевые) шины?
- А) от 0° до $+50^{\circ}$;
 - В) от -10° до $+60^{\circ}$;
 - С) от -20° до $+70^{\circ}$;
 - Д) от -30° до $+50^{\circ}$;
 - Е) от -40° до $+85^{\circ}$.
57. В системе автоматизации контроллер должен работать:
- А) В режиме реального времени;
 - В) В режиме с задержкой времени;
 - С) В режиме системной обработки;
 - Д) В режиме с разделением времени;
 - Е) В режиме пакетной обработки.
58. Один дискретный вход ПЛК способен коммутировать:
- А) 100 электрических сигналов;
 - В) 2 электрических сигнала;
 - С) 10 электрических сигналов;
 - Д) 1 электрический сигнал;

- Е) ни одного электрического сигнала.
59. Аналоговой величиной X называют величину, которая в пределах $X_{\min} < X < X_{\max}$ принимает:
- А) бесконечное число значений;
 - В) ряд конкретных конечных значений;
 - С) значение 0;
 - Д) значение 1;
 - Е) значение -1.
60. Разработка и отладка программы может выполняться:
- А) Автономном и интерактивном режиме;
 - В) В режиме реального времени;
 - С) Только в автономном режиме;
 - Д) Только в интерактивном режиме;
 - Е) Непосредственно.
61. На каких языках программируются контроллеры LOGO!:
- А) C++, Visual Basic;
 - В) Assembler;
 - С) FBD, LAD;
 - Д) SFC, LD;
 - Е) FD, LD.
62. Что содержит библиотека GF?
- А) Набор функций специального назначения;
 - В) Тригонометрические функции;
 - С) Таймеры и логические операции;
 - Д) Набор функций, содержащий основные логические операции;
 - Е) Логарифмические функции.
63. Для исключения ошибок при монтаже все модули DM8 оснащены:
- А) Кодировочными пазами и штифтами;
 - В) Специальными клеммами;
 - С) Входами и выходами различных цветов;
 - Д) Ползунок перевода;
 - Е) Индикатором.
64. Общее количество подключаемых аналоговых модулей ограничивается:
- А) Требуемым значением аналоговых входов;
 - В) Требуемым значением аналоговых выходов;
 - С) Максимальной конфигурацией логического модуля;
 - Д) Общее количество подключаемых аналоговых модулей вообще не ограничивается;
 - Е) Требуемым значением дискретных входов и выходов.
65. Модуль LOGO!AM2 предназначен для:
- А) выработки сигналов напряжения 0...10В или силы тока 0...20мА;
 - В) увеличения количества дискретных входов;
 - С) измерения температуры с помощью датчиков Pt100;
 - Д) увеличения количества аналоговых входов;
 - Е) увеличения количества функций специального назначения.
66. Коммуникационный модуль LOGO! CM поддерживает:
- А) 4 дискретных входов и 4 дискретных выходов;
 - В) 4 аналоговых входов и 4 аналоговых выходов;
 - С) 4 виртуальных дискретных входов и 4 виртуальных дискретных выходов;
 - Д) Он не имеет ни аналоговых, ни дискретных входов и выходов;
 - Е) 2 аналоговых входа.
67. Сколько выходов позволяет обслуживать максимальная конфигурация логического модуля LOGO24!:

- A) 16;
 - B) 4;
 - C) 24;
 - D) 14;
 - E) 8.
68. Выделите модуль ввода аналоговых сигналов в семействе LOGO!:
- A) DM8;
 - B) AM2;
 - C) LON;
 - D) CM8;
 - E) RS2.
69. Основным недостатком опроса является:
- A) сложность программирования;
 - B) невозможность работы в реальном режиме времени;
 - C) опасность потери некоторых внешних событий;
 - D) низкое быстродействие;
 - E) сложность реализации.
70. Как называется ПЛК, реализующий функции контроля и управления небольших изолированных ТО или ТП?
- A) встраиваемый ПЛК;
 - B) ПЛК на базе ПК;
 - C) сетевой комплекс ПЛК;
 - D) локальный ПЛК;
 - E) распределенная система управления.
71. Сигнал, отражающий уровень напряжения или тока, аналогичный некоторой физической величине в каждый момент времени называется:
- A) цифровой;
 - B) аналого-цифровой;
 - C) аналоговый;
 - D) дискретный;
 - E) специализированный.
72. В каком диапазоне температур работают логические модули LOGO!?
- A) 0...85°C;
 - B) -10...+10°C;
 - C) 0...+55°C;
 - D) 0...+10°C;
 - E) 10...+55°C.
73. Какой класс ПТК поддерживает до 1000 входов и выходов:
- A) РСУ малого масштаба;
 - B) РСУ полномасштабные;
 - C) ПЛК на базе ПК;
 - D) Локальный ПЛК;
 - E) Сетевой комплекс контроллеров.
74. Какие параметры принадлежат специальной функции «задержка выключения»
- A) Trg, R, Q;
 - B) Trg, T, R, Q;
 - C) T, R, Q;
 - D) Trg, T, R;
 - E) T, Q.
75. Какой из классов ПТК выполняет функцию диспетчеризации:
- A) РСУ большого масштаба;
 - B) Локальный ПЛК;
 - C) ПЛК на базе ПК;

- D) Сетевой комплекс контроллеров;
E) PCY малого масштаба.
76. Как работает ПТК по принципу «пара и резерв»?
- A) Параллельно работает пара контроллеров методом "голосования" с переходом на резервную пару контроллеров;
B) Последовательно работает пара контроллеров с "голосованием" и переходом на третий резервный контроллер;
C) Происходит «голосование» результатов обработки сигнала каждого контроллера в отдельности с переходом на ждущую пару;
D) При не прохождении теста работа переходит к резервному контроллеру;
E) Работают 2 параллельно и 1 последовательно ПЛК с "голосованием".
77. Как работает ПТК по принципу «горячий резерв»?
- A) Параллельно работает пара контроллеров с голосованием;
B) Последовательно работает пара контроллеров с голосованием;
C) Происходит «голосование» результатов обработки сигнала всех контроллеров;
D) При не прохождении теста работа переходит к резервному контроллеру;
E) Работают 2 параллельно и 1 последовательно ПЛК с голосованием.
78. Как работает ПТК по принципу «троирования»?
- A) Параллельно работает пара контроллеров с "голосованием" результата;
B) Последовательно работает три контроллера с "голосованием" результата;
C) Происходит «голосование» результатов обработки сигнала трёх контроллеров;
D) все компоненты контроллера "троируются";
E) Работают 2 параллельно и 1 последовательно ПЛК с "голосованием" результата.
79. Когда возникает потребность использования специальных входов?
- A) Когда сигнал содержит избыточную информацию;
B) Когда программная фильтрация сложна;
C) Когда программная фильтрация займёт много времени;
D) Когда программная обработка затруднена;
E) Всё выше перечисленное.
80. Что означает передача данных в реальном масштабе времени?
- A) Не должно быть запаздывания передачи данных и потерь информации;
B) Не должно быть запаздывания передачи данных, но возможны некоторые потери информации;
C) Не должно быть потери информации, но возможно запаздывание;
D) Не должно быть потери информации;
E) Не должно быть задержки во времени при передаче информации.
81. На какие области делится память, требуемая для специальных функций?
- A) PAR, ROM, REM, Timer;
B) PAR, ROM, RAM, Timer;
C) PAR, RAM, REM, Timer;
D) PAR, ROM, REM, Timer;
E) Нет правильного ответа.
82. Каково максимальное количество блоков, которое можно использовать в LOGO!?
- A) 52;
B) 53;
C) 54;
D) 55;
E) 56.
83. Что понимается под параметризацией блоков?
- A) Установка размеров блоков;

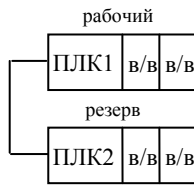
- В) Установка времени работы блоков;
 - С) Установка параметров блоков;
 - Д) Установка частоты боков;
 - Е) Всё выше перечисленное.
84. Что может выступать в качестве параметров параметризации?
- А) Времена задержки реле времени и пороговое значение счетчика;
 - В) Времена переключения (шаблоны) часового выключателя;
 - С) Время контроля счетчика рабочего времени;
 - Д) Пороги переключения порогового переключателя;
 - Е) Всё выше перечисленное.
85. Что означает параметр “Gain”?
- А) Усиление;
 - В) Смещение;
 - С) Задержка;
 - Д) Перемещение;
 - Е) Аналоговая величина.
86. Что означает параметр “Offset”?
- А) Усиление;
 - В) Смещение;
 - С) Задержка;
 - Д) Перемещение;
 - Е) Аналоговая величина.
87. На сколько классов разделяются все микропроцессорные ПТК?
- А) три;
 - В) четыре;
 - С) пять;
 - Д) шесть;
 - Е) семь.
88. Какие требования предъявляются к шинам, применяемым в (полевых) производственных условиях? Неверное исключить.
- А) работа оборудования в большом диапазоне температур;
 - В) малые расстояния объекта взаимодействия;
 - С) работа оборудования в реальном масштабе времени ;
 - Д) гибкая структура шин передачи данных;
 - Е) полевая шина должна быть универсальной.
89. Графический язык, используемый для описания алгоритма в виде набора связанных пар: шаг (step) и переход (transition).
- А) SFC (Sequential Function Chart);
 - В) LD (Ladder Diagram);
 - С) FBD (Functional Block Diagram);
 - Д) ST (Structured Text);
 - Е) IL (Instruction List).
90. Логические выражения на этом языке описываются в виде реле и контактов.
- А) SFC (Sequential Function Chart);
 - В) LD (Ladder Diagram);
 - С) FBD (Functional Block Diagram);
 - Д) ST (Structured Text);
 - Е) IL (Instruction List).
91. Текстовый высокоуровневый язык общего назначения, по синтаксису похожий на Паскаль.
- А) SFC (Sequential Function Chart);
 - В) LD (Ladder Diagram);
 - С) FBD (Functional Block Diagram);

- D) ST (Structured Text);
 - E) IL (Instruction List).
92. Чем связаны между собой сегменты промышленных сетей.
- A) Оптико-волоконными кабелями;
 - B) Маршрутизаторами;
 - C) Инфрокрасными портами;
 - D) Телефонными линиями;
 - E) Спутниковой связью.
93. В каком виде сигнал передаваемый с датчиков/ПЛК попадает в систему управления мониторинга (наблюдения) PCУ
- A) В цифровой последовательности;
 - B) В аналоговой последовательности;
 - C) В виде зашифрованного сообщения;
 - D) Обычный текст;
 - E) Он никак не может передаваться!
94. Сколько дискретных и аналоговых входов позволяет обслуживать максимальная конфигурация LOGO!
- A) 24 дискретных и 8 аналоговых входов;
 - B) 8 дискретных и 24 аналоговых;
 - C) 16 дискретных и 8 аналоговых;
 - D) 24 дискретных и 16 аналоговых;
 - E) 8 дискретных и 16 аналоговых.
95. Выделите коммуникационный модуль из перечисленных:
- A) LOGO CM;
 - B) LOGO RS;
 - C) LOGO VS;
 - D) LOGO FBD;
 - E) LOGO LD.
96. Как осуществляется подключение логических модулей **LOGO** к сети.
- A) Через коммуникационные модули;
 - B) Спутниковой связью;
 - C) Сверхскоростными шинами;
 - D) Телефонными линиями;
 - E) Модем.
97. Выберите наиболее полное и правильное определение ПЛК:
- A) ПЛК – это информационный канал, который объединяет в себе все функциональные блоки МПС и обеспечивает обмен данными в виде двоичных чисел;
 - B) ПЛК – устройство, непосредственно осуществляющее процесс обработки данных и программное управление этим процессом;
 - C) ПЛК – это комбинационная логическая схема, с помощью которой осуществляется процесс обработки информации;
 - D) ПЛК – это устройство, предназначенное для сбора, преобразования, обработки, хранения информации и выработки сигналов на индикацию и управление;
 - E) ПЛК – это аналоговое устройство со встроенными микросхемами, содержащими специфическую информацию.
98. Какими двумя способами осуществляется ввод и обработка внешних сигналов в ПЛК:
- A) Последовательно и параллельно;
 - B) Аппаратно и программно;
 - C) По опросу и прерыванию;
 - D) Ручным и автоматическим способом;

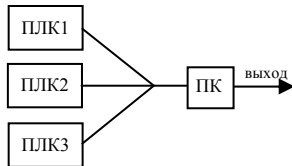
Е) Синхронно и асинхронно.

99. Выберите правильное изображение такого варианта резервирования как "троирование" основных компонентов и/или контроллеров в целом:

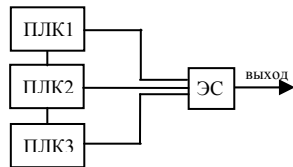
А)



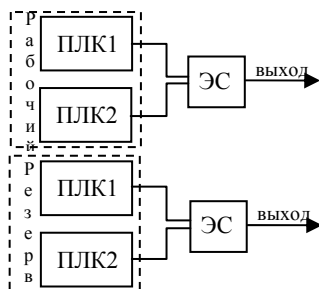
В)



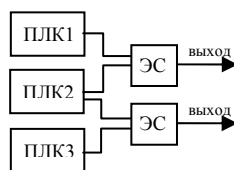
С)



Д)



Е)



100. Здесь представлены типы полевых (промышленных) шин на базе типовых стандартных интерфейсов. Исключите неверный тип:

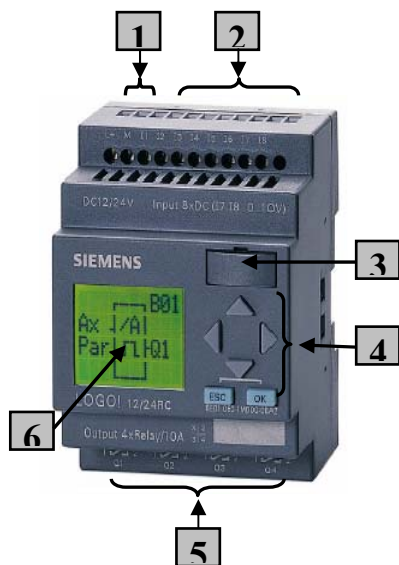
- А) CANBUS;
- В) ROCKWELL;
- С) PROFIBUS;
- Д) LONBUS;
- Е) FieldBUS.

101. Последовательные интерфейсы отличаются (неверное исключить):

- А) скоростями передачи;
- В) длине связи;
- С) способе передачи;
- Д) типологии структуры;
- Е) форме передаваемого сигнала.

102. Для чего предназначены особые аналоговые входы:

- A) термисторов и вольтметра;
 - B) подключение термометров сопротивления и термопар;
 - C) транзистора и диода;
 - D) амперметра и диода;
 - E) амперметра и вольтметра.
103. В зависимости от параметризации функции с выключенным или включенным свойством сохранения, каждая функция занимает области памяти: RAM и REM. Область памяти RAM в LOGO! Означает:
- A) Сохраняемость выключена;
 - B) Сохраняемость включена;
 - C) Сохраняемость в режиме ожидания;
 - D) Сохраняемости нет;
 - E) Сохраняемость отменена.
104. Глубина вложения. Глубину вложения описывает:
- A) Количество входов у первого блока;
 - B) Количество блоков в программном пути;
 - C) Количество входов у конечного блока;
 - D) Количество используемых функций;
 - E) Количеством бит, занимаемых вложением.
105. Блок задержки выключения имеет:
- A) 2 входа;
 - B) 4 входа;
 - C) 3 входа;
 - D) 5 входов;
 - E) 1 вход.
106. Блоки питания **LOGO! Power**. Для каждого выходного напряжения существует две модификации блоков питания с выходной мощностью:
- A) 30Вт и 60Вт;
 - B) 40Вт и 50Вт;
 - C) 25Вт и 35Вт;
 - D) 40Вт и 60Вт;
 - E) 30Вт и 50Вт.
107. Какие элементы из ниже перечисленных воспринимаются контроллером LOGO! как датчики?
- A) нажимные кнопки,
 - B) переключатели,
 - C) фотоэлектрические барьеры,
 - D) управляющие выключатели
 - E) все ответы верны.
108. Где на рисунке изображены клеммы для подключения источника питания?



- A) 1;
 B) 1 и 2;
 C) 2;
 D) 4 и 5;
 E) 6.
109. Какой встроенный процессор имеют контроллеры в LOGO!Basic LOGO!Pure?
 A) 32-разрядный;
 B) 16-разрядный;
 C) не имеют процессора;
 D) 56-разрядный;
 E) высокоскоростной.
110. Модули памяти...
 A) Предназначены для долговременного хранения программ и данных;
 B) Переноса программ с одного логического модуля на другой;
 C) Для сохранения данных при перебоях в питании логических модулей;
 D) Правильные ответы А и В;
 E) Правильные все ответы.
111. Современные системы автоматизации традиционно используют в качестве обмена данными:
 A) Последовательный способ передачи данных;
 B) Параллельный способ передачи данных;
 C) Комбинированный способ передачи данных;
 D) Линейный способ передачи данных;
 E) Метод “звезды”.
112. Для поддержания режима реального времени промышленная шина должна быть:
 A) Детерминированной;
 B) Больше 10 метров;
 C) Универсальной;
 D) Должна содержать состав специальных сплавов;
 E) Должна быть односторонней.
113. Типовыми стандартными интерфейсами используемыми в промышленности являются (неверное исключить)
 A) RS-232;
 B) EEP_31;
 C) TTY;

- D) RS-422;
E) RS-485.
114. ПЛК в общем виде состоит из двух основных блоков:
A) Процессорного модуля и системы ввода/вывода внешних сигналов;
B) Процессорного модуля и системы управления;
C) Монитора и клавиатуры;
D) Модуля связи и системы ввода/вывода внешних сигналов;
E) Встраиваемый и автономные блоки.
115. Куда подключаются система ввода/вывода?
A) К портам;
B) К устройствам ввода/вывода;
C) К монитору;
D) К полевым устройствам;
E) К контроллеру.
116. Сигналом логического нуля на входе является постоянное напряжение в диапазоне:
A) От 0 В до +5 В относительно общего провода;
B) От 0 В до +8 В относительно общего провода;
C) От 2 В до +2 В относительно общего провода;
D) От 5 В до +10 В относительно общего провода;
E) От 12 В до +30 В относительно общего провода.
117. На каком языке могут программируются ПЛК на базе ПК, кроме языков входящих в состав IEC1131-3?
A) На язык высокого уровня;
B) FBD;
C) На одном из технологических языков;
D) На языке релейно-контактных схем;
E) LD.
118. Укажите типы локальных ПЛК:
A) Малые и большие;
B) Встраиваемые и невстраиваемые;
C) Сетевые и РСУ;
D) Встраиваемые и автономные;
E) Аналоговые и дискретные.
119. Функции промышленных логических контроллеров:
A) реализация функций релейно-контактной логики;
B) визуализация технологических процессов;
C) реализация функций коммуникационного процессора;
D) быстрое преобразование Фурье;
E) управление базами данных.
120. Маркировка ПЛК LOGO! 230RC – 0BA2 фирмы SIEMENS подразумевает:
A) напряжение питания 24V;
B) цветной графический дисплей 230x230 строк;
C) выходной сигнал – реле;
D) входов – 23, выходов – 10;
E) расширенный температурный диапазон.
121. Маркировка ПЛК LOGO! 12/24RC– 0BA2 фирмы SIEMENS подразумевает:
A) напряжение питания =12V или ~24V;
B) напряжение питания ~12V или =24V;
C) выходной сигнал – транзистор;
D) входов – 24, выходов – 12;

- Е) часы реального времени.
122. Маркировка ПЛК LOGO! 24RC – 0BA2 фирмы SIEMENS подразумевает:
- А) напряжение питания =24V или ~24V;
 - В) AS – интерфейс;
 - С) выходной сигнал – транзистор;
 - Д) входов – 24, выходов – 12;
 - Е) наличие аналоговых входов.
123. Маркировка ПЛК LOGO! 24 – 0BA2 фирмы SIEMENS подразумевает:
- А) напряжение питания ~24V;
 - В) AS – интерфейс;
 - С) выходной сигнал – реле;
 - Д) входов – 6, выходов – 4;
 - Е) часы реального времени.
124. Маркировка ПЛК LOGO! 24 – 0BA3 фирмы SIEMENS подразумевает:
- А) напряжение питания ~24V;
 - В) наличие модулей расширения;
 - С) выходной сигнал – реле;
 - Д) входов – 8, выходов – 4;
 - Е) аналоговые выходы.
125. В режиме программирования ПЛК LOGO! фирмы SIEMENS предлагает:
- А) ±Co: список соединительных элементов;
 - В) ±GF: список завершенных и повторно используемых блоков в схеме;
 - С) ±SF: список базовых функций AND [И], OR [ИЛИ], ...;
 - Д) ±Co: список завершенных и повторно используемых блоков в схеме;
 - Е) ±BN: список специальных функций.
126. В режиме программирования ПЛК LOGO! фирмы SIEMENS предлагает:
- А) ±Co: список базовых функций AND [И], OR [ИЛИ], ...;
 - В) ±GF: список соединительных элементов;
 - С) ±SF: список завершенных и повторно используемых блоков в схеме;
 - Д) ±Co: список специальных функций;
 - Е) ±BN: список завершенных и повторно используемых блоков в схеме.
127. В режиме программирования ПЛК LOGO! фирмы SIEMENS предлагает:
- А) ±Co: список базовых функций AND [И], OR [ИЛИ], ...;
 - В) ±GF: список соединительных элементов;
 - С) ±SF: список специальных функций;
 - Д) ±Co список завершенных и повторно используемых блоков в схеме;
 - Е) ±BN: список специальных функций.
128. В режиме программирования ПЛК LOGO! фирмы SIEMENS предлагает:
- А) ±Co: список специальных функций;
 - В) ±GF: список базовых функций AND [И], OR [ИЛИ], ...;
 - С) ±SF: список соединительных элементов;
 - Д) ±Co список завершенных и повторно используемых блоков в схеме;
 - Е) ±BN: список специальных функций.
129. В режиме программирования ПЛК LOGO! – 0BA2 фирмы SIEMENS нельзя вставить следующий блок если:
- А) достигнуто максимально возможное количество блоков(56);

- В) где то в программе остался незадействованный вывод блока;
- С) в предыдущем блоке специальных функций остался не введённый параметр;
- Д) у одного или нескольких блоков введен недопустимый параметр;
- Е) в предыдущем текстовом блоке использованы недопустимые символы.

130. В режиме программирования ПЛК LOGO! – 0BA2 фирмы SIEMENS нельзя вставить следующий блок если:

- А) специальный блок использовал больше памяти, чем имеется в распоряжении в LOGO!;
- В) где то в программе остался незадействованный вывод блока;
- С) в предыдущем текстовом блоке использованы недопустимые символы;
- Д) у одного или нескольких блоков введен недопустимый параметр;
- Е) в предыдущем блоке специальных функций остался не введённый параметр.

131. В режиме программирования ПЛК LOGO! – 0BA2 фирмы SIEMENS нельзя вставить следующий блок если:

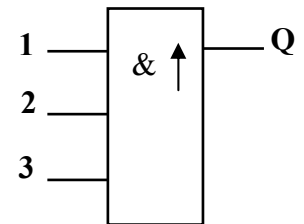
- А) результирующее количество последовательно соединенных функциональных блоков превысило 7 шт;
- В) где то в программе остался незадействованный вывод блока;
- С) у одного или нескольких блоков введен недопустимый параметр;
- Д) в предыдущем блоке специальных функций остался не введённый параметр;
- Е) в предыдущем текстовом блоке использованы недопустимые символы.

132. В режиме программирования ПЛК LOGO! фирмы SIEMENS номер следующего блока:

- А) следующий, но в пределах своего списка(GF или SF);
- В) произвольный из оставшихся номеров;
- С) можно переопределить любой номер;
- Д) только следующий по порядку;
- Е) можно переопределить любой номер, но в пределах своего списка(GF или SF).

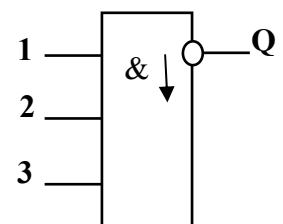
133. Следующая базовая функция ПЛК LOGO! фирмы SIEMENS принимает уровень «логической– 1» при условии, что сигналы поданы:

- А) только в момент установки на всех входах уровня – Лог. 1;
- В) на входы 2 и 3 уровень – Лог. 1. на вход 1 – Лог. 0;
- С) на входах 1, 2 и 3 уровень – Лог. 1;
- Д) на любом входе – Лог. 0;
- Е) на любые два входа подана – Лог. 1.



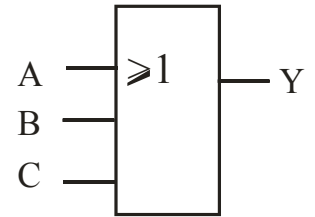
134. Следующая базовая функция ПЛК LOGO! фирмы SIEMENS принимает уровень «логической– 1» при условии, что сигналы поданы:

- А) на входах 1, 2 и 3 уровень – Лог. 1;
- В) на входах 2 и 3 уровень – Лог. 1. на входе 1 – Лог. 0;
- С) только в момент установки – Лог. 0 хотя бы на одном входе;
- Д) на любом входе – Лог. 1;
- Е) на любых двух входах наличие – Лог. 1.



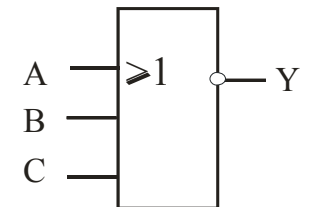
135. Следующая базовая функция ПЛК LOGO! фирмы SIEMENS принимает уровень «логической– 1» при условии, что сигналы «ВЫСОКОГО УРОВНЯ» поданы:

- А) только на входы А и С;
- В) только на входы В и С;
- С) на входы А, В и С;
- Д) на любые входы;
- Е) только на любые два входа.



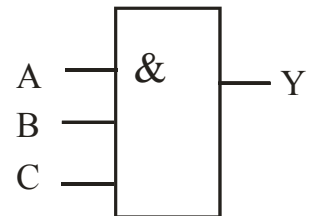
136. Следующая базовая функция ПЛК LOGO! фирмы SIEMENS принимает уровень «логической– 1» при условии, что сигналы «ВЫСОКОГО УРОВНЯ» поданы:

- А) только на входы А и С;
- В) только на входы В и С;
- С) на входы А, В и С;
- Д) ни на один вход;
- Е) только на любые два входа.



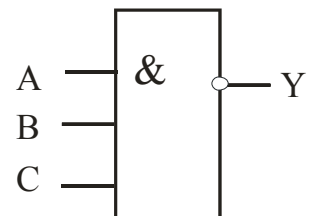
137. Следующая базовая функция ПЛК LOGO! фирмы SIEMENS принимает уровень «логической– 1» при условии, что сигналы «ВЫСОКОГО УРОВНЯ» поданы:

- А) только на входы А и С;
- В) только на входы В и С;
- С) на входы А, В и С;
- Д) ни на один вход;
- Е) только на любые два входа.



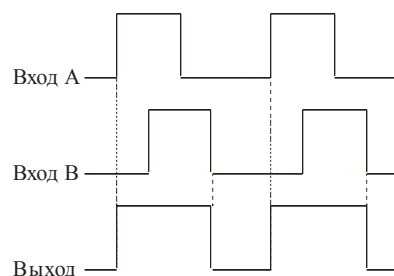
138. Следующая базовая функция ПЛК LOGO! фирмы SIEMENS принимает уровень «логического.– 0» при условии, что сигналы «ВЫСОКОГО УРОВНЯ» поданы:

- А) только на входы А и С;
- В) только на входы В и С;
- С) на входы А, В и С;
- Д) ни на один вход;
- Е) только на любые два входа.



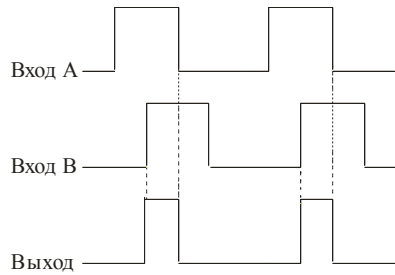
139. Какой базовой функции ПЛК LOGO! фирмы SIEMENS соответствуют входные и выходные сигналы:

- А) И;
- В) ИЛИ;
- С) Исключающее ИЛИ;
- Д) ИЛИ-НЕ;
- Е) И-НЕ.



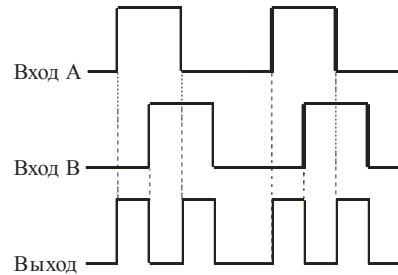
140. Какой базовой функции ПЛК LOGO! фирмы SIEMENS соответствуют входные и выходные сигналы:

- A) И;
- B) ИЛИ;
- C) Исключающее ИЛИ;
- D) ИЛИ-НЕ;
- E) И-НЕ.



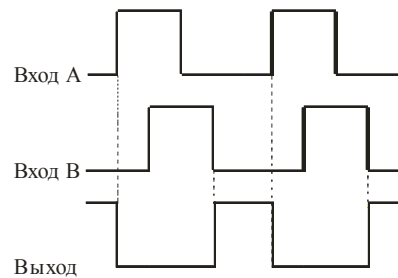
141. Какой базовой функции ПЛК LOGO! фирмы SIEMENS соответствуют входные и выходные сигналы:

- A) И;
- B) ИЛИ;
- C) Исключающее ИЛИ;
- D) ИЛИ-НЕ;
- E) И-НЕ.



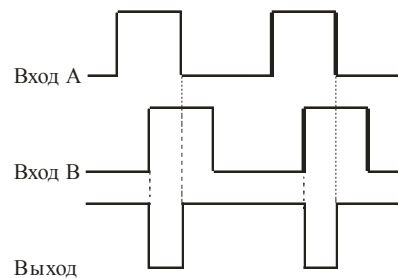
142. Какой базовой функции ПЛК LOGO! фирмы SIEMENS соответствуют входные и выходные сигналы:

- A) И;
- B) ИЛИ;
- C) Исключающее ИЛИ;
- D) ИЛИ-НЕ;
- E) И-НЕ.

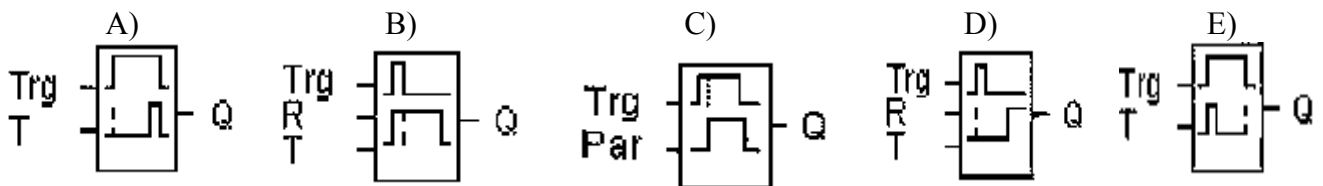


143. Какой базовой функции ПЛК LOGO! фирмы SIEMENS соответствуют входные и выходные сигналы:

- A) И;
- B) ИЛИ;
- C) Исключающее ИЛИ;
- D) ИЛИ-НЕ;
- E) И-НЕ.



144. Какой функциональный блок ПЛК LOGO! фирмы SIEMENS соответствует специальной функции «ЗАДЕРЖКА ВКЛЮЧЕНИЯ»:

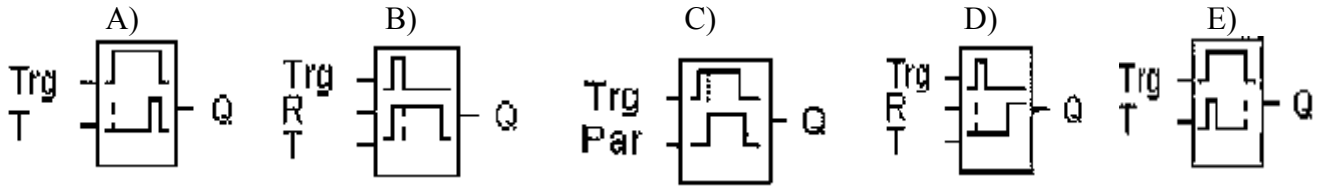


145. Какой функциональный блок ПЛК LOGO! фирмы SIEMENS соответствует специальной функции «ЗАДЕРЖКА ВЫКЛЮЧЕНИЯ»:

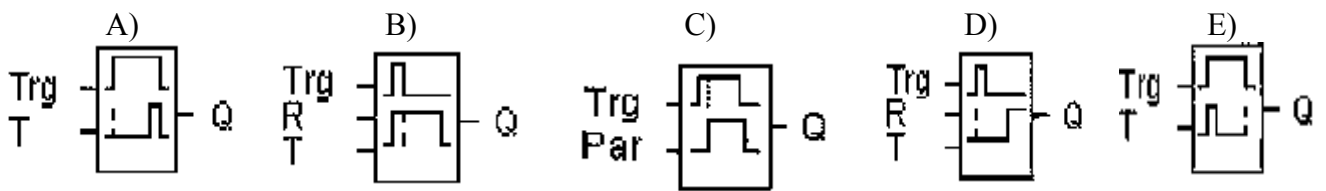
- A)
- B)
- C)
- D)
- E)



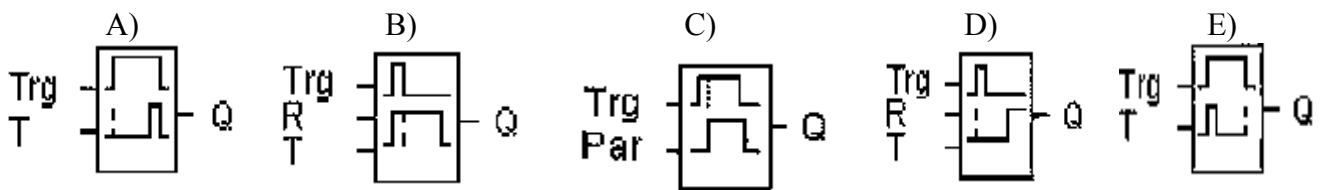
146. Какой функциональный блок ПЛК LOGO! фирмы SIEMENS соответствует специальной функции «ЗАДЕРЖКА ВКЛЮЧЕНИЯ / ВЫКЛЮЧЕНИЯ»:



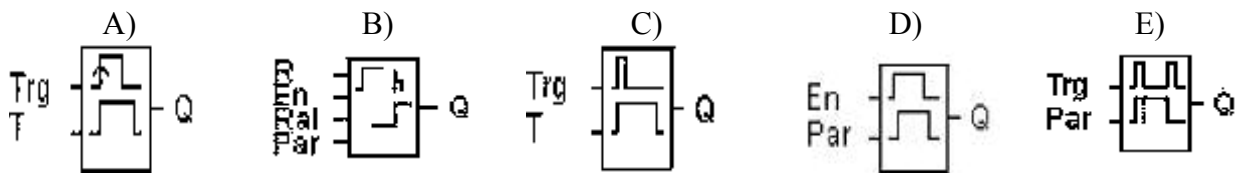
147. Какой функциональный блок ПЛК LOGO! фирмы SIEMENS соответствует специальной функции «ЗАДЕРЖКА ВКЛЮЧЕНИЯ С ЗАПОМИНАНИЕМ»:



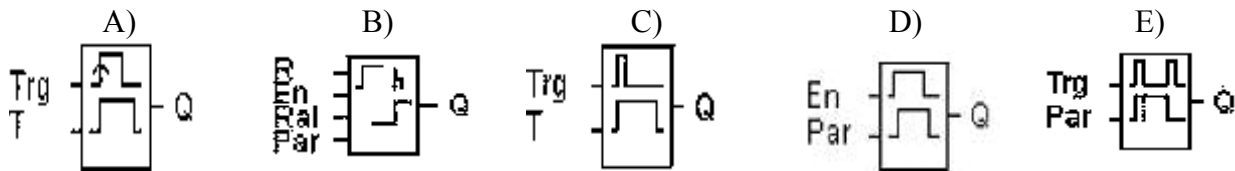
148. Какой функциональный блок ПЛК LOGO! фирмы SIEMENS соответствует специальной функции «ИНТЕРВАЛЬНОЕ РЕЛЕ ВРЕМЕНИ – ИМПУЛЬСНЫЙ ВЫХОД»:



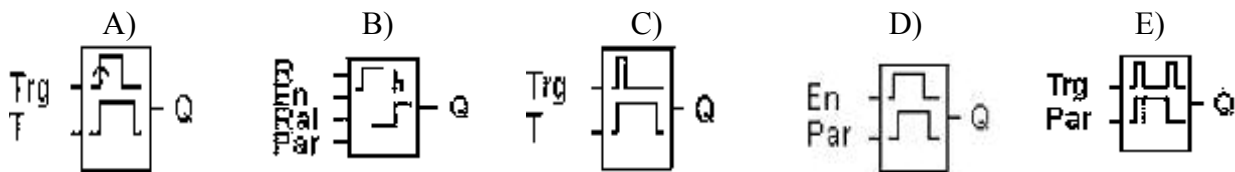
149. Какой функциональный блок ПЛК LOGO! фирмы SIEMENS соответствует специальной функции «ИНТЕРВАЛЬНОЕ РЕЛЕ ВРЕМЕНИ – ЗАПУСКАЕМОЕ ФРОНТОМ»:



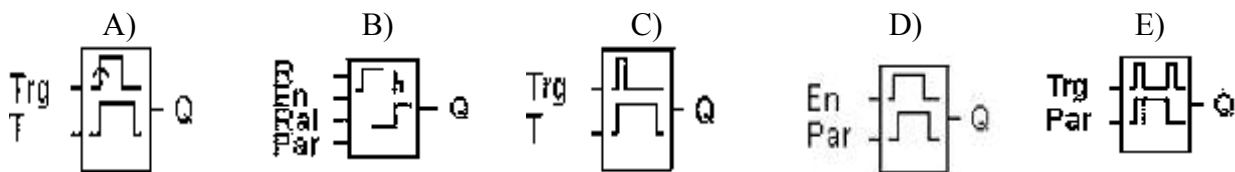
150. Какой функциональный блок ПЛК LOGO! фирмы SIEMENS соответствует специальной функции «СЧЁТЧИК РАБОЧЕГО ВРЕМЕНИ»:



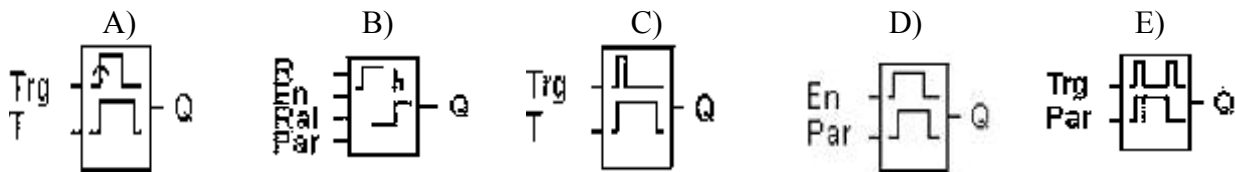
151. Какой функциональный блок плк logo! фирмы siemens соответствует специальной функции «ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ СВЕТА НА ЛЕСТНИЧНОЙ ПЛОЩАДКЕ»:



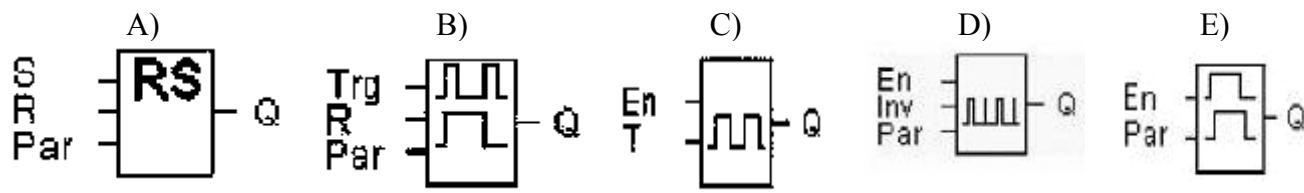
152. Какой функциональный блок ПЛК LOGO! фирмы SIEMENS соответствует специальной функции «ГЕНЕРАТОР СЛУЧАЙНЫХ ИМПУЛЬСОВ»:



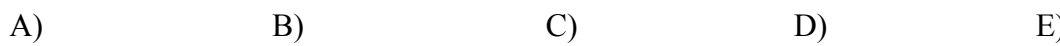
153. Какой функциональный блок ПЛК LOGO! фирмы SIEMENS соответствует специальной функции «ДВУХФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ»:

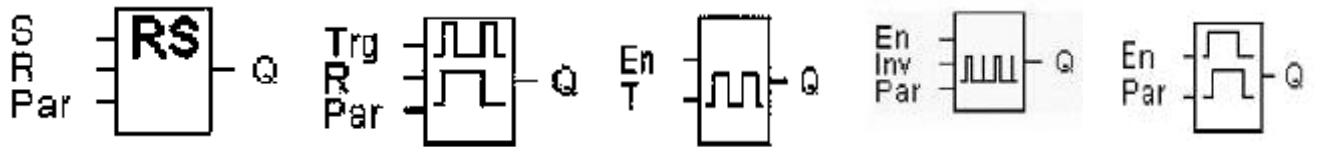


154. Какой функциональный блок ПЛК LOGO! фирмы SIEMENS соответствует специальной функции «САМОБЛОКИРУЮЩЕСЯ РЕЛЕ»:

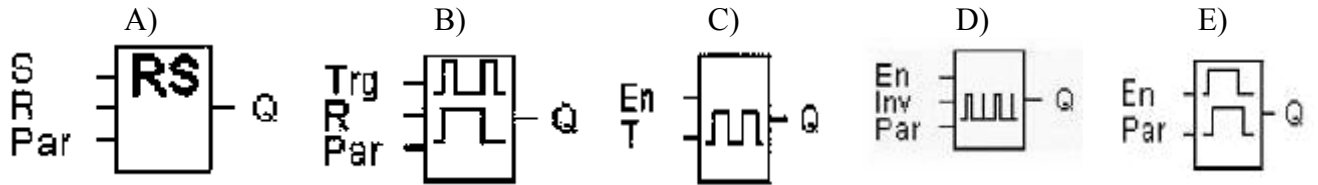


155. Какой функциональный блок ПЛК LOGO! фирмы SIEMENS соответствует специальной функции «ИМПУЛЬСНОЕ РЕЛЕ»:

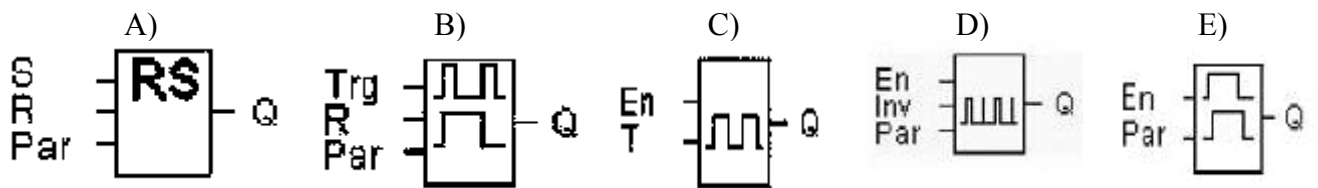




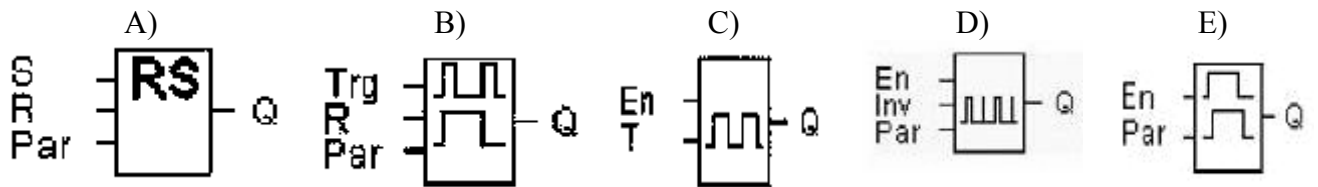
156. Какой функциональный блок ПЛК LOGO! фирмы SIEMENS соответствует специальной функции «ГЕНЕРАТОР СИММЕТРИЧНЫХ ТАКТОВЫХ ИМПУЛЬСОВ»:



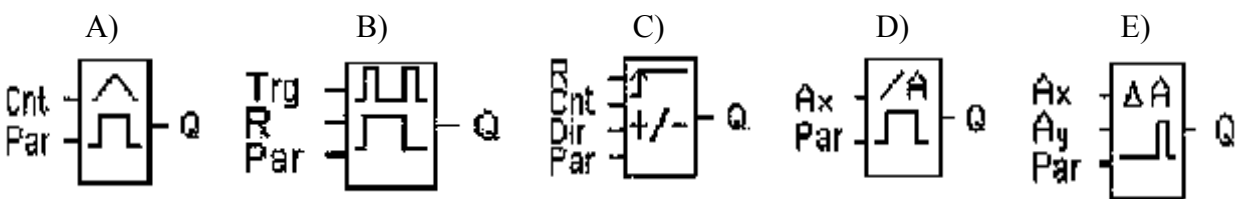
157. Какой функциональный блок ПЛК LOGO! фирмы SIEMENS соответствует специальной функции «АСИНХРОННЫЙ ГЕНЕРАТОР ИМПУЛЬСОВ»:



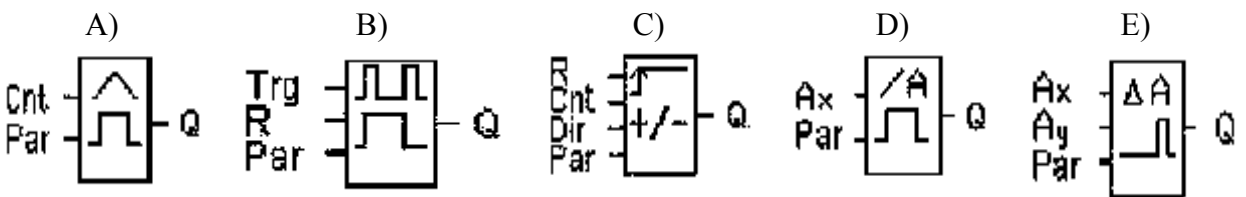
158. Какой функциональный блок ПЛК LOGO! фирмы SIEMENS соответствует специальной функции «ГЕНЕРАТОР СЛУЧАЙНЫХ ИМПУЛЬСОВ»: (многофункциональный переключатель)



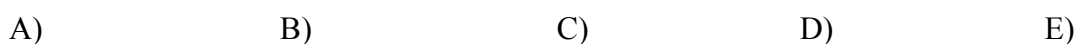
159. Какой функциональный блок ПЛК LOGO! фирмы SIEMENS соответствует специальной функции «РЕВЕРСИВНЫЙ СЧЁТЧИК»:

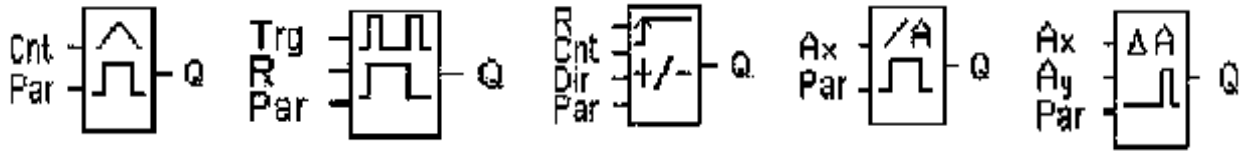


160. Какой функциональный блок ПЛК LOGO! фирмы SIEMENS соответствует специальной функции «АНАЛОГОВЫЙ ТРИГГЕР»:

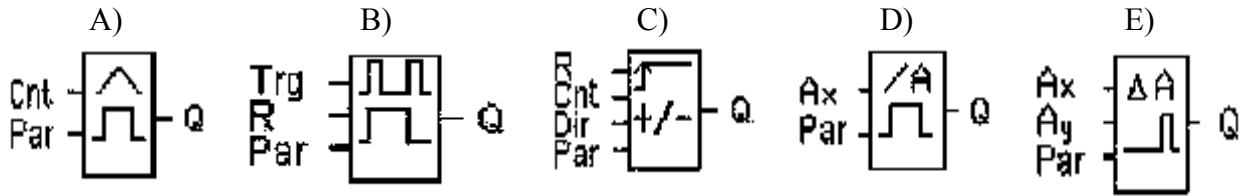


161. Какой функциональный блок ПЛК LOGO! фирмы SIEMENS соответствует специальной функции «АНАЛОГОВЫЙ КОМПАРАТОР»:

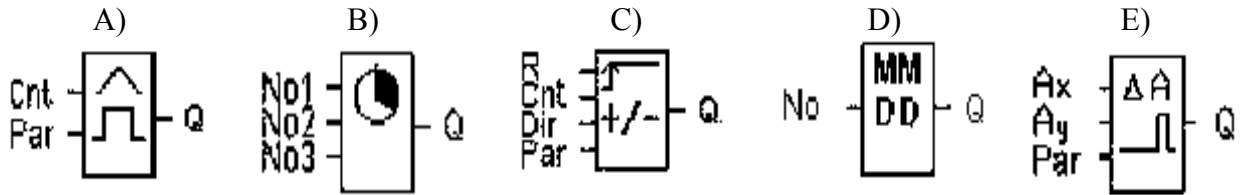




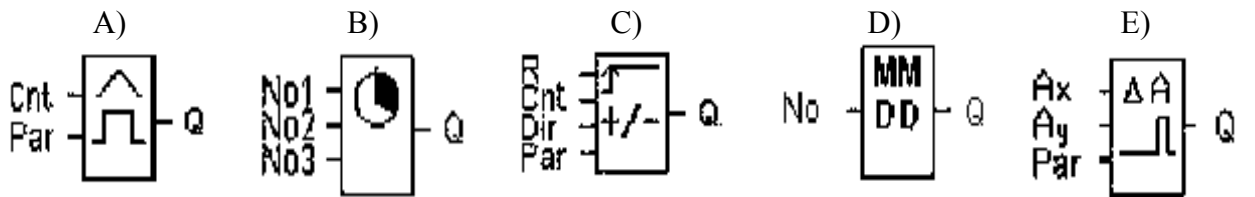
162. Какой функциональный блок ПЛК LOGO! фирмы SIEMENS соответствует специальной функции «ЧАСТОТНЫЙ ТРИГГЕР»:



163. Какой функциональный блок ПЛК LOGO! фирмы SIEMENS соответствует специальной функции «ДВЕНАДЦАТИМЕСЯЧНЫЙ ЧАСОВОЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ»:



164. Какой функциональный блок ПЛК LOGO! фирмы SIEMENS соответствует специальной функции «СЕМИДНЕВНЫЙ ЧАСОВОЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ»:



Ключи правильных ответов

Номер вопроса	Правильный ответ	Номер вопроса	Правильный ответ	Номер вопроса	Правильный ответ
1	A	48	E	95	A
2	C	49	E	96	A
3	A	50	A	97	D
4	A	51	B	98	C
5	D	52	E	99	C
6	C	53	B	100	B
7	A	54	B	101	E
8	D	55	E	102	B
9	B	56	E	103	A
10	A	57	A	104	B
11	C	58	D	105	C
12	B	59	A	106	A
13	A	60	A	107	E
14	D	61	C	108	A
15	D	62	D	109	A
16	E	63	A	110	E
17	B	64	C	111	A
18	A	65	D	112	A
19	E	66	C	113	B
20	A	67	A	114	A
21	B	68	B	115	D
22	A	69	C	116	C
23	D	70	D	117	A
24	B	71	C	118	D
25	E	72	C	119	A
26	A	73	A	120	C
27	B	74	B	121	E
28	C	75	A	122	A
29	D	76	A	123	D
30	E	77	D	124	B
31	C	78	C	125	A
32	B	79	E	126	E
33	A	80	A	127	C
34	B	81	C	128	B
35	C	82	E	129	A
36	E	83	C	130	A
37	C	84	E	131	A
38	E	85	A	132	D
39	E	86	B	133	A
40	A	87	C	134	C
41	E	88	B	135	D
42	E	89	A	136	D
43	A	90	B	137	C
44	D	91	D	138	C
45	A	92	B	139	B
46	A	93	A	140	A
47	A	94	A	141	C
Номер	Правильный	Номер	Правильный	Номер	Правильный

вопроса	ответ	вопроса	ответ	вопроса	ответ
142	D	150	B	158	E
143	E	151	C	159	C
144	A	152	D	160	D
145	B	153	E	161	E
146	C	154	A	162	A
147	D	155	B	163	D
148	E	156	C	164	B
149	A	157	D		

8 Методические указания для выполнения курсовой работы (проекта)

8.1 Общие положения

Курсовой проект позволяет закрепить и углубить знания по дисциплине «Промышленные контроллеры», приобрести навыки использования материала и языков программирования, является подтверждением того, что студент умеет применить полученные знания при решении конкретной задачи.

8.2 Последовательность выполнения курсового проекта.

1. Введение.
2. Постановка задачи.
3. Цель прикладного программного обеспечения.
4. Методика решения задачи.
5. Решение поставленной задачи.
7. Разработка программного аналога.
8. Выбор среды разработки.
9. Разработка алгоритма.
10. Симуляция и отладка.
11. Таблица используемых входов и выходов.
12. Заключение.
13. Список используемых источников.

8.3 Оформление результатов курсового проектирования

Введение:

1. Назначение автоматизации.
2. Внедрение АСУ в производство.
3. Описание преимуществ (согласно варианту).

1 глава должна содержать:

По описанию алгоритма работы разрабатывается программа управления процессом. Выводится методика и предлагается решение поставленной задачи в виде программы.

2 глава должна содержать:

Выбор среды разработки, составление наиболее оптимального пути развития программы, составлении программной схемы и отладки.

Заключение должно содержать:

Результат внедрения АСУ в технологический процесс.

8.4 Рекомендуемая литература

1. Густав Олссон, Джангуидо Пиани. Цифровые системы автоматизации и управления. — СПб.: Невский Диалект, 2001.-557 с.: ил.

- 2 Г.Н.Горбачев, Е.Н. Чаплыгин. Промышленная электроника. Для студентов вузов/Под ред. В.А. Лабунцова. – М.: Энергоатомздат, 1988. – 320 с.: ил.
- 3 Логические модули LOGO!: Siemens. Микросистемы – 2003. – 30с.

8.5 Варианты заданий

Вариант	Задание
1. Орошение растений в оранжерее	Необходимо управлять орошением растений. Различают три типа растений. 1 - водоросли в бассейне, уровень воды в котором должен поддерживаться в определенном диапазоне. 2 - должны орошаться утром и вечером по 3 минуты, а 3 – каждый второй вечер в течение 2 минут.
2. Управление ленточными транспортерами	Необходимо управлять 3 транспортерами для транспортировки деталей. Находящаяся перед транспортерами установка каждые 30 секунд поставляет на ленту детали. Каждая деталь требует для перемещения по ленте около 1 минуты. Так как установка может иметь много времен простоя, то транспортеры, в зависимости от того, должны детали транспортироваться или нет, должны автоматически запускаться или останавливаться.
3. Управление гибочным станком	Необходимо управлять процессом сгибания выхлопных труб. Процесс сгибания запускается тогда, когда имеются в наличии, как труба, так и присоединяемая деталь. Если деталь неисправна или отсутствует, то об этом сообщается с помощью сигнальной лампы.
4. Освещение витрины	Должны автоматически освещаться товары, выставленные в витрине. При этом различают 4 группы источников света. Одна для освещения днем, одна для дополнительного освещения вечером, одна для минимального освещения ночью и одна для создания световых пятен, которые должны отдельно освещать размещенные предметы.
5. Установка звонковой сигнализации в школе	Звонок должен звенеть в определенные моменты времени в течение 2 секунд (начало занятий, перемены, конец занятий).
6. Контроль мест для стоянки автомобилей	На автостоянке имеется в распоряжении определенное количество мест для стоянки автомобилей. Входной светофор должен автоматически переключаться с зеленого на красный, когда все места заняты. Как только места снова освобождаются, въезд снова обеспечивается включением зеленого сигнала.
7. Внешнее освещение	Необходимо управлять наружным освещением здания. При этом различают основное и вспомогательное освещение с ручным и автоматическим режимом. Основное освещение постоянно включено в течение установленного интервала времени, вспомогательное освещение, напротив, только на определенное время, когда срабатывает также сигнализатор перемещения. Освещение в общем случае включается только при наступлении.
8. Управление жалюзи	Необходимо управлять жалюзи жилого дома. С помощью селекторного переключателя может быть выбран ручной режим или автоматическое управление. В зависимости от времени, темноты и дня недели жалюзи автоматически закрываются или открываются.
Вариант	Задание

9. Внешнее и внутреннее освещение жилого дома	Необходимо управлять внешним и внутренним освещением жилого дома. При этом в случае отсутствия хозяев или в темное время должно сигнализироваться приближение людей. Через сигнализатор перемещения и контакт тревоги установки тревожной сигнализации включается внешнее и внутреннее освещение.
10. Управление мешалкой для молока и сливок	Необходимо управлять мешалкой для молока и сливок на молочной ферме. С помощью переключателя режимов работы может быть выбран автоматический режим или режим непосредственного управления. Неисправности сигнализируются с помощью лампы и аварийного звукового сигнала.
11. Освещение спортзала	Управляется освещение спортзала и раздевалок в школе. Так как по вечерам спортзал снимали также различные спортивные объединения, с помощью LOGO! реализовано также принудительное отключение, чтобы не превышалось время использования. С помощью центрального выключателя освещение может включаться и выключаться совершенно независимо.
12. Равномерная загрузка трех потребителей	Реализуется групповое соединение трех одинаковых потребителей. Из этих трех потребителей два всегда должны работать. Чтобы обеспечить равномерный износ, все три потребителя должны включаться и выключаться попеременно. Каждый потребитель обладает аварийным выходом, который подведен к общей аварийной сигнализации. Как только потребитель сообщает о неисправности, он отключается, а остальные два потребителя работают.
13. Управление последовательностью операций станка для сварки кабеля больших сечений	Технологический процесс на станках для сварки кабеля должен строго соблюдаться. Управление производится только через педальный переключатель. В случае ошибочного управления цикл немедленно прерывается и должен быть начат снова.
14. Ступенчатый выключатель для вентиляторов	Должно быть реализовано ступенчатое переключение четырех уровней мощности вентилятора.
15. Последовательное управление отопительными котлами	Должно быть обеспечено, чтобы четыре газовых отопительных котла не могли запускаться одновременно. Управление котлами деблокируется с помощью главного термостата.
16. Отрезное устройство, напр., для огнестойких кабелей	Реализовано отрезное устройство для огнестойких кабелей пиротехнических зарядов. Из условий безопасности, замедляющие огнестойкие кабели длиной 5 м должны быть по возможности быстро разрезаны на короткие куски. Для этого кабель должен продвигаться на определенное расстояние к позиции отрезания. При достижении заданного количества кусков процесс автоматически останавливается.