Введение

Актуальность данной работы заключается в росте популярности технологий беспроводной передачи зашифрованных данных. Таким образом предлагается прототип устройства, принимающего зашифрованную известным способом строку с помощью технологии Bluetooth и передающее в последовательный порт контролирующей машины дешифрованную строку.

В рамках данной работы было принято решение создать устройство минимально возможной, с точки зрения рационализма, степени интеграции. Из особенностей данного устройства можно отметить модульную структуру и совместимости с некоторыми модулями передачи данных по Bluetooth.

Цель работы – конструирование и изготовление устройства передачи данных по Bluetooth, собранного с низкой степенью интеграции, имеющее возможность подключения различных модулей передачи данных по Bluetooth, а также возможность передачи информации в последовательный порт компьютера с помощью протокола UART.

Методы исследований: при проведении исследований и разработки устройства применялись методы анализа на основе базовых положений теории цепей и основ аналогово-цифровой схемотехники, а также методы проектирования, основанные на использовании современных систем автоматизированного проектирования (САПР).

Научная и практическая новизна работы состоит в предложенном способе реализации устройства передачи данных по Bluetooth, а также решения сопутствующих проблем при реализации устройства модульной структуры.

Практическая ценность работы заключается в том, что в итоге работы получена рабочая установка передачи данных по Bluetooth, имеющее большой потенциал в сфере беспроводной передачи данных.

Результаты работы:

Создан макет рабочего устройства и комплект схемотехнической и конструкторско-технологической документации на него, которое выполняет заданные в техническом задании функции.

Результаты разработки представлены в виде комплекта конструкторско-технологической и схемотехнической документации:

* Технической задание на разработку устройства;
* Расширенное техническое задание;
* Структурная схема устройства (А3);
* Принципиальная схема устройства (А3);
* Перечень элементов
* Сборочный чертеж макета устройства (А3);
* Спецификация;
* Алгоритм работы устройства;
* Схема измерительного стенда (А3)
* Сравнение результатов эксперимента и моделирования (А3)

Структура и объем работы: работа состоит из n страниц, включает список основных понятий, введение, m глав, заключение, список используемых источников и перечень приложений.

Анализ устройств передачи данных по Bluetooth

В результате анализа существуюих решений была выявлена типовая структура устройства передачи данных по Bluetooth. Все схемы можно разделить на две группы:

* Устройства высокой степени интеграции (на борту присутствует антенна, чип, отвечающий за передачу данных, и центральный процессор, отвечающий за обработку этих данных). Чаще всего такие устройства имеют контакты расширения и являются программируемыми.
* Устройства низкой степени интеграции. В таких устройствах «мозги» устройства вынесены на отдельную плату. К которой подключается модуль беспроводной передачи данных. На рис. 1.2 представлена типовая схема устройств данного типа.

Рисунок 1.1 – Схема типичного устройства беспроводной передачи данных высокой степени интеграции.

Рисунок 1.2 – Схема типичного устройства беспроводной передачи данных низкой степени интеграции.

Однако, не смотря на разную схемотехнику устройства данных типов обладают одинаковым функционалом и принципом работы. Отличаются они только лишь модульностью, простотой обслуживания и стоимостью.

Рассмотрим работу данных схем. Модуль или чип, отвечающие за беспроводную передачу данных, связываются с мастер-устройством и устанавливают устойчивый канал передачи данных. Получив данные передают их по протоколу UART микроконтроллер, который как раз и обрабатывает полученные данные, согласно алгоритму, зашитым в него.

РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ

Согласно техническому заданию должно быть разработано устройство предачи данных по Bluetooth с использованием модуля беспроводной передачи данных.

В результате проведенного исследования существующих решений, был сделан вывод что разработанное устройство должно относиться к классу устройств с низкой степенью интеграции и модульной структурой. Это обосновано тем, что данный тип устройств является легко обслуживаемым и поддается починке. В то время как в устройствах с высокой степенью интеграции ремонт отдельных частей чаще всего не представляется возможным, в силу их сильной связности. Так же для обеспечения стабильной работы устройства необходим либо внешний источник постоянного напряжения на 3.3 В, либо схемотехническое решение. Было выбрано схемотехническое решение, так как в продаже таких источников электропитания мало, а передача 3.3 В от устройства слежения является непрактичным. Особенно если учитывать что источники питания 5 В являются более распространенными.

Таким образом в разработанном техническом задании были сделаны следующие требования к конструкции изделия:

* Напряжение питания 5 В (постоянное);
* Максимальный ток потребления 200 мА;
* Рабочий температурный диапазон -25…+55°С;
* Формат получения данных по UART c Bluetooth модуля: 8 – N – 1;
* Формат передачи данных по UART на устройство слежения: 8 – N – 1
* Скорость получения данных по UART c Bluetooth модуля: 7.680 Кбит/cек.
* Скорость передачи данных по UART на устройство слежения: 7.680 Кбит/cек.
* Питание должно осуществляться через стабилизатор напряжения (Выходное напржяение 3.3 В, максимальный ток нагрузки 200 мА, максимальное входное напряжение 6 В, рабочая температура – 40 … +125°С.);

Такая комбинация технических требований позволит создать устройство низкой степени интеграции и с модульной структурой, что удовлетворяет требованиям по ремонтопригодности.

Вывод

В данном разделе были синтезированны и обоснованы основные технические требования к разрабатываемому устройству. В результате синтеза получились требования, позволяющие разработать устройство низкой степени интеграции, которое будет легко обслуживаться и при необходимости ремонтопригодным.

Разработка структурной схемы устройства передачи данных по Bluetooth

Структурная схема была разработана согласно ГОСТ 2.701-84. В качестве среды разработки была выбрана программа «sPlan 7.0». Структурная схема устройства представлена на рис.3.1

Рисунок 3.1 – Схема электрическая структурная устрйоства передачи данных по Bluetooth

Устройство можно разделить на несколько основных частей:

* Стабилизатор напряжения;
* Модуль Bluetooth;
* Микроконтроллер;

Как видно из структурной схемы устройства передачи данных по Bluetooth. В конечном исполнении на плате устрйоства будет очень мало дополнительных компонентов, что снижает степень интеграции и повышает ремонтопригодность. Однако, дискретные аналоги стоят дороже, поэтому конечная версия устройства будет дороже аналогичного устройства с выской степенью интеграции, что не есть хорошо, однако преимущества перевещивают этот незначительный минус.

В качестве модуля Bluetooth выбран модуль CH-05. Который предстваляется собой мдуль управляемого устройства, который связывается с главным устройством, получается от него данные и передает по UART данные вычислительному процессору.

LDO регулятор напряжения TPS73033DBVT используется в качестве стабилизатора, он нужен для подачи напряжения микроконтроллеру, для стабильной и безопасной работы последнего.

В качестве микроконтроллера был выбран 32-битный микроконтроллер STM32F030C8T6. Причина выбора именно этого микроконтроллера заключается, помимо требований ТЗ, в наличии 2х UART, что позволяет отправлять на устройство наблюдения обработанные данные, получая зашифрованные данные с модуля Bluetooth.

Вывод

В данном разделе была разработана структурная схема устройства передачи данных по Bluetooth. Оформлена по ГОСТ 2.701-84 в пакете «sPlan 7.0». Были описаны причины использования именно такой структурной схемы. Упомянуты выбранные элементы на каждую позицию. Произведено описание работы устройства в контексте представленной структурной схемы устройства.

Разработка принципиальной схемы

Разработка принципиальной схемы устройства регулировки температуры

Принципиальная схема устрйоства была разработана согласно ГОСТ 2.701-84 на основе структурной схемы (рис. 3.1). В качестве среды разработки был выбран программный пакет «sPlan 7.0».

Принципиальная схема устрйоства передачи данных по Bluetooth представлена на рис 4.1

Рисунок 4.1 – Схема эелктрическая принципиальная устрйоства передачи данных по Bluettoth

Рассмотрим принцип работы приведенной схемы. Начнем с обеспечения электрической энергией всю схему. Устройство питается от вывода 1 выхода XS3, который является выходом к последовательному порту сканирующего устройства. Напряжение 5 вольт с этого вывода поступает на LDO регулятор напряжения, вследствие чего на его выходе OUT формируется 3.3 В, что достаточно для питания микроконтроллера. Модуль Bluetooth потребляет электроэнергию непосредственно из последовательного порта сканирующего устройства, как и регулятор напряжения. Это обусловлено тем, что модуль Bluetooth снабжен собственным регулятором напряжения, что позволяет оному питаться независимо от регулятора напряжения на плате вычислительного модуля.

После обеспечения напряжением всех узлов системы устройство выходит на рбочий режим. Микроконтроллер получается данные с последовательному порта Bluetooth модуля, которому соответсвует разъем XS1. Затем обрабатывает их и предает сканирующему устройству по UART, чему соответсвует разъем XS3.

Выход XS2 предназначен для программирования микроконтроллера.

Для обеспечения корректной работы всей переферии микроконтроллера не обходимо схемотехнически решить пробелму возникновения помех от работы самого микроконтроллера. Для этого используются конденскаторы C3, C4, C6, C8, которые представляют собой фильтры низких частот, что качественно сказывается на количестве помех выбрасываемыми микроконтроллером на линию питания. Индуктивность L1 служит для индуктивного разъединения питания цифровой части микроконтроллера и аналоговой. В схеме не используются возможности микроконтроллера по считыванию аналогового напряжения, однакое эта развязка рекомендуется документацией на микроконтроллер.

Так же в соотвествии с документацией на регулятор с малым поадением напряжения появляется необходимость в конденсаторах C1, C2, C5.

Для того чтобы микроконтроллер корректно работал вывод RESET необходимо подключить к земле через конденсатор, для того чтобы на вывод в обрыве не наводились дополнительные помехи от работы всех устрйоств на плате, что неизбежно приводило бы к перезагрузке самого микрокотроллера.

Также процесс обработки данных сигнализируется свечением светодиода: начало соответвествует началу свечения, конец соотвествует затуханию. Таким образом, для обеспечения данного функционала необходимо поставить транзистор, который будет работать в ключевом режиме: при подаче на его базу высокого напряжения он будет закрываться, а при подаче низкого напряжения будет открываться и как следствие зажигаться сигнальный светодиод. Для корректной работы этой схемы необходимо поставить резистор R5, который обладает номинальным сопротивлением в 100Ком.

Резисторы R1, R2, R3, R4 нужны для улучшения частотных характеристик линий передачи информации. Помимо этого, они так же являются перемычками, обеспечивающими возможность однослойной топологии печатной платы.

Обоснование выбора элементной базы

В качестве стабилизатора напряжения был выбран LDO регулятор TPS73033DBVT. Внешний вид и цоколевка данного регулятора напряжения представлена на рис. 4.2

Рисунок 4.2 – Внешний вид и цоколевка стабилизатора напржяения.

Как описывалось ранее стабилизатор напряжения нужен для обеспечения требуемого микроконтроллером напряжения.

Конденсаторы в схеме нужны для подавления помех на тех или иных устройствах. В качестве конденсатора для погашения помех на линии питания (С1), конденсатора для подавления помех наводимых на микроконтроллер (С4) и для подавления помех, наводимых работой микроконтроллера (С5, С6) был выбран керамический GRM219F51H104Z номиналом 0.1 мкФ и рабочим напряжением 50 В. В качестве конденсаторов для подавления помех наводимых стабилизатором напряжения (С2) и для подавления помех от индуктивной нагрузки – вентилятора (С3) был выбран керамический GRM21BR61C106K номиналом 10 мкФ и рабочим напряжением 16 В.

Внешний вид и цоколевка конденсаторов представлены на рис. 3.3 [k].

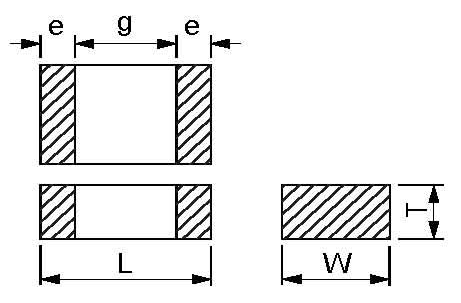


Рисунок 3.3 - Внешний вид конденсатора GRM [k].

Конденсаторы серии GRM имеют превосходные импульсные характеристки и малый уровень собственных шумов благодаря низкому импедансу на высоких частотах, предназначены для работы в электрических цепях постоянного, переменного и пульсирующего тока, а также в импульсных режимах.

Основные технические характеристики конденсатора GRM:

- номинальная емкость:

С1, С4, С5, С6: 0.1 мкФ;

С2, С3: 10 мкФ.

- допускаемые отклонения:

С1, С4, С5, С6: +80, -20%;

С2, С3: ±10%.

- рабочее напряжение:

С1, С4, С5, С6: 50В;

С2, С3: 16В.

Индуктивность требуется для индуктивного разъединения питание цифровой части микроконтроллера и аналоговой. Выбрана LQM21FN100N номиналом 10 мкГн. Внешний вид индуктивности LQM21FN100N представлены на рис. 3.6 [5].

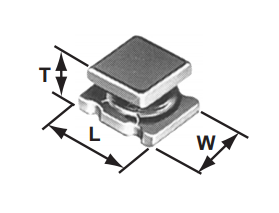


Рисунок 3.6 - Внешний вид индуктивности LQM21FN100N. [5]

Основные технические характеристики индуктивности LQM21FN100N:

- номинал: 10 мкГн;

- допускаемые отклонение: 30%.

В качестве резистора, задающего ток в базе транзистора VT1 был выбран P1-12, номиналом 100кОм (расчет номинала приведен в обосновании выбора транзистора VT1). В качестве резисторов, служащих частотных характеристик (R1, R2, R3, R4), выбран Р1-12 номиналом 220 Ом, мощностью 0,125 Вт. Внешний резисторов представлен на рис. 3.8 [7].

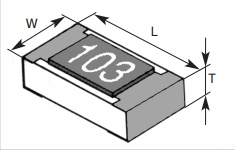


Рисунок 3.8 - Внешний вид и цоколевка резистора Р1-12 [7]

Бескорпусные толстопленочные резисторы предназначены для работы в цепях постоянного, переменного и импульсного тока. Используются для поверхностного монтажа.

Основные технические характеристики резисторов:

- номинальное сопротивление

R1, R2, R3, R4: 220 Ом;

R5: 100кОм

- точность: 10%;

- номинальная мощность: 0.125 Вт

В качестве кнопки был выбрана тактовая KLS7-TS6604-4.3-180. Внешний вид и цоколевка кнопки тактовой KLS7-TS6604-4.3-180 представлены на рис. 3.10 [9].

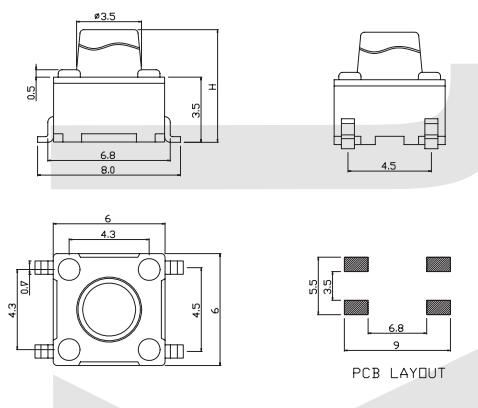


Рисунок 3.10 - Внешний вид и цоколевка кнопки тактовой KLS7-TS6604-4.3-180. Все размеры указаны для справки. [9]

Основные технические характеристики кнопки тактовой KLS7-TS6604-4.3-180:

- рабочее напряжение: 12 В;

- рабочий ток: 0,05 А.

В качестве разъемов (XS1 - XS5) были выбраны штыревые вилки типа PLS-2 с различным количеством выводов. Внешний вид и цоколевка штыревой вилки типа PLS-2 представлены на рис. 3.12 [11].

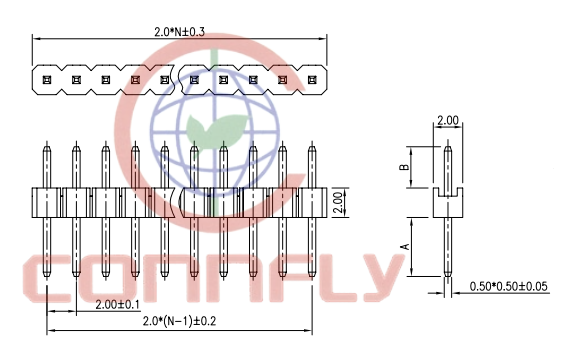


Рисунок 3.12 - Внешний вид и цоколевка аудио штекера KLS1-PLG-002A-3.5-G. Все размеры указаны для справки. [11]

В качестве транзистора (VT1) был выбран биполярный pnp транзистор BC587BMTF. Внешний вид и цоколевка транзистора представлены на рис. 4.11 [10].

Рисунок 4.11 – Внешний вид и цоколвка транзисторов BC587BMTF

Основные технические характеристики транзисторов BC857BMTF:

* Структура: pnp;
* Что-то еще

Расчет

В качестве светодиода (HL1) был выбран зеленый BL-LS1311PGC-3. Внешний вид и цоколевка светодиода приведены на рис. 4.12 [222].

Рисунок 4.12 Внешний вид и цоколевка светодиода BL-LS1311PGC-3

Технические характеристики:

* Какие-то технические характеристики

В качестве микроконтроллера был выбран 32-битный мкроконтроллер STM32F030C8T6. Цоколевка и внешний вид микроконтроллера приведены на рис 4.13 [1234].

Рисунок 4.13 – Внешний вид и цоколевка 32-битного микроконтроллера STM32F030C8T6

Технические характеристики выбранного микроконтроллера:\

* Че-то

Выводы

В данном разделе была разработана схема электрическая принципиальная, при помощи программного пакета «sPlan 7.0». Рассмотрен схемотехнический прницип работы устрйоства. Произведено обоснование использования тех или иных элементов. Также тут написано что ты сосал, это правда?

Таким образом результатом являются:

1. Чертеж схемы Электрической принципиальной Э3;
2. Перечень элементов;
3. Ты сосал;

Проектирование и изготовление печатной платы

Проектирование топологие печатной платы.

Исходя из принципиальной схемы, представленной в п. 4.1 была выполнена трассировка печатной платы. В качестве среды разработки был выбран программный пакет «Alium Designer» [12], результат придставлен на рис. 5.1.

Рисунок 5.1 – общий вид трассировки Печатной платы в пакете «Altium designer»

При трассировке печатной платы основными целями были: компактность изделия, простота изготовления и минимальная длина дорожек передачи данных. Получилась двухсторонняя печатная плата габаритами 42.5 х 60.

Толщина медных дороже варируется от 0.15 до 0.75 мм, расстояние между печатными проводниками печатной платы не менее 0.15 мм, гарантийный поясок контактной площадки печатной платы не менее 0.05 мм, что соответствует 4 классу точности.

На рис. 5.2 и рис 5.3 представлены шаблоны для верхнего и нижнего слоев печатной платы соответственно. Для уменяшения степени рассеивания света было принято решение сделать шаблоны многолслойными. Также для более четкого рисунка необходимо располагать пленку шершавой сторой к наклеянному фоторезисту.

Изготовление печатной платы

Для изготовления печатной платы 4-го класса точности было принято наложить фотошаблоны друг на друга, для улучшения контрастности рисунка, полученного путем засвечивания поверхности наклеянного фоторезиста через шаблон топологии печатной платы.

Печатная плата была изгтовлена химическим негативным методом в лаборатории кафыедры ИУ4 МГТУ им. Н. Э. Баумана. Из стеклотекстолита СФ-2-50 1.5 ГОСТ 10316-78 толщиной 0,5 мм ножницами по металлу была вырезана заготовка габаритными размерами примерно 45 х 70 мм. Поверхность обрабатывалась шкуркой шлифовальной бумажной ГОСТ 6456-82H-3 по ГОСТ 3647—80.Химическая подготовка поверхности состояла из обработки Пемолюкс ТУ 2383-022-89589540-2009 и Миф ТУ 2383-088-00204300-2006. На очищенную поверхность наклеивался сухой пленочный фоторезист Ordyl ALPHA. Производилось ламинирование. Затем заготовка помещалась вместе с фотошаблоном, представленным на рис. 5.2, в установку для экспонирования на 5 секунд для каждой стороны. Лишний фоторезист травился в 2% растворе кальцинированной соды. Травление меди происходило в растворе на основе перекиси водорода, лимонной кислоты и соли. Оставшийся фоторезист удалялся с меди ацетоном ГОСТ 2768-85. Сверление печатной платы проводилось на сверлильном станке.

Выводы:

В данном разделе была произведена разработка топологии печатной платы в соотвтетсвии с принципиальной схемой указанной на рис 4.1. Так же было обосновано то или иное технологическое решение при разработке топологии печатной платы. Было приведено описание технологических и схемотехнических решений, прямым образом влияющих на работу устрйоства. Таких как расстояние от помехогенерирующих выводов до фильтрующих конденсаторов, необходимость в малой длине сигнальных проводников.

Также в соответствии с разработанной топологией печатной платы был изкотовлен шаблон. Был объяснены способ и технология изгтовления шаблона для печатных плат, класс точности которых выше или равняется четвертому. Так же была изготовлена сама печатная плата химическим негативным методом.

Результатом данного раздела являются:

* Gerber-файлы отверстий и проводящего рисунка;
* Фотошаблон проводящего рисунка верхнего слоя печатной платы;
* Фотошаблон проводящего рисунка ниженго слоя печатной платы;
* Прототип печатной платы, изготовленный химическим негативным методом;

Разработка сборочного чертежа устройства передачи данных по Bluetooth

На основе топологии печатной платы, разработанной в п. 5 был разработан сборочный чертеж печатной платы. На нем указана информация, необходимая для сборки платы. На рис. 6.1 представляена часть сборочного чертежа, где показано расположение всех элементов на устройстве, а также их обозначение в соотвтествии с принциаиальной схемой (рис. 4.1). Печатные проводники условно не показаны. Неуказанные предельные отклонения размеров ±IT12/2.

Рисунок 6.1 – Часть сборочного чертежа печатной платы устройства передачи данных по Bluetooth

Пайку выводов стоит производить ПОС-61 ГОСТ 21930-70 согласно ГОСТ 23592-96. Допускается применение импортного припоя с аналогичными характеристиками.

Пайку устройства стоит проводить в следующем порядке:

1. конденсаторы;
2. резисторы;
3. индуктивности;
4. транзистор;
5. микросхемы;
6. кнопки;
7. разъемы;
8. светодиоды.

После сборки устройство промыть в ультразвуковой очистительной ванне со спирто-бензиновой смесью ГОСТ 18300-87.

Контроль паянных соединений проводить визуально-оптическим методом по ГОСТ 24715-81.

Остальные технические требования по ОСТ 4 Г0.070.14-75.

Вывод

В данном разделе был разработан технологический маршрут сборки устройства. Был разработан сборочный чертеж в соответствии с короторым должна производиться сборка прототипа устройтсва. Была указана методика осуществления контроля паяных соединений.

Таким образом, результатом разделается является пакет конструкторской докуменции на сборку макета устройства, в который входят:

* Сборочный чертеж устройства передачи данных по Bluetooth;
* Спецификация.

Сборка устройства передачи данных по Bluetooth

В серийном производстве подобную двустороннюю плату рекомендуется изкотавливать химическим негативным методом.

Химический негативный метод изготовления двусторонних печатных плат состоит из следующих этапов:

1. Раскройка материала на загтовка;
2. сверление отверстий;
3. подготовка поверхности;
4. нанесение фоторезиста;
5. экспонирование;
6. проявление схемы;
7. травление.

При лужении и пайке в качестве использовался паяльный жир нейтральный (канифольно-стеариновый) ГОСТ 19250-73 и в качестве припоя ПОС-61 ГОСТ 21930-76. Пайка проводилась согласно ГОСТ 23592-96 в порядке, указанном в пункте 6. Очистка платы проводилась ацетоном ГОСТ 2768-85.

Внешний вид готового макега устройства перадачи данных по Bluetooth представлен на рис. 7.1:

Рисунок 7.1 – Собранный макет устройства передачи данных по Bluetooth.

Вывод

В данном разделе был указан алгоритм изгтовления печатной платы устройства передачи данных по Bluetooth. Указаны средства, используемые при лужении платы и пайки компонентов. Так же был приведен вид собранного макета устройства передачи данный по Bluetooth/

Таким образом, результатом раздела явлется готовый макет конструируемого устройства.

Разработка программного обеспечения

Бля чето тут надо написать а то сосалово

Экспериментальное исследование

Бля ну тут тоже надо чето хуйнуть а то совсем грустно(

Моделирование  
