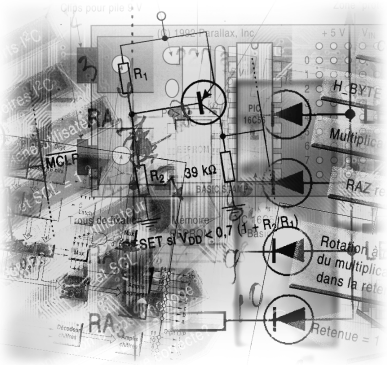
Кристиан Тавернье

PIC-микроконтроллеры
Практика применения

Справочник

LES MICROCONTRÔLEURS PIC

APPLICATIONS

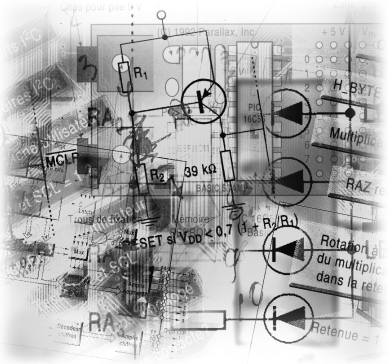


DUNOD

Серия «Справочник»

PIC-МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ

ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ



ДМК
издательство

УДК 621.3.049.77
ББК 32.85
Т13

Тавернье К.
Т13 PIC-микроконтроллеры. Практика применения: Пер. с фр. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 272 с.: ил. (Справочник)

ISBN 5-94074-115-0

В книге представлена информация о технических и программных средствах разработки приложений на базе PIC-микроконтроллеров. Приведена коллекция схемных и программных решений, касающихся взаимодействия PIC-микроконтроллеров с популярной периферией, реализации типовых интерфейсов, с которыми вы можете столкнуться в своих разработках. Рассмотрены многочисленные примеры программной реализации самых различных функций: организация прерываний, подпрограммы расширенной арифметики, арифметики с плавающей запятой и т.д.

В качестве примеров предлагаются несколько конкретных устройств, в том числе часы-будильник и многоканальный цифровой вольтметр.

Отдельная глава книги посвящена описанию и возможностям использования платы STAMP фирмы Parallax, которая построена на базе PIC-микроконтроллера, программируемого на Basic и ориентированного на устройства автоматизации.

Книга адресована студентам, специалистам и любителям электроники, занимающимся разработкой микроконтроллерных устройств.

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но, поскольку вероятность технических ошибок все равно существует, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

ISBN 2-10-002866-9 (фр.)
ISBN 5-94074-115-0 (рус.)

© DUNOD, Paris
© Перевод на русский язык, оформление. ДМК Пресс, 2010

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ 9

ГЛАВА 1
PIC-МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ 16CXX 11

МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ ПОДСЕМЕЙСТВА PIC 16CXX 12
ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ 13

Питание PIC-микроконтроллеров 13
Тактирование PIC-микроконтроллеров 13
Схемы сброса 17
Порты ввода/вывода 18

БАЗОВЫЕ СХЕМЫ 19

ГЛАВА 2
РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЙ 21

ВЫБОР МИКРОКОНТРОЛЛЕРА 22
АССЕМБЛЕР ИЛИ ЯЗЫКИ ВЫСОКОГО УРОВНЯ 23

СИСТЕМА РАЗРАБОТКИ 24
Ассемблер и компилятор языка высокого уровня 24
Эмулятор и симулятор 25

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРИМЕНЕНИЯ 27
СРЕДСТВА РАЗРАБОТКИ ФИРМЫ MICROCHIP 28
Системы Picstart-16b и Picstart-16c 29
Программное обеспечение разработки 30

СИНТАКСИС АССЕМБЛЕРА MPALC 35
АССЕМБЛЕР PASM 37
СРЕДСТВА РАЗРАБОТКИ ФИРМЫ PARALLAX 39
Псевдоэмулятор Reflection-5X 46
Эмуляторы ClearView 5X и ClearView XX 48

ГЛАВА 3
СХЕМНЫЕ РЕШЕНИЯ
ИНТЕРФЕЙСОВ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ 49

ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ВЫХОДЫ 50
Управление светодиодами и оптронами 50
Управление реле 54
Прямое управление нагрузкой,
питающейся от источника постоянного напряжения 55
Управление светодиодным цифровым индикатором 56
Управление индикаторами на жидких кристаллах 69
ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ВХОДЫ 86
Кнопки и переключатели 86
Гальваническая развязка входов 88
Клавиатуры 89
Вывод из sleep-режима с помощью клавиатуры 93
КОМБИНИРОВАННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОРТОВ 101
ВНЕШНЯЯ ПЕРИФЕРИЯ 110
Стандартная периферия 111
Взаимодействие с периферией
по последовательному интерфейсу 113
ЭНЕРГОНЕЗАВИСИМАЯ ПАМЯТЬ
С ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫМ ИНТЕРФЕЙСОМ 114
УПРАВЛЕНИЕ АНАЛОГО-ЦИФРОВЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ 120
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 122

ГЛАВА 4
БИБЛИОТЕКА ПРОГРАММ 123

АРИФМЕТИЧЕСКИЕ ПОДПРОГРАММЫ 124
Беззнаковое умножение 8-разрядных чисел 125
Знаковое и беззнаковое умножение 16-разрядных чисел 129

Деление 16-разрядных чисел ... 136
Сложение и вычитание 16-разрядных чисел ... 144
Операции с плавающей запятой ... 146
Преобразование двоично-десятичных кодов в двоичные ... 156
Преобразование двоичных кодов в двоично-десятичные ... 159
Сложение и вычитание чисел в двоично-десятичных кодах ... 163
ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПРЕРЫВАНИЙ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ 16C5X ... 168
ПРИНЦИП МНОГОЗАДАЧНОСТИ ... 172
РАСШИРЕНИЕ СТЕКОВОЙ ПАМЯТИ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ 16C5X ... 175
ПЕРЕДАЧА АСИНХРОННОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ПРИ ОТСУТСТВИИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ПОРТА ... 178

ГЛАВА 5
ГОТОВЫЕ РЕШЕНИЯ ... 185
ЧАСЫ С БУДИЛЬНИКОМ ... 186
РЕАЛИЗАЦИЯ ШИНЫ I²C ... 215
Общие положения ... 216
Принцип обмена данными ... 216
Форматы передачи ... 219
Схема реализации интерфейса I²C ... 220
ЧЕТЫРЕХКАНАЛЬНЫЙ ВОЛЬТМЕТР СО СВЕТОДИОДНОЙ ИНДИКАЦИЕЙ ... 232
МИКРОКОМПЬЮТЕР, ПРОГРАММИРУЕМЫЙ НА BASIC ... 244

ГЛАВА 6
МИКРОКОНТРОЛЛЕР STAMP ... 245
ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ... 246
СИСТЕМА РАЗРАБОТКИ ... 247
Схема платы Stamp ... 247
Программная среда разработки ... 250
ЯЗЫК ПРОГРАММИРОВАНИЯ PBASIC ... 250
Операторы управления портами ввода/вывода ... 252
Операторы для управления последовательным вводом/выводом ... 253
Управление аналоговыми величинами ... 253
Прочие операторы ... 253

ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЙ 255
Аналого-цифровое преобразование 255
Управление шаговыми двигателями 259
Интерфейс клавиатуры и индикатора на жидких кристаллах 264

ПРИЛОЖЕНИЕ 269
ФАЙЛ ИДЕНТИФИКАТОРОВ 269

ПРЕДИСЛОВИЕ

Желание написать книгу, посвященную применению целого класса микроконтроллеров, может показаться высокомерным. Действительно, поскольку эти компоненты программируемы, они способны выполнять «все пожелания» пользователя, благодаря чему широко применяются в самых разных сферах. Какой бы объемной ни была книга, в ней невозможно рассказать обо всех реализуемых приложениях с такими микроконтроллерами. Поэтому мы решили написать не сборник готовых приложений, которые, как показывает опыт, редко отвечают потребностям большинства пользователей, а пособие, помогающее читателю самостоятельно разрабатывать собственные проекты.

Для того чтобы знакомство с предлагаемой информацией было наиболее эффективным, мы структурировали книгу следующим образом:

- в главе 1 коротко рассказано об архитектуре PIC-микроконтроллеров фирмы Microchip. Даны сравнительные характеристики микроконтроллеров семейства, приводятся схемные решения, касающиеся подключения питания, тактирования работы микроконтроллера внешними и внутренними генераторами, а также различных способов сброса;
- в главе 2 говорится о системах разработки приложений, о том, какой вариант выбрать в зависимости от имеющихся средств. Приводится описание ассемблера PIC-контроллеров, который необходимо знать, чтобы разобраться в текстах программ, представленных в последующих главах;
- в главе 3 на многочисленных примерах показано, как обеспечить взаимодействие микроконтроллеров с периферией (причем даны не только описания схем, но и тексты программ). Конечно, предлагаемые решения охватывают лишь малую часть возможных областей применения PIC-микроконтроллеров, однако знакомство с ними позволит вам быстро реализовать собственные приложения;

- в главе 4 представлена библиотека стандартных программ. Приведенные арифметические алгоритмы широко используются во многих приложениях. Их реализация, особенно на ассемблере, по плечу только опытным пользователям микроконтроллеров;
- в главе 5 описаны три актуальных приложения. Используемые в них решения не рассматривались в предыдущих главах;
- наконец, в главе 6 рассказывается об оригинальном продукте Stamp фирмы Parallax – программируемом PIC-микроконтроллере 16C56, интерпретирующем язык Basic, и дано несколько примеров его применения. Эта глава будет особенно интересна тем, кто предпочитает не пользоваться машинным языком.

ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

Для удобства работы с книгой приняты следующие обозначения:

- наиболее важные понятия и основные термины выделены *курсивом*;
- листинги, а также названия регистров, переменных и т. д., встречающихся в тексте, набраны моноширинным шрифтом.