

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

учреж-

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 квалификационная работа)

Исполнитель

студент группы 341об

подпись, дата

В.А. Зубковский

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»)

Факультет энергетический
Кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники

УТВЕРЖДАЮ

И.о. заведующего кафедрой

_____ А.А. Остапенко
« ____ » _____ 2017г.

З А Д А Н И Е

К выпускной квалификационной работе студента: Зубковского Владислава Андреевича

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

(утверждена приказом от _____ № _____)

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы: _____

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

4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов): описание объекта модернизации; выбор технологических средств; разработка и создание полупроводниковой системы коммутации лабораторного стенда; разработка и создание системы измерения угловой скорости и угла поворота; разработка и создание системы ручного управления.

5. Перечень материалов приложения: (наличие чертежей, таблиц, графиков, схем, программных продуктов, иллюстративного материала и т.п.) Техническое задание; принципиальные электрические и монтажные схемы системы коммутации; спецификация используемых элементов; система измерения угловой скорости и угла поворота.

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

7. Дата выдачи задания _____

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

Задание принял к исполнению (дата): _____
(подпись студента)

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	6
1 Описание объекта модернизации	7
1.1 Классификация и характеристики электромеханических роботов	7
1.2 Стенд «робот-манипулятор»	9
1.2.1 Кинематическая схема робота	10
1.2.2 Схема силовых цепей «робота-манипулятора»	11
1.3 Схема цепей управления	13
1.3.1 Система взаимной блокировки	14
1.3.2 Сопряжение робота с лабораторным стендом	15
1.4 Принципиальная схема существующей платы управления	18
1.4.1 Схема подключения ручного управления и платы коммутации	19
Подключение датчиков, электроприводов и обработки сигналов датчиков	21
Система измерения угловой скорости и угла поворота	26
2.1 Схема измерения угла поворота и угловой скорости	26
2.2 Монтажная схема системы измерения положения	28
3 Недостатки используемых систем и предложения по их модернизации	33
3.1 Недостатки системы коммутации приводов	33
3.2 Недостатки системы ручного управления	33
3.3 Предложения по модернизации системы коммутации	34
3.4 Предложения по модернизации ручного управления	36
4 Разработка схем соединений и системы коммутации	38
Разработка модуля коммутации на базе полупроводниковых элементов	38
4.2 Принципиальная электрическая схема системы управления	40
4.3 Разработка монтажной схема системы управления	49

5 Безопасность и экологичность	61
5.1 Расчет воздухообмена лаборатории	63
5.2 Техника безопасности при проведении лабораторных работ	67
5.3 Чрезвычайные ситуации	69
Заключение	71
Библиографический список	72
Приложение А – Техническое задание на разработку	74
Принципиальная электрическая схема соединений платы коммутации	83

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в различных областях науки и техники стали широко использоваться роботы. Автоматизация процесса позволяет обеспечить сокращение затрат, совершенствование производства, сокращение потерь времени. На сегодняшний день, не один автоматический процесс в мире невозможно представить без управляющей аппаратуры.

Зачастую производство проходит очень сложный процесс, требующий постоянного контроля, но так как сами конструкции бывают разных размеров и объемов, то иногда показания с датчиков того или иного процесса приходится снимать с разных мест. Один или два человека могут с этим не справиться, для этого и автоматизируют процессы. Именно это и является залогом экономии человеческих ресурсов и денежных средств. Так как оборудование автоматизации достаточно дорогостоящее и требует определенных знаний для ее эксплуатации, по – этому и требуются высококлассные специалисты. А для обучения таких специалистов, требуются соответствующие, имитационные объекты. В качестве одного из таких объектов и служит лабораторный стенд «робот-манипулятор».

В данной выпускной квалификационной работе был модернизирован лабораторный стенд «Робот-манипулятор».

На первоначальном этапе работы был произведен анализ имеющейся системы коммутации и управления лабораторного стенда, поиск аналогов данной системы. В результате анализа, была выявлена основная проблема данных систем, а именно надежность и долговечность коммутации. Так же еще одним менее важным недостатком стал принцип ручного управления.

На втором этапе данной работы была произведена разработка и создание новой системы коммутации, которая, в отличие от имеющейся, была бы более

надежной и долговечной. Так же была разработана и собрана совершенно новая система ручного управления.

1. ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА МОДЕРНИЗАЦИИ

1.1 Классификация и характеристики электромеханических роботов

Роботы – это неотъемлемая часть мира, современного человека. В современном мире роботы повсюду, человек уже не может и представить как бы он жил без роботизированной техники. Телевизор, телефон, пылесос, все это роботы, выполняющие за нас задачи по хозяйству, помогающие нам поддерживать связь на расстоянии. Либо поднимать огромные тяжести или выполнять работы в опасных, губительных условиях труда.

Современная робототехника достигла больших высот. И теперь роботов можно разделить на множество видов и классов.

Вот основные из них:

- 1) Военные и гражданские;
- 2) Мобильные и стационарные;
- 3) Промышленные и бытовые;
- 4) Антропоморфные и линейные;
- 5) Гигантские, миниатюрные, сверхминиатюрные, нанотехнологии;
- 6) Медицинские;
- 7) Роботы для работы в агрессивной среде и многое др.

К военным роботам можно отнести: беспилотники, крылатые ракеты, самолеты, вертолеты, подводные лодки, торпеды, катера, танки и любая военная техника.

К промышленным, относятся: грузоподъемники, с различной мощностью, манипуляторы и их устройства управления и другие.

К медицинским, относят: роботы тренажеры, манекены, хирургические роботы, роботы медсестры. Целый комплекс роботов медиков, который сможет провести операцию на живом организме, с минимальным риском для жизни.

К бытовым роботам, можно отнести: телефоны, телевизоры, холодильники, стиральные машины и другие.

Электромеханические роботы по типу управления можно разделить на три класса:

- 1) Автономно действующие роботы;
- 2) Полуавтономно управляемые роботы;
- 3) Роботы управляемые оператором.

Рассмотрим каждый класс в отдельности.

Автономно действующие роботы - это, роботы, запрограммированные на самостоятельную работу, то есть, работу без участия человека. К таким можно отнести промышленных роботов, занятых выполнением последовательных технологических операций. Так же, к этому классу можно отнести и полноценный искусственный интеллект либо андройды, киборги. Данный класс можно условно разделить на три поколения.

Первое поколение – это поколение имеет установленную, жесткую логику. Данное поколение относительно легко перенастраивается для выполнения других операций.

Второе поколение, к этому поколению можно отнести адаптивных роботов. Роботы этого поколения, в какой-то степени, могут самостоятельно приспосабливаться к изменению обстановки. Роботы способны основываясь на информацию с различных датчиков, которыми они обычно оснащаются и своего внутреннего контура управления, могут корректироваться.

Третье поколение, поколение интеллектуальных роботов. Роботы обладают развитой системой датчиков с микропроцессорной обработкой информации и также с широким выбором наиболее правильных решений в изменяющейся обстановке.

Очевидно, что именно этот класс машин является наивысшим развитием

робототехники. Ведь при массовом распространении, эти роботы могут полностью взять на себя все наши бытовые заботы, а может даже стать незаменимыми помощниками во всех делах.

Полуавтономно управляемые роботы сочетают в себе ручное и автономное управление. Обычно используются, когда заранее запрограммировать все нужные операции невозможно, но и оснащать робота искусственным интеллектом нецелесообразно или невозможно. К полуавтономным роботам относят роботов, которые выполняют определенный набор действий, при этом необходимо вмешательство оператора для сообщения ему дополнительной информации.

Роботы, управляемые оператором, не способны самостоятельно выполнять какие либо вычисления или действия. На самом деле это просто дистанционное или прямое управление роботом. Данный тип роботов очень подходит для работы в экстремальных условиях, ведь человек – оператор руками проделывает все те движения, которые в копирующем режиме проделывает манипулятор. Этот класс роботов подразделяются по грузоподъемности на четыре вида:

- 1) Средние роботы;
- 2) Подвижные подвесные;
- 3) Легкие роботы;
- 4) Особо легкие.

К этой категории роботов можно отнести, экзоскелеты, роботы управляемые человеком с пульта управления.

1.2 Стенд «робот-манипулятор»

В качестве объекта в данной работе, рассматривается лабораторный стенд «робот-манипулятор». Управление, которым производится при помощи контроллера фирмы SIEMENS - S7 200. Схема системы представлена на рисунке 1:

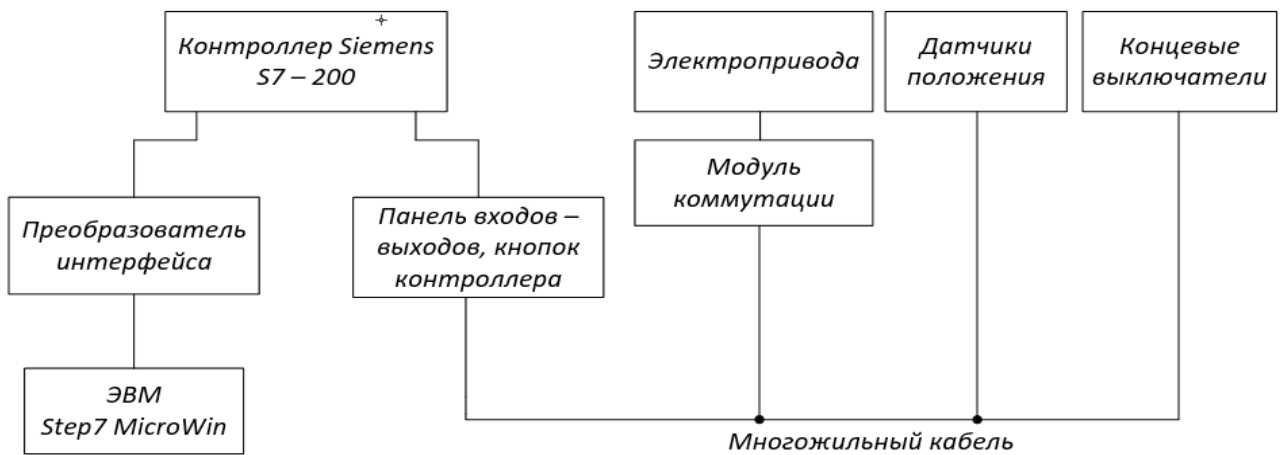


Рисунок 1 – Схема системы управления

Стенд присоединяется к контроллеру по средствам многожильного кабеля, с отдельными разъемами для каждого провода в сторону контроллера. Тем самым обеспечивает независимость и универсальность стенда. На панели контроллера расположены программируемые кнопки, входы – выходы для приема и передачи дискретных сигналов +24 В. Так же для подключения вспомогательных устройств, на данной панели присутствуют выходы питания и клеммы заземления. Схема панели контроллера представлена на рисунке 2.

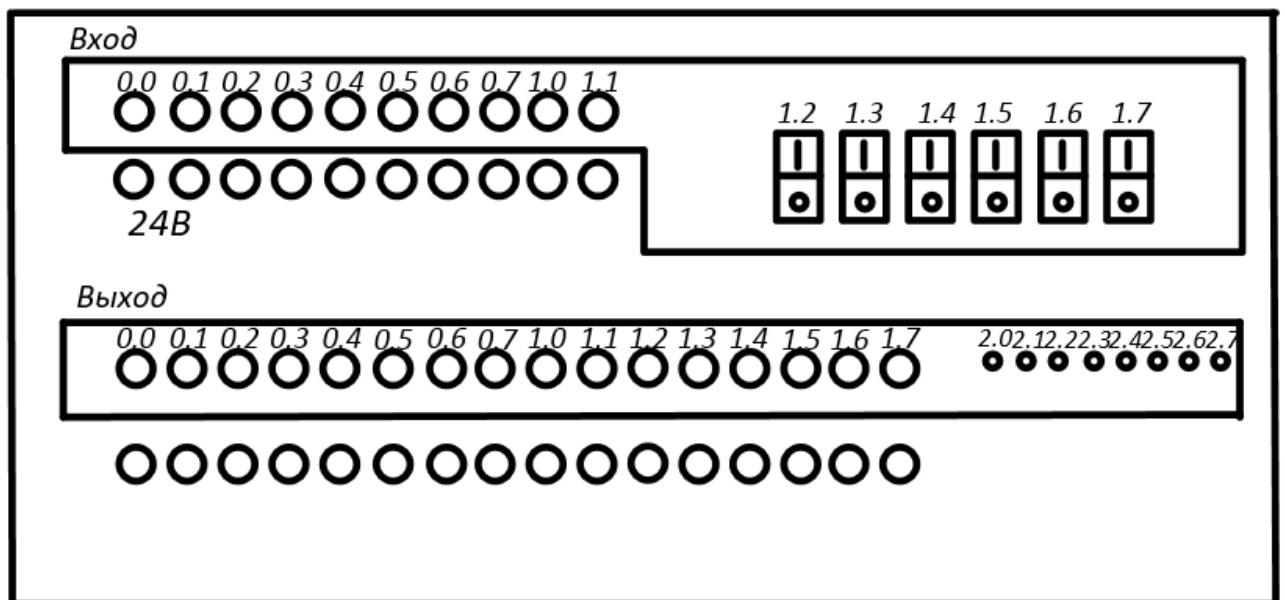


Рисунок 2 – Схема панели контроллера

1.2.1 Кинематическая схема работа

Кинематическая схема рабочих органов работа-манипулятора показанна на рисунке 3.

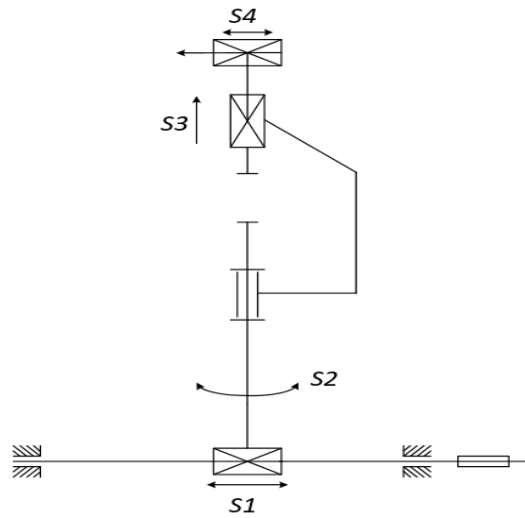


Рисунок 3 – Кинематическая схема

В состав работа – манипулятора входят три кинематические пары: вращательная пара $S2$ и две поступательных $S1$ и $S3$. Также присутствует механизм изменения положения рабочего органа $S4$, представленный в виде соленоида, благодаря этому рабочий орган может занимать два положения: «втянут» и «выдвинут»[1].

Траектория движения, данного робота-манипулятора представлена на рисунке 4.

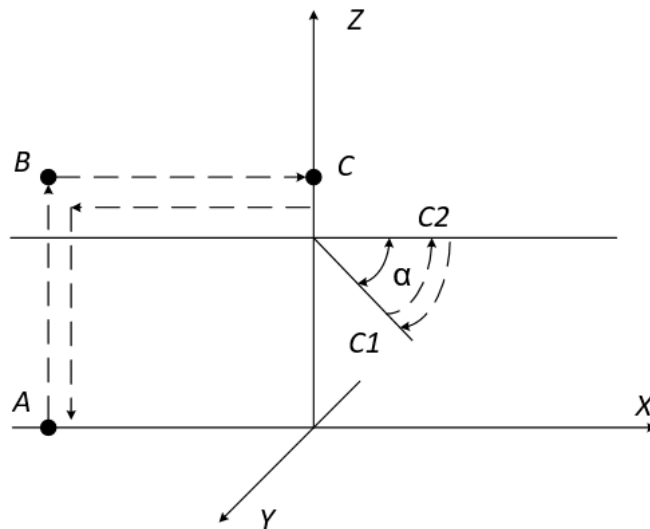


Рисунок 4 – Траектория движения

Отрезку AB соответствует перемещение кинематической пары $S3$ (перемещение по оси Z).

Отрезку BC соответствует перемещение кинематической пары $S1$ (пере-

мещение по оси X).

Отрезку C1C2 соответствует перемещение кинематической пары S2 (вращение по оси Y).

1.2.2 Схема силовых цепей «робота-манипулятора»

Приводной электромеханический модуль для вращательной пары выполнен на базе электромеханизма МЗК-2, для поступательных пар – на базе электромеханизмов МП-100 и МЗК-3[1].

Используемые двигатели являются двигателями постоянного тока с последовательным возбуждением. Двигатели имеют на своем валу тормозную муфту, а их напряжение питания не превышает 27 В. Двигатель МЗК-3 в силовой цепи содержит концевые выключатели. Рабочим органом является электромагнитный соленоид. Соленоид предназначен на работу, от источника постоянного тока, напряжением 12 В. Механическая часть соленоида выдвигается при подаче на него тока и задвигается при изменении полярности на его контактах[1].

Для отключения электроприводов при достижении ими крайних положений в систему коммутации электроприводов установлены концевые выключатели, а для подачи сигналов о конечном положении на контроллер дублированы концевые выключатели и включены в управляющую цепь. Концевые выключатели размещаются на горизонтальной оси движения рабочего органа манипулятора и на двигателе МП-100. Схемы крепления концевых выключателей представлены на рисунках 5 и 6.

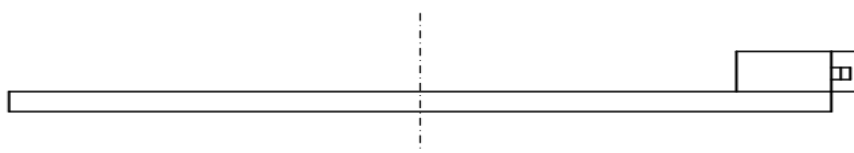


Рисунок 5 – Схема крепления концевых выключателей по координате X

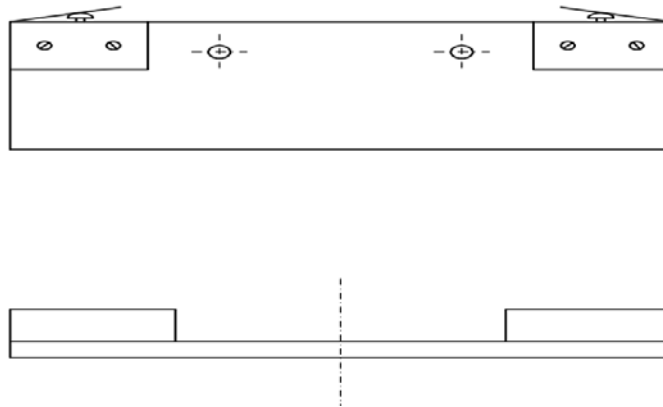


Рисунок 6 – Схема крепления концевых выключателей по координате Y

На электроприводе МЗК – 3, концевые выключатели установлены в силовой цепи. Оставшиеся четыре концевых выключателя (по горизонтальной оси и по окружности) установлены и включены в управляющую цепь[1].

Схемы силовых цепей робота-манипулятора представлены на рисунке 7.

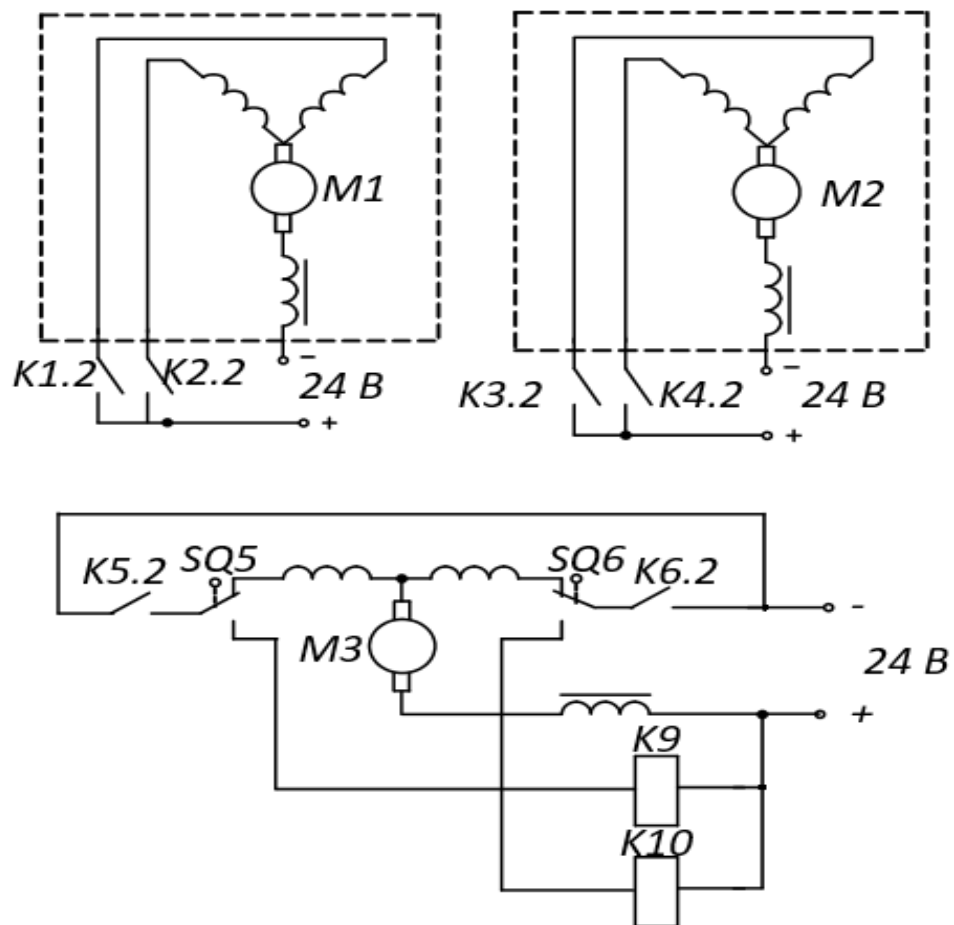


Рисунок 7 – Схемы силовых цепей

1.3Схема цепей управления

Система коммутации служит для включения - выключения электроприводов. Исходя из рисунка 8, мы можем увидеть что, система построена на реле РЭС22, концевых выключателях приводов и кнопках, как показано на рисунке 6. После подачи питания, ток движется изначально через кнопку, после проходит через контакт соседнего реле, в дальнейшем проходит через концевой выключатель и лишь после это коммутирует реле. Каждая из кнопок SB1 –SB6, отвечает за включение одно из приводов в том или обратном направлении, кнопки SB7, SB8 предназначены для управления соленоидом. Переключатель SA показанный на рисунке 8 служит для переключения робота-манипулятора из автоматического (управление от контроллера) в ручной режим.

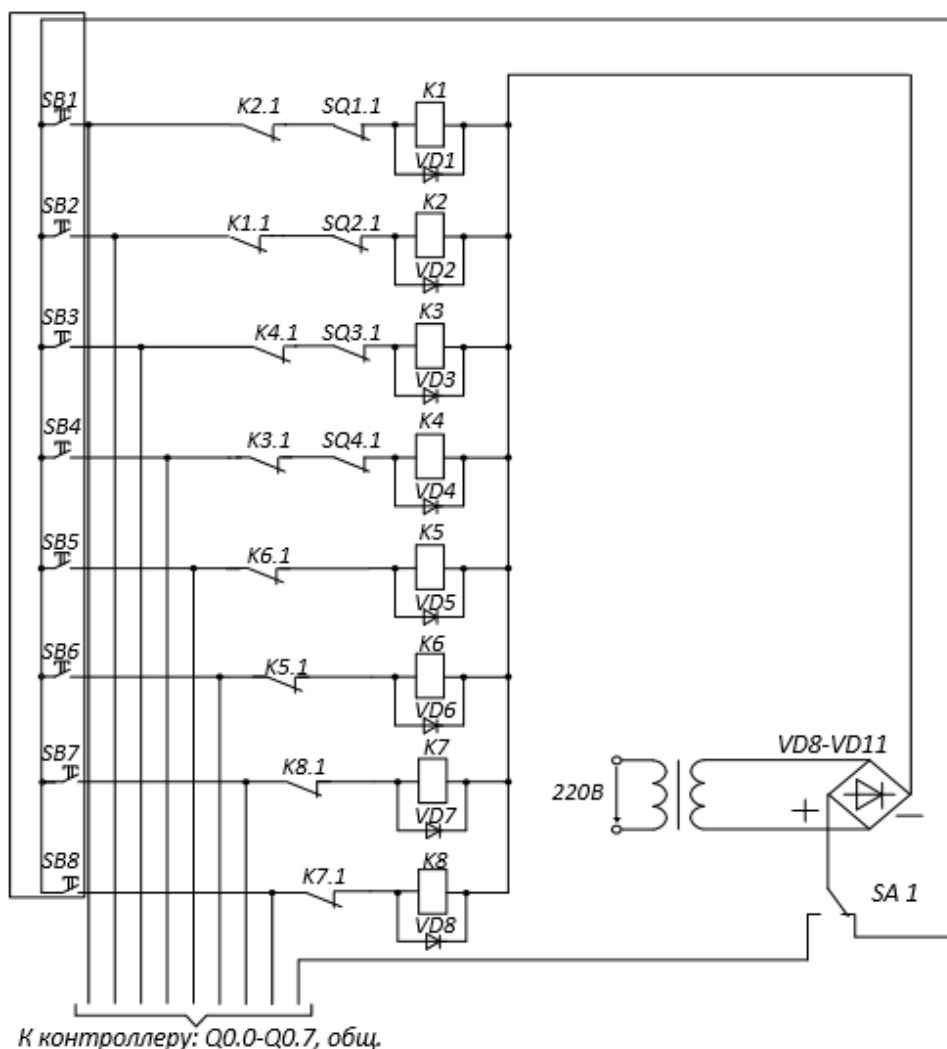


Рисунок 8 – Схема цепей управления

1.3.1 Система взаимной блокировки

Реле РЭС-22 необходимы для коммутации приводов, а также для органи-

защиты системы взаимной блокировки показанной на рисунке 9.

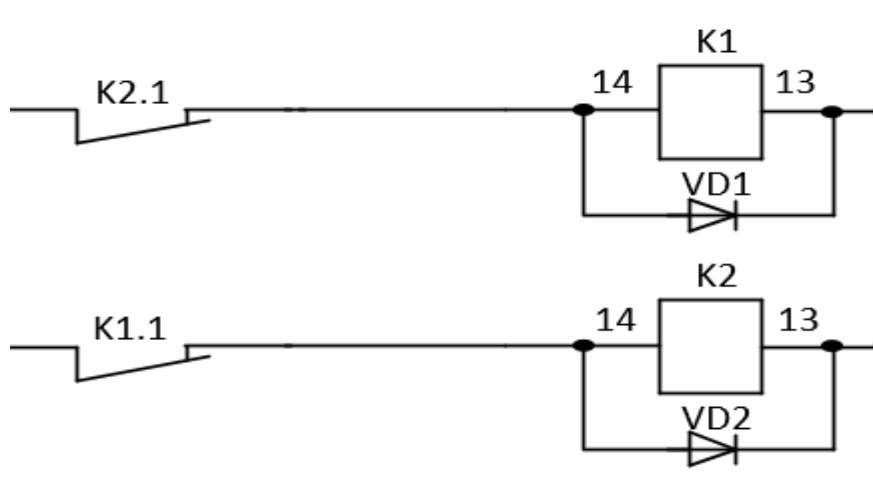


Рисунок 9 – Система взаимной блокировки

Система взаимной блокировки, показанная на рисунке 9, позволяет исключить одновременное включение одного привода в обе стороны. Тем самым исключает появление короткого замыкания на обмотках двигателя, это значит, что защищает привод от поломок.

Эта система работает следующим образом: при включения привода в прямом направлении через реле K1 протекает ток. Реле срабатывает и размыкает контакт K1.1 на линии включения двигателя в противоположном направлении. Таким образом, даже при случайном включении привода в обратном направлении, второе реле не сработает, тем самым на вторую обмотку не подает ток. Тоже самое происходит с реле K2 и этим мы защищаем двигатель.

1.3.2 Сопряжение работа с лабораторным стендом

К лабораторному стенду Siemens S7-200 робот-манипулятор присоединяется посредством многожильного кабеля, на одной стороне которого расположены штекеры для подключения к гнездам лабораторного стенда. Обратная сторона кабеля подключается к плате коммутации, как показано на рисунке 8. Нумерация штекеров приведена в таблице 1[1].

Таблица 1 – Нумерация штекеров

№	Тип	Назначение
1	2	3
1	Вход	Концевой выключатель по часовой стрелке

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 стрелки
1A	Вход	Включен привод по X вперед

Продолжение таблицы 1

1	2	3
2A	Вход	Включен привод по Y почасовой стрелки
3A	Вход	Включен привод по Z вверх
4A	Вход	Шток «втягивается»
5A	Вход	Шток «выдвигается»
П	Вход	Кнопка «память»
10	Вход	Общий входов
11	Выход	Реле поворота почасовой стрелки (Y)
12	Выход	Реле поворота против часовой стрелки (Y)
13	Выход	Реле пуска влево (X)
14	Выход	Реле пуска вправо (X)
15	Выход	Общий (GND)
16	Выход	Реле пуска вниз (Z)
17	Выход	Реле пуска вверх (Z)
18	Выход	Реле втягивания соленоида
19	Выход	Реле выдвижения соленоида

Входы 1A –5A, П предназначены для самообучения системы, путем ввода программы перемещений непосредственно с пульта ручного управления робо-

ТОМ.

Существующая схема подключения робота-манипулятора к стенду с нумерацией линий, показана на рисунке 10. К стенду Siemens S7-200 робот-манипулятор присоединяется при помощи гнезд панели контроллера, как показано на рисунок 2. В свою очередь, панель присоединена к входам – выходам контроллера[1].

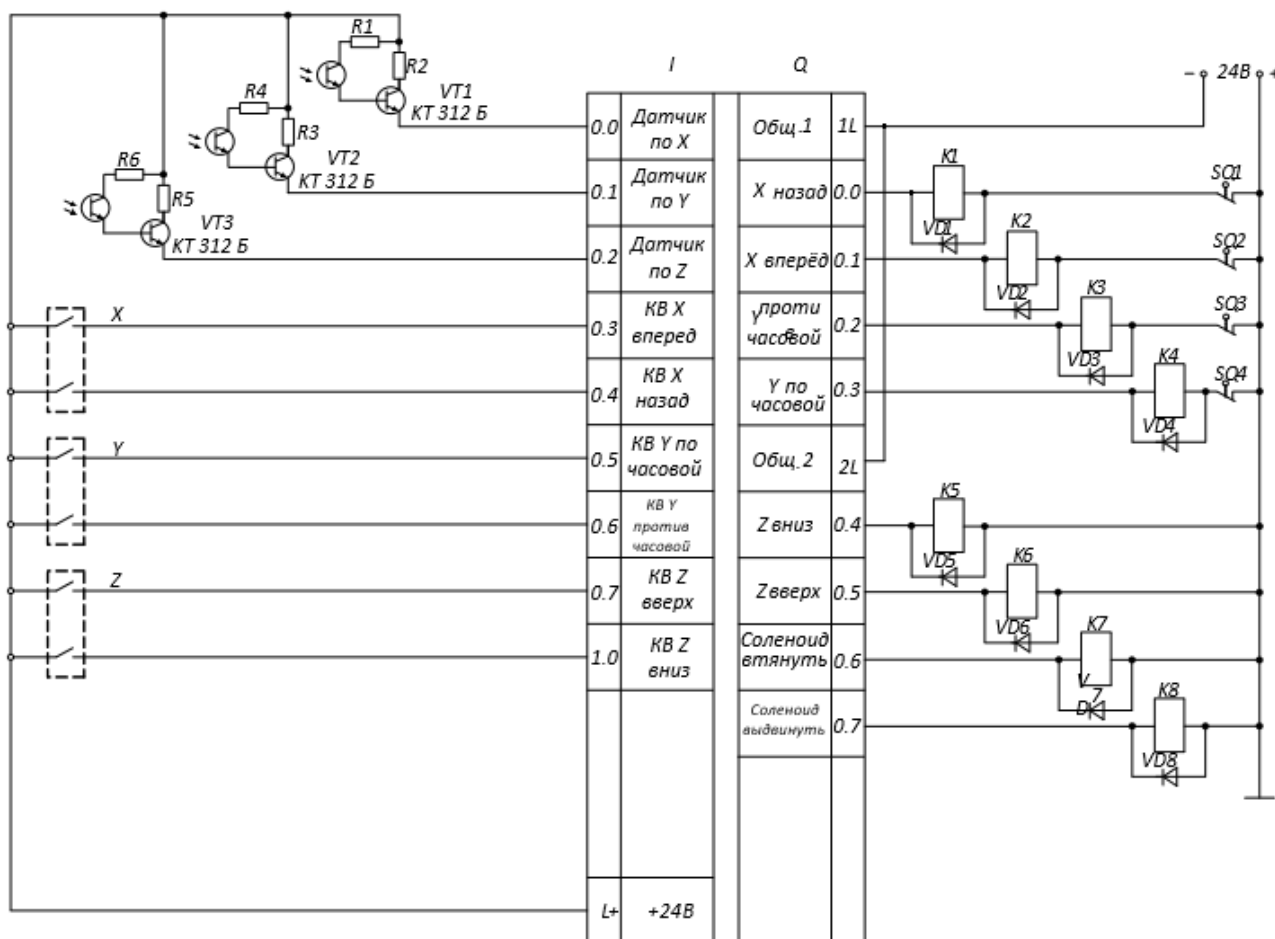


Рисунок 10 – Схема подключения робота-манипулятора к стенду

Для присоединения робота-манипулятора к панели контроллера используются следующие контакты:

- И1.2 - сигнал перевода в позицию 0,
- И0.0 - сигнал с датчика Z,
- И0.1 - сигнал с датчика Y,
- И0.2 - сигнал с датчика X,
- И0.3 - КВ X вперед,
- И0.4 - КВ X назад,

Ю.5 - КВ Y вперед,
Ю.6 - КВ Y назад,
Ю.7 - КВ Z вверх,
Ю.8 - КВ Z вниз,
Q0.0 - Выход X пуск назад,
Q0.1 - Выход X пуск вперед,
Q0.2 - Выход Y пуск назад,
Q0.3 - Выход Y пуск вперед,
Q0.4 - Выход Z пуск вниз,
Q0.5 - Выход Z пуск вверх,
Q0.6 – Втянуть шток соленоида,
Q0.7 – Выдвинуть шток соленоида.

1.4 Принципиальная схема существующей платы управления

Для того что бы понять основные недостатки и достоинства существующей платы управления, требуется рассмотреть ее более подробно. На рисунке 11 показана полная принципиальная схема платы управления.

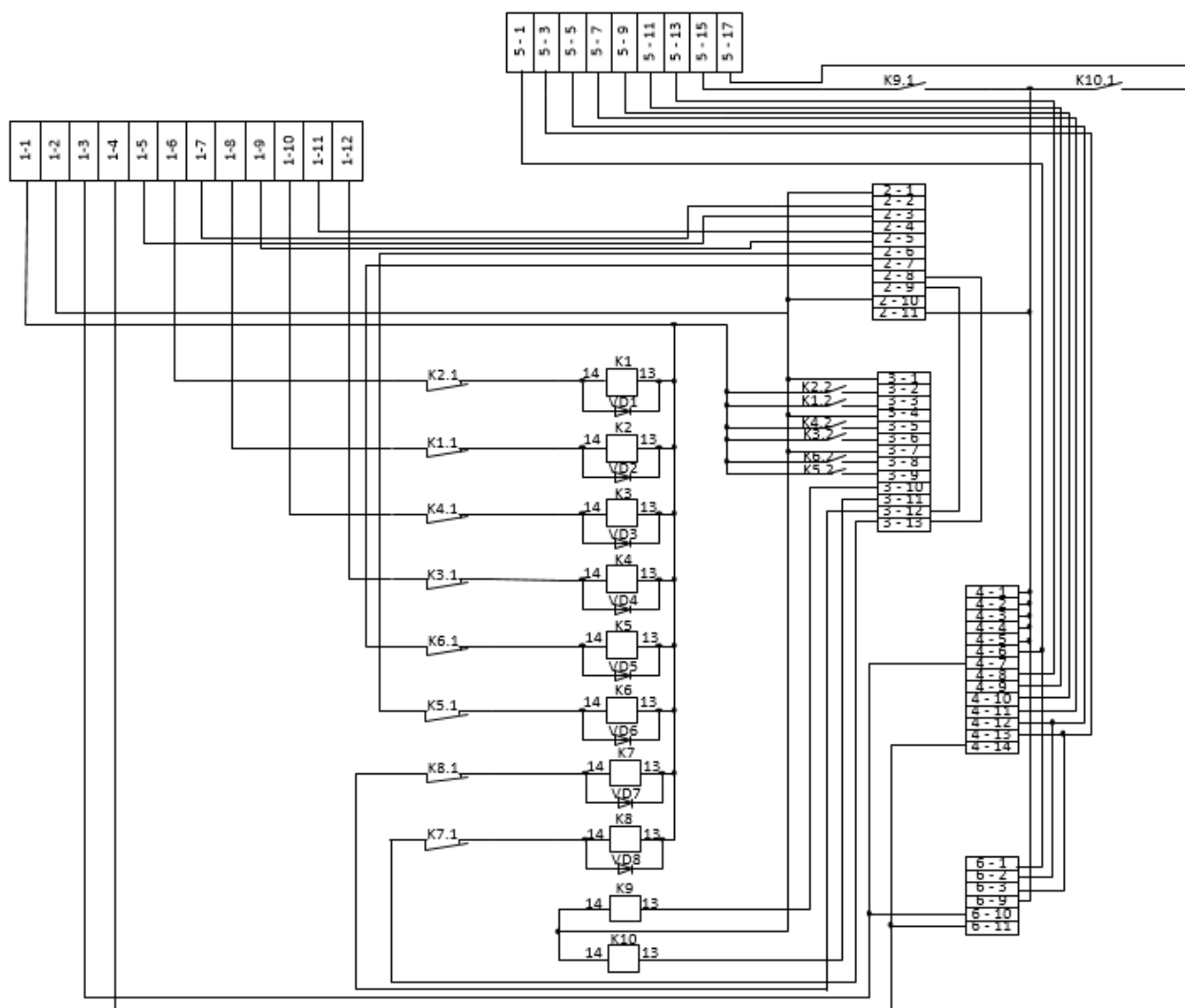


Рисунок 11 – Принципиальная схема платы управления

1.4.1 Схема подключения ручного управления и платы коммутации

На рисунке 12 показана одна из частей существующей платы управления.

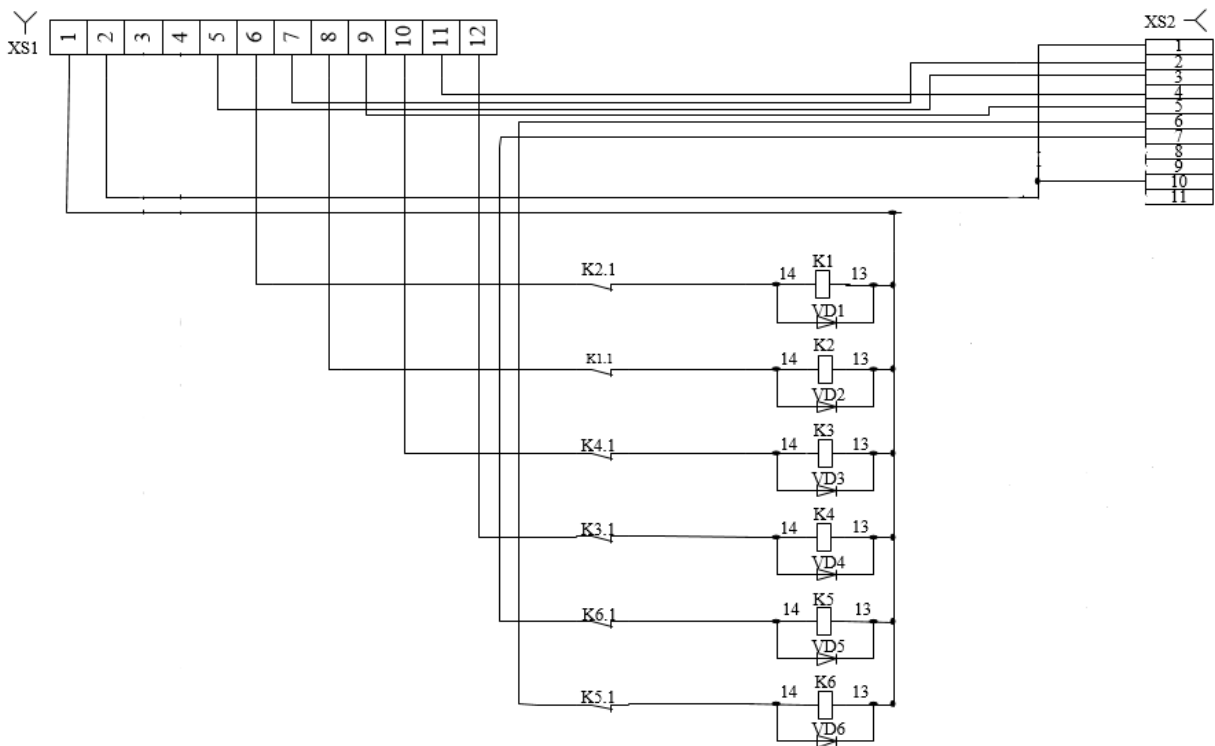


Рисунок 12 – Часть платы управления

На рисунке 12, представлены шесть реле, отвечающие за движение, вращение, подъем и опускание приводов. Как мы видим реле K1, K2, K3, K4 подключаются к разъему XS1 - 6,8,10 и 12 соответственно. К данным разъёмам подключаются концевые выключатели, показанные на рисунках 5,6. Данные выключатели позволяют принудительно снять напряжение с реле, тем самым не дает приводам сгорать по достижению крайнего положения.

Реле K5, K6 подключаются к разъёму XS2 – 7, 6 соответственно, к которому в свою очередь подключаются датчики. Подключение производится при помощи разъема, изображенного на рисунке 13.

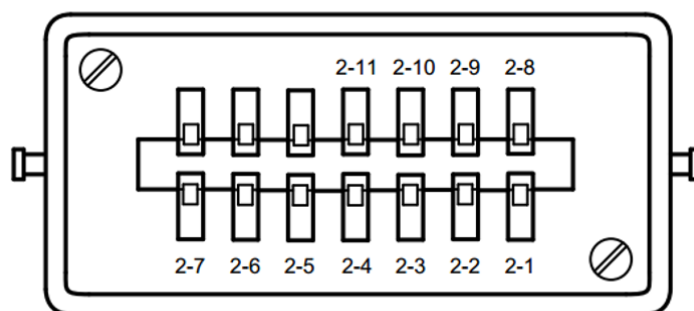


Рисунок 13 – Схема разъёма ручного управления

Разводка разъёма электроприводов приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Подключение разъёма датчиков

Обозначение	От куда	Куда
2-1	От переключателя SA 1	К разъёму 1-2
2-2	От кнопки SB 1(вправо)	К разъёму 1-7
2-3	От кнопки SB 2 (влево)	К разъёму 1-5
2-4	От кнопки SB 3 (по часовой стрел)	К разъёму 1-11
2-5	От кнопки SB 4 (против часовой стрелке)	К разъёму 1-9
2-6	От кнопки SB 5	К разъёму 1-1 через реле К6
2-7	От кнопки SB 6	К разъёму 1-1 через реле К5
2-8	От кнопки SB 7 (втянуть соленоид)	К разъёму 1-1 через разъем 3-12 и через реле К7
2-9	От кнопки SB 8 (выдвинуть соленоид)	К разъёму 1-1 через разъем 3-13 и через реле К8
2-10	От переключателя SA1	К разъёму 1-2
2-11	От разъёма 4-1	К разъёма 5-15 и 5-17

На рисунке 14 изображена схема разъёма платы коммутации. Плата коммутации подключается в концевым выключателям SQ1- SQ4, показанным на рисунке 10.

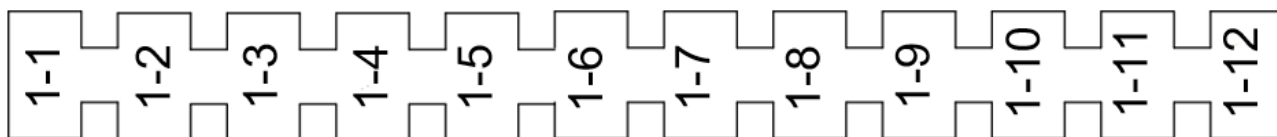


Рисунок 14 – Схема разъёма платы коммутации

Разводка разъёма платы коммутации приведена в таблице 3.

Таблица 3 –Подключение разъёма платы

Обозначение	От куда	Куда
1-1	От диодного моста («+12 В»)	К реле К1 – К8

1-2	От диодного моста («-12 В»)	К реле К9 – К10 и к разъемам 3-1, 3-4, 3-7
1-3	От диодного моста («+24 В»)	К разъему 4-7
1-4	От диодного моста («-24 В»)	К разъему 4-14
1-5	От концевого выключателя SQ 1	К разъему 2-3
1-6	От концевого выключателя SQ 1	К контакту реле К2.1
1-7	От концевого выключателя SQ 2	К разъему 2-2
1-8	От концевого выключателя SQ 2	К контакту реле К1.1
1-9	От концевого выключателя SQ 3	К разъему 2-5
1-10	От концевого выключателя SQ 3	К контакту реле К4.1
1-11	От концевого выключателя SQ 4	К разъему 2-4
1-12	От концевого выключателя SQ 4	К контакту реле К3.1

1.4.2 Подключение датчиков, электроприводов и обработки сигналов датчиков

На рисунке 15 мы видим еще одну часть платы. На ней показано подключение реле К7 – К10. Так же показана система взаимно блокирующих контактов К7.1 – К8.1. На это схеме можно увидеть подключение электроприводов, разъемы подключения датчиков положения и обработки сигналов датчиков.

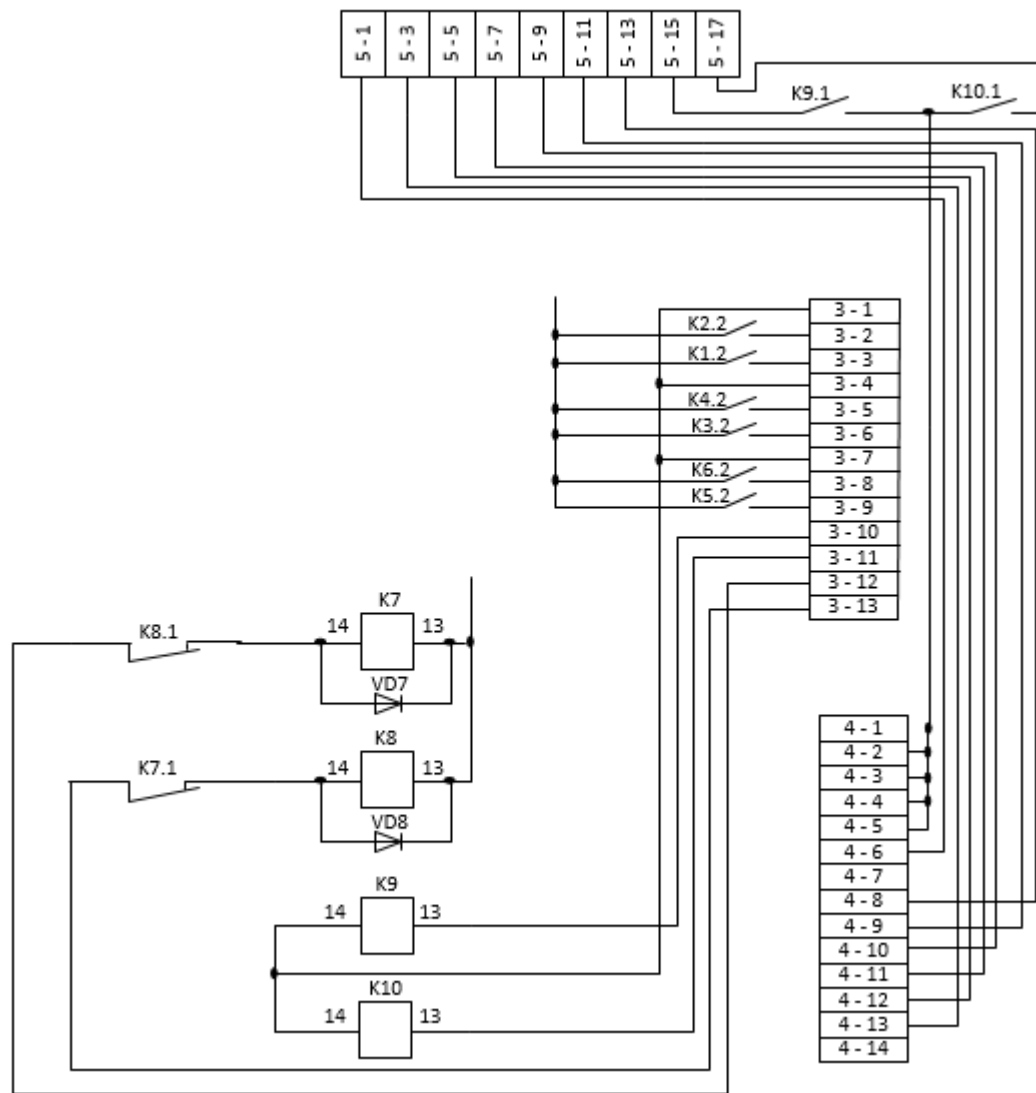


Рисунок 15 – Часть платы

Датчики положения подключаются к схеме коммутации и к схеме обработки сигналов. Подключается при помощи разъема, показанного на рисунке 16.

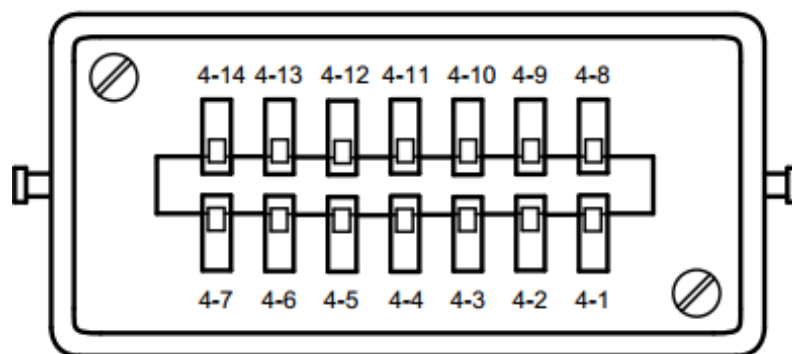


Рисунок 16 –Схема разъема электроприводов

Разводка разъёма электроприводов показана в таблице 4.

Таблица 4 – Таблица разъёма датчиков

Обозначение	От куда	Куда
4-1	От концевого выключателя SQ 7 (общий «+24 В»)	К разъёму 2-11 и к контактам реле К9.1, К10.1
4-2	От концевого выключателя SQ 8 (общий «+24 В»)	К разъёму 2-11 и к контактам реле К9.1, К10.1
4-3	От концевого выключателя SQ 9 (общий «+24 В»)	К разъёму 2-11 и к контактам реле К9.1, К10.1
4-4	От концевого выключателя SQ 10 (общий «+24 В»)	К разъёму 2-11 и к контактам реле К9.1, К10.1
4-5	От разъёма 6-9	К разъёму 2-11 и к контактам реле К9.1, К10.1
4-6	От разъёма 6-1	К разъёму 5-1
4-7	От разъёма 6-10	К разъёму 1-3
4-8	От концевого выключателя SQ 7	К разъёму 5-13
4-9	От концевого выключателя SQ 8	К разъёму 5-11
4-10	От концевого выключателя SQ 9	К разъёму 5-9
4-11	От концевого выключателя SQ10	К разъёму 5-7
4-12	От разъёма 6-2	К разъёму 5-5
4-13	От разъёма 6-3	К разъёму 5-3
4-14	От разъёма 6-11	К разъёму 1-4

На рисунке 17 представлена схема разъёма подключения электроприводов. Подключение производится к схеме коммутации.

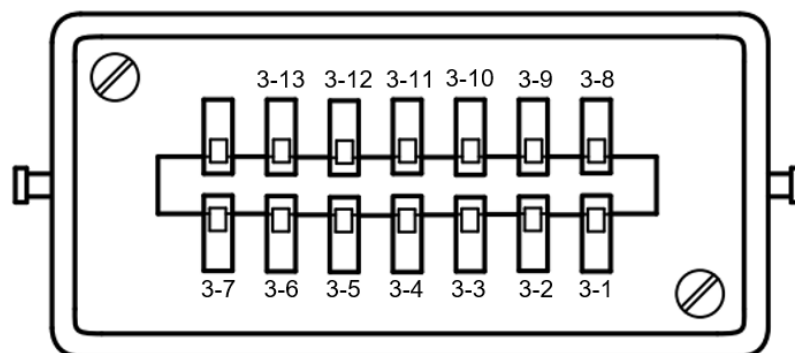


Рисунок 17 – Схема разъемов электроприводов

Разводка электроприводов приведена в таблице 5.

Таблица 5 – Подключение разъема электроприводов

Обозначение	От куда	Куда
3-1	От двигателя М 1	К разъёму 1-2
3-2	От двигателя М 1	К контакту реле К2.2
3-3	От двигателя М 1	К контакту реле К1.2
3-4	От двигателя М 2	К разъёму 1-2
3-5	От двигателя М 2	К контакту реле К4.2
3-6	От двигателя М 2	К контакту реле К3.2
3-7	От двигателя М 3	К разъёму 1-2
3-8	От двигателя М 3	К контакту реле К6.2
3-9	От двигателя М 3	К контакту реле К5.2
3-10	От концевого выключателя SQ 5	К реле К9
3-11	От концевого выключателя SQ 6	К реле К10
3-12	От соленоида	К контакту реле К8.1
3-13	От соленоида	К контакту реле К7.1

На рисунке 18 показан разъем обработки сигналов датчиков. Он подключается ко всем электрическим узлам лабораторного стенда, но в большей степени подключается через плату коммутации, ведь к ней подключены все электрические узлы.

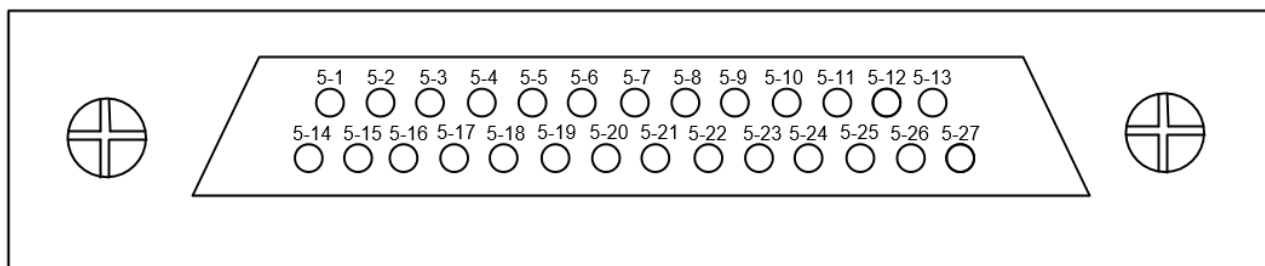


Рисунок 18 – Разъём обработки сигналов датчиков

Разводка разъёма для подключения контроллера приведена в таблице 6

Таблица 6 – Подключение контроллера

Обозначение	От куда	Куда
5-1	От разъёма	К разъёму 4-6
5-3	От разъёма	К разъёму 4-13
5-5	От разъёма	К разъёму 4-12
5-7	От разъёма	К разъёму 4-11
5-9	От разъёма	К разъёму 4-10
5-11	От разъёма	К разъёму 4-9
5-13	От разъёма	К разъёму 4-8
5-15	От разъёма	К контакту реле К9.1
5-17	От разъёма	К контакту реле К10.1

Исходя из всего выше сказанного, можно видеть что, система коммутации подключается к приводам и к пульту ручного управления.

Так же через данные разъемы происходит подключение к контроллеру SiemensS7 – 200.

2 СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ УГЛОВОЙ СКОРОСТИ И УГЛА ПОВОРОТА

2.1 Схемы системы измерения угла поворота и угловой скорости

Система измерения угла поворота и угловой скорости работает по такому принципу - сигналы с датчика поступают на скоростной счетчик, работающий в квадратурном режиме, после обработки записываются в специальные переменные. Структурная схема системы показана на рисунке 19.

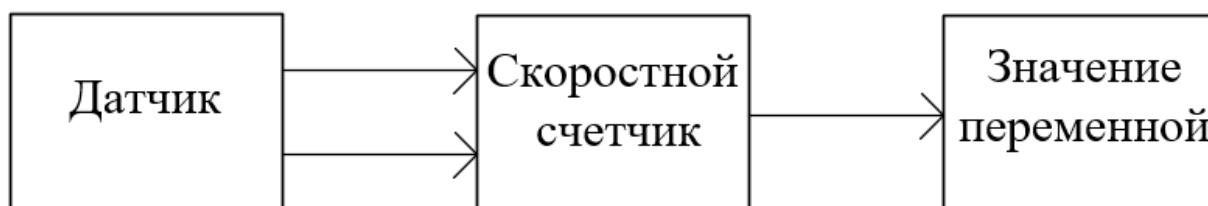
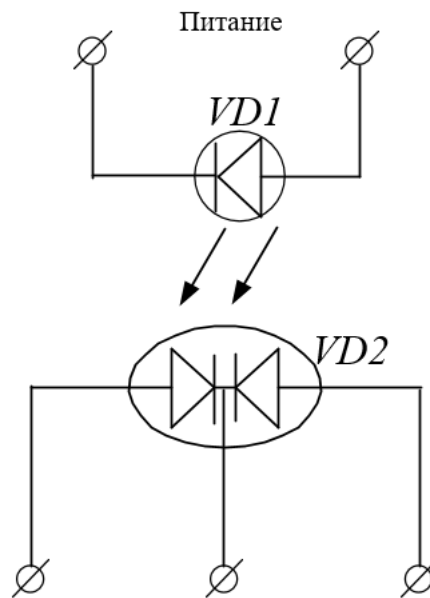


Рисунок 19 – Структурная схема системы

Датчик представлен в виде оптопары.

Оптопара разработана на базе светодиодов и фотодиодов, присутствующих в манипуляторах типа «компьютерная мышь». Мышь в свою очередь, представляет собой двухмерный аналогово-цифровой манипулятор. Во время использования питание на неё подается с RS-232 порта, по сигнальным цепям, установленным в состоянии «0». Уровню «0» в RS-232 соответствует напряжение величиной от 3 до 15 В. При движении, нажатии и отпуске кнопки, её микроконтроллер обрабатывает эти сигналы и посылает на компьютер пакет байтов о происшествии событий. Посылаемые байты вызывают аппаратное прерывание, обработкой которого занимается драйвер мыши. Датчиками вертикального и горизонтального перемещения представлены пары «ИК излучатель – ИК фотоприёмник». При перемещении мыши её шарик вращается. Это вращение передается на два колёсика – решетки, перекрывающиеся спицами этой решётки ИК луч от излучателя к приемнику. В результате этого формируются импульсы. Основными элементами манипулятора типа «мышь» являются ИК – излучающий и фотоэлементы, а также её микроконтроллер[2].

Принципиальная схема оптопары приведена на рисунке 20.



На схему обработки сигналов

Рисунок 20 – Принципиальная схема оптопары

Светодиоды, излучают ИК лучи, в свою очередь фотодиоды, принимая сигнал, изменяют свое сопротивление, в дальнейшем схема обработки сигнала создает определенное напряжение на входе контроллера. Для обработки сигналов с датчиков применяется схема транзисторного ключа. Датчики будут выдавать импульсные сигналы, а контроллер в свою очередь принимать их и подсчитывать. Принципиальная электрическая схема датчика, представлена на рисунке 21.

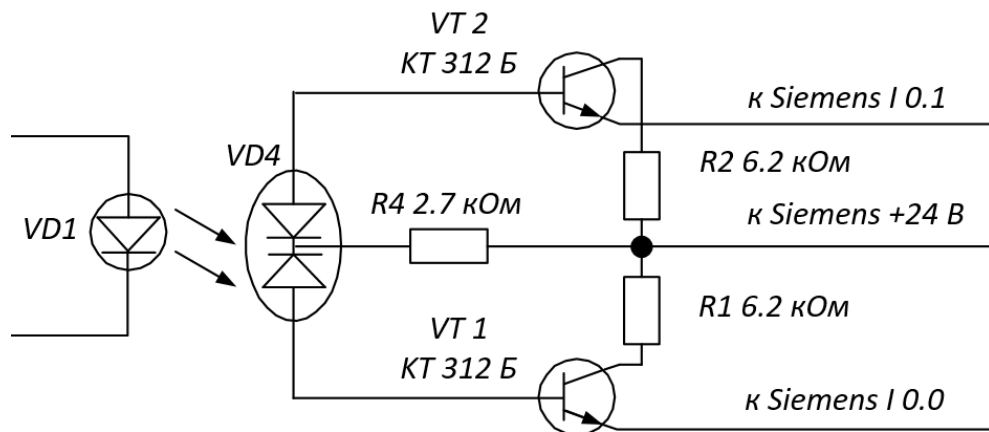


Рисунок 21 - Принципиальная электрическая схема датчика

В работе-манипуляторе фиксируется три координаты:

- по горизонтали;
- по вертикали;

- угловое перемещение.

Всего используется три датчика и шесть транзисторных ключа.

Принципиальная электрическая схема, системы измерения положения рабочего органа показана на рисунке 22.

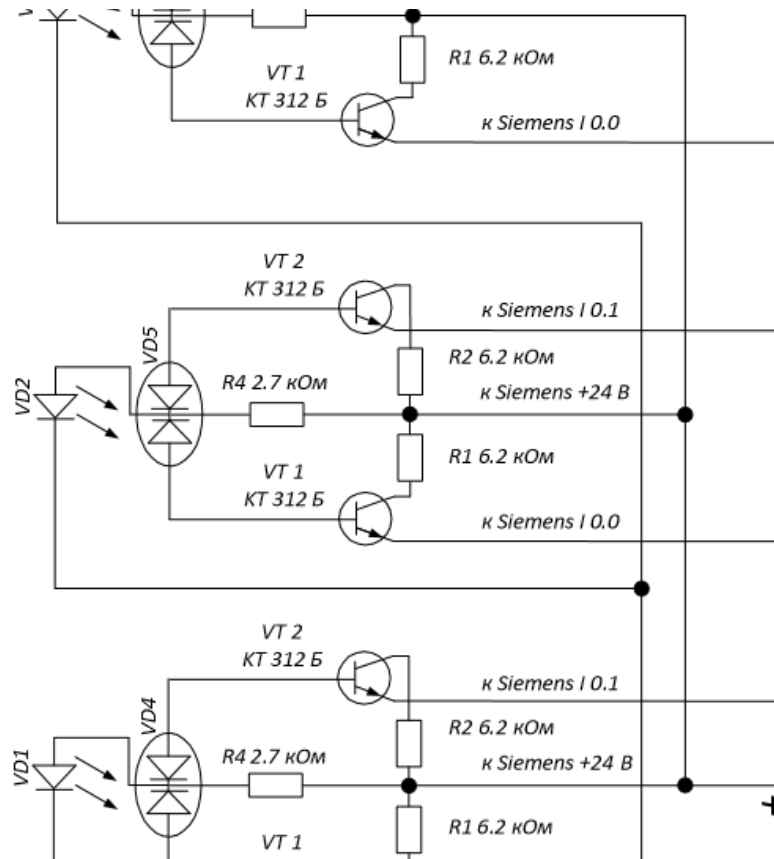


Рисунок 22 - Принципиальная электрическая схема системы измерения положения рабочего органа

2.2 Монтажная схема системы измерения положения

Для создания импульсов по вертикальной оси, предусмотрена «линейка». На «линейки» сплошные участки чередуются с вырезами. Деталь крепится на верхней части двигателя по вертикали, так, что при движении вала двигателя вверх-вниз проём между светодиоидом и фотодиоидом закрывался и открывался с постоянной скоростью движения вала привода. Деталь изображена на рисунке 23.

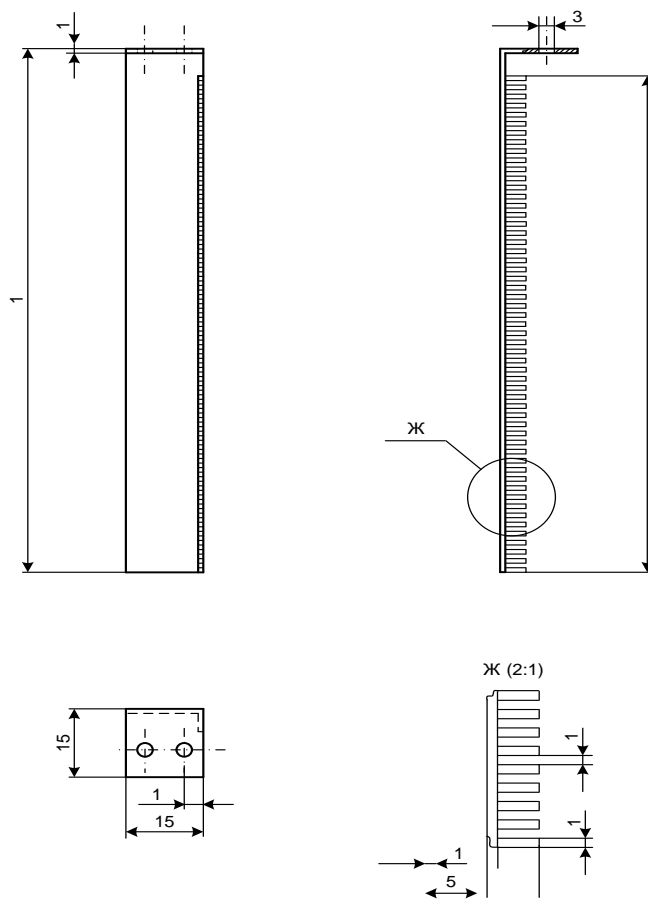


Рисунок 23 – «Линейка» датчика по вертикали

Примерно такая же деталь предусмотрена для датчика по окружности и показана на рисунке 24.

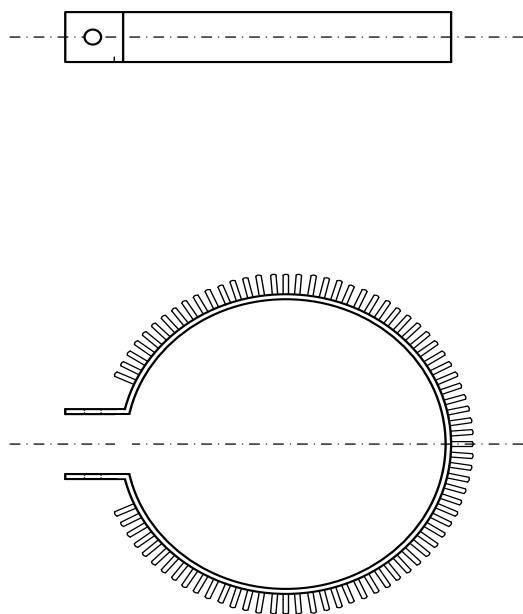


Рисунок 24 – «Линейка» датчиков по окружности

Эта «линейка» крепится на подвижном статоре двигателя по вертикали, который закреплён на валу привода МЗК-3. Здесь, также как и в случае датчика

по вертикали, при движении вала двигателя проём между светодиодом и фотодиодом закрывался и открывался со скоростью движения вала привода.

Монтажная плата датчика по горизонтальной оси имеет специальный вырез, и изображена на рисунке 25.

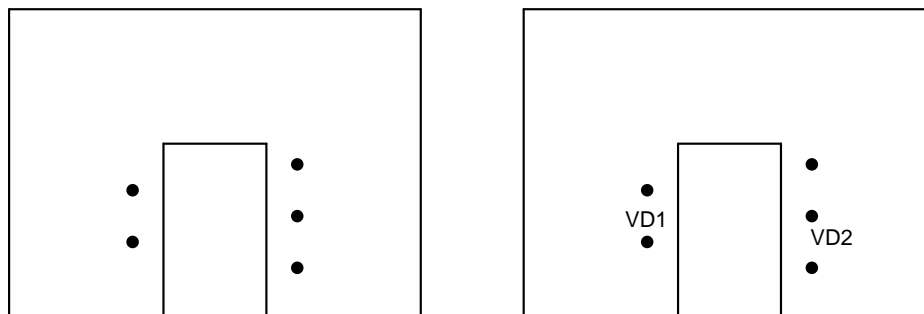


Рисунок 25 – Монтажная плата датчиков по вертикали и вращению

Для прерывания сигнала светодиода изготовлена деталь «манжет». Её изображение приведено на рисунке 26.

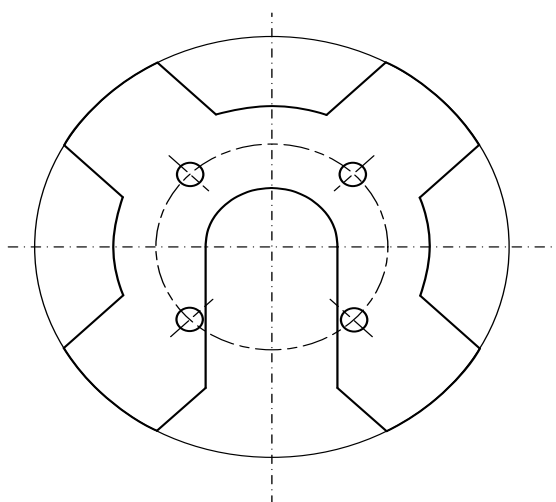


Рисунок 26 – «Манжет» датчика по горизонтали

При установке монтажных схем внутри корпуса и их демонтаже необходимым является соблюдение техники безопасности. Необходимо обесточить все устройства.

Монтажная плата обработки сигналов датчиков устанавливается на плате питания, между двух реек, без болтового и другого статического крепежа. Таким образом, появляется возможность свободного доступа к элементам, расположенным на ней. В то же время сохраняется надёжность соединения.

Монтажная схема платы обработки сигналов датчиков представлена на рисунке 27.

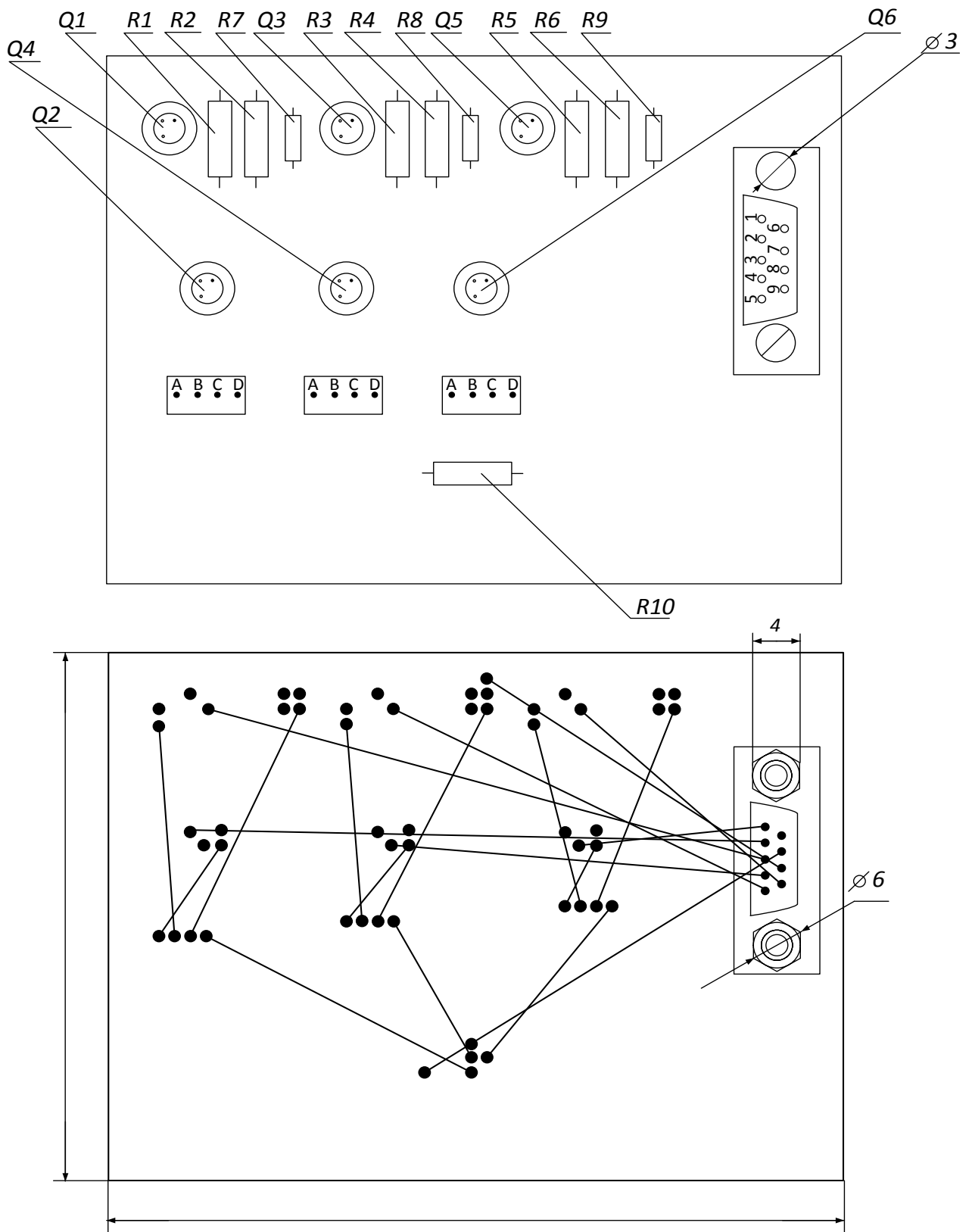


Рисунок 27 - Монтажная схема платы обработки сигналов датчиков

Монтажная плата состоит из:

1. Гнездо 9 pin;

2. Транзисторы серии КТ 312 Б, технические характеристики которых представлены в таблице 7 (Q1 – Q6);
3. Сопротивление 6,2 кОм (R1 - R6);
4. Сопротивление 2,7 кОм (R7 - R9);
5. Добавочное сопротивление 4,7 кОм (для улучшения уровня излучения светодиодов R10);
6. Разъём 4 pin
 - А - первый канал фотодиода,
 - В – второй канал фотодиода;
 - С – питание оптопары (+ 24 В);
 - D – общий (GND).

В таблице 7 приведены технические характеристики транзистора.

Таблица 7 – Технические характеристики транзистора серии КТ 312 Б

$U_{\max И}$	$I_{\max П}$	$I_{\max И}$	Максимальная рас- сеиваемая мощность коллектора	Обратный ток кол- лектора	$f_{гр}$
В	мА	мА	Вт	мкА	МГц
35	30	60	0,225	≤ 10	≥ 120

Исходя из всего выше перечисленного, можно сделать вывод что, данная плата обработки сигналов датчиков подключается к контроллеру в обход системы коммутации.

3 НЕДОСТАТКИ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СИСТЕМ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ИХ МОДЕРНИЗАЦИИ

3.1 Недостатки системы коммутации приводов

Недостатком данной системы коммутации является не ненадежность устаревших реле, частые выходы реле из строя. Если реле выходит из строя это значит, что придется заменять сгоревшее реле новым, но это не так просто и быстро, как хотелось бы. Ведь для того что бы заменить реле, требуется разобрать стенд, открутить и вытащить плату коммутации. Выяснить какое именно реле перегорело, отпаять его и припаять новое. Тем самым мы тратим очень много времени, сил и нервов, к тому же частая покупка новых реле приводит к не нужным затратам.

Ещё одним из недостатков используемых реле является относительно долгое время срабатывания.

3.2 Недостатки системы ручного управления

Для того, что бы понять недостатки системы ручного управления требуется рассмотреть эту систему. На рисунке 28 показан пульт ручного управления.

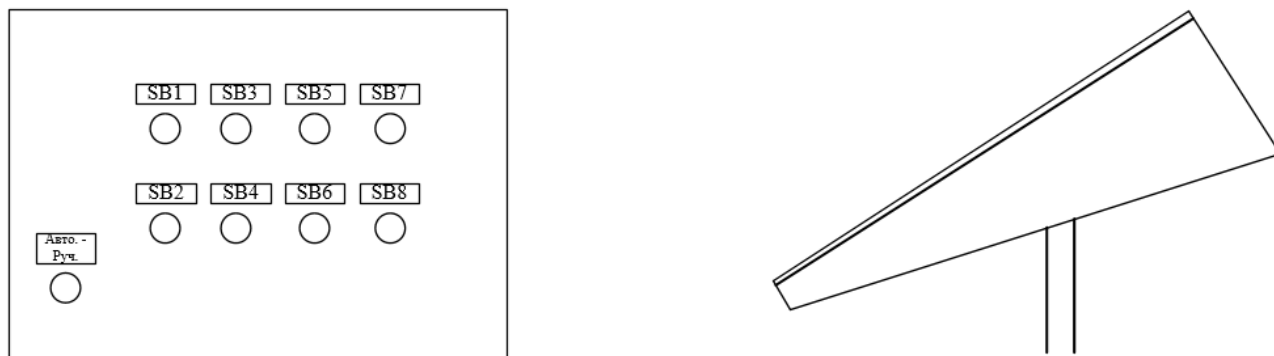


Рисунок 28 – Пульт управления

Данный пульт прикреплен к стенду, а это значит что, пульт невозможно перемещать отдельно от стенда, тем самым он становится менее мультизадачным. Достоинством этого пульта управления можно считать удобное расположение кнопок управления, в них трудно запутаться, возможность управления приводами механизма в пошаговом режиме, но при этом с большими погрешностями. Недостатком такого пульта является не только его статичность, но и неудобство работы со стендом. Ведь для того, что бы добиться нужного угла по-

ворота, требуется подстраивать при помощи кнопок, невозможно задать сразу нужный угол.

Невозможность плавного перемещения вращающейся части стенда. Не регулируемая скорость движения по оси X, тем самым, мы испытываем трудность подстройки нужного положения.

3.3 Предложения по модернизации системы коммутации

Для решения проблемы с системой коммутации требуется модернизировать её. Есть несколько решений по модернизации:

- 1) Можно заменить устаревшие реле на более новые и современные,
- 2) Изменить способ подключения реле
- 3) Заменить на полупроводниковые реле,
- 4) Заменить на полупроводниковые транзисторы.

А теперь, о каждом поподробнее, рассмотрим все плюсы и минусы.

Для начала рассмотрим замену устаревшего реле современным.

При замене реле на новое, потребуется подобрать реле подходящее по размеру и по характеристикам, подобрать по цене, и качеству реле. Но чем новее и качественнее реле, тем оно более дорогостоящее. Но так как реле не очень то и надежно, то мы столкнемся с той же проблемой, что и ранее, а именно перегорание реле и его замена, тем самым мы возвращаемся к той же проблеме. Из-за этого данное решение нам не подходит.

Если изменить способ подключения реле? Этим мы избавимся всего от одной проблемы, а именно от сложности постоянной замены реле. Но при этом проблема с постоянным перегоранием реле и покупкой нового, никуда не денется. По этому, этот способ нам не подходит.

Замена обычного реле, на твердотельное полупроводниковое реле. При замене на твердотельное реле мы избавимся от всех недостатков данной системы. Да и подбор с заменой реле не составит особого труда. Рассмотрим более подробно данный тип реле.

Твердотельное реле (ТТР)–электронное устройство, являющееся типом реле без механических движущихся частей, служащее для включения и выключо-

чения высокоомощностной цепи с помощью низких напряжений, подаваемых на клеммы управления. ТТР содержит датчик, который реагирует на вход (управляющий сигнал) и твердотельную электронику, включающую высокоомощностную цепь. Этот тип реле может использоваться в сетях постоянного и переменного тока. Устройство применяется для тех же функций, что и обычное реле, но не содержит движущихся частей[3].

Преимущества перед электромеханическими реле:

1. Меньшие размеры, позволяющие создавать более компактные устройства
2. Полная бесшумность работы
3. Большая скорость переключения
4. Увеличенный срок службы
5. Выходное сопротивление не меняется во время всего срока службы, в отличие от традиционных реле, у которых окисляются и деградируют контакты
6. Отсутствие скачка напряжения при переключении
7. Отсутствие искры, что позволяет использовать устройство на взрыва- и пожара-опасных объектах
8. Меньшая чувствительность к внешним условиям, вроде вибраций, магнитных полей, влажности и запылённости воздуха [4].

Данный тип реле надежный и долговечный, но цена на такое реле довольно большая. Так что рассмотрим другой вариант решения.

Заменить релейную коммутацию, на полупроводниковую транзисторную. При таком решении, мы так же избавимся от всех выше перечисленных проблем. Ведь полупроводниковые транзисторы при эксплуатации надежны и долговечны. Что подразумевается под правильной эксплуатацией, то есть не давать перегреваться транзистору при работе, не превышать допустим значений по току и напряжению. Так же есть и минусы у транзисторов, а именно максимальное напряжение, которое может коммутировать транзистор. В нашем случае транзистору требуется коммутировать напряжение всего 24 В, с чем он пре-

красно справиться. В среднем, цены на транзисторы небольшие, так что и этим это решение нас устраивает.

Исходя из выше перечисленного последний вариант полностью удовлетворяет поставленную задачу.

4.1 Предложение по модернизации ручного управления

Для решения проблемы ручного управления сказанной ранее в пункте 3.2, можно предложить несколько вариантов:

1) Полностью заменить систему ручного управления на новую, но при этом оставить возможность переключения на старую - пульт управления.

2) Добавить изменения в существующую систему управления, заменив кнопки управления на потенциометры.

Если же изменить в уже существующем пульте управления часть кнопок на потенциометры, мы решим проблемы связанные с заданием угла поворота привода, скорости вращения и скоростью перемещения. При этом потеряем возможность управлять приводами в старом режиме при помощи кнопок. Конечно можно оставить кнопки и к ним добавить потенциометры, тогда стенд потеряет эстетичный внешний вид, добавятся дополнительные линии связи, что в свою очередь прибавит путаницы во всем этом изобилии проводов. На такое решение мы пойти не могли.

Принимая во внимание, сказанное выше, было принято решение полностью заменить существующую систему ручного управления на новую. При этом оставив возможность использовать уже существующую систему. Так как было принято решение использовать для управления стендом робот-манипулятор потенциометры, позволяющие плавно и с большой точностью управлять приводами, и задавать определенный угол поворота, в качестве нового пульта управления было принято решение использовать геймпад «игровой руль». Помимо аналогового управления кнопками и потенциометром, присутствует возможность подключения геймпада и через цифровой канал связи. Что в дальнейшем позволит подключить эту систему управления к контроллеру и через цифровые каналы связи.

Внешний вид новой системы управления показан на рисунке 29.



Рисунок 29 – Внешний вид новой системы управления

Как видно из рисунка 29, данный геймпад обладает множеством кнопок, подключенных к плате «руля». Педали оснащены потенциометрами, в дальнейшем при помощи них будет осуществляться задача положения одного и органов робота-манипулятора. Подключаются педали к плате «руля» по средствам COM – порта.

Сама конструкция руля довольно незамысловата, даже проста, при наличии необходимых инструментов и материалов, её можно создать самому. Создавать мы его конечно не будем, а будем использовать уже изготовленный на производстве. Так как руль обладает только цифровым каналом связи, его придется немного модернизировать.

4.1 Разработка модуля коммутации на базе полупроводниковых элементов

Как было сказано ранее в пункте 3.1, имеющейся релейной системе коммутации присущи определенные недостатки. Так же ранее в пункте 3.3 было выбрано решение данной проблемы, а именно заменить устаревший релейный модуль коммутации на более надежный и современный транзисторный.

В данном пункте произведем разработку принципа работы и устройства транзисторного модуля коммутации. Так же в этом пункте совершим основной выбор всех необходимых элементов, для создания данной платы.

Как было сказано ранее в пункте 1.3.1, в релейном модуле коммутации, была установлена система взаимной блокировки, которая служит для защиты приводов от подачи тока на обе обмотки одновременно. Это было реализовано при помощи взаимно блокирующих контактов реле. Для транзисторного модуля требуется предусмотреть такую же защиту. Для того чтобы представить как эта защита будет выполнена на базе полупроводников, изучим какие сигналы нам потребуются. Для начала, нам потребуются сигналы от конечных выключателей, чтобы случайно не заставить рабочий орган двигаться дальше, находясь и так уже в конечном положении. Так же нам требуются сигналы с кнопок, которые будут определять, в какую сторону нам двигаться. Исходя из всего этого, мы можем принять решение по дальнейшему созданию системы. Было принято решение создать данную систему на основе логических элементов, как показано на рисунке 30.

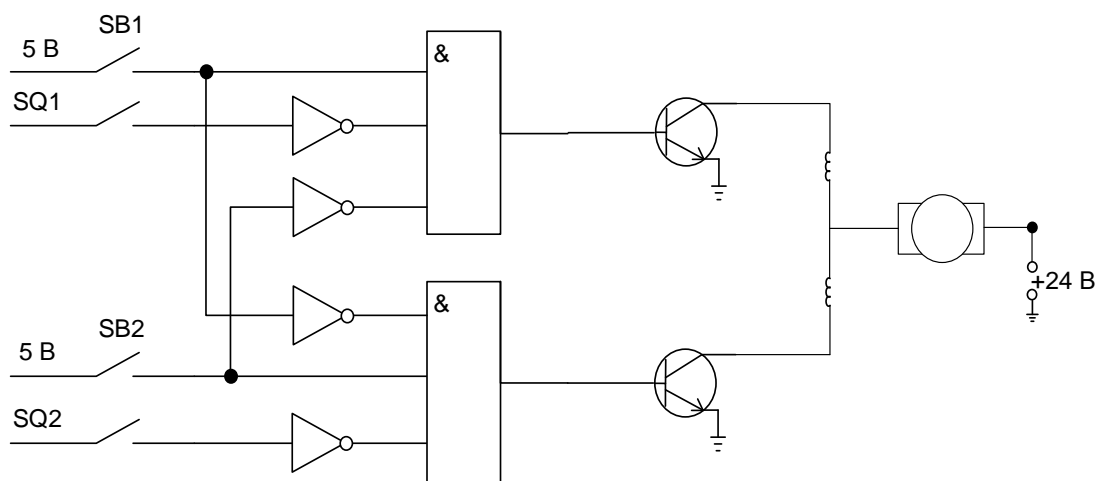


Рисунок 30 – Система взаимно блокирующих контактов

Исходя из рисунка 30, мы можем увидеть принцип работы системы взаимной блокировки, построенной на логических элементах. При нажатии кнопки на панели ручного управления происходит замыкание контакта SB1, что в свою очередь приводит к появлению напряжения на логическом элементе. Если при этом выполняются условия, а именно концевой выключатель SQ1 не сработал и контакт SB2 не замкнут, то на транзистор подается напряжение и открывает его, тем самым пускает напряжение на одну из обмоток привода и рабочий орган начинает перемещаться в одном направлении по своей оси. Но если сработает концевой выключатель SQ1 либо контакт SB2 замкнут, то напряжение не поступит ни на одну из обмоток.

При дальнейшем исследовании было принято решение добавить несколько новых элементов. А именно:

- линию питания для логического элемента «И» (+ 5 В)
- общую линию GND, так же для логического элемента «И»
- сопротивления в цепи транзисторов (R1, R2)
- диоды в цепи транзисторов (D1, D2)

Принципиальную конечную схему можно увидеть на рисунке 31.

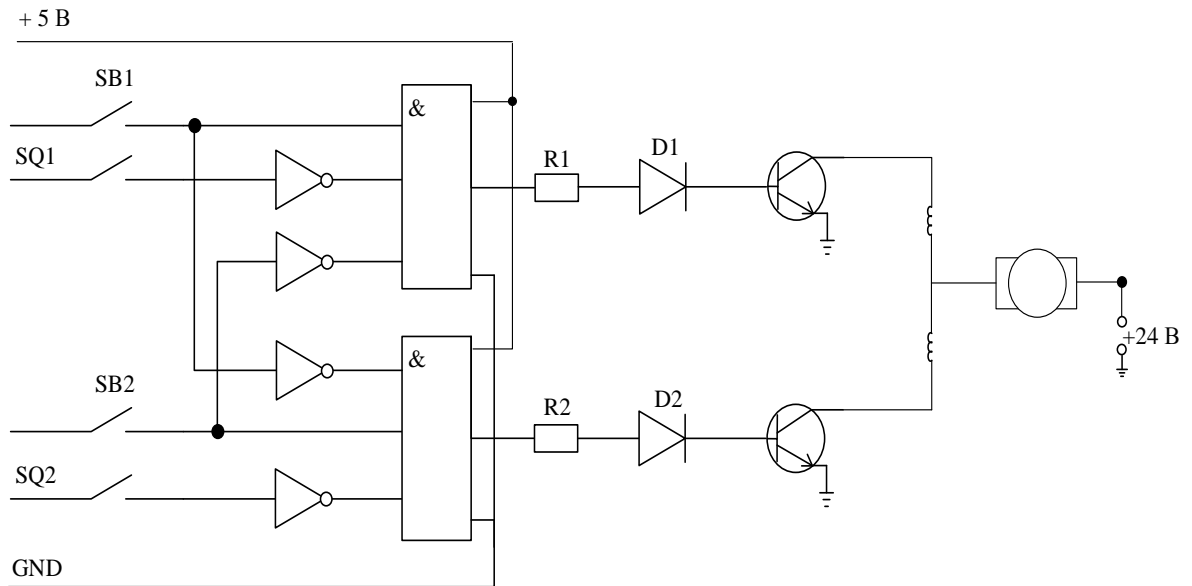


Рисунок 31- Принципиальная схема

Таким же образом эта защита построена для двух других приводов.

4.2 Принципиальная электрическая схема системы управления

Прежде чем приступить к построению принципиальной электрической схеме, требуется произвести выбор основных компонентов.

В пункте 4.1 было сказано, что новая плата коммутации будет состоять из логических элементов, таких как «НЕ» и логического элемента «И».

Для начала рассмотрим элемент «НЕ». Был выбран логический элемент «6НЕ» от российского производителя имеющий артикул: К155ЛН1, этот элемент использует технологию ТТЛ. Как мы видим, на рисунках 32, 33 представлен внешний вид данного логического элемента и его цоколевка. Так же в таблице 8 представлены электрические параметры данного элемента[5].

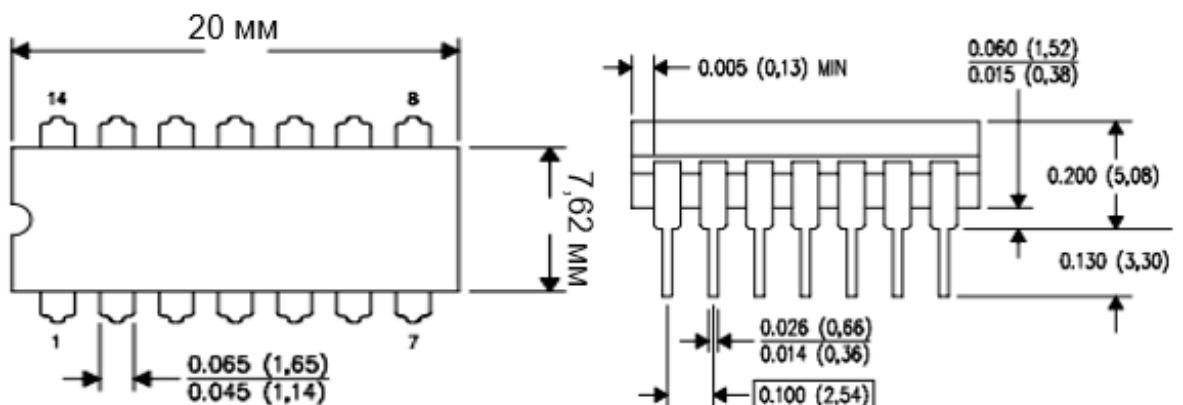


Рисунок 32 – Внешний вид К155ЛН1

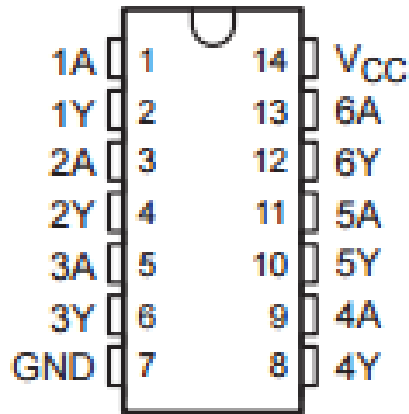


Рисунок 33 – Цоколевка К155ЛН1

Таблица 8 – Электрические параметры К155ЛН1

Номинальное напряжение питания	$5В \pm 5\%$
Выходное напряжение низкого уровня	$\leq 0,4 В$
Выходное напряжение высокого уровня	$\geq 2,4 В$
Входной ток низкого уровня	$\leq -1,6 мА$
Входной ток высокого уровня	$\leq 0,04 мА$
Входной пробивной ток	$\leq 1 мА$
Ток потребления при низком уровне выходного напряжения	$\leq 33 мА$
Ток потребления при высоком уровне выходного напряжения	$\leq 12 мА$
Потребляемая статическая мощность на один логический элемент	$\leq 19,7 мВт$
Время задержки распространения при включении	$\leq 15 нс$
Время задержки распространения при выключении	$\leq 22 нс$

В дальнейшем был произведён выбор логического элемента «3И». Данный логический элемент, так же российского производителя, но имеет артикул: К555ЛИ4, данный элемент то же использует технологию ТТЛ. На рисунках 34, 35 предоставлены его внешний вид и цоколевка.

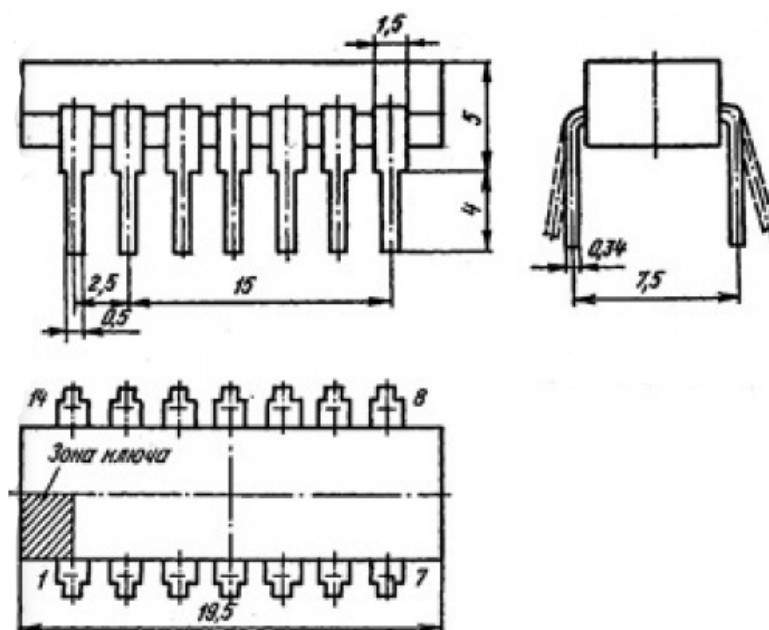


Рисунок 34 – Внешний вид К555ЛИ4

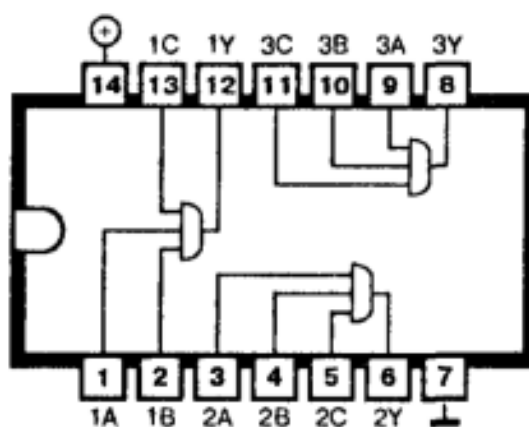


Рисунок 35 – Цоколевка К555ЛИ4

Более подробная информация показана в таблице 9, а именно электрические параметры логического элемента К555ЛИ4[6].

Таблица 9 – Электрические параметры К555ЛИ4

Наименование	Значение
1	2
Номинальное напряжение питания	$5В \pm 5\%$
Выходное напряжение низкого уровня	$\leq 0,5 В$
Напряжение на антизвонном диоде	$\leq -1,5В$
Ток потребления при низком уровне выходного напряжения	$\leq 6,6 мА$

1	2
Ток потребления при высоком уровне выходного напряжения	$\leq 3,6$ мА
Входной ток низкого уровня	$\leq -0,4$ мА
Входной ток высокого уровня	$\leq 0,02$ мА
Выходной ток высокого уровня	$\leq 0,1$ мА
Потребляемая мощность	≤ 27 мВт
Время задержки распространения при включении	≤ 35 нс
Время задержки распространения при выключении	≤ 20 нс

Выбор логических элементов произведён, приступим к транзистору.

Было принято решение выбрать транзистор российской фирмы «Кремний-Маркетинг», данный транзистор имеет артикул КТ827А. Транзистор биполярный и имеет n-p-n структуру, предназначенный для использования в схемах управления электроприводом. Данный транзистор выпускается в металлическом корпусе и имеет стеклянные изоляторы, а так же оснащен жесткими выводами.

Максимальное допустимое значение тока 20А, а максимальное напряжение 100 В, при этих параметрах транзистор имеет максимальную рассеивающую мощностью 125 Вт. На рисунке 36 мы можем увидеть внешний вид и размеры данного транзистора. С более подробной информацией можно ознакомиться нижев таблице 10, показаны основные параметры транзистора КТ827А[7].

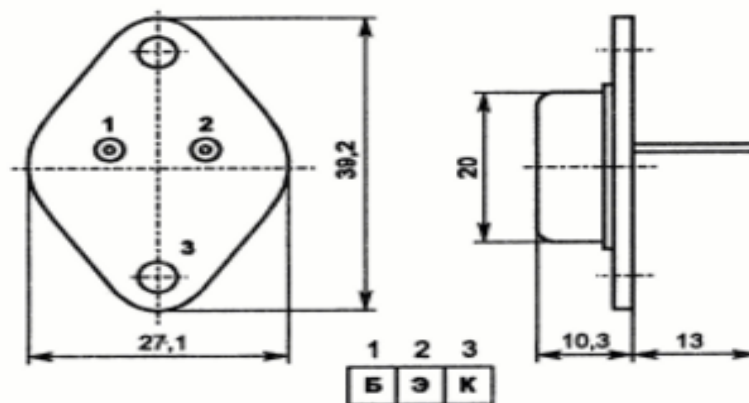


Рисунок 36 – Внешний вид транзистора КТ827А

Таблица 10 – Параметры транзистора КТ827А

Структура	NPN
U_{max} . при заданном $I_{обр}$. и разомкнутой цепи	100 В
U_{max} . при заданном I и заданном сопротивлении в цепи	100 В
U_{max} при заданном I и разомкнутой цепи	-
Максимально допустимый ток	20 А
Статический коэффициент передачи тока	750 мин
Граничная частота коэффициента передачи тока	4.00 МГц
Максимальная рассеиваемая мощность	125 Вт
Корпус	КТ- 9

После того как основные элементы транзисторной платы коммутации выбраны, можно приступить к построению принципиальной электрической схеме. Используя за основу принципиальную схему показанную на рисунке 31, была разработана принципиальная электрическая схема, которую можно увидеть на рисунке 37.

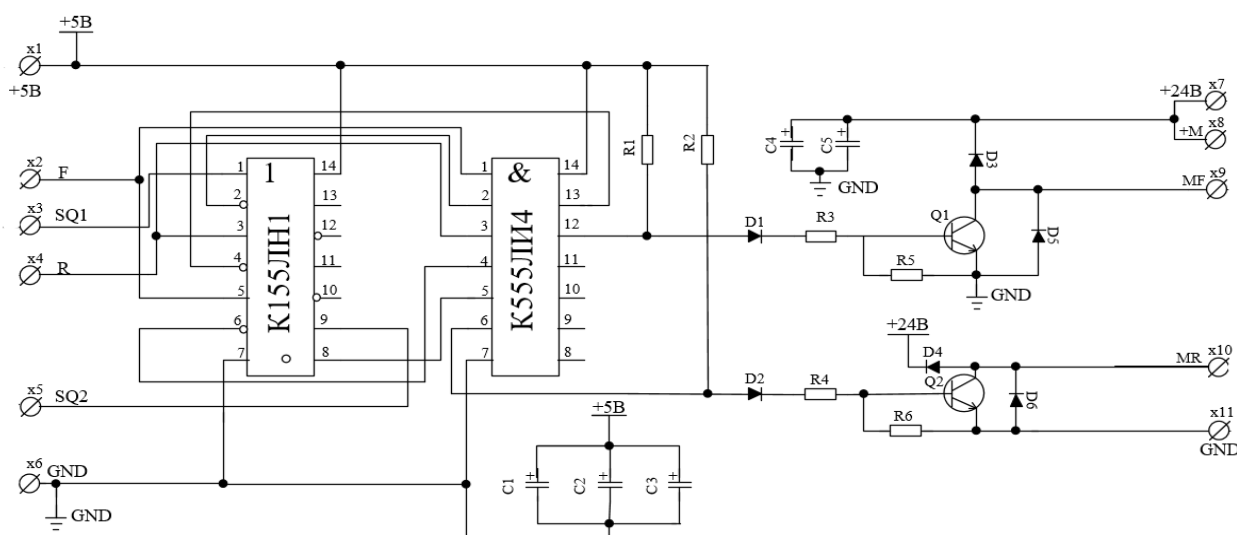


Рисунок 37 – Принципиальная электрическая схема

Если посмотрим на рисунок 37, мы увидим принципиальную электрическую схему первого привода. В данной схеме можно увидеть, что установлены конденсаторы C1, C2, C3. Данные конденсаторы служат для подавления помех в цепи питания микросхем. Помехи опасны тем, что при их наличии возможны

ложные срабатывания какого либо логического элемента. По мимо есть еще и стабилизатор напряжения цепи, который представлен в виде конденсатора С4. Конденсатор С5 в свою очередь предназначен для подавления высокочастотных помех, которые так же вредны для работы логических элементов данной системы.

Для защиты выходов микросхем от обратных токов, при пробое транзистора, на плату добавлены диоды D1 и D2. Для предотвращения пробоя транзисторов, на схему добавлены диоды D3, D4, D5, D6, помимо ранее сказанного данные диоды служат и для подавления индуктивной нагрузки на приводе.

На схеме присутствуют сопротивления R1 и R2, которые используются в качестве внешнего сопротивления, и подключаются между выходом с логического элемента «ЗИ» и цепью питания +5 В. Ещё на схеме установлены сопротивления R3 и R4, являющиеся мерой тока, проходящего по входной цепи.

Таким образом, мы обеспечиваем полноценную коммутацию первого привода, отвечающего за движение вперед и назад по оси X.

Данная схема также подходит для коммутации остальных приводов, только претерпев небольшие изменения. На рисунках 38 и 39 показаны принципиальные электрические схемы двух оставшихся приводов, претерпевшие изменения.

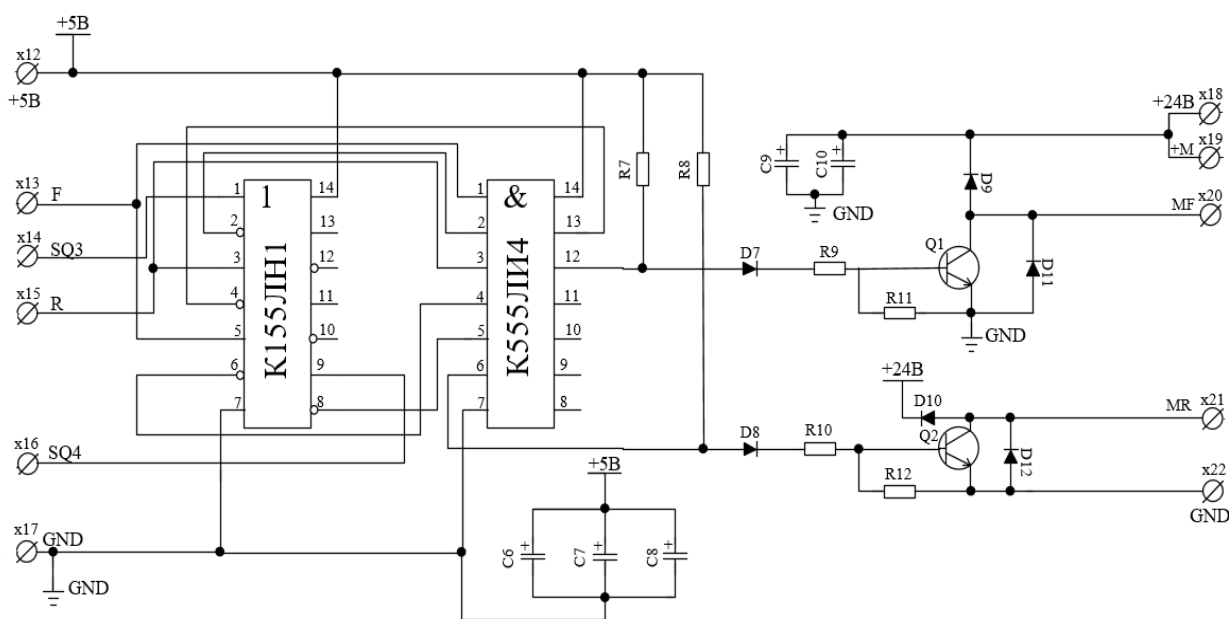


Рисунок 38—Электрическая схема второго привода

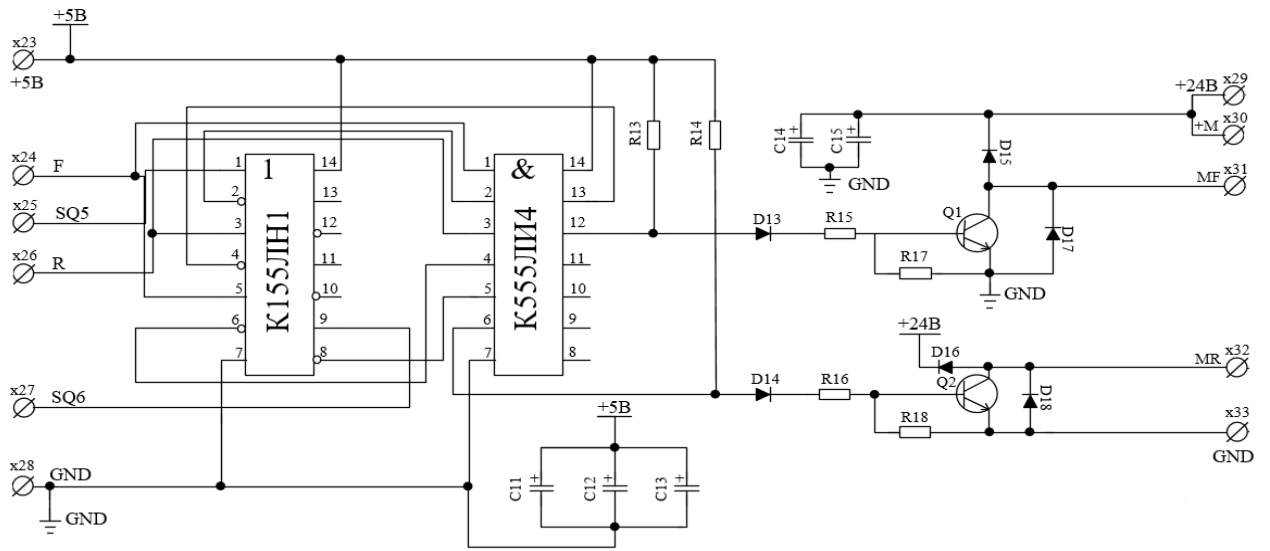


Рисунок 39 – Электрическая схема третьего привода

Составим полную принципиальную электрическую схему системы коммутации приводов. Данная схема показана на рисунке 40. Более подробно данная схема показана в приложении Б.

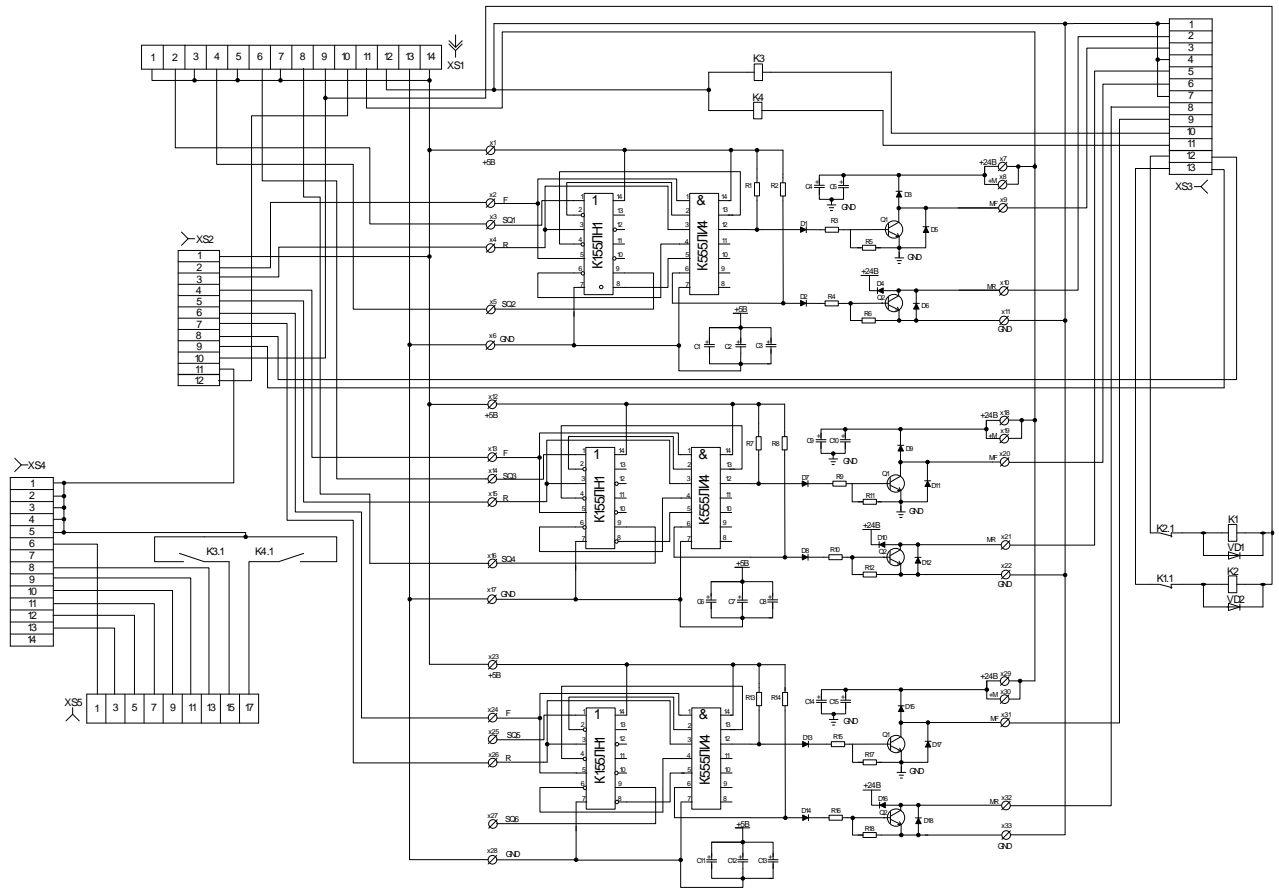


Рисунок 40 - Полная принципиальная электрическая схема системы коммутации приводов

При разработке транзисторной платы управления требовалось использовать уже имеющиеся разъемы для коммутации, так как лабораторный стенд уже имеет определенные разъемы, что бы оставить возможность быстрой замены платы коммутации.

Во время разработки схемы показанной на рисунке 40 возникли некоторые осложнения. Основным осложнением стало не подходящее напряжение для транзисторного модуля. Для данного модуля требуется напряжение 5 В, чего не было предусмотрено в лабораторном стенде. У стенда имеется напряжение 12 В и 24 В, для решения данной проблемы пришлось добавить еще один источник питания, а именно зарядное устройство от телефона. На рисунке 41 изображена схема понижающего трансформатора, взятого из зарядного устройства для телефона, на 5 В.

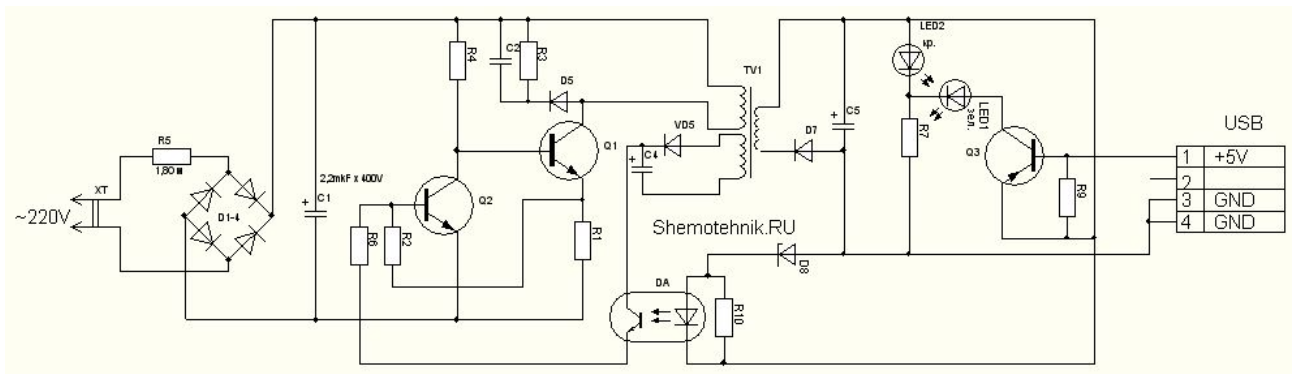


Рисунок 41 – Принципиальная электрическая схема ЗУ

Как мы можем наблюдать на рисунке 41 выводы 1, 3 имеют напряжение ± 5 В соответственно. Именно эти выводы мы и будем использовать в качестве источника питания для платы. Из представленной схемы показной на рисунке 40 видно, что для управления соленоидом было решено оставить реле, так как коммутация реле кратковременна и тем самым не вредит самому реле. Рассмотрим более подробно эту схему.

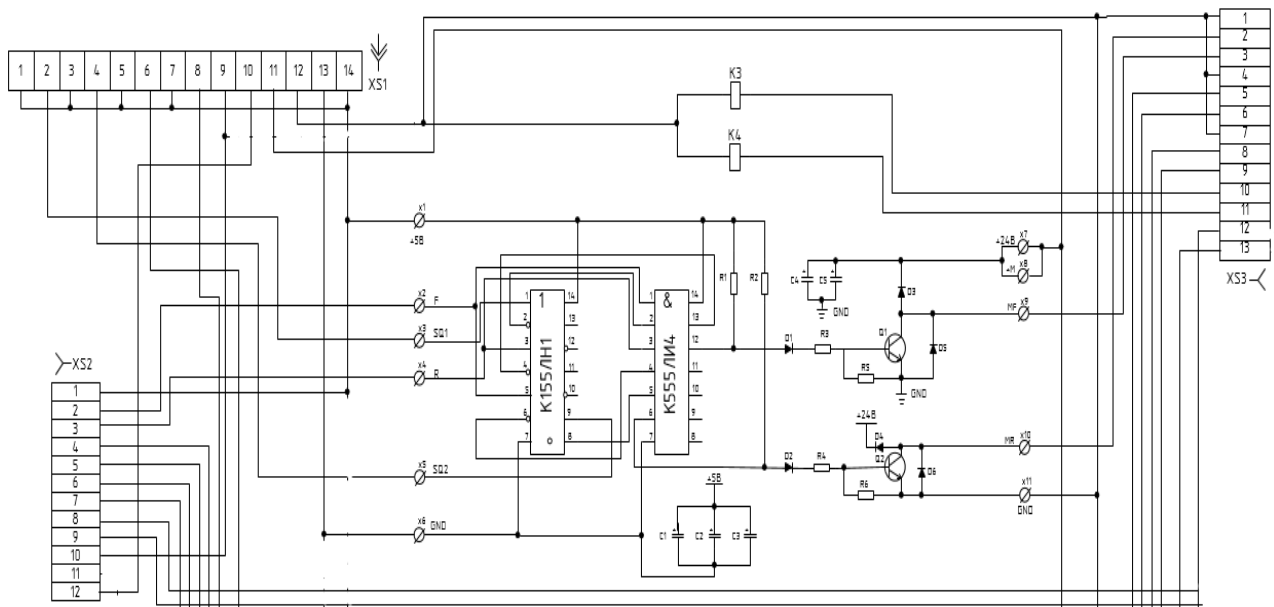


Рисунок 42 – Фрагмент схемы коммутации

Как видно из рисунка 42 с разъема XS1 из контакта 14 на контакт платы x1 подается напряжение +5 В, в свою очередь с контакта 13 на контакт x6 подается напряжение -5 В. Контакты 9, 10 разъема XS1 имеют напряжение ± 12 В. Которые требуются для питания реле K1 и K2, отвечающие за работу соленоида. Эти реле показаны на рисунке 43.

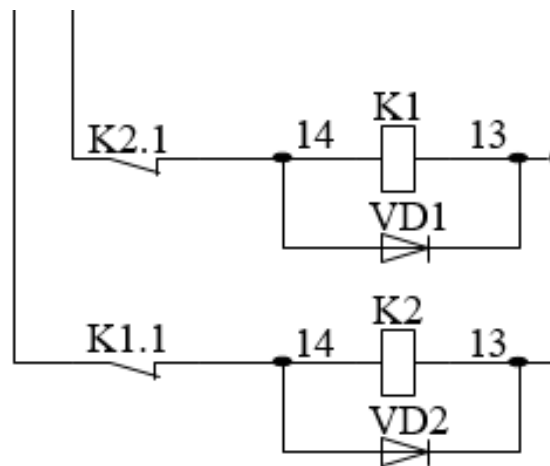


Рисунок 43 – Реле K1, K2

Рассмотрим еще один фрагмент схемы, на рисунке 44.

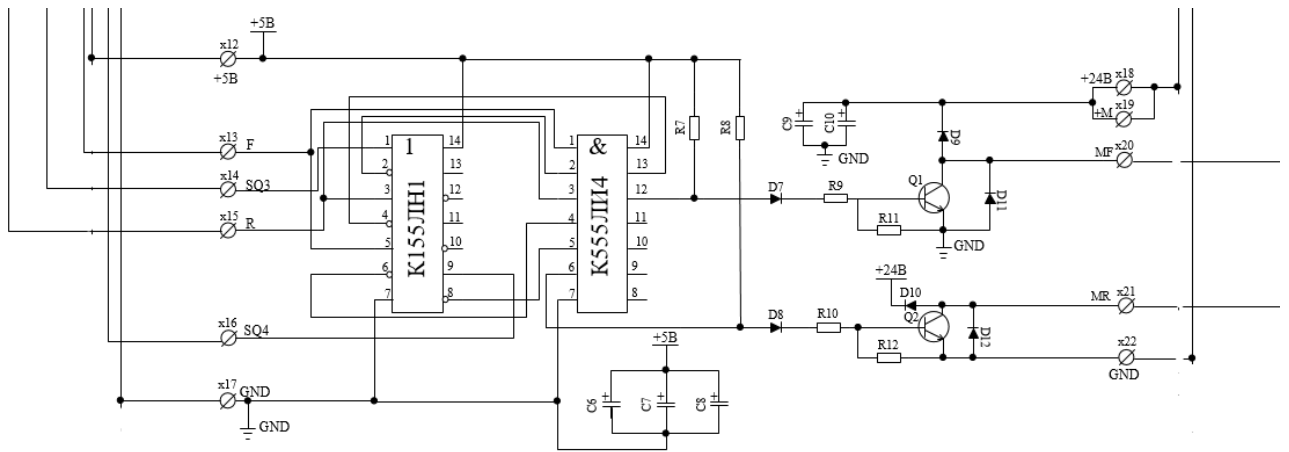


Рисунок 44 – Фрагмент платы второго привода

На рисунке 44 показан фрагмент транзисторной платы коммутации второго привода, он имеет аналогичное подключение, что и у первого, только с той разницей, что у разъема XS3 подключен к контактам 5 и 6. А к разъему XS1 подключается через разъемы 13, 14.

4.3 Разработка монтажной схемы системы управления

Полная принципиальная электрическая схемасистемы показанная на рисунке 40, в дальнейшем нам потребуется для создания печатной платы и ее подключения.

Рассмотрим что такое печатная плата -это изделие, состоящее из плоского изоляционного основания с отверстиями, пазами, вырезами и системой токопроводящих полосок металла (проводников), которое используют для установки и коммутации электрорадиоизделия и функциональных узлов [11].

В таблице 11 представлены наименьшие значения основных параметров для классов точности ПП.

Таблица 11 – Наименьшие номинальные значения классов точности ПП

Условные обозначения элементов печатного монтажа	Класс точности ПП				
	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
Наименьшая номинальная ширина проводника, мм	0,75	0,45	0,25	0,15	0,10
Расстояние между проводниками, мм	0,75	0,45	0,25	0,15	0,10

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5	6
Минимальная ширина площадки, мм	0,30	0,20	0,10	0,05	0,025
Придельное отклонение ширины печатного проводника, мм (без покрытия)	$\pm 0,15$	$\pm 0,10$	$\pm 0,05$	$\pm 0,03$	0;-0,03
Придельное отклонение ширины печатного проводника, мм (с покрытием)	+0,25; -0,20	+0,15; -0,10	$\pm 0,10$	$\pm 0,05$	$\pm 0,03$
Допуск расположения печатного проводника относительно соседнего элемента (наружный слой), мм	0,20	0,10	0,05	0,03	0,02
Допуск расположения печатного проводника относительно соседнего элемента (внутренний слой), мм	0,30	0,15	0,10	0,08	0,05

Размеры ПП, если они не оговорены в ТЗ, определяют с учетом количества устанавливаемых ЭРИ, установочных площадей ЭРИ, шага установки, зон установки соединителя и пр.

Есть множество современных специализированных программ позволяющих существенно упростить процесс разработки и расчета параметров печатных плат электрических схем. Одной из таких программ является P - CAD.

Система P - CAD –это система, предназначенная для проектирования многослойных печатных плат для вычислительных и радиоэлектронных устройств. В основной состав P - CAD входят четыре модуля:

- 1) P - CAD Schematic
- 2) P - CAD PCB,
- 3) P -CAD Library Executive
- 4) P - CAD Autorouters

Теперь подробнее о каждом модуле. P - CAD Schematic и P - CAD PCB – это графические редакторы принципиальных электрических схем и ПП. Редак-

торы имеют системы всплывающих меню, а для наиболее часто применяемых команд назначены пиктограммы.

Редактор P - CAD PCB имеет возможность автономного запуска и позволяет разместить модуль на выбранном монтажно – коммутационном поле, также позволяет проводить ручную, полуавтоматическую и автоматическую трассировку проводников. При вызове P - CAD PCB из редактора P - CAD Schematic, автоматически составляется список соединений схемы и на поле печатной платы переносятся изображения корпусов компонентов с указанием линий электрических соединений между их выводами. Эта операция называется упаковкой схемы на печатную плату. После расчерчиваем контуров ПП, на нем размещаются компоненты и производится трассировка проводников [4].

Автотрассировщики вызываются из управляющей оболочки P - CAD PCB, где и производится настройка стратегии трассировки. Информацию об особенностях трассировки отдельных цепей можно с помощью стандартных атрибутов ввести на этапах создания принципиальной схемы или ПП.

Первый трассировщик QuickRoute относится к трассировщикам лабиринтного типа и предназначен для трассировки простейших ПП.

Второй автоматический трассировщик PRO Route производит трассировку ПП с числом сигнальных слоев до 32.

Трассировщик Shape-Based Autorouter – бессеточная программа автотрассировки ПП. Программа предназначена для автоматической разводки многослойных печатных плат, с высокой плотностью размещения элементов, эффективна при поверхностном монтаже корпусов элементов, выполненных в различных системах координат. Так же имеется возможность размещения проводников под различными углами на разных слоях платы, оптимизации их длины и числа переходных отверстий.

SPECSTRA – программа ручного, полуавтоматического и автоматического размещения компонентов и трассировки проводников. Производит трассировку ПП большой сложности с числом слоев до 256. В программе используется так называемая бессеточная технология трассировки. За счет этого и повыша-

ется эффективность трассировки ПП с высокой плотностью размещения компонентов, а также обеспечивается трассировка одной и той же цепи трассами различной ширины[13].

P - CAD Library Executive – менеджер библиотек. Интегрированные библиотеки P - CAD содержат как графическую информацию о символах и типовых корпусах компонентов, так и текстовую информацию. Программа имеет встроенные модули:

- SymbolEditor – для создания и редактирования символов компонентов
- PatternEditor – для создания и редактирования посадочного места и корпуса компонента.

На рисунке 45 показан экран P - CAD Schematic.

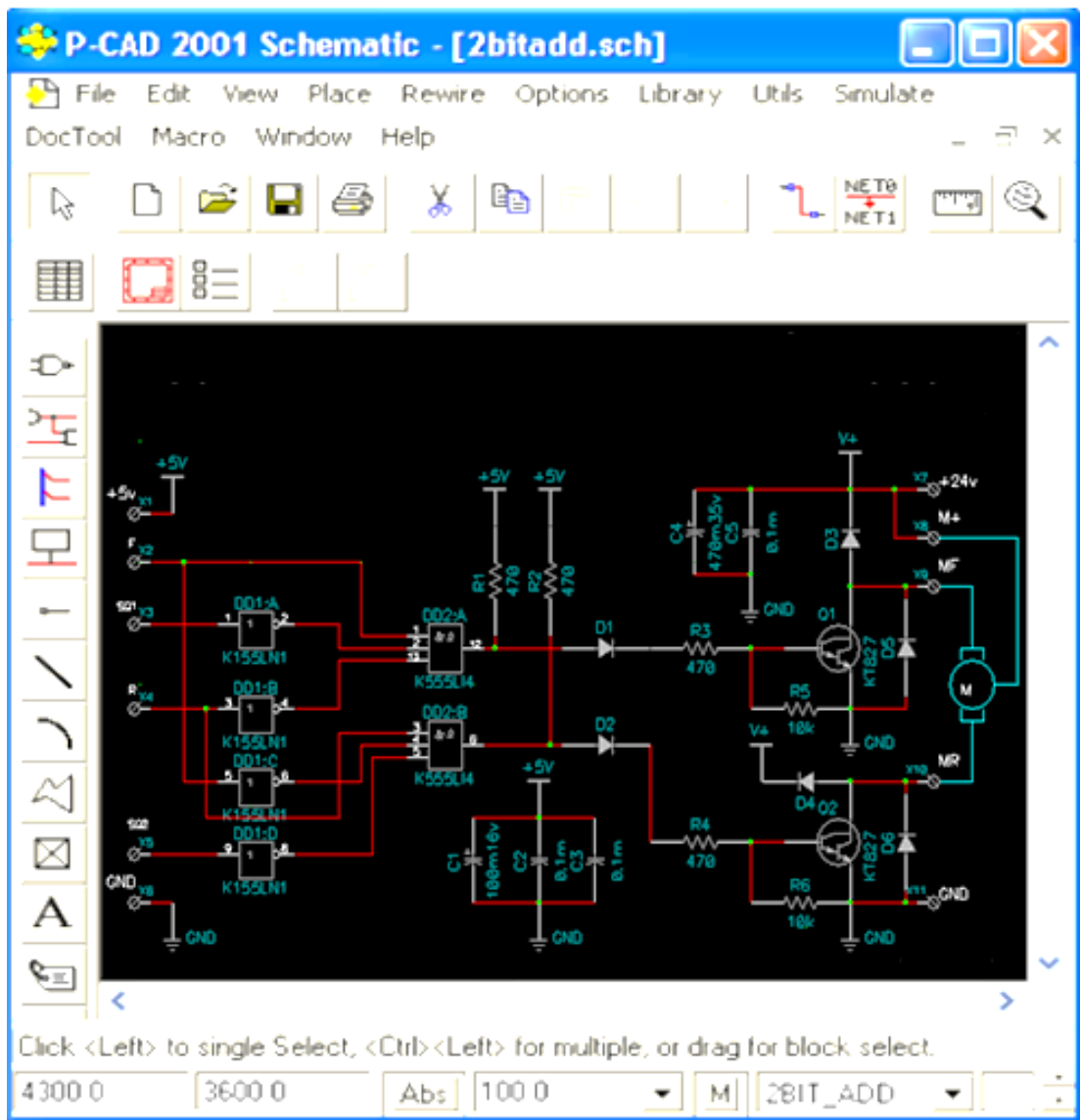


Рисунок 45 - Экран P-CAD Schematic

Графические редакторы P - CAD имеют похожие интерфейсы и системы-меню команд, общие сведения о которых излагаются ниже.

На рисунке 46 представлен рабочий экран графического редактора P - CAD PCB. Горизонтальная панель инструментов содержит пиктограммы системных команд, а вертикальная панель – команды размещения объектов на рабочем поле экрана. В поле рабочего окна располагают символы принципиальных схем и собственно схемы, составленные из символов, электрических соединений, шин и т.п.

Вторая строка снизу на экране – строка сообщений.

Самая нижняя строка – строка состояний. Значения полей строки состояния перечисляются ниже.

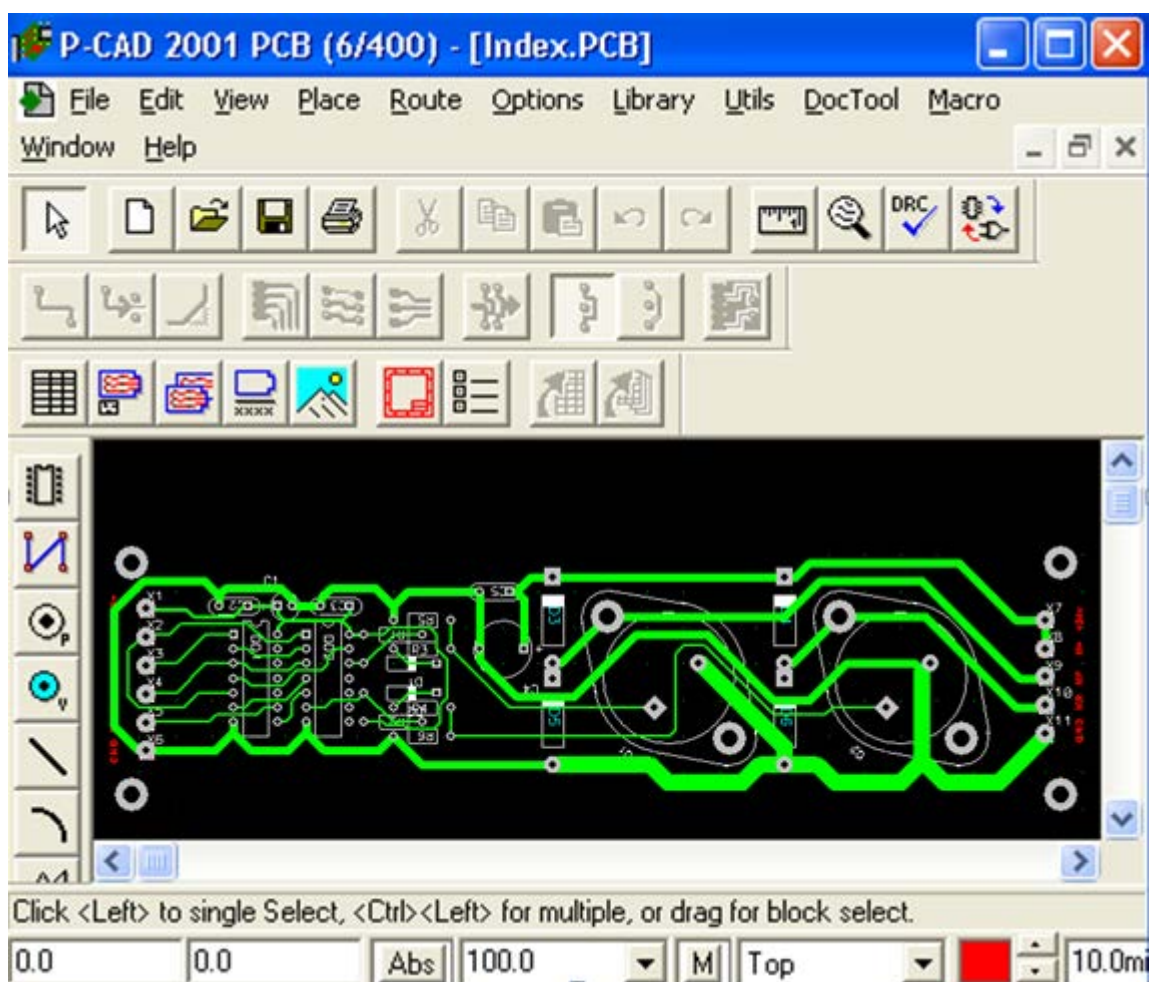


Рисунок 46 –Рабочий экран P - CAD PCB

Координаты X и Y. Числа в полях указывают текущие координаты курсора. Перемещение курсора в заданную пользователем точку производится сле-

дующим образом. Если активизирован режим выбора объекта (команда Edit/Select), то нажатие клавиши J передает управление полю X. На клавиатуре можно набрать значение координаты X, затем нажать клавишу Tab, набрать значение координаты Y и нажать клавишу Enter. В результате указанных действий курсор переместится в заданную точку. Если выбрана одна из команд размещения Place, то можно указанными выше операциями разместить объект в заданную точку [8].

Значения координат вводят в милах (mil), миллиметрах (mm) или в дюймах (inch). Выбор системы единиц измерения производится при выполнении команды Options/Configure/Units. Если координаты точки заданы в mil, то точность – один десятичный знак, а если в мм -три десятичных знака после запятой.

Кнопки переключения типа сетки ABS и Rel. Абсолютная сетка ABS имеет начало координат в нижнем левом углу рабочей области экрана. Относительная сетка Rel имеет начало координат в точке, указанной пользователем. Сетка Rel включается в том случае, если в окне команды Options/Grids активен режим PromptforOrigin. Значение шага сетки устанавливается при нажатии на кнопку выбора (стрелка,), находящуюся справа от поля шага сетки. А набор шагов сеток устанавливается в поле GridSpacing после выполнения команды Options/Grids[6].

При активизации кнопки записи макрокоманд M (или клавиши M) начинается запись во временный файл всех выполняемых команд. Повторное нажатие кнопки M (или клавиши M) прекращает запись файла с именем default.mac. Этот файл доступен только в течение текущего сеанса.

Поля текущего имени схемы и кнопка выбора имени листа отражают установки, проведенные по команде Options/Sheets в закладке Sheets. Все листы схемы одного проекта содержатся в одном файле с расширением .sch. Добавление листов в проект осуществляется командой Options/Sheets/ Sheets/Add.

Поля ширина линии и выбор ширины линии дублируют команду Options/CurrentLine. Для добавления в список новой толщины линии необходи-

мо щелкнуть по кнопке `LineWidth` и ввести новое значение толщины линии. Тип линии устанавливается командой `Options/ CurrentLine` в области `Style` диалогового окна.

В строке сообщений (справа от кнопки выбора ширины линий) отображается следующая текущая информация:

1. Тип, позиционное обозначение или общее количество выбранных объектов;
2. Значения приращений по осям X и Y при перемещении выбранных объектов;
3. Имя выбранной цепи;
4. Расстояние между выбранными точками и их проекции на оси X и Y при выполнении команды `Edit/Measure`.

Команды обзора рабочего окна сгруппированы в меню `View` и изменяют вид, масштаб изображения объекта и его положение в пределах рабочего окна.

1. Команда `View/Redraw` перечерчивает экран с целью удаления «следов», оставшихся после редактирования изображения;
2. Команда `View/Extent` масштабирует изображение так, что на экран выводится все введенные на данный момент фрагменты проекта;
3. Команда `View/Last` выводит предыдущее изображение экрана;
4. Команда `View/All` выводит на экран все содержимое активного окна вместе с рамкой;
5. Команда `View/Center` (или нажатие на клавишу `C`) центрирует изображение относительно текущего положения курсора. Эта же клавиша используется для панорамирования изображения при установке курсора на край экрана. Если курсор расположить на границе экрана, то смещение изображения (панорамирование) выполняется при нажатии одной из клавиш со стрелками (`<—`, `—>`);
6. Команды `View/ZoomIn` или `View/ZoomOut` увеличивают или уменьшают изображение относительно координаты, указанной курсором, на величину параметра `ZoomFactor`, указанного в меню `Options/ Configure`. Изменение

масштаба изображения удобнее производить при установке курсора в точку, относительно которой будет произведено изменение, и последующем нажатии на клавиши серый + или серый -. Команда View/JumpLocation перемещает курсор в точку с координатами, которые указываются в окнах диалогового окна, появляющегося после выполнения указанной команды.

Размещение объектов в рабочем окне производится с помощью команд меню Place. Эти команды дублируются соответствующими пиктограммами на панели инструментов PlacementToolbar.

Команда View/SnaptoGrid перемещает курсор только по узлам координатной сетки экрана. Это позволяет точно позиционировать точки привязки объектов.

При размещении (или рисовании) объекта вначале щелчком мыши выбирается соответствующая пиктограмма, а затем курсором указывается местоположение объекта (или начальная точка рисования объекта). Перед размещением некоторых объектов возможна операция ввода дополнительной информации (появляется соответствующее диалоговое окно). Точка привязки объекта устанавливается в узле сетки рабочего окна. Объекты в процессе размещения можно перемещать. Для этого, после указания начальной точки размещения (не отпуская кнопку мыши), необходимо протаскать контур объекта в нужную позицию экрана и отпустить кнопку мыши.

Нажатие клавиши B в процессе размещения позволяет некоторые объекты развернуть против часовой стрелки на угол, кратный 90° .

Нажатие клавиши F в процессе размещения позволяет некоторые объекты отобразить зеркально относительно оси Y. Например, для редактора P-CAD PCB эта операция эквивалентна переносу компонента на противоположную сторону платы.

Режим выбор объектов активизируется при нажатии клавиши S или щелчком мыши по пиктограмме Select. Объект выбирается щелчком мыши, при этом имя выбранного объекта и его данные выводятся в строку информации. Если один объект закрывает другой, то выбор невидимого объекта осуществля-

ется повторным щелчком мыши или повторным нажатием на клавишу «Пробел». Для добавления выбранных объектов к уже выделенным перед щелчком мыши нажимается и удерживается клавиша Ctrl. Щелчком мыши в свободной части рабочего окна выбор объектов отменяется.

Двойной щелчок левой клавишей по объекту позволяет редактировать все его атрибуты. Щелчок правой клавишей мыши вызывает контекстно-зависимое меню команд.

При перемещении объекта его можно сдвигать на один или несколько шагов сетки (не отпуская кнопку мыши нажимать соответствующую клавишу со стрелкой). Для изменения положения точки привязки после выбора объекта в меню команд редактирования компонента выбирают команду SelectionPoint и щелчком мыши устанавливают новое положение точки привязки.

При изучении системы P – CAD для проектирования ПП будем придерживаться следующей последовательности изложения материала:

- 1) создание символов компонентов (программа SYMBOL EDITOR, исполняемый файл SYMED.EXE);

- 2) создание посадочных мест компонентов (программа PATTERN EDITOR, исполняемый файл PATED.EXE);

- 3) правила ведения библиотек (программа LIBRARY EXECUTIVE, исполняемый файл CMP.EXE);

- 4) создание принципиальных электрических схем, их верификация, создание отчетов и вывод результатов на печать (графический редактор P – CAD SCHEMATIC);

- 5) размещение компонентов на монтажно – коммутационном поле, ручная трассировка электрических цепей, верификация ПП, оформление чертежей, генерация отчетов и вывод на печать (графический редактор P – CAD PCB);

- 6) использование программ автоматической трассировки QUICKROUTE, PROROUTE и SHAPE – BASED ROUTING.

Результатом разработки явилась монтажная плата, изображенная на рисунке 47.

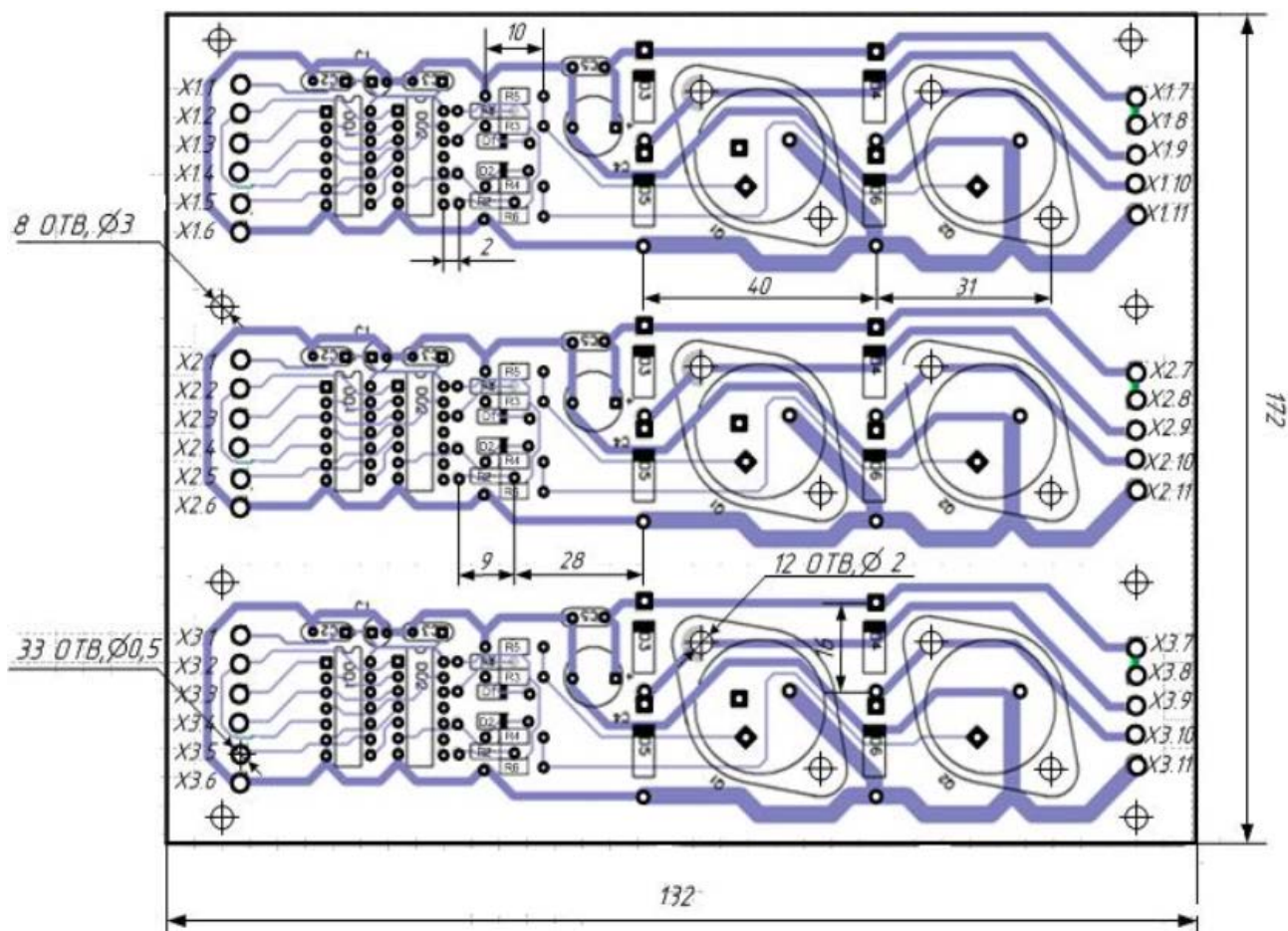


Рисунок 47 – Монтажная плата управления электроприводами

Описание и предназначение всех элементов входящих в монтажную плату приводилось в пункте 3.2. для того чтобы воспользоваться данной платой необходимо знать назначение входов:

- X1.1 (+5В) – источник питания 5В;
- X1.2 (F) – пуск двигателей «вперед»;
- X1.3 (SQ1) – концевой выключатель SQ1;
- X1.4 (R) – пуск двигателей «назад»;
- X1.5 (SQ2) – концевой выключатель SQ2;
- X1.6, X1.11 (GND) – заземление;
- X1.7 (+24В) – источник питания 24В;
- X1.8 (+M) – общий двигателя;
- X1.9 (MF) – обмотка двигателя «вперед»;
- X1.10 (MR) – обмотка двигателя «назад».

Запуск двигателей по другим каналам происходит аналогично первому.

В дальнейшем была сконструирована данная плата коммутации в живую и показана на рисунках 48 и 49.

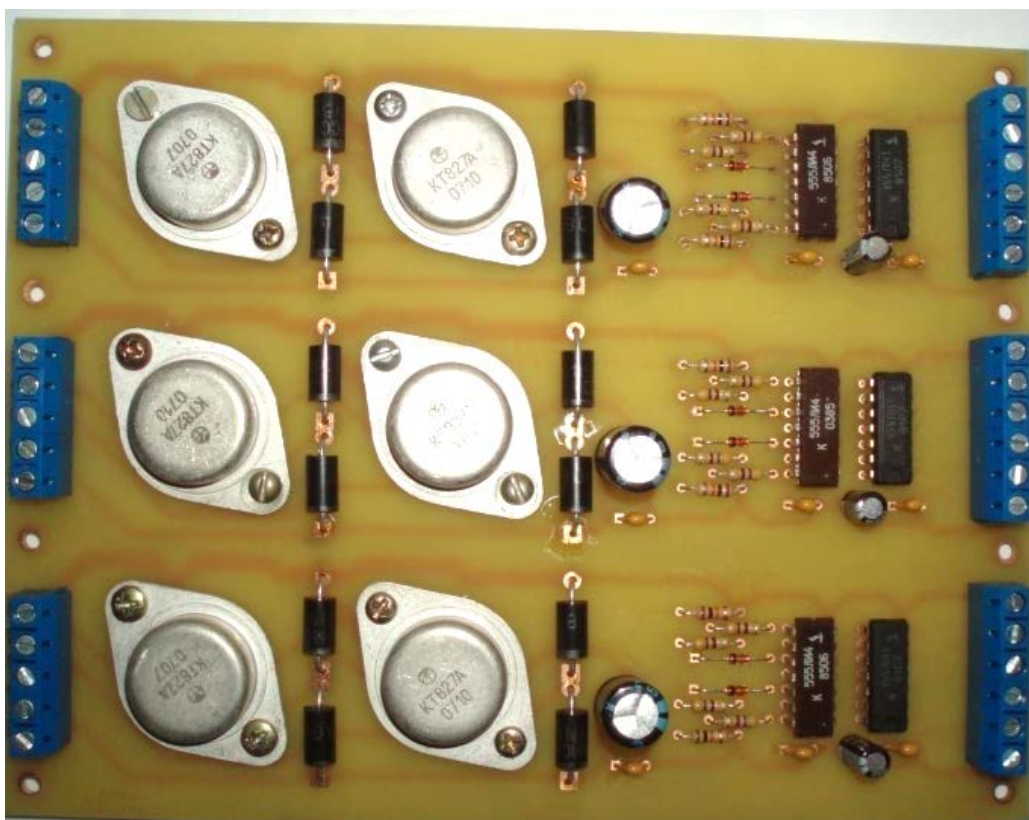


Рисунок 48 – Общий вид платы, лицевая сторона

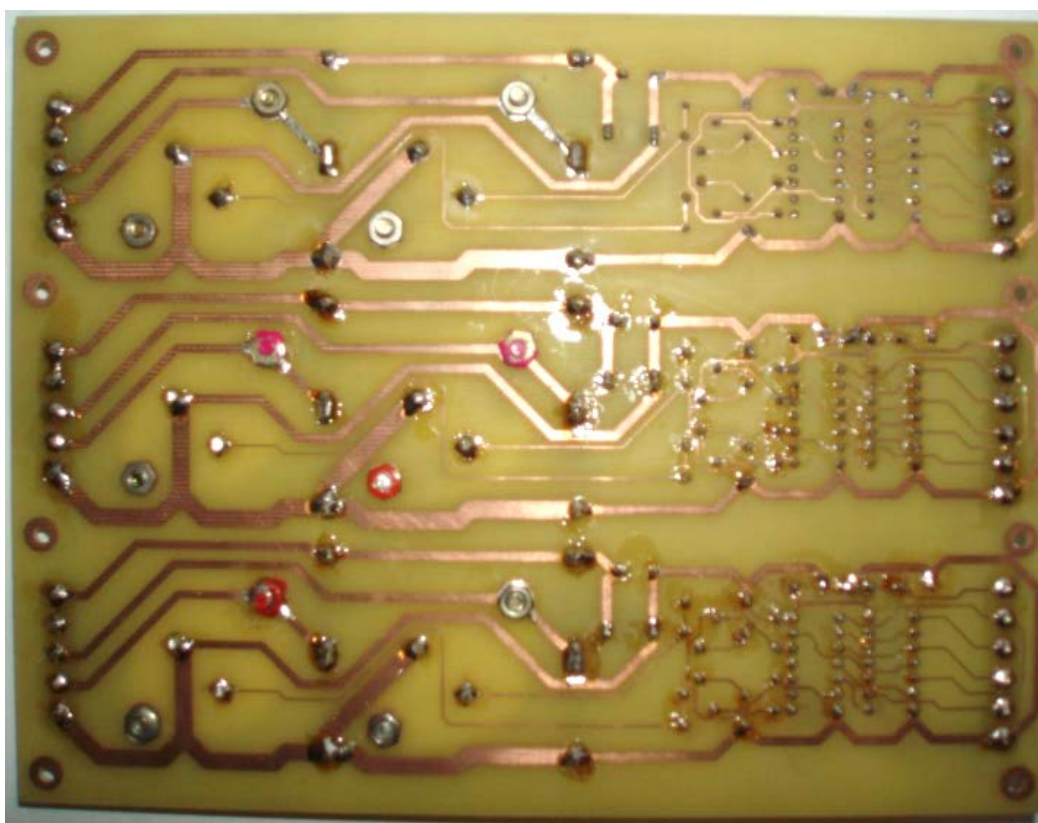


Рисунок 49–Общий вид платы, обратная сторона

После создания печатной платы нам требуется её подключить к стенду робот-манипулятор. Как было сказано ранее в пункте 4.2, подключать полученную плату требуется к уже существующим разъемам, а это значит нужно разработать монтажную плату всего модуля коммутации.

Готовая монтажная схема модуля коммутации изображена на рисунке 50.

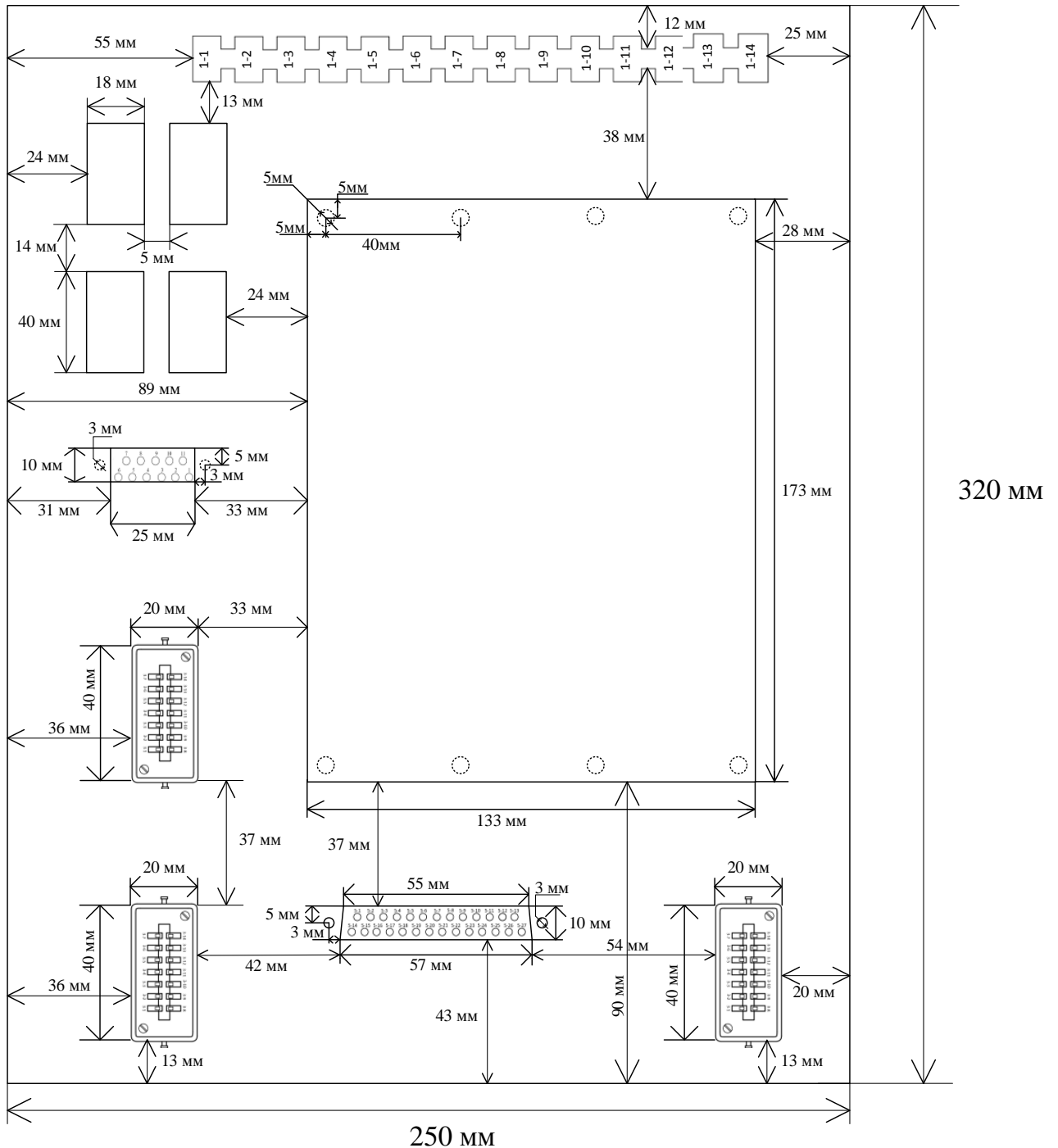


Рисунок 50– Монтажная схема модуля коммутации

5. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ

Данный стенд находится в лаборатории АТП (автоматизация технологических процессов), расположенной в шестом корпусе АмГУ, аудитория 306. Ниже показаны данные из паспорта этой аудитории.

1. Назначение лаборатории: служит для проведения учебных занятий по курсу «Автоматизация технологических процессов»;
2. Категория помещения (по НПБ 105-95): категория «Д»;
3. Общая площадь: 60 м²;
4. Площадь занимаемая оборудованием: 35 м²;
5. Объем занимаемый оборудованием: 37 м³;
6. Количество рабочих мест: 15 человек;
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, 40-50%;
12. Система водоснабжения: городской водопровод;
13. Система защиты электроустановок и электрооборудования: встроенная, автоматическая и индивидуальная;
15. Наличие сигнализации: пожарная;
16. Система и средства пожаротушения: огнетушитель 0.4-5.2 (ПО-4М);

План расстановки оборудования представлен на рисунке 51.

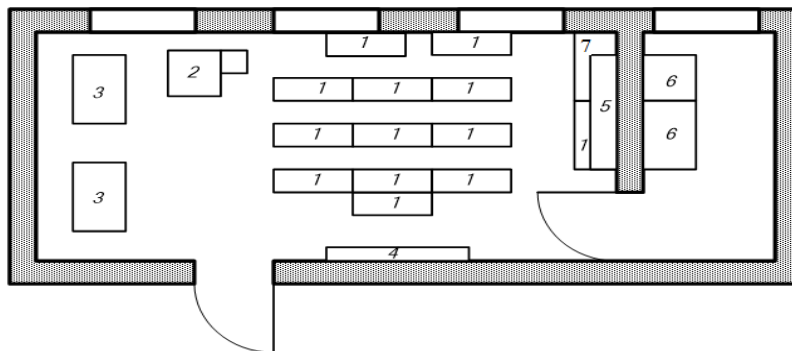


Рисунок 51– План расстановки оборудования

- где: 1 – столы;
- 2 – лабораторный стенд;
- 3 – стенд «ИМ»;
- 4 – доска;
- 5 – стенд «КДС»;
- 6 – рабочие столы;
- 7 – стенд «Лифт».

Схема электроснабжения представлена на рисунке 52.

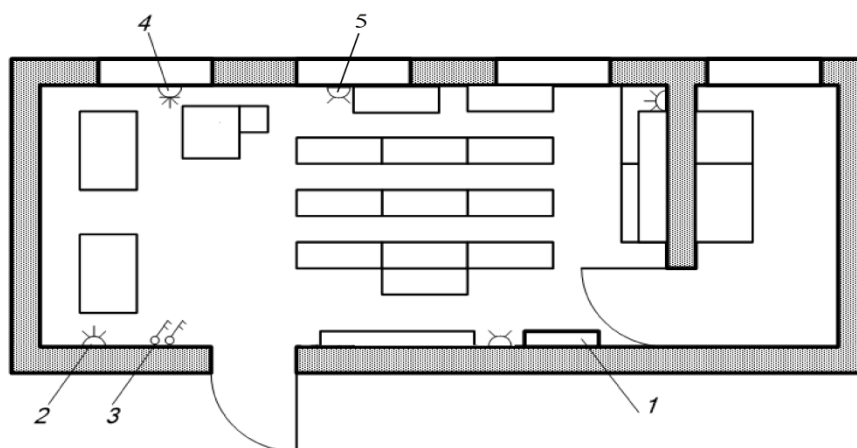


Рисунок 52– Схема электроснабжения

- где: 1 – Распределительный щит;
- 2 – Розетка трех контактная с заземлением и занулением;
- 3 – Выключатель однополюсный;
- 4 – Трехфазная розетка с занулением и заземлением;
- 5 – Розетка двух контактная.

5.1 Расчёт воздухообмена для лаборатории

Т.к. в санитарно-техническом паспорте на аудиторию 306 нет численных данных о потребном воздухообмене, а указан только тип вентиляции было принято решение о расчете потребного воздухообмена в данной аудитории.

1. Необходимый воздухообмен для удаления углекислого газа

$$Q = \frac{q \cdot n}{(x - x_0)} \text{ (м}^3/\text{ч)}$$

где: q – это количество углекислого газа, выделяемое человеком; зависит от возраста человека и характера выполняемой им работы, ($q=23$ л/ч при легкой работе)

n – число людей, находящихся в данном помещении.

x_B – допустимая концентрация углекислого газа в помещении (для помещения с постоянным пребыванием людей $x_B=1$ л/м³);

x_H – допустимая концентрация углекислого газа в наружном воздухе (зависит от вида населенного пункта, для нашего района $x_H=0,4$ л/м³)

$$Q = \frac{q \cdot n}{(x_B - x_H)} = \frac{23 \cdot 15}{(1 - 0,4)} = 575 \text{ (м}^3\text{/ч)} \quad (1)$$

Кратность воздухообмена для удаления углекислого газа определяется по следующей формуле:

$$k_{CO_2} = \frac{Q}{V} = \frac{575}{5,6 \cdot 8,2 \cdot 2,8} = 4,356 \text{ (1/ч)} \quad (2)$$

где Q – воздухообмен;

V – объем помещения.

2. Необходимый воздухообмен для удаления избытка тепла:

$$Q_2 = \frac{L_{изб}}{\gamma_B \cdot C_B \cdot \Delta t} \quad (3)$$

где: $L_{изб}$ – избыточное тепло;

γ_B – удельная масса приточного воздуха ($\gamma_B = 1,206$ кг/м³);

C_B – теплоемкость воздуха ($C_B = 0,24$ кал/(кг · град));

Δt – разница температур приточного и удаляемого воздуха (Δt выбирается в зависимости от теплонапряженности воздуха L_H);

$$L_H = \frac{L_{изб}}{V_{помещ}} \quad (4)$$

где $V_{помещ}$ – объем помещения.

$$L_{изб} = L_{об} + L_{осв} + L_{л} + L_{р} - L_{отд} \quad (5)$$

где: $L_{об}$ – количество тепла, выделяемое оборудованием;

$L_{\text{осв}}$ – количество тепла, выделяемое осветительными установками;

$L_{\text{л}}$ – количество тепла, выделяемое людьми, работающими в помещении;

$L_{\text{р}}$ – количество тепла, поступающее через остекленные поверхности оконных проемов солнечной радиации;

$L_{\text{отд}}$ – теплоотдача.

Кратность воздухообмена для удаления избытка тепла определяется по следующей формуле:

$$k = \frac{Q}{V} \quad (6)$$

где: Q – воздухообмен;

V – объем помещения.

$$L_{\text{об}} = 860 \cdot P_{\text{ном}} \cdot \psi_1 = 860 \cdot P_{\text{истен}} \cdot n \cdot \psi_1 \cdot \psi_2 \cdot \psi_3 \cdot \psi_4 \quad (7)$$

где: $P_{\text{НОМ}}$ – номинальная мощность оборудования, (кВт);

ψ_1 – коэффициент перехода тепла в помещение зависит от вида оборудования;

ψ_2 – коэффициент использования установки мощности;

ψ_3 – коэффициент загрузки;

ψ_4 – коэффициент одновременности работы оборудования.

Суммарная мощность оборудования принимаем равной 4000 Вт. Тогда:

Принимаем, что произведение коэффициентов ψ_1, ψ_2, ψ_3 и ψ_4 равно 0,25.

$$L_{\text{об}} = 860 \cdot P_{\text{ном}} \cdot \psi_1 = 860 \cdot 4 \cdot 0,25 = 860 \text{ ккал}/(\text{м}^3 \cdot \text{ч})$$

$$L_{\text{осв}} = 860 \cdot P_{\text{осв}} \cdot \alpha \cdot \beta \cdot \cos \varphi$$

где: α – коэффициент перевода электрической энергии в тепловую;

α для ламп накаливания = 0,92-0,97;

α для люминесцентных ламп = 0,46-0,48;

β – коэффициент одновременной работы оборудования.

$$\beta = 1; \cos \varphi = 0,7 - 0,8$$

$$P_{\text{осв}} = P_{\text{л}} \cdot N_{\text{ламп}} = P_{\text{св}} \cdot N_{\text{св}} = 30 \cdot 12 = 360 \text{ Вт} = 0,36 \text{ кВт} \quad (8)$$

Примем $\alpha = 0,47$, тогда:

$$L_{\text{осв}} = 860 \cdot 0,36 \cdot 0,47 \cdot 1 \cdot 0,7 = 101,9 \text{ ккал}/(\text{м}^3 \cdot \text{ч})$$

$$L_{\text{людей}} = n \cdot q \quad (9)$$

где: n – количество людей, находящихся в помещении;

q – количество тепла, выделяемое одним человеком.

При выполнении работы студентами, которая относится к категории работ 1а и при температуре воздуха окружающей среды, равной 20°C принимается, что $q = 30$ ккал/ч

$$L_{\text{людей}} = 15 \cdot 30 = 450 \text{ ккал}/(\text{м}^3 \cdot \text{ч})$$

$$L_{\text{радиаци}} = n_{\text{окон}} \cdot S_{\text{ло}} \cdot q_{\text{ост}} \quad (10)$$

где: $n_{\text{окон}}$ – количество окон ($n_{\text{окон}} = 3$);

$S_{\text{ло}}$ – площадь одного окна ($S_{\text{ло}} = 3,6 \text{ м}^2$)

$q_{\text{ост}}$ – количество солнечной радиации, поступающее через остекленную поверхность (зависит от: стороны света, вида заполнения оконного проема и северной широты).

Для деревянных окон при расположении на С, СВ и СЗ в городе, расположенном на 55° СШ $q_{\text{ост}} = 80$ ккал/ч;

$$L_{\text{радиаци}} = 3 \cdot 3,6 \cdot 65 = 702 \text{ ккал}/\text{м}^3 \cdot \text{ч}$$

$$L_{\text{отдачи}} = L_{\text{радиаци}} \text{ – в холодный период года}$$

$$L_{\text{отдачи}} = 0 \text{ – в тёплый период года}$$

Определяем $L_{\text{изб}}$ для холодного и тёплого периода года соответственно:

$$L_{\text{изб}} = 80,625 + 67,906 + 1050 + 702 - 702 = 598,525 \text{ ккал}/(\text{м}^3 \cdot \text{ч})$$

$$L_{\text{изб}} = 80,625 + 67,906 + 1050 + 864 - 0 = 1462,525 \text{ ккал}/(\text{м}^3 \cdot \text{ч})$$

Определяем теплонапряженность:

Для холодного периода года:

$$L_n = \frac{L_{\text{изб}}}{V_{\text{помещ}}} = \frac{598,525}{5,6 \cdot 8,2 \cdot 2,8} = 4,65 \text{ ккал}/(\text{м}^3 \cdot \text{ч})$$

Для теплого периода года:

$$L_n = \frac{L_{\text{изб}}}{V_{\text{помещ}}} = \frac{1462,525}{5,6 \cdot 8,2 \cdot 2,8} = 11,37 \text{ ккал}/(\text{м}^3 \cdot \text{ч})$$

если $L_n < 20 \text{ ккал}/(\text{м}^3 \cdot \text{ч})$, то $\Delta t = 6^\circ\text{C}$;

если $L_n > 20 \text{ ккал}/(\text{м}^3 \cdot \text{ч})$, то $\Delta t = 8^\circ\text{C}$;

Таким образом, для холодного периода года $\Delta t = 6^\circ\text{C}$, для теплого периода $\Delta t = 8^\circ\text{C}$.

Тогда воздухообмен для холодного и тёплого периодов года соответственно:

$$Q_{21} = \frac{598,525}{1,206 \cdot 0,24 \cdot 6} = 344,645 \text{ (м}^3/\text{ч)}$$

$$Q_{22} = \frac{1462,525}{1,206 \cdot 0,24 \cdot 8} = 842,157 \text{ (м}^3/\text{ч)}$$

Кратность воздухообмена для удаления избытка тепла:

- для холодного периода года:

$$k_1 = \frac{Q_{21}}{V_{\text{помещ}}} = \frac{344,645}{5,6 \cdot 8,2 \cdot 2,8} = 2,68 \text{ (1/ч)}$$

- для тёплого периода года:

$$k_2 = \frac{Q_{22}}{V_{\text{помещ}}} = \frac{842,157}{5,6 \cdot 8,2 \cdot 2,8} = 6,549 \text{ (1/ч)}$$

Сравнив кратности воздухообмена можно сделать вывод, что наивысшей является кратность воздухообмена для удаления избытка тепла в теплый период года.

Вывод: В результате расчета установлено, что потребный воздухообмен для помещения составляет $Q = 842,157 \text{ м}^3/\text{ч}$

5.2 Техника безопасности при проведении лабораторных работ

Общая часть

Настоящие правила распространяются на преподавателей, инженерно-технических работников и студентов проходящих и выполняющих лабораторные работы.

Требования настоящих правил являются обязательными, отступления от них не допускаются.

Запрещается: выполнение распоряжений и заданий противоречащих требованиям настоящих правил. 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.

Электробезопасность: 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.

Правила выполнение лабораторных работ: работы на лабораторном стенде осуществляется группой студентов в количестве не менее двух человек и не более восьми человек под руководством преподавателя, который является производителем работ.

Преподаватель работ отвечает (согласно Правил ТБ п.4.1.9.):

- за соответствие рабочего места методическим указаниям;
- за четкость и полноту инструктажа 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 студентами.

Каждый студент 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 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.

Студенты 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.

Во время выполнения лабораторной работы категорически запрещается:

1. Без разрешения преподавателя:

- а) открывать крышки приборов, щитов, панелей;
- б) переключать тумблеры и переключатели на приборах, установках, щитах, панелях;
- в) переходить на другое рабочее место;
- г) перераспределять обязанности.

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

После окончания лабораторной работы:

1. Отключить установку от сети 380/220 В.
2. Сообщить об этом остальным студентам, словами "Напряжение снято".
3. Отключить автоматический выключатель.
5. Навести порядок на рабочих местах.

5.3 Чрезвычайные ситуации (ЧС)

Во время работы могут возникнуть следующие аварии и аварийные ситуации:

- Пожар;
- Взрыв;
- Поражение электрическим током.

При возникновении пожара, воспламенении горючих веществ работник лаборатории должен:

1. Без промедления сообщить об этом по телефону в пожарную охрану (при этом необходимо назвать место возникновения пожара, а также сообщить

свою фамилию);

2. Принять меры по вызову к месту пожара своего непосредственного руководителя или другого ответственного лица;

3. Покинуть зону воздействия опасных факторов пожара воздействующих на организм человека, за пределы помещения или здания, в которых возник пожар, используя план эвакуации, представленный на рисунке 53;

4. Отключить электрооборудование (электродуховки, сушильные шкафы, термостаты, фотоэлектрические установки и др.), электрические приборы, аппараты, стенды и электропитание в помещении, где возник пожар (загорание);

5. Приступить к ликвидации пожара, используя первичные средства пожаротушения, местонахождение которых показано на рисунке 54.

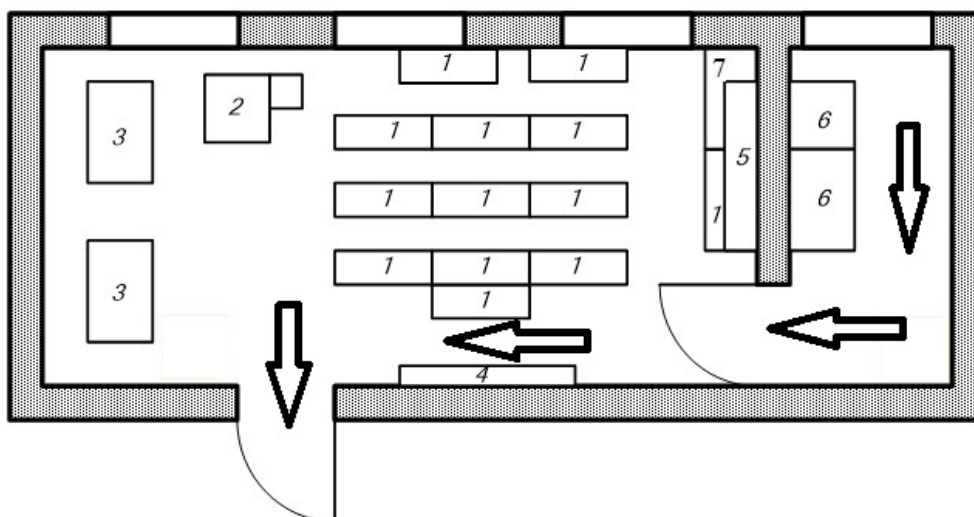


Рисунок 53– План эвакуации

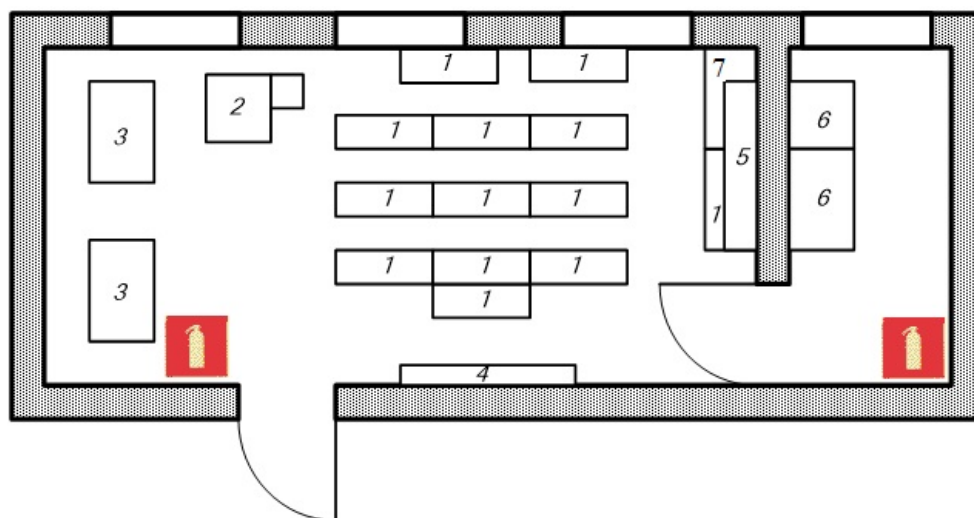


Рисунок 54 – Расположение первичных средств пожаротушения

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе ставилась задача заменить устаревшую релейную систему коммутации и систему ручного управления лабораторного стенда «робота-манипулятора».

В ходе выполнения проекта была разработана транзисторная плата коммутации, разработаны принципиальная и электрическая схемы транзисторной платы коммутации. Разработана принципиальная схема платы коммутации и реализована на практике.

Так же в ходе работы была разработана новая система ручного управления лабораторным стендом, разработаны принципиальная схема, схемы сопряжения устройства ручного управления с контроллером Siemens S7-200.

Для соединения контроллера и датчиков положения была создана принципиальная и монтажная схема обработки сигналов фотодиодов.

Так же была разработана программа управления манипулятором с помощью игрового контроллера типа руль через контроллер Siemens S7-200.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Рыбалев, А.Н. Программируемые логические контроллеры и аппаратура управления: лабораторный практикум. Часть 2. SiemensS7-200/ А.Н. Рыбалев. – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2010.
- 2 ezPC – Как работает манипулятор «мышь» [электронный ресурс]. – режим доступа: <http://ezpc.ru/mouse2.shtml>. - 15.12.16.
- 3 Википедия – Реле [электронный ресурс]. – режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B4%D0%BE%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%80%D0%B5%D0%BB%D0%B5. - 18.12.17.
- 4 Потапов, Ю.В. Protel DXP. Инструменты разработчика/Ю.В. Потапов М.: «Горячая линия – Телеком», 2006. – 276 с.
- 5 Ай-Пи Электроникс – Микросхема K155ЛН1 [электронный ресурс]. – режим доступа: http://ippart.com/k155ln1-dip14-mikroshema-20458.html?filter_name=%D0%9A155%D0%9B%D0%9D1. - 08.01.17.
- 6 Ай-Пи Электроникс – Микросхема K555ЛИ4 [электронный ресурс]. – режим доступа: http://ippart.com/k555li4-dip16-mikroshema--18289.html?sort=p.price&order=ASC&manufacturer_id=928. - 08.01.17.
- 7 Чип и Дип - Транзистор составной КТ827А [электронный ресурс]. – режим доступа: <https://www.chipdip.ru/product/kt827a>. - 20.01.17.
- 8 Уваров, А. С. Автотрассировщики печатных плат / А.С.Уваров – М.: ДМК Пресс, 2006. – 288 с.
- 9 Бурдаков, С. Ф. Проектирование манипуляторов промышленных роботов роботизированных комплексов / С.Ф. Бурдаков, В.А. Дьяченко, А.Н. Тимофеев М.: Высшая школа, 1986. – 262 с.
- 10 Википедия – Компьютерная мышь [электронный ресурс]. – режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BC%D1%8B%D1%88%D1%8C. – 15.12.16.

- 11 Пирогова, Е.В. Проектирование и технология печатных плат учебное пособие / Е.В. Пирогов. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2005. – 560 с.
- 12 ГОСТ 19.201-78 Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению [электронный ресурс]. – режим доступа: http://www.rugost.com/index.php?option=com_content&view=article&id=54:19201-78&catid=19:19&Itemid=50. –10.10.2016.
- 13 Уваров, А.С. P-CAD. Проектирование и конструирование электронных устройств / А.С.Уваров М.: «Горячая линия – Телеком», 2004. – 760 с.
- 14 Москаленко, В.В. Автоматизированный электропривод / В.В. Москалев Москва.: Энергоатомиздат, 1986. – 416 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Техническое задание на разработку

Техническое задание разработано с требованиями ГОСТ 19.201–78.

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Настоящее ТЗ распространяется на разработку и создание транзисторной платы коммутации лабораторного стенда «робот-манипулятор»

1.1 Заказчик: ФГБОУ ВПО Амурский государственный университет (АмГУ)

Исполнитель: В.А. Зубковский

1.2 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

1.3 Плановый срок начала работ по разработки и созданию транзисторной платы коммутации лабораторного стенда «робот-манипулятор». 14 октября 2017 года.

Плановый срок окончания работ по созданию 30 июня 2017 года.

2 НАЗНАЧЕНИЕ И ЦЕЛИ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ

2.1 Транзисторная система коммутации предназначена для управления лабораторным стендом «робот-манипулятор».

2.2 Цели создания системы.

- устранить проблемы связанные с существующей системой коммутации;
- усовершенствование релейной системы коммутации;
- использование современных технологий в лабораторном стенде;

3 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

Объектом управления является лабораторный комплекс, в состав которого входят: 3 электропривода, пульт ручного управления, контроллер Siemens S7-200, модуль расширения EM235, преобразовательный интерфейс

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

Техническое задание на разработку

Электропривода управляются по средствам сопряжения их с контроллером или пультом ручного управления через плату коммутации, которая в свою очередь соединяется с контроллером и пультом ручного управления через систему разъемов.

Установка и нахождения положения приводов, осуществляется при помощи датчиков положения, которые соединяются с контроллером через плату коммутации.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ

4.1 Требования к системе в целом

Система коммутации должна включать следующие элементы:

- датчики аналоговые
- полупроводниковые элементы, представленные в виде транзистора
- логические элементы
- пульт ручного управления
- контроллер SimensS7-200

Датчики должны обеспечивать возможность получения информации о местоположении приводов в пространстве.

Контроллер должен обеспечивать управление «роботом-манипулятором», задавать рабочее положение.

Система коммутации должна осуществлять коммутацию приводов с источником питания, системой ручного управления и контроллером SimensS7-200

4.1.1. Требования к структуре и функционированию системы

1) требования к способам и средствам коммутации для приводов между компонентами системы;

Для коммутации между компонентами системы используется плата коммутации и система разъемов. Для сопряжения с контроллером используется аналоговый интерфейс контроллера.

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

Техническое задание на разработку

2) требования к режимам функционирования системы;

Для АС определены следующие режимы функционирования:

- режим ручного управления;
- режим автоматического управления.

В режиме ручного управления функционирования системы:

- установка положения приводов осуществляется при помощи кнопок на панели ручного управления;
- установка конечного положения приводов осуществляется при достижении рабочего механизма конечных выключателей;
- выдвижение рабочего органа (соленоида) производится при помощи панели ручного управлению.

Для обеспечения режима ручного управления системы необходимо на панели ручного управления переключить тумблер в положение «Ручное управление».

В режиме автоматического управления

- установка положения приводов осуществляется при помощи программы управления загруженной в контроллер;
- установка конечного положения приводов осуществляется при достижении рабочего механизма конечных выключателей и подачи сигнал о достижении конечного выключателя на контроллер;
- выдвижение рабочего органа (соленоида) производится при помощи контроллера.

Для обеспечения режима автоматического управления системы необходимо на панели ручного управления переключить тумблер в положение «Автоматическое управление».

3) требования по диагностированию системы;

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

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

Техническое задание на разработку

Компоненты должны предоставлять удобный интерфейс для возможности просмотра диагностических событий, мониторинга процесса выполнения программ.

4) перспективы развития, модернизации системы.

АС должна реализовывать возможность дальнейшей модернизации как программного обеспечения, так комплекса технических средств, таких как:

- подключение системы ручного управления через цифровой интерфейс, переключение между платами при помощи тумблера или кнопки.

Также необходимо предусмотреть возможность увеличения производительности системы путем её масштабирования.

4.1.2 Требования к численности и квалификации персонала системы

Для плановой диагностики АС требуется один человек.

4.1.3 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.

4.1.4 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.

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.

Техническое задание на разработку

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.).

4.1.5 Требования к эргономике и технической эстетике

Взаимодействие пользователей с прикладным программным обеспечением, входящим в состав системы должно осуществляться посредством визуального графического интерфейса. Интерфейс системы должен быть понятным и удобным, не должен быть перегружен графическими элементами и должен обеспечивать быстрое отображение экранных форм. Навигационные элементы должны быть выполнены в удобной для пользователя форме. Средства редактирования информации должны удовлетворять принятым соглашениям в части использования функциональных клавиш, режимов работы, поиска, использования оконной системы. Ввод-вывод данных системы, прием управляющих команд и отображение результатов их исполнения должны выполняться в интерактивном режиме. Интерфейс должен соответствовать современным эргономическим требованиям и обеспечивать удобный доступ к основным функциям и операциям системы.

4.1.6 Требования к транспортабельности для подвижных АС

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

4.1.7 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.

Техническое задание на разработку

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 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.

4.1.8 Требования к защите от влияния внешних воздействий

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

4.1.9 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, указанного в разделе 4.3.4.

4.1.10 Дополнительные требования

Дополнительные требования не предъявляются.

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

Техническое задание на разработку

4.2 Требования к видам обеспечения

4.2.1 Требования к программному обеспечению системы

При проектировании и разработке системы необходимо максимально эффективным образом использовать программное обеспечение.

4.2.2 Требования к техническому обеспечению

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

4.2.3 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 СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТ ПО СОЗДАНИЮ СИСТЕМЫ

Перечень документов, по ГОСТ 34.201-89, предъявляемых по окончании соответствующих стадий и этапов работ:

Этап	Содержание работ	Результаты работ
1	Разработка технического обеспечения	Создание чертежа общего вида, функциональной схемы, принципиальной электрической схемы, монтажной схемы и схемы общего вида платы коммутации и его компоновки.
2	Разработка ПО	Описание алгоритма, программного обеспечения, составление перечня входных сигналов и данных

6 ПОРЯДОК КОНТРОЛЯ И ПРИЕМКИ СИСТЕМЫ

6.1 Общие требования к приемке работ по стадиям

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

Техническое задание на разработку

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.

6.2 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 АС 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 АС;
- Совместно с исполнителем подготовить план развертывания системы на технических средствах заказчика;
- Провести опытную эксплуатацию АС.

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 ТРЕБОВАНИЯ К ДОКУМЕНТИРОВАНИЮ

Техническая часть:

1. Чертеж общего вида
2. Функциональная схема автоматизации

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

Техническое задание на разработку

3. Схема электрическая принципиальная
4. Монтажная схема
5. Общий вид и компоновка платы коммутации

Программная часть:

1. Перечень входных сигналов и данных
2. Описание алгоритма
3. Описание программного обеспечения

Экономическая часть:

- 1.) Ведомость оборудования и материалов
- 2.) Локальный сметный расчет

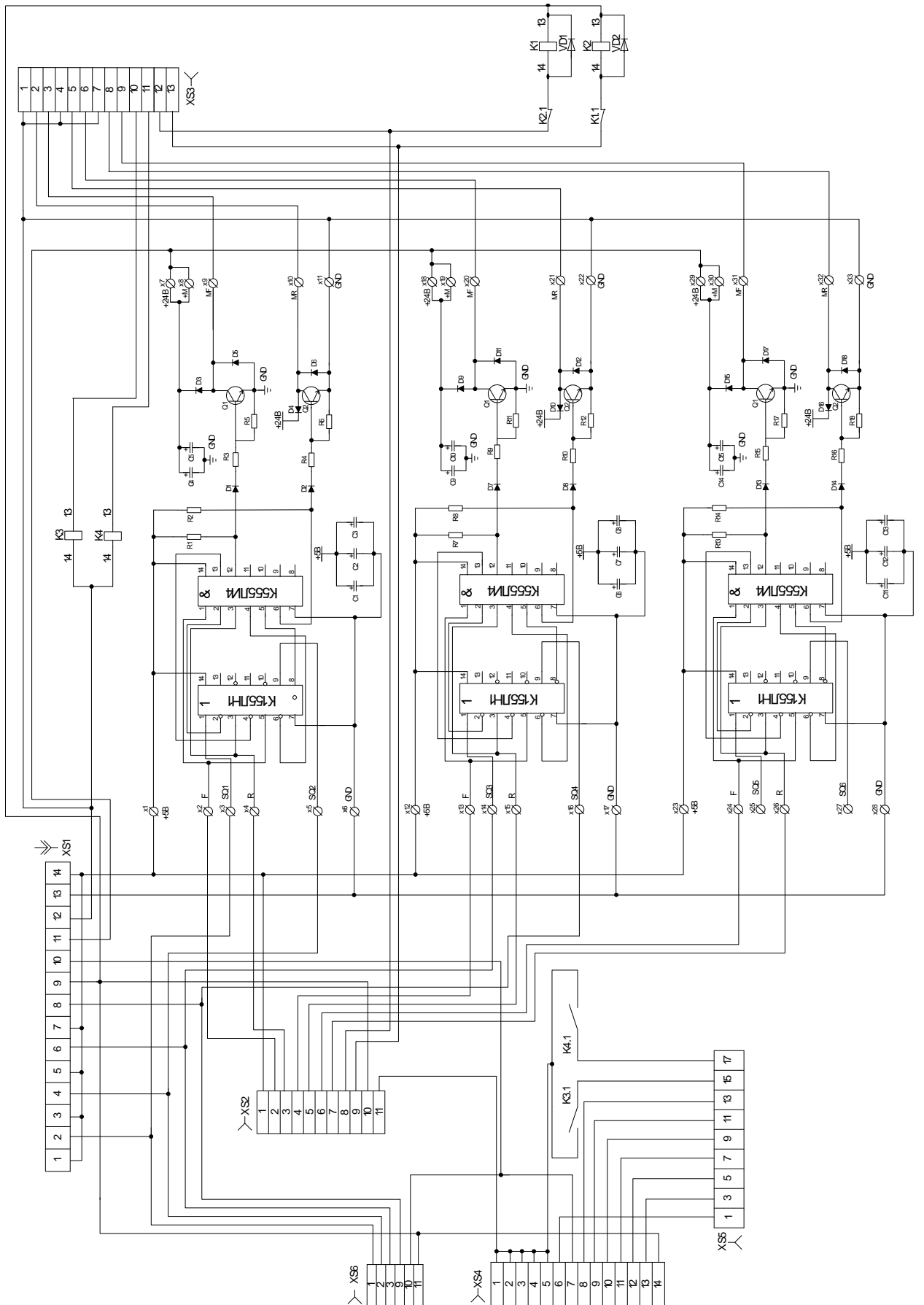
9 ИСТОЧНИКИ РАЗРАБОТКИ

Учебники, учебные пособия, и другие материалы:

- Проектирование манипуляторов промышленных роботов роботизированных комплексов;
- Проектирование и технология печатных плат;
- Проектирование печатных плат для цифровой быстродействующей аппаратуры;
- Программирование программируемых логических контроллеров Siemens S7-200;
- Контроллер программируемый логический Siemens S7-200. Руководство по эксплуатации;
- Контроллер программируемый логический ОВЕН ПЛК100. Руководство по программированию;
- ГОСТ 34.201-89 Виды, комплектность, обозначения документов при создании АС.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Принципиальная электрическая схема соединений платы коммутации



Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Б

Принципиальная электрическая схема соединений платы коммутации

Спецификация используемых элементов

Обоз-	Наименование	Кол.	Примеча-
	<u>Конденсатор</u>		
C1 - C3	Керамический дисковый 100 нФ	9	
C4, C9, C14	Алюминиевый электролитический 230 нФ	3	
C5, C10	Алюминиевый электролитический 470 нФ	3	
	<u>Резистор</u>		
R1-R4, R7-	E24 470 Ом	12	
R5, R6, R11, R12, R17, R18	E24 10 кОм	6	
	<u>Диод</u>		
D1, D2, D7, D8, D11, D14	1N5400	6	
D3 - D6, D9 - D12, D15 - D18	BZX55C62	12	
VD1,	KC522A	2	
	<u>Транзистор NPN</u>		

Q1, Q2		КТ827А			4				
		<u>Реле</u>							
K1, K2		РЭС-22			2				
<i>Из м</i>	<i>Лис т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Под п.</i>	<i>Да та</i>					
<i>Разраб.</i>	Зубковский В.А.								
<i>Пров.</i>	Штыкин М.Д.								
<i>Н.контр</i>	Скрипко О.В.			Принципиальная электрическая схема	<i>Ли т.</i>	<i>Лис т</i>	<i>Лис- тов</i>		
<i>Утв.</i>	Остапенко А.А.				<i>у</i>	<i>у</i>			
					АмГУ гр. 341				

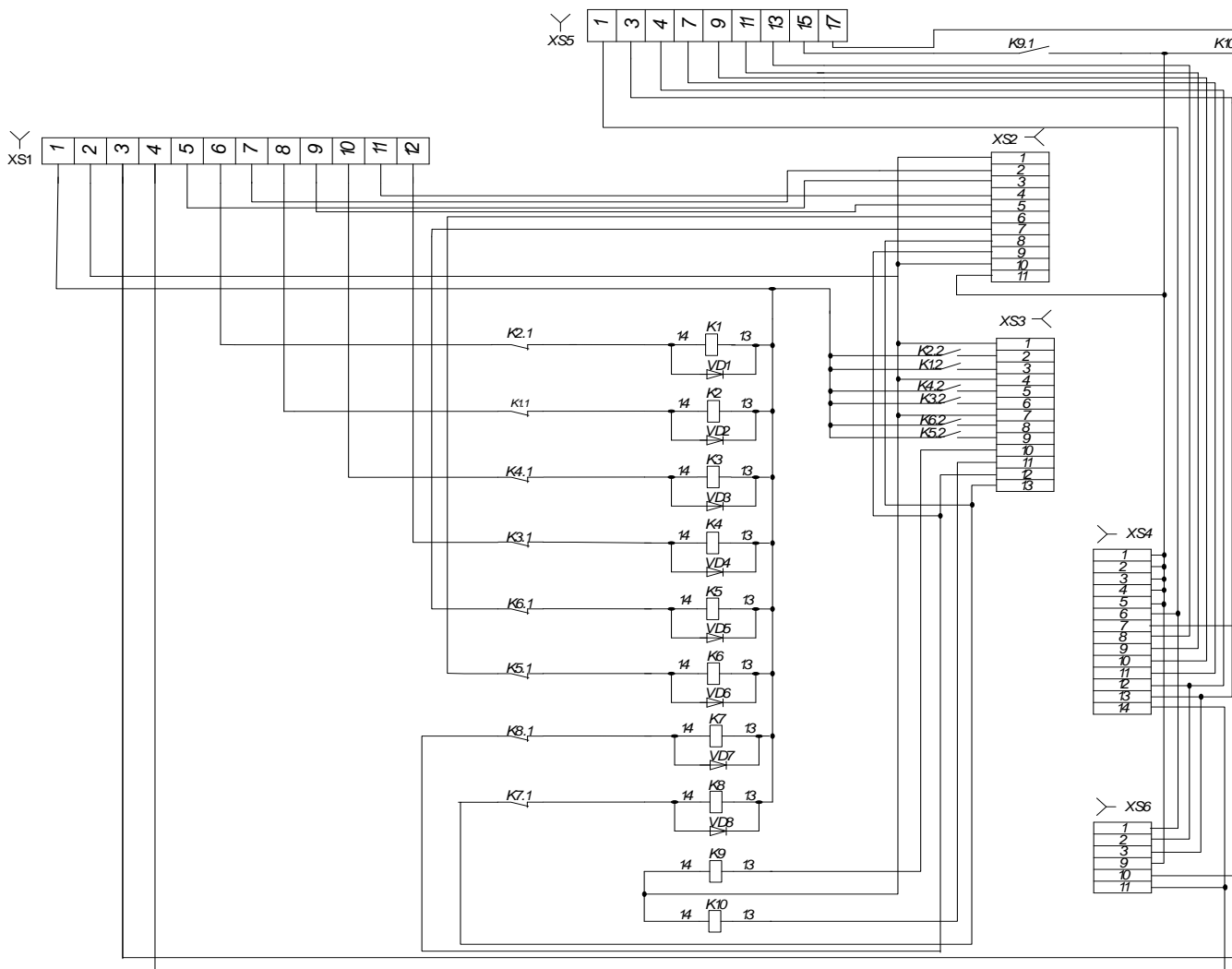


Схема разъема XS1



Схема разъема XS2, XS3, XS4

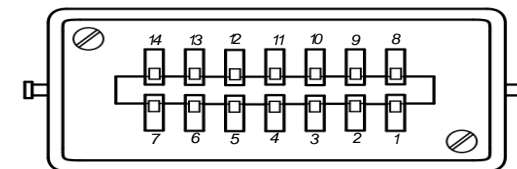


Схема разъема XS5

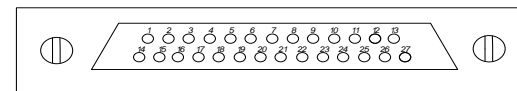
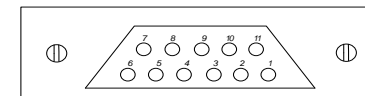
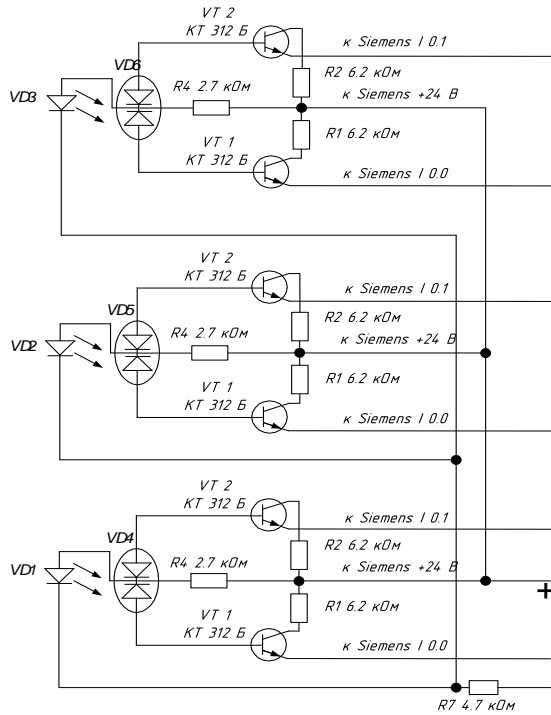


Схема разъема XS6

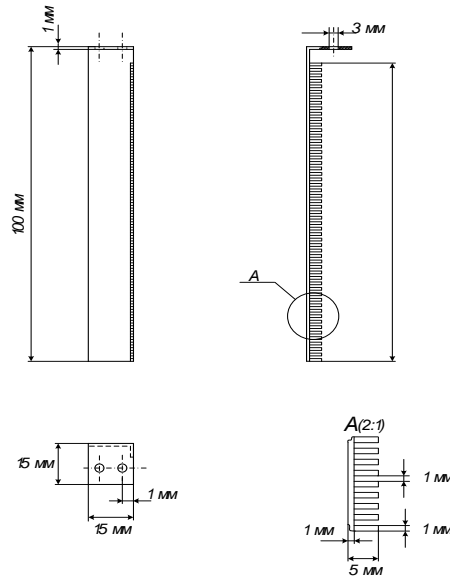


БРР.134.002.150304.СХ						Листы	Мас	Минут
Изм.	Дат	1	Форм.	Год.	Дат	1		
Разраб.	Зубовский В.А.					1		
Проект.	Штыки М.Д.							
Т.Контр.	Штыки М.Д.					Лист 2	Листов 6	
Исполн.	Орлов С.В.							
Утвержд.	Степанко А.А.							АмГУ ар. 341 об
Релейная схема коммутации робота - манипулятора. Схемы разъемов.						Модернизация системы управления лабораторного электрохимического робота		

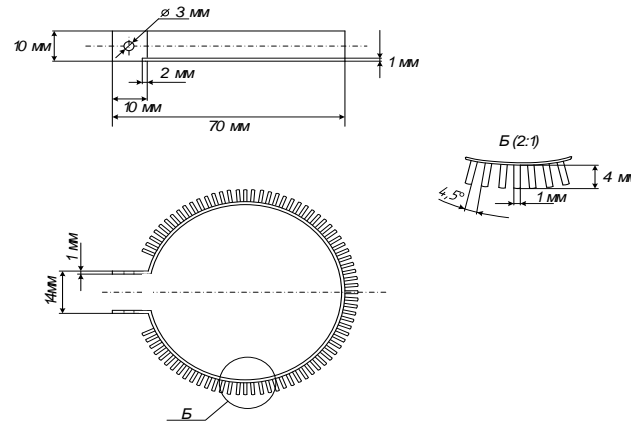
Принципиальная схема системы изменения положения рабочего органа



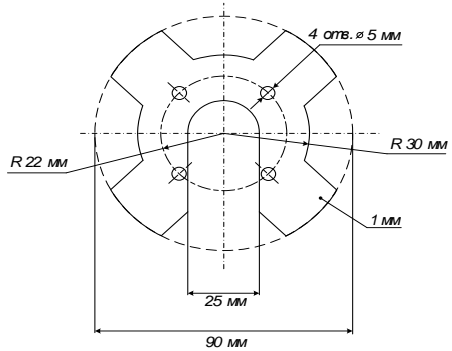
ЗУБЧАТЫЙ ХАМУТ ДАТЧИКА ПО ОКРУЖНОСТИ



ЗУБЧАТЫЙ ХАМУТ ДАТЧИКА ПО ОКРУЖНОСТИ

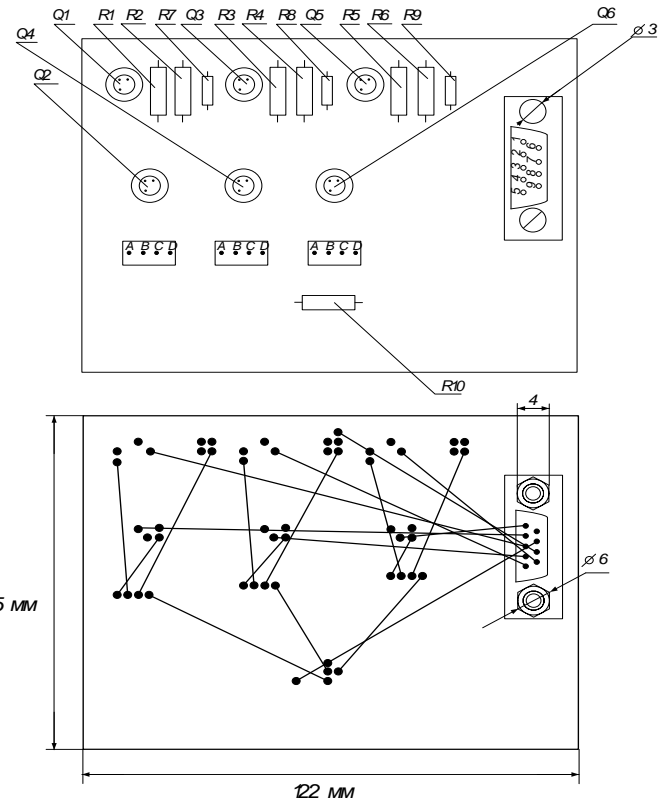


МАНЖЕТА ДАТЧИКА ПО ГОРИЗОНТАЛИ



Монтажная схема системы изменения

положения рабочего органа

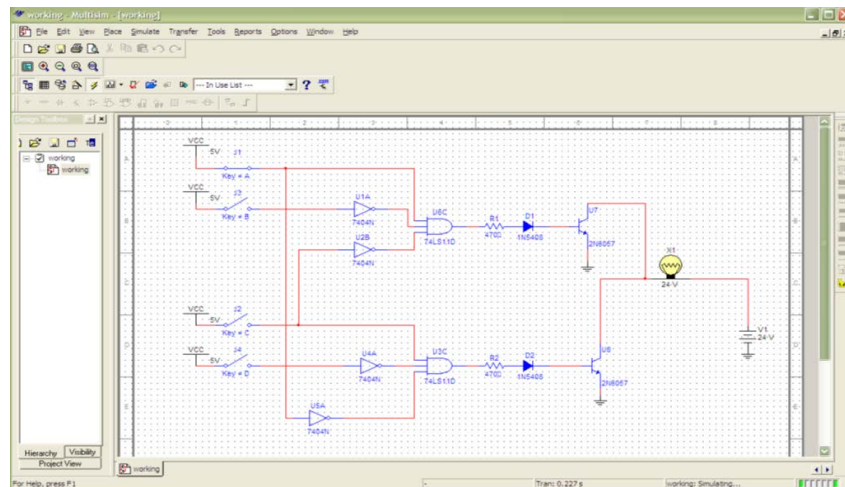


Монтажная плата состоит из:

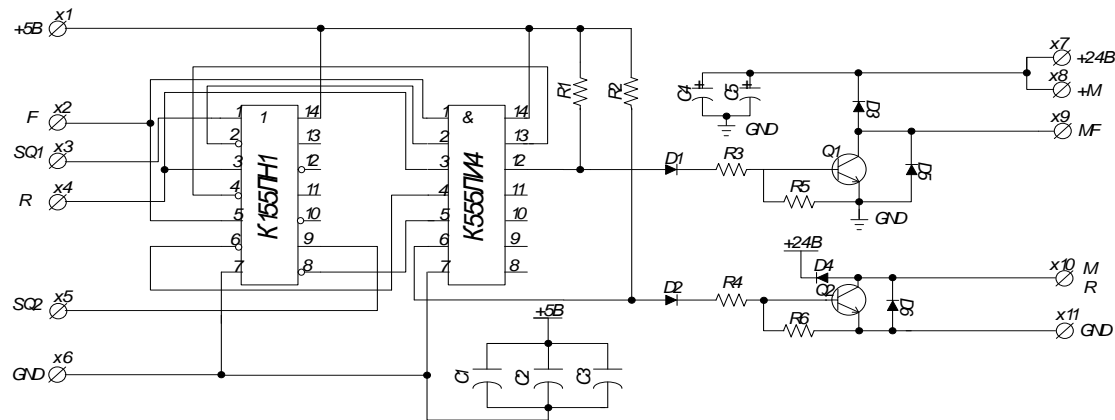
- 1 – Разъем 9 pin;
- 2 - Транзисторы серии КТ 312 Б (Q1 – Q6);
- 3 - сопротивление 6,2 кОм (R1 - R6);
- 4 - Сопротивление 2,7 кОм (R7 - R9);
- 5 - Добавочное сопротивление 4,7 кОм;
- А - первый канал фотодиода;
- В – второй канал фотодиода;
- С – питание оптопарь;
- Д – общий.

				ВКР.134.002.150304.ГР			
Имя	Долг	Фамилия	Лист	Дата	Принципиальная и монтажная схемы системы изменения положения рабочего органа.	Листы	Масштаб
Разработчик		Зубоволя В.А.			Листы по трем осям	у	
Проверщик		Шилькин М.Д.			Модернизация системы управления лабораторного электромеханического робота	Листы 3	Листы 6
Техник		Шилькин М.Д.					
Инженер		Орлов С.В.					
Утвержден		Степанов А.А.					АмГУ ар. 341 об

Электрическая модель коммутации электроприводами в EMB v8.2.12.SP1

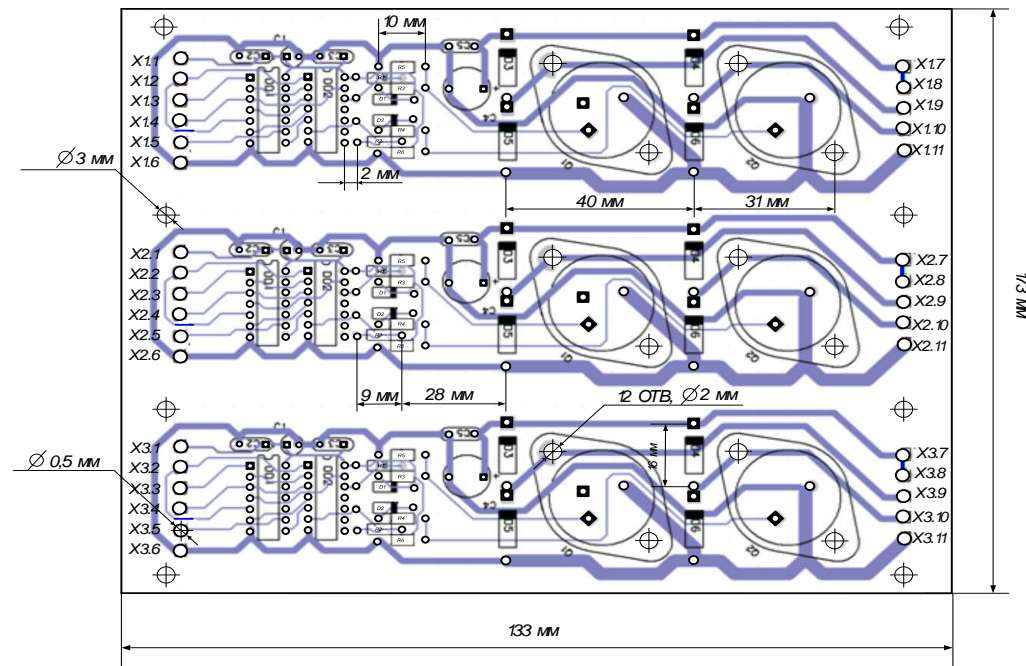


Принципиальная электрическая схема коммутации электропривода

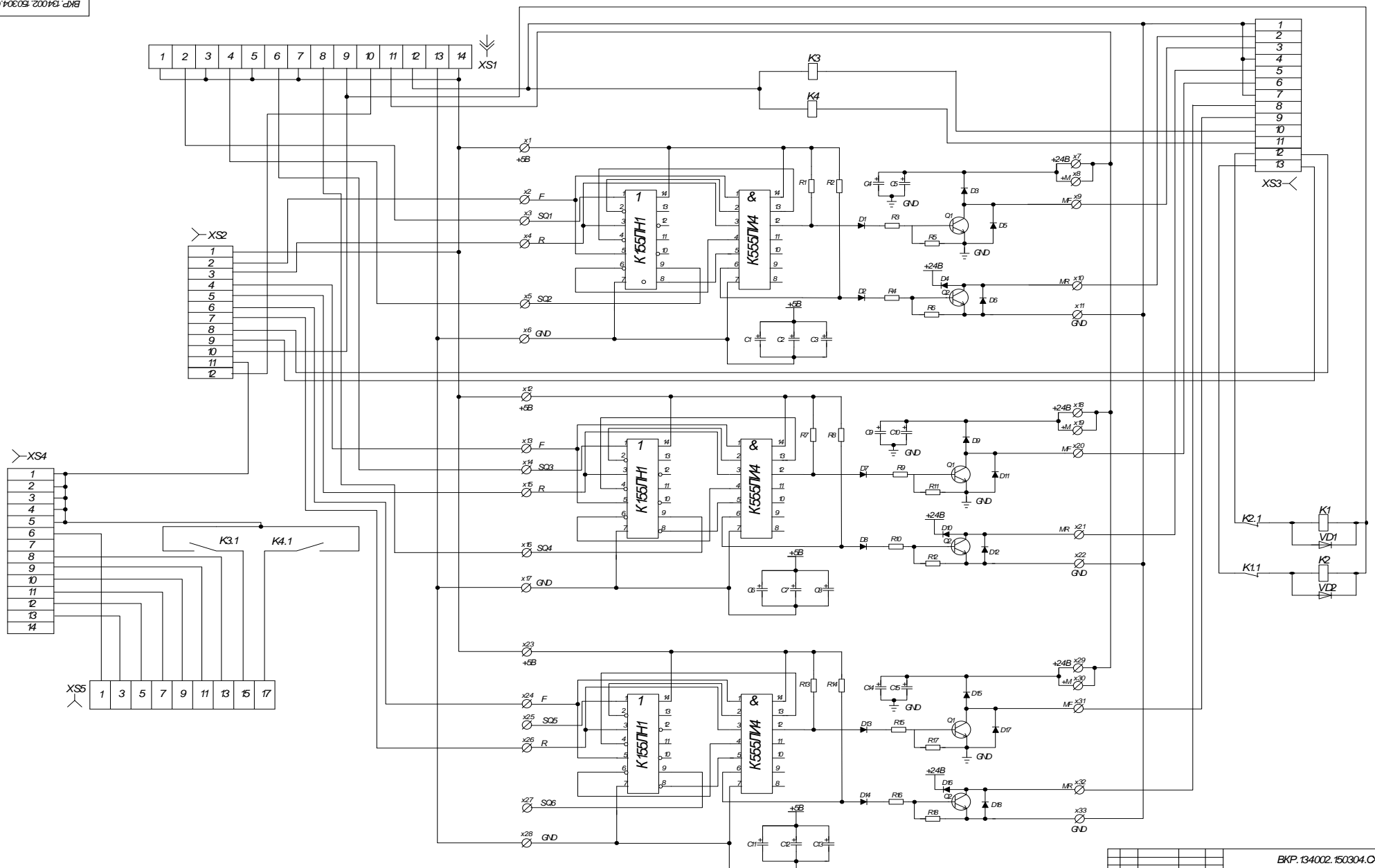


- X11 (+5В) – источник питания 5В;
 - X12 (F) – пуск двигателей «вперед»;
 - X13 (SQ1) – концевой выключатель SQ1;
 - X14 (R) – пуск двигателей «назад»;
 - X15 (SQ2) – концевой выключатель SQ2;
 - X16, X111 (GND) – заземление;
 - X17 (+24В) – источник питания 24В;
 - X18 (+M) – общий двигателя;
 - X19 (MF) – обмотка двигателя «вперед»;
 - X110 (MR) – обмотка двигателя «назад».
- Запуск двигателей по двум другим каналам происходит аналогично первому.

Монтажная схема платы коммутации электроприводами робота - манипулятора

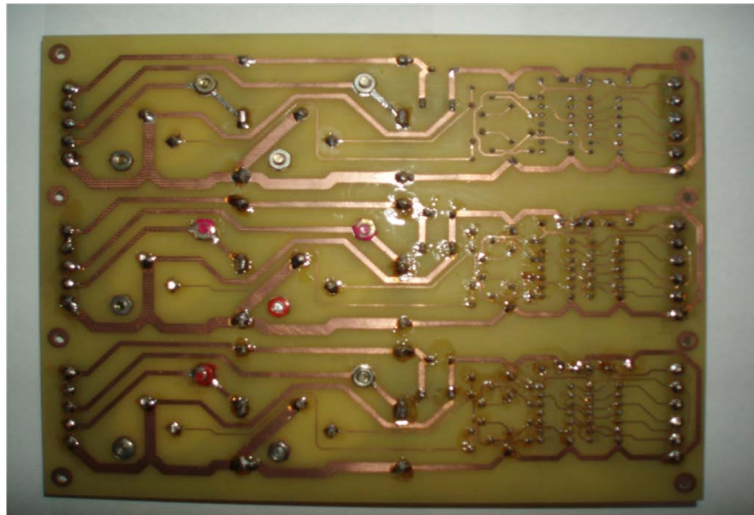
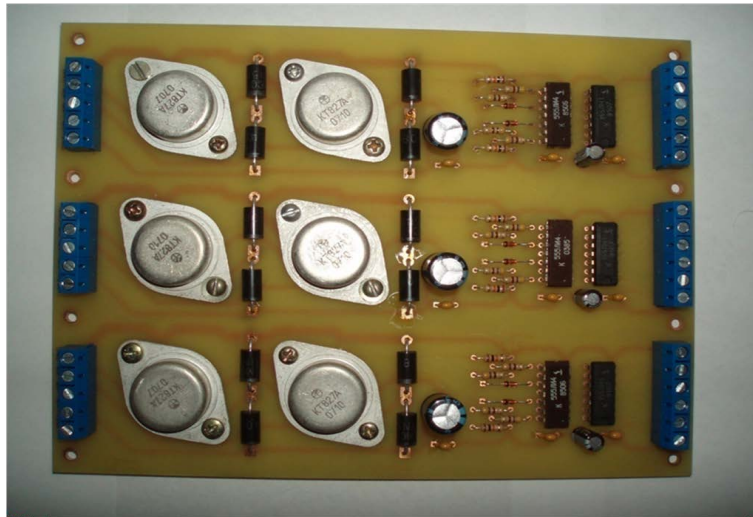


				ВКР.134.002.150304.ГП			
Имя	Лист	1	Формат	А4	Дата		
Разработчик	Зубовский В.А.			Листов	6	Масштаб	
Проверен	Шилькин М.Д.			Электрическая модель.		Лист 4	Листов 6
Технолог	Шилькин М.Д.			Монтажная схема.			
Локальный инженер	Бриллиов С.В.			Модернизация системы управления лабораторного электропривода робота			
Утвержден	Ситниченко А.А.					АМГУ	ар. 341 об

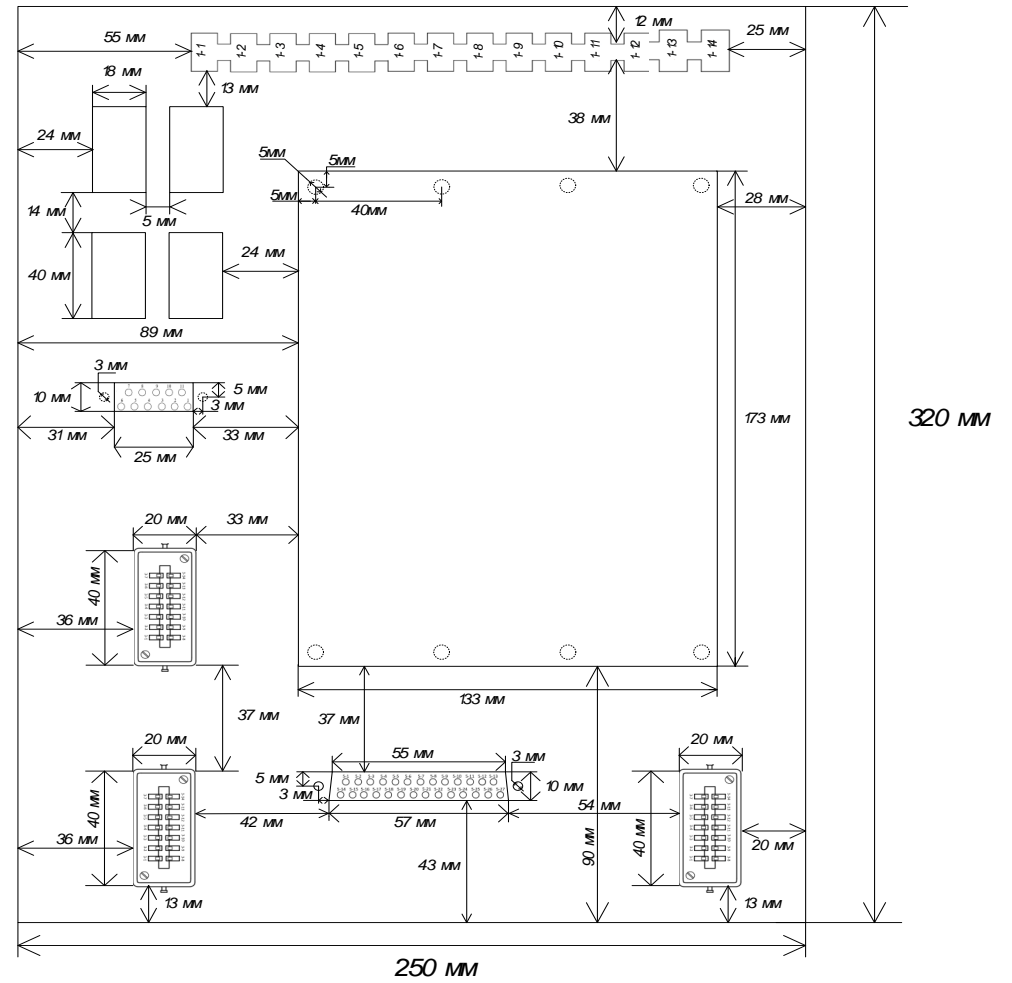


БРП.134002.150304.СХ				
Имя	Лист	Диаг.	Подп.	Дата
Разраб.	Зубовский В.А.			
Проект.	Шельки М.Д.			
Т.Контр.	Шельки М.Д.			
Исполн.	Орлов С.В.			
Утвержд.	Степанов А.А.			
Принципиальная электрическая схема системы коммутации электроприводов				Лист 5
Модернизация системы управления лабораторного электромеханического робота				Листов 6
				АМГУ ар. 341 05

Внешний вид платы коммутации электроприводов



Монтажная схема системы коммутации электроприводов



					ВКР.134.002.150304.СХ		
Исполн	Лист	Т. Форм.	Год	Дата	Внешний вид платы коммутации. Монтажная схема системы коммутации		
Автор		Зубков В.А.			Лист 6	Листов 6	
Проект		Штыль М.Д.			Модернизация системы управления лабораторного электроприводного робота		
Г. Констр.		Штыль М.Д.			АмГУ пр. 341 об		
Н. Инж.		Орлов С.В.					
Утвердил		Осипенко А.А.					