МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ: СРЕДСТВА ПРОГРАММИРОВАНИЯ и ОТЛАДКИ

В. Б. Бродин тел. 323-93-57

Необходимым условием массового применения микроконтроллеров является наличие развитых средств проектирования, программирования и отладки.

Инструментарий для микропроцессоров и микроконтроллеров стоит дорого, поэтому нужно в самом начале правильно поставить задачу разработки и выбрать наиболее эффективные средства, с учетом дальнейшей возможности расширения и модификации их набора. Поставщик должен сопровождать данный тип отладочных средств, это обеспечит долгий срок эксплуатации и сократит стоимость разработки каждого отдельного изделия.

Лаборатория "Микропроцессорные системы" МИФИ решает задачу инструментального сопровождения микропроцессорных БИС с 1984 г. К настоящему времени создана и поставляется заказчикам широкая гамма аппаратных и программных средств, позволяющих вести процесс проектирования систем на основе микроконтроллеров, начиная с программирования на языках высокого уровня и заканчивая прошивкой кода программы, отлаженной в реальном масштабе времени, в БИС энергонезависимой памяти. Имеющиеся средства позволяют работать с 8- и 16-разрядными микропроцессорами и микроконтроллерами фирмы Intel, изделиями фирм Philips, Dallas Semiconductor. Завершаются работы по сопровождению изделий типа PIC фирмы Microchip и микросхем фирмы Motorola.

Отдельные приборы и пакеты созданы в рамках общей архитектуры аппаратных и программных средств, они являются модулями, которые могут работать как самостоятельно, так и в составе комплекса. Это обеспечивает не только наращивание средств и методов отладки для одного семейства БИС, но и упрощает переход на другую элементную базу. В состав комплекса инструментальных средств для каждого семейства входят схемный эмулятор, система программирования на языке реального времени Паскаль-XX, интегрированная система Ассемблер-XX, одноплатный контроллер типа evaluation board. Общими приборами в комплексах для всех микропроцессорных семейств являются управляющая ЭВМ типа IBM PC, программатор, логический анализатор, эмулятор памяти программ.

Схемные эмуляторы. Функциями схемного эмулятора являются замещение микропроцессорной БИС при работе в реальном масштабе времени (как функционально, так и с точки зрения электрофизических параметров), управление процессом отладки, наблюдение результатов выполнения рабочей программы.

Основным требованием к эмуляторам является полнота замещения, функции управления и наблюдения не должны отнимать у разработчика ресурсы микропроцессорной БИС. С этой точки зрения все эмуляторы серии МЭ-XX, поставляемые нашей лабораторией, обеспечивают полноту замещения. Исключение составляет МЭ-48, в котором не воспроизводятся операции типа "чтение-модификация-запись" над буферизованным портом.

Операции, связанные с функцией управления, в большинстве типов современных эмуляторов являются типовыми. Это — пошаговое выполнение программы, установка контрольных точек и последующий прогон фрагмента программы до точки останова или до конца программы. В эмуляторах МЭ-XX введен режим статического тестирования магистрали, при котором на эмуляционной вилке формируются стабильные (не связанные с тактовой частотой) значения кода адреса и сигналов записи/чтения. Переключения комбинаций осуществляются по команде с клавиатуры управляющей PC, что позволяет контролировать значения сигналов на магистрали статическим прибором, например тестером.

Операции наблюдения определяются объемом и формой представления данных. В эмуляторах МЭ-XX интерфейс пользователя реализован на основе головного меню и окон отображения ресурсов микропроцессорной БИС. Обеспечивается просмотр файловой структуры ПЭВМ и вызов рабочего файла, экранное отображение и редактирование информации, параллельный просмотр рабочей программы и трассы функционирования отлаживаемой системы, подсчет количества машинных циклов в выполненном фрагменте программы с пересчетом во время выполнения через значение тактовой частоты.

Программное обеспечение. Современные микроконтроллеры имеют ресурсы, достаточные для аппаратной поддержки языков высокого уровня. Основными средствами программирования микроконтроллеров являются в настоящее время кросс-системы на основе компиляторов языков реального времени Паскаль-XX, C-XX и кросс-ассемблеры.

Программные средства, поставляемые нашей лабораторией, основаны на языках Паскаль-XX и Ассемблер-XX. Все системы программирования являются интегрированными, т. е. включают редактор текста, компилятор с соответствующего языка программирования, редактор связей, библиотеку периода выполнения, символический отладчик. В каждом языке программирования предопределена машинно-зависимая компонента соответствующей микропроцессорной БИС, т. е. возможно обращение к программно-доступным ресурсам без предварительного определения. В языке Паскаль-51 предопределены битовые переменные, они являются глобальными и накладываются на пространство битовой памяти, имеются встроенные процедуры работы с битовыми переменными, введены логические операции над битами. Имеются средства программирования прерываний, управления прерываниями, допускается вызов процедуры прерывания по имени. После ввода в систему программных модулей их связывание, подключение библиотек и распределение ресурсов осуществляется в автоматическом режиме, что предохраняет от случайного затирания данных. Символический отладчик позволяет выполнять отладку на уровне операторов ЯВУ, отслеживая изменения логических переменных рабочей программы. Одновременно в специальном окне можно видеть состояние аппаратных ресурсов (ячеек памяти и регистров). Результатом работы с каждой из рассматриваемых систем программирования является файл типа .hex, содержащий код рабочей программы для микропроцессорной БИС. Этот

файл является входным для программатора.

Одноплатные контроллеры. Это наиболее дешевое аппаратное средство разработки. Изделия этого класса (evaluation board, target board) представляют собой минимальную стандартную конфигурацию аппаратных средств со встроенным монитором, осуществляющим функции обмена с управляющей ЭВМ. Пользователю предоставляется отлаженная плата с розеткой под ПЗУ, в которую может быть занесена его управляющая программа. Для разработки этой программы предоставляются программные средства уровня демонстрационного строчного кросс-ассемблера с ограничениями по объему адресуемой памяти программ (часто на уровне 8 Кбайт). Монитор часто занимает часть памяти программ и некоторые внутренние ресурсы БИС. Исключение составляют изделия типа M68HCXXEVM фирмы Motorola. По функциональным возможностям они приближаются к уровню схемных эмуляторов, что определяется продуманной архитектурой микроконтроллеров фирмы Motorola.

Наши одноплатные контроллеры имеют несколько иную концепцию. Они являются не только учебно-отладочным средством, но после завершения разработки программного обеспечения могут быть отсоединены от управляющей ЭВМ и прямо использоваться в системах управления. Монитор находится в теневой памяти, ресурсы микроконтроллера находятся в распоряжении пользователя, кроме прерывания INT1. Плата допускает установку до 64K памяти программ и столько же памяти данных. В случае использования в качестве памяти программ ОЗУ (при отладке или для возможности перезагрузки) ее максимальный объем составит 32K. С одноплатными контроллерами EV-51, EV-196 поставляются полноразмерные интегрированные системы программирования на языке ассемблер. Пользователь получает возможность, не выходя из системы, загружать свои программы в память контроллера, выполнять их по шагам, в прогоне, с остановом по контрольным точкам. Отладка программ производится в исходном тексте, причем на каждом шаге отладки можно наблюдать за изменениями внутренних ресурсов ОЭВМ и модифицировать их.

Подключаемые библиотеки целочисленной арифметики, арифметики с плавающей запятой и библиотеки тригонометрических функций плюс типизация данных на уровне окна Watch позволяют успешно работать с данными типа Integer и Real.

Программаторы. Программатор SERP, входящий в состав наших отладочных комплексов, предназначен для программирования БИС ППЗУ и ОЭВМ, выполнен на основе микросхем ЦАП, что дало возможность кроме стандартных режимов реализовать режим Special, в котором напряжение программирования задается с клавиатуры управляющей ЭВМ с шагом 0,25 В. Прибор обладает возможностью тестировать некоторые типы БИС ОЗУ. Управляющая программа имеет развитый интерфейс, включающий просмотр файловой структуры инструментальной ПЭВМ и вызов рабочего файла, экранное отображение и редактирование информации. Конструктивно прибор выполнен в виде одноплатной конструкции, встраиваемой в управляющую PC, с выносной высококачественной импортной розеткой (нулевое усилие, рычаг зажима, позолоченные контакты). Надежность прибора обеспечивается специальными схемами защиты, внутренним преобразователем напряжения. Имеется возможность контроля ПЗУ при питании 4,5...5,5 В. Управляющая программа обеспечивает интерфейс с пакетом проектирования ABEL.

Логический анализатор. Логические анализаторы являются приборами, которые позволяют регистрировать сигналы в двоичном коде и отображать их в виде временной диаграммы одновременно по нескольким каналам. Это универсальные приборы, получившие за рубежом очень широкое распространение. Однако, для эффективного использования анализатор должен иметь высокое быстродействие и большое число каналов, что приводит к очень большой стоимости.

Учитывая, что во многих случаях прибор этого класса просто необходим, мы идем по пути компромисса, используя в составе выпускаемого логического анализатора стандартные аппаратные и программные средства управляющей ЭВМ. Наш прибор предназначен для наладки и тестирования цифровой аппаратуры, позволяет фиксировать последовательности логических состояний на каждом из своих входов и отображать набор этих последовательностей по всем каналам на экране инструментальной ЭВМ типа PC/AT как в графической форме (в виде диаграмм), так и в виде последовательности шестнадцатеричных кодов. Окно отображения графической информации имеет линию указателя точки запуска и два маркера, интервал времени и количество тактов синхросигнала между которыми вычисляется автоматически. Панель управления прибора также отображается на экране, предварительная настройка (задание типа события, условий запуска, уровень запускающего сигнала и т. д.) осуществляется с клавиатуры ПЭВМ через управляющую программу. Конструктивно прибор выполнен в виде платы расширения инструментальной ПЭВМ типа PC/AT. Ввод информации осуществляется через кабель с внешним усилителем-формирователем и зонды, подключаемые к контрольным точкам исследуемой аппаратуры. Основные характеристики прибора: количество информационных каналов — 8; глубина буферной памяти — 2K; максимальная частота дискретизации — 50МГц.

Эмулятор памяти программ. Незаменимый инструмент взломщика! Подключается эмуляционной вилкой в розетку вместо ПЗУ целевой платы, работает под управлением компьютера. Рабочая программа загружается в эмулятор, и целевая система выполняет эту программу. В качестве отладочного режима может использоваться как выполнение по шагам, так и прогон. Результаты выполнения программы можно наблюдать по выполнению целевой платой своих функций. Кроме того, в пошаговый режим, изменение состояния ресурсов целевой системы после выполнения каждой команды (или группы команд) можно наблюдать на экране инструментального компьютера. Эмулятор ПЗУ является, по существу, универсальным эмулятором, но его использование требует продуманной методики отладки и тестирования целевой системы. Основной характеристикой этого прибора является номенклатура поддерживаемых микросхем (организация, емкость, разрядность, тип корпуса, совместимость с принятыми стандартами расположения выводов).

В заключение следует сказать, что перед покупкой серьезных средств отладки следует оценить свои возможности по самостоятельной разработке новой системы. Практика показывает, что стандартные задачи, как правило, можно решить своими силами, а сложные системы лучше отдать в разработку зарекомендовавшему себя специализированному предприятию.

"МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ СИСТЕМЫ"

Предлагаем аппаратуру и программное обеспечение:

- Схемные эмуляторы: ОЭВМ К1816ВЕ48,49,35;
  new! К1816ВЕ51
  new! К1816ВЕ31, DS80C320
  МП К1821ВМ85

- Программатор БИС ППЗУ, ОЭВМ
  К573РФ2-6,8; 2716-27512; 27010-27040; 28F256-28F020, КС1626РФ1;
  К1816ВЕ48,49,751; 8748,8049,8751,8758;
  К573РР2, К558РР2,3,4; К1801РР1, X28C256
  тестирование ОЗУ типа КР537РУ8, РУ10, РУ17; 51256
  возможность изменения напряжения программирования
  с клавиатуры PC в режиме Special через 0,25В

- Интегрированные системы:
  new! "Паскаль-51" для ОЭВМ К1816ВЕ51,31
  (оптимизация кода, поддержка семейств MCS-51 фирм Intel, Philips)
  "Паскаль-85" для МП К1821ВМ85
  new! "Турбо-Ассемблер-51" для ОЭВМ К1816ВЕ51,31
  (поддержка семейств MCS-51 фирм Intel, Philips)
  "Турбо-Ассемблер-85" для МП К1821ВМ85

- Программно-логические модели (отладчики) ОЭВМ и МП

- Система разработки контроллеров на базе ОЭВМ К1816ВЕ31
  (плата типового контроллера, интегрированный ассемблер);

- Система проектирования контроллеров на базе MCS-196
  (плата evaluation board, интегрированный ассемблер);

- Программируемый логический анализатор
  (частота дискретизации до 50 Мгц, 8 каналов)

new! - Эмулятор памяти программ

Все приборы работают с IBM PC. Осуществляется сопровождение новыми версиями ПО, гарантийное обслуживание.

Комплект поставки аппаратно-программных комплексов включает блок аппаратуры, управляющую программу, плату адаптера к PC, программу функционального тестирования аппаратуры, документацию в составе "Руководство оператора" и "Техническое описание".

Мы разрабатываем и производим микропроцессорные контроллеры и системы на базе микропроцессоров Intel, Motorola, Philips по заказам организаций. Обучаем пользователей в специализированном классе, оборудованном фирмой Motorola.

Воспользуйтесь нашим многолетним опытом - Вы сэкономите время и деньги.

115409, Москва, Каширское шоссе, 31, МИФИ, к.27, "Микропроцессорные системы"
тел. **(095) 323-93-57**