

На схеме изображено:

- Users – пользователи, подключаемые к брокеру;
- MQTT broker – сервер, хранящий приходящие команды от пользователей;
- ESP8266 – система на базе кристалла с радио модулем;
- Frequency converter – преобразователь частоты;
- Asynchronous motor – асинхронный двигатель.

По нашим предположениям такая система сможет найти ряд применений в различных сферах жизни, так как она универсальна и способна реализовать комфортное управление преобразователем частоты. В ходе дальнейшей работы над проектом планируется выполнить стендовые исследования удаленного управления преобразователем частоты, а также произвести пробный запуск данной системы управления.

Л и т е р а т у р а

1. Преобразователи частоты «СИРИУС». – URL: <https://isup.ru/articles/47/18131/> (дата обращения: 17.03.2023).
2. Espressif-idf. – URL: <https://docs.espressif.com/projects/esp8266-rtos-sdk/en/latest/get-started/index.html> (дата обращения: 17.03.2023).
3. Беспроводной протокол MQTT. – URL: <https://mqtt.org/> (дата обращения: 17.03.2023).

УДК 621.382

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ БЕСКЛЮЧЕВОГО ДОСТУПА

Л. А. Захаренко, В. А. Карпов, Е. Д. Цикунов, В. В. Змиевский

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Представлены результаты работы по разработке системы бесключевого доступа, в результате которой были разработаны схемы электрические принципиальные с применением приемопередатчика CC2500 и программное обеспечение для микроконтроллеров PIC18F25K80.

Ключевые слова: бесключевой доступ, приемопередатчик CC2500, микроконтроллер PIC18F25K80, диалоговое кодирование, симметричное шифрование, SHA-256.

DEVELOPMENT OF A KEYLESS ACCESS SYSTEM

L. A. Zakharanka, U. A. Karpau, E. D. Tsykunou, V. V. Zmieski

Sukhoi State Technical University Gomel, the Republic of Belarus

The article presents the results of the work on the development of a keyless access system, as a result of which electrical circuit diagrams were developed using the CC2500 transceiver and software for PIC18F25K80 microcontrollers.

Keywords: keyless access, CC2500 transceiver, PIC18F25K80 microcontroller, dialog coding, symmetric encryption, SHA-256.

Целью настоящей разработки является создание системы бесключевого доступа, предназначенной для контроля и ограничения доступа в автомобилях МАЗ.

Изделие состоит из пульта дистанционного управления ПДУ (2 шт.), блока управления (БУ) и внешней антенны. Система бесключевого доступа обеспечивает дистанционную блокировку и разблокировку замков дверей автомобиля при нажатии соответствующих кнопок на ПДУ;

Основные технические параметры и характеристики:

– изделие (БУ) должно обеспечивать выдачу команд по CAN интерфейсу на блокировку и разблокировку замков дверей автомобиля при нажатии соответствующих кнопок на ПДУ;

– время срабатывания – не более 1 с;

– БУ и ПДУ должны обеспечивать устойчивую связь на расстоянии не менее 5 м;

– полоса радиочастот по ERC/REC 70-03: 2400,0-2483,5 МГц;

– электропитание БУ должно осуществляться от источника питания постоянного тока с номинальным напряжением 24 В;

– блок управления должен нормально функционировать в пределах изменения напряжения от 18 до 32 В;

– потребляемая мощность БУ при номинальном напряжении должна быть не более 2 Вт;

– электропитание пульта дистанционного управления должно осуществляться от источника питания постоянного тока CR2032 с номинальным напряжением 3 В;

– ток потребления пульта дистанционного управления при номинальном напряжении должна быть не более 5мкА в режиме ожидания;

– изделие должно быть выполнено в общеклиматическом исполнении О2 по ГОСТ 15150-69;

– изделие должно быть работоспособным при температуре окружающей среды от -40°C до $+55^{\circ}\text{C}$;

– изделие должно сохранять работоспособность после пребывания в нерабочем состоянии при температуре от -60°C до $+65^{\circ}\text{C}$.

В ходе выполнения работ были разработаны схемы электрические принципиальные БУ и ПДУ с применением микроконтроллера со встроенным CAN модулем PIC18F25K80 и приемопередатчика с низким потреблением CC2500.

Приемопередатчик CC2500 является недорогим и полностью однокристальным устройством для частоты 2,4 ГГц, разработанным для маломощных беспроводных приложений с очень низким энергопотреблением. Его схемотехника предназначена для применения в диапазонах ISM (Industrial, Scientific and Medical – промышленные, научные и медицинские) и SRD (Short Range Device – устройства ближней связи) на частотах 2400 – 2483,5 МГц.

Данный радиоприемопередатчик интегрирован с гибко конфигурируемым модемом основной частоты связи. Модем поддерживает различные виды модуляции и имеет конфигурируемую скорость данных до 500 бит/с.

Основные рабочие параметры и 64-байтные FIFO-буферы приема/передачи CC2500 могут управляться при помощи интерфейса SPI. В типичной системе CC2500 используется вместе с микроконтроллером и несколькими дополнительными пассивными элементами.

Основные параметры приемопередатчика CC2500:

1) диапазон частот: 2400 – 2483,5 МГц;

2) высокая чувствительность: -101 дБм на 10 Кбит/с, 1%-й уровень ошибок пакета;

3) программируемая скорость данных до 500 Кбит/с;

4) низкое энергопотребление: 13,3 мА в режиме RX, 250 Кбит/с, входной уровень 30 дБ выше порога чувствительности;

5) программируемая выходная мощность до 0 дБм;

На рис. 1 изображена схема включения трансивера CC2500.

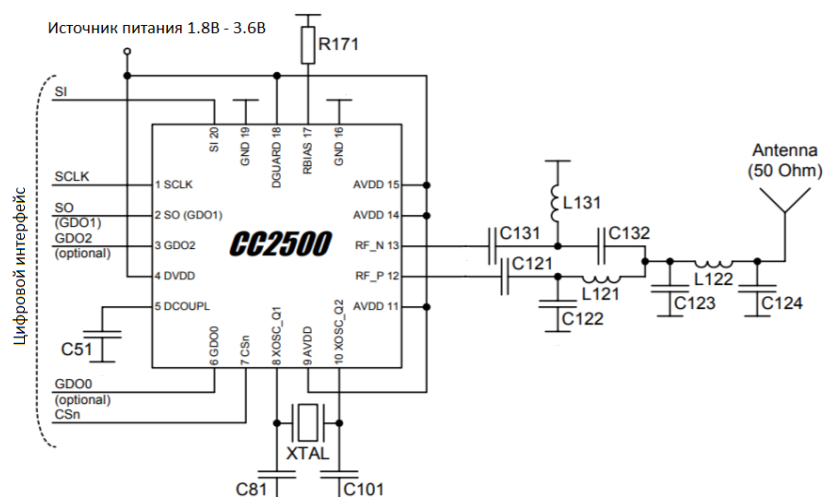


Рис. 1. Схема приемопередатчика CC2500

Для реализации алгоритма работы системы было разработано программное обеспечение для микроконтроллеров ПДУ и БУ. Блок-схема алгоритма работы программы представлена на рис. 2.

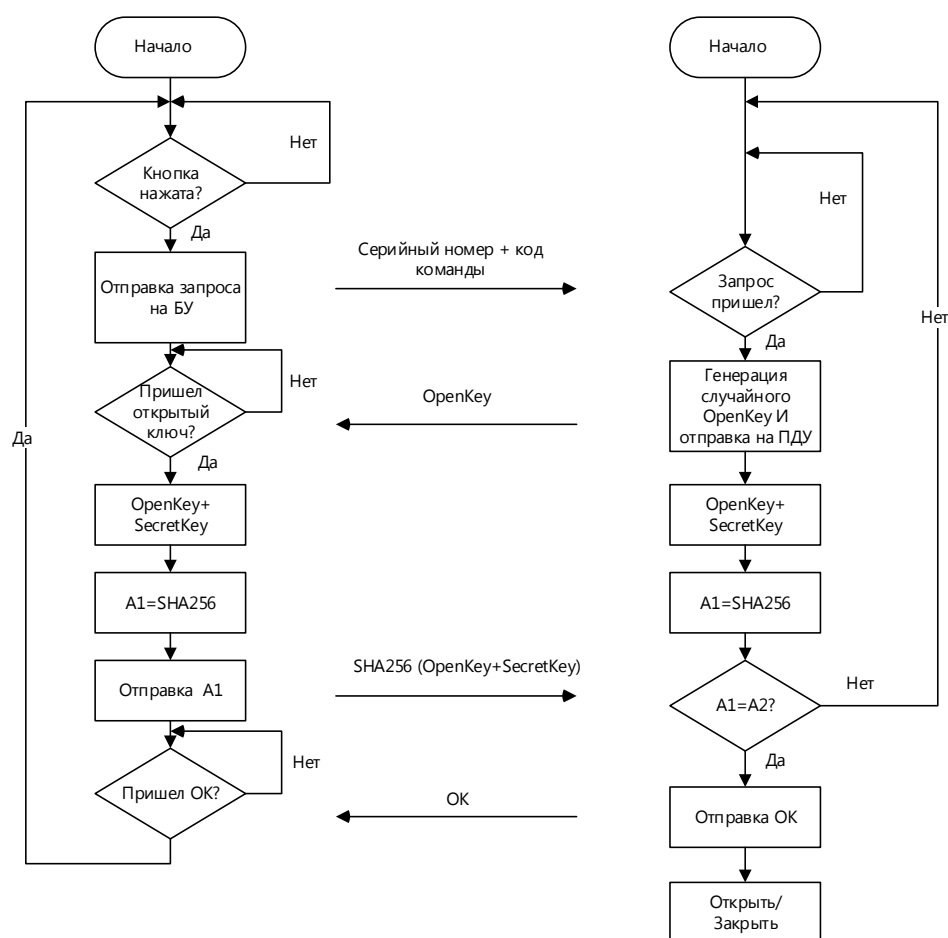


Рис. 2. Блок-схема алгоритма работы программы

Описание алгоритма работы программы:

- при нажатии соответствующей кнопки на ПДУ, ПДУ отправляет запрос на БУ. Запрос содержит Серийный номер изделия и Код команды (Блокировать/Разблокировать);
- БУ при получении запроса проверяет Серийный номер;
- при совпадении серийного номера ПДУ и БУ, БУ генерирует случайным образом, Открытый ключ (OpenKey) размером 16 байт, и отправляет его на ПДУ;
- БУ после отправки Открытого ключа дополняет его Секретным ключом (SecretKey) размером 32 байта и рассчитывает хеш – функцию SHA-256 (256 бит 32 байта);
- ПДУ, получив Открытый ключ, дополняет его Секретным ключом размером 32 байта и рассчитывает хеш – функцию SHA-256 (256 бит 32байта), которую отправляет на БУ;
- БУ при получении значения хеш-функции от ПДУ, проверяет полученное значение хеш-функции с рассчитанным, и при совпадении выполняет полученную команду (отправляет по CAN интерфейсу команду).

По разработанной конструкторской документации была изготовлена опытная партия и проведены приемочные испытания, которые показали правильность принятых решений. В настоящее время готовится серийный выпуск данного изделия.

УДК 621.382.33

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА «ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ РАДИАТОРА ТЕПЛОАГРУЖЕННОГО ЭЛЕМЕНТА»

Л. А. Захаренко, О. М. Ростокينا

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Представлены результаты работы по разработке лабораторного стенда «Проектирование и расчет радиатора теплонагруженного элемента» для экспериментальной проверки расчетов теплового режима работы полупроводниковых приборов.

Ключевые слова: охлаждение электронной аппаратуры, расчет радиаторов полупроводниковых приборов.

DEVELOPMENT OF A LABORATORY STAND "DESIGN AND CALCULATION OF A RADIATOR OF A HEAT-LOADED ELEMENT"

L. A. Zakharanka, V. M. Rastokina

Sukhoi State Technical University Gomel, the Republic of Belarus

The results of the work on the development of the laboratory stand "Design and calculation of the radiator of the heat-loaded element" for the experimental verification of the calculations of the thermal mode of operation of semiconductor devices are presented.

Keywords: cooling of electronic equipment, calculation of radiators of semiconductor devices.