

Интерфейсы физических устройств в AVR

Пшеничников Артём Р3107, лаба 5

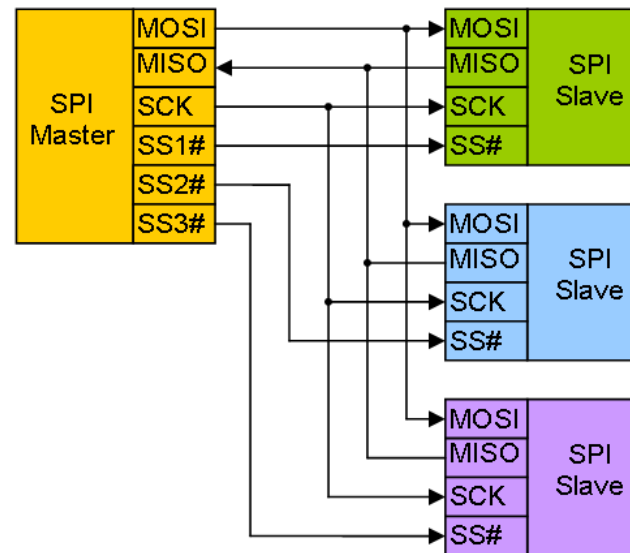
Внутрисхемные интерфейсы

GPIO

- ▶ Самое простое, что может быть
- ▶ Может работать на вход или на выход
- ▶ Крайне прост в настройке
- ▶ Крайне низкая задержка (порядка наносекунд)
- ▶ Прерывания
- ▶ Подходит для простых задач или для эмуляции интерфейсов
- ▶ Медленнее аппаратных spi/i2c/uart
- ▶ Нагрузка процессора
- ▶ Нет стандартизации

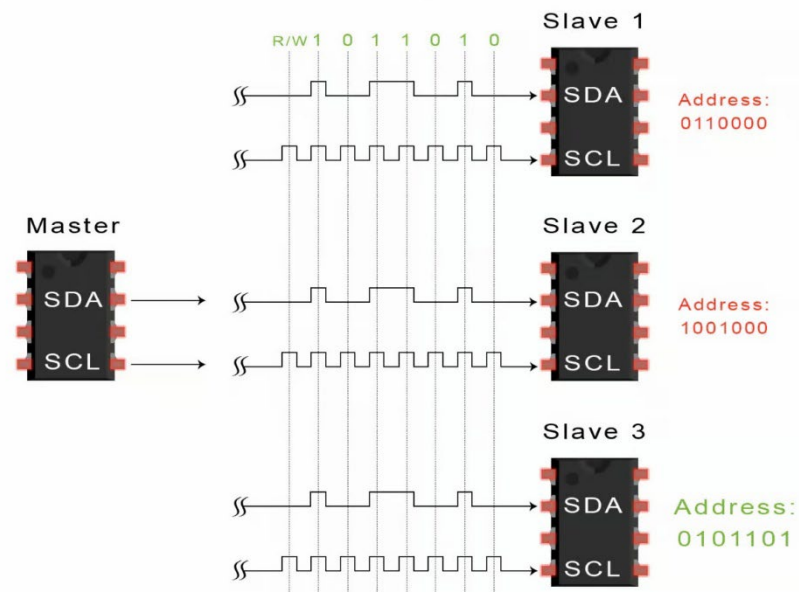
SPI

- ▶ Высокая скорость передачи, до десятков МГц, самый быстрый среди простых
- ▶ Полнодуплексная передача
- ▶ Очень простой
- ▶ Охватывает множество задач и видов устройств
- ▶ Необходимость в дополнительном проводе для каждого устройства, поэтому не используется для большого количества устройств
- ▶ Нет коррекции ошибок
- ▶ Ограниченная дальность связи



I2C

- ▶ Минимум проводов
- ▶ До 127 устройств на шине
- ▶ Механизм подтверждения получения для каждого байта (ACK/NACK)
- ▶ Широкий диапазон скоростей 100 Кбит - 3.4 Мбит
- ▶ Низкая скорость по сравнению с SPI
- ▶ Требует минимума паразитных емкостей при разводке, при подключении по проводу - максимальная длина - несколько метров
- ▶ Полудуплекс



UART

- ▶ Минимум проводов (2), не требует тактирования
- ▶ 300-2kk бод
- ▶ Асинхронная передача
- ▶ Работа на больших расстояниях, RS-232 (до 15 м) или RS-485 (до 1200 м)
- ▶ Стандарт для связи с ПК (usb-uart)
- ▶ Относительно низкая скорость в сравнении с SPI
- ▶ Требуется согласования скорости устройств
- ▶ Нет коррекции ошибок
- ▶ Полудуплексный режим
- ▶ Подвержен помехам без экранирования/диф. передачи
- ▶ **Только 2 устройства на шине**

Внешние интерфейсы

1-WIRE

- ▶ Обычно используется для связи с датчиками
- ▶ Использует для связи и питания один провод
- ▶ Работает на дистанциях порядка 100 метров
- ▶ Множество устройств, каждое устройство имеет свой ROM код
- ▶ Очень медленный, порядка 15 Кбит
- ▶ Редко есть аппаратно, приходится использовать программный
- ▶ Ограниченная мощность при использовании линии данных для питания

CAN

- ▶ Высокая надёжность
- ▶ Дальность передачи до 1 км
- ▶ Коррекция ошибок, CRC, АСК, контроль битов
- ▶ Работоспособен даже при обрыве одного провода из двух
- ▶ Гибкость топологии, до 110 узлов на шине
- ▶ Скорость 5 Кбит - 8 Мбит
- ▶ Сложность реализации, нужны контроллеры, трансиверы
- ▶ Сложность настройки
- ▶ До 8 байт на сообщение => для больших сообщения необходима фрагментация
- ▶ Необходима реализация стека протокола

PS/2

- ▶ Использование прямого прерывания от процессора => крайне низкая задержка (в 10-100 раз меньше usb)
- ▶ Гарантированная совместимость в BIOS/DOS, т. к. не требует драйверов
- ▶ Реализуемо на любом GPIO
- ▶ Фиксированная скорость => детерминированность
- ▶ Устаревший стандарт, только для клавиатуры/мыши
- ▶ Требуется перезагрузка после подключения
- ▶ Небольшая длина подключения, 1.5-2 метра

USB

- ▶ Универсальный и стандартизированный интерфейс
- ▶ В отличие от PS/2 есть возможность подключения без перезагрузки
- ▶ Высокая скорость передачи данных, вплоть до 40 Гбит
- ▶ Высокая допустимая мощность питания через интерфейс, вплоть до 240 ватт
- ▶ Сложность в реализации, управлении и настройке
- ▶ Опрос устройств вместо прерываний => выше задержки
- ▶ Ограничение по длине провода порядка 5 метров (для высокоскоростных версий вовсе около 40 см)
- ▶ Уязвимость для устройств типа BADusb

Беспроводные интерфейсы

RF, радио (nRF24L01 2.4ГГц, RFM69 LoRa)

- ▶ Отсутствие проводов
- ▶ Широкие диапазоны расстояний, десятки метров - десятки километров
- ▶ Множество интерфейсов для разных задач
- ▶ Простая масштабируемость, вещание
- ▶ Подвержена влиянию погоды и радиопомех
- ▶ Открытость эфира => требует шифрования для конфиденциальных данных
- ▶ Чем дальше передача - тем больше требуется питания - минус для автономных устройств

ИК, NEC

- ▶ Простота реализации, достаточно будет GPIO
- ▶ Полная невосприимчивость к электромагнитным помехам
- ▶ Высокая надёжность
- ▶ Энергоэффективность, в режиме ожидания нулевое потребление
- ▶ Стандартизированный протокол NEC
- ▶ Требуется прямой видимости
- ▶ Ограниченная дальность
- ▶ Довольно низкая скорость
- ▶ Ограниченный набор команд

Bluetooth

- ▶ Удобен для носимых устройств
- ▶ Широкая совместимость
- ▶ Низкое энергопотребление, особенно для стандарта BLE (в 10-100 раз меньше чем Wi-Fi), => возможность питания от батареек
- ▶ Простота подключения, автообнаружение
- ▶ Достаточная скорость порядка 2 Мбит и дальность порядка 20 метров
- ▶ Поддержка шифрования AES-128/256
- ▶ Возможны разрывы в шумной среде (т. к. частота 2.4 ГГц)
- ▶ Задержка порядка 50-200 мс
- ▶ Не поддерживает mesh сети

WiFi

- ▶ Высокая скорость передачи, 150 Мбит - 9.6 Гбит
- ▶ Широкая совместимость
- ▶ Достаточная дальность порядка 40 метров
- ▶ Простота подключения, автоподключение
- ▶ WPA3, шифрование AES
- ▶ Высокое энергопотребление
- ▶ Высокая зашумленность частоты
- ▶ Чувствителен к электромагнитным помехам
- ▶ Риск взлома, если используется WEP, атаки типа DoS, перехват рукопожатия => вероятность подбора простых паролей

ZigBee

- ▶ Продвинутая оптимизация для автономных устройств, время автономной работы вплоть до нескольких лет
- ▶ Mesh сеть. Самоорганизация и самовосстановление, данные могут передаваться через промежуточные устройства
- ▶ Поддержка порядка 65000 устройств в сети
- ▶ Хорошо подходит для систем умного дома
- ▶ Достаточная скорость для датчиков порядка 250 Кбит
- ▶ Шифрование AES-128
- ▶ Возможный помехи от частот 2.4 ГГц
- ▶ Требуется центральное устройство для управления сетью (координатор)
- ▶ Сложность настройки
- ▶ Высокая задержка, особенно в сетях mesh, достигает сотен мс