Ю. С. МАГДА

МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ СЕРИИ 8051:
ПРАКТИЧЕСКИЙ ПОДХОД

ДМК
издательство

МОСКВА

УДК 621.396.6
ББК 32.872
М12

Магда Ю. С.
М12 Микроконтроллеры серии 8051: практический подход. — М.: ДМК Пресс. — 228 с.

ISBN 5-94074-394-3

В книге рассматривается широкий круг вопросов, связанных с практическим применением популярных микроконтроллеров 8051 и их расширений в системах управления и контроля. Основной упор сделан на практические аспекты разработки цифровых и аналоговых интерфейсов, использования таймеров, визуализации результатов измерений в системах сбора информации. Значительная часть материала посвящена практическому программированию в популярной среде разработки Keil uVision. Приводятся многочисленные примеры разработки несложных аппаратно–программных систем сбора аналоговой и цифровой информации, измерительных систем, систем управления внешними устройствами и т.д. Все приведенные в книге проекты разработаны и проверены на отладочном модуле Rita-51 фирмы Rigel Corp. и могут служить основой при разработке собственных проектов.

ББК 32.872
УДК 621.396.6

Юрий Степанович Магда

МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ СЕРИИ 8051:
практический подход

Главный редактор Мовчан Д. А.
dm@dmk-press.ru
Корректор Теренина О. А.
Верстка и графика Старцевой Е. М.
Дизайн обложки Мовчан А. Г.

Гарнитура «Abbat». Печать офсетная.
Усл. печ. л. 21. Тираж 2000 экз.

Издательство «ДМК Пресс»
Электронный адрес издательства: www.dmk-press.ru

ISBN 5-94074-394-3

© Магда Ю. С.
© Оформление, ДМК Пресс

Оглавление

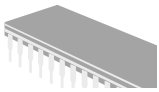
Введение 6

Глава 1. Программная архитектура микроконтроллеров 8051 10

1.1. Структура внутренней памяти 8051 12
1.2. Подключение внешней памяти программ и данных 16
1.3. Система команд микроконтроллера семейства 8051 17
1.4. Система прерываний 23
1.5. Параллельные порты ввода/вывода данных 29

Глава 2. Программирование и отладка в среде Keil uVision 32

2.1. Преимущества и недостатки языков высокого уровня 33
2.2. Создание программ в Keil C51 34
2.3. Синтаксис Keil C51 45
2.3.1. Символы, ключевые слова и идентификаторы 45
2.3.2. Форматы данных в Keil C51 48
2.3.3. Специальные ключевые слова Keil C51 49
2.3.4. Операторы и выражения в Keil C51 54
2.3.5. Файлы заголовков Keil C51 55
2.4. Управление вводом/выводом в Keil C51 57
2.5. Операции с памятью 59
2.6. Программирование ввода/вывода через последовательный порт 60
2.7. Интерфейс с языком ассемблера 64
2.7.1. Встроенный ассемблерный код 64
2.7.2. Подпрограммы на ассемблере 71



2.8. Программирование на языке ассемблера в среде Keil..... 74
2.9. Отладка программ в среде Keil uVision 83

Глава 3. Использование последовательного порта 92

3.1. Запись данных в последовательный порт 94
3.2. Чтение данных из последовательного порта..... 102
3.3. Прерывание последовательного порта 103
3.4. Работа с последовательным портом в Keil C51..... 108
3.5. Интерфейс систем на базе 8051 с персональным компьютером 110

Глава 4. Встроенные таймеры..... 117

4.1. Режим работы таймера в качестве 16-разрядного таймера 119
4.2. Прерывания таймеров 124
4.3. Режим автоперезагрузки..... 128
4.4. Счетчики событий..... 130
4.5. Таймер 2 133
4.5.1. Режим автоперезагрузки таймера 2..... 134
4.5.2. Режим захвата таймера 2..... 137
4.6. Аппаратно-программные решения с использованием таймеров 145
4.6.1. Измерение частоты..... 145
4.6.2. Широтно-импульсная модуляция 153

Глава 5. Обработка дискретных сигналов 158

5.1. Обработка входных данных с использованием SPI..... 161
5.2. Пользовательские интерфейсы ввода дискретных данных 174
5.3. Пользовательские интерфейсы вывода дискретных данных 186

Глава 6. Ввод/вывод аналоговых сигналов..... 192

6.1. Обработка аналоговых входных сигналов..... 193
6.2. Использование цифро-аналоговых преобразователей 205



Глава 7. Отображение информации в системах с микроконтроллерами 8051 208

7.1. Применение семисегментных индикаторов 209

7.2. Применение жидкокристаллических индикаторов 213

Заключение 224

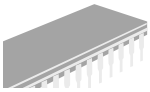
Введение

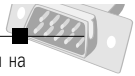
Разработка систем управления и контроля с использованием однокристальных микроконтроллеров в настоящее время переживает настоящий бум. Системы на базе микроконтроллеров используются практически во всех сферах жизнедеятельности человека, и каждый день появляются все новые и новые области применения этих устройств. В последнее время в связи с бурным развитием электроники и схемотехники расширились возможности и самих микроконтроллеров, позволяющие выполнять многие задачи, ранее недоступные для реализации, такие, например, как обработка аналоговых сигналов. Одним из наиболее ранних микроконтроллеров, появившихся на рынке, является микроконтроллер 8051, разработанный фирмой Intel более двадцати лет назад. Несмотря на столь приличный возраст, классический 8051 и его клоны в настоящее время остаются одними из наиболее популярных при разработке систем управления и контроля. Хорошо продуманная архитектура и интуитивно понятная система команд оказывают решающее влияние на выбор многих разработчиков аппаратно-программных систем.

Да и сами микроконтроллеры линейки 8051 постоянно развиваются, предлагая разработчику все новые и новые возможности. На основе базового кристалла 8051 созданы и успешно применяются устройства с развитой периферией и большими объемами памяти. Программирование микроконтроллеров в настоящее время значительно упростилось благодаря инструментальным средствам высокого уровня, разработанным ведущими фирмами. Сегодня микроконтроллеры можно программировать на языках C, Pascal, Basic, Forth и др., что во многом облегчает жизнь программистам, не знакомым с аппаратной частью этих устройств.

Эта книга посвящена практическим аспектам разработки систем на основе микроконтроллера 8051. В отличие от большинства книг по данной тематике, здесь приводятся примеры создания реальных систем и решения задач, с которыми разработчики сталкиваются каждый день. Любой разработчик знает, какие трудности возникают при решении реальной задачи, такой, например, как создание системы сбора и анализа аналоговой информации. В первую очередь это трудности с получением необходимой информации по разработке более-менее сложных систем, поскольку ни одна фирма в мире или разработчик такую информацию так просто не отдадут.

В настоящее время на рынке присутствует очень много литературы и документации по микроконтроллерам для разработчиков начального уровня, но очень мало литературы для более опытных категорий читателей. Предлагаемая вашему вниманию книга призвана восполнить этот пробел. Здесь наряду с основными сведениями об аппаратно-программной архитектуре микроконтроллеров 8051 приводятся многочисленные проекты разработки систем обработки аналоговых и дискретных данных, вывода и отображения информации. Все примеры





аппаратно-программных систем, приведенные в книге, разработаны и протестированы на плате развития Rita-51 фирмы Rigel Corp. и являются полностью работоспособными. Читатели без особого труда смогут адаптировать и усовершенствовать приведенный в книге программный код при разработке собственных систем обработки данных и контроля.

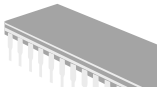
Книга рассчитана на широкий круг читателей – от начинающих до опытных разработчиков – и может оказаться полезной для всех, кто желает самостоятельно изучить аппаратно-программную архитектуру микроконтроллеров 8051 и применить эти знания на практике.

Структура книги

Структура книги такова, что материал можно изучать выборочно, отдельными главами или последовательно, начиная с первой главы. Это позволяет различным категориям читателей изучать тот материал, который им более всего интересен.

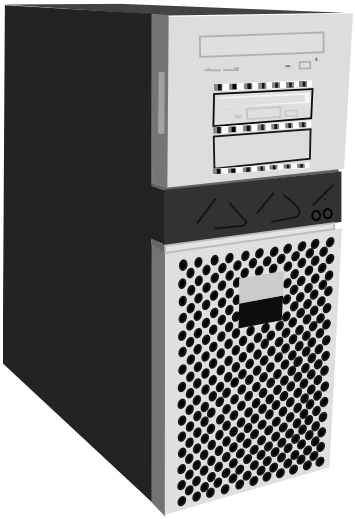
Книга состоит из 7 глав; краткий обзор каждой из них:

- глава 1 «Программная архитектура микроконтроллеров 8051». В этой главе рассматриваются общие вопросы функционирования микроконтроллеров семейства 8051, аппаратная и программная архитектура базовой модели, включая систему прерываний, ввода/вывода, интерфейсы с внешней памятью программ и данных. Значительная часть материала посвящена описанию системы команд микроконтроллера 8051;
- глава 2 «Программирование и отладка в среде Keil uVision». Материал этой главы посвящен вопросам разработки и отладки программ для 8051 в популярной среде Keil uVision. Рассматриваются вопросы программирования на языке C51 и ассемблере, отладки программного обеспечения. Приводятся практические примеры разработки, компиляции и отладки программ в среде Keil uVision;
- глава 3 «Использование последовательного порта». В этой главе детально проанализированы принципы функционирования последовательного порта микроконтроллера 8051. Рассматриваются многочисленные примеры программного кода обмена данными с использованием последовательного порта. Приводятся практические примеры создания программного интерфейса с персональным компьютером, работающим под управлением операционной системы Windows XP;
- глава 4 «Встроенные таймеры». Эта глава содержит материал по программированию таймеров микроконтроллеров 8051/8052. Дается исчерпывающая информация по аппаратно-программной архитектуре таймеров, подкрепленная многочисленными примерами программирования. Значительная часть главы посвящена применению таймеров в разработке реальных систем с детальным анализом программного кода;
- глава 5 «Обработка дискретных сигналов». Материал главы посвящен вопросам разработки и программирования систем обработки дискретных сигналов. В главе проанализированы основные аппаратно-программные интерфейсы I2C и SPI, а также приведены примеры разработки систем ввода-вывода дискретных данных с использованием этих интерфейсов. Большое внимание уделено разработке пользовательских интерфейсов с детальным анализом их программного кода;
- глава 6 «Ввод/вывод аналоговых сигналов». В этой главе рассматривается широкий круг вопросов, связанных с обработкой аналоговых входных сигналов, а также принципы генерации аналоговых выходных сигналов. На практических примерах показано создание реальных систем сбора данных при использовании аналого-цифровых преобразователей с детальным анализом программного кода. Приводится практический пример разработки цифро-аналогового преобразователя;



- глава 7 «Отображение информации в системах с микроконтроллерами 8051». Материал главы затрагивает вопросы, связанные с отображением визуальной информации в системах на базе микроконтроллера 8051. Рассмотрены практические примеры построения простых систем отображения информации с использованием семисегментных светодиодных и жидкокристаллических индикаторов. Анализируются вопросы создания пользовательских систем отображения информации с использованием жидкокристаллических дисплеев.

Автор благодарит коллектив издательства «ДМК» за помощь при подготовке книги к изданию. Особая признательность жене Юлии за поддержку и помощь при написании книги.



Программная архитектура микроконтроллеров 8051

1.1. Структура внутренней памяти 8051 12
1.2. Подключение внешней памяти программ и данных 16
1.3. Система команд микроконтроллера семейства 8051 17
1.4. Система прерываний 23
1.5. Параллельные порты ввода/вывода данных 29

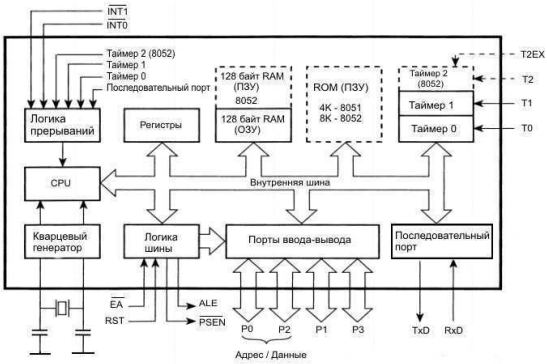


1 Программная архитектура микроконтроллеров 8051

В этой главе мы рассмотрим основные функциональные узлы популярных микроконтроллеров семейства 8051/8052 и принципы их работы. Здесь же вкратце рассмотрим и систему команд 8051, которая нам пригодится при создании аппаратно-программных проектов последующих глав.

Аппаратная архитектура 8051 представлена на рис. 1.1.

Рис. 1.1. *Функциональная схема аппаратной части 8051*



В микроконтроллере 8051 все вычисления выполняются в арифметико-логическом устройстве, являющемся частью базового процессорного модуля (CPU). Обмен данными, находящимися в оперативной памяти микроконтроллера, а также считывание команд выполняется по внутренней шине 8051. По этой шине осуществляется и обмен данными с портами ввода/вывода P1 – P3, с последовательным портом и таймерами. Внутренний контроллер шины формирует необходимые сигналы (EA, ALE, PSEN, RD/WR) для работы с внешней памятью программ и данных, а также сигнал сброса/начальной установки RST.

Микроконтроллеры 8051 рассчитаны на работу с системами реального времени, которые могут генерировать определенные сигналы, требующие немедленной реакции микроконтроллера. Для обработки таких сигналов (или событий) служит аппаратно реализованная логика прерываний, позволяющая обрабатывать сигналы внешних источников, таймеров и последовательного порта.

