

Справочник по среднему семейству микроконтроллеров PICmicro™

Раздел 28. Последовательный внутрисхемный интерфейс программирования (ICSP)

Перевод основывается на технической документации DS33023A
компании Microchip Technology Incorporated, USA.

© ООО «Микро-Чип»
Москва - 2002

Распространяется бесплатно.
Полное или частичное воспроизведение материала допускается только с письменного разрешения
ООО «Микро-Чип»
тел. (095) 737-7545
www.microchip.ru

PICmicro™

Mid-Range MCU Family

Reference Manual

“All rights reserved. Copyright © 1997, Microchip Technology Incorporated, USA. Information contained in this publication regarding device applications and the like is intended through suggestion only and may be superseded by updates. No representation or warranty is given and no liability is assumed by Microchip Technology Incorporated with respect to the accuracy or use of such information, or infringement of patents or other intellectual property rights arising from such use or otherwise. Use of Microchip’s products as critical components in life support systems is not authorized except with express written approval by Microchip. No licenses are conveyed, implicitly or otherwise, under any intellectual property rights. The Microchip logo and name are registered trademarks of Microchip Technology Inc. in the U.S.A. and other countries. All rights reserved. All other trademarks mentioned herein are the property of their respective companies. No licenses are conveyed, implicitly or otherwise, under any intellectual property rights.”

Trademarks

The Microchip name, logo, PIC, KEELOQ, PICMASTER, PICSTART, PRO MATE, and SEEVAL are registered trademarks of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A.

MPLAB, PICmicro, ICSP and In-Circuit Serial Programming are trademarks of Microchip Technology Incorporated.

Serialized Quick-Turn Production is a Service Mark of Microchip Technology Incorporated.

All other trademarks mentioned herein are property of their respective companies.

Содержание

28.1 Введение	4
28.2 Перевод микроконтроллера в режим последовательного программирования	4
28.3 Схема включения.....	5
28.4 Программаторы.....	6
28.5 Среда программирования.....	7
28.6 Другие преимущества ICSP	7
28.7 Программирование OTP микроконтроллеров PICmicro	8
28.8 Программирование Flash микроконтроллеров PICmicro	9
28.9 Ответы на часто задаваемые вопросы	11
28.10 Дополнительная литература	12

28.1 Введение

Все микроконтроллеры PICmicro среднего семейства могут быть запрограммированы по последовательному интерфейсу ICSP после их установки на плату устройства. Для программирования требуется всего два сигнальных провода (синхронизация, данные) и три проводов питания (общий, напряжение питания микроконтроллера, напряжение программирования).

Внутрисхемное программирование ICSP позволяет упростить учет выпускаемых изделий. Устанавливая в устройство не запрограммированный микроконтроллер, Вы можете подготовить большое число устройств по данному проекту. Перед продажей партии устройств в микроконтроллеры загружается последняя версия программного обеспечения за короткое время. Эта методика позволяет исключить накопление на складе изделий со старой версией программы и быстро проводить обновление программного обеспечения.

Очень много людей думают, что использование ICSP для PICmicro с OTP память программ возможно только на сборочной линии, на которой микроконтроллер будет запрограммирован без возможности изменения кода программы. Однако существует метод с помощью которого OTP микроконтроллер может быть запрограммирован несколько раз в зависимости от объема кода программы (подобно EEPROM и FLASH микроконтроллерам). Эта методика будет описана далее по тексту раздела.

28.2 Перевод микроконтроллера в режим последовательного программирования

Микроконтроллер переходит в режим программирования/проверки, если выводы RB6 и RB7 удерживаются в низком логическом уровне, а на выводе -MCLR (V_{PP}) уровень сигнала изменяется от V_{IL} до V_{IH} (см. спецификацию программирования), и присутствует напряжение питания V_{DD} . Вывод RB6 становится входом тактового сигнала программирования, а RB7 - входом/выходом данных программирования/проверки. Выводы RB6, RB7 имеют входной буфер с триггером Шмидта. Для передачи данных микроконтроллером на выводе RB7 реализован выходной КМОП буфер.

После перехода в режим программирования/проверки счетчик команд PC принимает значение 0000h. Для управления программированием/проверкой используются 6 - разрядные команды. Некоторые команды сопровождаются 14 - разрядными данными, передаваемые или принимаемые из микроконтроллера в зависимости от назначения команды (чтение или запись). Полную информацию по программированию микроконтроллеров смотрите в спецификации программирования соответствующего микроконтроллера.

В режиме последовательного программирования/проверки сторожевой таймер WDT выключен для предотвращения сброса микроконтроллера.

28.3 Схема включения

Принципиальная схема устройства должна быть разработана таким образом, чтобы она позволяла подключить все сигналы программирования к микроконтроллеру. На рисунке 28-1 показана базовая схема включения микроконтроллера для программирования по интерфейсу ICSP. Схема устройства должна учитывать следующие аспекты:

- Изоляция вывода $-MCLR/V_{PP}$ от остальной схемы;
- Нагрузка на выводах RB6, RB7;
- Емкость на выводах V_{DD} , $-MCLR/V_{PP}$, RB6 и RB7;
- Минимальное и максимальное напряжение питания V_{DD} ;
- Тактовый генератор PICmicro;
- Разъем программирования.

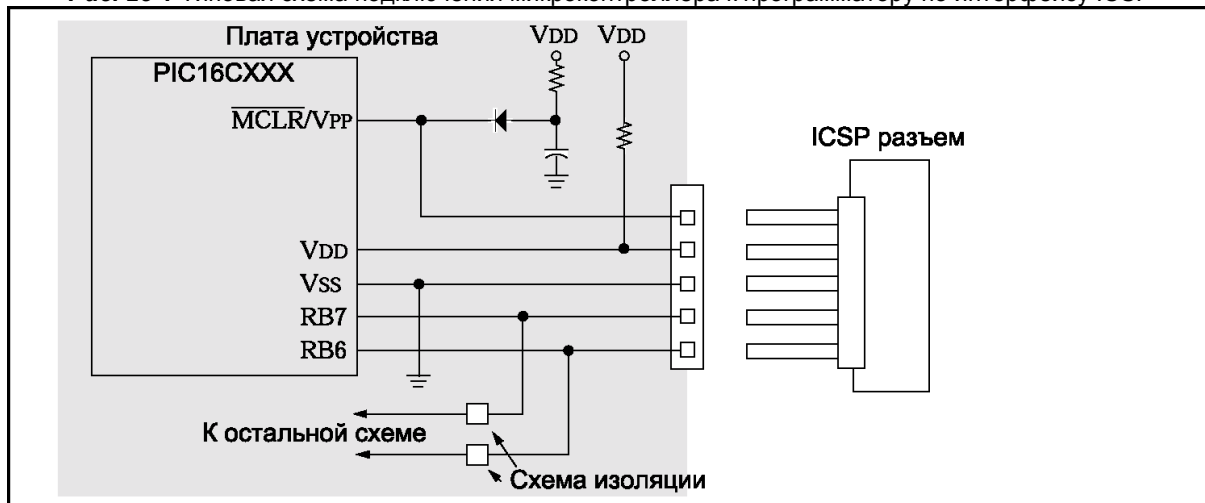
Вывод $-MCLR/V_{PP}$ обычно соединен с RC цепочкой. Подтягивающий резистор подключен к V_{DD} , а конденсатор к общему проводу. RC цепочка может влиять на операцию ICSP в зависимости от емкости конденсатора, т.к. напряжение V_{PP} должно быть изолировано от остальной схемы (в большинстве случаев резистор не может изолировать остальную схему). Рекомендуется применять схему, показанную на рисунке 28-1, когда используется RC цепочка для вывода $-MCLR/V_{PP}$. Диод должен быть типа Schottky. Другой проблемой является то, что на выводе $-MCLR/V_{PP}$ присутствует напряжение примерно 13В (схема устройства должна быть изолирована от этого напряжения).

Выводы RB6, RB7 используются PICmicro для последовательного программирования (RB6 - линия синхронизации; RB7 - линия данных). RB6 - управляется программатором. RB7 - двунаправленный вывод, который управляется программатором и микроконтроллером. Эти выводы должны быть изолированы от остальной схемы, чтобы она не влияла на сигналы последовательного программирования. Необходимо учитывать выходное сопротивление источника сигналов программатора при изоляции выводов RB6, RB7 от остальной схемы (RB6 - вход на PICmicro; RB7 - двунаправленный вывод). Например, программатор PRO MATE II имеет внутреннее сопротивление выводов 1кОм. Если проект позволяет, то эти выводы не должны использоваться. Проектировщик устройства должен сам оценить необходимость использования выводов RB6, RB7 и требования к буферизации сигналов. На рисунке 28-1 не показана схема изоляции выводов RB6, RB7, поскольку это зависит от конкретного приложения.

Чтобы упростить соединение микроконтроллера с программатором, выполните одно из следующих требований:

1. Не используйте выводы RB6, RB7 в своем приложении, оставив их свободными для ICSP.
2. К этим выводам должна быть подключена маломощная нагрузка.
3. Для выводов RB6, RB7 применять дополнительную схему изоляции, чтобы можно было подать сигналы ICSP на микроконтроллер.

Рис. 28-1 Типовая схема подключения микроконтроллера к программатору по интерфейсу ICSP



Емкостная нагрузка на выводах влияет на фронт сигнала, формируемого программатором. В типовых схемах на цепи питания V_{DD} устанавливаются конденсаторы емкостью несколько сот мкФ, которые позволяют подавить шум на цепи питания. Однако эта емкость требует достаточно мощного источника питания в программаторе, чтобы обеспечить требуемую скорость нарастания напряжения питания. Большинство программаторов разработаны для непосредственной установки микроконтроллера в колодку и не имеют достаточно мощного источника питания. Решением этой проблемы может быть использование дополнительного драйвера. Драйвер требует дополнительные источники питания, обеспечивающие ток для V_{PP} и V_{DD} . В данном случае сигналы на выходы RB6, RB7 не буферизируются, но буферизация может потребоваться в зависимости от приложения. Типовая схема платы драйвера показана на рисунке 28-2.

Примечание. Схема драйвера должна быть проверена на предмет выполнения требований временных характеристик сигналов синхронизации и данных. В случае подключения большой нагрузки к выводам V_{DD} , V_{PP} , RB6 и RB7 может потребоваться изменение схемы драйвера.

Согласно спецификации программирования - микроконтроллер может быть запрограммирован только при напряжении питания 5В. Необходимо учитывать этот факт, если ваша схема рассчитана на напряжение питания 3В. Возможным вариантом решения может быть полная изоляция микроконтроллера во время программирования. Дополнительно должна быть выполнена проверка программирования микроконтроллера при минимальном и максимальном напряжении питания устройства. Например, устройства питается от трех батареек 1.5В, рабочий диапазон напряжений питания от 2.7В до 4.5В. Программирование выполняется при напряжении питания 5В, проверка программирования должна быть выполнена при напряжениях питания 2.7В и 4.5В. Это будет гарантировать работу микроконтроллера во всем диапазоне напряжений питания для данного устройства.

Заключительной проблемой является работа тактового генератора при установленном микроконтроллере в устройстве пользователя. Напряжение на выводе -MCLR/V_{PP} должно достигнуть V_{PP} до начала выполнения кода программы. При использовании кварцевого или керамического резонатора это проблема не возникает, т.к. код программы начнет выполняться после отсчета 1024 тактов генератора. RC генераторы не требуют времени запуска, поэтому таймер запуска генератора не используется. Программатор должен успеть установить напряжение программирования на выводе -MCLR/V_{PP} прежде, чем тактовый генератор успеет сформировать 4 такта. Если RC генератор успеет сформировать 4 и более тактов, то после перехода в режим программирования счетчик команд будет иметь не нулевое значение, а некоторое значение X. Программа в микроконтроллер будет загружена со смещением. Существует несколько способов компенсировать медленное нарастание напряжение на -MCLR/V_{PP}. Первый способ - исключить резистор R при программировании микроконтроллера. Другой способ - возможность программатора управлять выводом OSC1, чтобы предотвратить генерацию тактового сигнала.

28.4 Программаторы

Другой аспект - программаторы. Все микроконтроллеры PIC16CXXX среднего семейства используют только последовательное программирование, поэтому все программаторы, поддерживающие эти микроконтроллеры, поддерживают последовательный интерфейс ICSP. Программатор должен иметь выход последовательного программирования, обеспечивать требуемую скорость нарастания напряжений и нагрузочную способность формируемых сигналов (этот вопрос был рассмотрен в предыдущей главе). На рисунке 28-2 представлен пример схемы драйвера. В этой схеме отсутствует буферизация сигналов для RB6 и RB7 (рекомендуется выполнить оценку схемы устройства для определения необходимости буферизации сигналов синхронизации и данных).

Другой особенностью программаторов является возможность проверки программирования памяти микроконтроллера при различных напряжениях питания V_{DD}. Программатор PRO MATE II поддерживает проверку программирования при минимальном и максимальном напряжении питания конкретного микроконтроллера, поэтому считается промышленным программатором. Программатор PICSTART Plus поддерживает только 5В режим программирования и проверки. Спецификации программирования микроконтроллеров требуют, чтобы программирование было проверено при минимальном и максимально возможном напряжении питания в устройстве. Это подразумевает, что схема устройства приспособлена для тестового изменения напряжения питания.

Существует большое число программаторов других производителей. Вы должны выбрать программатор на основе ваших требований под конкретную среду проектирования. Список инструментальных средств Microchip представлен в документации DS30177. Информацию о средствах проектирования других производителей Вы можете найти в документации DS00104. Воспользуйтесь этими документами при выборе программатора.

Выбирая программатор нужно учитывать большое число факторов: последовательный или параллельный интерфейс подключения к компьютеру, автономная работа, одновременно программируется одна или несколько микросхем.

28.5 Среда программирования

Среда программирования непосредственно влияет на тип программатора (длина кабеля программатора и интерфейс схемы устройства). Некоторые программаторы больше подходят для изготовления небольшой партии изделий при ручной сборке, другие - предназначены для автоматизированных сборочных линий. Возможно требуется одновременное программирование нескольких микросхем.

Длина кабеля от программатора до устройства влияет на емкостную нагрузку сигналов программирования, что непосредственно влияет на мощность управляющих сигналов, чтобы обеспечить требуемый ток. Кабель программирования должен быть максимально защищен от внешних помех.

Разъем программирования зависит от размеров устройства и параметров сборочной линии. В самом простом случае может использоваться специальный кабель для соединения программатора и устройства. Это больше подходит для ручной сборки, когда техник подключает кабель программатора к устройству. Существуют различные методы организации диагностических разъемов в устройствах. На этот разъем выводятся и линии программирования микроконтроллера. На этапе тестирования устройства может быть запрограммирован микроконтроллер, что наиболее оптимально для автоматизированной сборки изделий.

После учета всех требований к программированию микроконтроллеров любое предприятие может организовать программирование микроконтроллеров в готовом устройстве по интерфейсу ICSP.

28.6 Другие преимущества ICSP

ICSP позволяют записывать калибровочную информацию и серийные номера изделий в память микроконтроллера. Сохранение калибровочной информации в памяти программ микроконтроллера является наиболее надежным и дешевым по сравнению с применением внешней последовательной EEPROM памяти. Например, если в вашем устройстве используется термистор, имеющий некоторый технологический разброс параметров, то, записав в память калибровочную информацию в виде таблицы, можно программным способом откорректировать работу датчика. Стоимость изделия может быть уменьшена за счет использования программных методов калибровки. Возникает вопрос, как это относится к ICSP? После программирования микроконтроллера проводят калибровочные испытания. Затем микроконтроллер вновь переводится в режим программирования и записывается подготовленная калибровочная информация. Дополнительную информацию по записи калибровочной информации смотрите в документации AN656.

ICSP предоставляет возможность сохранения индивидуального последовательного или случайного номера устройства. Серийный номер может использоваться в системах ограничения доступа как идентификационный ключ. В недорогих приложениях номер устройства устанавливается DIP переключателями. Запись уникального номера устройства в память программ микроконтроллера уменьшает общую стоимость изделия и риск несанкционированного доступа.

28.7 Программирование OTP микроконтроллеров PICmicro

OTP микроконтроллеры не могут быть перепрограммированы, но архитектура микроконтроллеров PICmicro предоставляет Вам эту возможность, если размер кода программы, по крайней мере, меньше в два раза объема памяти программ микроконтроллера, и защита памяти программ выключена. Если Ваш микроконтроллер не имеет требуемого объема памяти программ, то Вы можете выбрать другой с объемом памяти от 0.5кслов до 8кслов с тем же набором периферийных модулей, удовлетворяющий вашим требованиям.

PIC16CXXX имеют два вектора: вектор сброса (0x0000) и вектор прерываний (0x0004). Когда происходит сброс или генерируется прерывание, микроконтроллер начинает выполнять программу с соответствующего адреса. В левой части примера 28-2 показан код программы, первоначально загруженный в микроконтроллер, а в правой части примера - повторное программирование микроконтроллера.

В примере 28-2 показано, что при втором программировании по адресу 0x0000 вместо команды GOTO MAIN (0x2808) было записано 0x0000 (команда NOP). В эту ячейку нельзя записать код 0x2860 потому, что биты '0' не могут быть изменены к '1'. Только биты, значение которых '1', могут изменены на '0'. Следующая ячейка 0001h имеет все '1' поэтому в нее записано GOTO MAIN (0x2860). Когда происходит сброс микроконтроллера, сначала выполняется команда по адресу 0x0000 (NOP), а затем - GOTO MAIN для начала выполнения основной программы. В примере также показано, что все ячейки памяти после 0x005A первоначально не запрограммированы, чтобы была возможность записать новый код после изменения программы. Аналогично можно поступать с вектором прерываний 0x0004.

Этот метод слегка изменяется для микроконтроллеров с объемом памяти более 2кслов, поскольку нужно переключать страницы памяти программ(см. пример 28-1).

Пример 28-1 Переход между страницами памяти программ

movlw	<page>	movlw	<page>
movwf	PCLATH	movwf	PCLATH
goto	Main	goto	ISR

Теперь Ваш OTP микроконтроллер имеет схожие свойства с EEPROM или FLASH микроконтроллерами.

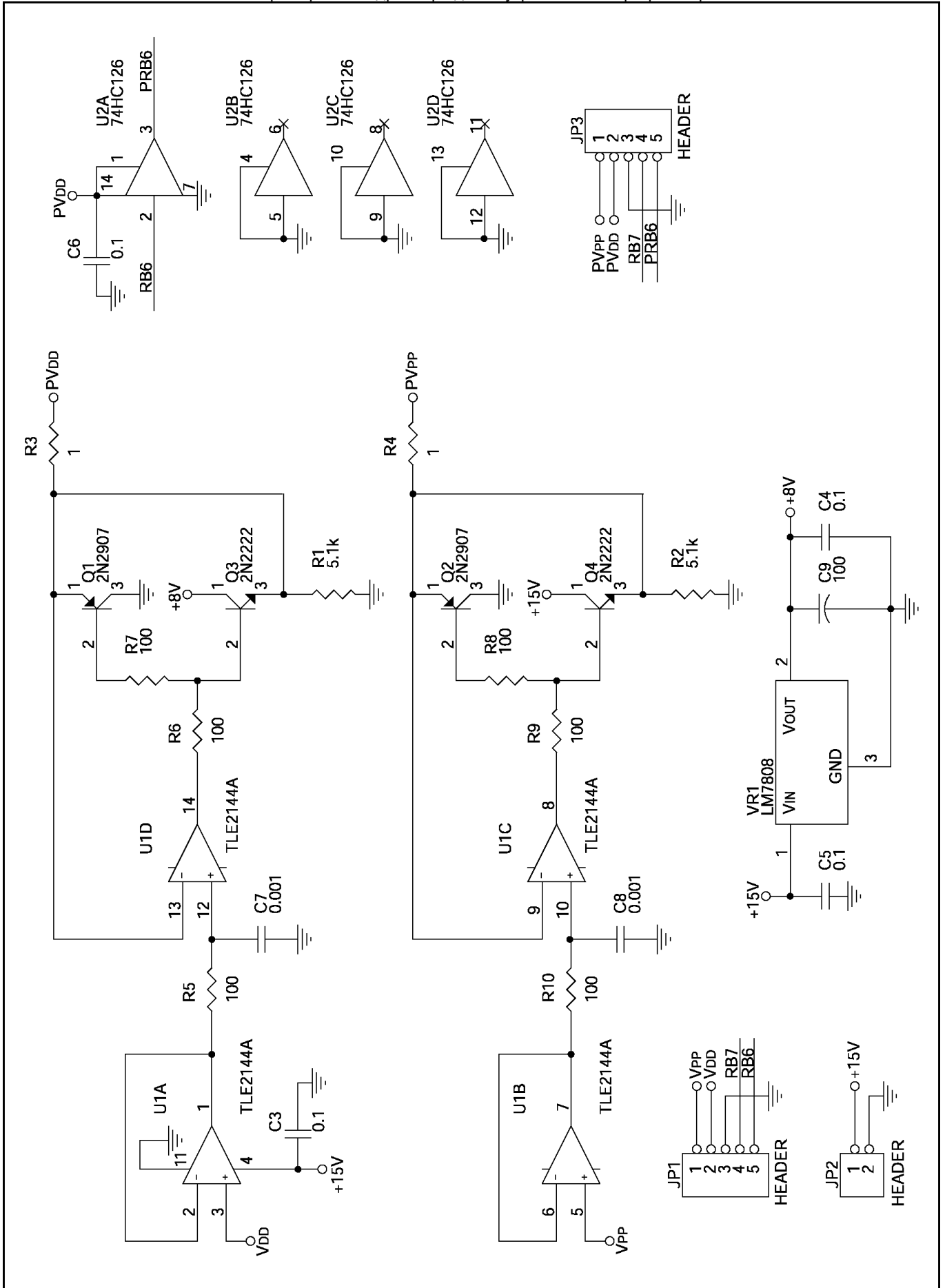
Пример 28-2 Циклы программирования OTP микроконтроллера

Первый цикл программирования				Второй цикл программирования			
Адрес	Код	Мнемоника		Адрес	Код	Мнемоника	
0000	2808	goto	Main ; Переход на	0000	0000	nop	
0001	3FFF	<blank>	; 0x0008	0001	2860	goto	Main ; Переход на
0002	3FFF	<blank>		0002	3FFF	<blank>	; 0x0060
0003	3FFF	<blank>		0003	3FFF	<blank>	
0004	2848	goto	ISR ; Переход на	0004	0000	nop	
0005	3FFF	<blank>	; 0x0048	0005	28A8	goto	ISR ; Переход на
0006	3FFF	<blank>		0006	3FFF	<blank>	; 0x00A8
0007	3FFF	<blank>		0007	3FFF	<blank>	
0008	1683	bsf	STATUS,RP0	0008	1683	bsf	STATUS,RP0
0009	3007	movlw	0x07	0009	3007	movlw	0x07
000A	009F	movwf	ADCON1	000A	009F	movwf	ADCON1
.
.
0048	1C0C	btfs	PIR1,RBIF	0048	1C0C	btfs	PIR1,RBIF
0049	284E	goto	EndISR	0049	284E	goto	EndISR
004A	1806	btfs	PORTB,0	004A	1806	btfs	PORTB,0
.
.
0060	3FFF	<blank>		0060	1683	bsf	STATUS,RP0
0061	3FFF	<blank>		0061	3005	movlw	0x05
0062	3FFF	<blank>		0062	009F	movwf	ADCON1
.
.
00A8	3FFF	<blank>		00A8	1C0C	btfs	PIR1,RBIF
00A9	3FFF	<blank>		00A9	28AE	goto	EndISR
00AA	3FFF	<blank>		00AA	1806	btfs	PORTB,0
.
.
.

28.8 Программирование Flash микроконтроллеров PICmicro

Микроконтроллеры с Flash памятью программ могут быть перепрограммированы в устройстве пользователя даже, если включена защита памяти. Портативный программатор может состоять из персонального компьютера и собственно программатора. Техник подключает ICSP кабель к устройству и загружает новую программу в микроконтроллер PICmicro. С помощью Flash микроконтроллеров легко выполнять отладку программы или обновление программного обеспечения с добавлением новых функций без необходимости демонтажа устройства и доставки его в лабораторию.

Рис. 28-2 Пример схемы драйвера для внутрисхемного программирования



28.9 Ответы на часто задаваемые вопросы

Если вы не найдете ответа на Ваш вопрос в этой главе раздела, задайте его, написав нам письмо по адресу support@microchip.ru.

Вопрос 1: Когда я выполняю программирование ICSP, программа смещена в памяти.

Ответ 1:

Если напряжение на выводе -MCLR не увеличивается достаточно быстро при нормальном напряжении питания, то внутренний счетчик команд PC может увеличиваться. Это означает, что счетчик команд не будет указывать на адрес, который Вы ожидаете. Значение счетчика команд зависит от числа тактовых импульсов, которые были сформированы при номинальном напряжении питания.

Вопрос 2: Я использую программатор PRO MATE II с самодельным разъемом для передачи сигналов программирования в мое устройство. Иногда память программ неправильно программируется.

Ответ 2:

Может быть нарушено напряжение/синхронизация сигналов из-за:

- Схемы устройства, к которому подключаете программатор;
- Большой длины соединительного кабеля;
- Большой емкости на цепи питания V_{DD} .

28.10 Дополнительная литература

Дополнительная литература и примеры применения, связанные с этим разделом документации. Примеры применения не могут использоваться для всех микроконтроллеров среднего семейства (PIC16CXXX). Как правило, примеры применения написаны для конкретной группы микроконтроллеров, но принципы примеров могут использоваться, сделав незначительные изменения (с учетом существующих ограничений).

Документы, связанные с последовательным интерфейсом программирования ICSP в микроконтроллерах PICmicro MCU:

Документ	Номер
In-Circuit Serial Programming of Calibration Parameters using a PICmicro Программирование калибровочной информации по последовательному интерфейсу ICSP	AN656
In-Circuit Serial Programming Guide Руководства последовательного программирования	DS30277

Уважаемые господа!

ООО «Микро-Чип» поставляет полную номенклатуру комплектующих фирмы **Microchip Technology Inc** и осуществляет качественную техническую поддержку на русском языке.

С техническими вопросами Вы можете обращаться по адресу support@microchip.ru

По вопросам поставок комплектующих Вы можете обращаться к нам по телефонам:
(095) 963-9601
(095) 737-7545
и адресу sales@microchip.ru

На сайте
www.microchip.ru

Вы можете узнать последние новости нашей фирмы, найти техническую документацию и информацию по наличию комплектующих на складе.