

довательный порт микроконтроллера на скорость обмена данными 115 200 бит/с. С такой же скоростью должен работать последовательный порт компьютера.

К микроконтроллеру подключено внешнее ОЗУ (микросхема DD4), в которое и загружается программа отлаживаемого устройства. Стандартный для семейства микро-ЭВМ MCS-51 (к нему относится и микросхема AT89C51) протокол обмена с внешней памятью предполагает передачу младшего байта 16-разрядного адреса в порт P0 и его защелкивание во внешнем регистре адреса по сигналу ALE. В рассматриваемом устройстве младший байт адреса программа принудительно посылает в порт P1, а старший выводится в порт P2 стандартным образом. Такая процедура позволила отказаться от регистра адреса и сэкономить место на печатной плате, хотя время обмена микроконтроллера с ОЗУ увеличилось примерно на 1 мкс на каждый байт данных.

Необходимо обратить внимание и на особенность использования вывода 19 микросхемы DD3. Формируемый здесь сигнал RD управляет чтением данных из микросхемы ОЗУ во время ее тестирования. Затем на этом выводе программно устанавливается и поддерживается низкий логический уровень, при котором выходные буферы микросхемы DD4 постоянно открыты и данные из нее передаются на внешнюю шину через формирователь DD5, управляемый сигналами OE и CE отлаживаемого устройства. Эти сигналы с контактов 22 и 20 вилки XP3 логически суммирует элемент DD1.1, выход которого соединен со входом EO микросхемы DD5.

Шинные формирователи DD6 и DD7 отключают ОЗУ эмулятора на время загрузки в него кодов от шины адреса микропроцессора отлаживаемого устройства. Их работой управляет сигнал EMU, генерируемый микроконтроллером DD3 на выводе 17.

В качестве DD4 применена микросхема UM61512AK-15 — статическое ОЗУ с временем доступа 15 нс, широко применяемое в персональных компьютерах IBM PC как кэш-память второго уровня. С учетом задержки прохождения сигналов адреса через микросхемы DD6, DD7 (примерно 10 нс) время доступа отлаживаемого устройства к ОЗУ эмулятора не превышает 25 нс, что позволяет работать с самыми быстродействующими микропроцессорами. Если слишком высокое быстродействие не требуется (например, для отладки системы на микро-ЭВМ фирмы Intel 80С31ВН с кварцевым резонатором на частоту 12 МГц достаточно времени доступа 312 нс), то в эмуляторе можно применить и более «медленное» ОЗУ.

Индикатор, состоящий из светодиода HL1 и резистора R2, визуально отображает результат проверки микросхемы ОЗУ микроконтроллером. Программа тестирования выполняется при включении питания или по команде компьютера и содержит процедуры записи, чтения и сравнения с заданным значением данных в каждой ячейке ОЗУ. Проверка 64 Кбайт памяти занимает примерно 2 с. В качестве тестовых используются коды 55H, 0AAH, 0FH и 0FFH. После окончания тестирования ОЗУ остается заполненным кодом 0FFH.

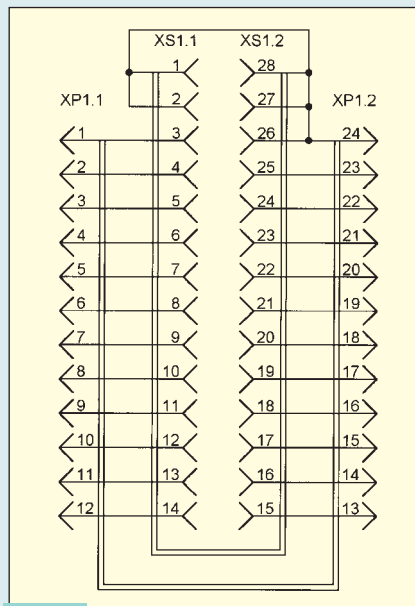


Рис. 2

Эмулятор формирует сигнал RESET, останавливающий микропроцессор отлаживаемого устройства на время загрузки в ОЗУ программы пользователя и гарантирующий старт с определенного (чаще всего нулевого) адреса после ее окончания. Так как устройствам разных типов требуются различные логические уровни этого сигнала, их формируется два: низкого уровня на выводе 14 и высокого — на выводе 15 микросхемы DD3. Элементы DD1.2 и DD1.3 служат буферными усилителями этих сигналов, которые затем через вилку XP2 подаются в отлаживаемое устройство. В качестве DD1 применена ЭКФ1594ЛЛ1. Микросхемы этой серии (или аналогичной — 74ACT) хорошо работают на емкостную нагрузку, их максимальные выходные токи логических 0 и 1 равны 24 мА.

Вилку XP3 соединяют с панелью эмулируемой микросхемы ПЗУ через специальный переходник, схема которого зависит от типа последней. Это позволяет, имея набор подобных устройств, а при необходимости — изготавливая новые, подключать эмулятор вместо ПЗУ различных типов. Схема переходника для микросхем 2716, 2732 и их аналогов в 24-выводных корпусах приведена на рис. 2, а для 28-выводных 2764, 27128, 27256, 27512 — на рис. 3.

Небольшой потребляемый ток дает возможность питать эмулятор от системы, с панелью ПЗУ которой он соединен. При включении напряжения питания микроконтроллер DD3 устанавливается в исходное состояние. Затем с помощью сигнала RESET он останавливает микропроцессор отлаживаемого устройства. Предполагается, что при этом сигналы выборки микросхемы ПЗУ (OE и CE) переходят в состояние логической 1, что отключает внешнюю шину данных от микросхемы DD4. Установкой высокого уровня сигнала EMU от нее отключается и внешняя шина адреса.

Далее тестируется микросхема ОЗУ, при этом светодиод HL1 постоянно горит. При обнаружении неисправности он начнет мигать. Если ОЗУ исправно, микроконтроллер гасит светодиод и ждет команду компьютера по последователь-

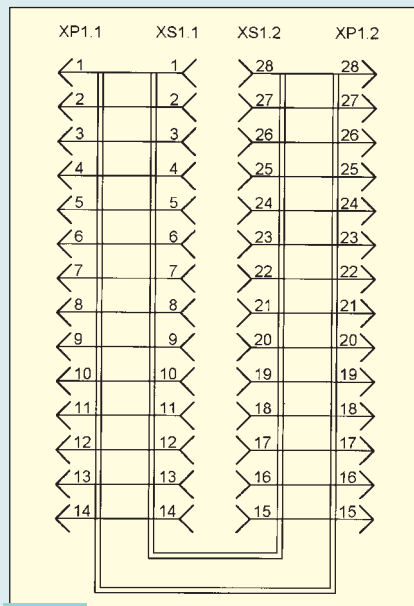


Рис. 3

ному интерфейсу (микросхема DD3 находится в режиме ожидания с пониженным энергопотреблением). Получив ее, он переходит в активный режим и выполняет предписываемые командой действия (например, запись кода в ячейку ОЗУ).

После окончания загрузки программы в эмулятор выходы порта P0 переводятся в высокоимпедансное, а портов P1 и P2 — в состояние логической 1 (в котором они фактически соединены с положительным полюсом источника питания через внутренние резисторы сопротивлением примерно 50 кОм). Это равносильно отключению микроконтроллера от ОЗУ. Устанавливается в состояние логического 0 сигнал EMU, подключая адресные входы ОЗУ к отлаживаемому устройству. С его микропроцессора снимается сигнал RESET, после чего он начинает выполнять загруженную программу.

Для обслуживания эмулятора служит программа-оболочка, работающая на компьютере под управлением операционной системы MS DOS или WINDOWS. С ее помощью пользователь может:

- выбрать тип эмулируемой микросхемы ПЗУ;
- проверить исправность ОЗУ эмулятора;
- загрузить из файла в эмулятор данные в двоичном или HEX-формате;
- просмотреть содержимое памяти эмулятора в HEX- или ASCII-формате;
- изменить любой байт в памяти эмулятора;
- записать содержимое памяти эмулятора в двоичный файл;
- подготовить или откорректировать отлаживаемую программу с помощью внешних программ редактора, транслятора и линкера;
- просмотреть листинг программы, созданный транслятором;
- установить отлаживаемое устройство в исходное состояние;
- остановить работу отлаживаемого устройства;
- переключить отлаживаемое устройство в рабочий режим;
- получить подсказку из файла помощи.