

УДК 621.313

В.С. ФЕДОРИНОВ, студент гр. 5А8Ж (ТПУ)
Научный руководитель А.С. КАРАКУЛОВ, к.т.н., доцент (ТПУ)
г. Томск

**ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНАЯ ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ ВО
ВСТРАИВАЕМЫХ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМАХ
УПРАВЛЕНИЯ**

В настоящее время для обеспечения связи между устройствами во встраиваемых микропроцессорных системах управления широко используются последовательные интерфейсы, обеспечивающие высокую надежность и простоту подключения [1]. Важной составляющей процесса передачи данных и сигналов управления является помехозащищенность интерфейса [2]. Поэтому обеспечение настройки устойчивого к помехам последовательного интерфейса для передачи сигналов и данных является ключевым навыком embedded-разработчика (англ. разработчика встраиваемых систем).

Рассмотрим возможность применения последовательного интерфейса для обеспечения связи между устройствами на примере автоматического экстрактора крови. Экстрактор предназначен для автоматизированного получения различных компонентов крови в системе полимерных контейнеров после первичного и вторичного центрифугирования. Этап сборки и готовое устройство представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 Экстрактор крови

В рамках данного проекта поставлена задача обеспечения передачи данных между SoC (англ. система на чипе) Broadcom BCM2711 в составе одноплатного компьютера Raspberry Pi 4 Model B, и микроконтроллера ATmega2560 в составе аппаратной платформы Arduino Mega. Raspberry Pi обеспечивает взаимодействие пользователя с экстрактором посредством графического и сенсорного интерфейса. Arduino Mega выполняет сбор информации с датчиков и подачу сигналов на исполнительные механизмы (электромагнитные клапана и шаговый двигатель). Схема электрическая общая представлена на рисунке 2.

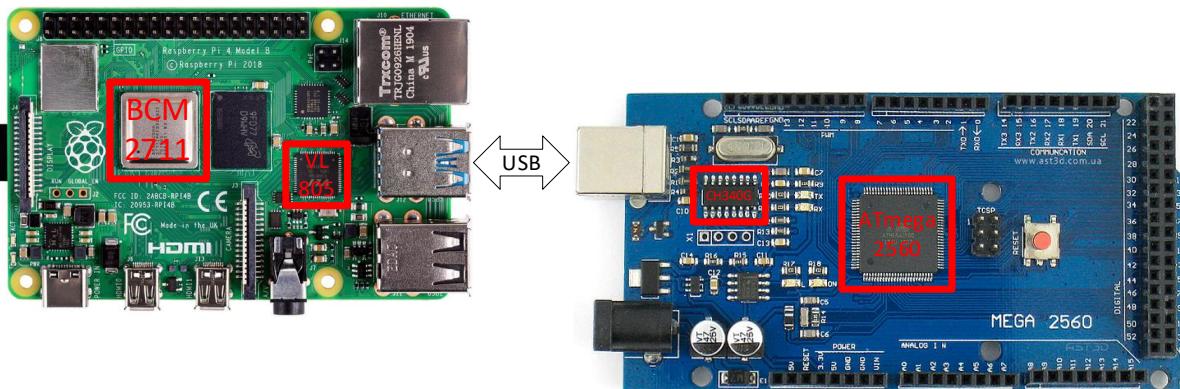


Рисунок 2 Схема электрическая общая

Перечислим основные элементы участвующие в обмене данными:

- BCM2711 связанный по PCI Express шине с хост-контроллером USB VL805, позволяющему BCM2711 взаимодействовать с USB-устройствами;
- кабель USB, обеспечивающий связь VL805 с USB-UART преобразователем CH340;
- CH340 обменивается данными по интерфейсу UART с ATmega2560.

Режимы работы приемо-передающих устройств, следующие:

- ATmega2560 с аппаратным UART имеет возможность организовать двустороннюю передачу данных (полный дуплекс) [3];
- PCI Express шина BCM2711 и VL805 также работает в дуплексном режиме передачи данных;
- CH340 соответствует спецификации USB версии 2.0 [4], использующей одну дифференциальную полудуплексную линию связи для обмена данными.

В качестве операционной системы на Raspberry Pi использовался Linux-дистрибутив «Raspberry Pi OS». С помощью структуры «termios» терминала «POSIX» была осуществлена настройка драйвера последовательного порта, основные параметры которого:

- скорость чтения и записи 115200 бод;
- отключение бита четности;
- блокирующий режим чтения;
- считываем за раз 8 байт;
- сброс чтения через 0.1 сек.

Алгоритм работы драйвера последовательного порта, соответствующий вышеперечисленным параметрам представлен на рисунке 3.

Программирование ATmega2560 осуществлялось на языке C++, с помощью класса «Serial» настраивался UART для чтения и записи, настройки которых соответствуют последовательному порту Raspberry Pi.

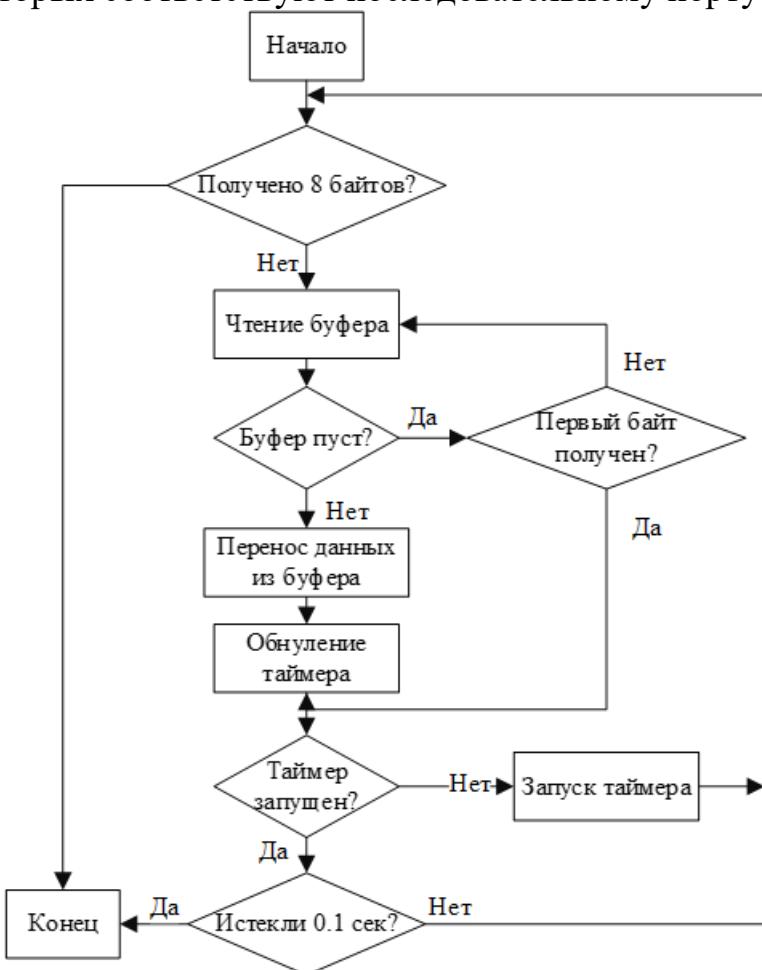


Рисунок 3 Блокирующее чтение драйвера последовательного порта

Был реализован следующий протокол передачи данных:

- BCM2711 формирует и отправляет пакет данных размером в один байт, после чего переходит в режим ожидания;

**IV Всероссийская молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
18-20 ноября 2021 года**

313-4

- ATmega2560 принимает и обрабатывает полученные данные в соответствии с алгоритмом работы устройства, формирует и отправляет 8 однобайтовых пакетов;

- BCM2711 принимает и обрабатывает полученный блок данных в соответствии с алгоритмом работы экстрактора.

Произведенная отладка и дальнейшая работа системы продемонстрировала хорошие показатели устойчивости к помехам, возникающим в результате работы исполнительных механизмов и импульсных блоков питания. Исследования подтвердили возможность использования последовательного интерфейса во встраиваемых микропроцессорных системах управления.

Организованный двусторонний обмен данными между двумя микроконтроллерами позволяет передавать данные на расстояния в пределах одного устройства, с достаточной для большинства применения скоростью.

В дальнейших разработках предполагается усовершенствование и доработка текущей реализации последовательной передачи данных.

Список литературы:

1. Преимущества последовательного интерфейса [Электронный ресурс] URL <http://www.administrating.ru/sata-interface/> (Дата обращения 01.11.2021 г.)
2. Микропроцессорные системы управления устройствами силовой электроники: структуры и алгоритмы: учебное пособие / Баховцев И.А. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2018. – 219 с.
3. Atmel ATmega. [Электронный ресурс] URL https://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/atmel-2549-8-bit-avr-microcontroller-atmega640-1280-1281-2560-2561_datasheet.pdf (Дата обращения 01.11.2021 г.)
4. USB to serial chip CH340. [Электронный ресурс] URL <http://mypractic.ru/downloads/pdf/CH340.pdf> (Дата обращения 01.11.2021 г.)

Информация об авторах:

Федоринов Валентин Сергеевич, студент гр. 5А8Ж, ТПУ, 634050, г. Томск, ул. Ленина, д. 30, vsf13@tpu.ru

Каракулов Александр Сергеевич, к.т.н., доцент, ТПУ, 634050, г. Томск, ул. Ленина, д. 30, karakulov@tpu.ru