

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный
исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева»



Институт Автоматики и информационных технологий

Кафедра Робототехники и технических средств автоматки

Плясунов Николай Валерьевич

Разработка электрической принципиальной схемы коммутации драйверов
портального манипулятора

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к дипломному проекту

6В07111 – Робототехника и мехатроника

Алматы 2024

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный
исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева»



Институт Автоматики и информационных технологий

Кафедра Робототехники и технических средств автоматизации

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой РТиТСА
кандидат технических наук,
ассоциированный профессор
 Ожикенов К. А.
«__» _____ 2024 г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к дипломному проекту

На тему: «Разработка электрической принципиальной схемы коммутации
драйверов портального манипулятора»

6B07111 – Робототехника и мехатроника

Выполнил

Плясунов Николай Валерьевич

Рецензент

Научный руководитель

Кандидат технических наук, доцент
Заведующий кафедрой «Общенаучных
дисциплин» Академии гражданской
авиации

Доктор Ph.D
Ассоциированный профессор

 Сейдилдаева А.К.

 Бердибаева Г.К.

«__» май 2024 г.

«27» май 2024 г.

Алматы 2024

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный
исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева»



Институт Автоматики и информационных технологий

Кафедра Робототехники и технических средств автоматки

6B07113 – Робототехника и мехатроника

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой РТиТСА

кандидат технических наук,

ассоциированный профессор

Ожикенов К. А.

«__» _____ 2024 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Обучающегося Плясунова Николая Валерьевича

Тема: Разработка электрической принципиальной схемы коммутации драйверов портального манипулятора

Утверждена приказом ректора Университета № ____ от «__» _____ 202_ г.

Срок сдачи законченной работы «__» _____ 202_ г.

Исходные данные к дипломному проекту: контроллер JLF001.

Перечень подлежащих разработке в дипломном проекте вопросов:

- Разработка схемы на примере существующих конструкций
- Разработка 3D-модели проекта
- Сборка рабочего макета по проекту

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

Представлены __ слайдов презентации работы

Рекомендуемая основная литература: из __ наименований

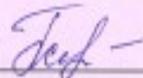
ГРАФИК
подготовки дипломной работы (проекта)

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечания
Исследовательская часть	20.12.23г.	Выполнено
Практическая часть	24.01.24г.	Выполнено
3D-модель	12.03.24г.	Выполнено
Сборка макета	24.04.24г.	Выполнено

Подписи

консультантов и норм контролера на законченную дипломную работу
(проект) с указанием относящихся к ним разделов работы (проекта)

Наименование разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Норм контролер	Ильбай Е.А.	05.06.2024	

Научный руководитель:  Бердибаева Г. К.

Задание принял к исполнению обучающийся:  Плясунов Н. В.

Дата

«29» мая 2024

Некоммерческое Акционерное Общество «Казахский Национальный
Исследовательский Технический Университет имени К.И.Сатпаева»

Институт Автоматики и информационных технологий

Кафедра «Робототехники и технических средств автоматики»



Плясунов Николай Валерьевич

Разработка электрической принципиальной схемы коммутации драйверов
портального манипулятора.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к дипломному проекту

Специальность 6В07111 – Робототехника и мехатроника

Алматы 2024 г.

АҢДАТПА

Бұл дипломдық жұмыс портал манипуляторы драйверлерін ауыстырудың электрлік схемасын жасауға арналған. Портал манипуляторлары өндірісті автоматтандыру және робототехника саласындағы маңызды элемент болып табылады және олардың драйверлерін тиімді ауыстыру және басқару олардың өнімділігі мен сенімділігі үшін өте маңызды.

Бұл жұмыстың мақсаты порталдық манипулятор драйверлерінің тұрақты және дәл коммутациясын қамтамасыз ететін оңтайлы электр схемасын әзірлеу болып табылады. Зерттеу барысында қолданыстағы коммутация схемаларына талдау жасалады, олардың артықшылықтары мен кемшіліктері анықталады, содан кейін нақты манипулятордың ерекшеліктері мен оны пайдалану талаптарын ескеретін өзіндік схема ұсынылады.

Жұмыс әдістемесі портал манипуляторларының жұмыс принциптерін теориялық талдауды, драйверді ауыстырудың қолданыстағы әдістерін зерттеуді, әзірленген схеманы модельдеуді және эксперименттік тестілеуді қамтиды.

Бұл жұмыстың нәтижелері робототехника және өндірісті автоматтандыру саласындағы инженерлер мен мамандар үшін пайдалы болады, сондай-ақ өнеркәсіптік және басқа қосымшалардағы порталдық манипуляторлардың тиімділігі мен сенімділігін арттыруға ықпал етеді деп күтілуде.

АННОТАЦИЯ

Данная дипломная работа посвящена разработке электрической принципиальной схемы коммутации драйверов портального манипулятора. Портальные манипуляторы являются важным элементом в сфере автоматизации производства и робототехники, и эффективная коммутация и управление их драйверами имеет решающее значение для их производительности и надежности.

Целью данной работы является разработка оптимальной электрической принципиальной схемы, обеспечивающей стабильную и точную коммутацию драйверов портального манипулятора. В ходе исследования будет проведен анализ существующих схем коммутации, выявлены их преимущества и недостатки, а затем предложена собственная схема, учитывающая особенности конкретного манипулятора и требования его эксплуатации.

Методология работы включает в себя теоретический анализ принципов работы портальных манипуляторов, изучение существующих методов коммутации драйверов, моделирование и экспериментальное тестирование разработанной схемы.

Ожидается, что результаты данной работы будут полезны для инженеров и специалистов в области робототехники и автоматизации производства, а также будут способствовать повышению эффективности и надежности портальных манипуляторов в промышленных и других приложениях.

ABSTRACT

This thesis is devoted to the development of an electrical circuit diagram for switching drivers of a portal manipulator. Portal manipulators are an important element in the field of industrial automation and robotics, and efficient switching and management of their drivers is crucial for their performance and reliability.

The purpose of this work is to develop an optimal electrical circuit diagram that ensures stable and accurate switching of the portal manipulator drivers. The study will analyze existing switching circuits, identify their advantages and disadvantages, and then propose a proprietary scheme that takes into account the characteristics of a particular manipulator and the requirements of its operation.

The methodology of the work includes a theoretical analysis of the principles of operation of portal manipulators, the study of existing driver switching methods, modeling and experimental testing of the developed circuit.

It is expected that the results of this work will be useful for engineers and specialists in the field of robotics and production automation, and will also contribute to improving the efficiency and reliability of portal manipulators in industrial and other applications.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	7
1 Исследовательская часть	8
1.1 Актуальность проекта	8
1.2 Определение проблем и методы их решений	10
2 Практическая часть	12
2.1 Характеристика портального манипулятора	12
2.2 Обзор существующих подходов к разработке схем	13
2.3 Описание используемых методов исследования, моделирования и анализа	14
2.4 Проектирование схемы коммутации драйверов портального манипулятора на основе поставленных требований	15
2.5 Проектирование схемы рабочего макета	20
2.6 Сборка рабочего макета	24
3. Программная часть	28
3.1 Установка драйвера и запуск программы	28
Заключение	32
Список терминов и сокращений	33
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире робототехника и автоматизация производства играют ключевую роль в повышении эффективности и конкурентоспособности различных отраслей промышленности. В этом контексте порталные манипуляторы являются важным элементом автоматизированных систем, обеспечивая выполнение разнообразных задач, от перемещения грузов до выполнения сложных технологических операций.

Однако эффективная работа порталного манипулятора в значительной мере зависит от качества его коммутационных схем, которые обеспечивают управление двигателями и другими исполнительными устройствами. Оптимальная принципиальная схема коммутации драйверов становится ключевым элементом обеспечения точности, скорости и безопасности работы манипулятора.

В данной работе представлена разработка электрической принципиальной схемы коммутации драйверов порталного манипулятора. Проект сфокусирован на изучении существующих подходов к коммутации драйверов, анализе основных принципов работы порталных манипуляторов и их требованиях к коммутационным схемам, а также на разработке собственной схемы с учетом современных технологий и требований промышленной практики.

Данная работа имеет целью не только предложить новый подход к коммутации драйверов порталного манипулятора, но и проанализировать его эффективность и применимость в реальных условиях. Путем сравнения с существующими решениями и экспериментального подтверждения результатов мы сможем оценить вклад данной работы в развитие современной робототехники и промышленной автоматизации.

1 Исследовательская часть

1.1 Актуальность проекта

Развитие робототехники и автоматизации производства находится в центре внимания современного общества, поскольку эти технологии не только увеличивают производительность и качество производства, но и улучшают условия труда, экономят ресурсы и повышают безопасность рабочих процессов. В этом контексте разработка эффективных коммутационных схем для порталных манипуляторов играет ключевую роль в современной промышленности.

Актуальность данной дипломной работы обусловлена несколькими факторами [1]:

1. **Повышение эффективности производства:** Манипуляторы являются неотъемлемой частью автоматизированных производственных линий, и эффективность их работы напрямую зависит от качества коммутационных схем. Разработка более точных и надежных схем позволит увеличить производительность и качество производства.

2. **Снижение затрат:** Оптимизация коммутационных схем может снизить энергопотребление и уменьшить износ оборудования, что приведет к существенной экономии затрат на обслуживание и ремонт.

3. **Безопасность:** Надежные коммутационные схемы играют важную роль в обеспечении безопасности рабочих процессов, предотвращая аварийные ситуации и минимизируя риск возникновения травм.

4. **Технологический прогресс:** С появлением новых технологий и компонентов электроники появляются новые возможности для оптимизации коммутационных схем, что позволяет создавать более эффективные и функциональные манипуляторы.

Таким образом, разработка электрической принципиальной схемы коммутации драйверов порталного манипулятора является актуальной и перспективной задачей, отвечающей потребностям современной промышленности в повышении эффективности, экономии ресурсов и обеспечении безопасности рабочих процессов.

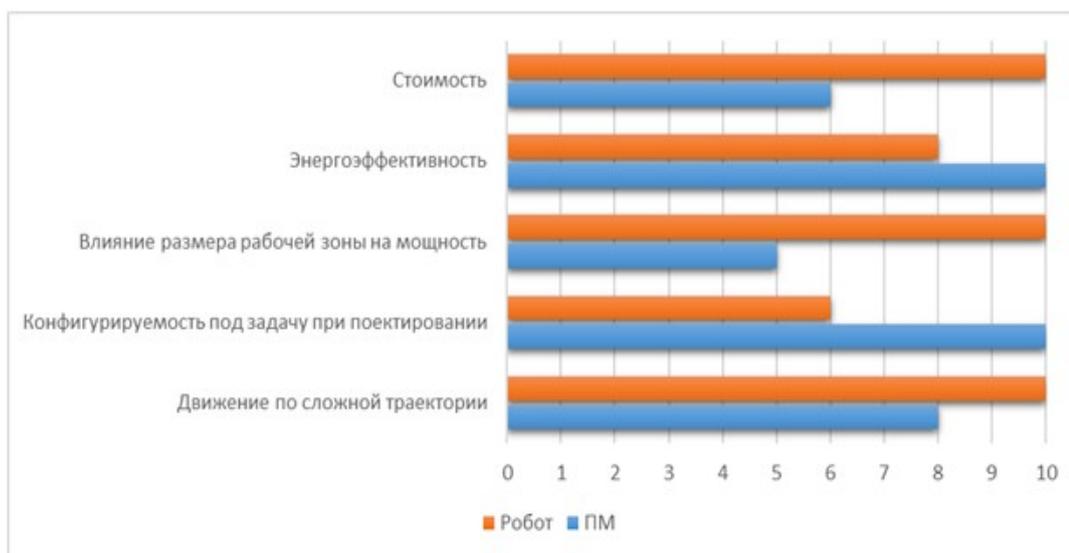


Рисунок 1.1 – Сравнение актуальности робота промышленного типа и портального манипулятора

Портальные манипуляторы (ПМ) имеют несколько преимуществ перед промышленными роботами:

Стоимость: ПМ обычно дешевле, так как их конструкция проще и требует меньше компонентов.

Энергоэффективность: ПМ потребляют меньше энергии благодаря своей меньшей массе и простоте конструкции, что позволяет избежать использования сложных сервоприводов.

Влияние размера рабочей зоны на мощность: ПМ менее зависят от размера рабочей зоны, так как они могут свободно перемещаться по всей области с помощью линейных направляющих.

Конфигурируемость под задачу при проектировании: ПМ легко адаптируются под конкретную задачу за счет возможности оснащения различными типами захватных устройств и датчиков, что делает их более универсальными.

Движение по сложной траектории: ПМ способны двигаться по более сложным траекториям благодаря отсутствию ограничений, которые есть у манипуляторов с шарнирной конструкцией.

В целом, эти преимущества делают портальные манипуляторы более привлекательными для определенных задач, особенно в случаях, когда требуется гибкость, экономичность и способность к адаптации.

1.2 Определение проблемы и методы их решений

Существует несколько главных проблем, связанных с электрическими схемами коммутации драйверов порталных манипуляторов.

Одной из основных проблем является обеспечение точной и надежной коммутации драйверов манипулятора. Некорректная коммутация может привести к ошибкам в управлении манипулятором, что может привести к необходимости переработки продукции или даже к аварийным ситуациям.

Эффективность использования ресурсов: Важным аспектом является оптимизация использования электроэнергии и других ресурсов при коммутации драйверов. Неэффективные схемы могут привести к избыточному энергопотреблению и износу оборудования.

Коммутационные схемы [2] должны обеспечивать безопасность операций, исключая возможность коротких замыканий, перегрузок и других аварийных ситуаций, которые могут привести к травмам или повреждению оборудования.

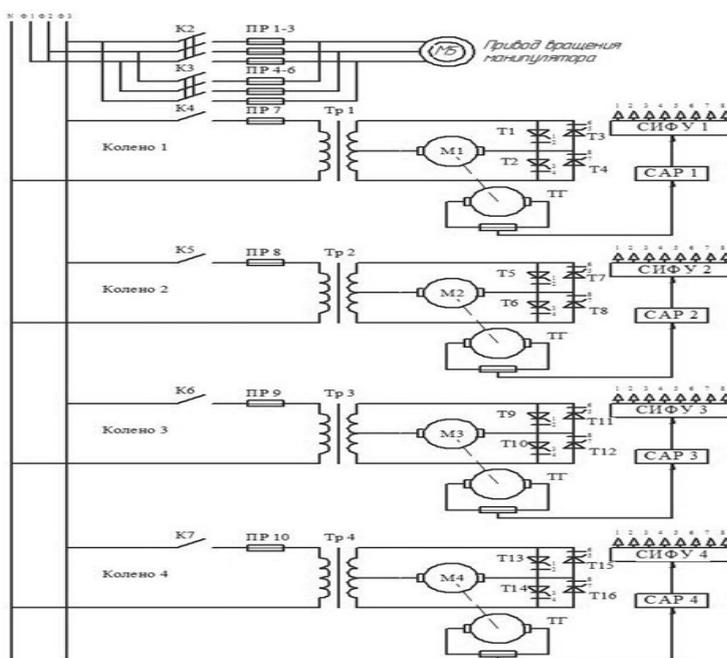


Рисунок – 1.2 Электрическая принципиальная схема манипулятора.

Использование программного обеспечения для моделирования позволяет оценить эффективность и надежность схемы до её физической реализации, выявить возможные проблемы и внести необходимые коррективы.

Подбор компонентов с учетом требований к точности, надежности и энергоэффективности способствует созданию оптимальной схемы коммутации.

Внедрение защитных устройств, таких как предохранители, датчики перегрузки и автоматические выключатели, обеспечивает безопасность операций и защиту оборудования от повреждений.

Проведение экспериментальных испытаний на реальном оборудовании позволяет проверить работоспособность и надежность схемы в реальных условиях и внести необходимые корректировки.

Разработка схемы должна осуществляться с учетом интеграции с другими компонентами и системами манипулятора, чтобы обеспечить согласованную и эффективную работу всего оборудования.

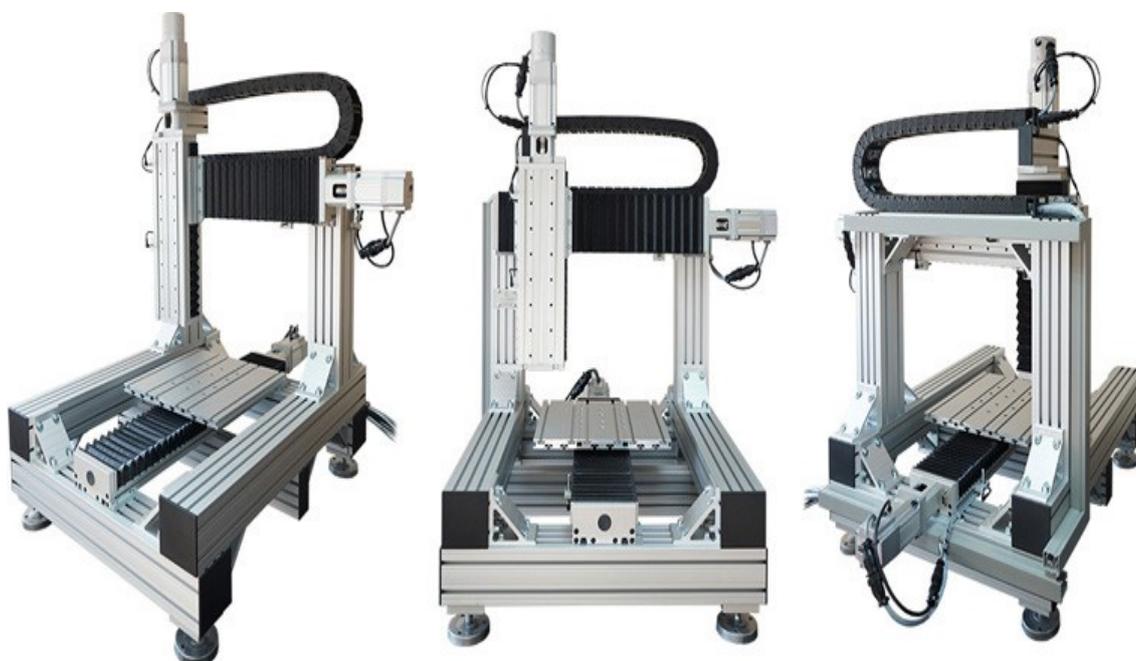


Рисунок – 1.3 Портальный манипулятор модели МПЛ-3-03

2. Практическая часть

2.1 Характеристика портального манипулятора

Требования к разрабатываемой электрической принципиальной схеме коммутации драйверов портального манипулятора:

При разработке электрической схемы коммутации драйверов портального манипулятора необходимо обеспечить точную и надежную работу [3]. Это означает, что схема должна быть способна корректно переключать драйверы манипулятора, исключая любые ошибки в управлении, что может привести к потере точности или даже к возникновению аварийных ситуаций. Кроме того, важно, чтобы схема использовала электроэнергию оптимальным образом, чтобы минимизировать затраты и снизить эксплуатационные расходы.

Безопасность операций также играет ключевую роль. Схема должна быть спроектирована таким образом, чтобы исключить возможность коротких замыканий, перегрузок и других аварийных ситуаций, которые могут представлять угрозу для безопасности персонала и оборудования.

Кроме того, важно учитывать простоту обслуживания и возможность проведения ремонтных работ. Если схема легко обслуживается и ремонтируется, это сокращает время простоя манипулятора и повышает его производительность.

Совместимость с другими компонентами и системами манипулятора является также не менее важным фактором. Схема должна интегрироваться с другими устройствами и системами управления для обеспечения согласованной и эффективной работы всего оборудования.

Наконец, устойчивость к внешним воздействиям, таким как вибрации, пыль, влага и температурные изменения, играет важную роль в обеспечении надежной работы манипулятора в различных условиях эксплуатации [4].

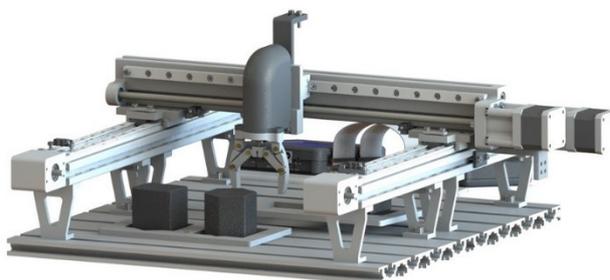


Рисунок – 2.1 3-х координатный портальный манипулятор LRM-3D

2.2 Обзор существующих подходов к разработке схем

Существует несколько подходов к разработке электрических принципиальных схем коммутации драйверов порталных манипуляторов:

- Применение реле, как классического подхода, обеспечивающего относительно простую схему коммутации, но имеющего ограничения по скорости и энергопотреблению.

- Использование твердотельных реле, таких как тиристоры или транзисторы, обеспечивающих более быструю и энергоэффективную альтернативу электромеханическому реле.

- Использование программируемых логических контроллеров (ПЛК), предоставляющих гибкое и программируемое решение для коммутации драйверов с возможностью создания сложных логических схем управления.

- Применение специализированных микросхем управления, разработанных специально для коммутации драйверов манипуляторов, обеспечивающих высокую производительность и надежность.

Использование гибридных систем, комбинирующих различные типы коммутационных устройств для достижения оптимального баланса между производительностью, надежностью и энергоэффективностью.

Каждый из этих подходов имеет свои преимущества и ограничения, и выбор конкретного метода зависит от требований к конкретной системе коммутации драйверов порталного манипулятора и особенностей конкретного проекта.

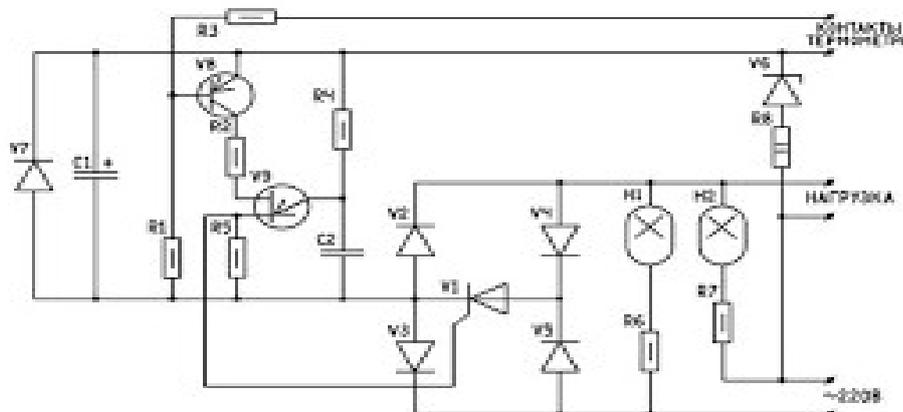


Рисунок – 2.2 Принципиальная электрическая схема

2.3 Описание используемых методов исследования, моделирования и анализа

Для разработки и анализа электрической принципиальной схемы коммутации драйверов портального манипулятора могут применяться следующие методы исследования, моделирования и анализа:

1) Методы аналитического проектирования: включают в себя математическое моделирование и анализ теоретических аспектов работы схемы коммутации. Данный метод позволяет предварительно оценить характеристики и параметры системы без необходимости физической реализации.

2) Симуляция с использованием специализированного программного обеспечения: Программные пакеты для симуляции электрических схем, такие как SPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis), LTspice, Proteus и другие, позволяют проводить виртуальное моделирование работы схемы коммутации и анализировать ее поведение при различных условиях.

3) Прототипирование и тестирование на практике: создание физического прототипа схемы коммутации и проведение экспериментальных исследований на реальном оборудовании. Этот метод позволяет проверить работоспособность и надежность схемы в реальных условиях эксплуатации.

4) Использование численных методов: включает в себя применение методов численного анализа, таких как метод конечных элементов (МКЭ), для моделирования электромагнитных и тепловых процессов в схеме коммутации.

5) Экспериментальное тестирование: проведение экспериментов с использованием специального оборудования для измерения характеристик и параметров работы схемы коммутации в реальных условиях эксплуатации.

6) Использование математических методов и алгоритмов: разработка и применение математических моделей, алгоритмов и методов обработки данных для анализа и оптимизации работы схемы коммутации.

Комбинация этих методов позволяет провести комплексное исследование электрической принципиальной схемы коммутации драйверов портального манипулятора с учетом различных аспектов ее работы и эффективности.

2.4 Проектирование схемы коммутации драйверов портального манипулятора на основе поставленных требований

Проектирование схемы коммутации драйверов портального манипулятора осуществляется с учетом поставленных требований и выбранных методов исследования. Следует внимательно изучить требования к схеме коммутации, учитывая точность, надежность, энергоэффективность и простоту

обслуживания. Определить какие методы исследования будут наиболее эффективными для проектирования и анализа схемы коммутации, исходя из поставленных требований. Используем программные средства для симуляции работы схемы, проверки ее работоспособности и оценки характеристик. Создание физического прототипа схемы и экспериментальные испытания на реальном оборудовании требует отдельного внимания. После всех вышесказанных требований подготавливаем подробные технические спецификации и документацию по схеме коммутации.

В данном проекте я взял за основу принцип работы ЧПУ станков. С их шаговыми двигателями и драйверами шаговых двигателей, наверное, это простейший пример для объяснения работы портального манипулятора. Будем использовать как базу контроллер JLF001 (рис. 2.3) – устройство, предназначенное для обработки входных/выходных сигналов, с программируемой логикой, управлением выходами и, что нам и нужно, поддержкой различных коммуникационных протоколов.

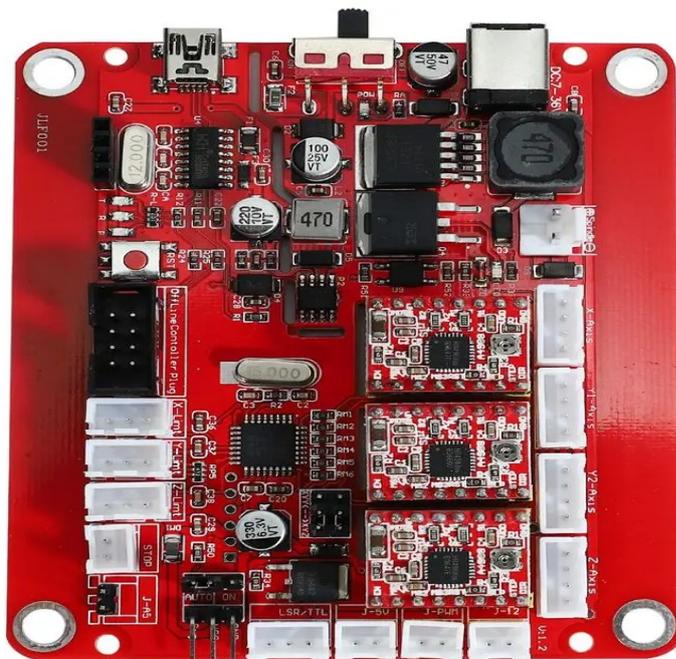


Рисунок – 2.3 Контроллер JLF001

Сердцем контроллера JLF001 является микроконтроллер ATmega328P (рис. 2.4). Он выполняет множество важных функций. Давайте рассмотрим работу этого микроконтроллера в контексте контроллера JLF001 более подробно.

Основным компонентом микроконтроллера является центральный процессор (CPU) [5] он отвечает за выполнение инструкций программы. CPU считывает команды из памяти и выполняет их последовательно. Для хранения

прошивки (программы) используется флэш-память в размере 32КБ, которая управляет работой микроконтроллера. Оперативная память (SRAM) (2КБ) используется для временного хранения данных во время выполнения программы. Энергонезависимая память (EEPROM) используется для хранения данных, которые должны сохраняться при выключении питания. Порты ввода/вывода (I/O) позволяют микроконтроллеру взаимодействовать с внешними устройствами. Аналогово-цифровой преобразователь (ADC) преобразует аналоговые сигналы от датчиков в цифровые данные, которые может обработать микроконтроллер. Таймеры и счётчики обеспечивают точное измерение времени и генерацию временных интервалов.

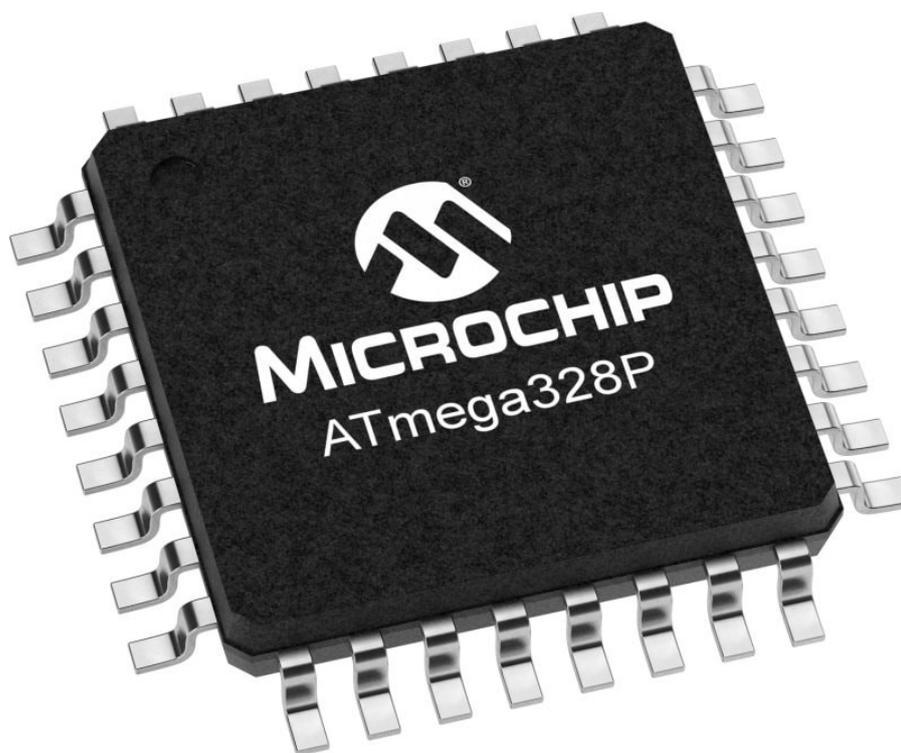


Рисунок – 2.4 Микроконтроллер ATmega328P

На данном контроллере предустановлено 3 драйвера шаговых двигателей A4988 (рис. 2.5). A4988 — это полноценный драйвер двигателя со встроенным транслятором для простоты управления. Он предназначен для управления шаговыми двигателями в полном, половинном, четвертном, восьмом и шестнадцатишаговом режимах, с выходной мощностью привода до 35 В и ± 2 А. A4988 включает в себя регулятор тока с фиксированным временем отключения, который может работать в медленном или смешанном режимах затухания. Транслятор является ключом к простой реализации A4988. Простой

ввод одного импульса на вход STEP приводит в движение двигатель на один микрошаг. Нет никаких таблиц последовательности фаз, высокочастотных контроллеров или сложного интерфейса. Интерфейс A4988 идеально подходит проектов, где сложный микропроцессор недоступен или перегружен. Во время шагового режима работы управление прерыванием в A4988 автоматически выбирает текущий режим затухания - медленный или смешанный. В смешанном режиме затухания устройство изначально настроено на быстрое затухание на часть фиксированного времени отключения, а затем на медленное затухание в течение оставшегося времени выключения. Смешанное управление током затухания приводит к уменьшению слышимых шумов двигателя, увеличению точности шагов и снижению рассеиваемой мощности.

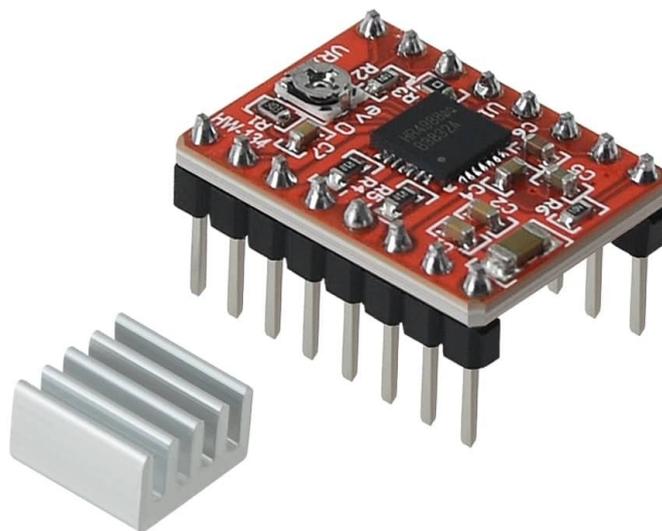


Рисунок – 2.5 Драйвер шагового двигателя A4988

В проекте будут использоваться 3 шаговых двигателя NEMA17 (рис 2.6) и шпиндель GS-775MR (рис 2.7) — двигатель, который раскручивает фрезу (гравер)[7]. Для правильной и бесперебойной работы нужно выбрать подходящий источник питания. Шаговые двигатели, работающие при более высоком напряжении, способны развивать больший крутящий момент, особенно на высоких скоростях [6]. Это важно для обеспечения достаточной силы при перемещении по осям, особенно при фрезеровании твердых материалов. Высокое напряжение позволяет уменьшить резонансные явления,

что приводит к более плавной и стабильной работе шаговых двигателей. Драйверы шаговых двигателей, такие как A4988 или DRV8825, могут работать более эффективно и стабильно при питании от 24 В, что позволяет им лучше контролировать ток и уменьшать нагрев.

Блок питания должен обладать следующими характеристиками:

Напряжение: 24 В постоянного тока.

Ток: 5–10 А

Мощность: 120–240 Вт, что обеспечивает достаточную мощность для питания всех компонентов.

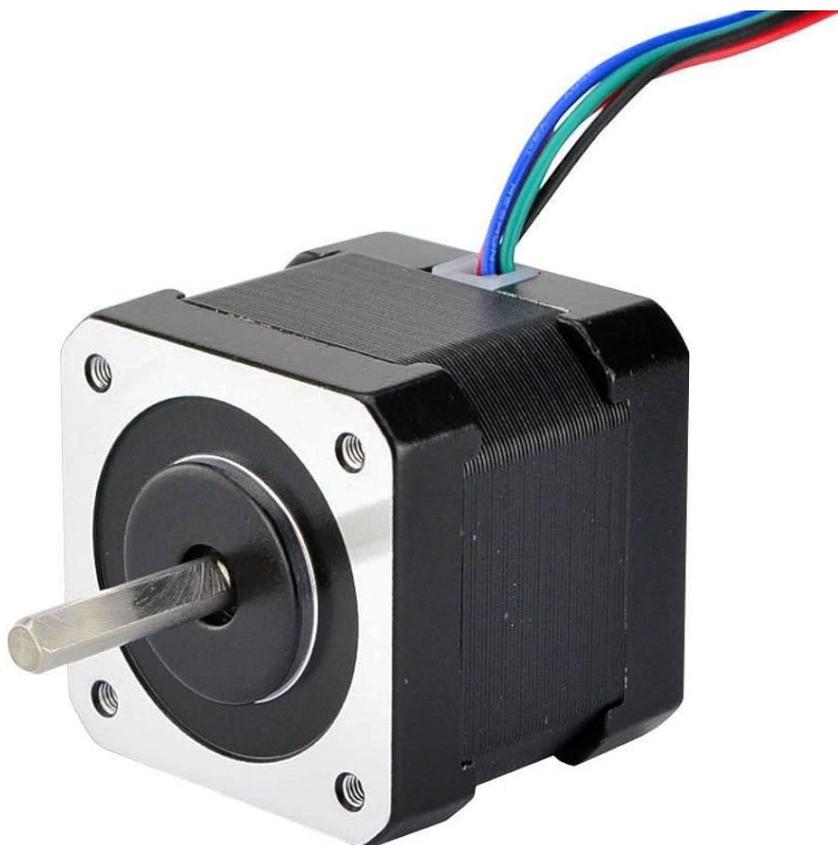


Рисунок – 2.6 Шаговый двигатель NEMA17



Рисунок – 2.7 Шпиндель GS-775MR

Имея полный список компонентов, мы можем приступить к разработке схемы и сборке конструкции. На первом этапе мы создадим детальную электрическую схему, которая покажет, как правильно соединить все элементы между собой. Важно тщательно продумать каждый шаг, чтобы избежать ошибок и обеспечить стабильную работу устройства. Затем переходим к сборке конструкции. Здесь важно следовать всем инструкциям и рекомендациям, чтобы гарантировать надежность и функциональность устройства [8]. Собранные компоненты необходимо тщательно протестировать, чтобы убедиться в правильности их работы и отсутствии сбоев. После успешного тестирования и настройки можно переходить к финальной стадии – интеграции и запуску системы в эксплуатацию. Этот процесс требует внимания к деталям и аккуратности, чтобы конечное устройство работало эффективно и соответствовало всем заданным требованиям.

2.5 Проектирование схемы рабочего макета

Взяв во внимание все технические характеристики данных нам компонентов, начнем проектирование схемы рабочего макета устройства. Для управления тремя шаговыми двигателями NEMA17 будем использовать вышеупомянутый контроллер JLF001, который обеспечит нужные сигналы для работы каждого из двигателей. Шаговые двигатели будут подключены к контроллеру через драйверы шаговых двигателей, что позволит управлять скоростью и направлением вращения. Шпиндель GS-775MR будет также подключен к контроллеру JLF001 через отдельный драйвер двигателя, который обеспечит нужное напряжение и ток для его работы. Для питания всей системы будем использовать блок питания, который обеспечит стабильное напряжение и ток, необходимый для работы всех компонентов. Подключение всех компонентов к контроллеру JLF001 будет производиться через соответствующие порты ввода/вывода, предусмотренные на контроллере. Для каждого из шаговых двигателей будут выделены отдельные порты, чтобы обеспечить независимое управление каждым двигателем. Таким образом, схема будет включать контроллер JLF001, к которому будут подключены три шаговых двигателя NEMA17 через драйверы шаговых двигателей, шпиндель GS-775MR через его драйвер, и блок питания, обеспечивающий питание всей системы. Важной частью проектирования является также обеспечение надежного подключения всех компонентов. Все соединения должны быть выполнены с использованием качественных проводов и разъемов, чтобы избежать потерь и возможных сбоев в работе. Также необходимо предусмотреть защиту от перенапряжений и перегрузок, что поможет продлить срок службы всех компонентов системы.

Шаговые двигатели NEMA17 являются биполярными двухфазными двигателями. Это означает, что у них есть две обмотки, каждая из которых требует два провода. Следовательно, для полного подключения двигателя требуется четыре провода (по два для каждой обмотки). Значит будем использовать четырехконтактные кабели (4-pin).

Для подключения шпинделя GS-775MR к драйверу двигателя и далее к контроллеру JLF001 следует использовать провода с большим сечением, чем в случае с шаговыми двигателями. Эти провода способны выдерживать больший ток, необходимый для работы шпинделя, обеспечивая стабильное питание и управление. Для подключения шпинделя понадобится два провода: один для питания и один для управления, следовательно, будет использован двухконтактный кабель (2-pin).

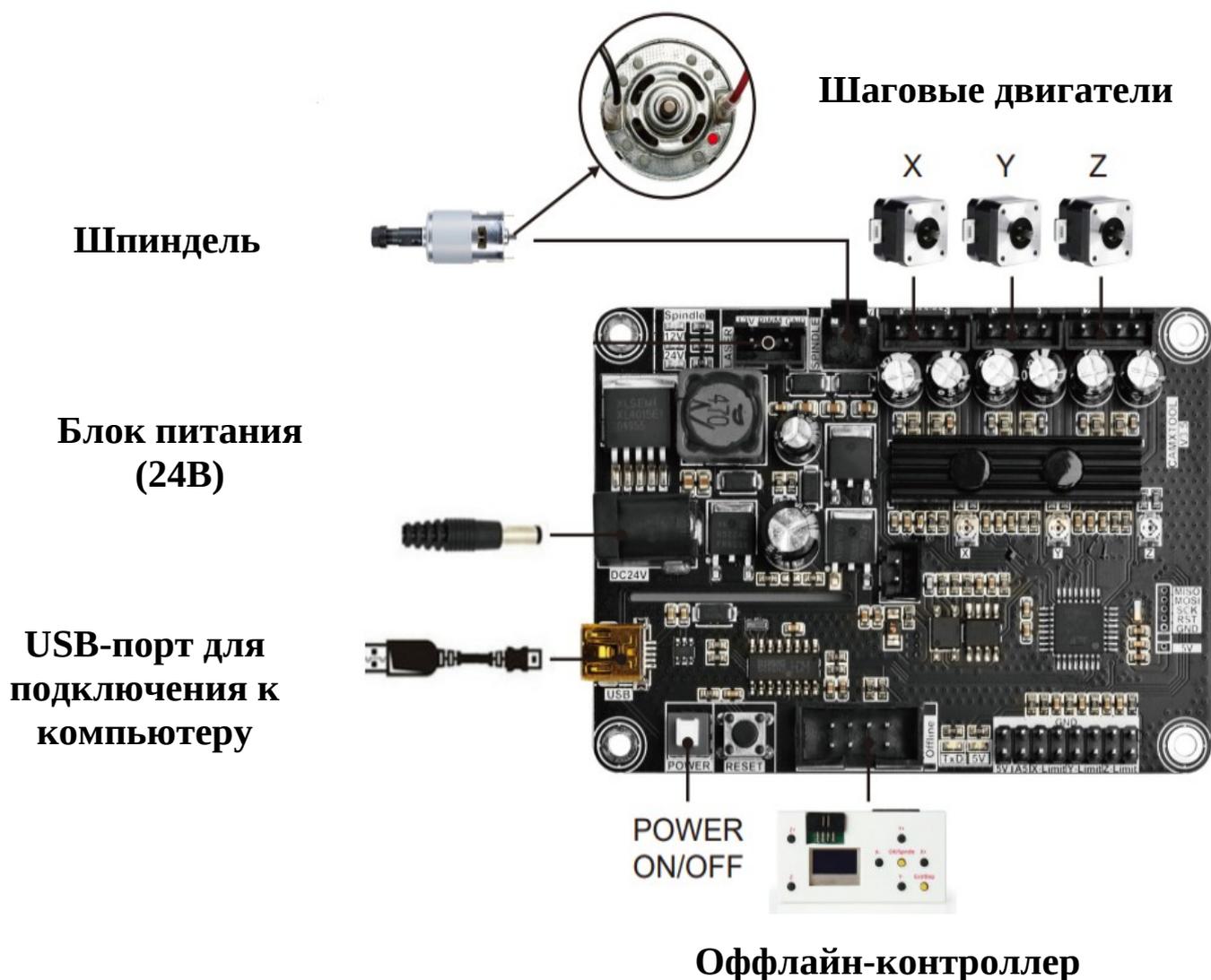


Рисунок – 2.8 Схема подключения компонентов

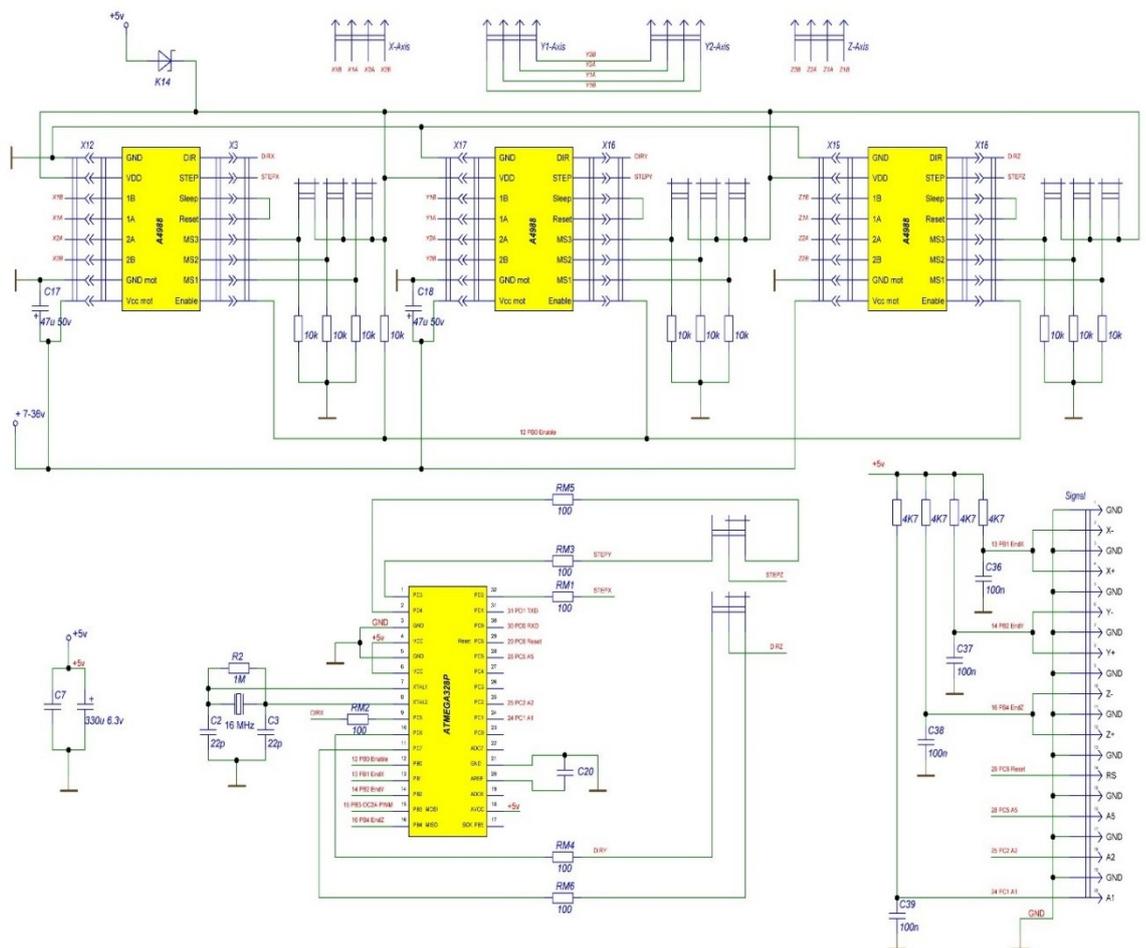


Рисунок – 2.9 Электрическая схема контроллера JLF001

Для удобства управления шаговыми двигателями будет подключен офлайн-пульт (далее – ОП) (рис. 2.10). С помощью этого пульта не потребуется управлять системой через компьютер. ОП позволит осуществлять все основные функции, такие как настройка и запуск шаговых двигателей, непосредственно с самого пульта. Это существенно облегчит процесс управления и сделает систему более автономной и удобной в эксплуатации. ОП подключается к контроллеру JLF001 через 8-контактный кабель E490876 (8-pin). На ОП установлен слот для чтения и записи SD карт (Cart reader), что позволяет загружать программы работы шаговых двигателей непосредственно на контроллер, не требуя при этом наличия рядом компьютера. Для удобства вывода информации ОП оснащён мини-дисплеем с возможностью вывода минимальной информации о текущей программе и настройки некоторых параметров.

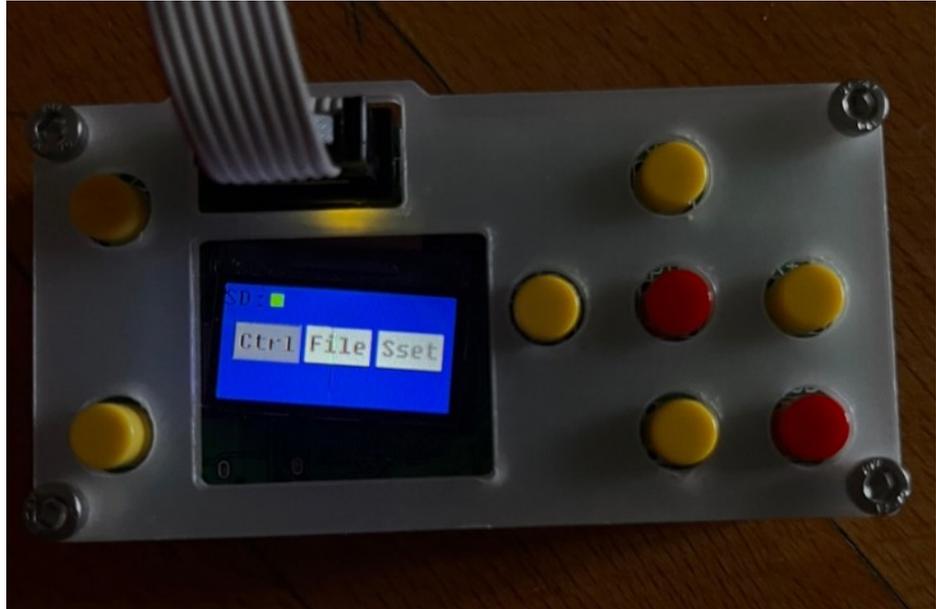


Рисунок – 2.10 Оффлайн-контроллер

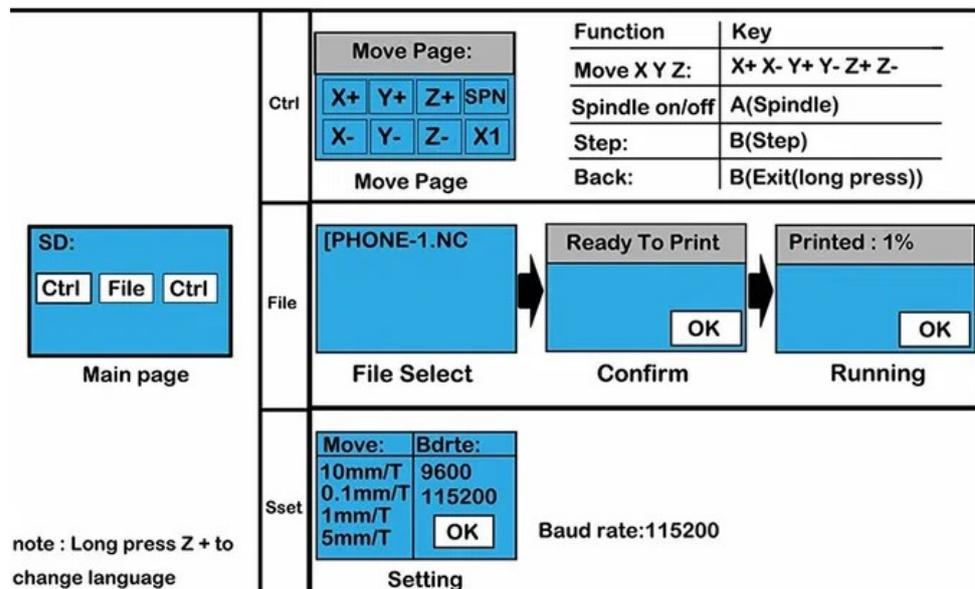
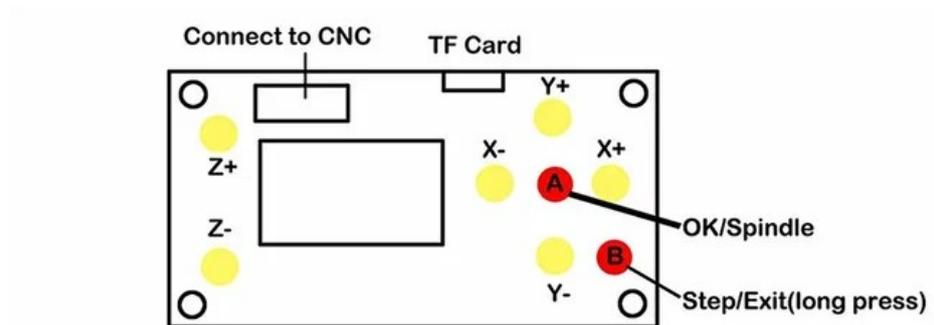


Рисунок – 2.11 Схема управления двигателями через ОП

2.6 Сборка рабочего макета

Имея схему работы контроллера JLF001 и схему подключения компонентов макета к нему, можно приступить непосредственно за сборку макета.

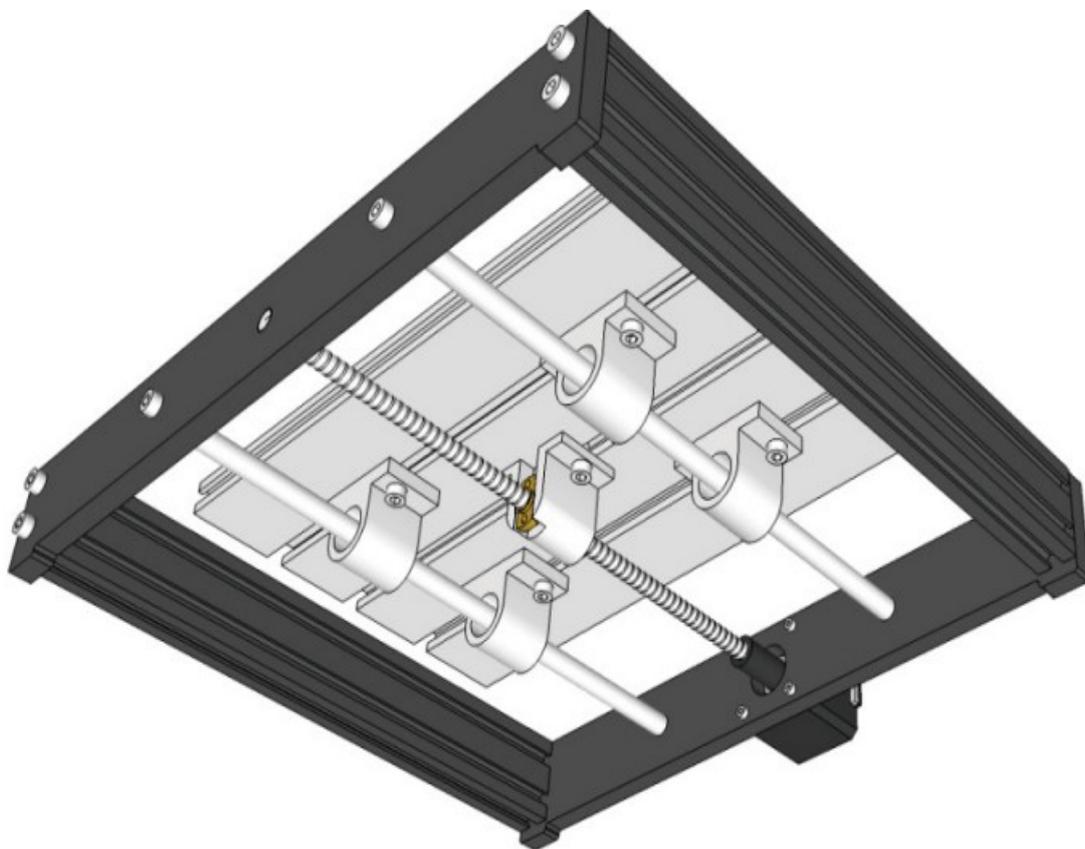


Рисунок – 2.11 Основание макета (вид снизу)

Для сборки основания нам понадобится 4 слайдера с подшипниками (рис. 2.12), два алюминиевых профиля, 2 боковины из плотного пластика, напечатанного на 3D-принтере, 2 направляющих оси, ходовой винт и болты.



Рисунок – 2.12 Слайдер с подшипником

Соединив всё комплектующие и надежно закрепив их болтами имеем основание макета. На данном этапе мы можем контролировать ось Y нашим шаговым двигателем путем управления через ОП или через компьютер.



Рисунок – 2.13 Основание макета (вид сверху)

Приступим к сборке остальной части макета.

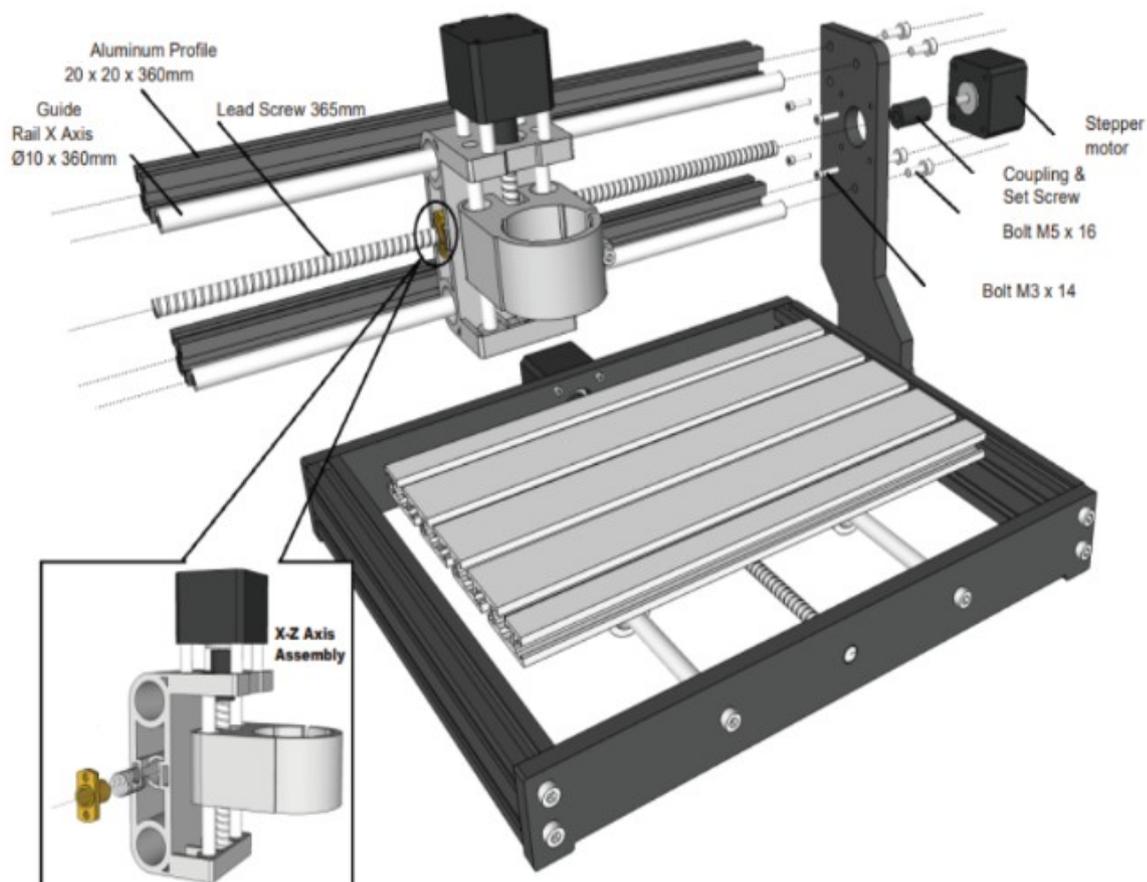


Рисунок – 2.14 Установка компонентов макета

Начинаем собирать, пожалуй, основную часть всего макета – управление осями X, Z и установку шпинделя. Для этого так же, как и в основании макета необходимо 2 алюминиевых профиля, 2 направляющие оси, направляющий винт и болты.

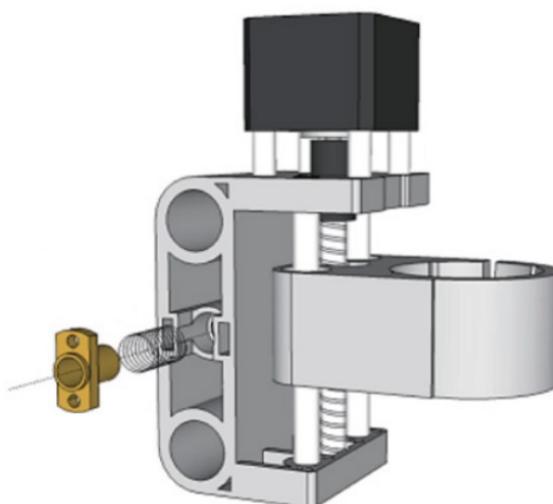


Рисунок – 2.15 Устройство крепления шпинделя

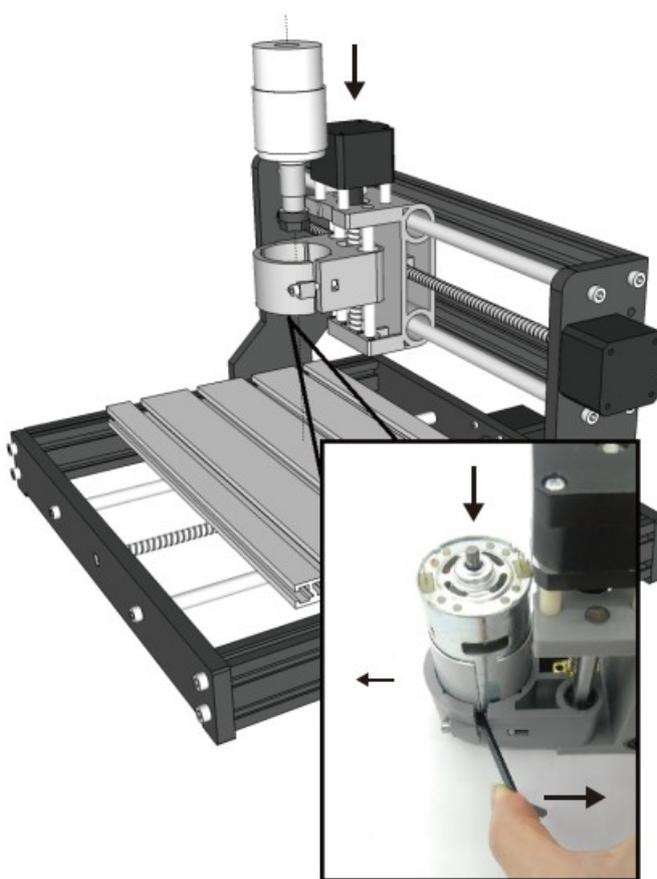


Рисунок – 2.16 Установка шпинделя

Установив шпиндель, наш макет можно считать готовым. При его установке важно не перекрутить винт, затягивающий его крепление, иначе можно просто-напросто повредить держатель или резьбу самого винта.

3. Программная часть

3.1 Установка драйвера и запуск программы

Собрав полностью рабочий макет, можно переходить к программной части проекта. Для программирования нашего контроллера будем использовать утилиту Grblcontrol. Но для начала нам нужно подключить плату к компьютеру и установить драйвер устройства. Подключаем. Для нашей конфигурации необходимо скачать совместимый драйвер CH340SER из интернета. После загрузки можно запустить и установить драйвер (рис 3.1).

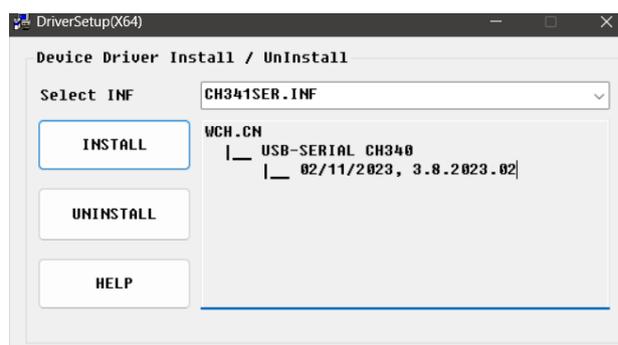


Рисунок – 3.1 Установка драйвера

Нажимаем “INSTALL” и наш драйвер успешно установлен.

Следующим шагом нам необходимо определить COM-порт нашего контроллера. Для этого нажимаем комбинацию клавиш WIN+R и в появившемся поле пишем “devmgmt.msc”. Нажимаем ОК и попадаем в диспетчер устройств (рис. 3.2.).

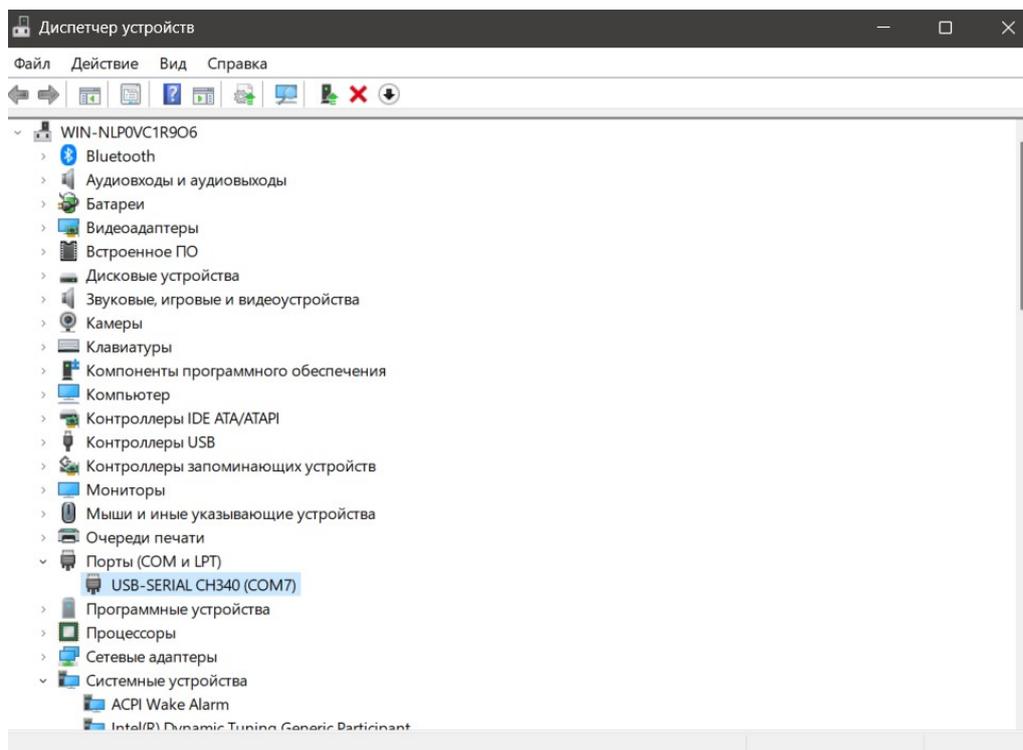


Рисунок – 3.2 Диспетчер устройств

Находим раздел “Порты (COM и LPT)”, разворачиваем его и видим информацию о нашем контроллере. Наше устройство определяется под названием USB-SERIAL CH340 (COM7), значит COM-порт номер 7.

Следующим шагом, установив драйвер и узнав COM-порт, будет скачивание, установка и запуск программы Grblcontrol (рис.3.3.).

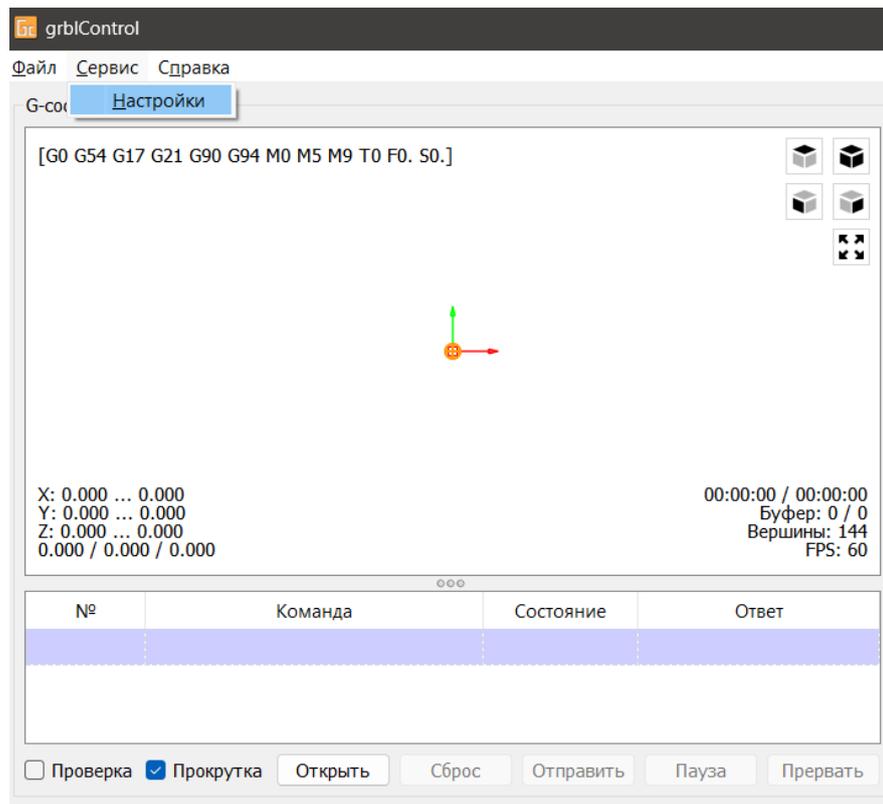


Рисунок – 3.3 Grblcontrol

Для начала работы с утилитой необходимо убедиться, что наш контроллер отображается в панели управления программой. Заходим в “Сервис” - ”Настройки” (рис 3.4.).

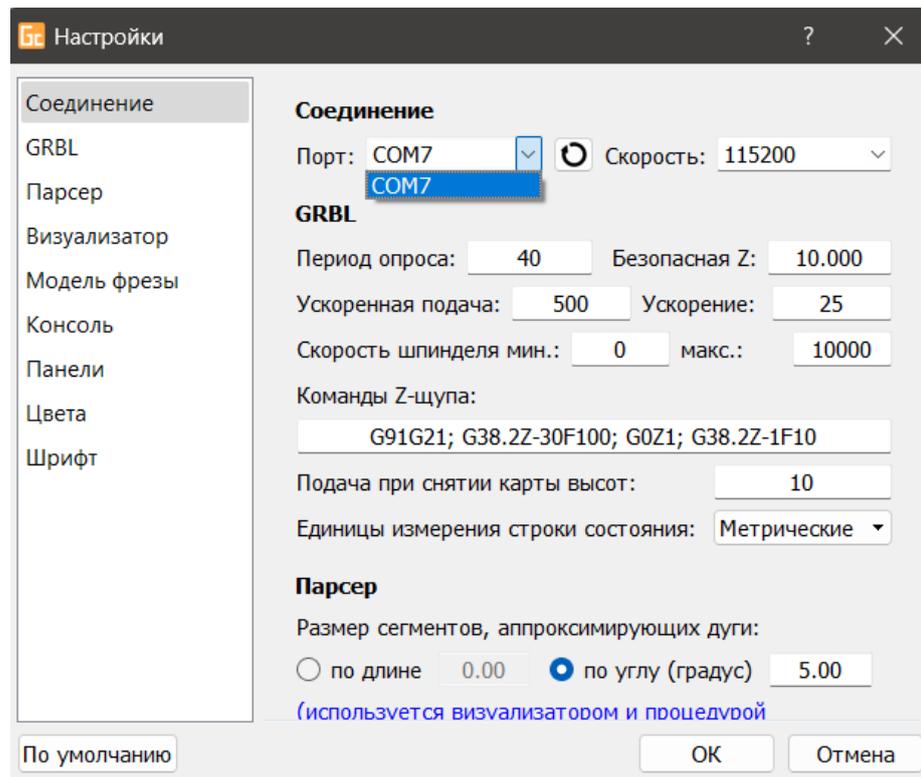


Рисунок – 3.4 Настройка приложения

Во вкладке порт выбираем необходимое значение. В нашем случае – это COM7

После всех проделанных операций на главном окне программы во вкладке состояния можно увидеть статус подключенного макета. Если всё сделано правильно будет отображаться статус готовности (рис. 3.5.).

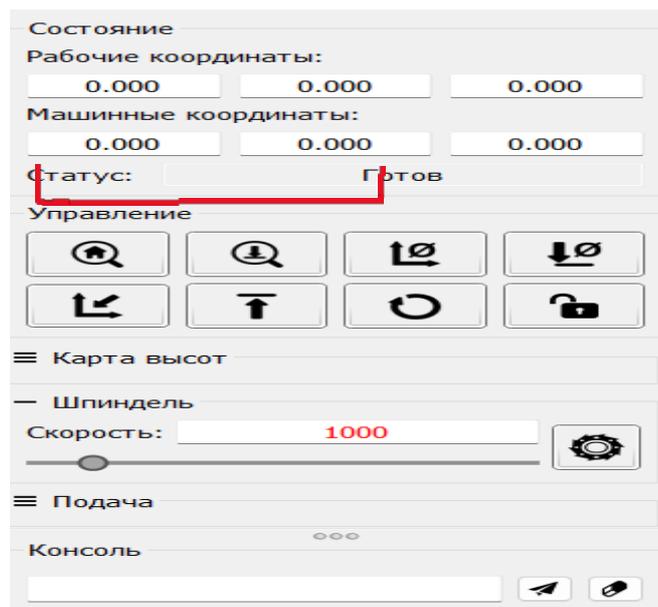


Рисунок – 3.5 Вкладка состояния

Теперь у нас появилась возможность через утилиту Grblcontrol загружать напрямую на плату программы управления шаговыми двигателями через G-code. Однако такой способ требует постоянного наличия ПК или ноутбука вблизи с макетом. Есть другой вариант – загрузить программы в виде файла с расширением .NC на флэш-карту ОП. Это позволит, как было сказано выше, работать с макетом без необходимости подключения его к компьютеру.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе данной работы были рассмотрены основные аспекты разработки электрической принципиальной схемы коммутации драйверов портального манипулятора. Были выделены основные проблемы, связанные с этим процессом, такие как точность и надежность коммутации, эффективное использование ресурсов, безопасность операций, простота обслуживания, совместимость с другими компонентами и устойчивость к внешним воздействиям.

Взяв за основу принцип работы ЧПУ станка, была разработана схема и собран макет, включающий в себя драйвера управления шаговыми двигателями, обширно используемых в портальных манипуляторах, непосредственно сами двигатели и плату (контроллер) управления этими драйверами.

Данный дипломный проект может помочь разобраться другим студентам с принципами работы портальных манипуляторов, их электрических схем. В целом, очень интересный опыт разработки и сборки, научивший меня многому новому.

СПИСОК ТЕРМИНОВ И СОКРАЩЕНИЙ

Пин – контакт или вывод на электронном компоненте, таком как микросхема, интегральная схема, разъем или другое устройство. Пины представляют собой металлические контакты, которые служат для соединения компонента с другими элементами электрической цепи. Каждый пин может выполнять определенную функцию, например передачу сигналов, подачу источника питания или заземление. Пины обычно пронумерованы или помечены специальными обозначениями, чтобы облегчить идентификацию и подключение к ним других компонентов или проводов.

Микроконтроллер – это небольшой интегральный микросхемный компьютер, который включает в себя процессор, память и периферийные устройства в едином устройстве. Он предназначен для управления электронными системами и выполнения специфических задач в реальном времени.

ЧПУ - Числовое программное управление.

Card reader - устройство для чтения карт памяти, а также иных электронных карт самого разного назначения. В частности, смарт-карт и флэш-карт.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. https://www.rekord-eng.com/nestandartnoe_oborudovanie/portalnye_manipulyatory
2. https://studbooks.net/2492722/tovarovedenie/funktsionalnaya_shema_manipulyatora
3. https://www.irimex.ru/files/catrubs/files/10800/excm_ru.pdf
4. <https://www.lrt.ru/oborudovanie/oborudovanie-dlya-uchebnykh-klassov/3-kh-koordinatnyy-portalnyy-manipulyator-lrm-3d-viptech/>
5. <https://arduino.ua/ru/prod15-mikrokontroller-atmega328p-pu>
6. <https://howtomechatronics.com/tutorials/arduino/how-to-control-stepper-motor-with-a4988-driver-and-arduino/>
7. <https://www.sainsmart.com/products/genmitsu-gs-775m-20000rpm-775-cnc-spindle-motor-noise-suppression-compatible-with-3018-series>
8. <https://s3.amazonaws.com/>

ОТЗЫВ

дипломного проекта (работы)

студента специальности 6В07111 – «Робототехника и мехатроника»

Плясунов Николай Валерьевич

На тему: «Разработка электрической принципиальной схемы коммутации драйверов портального манипулятора»

Целью дипломного проекта (работы) студента Плясунова Николая Валерьевича на тему «Разработке электрической принципиальной схемы коммутации драйверов портального манипулятора» является создание эффективной электрической схемы для управления драйверами портального манипулятора. В ходе выполнения дипломного проекта были изучены принципы работы манипуляторов и влияние различных схем коммутации на их функциональность и надежность. Практическая часть работы включает разработку конструкции схемы, выбор компонентов и сборку системы управления манипулятором. В результате проведенных экспериментальных исследований было установлено, что использование разработанной схемы положительно влияет на работу манипулятора, увеличивая его точность и надежность, а также улучшая общие эксплуатационные показатели.

Дипломный проект оформлен по стандарту организации в соответствии с общими требованиями к созданию, изложению, оформлению и содержанию текстовых и графических материалов. В целом дипломный проект выполнен в полном объеме. Работа содержит иллюстративный графический материал, включающий электронные схемы и 3D-модели.

Плясунов Николай Валерьевич проявил свою активность, знания при выполнении дипломного проекта.

Дипломный проект заслуживает высокой оценки, а его автор заслуживает присвоения академической степени бакалавра техники и технологии по специальности 6В07111 – «Робототехника и мехатроника».

Научный руководитель

Доктор Ph.D, ассоциированный профессор

Бердибаева Г.К

«27» май 2024 г.



Метаданные

Название

Разработка электрической принципиальной схемы коммутации драйверов портального манипулятора.

Автор

Плясунов Николай Валерьевич

Научный руководитель / Эксперт

Гульмира Бердибаева

Подразделение

ИАИТ

Тревога

В этом разделе вы найдете информацию, касающуюся текстовых искажений. Эти искажения в тексте могут говорить о ВОЗМОЖНЫХ манипуляциях в тексте. Искажения в тексте могут носить преднамеренный характер, но чаще, характер технических ошибок при конвертации документа и его сохранении, поэтому мы рекомендуем вам подходить к анализу этого модуля со всей долей ответственности. В случае возникновения вопросов, просим обращаться в нашу службу поддержки.

Замена букв		0
Интервалы		0
Микропробелы		0
Белые знаки		0
Парафразы (SmartMarks)		6

Объем найденных подоби

КП-ия определяют, какой процент текста по отношению к общему объему текста был найден в различных источниках... Обратите внимание! Высокие значения коэффициентов не означают плагиат. Отчет должен быть проанализирован экспертом.



25
Длина фразы для коэффициента подобия 2



3706
Количество слов



30988
Количество символов

Поиск контента ИИ

Интегрированный модуль поиска контента AI. Нажмите «Подробнее», чтобы узнать больше о результатах и алгоритме поиска.

Коэффициент вероятности ИИ



Подобия по списку источников

Ниже представлен список источников. В этом списке представлены источники из различных баз данных. Цвет текста означает в каком источнике он был найден. Эти источники и значения Коэффициента Подобия не отражают прямого плагиата. Необходимо открыть каждый источник и проанализировать содержание и правильность оформления источника.

10 самых длинных фраз

Цвет текста

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ И АДРЕС ИСТОЧНИКА URL (НАЗВАНИЕ БАЗЫ)	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
---------------------	--	--

1	https://official.satbayev.university/download/document/37964/6%D0%9207111-%D0%9A%D0%B8%D0%BC%20%D0%92%D0%B0%D0%BB%D0%B5%D1%80%D0%B8%D1%8F.pdf	23	0.62 %
2	https://www.evkova.org/kursovye-raboty/ustrojstvo-personalnogo-kompyutera-----	20	0.54 %
3	Отчет по НИРМ Мильятов. А.А группа МСМ-22-2.docx 6/2/2023 Abylka Saginov Karaganda Technical University (Karaganda State Technical University)	13	0.35 %
4	https://nauchnietati.ru/spravka/operativnaya-i-dolgovremennaya-pamyat/	9	0.24 %
5	https://nauchnietati.ru/spravka/operativnaya-i-dolgovremennaya-pamyat/	6	0.16 %

из базы данных RefBooks (0.00 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
---------------------	----------	--

из домашней базы данных (0.00 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
---------------------	----------	--

из программы обмена базами данных (0.35 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)	
1	Отчет по НИРМ Мильятов. А.А группа МСМ-22-2.docx 6/2/2023 Abylka Saginov Karaganda Technical University (Karaganda State Technical University)	13 (1)	0.35 %

из интернета (1.57 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	ИСТОЧНИК URL	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)	
1	https://official.satbayev.university/download/document/37964/6%D0%9207111-%D0%9A%D0%B8%D0%BC%20%D0%92%D0%B0%D0%BB%D0%B5%D1%80%D0%B8%D1%8F.pdf	23 (1)	0.62 %
2	https://www.evkova.org/kursovye-raboty/ustrojstvo-personalnogo-kompyutera-----	20 (1)	0.54 %
3	https://nauchnietati.ru/spravka/operativnaya-i-dolgovremennaya-pamyat/	15 (2)	0.40 %

Список принятых фрагментов (нет принятых фрагментов)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	СОДЕРЖАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
---------------------	------------	--

