

Аппаратные хитрости использования PIC-контроллеров

Александр Торрес, г. Харьков

В этой статье описаны некоторые схемотехнические приемы, полезные при разработке приборов на базе PIC-контроллеров. Некоторые из них, конечно, можно применять и с другими микроконтроллерами. Разумеется, для некоторых опытных специалистов кое-что может показаться «прописными истинами», но думаю - большое число начинающих работать с микроконтроллерами узнают для себя что-то новое, да и опытным будет полезно.

Дежурный режим

Основное преимущество PIC-контроллеров заключается в их низком потреблении при высоком быстродействии, что очень полезно в приборах с автономным питанием. Еще большей экономии энергии можно достичь при использовании дежурного режима. При этом основное время микроконтроллер находится в режиме sleep, при котором приостанавливается выполнение программы, выключается тактовый генератор, но может продолжать свою работу Watch Dog таймер и некоторые периферийные устройства. Выход из этого режима может производиться по-разному, в зависимости от типа контроллера.

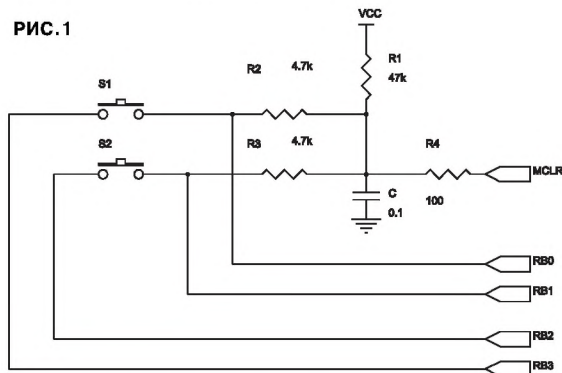
Например, можно запрограммировать Watch Dog таймер («собаку») на определенный период, при срабатывании которого контроллер «проснется», опросит свои входы и, если нужно, перейдет к процедуре обработки. Если никаких действий совершать не нужно, он выполнит команду SLEEP и будет находиться в этом состоянии до следующего срабатывания таймера. При выполнении процедуры обработки следует периодически сбрасывать «собаку» для предотвращения ее повторного срабатывания. Используя подобную методику, можно строить приборы, не требующие выключателя питания, различные сигнализирующие и контрольные приборы.

Очень часто прибор должен быть выполнен в виде пульта (к примеру - пульт ДУ телевизора), который большую часть времени находится в выключенном состоянии, а при нажатии кнопок управления производить соответствующие действия. Реализовать режим «пульт» можно несколькими способами, один из которых описан выше. Период «собаки» в этом случае следует выбирать в диапазоне 0.05-0.1 секунды.

Другие способы не основаны на использовании «собаки», т.е. контроллер не просыпается для опроса кнопок, а остается спать до их нажатия.

В PIC-контроллерах старого семейства (16C5х), для выхода из режима sleep нужно использовать специальную схемотехнику и программирование. При этом обеспечивается подача сигнала «сброс» на контроллер при нажатии любой кнопки (рис. 1).

РИС. 1



В дежурном режиме выходы RB2 и RB3 находятся в состоянии «0», конденсатор С заряжен до уровня «1». При нажатии любой кнопки конденсатор быстро разряжается через резистор R2 или R3, что приводит к подаче сигнала «сброс». При сбросе выходы переходят в высокоимпедансное состояние, и разряд конденсатора через R2 (R3) прекращается. Время разряда должно быть больше требуемого для сброса контроллера (около 18мс), но меньше минимальной длительности нажатия на кнопку (примерно 50-100мс). После снятия сигнала «сброс» (заряд конденсатора через R1) контроллер начинает выполнение программы. При этом на выходы RB2 и RB3 «0», на короткое (около 10мс) время, за которое конденсатор не успевает разрядиться, а с выходов RB0 и RB1 считывается состояние кнопок. Аналогично можно подключить матрицу клавиатуры, рис. 2.

Новые PIC-контроллеры имеют возможность генерировать прерывание, выводящее из спящего режима при изменении состояния определенных входов, обычно RB4-RB7. При этом возможно как применение нескольких кнопок, так и матрицы клавиатуры (рис. 3). Выводы RB4-RB7 запрограммированы на ввод, с включенными внутренними подтягивающими резисторами. Перед входом в режим sleep включается генерация прерываний по изменению состояния (в случае матрицы - выходы RB0-RB3 устанавливаются в «0»). При нажатии любой кнопки вызывается прерывание, выводящее контроллер из режима

РИС. 2

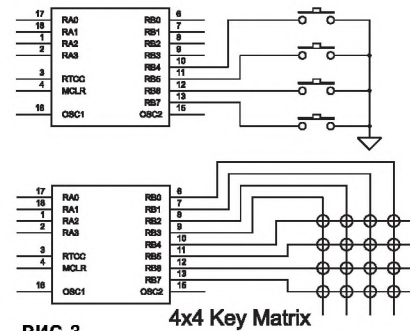
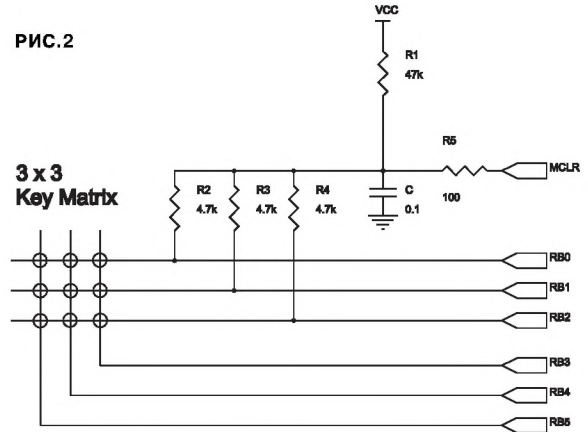


РИС. 3

sleep, после чего он может приступить к процедуре подавления дребезга контактов, определения нажатой кнопки (сканирования матрицы) и выполнению соответствующих нажатой кнопке действий.

Работа «прерывания по изменению» имеет свои некоторые особенности, в связи с которыми его следует применять только для выхода из спящего режима, а при нормальной работе оно должно быть выключено во избежание ложных срабатываний.

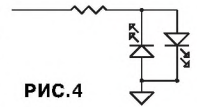
Экономия выводов

Чего всегда не хватает при использовании микроконтроллеров, особенно в небольших корпусах? Числа портов ввода-вывода. Конечно, можно применить контроллер в 40-выводном корпусе, но это не всегда возможно по различным соображениям. К счастью существует ряд схемотехнических уловок, позволяющих многократно использовать одни и те же выводы для разных целей или для управления несколькими устройствами. Рассмотрим некоторые из них.

Управление 2-мя светодиодами одним выводом

В отличие от микроконтроллеров семейства MCS-51, имеющих выходы с открытым стоком и не требующих переключения режима, в PIC-контроллерах выходные каскады активные и для переключения режима работы (ввод или вывод) служит специальный регистр. Таким образом, каждый вывод любого порта может принимать 3 значения - «0», «1» и «вход», который эквивалентен высокоимпедансному («Z») состоянию. Это позволяет управлять двумя светодиодами при помощи единственного вывода (рис. 4).

РИС. 4



При работе порта в режиме выхода, в зависимости от состояния «0» или «1» горит соответственно верхний или нижний светодиод. При переключении в режим входа последний находится в Z-состоянии, и при соответствующем выборе резисторов ток через светодиоды весьма мал и их свечение почти незаметно.

Управление 6-ю светодиодами 3-мя выводами

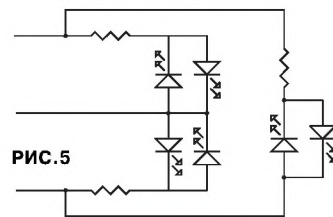
Еще более интересно включение трех пар встречно-параллельных светодиодов по схеме «звезда», рис. 5.

Соответствующими сигналами микроконтроллера можно добиться свечения любого из шести светодиодов, а также их комбинаций. Используя динамическую индикацию, можно получить любые комбинации.

Ввод аналогового сигнала с выводом стробов

В PIC-контроллерах со встроенным АЦП одни и те же выводы могут использоваться как аналоговый вход, цифровой вход или цифровой выход. Возможно одновременное использование таких выводов для разных целей. В качестве примера на рис. 6 пока-

РИС. 5



ЦИФРОВАЯ ТЕХНИКА

зано подключение 7-сегментных индикаторов, при котором выходы сканирования используются как аналоговые входы.

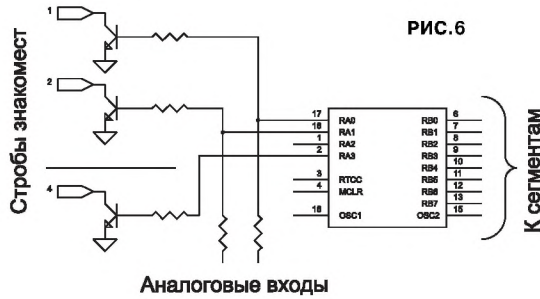


РИС. 6

В процессе сканирования индикатора выходы, генерирующие стробы знакомест, кратковременно переключаются в режим аналогового ввода. Необходимая развязка осуществляется резисторами. Для исключения влияния транзисторных ключей желательна применение полевых транзисторов.

Расширение числа входов-выходов: Мультиплексорами

При необходимости опроса большого количества цифровых входов, если позволяют временные характеристики, удобно использовать мультиплексоры. К примеру, для ввода 8 сигналов при помощи 561КП2 требуется всего 4 вывода контроллера вместо 8. В случае использования контактных датчиков, подтягивающий резистор может быть один. На рис. 7 показано подключение 4-х кнопок, трехпозиционного переключателя и логического сигнала TTL/CMOS уровня.

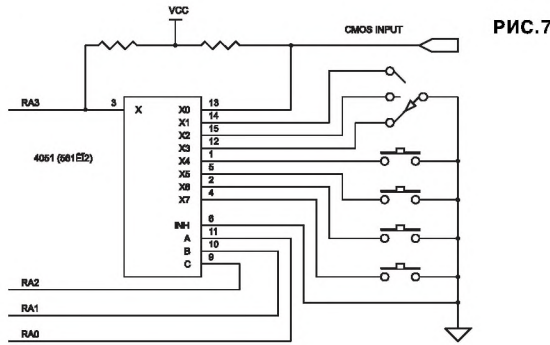


РИС. 7

Сдвиговыми регистрами

Для экономии выводов при выводе можно использовать сдвиговые регистры, для управления которыми требуется 2 сигнала (данные и строб) и, при необходимости, сигнал защелкивания. На рис. 8 для простоты показано использование сдвигового регистра 4015 (561ИР2) и защелок 4042 (561ТМ3) для вывода восьми разрядов, но, разумеется, выгоднее использовать более современные регистры с защелками, например великолепный 8-разрядный регистр 74НС595.

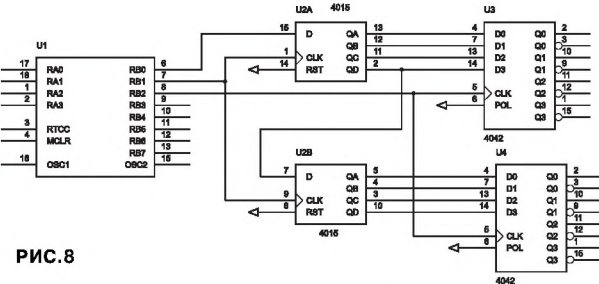


РИС. 8

Этот способ, как и ввод через мультиплексор, никакой особой хитрости не представляет, поэтому рассмотрим более интересный способ вывода. Иногда, когда экономия выводов важнее быстрого действия, можно использовать ОДИН вывод для полного управления сдвиговым регистром, используя широтно-импульсную модуляцию. На рис. 9 показан фрагмент схемы для сдвигового регистра со сдвигом и защелкиванием по положительному фронту.

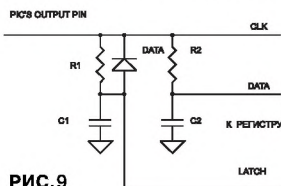


РИС. 9

Выход микроконтроллера постоянно находится в состоянии «0». Подробно процесс записи показан на рис. 10. Диаграмма а) отображает сигнал на выходе контроллера. Информационный «0» передается коротким импульсом и длинной паузой, «1» передается наоборот - длинным импульсом при короткой паузе. На диаграмме б) показано напряжение на конденсаторе С2. Постоянная времени R2C2 выбрана таким образом, чтобы это напряжение логически соответствовало сигналу диаграммы с) на входе данных. Состояние входа данных в момент сдвига отмечено крестиком. Аналогично формируется сигнал защелкивания (LATCH) цепочкой R1C1 и диодом, ускоряющим разряд С1. Соответствующие диаграммы d) и e).

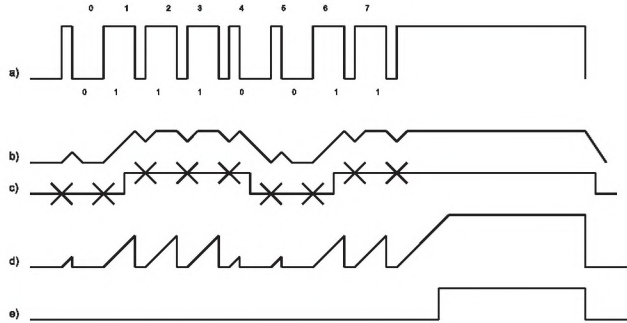
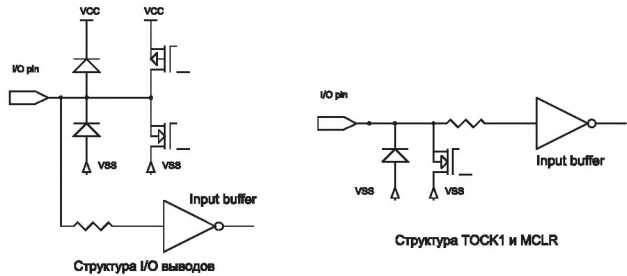


РИС. 10

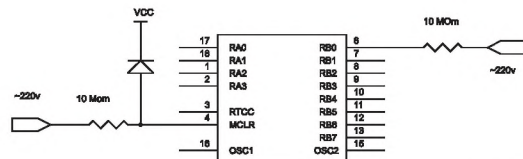
Интерфейс с высоковольтными сигналами

Очень часто требуется вводить сигналы с напряжением, многократно превышающим напряжение питания контроллера и, соответственно, допустимые логические уровни. Это может быть ввод с RS232, рассмотренный ниже, или, к примеру, ввод сетевого напряжения с целью измерения его частоты, фазы или синхронизации с ним. Благодаря наличию защитных диодов на всех выводах PIC-контроллеров, это не составляет большого труда (рис. 11).



Структура I/O выводов

Структура TOCK1 и MCLR



Подключение к сети 220в.

РИС. 11

Для согласования высоковольтного напряжения с логическим входом служит резистор, ограничивающий ток через защитные диоды на безопасном уровне (для особо ответственных применений желательно этот резистор составить из двух последовательных резисторов, для защиты микроконтроллера в случае пробоя резистора). При оценке точности состояния логического сигнала (в момент перехода через ноль) следует учитывать входную емкость (5 пФ) и сопротивление защитного резистора, которое обычно принимается 10 МОм для напряжения 220 В (при этом ток ограничивается на уровне примерно 30 мкА). Выводы MCLR или TOCK1 имеют только один защитный диод, соединенный с общим проводом, поэтому при подаче на эти выводы высоковольтных сигналов кроме резистора нужно включить дополнительный защитный диод к питанию.

Литература и полезные ссылки

- Microchip Microcontrollers Databook
- Embedded Control Handbook
- Microchip World Magazine
- <http://www.geocities.com/SiliconValley/Way/5807>
- <http://www.geocities.com/SiliconValley/Lab/6311>

(окончание следует)