МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

ГАПОУ «КАЗАНСКИЙ РАДИОМЕХАНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по УР

\_\_\_\_\_\_\_\_\_Н.А. Коклюгина

«\_\_\_\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

Тема проекта: Разработка электрической схемы и создание действующего макета «Перчатка с обратной тактильной связью»

Выполнил

студент специальности

11.02.14 «Электронные приборы и устройства»

гр. № 460 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ М.А. Шамсиев .

(подпись) (И.О. Фамилия)

Руководитель

ВКР \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Р.М. Загидуллин .

(подпись) (И.О. Фамилия)

Консультант

графической части \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Э.Ф. Галиуллин .

(подпись) (И.О. Фамилия)

Консультант

экономической части \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Л.И. Ишметова .

(подпись) (И.О. Фамилия)

Нормоконтроль \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ ~~В.С. Соколов~~ .

(подпись) (И.О. Фамилия)

Рецензент \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  ~~С.А Беляев~~  .

(подпись) (И.О. Фамилия)

Казань, 2024 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

ГАПОУ «КАЗАНСКИЙ РАДИОМЕХАНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по УР

\_\_\_\_\_\_\_\_\_Н.А. Коклюгина

«\_\_\_\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_г.

**Задание**

на выпускную квалификационную работу

по специальности 11.02.14 Электронные приборы и устройства

студенту Суркову Виталию Валерьевичу группы 446 .

(Ф.И.О.) (номер группы)

Тема проекта: Разработка электрической схемы и создание действующего макета «Перчатка с обратной тактильной связью»

В ПРОЕКТЕ РЕАЛИЗОВАТЬ

1. Описать схему электрическую принципиальную.

2. Объяснить цели и задачи испытаний РЭА, пояснить виды испытаний.

3. Разобрать задачи и порядок проведения периодических испытаний (сроки проведения испытаний, виды испытаний: климатические (тепло, холод, влага), механические (вибрация, удар, транспортирование), специальные (морской туман, грибки, пылезащита, шумы), на надежность).

Содержание расчетно-пояснительной записки.

1. Общий раздел.

2. Описательный технический раздел.

3. Технологический раздел.

4. Расчетный раздел.

5. Экономический раздел.

6. Экологическая часть.

7. Охрана труда и ТБ.

Графическая часть.

1.Схема электрическая принципиальная изделия (Э3) - формат-А1.

2.Чертеж общего вида изделия формат (СБ – сборочный чертеж) формат-А1.

3.Сборочный чертеж изделия (печатной платы) – формат-А1.

4.Чертеж печатной платы (трассировка) – формат-А1.

Комплект технологической документации технологический процесс сборки и монтажа определенного узла.

Дата выдачи задания «\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_г.

Руководитель Загидуллин Рамиль Маратович \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(фамилия, имя, отчество) (подпись)

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(дата) (подпись студента)

Рассмотрено на заседании предметно-цикловой комиссии «Дисциплин профессионального цикла радиотехнического отделения»

Протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2022 г.

Председатель ПЦК ~~Соколов Владислав Сергеевич~~ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(фамилия, имя, отчество) (подпись)

**АННОТАЦИЯ**

В дипломной работе разработана перчатка, позволяющая устанавливать тактильную связь удаленным роботом или аватаром в виртуальной реальности.

В общем разделе приводится описание темы задания, принципа работы заданного изделия, электрические характеристики на вход и выход устройства.

В описательном техническом разделе проводится выбор и обоснование электрической принципиальной схемы устройства.

В конструкторском разделе приведено описание конструкции. Выбор элементной базы (габариты и вес). Расчет функционального узла печатной платы.

В технологическом разделе расчет технологичности функционального узла.

В экономической части работы приводится общие положения себестоимости продукции и расчет себестоимости прибора.

В разделе охрана труда и техника безопасности описываются мероприятия необходимые при производстве заданного изделия для обеспечения работающим условия труда в соответствии с требованиями санитарных норм.

В экологическом разделе приводится задачи для выявления потенциального ущерба окружающей среде, наносимого проектом на всех его стадиях, а также меры, необходимых для предотвращения этого ущерба.

Графическая часть дипломной работы включает в себя: принципиальную электрическую схему устройства, трассировку печатной платы, сборочный чертеж функционального узла, сборочный чертеж корпуса основного блока и деталировка корпуса основного блока.

В процессе проектирования были использованы средства вычислительной техники в объеме: «Word», а также компьютерные программы «Altium Designer», «КОМПАС 3D», «Visual Studio Code».

Представленная выпускная дипломная работа выполнена в полном объеме и в соответствии с требованиями задания на проектирование, положениями ЕСКД и ЕСТД к документам подобного вида.

**СОДЕРЖАНИЕ**

# ВВЕДЕНИЕ

Современные технологии в области робототехники и виртуальной реальности продолжают продвигаться вперед, и каждый день мы сталкиваемся с новыми способами улучшения нашего взаимодействия с этими системами. Однако, актуальной проблемой является тот факт, что до сих пор не было представлено полноценного способа передачи тактильного отклика от управляемого объекта в потребительском сегменте.

Для решения этой проблемы, в этом проекте представлена перчатка с обратной тактильной связью. Эта перчатка позволяет пользователям ощущать и контролировать физические прикосновения при работе с роботами и в виртуальной среде.

Основная идея проекта заключается в использования модифицированных сервоприводов и датчиков силы, благодаря которым можно воспроизводить различные физические ощущения, такие как сопротивление или упругость, текстуру объекта и отдачу.

Цель дипломной работы – реализация перчатки который значительно улучшает качество взаимодействия между человеком и управляемым объектом.

# ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЧЕЛОВЕКА С РОБОТОМ ИЛИ АВАТАРОМ

Устройства управления роботами, как правило, делят на три типа, которые будут представлены ниже. Они же, в свою очередь, делятся еще на 3 подгруппы каждая. И каждая из них имеет своё предназначение, свои отличия, свои достоинства и недостатки, компромиссом между которыми и достигается наилучшее функционирование конкретной мехатронной системы при конкретных условиях и наличии тех или иных специалистов и материальных средств.

Современные темпы развития антропоморфных робототехнических систем обусловлены тенденцией замены человека при выполнении потенциально опасного труда. Перед исследователями стоит ряд задач, решение которых позволит заменить человека в различных отраслях деятельности, включая аварийно-спасательные работы, космические миссии, работы в условиях радиации, во время пожаров, военных действий, природных катаклизмов. Одной из таких задач является задача управления роботом с высокой степенью точности выполнения целевых операций в недетерминированной среде.

Управление роботом осуществляется при помощи устройства управления, которое конструируется в зависимости от целей, задач и условий работы мехатронной системы. Существующие системы управления можно поделить на три основныхкласса, в зависимости от степени участия оператора

в процессе работы машины (Рисунок 1)

Рисунок 1 – Системы управления робототехническими комплексами 

Разрабатываемый в данной работе прототип представляет собой специальное устройство, который считывает положение пальцев оператора и сравнивает с управляемым роботом, при возникновении препятствий для выполнений команд оператора, он должен прочувствовать этот фактор благодаря воспроизведении сопротивления встроенными сервоприводами.

Данное устройство относится к категории копирующие биотехнические системы управления.

Это категория, в которой манипулятор робота в точности копирует движение руки оператора. Это довольно удобно, так как человек-оператор может находиться на достаточно большом расстоянии от зоны выполнения работ, где ему может угрожать как опасность самых низких уровней (обольёт водой), так и средних (попадет в глаза раствором), так и высокой, и смертельной (из-за аварии упадет какой-либо тяжелый агрегат). Также удобным фактором является то, что задачи можно выполнять с масштабированием (например, сантиметровое смещение руки оператора равно 5 см смещения манипулятора).

# 2 ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРИНЦИПИАЛЬНЫЯ СХЕМА перчатки

Принципиальная электрическая схема показана на рисунке 2.1. Устройство состоит из следующих функциональных частей:

* Датчики усилия, микро вибро мотор, сервоприводы, управляемые напрямую микроконтроллером (на данной схеме не указан, считается внешним элементом),
* Управляющего микроконтроллера DD2 ESP32-WROOM32E,
* Преобразователя интерфейса USB в UART DD4.
* Стабилизирующие цепи на стабилизаторах AMS1117 и LM7805

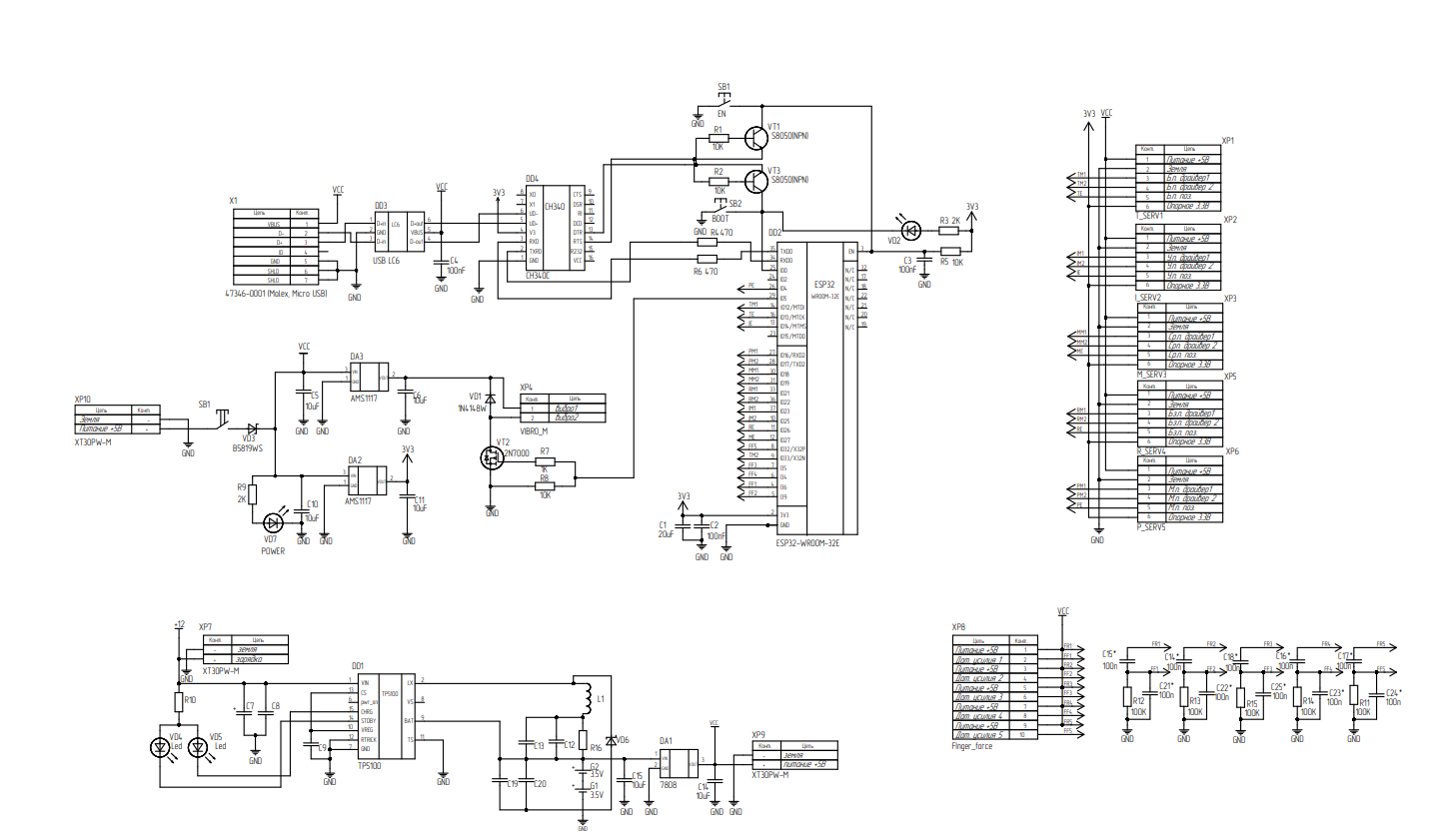


Рисунок 2.1 - Принципиальная перчатки с обратной тактильной связью

**Характеристики:**

Напряжения питания, В подаваемое на соединитель USB 5В, через круглый соединитель 7 – 12В

Выходной ток стабилизатора 3,3В 50 мА.

Память Кбайт Flash 32 за исключением 0,5 занятых загрузчиком SRAM 2EPROM 1 Тактовая частота 16 МГц.

Характеристики модуля BT340 повторяют характеристики Arduino Uno R3. Во многом они определены типом использованного МК.

BT340 имеет разветвленную схему питания, в которую входят следующие основные компоненты: гнезда DC2.1 и USBB-1J, микросхемы NCP1117ST50T3G и LM358, транзистор Q1, его тип SI2301DS. В DC2.1 вставляется штекер DJK-02A блока питания, центральный контакт – положительный полюс. Другое подключение питания происходит через USB разъем тип В. Через диод D1 питание поступает на микросхему NCP1117ST50T3G стабилизатор напряжения 5В. С его выхода поступает стабилизированное напряжение питания элементов схемы BT340. Микросхема LM358 анализирует уровень напряжение поступающего от лабораторного блока питания. Она работает так: если напряжение на входе + больше чем на входе – , то на выходе будет напряжение питания микросхемы, иначе на ее выходе напряжение равно нулю. Благодаря делителю напряжения на резисторах R14 и R15 при напряжении на контакте 1 диода 1N4007 более 6,6В на выходе LM358 будет 5В, иначе 0В.

Q1 SI2301DS – силовой Р-канальный MOSFET транзистор. Отпирающим для него является отрицательное относительно истока напряжение, приложенное к затвору и превышающее его пороговое. В Р-канальном транзисторе ток вытекает из стока в схему при приложенном отрицательном напряжении затвор-исток, сток соединен с отрицательным полюсом схемы. В состав транзистора входит диод. При открытом транзисторе ток протекает в обоих направлениях.

Если к BT340 подключен только внешний блок питания напряжением 9В. Тогда с выхода стабилизатора NCP1117ST50T3G в схему поступает 5В. Если модуль подключен только к USB порту, то ток питания течет через предохранитель RT и диод в корпусе транзистора Q1. Теперь представим ситуацию когда подключены блок питания и USB порт. На линии питания положительного напряжения присутствует 5В от стабилизатора. Ток от USB порта должен течь через диод, но на диоде происходит падение напряжения, а USB также содержит 5В. Поэтому, проходя через диод напряжение от USB снизится, а на линии уже присутствует 5В стабилизатора. Поэтому ток от USB течь не будет или скорее всего его величина будет очень малой – он может протекать только от большего к меньшему, но не наоборот. Так происходит автоматическое прекращение потребления энергии от USB порта при работе блока питания.

Если на контакте 1 диода 1N4007 напряжение снизится до уровня 6,5В или менее, то на выходе компаратора на МС LM358 напряжение станет равным нулю, транзистор Q1 откроется и напряжение питание схемы будет поступать на контакт разъема USB. Так как там 5В и питание USB тоже 5В, то заметный ток не будет протекать ни в каком направлении. Возможны небольшие токи в следствии невозможности обеспечить в двух приборах абсолютно идентичных уровней 5В. Поэтому руководствуясь принципом “береженного бог бережет” запрещается использовать блоки питания с выходным напряжением ниже 7В при одновременном подключении к USB.

Функция компаратора на МС LM358 – сформировать сигнал при снижении питания ниже критического. Это используется при питании устройства на базе BT340 от батарей. Если вместо блока питания готовое устройство питается от батарей, то необходимо следить за их разрядкой по уровню  выходного напряжения. В готовом устройстве нет подключения к ПК и соединитель USB можно использовать в своих целях. При разряде батарей напряжение снижается, компаратор определяя это открывает транзистор Q1 и на контакт питания соединителя порта USB поступает напряжение. Это используется для определения разряда батарей различными устройствами прибора.

Микросхема CH340G обеспечивает связь с ПК через порт USB. Для удобства программирования внешних устройств, через интерфейс RS232, на плате располагается разъем X1. Напряжение 3,3В обеспечивает стабилизатор U5 LM6206. К резистору R13 подключена кнопка сброс. С контактами МК интерфейса SPI соединен разъем для внутрисхемного программирования ICSP. Выводы МК подключены к соединителям находящимся по краям платы. Второй операционный усилитель входящий в микросхему LM358 обозначенный в схеме В ???? соединен с контактом 13 гнезда IOL. Он обеспечивает работу индикатора L и предохраняет выход МК от токовой нагрузки светодиода.

**Индикация.** Для отображения режима работы на плате BT340 расположены четыре светодиода: ON – включение питания, RX – передача данных, TX – передача данных, L – контакт 13.

Для работы модуля BT340 с ПК нужно установить драйвер под вашу ОС. Драйвер необходим для работы микросхемы CH340G. Она преобразует сигналы интерфейса USB в формат UART и обратно.