

Связь с внешним миром при помощи микроконтроллеров фирмы Microchip

Евгений Рахно, ведущий специалист ООО «Гамма»

E-mail: info@microchip.ua

Александр Самонин, ведущий специалист ООО «Гамма»

E-mail: alex@microchip.ua

Какими бы всеобъемлющими не были бы микроконтроллеры, практически любая встроенная система насчитывает несколько периферийных модулей, таких как EEPROM, память или АЦП. Естественно, что микроконтроллер должен уметь общаться с этими устройствами. В этой статье мы вкратце рассмотрим наиболее популярные шины передачи данных, а именно I²C, SPI, USB, CAN и LIN

I²C

Шина **Inter-Integrated Circuits (I²C)** — это последовательная шина передачи данных с поддержкой нескольких ведущих устройств, разработанная компанией Philips.

Она предназначена, в первую очередь, для связи с низкоскоростной периферией, такой как микросхемы последовательной памяти и АЦП/ЦАП.

На аппаратном уровне для реализации I²C применяются две двунаправленные линии с ОК, Serial Data (SDA, данные) и Serial Clock (SCL, тактирование), подтянутые к Упит при помощи резисторов (стандартными для шины I²C являются напряжения +5 или +3.3 В).

Стандартная реализация I²C имеет 7-битное поле адреса. 16 адресов зарезервировано согласно спецификации I²C, так что пользователю доступно 112 адресов.

Изначально спецификация I²C шины подразумевала две стандартных скорости передачи данных — Standard Mode (100кбит/с) и Low-Speed Mode (10кбит/с).

Текущая версия обладает рядом дополнений, таких как 10-битное поле адреса, что позволяет адресоваться к большему количеству устройств, а также увеличена скорость обмена данными — Fast Mode (400кбит/с), Fast Mode

Plus (1 Мбит/с) и High Speed Mode (3.4 Мбит/с).

Прием-передача данных в I²C осуществляется по требованию ведущего (Master) устройства. Стандартная ссылка I²C состоит из сигнала «старт», за которым следует адрес ведомого (Slave) устройства. В случае стандартного 7-битного адреса формат первого байта это 7-битный адрес устройства и бит прием/передача данных. После первого байта адреса и признака «чтение/запись» следуют непосредственно передаваемые либо принимаемые данные. За каждым байтом данных следует бит подтверждения или неподтверждения (ACK). Передача данных заканчивается сигналом «стоп», генерируемым мастером.

В сети могут присутствовать сразу несколько Master устройств, не мешающих друг другу.

SPI

Шина **Serial Peripheral Interface Bus (SPI)** — это последовательная синхронная шина передачи данных, работающая в режиме полного дуплекса.

Устройства, объединенные SPI шиной, осуществляют обмен данными в режиме Master/Slave, при этом передача данных инициализирует Master.

Главным отличием SPI от I²C является наличие всего лишь одного Master устройства, в то время как Slave устройств может быть несколько.

Протокол SPI использует 4 порта ввода/вывода для осуществления обмена данными:

- **SCK** (Serial Clock) — тактирование;
- **SDI** (Serial Data In) — вход последовательных данных;
- **SDO** (Serial Data Out) — выход последовательных данных;
- **CS** (Chip Select) — выбор ведомого устройства.

Стандартная передача данных включает в себя такие этапы:

1. Master выбирает Slave устройство, используя CS.
2. Мастер передает какие-либо данные в Slave устройство (например, для микросхемы памяти это может быть стартовый адрес для чтения/записи данных, для микросхемы АЦП — номер канала).
3. Slave устройство анализирует полученные данные и выполняет определенные действия (аналого-цифровое преобразование, чтение/запись в EEPROM память и т.п.), после чего результат операции отправляется Master устройству (если такая операция необходима).
4. Master отключает Slave устройство от шины путем снятия сигнала CS.

Необходимо отметить, что SPI шина работает в режиме полного дуплекса и в момент передачи данных (канал SDO) устройство также и получает данные (канал SDI). Они не всегда являются значимыми, однако факт остается фактом и разработчик должен это учитывать.

Как SPI, так и I²C шины являются «внутренними» шинами, осуществляющими передачу данных внутри устройства, что объясняется относительно

высокими скоростями обмена данными и отсутствием буферных устройств (в отличие от RS-485, RS-232, CAN, LIN).

Шины SPI и I²C широко представлены в списке продукции Microchip. Практически все 8/16-битные микроконтроллеры, насчитывающие более 28 выводов, имеют встроенный MSSP модуль, аппаратно реализующий как SPI, так и I²C.

USB

Шина **Universal Serial Bus** — универсальная последовательная шина, предназначенная для связи компьютера с периферийными устройствами. Шина USB представляет собой последовательный интерфейс передачи данных для среднескоростных и низкоскоростных периферийных устройств.

Микроконтроллеры PIC18 с поддержкой полноскоростной шины USB2.0 (12 Мбит/с) — PIC18Fxx5х находят свое применение, в первую очередь, в устройствах связи с персональными компьютерами.

На сегодняшний день компания Microchip предоставляет своим пользователям готовые программные коды для реализации таких классов устройств:

1. Устройства класса HID (интерфейс пользователя). Этот режим обмена используется практически во всех клавиатурах, «мышках» и прочих устройствах ввода/вывода. К плюсам данного класса можно отнести простоту использования, отсутствие необходимости в написании драйвера Windows и небольшие размеры исходного кода (около 3 к слов памяти программ, однако существенным минусом является низкая скорость обмена — 800 байт/с).

2. Коммуникационное устройство (CDC). Этот режим наиболее простой для перехода с последовательного интерфейса RS-232 на USB. На компьютерах с WinXP/2K производится создание и эмуляция виртуального COM-порта при подключении микроконтроллера Microchip PIC18Fxx5х.

Программы, работающие со стандартными COM-портами, будут работать без изменений и с виртуальным портом, но с большей скоростью (порядка 1 Мбит/с). Плюсами являются простота использования, небольшой объем памяти программ (4 к слов), не требуется драйвер для WinXP/2K, быстрый переход с COM порта на USB. К минусам можно отнести ограничен-

ную скорость передачи (1 Мбит/с), отсутствие эмуляции сигналов управления потоком.

3. Собственный драйвер. Это наиболее полное использование ресурсов USB2.0 для продвинутых пользователей, так как дает возможность выбора режимов работы шины (изохронный, по прерываниям, объемный, управления) и высокую скорость передачи. Но для его реализации необходимы глубокие знания работы шины и навыки разработки ПО под Windows. Плюсы — это высокая скорость передачи, максимальная гибкость. Минусом является то, что требуются глубокие знания аппаратного и программного обеспечения.

CAN

В конце 80-х годов фирмой **Robert Bosch GmbH** была создана **Controller Area Network (CAN)** как решение для распределенных систем, работающих в режиме реального времени. Первым преимуществом CAN сети заметили в автомобильной промышленности, где всего два провода смогли заменить целую паутину.

Сравнивать CAN и какую-либо другую шину (I²C, SPI, RS485, RS232, LIN) невозможно, настолько глубоки между ними различия.

Основными преимуществами CAN перед другими протоколами являются:

- Прием сообщений осуществляется на аппаратном уровне на основе идентификатора, масок и фильтров.
- Неразрушающий аппаратный арбитраж.
- Аппаратный подсчет контрольной суммы с использованием циклического кода.
- Использование аппаратного bit-stuffing, что позволяет использовать CAN в инфракрасных и радиосетях.
- Гарантированное обнаружение ошибок передачи (встроенный механизм обнаружения и распространения ошибки, который не позволит ошибочному сообщению быть принятым другими узлами сети).

Сеть CAN представлена в линейке продукции фирмы Microchip следующими устройствами:

- MCP2510/MCP2515 — отдельно стоящие CAN контроллеры (подключение к микроконтроллеру — SPI).
- Среди 8-битных микроконтроллеров с CAN/ ECAN (расширенный CAN) модулем наибольшее рас-

пространение получили такие микроконтроллеры:

- PIC18F258;
- PIC18F458;
- PIC18F2680;
- PIC18F4580;
- PIC18F4585;
- PIC18F8680.

- 16-битные контроллеры с CAN модулем, пользующиеся наибольшей популярностью:

- dsPIC30F4012;
- dsPIC30F5011;
- dsPIC30F5015;
- dsPIC30F6010A;
- dsPIC30F6012A;
- dsPIC30F6014A;
- dsPIC33FJ256GP506;
- dsPIC33FJ256MC710;
- PIC24HJ128GP506;
- PIC24HJ128GP510.

- CAN трансиверы представлены единственной микросхемой MCP2551.

LIN

Шина **Local Interconnect Network (LIN)** была разработана как альтернатива CAN сети для использования исключительно в автомобилестроении. LIN — это довольно медленная последовательная шина передачи данных, которой свойственны миниатюрные размеры и минимальная себестоимость.

Основные особенности LIN:

- один ведущий и несколько ведомых устройств;
- простая и дешевая реализация, основанная на использовании UART;
- самосинхронизация, что позволяет отказаться от использования кварца для ведомого устройства;
- низкая скорость передачи данных (до 20 кбит/с);
- малое количество устройств в сети (до 16) и ограниченная длина линии (до 50 метров).

Шина LIN представлена в перечне продукции фирмы Microchip LIN-трансивером MCP201.

Более детальную информацию о продукции фирмы Microchip со встроенным CAN модулем, а также ее наличии на складе можно получить в офисе ООО «Гамма»:

**49005, г. Днепропетровск,
ул. Фурманова, 15, оф. 101,
тел. (0562) 36-07-92,
[http:// www.microchip.ua](http://www.microchip.ua)**