

Сопряжение микроконтроллера AVR с клавиатурой IBM PC/AT

Олег Вальпа (Челябинская обл.)

Микропроцессорным устройствам часто требуется управляющий интерфейс. В статье описывается вариант недорогого решения данной задачи при помощи стандартной клавиатуры, совместимой с персональным компьютером IBM PC/AT.

ВВЕДЕНИЕ

При разработке и создании программируемого микропроцессорного устройства часто возникает необходимость иметь в составе этого устройства клавиатуру с большим количеством клавиш (цифр, букв, функциональных клавиш и т.п.) для обеспечения управления с помощью оператора. При этом требуются высокая надёжность клавиатуры и приемлемая стоимость. Выпускаемые промышленностью встраиваемые клавиатуры, как правило, имеют ограниченное количество клавиш и высокую стоимость. В статье приводится описание использования для этих целей надёжной и недорогой клавиатуры от персонального компьютера, совместимого с IBM PC/AT.

В связи с тем что производство клавиатур является крупносерийным, розничная цена стандартной клавиатуры для персонального компьютера составляет 5...10 долл. США. В то же время такая клавиатура обладает высокой надёж-

ностью и функциональностью, имеет более 101 клавиши, обеспечивая ввод любых цифр, символов и специальных кодов. Кроме того, она представляет собой законченное устройство с современным дизайном.

Интерфейс клавиатуры позволяет удалить её от устройства, к которому она подключена, на расстояние 0,9...1,8 м, что немаловажно. К тому же все клавиатуры данного типа полностью совместимы между собой, что обеспечивает лёгкую замену клавиатуры в случае неисправности.

СОПРЯЖЕНИЕ С КЛАВИАТУРОЙ

Ниже описывается способ сопряжения с клавиатурой на базе популярного и недорогого микроконтроллера (МК) семейства AVR компании Atmel [1]. Для этого подойдёт любой микроконтроллер семейства, имеющий внутреннюю память и два программируемых двунаправленных вывода. Один из этих выводов используется для прерывания. Дополнительных аппаратных средств не требуется.

Ниже описывается реализация сопряжения с клавиатурой на базе МК типа AT90S8515 или его современного аналога ATmega8515. Эталонное решение под названием Application Note AVR313 [2] представлено компанией Atmel.

Обладая большими ресурсами и множеством программируемых выводов, данный МК позволяет не только обеспечить сопряжение с клавиатурой IBM PC/AT, но и решить другие задачи конкретного устройства.

Программное обеспечение для сопряжения с клавиатурой написано на языке Си и может быть легко адаптировано для МК другого типа. Программа позволяет осуществить преобразование кодов, получаемых от клавиатуры, в стандартные коды ASCII и их трансляцию через последовательный порт UART микроконтроллера. В случае необходимости программу можно модифицировать для непосредственного выполнения каких-либо действий при получении определённых кодов от клавиатуры.

ФИЗИЧЕСКИЙ ИНТЕРФЕЙС

Физический интерфейс между клавиатурой и управляющим устройством показан на рисунке 1. Две сигнальные линии связи используются для синхронизации и передачи данных. Сигнальные линии являются цепями с открытым коллектором, с «подтягивающими» резисторами, расположенными в самой клавиатуре. Такая схема включения позволяет устанавливать на любой линии низкий уровень сигнала как со стороны клавиатуры, так и со стороны управляющего устройства.

Стандартные компьютерные клавиатуры имеют один из двух типов разъёмов: пятиштырьковый разъём типа DIN, уже ставший редкостью, или миниатюрный шестиштырьковый разъём PS/2 (mini DIN). Цоколёвки этих разъёмов со стороны выводов показаны на рисунке 2. В таблице приведено назначение выводов этих разъёмов.

СИНХРОНИЗАЦИЯ

Временная диаграмма передачи данных от клавиатуры к управляющему устройству показана на рисунке 3. Формат передачи данных включает в себя: один стартовый бит (всегда 0), восемь битов данных, один бит чётности и стоповый

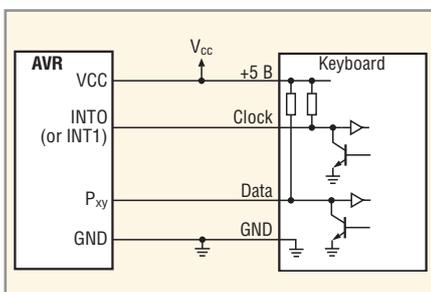


Рис. 1. Интерфейс клавиатуры

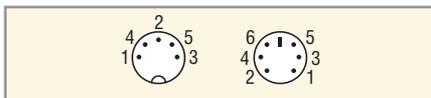


Рис. 2. Расположение выводов разъёмов

бит (всегда 1). Данные достоверны в течение низкого уровня сигнала синхронизации. Клавиатура генерирует синхросигнал длительностью от 30 до 50 мкс как для высокого, так и для низкого уровня импульсов.

Управляющее устройство может посылать клавиатуре команды, выставляя низкий уровень на линии синхронизации. Затем оно должно установить низкий уровень на линии данных, формируя тем самым стартовый бит, после чего линия синхронизации должна быть освобождена. Клавиатура будет отсчитывать 10 импульсов синхронизации. Линия данных должна устанавливаться перед спадом сигнала синхронизации, а её уровень – оставаться неизменным до очередного фронта сигнала синхронизации. После десятого бита клавиатура проверяет наличие высокого уровня на линии данных (стоповый бит) и, если он высокий, формирует на линии низкий уровень сигнала. Это служит сообщением управляющему устройству о том, что данные получены клавиатурой.

Программное обеспечение, используемое для сопряжения, не посылает никаких команд клавиатуре.

Коды сканирования

Стандартная клавиатура имеет коды сканирования (скан-коды), ассоциированные с каждой клавишей. Когда клавиша нажата, этот код передается. Если клавиша удерживается некоторое время, передача кода повторяется. Частота повторений составляет обычно 10 раз в секунду. Когда клавиша отпускается, вслед за скан-кодом передается код прерывания (F0). Для большинства клавиш код сканирования является однобайтовым. Некоторые клавиши, например, Home, Insert и Delete, имеют расширенный код сканирования от 2 до 5 байт. Первый байт для таких кодов всегда имеет значение E0. Этот же

Назначение выводов разъемов клавиатуры

Сигнал	Тип разъема	
	DIN (DIN41524)	Mini DIN (PS/2)
Clock	1	5
Data	2	1
NC*	3	2, 6
GND	4	3
+5V	5	4
Экран	Корпус	Корпус

* Не подключен

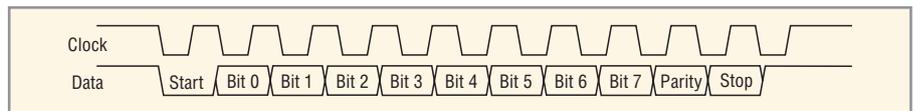


Рис. 3. Временная диаграмма передачи данных от клавиатуры

код выдается и при формировании кода прерывания, т.е. E0 F0.

Клавиатуры, совместимые с IBM PC/AT, могут поддерживать три набора скан-кодов, второй из которых устанавливается по умолчанию. В приведённом примере программы используется только второй набор.

Программное обеспечение

Приведённое ниже программное обеспечение позволяет работать с обычной AT-клавиатурой. Оно обеспечивает приём кодов сканирования от клавиатуры, преобразование их в коды ASCII и последующую трансляцию через UART. Исходный текст программы написан на языке Си и может быть легко модифицирован для адаптации к любому микроконтроллеру AVR, имеющему внутреннюю статическую память (SRAM) для организации буферов данных.

Алгоритм

Приём кодов от клавиатуры выполняется обработчиком прерывания INT0, благодаря чему обслуживается независимо от остальной части программы. Алгоритм приёма очень простой: запоминается значение линии данных после спада синхроимпульса. Это легко выполнить, если линия синхронизации подключена к выводу INT0 или INT1. Функция прерывания будет выполняться по каждому спаду синхроимпульса, и данные будут последовательно сохраняться. В конце концов все биты будут получены, и данные могут быть декодированы посредством вызова функции декодирования. Для символьных клавиш эта функция сохраняет символ ASCII в буфере. Далее будет учтено, удерживалась ли клавиша Shift во время нажатия символьной клавиши.

Другие клавиши, наподобие функциональных клавиш, клавиш навигации (клавиши-стрелки, Page Up/Down и т.п.) и специальных клавиш, например, Ctrl и Alt, игнорируются программой.

Преобразование кодов сканирования в символы ASCII осуществляется с помощью таблицы соответствия для символов с удержанием

клавиши Shift и таблицы для символов без удержания клавиши Shift.

Модификации и улучшения

Если управляющее устройство выйдет из состояния синхронизации с клавиатурой, все полученные данные будут неправильными. Одним из путей решения этой проблемы является использование ограничения времени передачи (time-out). Если 11 битов данных не получены в течение 1,5 мс, считается, что произошла ошибка. При этом битовый счётчик должен быть сброшен, а данные – игнорированы.

Если некоторые параметры клавиатуры, например, скорость автоматического повтора и задержка нажатия, требуется изменить, необходимо послать клавиатуре соответствующие команды, которые приводятся в спецификации изготовителя.

В листинге 1, размещённом на сайте журнала, приведён исходный код программы, которая состоит из нескольких модулей функций и заголовочных модулей. Начало каждого модуля озаглавлено именем файла, который содержит данный код программы.

В листинге 2, также размещённом на сайте журнала, приведён код прошивки для МК в формате Intel Hex, полученный в результате трансляции программы.

Программа собирается в проект и транслируется с помощью компилятора IAR AVR. Можно модифицировать программу для выполнения трансляции с помощью другого компилятора с языка Си для AVR или с целью внесения в неё дополнительных функций для непосредственной работы с внешними устройствами. Кроме того, используя описанный здесь проект, можно разработать аналогичный вариант на базе микроконтроллеров типа MCS-51, PIC и т.п., если в этом возникнет необходимость.

Литература

1. www.atmel.com.
2. http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/DOC1235.PDF.

