

Использование осциллографа для отладки цепей в протоколе I²C

Вражеш ДЭЙВ (Vrajesh DAVE)
Перевод: Галит ГОРОДЕЦКАЯ

Современный осциллограф заметно экономит время при отладке взаимодействия между устройствами в протоколе I²C.

Введение

При проектировании и отладке встроенных систем разработчики стремятся обеспечить единый протокол для взаимодействия различных устройств и подсистем, таких как цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП), низкоскоростные аналого-цифровые преобразователи (АЦП), контроллеры вентиляторов, ЭСППЗУ и программируемые логические матрицы (ПЛМ). Протокол I²C (Inter-Integrated Circuit) принят сегодня в качестве мирового стандарта обмена данными.

В отличие от таких протоколов, как SPI и UART, для которых необходимо несколько цепей, протокол I²C требует подключения только к двум цепям. В этом состоит его очевидное преимущество, поскольку встроенные системы располагают ограниченным числом цепей ввода/вывода и разработчики выделяют каждому устройству минимальное число цепей связи. Если, однако, в системе имеется значительное количество устройств I²C, процесс их отладки может занимать длительное время. Используя современный цифровой осциллограф, разработчик может анализировать параметры протокола I²C и наблюдать физические сигналы, не внося помех в систему.

Общие сведения о протоколе I²C

Для правильного выбора средств отладки протокола I²C следует хорошо понимать принцип его работы. I²C — это последовательный несимметричный протокол, позволяющий разделять схемные ресурсы между несколькими ведущими и несколькими ведомыми устройствами, подключенными к одной и той же шине. Шина I²C содержит две цепи: двунаправленная цепь SDA, служащая для передачи данных, и односторонняя цепь SCL передачи синхросигналов, используемая для стробирования передачи данных (рис. 1). Обе цепи через резисторы подняты к шине питания. Такая двухпроводная структура называется шиной I²C и используется для связи между собой множества ведущих и ведомых устройств.

Протокол I²C поддерживает четыре режима передачи данных: стандартный режим

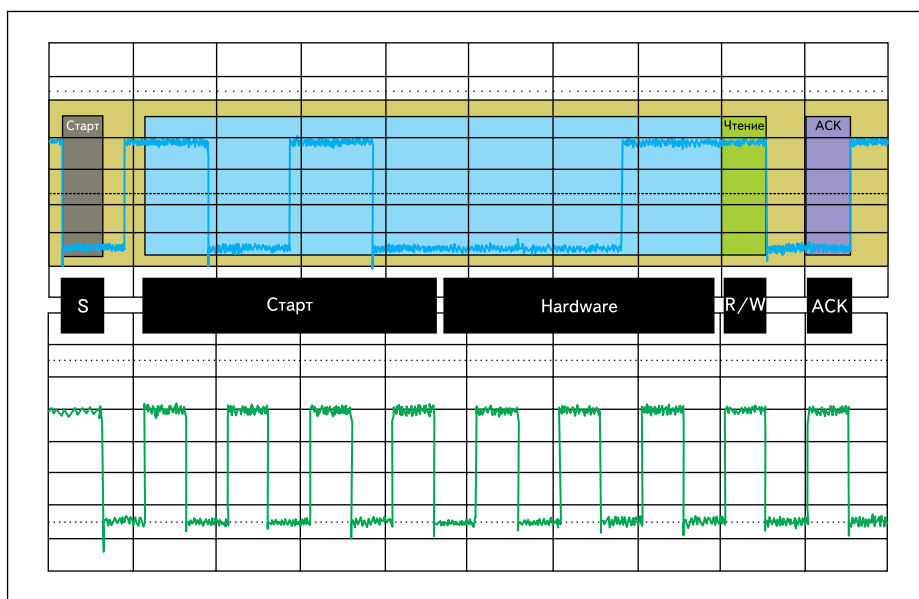


Рис. 1. Осциллограмма адресации и сигналы в цепях SDA и SCL

на скорости 100 кГц, быстрый режим на скорости 400 кГц, ускоренный режим на скорости 1 МГц и высокоскоростной режим на скорости 3,4 МГц. Протокол I²C использует следующий формат: старт-бит, адресные биты, биты чтения-записи (R/W), байт данных, бит подтверждения (ACK), бит отсутствия подтверждения (NACK) и стоп-бит.

Обмен данными начинается посылкой старт-бита, всегда формируемого ведущим устройством. При этом цепь SDA переходит с «лог. 1» на «лог. 0», а в цепи SCL сохраняется «лог. 1».

Адресация обычно применяется в 7-битном или 10-битном форматах в зависимости от конфигурации системы. 7-битный формат состоит из фиксированного числа битов адреса и битов индивидуального адреса устройства (опция), что в сумме и составляет 7 бит. 10-битный формат адреса состоит из фиксированной команды 11110 и десяти адресных битов, фиксированных или индивидуальных для каждого устройства.

Восьмой бит в адресном байте (в 7-битном формате) определяет режим работы: 1 — для

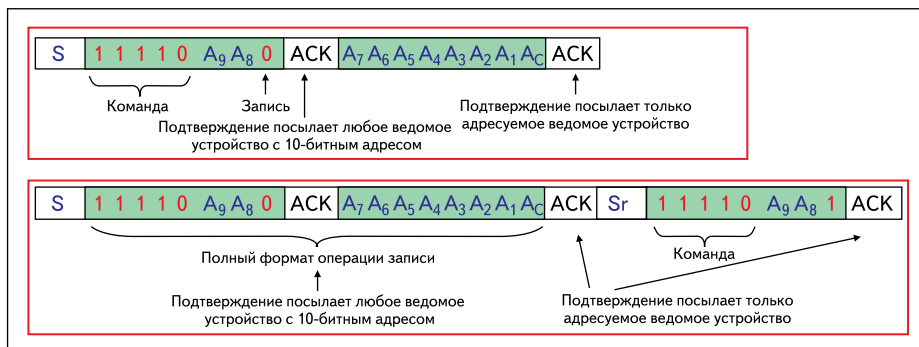


Рис. 2. Диаграммы адресации записи (верхняя) и чтения (нижняя) для 10-битного формата адресации шины I²C

