

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет энергетический

Кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники

Направление подготовки 15.03.04 - Автоматизация технологических процессов
и производств

Направленность (профиль) образовательной программы: Автоматизация
технологических процессов и производств в энергетике

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

И.о. заведующего кафедрой

_____ А.А. Остапенко

« ____ » _____ 2017г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему: Модернизация системы управления лабораторного
электромеханического робота (комплексная выпускная квалифицированная
работа)

Исполнитель

студент группы 341об

подпись, дата

А.В. Медяник

Руководитель

доцент, канд. техн. наук

подпись, дата

М.Д. Штыкин

Консультант

по безопасности и

экологичности

доцент, канд. техн. наук

подпись, дата

А.Б. Булгаков

Нормоконтроль

профессор, д-р. техн. наук

подпись, дата

О.В. Скрипко

Благовещенск 2017

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники
Факультет энергетический

УТВЕРЖДАЮ

И.о. Заведующего кафедрой

_____ А.А. Остапенко

« _____ » _____ 2017г.

ЗАДАНИЕ

К выпускной квалификационной работе студента Медяник Аркадия Витальевича

1. Тема выпускной квалификационной работы Модернизация системы управления лабораторного электромеханического робота (комплексная выпускная квалифицированная работа)

(утверждена приказом от 07.12.16 № 2673-уч)

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы: 27.06.2017г.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе технические описания и инструкции по эксплуатации контроллера Siemens S7-200, данные преддипломной практики

4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов): Описание объекта модернизации; постановка задачи; анализ существующих систем; разработка подсистемы управления; разработка программы управления; безопасность и экологичность

5. Перечень материалов приложения: (наличие чертежей, таблиц, графиков, схем, программных продуктов, иллюстративного материала и т.п.) Кинематическая схема, траектория робота-манипулятора, внешний вид Simens S7-200; схема цепей управления, схема подключения робота манипулятора к стенду; принципиальная электрическая схема питания, схема включения концевых выключателей, схема ручного управления; внешний вид, план геймпада; внешний вид, схема модуля EM235; подключение модифицированной СУ к контролеру; программа управления манипулятором

6. Консультанты по выпускной квалификационной работе (с указанием относящихся к ним разделов) к.т.н., доцент кафедры БЖД А.Б. Булгаков

7. Дата выдачи задания 05.12.2016г.

Руководитель выпускной квалификационной работы: Михаил Дмитриевич Штыкин
доцент кафедры АППиЭ, канд.техн. наук

(фамилия, имя, отчество, должность, ученая степень, ученое звание)

Задание принял к исполнению

(дата): 05.12.2016г.

(подпись студента)

РЕФЕРАТ

Проект содержит 107 с., 64 рисунка, 12 таблиц, 10 источников

РОБОТ-МАНИПУЛЯТОР, МОНТАЖНАЯ СХЕМА, ОПТИЧЕСКАЯ ПАРА, КОНТРОЛЛЕР SIEMENS S7-200, ЭЛЕКТРОПРИВОД, СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ, ПОТЕНЦИОМЕТР, СХЕМА СОЕДИНЕНИЙ, ПАКЕТ ПРОГРАММИРОВАНИЯ STEP 7, ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ МОДУЛЬ EM-235.

Проведено исследование существующей робототехнической классификации. Изучена существующая база для модернизации действующего лабораторного стенда «Робот-манипулятор». Произведен выбор и разработка системы управления. Доработана существующая схема коммутации и питания приводов. Изучен пакет программирования STEP 7. Разработана программа управления роботом на базе контроллера Siemens S7-200.

Введение	6
1. Описание объекта модернизации	7
1.1 Описание электромеханического робота	7
1.2 Описание контроллера SiemensS7 – 200	8
2. Постановка задачи	10
2.1 Система управления	10
2.2 Недостатки системы управления, предложение по модернизации	13
3. Анализ существующих систем	16
3.1 Организация питания	16
3.2 Подключение пульта ручного управления	18
3.3 Подключение электроприводов	19
3.4 Подключение платы коммутации	22
3.5 Подключение контроллера	26
3.6 Кинематическая схема	28
4. Разработка подсистемы управления	31
4.1 Выбор системы управления	31
4.2 Обоснование установки дополнительного модуля	33
4.3 Разработка схем соединения	37
4.4 Включение модифицированной СУ в состав робота	44
5. Разработка программы управления	47
5.1 Описание принципов программирования STEP 7	47
5.2 Пакет программирования STEP 7-Micro/WIN	49
5.3 Описание основных подпрограмм	54
5.4 Разработка программы управления	64
6. Безопасность и экологичность	68
6.1 Безопасность проекта	70
6.2 Эргономичность проекта	74
6.3 Чрезвычайные ситуации (ЧС)	77

Заключение	80
Библиографический список	81
Приложение А. Техническое задание на разработку	82
Приложение Б. Код программы управления	91

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в различных областях науки и техники стали широко использоваться роботы, и для человека это имеет особое значение. Автоматизация позволяет обеспечить сокращение затрат, совершенствование производства, сокращение потерь времени и использования технологического оборудования. Главное выбрать не только робота, но и систему управления им. Автоматизация технологических процессов состоит в проектировании и построении систем автоматического регулирования и программно-логического управления.

В данной работе была модернизирована система управления электромеханического лабораторного робота, включающего в себя лабораторный объект управления (робот-манипулятор) пульт контроля и управления, и система управления на основе контроллера Siemens S7-200. Управляющая аппаратура позволяют реализовывать все основные виды управления: ручное и управление по программе с переходами по координатам и по условию.

1 ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

1.1 Описание электромеханического робота

В данном проекте в качестве объекта автоматизации рассматривается лабораторный стенд «робот-манипулятор». Для его управления используется контроллер фирмы SIEMENS - S7 200. На рисунке 1 представлен внешний вид установки.

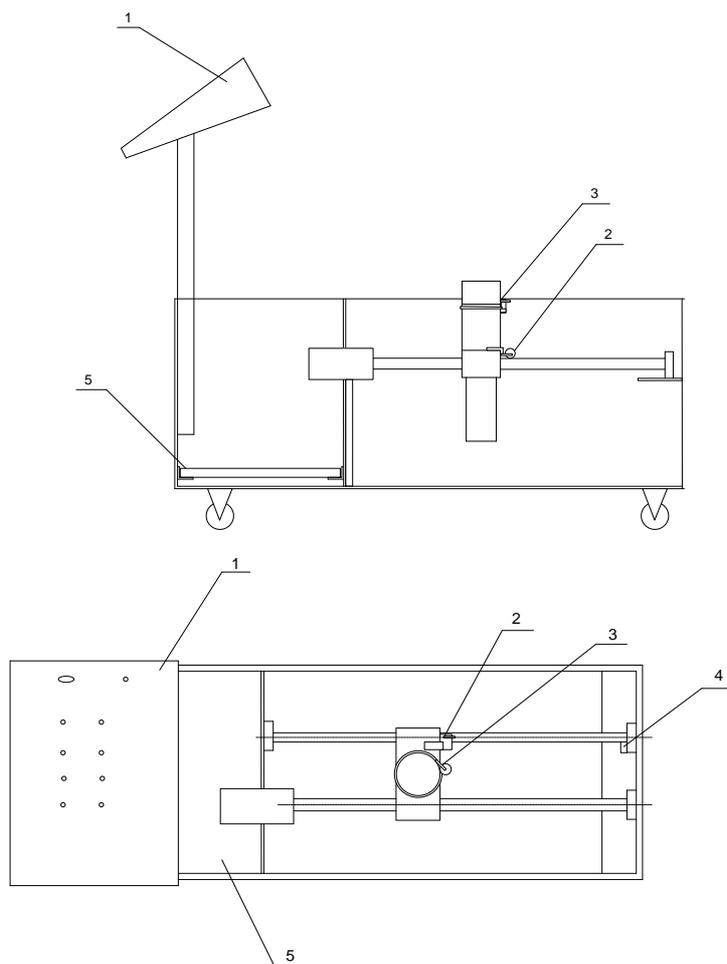


Рисунок 1 – Внешний вид робота-манипулятора

Обозначения на рисунке 1:

- 1) пульт ручного управления;
- 2) размещение оптического датчика по ординате X;
- 3) размещение оптического датчика по ординате Y;
- 4) размещение концевого выключателя по ординате X;
- 5) размещение монтажной платы системы коммутации и питания.

Робот и контроллер соединяются многожильным кабелем с отдельными штыревыми разъемами по каждому проводу на стороне контроллера. Это обеспечивает независимость и универсальность стенда. Поэтому все необходимые входы – выходы, которые связываются между собой соединительными проводами, вынесены на соответствующие панели.

На панели микроконтроллера расположены входы – выходы для приема и передачи дискретных сигналов +24 В. Также там расположены программируемые кнопки. Для подключения различных вспомогательных устройств на этой панели расположены выходы питания и клеммы заземления.

Манипулятор состоит из трех кинематических пар: вращательной S2 и поступательных S1 и S3, а также механизма изменения положения рабочего органа S4. Рабочий орган представляет собой соленоид, благодаря которому объект может занимать два положения: «втянут» и «выдвинут».

1.2 Описание контроллера Siemens S7 – 200

Программируемые контроллеры семейства S7-200 имеют модульную конструкцию, для создания относительно простых систем автоматического управления являются безупречным средством сочетая в себе минимальные затраты на покупку оборудования и разработку системы. Они могут работать как в реальном масштабе времени, так и могут быть использованы для построения узлов локальной автоматики или узлов комплексных систем управления. Ниже, на рисунке 2 изображен внешний вид ПЛК Siemens S7 – 200.

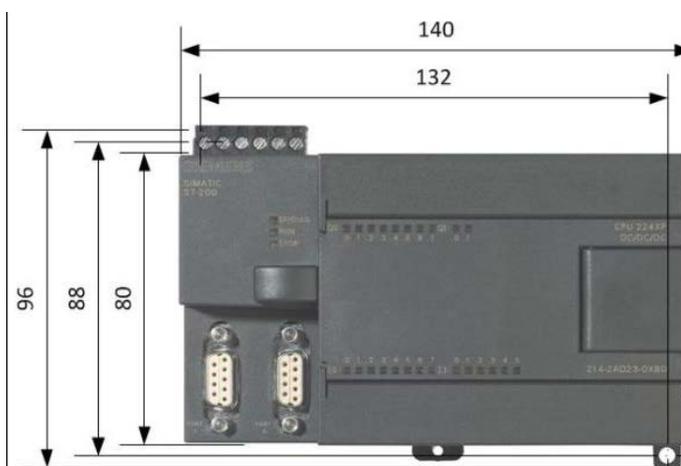


Рисунок 2 – Внешний вид ПЛК Siemens S7 – 200

Уникальные особенности семейства S7-200:

- время выполнения 1 К логических инструкций не превышает 0.22 мс;
- наличие скоростных счетчиков внешних событий;
- наличие быстродействующих входов аппаратных прерываний;
- возможность наращивания количества обслуживаемых каналов ввода-вывода (за исключением систем на основе CPU 221);
- наличие импульсных выходов;
- потенциометры аналогового задания цифровых параметров;
- мощный набор инструкций языка программирования;
- один или два порта RS 485 универсального назначения;
- дружественная оболочка программирования STEP 7 Micro/ WIN;
- трехуровневая парольная защита программ пользователя;
- возможность работы с устройствами человеко-машинного интерфейса.

Программируемые контроллеры SIMATIC S7-200 предназначены для создания систем автоматического управления и регулирования, для частей производственного процесса, и так же отдельных производственных машин. На их основе создаются эффективные управляющие устройства, преимуществом которых является относительно невысокая стоимость. Контроллеры S7-200 могут решать широкий спектр задач управления. От построения автономных систем управления до замены простых релейно-контактных схем или создания интеллектуальных устройств систем распределенного ввода-вывода.

Программируемые контроллеры S7-200 применяются там, где важным требованием к системе управления является именно низкая стоимость. Они находят применение для управления:

- электротехническим оборудованием и аппаратурой.
- обменом данными через модем;
- оборудованием пищевой промышленности;
- лабораторным оборудованием [1].

2 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

2.1 Система управления

Система управления служит для включения-выключения электроприводов и построена на реле РЭС-22 концевых выключателях двигателей и кнопках КП-3.

Каждая из кнопок отвечает за включение приводов в одном из направлений. Переключатель КП-1 служит для переключения манипулятора из автоматического (управление от контроллера) в ручной режим. Реле РЭС-22 необходимы для коммутации приводов, а также для организации системы взаимной блокировки.

Схема цепей управления представлена на рисунке 3.

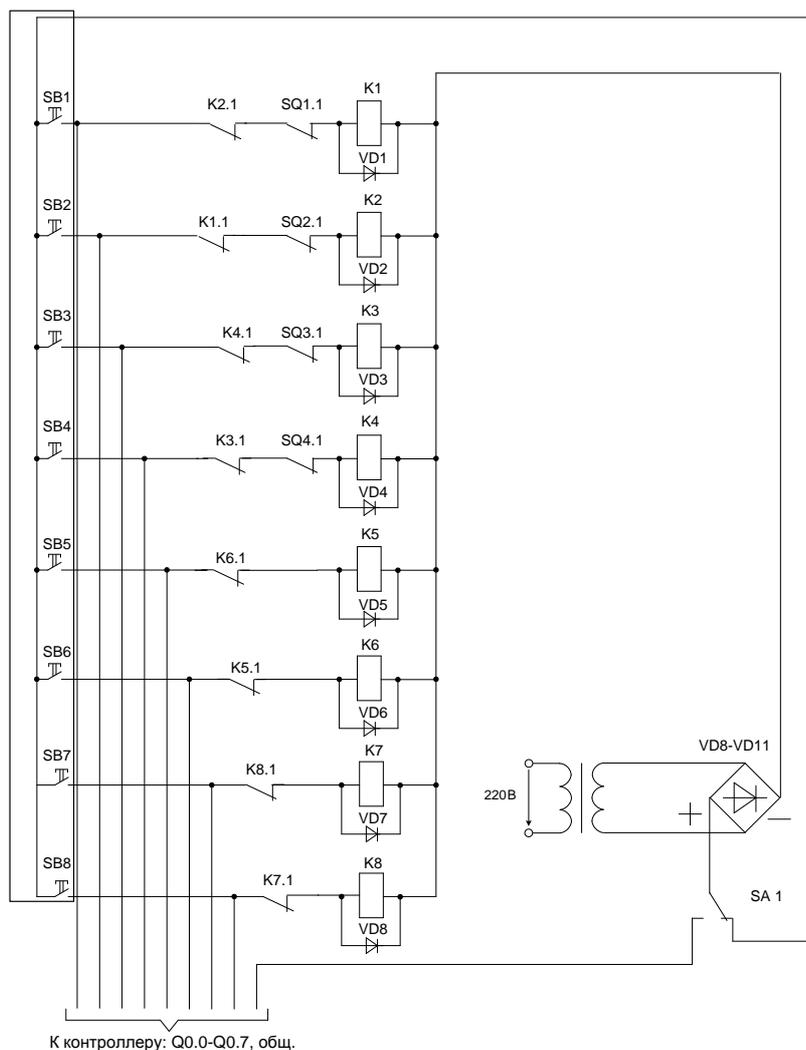


Рисунок 3 – Схема цепей управления

К стенду с контролером Siemens S7-200 робот манипулятор присоединяется при помощи многожильного кабеля, на одной стороне которого располагаются штекеры для подключения к гнездам лабораторного стенда. Нумерация штекеров приведена в таблице 1.

Таблица 1- Нумерация штекеров

№	Тип	Назначение
1	2	3
1	Вход	Концевой выключатель по часовой
2	Вход	Концевой выключатель справа
3	Вход	Датчик поворота по окружности
4	Вход	Датчик движения по горизонтали
5	Вход	Датчик движения по высоте
6	Вход	Концевой выключатель верхний
7	Вход	Концевой выключатель нижний
8	Вход	Концевой выключатель слева
9	Вход	Концевой выключатель против часовой
1А	Вход	Включен привод по X вперед
2А	Вход	Включен привод по Y по часовой
3А	Вход	Включен привод по Z вверх
4А	Вход	Шток «втягивается» (сол. под напряжением)
5А	Вход	Шток «выдвигается» (сол. под напряжением)
П	Вход	Кнопка «память»
10	Вход	Общий входов
11	Выход	Реле поворота по часовой (Y)
12	Выход	Реле поворота против часовой (Y)
13	Выход	Реле пуска влево (X)
14	Выход	Реле пуска вправо (X)
15	Выход	Общий (GND)
16	Выход	Реле пуска вниз (Z)

Входы и выходы контроллера используются следующим образом.

I1.2 - сигнал перевода в позицию 0;

I0.0 - сигнал с датчика X;

I0.1 - сигнал с датчика Y;

I0.2 - сигнал с датчика Z;

I0.3 - КВ X вперед;

I0.4 - КВ X назад;

I0.5 - КВ Y по часовой;

I0.6 - КВ Y против часовой;

I0.7 - КВ Z вверх;

I1.0 - КВ Z вниз;

Q0.0 - выход X пуск назад;

Q0.1 - выход X пуск вперед;

Q0.2 - выход Y пуск против часовой;

Q0.3 - выход Y пуск по часовой;

Q0.4 - выход Z пуск вниз;

Q0.5 - выход Z пуск вверх;

Q0.6 – втянуть шток соленоида;

Q0.7 – выдвинуть шток соленоида.

2.2 Недостатки системы управления и предложение по ее модернизации

Системы неавтоматического (ручного) управления - такие СУ, в которых все функции управления и контроля выполняются людьми (без ЭВМ и средств диспетчеризации). В процессе подготовки к управлению технологическим оборудованием технолог разрабатывает алгоритм выполнения операций, устанавливает их параметры и характеристики, продолжительность операций и записывает в технологической карте. По факту технология является алгоритмом управления. Оператор вручную управляет технологическим оборудованием в соответствии с разработанной технологией. Т.е. он посредством сигналов

образует цепь управления технологическим оборудованием. Фактическое выполнение команд управления фиксирует оператор, образуя тем самым цепь обратной связи.

Система автоматического управления (САУ) поддерживает или улучшает функционирование управляемого объекта. В ряде случаев вспомогательные для САУ операции (пуск, остановка, контроль, наладка и т.д.) также могут быть автоматизированы. САУ функционирует в основном в составе производственного или какого-либо другого комплекса.

В имеющемся лабораторном стенде пульт ручного управления подключён к блоку питания схеме коммутации и контроллеру Siemens S7-200. Подключение произведено с помощью разъёма, изображённого на рисунке 5.

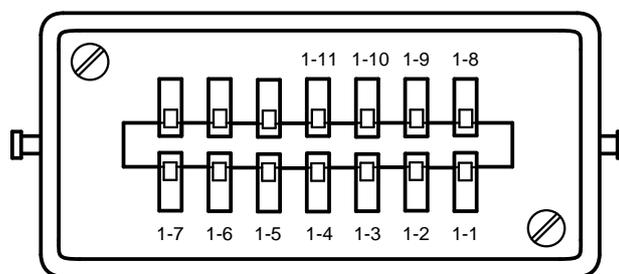


Рисунок 5 – Схема разъёма пульта ручного управления

Разводка разъёма пульта ручного управления приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Таблица подключений разъёма пульта ручного управления

Обозначение	От куда	Куда
1	2	3
1-2	От кнопки SB 1 (вправо)	К разъёму 3-7
1-3	От кнопки SB 2 (влево)	К разъёму 3-5
1-4	От кнопки SB3 (по часовой стрелке)	К разъёму 3-9
1-5	От кнопки SB4 (против часовой стрелки)	К разъёму 3-11

1	2	3
1-6	От кнопки SB 5 (вверх)	К контакту реле К 5.1
1-7	От кнопки SB6 (вниз)	К контакту реле К 6.1
1-8	От кнопки SB7 (выключить соленоид)	К разъёму 2-13
1-9	От кнопки SB8 (включить соленоид)	К разъёму 2-12
1-10	От переключателя SA 1	К разъёму 3-2
1-11	От разъёма 8-1	К разъёмам 4-1 – 4-5

Недостатками ручного управления являются:

- оператор не в состоянии непрерывно наблюдать за технологическим процессом, следовательно, возможны ошибки в процессе регулирования и, как следствие, отклонение управляемой величины $Y(t)$ от желаемого значения;

- оператор сам определяет как величину, так и закон перестановки регулирующего органа, а значит, возможны ошибки, которые зависят от опытности оператора (человеческий фактор).

Таким образом, ручное управление сопряжено со значительными ошибками регулирования.

В данном курсовом проекте рассмотрен такой недостаток ручного управления как малая продуктивность. В исследуемом лабораторном стенде устаревший и малоэффективный пульт управления, модернизация которого и есть цель ВКР. Было принято решение использовать в качестве СУ геймпад, представляющий собой игровой штурвал подключаемый к ПК с большим количеством кнопок и подключаемыми к нему через com порт педалями. Использованием потенциометров и большого разнообразия кнопок можно получить более современную и функциональную систему управления.

3 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СИСТЕМ

3.1 Организация питания

Блок питания предназначен для формирования необходимых питающих напряжений всех функциональных блоков робота. Он смонтирован отдельным блоком, располагается в нижней части управляющей стойки (Рисунок 6).

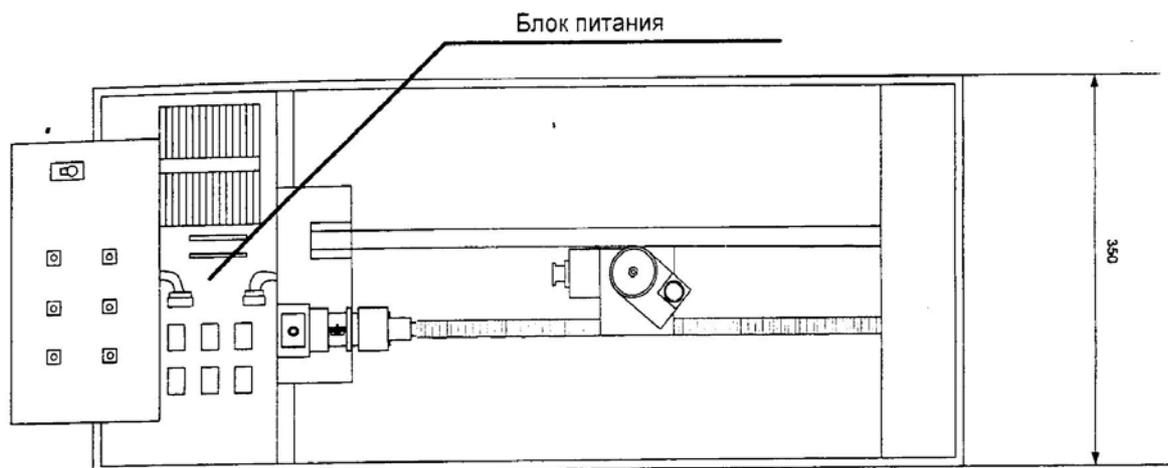


Рисунок 6 – Расположение блока питания

Блок питания состоит из трансформатора, двух диодных мостов, расположенных на одной плате и емкостных фильтров к ним.

Трансформатор крепится при помощи четырёх болтов М8×30 на плате питания. Сам трансформатор изображён на рисунке 7.

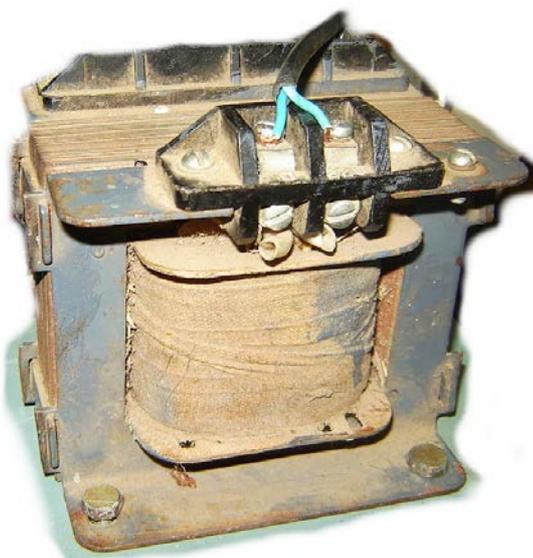


Рисунок 7 – Внешний вид трансформатора

С трансформатора снимается напряжение двух уровней: 12 В и 24 В.

Диодные мосты служат для выпрямления напряжения, подаваемого с трансформатора. Для выравнивания уровня выдаваемого напряжения используются ёмкостные фильтры.

Для построения диодных мостов используются диоды Д204, оптимально подходящие для данных уровней напряжения и тока. Схема диодного моста показана на рисунке 9.

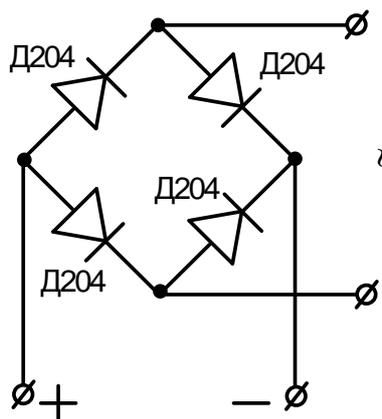


Рисунок 9 – Схема диодного моста, построенного на диодах Д204

Для дальнейшего сглаживания характеристик мостов используем параллельно им включенные конденсаторы 50В×2000мкФ. Схема выпрямителя показана на рисунке 10.

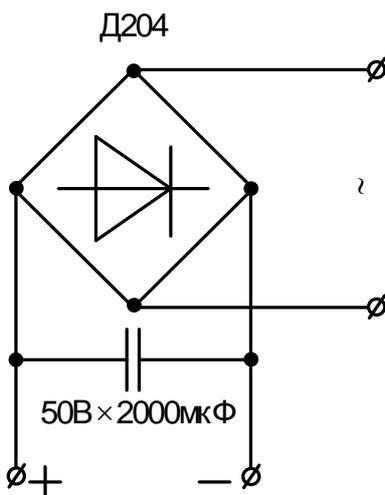


Рисунок 10 – Схема включения ёмкостного фильтра

Принципиальная электрическая схема питания изображена на рисунке 11.

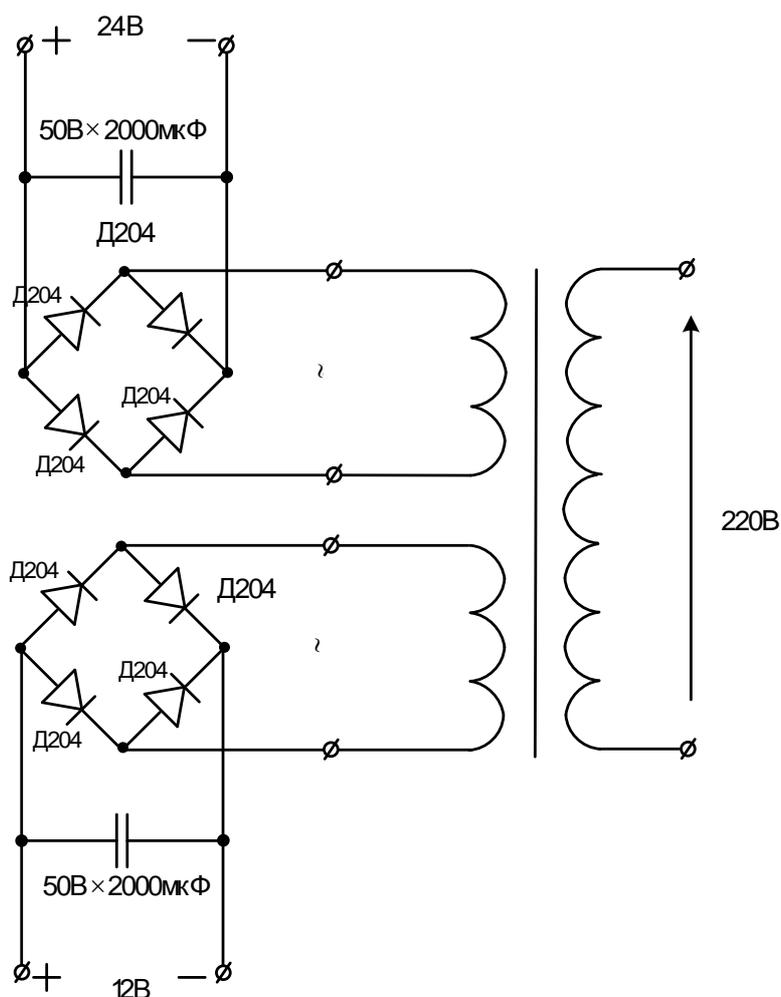


Рисунок 11 – Принципиальная электрическая схема питания

Диодные мосты и ёмкостные фильтры располагаются на одной плате и крепятся к плате питания при помощи двух шурупов.

Все питающие напряжения снимаются с общего трансформатора и подаются на соответствующие диодные мосты, затем фильтруются и через разъемы попадают на все функциональные блоки робота.

3.2 Подключение пульта ручного управления

Пульт ручного управления подключён к блоку питания схеме коммутации и контроллеру Siemens S7-200. Подключение произведено с помощью разъёма, изображённого на рисунке 12.

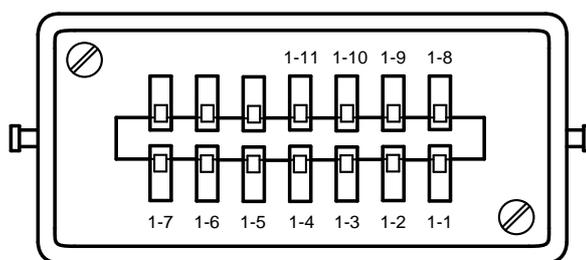


Рисунок 12 – Схема разъёма пульта ручного управления

Разводка разъёма пульта ручного управления приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Таблица подключений разъёма пульта ручного управления

Обозначение	От куда	Куда
1-1	От переключателя SA 1	К разъёму 3-1
1-2	От кнопки SB 1 (вправо)	К разъёму 3-7
1-3	От кнопки SB 2 (влево)	К разъёму 3-5
1-4	От кнопки SB 3 (по часовой стрелке)	К разъёму 3-9
1-5	От кнопки SB 4 (против часовой стрелки)	К разъёму 3-11
1-6	От кнопки SB 5 (вверх)	К контакту реле К 5.1
1-7	От кнопки SB 6 (вниз)	К контакту реле К 6.1
1-8	От кнопки SB 7 (выключить соленоид)	К разъёму 2-13
1-9	От кнопки SB 8 (включить соленоид)	К разъёму 2-12
1-10	От переключателя SA 1	К разъёму 3-2
1-11	От разъёма 8-1	К разъёмам 4-1 – 4-5

3.3 Подключение электроприводов

Электропривода подключаются к схеме коммутации. Подключение произведено с помощью разъёма, изображённого на рисунке 13.

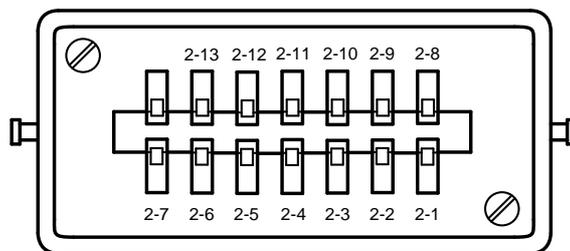


Рисунок 13 – Схема разъёма электроприводов

Разводка разъёма электроприводов приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Таблица подключений разъёма электроприводов

Обозначение	От куда	Куда
1	2	3
2-1	От двигателя М 1 (якорь)	К разъёму 3-2
2-2	От двигателя М 1 (обмотка)	К контакту реле К 2.2
2-3	От двигателя М 1 (обмотка)	К контакту реле К 1.2
2-4	От двигателя М 2 (якорь)	К разъёму 3-2
2-5	От двигателя М 2 (обмотка)	К контакту реле К 4.2
2-6	От двигателя М 2 (обмотка)	К контакту реле К 3.2
2-7	От двигателя М 3 (якорь)	К разъёму 3-2
2-8	От двигателя М 3 (обмотка)	К контакту реле К 6.2
2-9	От двигателя М 3 (обмотка)	К контакту реле К 5.2
2-10	От концевого выключателя SQ 5	К реле К 9

1	2	3
2-11	От концевого выключателя SQ 6	К реле К 10
2-12	От соленоида (включить)	К контакту реле К 8.1
2-13	От соленоида (выключить)	К контакту реле К 7.1

Для предотвращения продолжения работы двигателей при достижении ими крайних положений в систему коммутации электроприводов включена система концевых выключателей.

Нужно отметить, что на электроприводе МЗК-3 в силовую цепь установлены концевые выключатели. Схема их включения показана на рисунке 14.

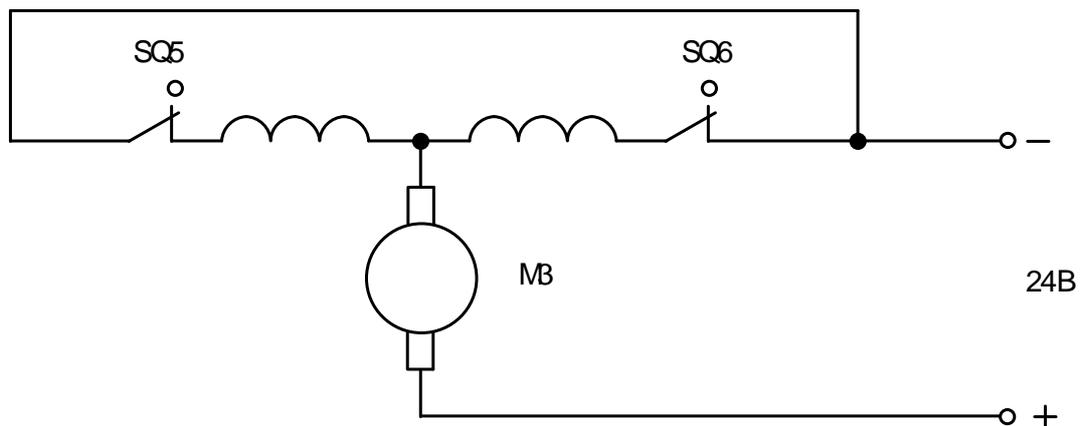


Рисунок 14 – Схема включения концевых выключателей в силовую цепь на двигателе МЗК-3

Остальные четыре концевых выключателя (по два на горизонтальной оси и по окружности) установлены на неподвижных платформах, и включены в управляющую цепь [3].

Общая схема ручного управления показана на рисунке 15.

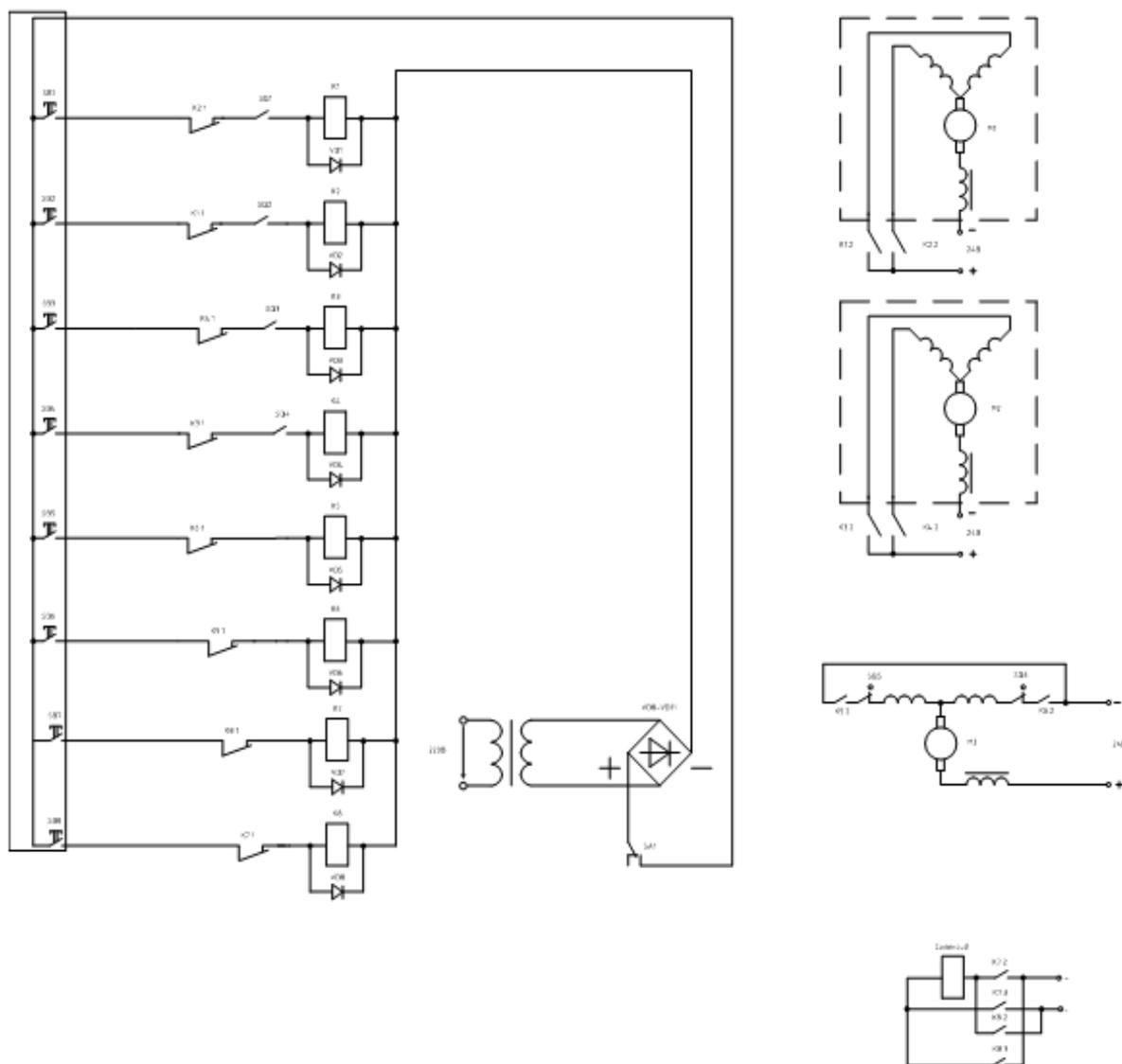


Рисунок 15 – Схема ручного управления

3.4 Подключение платы коммутации

Плата коммутации подключается к плате выпрямителя и концевым выключателям SQ 1 – SQ 4. Подключение произведено с помощью клеммника, изображённого на рисунке 16.

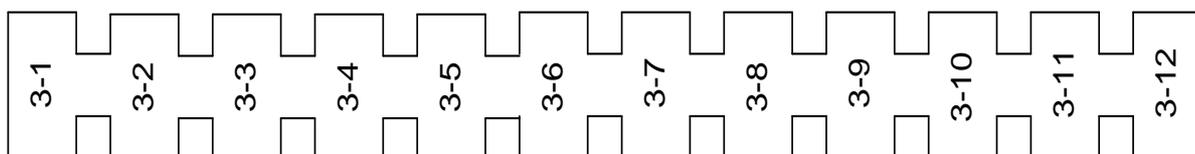


Рисунок 16 – Схема клеммника платы коммутации

Разводка клеммника платы коммутации приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Таблица подключений клеммника платы коммутации

Обозначение	От куда	Куда
3-1	От диодного моста («+24 В»)	К разъёму 1-1
3-2	От диодного моста («-24 В»)	К реле К 1 – К 10
3-3	От диодного моста («+12 В»)	К контактам реле К 7.2 и К 8.3
3-4	От диодного моста («-12 В»)	К контактам реле К 7.3 и К 8.2
3-5	От концевого выключателя SQ 1	К разъёму 1-3
3-6	От концевого выключателя SQ 1	К контакту реле К 2.1
3-7	От концевого выключателя SQ 2	К разъёму 1-2
3-8	От концевого выключателя SQ 2	К контакту реле К 1.1
3-9	От концевого выключателя SQ 3	К разъёму 1-5
3-10	От концевого выключателя SQ 3	К контакту реле К 4.1
3-11	От концевого выключателя SQ 4	К разъёму 1-4
3-12	От концевого выключателя SQ 4	К контакту реле К 3.1

Датчики подключаются к схеме коммутации, а также к схеме обработки сигналов датчиков.

Разводка разъёма электроприводов приведена в таблице 7.

Таблица 7 – Таблица подключений разъёма датчиков

Обозначение	От куда	Куда
1	2	3
4-1	От концевого выключателя SQ 7 (общий «+24 В»)	К разъёму 1-11
4-2	От концевого выключателя SQ 8 (общий «+24 В»)	К разъёму 1-11
4-3	От концевого выключателя SQ 9 (общий «+24 В»)	К разъёму 1-11
4-4	От концевого выключателя SQ 10 (общий «+24 В»)	К разъёму 1-11
4-5	От разъёма 5-4	К разъёму 1-11
4-6	От разъёма 5-1	К разъёму 6-2
4-7	От разъёма 5-5	К разъёму 3-3
4-8	От концевого выключателя SQ 7	К разъёму 6-4
4-9	От концевого выключателя SQ 8	К разъёму 6-5
4-10	От концевого выключателя SQ 9	К разъёму 6-6

1	2	3
4-9	От концевого выключателя SQ 8	К разъёму 6-5
4-10	От концевого выключателя SQ 9	К разъёму 6-6
4-11	От концевого выключателя SQ 10	К разъёму 6-7
4-12	От разъёма 5-2	К разъёму 6-1
4-13	От разъёма 5-3	К разъёму 6-3
4-14	От разъёма 5-6	К разъёму 3-4

Схема обработки сигналов датчиков подключаются к схеме коммутации и к самим датчикам. Подключение произведено с помощью разъёма, изображённого на рисунке 18.

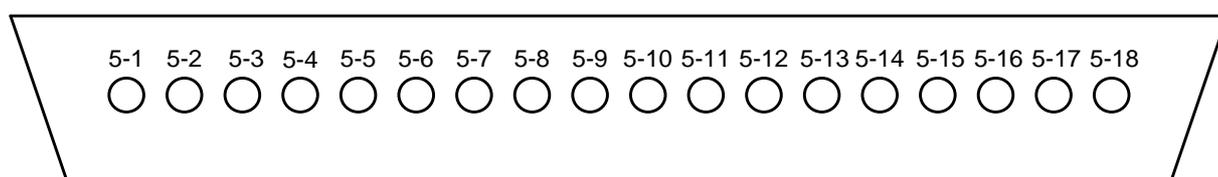


Рисунок 18 – Чертеж разъёма схемы обработки сигналов датчиков

Разводка разъёма схемы обработки сигналов датчиков приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Таблица подключений разъёма схемы обработки сигналов датчиков

Обозначение	От куда	Куда
1	2	3
5-2	От разъёма 4-12	К транзистору VT2 (Э)
5-3	От разъёма 4-13	К транзистору VT3 (Э)

1	2	3
5-1	От разъёма 4-6	К транзистору VT1 (Э)
1	2	3
5-4	От разъёма 4-5	К резисторам R4, R5, R6
5-5	От разъёма 4-7	К резисторам R1, R2, R3
5-6	От разъёма 4-14	К разъёмам 5-7 – 5-9
5-18	От фотодиода датчика по Z (+)	К резистору R6

3.5 Подключение контроллера

Контроллер подключается ко всем электрическим узлам робота-манипулятора, но в основном все подключения происходят через плату коммутации, так как к ней подключены все узлы. К плате коммутации подключение производится через разъём «Плата коммутации – контроллер», показанный на рисунке 19 [4].

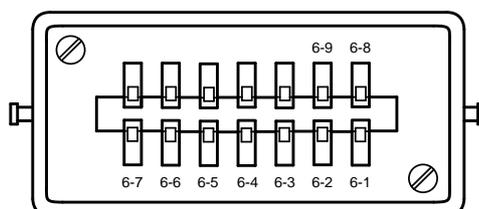


Рисунок 19 – Схема разъёма «Плата коммутации – контроллер»

Разводка разъёма «Плата коммутации – контроллер» приведена в таблице 9.

Таблица 9 – Таблица подключений разъёма «Плата коммутации – контроллер»

Обозначение	От куда	Куда
1	2	3
6-1	От разъёма 7-4	К разъёму 4-12

1	2	3
6-2	От разъёма 7-5	К разъёму 4-6
6-3	От разъёма 7-3	К разъёму 4-13
6-4	От разъёма 7-8	К разъёму 4-8
6-5	От разъёма 7-2	К разъёму 4-9
6-6	От разъёма 7-9	К разъёму 4-10
6-7	От разъёма 7-1	К разъёму 4-11
6-8	От разъёма 7-7	К контакту реле К 9.1
6-9	От разъёма 7-6	К контакту реле К 10.1

К входам контроллера подключение производится через разъёмы «IN 1» и «IN 2». Их схема показана на рисунке 20.

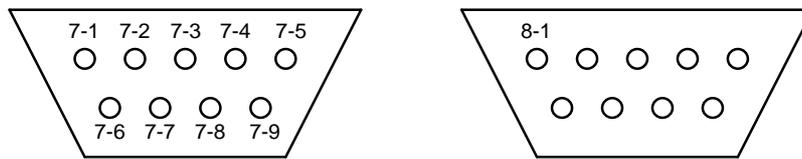


Рисунок 20 – Схема разъёмов «IN 1» и «IN 2»

Разводка разъёмов «IN 1» и «IN 2» приведена в таблице 10.

Таблица 10 – Таблица подключений разъёмов «IN 1» и «IN 2»

Обозначение	От куда	Куда
1	2	3
7-1	От разъёма 6-7	К контроллеру («I0.6»)
7-2	От разъёма 6-5	К контроллеру («I0.4»)
7-3	От разъёма 6-3	К контроллеру («I0.0»)
7-4	От разъёма 6-1	К контроллеру («I0.2»)

1	2	3
7-5	От разъёма 6-2	К контроллеру («I0.1»)
7-6	От разъёма 6-9	К контроллеру («I1.0»)
7-7	От разъёма 6-8	К контроллеру («I0.7»)
7-8	От разъёма 6-4	К контроллеру («I0.3»)
7-9	От разъёма 6-6	К контроллеру («I0.5»)
8-1	От разъёма 1-12	К контроллеру («I+24»)

К выходам контроллера подключение производится через разъём «OUT». Его схема показана на рисунке 21.

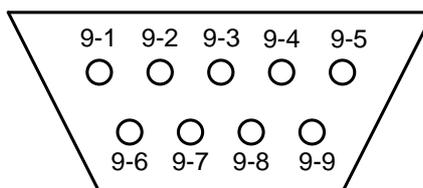


Рисунок 21 – Схема разъёма «OUT»

Разводка разъём «OUT» приведена в таблице 11.

Таблица 11 – Таблица подключений разъёмов «IN 1» и «IN 2»

Обозначение	От куда	Куда
9-1	От разъёма 1-4	К контроллеру («Q0.3»)
9-2	От разъёма 1-5	К контроллеру («Q0.2»)
9-3	От разъёма 1-3	К контроллеру («Q0.0»)
9-4	От разъёма 1-2	К контроллеру («Q0.1»)
9-5	От переключателя SA 1	К контроллеру 1L

3.6 Кинематическая схема

Кинематическая структура рабочих органов робота-манипулятора имеет вид, показанный на рисунке 22.

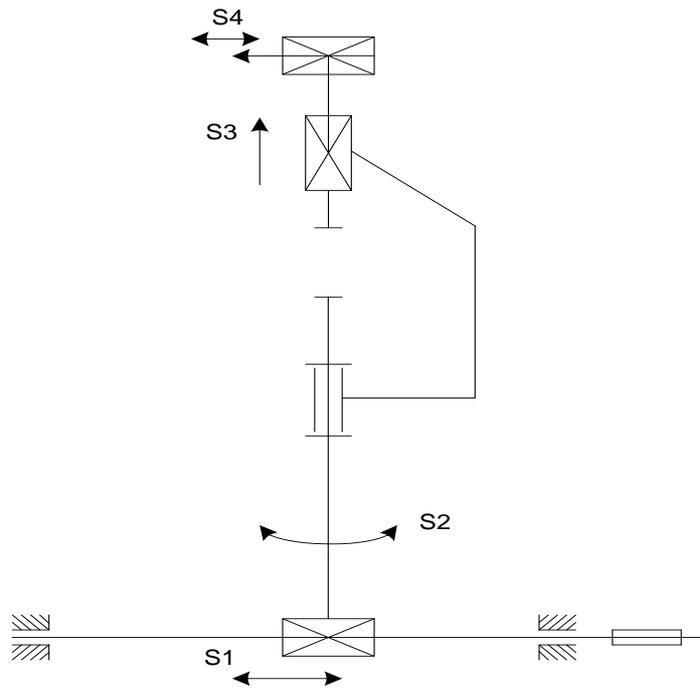


Рисунок 22 – Кинематическая схема

Манипулятор состоит из трех кинематических пар: вращательной $S2$ и поступательных $S1$ и $S3$, а также механизма изменения положения рабочего органа (пишущей насадки) $S4$. Последний представляет собой соленоид, благодаря которому рабочий орган может занимать два положения: «втянут» и «выдвинут».

Соответствующая траектория робот-манипулятор предоставлена на рисунке 23.

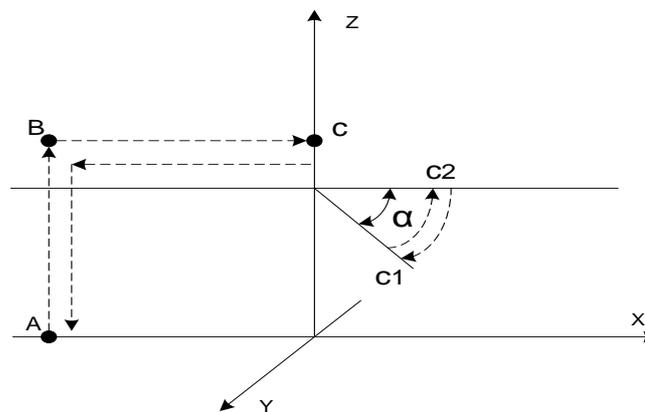


Рисунок 23 – Траектория робота-манипулятора

Отрезок AB - в перемещении участвует кинематическая пара $S3$ (перемещение по оси Z).

Отрезок ВС - в перемещении участвует кинематическая пара S1 (перемещение по оси X).

Отрезок C1C2 - в перемещении участвует кинематическая пара S2 (вращение по оси Y).

Для отключения электроприводов при достижении ими крайних положений в систему коммутации электроприводов включены концевые выключатели.

На электроприводе МЗК – 3 концевые выключателя установлены в силовой цепи. Остальные четыре концевых выключателя (по на горизонтальной оси и по окружности) установлены на неподвижных платформах, и включены в управляющую цепь [5].

Схема силовых цепей робота-манипулятора показана на рисунке 24.

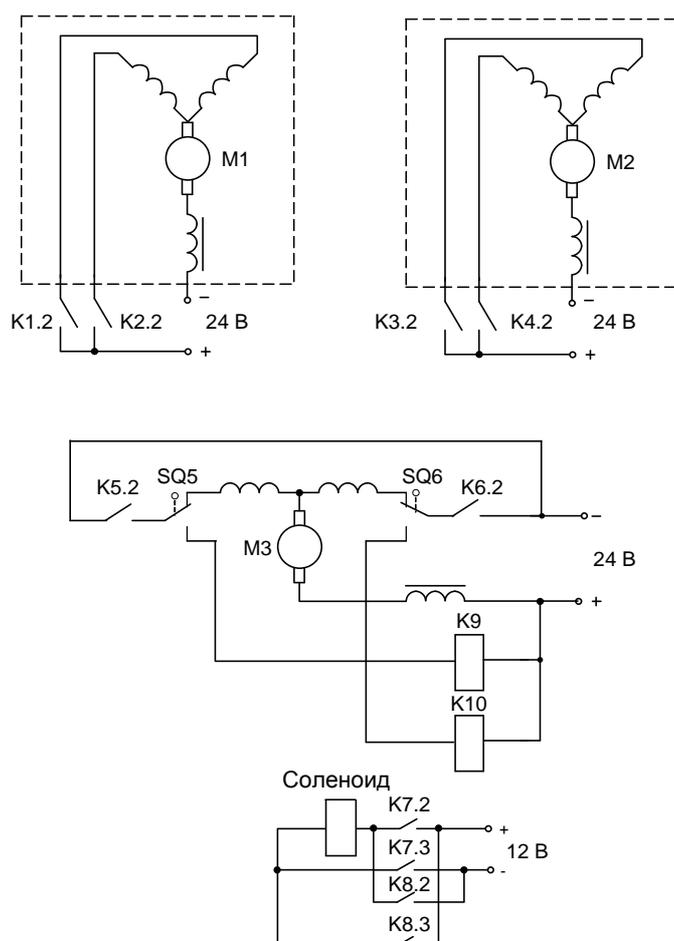


Рисунок 24 – Схема силовых цепей

4 РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

4.1 Выбор средств управления

В системах электроснабжения в автоматизированных электроприводах применяют различные электрические и электронные аппараты. Эти аппараты отличаются между собой устройством, принципом работы, конкретным назначением и областью применения, номинальными параметрами, техническими характеристиками, а также графическими буквенными обозначениями.

Современные высокие требования к качеству технологического процесса и производительности различных механизмов могут быть обеспечены только на основе применения автоматизированных электроприводов. Многие отобранные к изучению в данном учебном пособии электрические и электронные аппараты и образуют такую промышленную электромеханическую систему – автоматизированный электропривод. Успех работы автоматизированного электропривода зависит в значительной мере от индивидуальных свойств всех отдельных аппаратов, отдельных устройств и от совокупности их работы.

Для понимания современных электросистем автоматизированного электропривода, умения их анализировать и рассчитывать необходимо знать кроме устройства и принципа работы аппаратов и их функциональные свойства относительно входных и выходных параметров.

К электрическим аппаратам ручного управления относят рубильники, переключатели, выключатели, пакетные выключатели и контроллеры. Рубильники и переключатели предназначены для периодического (редкого) включения (отключения) - коммутации

Пакетные выключатели и переключатели предназначены для периодической коммутации силовых и управления вспомогательных электрических цепей при силе номинального тока до 360 А.

Пакетные выключатели бывают одно-, двух-, трех- и многополюсные с числом коммутационных положений не более четырех.

Кнопки управления предназначены для коммутации электрических цепей управления контакторов, магнитных пускателей, реле и звуковых сигналов при номинальном токе до 5 А, но при большом числе включений. Кнопка управления состоит из двух пар контактов с одним или двумя контактными мостиками, смонтированными на общем основании и создающими один замыкающий и один размыкающий контакты. Контакты переключают нажатием на толкатель, удерживаемый пружиной в исходном (верхнем) положении. Контроллер (от одноименного английского слова - управитель) - электроаппарат с большим числом контактов, коммутирующий силовые электрические цепи. Контроллер предназначен для одновременного переключения нескольких электрических цепей: силовых, возбуждения и управления электроприводом для осуществления пуска, регулирования рабочей скорости, электрического торможения, остановки и реверсирования механизма крана.

По принципу работы различают два вида контроллеров: силовые непосредственно ручного управления и командо-контроллеры дистанционного управления.

В ВКР было принято решение в качестве средства управления выбрать геймпад - тип игрового манипулятора, представляет собой штурвал с педалями. Геймпады обеспечивают взаимодействие между пользователем и игровой приставкой. Также геймпады используются на персональных компьютерах в играх поддерживающих их. Внешний вид устройства представлен на рисунке 25.



Рисунок 25 – Внешний вид геймпада

Основанием для выбора именно этого САР является ряд достоинств:

- современный внешний вид
- множество возможностей для модернизации
- легкость в модернизации и сопряжением с другими устройствами
- использование аналоговых сигналов в СУ

Подобную систему управления роботом можно считать оригинальной и функциональной. Таким устройством нагляднее и удобнее управлять с лабораторным роботом. Использование аналоговых сигналов в СУ предоставляет более высокий уровень изучения АСУ.

Сама конструкция руля очень проста, и при наличии необходимых инструментов и материалов, создать рулевой модуль совсем несложно, но в дипломном проекте я модернизирую уже готовый прибор.

4.2 Обоснование установки дополнительного модуля

Одна из основных целей модернизации это использование аналоговых сигналов в СУ. Для подключение аналоговых сигналов к контроллеру потребуется поставить модуль расширения.

Модули ввода-вывода аналоговых сигналов предназначены для подключения к контроллеру аналоговых датчиков и исполнительных устройств. Модули ввода аналоговых сигналов выполняют аналого-цифровое преобразование входных аналоговых сигналов контроллера и формируют

цифровое представление измеренных величин. Модули вывода выполняют цифро-аналоговое преобразование внутренних цифровых величин контролера и формирование его выходных аналоговых сигналов.

В системе ввода-вывода S7-200 могут применяться:

модули ввода аналоговых сигналов:

- EM 231 для измерения унифицированных сигналов напряжения или силы тока;

- EM 231TC для измерения температуры с помощью термопар и линеаризации характеристик датчиков;

- EM 231RTD для измерения температуры с помощью термопреобразователей сопротивления или для измерения сопротивления с линеаризацией характеристик датчиков;

модули вывода аналоговых сигналов EM 232;

модули ввода-вывода аналоговых сигналов EM 235.

Модули выпускаются в пластиковых корпусах, которые могут устанавливаться на профильную шину DIN 35x7.5 мм с креплением защелками или на вертикальную плоскую поверхность с креплением винтами. Второй вариант крепления рекомендуется для установок с повышенными вибрационными и ударными нагрузками. Подключение к соседним модулям производится с помощью плоского кабеля, который вмонтирован в каждый модуль. Внешние цепи подключаются через терминальные блоки, оснащенные контактами под винт. Терминальные блоки закрыты защитными изолирующими крышками. Применение съемных терминальных блоков позволяет производить замену модулей без демонтажа их внешних цепей. Под нижней защитной крышкой расположен не только терминальный блок, но и DIP переключатели выбора пределов измерений, а также потенциометры настройки параметров модуля. На лицевой панели расположены светодиоды индикации состояний модулей.

Был выбран модуль ввода-вывода аналоговых сигналов EM 235. На рисунке ниже представлена схема и внешний вид модуля.

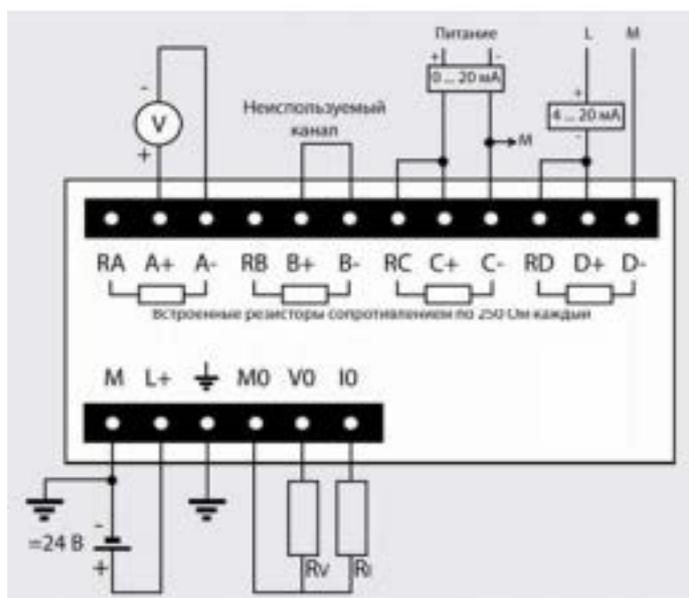


Рисунок 26 – Схема модуля расширения EM235



Рисунок 27 – Внешний вид модуля расширения EM235

Для монтажа модуля расширения EM235 в щите управления:

1. Прodelать отверстия (M4).
2. Закрепить модуль в щите управления соответствующими винтами.
3. Подключить плоский кабель модуля расширения к порту расширения под передней дверцей.

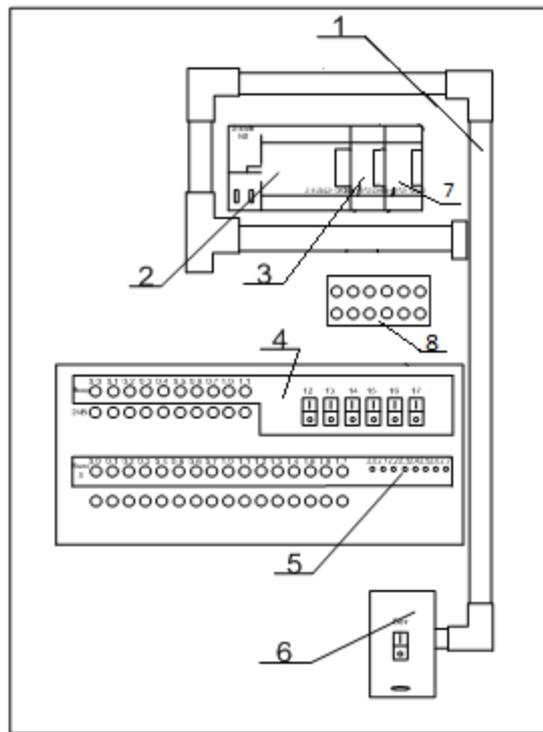


Рисунок 28 – Лабораторный стенд «Siemens S7 – 200»

На рисунке 28 изображены:

- 1 - короб разводки элементов;
- 2 - контроллер «Siemens S7-200»;
- 3 - модуль расширения EM235;
- 4 - панель гнезд входных сигналов;
- 5 - панель гнезд выходных сигналов со светодиодами;
- 6 - автоматический выключатель питания.
- 7- модуль расширения EM235;
- 8- панель гнезд для модуля расширения EM235

Модуль расширения EM235 имеет выбор пределов измерений в модуле (рисунок 29), регулировать можно с помощью переключателей под крышкой.

Переключатели						Предел измерения	Разрешающая способность
SW1	SW2	SW3	SW4	SW5	SW6		
Включен (ON)	Отключен	Отключен	Включен (ON)	Отключен	Включен (ON)	0 ... 50 мВ	12,5 мкВ
Отключен	Включен (ON)	Отключен	Включен (ON)	Отключен	Включен (ON)	0 ... 100 мВ	25 мкВ
Включен (ON)	Отключен	Отключен	Отключен	Включен (ON)	Включен (ON)	0 ... 500 мВ	125 мкВ
Отключен	Включен (ON)	Отключен	Отключен	Включен (ON)	Включен (ON)	0 ... 1 В	250 мкВ
Включен (ON)	Отключен	Отключен	Отключен	Отключен	Включен (ON)	0 ... 5 В	1,25 мВ
Включен (ON)	Отключен	Отключен	Отключен	Отключен	Включен (ON)	0 ... 20 мА	5 мкА
Отключен	Включен (ON)	Отключен	Отключен	Отключен	Включен (ON)	0 ... 10 В	2,5 мВ
Включен (ON)	Отключен	Отключен	Включен (ON)	Отключен	Отключен	±25 мВ	12,5 мкВ
Отключен	Включен (ON)	Отключен	Включен (ON)	Отключен	Отключен	±50 мВ	25 мкВ
Отключен	Отключен	Включен (ON)	Включен (ON)	Отключен	Отключен	±100 мВ	50 мкВ
Включен (ON)	Отключен	Отключен	Отключен	Включен (ON)	Отключен	±250 мВ	125 мкВ
Отключен	Включен (ON)	Отключен	Отключен	Включен (ON)	Отключен	±500 мВ	250 мкВ
Отключен	Отключен	Включен (ON)	Отключен	Включен (ON)	Отключен	±1 В	500 мкВ
Включен (ON)	Отключен	Отключен	Отключен	Отключен	Отключен	±2,5 В	1,25 мВ
Отключен	Включен (ON)	Отключен	Отключен	Отключен	Отключен	±5 В	2,5 мВ
Отключен	Отключен	Включен (ON)	Отключен	Отключен	Отключен	±10 В	5 мВ

Рисунок 29 – Выбор пределов измерений в модуле EM235

В нашем случае наиболее подходящий пределом измерения является 0-10 В. [6].

4.3 Разработка схемы соединения

Для начала рассмотрим, как работают, из чего состоят компоненты выбранной СУ

Большинство геймпадов поддерживает несколько переменных сопротивления (потенциометра) и неограниченное количество мгновенных кнопки-выключателя (которые включены, пока нажаты).

В стандартном джойстике потенциометр оси X отвечает за движение рукоятки влево/вправо, а сопротивление оси Y – вперед/назад. Применительно к рулю и педалям, ось X становится управлением, а ось Y соответственно дросселем и тормозом. Ось Y должна быть разделена и подключена так, чтобы 2 отдельных сопротивления (для педалей газа и тормоза) действовали как одно сопротивление, как в стандартном джойстике.

Как только станет ясна идея геймпорта, можно начинать проектировать любую механику вокруг основных двух сопротивлений и четырех выключателей: рулевые колеса, рукоятки мотоцикла, контроль тяги самолета насколько позволяет воображение.

Далее опишем принцип действия и комплектующие рулевого модуля, на рисунках ниже изображены общие планы модуля сбоку и в виде сверху (не показан механизм переключения передач) (Рисунок 30,31).

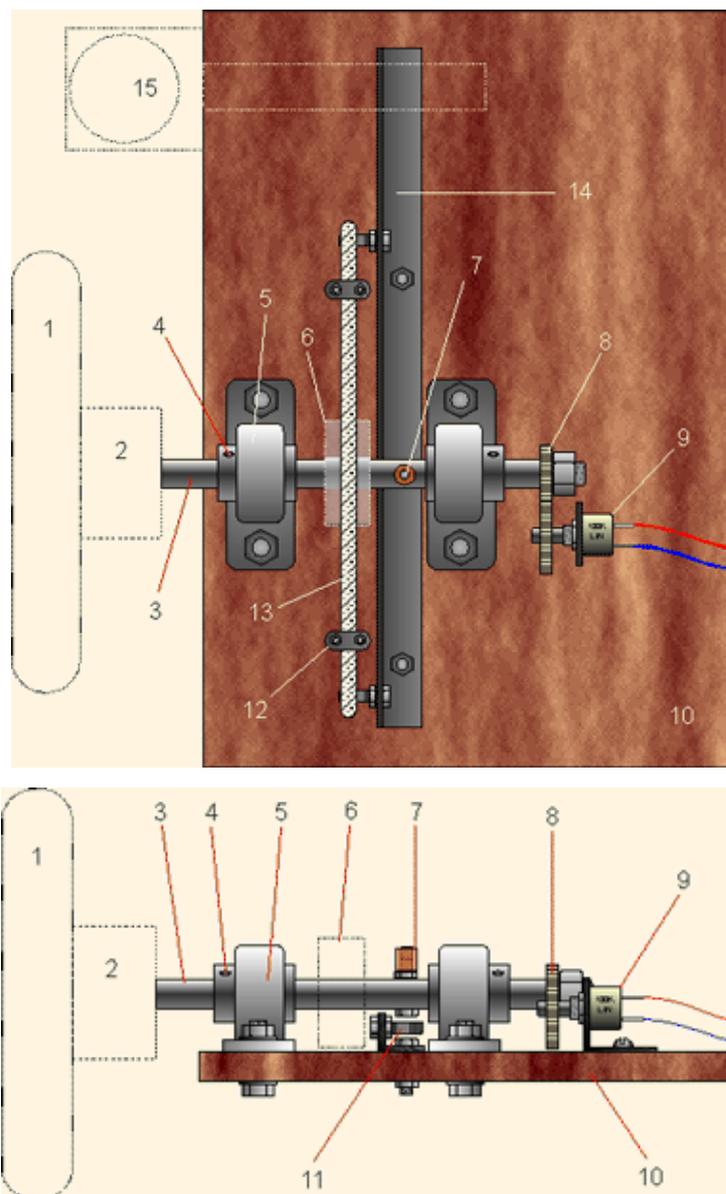


Рисунок 30 - Общие планы модуля

На рисунке показаны следующие комплектующие:

1. Рулевое колесо;
2. Ступица колеса;
3. Вал (болт 12 мм x 180 мм);
4. Винт (держит подшипник на валу);
5. 12 мм подшипник в опорном кожухе;
6. Центрирующий механизм;
7. Болт-ограничитель;
8. Шестерни;
9. 100 к линейный потенциометр;

10. Корпус;

11. Механизм переключения передач.

Детальнее обсудим некоторые комплектующие. Центрирующий механизм – это такой механизм, который возвращает руль в предыдущие (в нашем случае центральное) положение. Он должен функционировать точно и эффективно, быть простым и компактным. Существует несколько различных вариантов, ниже на рисунке 31, будет описан один из них.

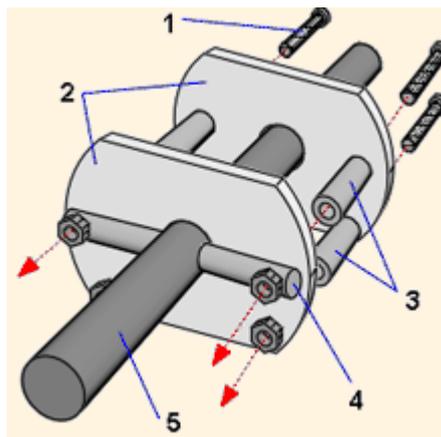


Рисунок 31 - Центрирующий механизм

Механизм, изображенный на рисунке выше состоит из двух алюминиевых пластин (2), через которые и проходит непосредственно рулевой вал (5). Алюминиевые пластины разделены четырьмя вкладышами (3). В рулевом валу имеется отверстие, в которое вставляется стальной стержень (4). Болты (1) скрепляют пластины, вкладыши и отверстия, фиксируя все это вместе. Резиновый шнур накручен между вкладышами на одной стороне, далее по вершине рулевого вала, и, между вкладышами с противоположной стороны. Натяжение шнура возможно поменять для того чтобы отрегулировать сопротивление колеса.

Во избежание повреждений потенциометра, следует предусмотреть ограничитель вращения колеса. Большинство промышленных рулей имеют диапазон вращения в 270 градусов. Стальной г-образный кронштейн (14) прикрепляется болтами к основе модуля. Данный кронштейн служит для следующих целей:

- для крепления резинового шнура центрирующего механизма;

- создает надежную точку остановки вращения колеса;
- усиливает всю конструкцию в момент натяжения шнура.

Болт-ограничитель вкручивается в вертикальное отверстие в рулевом валу. Если требуется уменьшить угол поворота, тогда в кронштейн вкручиваются два болта на необходимом расстоянии.

Потенциометр крепится к основанию через простой уголок и соединяется с валом. Максимальный угол вращения большинства потенциометров 270 градусов. Данный руль будет крутиться в диапазоне 270 градусов, поэтому можно соединить с потенциометром напрямую.

Педальный потенциометр, показанный на рисунке 32, установлен на простом L-кронштейне (14) в задней части модуля. Тяга (11) крепится к приводу (12) на втулках (9, 13), позволяя сопротивлению вращаться в диапазоне 90 градусов.

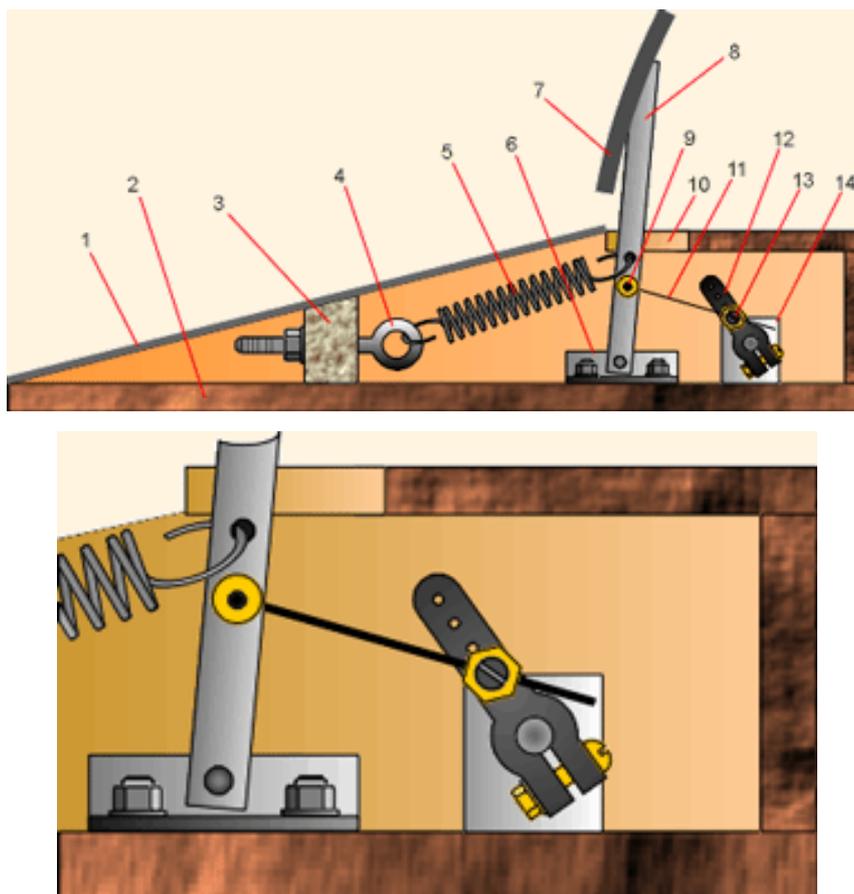


Рисунок 32 - Педальный потенциометр

Ниже обсудим механизм переключения механизм переключения передач на руле (рисунок 33). Будет использоваться два маленьких шарнира (4), которые

установлены на ступицу колеса. Рычаги (1) крепят к шарнирам таким образом, чтобы они двигались только в одном направлении, к колесу. В отверстия в рычагах устанавливаются два маленьких выключателя (3), чтобы при нажатии они упирались в резиновые подушечки (2), и срабатывали. Выключатель не имеет жесткое давление, поэтому возврат рычагов обеспечивают пружины (5), установленные на шарнир.

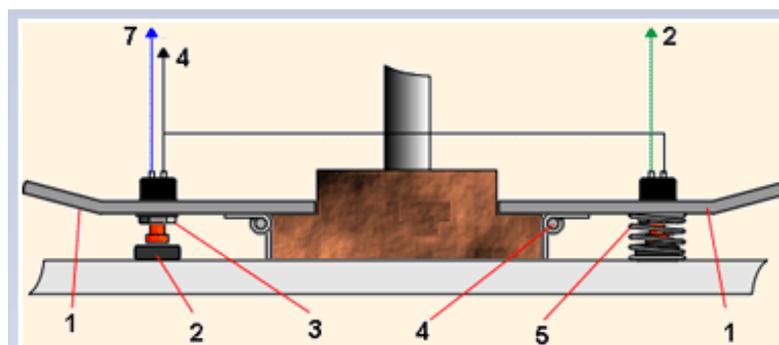


Рисунок 33 - Механизм переключения передач

Немного поговорим о том, как работает потенциометр, изображенный на рисунке 34. Если снять с него крышку, то видно, что он состоит из изогнутой токопроводящей дорожки с контактами А и С на концах и бегунка, соединенного с центральным контактом В. Когда вал вращается, то сопротивление между А и В увеличится на то же самое количество, на какое уменьшается между С и В [7].

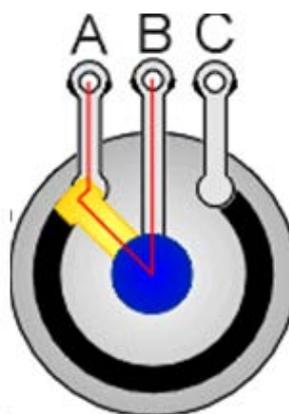


Рисунок 34 - Потенциометр

Подключается эта система по схеме типового джойстика, имеющего 2 оси и две кнопки.

С педалями сложнее. Поворот руля подобен движению джойстика влево/вправо, а нажатие педалей газ/тормоз соответственно – вверх/вниз. Но что будет, если нажать сразу на обе педали, они взаимно исключают друг друга, и ничего не произойдет. Это одно-осевая система подключения, но в данной работе мы подключим с помощью двух-осевой системы газ/тормоз которая связанные с одновременным использованием газа и тормоза. Ниже на рисунке 35, 36 представлены обе схемы.

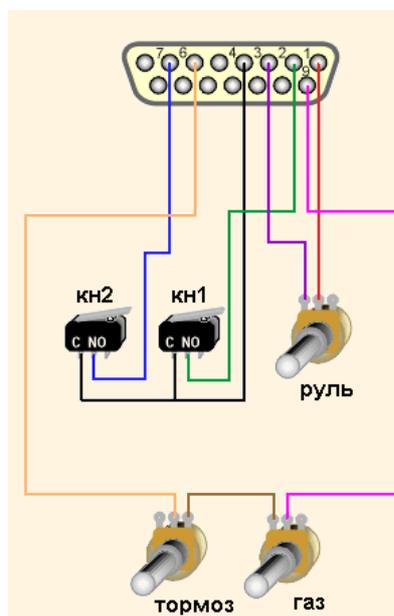


Рисунок 35 - Схема подключения одно-осевого устройства

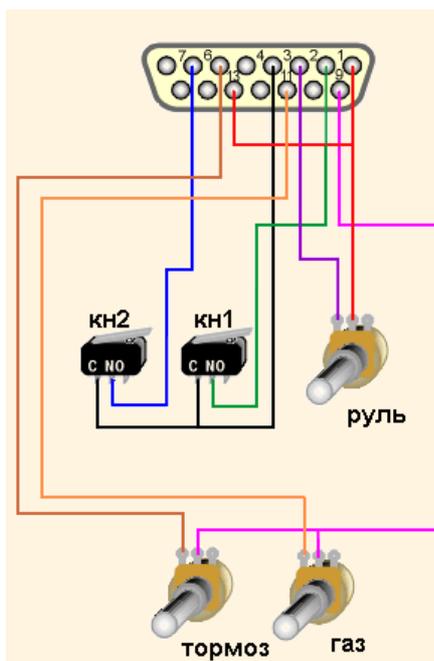


Рисунок 36 - Схема подключения двух-осевого устройства

Комплекующих в устройстве не так много, и самые главные из них – потенциометры. Требования к ним следующие. Они должны быть только линейными, сопротивлением 10 кОм. Важный фактор при выборе потенциометра цена. Они не должны быть сильно дешевыми. Дешевые потенциометры используют графитовую трассу, которая изнашивается очень быстро. В более качественных используют металлокерамика и токопроводящий пластик. Такие проработают гораздо дольше (примерно – 100000 циклов).

Выключатели могут быть любыми, но, как было описано выше, они должны иметь мгновенный, не запирающий тип. Провода могут быть любыми, главное, чтобы их можно было легко припаять к разъему.

Разрабатываемая систему управления в дальнейшем планируется модернизировать, поэтому было решено не удалять плату с геймпада, а сделать возможность передавать сигнал как на плату, так и в контролер. Для этого ко всем использованным элементам подключаются переключатели позволяющие менять направление сигналов, с платы геймпада на непосредственно контролер.

Завершенная схема выглядит следующим образом (рисунок 37).

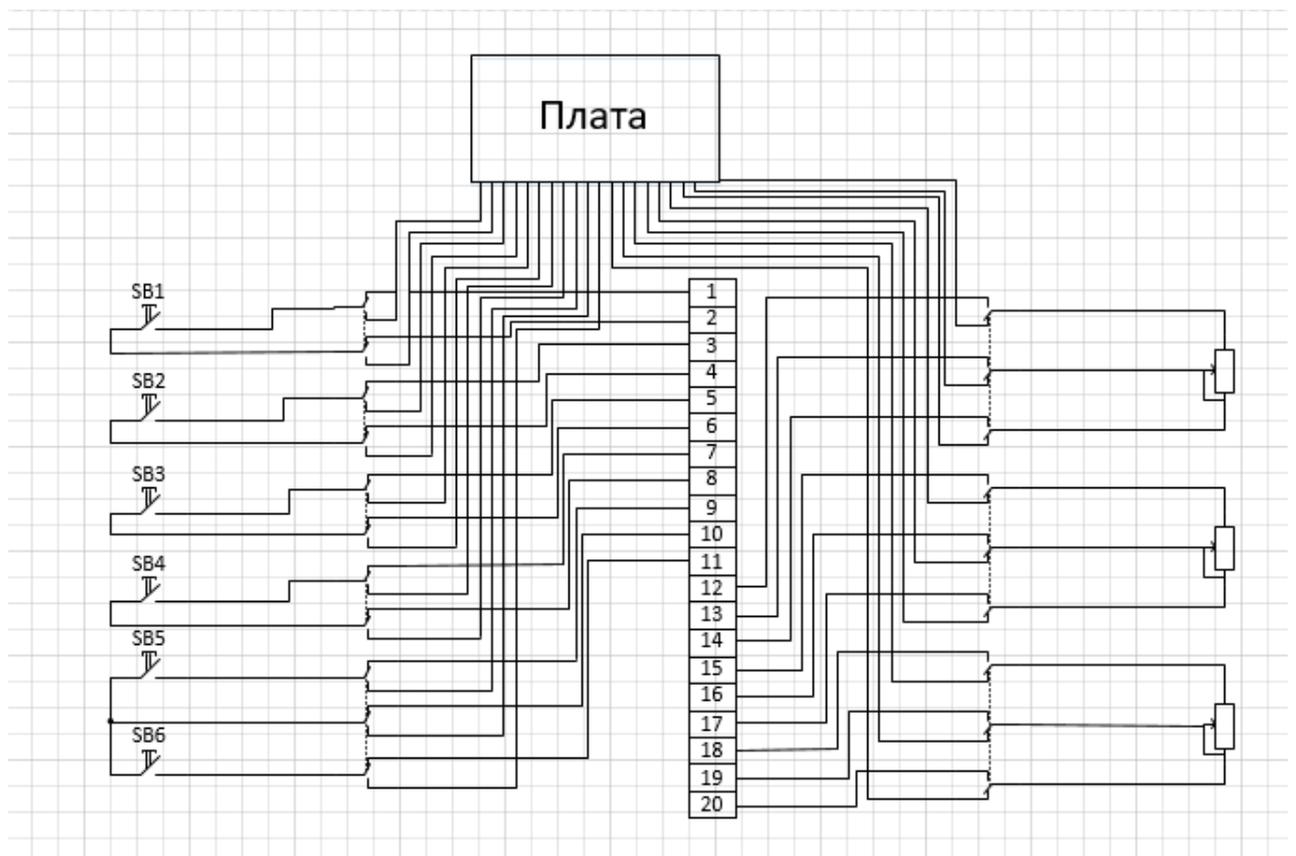


Рисунок 37 –Модернизированная электрическая схема геймпада

4.4 Включение модифицированной СУ в состав робота

Необходимо подключить модернизированную схему геймпада к контролеру SIEMENS - S7 200.

Стенд на базе микроконтроллера Siemens S 7 – 200 (рисунок 38). На этом стенде выведены входы/выходы контроллера на панель со штырьковыми разъемами. Сам контроллер подключен к персональному компьютеру, обмен данными с которым происходит при помощи преобразователя интерфейса RS - 232/ RS – 485. Лабораторный стенд предназначен для решения задач управления. Программирование осуществляется с помощью специализированной программы STEP 7-Micro/WIN.

S7–200 контролирует входы и изменяет выходы под управлением программы пользователя, которая может содержать булевы логические операции, функции счета и времени, сложные математические операции и операции по обмену данными с другими интеллектуальными устройствами. Благодаря компактной конструкции, гибкой конфигурации и мощному набору

команд S7-200 в высшей степени пригоден для решения широкого спектра прикладных задач управления.

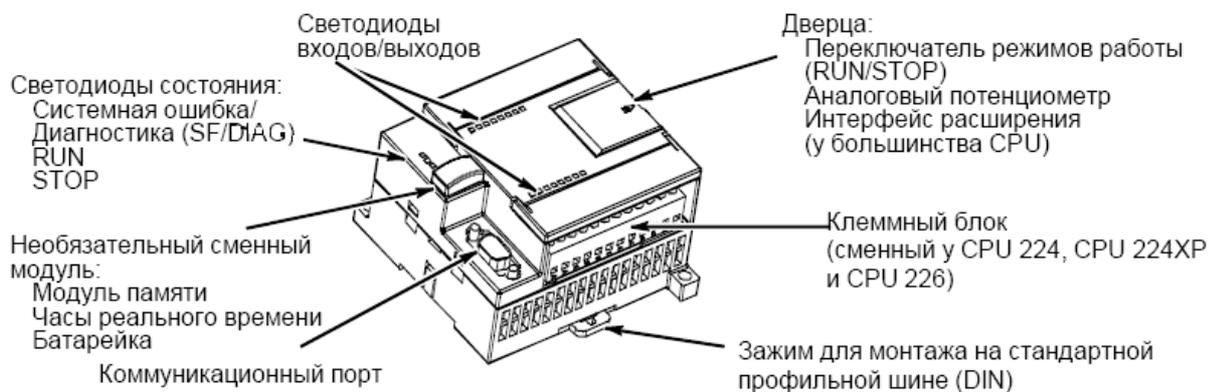


Рисунок 38 – ПЛК Siemens S7 – 200

Клеммный блок можно присоединять проводами с поперечным сечением от 0,2 мм² до 0,3 мм² (14 AWG – 22 AWG). Для оптимальной защиты от электрических помех используются экранированные провода. Как правило, наилучшие результаты достигаются при заземлении экрана на S7-200.

При подключении входной цепи, получающей питание от внешнего источника, нужно включить в эту цепь защиту от перегрузки. Для цепей, получающих питание от источника питания датчиков напряжением 24 В постоянного тока из S7-200, внешняя защита не нужна, так как источник питания датчиков уже имеет ограничитель тока.

Большинство модулей S7-200 имеют съемные клеммные блоки для подключения пользовательской проводки. Во избежание обрыва соединения нужно обратить внимание на то, чтобы клеммный блок был надежно закреплен и провода были прочно присоединены к клеммному блоку. Во избежание повреждения клеммного блока нельзя заворачивать винты слишком сильно. Для винтов клеммного блока максимальный крутящий момент составляет 0,5 Нм.

В пункте 3.2 было принято решение выбрать предел измерений в дополнительном модуле EM235 0-10В. Блок формирует необходимые питающие напряжения для всех функциональных блоков работа 24 В, поэтому необходимо дополнительное сопротивление. С помощью расчетов, были выбраны резисторы сопротивлением 24 кОм. Продемонстрированную выше схему можно

модернизировать, объединить, тем самым уменьшить количество проводов на выходе.

Схема подключения геймпада к контролеру представлена на рисунке 39.

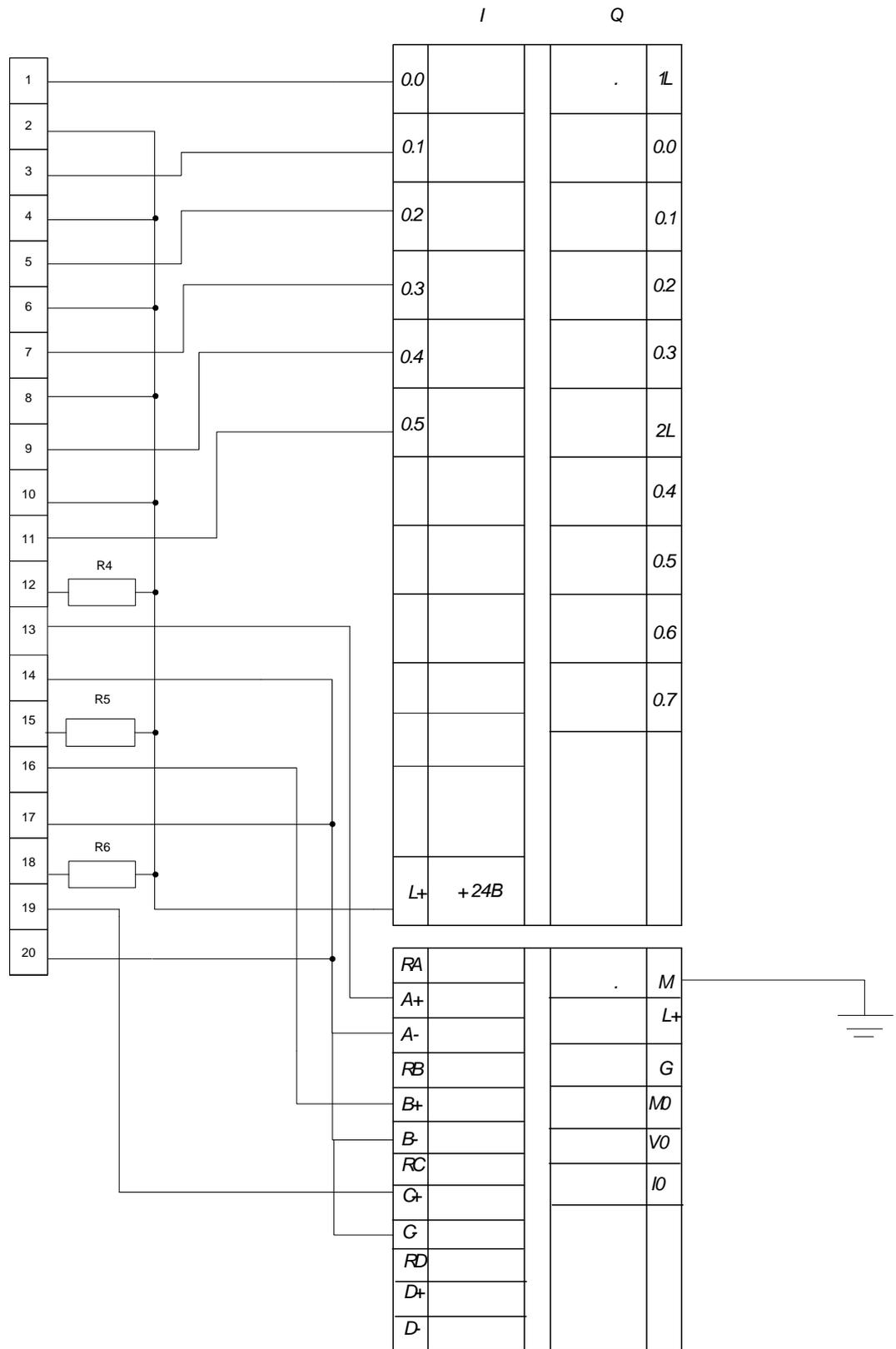


Рисунок 39 – Подключения геймпада к контролеру

5 РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ УПРАВЛЕНИЯ

5.1 Описание принципов программирования STEP 7

Программирование контроллера подразумевает, в нашем случае, написание программы с помощью специализированного программного обеспечения S7 – 200.

Основные элементы программы:

Программный блок состоит из исполняемого кода комментариев к нему и непосредственно программой. Состоит исполняемый код из основной программы, программ обработки прерываний, а также подпрограмм и программ обработки прерываний. Код компилируется и загружается в S7–200. Комментарии не учитываются при компиляции и не загружаются. С их помощью представленных организационных элементов (основной программы, подпрограмм и программ обработки прерываний) можно структурировать управляющую программу.

1) основная часть программы будет содержать команды, которые в свою очередь управляют приложением. S7 – 200 реализовывает эти команды последовательно и однократно в каждом цикле;

2) другие, не являющиеся обязательными элементы программы выполняются тогда, когда они вызываются, с помощью основной программой например, программой обработки прерываний или другой подпрограммой. Подпрограммы важны, если необходимо выполнять функцию многократно. Чтобы не переписывать логику в каждом требуемом месте основной программы, что бы выполнить эту функцию, можно просто записать логику функции один раз в подпрограмме, а затем вызвать эту подпрограмму в любой момент, когда это необходимо при выполнении основной программы. Подпрограммы имеют ряд преимуществ:

- использование подпрограмм уменьшает общий размер программы.
- использование подпрограмм в целом уменьшит время цикла, так как удалили соответствующий код из основной программы. Контроллер в каждом

цикле анализирует код основной программы независимо от того, исполняется этот код или нет, но код в подпрограмме рассматривается только тогда, когда из основной программы вызывается подпрограмма, и не рассматривается в циклах, в которых подпрограмма не вызывалась.

– с помощью подпрограмм формируется мобильный код. Можно отграничить код для функции в подпрограмме, а затем копировать эту подпрограмму в другие программы без больших затрат.

Программы обработки прерываний (входят в число необязательных элементов программы) реагируют на некоторые прерывающие события. Программа обработки прерываний создается для работы с заранее определенными прерывающими событиями. S7-200 исполняет программу обработки прерываний, когда возникает нужное событие.

Программы обработки прерываний не вызываются основной программой.. S7-200 выполняет команды, содержащиеся в программе обработки прерываний, только при возникновении прерывающего события.

Другие блоки хранят информацию для S7-200. Возможно, загрузить эти блоки одновременно с загрузкой своей программы.

В системном блоке данных можно конфигурировать разнообразные аппаратные возможности для S7-200.

Блок данных содержит значения для разнообразных переменных (память переменных), используемых программой. В блок данных возможно вводить начальные значения для данных.

Для создания программы нужно открыть основное окно STEP 7-Micro/WIN. На панели инструментов имеются кнопки для часто используемых команд меню. Навигационная панель предложит группы символов для доступа к разнообразным функциям программирования STEP 7-Micro/WIN. Дерево команд отражает все объекты проекта и команды, требуемые для создания программы управления. Можно использовать отдельные команды из этого дерева в нужную программу или вставлять команду в текущее положение курсора в редакторе программ. Редактор программ хранит логику программы и таблицу локальных

переменных, в которой возможно назначить символические имена для временных локальных переменных.

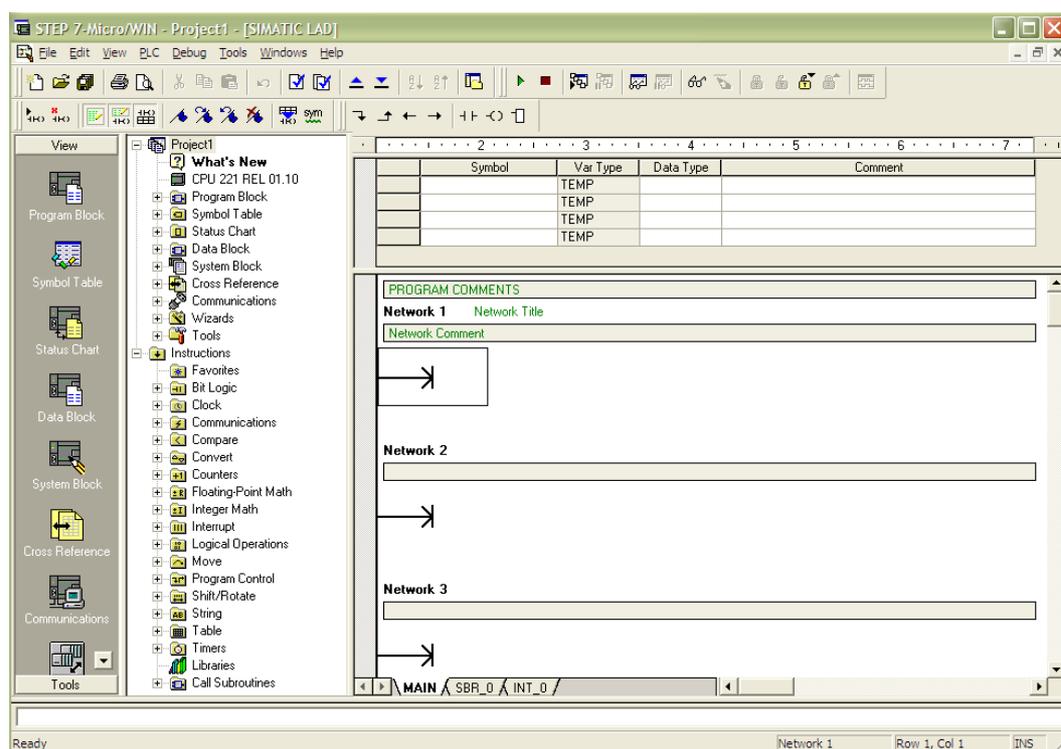


Рисунок 40 – STEP 7-Micro/WIN

Подпрограммы и программы обработки прерываний находятся в нижней части окна редактора программ. Для переключения между подпрограммами, программами обработки прерываний и основной программой нужно выбрать эти закладки.

STEP 7-Micro/WIN в своем распоряжении имеет три редактора для создания программ на различных языках: цепная логическая схема (LAD), так же называется контактным планом (KOP), список команд (STL или AWL) и функциональная блок-схема (FBD), называемая тоже функциональным планом (FUP). Программы, написанные в этих редакторах программ, могут воспроизводиться и редактироваться с помощью других редакторов программ, но с некоторыми ограничениями.

5.2 Пакет программирования STEP 7-Micro/WIN

Программа управления разработана на пакете программирования STEP 7-Micro/WIN, который построен специально для контроллеров Siemens S7-200.

Были реализованы задачи по слежению за перемещением приводов и управлению приводами.

Пакет для программирования STEP 7-Micro/WIN предоставляет дружелюбную пользователю среду для разработки, редактирования и контроля логики, необходимой для управления вашим приложением. STEP 7-Micro/WIN снабжен тремя редакторами программ, с помощью которых можно удобно и эффективно разрабатывать программы управления для вашего приложения. Для помощи в поиске нужной информации STEP 7-Micro/WIN предлагает обширную онлайн-систему помощи и компакт-диск с документацией, содержащий электронную версию данного руководства, советы по применению и другую полезную информацию.

Требования к компьютеру STEP 7-Micro/WIN работает на персональных компьютерах или на устройствах программирования фирмы Siemens, например, PG 760. Компьютер или устройство программирования должны удовлетворять следующим минимальным требованиям:

- 1) операционная система Windows 2000, Windows XP (профессиональная или домашняя версия);
- 2) не менее 100 Мбайт свободного пространства на жестком диске;
- 3) мышь (рекомендуется).

Фирма Siemens предоставляет две программные возможности для присоединения компьютера к S7-200: непосредственное соединение с помощью кабеля PPI Multi-Master или с использованием платы коммуникационного процессора (CP) с кабелем MPI.

Использование кабеля PPI Multi-Master является наиболее часто используемым и удобным способом присоединения вашего компьютера к S7-200. Этот кабель соединяет коммуникационный порт S7-200 с последовательным коммуникационным портом вашего компьютера. Кабель PPI Multi-Master может использоваться также для присоединения к S7-200 других-устройств для обмена данными.

Основной принцип действия S7-200 довольно прост:

- S7-200 считывает состояние входов;
- программа которая хранится в S7-200, анализирует эти входы для логики управления. Во время обработки программы данные обновляются;

- S7-200 записывает данные на выходы;

S7-200 осуществляет выполнение задач циклично (регулярная обработка задач). Как показано на рисунке выше, контроллер выполняет в цикле большинство или все из следующих задач:

- чтение входов: S7-200 записывает состояние физических входов в регистр входов образа процесса;

- выполнение программы: S7-200 выполняет команды программы и сохраняет их значения в областях памяти;

- обработка запросов на обмен данными: S7-200 может выполнять различные задачи, необходимые для обмена данными;

Самодиагностика CPU: S7-200 сверяет, чтобы встроенное ПО, программная память и все дополнительные модули расширения работали верно.

- запись в выходы: значения, которые хранятся в регистре выходов образа процесса, записываются в физические выходы;

STOP или в состоянии RUN. В состоянии RUN наша программа будет выполняться; в состоянии STOP программа соответственно не выполняется. На рисунке 41 представлен цикл S7-200

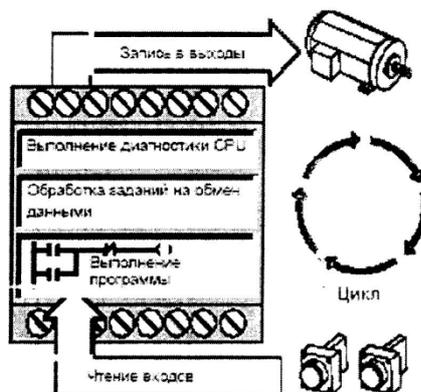


Рисунок 41 - Цикл S7-200

Дискретные входы: В самом начале цикла настоящие значения цифровых входов считываются, а затем уже записываются в регистр входов образа процесса.

Аналоговые входы: S7-200 не обновляет аналоговые входы дополнительных модулей расширения автоматически как часть всего цикла, если вы не активировали фильтрацию аналоговых входов. Аналоговый фильтр может обеспечить стабильность сигналов. Можно активизировать аналоговый фильтр для каждого входа.

Если фильтр для аналогового входа активен, то S7-200 обновляет этот аналоговый вход один раз за весь цикл, выполняется функция фильтрации и сохраняет отфильтрованные данные внутри. Это отфильтрованное значение затем предоставляется в распоряжение всякий раз, когда наша программа обращается к этому аналоговому входу.

Если фильтр аналогового входа не активен, то S7-200 считывает данные этого аналогового входа из дополнительного модуля расширения каждый раз, когда программа обращается к аналоговому входу.

Набор команд S7-200 содержит в себе операции чтения и записи входов/выходов. С помощью описанных операций для управления входами и выходами можно на прямую обратиться к входу или выходу, но обычно источником или целью обращения к входам и выходам оказываются образы процесса.

При прямом обращении к входу соответствующая ячейка в регистре входов образа процесса не меняется. При прямом обращении к выходу, вместе с ним обновляется соответствующая ячейка в выходном регистре образа процесса.

Обычно наиболее выгодно работать с образами процесса и не обращаться во время обработки программы к выходам и входам. Есть несколько существенных причины для использования образов процесса:

- В начале цикла система проверяет входы. Благодаря этому данные на этих входах во время обработки программы синхронизируются и заморажи-

ваются. Выходы обновляются сразу после обработки программы через образ процесса. Это обеспечивает стабильное воздействие на систему.

- программа может обратиться к образу процесса намного быстрее, чем к входам и выходам. Это может ускорить обработку программы.

- входы и выходы являются битовыми объектами, обращаться к ним нужно в битовом или байтовом формате. Тем не менее, к образам процесса можно так же обращаться в формате бита, байта, слова или двойного слова. Поэтому образы процесса обеспечивают гибкость.

Программный блок состоит из исполняемого кода и комментариев. Исполняемый код состоит из основной программы (OB1), а также подпрограмм и программ обработки прерываний. Код компилируется и загружается в S7-200. Комментарии не компилируются и не загружаются. С помощью этих организационных элементов (основной программы, подпрограмм и программ обработки прерываний) можно структурировать свою управляющую программу.

Основная программа содержит в себе команды, управляющие приложением. S7-200 выполняет эти команды последовательно и один раз в каждом цикле. Основная программа называется также OB1.

Подпрограммы выполняются тогда, когда они вызываются: основной программой, программой обработки прерываний или другой подпрограммой. Подпрограммы полезны, если нужно какую-нибудь функцию выполнять несколько раз. Чтобы не повторять и переписывать логику в каждом месте основной программы, где необходимо выполнить эту функцию, можно записать логику функции один раз в подпрограмме, а далее вызывать эту подпрограмму столько раз, сколько необходимо для выполнении программы. Подпрограммы имеют некоторые преимущества:

- использование подпрограмм уменьшает величину программы.
- использование подпрограмм уменьшает время цикла, если удалить часть кода из основной программы. S7-200 в каждом цикле анализирует код в основной программе независимо от того, исполняется этот код или нет, но код в

подпрограмме анализируется только тогда, когда вы вызываете подпрограмму, и не анализируется в циклах, в которых подпрограмма не вызывается.

- с помощью подпрограмм создается мобильный код. Можно отграничить код для функции в подпрограмме, а после этого копировать эту подпрограмму в другие программы без больших затрат.

Программы обработки прерываний может реагировать на определенные прерывающие события. Программа обработки прерываний создаются для обработки определенных прерывающих событий. S7-200 исполняет программу обработки прерываний, когда возникает соответствующее событие. Программы обработки прерываний не вызываются основной программой. Программа обработки прерываний ставится в соответствие прерывающему событию. S7-200 выполняет команды, которые находятся в программе обработки прерываний, только при возникновении прерывающего события [8].

5.3 Описание основных подпрограмм

Опишем требуемые функции и пути их решения, основной программы управления.

Программа должна управлять приводами робота – манипулятора с целью отработки пользовательской программы перемещения рабочего органа робота.

Пользовательская программа будет состоять из набора шагов, каждый из которых задает положение рабочего органа по трем координатам, положение штока соленоида (выдвинут или втянут), а также выдержку времени после отработки всех приводов на данном шаге. Эта программа может выполняться однократно или циклически.

В памяти контроллера пользовательская программа может быть представлена набором фреймов. Определим размер фрейма.

Заданные координаты по осям должны будут сравниваться с текущими координатами, отсчитываемыми счетчиками. Выходное слово счетчика имеет размер 2 байта. Выдержка времени производится с помощью таймера, его выходное слово также имеет размер 2 байта. Для управления соленоидом потребуется всего 2 бита: один для фиксации команды втянуть шток, другой для

фиксации команды выдвинуть шток. Кроме того, программа управления должна каким либо образом распознавать последний фрейм пользовательской программы. Для этого потребуется еще один бит. Объединим биты управления соленоидом и фиксации последнего фрейма в понятие «управляющее слово». Для того, чтобы сделать общий размер фрейма кратным двум и упростить тем самым «навигацию» по фреймам, определим размер управляющего слова равным двум байтам. Таким образом, получим следующую структуру фрейма:

- 2 байта : Задание по координате X
- 2 байта : Задание по координате Y
- 2 байта : Задание по координате Z
- 2 байта : Выдержка времени T
- 2 байта : Шток, признак окончания программы:
- 0 бит – шток выдвинуть
- 1 бит – шток втянуть
- 1 бит – признак окончания программы

Пользовательская программа будет размещаться в области переменных V.

Проектируемая программа будет содержать регуляторы положения по трем координатам. Заданные значения координат для каждого шага хранятся во фреймах. Таким образом, адреса заданий будут постоянно меняться, что создает определенные трудности при разработке программы. Избежать их можно, отведя требуемый фиксированный объем памяти для текущих заданий. Назовем эту область памяти «областью текущих заданий». Ее размер будет равен размеру фрейма, т.е. 10 байт. Перед выполнением очередного шага программа управления будет копировать содержимое очередного фрейма в эту область. Поэтому регуляторы положения и механизм выдержки времени будут всегда обращаться по одним и тем же адресам.

Для перемещения по фреймам нам потребуется указатель. Указатель занимает в памяти 4 байта. Поместим указатель и область текущих заданий в самом начале области переменных V. На это потребуется 14 байт.

Таблица 12 – Системная область данных

V0 – V3	Указатель
V4 – V13	Область текущих заданий

Пользовательская программа будет начинаться с 14 байта (учитывая, что нумерация байтов начинается с нуля). Общая структура использования памяти области V приведена на рисунке 42.

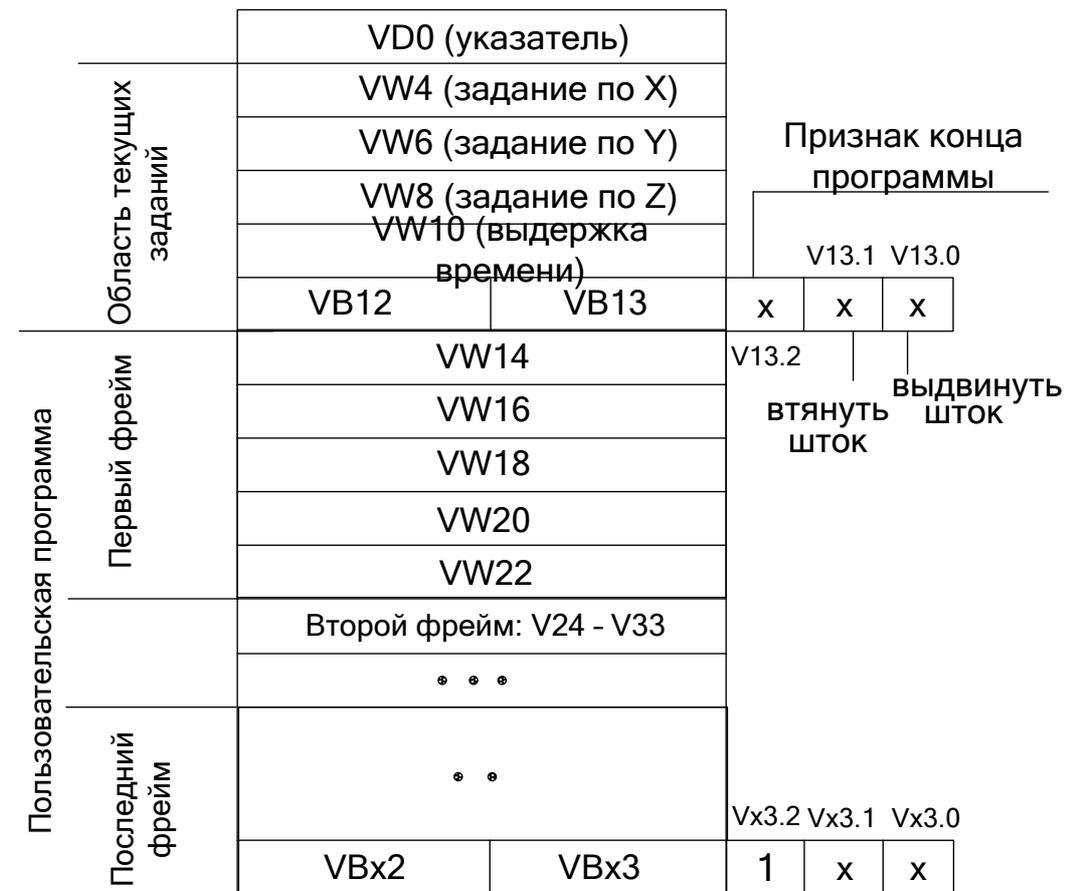


Рисунок 42 – Использование памяти области V

Подпрограмма инициализации начинает свою работу при замыкании ключа 1.2. Она переводит работа в начальное положение: по координате X – влево, по координате Y – против часовой стрелки, по координате Z – вниз. Затем первый кадр пользовательской программы помещается в область текущих заданий, а указателю присваивается адрес последнего слова первого кадра

пользовательской программы, рисунок 42. Далее на рисунке 43, описана программа инициализации.

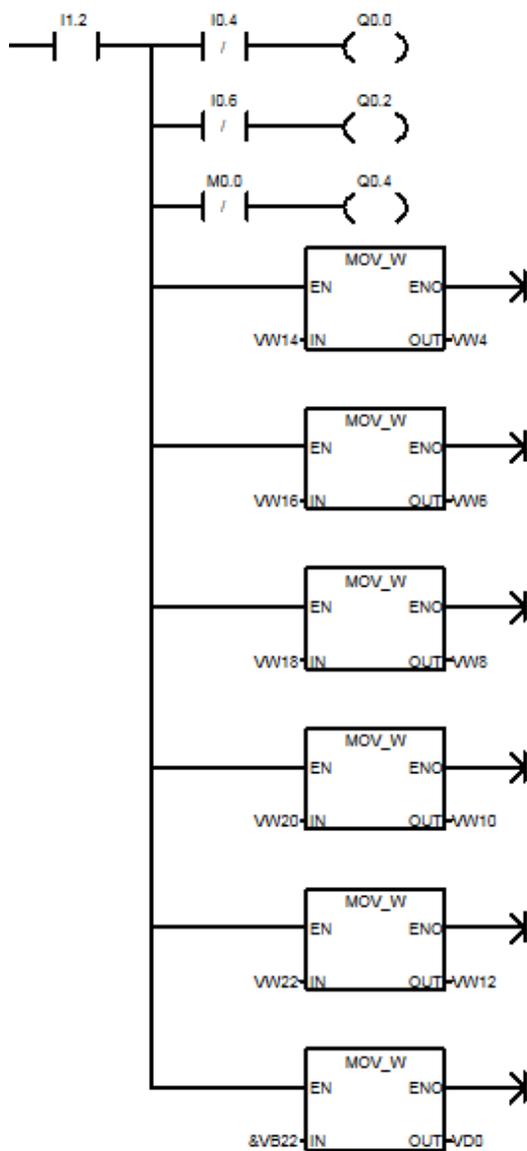


Рисунок 43 – Подпрограмма инициализации

Также в подпрограмме инициализация производится сброс счетчиков (рисунок 44).

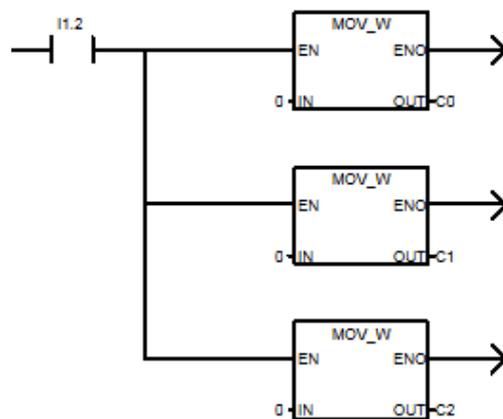


Рисунок 44 – Сброс счетчиков

Подпрограмма начинает работать при замыкании ключа I1.3. При этом начинается движение манипулятора по координате X вперед, по координате Y по часовой стрелке, по координате Z вверх до тех пор пока не достигнет заданного положения (рисунок 45).

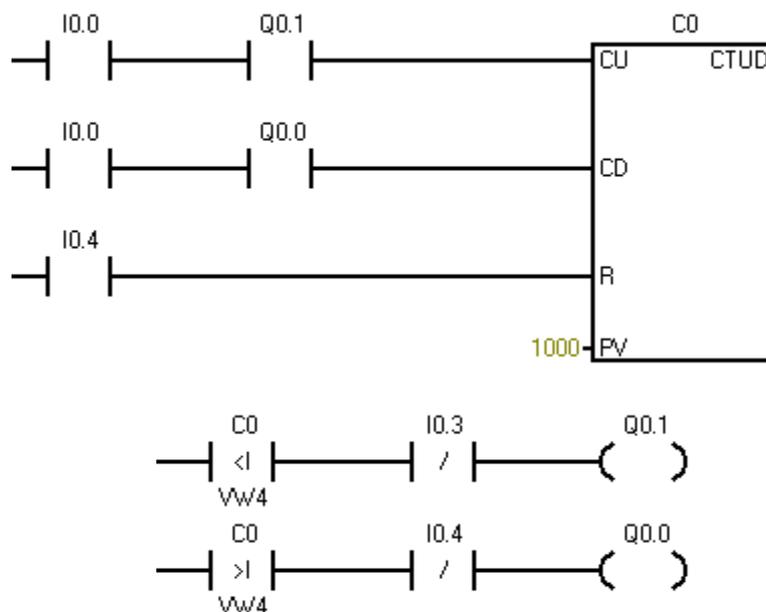


Рисунок 45 – Подпрограмма «Работа»

(Контроль текущего положения приводов и регулирование координаты по оси X) (рисунок 46).

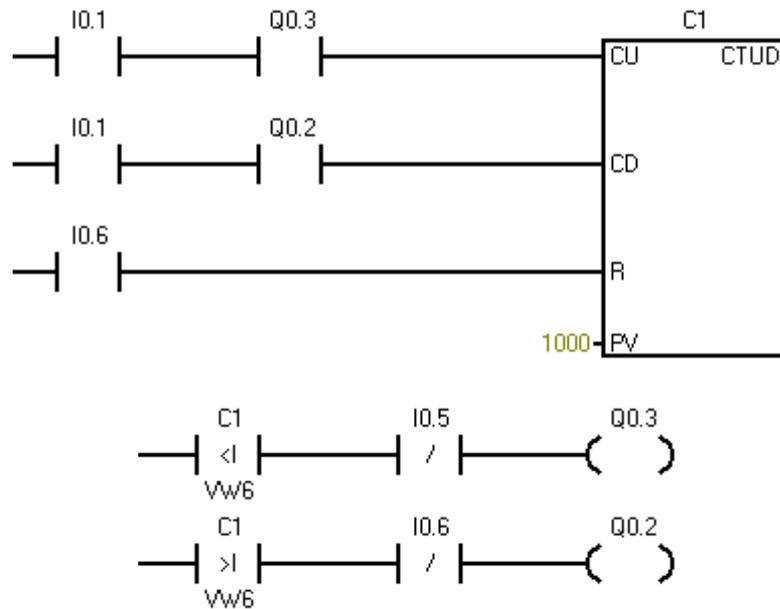


Рисунок 46 – Подпрограмма «Работа»

(Контроль текущего положения приводов и регулирование координаты по оси Y) (рисунок 47).

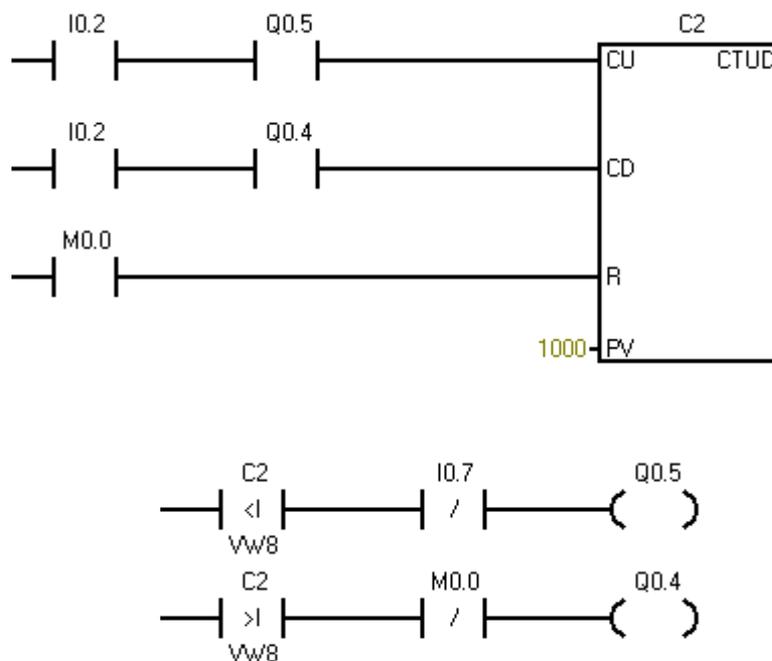


Рисунок 47 – Подпрограмма «Работа»

(Контроль текущего положения приводов и регулирование координаты по оси Z)

Если на данном шаге требуется выдвижение штока (V13.0) и не требуется его втягивание (не установлен бит V13.1, например, по ошибке) и, кроме того, соленоид еще не отработал (бит M0.2 не установлен), запускается выдержка

времени 0,5 секунд и подаётся напряжение на соленоид для выдвигания штока (активируется выход Q0.7) (рисунок 48).

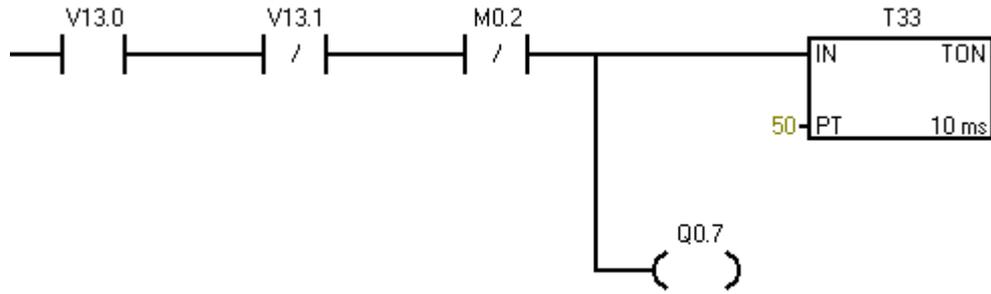


Рисунок 48 – Подпрограмма «Работа» (Выдвигание штока)

Для выдвигания соленоида используется таймер T34 (рисунок 49)..

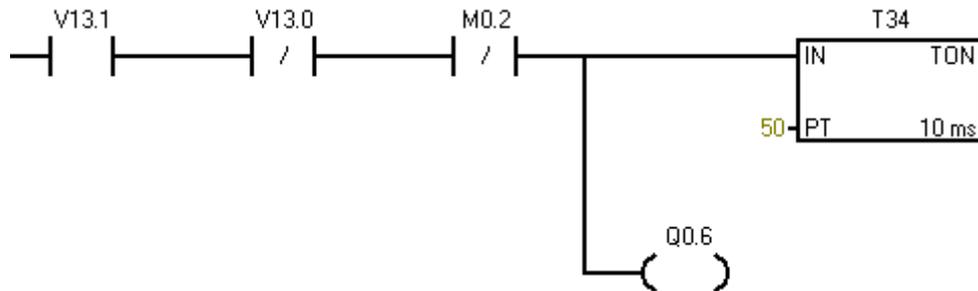


Рисунок 49 – Подпрограмма «Работа» (Втягивание штока)

Если закончена выдержка времени на подачу напряжения на соленоид для выдвигания (T33) или для втягивания его штока (T34) или соленоид не работает на данном шаге (биты V13.0 и V13.1 обнулены) или по ошибке дано задание на одновременное выдвигание и втягивание штока (биты V13.0 и V13.1 установлены одновременно), устанавливается бит M0.2 (соленоид отработал) (рисунок 50)..

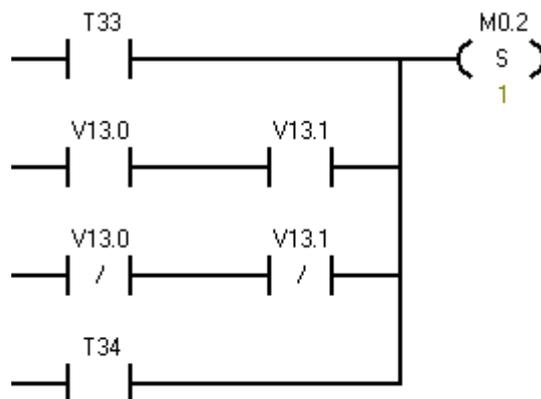


Рисунок 50 – Подпрограмма «Работа» (Соленоид отработал)

Когда все три двигателя выключаются и соленоид отработал, включается таймер для выдержки времени, хранящийся в области текущих заданий в переменной VW10 (рисунок 51).

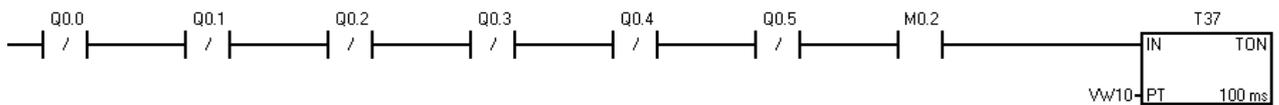


Рисунок 51 – Подпрограмма «Работа» (Выдержка времени)

После выдержки времени производится проверка следующего кадра:

- 1) если кадр последний (признак конца программы – V13.2 установлен), и при этом замкнут ключ I1.4 (циклическое выполнение программы), то указателю VD0 присваивается адрес первого слова первого кадра пользовательской программы;
- 2) если кадр не последний (V13.2 не установлен), то значение указателя увеличивается на 2 раза, что означает переход на следующий фрейм;
- 3) если, обрабатываемый фрейм последний (V13.2 установлен) и программа работает в циклическом режиме (выключатель I1.4 включен) или обрабатываемый фрейм не последний (V13.2 не установлен), – сбрасывается бит M0.2 (соленоид не отработал) и устанавливается бит M0.3, разрешающий загрузку нового фрейма (если не установить этот бит, новый фрейм не загрузится и программа остановится) (рисунок 52).

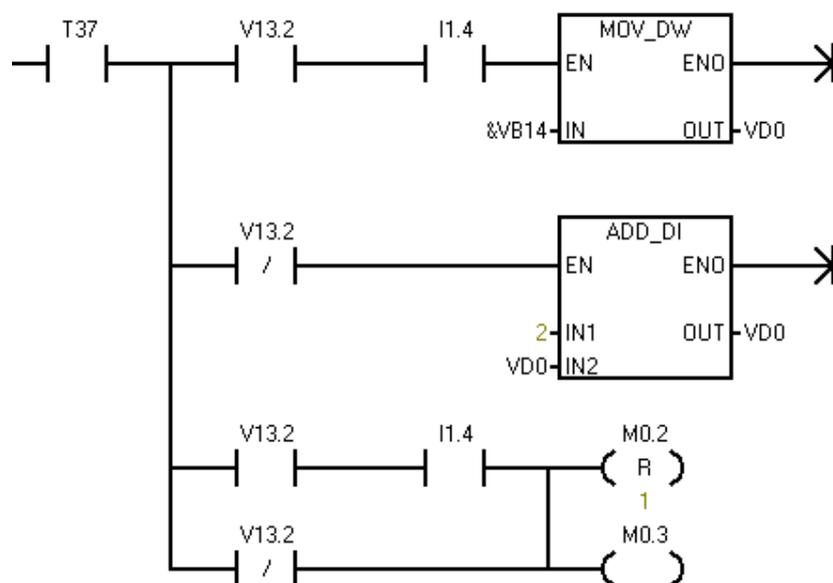


Рисунок 52 – Программа «Работа» (Проверка на последний кадр)

Если бит M0.3 установлен, происходит перемещение очередного фрейма пользовательской программы в область текущих заданий (рисунок 53).

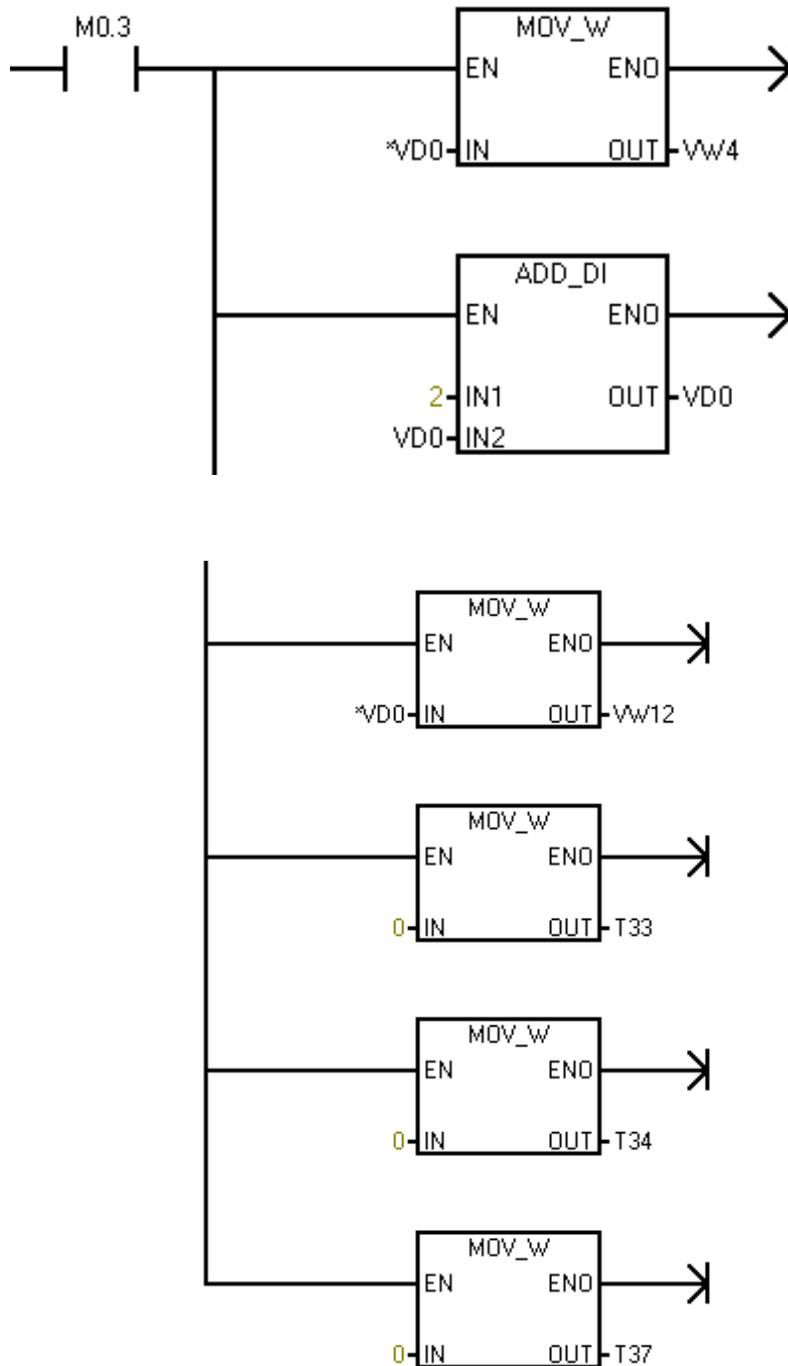


Рисунок 53 – Программа «Работа»
(Загрузка очередного фрейма в переменную и обнуление таймеров)

В первом цикле обработки программы производится сброс бита памяти M0.0. Для определения того, является ли выполняемый цикл первым, анализируется бит специальной памяти SM0.1 (рисунок 54).

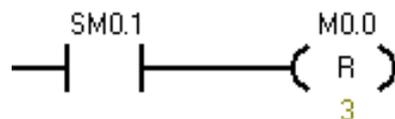


Рисунок 54 – Основная программа

Далее осуществляется работа с битами M0.0 и M0.1, фиксирующими крайние положения привода вертикального перемещения.

Если сработал концевой выключатель в крайнем нижнем положении (замкнут контакт реле K9 цепи входа I1.0), устанавливается бит M0.0 (рисунок 55).

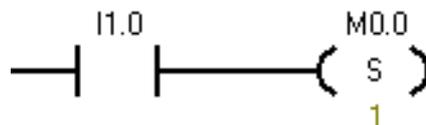


Рисунок 55 – Основная программа

Если происходит движение вверх (активирован выход Q0.5), сбрасываем бит M0.0 (рисунок 56).

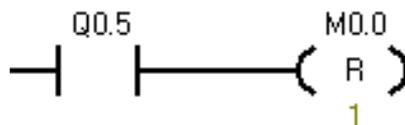


Рисунок 56 – Основная программа

Аналогичные действия происходят с битом M0.1, который устанавливается при достижении приводом крайнего верхнего положения (срабатывании концевой выключателя SQ6 и реле K10) и сбрасываться при включении привода в направлении «вниз».

В основной программе мы вызываем подпрограмму Инициализации или «Работа», следующим образом: если замкнут ключ I1.2, то запускается подпрограмма инициализации, если замкнут ключ I1.3, то запускается подпрограмма «Работа». При этом одновременное включение контактов I1.2 и I1.3 не приводит к вызову подпрограмм (рисунок 57) [9].

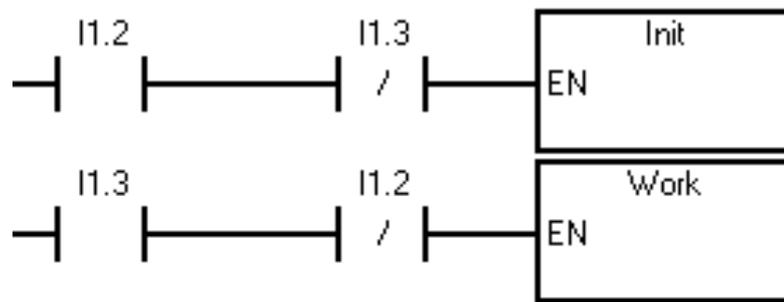


Рисунок 57 – Основная программа

5. 4 Разработка программы управления

Опишем программу управления с помощью модернизированного геймпада. Подпрограмма начинает работать при замыкании ключа I1.4. При этом начинается движение манипулятора в положение руля и педалей (X, Y Z)

Контроль текущего положения приводов и регулирование координаты по оси осуществляется как и в основной программе с помощью счетчика. Ниже, на рисунке 58 представлен счет по оси X.

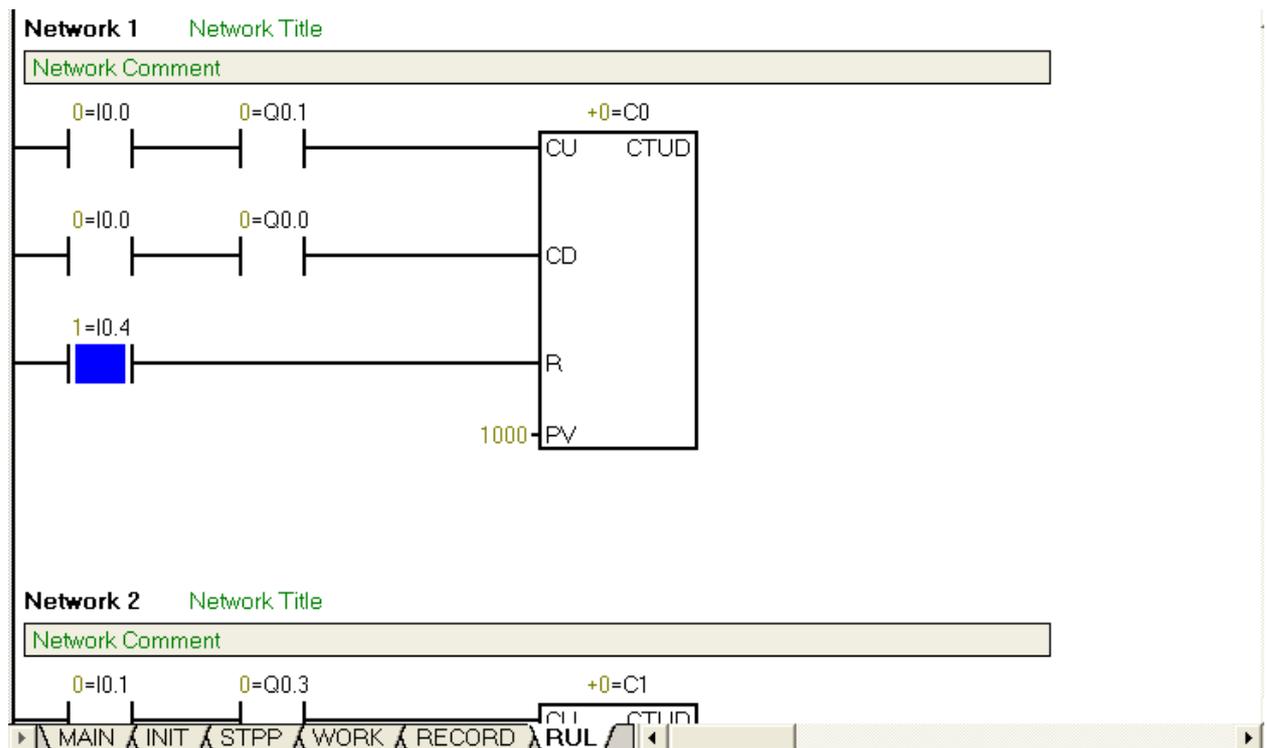


Рисунок 58 – Контроль текущего положения

В контролер приходят очень большие сигналы до 25000, управление с помощью таких сигналов не удобно и занимает большее количество памяти.

Требуется масштабировать данный сигнал, сделаем так, чтобы сигнал был в пределах 0-100. Для этого проведем ряд математических действий (необходимо знать минимум и максимум аналоговых сигналов).

На рисунке 59, представлены эти действия и крайние значения сигналов.

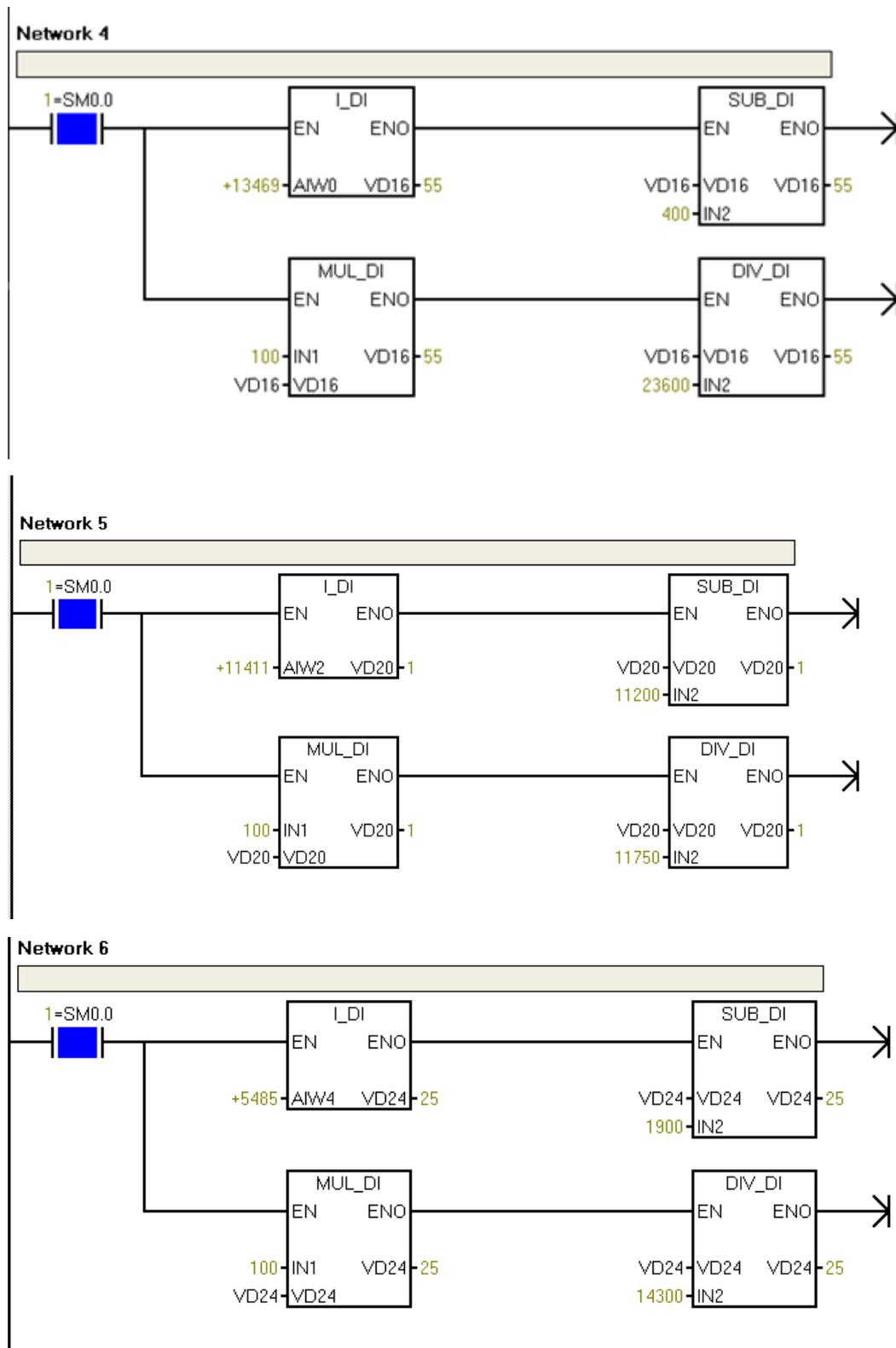


Рисунок 59 – Масштабирование сигналов

Для корректной работы будем использовать самообнуляющийся таймер (каждые пол секунды снимаются значения), (рисунок 60).

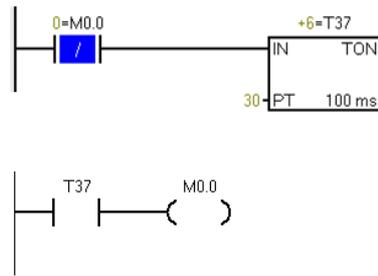


Рисунок 60 – Самообнуляющийся таймер

Не много о алгоритме программы. Для определение местоположения и значения на которое нужно изменится, нужно находить разницу между действительным и предыдущим значением (разница записывается в отдельную ячейку памяти). Для продолжение работы ,действительное значение записывается в предыдущие с течением времени.

Местоположение робота определяется количеством импульсов на кординате, например для поворота по/против часовой стрелки нужно порядка 40 импульсов. Для соответствия количеству импульсов, пришедший сигнал требуется разделить.

Разницу хранившюся в ячейки памяти нужно прибавить к текущему заданию (рисунок 61).

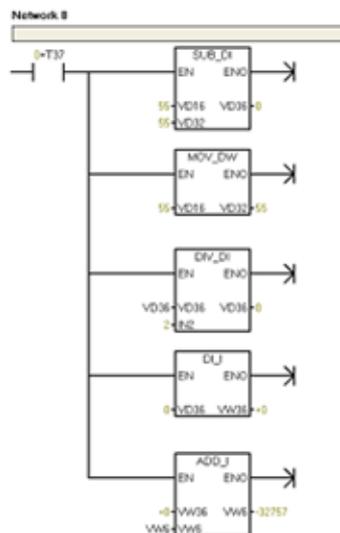


Рисунок 61 – Обработка сигналов

В зависимости от текущего задания и состояние конечных выключателей включается нужный привод (рисунок 62).

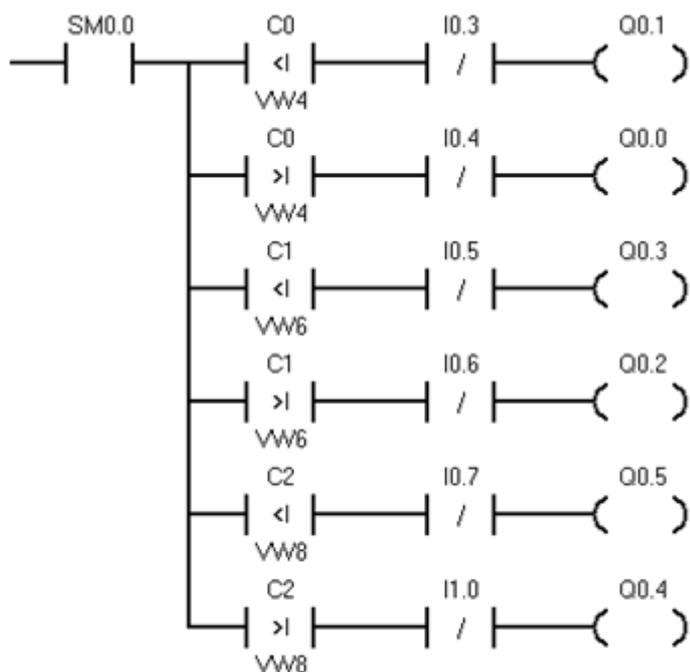


Рисунок 62 – Запуск приводов

Работа втягивание/выдвижение штока описана выше, в модернизированной СУ соленоид управляется с помощью дискретных сигналов, поэтому принципиально не отличается от описанного в предыдущем пункте.

Программа работает циклически, частым обнулением таймера обеспечивает плавную работу.

6. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ

Данный стенд находится в лаборатории АТП (автоматизация технологических процессов), расположенной в шестом корпусе АмГУ на третьем этаже, аудитория 306. Ниже приведены некоторые данные из санитарно-технического паспорта этой аудитории.

1. Назначение лаборатории: для проведения учебных занятий по курсу «Автоматизация технологических процессов»;
2. Общая площадь: 65 м²;
3. Площадь занимаемая оборудованием: 37 м²;
4. Объем общий: 182 м³;
5. Объем занимаемый оборудованием: 37 м³;
6. Количество рабочих мест: 15;
7. Вид освещения: естественное и люминесцентное;
8. Освещенность: 300 лк;
9. Система вентиляции: естественная;
10. Система отопления: центральное водяное;
11. Температура и влажность: (18-20)°С, (60-70)%;
12. Система водоснабжения: городской водопровод;
13. Система защиты электроустановок и электрооборудования: встроенная, автоматическая и индивидуальная;
14. Наличие сигнализации: пожарная;
15. Система и средства пожаротушения: огнетушитель 0.4-5.2 (ПО-4М);

План расстановки оборудования представлен на рисунке 63.

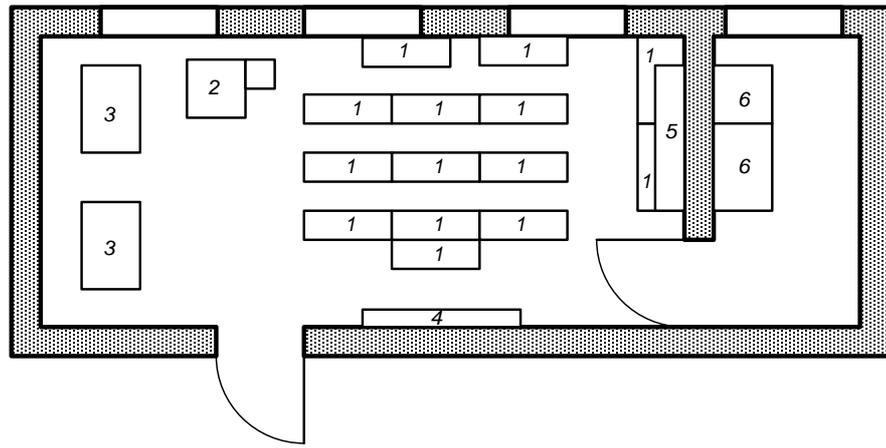


Рисунок 63 - План расстановки оборудования

- где 1) столы;
 2) лабораторный стенд;
 3) стенд «ИМ»;
 4) доска;
 5) - стенд «КДС»;
 6) - рабочие столы;

Схема электроснабжения представлена на рисунке 64, где

- 1) Распределительный щит
 2) Розетка трех контактная с заземлением и занулением
 3) Выключатель однополюсный
 4) Трехфазная розетка с занулением и заземлением

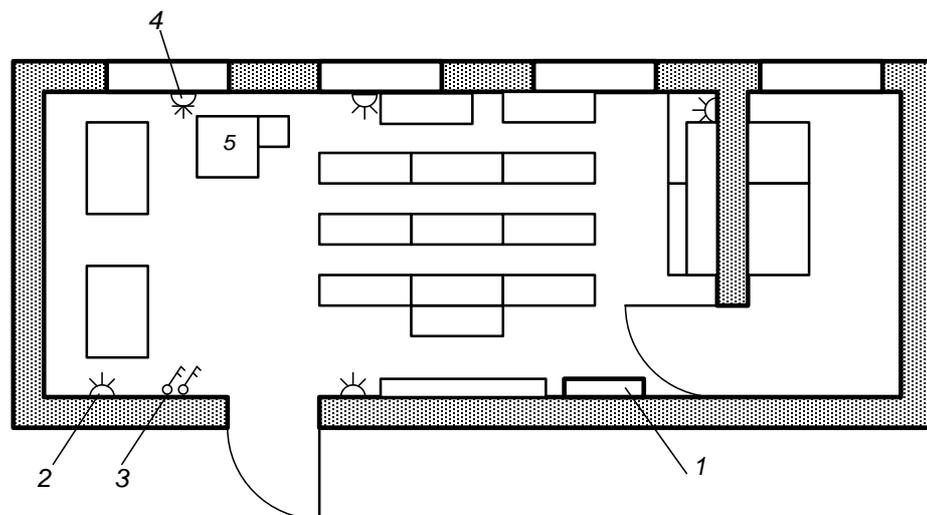


Рисунок 64 - Схема электроснабжения

6.1 Безопасность проекта

В данном проекте в качестве объекта автоматизации рассматривается лабораторный стенд «робот-манипулятор». В пункте 1 показан внешний вид установки.

Манипулятор состоит из трех кинематических пар: вращательной S2 и поступательных S1 и S3, а также механизма изменения положения рабочего органа S4. Рабочий орган представляет собой соленоид, благодаря которому объект может занимать два положения: «втянут» и «выдвинут».

Во время работы с электромеханическим роботом категорически запрещается без разрешения преподавателя:

- открывать крышки приборов, щитов, панелей;
- переключать тумблеры и переключатели на приборах, установках, щитах, панелях;
- переходить на другое рабочее место;
- громко разговаривать, кричать, перераспределять обязанности.

Все переключения в схеме установки производить только после проверки схемы преподавателем и после его разрешения.

Запрещается во время работы:

- прикасаться к подвижным и находящимся под напряжением частям стенда;
- останавливать вручную оборотные или механизмы, которые двигаются;
- эксплуатировать неисправное оборудование, а также оборудование с неисправными или отключенными устройствами;
- опираться и становиться на корпус и механизмы лабораторного робота;
- находиться в зоне осуществления работы по перемещению подвижных механизмов стенда;
- чистить, ремонтировать оборотные части или механизмы.

Каждый работающий в лаборатории, если он сам не может принять меры к устранению нарушений правил, обязан немедленно сообщить вышестоящему

руководству о всех замеченных им нарушениях правил, представляющих опасность для жизни людей.

При несчастных случаях с людьми снятие напряжения для освобождения пострадавшего от воздействия электрического тока должно быть произведено без предварительного разрешения.

Выполнение лабораторных работ на лабораторном стенде осуществляется группой студентов в количестве не более 8 человек под руководством преподавателя, который является производителем работ.

Производитель работ отвечает:

- за соответствие рабочего места методическим указаниям;
- за четкость и полноту инструктажа членов бригады (студентов);
- за наличие, исправность и правильное применение необходимых средств защиты, инструктажа, инвентаря и приспособлений;
- за безопасное проведение лабораторной работы и соблюдение настоящих Правил ТБ;
- осуществляет постоянный надзор за членами бригады.

Каждый член бригады обязан соблюдать настоящие Правила ТБ и инструктивные указания полученные при допуске к работе и во время работы, а также требования методических указаний по выполнению лабораторных работ и местных инструкций по охране труда.

Лица, нарушившие настоящие Правила, отстраняются от выполнения лабораторной работы.

Перед началом выполнения лабораторных работ:

Преподавателем назначается старший в бригаде и производится распределение обязанностей, т.е. определяется кто включает и отключает установку, кто следит за показаниями приборов и производит отчет, кто делает записи результатов.

Перераспределение обязанностей во время лабораторной работы не допускается.

Члены бригады изучают методические указания по выполнению лабораторной работы, знакомятся с установкой, ее схемой, приборами, расположением оборудования.

Изучают особые Правила техники безопасности при выполнении данной лабораторной работы и использованию оборудования, приборов и приспособлений.

Сдают зачеты по знанию настоящих Правил ТБ, а также схем и методических указаний по выполнению лабораторной работы.

Зачитывают черновик работы, куда зарисовывают схему установки, составляют таблицы для записей и результатов.

После окончания работы требуется:

1. Отключить установку от сети 380/220 В.
2. Сообщить об этом бригаде словами «Напряжение снято».
3. Отключить автоматический выключатель.
4. Навести порядок на рабочих местах.

В данном дипломном проекте стояла задача построения системы управления на базе контроллера Siemens S7-200. Система управления представляет собой простейшую систему не требующую особых мер безопасности при работе с ней. Питание осуществляется малым питающим напряжением, абсолютно безопасным для человека. Конструкция надежно закреплена, а пластмассовый корпус защищает от влаги и механического воздействия.

К стенду Siemens S7-200 робот манипулятор присоединяется при помощи многожильного кабеля, на одной стороне которого располагаются штекеры для подключения к гнездам лабораторного стенда, все провода обязательно изолируются во избежание замыкания, так же поверх проводов одевается защитный кожух, для предотвращения случайных повреждений.

Источником питающего напряжения является сеть переменного тока с напряжением 220 В, на которую распространяется ГОСТ 12.1.019-79.

Для снижения вероятности возникновения аварийных ситуаций выполнены следующие рекомендации требований «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей»:

1. Подводка сети для подключения устройств трех проводная: ноль электропитания, фаза, защитное заземление;
2. Защитный заземляющий проводник не имеет выключателей и предохранителей, а также надёжно изолирован;
3. Исключена возможность доступа оператора к частям оборудования, работающим под опасным напряжением, неизолированным частям, предназначенным для работы при малом напряжении и не подключенным к защитному заземлению;
4. Применена изоляция, служащая для защиты от поражения электрическим током, выполненная с применением прочного сплошного или многослойного изоляционного материала, толщина которого обусловлена типом обеспечиваемой защиты;
5. Устройства защищены от перегрузок по току, а также от короткого замыкания оборудования, встроенного в сеть здания.

Микроклимат. Параметры микроклимата (температура, влажность воздуха, скорость его движения, а также интенсивность радиации) должны соответствовать действующим санитарным нормам микроклимата производственных помещений СанПин 2.2.2/2.4.1340-03.

Таблица 12 - Оптимальные параметры микроклимата для помещений с ПЭВМ

Температура воздуха, °С не более	Относительная влажность воздуха, %	Абсолютная влажность воздуха, г/м	Скорость движения воздуха, м/с
19	62	10	< 0,1
20	58	10	< 0,1
21	55	10	< 0,1

Для поддержания необходимых значений температуры и влажности рабочее помещение оснащено системами отопления, обеспечивающими постоянный и равномерный нагрев. Оптимальные параметры микроклимата для помещений с ПЭВМ показаны в таблице 12 в соответствии с СанПин 2.2.2/2.4.1340-03.

Освещенность рабочего места.

Для максимальной производительности труда и удобства работы необходимо правильно располагать рабочие места относительно световых проемов, а также рассчитать систему общего освещения.

Требования к рациональной освещенности помещений:

1. Правильный выбор источников света и системы освещения;
2. Создание необходимого уровня освещенности рабочих поверхностей;
3. Ограничение слепящего действия света;
4. Ограничение или устранение колебаний светового потока во времени.

Минимальная освещенность должна соответствовать зрительным условиям труда согласно гигиеническим нормам 300 лк.

В помещении имеется искусственное и естественное освещение. Естественное освещение осуществляется через 3 светопроема: листовое стекло в деревянных переплетах. В качестве искусственных источников света используют люминесцентные лампы.

Работа с электромеханическим роботом не сопряжена с образованием и выделением газообразных, жидких или твердых отходов. Так же он не требует использования ресурсов.

Утратившие работоспособность детали и компоненты передают специальным службам (предприятиям) для сортировки, вторичного использования или складирования на городских мусорных полигонах.

6.2 Эргономичность проекта

Выполнены следующие эргономические требования к организации информации на экране:

1. Информация, предъявляемая на экране понятна, логически связана, распределена на группы по содержанию и функциональному назначению;
2. При организации информации на экране отсутствует избыточное кодирование, также нет неоправданных, плохо идентифицируемых сокращений;
3. На экране минимизировано использование терминов, относящихся к ЭВМ, вместо терминов, привычных для пользователя.

Эргономические требования определяют необходимые параметры яркостных, временных и пространственных характеристик зрительной информации.

Максимально допустимый перепад яркостей в поле зрения оператора не превышает 1:100, он близок к оптимальному соотношению: 20:1 между источником света и ближайшим окружением и 40:1 между светлым и темным участками изображения. Контраст между системой отображения информации и его непосредственным окружением не превышает соотношения 3:1.

Средства отображения информации: мониторы видов Samsung Syncmaster 753 DFX (по техническому паспорту) отвечают следующим техническим требованиям:

1. Яркость свечения экрана не менее 100 Кд/м²;
2. Минимальный размер точки раstra не более 0,24 мм для цветного монитора;
3. Контрастность изображения не менее 0,85;
4. Частота регенерации изображения в текстовом режиме не менее 72-75 Гц;
5. Разрешение монитора 1024 на 768 точек;
6. Размер экрана не менее 42 см по диагонали;
7. Высота символов на экране не менее 2 мм;
8. Расстояние от глаз оператора до экрана 40-80 см;
9. Монитор оборудован поворотной подставкой, позволяющей перемещать его в горизонтальной и вертикальной в пределах 130-200 мм и изменять угол наклона экрана на 10-15°.

Описание зрительной работы оператора.

Целью программы является автоматизация управления роботом манипулятором.

Программа реализована как обычное окно (с полями для изменения данных и переходу по ним), имеет такую же структуру: содержит: титульную форму, кнопки перехода на формы с другой информацией и т.д. Переход от одной формы к другой возможен посредством нажатия соответствующей кнопки перехода (к предыдущей или последующей форме). Каждая форма содержит набор стандартных кнопок, которые одинаково размещены.

Организация данных на экране дисплея выполнена таким образом, что логически связанные данные сгруппированы и отделены от других категорий данных. Функциональные зоны на дисплее разделяются с помощью пробелов и других средств: разные типы строк, ширина, уровень яркости, геометрическая форма, цвет.

Для облегчения восприятия разные классы информации специально кодируются: связанные, но разнесенные по экрану данные кодируются одним цветом. Цвет можно использовать и для выделения заголовков, новых данных или данных, на которые следует немедленно обратить внимание. Излишние украшения отсутствуют, нет злоупотреблений цветом.

Цветовая гамма построена с учетом психологии восприятия рисунка, что не приводит к утомлению зрения.

Наиболее вредное влияние на пользователя в оптическом диапазоне излучения от экрана оказывает избыток сине-фиолетового и фиолетового света от этого диапазона. Для организации «легкого» чтения документа цвет текста и фона сделаны контрастными (безликие оттенки отсутствуют): наименее утомительны сочетания белый или бледно-желтый фон и черный текст; желтый цвет стимулирует мозг, привлекает внимание и сохраняется в памяти дольше, чем другие цвета.

Программа выполнена по аналогии стандартных программ Windows, т.о. нет необходимости дорабатывать настройку цвета, т.к. она уже реализована в самой оболочке.

6.3 Чрезвычайные ситуации (ЧС)

Пожарная безопасность помещений, имеющих электрические сети, регламентируется ГОСТ 12.1.004-91 121. Согласно Нормам пожарной безопасности НПБ 105-03 помещения с ЭВМ и ПЭВМ относятся к категории В (пожароопасные). Согласно СНиП 21-01-97 залы ЭВМ должны располагаться не ниже первого этажа (допускается III степень огнестойкости). В нашем случае учебный класс располагается на 3 этаже здания.

В соответствии с пп. 8.1.15 СанПиН 2.2.2.542-03 помещения с ПЭВМ должны оснащаться аптечкой первой помощи и углекислотными огнетушителями. Количество и состав огнетушителей выбирают согласно ППБ в зависимости от площади защищаемого помещения и класса пожара. Наиболее вероятные классы пожаров в помещениях с ПЭВМ - А (могут гореть твердые вещества, горение которых сопровождается тлением) и Е (пожары, вызванные возгоранием электроустановок). На 100 м² помещения рекомендуется иметь 1 порошковый огнетушитель вместимостью 5 литров ОП-5 и 1 углекислотный огнетушитель ОУ-5 вместимостью 5 литров. Расстояние от возможного очага возгорания до места размещения огнетушителя не должно превышать 20 м, если ПЭВМ установлены в общественных зданиях и сооружениях, 30 м - для помещений ВЦ.

Система пожарной безопасности 6 корпуса Амурского Государственного университета в г. Благовещенске полностью соответствует всем правилам и нормам. В здании имеется 2 пожарных щита типа ЩП-А. Порошковый огнетушитель ОП-5 находятся там же, а углекислотные огнетушители ОУ-5 располагаются в помещении охраны. Система противопожарного оповещения представлена датчиками пожарной сигнализации для автоматического обнаружения пожаров (извещателями), располагающимися на потолке через

каждые 5 метров, и пультами включения противопожарной сигнализация, которые находятся на каждом этаже.

Требования пожарной безопасности

В соответствии с ГОСТ 12.1.004-91 работник обязан:

- знать схему эвакуации и место расположения огнетушителей;
- знать способ обращения с огнетушителями;
- не загромождать проходы посторонними предметами;
- при длительных перерывах более 1 часа или, уходя с работы, выключить ПК и другие электроприборы (кроме факса и холодильника) путем вынимания исправной вилки из исправной розетки;
- не допускать загромождения огнеопасными материалами (тканями, бумагой и т.д.) настольной лампы и обогревателя с открытой спиралью;
- не разрешать вешать одежду на выключатели или розетки,
- не хранить легковоспламеняющиеся вещества в комнатах,
- при обнаружении возгорания прекратить работу, оповестить окружающих сотрудников, без паники выйти из здания, по возможности вызвать пожарную команду по телефону «112», сообщить администрации отключить от сети электрооборудование, приступить к тушению пожара имеющимися средствами пожаротушения;
- не разрешать курение в комнатах;
- при общем сигнале опасности без паники выйти из здания,
- курить только в отведённых местах,

Работнику запрещается:

- применять открытый огонь;
- оставлять без присмотра электрооборудование (ПК, нагреватель, настольную лампу и т.д.);
- сушить одежду и обувь на нагревательных приборах,
- пользоваться самодельными электроприводными средствами;
- пользоваться неисправными электроприборами.

1. При обнаружении обрыва проводов питания, неисправности заземления и других повреждений электрооборудования, при появлении запаха гари отключить питание, и сообщить руководителю и дежурному электрику;
2. При обнаружении человека под напряжением освободить его от действия тока путем отключения электропитания и до прибытия врача оказать первую медицинскую помощь;
3. При любых случаях сбоя технического оборудования или программного обеспечения вызвать представителя инженерно-технической службы эксплуатации вычислительной техники;
4. В случае появления рези в глазах, ухудшения видимости, боли в пальцах и кистях рук, учащения сердцебиения - немедленно покинуть рабочее место, сообщить о происшедшем руководителю работ и обратиться к врачу;
5. При возгорании оборудования отключить питание и принять меры к тушению пожара с помощью углекислотного или порошкового огнетушителя, вызвать пожарную команду и сообщить руководителю работ. [10]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе ставилась задача модернизации работоспособной автоматизированной системы управления роботом-манипулятором.

В ходе выполнения ВКР были модернизированы монтажные схемы цепей управления, монтажные схемы силовых и обрабатывающих цепей, схемы сопряжения устройств с контроллером SiemensS7-200. Разработана схема соединений коммутации и система управления.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Программируемые контроллеры S7-200 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.siemens-pro.ru/docs/simatic/s7-200/>. - 23.02.2017.
- 2 Бурдаков, С.Ф. Проектирование манипуляторов промышленных роботов роботизированных комплексов / С.Ф. Бурдаков, В.А. Дьяченко, А.Н. Тимофеев. – М.: Высшая школа, 1986. - 262 с.
- 3 Москаленко, В.В. Автоматизированный электропривод / В.В. Москалев. - М.: Энергоатомиздат, 1986. – 416 с.
- 4 Петров, И.В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования / И.В. Петров. - М.: Высшая школа, 2004. – 114 с.
- 5 Электрические схемы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://electricalschool.info/main/electroshemy/>. - 02.03.2017.
- 6 Обработка сигналов. Коммутация и управление сигналами [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.avclub.pro/articles/av-likbez/obrabotka-signalov-kommutatsiya-i-upravlenie-signalami/>. - 04.03.2017.
- 7 Потенциометры и их применение [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://electricalschool.info/spravochnik/eltehustr/1790-potenciometry-i-ikh-primeneniye.html/>. - 21.03.2017
- 8 Потапов, Ю.В. Protel DXP. Инструменты разработчика / Ю.В. Потапов. - М.: «Горячая линия -Телеком», 2006. - 276 с.
- 9 Рыбалев, А.Н. Програмируемые логические контроллеры и аппаратура управления: лабораторный практикум. Часть 2. Simens S7-200 / А.Н. Рыбалев. - Благовещенск: издательство АмГУ, 2010. - 73 с.
- 10 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://prom-nadzor.ru/content/sanpin-2-2-22-4-1340-03/>. - 20.05.2017

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Техническое задание на разработку

Техническое задание разработано с требованиями ГОСТ 19.201–78.

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.) Настоящее ТЗ распространяется на модернизацию системы управления лабораторного электромеханического робота.

2.) Заказчик: ФГБОУ ВПО Амурский государственный университет (АмГУ)

Исполнитель: Медяник А.В.

3.) Система разрабатывается на основании следующих документов:

- ФГОС направления подготовки бакалавров 15.03.04 АТПиП
- Учебный план направления подготовки бакалавров 15.03.04 Автоматизации технологических процессов и производств

4.) Плановый срок начала работ по модернизации системы управления лабораторного электромеханического робота 05 декабря 2016 года.

Плановый срок окончания работ модернизации системы управления лабораторного электромеханического робота 5 июня 2017 года.

2 НАЗНАЧЕНИЕ И ЦЕЛИ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ

Модернизация системы управления лабораторного электромеханического робота предназначена для:

- для более наглядного и удобного способа управления роботом-манипулятором
- для совершенствования программы управления роботом-манипулятором
- для возможности дальнейшей модернизации лабораторного стенда

Цели создания системы.

- Совершенствование лабораторной базы кафедры
- Получение навыков построения систем управления данного класса

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

3 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА МОДЕРНИЗАЦИИ

Объектом автоматизации является электромеханическое устройство, состоящее из трех кинематических пар: вращательной S2 и поступательных S1 и S3, а также механизма изменения положения рабочего органа S4. Рабочий орган представляет собой соленоид, благодаря которому объект может занимать два положения: «втянут» и «выдвинут». Для его управления используется контроллер фирмы SIEMENS - S7 200.

ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ

Требования к системе в целом

Система управления должна включать следующие элементы:

- блок питания 12В
- блок
- блок контроллера
- пульт управления
- блок контроля и измерения положения приводов

Блок коммутации должен обеспечивать возможность реверсивного включения приводов и отключением приводов в конечных положениях.

Блок контроллера предназначен для получения и обработки сигналов датчиков положения и выработки сигналов управления в соответствии с программой управления.

Пульт управления предназначен для отображения текущего состояния и положения приводов, переключения режима работы, ручного управления приводами.

Требования к структуре и функционированию системы

Для СУ определены следующие режимы функционирования:

- нормальный режим функционирования;
- аварийный режим функционирования.

Основным режимом функционирования СУ является нормальный режим.

В нормальном режиме функционирования системы:

- Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

- программное обеспечение и технические средства системы обеспечивают возможность функционирования;
- исправно работает оборудование, составляющее комплекс технических средств;
- исправно функционирует системное, базовое и прикладное программное обеспечение системы.

Для обеспечения нормального режима функционирования системы необходимо выполнять требования и выдерживать условия эксплуатации программного обеспечения и комплекса технических средств системы, указанные в соответствующих технических документах.

Аварийный режим функционирования системы характеризуется отказом одного или нескольких компонент программного или технического обеспечения. В случае перехода системы в аварийный режим необходимо:

- отключить питание
- сообщить об аварии;
- выполнить комплекс мероприятий по устранению причины перехода системы в аварийный режим.

1) требования по диагностированию системы;

АС должна предоставлять инструменты диагностирования основных процессов системы мониторинга процесса выполнения программы.

Компоненты должны быть удобны для возможности просмотра диагностических событий, мониторинга процесса выполнения программ.

При возникновении аварийных ситуаций, либо ошибок в программном обеспечении, диагностические инструменты должны позволять сохранять полный набор информации, необходимой разработчику для идентификации проблемы (снимки экранов, текущее состояние памяти, файловой системы).

2) перспективы развития, модернизации системы.

СУ должна реализовывать возможность дальнейшей модернизации как программного обеспечения, так комплекса технических средств.

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

Требования к численности и квалификации персонала системы

Для плановой диагностики СУ требуется один человек.

Требования к надежности

Система должна сохранять работоспособность и обеспечивать восстановление своих функций при возникновении следующих внештатных ситуаций:

- при сбоях в системе электроснабжения аппаратной части;
- при ошибках в работе аппаратных средств;
- при ошибках, связанных с программным обеспечением.

Требования к безопасности

Все внешние элементы технических средств системы, находящиеся под напряжением, должны иметь защиту от случайного прикосновения, а сами технические средства иметь защитное заземление в соответствии с ГОСТ 12.1.030- 81 и ПУЭ.

Система электропитания должна обеспечивать защитное отключение при перегрузках и коротких замыканиях в цепях нагрузки, а также аварийное ручное отключение.

Общие требования пожарной безопасности должны соответствовать нормам на бытовое электрооборудование. В случае возгорания не должно выделяться ядовитых газов и дымов. После снятия электропитания должно быть допустимо применение любых средств пожаротушения.

Факторы, оказывающие вредные воздействия на здоровье со стороны всех элементов системы (в том числе инфракрасное, ультрафиолетовое, рентгеновское и электромагнитное излучения, вибрация, шум, электростатические поля, ультразвук строчной частоты и т.д.), не должны превышать действующих норм (СанПиН 2.2.2./2.4.1340-03 от 03.06.2003 г.).

Требования к эргономике и технической эстетике

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

Выполнены следующие эргономические требования к организации информации на экране:

1. Информация, предъявляемая на экране понятна, логически связана, распределена на группы по содержанию и функциональному назначению;
2. При организации информации на экране отсутствует избыточное кодирование, также нет неоправданных, плохо идентифицируемых сокращений;
3. На экране минимизировано использование терминов, относящихся к ЭВМ, вместо терминов, привычных для пользователя.

Эргономические требования определяют необходимые параметры яркостных, временных и пространственных характеристик зрительной информации.

Система должна обеспечивать корректную обработку аварийных ситуаций, вызванных неверными действиями пользователей, неверным форматом или недопустимыми значениями входных данных. В указанных случаях система должна выдавать пользователю соответствующие сообщения.

Требования к транспортабельности для подвижных АС

АС в сложенном виде должна быть компактной, а также должна иметь возможность быстрой и простой сборки.

Требования к эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и хранению компонентов системы

Для нормальной эксплуатации разрабатываемой системы должно быть обеспечено бесперебойное питание. При эксплуатации система должна быть обеспечена соответствующая стандартам хранения и эксплуатации.

Периодическое техническое обслуживание используемых технических средств должно проводиться в соответствии с требованиями технической документации изготовителей, но не реже одного раза в год.

В процессе проведения периодического технического обслуживания должны проводиться внешний и внутренний осмотр и чистка технических

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

средств, проверка контактных соединений, проверка параметров настроек работоспособности технических средств и тестирование их взаимодействия.

На основании результатов тестирования технических средств должны проводиться анализ причин возникновения обнаруженных дефектов и приниматься меры по их ликвидации.

Восстановление работоспособности технических средств должно проводиться в соответствии с инструкциями разработчика и поставщика технических средств и документами по восстановлению работоспособности технических средств и завершаться проведением их тестирования. Размещение оборудования, технических средств должно соответствовать требованиям техники безопасности, санитарным нормам и требованиям пожарной безопасности.

Все пользователи системы должны соблюдать правила эксплуатации электронной вычислительной техники.

Требования по сохранности информации при авариях

Программное обеспечение АС должно восстанавливать свое функционирование при корректном перезапуске аппаратных средств. Приведенные выше требования не распространяются на компоненты системы, разработанные третьими сторонами и действительны только при соблюдении правил эксплуатации этих компонентов.

Требования к защите от влияния внешних воздействий

Защита от влияния внешних воздействий должна обеспечиваться средствами программно - технического комплекса.

Требования к патентной чистоте

Установка системы в целом, как и установка отдельных частей системы не должна предъявлять дополнительных требований к покупке лицензий на программное обеспечение сторонних производителей, кроме программного обеспечения.

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

Дополнительные требования

Дополнительные требования не предъявляются.

Требования к видам обеспечения

Требования к математическому обеспечению системы

Математические методы и алгоритмы, а также программное обеспечение, используемые при разработке АС должны быть максимально оптимизированными и понятными для разработчиков.

Требования к информационному обеспечению системы

Состав, структура и способы организации данных в системе должны быть определены на этапе технического проектирования.

Технические средства, обеспечивающие хранение информации, должны использовать современные технологии, позволяющие обеспечить повышенную надежность хранения данных и оперативную замену оборудования.

Требования к техническому обеспечению

Техническое обеспечение системы должно максимально и наиболее эффективным образом использовать существующие технические средства.

Требования к организационному обеспечению

Организационное обеспечение системы должно быть достаточным для эффективного выполнения возложенных на него обязанностей при осуществлении автоматизированных и связанных с ними неавтоматизированных функций системы.

5 ПОРЯДОК КОНТРОЛЯ И ПРИЕМКИ СИСТЕМЫ

Виды, состав, объем и методы испытаний системы

Виды, состав, объем, и методы испытаний системы должны быть изложены в программе и методике испытаний СУ, разрабатываемой в составе рабочей документации.

Общие требования к приемке работ по стадиям

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

Все создаваемые в рамках настоящей работы программные изделия передаются заказчику, как в виде готовых модулей, так и в виде исходных кодов, представляемых в электронной форме на стандартном машинном носителе.

Статус приемочной комиссии

Статус приемочной комиссии определяется заказчиком до проведения испытаний.

7 ТРЕБОВАНИЯ К СОСТАВУ И СОДЕРЖАНИЮ РАБОТ ПО ПОДГОТОВКЕ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ К ВВОДУ СИСТЕМЫ В ДЕЙСТВИЕ

В ходе выполнения проекта на объекте автоматизации требуется выполнить работы по подготовке к вводу системы в действие. При подготовке к вводу в эксплуатацию СУ заказчик должен обеспечить выполнение следующих работ:

- Обеспечить соответствие помещений и рабочих мест пользователей системы в соответствии с требованиями;
- Обеспечить выполнение требований, предъявляемых к программно-техническим средствам, на которых должно быть развернуто программное обеспечение СУ;
- Совместно с исполнителем подготовить план развертывания системы на технических средствах заказчика;
- Провести опытную эксплуатацию СУ.

Требования к составу и содержанию работ по подготовке объекта автоматизации к вводу системы в действие, включая перечень основных мероприятий и их исполнителей должны быть уточнены на стадии подготовки рабочей документации и по результатам опытной эксплуатации.

8 ИСТОЧНИКИ РАЗРАБОТКИ

Учебники, учебные пособия, и другие материалы:

- Программирование программируемых логических контроллеров Siemens S7-200;

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

- Контроллер программируемый логический Siemens S7-200.

Руководство по эксплуатации;

- Контроллер программируемый логический Siemens S7-200.

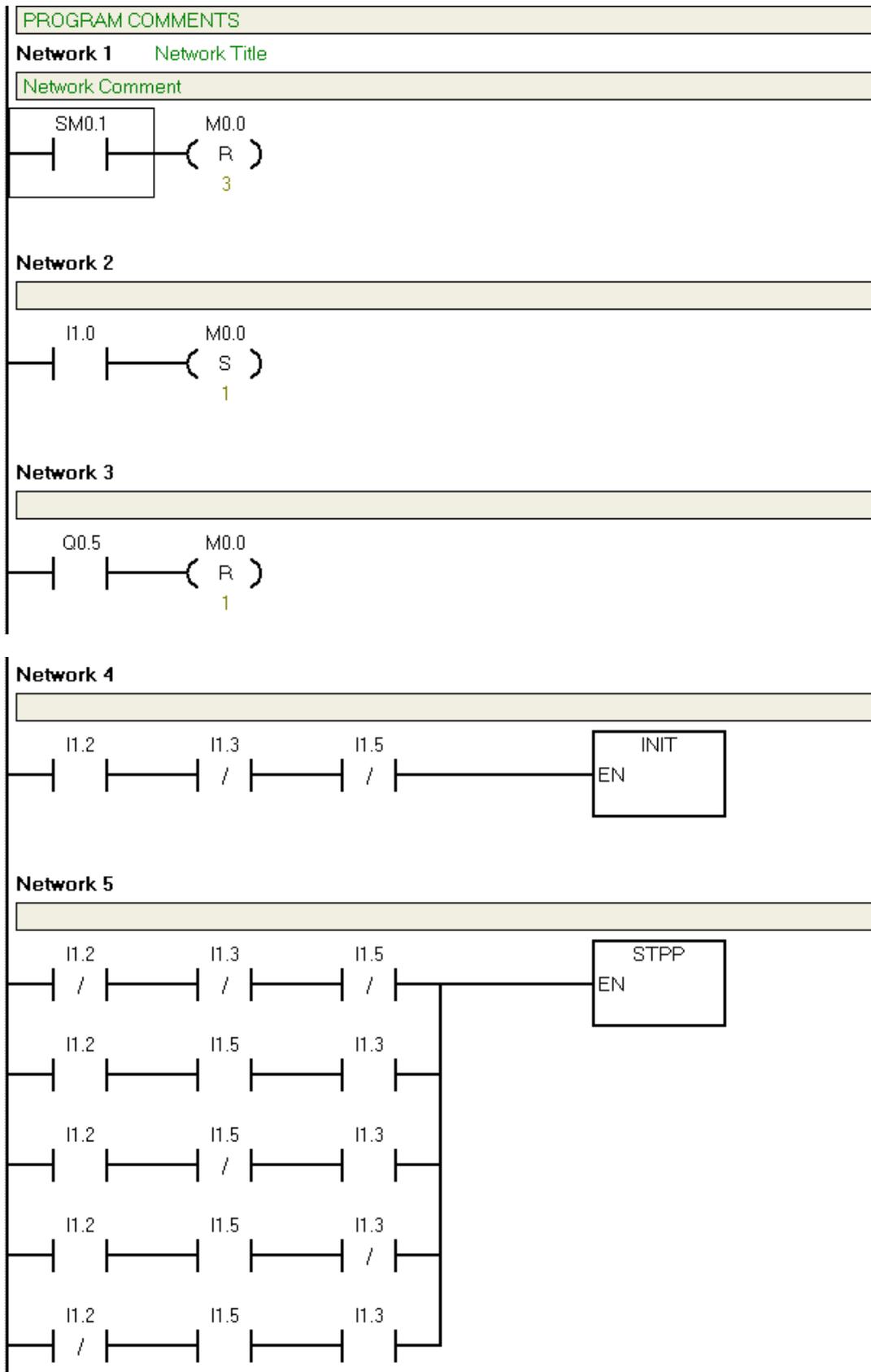
Руководство по программированию;

- ГОСТ 34.201-89 Виды, комплектность, обозначения документов при создании СУ.

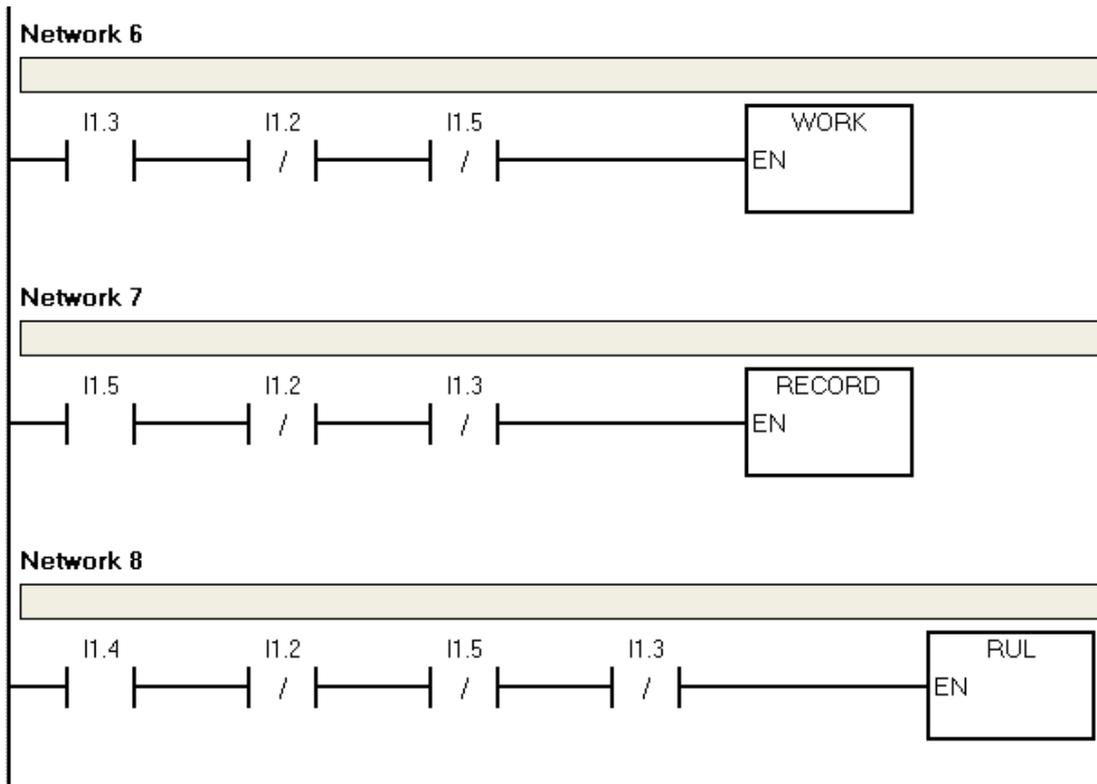
ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Код программы управления

Подпрограмма Main

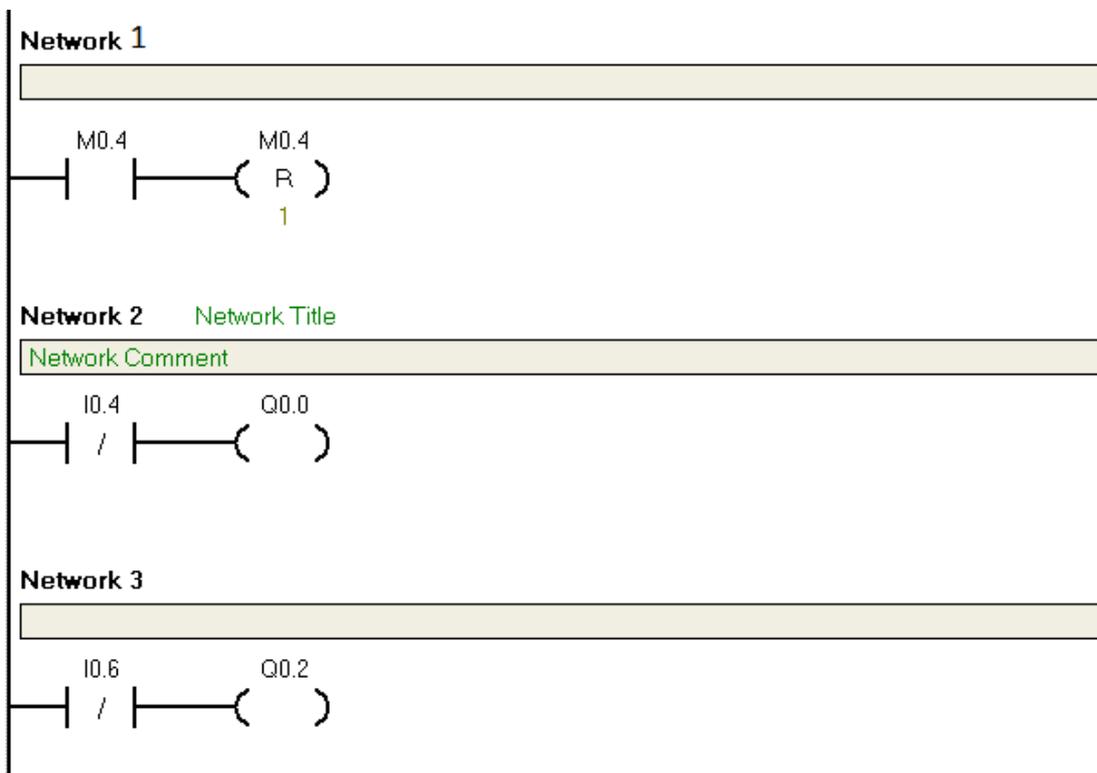


Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Б

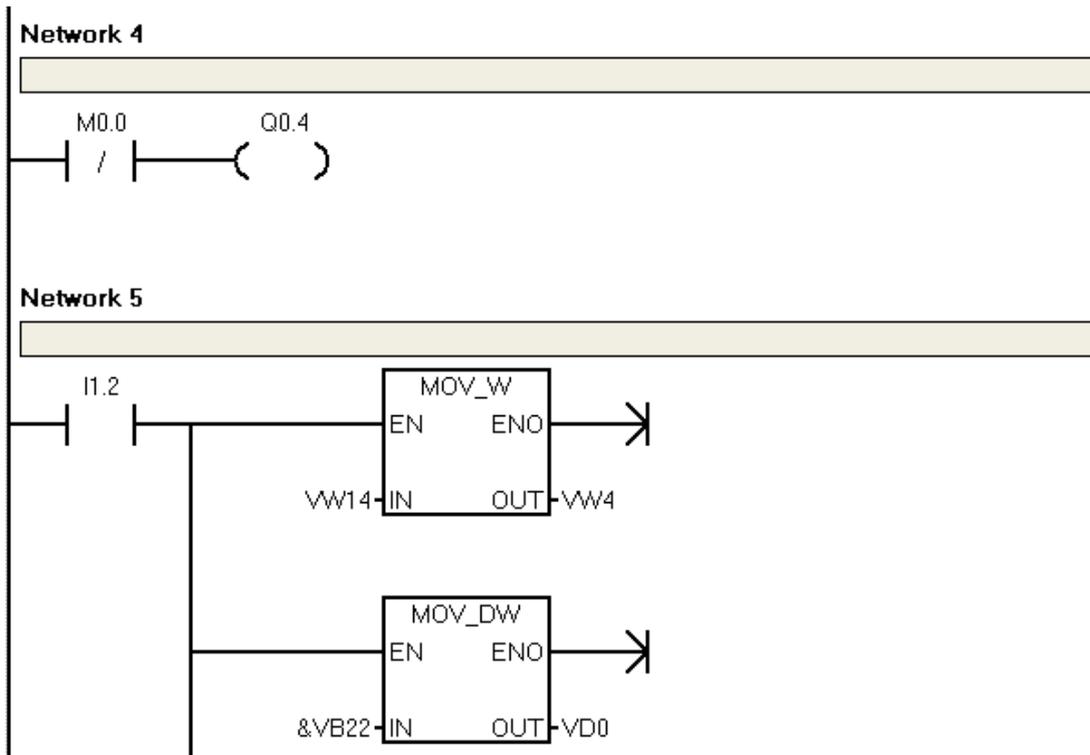


Подпрограмма инициализации Init

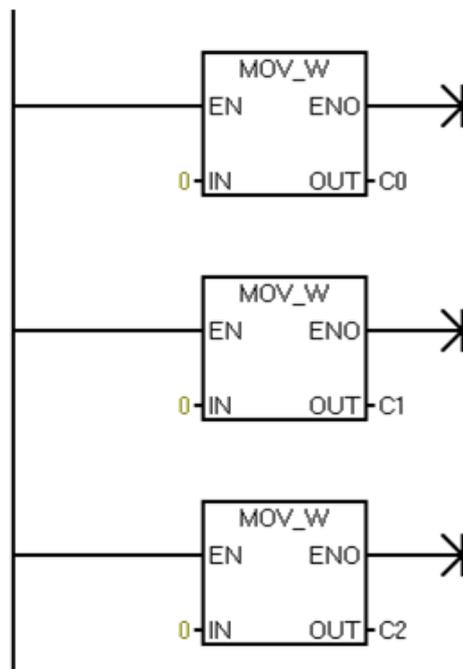
Подпрограмма инициализации начинает свою работу при замыкании ключа 1.2. Она переводит работа в начальное положение.



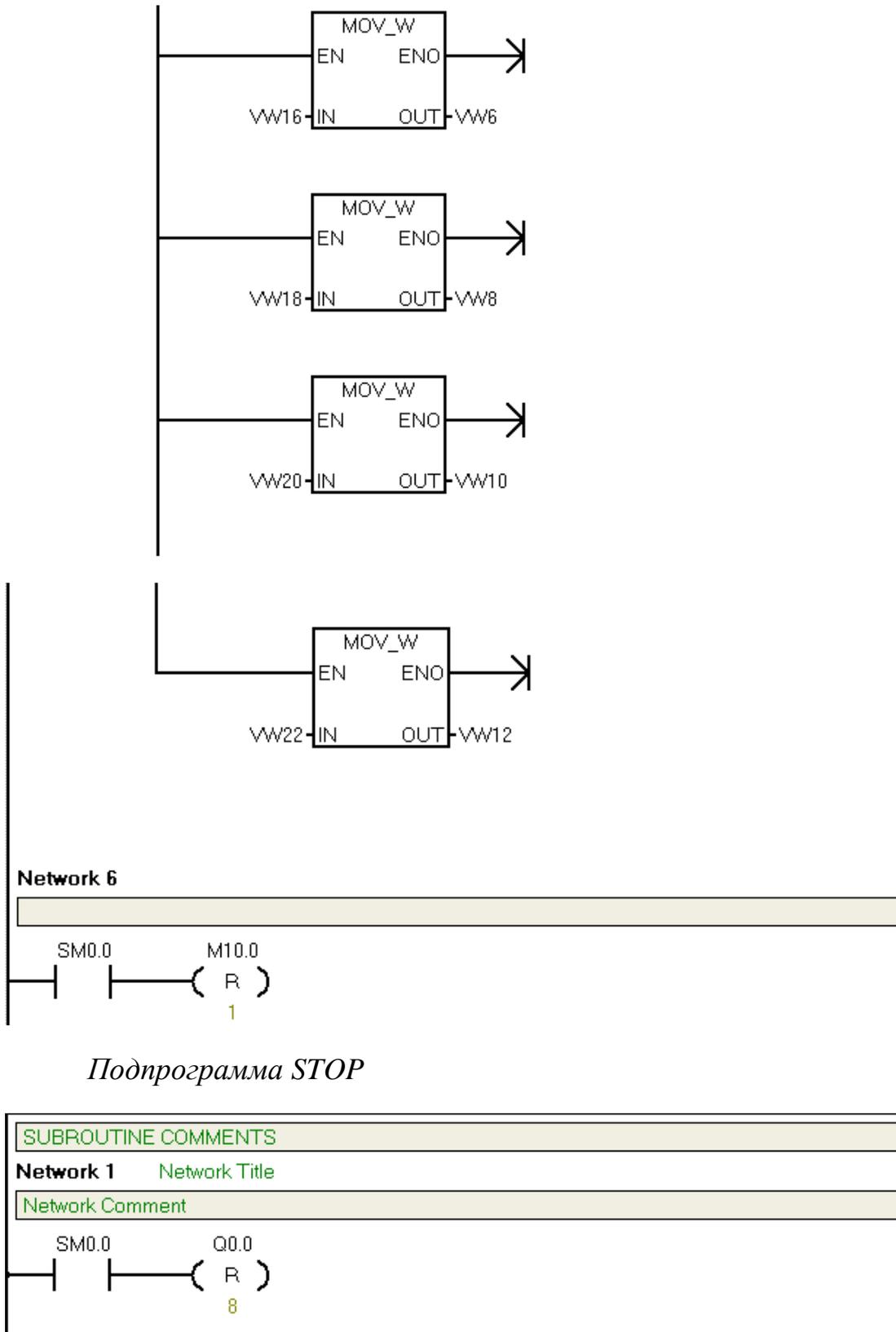
Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Б



Сброс счетчиков



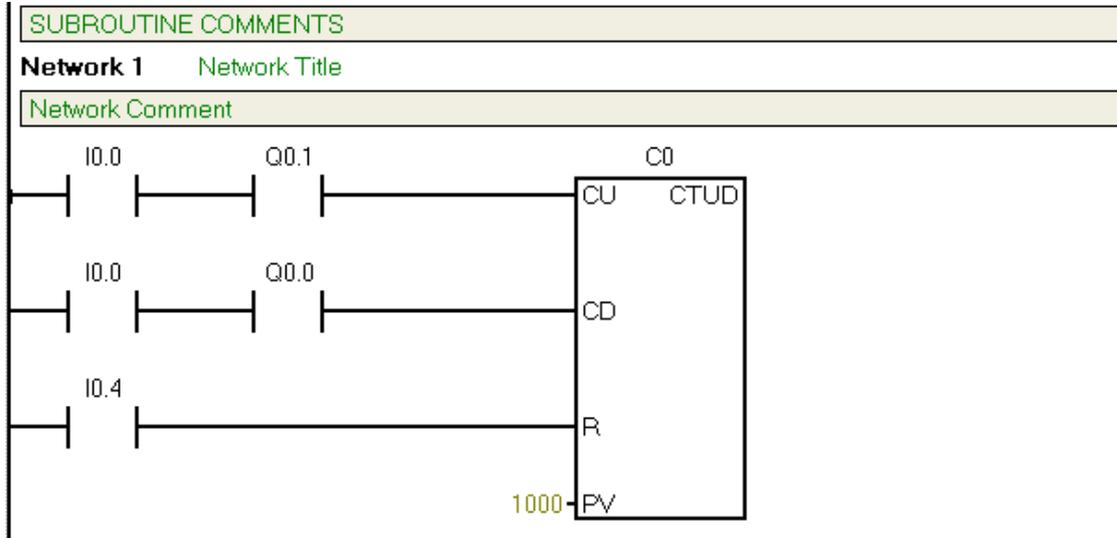
Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Б



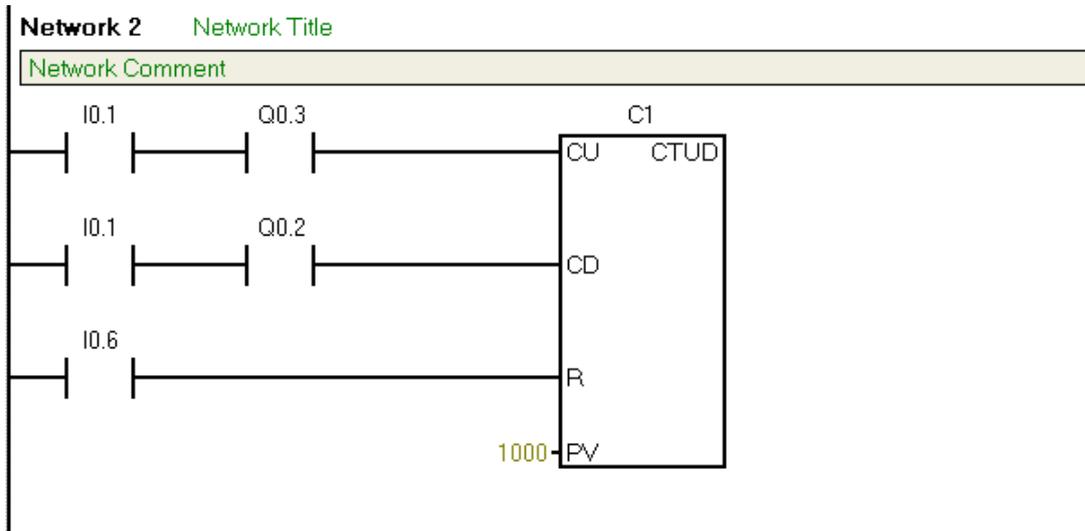
Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Б

Подпрограмма WORK

Контроль текущего положения приводов и регулирование координаты по оси X

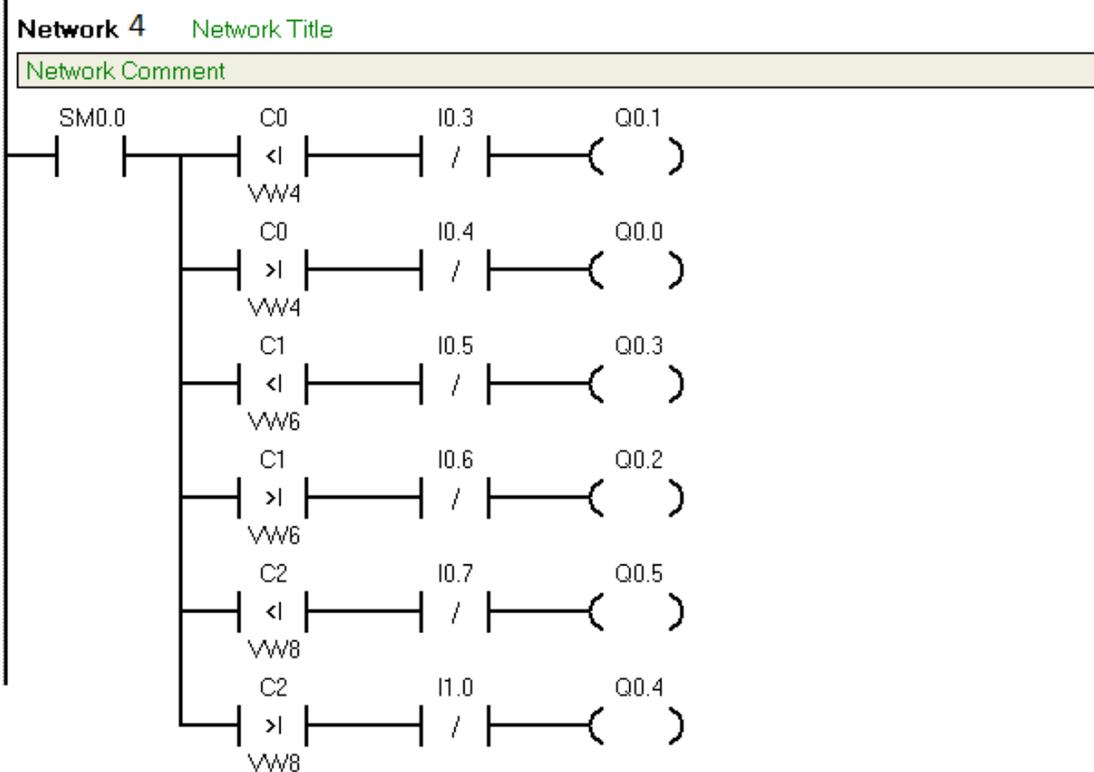
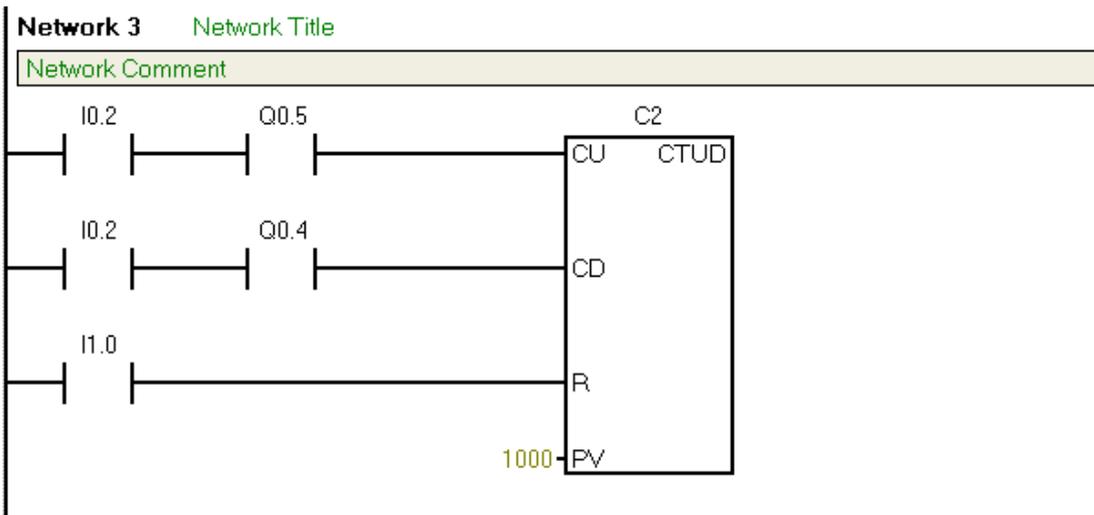


Контроль текущего положения приводов и регулирование координаты по оси Y



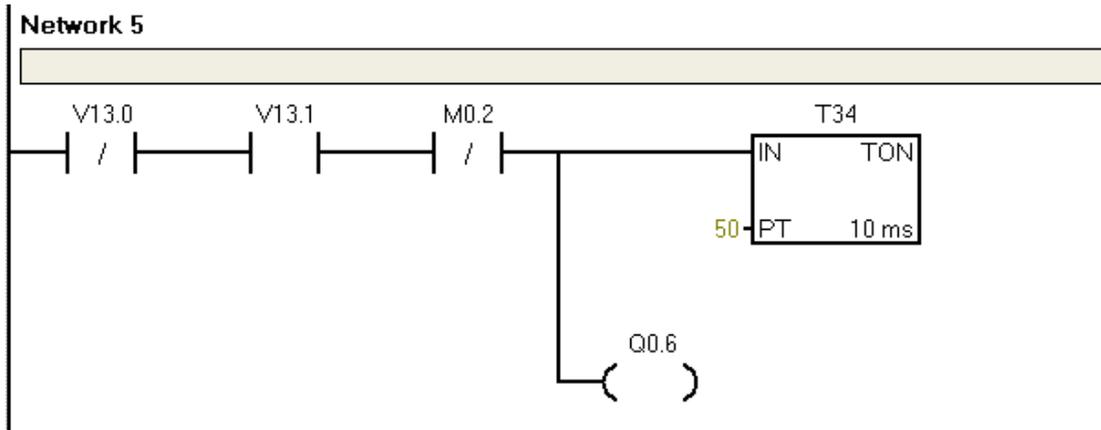
Контроль текущего положения приводов и регулирование координаты по оси Z

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Б

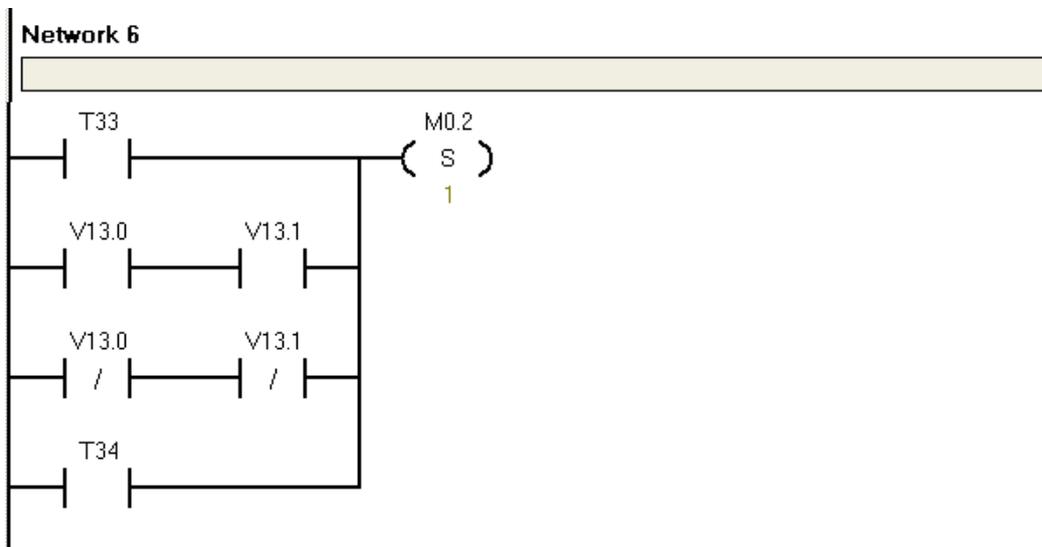


Втягивание штока

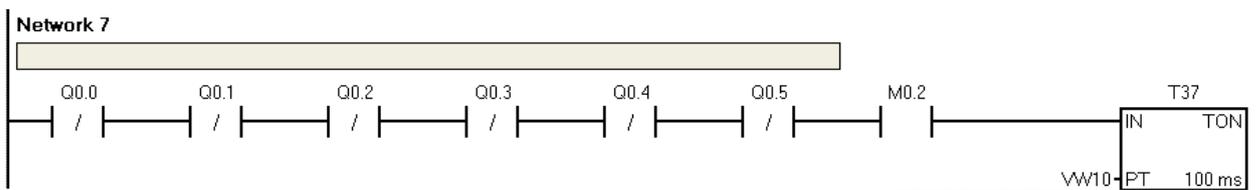
Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Б



Соленоид отработал

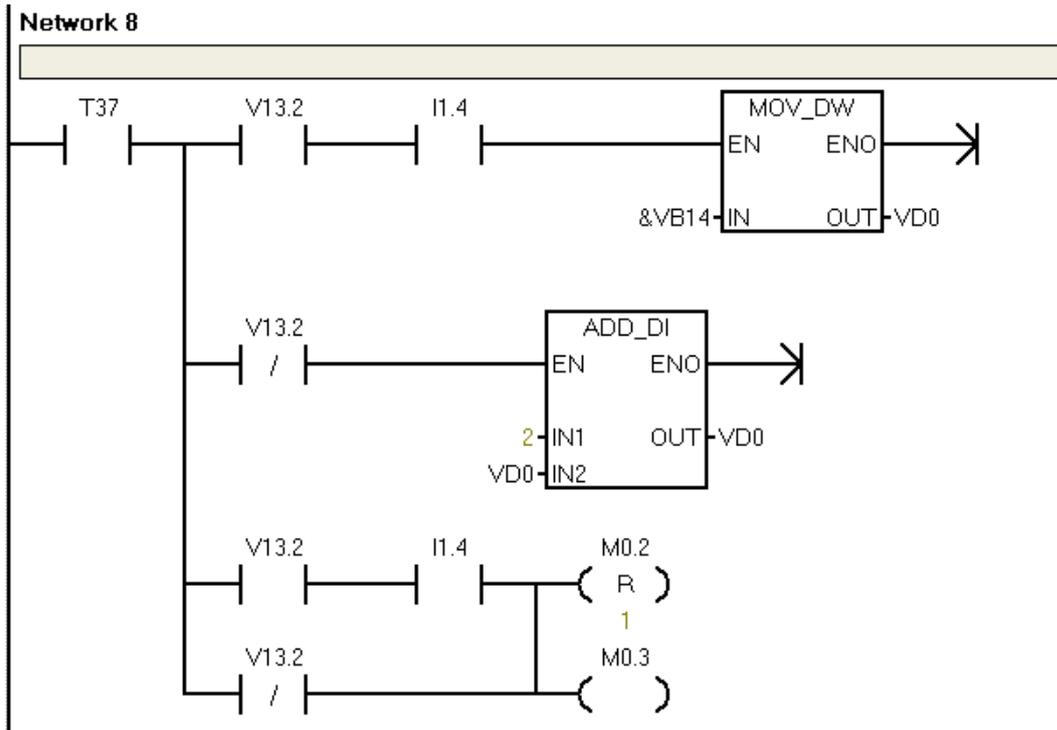


Выдержка времени



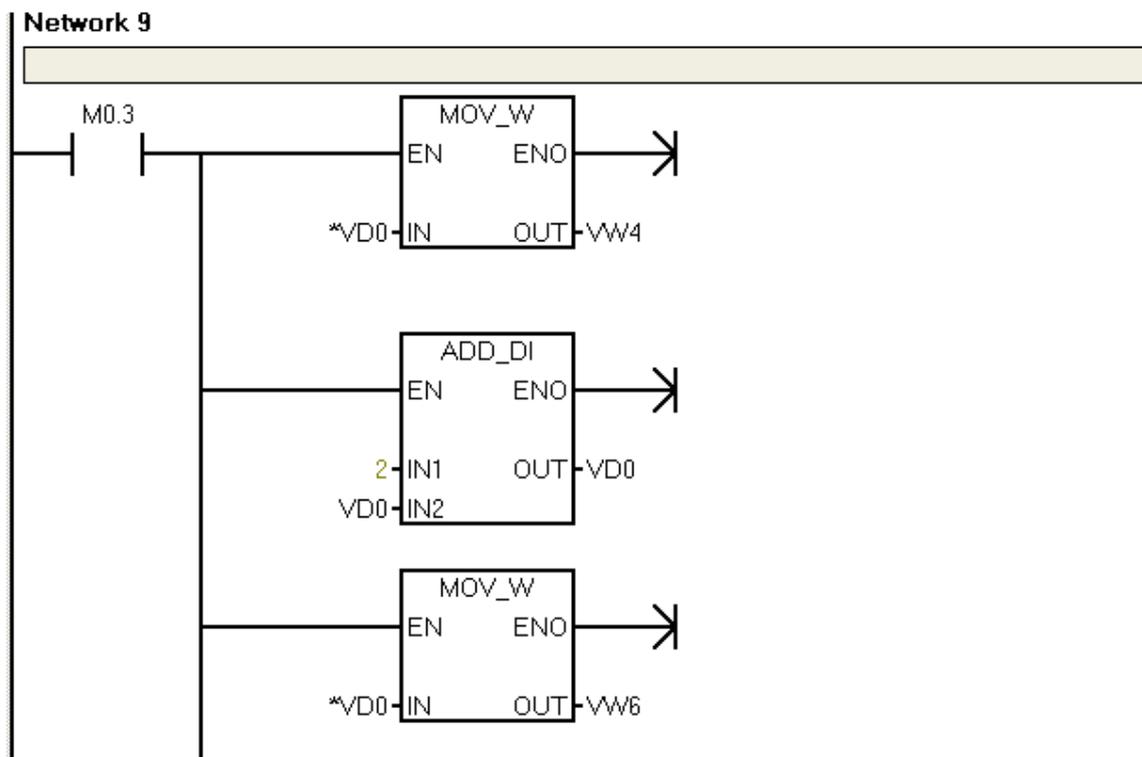
Проверка на последний кадр

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Б

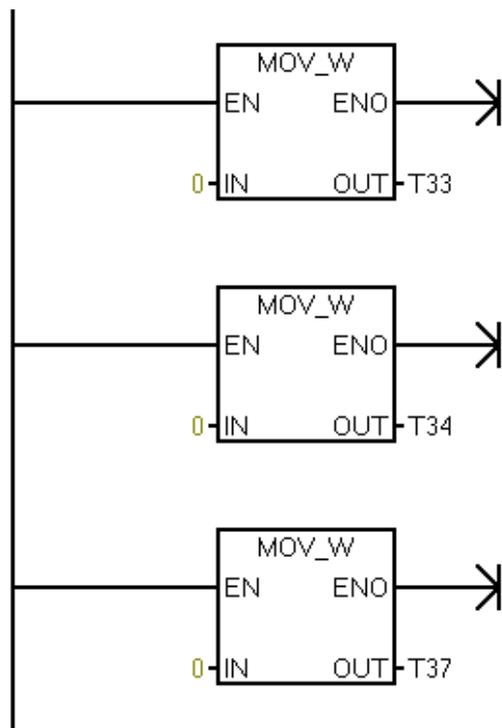
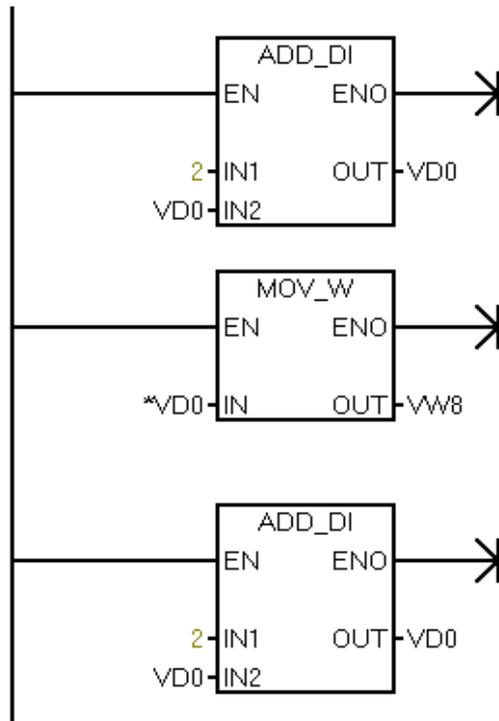


Если бит M0.3 установлен, происходит перемещение очередного фрейма пользовательской программы в область текущих заданий.

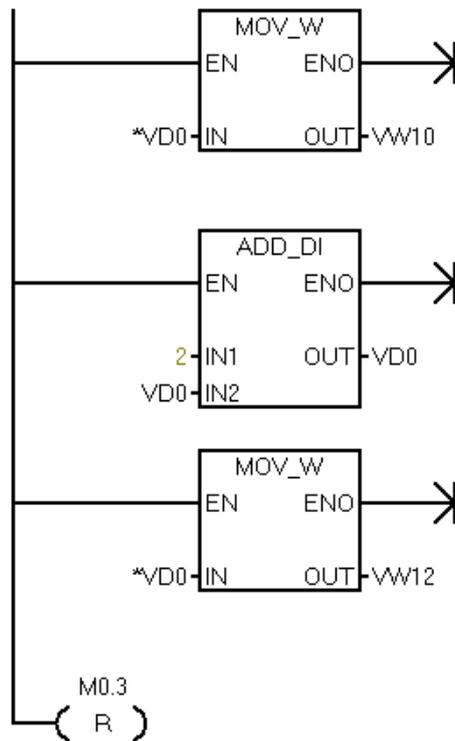
Загрузка очередного фрейма в переменную и обнуление таймеров



Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Б

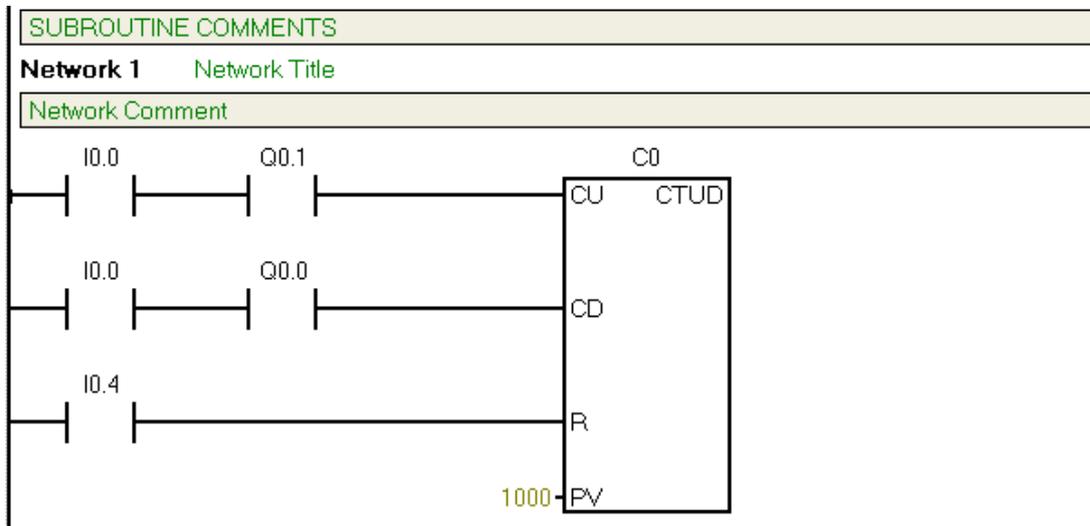


Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Б

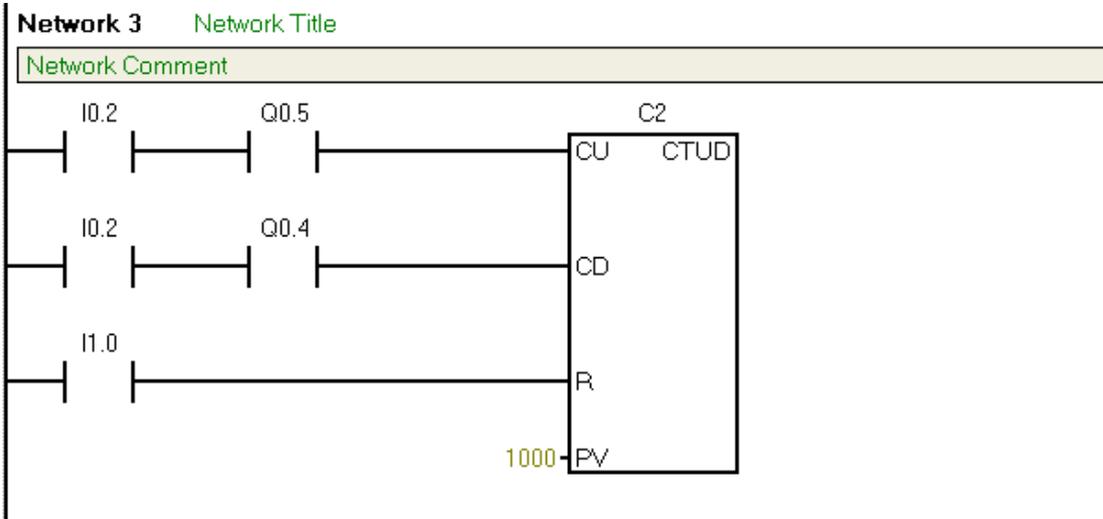
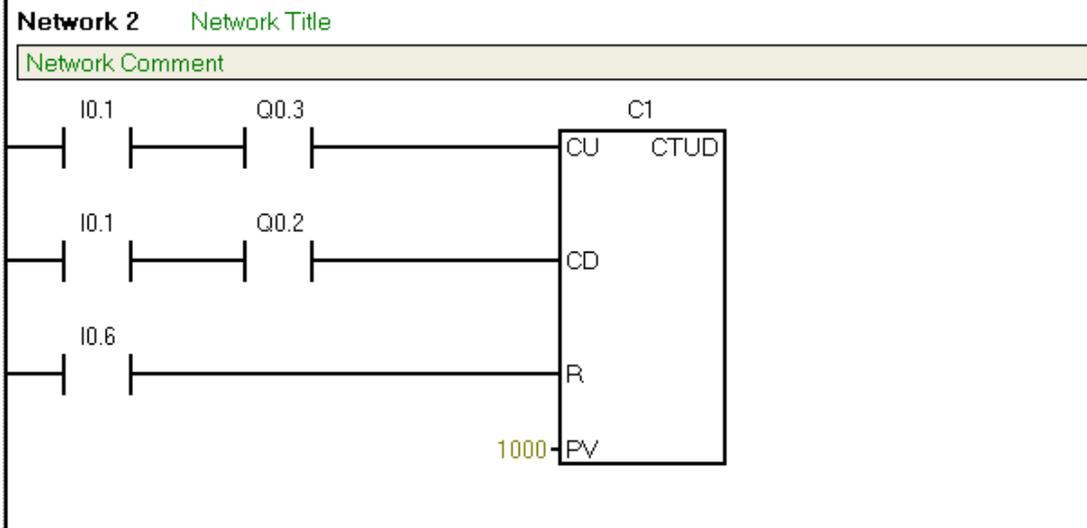


Подпрограмма RULE

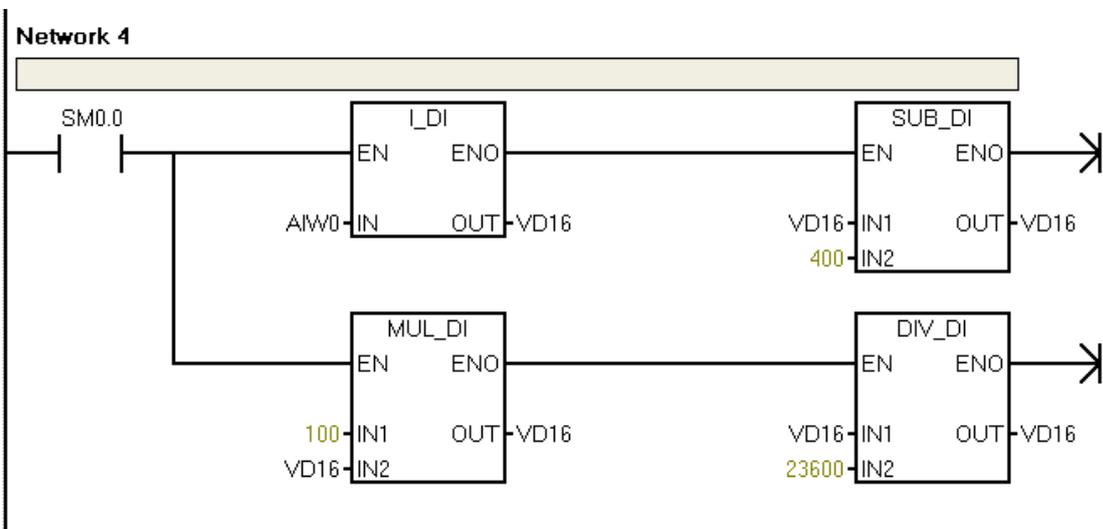
Контроль текущего положения приводов и регулирование координаты по оси X, Y, Z



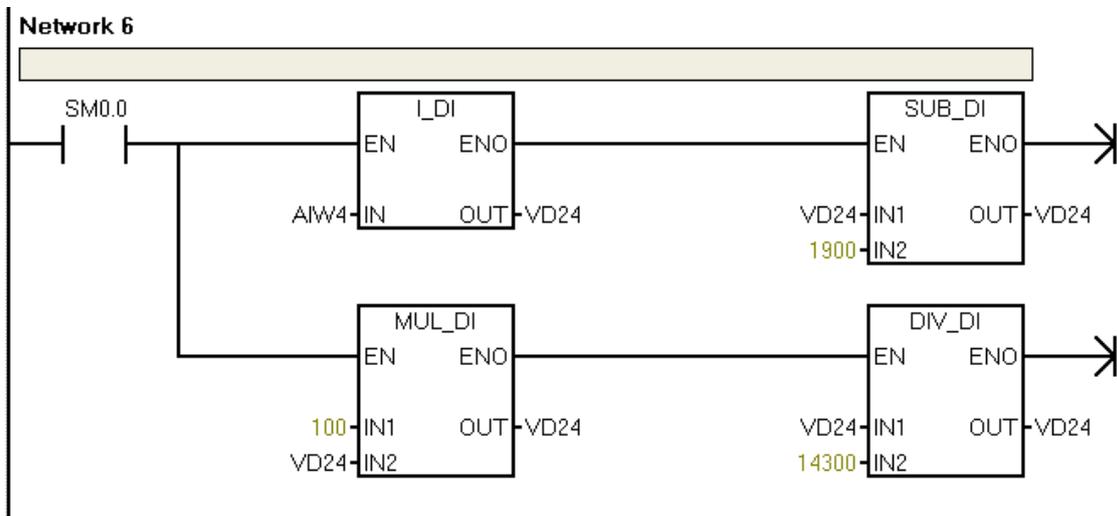
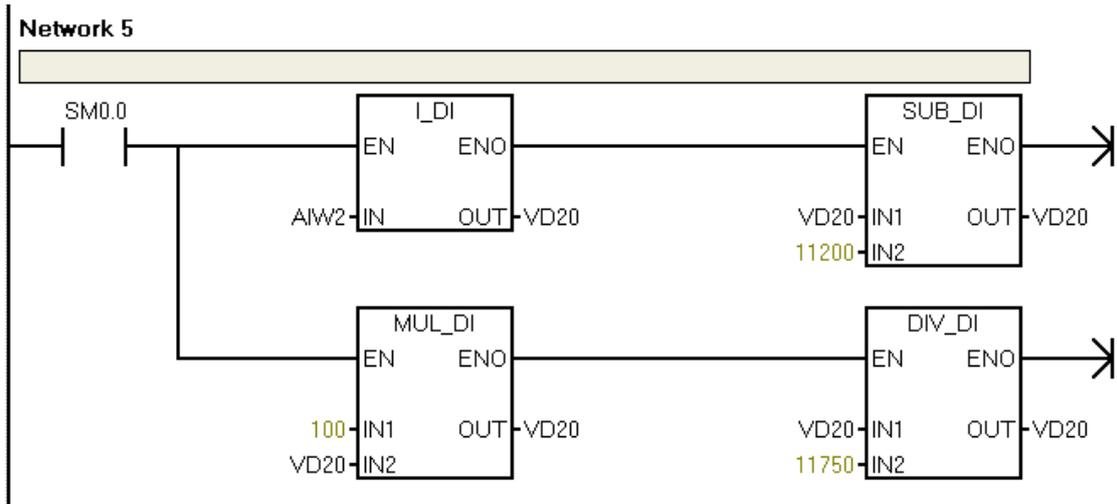
Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Б



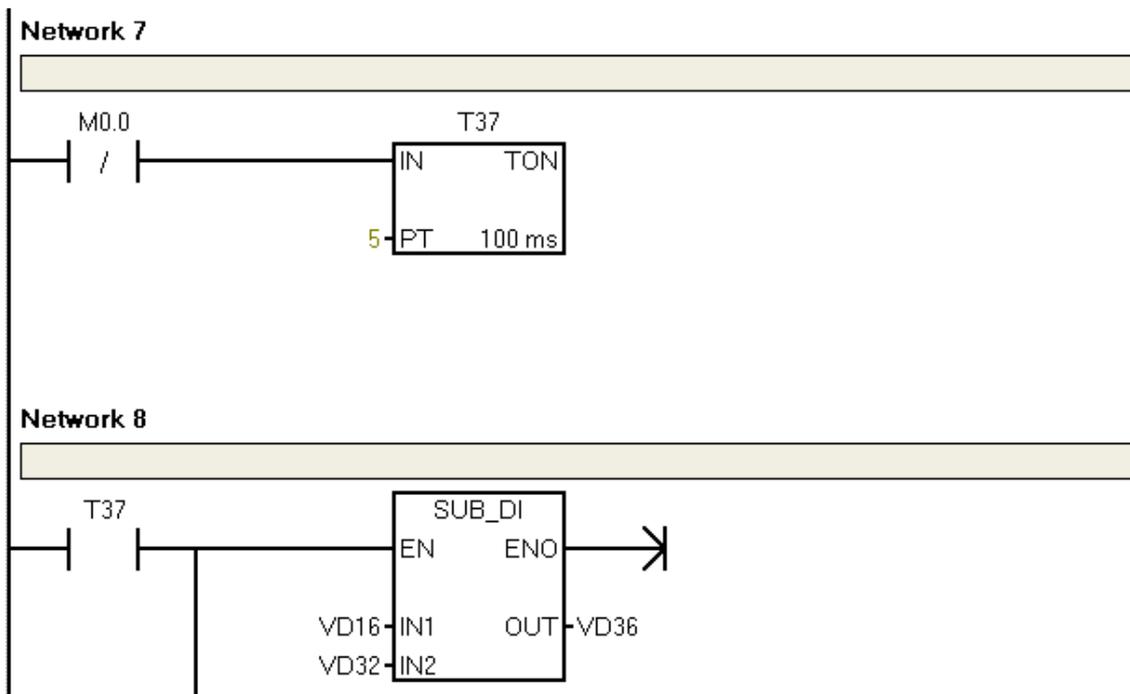
Масштабирование сигналов



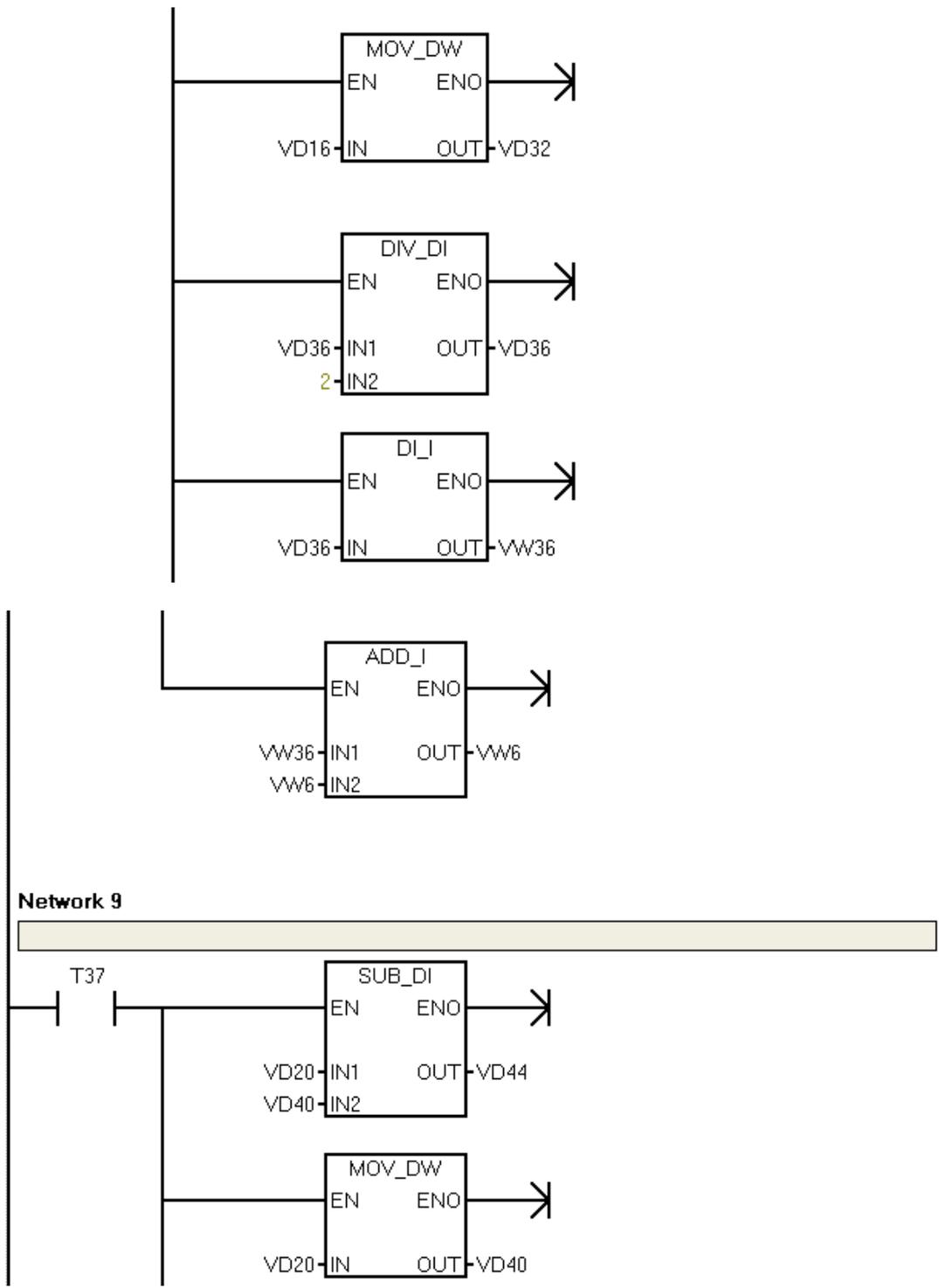
Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Б



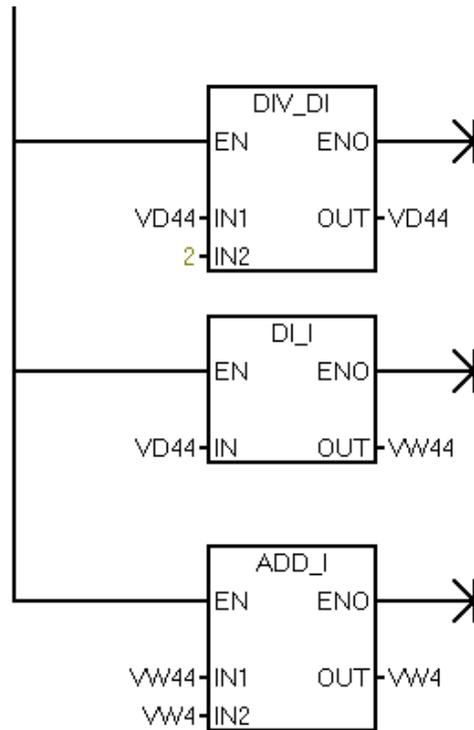
Запуск таймера, загрузка масштабированного сигнала в текущее задание



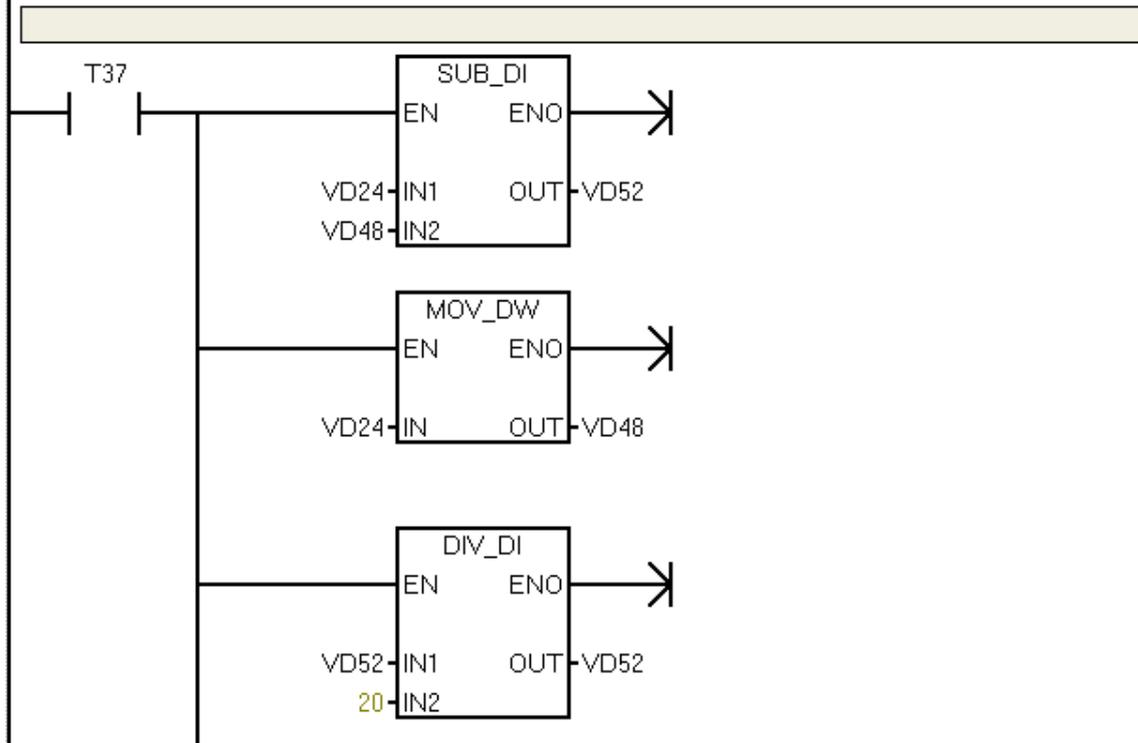
Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Б



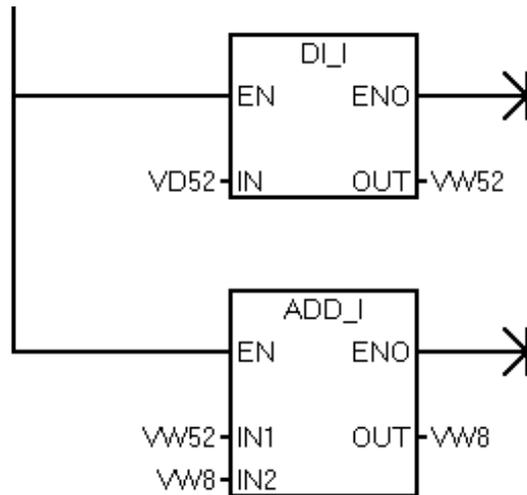
Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Б



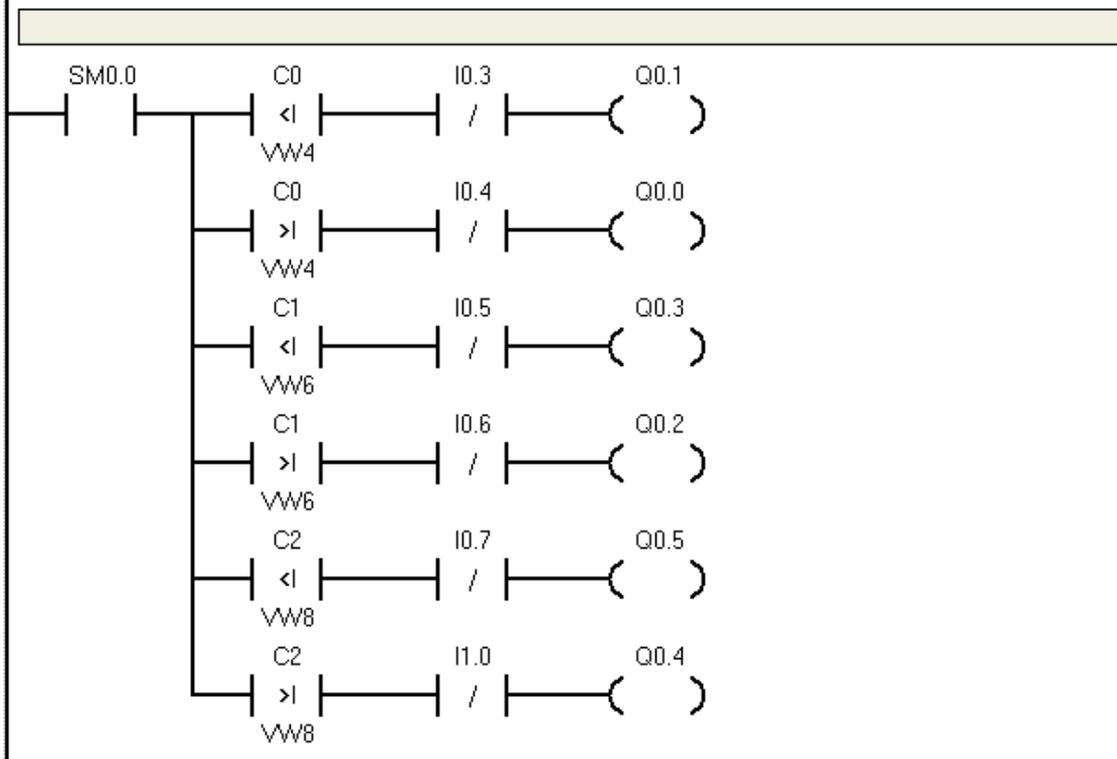
Network 10



Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Б

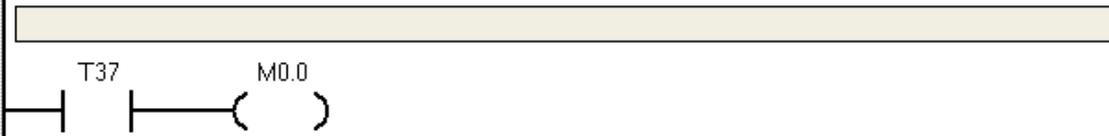


Network 11

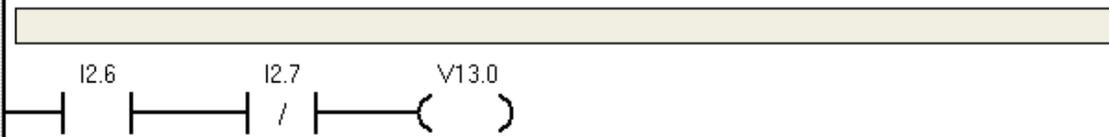


Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Б

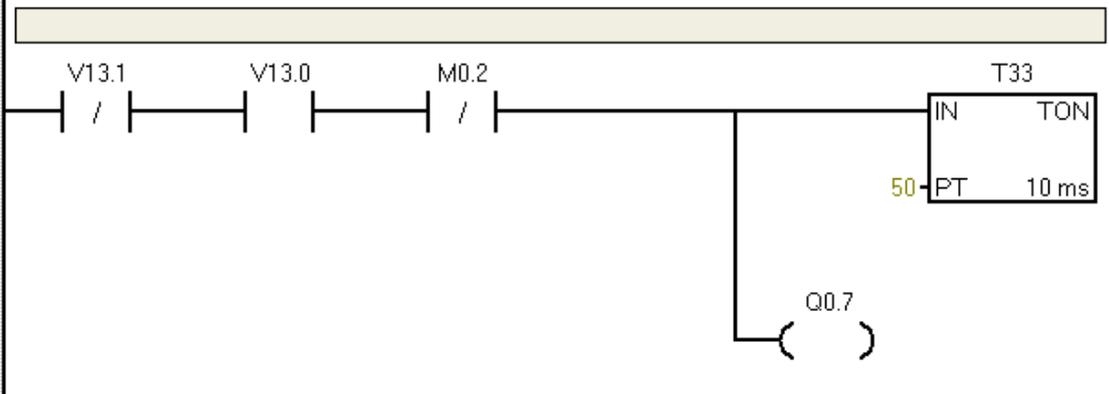
Network 12



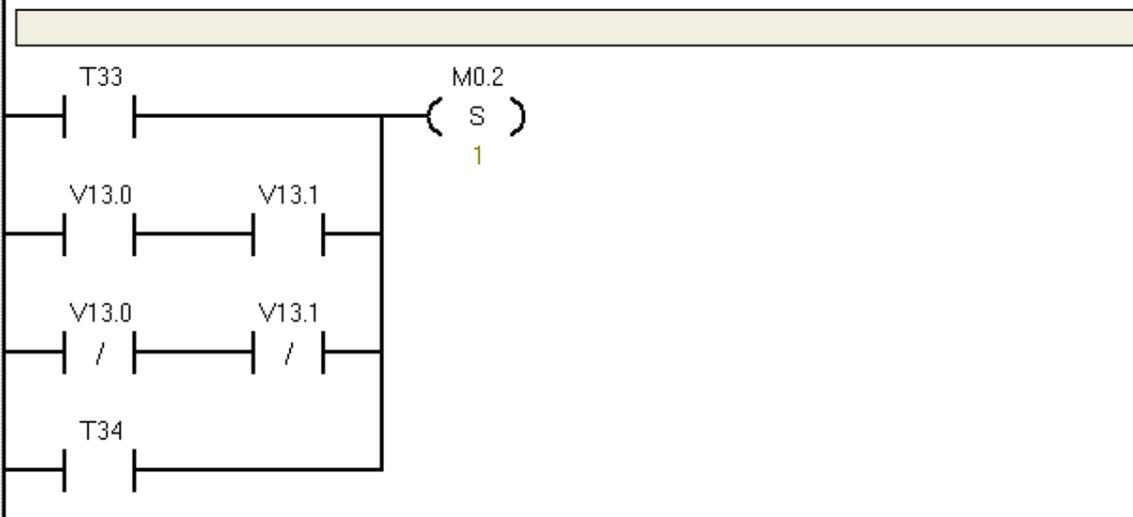
Network 13



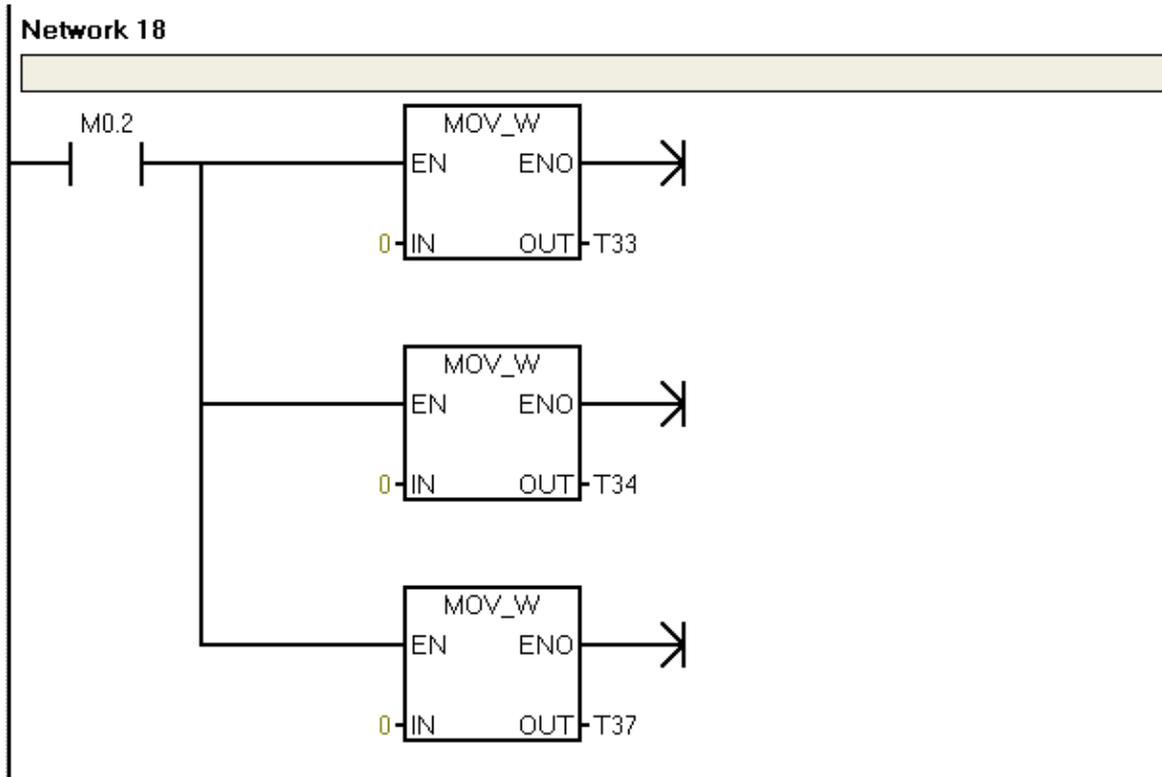
Network 14



Network 17

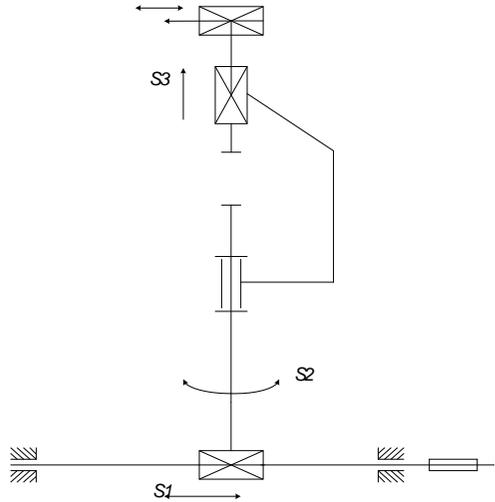


Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Б

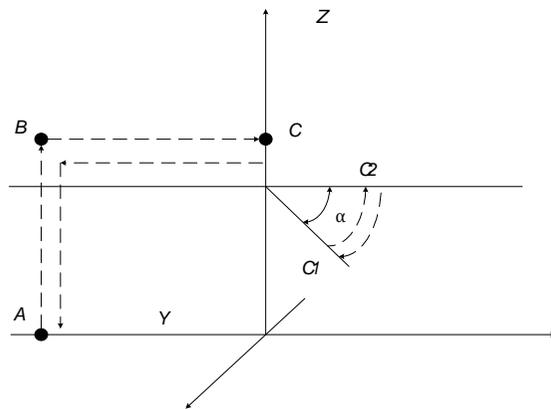


ВКР.13402.15.03.04.СХ

Кинематическая схема



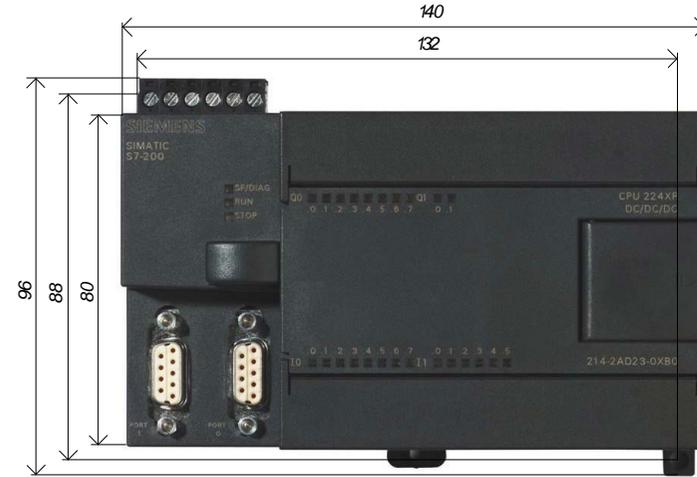
Траектория робота-манипулятора



				ВКР.13402.15.03.04.СХ			
Имя	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Листы	Место	Масштаб
Разработ.	Мельник А.В.				1		
Проектант	Шильки М.В.				2		
Т.Контр.	Шильки М.В.				3		
И.Контр.	Осипенко С.В.				4		
Утвержден	Осипенко А.А.				5		
Кинематическая схема, траектория робота-манипулятора							
Модернизация системы управления лабораторного электроприводного робота					АИГУ ар. 341 об		

ВКР.13402.15.03.04

Внешний вид ППК Siemens S7 – 200



Технические данные цифровых входов CPU

Общие данные	
Тип	Обычная polarity / обратная polarity (ЕС-тип 1 – обычная polarity)
Номинальное напряжение	Тип. 24 В постоянного тока при 4 мА
Максимально допустимое длительное напряжение	30 В постоянного тока
Бросок тока (макс.)	35 В постоянного тока в течение 0,5 с
Линейка 1 (мин.)	5 В постоянного тока при 2,5 мА
Линейка 0 (макс.)	5 В постоянного тока при 1 мА
Входная задержка	Настраивается (от 0,2 до 2,8 мс)
Присоединение 2-проводного датчика близости (Вк) / Другой тип датчика	1 мА
Электронная развязка (полезная нагрузка) / Оптимизация (взаимноисключающая) / Потенциально разрывные группы	Да / 500 В переменного тока в течение одной минуты / От цепи питания
Высшая частота срабатывания счетчиков (HSC) / Высокоскоростной вход HSC / Все HSC / Низкая, HZ только на CPU 224 XP / Одновременно включенные входы	Уровень линейки 1 / От 5 до 25 В пост. тока / От 5 до 30 В пост. тока / HZ, HZ только на CPU 224 XP / Все / Обычный счетчик / 20 кГц / 30 кГц / 20 кГц / 30 кГц
Длина кабеля (макс.) экранированный / не экранированный	500 м для обычных входов, 50 м для входов срабатывания счетчиков / 300 м для обычных проводов

Технические данные цифровых выходов CPU

Общие данные	
Тип	Канальный полувольтовый МОП-транзистор 1 (кормящая polarity)
Номинальное напряжение	24 В постоянного тока
Диапазон напряжений	От 20,4 до 28,8 В постоянного тока
Бросок тока (макс.)	8 А в течение 100 мс
Линейка 1 (мин.)	20 В постоянного тока при постоянном токе
Линейка 0 (макс.)	0,1 В постоянного тока с нагрузкой 10 кОм
Номинальный ток на один выход (макс.)	0,75 А
Номинальный ток на провод (макс.)	6 А
Ток утечки (макс.)	10 мА
Выходная нагрузка (макс.)	5 Вт
Индуктивное напряжение на клеммах	± минус 48 В постоянного тока, мощность потерь: 1 Вт
Состояние в состоянии «выключено» (контакт)	Тип. 0,3 Ом (0,6 Ом максимум)
Частота следования импульсов (макс.)	20 кГц (0,0 и 0,1)
Число одновременно включенных выходов	Все при 55°С (горизонтальный монтаж), все при 45°С (вертикальный монтаж)
Параллельное включение двух выходов	Да, только выходы одной группы
Длина кабеля (макс.): экранированный / не экранированный	500 м / 50 м

				ВКР.13402.15.03.04			
Имя	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Листы	Место	Масштаб
Разработ.	Мельник А.В.				1		
Проектант	Шильки М.В.				2		
Т.Контр.	Шильки М.В.				3		
И.Контр.	Осипенко С.В.				4		
Утвержден	Осипенко А.А.				5		
Основные характеристики внешнего вида SIMATIC S7-200							
Модернизация системы управления лабораторного электроприводного робота					АИГУ ар. 341 об		

Схема цепей управления

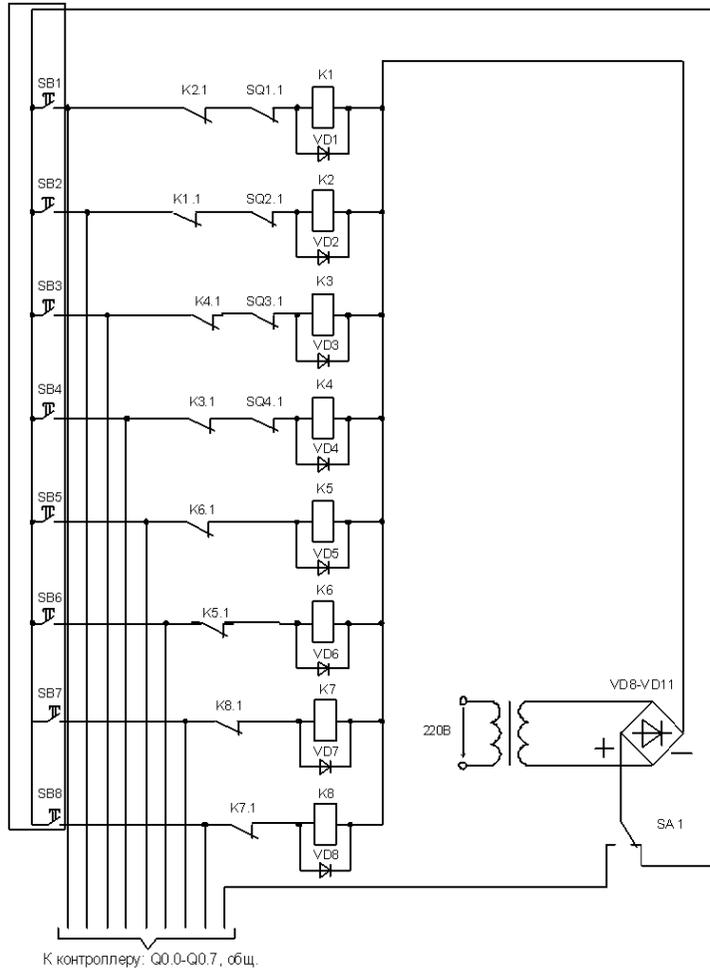
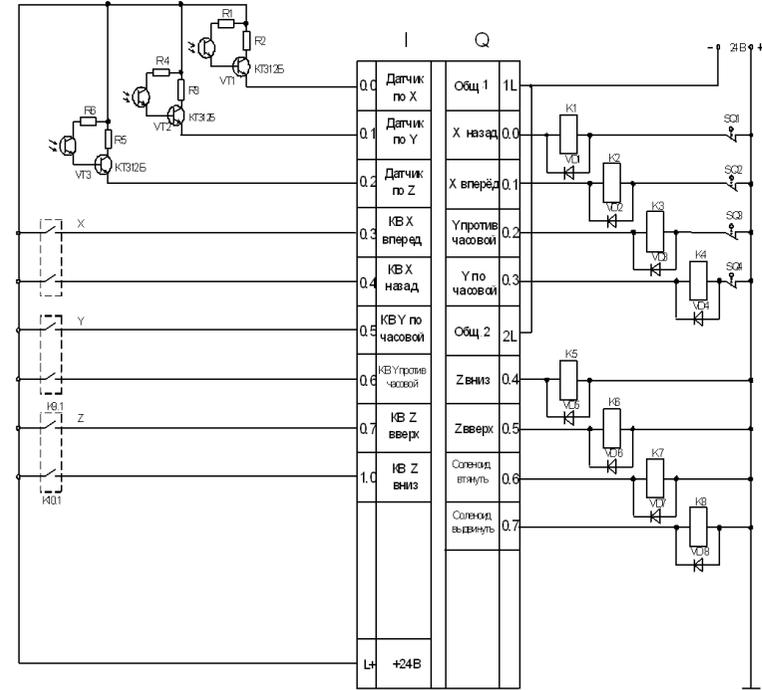


Схема подключения робота манипулятора к станду



ВКР.13402.15.03.04 СК				
Изм.	Лист	Т. дата	Лист	СHEET
Разраб.	Мельник А.В.			
Провер.	Мельник А.В.			
Т. дата	28.04.2012			
Схема цепей управления, схема подключения робота манипулятора к станду				Лист 2
Модернизация электроприводов лабораторного станда робот манипулятор				Листа 6
Исполн.	Мельник А.В.	АИГУ		
Утвержд.	Мельников А.А.	пр. 341-05		

Схема включения концевых выключателей

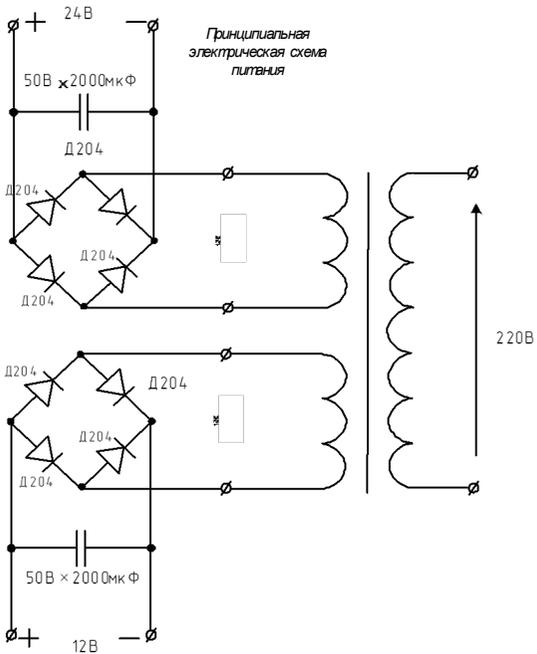
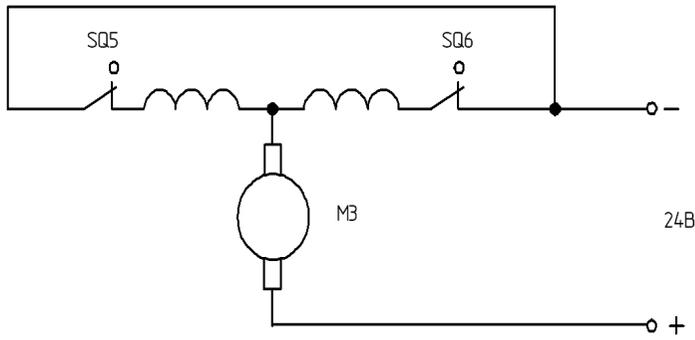
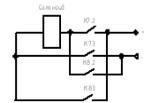
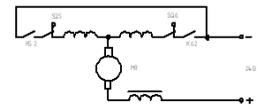
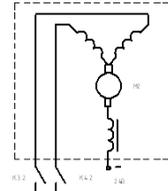
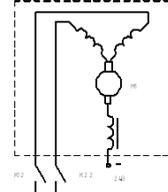
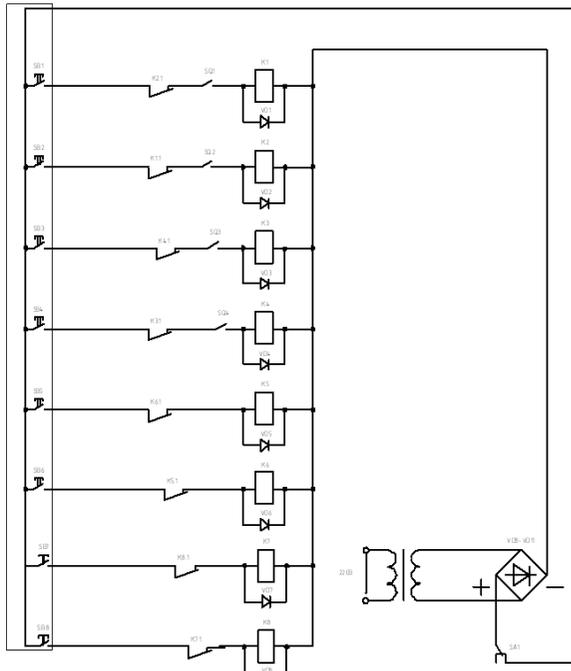


Схема ручного управления



ВР.13402.Б.03.04 СХ					Листы	Масш	Масш	
Изм	План	Г	Форм	Дата	Для принципиальной электрической схемы питания, схемы включения концевых выключателей, схемы ручного управления	1	Листы 3	Листы 6
Испол.	Масленко А.В.							
Проект.	Шарыгин В.Д.							
Рисовал	Шарыгин В.Д.							
Исполн.	Осипов С.В.				Модернизация системы управления лабораторного электроприводного робота		АИГУ ФР.341-05	
Утвердил	Степанов А.А.							

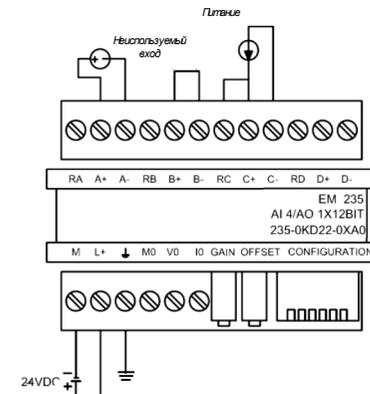
Внешний вид геймпада



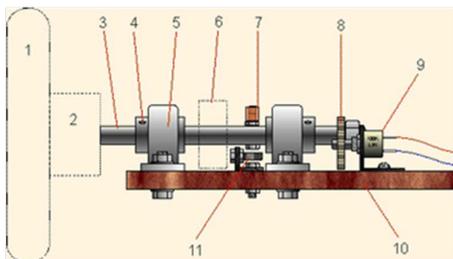
Внешний вид модуля расширения EM235



Схема модуля расширения EM235

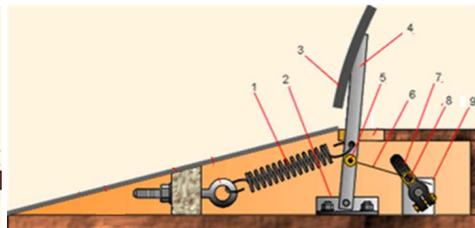


Общие планы модуля



1. Рулевое колесо;
2. Опупица колеса;
3. Вал (болт 2мм x 180мм);
4. Винт (держит подшипник на валу);
5. 2мм подшипник в спорном кожухе;
6. Центрирующий механизм;
7. Болт саранчитель;
8. Швортери;
9. 100к линейный потенциометр;
10. Основа;
11. Саранчитель еращения;
12. Скоба;
13. Резиновый шнур;
14. Угловой кронштейн;
15. Механизм переключения передач.

План педального потенциометра

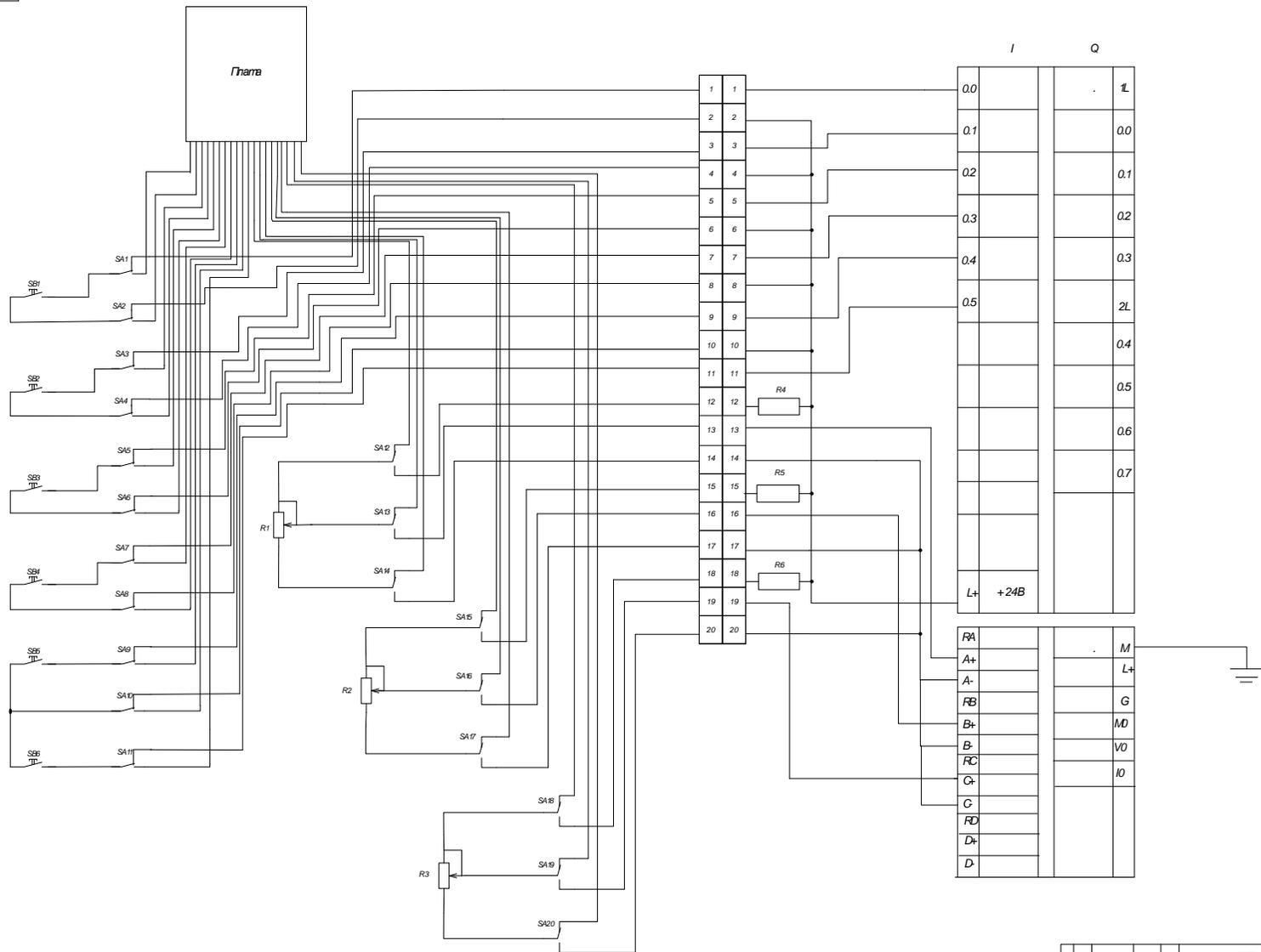


1. Возвратная пружина;
2. Крепление;
3. Внешняя подвижная часть педали;
4. Регулятор;
5. Втулка;
6. Тяга;
7. Привод;
8. Втулка;
9. L-Кронштейн;

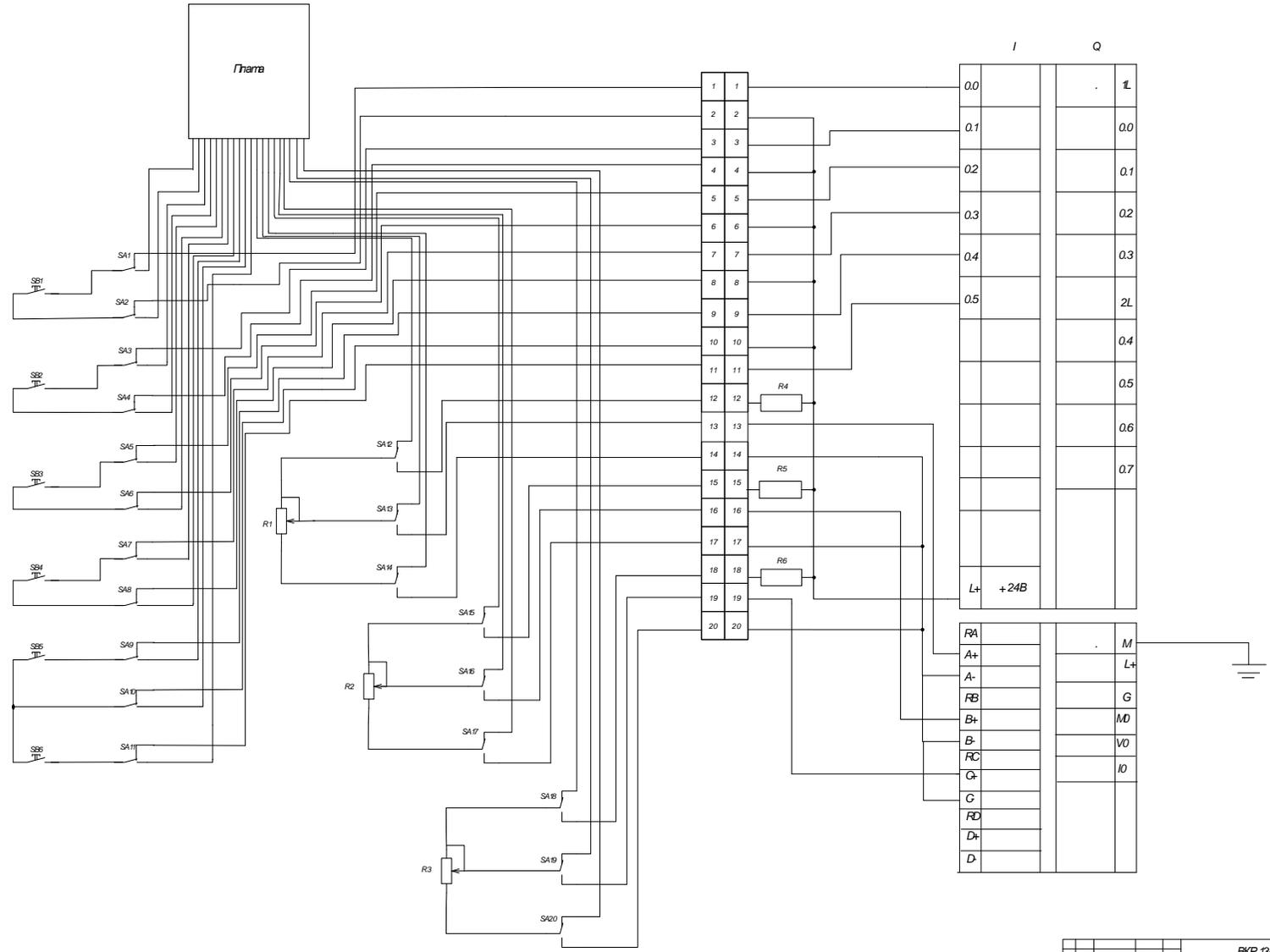
Выбор пределов измерений в модуле EM235

Переключатели						Предел измерений	Разрешающая способность
SW1	SW2	SW3	SW4	SW5	SW6		
Включен (ON)	Отключен	Отключен	Включен (ON)	Отключен	Включен (ON)	0..50 мВ	2,5 мкВ
Отключен	Включен (ON)	Отключен	Включен (ON)	Отключен	Включен (ON)	0..100 мВ	25 мкВ
Включен (ON)	Отключен	Отключен	Отключен	Включен (ON)	Включен (ON)	0..500 мВ	125 мкВ
Отключен	Включен (ON)	Отключен	Отключен	Включен (ON)	Включен (ON)	0..1 В	250 мкВ
Включен (ON)	Отключен	Отключен	Отключен	Включен (ON)	Включен (ON)	0..5 В	125 мВ
Включен (ON)	Отключен	Отключен	Отключен	Отключен	Включен (ON)	0..20 мА	5 мкА
Отключен	Включен (ON)	Отключен	Отключен	Отключен	Включен (ON)	0..10 В	2,5 мкВ
Включен (ON)	Отключен	Отключен	Включен (ON)	Отключен	Отключен	±25 мВ	2,5 мкВ
Отключен	Включен (ON)	Отключен	Включен (ON)	Отключен	Отключен	±50 мВ	25 мкВ
Отключен	Отключен	Включен (ON)	Включен (ON)	Отключен	Отключен	±100 мВ	50 мкВ
Включен (ON)	Отключен	Отключен	Отключен	Включен (ON)	Отключен	±250 мВ	25 мкВ
Отключен	Включен (ON)	Отключен	Отключен	Включен (ON)	Отключен	±500 мВ	250 мкВ
Отключен	Отключен	Включен (ON)	Включен (ON)	Отключен	Включен (ON)	±1 В	500 мкВ
Включен (ON)	Отключен	Отключен	Отключен	Отключен	Отключен	±2,5 В	125 мВ
Отключен	Включен (ON)	Отключен	Отключен	Отключен	Отключен	±5 В	2,5 мВ
Отключен	Отключен	Включен (ON)	Отключен	Отключен	Отключен	±10 В	5 мВ

ВКР 13402. 5.03.04						Листы	Место	Масштаб
Имя	Лист	Дата	Год	Днев		Внешний вид, план геймпада; Внешний вид, схема модуля EM235	v	
Фамилия	Масштаб	А.Д.						
Группа	Ссылка	М.Д.						
Тема	Ссылка	М.Д.						
Исполн.	Ссылка	С.В.				Моделирование системы управления лабораторного электроавтоматического робота	Лист 2	Листов 6
Утвержд.	Ссылка	А.Д.						



ВКР.13402.15.03.04 СК					Лист	Мас	Маска
Имя	Лист	Т	Маск	Голд	Дата		
Исполн	Маск	А.В.					
Проект	Исполн	М.В.					
Контр	Исполн	М.В.					
Исполн	Объект	Об.					
Исполн	Специальн	А.А.					
Подключение модифицированной СУ к контролеру					Лист 5	Листов 6	
					История изменений		
История изменений электронического лабораторного стенда «робот-манипулятор»					АИГУ		
					в.р. 347-об		



ВКР.13402.15.03.04 ОК					Листы	Места	Масштаб
Имя	Лист	Т. Версия	Подп.	Дата	Г	Листы 0	Листы 6
Разработ	М.В.М.	М.В.М.					
Проект	М.В.М.	М.В.М.					
Утвердил	М.В.М.	М.В.М.					
Исполн.	С.В.С.	С.В.С.			Модернизация электротехнического лабораторного стенда «робот-манипулятор»		АИГУ вр. 341 об
Утвердил	С.В.С.	С.В.С.					

