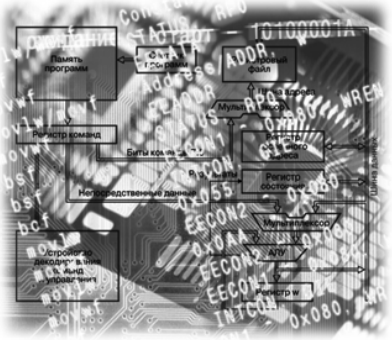
Майкл Предко

PIC-микроконтроллеры: архитектура и программирование

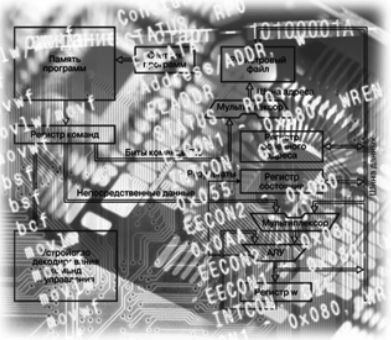
PICmicro®
MICROCONTROLLER

POCKET REFERENCE



McGraw-Hill
A Division of The McGraw-Hill Companies

PIC-МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ: АРХИТЕКТУРА И ПРОГРАММИРОВАНИЕ



ДМК ПРЕСС
ИЗДАТЕЛЬСТВО
Москва

УДК 621.3.049.77
ББК 32.852
П71

Предко М.
П71 PIC-микроконтроллеры: архитектура и программирование
Пер. с англ. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 512 с.: ил.

ISBN 978-5-94074-534-1

Книга посвящена PIC-микроконтроллерам – одному из самых популярных семейств современных микроконтроллеров. В справочнике имеются все необходимые сведения, аппаратные и программные решения. По широте охвата и объему рассматриваемого материала книга претендует на статус малой энциклопедии. Здесь представлены классификация и архитектура различных подсемейств PIC-контроллеров, сравнительные характеристики типов, разводка выводов, системы команд, подробная спецификация управляющих регистров. Рассказывается о принципах работы основных узлов, приведены таблицы временных и электрических характеристик, алгоритмы программирования. Дано описание языков программирования и средств разработки приложений.

Издание предназначено для широкого круга читателей – от начинающих радиолюбителей до специалистов, работа которых связана с использованием PIC-микроконтроллеров.

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 0-07136-175-8 (англ.)
ISBN 978-5-94074-534-1 (рус.)

© McGraw-Hill Companies, Inc.
© Перевод на русский язык, оформление. ДМК Пресс, 2010

СОДЕРЖАНИЕ

Глава 1
Принятые обозначения и сокращения 13

Глава 2
Основные характеристики микроконтроллеров PICmicro® 15

Глава 3
Корпуса PIC-микроконтроллеров и назначение выводов 19
Микроконтроллеры младшего подсемейства 20
Микроконтроллеры среднего подсемейства 22
Микроконтроллеры PIC 17Cxx 25
Микроконтроллеры PIC 18Cxx 26

Глава 4
Система команд микроконтроллеров PICmicro® 37
Параметры 38
Системы команд PIC-микроконтроллеров младшего и среднего подсемейств 38
Система команд микроконтроллеров подсемейства PIC 17Cxx 46
Система команд микроконтроллеров подсемейства PIC 18Cxx 56
Мнемоника специальных команд 69
Ассемблер фирмы Parallax Inc. для PIC-микроконтроллеров 72

Глава 5
Архитектура процессора микроконтроллеров PICmicro® 79
Арифметико-логическое устройство PIC-микроконтроллеров 80
Микроконтроллеры PICmicro® младшего подсемейства 80
Доступ к регистрам 83
Регистр состояния 84
Счетчик команд 84
Микроконтроллеры среднего подсемейства 86

Доступ к регистрам ... 87
Регистр состояния ... 88
Счетчик команд ... 88
Управление прерываниями ... 88
Основные компоненты программы обработки прерываний ... 90
Микроконтроллеры PIC 17Cxx ... 90
Доступ к регистрам ... 92
Регистр состояния ... 93
Счетчик команд ... 93
Выполнение прерываний ... 94
Основные компоненты программы обработки прерываний ... 95
Микроконтроллеры PIC 18Cxx ... 96
Доступ к регистрам ... 97
Регистры состояния ... 99
Счетчик команд ... 99
Выполнение прерываний ... 102
Общий вид программы обработки прерываний ... 102

Глава 6
Управляющие регистры PIC-микроконтроллеров ... 103
Микроконтроллеры младшего подсемейства ... 104
Микроконтроллеры среднего подсемейства ... 106
Микроконтроллеры PIC 17Cxx ... 121
Микроконтроллеры PIC 18Cxx ... 135

Глава 7
Функциональные узлы ... 149
Регистры конфигурации ... 150
Генераторы тактовых импульсов ... 151
Режим ожидания ... 155
Регистр OPTION ... 156
Порты ввода/вывода и регистры TRIS ... 158
Сторожевой таймер ... 161
Таймер TMR0 ... 162
Прескалер ... 164
Таймер TMR1 ... 164
Таймер TMR2 ... 167

Модуль CCP ... 168
Модуль универсального синхронно-асинхронного приемопередатчика ... 172
Модуль SSP ... 178
Интерфейс SPI ... 178
Интерфейс I²C ... 182
Встроенный аналого-цифровой преобразователь ... 188
Встроенные компараторы напряжения ... 194
Управляемый параллельный порт ... 197
Доступ к EEPROM данных ... 199
Доступ к программной памяти EPROM ... 204
Доступ к программной флэш-памяти ... 205
Внешняя память ... 207

Глава 8
Взаимодействие PIC-микроконтроллеров с внешними устройствами ... 211
Схема для подключения микроконтроллеров к источнику питания ... 212
Схема перезапуска микроконтроллеров ... 215
Цифровые уровни ... 215
Использование параллельной шины ... 216
Взаимодействие с кнопками ... 217
Взаимодействие с матричной клавиатурой ... 219
Объединение входов и выходов ... 222
Схема эмуляции вывода с открытым коллектором/открытым стоком ... 223
Управление светодиодными индикаторами ... 224
Многосегментные светодиодные индикаторы ... 224
Управление жидкокристаллическим дисплеем ... 227
Интерфейс I²C в режиме MASTER ... 258
Интерфейс RS-232 ... 262
Интерфейсы RS-485/RS-422 ... 267
Подпрограммы для последовательного асинхронного обмена ... 269
Однопроводный интерфейс фирмы Dallas Semiconductor ... 276

Измерение сопротивлений
с помощью цифровых входов/выходов 281
Схемы для управления двигателями 283
Управление серводвигателями 287
Схема формирования звуковых сигналов 288
Управление мощностью нагрузки переменного тока 289
Схемы датчиков на основе эффекта Холла 290
Дистанционное управление телевизионными
приемниками фирмы Sony 290

Глава 9
Программирование PIC-микроконтроллеров 295
Hex-файлы 296
Программирование PIC-микроконтроллера
младшего подсемейства 297
Последовательное программирование микроконтроллеров
среднего подсемейства 300
Программирование PIC 17Cxx 308
Внутрисхемное программирование PIC 17Cxx 311
Программирование PIC 18Cxx 314
Разъем для внутрисхемного программирования 316

Глава 10
Интерфейсы ПК 319
Распределение оперативной памяти 320
Пространство ввода/вывода 320
Функции прерываний 332
Шина ISA 332
Контакты и линии шины ISA 334
Прерывания 337
Порты клавиатуры и мыши 338
Разъемы 338
Временные диаграммы интерфейса клавиатуры 339
Скан-коды клавиатуры 340
Команды контроллера клавиатуры 343
Интерфейсы BIOS 344
Команды клавиатуры 344

Последовательный порт ... 346
Выводы разъема ... 346
Блок-схема УАПП 8250 ... 347
Базовые адреса последовательного порта ... 348
Регистры УАПП 8250 ... 348
Прерывания ... 351
Функции прерывания 14h BIOS интерфейса RS-232 ... 352
Параллельный порт ... 354
Блок-схема и разъем параллельного порта ... 354
Базовые регистры ... 356
Регистры ... 356
Функции BIOS параллельного порта ... 358

Глава 11
Полезные подпрограммы ... 359
Переход за пределы текущей страницы ... 360
Таблицы ... 360
Ветвление по условию ... 362
Временные задержки ... 362
Получение дополнительного кода содержимого регистра (изменение знака) ... 364
Инкрементирование/декрементирование содержимого регистра w ... 365
«Вращение на месте» ... 365
Копирование битов из одного регистра в другой ... 366
Преобразование полубайта в код ASCII ... 366
Преобразование байта кода ASCII в шестнадцатеричный полубайт ... 366
Использование входа T0CKI в качестве источника прерывания ... 367
Деление на три ... 367
Измерение длительности импульса с 16-разрядной точностью ... 368
Регистрация изменений ... 368
Проверка диапазона ... 369
Преобразование символов ASCII в верхний регистр ... 369
Перестановка содержимого регистра и рабочего регистра w ... 369
Перестановка содержимого двух регистров ... 370

Сравнение и перестановка, если Y < X 370
Подсчет числа 1 в байте 370
Генерация бита четности для байта 371
Удержание переменной внутри диапазона 371
Перестановка четных и нечетных битов 371
Побитовые операции 371
Умножение на константу 372
Деление на константу 373

Глава 12
16-разрядные числа 375
Определение 16-разрядных чисел 376
Инкрементирование и декрементирование 376
Сложение/вычитание 377
Побитовые операции с константами и переменными 379
Сравнение 16-разрядных переменных 380
Умножение 382
Деление 384

Глава 13
Рабочие характеристики PIC-микроконтроллеров 387
Токи нагрузок выходов и портов 388
Значения компонентов RC-генератора 388
Рабочие характеристики в режиме LP-генератора 391
Рабочие характеристики в режиме XT-генератора 391
Рабочие характеристики в режиме HS-генератора 392

Глава 14
Возможные неисправности устройств
с PIC-микроконтроллерами 393

Глава 15
Средства разработки приложений 399
Функции клавиш текстового редактора 400
Файл MPSIM.INI 400