

УДК 621.37:681.586

**МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ ВО ВСТРОЕННЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ****С.Ю. ЗМИТРОВИЧ***(Представлено: канд. физ.-мат. наук, доц. С.А. ВАБИЩЕВИЧ)*

*Рассматривается возможность использования микроконтроллеров во встроенных системах управления, их архитектура, технические характеристики, периферия. На примере PIC16F877A приводятся примеры создания подпрограмм, с помощью которых возможно реализовать управление микроконтроллером.*

Микроконтроллеры – это производные от микропроцессоров интегральные микросхемы с ЦПУ, памятью и устройством ввода/вывода. Есть следующие микроконтроллеры: 8-битные: PIC12F675, PIC16F877A, ATtiny2313 и др.; 16-битные: PIC24FJ64GA006, ATmega384A1-AU, dsPIC33FJ12GP201; 32-битные: SAM7X512, STM32, PIC32MX340F128H. С их изобретением появилась возможность проектирования сложных управляющих систем относительно небольших и малых размеров, которые помогают человеку облегчить его быт. Работают данные интегральные микросхемы точно по записанной в их память программе, без каких-либо отклонений от алгоритма, если не учитывать какие-либо сбои в их работе.

Встроенные системы управления – системы, у которых основной функцией является функция управления, реализованная на микроконтроллерах. В современном мире повсюду можно найти встроенные системы, они могут быть как в часах, микроволновых печах, так и в холодильниках, автомобилях. Держа в руках какие-либо предметы, человек может и не догадаться о том, что в них может присутствовать одновременно несколько встроенных системы, которые чем-либо управляют, анализируют, вычисляют.

Микроконтроллеры можно сопрягать с различными видами датчиковой аппаратуры, после чего отображать информацию, полученную от них, на дисплее, светодиодных индикаторах, ЖК-индикаторах и т.п. Также микроконтроллеры могут принимать определенные решения при анализе полученных данных, и отправлять управляющие команды на различные подвластные ей системы.

**Параметры микроконтроллеров.** Микроконтроллеры бывают нескольких разрядностей: 8-битные, 16-битные, 32-битные. Также каждый из них имеет архитектуру, от которой и зависят возможности микроконтроллеров. В зависимости от числа используемых инструкций микроконтроллеров выделяют две основные архитектурные группы: RISC и CISC. Различие этих групп заключается в том, что RISC – это тщательный подбор инструкций, которые можно выполнить за один такт тактового генератора, а CISC – архитектура менее быстродействующих инструкций, которые направлены на упрощение программ.

Программирование микроконтроллеров может осуществляться как на высокоуровневых (C++, C, MicroPascal, Basic и т.д.), так и на низкоуровневом языке программирования (Assembler). Assembler микроконтроллера PIC16F877A имеет в своем распоряжении 35 инструкций [1; 2].

Технические характеристики микроконтроллера PIC16F877A [3-4]:

Память программы: 8192 инструкции; SRAM: 368 байт; EEPROM: 256 байт; портов ввода-вывода: 33; аналоговых портов: 8; PWM: 2; таймеры 8/16: 2/1; 2 компаратора; USART, I2C, SPI; максимальная частота тактового генератора: 20 МГц.

Рассмотрим архитектуру микроконтроллера PIC16F877A, представленную на рисунке, и кратко опишем ее.

Центральное процессорное устройство, обведенное пунктиром на схеме, представлено арифметико-логическим устройством (АЛУ), служащим для выполнения арифметических и логических преобразований над данными; регистром состояния STATUS, в котором хранятся все данные о только что выполненной инструкции; рабочим регистром W, который используется во всех операциях АЛУ.

Порты A, B, C, D, E служат для ввода и вывода цифровой и аналоговой информации, также некоторые входы используются для программирования микроконтроллера, для использования таймеров, широтно-импульсного модулирования, компараторов и шин передачи данных.

Регистр косвенной адресации (FSR), расположенный во всех банках памяти микроконтроллера, может быть использован как регистр связи с другими регистрами, то есть в него может быть записан номер ячейки другого регистра, с которым необходимо взаимодействовать.

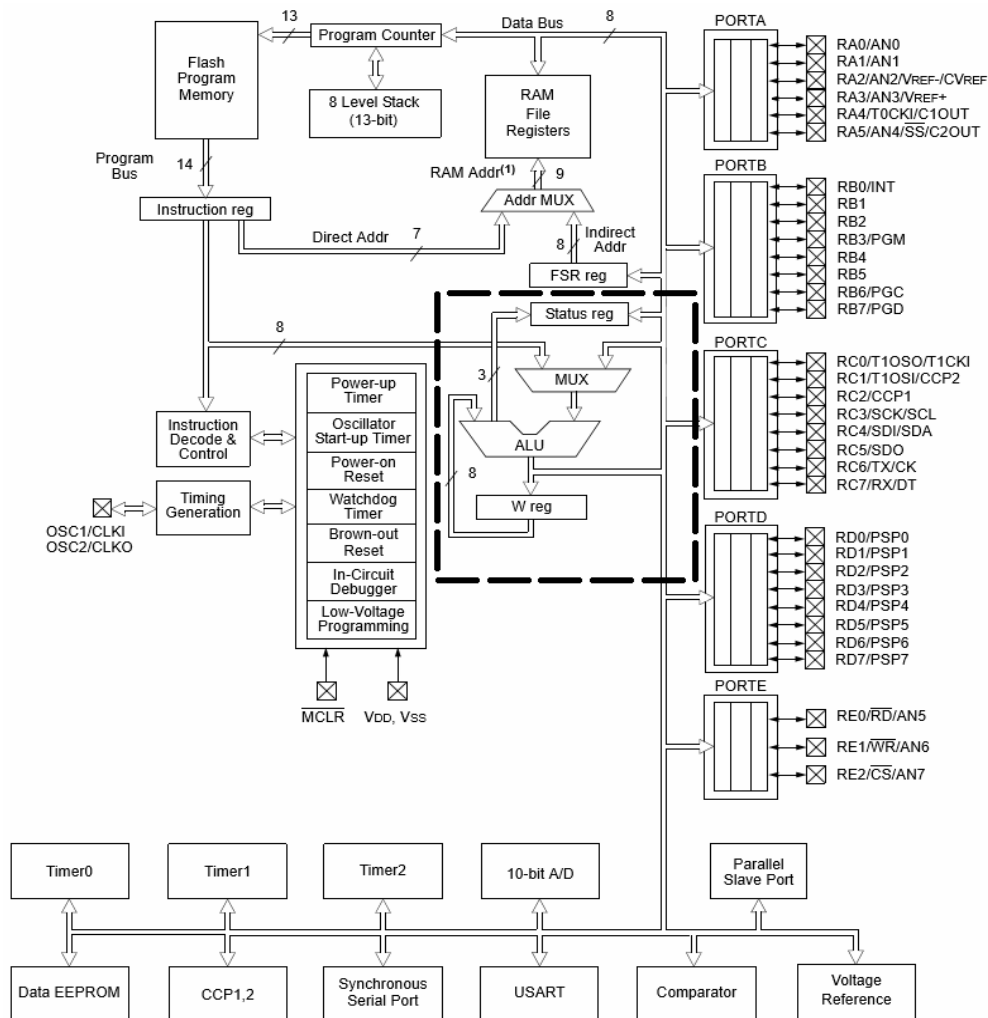
USART, SPI, I2C – шины передачи данных, которые служат для взаимодействия с другими устройствами, подключаемыми к этим шинам.

Счетчики/Таймеры могут быть применены в измерении времени или, например, в подсчете продукции проходящей по конвейеру.

EEPROM(ЭСППЗУ) – Электрически стираемое программируемое постоянное запоминающее устройство, часть памяти микроконтроллера, в которой данные могут быть записаны при написании программы микроконтроллера или при работе микроконтроллера под контролем программы.

Память программы (FlashprogramMemory) – предназначена для хранения кода программы, который можно занести через внешний программатор.

Адресный мультиплексор и мультиплексор – устройства, предназначенные для выбора регистров, с которыми будет взаимодействовать центральный процессор.



Архитектура микроконтроллера PIC16F877A

Аналого-цифровой преобразователь(A/D) – модуль, преобразующий аналоговый тип сигнала в цифровой, является 10-разрядным. Это означает, что максимальное преобразованное число может равняться 1023.

**Примеры программирования микроконтроллера**

Программа инициализация портов:

...Программа...

```

bcf      status,5 ; Переключение на 0 банк памяти
clrfporta ; Очистка порта A, установка на всех разрядах логического нуля
clrfportb ; Очистка порта B, установка на всех разрядах логического нуля
clrfportc ; Очистка порта C, установка на всех разрядах логического нуля
clrfportd ; Очистка порта D, установка на всех разрядах логического нуля
clrfporte ; Очистка порта E, установка на всех разрядах логического нуля
bsf      status,5 ; Переключение на 1 банк памяти
movlwb'11111111'; Запись в рабочий регистр значения 255
movwfrisa ; Перенос значения из рабочего регистра в регистр состояния порта,
           ; установка всех разрядов порта A на вход
movlwb'00001111'; Запись в рабочий регистр значения 15
movwfrise ; Перенос значения из рабочего регистра в регистр состояния порта,

```

```

; установка первый четырех разрядов порта E на вход
clrftrisb ;Очистка значения в регистре состояния порта B, установка всех разрядов порта на выход
clrftrisc ;Очистка значения в регистре состояния порта C, установка всех разрядов порта на выход
movlw .0; Запись в рабочий регистр значения 255
movwftrisd ; Перенос значения из рабочего регистра в регистр состояния порта,
; установка всех разрядов порта D на выход

```

...Программа...

End.

У начинающих программистов возникают трудности при программировании на ассемблере, так как появляются ошибки при компилировании из-за того, что не был переключен лист памяти программы.

Подпрограмма решения этой проблемы:

...Программа...

...Память страницы заполнена, необходимо переключение...

```

bsf PCLATH,3 ; Установка 3 бита состояние логической 1
; Переход на 1 страницу памяти [0800h-0FFFh]

```

```

goto perehod1 ; Переход на метку «perehod1»

```

...Программа...

...Память страницы заполнена, необходимо переключение...

```

bsf PCLATH,3 ; Установка 3 и 4 битов регистра в состояние логической 1

```

```

bsf PCLATH,4 ; Переход на 3 страницу памяти [1800h-1FFFh]

```

```

goto perehod3 ; Переход на метку «perehod3»

```

...Программа...

End.

Подпрограмма проверки нажатия клавиши подключенной к 3 разряду порта A:

...Программа...

*bitfsporta, 3 ; Проверка равенства 3 разряда порта A логической единице, если равно, то исполняется следующая инструкция, если нет, то следующая инструкция пропускается*

```

goto metka ; Переход на метку «metka»

```

```

$-2 ; Переход на две строки вверх по коду

```

...Программа...

End.

Подпрограмма взаимодействия с регистром косвенной адресации (FSR):

...Программа...

```

movlw ReG ; Запись в рабочий регистр адреса регистра «ReG»

```

```

movwf FSR ; Перенос значения из рабочего регистра в регистр FSR

```

```

movlw 10h ; Запись значения 10h в рабочий регистр

```

```

metka decfsz INDF,1 ; Декрементирует значение регистра адрес которого записан в FSR

```

*goto met ; Если значение регистра «ReG» при выполнении предыдущей инструкции не равняется 0, то выполняется переход на метку «met»*

```

goto rhd ; Если же значение регистра «ReG» равняется 1, то выполняется переход на метку «rhd»

```

...Программа...

### Заключение

В результате проведенного исследования рассмотрены основные технические характеристики, архитектура и ее основные элементы микроконтроллера PIC16F877A, который можно использовать при проектировании встроенных систем. Приведены примеры создания подпрограмм управления и адресации. Данный микроконтроллер апробирован в системе управления теплицей.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Катцен, С. PIC-микроконтроллеры. Полное руководство / С. Катцен, А.В. Евстифеева. – М.: ДМК Пресс, 2014. – 651 с.
2. Уилмсхерст, Т. Разработка встроенных систем с помощью микроконтроллеров PIC / Т. Уилмсхерст, Ю.А. Шпак. – Киев : Мк-Пресс, 2015. – 543 с.
3. Хоровиц, П. Искусство схемотехники / У. Хилл, П. Хоровиц. – М. : Бином, 2015. – 704 с.
4. Electronic Components Datasheet Search [Электронныйресурс] / PIC16F877A Datasheet. – Режим доступа: <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/82338/MICROCHIP/PIC16F877A.html>