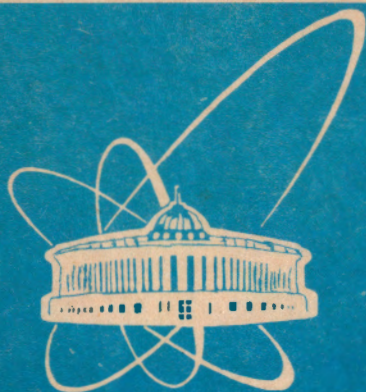


94-379



сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

P10-94-379

А.Б.Тулаев

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ МИКРОКОНТРОЛЛЕР

1994

1. ВВЕДЕНИЕ

Однокристалльные микроЭВМ (ОМЭВМ) получили в последнее время широкое распространение как средство "интеллектуализации" оборудования различного назначения, от промышленного до культурно-бытового. БИС ОМЭВМ представляют собой микроэлектронные приборы, имеющие как все основные узлы ЭВМ (процессор, тактовый генератор, память программ и данных), так и программируемые интерфейсы для связи с внешней средой.

Современные ОМЭВМ могут включать в себя аналого-цифровые преобразователи, устройства для измерения и формирования временных импульсов, интерфейс дисплея и пр., что делает их функционально достаточными для построения систем управления и регулирования большого числа объектов автоматизации [5,8]. К сожалению, спектр ОМЭВМ, выпускаемых отечественной промышленностью, а следовательно, доступных по стоимости и пространности [1], не столь широк (см. таблицу). В основном это аналоги семейства MCS-51 фирмы Intel, называемые в отечественной литературе семейством МК51. Тем не менее практический опыт показывает, что они могут с успехом применяться в системах автоматизации эксперимента. Описанию управляющего модуля на базе ОМЭВМ этого типа и посвящена данная работа.

2. ХАРАКТЕРИСТИКИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ОМЭВМ СЕМЕЙСТВА МК51

| Микросхема | Аналог | Внутренняя память программ, байт | Ток потребления, ма |
|-------------|---------|----------------------------------|---------------------|
| КР1816ВЕ31 | 8031АН | - | 150,0 |
| КР1816ВЕ51 | 8051АН | 4К, ПЗУ | 150,0 |
| КМ1816ВЕ751 | 8051Н | 4К, ППЗУ | 220,0 |
| КР1830ВЕ31 | 80С31ВН | - | 18,0 |
| КР1830ВЕ51 | 80С31ВН | 4К, ПЗУ | 18,0 |

1. Центральный процессор:

- разрядность - 8 бит;
- тактовая частота - до 12 МГц;
- минимальная длительность машинного цикла - 1 мкс;
- 111 команд с форматом 1,2,3 байта.

2. Внутренняя память программ (см. таблицу).
3. Внешняя память программ - до 64К.
4. Внутренняя память данных 128 байт.
5. Внешняя память данных - до 64К.
6. Четыре 8-битовых порта ввода-вывода.
7. Два 16-битовых многорежимных таймера/счетчика.
8. Последовательный UART.
9. Система прерываний с 5 векторами.

3. ВЫБОР АРХИТЕКТУРЫ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА

Широко распространенной тенденцией в современных системах автоматизации является распределение "интеллекта" системы. Это позволяет не загружать центральный процессор системы рутинными операциями управления и контроля параметров, а сосредоточить его на задачах приема, обработки и анализа данных. Особо актуальным данный подход становится при территориальном разнесении объектов автоматизации. В системах автоматизации физических экспериментов ОИЯИ применение микропроцессорных контроллеров (МК) может быть эффективным для задач контроля и регулирования (в том числе и удаленного) технологических параметров установок (температуры, давления и т.п.), управления исполнительными механизмами (двигателями, источниками тока, напряжения и пр.), автономных систем сбора данных, не требующих больших объемов накопления и сложных алгоритмов обработки [2-4].

Анализ показывает, что в системах автоматизации ЛНФ можно выделить ряд подсистем, в которых оправдано применение локального процессора, имеющего возможность обмена информацией с центральным процессором системы. Кроме того, каждая такая подсистема будет иметь одну практически одинаковую часть - собственно микромашину (микроконтроллер) с памятью и средствами коммуникации. Для этого целесообразно иметь эту часть в виде унифицированного модуля, с тем, чтобы к ней могли быть подключены модули, непосредственно связанные с объектом измерения и управления и, как правило, уникальные.

Подобным требованиям удовлетворяет микроконтроллер, описываемый в данной работе и построенный исходя из следующих критериев:

- простота и гибкость аппаратной части;
- открытость и простота функциональных расширений;
- гибкость программирования и отладки;
- максимальная автономность;
- наличие средств коммуникации.

4. СТРУКТУРА КОНТРОЛЛЕРА

Структурная блок-схема контроллера приведена на рис.1. Его основными функциональными узлами являются собственно БИС ОМЭВМ, внешняя память, буферы-формирователи магистрали расширения и драйверы последовательного интерфейса.

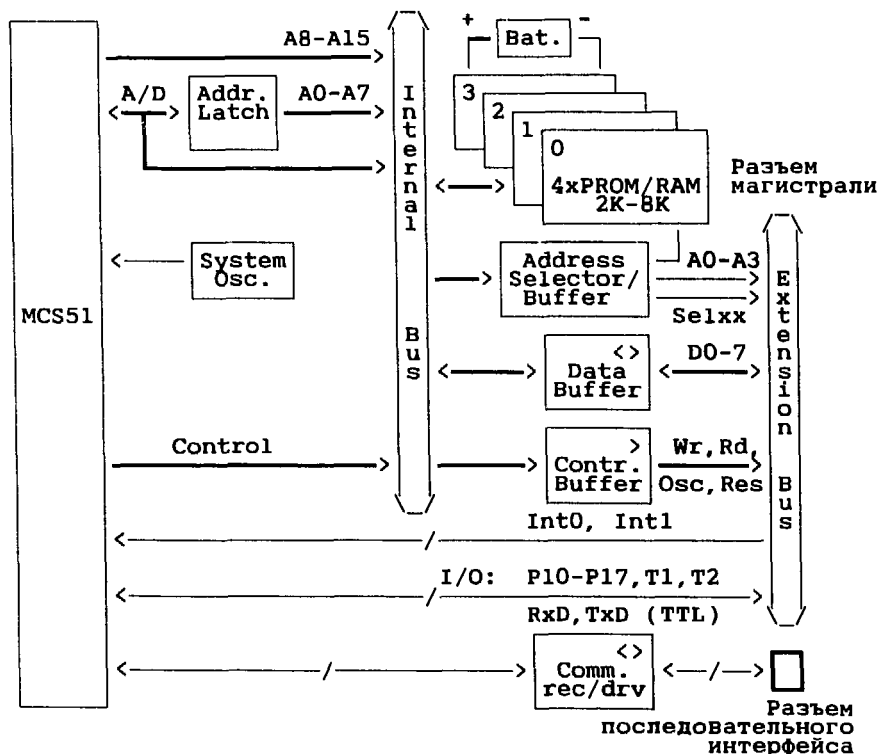


Рис.1. Структурная блок-схема контроллера.

В качестве ОМЭВМ в модуль может быть установлен кристалл типа 1816ВЕ31 или любой из семейства МК51, "pin-to-pin", совместимый с ним.

Внешняя память модуля состоит из 4 банков (микросхем) емкостью от 2 до 8 Кбайт каждый. Адресные пространства

памяти данных и программ совмещены, сигналы выбора каждого банка формируются программируемым адресным селектором, так что пользователь может выбрать конфигурацию ППЗУ и ОЗУ сообразно своей прикладной задаче. Старший банк может иметь резервное (батарейное) питание, поэтому его целесообразно использовать в качестве ОЗУ, где могут храниться параметры, значения которых могут быть изменены в процессе работы, но не теряются при выключении питания.

Магистраль расширения предназначена для функциональных расширений ввода-вывода МК-системы. Структура магистрали имеет определенное сходство с шиной расширения ресурсов iSBX стандарта Multibus-II [5,7], дополненной рядом специфичных для ОМЭВМ сигналов.

Адресное пространство ввода-вывода отображено на пространство памяти, его адреса и объем также определяются программируемым адресным селектором.

Магистраль составляют следующие сигналы:

- | | |
|-------------------|--|
| 1. Данные: | 8 двунаправленных линий D0 - D7 |
| 2. Адрес : | 4 сигнала младших разрядов (A0-A3) 3 дешифрованных сигнала старших разрядов (Sel1-Sel3) |
| 3. Управление : | READ, WRITE |
| 4. Прерывания : | 2 линии (INT0, INT1) |
| 5. Синхронизация: | 1 линия тактовой частоты резонатора 1 сигнал общего сброса RESET |
| 6. Ввод-вывод : | 8 двунаправленных индивидуально программируемых линий P10-P17 2 линии T0, T1 (вход счетчика/ввод-вывод) 2 ТТЛ-линии последовательного интерфейса |
| 7. Питание: | +5 V, +/-12V |

Очевидным свойством данной магистрали является то, что при функциональной полноте она требует минимальных аппаратных средств для подключения внешних регистров и БИС.

Универсальный асинхронный приемопередатчик ОМЭВМ позволяет осуществлять информационный обмен последовательным кодом между МК-системой и внешними абонентами в полном дуплексном режиме со скоростью до 57600 бод. В зависимости от применяемых драйверов линий последовательного интерфейса и программного обеспечения могут быть реализованы различные виды передающей среды и различные режимы (протоколы) информационного обмена. Простейшим примером может являться реализация интерфейса по стандарту RS-232. При необходимости объединения множества микроконтроллеров в единую систему может быть построена локальная сеть, например, типа BITBUS. В этом случае в

качестве ОМЭВМ контроллера целесообразно использовать кристаллы типа Intel 8x44, содержащие в себе программы поддержки данного протокола.

Контроллер весьма прост и компактен аппаратно. Он состоит из БИС ОМЭВМ, 1-4 БИС ППЗУ-ОЗУ и 10 микросхем малой и средней интеграции.

Электроника контроллера размещается на плате размером 160x120мм. Сигналы магистрали выведены на разъем типа DIN41612 (ELTRA811), хотя не исключается и применение разъемов другого типа. При построении на базе контроллера подсистем в конструктиве Евромеханики (используемом, например, в стандарте VME) соединение его с модулями расширения осуществляется через дополнительную кросс-плату, имеющую столько слотов J2, сколько модулей содержит данная подсистема. Для других применений (в том числе и для автономных систем) такое соединение может производиться через ленточные шлейфы.

5. СРЕДСТВА ПРОГРАММИРОВАНИЯ И ОТЛАДКИ

Проблема программирования, отладки и создание ПЗУ-резидентного программного обеспечения (ПО) для микропроцессорных модулей всегда стоит особенно остро.

Для семейства ОМЭВМ 8051 существует множество компиляторов с языков Ассемблера, PL/M и Си, работающих на персональных компьютерах (ПК) типа IBM PC.

Большое распространение получили т.н. программы-симуляторы, позволяющие как бы "изобразить" выполнение программы микроконтроллера на процессоре ПК, что, хотя и не позволяет вести отладку реальной аппаратуры в реальном времени, все же является достаточно мощным средством логической отладки программ.

Отладка программ на аппаратуре требует определенных подходов. Наиболее полным и удобным средством отладки микроконтроллеров являются т.н. внутрисхемные эмуляторы, которые подключаются к отлаживаемой МК-системе вместо кристалла ОМЭВМ, осуществляя точную эмуляцию его работы. Эти средства отличает достаточно высокая стоимость аппаратуры и ПО.

Наличие у ОМЭВМ последовательного интерфейса, а у описываемого контроллера совмещенной памяти программ и данных позволяет вести отладку методом загрузки и запуска программ в ОЗУ МК. Данный метод предполагает наличие ППЗУ-резидентной программы-монитора, в которую передается управление по рестарту или включению питания МК-системы. Под управлением программы-монитора интерпретируются и выполняются поступающие из последовательного интерфейса типовые макрокоманды (как то Dump, Load, Run и пр.).

Характерной особенностью данной реализации является минимальное количество функций (а, следовательно, и минимальный объем монитора), т.к. основная работа возлагается на пользовательский ПК. Кроме того, был реализован пошаговый режим отладки через последовательный интерфейс с полным считыванием параметров состояния процессора (PC, PSW, SP, регистров, внутренней памяти) в точках останова. Результатом явился экранный отладчик с возможностями выполнения прогона программы с точками останова и пошаговым режимом, который был интегрирован с загрузчиком, компилятором и текстовым редактором в единую среду.

Наличие у данного контроллера шины ввода-вывода позволяет реализовать весьма удобный и полезный метод отладки модулей расширения. Автором была разработана плата-эмулятор описанной магистрали расширения, устанавливаемая в один из слотов ПК и подключаемая к МК-системе вместо модуля контроллера. Это дает богатые возможности для настройки аппаратуры модулей расширения, исследования объекта и отработки алгоритмов измерения и управления, формирования оптимальной структуры программы с использованием языков высокого уровня и средств отладки, имеющихся на ПК. Затраты времени на этапе перенесения уже отработанных, например, на языке Turbo Pascal, алгоритмов и структур в программы на Ассемблере МК-51, компенсируются его экономией на этапе их построения и "on-line"-отладки с использованием отладочного сервиса, предоставляемого Turbo-средой. При оптимальном структурировании и модульности программы, а также при возможности использовании на обоих уровнях языка Си время создания ПО для МК-системы может быть значительно сокращено.

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Управляющий интеллектуальный контроллер был разработан в первую очередь для автоматизированной системы управления рентгеновским дифрактометром ДРОН-4 и теплотрической системы ЛНФ, но имеет перспективы использования в ряде других систем.

В заключение автор выражает признательность Н.В.Хомутову за большую практическую помощь при создании программного обеспечения, И.Н.Чурину, Ш.Зейналову, Ф.В.Левчановскому за полезные обсуждения, и В.Г.Тимину за постоянный интерес к работе.

7. ЛИТЕРАТУРА

1. Сташин и др. Проектирование цифровых устройств на однокристальных микроконтроллерах.-М., Энергоатомиздат, 1990.
2. Асмолов А.Г. и др. Интеллектуальный контроллер крейта КАМАК. ОИЯИ, Р10-86-782, Дубна, 1986.
3. Вагов В.А., Сиротин А.П. Блок управления шаговыми двигателями в стандарте КАМАК на базе микропроцессора К1801ВМ1. ОИЯИ, 13-87-316, Дубна, 1987.
4. Белослудцев Д.А. и др. Система контроля для программируемого многоканального высоковольтного источника. В сб."XV Международный симпозиум по ядерной электронике и Международный семинар КАМАК-92", с.273 ОИЯИ, Д13-92-581, Дубна, 1993
5. Microsystems Components Handbook. Intel Corporation, 1992.
6. Multibus-II Bus architecture specification. Intel Corporation, 3065 Bowers Avenue, Santa Clara, California, 1983
7. Microcomputer Boards and systems. Intel Corporation, 1989.
8. 8/16/32-bit microcontrollers from MOTOROLA.

Рукопись поступила в издательский отдел
26 сентября 1994 года.