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 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Л.И. Ишметова .

(подпись) (И.О. Фамилия)

Рецензент \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А. Р. Насыбулин .

(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» «Unity».

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 Описательно технический раздел

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

* Датчики усилия, микровибро-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
* Модуль зарядки на микросхеме DD1 TP5100 и цепь питания

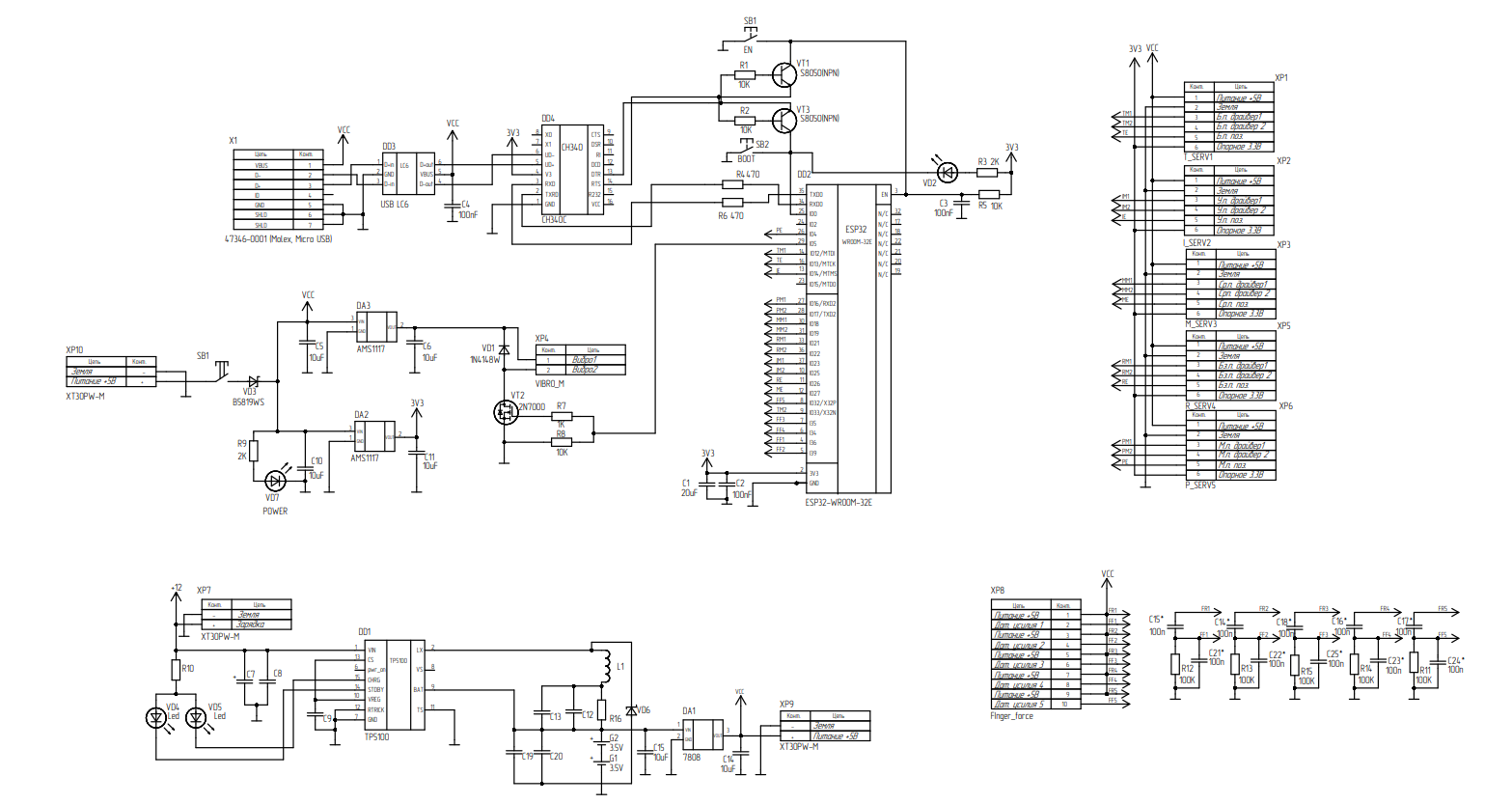


Рисунок 2.1 - Принципиальная перчатки с обратной тактильной связью

Датчики усилия выведены на проводах через разъем XP8 представляют из себя тензорезистор включенный в цепь делителя напряжения через резисторы R11-R15 и для стабилизации данных датчика добавлены керамические конденсаторы С14-С18 и С21-С25 они монтируются в плату по необходимости

Основой вибромодуля является плоский микровибро-мотор, подключаемый в цепь через провод разъёмом XP4. Мотор работает от напряжения 3.3В и под него выделена отдельная цепь питания который рассмотрим позднее. Параллельно мотору подключен защитный диод VD1.

Для управление вибрацией микроконтроллером мы используем н-канальный MOSFET транзистор VT2 который работает в режиме ключа. Для обеспечения работы транзистора используем токоограничивающий резистор R7 и для разрядки затвора транзистора резистор R8.

Основой данного проекта являются переработанные сервоприводы sg90. Они подключены через шлейф разъемами XP1-XP6. Они были пронумерованы индексами T, I, M, R, P в соответствии с английскими наименованиями пальцев, далее в описании выводов будет справедливо отнести их каждому из индексов символом «\*»

У них была выпаяна управляющая микросхема, таким образом мы подключаемся к драйверу мотора напрямую получая выводы \*M1 и \*M2.

Потенциометр сервопривода был изолирован из управляющей платы и получила выводы 3.3В и \*E.

Питание пальцевые сервоприводы получают с выводов VCC и GND

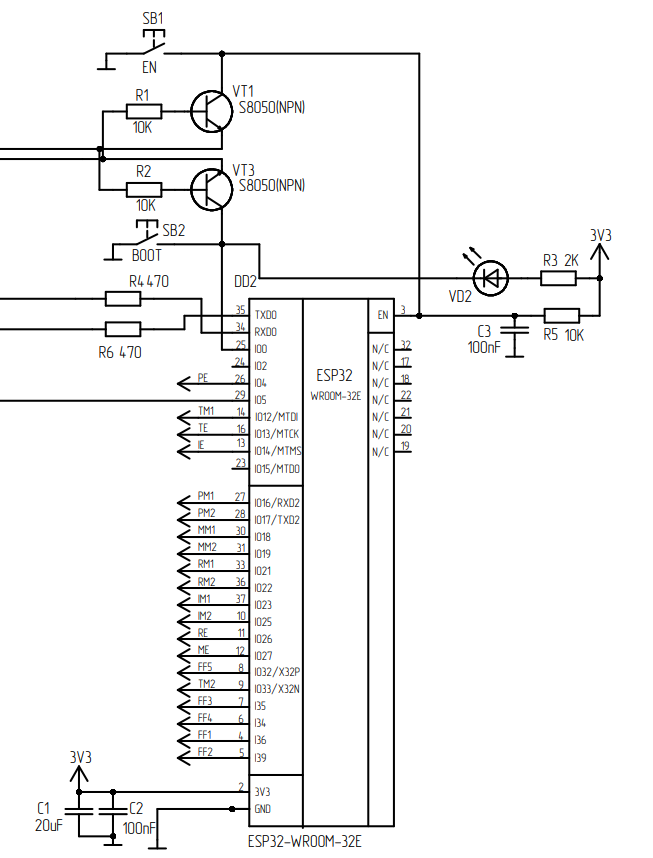


Рисунок 2.2 – принципиальная схема управляющего микроконтроллера

За логику работы и реализации функционала устройства отвечает центральный микроконтроллер DD2 ESP 32 - WROOM32E.

ESP32 представляет собой серию недорогих, маломощных [микроконтроллеров](https://en.wikipedia.org/wiki/System_on_a_chip) со встроенным [Wi-Fi](https://en.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi) и двухрежимным [Bluetooth](https://en.wikipedia.org/wiki/Bluetooth).

В серии ESP32 используется либо микропроцессор [Tensilica](https://en.wikipedia.org/wiki/Tensilica" \o "Тензилика) Xtensa LX6 как в двухъядерном, так и в [одноядерном](https://en.wikipedia.org/wiki/Single-core) исполнении, двухъядерный микропроцессор Xtensa LX7, либо [одноядерный](https://en.wikipedia.org/wiki/Single-core) [RISC-V](https://en.wikipedia.org/wiki/RISC-V) и включает встроенные антенные переключатели, [радиочастотный](https://en.wikipedia.org/wiki/Radio_frequency) [балун](https://en.wikipedia.org/wiki/Balun), усилитель мощности, малошумящий приемный усилитель, фильтры и модули управления питанием. ESP32 создан [Espressif Systems](https://en.wikipedia.org/wiki/Espressif_Systems" \o "Эспрессирующие системы), китайской компанией, базирующейся в Шанхае, и производится [TSMC](https://en.wikipedia.org/wiki/TSMC) по их 40-нм технологическому процессу.

Характеристики

* Процессоры:
  + Процессор: двухъядерный (или одноядерный) 32-разрядный микропроцессор Xtensa LX6, работающий на частоте 160 или 240 МГц и производящий до 600 [DMIPS](https://en.wikipedia.org/wiki/Dhrystone)
  + Сопроцессор со сверхнизким энергопотреблением (ULP)
* Оперативная память: 520 Кб ОЗУ, 448 КБ ПЗУ
* Беспроводное подключение:
  + Wi-Fi: [802.11](https://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11) b / g / n
  + Bluetooth: версии 4,2 с поддержкой EDR и BLE (совместно использует радио с Wi-Fi)

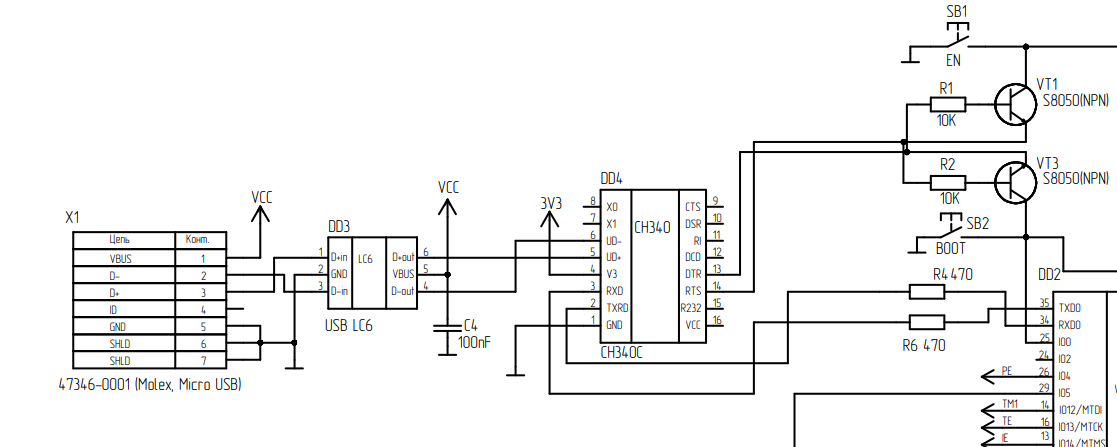
Питание микроконтроллера обеспечивается стабилизированным напряжением 3.3В. Для защиты от низкочастотных высокочастотных используем конденсаторы C1 и C2.

В качестве токоограничивающих резисторов на выводах последовательного интерфейса используем резистор R4 и R6.

Светодиод VD2 используется для индикации режима сброса, R3 в качестве токоограничения светодиода

Для ввода микроконтроллера в режим прошивки подтягиваем вывод IO0 к земле через тактовую кнопку SB2, для сброса микроконтроллера подтягиваем вывод EN к земле через кнопку SB1.

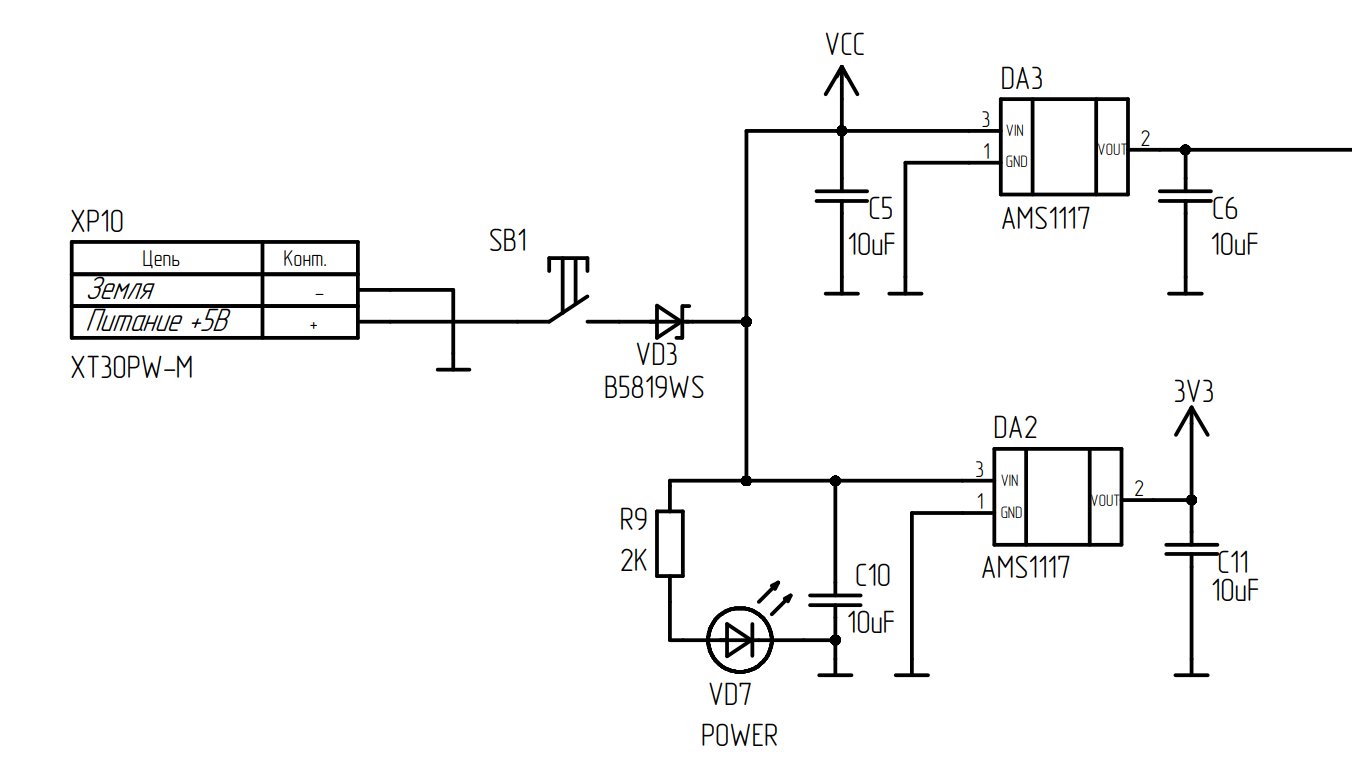
R5 и C3 для стабилизации работы процесса сброса

Рисунок 2.3 - Принципиальная схема преобразователя USB интерфейса в UART

DD4 CH340C - это микросхема-преобразователь шины USB, которая преобразует USB в последовательный порт или порт принтера. В режиме UART CH340 обеспечивает стандартные модемные сигналы, используемые для расширения последовательного порта для компьютеров или перехода непосредственно с обычного последовательного устройства на шину USB.

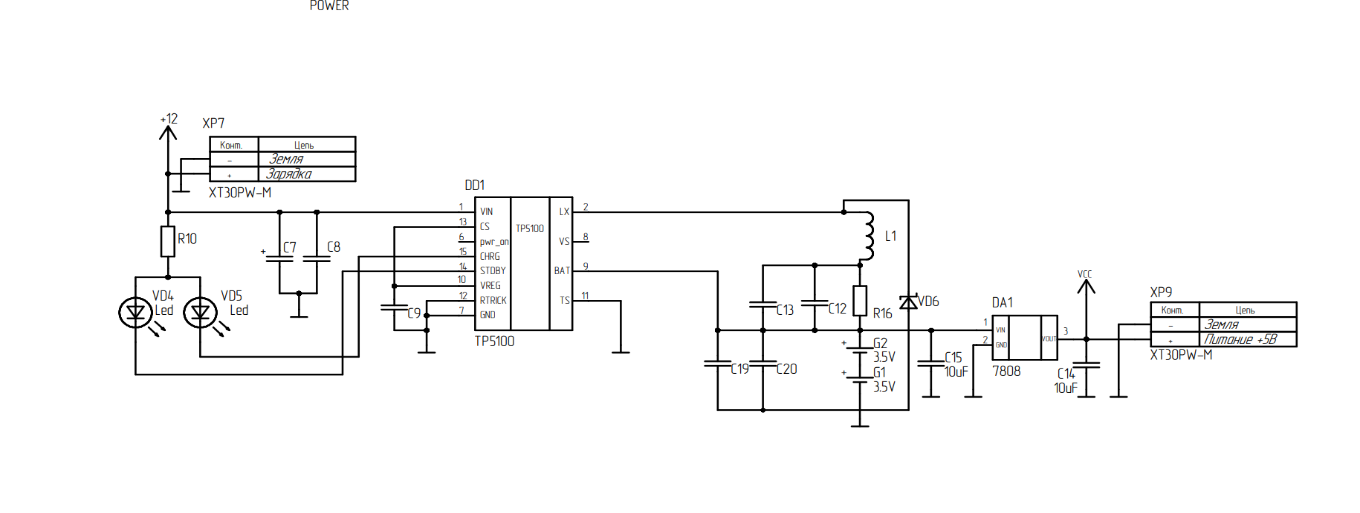
Цепь из транзисторов VT1 и VT3 служат для инициализации микросхемы DD4 с микроконтроллером. Резисторы R1 и R2 подключены к базам транзисторов для ограничения тока.

Для удобной прошивки устройства и связи с компьютером мы используем разъем Х1 micro USB. Для защиты прибора от воздействия статического электричества сигналы с разъема Х1 проходят через микросхему DD3 USB LC6 и конденсатор С4 для стабилизации.

Рисунок 2.4 - Принципиальная схема стабилизирующих цепей на стабилизаторах AMS1117

Питание 5В поступает на плату через разъем XP10. Для контроля мы используем кнопку SB1, он не монтируется на плате, а выведен за пределы корпуса проводами для легкого доступа. Диод шоттки VD3 B5819WS выполняет роль защиты от переполюсовки. Для индикации напряжения питания светодиод красного цвета VD7 и резистор R9 для его работы.

Стабилизаторы напряжения DA3 и DA2 представлены по класической схеме стабилизации от частотных помех с использованием конденсаторов C5 C6 C10 C11.

Рисунок 2.5 - Принципиальная схема цепи питания с модулем зарядки

Питание устройства обеспечивают два последовательно подключенных li-ion батареи G2 и G1

Характеристики

* Напряжение 3.5 В
* Емкость 2600 мАч
* Формфактор 18650

Батареи при последовательном соединении обеспечивают напряжение 8В, для преобразования этого значения до стабильных 5В используется стабилизатор DA1 LM7805

Для зарядки аккумуляторов был построен на базе микросхемы DD1 TP5100 - одна из наиболее широко используемых микросхем контроллера зарядки аккумулятора / BMS. Это простая и экономичная микросхема, предназначенная для портативных электронных устройств большой мощности. Одним из основных преимуществ микросхемы TP5100 является ее компактная и простая внешняя схема, для функционирования которой требуется всего несколько основных дополнительных компонентов.

Он имеет несколько функций безопасности для защиты аккумулятора и зарядного устройства от повреждений.

Обвязка микросхемы был выполнен согласно требованиям документации микросхемы TP5100