

Использование микроконтроллеров фирмы Microchip в импульсных источниках питания

Настоящая статья открывает цикл публикаций по применению PIC-микроконтроллеров фирмы Microchip в импульсных источниках питания. В статье обобщен опыт разработок, проведенных авторами в течение ряда лет.

Проблемы проектирования импульсных источников питания

В настоящее время на российском рынке электронных компонентов предлагается большой выбор микросхем для импульсных источников питания. Эти микросхемы позволяют реализовать разнообразные источники питания в широком диапазоне выходных мощностей и напряжений. Производители таких микросхем ориентируются на массового потребителя и не могут предусмотреть в своих изделиях всех требований, которые могут возникнуть при проектировании специализированных источников для конкретных применений. К таким "нетиповым" требованиям можно отнести:

- стабилизацию не по выходному напряжению, а по выходному току;
- возможность перестройки выходного напряжения (тока) в широких пределах от нуля до максимума;
- управление выходным напряжением (током) от внешних устройств;
- управление от компьютера;
- работу по произвольной заданной программе;
- изменение выходного напряжения (тока) в зависимости от выдаваемых в источник величин (например, от температуры или освещенности);
- регистрацию нестандартных или сбойных ситуаций (например, времени пропадания напряжения питающей сети).

Каждый специалист может продолжить этот список.

Обычно для реализации источника питания с особыми требованиями к параметрам выбирается наиболее подходящая готовая микросхема из имеющихся в продаже, которая далее обрастает логическими схемами, компараторами, операционными усилителями и т. д. вплоть до микропроцессоров. При этом часто оказывается, что для выполнения того или иного требования в покупной микросхеме имеются соответствующие устройства, но их характеристики несколько отличаются от требуемых. В результате приходится дублировать уже имеющиеся устройства. Все это приводит к усложнению и удорожанию источника и зачастую превращает его настройку в кошмар.

Самым радикальным выходом из создавшегося положения является заказ специализированной микросхемы. Но это очень дорого и долго. Поэтому

такое решение подходит только для больших серий.

Однако существует и другой способ. Можно быстро и с малыми затратами создать специализированную микросхему управления для конкретного источника питания, используя микроконтроллер фирмы Microchip. При этом оказывается, что у разработчика появляются дополнительные возможности, мысль о которых при обычном подходе просто не пришла бы в голову.

Почему Microchip?

Во-первых, почему необходимо использовать микроконтроллер?

Микросхема управления импульсным источником питания представляет собой специализированный аппаратный контроллер, алгоритм работы которого реализован в виде связей между входящими в него логическими устройствами. Аналоговый интерфейс с другими узлами источника питания служат встроенные в микросхему управления компараторы, усилители и буферные каскады. Очевидно, что при достаточном быстродействии аппаратную реализацию такого контроллера можно заменить программной, т. е. применить микропроцессор или микроконтроллер. Если же на кристалле выбранного микроконтроллера имеются устройства, позволяющие реализовать аналоговый интерфейс с внешней средой, то на таком микроконтроллере можно построить узел управления источником питания.

На рынке предлагается множество типов микроконтроллеров разных изготовителей, и многие из этих микроконтроллеров обладают весьма впечатляющими характеристиками. В частности, весьма популярны клоны процессора 8051, что обусловлено историческими причинами. Однако были выбраны PIC-микроконтроллеры фирмы Microchip по следующим соображениям:

- RISC архитектура, отдельные шины команд и данных обеспечивают компактность программных кодов и высокое быстродействие;
- PIC-микроконтроллеры никогда не "зависают" — авторы использовали их в приборах, которые успешно отработали без выключения питания и без сбоя несколько лет;
- невосприимчивость к помехам — на одной небольшой печатной плате можно размещать контроллер, сетевой выпрямитель, служебный ис-

точник питания и мощные силовые транзисторы;

- разнообразие выбора типа микроконтроллера, что позволяет подобрать PIC с оптимальными для конкретного применения характеристиками;
- разнообразие интерфейсных устройств на одном кристалле;
- необходимость в запоминании всего 35 команд;
- доступность на рынке;
- широкий выбор различных дешевых и удобных средств отладки программ, программаторов и эмуляторов;
- "надежность" программного обеспечения средств отладки — адекватное поведение реального контроллера и его программной модели;
- огромное количество легкодоступных программных наработок, начиная от фирменных примеров применения до массы программ, которые можно найти в Интернет;
- приемлемые цены.

В качестве базового было выбрано наиболее развитое mid-range семейство PIC16xxx, содержащее более четырех десятков типов микроконтроллеров. В источниках питания авторы наиболее часто использовали следующие кристаллы:

- PIC16C62x, которые содержат два аналоговых компаратора и источник опорного напряжения (18-выводный корпус);
- PIC16C711, содержащий 8-разрядный АЦП со схемами выборки/хранения и 4-канальный аналоговый коммутатор (18-выводный корпус);
- PIC16C73, имеющий 8-разрядный АЦП, 5-канальный аналоговый коммутатор, асинхронный приемопередатчик, два выхода 10-разрядной ШИМ (модуль CCP), последовательный синхронный порт и схемы для организации I2C шины (28-выводный корпус);
- PIC17F873, являющийся улучшенным вариантом PIC16C73 — 10-разрядный АЦП, FLASH-память программ и данных (28 выводов).

Кроме перечисленных характеристик, эти контроллеры имеют весь стандартный набор возможностей — таймеры, развитую систему прерываний, регистры оперативной памяти и т. д. Имеются как приборы с однократной записью программы, так и с ультрафиолетовым стиранием. При тактовой частоте 20 МГц одна команда выполняется за 200 нс (кроме команд ветвлений).

Все перечисленные кристаллы имеют выходные токи логических сигналов до 25 мА, что позволяет напрямую подключать к ним оптроны и светодиоды.

Аппаратная реализация

Функции микросхемы управления источником питания

На рис. 1 приведена структурная схема импульсного полумостового сетевого источника питания, содержащая ос-

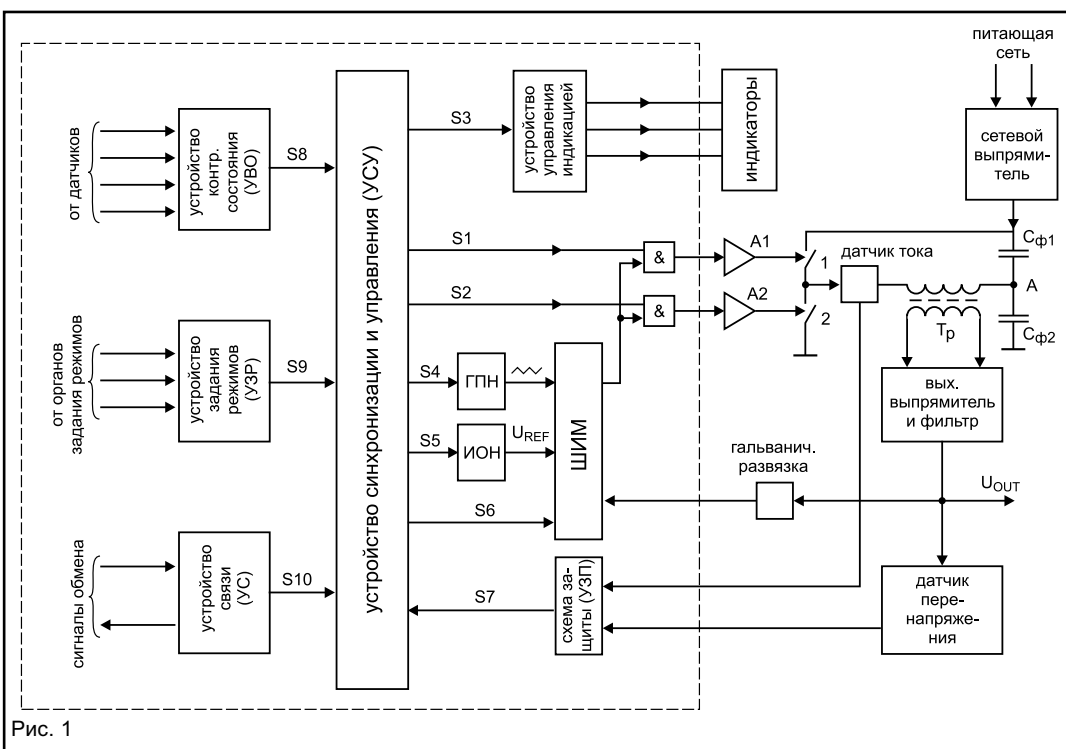


Рис. 1

возможна программная подгонка времени с шагом 200 нс, что приемлемо для большинства применений.

Генератор пилообразного напряжения

Аналоговые генераторы дают пилообразную форму колебаний, что обусловлено медленным зарядом и быстрым разрядом конденсатора. Сформировать напряжение такой формы цифровыми методами можно с помощью, например, внешнего разрядного транзистора. Однако для ШИМ модулятора все равно, какой формы напряжение используется — лишь бы оно было периодическим и линейно изменялось. На рис. 2 приве-

дены основные узлы, характерные для большинства источников питания. Элементы, обведенные пунктиром, обычно размещаются на кристалле специализированной микросхемы управления. К ним относятся:

- устройство синхронизации и управления, обеспечивающее сигналы управления и синхронизации остальных узлов микросхемы (УСУ);
- генератор пилообразного напряжения (ГПН);
- источник опорного напряжения (ИОН);
- широтно-импульсный модулятор (ШИМ);
- устройства защиты от перегрузок (УЗП);
- устройство, отслеживающее состояние внешнего окружения — температуру, величину входного напряжения и его пульсации, отклонение напряжения общей точки силовых ключей от $U_{вх}/2$ и т. д. (УВО);
- устройство связи с внешними объектами, например, с компьютером (УС);
- устройства индикации (УИ);
- устройства задания режимов (УЗР).

Драйверы силовых ключей А1, А2 также часто размещаются на кристалле схемы управления. Однако такие встроенные драйверы имеют значения максимального тока I_{out} в пределах 100–500 мА, в то время как для управления современными ключевыми полевыми транзисторами необходимы токи величиной до 2 А. Кроме того, встроенные драйверы обычно имеют максимально допустимые напряжения в пределах десятков вольт, и в сетевых источниках приходится развязывать драйверы и силовые ключи трансформаторами, что снижает быстродей-

ствие. Поэтому предпочтительней использовать специализированные микросхемы драйверов.

Устройство синхронизации и управления УСУ (рис. 1) связано с остальными управляющими устройствами сигналами S1-S10. При этом предполагается, что реакция микросхемы на какие-либо изменения окружения или нагрузки осуществляется путем воздействия УСУ на остальные устройства. В реальных микросхемах управления многих связей нет, например, ИОН почти всегда работает “сам по себе”. Кроме того, УСУ, как правило, выполняет функции синхрогенератора, и управление большинством элементов осуществляется по принципу “включен/выключен”.

Реализация отдельных узлов импульсных источников питания на PIC-микросхемных контроллерах

Устройство управления

Сразу следует отметить, что большинство сигналов, которые используются в аппаратно реализованных системах для временной синхронизации просто не нужно. Синхронизация работы внутренних устройств контроллера осуществляется программно (см. ниже). В схеме (рис. 1) необходимы всего два строба драйверов силовых ключей — К1 и К2. И назначение этих стробов — не допустить одновременное открывание верхнего и нижнего плечей полумоста. В данном случае разработчику необходимо нарисовать временную диаграмму, выбрать выходы контроллера, через которые будут выдаваться стробы, запрограммировать эти выходы и написать программный модуль, обеспечивающий появление нужных логических сигналов на этих выходах. При тактовой частоте контроллера 20 МГц,

приведена схема генератора треугольного напряжения, состоящая всего из одного резистора R и одного конденсатора C. Микроконтроллер выдает меандр с логическими уровнями. На конденсаторе C формируется сигнал треугольной формы с постоянной составляющей, равной $0,5 U_{пит}$. Для приведенных на рис. 2 элементов и частоте тактового сигнала 100 кГц величина треугольных импульсов напряжения на конденсаторе составляет около 50 мВ от пика до пика. Следует помнить, что меандр должен быть привязан по времени к другим синхросигналам.

Для описанного формирователя желательнее, чтобы выходной импульсный ток меандра не превышал $0,5...1$ мА. При этом будет минимизировано влияние бросков тока питания на работу таких устройств контроллера, как АЦП или ШИМ. Модулятор соответствует минимальной величине сопротивления резистора $2,5...5$ кОм. Размах выходного напряжения треугольной формы, $U_{выхрр}$, определяется выражением:

$$U_{выхрр} = (T U_{пит}) / 4RC,$$

где T — период меандра.

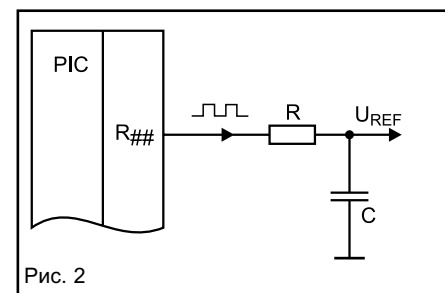


Рис. 2

Источник опорного напряжения

Наиболее просто и без дополнительных аппаратных затрат произвольное напряжение можно задавать при использовании контроллеров PIC16C62х, которые имеют встроенную резисторную матрицу и набор программно-управляемых ключей для коммутации этих резисторов. Возможен выбор одного из 16 значений опорного напряжения из двух наборов: первый — от 0 до 3,15 В, с шагом 0,21 В, и второй — от 1,25 до 3,59 В с шагом 0,15 В. Выходное сопротивление зависит от выходного напряжения. В первом случае оно может изменяться от 0 до 10 кОм. Во втором эта зависимость меньше — от 6,6 до 11,9 кОм.

Если шаг установки напряжения велик, его можно уменьшить, применяя внешний делитель на резисторах (R1, R2 на рис. 3). При этом диапазон перестройки напряжения уменьшается.

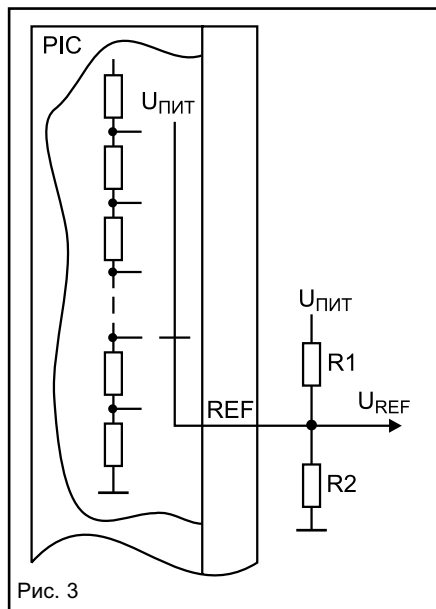


Рис. 3

Если точность опорного источника контроллеров PIC16C62х недостаточна, то с использованием CCP-модуля, имеющегося в PIC16C73, можно сформировать опорное напряжение с 10-разрядной точностью в диапазоне напряжений от 0 В до напряжения питания. Для этого CCP-модуль программируется для работы в режиме PWM (широтно-импульсная модуляция). При этом на выходе CCP формируется широтно-модулированный сигнал с максимальной частотой 19,53 кГц и минимальной длительностью дискретизации 50 нс. На рис. 4 приведена схема такого опорного источника. При идеальном сглаживании сигнала (т. е. при бесконечно большой емкости конденсатора C1) изменению длительности на 1 дискрет соответствует изменение выходного напряжения на 4,88 мВ.

Соображения по выбору величины сопротивления резистора R1 такие же, как и для ГПН. Величина емкости конденсатора C1 может быть определена

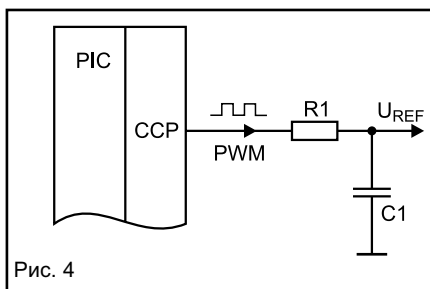


Рис. 4

из приведенного выше выражения, при этом не следует выбирать напряжение допустимой пульсации ниже 1 мВ, поскольку в реальном источнике помехи по шинам земли и питания превышают 1 мВ.

Для приведенных примеров ИОН выходное напряжение Uref формируется из напряжения питания контроллера Uпит путем деления на резисторах или с помощью ШИМ. Поэтому для прецизионных применений следует использовать прецизионный источник питания контроллера. Поскольку контроллер даже на тактовой частоте 20 МГц и с задействованной периферией потребляет не более 15–20 мА, это не вызывает особых затруднений, т. е. на рынке имеется множество недорогих точных источников.

Если требуется точность порядка 2–3%, для стабилизации питания контроллера можно использовать ИМС LM78C05 или аналогичные. Следует отметить, что большинство ИОН специализированных микросхем управления источниками питания имеют точность, сравнимую с точностью LM78хх.

ШИМ-модулятор

На рис. 5 приведена схема ШИМ-модулятора, программно-управляемого источника опорного напряжения и ГПН, выполненная на контроллере PIC16C62х. Цепочка R1C1 выполняет функции ГПН. Выход источника опорного напряжения на внутренней резисторной матрице контроллера подключен к входу компаратора внутри контроллера. пилообразное напряжение подается на этот же вход компаратора через конденсатор C2. Выходное напряжение источника Uout делится на резисторах R2, R3 и подается на вто-

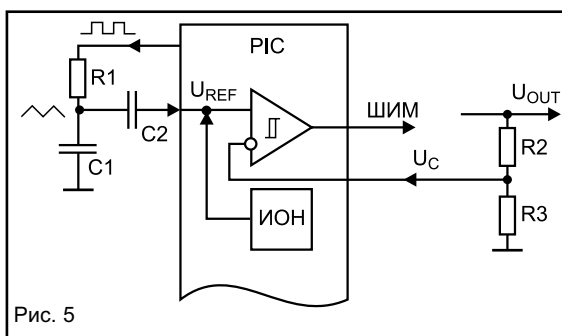


Рис. 5

рой вход компаратора. Широтно-модулированный сигнал с логическими уровнями снимается с выхода компаратора.

При использовании внутренних компараторов PIC-контроллеров следует помнить, что эти компараторы имеют задержку срабатывания, которая при малых сигналах может достигать 1...3 мкс. Это не вызывает никаких дополнительных проблем, даже наоборот — повышается помехозащищенность. Следует только запускать ГПН сигналом, опережающим теоретическую временную диаграмму на 1...3 мкс, что легко учесть при разработке программы.

При использовании PIC-контроллеров, не имеющих компараторов, приходится применять внешний компаратор (DA1 на рис. 6), но в дополнение к этому неудобству у разработчика появляется АЦП с аналоговым коммутатором на входе и встроенными схемами выборки-хранения. На рис. 6 цепочка R1C1 формирует напряжение треугольной формы, которое через C2 подается на вход компаратора. На этот же вход через резистор R3 подается опорное напряжение Uref, сформированное из PWM-сигнала контроллера на резисторе R2 и конденсаторе C3.

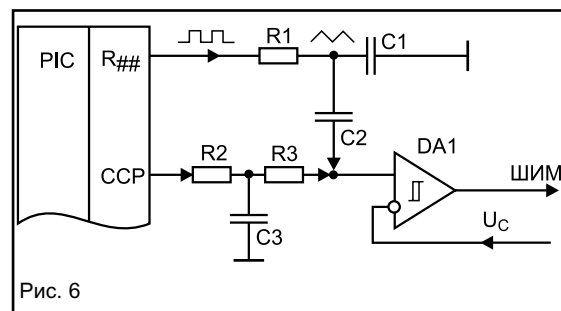


Рис. 6

Устройства защиты от перегрузок

В основном применяются устройства, срабатывающие от перегрузок по току, причем используются два основных типа защиты — ограничители тока и пороговые устройства, отключающие источник при перегрузке. Первые отслеживают ток силовых ключей и ограничивают его, например, ограничивая длительность запускающего импульса. При этом схема запуска выдает следующий импульс так, как будто в предыдущем такте ничего не произошло. Пороговые устройства при перегрузке отключают схемы запуска источника, и спустя некоторое время производится попытка повторного запуска. И те и другие содержат датчики тока (токовый трансформатор или резистор), пороговые устройства (компараторы) и исполнительные схемы. Их схемотехника одинакова, различие лишь в реакции на перегрузку.

На рис. 7 приведен вариант реализации схемы ограничения тока силового ключа с помощью ограничения длительности запускающего импульса. На рисунке показан также ШИМ-модулятор. Схема выполнена на контроллере PIC16C62x, имеющем встроенные компараторы. Если напряжение на выходе импульсного выпрямителя D1, D2 превышает порог срабатывания компаратора COM2, происходит его переключение и контроллер программно бланкирует импульсы запуска силовых ключей. Выход компаратора COM2 не используется. Схема интересна тем, что порогом срабатывания компаратора может быть опорное напряжение ШИМ-модулятора, поскольку в таком варианте конфигурации у PIC16C62x входы компараторов объединены.

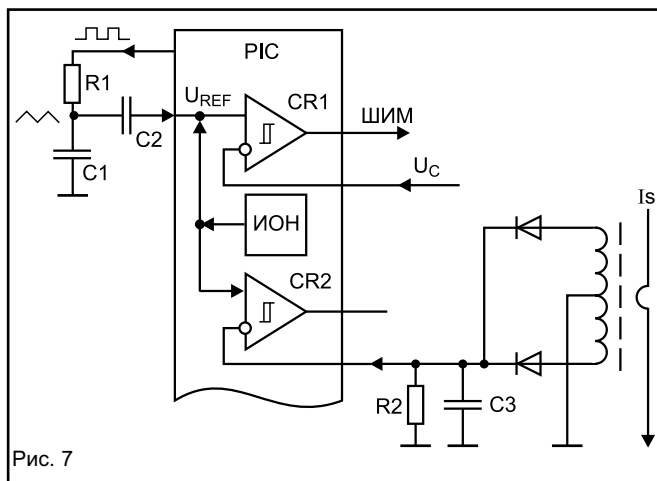


Рис. 7

При использовании для ограничения тока внутренних компараторов контроллеров PIC16C62x следует помнить, что эти компараторы имеют невысокое быстродействие.

Если применять контроллеры, не имеющие компараторов, то в качестве пороговых устройств можно использовать логические входы контроллера с триггером Шмитта. Например, вход RB0 всех PIC-контроллеров имеет встроенный триггер Шмитта с достаточно стабильным по температуре порогом. Отключение запускающих сигналов при этом можно выполнить программно по прерываниям. Для повышения быстродействия защиты приходится использовать внешнюю логику.

Защита от перегрузок по напряжению выполняется также с помощью встроенных в микроконтроллер компараторов, триггеров Шмитта, а для медленно изменяющихся сигналов — с помощью АЦП.

Контроль внешнего окружения

В большинстве случаев контролируется температура силовых ключей и выходных диодов Шоттки, а также напряжение первичного питания, для сетевых источников — напряжение сети. При обычном методе контроля используются пороговые устройства, например,

компараторы, сравнивающие контролируемый параметр с эталонным уровнем и, при его выходе за допустимые пределы, обеспечивающие отключение источника. И температура окружающей среды, и напряжение сети после входного выпрямителя изменяются достаточно медленно. Температура — в течение секунд, напряжение сети — в течение миллисекунд. Это позволяет полностью отказаться от компараторов и свести весь контроль к непрерывному измерению контролируемых параметров с помощью АЦП и дальнейшей программной обработке полученных величин.

Устройства связи

Для дистанционного включения/выключения источника достаточно программно обеспечить периодический оп-

рос внешнего сигнала включения. Вариант реализации с оптической развязкой показан на рис. 8. Если по внешнему каналу связи в источ-

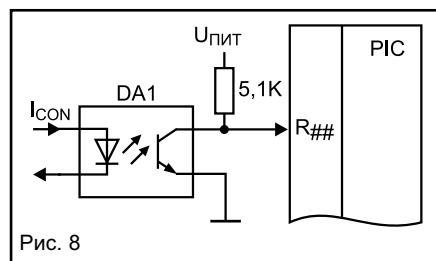


Рис. 8

ник требуется передавать параметры работы, то можно использовать имеющийся в PIC16C73 и PIC16F873 последовательный асинхронный порт. Схема включения при этом такая же, как на рис. 9, но вход контроллера, подключаемый к оптрону, должен быть входом RX приемника последовательного асинхронного порта.

При приеме информации от компьютера проще всего использовать интерфейс RS-232 с оптической развязкой (рис. 9).

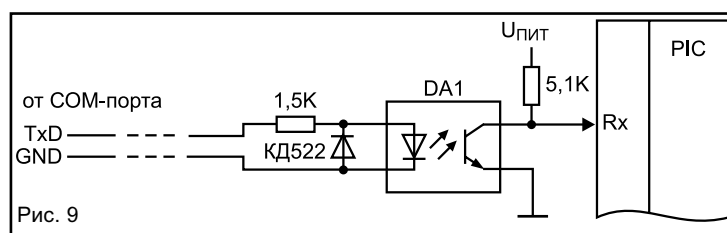


Рис. 9

Выдача информации на компьютер может осуществляться через выход TX асинхронного передатчика контроллера, но при этом на входе компьютерного COM-порта необходимо применить формирователь уровней RS-232 (рис. 10). Для работы этой схемы в компьютере программно должен быть задан лог. 0 на выходе DTR и лог. 1 на выходе RTS.

В схемах, изображенных на рис. 8–10, применены оптроны. Это обусловлено двумя причинами. Во-первых, цепи управления сетевых источников питания могут быть гальванически связаны с сетью 220 В. Во-вторых, амплитуда импульсной помехи на общем проводе схемы управления относительно земли источника сигнала может достигать десятков и сотен вольт. В лучшем случае будут непрерывные сбои в работе. В худшем — произойдет выход контроллера из строя.

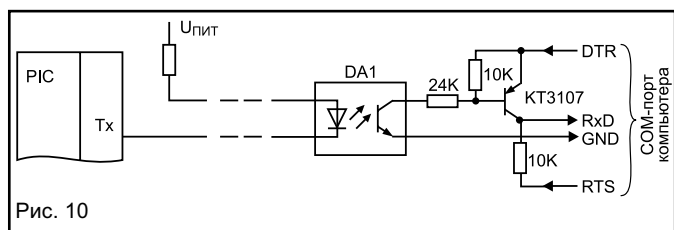


Рис. 10

Если используется контроллер, не имеющий аппаратного приемопередатчика, связь можно организовать программно (см. ниже).

Естественно, помимо интерфейса RS-232 может быть использован и любой другой, например RS-485, CAN. Для этого достаточно применить соответствующие интерфейсные схемы и написать программные модули, обеспечивающие выполнение протоколов. Следует только помнить о гальванической развязке (если необходимо) и о помехах. Работа канала RS-485, например, без гальванической развязки нарушается при синфазной помехе порядка 12 В, что вполне возможно в мощных источниках питания.

При организации связи не следует увлекаться большими скоростями обмена. Высокие скорости ужесточают требования к линиям связи и требуют увеличения отдаваемых в линии токов (чтобы быстро зарядить емкость линии). При скорости обмена более 50 кБод приходится применять быстрые и более дорогие оптроны, что снижает помехозащищенность, поскольку эти оптроны реагируют на короткие помехи, которые незаметны для оптронов с

быстродействием 5–10 мкс. Авторы в большинстве разработок использовали скорость обмена 19,2 кБод.

Управление индикаторами

Для простых случаев (индикация вкл/выкл, перегрузки, перегрева и т.п.) используются светодиоды, подключаемые через резистор 330 Ом непосредственно к контроллеру (рис. 11). При необходимости выдачи на табло цифровой информации или текстовых сообщений наиболее удобными представляются

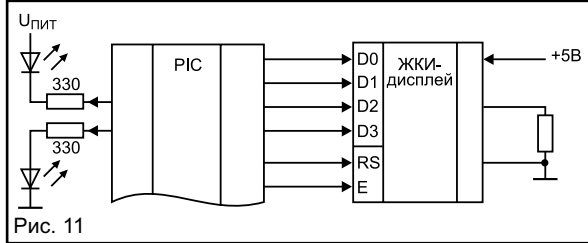


Рис. 11

ЖКИ-дисплеи с встроенными схемами управления фирм BATRON, DATA VISION, HANTRONIX или аналогичные. Эти индикаторы имеют большой набор фонтов, включая русские, и, после выдачи в них информации, не требуют никаких управляющих сигналов для поддержки индикации. Практически для всех применений они требуют всего 6 линий управления (рис. 11).

Для звуковой индикации могут использоваться как разнообразные генераторы звука (например, производства фирмы SONITRON), так и динамические головки, применяемые в компьютерах (рис. 12). Последние программно

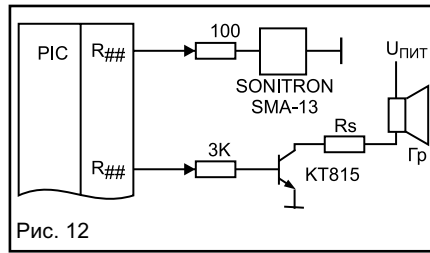


Рис. 12

можно заставить исполнять любые мелодии.

Устройства задания режима

Сочетание микроконтроллера и дисплея позволяет отказаться от таких ненадежных и дорогих элементов задания режимов, как многопозиционные переключатели и переменные резисторы (тем более, что, повернув движок переменного резистора и не имея под рукой вольтметра, остается только гадать, что же получилось). Все управление можно свести к нескольким тактовым кнопкам без фиксации. Благодаря тому, что PIC-контроллеры имеют в порте В встроенные программно подключаемые генераторы тока, для работы кнопок даже не потребуются резисторы смещения.

На рис.13 показана схема задания напряжения ИОН на ССР-модуле. Если нажать кнопку S1 то происходит инкре-

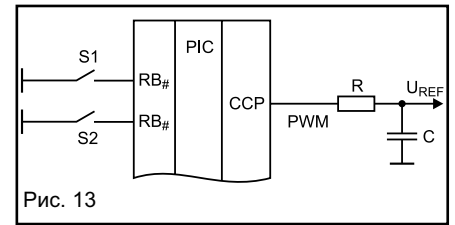


Рис. 13

мент регистра значения ИОН и, далее, в ССР-модуль выдается измененное значение коэффициента заполнения ШИМ. Выходное напряжение ИОН увеличивается на 1 дискрет. При нажатии кнопки SW2 происходит декремент напряжения Uref. Важно, что информация о величине напряжения не является механической позицией движка резистора или переключателя, а хранится в виде электрических величин в соответствующем регистре. Кнопки при хранении не замкнуты, и вероятность их замыкания практически нулевая. Вероятность же потери контакта в замкнутом переключателе намного больше, особенно, если переключатель дешевый.

**Владимир Заболотский,
Юрий Владимиров**
power@etcetera.ru

Продолжение следует

ARGUSSOFT ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ
Департамент Микроэлектроники ОФИЦИАЛЬНЫЙ дистрибьютор фирм:

ATMEL 8-разрядные микроконтроллеры семейства AVR®

ANALOG DEVICES
TRACO POWER
ATMEL
BOURNS
CLARE
REMtech
AXICOM
JE-AN
HANTRONIX
Honeywell
SII Soko Instruments Inc.
muRata

Микросхема	ПЗУ программ	ОЗУ	ЭСПЗУ	Таймеры	АЦП	Рабочая частота	Цена в партии от 100 шт. с НДС, USD
ATtiny12L/V	1 кБ	0	64 Б	2	нет	0 - 4/0 - 1 МГц	1.33/1.26
ATtiny15L	1 кБ	0	64 Б	2	4 вх.	1.6 МГц	1.96
ATtiny28L	2 кБ	0	0	1	нет	0 - 4 МГц	1.15
ATmega103L	128 кБ	4 кБ	4 кБ	3	8 вх.	0 - 6/0 - 4 МГц	16.1
ATmega163	16 кБ	1 кБ	512 Б	3	8 вх.	0 - 8 МГц	7
AT90S2313	2 кБ	128 Б	128 Б	2	нет	0 - 10 МГц	2.4
AT90S4433	4 кБ	128 Б	256 Б	2	6 вх.	0 - 8 МГц	4.1
AT90S8515	8 кБ	512 Б	512 Б	2	нет	0 - 8 МГц	4.9
AT90S9535	8 кБ	512 Б	512 Б	3	8 вх.	0 - 8 МГц	5.7

AVR-микроконтроллеры и все средства разработки для них можно приобрести со склада "АРГУССОФТ Компани"

Более подробную информацию можно получить на сайте: <http://atmel.argussoft.ru>

ЗАО "АРГУССОФТ Компани"
Наш адрес: 129085, Москва, Проспект Мира, 95
Тел.: (095) 217-2487, 217-2519, 217-2505; Факс: (095) 216-66-42;
Интернет: <http://www.argussoft.ru>; e-mail: components@argussoft.ru

www.platan.ru ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ ВАШЕГО УСПЕХА

PLATAN

MITSUBISHI ELECTRIC

International Rectifier
Infineon
EPCOS
Honeywell
BOURNS
MOTOROLA
intersil
muRata
CRYDOM
DATA VISION
Kingbright

Семейство высокопроизводительных 16-ти разрядных микроконтроллеров M16C62

- высокоэффективное ядро, программная совместимость внутри семейства, 91 команда, тактовая частота 16МГц
- 128к...256к ROM (наличие Flash версий), 3к...20к RAM
- прямая адресация до 4М внешней ROM и 128к SRAM без подключения дополнительных элементов
- наличие встроенного контроллера ПДП и встроенного аппаратного умножителя
- АЦП 8 или 10 каналов по 10 бит, ЦАП 2 канала по 8 бит
- программирование по RS-232C
- до 87 линий программируемого ввода/вывода
- 5 выходных и 6 входных 16-битных таймеров
- 3 UART и 2 синхронных последовательных канала
- версии с CAN контроллером (M306N0FC1FP)
- наличие бесплатного ПО, включающего C+ компилятор

Наименование	Память		Порты вв./выв.	Упит.В	Тип памяти	Корпус
	ПЗУ кб	ОЗУ кб				
M30620ECFP	128	10	87	2,7-5,5	OTP	100P6S-A
M30620ECFS	128	10	87	2,7-5,5	EPROM	100D0
M30620SFP	0	10	47	2,7-5,5	ROMLESS	100P6S-A
M30621ECGP	128	10	87	2,7-5,5	OTP	80P6S-A
M30622ECFS	128	5	87	2,7-5,5	EPROM	100D0
M30622CGP	128	5	87	2,7-5,5	OTP	100P6Q-A
M30622SFP	0	3	47	2,7-5,5	ROMLESS	100P6S-A
M30623ECFP	128	5	87	2,7-5,5	OTP	80P6S-A
M30624FCGP	256	20	87	3	FLASH	100P6S-A
M30624FGLP	256	20	87	3,3	FLASH	100P6S-A
M30624FGLP	256	20	87	3,3	FLASH	100P6Q-A
M306N0FC1FP	256	10	87	5	FLASH	100P6S-A

121351, Москва, ул. Ивана Франко, д. 40, к. 1, стр.2
тел./факс: (095) 73-75-999

Почта: 121351, Москва, а/я 100
E-mail: mitsubishi@platan.ru

Схемотехника №7 июль 2001