

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
С.Е. Гавришев
2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПРОГРАММИРУЕМЫЕ КОНТРОЛЛЕРЫ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Направление подготовки (специальность)
21.05.04 Горное дело

Направленность (специализация) программы
Электрификация и автоматизация горного производства

Уровень высшего образования – специалитет

Форма обучения
очная

Институт
Кафедра
Курс
Семестр

горного дела и транспорта
горных машин и транспортно-технологических комплексов
5
10

Магнитогорск
2017 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по специальности 21.05.04 Горное дело, утвержденного приказом МОиН РФ от 17.10. 16 г № 1298.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры горных машин и транспортно-технологических комплексов «27» января 2017 г., протокол № 7.

Зав. кафедрой  /А.Д. Кольга/

Рабочая программа одобрена методической комиссией института горного дела и транспорта «27» февраля 2017 г., протокол № 9.


Председатель  /С.Е. Гавришев/

Рабочая программа составлена:

доцентом каф. ГМиТТК, к.т.н.

 /А.М. Филатов/

Рецензент:

 Зам. директора по развитию ЗАО ЦМ
(должность, ученая степень, ученое звание)

Строганов В.В.

1 Цель освоения дисциплины

Целью дисциплины является формирование у студентов знаний по программируемым контроллерам, применяемым в автоматизированных производственных процессах горных предприятий и технологических комплексах, а также умений их использования в проектных решениях.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки специалиста

Дисциплина «Программируемые контроллеры в системах автоматизации производственных процессов» входит в вариативную часть блока образовательной программы Б1.В.ДВ.06.01.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин «Информатика», «Теория автоматического управления», «Управление техническими системами», «Организация эксплуатации автоматизированных систем».

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы при выполнении «Научно исследовательская работа», а также для подготовки и написания выпускной квалификационной работы.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-7 умением пользоваться компьютером как средством управления и обработки информационных массивов	
Знать:	<ul style="list-style-type: none">– компьютерную технику– программные средства обработки массивов данных
Уметь:	<ul style="list-style-type: none">– квалифицированно применять компьютерную технику в своей научно-исследовательской работе– пользоваться программными средствами
Владеть:	<ul style="list-style-type: none">– компьютерными технологиями в сфере управления и обработки информационных массивов
ПСК-10.4 способностью и готовностью создавать и эксплуатировать системы автоматизации технологических процессов, машин и установок горного производства	
Знать:	<ul style="list-style-type: none">– основные определения, термины и понятия автоматизированных систем– методы построения систем автоматизации технологических процессов, машин и установок горного производства
Уметь:	<ul style="list-style-type: none">– активно эксплуатировать системы автоматизации технологических процессов,– проектировать автоматизированные комплексы и машины горного производства
Владеть:	<ul style="list-style-type: none">– способностью создавать системы автоматизации технологических процессов– готовностью творчески эксплуатировать автоматизированные машины и установки горного производства

4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 43,5 акад. часов:
- аудиторная – 42 акад. часов;
- внеаудиторная – 1,5 акад. часов
- самостоятельная работа – 64,5 акад. часов;
- подготовка к зачету – 3,9 акад. часа

Раздел/тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа	Вид самостоятельной работы	Формы текущего и промежуточного контроля успеваемости	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаб. зан.	прак. зан				
1. Введение. Автоматика. Назначение и функции PLC в системах управления. Составные части PLC. Термины и определения.	10	2		1	4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Прохождение тестового контроля №1 на портале МГТУ	ОПК-7, ПСК-10.4
2. Требования к контроллеру. Области применения СПК. Основная структура. Функциональная схема. Основные принципы построения. Примеры	10	2		/1	4	Выполнение практических работ	Прохождение тестового контроля №2 на портале МГТУ	ОПК-7, ПСК-10.4
3. Основные логические функции. Их реализация. Упрощение логических функций.	10	2		/1	4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Прохождение тестового контроля №3 на портале МГТУ	ОПК-7, ПСК-10.4
4. Конструкция и принцип действия СПК. Принципиальная схема микрокомпьютера Свободно программируемый контроллер фирмы FESTO FPC 101	10	2		/1	4	Выполнение практических работ	Прохождение тестового контроля №4 на портале МГТУ	
5. Программирование СПК. Систематизация принятия решения. Поэтапная модель создания программы для СПК. Языки программирования	10	2		/1	4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Прохождение тестового контроля №5 на портале МГТУ	ОПК-7, ПСК-10.4

6. Общие элементы языков программирования. Ресурсы свободно программируемых контроллеров.. Входные устройства, выходные устройства и запоминающее устройство. Функции. Функциональные блоки	10	2		/1	4	Выполнение практических работ	Прохождение тестового контроля №6 на портале МГТУ	
7. Функциональные блок-диаграммы. Элементы языка программирования функциональных блок-диаграмм. Команды.	10	2		/1	4	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы	Прохождение тестового контроля №7 на портале МГТУ	ОПК-7, ПСК-10.4
8. Структурированный текст. Операторы языка структурированного текста. Функциональные блоки и функции	10	2		1	4	Выполнение практических работ	Прохождение тестового контроля №8 на портале МГТУ	
9. Логическая система управления. Комбинированные логические операции. Установление фронтов	10	2		1	4	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы	Прохождение тестового контроля №9 на портале МГТУ	ОПК-7, ПСК-10.
10. Формирователи длительности импульсов (таймеры). Программирование с задержкой	10	2		1	4	Выполнение практических работ	Прохождение тестового контроля №10 на портале МГТУ	ОПК-7, ПСК-10.4
11. Счетчики. Программирование с использованием счётчиков.	10	2		1	4.5	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы	Прохождение тестового контроля №11 на портале МГТУ	ОПК-7, ПСК-10.4
12. Последовательные системы управления. Функциональная диаграмма процесса тестирования		2		1	5	Выполнение практических работ	Прохождение тестового контроля №12 на портале МГТУ	ОПК-7, ПСК-10.4
13. Подготовка СПК к эксплуатации и его надежность. Оптимизация программного обеспечения		2		1	5	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы	Прохождение тестового контроля №13 на портале МГТУ	ОПК-7, ПСК-10.4
14. Коммуникации. Примеры открытых систем: Profibus, Interbus-S, CAN, SINEC L2, ASI.	10	2		1	5	Выполнение практических работ	ИТОГОВЫЙ ТЕСТ на портале МГТУ	ОПК-7, ПСК-10.4
ИТОГО по дисциплине	10	28		14/6	64.5			

5 Образовательные и информационные технологии

В ходе проведения лекционных занятий предусматривается использование современного мультимедийного оборудования (проекторов, персональных компьютеров) для более четкого и наглядного восприятия учебного материала. Изложение лекционного материала сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов).

Практическое занятие проводится в форме презентации с представлением результатов проектной деятельности с использованием специализированных программных сред.

В ходе проведения всех практических занятий предусматривается использование средств вычислительной техники при выполнении индивидуальных заданий и контрольной работы; использование электронного демонстрационного материала по темам, требующим иллюстрации работы программных продуктов: FluidSimH, FluidSimP, Simster MS Word, MS Excel, MS Power Point;

В процессе преподавания дисциплины используются и технические средства обучения (дидактические стенды фирмы FESTO)

Текущий, промежуточный контроль проводится тестированием на образовательном портале МГТУ с обязательным обсуждением выполнения практического задания.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение контрольных задач на практических занятиях.

Примерные аудиторные контрольные работы (АКР):

АКР №1 «Определение времени сканирования PLC»

-Известно время обновления входов = 300us и время обновления выходов = 100ns (1 us = 1 микросекунда)

Так, общее количество I/O время обновления $300 + 100 = 400us$

Время выполнения каждой специфической инструкции, из руководства пользователя PLC:

LD - 2us

TMR - 4us

LD - 2us

OUT - 3us

-Определить полное время выполнения программы!

-Если скорость решения задачи важна как мы используем полученное время для повышения надежности?

-Сколько языков программирования предусматривает стандарт IEC 61131-3.

-Какие выгоды позволяет получить внедрение стандарта IEC 61131-3.

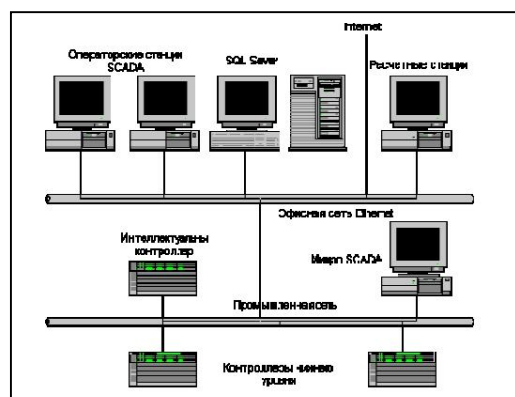
-Что представлено на данном рисунке?

-Основные термины

Определение терминов

DCS - Distributed Control System.

DESINA (DistributEd and Standardized InstallAtion technique for machine tools) - это торговая марка стандартной инсталляционной техники для распределенных систем управления станками. Этот стандарт определяет полный спектр требований к возможным вариантам подключения всех устанавливаемых компонентов. Стандарт позволяет снизить стоимость оборудования, а также снизить затраты на монтаж и подготовку технической документации.



HMI - Human-Machine Interface. Это PC-интерфейс, позволяющий оператору контролировать процесс.

OLE - Object Linking and Embedding. Стандарт Microsoft на базе OPC протокола.

OPC - OLE для управления процессами. Стандартный промышленный протокол для коммуникаций.

PLC - Programmable Logic Controller. Часто используется вместе с HMI или SCAD A системами.

SCAD A - Supervisory Control And Data Acquisition.

АКР №2 «Особенности построения программ»

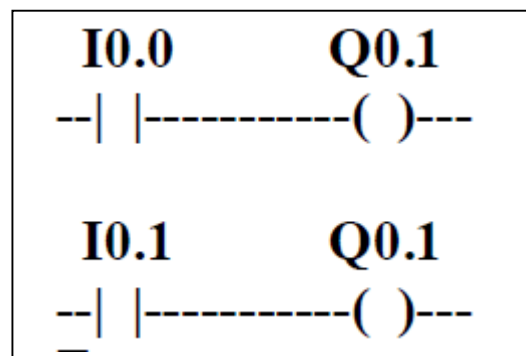
- Какие данные делает доступными операционная система PLC?
 - Периферийные входы и выходы
 - Образ процесса на входах и выходах
 - Меркеры
 - Таймеры
 - Счетчики

- Что включает Исполняемый код программы основной программы (OB1).
подпрограмм (Subroutine)
программ обработки прерываний (Interrupt)

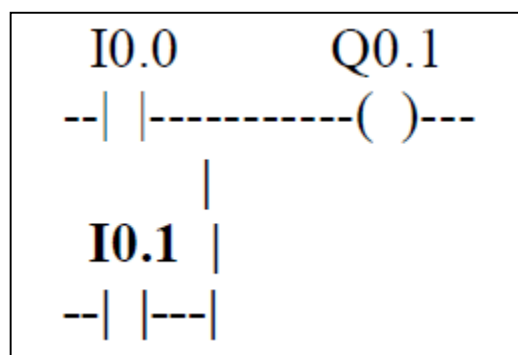
- Сколько символов может содержать короткий комментарий содержит (до 36 символов).

Создать новый проект в STEP 7-Micro/WIN 32 (управление входами-выходами). Указать основные шаги!

- Имеется два выключателя (toggle switches). Когда один из них включают, то двигатель включится. Предлагается две линии диаграммы. Почему при последовательном включение I0.0 а затем I0.1 двигатель работать не будет. «Синдром двойной катушки?» Как скорректировать программу?



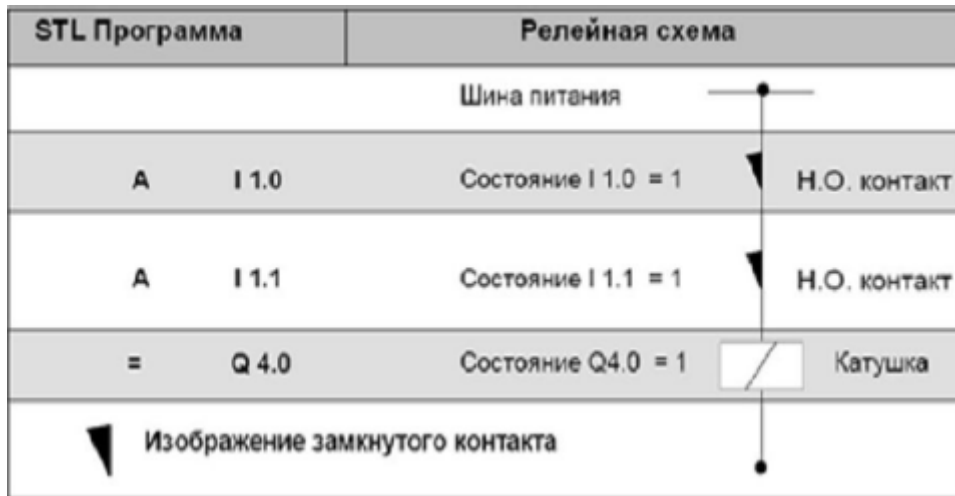
Решение:

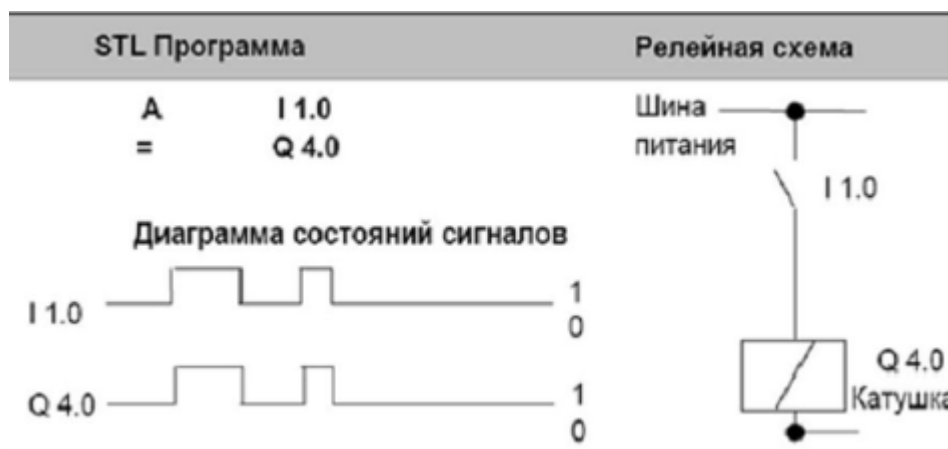


- Как выгрузить проект из контроллера и сохранить в памяти компьютера?
- Как сделать очистку памяти при изменении программы?

АКР №3 «Технические средства систем управления с PLC»

- Какая логическая функция реализована на схеме?

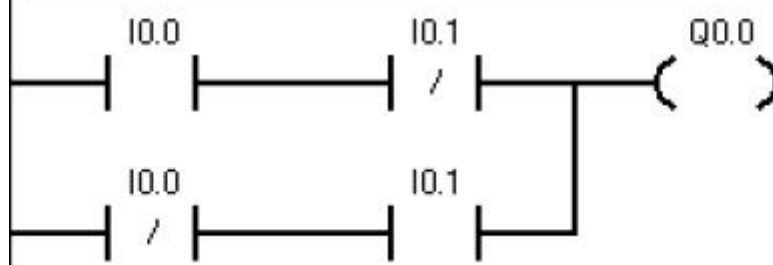




XOR Logics. Логическая функция исключающее ИЛИ

Network 1 Network Title

Network Comment



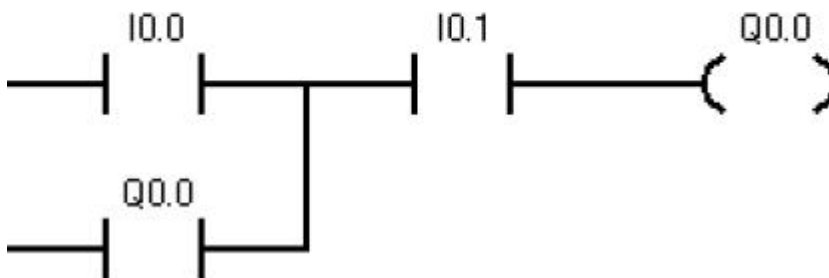
STL Программа		Релейная схема	
		Шина питания	
X	I 1.0	Контакт I 1.0	
X	I 1.1	Контакт I 1.1	
=	Q 4.0	Q 4.0 Катушка	

- Разработать систему управления для следующего примера:
 1. При нажатии на кнопку должна включиться сигнализация (зуммер, сирена).
 2. Лампа, которая светится в исходном состоянии, должна погаснуть при нажатии на кнопку.
 3. Лампа должна гореть до тех пор, пока включена кнопка.
 4. При кратковременном нажатии на кнопку лампа должна гореть.
- Рассмотрим длинный конвейер проходящей по всему производственному предприятию и имеющий многочисленные датчики обнаружения дефекта выпускаемого продукта. Любой активизированный датчик останавливает конвейер. Результат – конвейер больше стоит чем работает. Как улучшить систему управления конвейером? Очевидно, что плохой продукт хуже, чем никакой продукт).
- Разработать схему включения в работу двигателя и отключения его посредством 2 мгновенных кнопок.

Самоблокировка (самоподхват) - DC

Network 1 Network Title

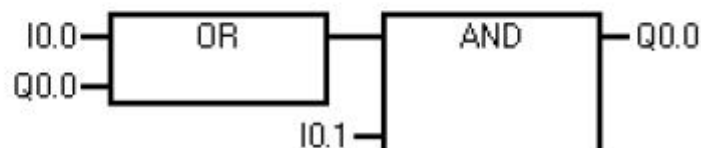
Network Comment

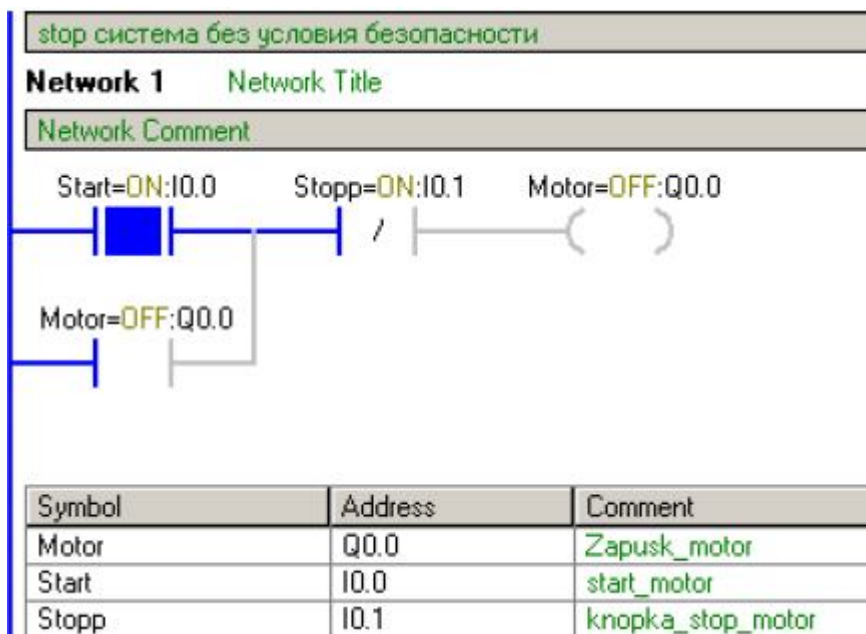


Самоблокировка (самоподхват) - DC

Network 1 Network Title

Network Comment





- Чем отличается релейный выход от цифрового?
Релейный это там, где стоит реле, иногда его называют "сухим контактом" поскольку контакты реле не имеют электрической связи со схемами самого PLC. Релейные выходы условно противопоставляются "транзисторным", то есть полупроводниковому контакту, который имеет электрическую связь со схемами контроллера. Цифровой (в смысле digital) обычно противопоставляется аналоговому и обозначает некоторый отдельный единичный контакт, включенный в какую-нибудь группу контактов, обычно 8 по количеству бит в байте. В отличие от аналогового, изменения напряжения на таком контакте имеют два основных значения, условно соответствующих 1 и 0. Поэтому цифровой выход может иметь как релейный, так и транзисторный контакт, а само понятие несколько абстрагировано от электросхематики. Цифровыми и аналоговыми бывают как выходы так и входы, а релейными и транзисторными только выходы.
- Что случится, если входы 10.0 и 10.1 оба включаются в то же самое время? Выход Q0.0 set или reset? Чтобы ответить на этот вопрос, мы должны думать о последовательности просмотра, ladder всегда просматривается сверху донизу, слева направо. Первая вещь в просмотре - смотреть на входы. 10.0 и 10.1 оба физически включены. Затем plc выполняет программу. Начиная с верхнего левого, вход 10.0 верен, поэтому, он должен установить Q0.0. Затем просмотр идет в следующую ветку, и так как вход 10.1 верен, что он должен перезагрузить Q0.0, то есть, сбросить Q0.0. Поэтому в последней части просмотра, когда plc обновляет выход, он будет поддерживать отключение Q0.0 (то есть сброс (reset) Q0.0).

АКР №4 «Типы данных»

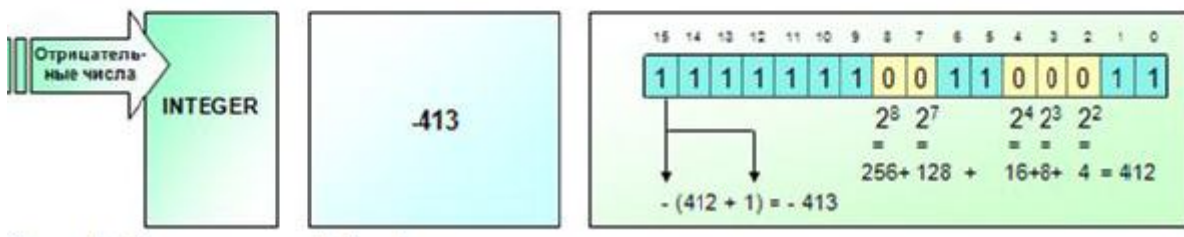
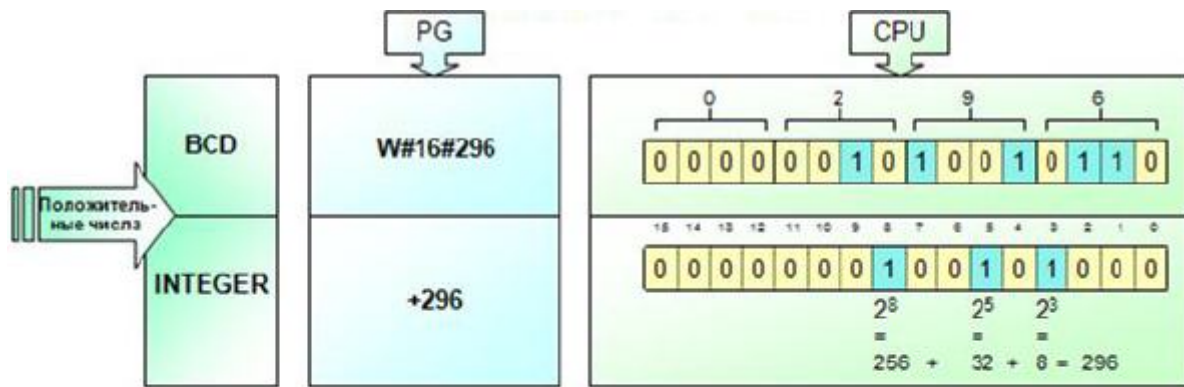
- С какими типами данных могут работать контроллеры SIMATIC S7?

BOOL BYTE WORD DWORD	Данные этого типа являются комбинациями битов. От 1 бита (тип BOOL) до 32 битов (DWORD).
CHAR	Данные этого типа занимают ровно один символ из набора символов ASCII.
INT DINT REAL	Эти данные доступны для обработки числовых величин (например, для расчета арифметических выражений).
S5TIME TIME DATE TIME_OF_DAY	Данные этого типа представляют различные значения времени и даты внутри STEP 7 (например, чтобы установить дату или ввести значение времени для таймера).

– Каковы типы данных языка STEP-7?



– Каковы форматы 16-битовых чисел?



Форматы 32-битовых чисел?



Форматы которые могут быть представлены с помощью данных различной длины?

Тип и описание	Размер в битах	Возможные форматы	Диапазон и представление чисел (от минимального до максимального значения)	Пример
BOOL (бит)	1	Булев текст	TRUE/FALSE	TRUE
BYTE (байт)	8	Шестнадцатиричное число	от B#16#0 до B#16#FF	B#16#10 byte#16#10
WORD (слово)	16	Двоичное число	от 2#0 до 2#1111_1111_1111_1111	2#0001_0000_0000_0000
		Шестнадцатиричное число	от W#16#0 до W#16#FFFF	W#16#1000 word#16#1000
		BСD Десятичное число без знака	от C#0 до C#999 от B#(0,0) до B#(255,255)	C#998 B#(10,20) byte#(10,20)
DWORD (двойное слово)	32	Двоичное число	от 2#0 до 2#1111_1111_1111_1111_1111_1111_1111_1111	2#1000_0001_0001_1000_1011_1011_0111_1111
		Шестнадцатиричное число	от DW#16#0000_0000 до DW#16#FFFF_FFFF	DW#16#00A2_1234 dword#16#00A2_1234
		Десятичное число без знака	от B#(0,0,0,0) до B#(255,255,255,255)	B#(1,14,100,120) byte#(1,14,100,120)
INT (целое число)	16	Десятичное число со знаком	от -32768 до 32767	24
DINT (двойное целое число)	32	Десятичное число со знаком	от L#-2147483648 до L#2147483647	L#-111
REAL (число с плавающей точкой)	32	IEEE число с плавающей точкой	Верхняя граница: ±3.402823e+38 Нижняя граница: ±1.175495e-38	1.268467e+11
CHAR (СИМВОЛ)	8	Символ ASCII	'A', 'B' и т.д.	C

– Создать таблицу из 4 произвольных значений начинающихся с адреса VW100!

Table iz 4 proizvolnih zna4enij 7, 3, 18, 25 na4inaja s VW12

Network 1 Network Title

Загрузить максимальную длину таблицы

```

|
LD      SM0.1
MOVW   +4, VW10

```

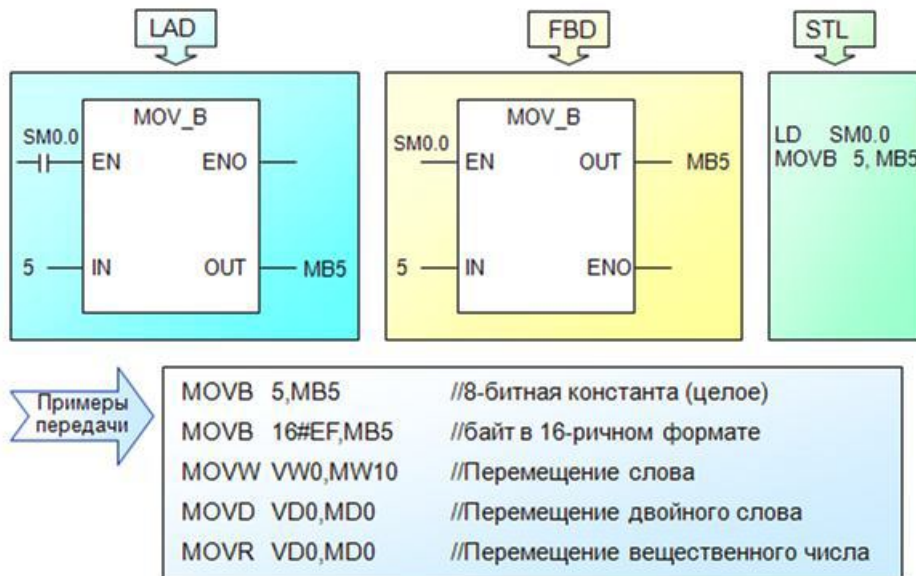
Network 2

```

LD      SM0.1
ATT     +7, VW10
AENO
ATT     +3, VW10
AENO
ATT     +18, VW10
AENO
ATT     +25, VW10

```

– Перемещение данных!



АКР №5 «Меркеры. Внутреннее реле»

- Наиболее часто применяемые специальные меркеры!

SM0.0 - Бит, установленный всегда.

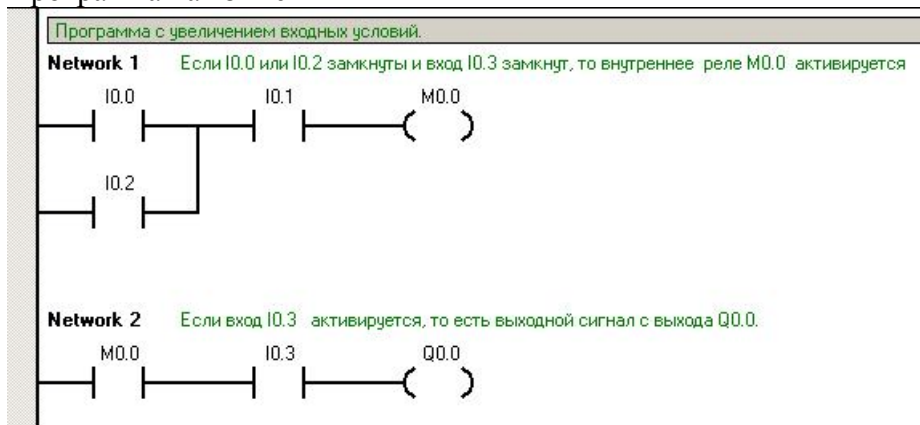
SM0.1 - Бит инициализации - только в первом рабочем цикле.

SM0.4 - Генератор импульсов 1/6 минуты

SM0.5 - Генератор импульсов 1 секунда (SM0.5 тактовый меркер - импульс ON на 0.5с и OFF на 0.5с. т. е используется как 2Hz генератор импульсов.

SM0.6 - Это бит изменения состояния в каждом цикле

- Программа на языке LDR

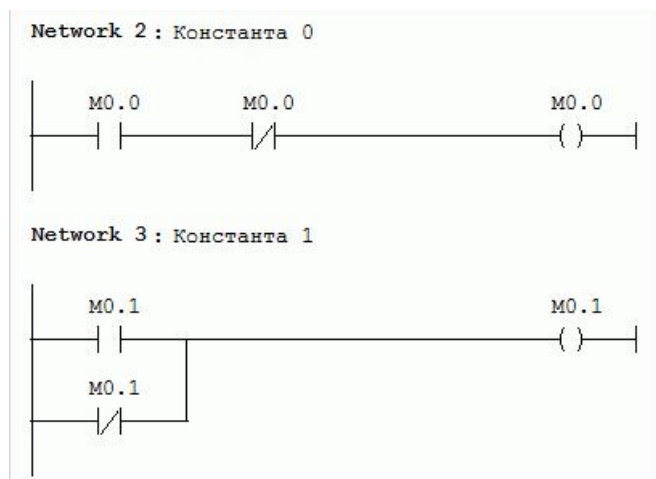


- Задача. Пусть вход 10.0 и вход 10.2 - это сигналы от фотоэлектрических датчиков, которые фиксируют наличие человека (или автомобиля), приближающегося или удаляющегося по обе стороны барьера, вход 10.0 - с одной стороны и вход 10.2 - с другой. Вход 10.1 - разрешающий вход для запуска системы.

Если вход 10.0 или вход 10.2 и вход 10.1 активируются, то выход есть с внутреннего реле M0.0. Этот выход закрывает внутренние входные контакты реле, и если вход 10.3 (например,

датчик положения - концевой выключатель) фиксирует, что барьер закрыт, то активируется выход Q0.0. и мотор поднимает барьер. Если датчик (концевой выключатель 10.3) определяет, что барьер уже открыт, то человек или машина могут идти. Через короткое время барьер закрывается.

- Как задать булеву константу 0 или 1 на языке LAD?



- Задача.
На вход 10.1 поступает краткий сигнал. Активируется выход Q0.1. На вход 10.1 снова поступает краткий сигнал. Но активируется выход Q0.2. Далее заново на вход 10.1 поступает краткий сигнал. Активируется выход Q0.1. Сказать точнее - триггер со счетным входом или иначе делитель на 2.

Реализуется это путем анализа текущего состояния и установки (или сброса) любого программно доступного бита сразу после того, как поступил входной импульс. Это при условии, что время работы программы меньше, чем интервал поступления входных импульсов. Именно на основании текущего состояния этого бита и принимается решение, на каком из выходов формировать сигнал.

- Имеется ли метод подсчета числа программных циклов в PLC и использования информации, "в каком цикле программы мы находимся" внутри программы PLC?
- **Network 1**
- LD SM0.1
- MOVW 0, VW1000
- **Network 2**
- LD SM0.6
- EU
- LD SM0.6
- ED
- OLD
- INCW VW1000
- **Network 1** Устанавливает счётчик в 0, если PLC переходит в режим RUN.
- **Network 2** увеличивает VW1000, если положительный или отрицательный край импульса приходит от
- **SM0.6.**
- **Каково основное различие между Входом и вспомогательными контактами - меркерами?**

Входные контакты соответствуют физическим устройствам, которые находятся во внешней цепи или непосредственно в процессе для обратной связи. Меркеры - это места памяти, хранящие промежуточные логические результаты, и они не соединены с физическими устройствами.

- **Какие в контроллере S7-200 меркеры сохраняют состояние после выключения питания?**

S7-200 позволяет определить память, которая сохраняется при потере питания. Можно выбрать области памяти, которую необходимо было бы буферизовать при потере питания, определить диапазоны адресов, которые должны быть сохраняемыми, в областях памяти M. По умолчанию первые 14 байтов битовой (M) памяти не сохраняются.

- **Какова роль специального меркера SM0.2?**

АКР №6 «Таймеры»

- **Таблица таймеров**

Тип таймера	Разрешение в миллисекундах (ms)	Максимальное значение в секундах (s)	Номер таймера
TONR	1 ms	32,767 s	T0, T64
	10 ms	327,67 s	T1 – T4, T65 – T68
	100 ms	3276,7 s	T5 – T31, T69 – T95
TON, TOF	1 ms	32,767 s	T32, T96
	10 ms	327,67 s	T33 – T36, T97 – T100
	100 ms	3276,7 s	T37 – T63, T101 – T255

- **Как провести предустановку таймера?**

$$PT = \frac{t(c) \cdot 1000}{\text{разрешение таймера (мс)}}$$

- Пример 1.

Если $t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$

Таймер с временем задержки $t = 1 \text{ ms}$:

60-1000

$$PT = 60 \cdot 1000 / 1 = 60000$$

Число 60000 больше, чем максимальное 32767 и задать интервал таким таймером нельзя!

Пример 2

Таймер с временем задержки $t = 10 \text{ ms}$:

$$PT = 60 \cdot 1000 / 10 = 6000$$

Число меньше, чем максимально разрешённое, таймер использовать можно.

Пример 3

Таймер с временем задержки $t = 1 \text{ ms}$: Если $t = 3 \text{ c}$

$$PT = 3 \cdot 1000 / 1 = 3000$$

Пример 4

Таймер с разрешением 100мс. уставка 3:

$$t = 3 \cdot 100 / 1000 = 0,3s = 300 \text{ ms}$$

Пример 5

Таймер с разрешением 10 ms. уставка 3:

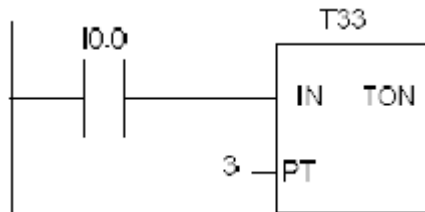
$$t = 3 \cdot 10 / 1000 = 0.03s = 30 \text{ ms}$$

Пример 6

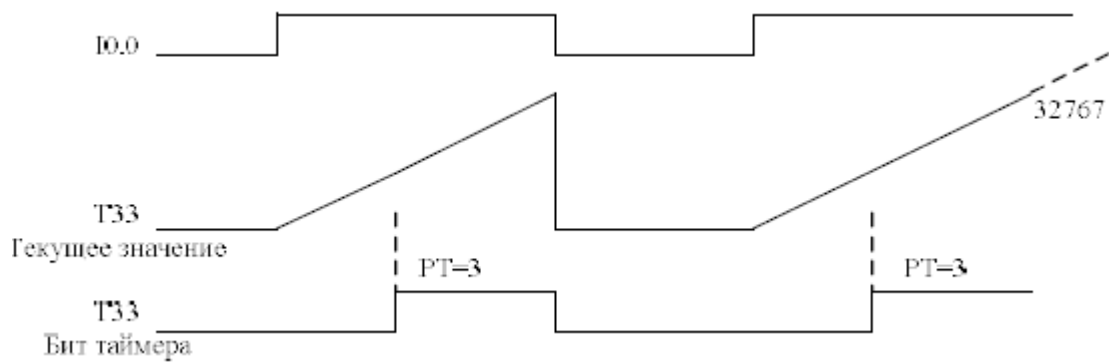
PT = 10

$$T = PT \cdot 10 / 1000 = 0.1s = 100 \text{ms}$$

- Таймер с задержкой по включению TON (On-Delay)

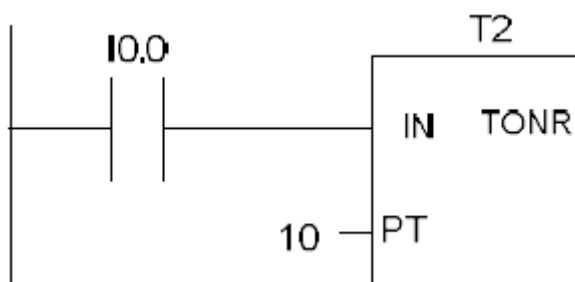


- Импульсная диаграмма!

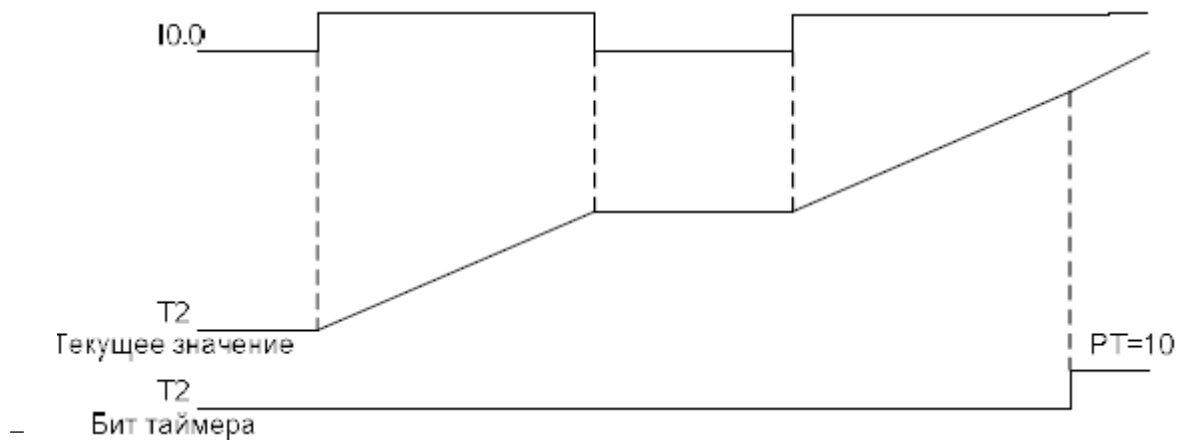


- Накапливающий таймер TOXR (Retentive On-Delay)

-



- Импульсная диаграмма!



– **Отличия таймеров TON и TONR?**

Таймеры TON и TONR ведут отсчёт времени до максимального значения, если они активированы. Оба таймера отсчитывают значение времени, когда активирован вход разблокировки.

Если операция «Запуск таймера TON» деактивируется, то таймер сбрасывается. Если операция «Запуск таймера TONR» деактивируется, то таймер останавливается.

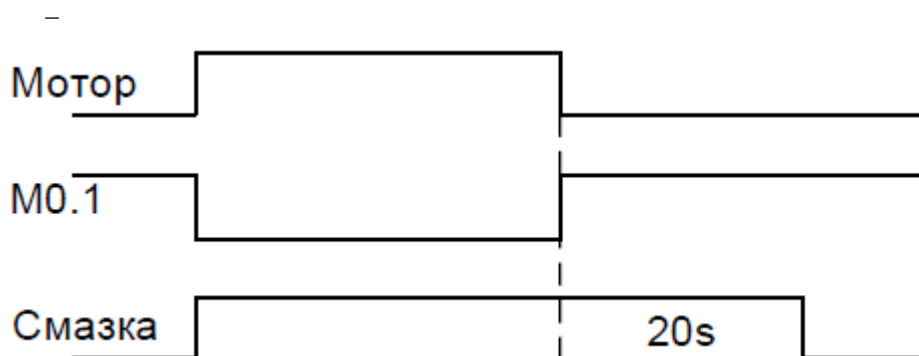
При выключенном входе разблокировки оба таймера не работают. Но таймер TON автоматически сбрасывается, а таймер TONR сохраняет своё последнее значение времени, а не сбрасывается.

Таймер TONR отсчитывает время в течение всего промежутка времени, когда включен разрешающий вход, но не сбрасывается, когда вход отключается. Таймер должен быть сброшен командой RESET. При сбросе таймера текущее значение устанавливается в ноль, бит выключается. Это единственная команда, которая сбрасывает таймер TONR.

Оба таймера останавливаются, если они достигают максимального значения.

- Задача на основные функции таймеров

Мотор и насос для смазки мотора включаются одновременно. Смазка необходима ещё на некоторое время при остановке мотора. После того, как мотор остановился, насос смазки остаётся включённым на время остановки мотора. В примере на 20 секунд.



- Создать генератор прямоугольных импульсов с заданными длительностями импульса и паузы (мультивибратор)

```

Мультивибратор
Network 1  Если не активен таймер 38, то запустить таймер 37
LD    SM0.0
AN    T38
TON   T37, +5

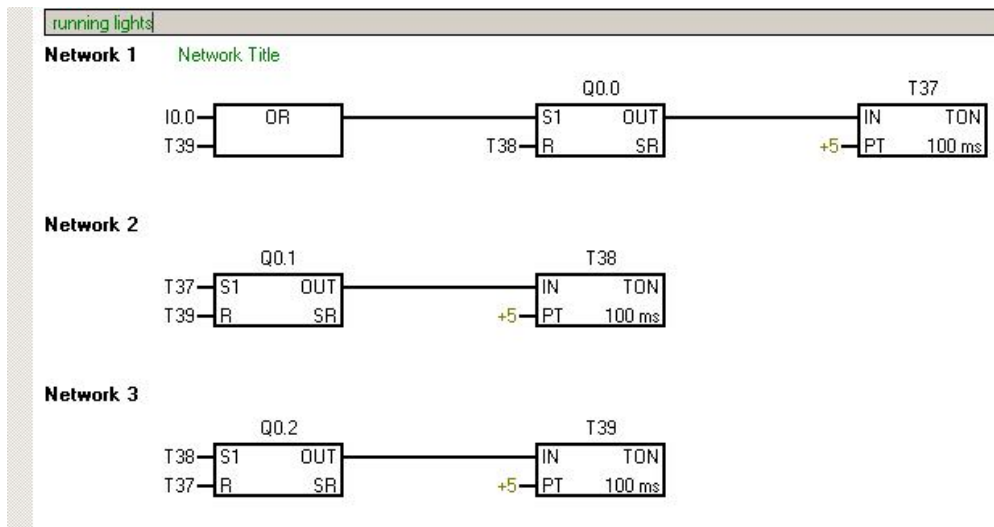
Network 2  После выдержки таймер 37 запускает таймер 38
LD    T37
TON   T38, +5

Network 3  Таймер 38 даёт сигнал на выход 2
LD    T38
=     Q0.2

Network 4  Таймер 37 даёт сигнал на выход 1
LD    T37
=     Q0.1

```

– Последовательное включение выходов!



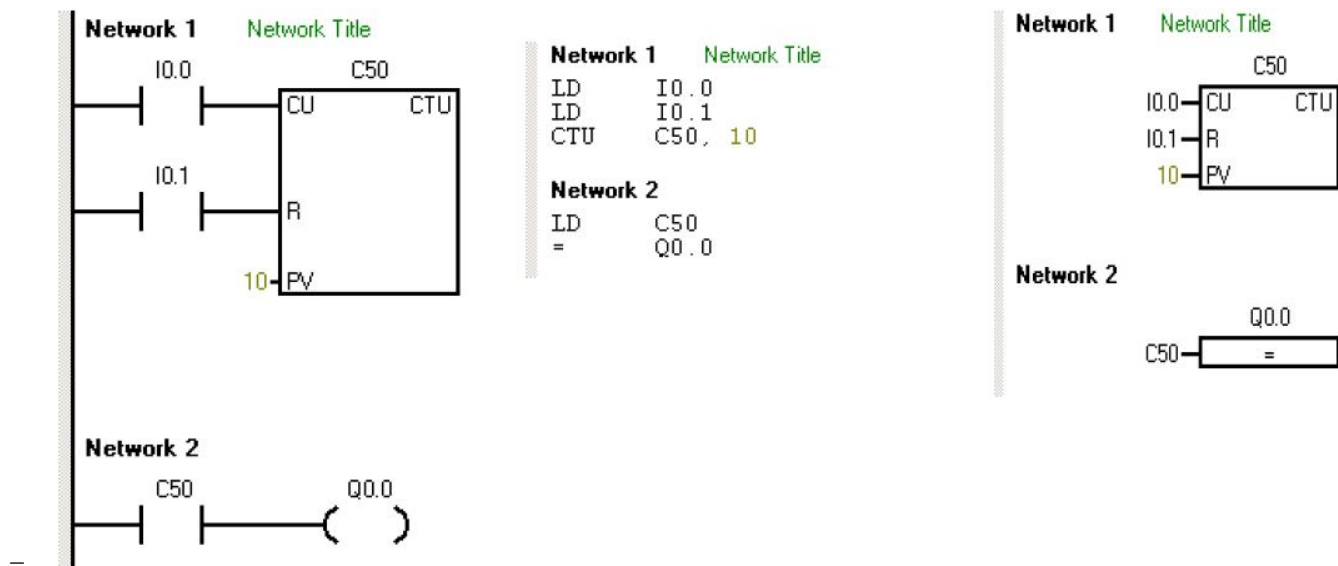
АКР №7 «Счетные функции PLC»

– Типы и принципы действия датчиков!

–

Тип	Режим	Бит счётчика	Выключение – включение питания/ Первый цикл
CTU	CTU увеличивает текущее значение. Текущее значение увеличивается до 32767	Бит счётчика устанавливается, когда текущее значение предустановленному	Бит счётчика сброшен. Текущее значение может быть сохранено.
CTUD	CU увеличивает текущее значение. CD уменьшает текущее значение. Текущее значение увеличивается или уменьшается, пока счётчик не сброшен.	Бит счётчика устанавливается, когда текущее значение предустановленному	Бит счётчика сброшен. Текущее значение может быть сохранено.
CTD	CD уменьшает текущее значение, пока оно не достигнет 0.	Бит счётчика устанавливается, когда текущее значение =0	Бит счётчика сброшен. Текущее значение может быть сохранено.

– Счетчики прямого счета!



Программа для счетчика обратного счета

Network 1. Текущее значение счетчика обратного счета СТ уменьшается с 3 до 0, когда I0.1 выключен. Положительный фронт на I0.0 уменьшает текущее значение СТ. Включение I0.1 загружает предустановленное значение 3 для обратного счета.

LD I0.0

LD I0.1

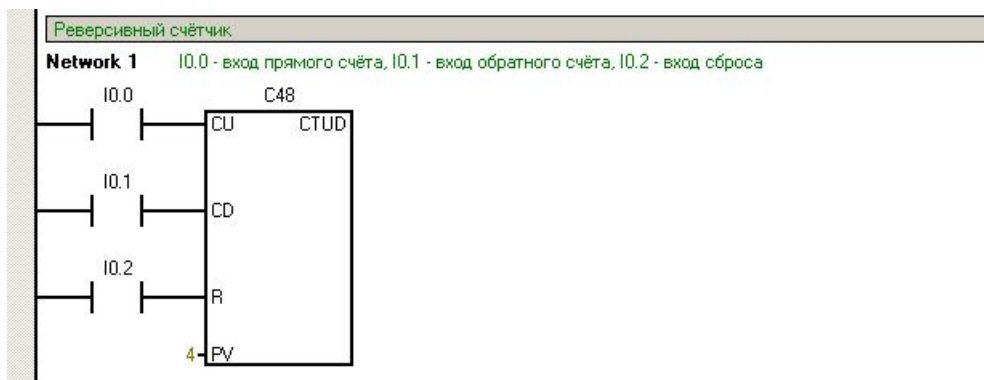
CTD C1, +3

Network 2. Бит C1 установлен, когда текущее значение счетчика C1 = 0.

LD C1

- = Q0.0

Реверсивный счетчик!



- Применение счётчиков.

Счётчик может использоваться в следующих 6 ситуациях:

1. Для обычного счёта в процессах. Выход счётчика активируется после достижения установленного счёта повторяющимися импульсами на вход счётчика.

Два счётчика используются с общим регистром, чтобы получить общую сумму двух подсчётов.

Два счётчика используются с общим регистром, чтобы получить разность двух подсчётов.

4. Для процессов, где начинается временной интервал, когда счётчик достигает уставки.
5. Для процессов, где счёт событий начинается после временного интервала.
6. Для процессов, где скорость определяется делением счёта на временной интервал.

- **Использование счетчика для подсчёта выдвиганий поршня цилиндра. Пусть 3 цилиндра работают так: A+A- A+A-A+A-B+C+B-C-. Написать программу!**

Последовательность A+A- повторяется 3 раза перед цилиндрами В и С. Для повторения используйте счётчик.

```

PROGRAM COMMENTS Последовательность 3-х цилиндров
Network 1  Если нажата кнопка "I", и активен датчик левого положения А, то выдвинуть А
LD      Start
A       B1
=       zilindr_A

Network 2  Если сработал датчик правого положения А, то задвинуть А.
LD      B2
=       zilindr_A

Network 3  При нажатии кнопки "I" счётчик обнуляется, при срабатывании левого датчика счётчик
          считает(считает число импульсов с датчика В1)
LD      B1
LD      Start
CTU     C25, 3

Network 4  Пока счётчик считает, поршень цилиндра А выдвигается (3 раза)
LD      C25
=       zilindr_B_right

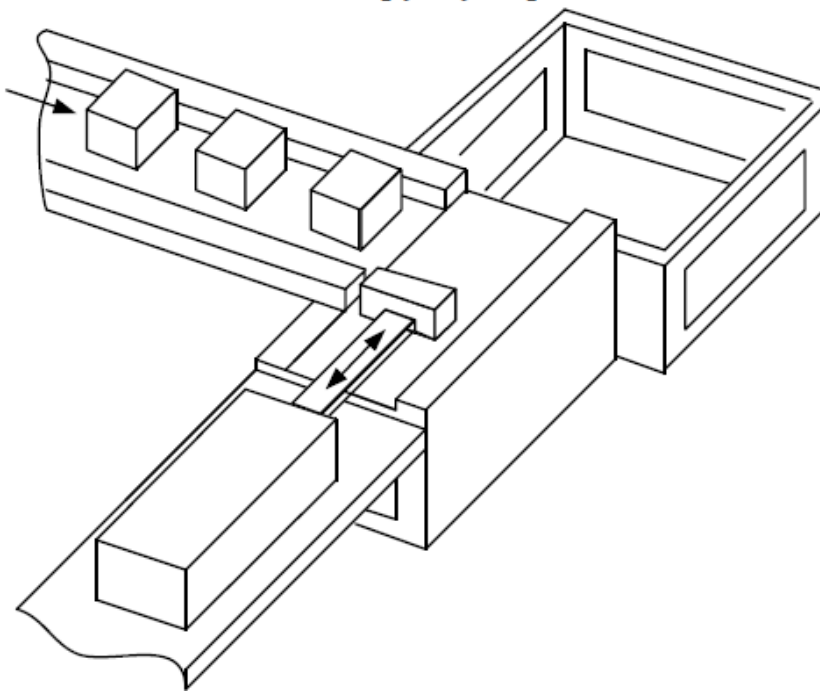
Network 5  При последнем выдвигании В активен датчик правого положения цилиндра В и по его сигналу
          выдвигается С.
LD      B4
=       zilindr_C_right

Network 6  По сигналу с датчика правого положения цилиндра С задвигается В.
LD      B6
=       zilindr_B_left

Network 7  если активен датчик левого положения цилиндра В и правого положения цилиндра С, задвигается
          С
LD      B3
A       B6
=       zilindr_C_left

```

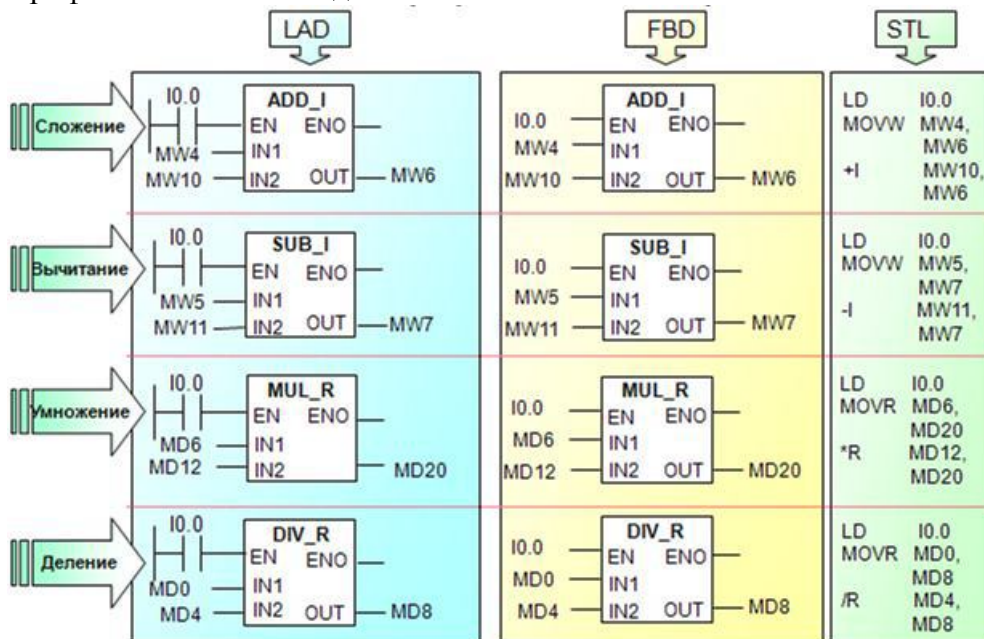
- **Металлические детали транспортируются по конвейерной ленте для отгрузки. Датчик считает детали, а поршень сбрасывает их в ящик. После того, как определенное количество деталей сброшено в ящик, ящик заменяется вручную (рис.).**



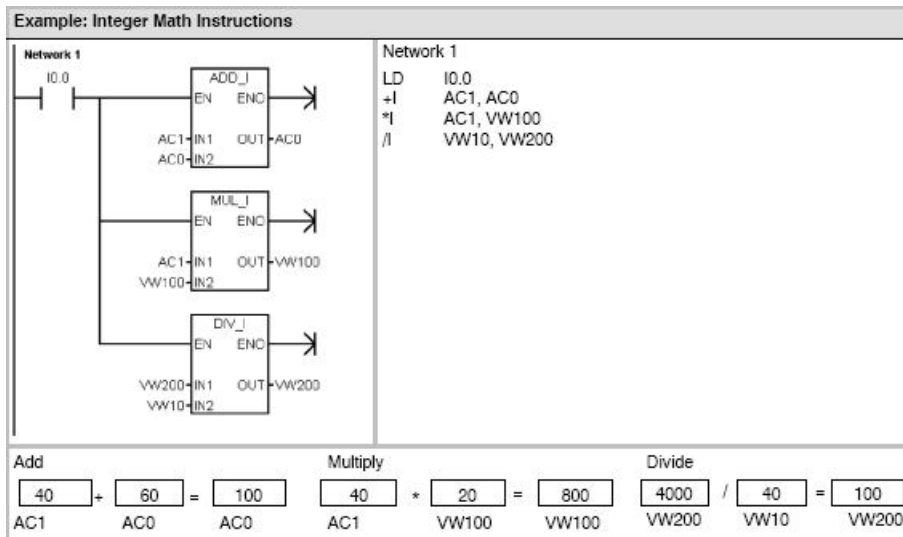
-
- Написать программу для системы, которая выполняет задачу:
- А) даёт на выход сигнал после того, как фотодатчик выдаёт 10 импульсов входного сигнала как результат обнаружения 10 объектов, проходящих перед ним.
- В) даёт на выход сигнал, когда число людей в магазине достигло 100. где люди постоянно входят и выходят из магазина. I

АКР №8 «Инструкции обработки данных»

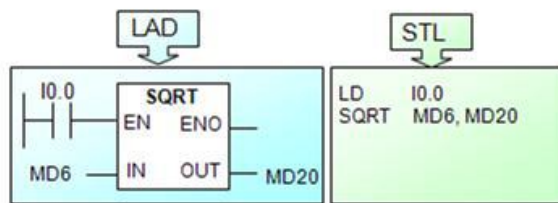
- Арифметические команды



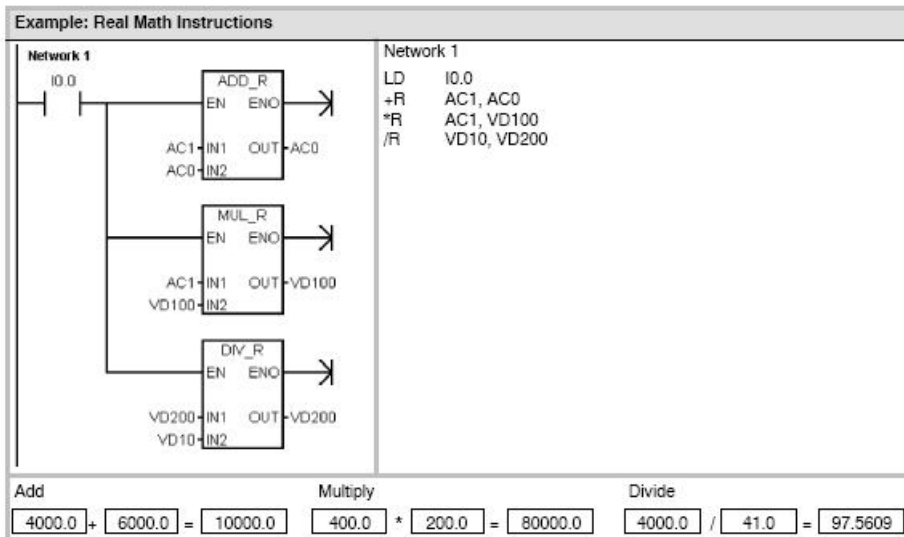
- Операции с целыми числами
-



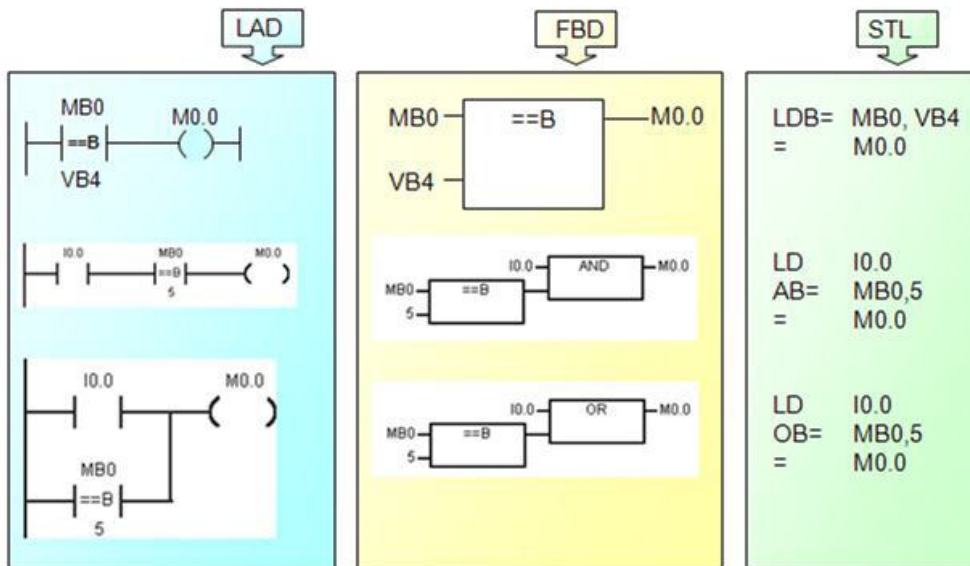
– Операции с действительными числами Функция SQRT



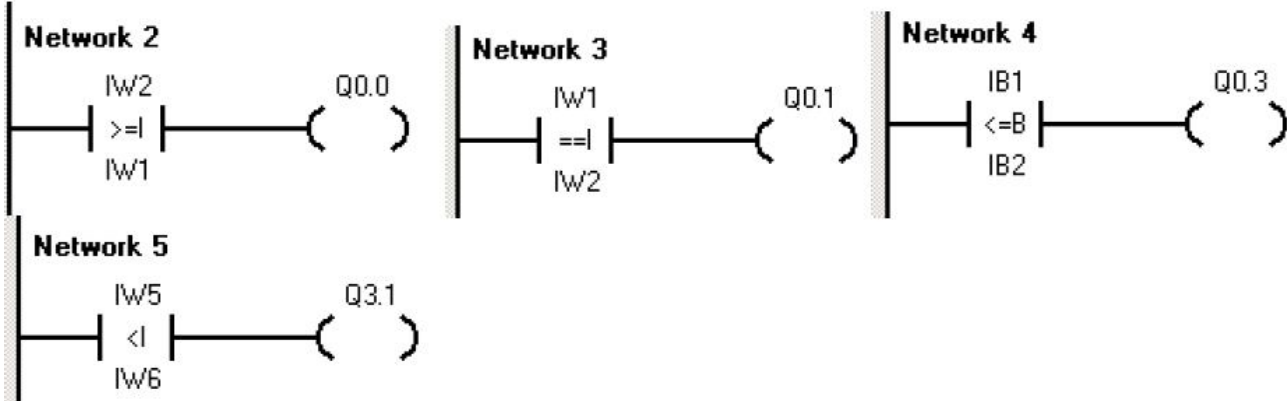
– Арифметические вычисления с реальными числами



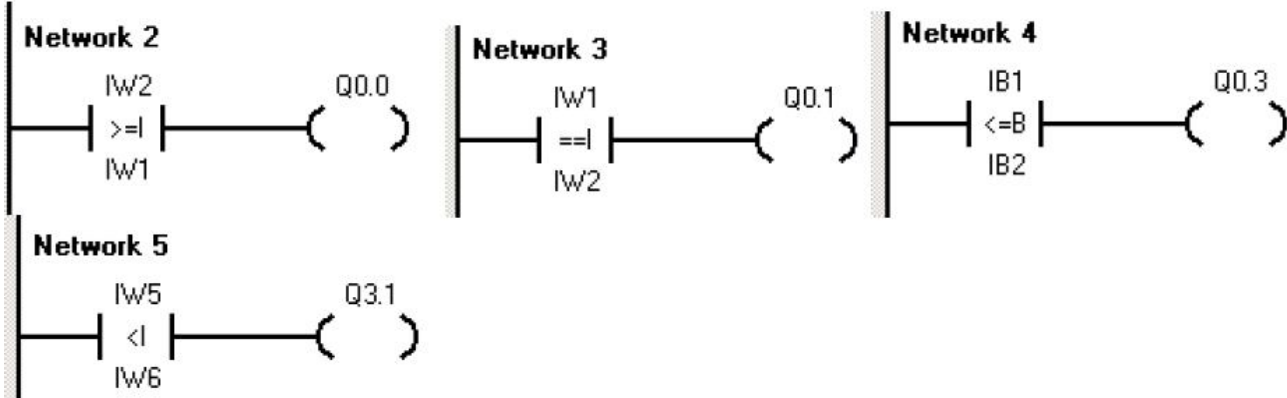
– Сравнение данных



– Примеры сравнения в языке LAD для S7-200



– Сравнение нескольких переменных



– **Задача**

– 4 выхода нужно включить, чтобы запустить последовательность, выход 1 включается после замыкания ключа, за ним через некоторое время выход 2. и т.д.

Указание: Это может быть сделано с помощью таймеров, другая возможность - использовать 1 таймер и операцию сравнения.

– Решение задачи.

– Когда на входе 10.1 есть сигнал выход Q0.1 =1. Ещё вход 10.1 включает таймер T33. Когда таймер накапливает величину, достигающую 50 (5s). включается выход Q0.2=1. Когда величина этого же таймера достигает 150 (15s). включается выход Q0.3=1. Когда таймер накапливает величину, достигающую 250 (25s). включается выход Q0.4 =1.

```

Network 1      Network 1 itl
-----
Network Comment
LD      I0.1
=       Q0.1
TON     T33, +250

Network 2
-----
LDW>   T33, +50
=       Q0.2

Network 3
-----
LDW>   T33, +150
=       Q0.3

Network 4
-----
LD      T33
=       Q0.4

```

АКР №9 «Управления ходом выполнения программы»

- **Циклическая обработка.** Состоит из повторных (периодически повторяющихся) обработок управляющей программы, которая начинается с вызова организационного блока OB1. В начале цикла обработки программы ОС заполняет область отображения входов, сбрасывает таймер контроля длительности цикла, после этого вызывает для обработки блок OB1. В конце цикла обработки ОС переписывает в выходные модули значения из области отображения выходов, после чего начинается следующий цикл обработки. В блоке OB1 можно вызывать. После обработки вызванного блока управление передается блоку, из которого был произведен вызов данного блока.
- **Циклические прерывания.** При управлении ТП всегда существуют программы, которые должны обрабатываться через одинаковые, заранее заданные, промежутки времени. Для этих целей в контроллерах SIMATIC S7 существуют подпрограммы обработки циклических прерываний. Промежуток времени, через который должен вызываться данный блок, задается программистом.
- **Прерывания по дате и времени.** Существуют программы, которые должны выполняться один раз в определенный день и час или выполняться периодически, начиная с определенных даты и времени. Для этих целей в контроллерах можно запрограммировать подпрограммы прерываний по дате и времени.
- **Прерывания по задержке времени.** Такие блоки вызываются по истечении определенного времени после возникновения какого-либо события.

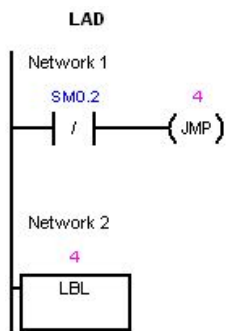
Пример 1

```

A I0.0
JMP 3
A V0.1
2
A V0.2
= Q0.0
LBL 3

```

Если сохраняемые данные не должны быть потеряны. то Jump to LBL4 - перейти к 4.



Замкнутый контур (LOOP). Команда For next

NETWORK 1

Когда на вход I2.0 идёт сигнал, внешний контур (loop 1) выполняется 100 раз.

LD I2.0

FOR VW100 +1 +100

NETWORK 2

Когда на вход I2.1 идёт сигнал, внутренний контур (loop 2) выполняется 2 раза за каждое выполнение внешнего контура.

LD I2.1

FOR VW225 +1 +2

NETWORK 3

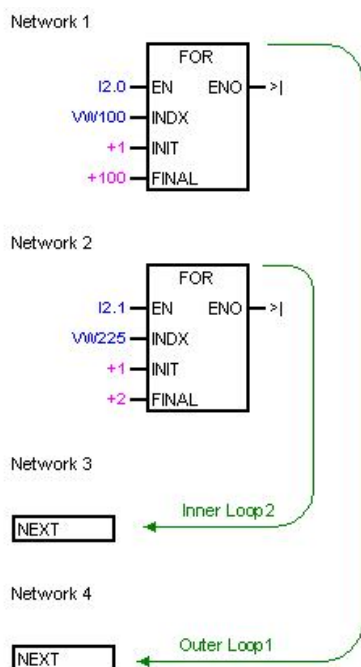
Конец Loop 2

NEXT

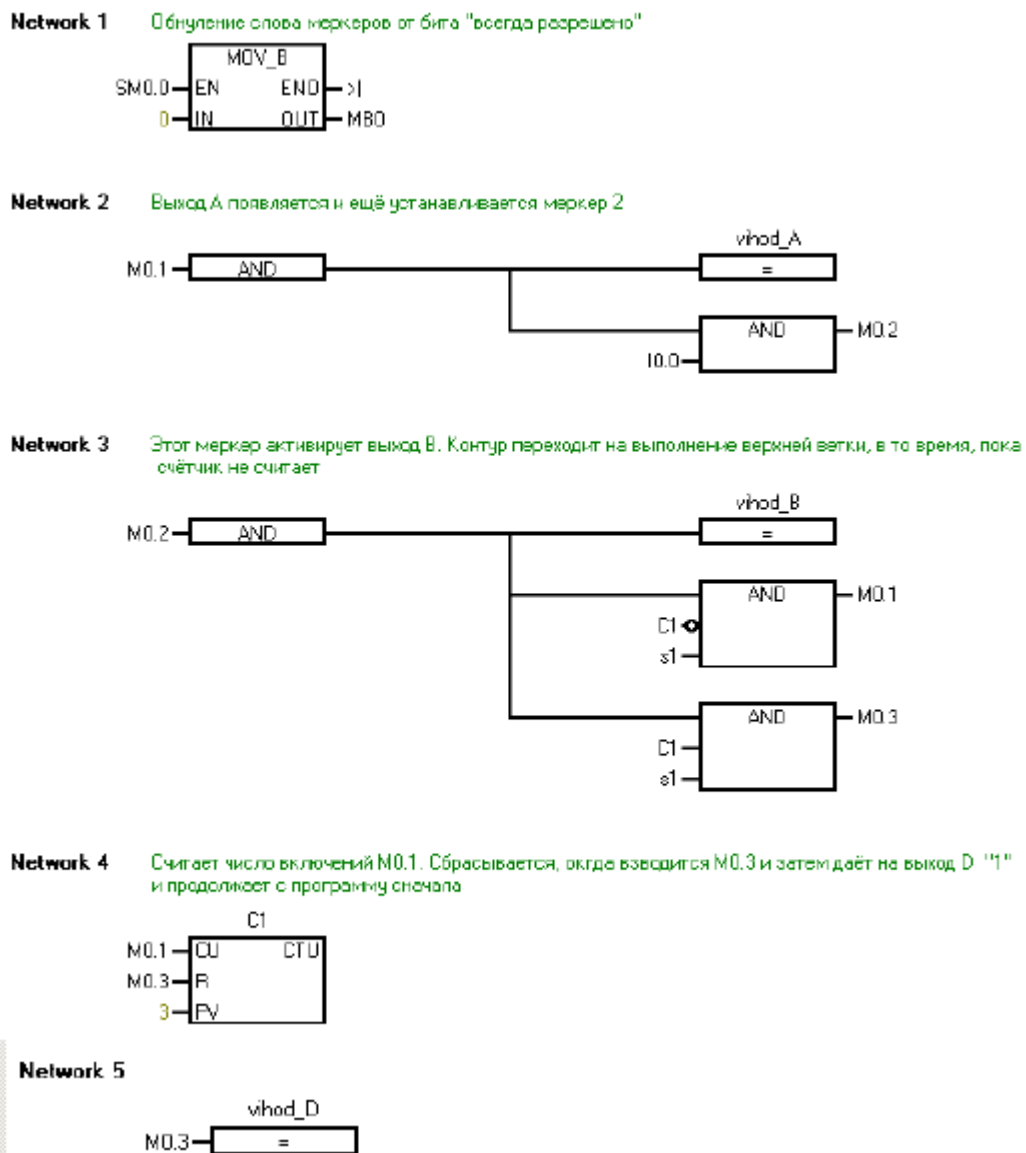
NETWORK 4

Конец Loop 1

NEXT



– **Пример программы в FBD повторения цикла**



– **Программа в STL**

Network 1 Обнуление слова меркеров от бита "всегда разрешено"

```
LD SM0.0
MOVW 0, MW0
```

Network 2 Выход А появляется и ещё устанавливается меркер 2

```
LD M0.1
= vihod_A
A IO.0
= M0.2
```

Network 3 Этот меркер активирует выход В. Контур переходит на выполнение верхней ветки, в то время, пока счётчик не считает

```
LD M0.2
LPS
= vihod_B
AN C1
A s1
= M0.1
LPP
A C1
A s1
= M0.3
```

Network 4 Считает число включений M0.1. Сбрасывается, окгда взводится M0.3 и затем даёт на выход D "1" и продолжает с программу сначала

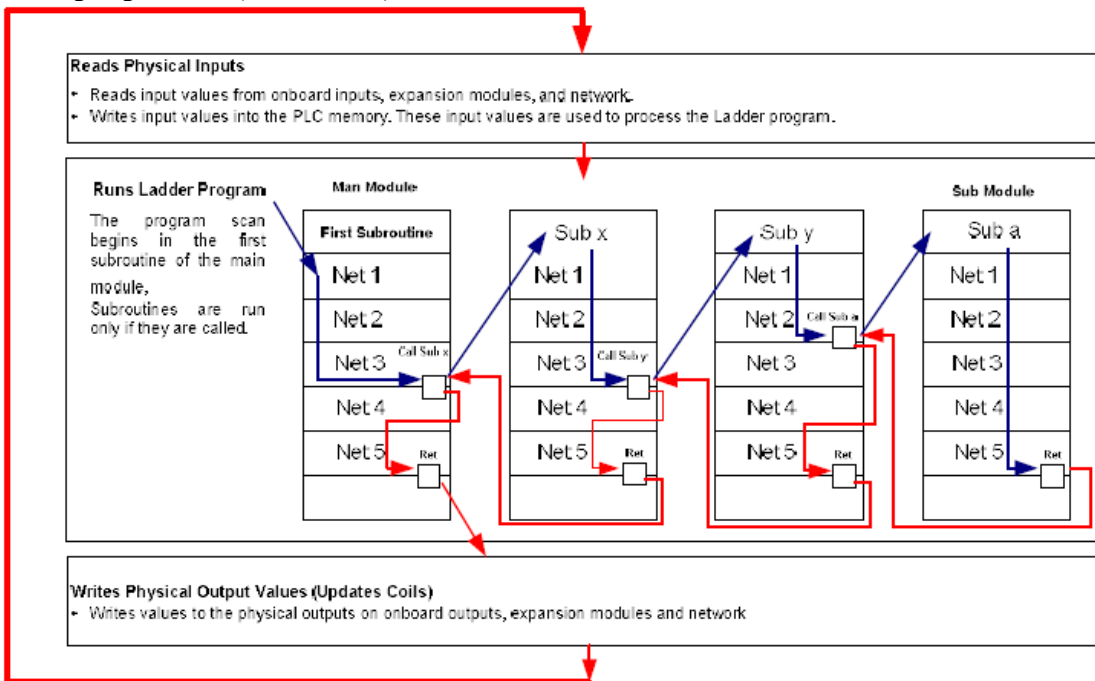
```
LD M0.1
LD M0.3
CTU C1, 3
```

Network 5

```
LD M0.3
= vihod_D
```

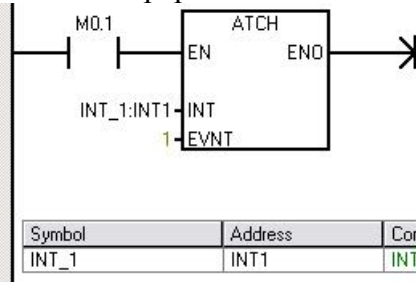
-

Подпрограммы (Subroutine).



-

Команда прерывания



-

Циклическое прерывание для опроса аналогового входа

Прерывание, управляемое временем, для чтения значения аналогового входа

Network 1 |

В первом цикле вызвать подпрограмму 0

```
LD SM0.1  
CALL SBR_0
```

Symbol	Address	Comment
SBR_0	SBR0	SUBROUTINE COMMENTS

SUBROUTINE COMMENTS

Network 1

Установить интервал для прерывания, управляемого временем, от 0 до 100 мс. Управляемое временем прерывание 0 поставить в соответствие INT_0 (событие 10). Разблокировать все прерывающие события.

```
LD SM0.0  
MOVB 100, SMB34  
ATCH INT_0, 10  
ENI
```

Symbol	Address	Comment
INT_0	INT0	INTERRUPT ROUTINE COMMENTS

INTERRUPT ROUTINE COMMENTS

Network 1 Network Title

Считывать значение AIW0 каждые 100 секунд

```
LD SM0.0  
MOVW AIW0, VW100
```

- **Разработка программ!**

АКР №10 «Диагностика программы»

- **Не фатальные ошибки**

Не фатальные ошибки - это

- ошибки в построении программы пользователя.
- ошибки при исполнении команды в программе пользователя и
- ошибки в модулях расширения.

С помощью STEP 7-Micro/WIN можно отобразить коды не фатальных ошибок.

- **Имеется три основных группы не фатальных ошибок.**

1. Ошибки компиляции программы

S7-200 компилирует программу, когда он ее загружает. Если контроллер обнаруживает, что программа нарушает правило компиляции, то загрузка прерывается и генерируется код ошибки. (Программа, которая уже была загружена в S7-200, по-прежнему будет существовать в постоянной памяти и не потеряется). После исправления программы ее можно загрузить снова.

2. Ошибки конфигурации входов/выходов

При запуске S7-200 считывает конфигурацию входов-выходов из каждого модуля. При нормальной работе периодически проверяет состояние каждого модуля и сравнивает его с конфигурацией, полученной при запуске. Если S7-200 обнаруживает разницу, он устанавливает бит ошибки конфигурации в регистре ошибок модуля. S7-200 не считывает входные данные из этого модуля и не записывает выходные данные в этот модуль, пока конфигурация модуля снова не совпадет с конфигурацией, подученной при запуске.

Конфигурации входов/выходов остается установленной, пока в модуле расширения сохраняется сбойная ситуация.

3. Ошибки выполнения программы

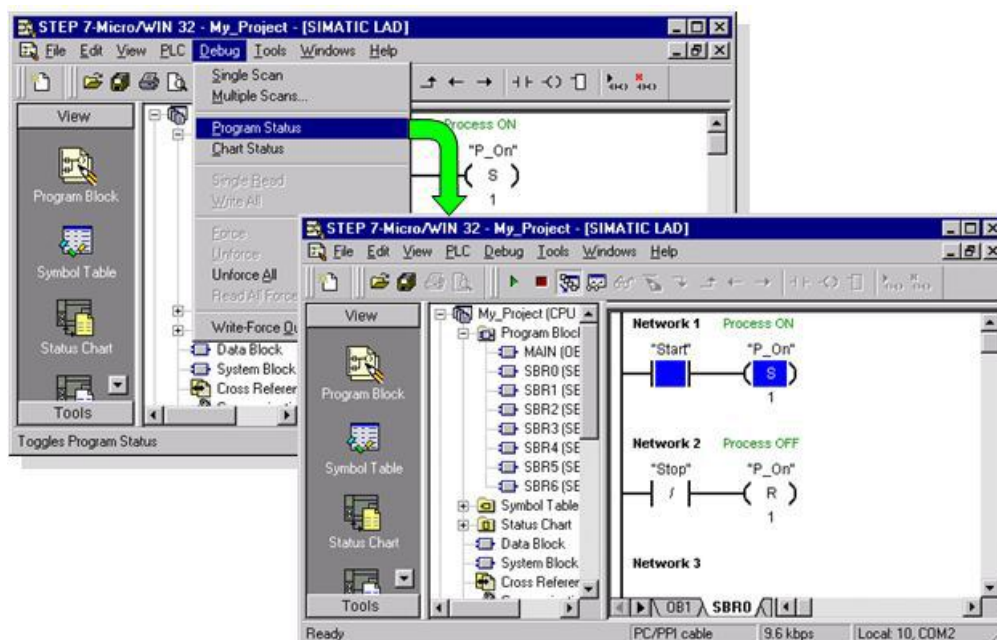
Программа может создавать состояния ошибки во время своего выполнения. Эти ошибки могут возникать из-за неправильного использования команды или из-за обработки командой недопустимых данных. Состояние ошибки идентифицируется определенным системным битом.

– **Функции для тестирования программы.**

STEP 7-MicroAVEN предоставляет следующие функции для тестирования программы:

- Установка закладок в программе для облегчения поиска определенных строк
- Таблица перекрестных ссылок, дающая возможность проверки, используемых ссылок
- Редактирование программы в режиме RUN, позволяющее выполнять небольшие изменения в пользовательской программе с минимальными помехами процессу, управляемому программой. При редактировании программы в режиме RUN можно также загрузить программный блок]

– **Тестирование программы на LAD**



АКР №11 «Аналоговые входы и выходы»

- **Аналоговые входы** S7-200 преобразует аналоговые величины, например, температуру или напряжение в цифровые значения, имеющие длину, равную слову. Доступ к этим переменным производится путем указания идентификатора области (AI), размера данных (W) и начального адреса байта.
- **Аналоговые выходы** S7-200 преобразует цифровые значения, имеющие длину, равную слову, в аналоговые величины, например, ток или напряжение. Доступ к этим переменным производится путем указания идентификатора области (AQ), размера данных (W) и начального адреса байта.
- **Масштабирование (Scale)** электрических (инженерных) единиц в «единицы PLC»
Сигнал переменной процесса достигает контроллеров в необработанной цифровой форме. Непрерывное аналоговое измерение PV квантуется в диапазон дискретных приращений цифрового целого числа - " число интервалов дискретизации измеряемого сигнала " A/D преобразователем (ADC).
- **Разрешение**

В аналоговых модулях - это число битов, которые представляют оцифрованную аналоговую величину в двоичном коде. Разрешение зависит от модуля и в аналоговых входных модулях от времени интеграции. Большее число интервалов дискретизации, делящего промежутков сигнала измерения, увеличивает разрешение измерения. Диапазоны, предлагаемые большинством изготовителей, следуют из бинарной формы 2^n . где n - число битов разрешения, используемых A/D преобразователем.

- **Аналогово-цифровое преобразование 8-битового преобразователя, когда входной сигнал меняется от 0 до 10 В.**

Аналоговый вход (Вольт)	Дигитальный выход
0.00	00000000
0.04	00000001
0.08	00000010
0.12	00000011
0.16	00000100
0.20	00000101
0.24	00000110
0.28	00000111
0.32	00001000
И т.Д.	

- **Пример 1:** 12 битный ADC дискретизирует аналоговый сигнал в цифровую форму $2^{12} = 4096$ дискретными приращениями, выражаемыми в диапазоне от 0 до 4095 интервалов дискретизации измеряемого сигнала.

13 битный ADC дискретизирует аналоговый сигнал в цифровую форму $2^{13} = 8192$ дискретными приращениями, выражаемыми в диапазоне от 0 до 8191 интервалов дискретизации измеряемого сигнала.

14 битный ADC дискретизирует аналоговый сигнал в цифровую форму $2^{14} = 16384$ дискретными приращениями, обычно выражаемыми в диапазоне от 0 до 16383 интервалов дискретизации измеряемого сигнала.

В общем случае «разрешение» n -битового ADC:

1

разрешение = $1/(2^n - 1)$

- **Пример 2:**

4-20 мА аналоговый диапазон дискретизируется в цифровую форму 12 битным ADC' (4096 интервалов дискретизации измеряемого сигнала). Каждый интервал - это 0.00391 мА.

$(20 - 4\text{мА})/4096 = 0.00391\text{мА}$

Сигнал 7 мА из аналогового диапазона 4-20 мА соответствует числу интервалов дискретизации в 12 битном ADC:

$$(7 - 4) / 0.00391 \text{ мА} = 767$$

1250 число интервалов дискретизации от 12 битного ADC соответствует сигналу входа 8.89 мА из аналогового диапазона 4-20 мА:

$$4\text{мА} + (1250 \cdot 0.00391\text{мА}) = 8,89\text{мА}$$

Интервал дискретизации - «единицы PLC».

Эта операция - масштабирование (Scale) электрических (инженерных) единиц в «единицы PLC» - обязательна.

- **Пример 3:** Температурный диапазон от 100° С до 500° С переведен в цифровую форму (в 8192 интервала дискретизации 13 битным ADC). Сигнал пересчитывается для показа и хранения, устанавливая минимальное цифровое значение 0 = 100°С. и максимальное цифровое значение 8191 = 500°С

Каждый интервал дискретизации от 13 битного ADC дает:

$$(500-100^{\circ}\text{C})/8192=0.0488^{\circ}\text{C}$$

Сигнал 175°C из аналогового диапазона 100°C к 500°C изменяется на цифровое представление в «единицах PLC» в 13 битного ADC:

$$(175-100^{\circ}\text{C})/ .0488^{\circ}\text{C} = 1537$$

0

Число 1250 в 13 битовом ADC соответствует входному сигналу 161°C из аналогового диапазона 100°C - 500°C :

$$100^{\circ}\text{C} + (1250*0.0488^{\circ}\text{C}) = 161^{\circ}\text{C}$$

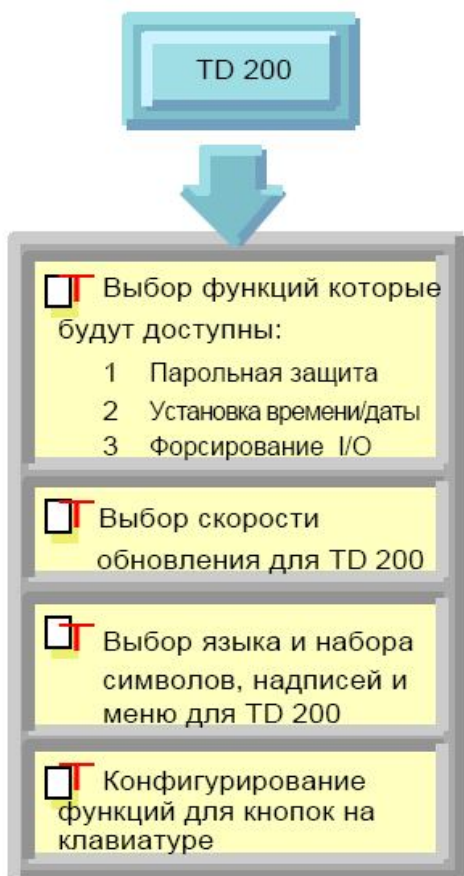
АКР №12 «Текстовые дисплеи»

Текстовые дисплеи, панели оператора и сенсорные панели используются для текстового и графического отображения оперативной информации, позволяют сохранять и систематизировать поступающие сообщения, выполнять диагностику, изменять параметры настройки оборудования. Они позволяют создавать автономные системы управления.

- **Подключение TD200 к S7-200 CPU через PPI сетевой кабель**



-
- **Алгоритм запуска программы Text Display Wizard для конфигурирования текстового дисплея TD**



– **Пример. Регулятор TD200**

- 1) При первом запуске программы (TD200-regulajtor) появляется надпись PRESS FI TO DISPLAY
THE NEXT MESSAGE
- 2) После нажатия на F1 откроется второй экран
PREV. SETPOINT: 0.0
NEW SETPOINT: 0.0
- 3) Чтобы изменить уставку - нажать на ENTER, в нижнем правом углу будет мигать курсор, с помощью кнопок (вверх/вниз) менять значение уставки. ENTER подтвердить.
- 4) В следующем экране показывается температура от термопары, подключенной к аналоговому входу AIW8.
- 5) Если разрешения на нагрев нет (I0.1) или уставка меньше, чем реальная температура. то на экране TD200 будет OFF. если уставка больше реальной температуры то ON -включен нагрев (Q0.1)
- 6) Чтобы изменить уставку, необходимо нажать F1. в PREV. SETPOINT будет показана старая уставка, а в NEW SETPOINT вводить новую.

АКР №13 «Сетевой обмен данными»

- **MPI** - многоточечный интерфейс (Multi Point Interface). Подсеть MPI разработана на уровне подразделений предприятия (cell level). MPI - это, в основном, интерфейс с PG (для запуска и тестирования) и панелями оператора OP (HMI-интерфейс). MPI может использоваться также для сетей с небольшим количеством CPU.
-
- **AS-интерфейс (actuator/sensor)** - сеть самого низкого уровня в системе автоматизации. AS-интерфейс позволяет связать в единую информационную структуру датчики, исполнительные механизмы и другие полевые приборы.

-
- **PROFIBUS** - протоколы основаны на семиуровневой модели взаимодействия открытых систем (Open System Interconnection, OSI) архитектуры связи. Они реализованы в кольцевой сети с маркерным (token) доступом, удовлетворяющей стандарту PROFIBUS, определенному в Европейском стандарте EN 50170. Эти протоколы являются асинхронными, основанными на символах протоколами, с одним стартовым битом, восемью битами данных, контролем четности и одним стоповым битом. Передаваемые блоки данных включают в себя специальные стартовый и столовый символы, адреса передающей и принимающей станций, длину кадра и контрольную сумму для проверки целостности данных. Эти протоколы могут быть активными в сети одновременно, не оказывая влияния друг на друга, пока скорость передачи одинакова для всех протоколов.
-
- **Industrial Ethernet** - разработан для передачи некритичных по времени больших объёмов информации и предоставляет средства доступа для удалённых сетей.
-
- **SLMATIC S7-200** позволяют создавать как автономные системы управления, так и системы управления, работающие в общей информационной сети. Их можно использовать в общей системе, включая сети Ethernet и Profibus. Можно создать максимально эффективной конфигурации входов-выходов за счет подключения дополнительных модулей расширения.

Данный контроллер может работать в реальном масштабе времени и используется для построения узлов, поддерживающих интенсивный коммуникационный обмен данными через сети Industrial Ethernet, PROFIBUS-DP, MPI, AS-Interface, MPI, PPI, а также через модемы.

® Пример.
Для CPU S7-200 с модулями расширения CP243-1 и CP243-1 ГГ доступен Ethernet. Контроллер S7 с CPU226 может быть расширен до 128 входов/выходов (а через интерфейс AS даже до 400 входов/выходов).

-
- **Обмен данными посредством модулей**
-
- **Ethernet модуль - коммуникационный процессор CP 243-1**
-
-

С его помощью также реализуется высокоскоростной обмен данными с другими контроллерами семейства SIMATIC S7 для систем на базе S7-200.

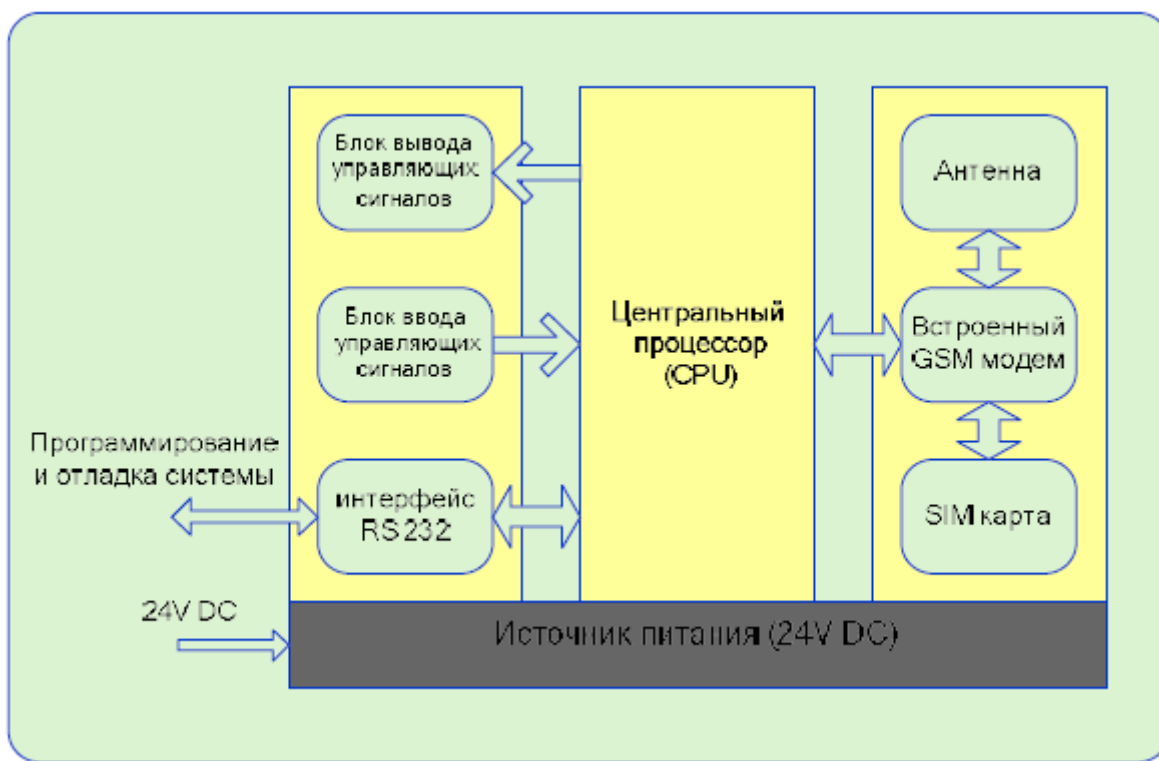
Модуль CP 243-1 поддерживает протокол TCP/IP и обеспечивает обмен данными со скоростью 10/100 Мбит/с в дуплексном и полудуплексном режимах. Для подключения к сети Ethernet используется соединитель RJ-45.



С его помощью также реализуется высокоскоростной обмен данными с другими контроллерами семейства SIMATIC S7 для систем на базе S7-200.

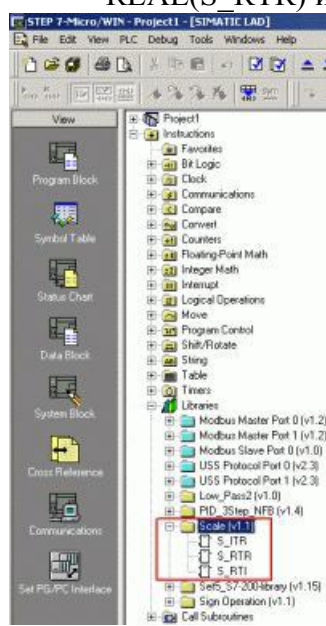
Модуль CP 243-1 поддерживает протокол TCP/IP и обеспечивает обмен данными со скоростью 10/100 Мбит/с в дуплексном и полудуплексном режимах. Для подключения к сети Ethernet используется соединитель RJ-45.

– Структура PLC с модемом

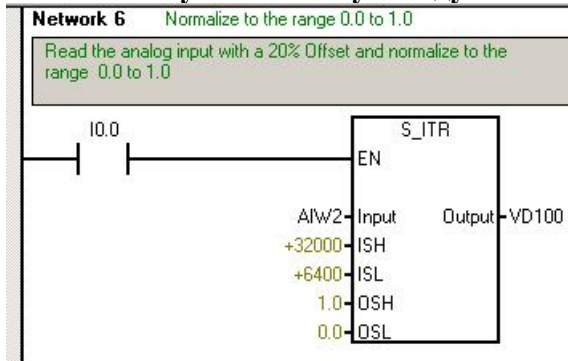


АКР №14 «Библиотеки»

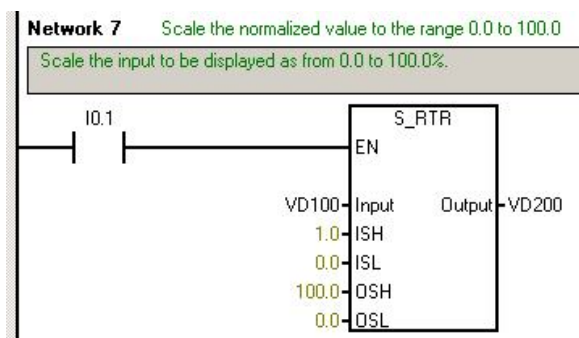
- "scale.mwl" библиотека содержит блоки функции для того, чтобы преобразовать вычисление целочисленного типа данных INTEGER в REAL (S_ITR), из REAL в REAL (S_RTR) и из REAL в INTEGER (S_RTI).



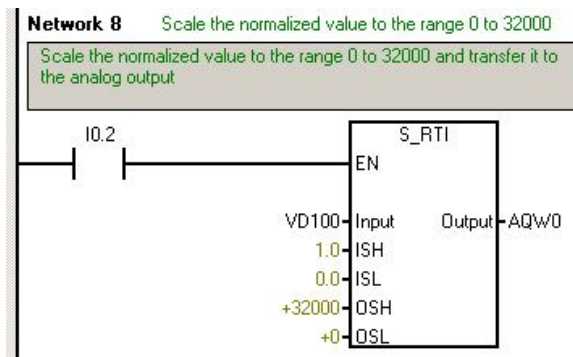
- **Функция S_ITR** позволяет преобразовывать аналоговый входной сигнал в нормализованную величину между 0.0 и 1.0 (REAL тип).



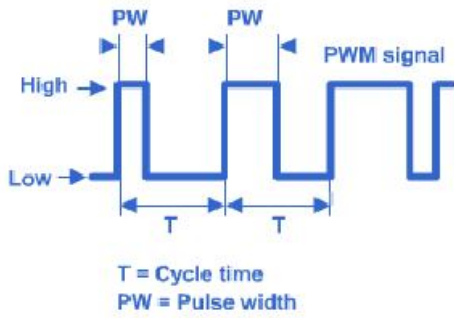
- **Функция S_RTR** позволяет преобразовывать диапазоны величин в пределах формата REAL (например, преобразовывать входную величину между 0.0 и 1.0 к выходному диапазону в процентах)



- **Преобразование REAL в данные аналогового выхода типа INTEGER (S_RTI)**

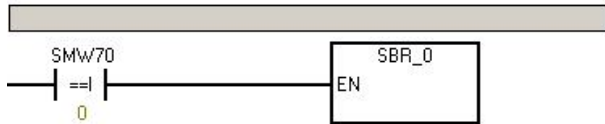


- **Написать программу для контроллера S7-200 CPU позволяющую посылать импульсы прямоугольной формы на выходы Q0.0 и Q0.1. Время и ширина импульса д.б. установлены независимо друг от друга. Ширина импульса должна определяться временем, в течение которого выходной сигнал - «high» в течение цикла.**



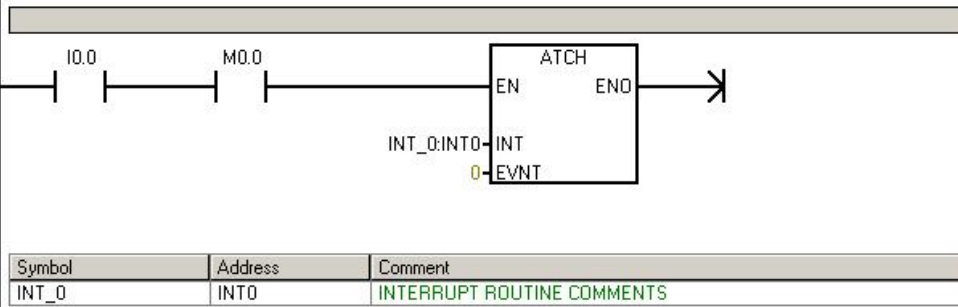
Основная программа

Network 3



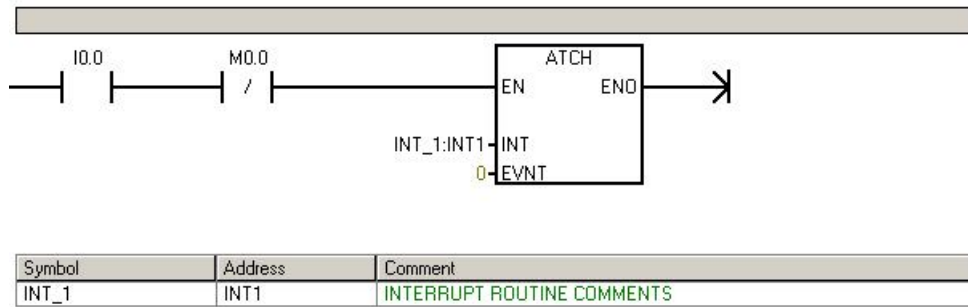
Если ширина импульса равна нулю, вызвать подпрограмму 0 для нового пуска ШИМ

Network 4



Если установлен разрешающий вход и вспомогательный меркер. тогда INT1 назначается событию 0.

Network 5



Если установлен вход, а вспомогательный меркер не установлен, то назначить событие 0.

основная программа

Network 1 Network Title

Network Comment

LDW= SMW70, 0
CALL SBR_0 : SBR0

Symbol	Address	Comment
SBR_0	SBR0	SUBROUTINE COMMENTS

Network 2

LD I0.0
A M0.0
ATCH INT_0 : INTO, 0

Symbol	Address	Comment
INT_0	INT0	увеличение ширины импульса

Network 3

LD I0.0
AN M0.0
ATCH INT1, 0

Конец основной программы

Subroutine

инициализация PWM

Network 1 Network Title

инициализация PWM

LD SM0.0
S M0.0, 1
MOVB 16#CB, SMB67
MOVW 500, SMW70
MOVW 5000, SMW68
ENI
PLS 0
MOVW SMW68, VW0
-I 500, VW0

Int_0

увеличение ширины импульса

Network 1 Network Title

Network Comment

LD SM0.0
+I 500, SMW70
PLS 0
DTCH 0

Int_1

уменьшение ширины импульса на 500 мс

Network 1 Network Title

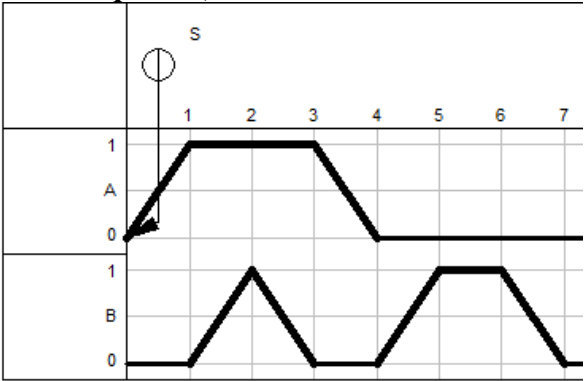
Network Comment

LD SM0.0
-I 500, SMW70
PLS 0
DTCH 0

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
1	2	3
ОПК-7 умением пользоваться компьютером как средством управления и обработки информационных массивов		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> – компьютерную технику – программные средства обработки массивов данных 	<p>Перечень теоретических вопросов к зачету:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Назначение и функции PLC в системах управления. 2. Требования к контроллеру. Составные части PLC 3. Рабочий цикл 4. Стандарт IEC 61131. Программирование. 5. Интеграция PLC в систему управления предприятием. 6. Место PLC в системе управления. Распределённые системы управления. 7. Требования техники безопасности. 8. Среда разработки STEP 7-Micro/WIN 32. 9. Установка коммуникационного соединения. 10. Языки программирования. 11. Редакторы LAD /STL/ FBD. 12. Символьная и абсолютная адресация. 13. Работа над проектом в STEP 7-Micro/WIN 32 (управление входами-выходами). 14. Конфигурирование ЦПУ. 15. Логические операции. 16. Технические средства систем управления с PLC. 17. Датчики технологических систем. 18. Исполнительные и сигнальные устройства. 19. Нормально разомкнутые и нормально замкнутые контакты, символы. 20. Результат логической операции RLO. 21. Обнаружение фронта сигнала. 22. Присвоение, установка, сброс. 23. Блокирование – самоподхват. 24. Установка/сброс триггера. 25. Двоичные логические операции и их комбинация.

		<p>26. Числовые операции. 27. Типы данных. Стандартные типы данных. 28. Целочисленные операнды. INT, DINT, REAL. 29. Двоично-десятичный код BCD для ввода/вывода целых чисел. 30. Форматы отображения (BOOL, BIN, HEX, DEC, FLOATING_POINT). 31. Загрузка и передача данных. 32. Структура памяти данных. 33. Адресация памяти CPU S7-22х. 34. Доступ к данным S7-200. 35. Типы переменных и адресация. 36. Прямое обращение к данным в областях памяти. 37. Перемещение данных. 38. Внутренние реле (маркеры). 39. Циклические прерывания. 40. Использование маркеров. 41. Таймеры. Типы таймеров. Таймеры с задержкой.</p>
<p>Уметь</p>	<ul style="list-style-type: none"> – квалифицированно применять компьютерную технику в своей научно-исследовательской работе – пользоваться программными средствами 	<p>Примерные практические задания для зачета: Разработать релейно-контактную схему управления пневмоприводом согласно диаграммы «перемещение-шаг»</p> 
<p>Владеть</p>	<ul style="list-style-type: none"> – компьютерными технологиями в сфере управления и обработки информационных массивов 	<p>Примерные задания на решение задач из профессиональной области</p> <p>Разработать программу учета числа автосамосвалов находящихся в карьере. Задастся что на загружаемых площадках у экскаваторов имеется место для N самосвалов.</p> <p>При въезде в карьер каждого автомобиля (E0.5) счетчик прибавляет к своему содержанию значение «1», а результат сложения выводится на индикацию. А при выезде автомобиля из карьера (E0.7) к содержанию счетчика прибавляется «-1».</p> <p>Контроллер сигнализирует о совпаде-</p>

		нии заданного и фактического значения. Это должно осуществляться при помощи светофора. Светофор зеленый (A0.2), если в карьере еще есть свободные места, светофор красный (A0.3), если все места заняты.
ПСК-10.4 способностью и готовностью создавать и эксплуатировать системы автоматизации технологических процессов, машин и установок горного производства		
Знать:	<ul style="list-style-type: none"> – основные определения, термины и понятия автоматизированных систем – методы построения систем автоматизации технологических процессов, машин и установок горного производства 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Накапливающие таймеры. Основные функции таймеров 2. Счётные функции PLC. 3. Основные функции счётчиков, используемые в процессах. 4. Применение основных функции счётчиков для управления процессами. 5. Применение комбинации функций счётчиков и таймеров для управления процессами. 6. Инструкции обработки данных. Математические инструкции. 7. Функции ADD и SUBSRACT, MULTIPLAY, DIVIDE, SQUARE ROOT. COMPARE. 8. Команды преобразования чисел. 9. Инструкции управления ходом выполнения программы. 10. Основные элементы программ. Jumps. LOOP. Subroutines. 11. Инструкции для работы с прерываниями. 12. Временное прерывание. Прерывание дискретных входов. Прерывание ввода/вывода. 13. Диагностика. Типы Ошибок. 14. Функции тестирования программного обеспечения. 15. Тестирование статуса программы. 16. Использование функций программного обеспечения: Forcing variables. 17. Форсирование входов и выходов, управление выходами в режиме STOP. 18. Диагностика с LED показом. Диагностика в режиме RUN. 19. Программируемые и непрограммируемые диагностические сообщения. 20. Аналоговые входы и выходы. 21. Масштабирование электрических единиц в «единицы PLC». 22. Аналоговые модули ввода-вывода. Разрешение аналоговых модулей. 23. Технические данные аналоговых мо-

		<p>дулей расширения. Настройка.</p> <ol style="list-style-type: none"> 24. Диагностические сообщения аналоговых модулей входа. 25. Автономные системы управления. 26. Подключение к контроллерам по PPI или MPI интерфейсам. 27. Текстовые дисплеи, текстовые и графические панели оператора, сенсорные панели и панели с встроенной клавиатурой. 28. Многофункциональные панели промышленные компьютеры, программаторы. Текстовые дисплеи TD200. 29. Системы управления, работающие в общей информационной сети. 30. Сетевой обмен данными. MPI. Сети полевого уровня. PROFIBUS. Industrial Ethernet. 31. Экспорт данных из PLC. Связь с HMI с использованием S7-200 OPC Server. 32. Обмен данными между Step7 и стандартными приложениями Windows (MS Excel). 33. Обмен данными между интеллектуальными партнерами на уровне подразделений предприятия и на промышленном полевого уровне. 34. Сеть с master- и slave-устройствами. Обмен данными посредством специализированных модулей. GPRS. GSM. 35. Библиотеки. Описание «Scale» библиотеки. 36. Какое наименьшее число шагов нужно для учета фактов возникновения сигнала в программе с шаговой структурой? 37. Какая существенная разница в работе таймера и счетчика 38. Можно ли с помощью одного счетчика вести расчет поступления и расходов заготовок на автоматической линии? 39. Какое минимальное количество флагов необходима для использования счетчика в программе с параллельной структурой? 40. Можно ли использовать счетчик без загрузки преселектора? 41. Можно ли на одном счетчике вычислять несколько действий?
Уметь:	– активно создавать и эксплуатировать	По данному фрагменту программы постройте диаграмму «перемещение – шаг» для гидро-

	<p>системы автоматизации технологических процессов,</p> <ul style="list-style-type: none"> – проектировать автоматизированные комплексы и машины горного производства 	<p>цилиндров А, В, С, D.</p>
<p>Владеть:</p>	<ul style="list-style-type: none"> – способностью и творчески создавать системы автоматизации технологических процессов – готовностью творчески эксплуатировать автоматизированные машины и установки горного производства 	<p><u>Примерное задание для решения задачи из профессиональной области</u></p> <p>Разработать систему сортировки деталей трех видов материалов по трем лоткам: черный металл - лоток №1, цветной металл - лоток №2, пластмасса - лоток №3. Система состоит из привода №1 –обеспечивающий направление к 1-му лотку, привода №2 - ко 2-му лотку, стопора, транспортера, кнопок «пуск» и «стоп», концевых датчиков приводов №1 и №2, сенсоров определения типа деталей сенсор №1 - любая деталь, сенсор №2 - деталь не из черного металла, сенсор №3 – пластмассовая деталь. При нажатии первой кнопки система обрабатывает одиночный цикл (сортирует одну деталь и останавливается). При нажатии второй кнопки система работает в автоматическом режиме, пока не получит 5 деталей одного типа. Третья кнопка используется для аварийной остановки системы. При появлении заготовки на ленте</p>

		<p>конвейера, он включается и включается стопор, который удерживает заготовку на входе в конвейер в течение 3 секунд. После этого стопор выключается и позволяет заготовке передвигаться на конвейере. В соответствии с типом детали приводы №1, №2 или ни один из них направляют деталь в соответствующий лоток. После опускания детали в лоток привод направления возвращается в исходное состояние. После завершения цикла работы системы конвейер автоматически останавливается. Последующее включение системы возможно только после ее выключения кнопкой «стоп».</p>
--	--	--

Методические рекомендации для подготовки к зачету

1. При подготовке к зачету у студента должен быть хороший учебник или конспект литературы, прочитанной по указанию преподавателя в течение семестра.
2. Вначале следует просмотреть весь материал по сдаваемой дисциплине, отметить для себя трудные вопросы. Обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения, используя при этом опорные конспекты лекций. При этом нужно обратить особое внимание на темы учебных занятий, пропущенных студентом по разным причинам.
3. При подготовке к зачету необходимо повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной рабочей программой дисциплины, примерным перечнем учебных вопросов, выносящихся на зачет и содержащихся в данной программе.
4. Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при решении задач у студента возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний. В своих вопросах студент должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения. За консультацией следует обращаться и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самопроверки.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Бергер Г. Автоматизация посредством STEP 7 с использованием STL и SCL и программируемых контроллеров SIMATIC S7-300/400. Siemens AG, Нюрнберг, 2001.

2. Программирование с помощью STEP 7 V5.3. Руководство 6ES7810-4CA07-8BW1. Siemens AG, Нюрнберг, 2004.

б) Дополнительная литература:

1. Альтерман И.З. Программируемые контроллеры Simatic Step-7. 1-ый уровень профессиональной подготовки. Москва. Siemens. 2011 г.
2. Альтерман И.З. Программируемые контроллеры Simatic Step-7. 2-й уровень профессиональной подготовки. Москва. Siemens. 2011 г.
3. Моделирование радиоэлектронных устройств при помощи программного комплекса ELECTRONICS WORKBENCH/ :Лабораторный практикум по дисциплинам Инженерное проектирование и САПР ЭМУ и ЭМП. /Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т; Сост. Г.С. Мухутдинова, Р.К. Фаттахов, АР. Набиуллин. -Уфа, 2005. - 31с.
4. Аветисян Д.А.. Основы автоматизированного проектирования электромеханических преобразователей. - М.: Высшая школа, 1998.
5. Быков В.П. Методическое обеспечение САПР в машиностроении. —Л.: Мир, 2001.
6. Автоматизированное проектирование и расчет характеристик электромеханических устройств с помощью программы MICROSOFT EXCEL. Методические указания для лабораторных работ по курсу Инженерное проектирование и САПР ЭМП /Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т; Сост. Г.С. Мухутдинова. -Уфа, 2003. - 20 с.
7. Проектирование топологии печатных плат в системе ACCEL EDA: Лабораторный практикум по дисциплинам Инженерное проектирование и САПР ЭМУ и ЭМП и Технология ЭЛА. /Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т; Сост. Г.С. Мухутдинова, А.Р. Валеев, Н.Л. Бабилова -Уфа, 2005. - 27с
8. Гольдберг О.Д., Гурин Я.С., Свириденко И.С. Проектирование электрических машин. М.: Высшая школа, 2001. 430с.
9. Малюх В. Н. Введение в современные САПР: Курс лекций — М.: ДМК Пресс, 2010. — 192 с. —[ISBN 978-5-94074-551-8](https://doi.org/10.1007/978-5-94074-551-8).

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Пакеты прикладных программ MathCAD, AutoCAD, PCAD, INVENTOR, KOMPAS, APM MinMACHINE, FLUID-SIM-H, FLUID-SIM-P, ANSYS, Microsoft Excel, Word

www.siemens.com/automation

<http://www.automation-drives.ru>

д) Периодически литература

- CADmaster» — бесплатный журнал, посвященный проблематике систем автоматизированного проектирования. Издается с 2000 года. Все статьи доступны в интернет-версии издания. Проверено 4 ноября 2010.
- «Каталог САПР» — первое русскоязычное периодическое издание в виде каталога по программам и производителям САПР. Выходит раз в 1,5 года. Информация о каталоге размещена на сайте проекта "CAD по-русски".
- «EDA Express» — бесплатный журнал о технологиях проектирования и производства электронных устройств. Первое издание — 2000 год. Публикации доступны на сайте журнала.

- «isicad.ru» — электронный журнал о САПР, PLM и ERP, выходящий с 2004 года. Публикации доступны на [сайте портала isicad](http://isicad.ru).
- «[Rational Enterprise Management](http://RationalEnterpriseManagement.com)» — информационно-аналитический журнал, посвященный вопросам комплексной автоматизации и информатизации промышленных предприятий.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Лекционная аудитория	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации, проекторы для восприятия лекционного материала
Лаборатория систем управления гидравлическими приводами	Стенды по следящему и пропорциональному гидроприводу – 2 шт.
Лаборатория моделирования и автоматизации процессов и машин	Стенд по регулируемому электроприводу
Аудитория для самостоятельной работ	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, FluidSim с выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета