

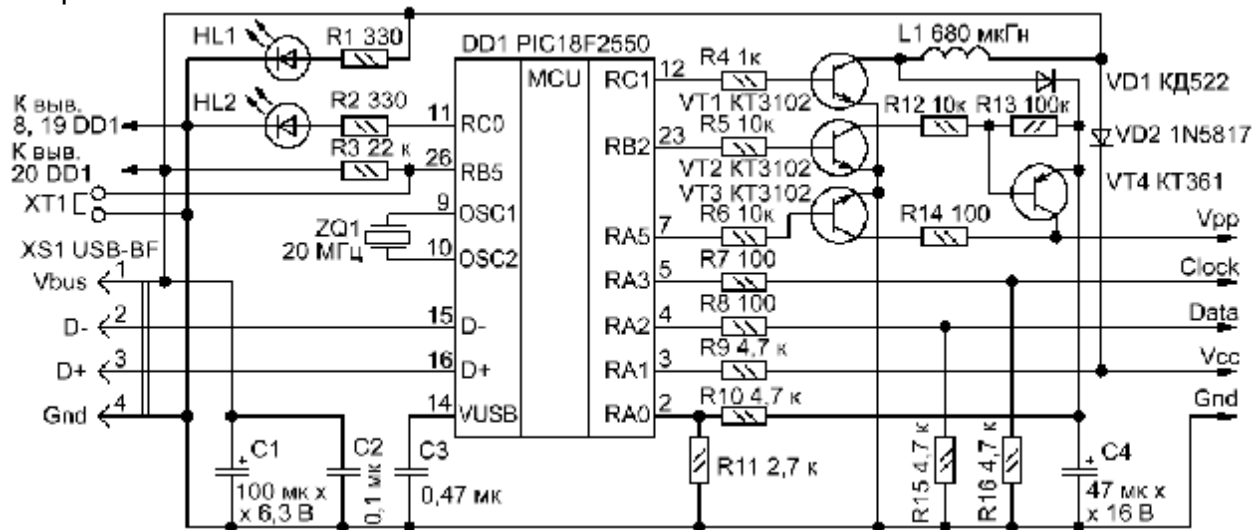
Студенческий USB программатор PIC микроконтроллеров

Т. Носов, г. Саратов

Это простой USB программатор начального уровня для микроконтроллеров семейства PIC и микросхем памяти. Отличительной особенностью является простая схемотехника, низкая цена и доступность для радиолюбительского повторения. Программатор позволяет запрограммировать практически все Flash микроконтроллеры производства компании Microchip Technology Inc.

Широкому распространению PIC-микроконтроллеров (далее МК) способствовало открытость схем и программ. Фирма Microchip свободно распространяет большинство своей документации. В документе [1] в приложении «В» дается схема USB-программатора второго поколения PICkit-2. Технологические ограничения и сложность являются определенными препятствиями для повторения радиолюбителями этого программатора «один в один».

В данной статье описывается упрощенный программатор, основанный на схемотехнике PICkit-2. Студенческий программатор от оригинального PICkit-2 унаследовал следующие функции: программирование МК с напряжением питания 5 вольт, USB-UART преобразователь, часть функций логического анализатора, расчет калибровочной константы встроенного RC-генератора для соответствующих типов МК, обновление операционной системы программатора в режиме bootloader. Отдельно рассмотрим несложную доработку в схеме разрабатываемого устройства с возможностью программирования МК с напряжением питания менее 5 вольт.



Розетка XS1 служит для подключения стандартного USB-кабеля между программатором и компьютером. Это розетка типа «B», на компьютере стоит розетка типа «A». Перепутать гнезда включения кабеля физически невозможно.

Светодиоды HL1 и HL2 любого типа, например, АЛ307. HL1 включен, когда на программатор подается питание; HL2 включается, когда между ПК и программатором идет обмен данными.

Переключатель XT1 используется для активации в устройстве режима bootloader для обновления программного обеспечения (прошивки) промататора через интерфейс USB. В повседневном рабочем режиме эта переключатель разомкнута.

Основой программатора является МК PIC18F2550, имеющий прямой выход на шину USB. МК тактируется кварцем ZQ1 и работает на частоте 20 МГц.

Питается он напряжением +5. В, поступающим с линий USB компьютера через разъем XS1.

Напряжение высоковольтного программирования V_{pp} в диапазоне +8,5...14 В формируется ключевым стабилизатором на элементах R4, VT1, L1, VD1, C4, R10, R11. Импульсы ШИМ поступают с вывода 12 МК, обратная связь с делителя R10, R11.

Транзисторы VT2, VT3, VT4 служат ключами. Они подают установленное напряжение V_{pp} к линиям программирования МК. Информация о наличии питания снимается с резистора R9.

Диод Шотки VD2 является барьером для обратного напряжения с линий программирования в случае использования программатора в режиме внутрисхемного программирования ICSP (In-Circuit Serial Programming), USB-UART преобразователя, логического анализатора. Диод VD2 должен иметь падение напряжения не более 0,45 В. Если предполагается использовать этот программатор исключительно для программирования МК вне устройства, т.е. с использованием соответствующих адаптеров, панелей и переходников, то на месте диода VD2 можно впаять перемычку.

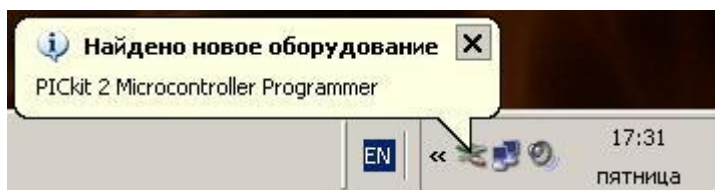
Дроссель L1 с индуктивностью 680 мкГн. Использован унифицированный дроссель типов SECL или EC24. Дроссель можно самостоятельно изготовить, намотав 250-300 витков провода ПЭЛ-0,1 на ферритовый сердечник от дросселя типа CW68. Ввиду наличия ШИМ с обратной связью, строгую точность индуктивности можно не соблюдать.

В схеме полярные конденсаторы электролитические, например, типа К50-6, остальные конденсаторы керамические типа К10-17. Использованы транзисторы с любым буквенным индексом. Диод VD1 можно заменить на импортный аналог 1N4148 (будьте внимательны с маркировкой катода).

Студенческий программатор, как и PICkit-2, работает под управлением оболочки «PICkit 2 Programmer» [2] или под управлением среды разработки MPLAB IDE [4]. Оба приложения бесплатно распространяются фирмой Microchip и периодически обновляются [5]. Для работы «PICkit 2 Programmer» требуется пакет «Net Framework», который интегрирован в дистрибутив [3].

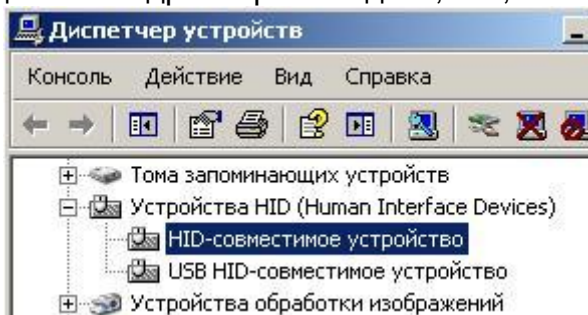
Программное обеспечение (прошивка) программатора поставляется вместе с указанными программами и находится в каталогах ПК по примерному пути «C:\Program Files\Microchip\PICkit 2 v2\PK2V023200.hex» или «C:\Program Files\Microchip\MPLAB IDE\PICkit 2\PK2V023200.hex». Версия прошивки может отличаться, в зависимости от версии оболочки или среды разработки. Разные версии программного обеспечения и управляющих программ между собой совместимы. МК PIC18F2550 можно запрограммировать с помощью программатора Extra-PIC [6].

При первом подключении изготовленного программатора с правильно запрограммированным МК DD1 к компьютеру операционная система найдет новое устройство «PICkit 2 Microcontroller Programmer» и автоматически установит для него драйвера.



В списке диспетчера устройств появится новое USB HID-совместимое устройство. HID (Human Interface Devices), согласно спецификации USB, – это

устройства связи с пользователем, для которых в операционных системах Windows 98/2000/XP имеются встроенные HID-драйверы. В связи с этим необходимость в специальном драйвере отпадает, что, несомненно, удобно.



Правильно собранный программатор в налаживании не нуждается. Если программатор не работает, прежде всего, следует убедиться в отсутствии ошибок монтажа, обрывов и замыканий на его плате.

Оболочка «PICkit 2 Programmer» как и среда разработки MPLAB IDE поддерживает широкий спектр МК (перечень которых постоянно пополняется с выходом новых версий ПО фирмы Microchip). Студенческий программатор позволяет стирать, программировать и проверять память программ и EEPROM, устанавливать защиту кода, редактировать содержимое Flash и EEPROM МК, а также программировать микросхемы памяти EEPROM.

Для начала работ следует запустить оболочку «PICkit 2 Programmer», подключить программируемый МК к программатору, в окне «PICkit 2 Programmer» нажать кнопку «Read» – должен отобразиться тип подключенного МК.

Для записи hex-файла в МК:

1) через меню File -> Import Hex открыть соответствующий hex-файл; окно Program Memory (и в соответствующих случаях окно EEPROM Data) заполнится новыми данными;

2) нажать в окне кнопку «Write»; происходит процесс программирования.

Для чтения hex-файла из МК:

1) нажать кнопку «Read»; происходит процесс чтения; окно Program Memory (и в соответствующих случаях окно EEPROM Data) заполнится новыми данными;

2) через меню File -> Export Hex сохранить прочитанные данные в hex-файл.

Для просмотра и смены битов конфигурации:

1) нажать в окне фразу «Configuration»; откроется новое окно;

2) при необходимости сменить биты и сохранить кнопкой «Save».

Для расчета калибровочной константы встроенного RC-генератора[7]:

1) через меню Tools -> OSCCAL -> Auto Regenerate запускаем процедуру вычисления калибровочной константы; появляется запрос-подтверждение о том, что данные в МК в процессе калибровке будут стерты; соглашаемся с этим и подтверждаем нажатием на кнопку «Ok»;

2) происходит запись в МК специальной программы, которая генерирует на выводе МК меандр; программатор измеряет частоту и рассчитывает калибровочную константу, которая затем записывается в МК.

Для обновления программного обеспечения программатора:

1) отключить программатор от ПК и установить перемычку XT1;

2) подключить программатор к ПК и запустить оболочку «PICkit 2 Programmer»;

3) через меню Tools -> Download PICkit 2 Operating System открыть соответствующий hex-файл (например, «C:\Program Files\Microchip\PICkit 2\v2\PK2V023200.hex»); происходит процесс загрузки операционной системы;

4) отключить программатор от ПК, снять перемычку XT1, снова программатор подключить к ПК, запустить оболочку «PICkit 2 Programmer» и при желании проверить номер версии программного обеспечения через меню Help -> About.

Для использования в режиме USB-UART преобразователя:

- 1) через меню Tools -> UART Tool... открыть интерфейсное окно обмена;
- 2) к линии Data программатора подключить линии «передатчика» (TX), к линии Clock программатора подключить линии «приемника» (RX), обязательно подключить линии общего провода (Gnd) и питания +5 В (Vcc) (без входящего питания работать не будет);
- 3) выбрать необходимую скорость и нажать кнопку «Connect»;
- 4) провести обмен данными с устройством.

Для использования в режиме логического анализатора:

- 1) через меню Tools -> Logic Tool... открыть интерфейсное окно обмена;
- 2) выбрать кнопками режим работы Mode: «Logic I/O» «Analyzer»;
- 3) линии Data программатора соответствует «Pin 4», линии Clock – «Pin 5»; определить режимы работы этих линий – либо приём входящих сигналов, либо установка исходящих сигналов на линиях Data и Clock.

При всей простоте схемы, этот программатор можно назвать маленькой лабораторией, где есть богатый набор дополнительных функций. Более подробно о работе с программатором, в том числе и в режиме отладчика, можно ознакомиться в руководстве пользователя [1].

Рассмотрим работу программатора в среде программирования MPLAB IDE:

- 1) подключаем программатор к ПК; запускаем MPLAB IDE; подключаем МК к программатору;
- 2) через меню Configure -> Select Device... в появившемся окне из выпадающего списка Device выбираем соответствующий тип программируемого МК и нажимаем кнопку «Ok»;
- 3) через меню Programmer -> Select Programmer выбираем PICkit 2; происходит процесс обмена с программатором и проверка на соответствие выбранного в п.2 МК;
- 4) для записи hex-файла в МК: через меню File -> Import... открываем соответствующий hex-файл; нажимаем в меню Programmer -> Program; происходит процесс записи;
- 5) для чтения hex-файла в МК: нажимаем в меню Programmer -> Read; происходит процесс чтения; нажимаем в меню File -> Export..., в появившемся окне в одной закладке предлагается указать область памяти для сохранения, биты конфигурации, дампы памяти, идентификатор МК, а в другой закладке тип файла (выбираем тип INHX32) и, наконец, нажимаем кнопку «Ok» и сохраняем соответствующий hex-файл; зачитанный hex-файл также можно посмотреть в машинных кодах и терминах Ассемблера через меню View -> Program Memory.

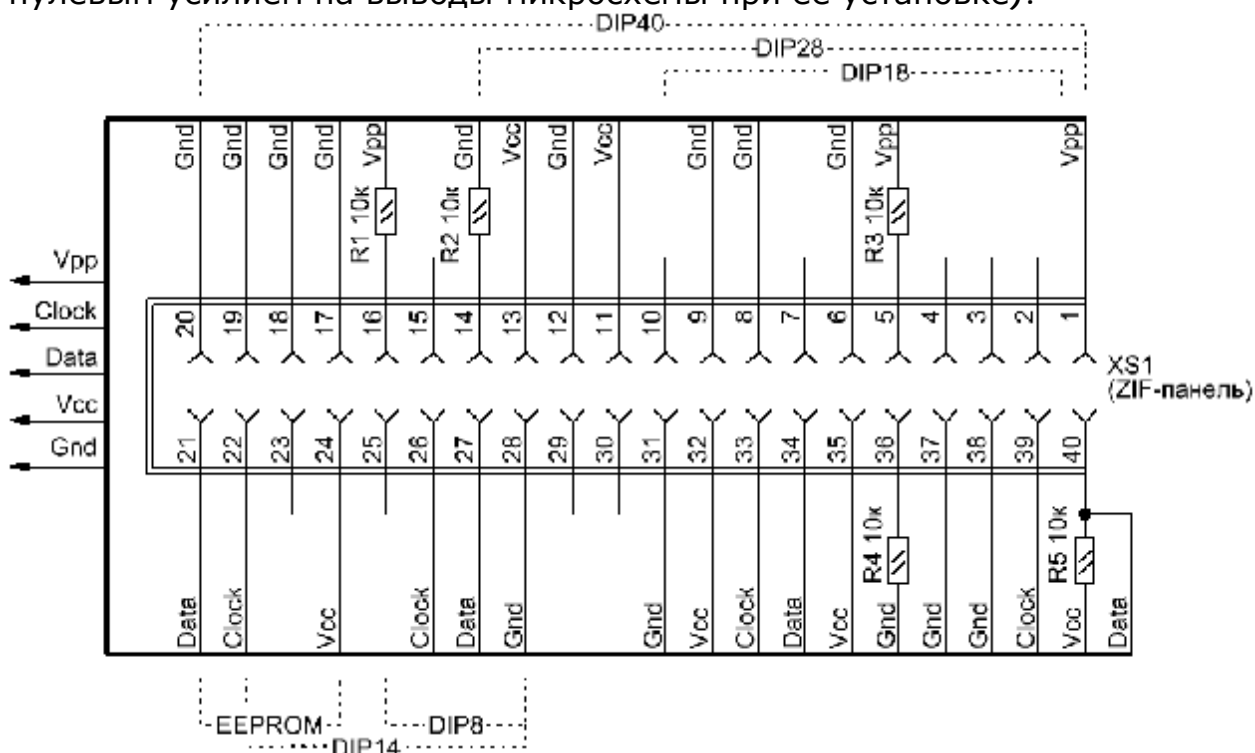
При выборе программатора в MPLAB IDE появилась дополнительная панель с кнопками быстрого доступа, дублирующая пункты меню. Наводя указатель мыши на кнопки, появляются соответствующие всплывающие подсказки о дублируемых функциях, в которых несложно самостоятельно разобраться.



Необходимо отметить, что приведенный способ программирования из MPLAB это лишь частный случай взаимодействия с программатором. В реальной жизни в MPLAB пишут и отлаживают программы, т.е. работают с проектами. В случае если проект открыт (а именно так чаще и происходит), можно сразу запрограммировать выбранный МК через меню или через кнопки быстрого доступа. Это, несомненно, очень удобно, когда все инструменты сосредоточены в одной программе. Вторым преимуществом, в отличие от оболочки «PICkit 2

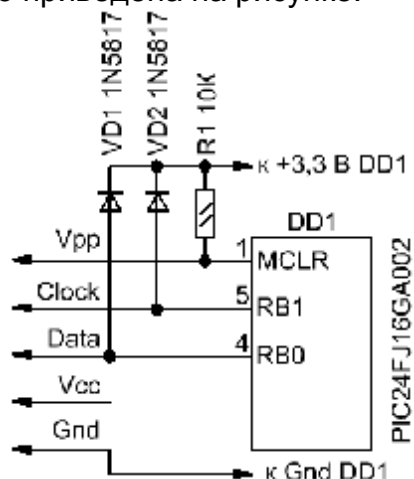
Programmer», на наш взгляд, является более понятное и наглядное представление битов конфигурации в меню Configure -> Configuration Bits.

Для программирования микроконтроллеров в DIP корпусах очень удобно использовать адаптер с ZIF-панелью (Zero Insertion Force - с нулевым усилием на выводы микросхемы при ее установке).



Перед установкой МК в панель обязательно убедитесь, что указанное расположение выводов соответствует выбранному вами МК. Для этого, обратитесь к официальной документации Data Sheets и Programming Specifications на соответствующий МК.

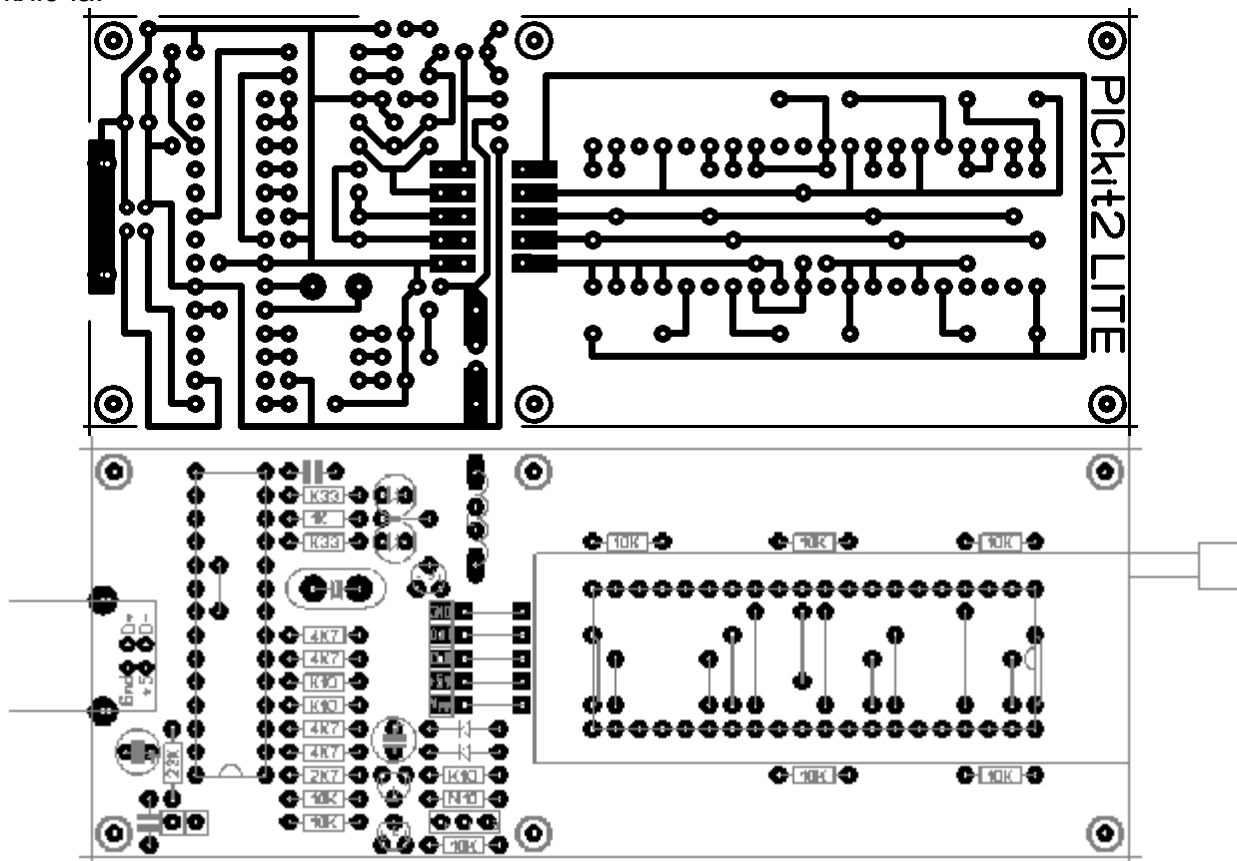
При программировании МК с напряжением питания менее 5 вольт, необходимо позаботиться об организации на стороне устройства простого сопряжения, схема которого приведена на рисунке.



Программатор и адаптер собраны на общей печатной плате. При желании программатор и адаптер можно сделать на отдельных платах, рисунок печатной платы позволяет это безболезненно сделать. На плате предусмотрена 5-контактная однорядная вилка для подключения шнура внутрисхемного программирования ICSP.

Печатная плата изготавливается любым доступным способом, например, с помощью пленочного фоторезиста [8]. Впаиваются перемычки, низкопрофильные

компоненты, затем крупногабаритные элементы. Плату отмывают подходящим растворителем и проверяют на просвет, на предмет волосковых коротких замыканий и непропаев. Запрограммированный микроконтроллер устанавливать в панель на плате программатора, внимательно проверяя правильное положение ключа.



На фотографии студенческий USB программатор и PICkit2.



Стоимость студенческого программатора в розничных ценах:

| Наименование | Цена, руб. |
|---------------|------------|
| PIC18F2550 | 180 |
| гнездо USB-B | 30 |
| кварц 20 МГц | 20 |
| дроссель EC24 | 3 |
| ZIF-панель | 100 |
| прочее | 46 |
| ВСЕГО | 379 |

Для редакции. Вы можете поставить студенческий USB программатор на коммерческие лыжи и распространять в виде набора, как это сделано с программатором А. Рыжкова Радио, 2009, №8, с.64.

Литература

1. PICkit™ 2 Programmer/Debugger User's Guide (2.07 Мб). –
<<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/51553E.pdf>>.
2. PICkit 2 V2.61 Install (3.9 Мб) –
<<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/PICkit%20%20v2.61.00%20Setup%20A.zip>>.
3. PICkit 2 V2.61 Install with .NET Framework (30.3 Мб) –
<<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/PICkit%20%20v2.61.00%20Setup%20dotNET%20A.zip>>.
4. MPLAB IDE v8.43 Full Release Zipped Installation (111.0 Мб) –
<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/MPLAB_8_43.zip>.
5. MPLAB IDE Archives. –
<http://www.microchip.com/stellent/idcplg?IdcService=SS_GET_PAGE&nodeId=1406&dDocName=en023073>.
6. Носов Т. Программатор PIC-контроллеров или вся, правда, об EXTRA-PIC
<<http://miliamper.narod.ru/Extra-PIC/Extra-PIC.htm>>.
7. Долгий А. О настройке тактового RC-генератора, встроенного в МК PIC12F629 и PIC12F675. – Радио, 2009, №3, с. 22-23.
8. Шмарин И. Изготовление печатной платы с помощью пленочного фоторезиста. – Радио 2009, №5, с. 28.

От редакции. Печатная плата студенческого программатора находится на нашем FTP-сервере по адресу <ftp://ftp.radio.ru/pub/2010/xxx/pickit2_lite.zip>