

Охрана подворья на восемь объектов

Николай Заец (Белгородская обл.)

Универсальное охранное устройство может быть с успехом использовано для охраны нескольких разнесённых объектов на дачном участке или фермерском хозяйстве, офисных и складских помещений и даже группы квартир в подъезде. Использование PIC-контроллеров позволило реализовать охранную систему в виде простой высоконадёжной конструкции.

В актуальности темы охраны дворовых построек в наше время не приходится сомневаться. Трудно перечислить все публикации на тему охраны. Большинство из них посвящено охране гаражей, машин, квартир..., а охрана частного подворья или небольшого фермерского хозяйства освещена в печати недостаточно. Автор предлагает охранное устройство на PIC-микроконтроллерах для восьми объектов с восемью линиями охраны в каждом. Обмен информацией с охраняемыми объектами осуществляется по двухпроводной линии. Удаление охраняемых объектов зависит от сопротивления линии связи и может составлять не менее 100 м.

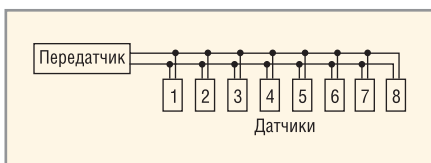


Рис. 1. Структурная схема охранного комплекса

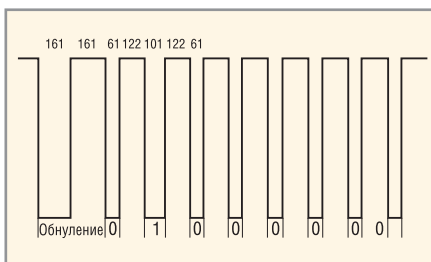


Рис. 2. Осциллограмма сигнала второго датчика

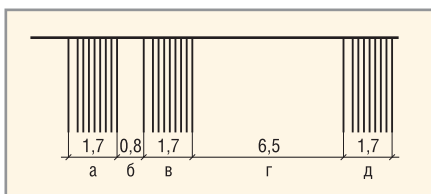


Рис. 3. Осциллограмма линии (мс)

(а) импульсы отклика с датчика, (б) пауза перед передачей кода датчика, (в) код номера следующего датчика, (г) время ожидания отклика с датчика, (д) код номера следующего датчика

Устройство можно использовать также для охраны офиса, рабочего или складского помещения, небольшого подъезда или лестничной площадки по договоренности с соседями.

Устройство охраны (рис. 1) состоит из передатчика, двухпроводной линии связи и 8 датчиков, которые включены параллельно. Передатчик и каждый датчик имеют отдельное сетевое и резервное питание. Схематически каждый датчик и передатчик построен на одном микроконтроллере типа PIC16F84A.

Обмен данными между передатчиком и датчиками аналогичен однопроводному интерфейсу фирмы Dallas Semiconductor и различается длительностью импульсов обнуления, нуля и единицы. Интерфейс предусматривает асинхронную передачу данных в 8-разрядном формате с привязкой данных к импульсу обнуления.

Передатчик последовательно выдает в линию пачку отрицательных импульсов, состоящую из импульса обнуления и восьми импульсов, содержащих позиционный код опрашиваемого датчика. Код датчика принимается всеми датчиками одновременно, но активизируется для ответа только тот датчик, номер которого совпадает с переданным кодом. После передачи кода датчика передатчик переходит на приём и ожидает отклика с датчика. Если линии охраны в датчике не разорваны, то он выдаёт в линию свой код. В противном случае код не выдаётся, и передатчик, не дождавшись ответа, включает сигнал аварии и соответствующий светодиод. Таким образом последовательно опрашиваются все датчики. Номер датчика задаётся установкой перемычек на плате датчика. При обрыве линии связи с одним или группой датчиков на приёмник не поступают импульсы с этих датчиков, и

включаются соответствующие светодиоды и сигнал аварии.

При необходимости любой из объектов можно снять с охраны включением соответствующего тумблера.

Для примера рассмотрим пачку импульсов кода второго датчика (рис. 2). Каждая пачка импульсов начинается с импульса обнуления длительностью 161 машинный цикл микроконтроллера. При установке кварцевого резонатора на частоту 4 МГц длительность машинного цикла равна 1 мкс. При установке другого кварцевого резонатора все длительности импульсов изменятся в большую или меньшую сторону во столько раз, во сколько раз другой резонатор больше или меньше 4 МГц. Например, если установить кварцевый резонатор на частоту 1 МГц, то все длительности импульсов увеличатся в 4 раза, т.е. длительность импульса обнуления будет равна $161 \times 4 = 644$ мкс. Далее все временные значения будут даны для резонатора частотой 4 МГц.

Следующим за импульсом обнуления выдаётся импульс, соответствующий состоянию нулевого бита и равный «лог. 0» (61 мкс). Длительность паузы между импульсами битов равна 122 мкс. Длительность импульса, соответствующая состоянию первого бита, равна «лог. 1» (101 мкс). Длительность всех последующих импульсов будет соответствовать «лог. 0». При последовательном приёме импульсов, показанных на рис. 2, в регистр запишется двоичное число: 00000010, что соответствует второму датчику в позиционном коде. Пачки импульсов с передатчика и со второго датчика будут идентичны. Поэтому на осциллограмме линии (рис. 3) можно наблюдать одинаковые пары пачек импульсов с промежутком на время ожидания длительностью 0,8 мс.

Если на переданный код датчик не отвечает, то промежуток между пачками импульсов увеличится до 6,5 мс. Передатчик выдаёт в линию коды всех датчиков независимо от того, снят он с охраны или нет. Относительно большая разность между длительностями импульсов и пауз позволяет использовать в устройстве кварцевые резонато-

ры одного номинала без специальной подборки частоты и без всяких термостатических устройств. Устройство безотказно работало, когда при испытании один датчик помещался в морозильное отделение холодильника с температурой -20°C .

Для компарирования длительностей импульсов в микроконтроллере используется два прерывания – прерывание по изменению сигнала на входе RB0 и прерывание по переполнению таймера. По прерыванию на входе выполняется коммутация установок на прерывание по переходу уровня из высокого к низкому и наоборот. Это даёт возможность зафиксировать момент начала и окончания импульса. Если окончание импульса произошло раньше, чем произошло прерывание по переполнению таймера, то принятый импульс будет идентифицирован как «лог. 0». Если импульс обнуления не проходил по линии, то таймер устанавливается на фиксирование длительности импульса обнуления. Если импульс обнуления был, то таймер устанавливается на фиксирование длительности импульса «лог. 1».

Алгоритм работы программы передатчика показан на рис. 4. После пуска и инициализации регистров микроконтроллера в линию выдаются импульс обнуления и импульсы кода первого датчика. Переключается выход на вход и процессор ожидает импульса обнуления линии. Если импульс обнуления не приходит, то принимается «пустой» код. Если линия имеет короткое замыкание или обрыв, то «пустой» код содержит все единицы или нули соответственно. Если линия в порядке, а датчик не отвечает на запрос передатчика, то «пустой» код будет состоять из нулей. В этом случае при сравнении переданного кода с принятым кодом будет неравенство. Далее проверяется, выключен данный датчик потребителем или нет. Если датчик не снят с охраны, то включаются звуковой сигнал и светодиод с номером данного датчика. Если датчик снят с охраны, то увеличивается значение номера датчика, изменяется направление входа на выход и выполняется выдача в линию кода нового датчика.

Если у охраняемого объекта не разорваны линии охраны, то датчик выдаёт в линию связи свой код. При сравнении коды передатчика и датчика бу-

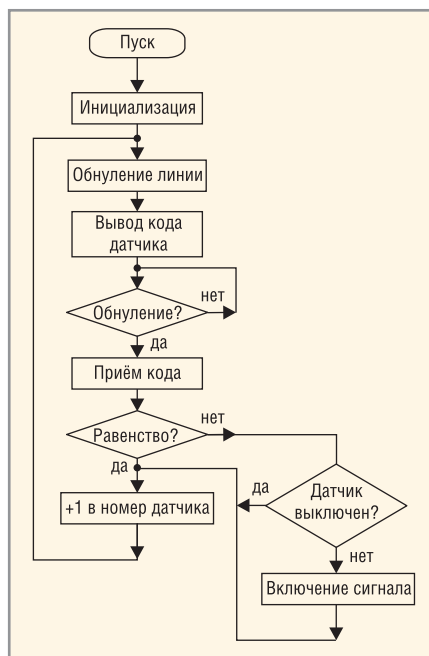


Рис. 4. Алгоритм работы программы передатчика

дут совпадать, и программа увеличит номер датчика, переключит направление входа на выход и перейдёт к выдаче в линию кода следующего датчика.

Алгоритм работы программы датчика показан на рис. 5. После пуска и инициализации регистров микроконтроллера считывается код номера датчика. Номер датчика устанавливается распайкой входов на плате в двоично-десятичном коде, поэтому считанный двоичный код перекодируется в позиционный код и записывается в регистр номера датчика. Проверяются датчики линий охраны, и ожидается импульс обнуления линии связи. После принятия импульса обнуления и кода с линии связи сравниваются принятый код и код датчика. Поскольку импульсы обнуления и коды передаются в линию связи, как передатчиком, так и каждым датчиком, то большинство принятых датчиком кодов не будут совпадать с его номером. В этих случаях программа вернётся к проверке целостности датчиков линий охраны и ожиданию нового импульса обнуления.

При совпадении принятого с линии связи кода с номером датчика проверяется флаг датчиков линий охраны. Если есть обрыв в линиях охраны, то программа снова возвращается к проверке датчиков линий охраны и ожиданию импульса обнуления без передачи своего кода. Если линии охраны не имеют обрыва, то производятся обнуление линии свя-

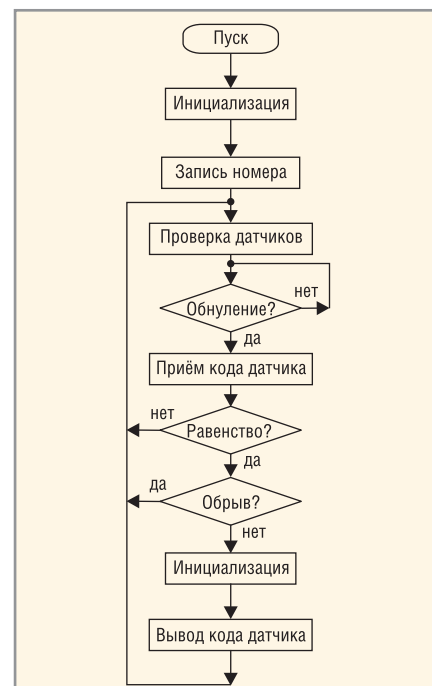


Рис. 5. Алгоритм работы программы датчика

зи и вывод кода номера датчика. После передачи кода программа возвращается к проверке целостности линий охраны. При обрыве любой линии охраны устанавливается флаг и включается сигнальный светодиод. Таким образом, проверка на обрыв датчиков линий охраны выполняется не реже, чем через 8,2 мс.

Основная работа по распознаванию принятых с линии импульсов выполняется при помощи прерываний. Прерывания разрешены во время ожидания импульса обнуления и приёма кода. Подпрограммы прерываний у передатчика и датчиков одинаковы, поэтому достаточно рассмотреть алгоритм работы одной подпрограммы прерывания по изменению входного сигнала на входе RB0 (рис. 6). Прерывание по входу может происходить при изменении сигнала либо из «лог. 1» в «лог. 0», либо наоборот. Выбор активного фронта внешнего прерывания с входа зависит от установки шестого бита регистра OPTION, находящегося в первом банке. Поэтому чтобы после прерывания по одному фронту импульса зафиксировать следующим прерыванием момент прохождения второго фронта импульса, необходимо изменить установку регистра OPTION.

После сохранения значений рабочего регистра W и регистра STATUS программа переходит в банк 1. Далее проверяется, по какому переходу произошло настоящее прерывание и

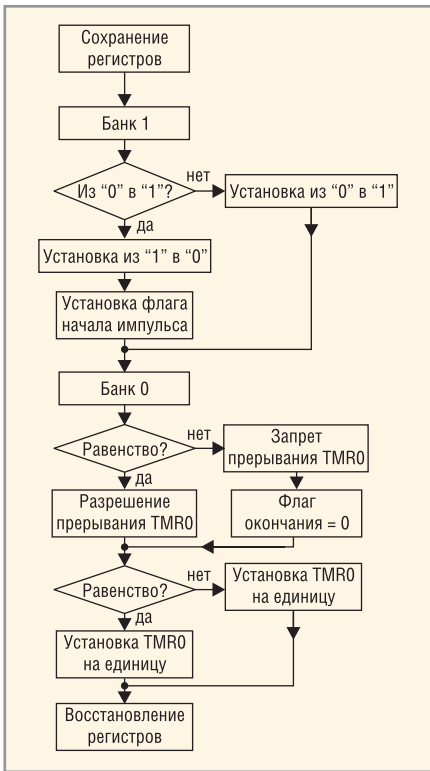


Рис. 6. Алгоритм работы подпрограммы прерывания по изменению входного сигнала на RВ0

изменяется бит регистра OPTION. Если установлено следующее прерывание по переходу из «лог. 1» в «лог. 0», то устанавливается флаг начала импульса. Поскольку операции с регистрами общего назначения в первом банке не выполняются, то флаг устанавливается при помощи регистра косвенной адресации. После перехода в банк 0 по состоянию флага начала импульса запрещаются или разрешаются прерывания по переполнению таймера TMR0. При запрещении прерывания по переполнению таймера устанавливается флаг окончания импульса. По состоянию этого флага в подпрограмме приёма кода прекращается ожидание прерывания и записывается код бита.

Далее проверяется флаг обнуления, и если обнуления линии не было, то значение таймера устанавливается на фиксацию импульса обнуления. Если обнуление было, то таймер устанавливается на фиксацию единичного импульса. Если таймер не установлен, то прерывание по переполнению таймера произойдёт (с учётом установленного коэффициента деления предделителя, равного 2) через 512 машинных циклов. При установке таймера меньшим числом прерывание произойдёт позже (большее дополнение до 512) и зафикси-

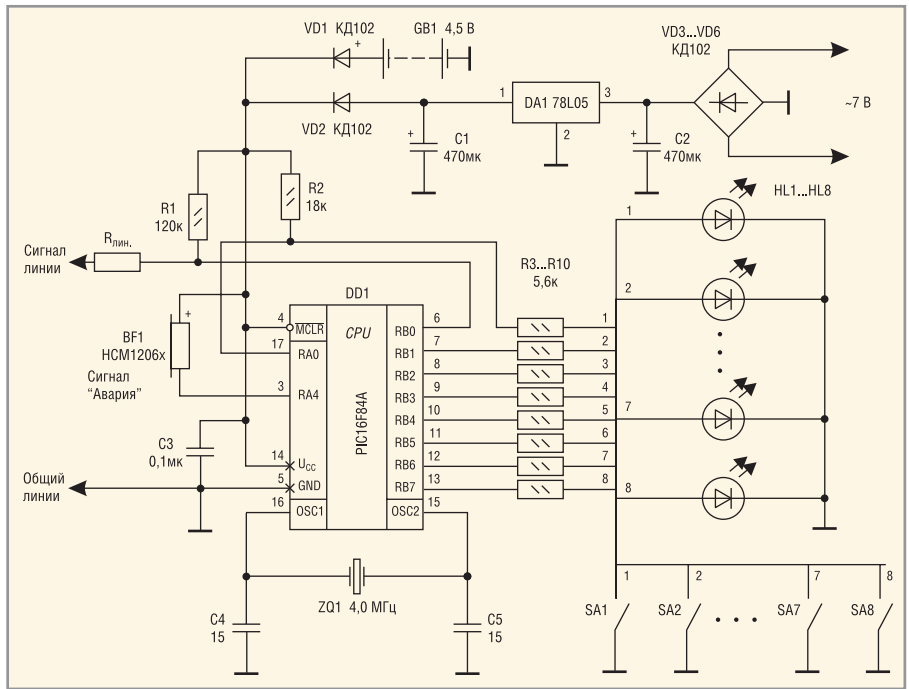


Рис. 7. Принципиальная схема передатчика

руется более длительный импульс, чем при предустановке таймера прерывание восстанавливается значениями регистров W и STATUS.

Алгоритм работы подпрограммы прерывания по переполнению таймера прост и в иллюстрации не нуждается. После сохранения регистров проверяется установка флага обнуления. Если флаг не установлен, то устанавливается флаг единичного бита. Далее производится предустановка таймера на фиксирование единичного бита и восстановление регистров.

На рис. 7 показана схема передатчика. Вход RB0 микроконтроллера DD1 подключён к линии связи через сопротивление линии $R_{\text{лин}}$ и «подтягивающий» резистор R1. Входы RA0 и RB1...RB7 используются для опроса состояния переключателей SA1...SA8 и включения светодиодов HL1...HL8. Включением переключателей SA1...SA8 снимают с охраны датчики с соответствующими номерами. Светодиоды HL1...HL8 сигнализируют об аварии датчика с соответствующим номером. Возникновение аварийной ситуации фиксируется звуковым сигналом BF1.

На рис. 8 показана схема датчика. Вход RB0 микроконтроллера DD1 подключён к линии связи через сопротивление линии $R_{\text{лин}}$. Входы RA0 и RB1...RB7 используются для опроса состояния датчиков охраняемых линий. Условно датчики охраны обо-

значены как переключатели без фиксации SB1...SB8. Светодиод HL1 сигнализирует об обрыве линии охраны. Входы RA1...RA3 используются для установки двоичного кода номера датчика.

Рисунки печатных плат передатчика и датчика показаны на рис. 9 и 10 соответственно, а расположение элементов – на рис. 11 и 12.

При изготовлении передатчика переключатели SA1...SA8 устанавливаются под соответствующими светодиодами HL1...HL8. Датчиками линий охраны могут служить концевые выключатели, герконы или тонкий медный провод типа ПЭВ-1 0,06. Необходимо только следить, чтобы сопротивление линии не превышало 3 кОм. В качестве резервного питания GB1 можно использовать три любых элемента по 1,5 В, но лучше взять батарею типа 3R12X напряжением 4,5 В. Потребляемый передатчиком ток с выключенными светодиодами равен 0,8 мА, а ток датчика 2,5 мА. Если охраняемые объекты находятся в одном помещении на небольшом расстоянии, то можно соединить все датчики третьим проводом, по которому подавать плюс напряжения питания. В этом случае и основное, и резервное напряжения питания будут централизованными. Вместо звукового излучателя HCM1206x можно использовать любой другой с встроенным внутренним генератором. Для более громкого сигнала тревоги потребуется усилитель

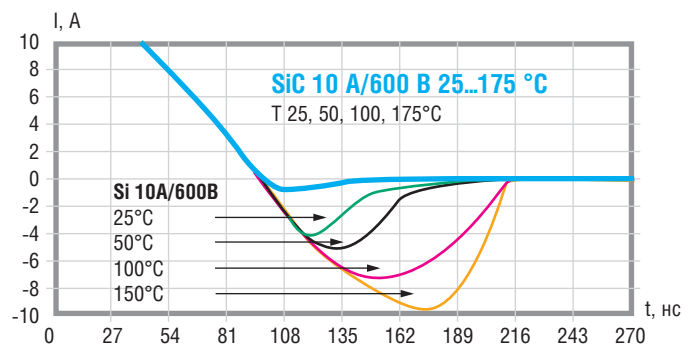
Полупроводники НА ОСНОВЕ КАРБИДА КРЕМНИЯ — будущее микроэлектроники



Первый в мире электронный диод

ОСНОВНЫЕ ДОСТОИНСТВА

- Отсутствие эффекта обратного восстановления
- Низкая обратная ёмкость
- Сверхнизкие динамические потери, не зависящие от температуры и di/dt
- Высокая рабочая температура кристалла
- Радиационная стойкость
- Положительный температурный коэффициент прямого падения напряжения



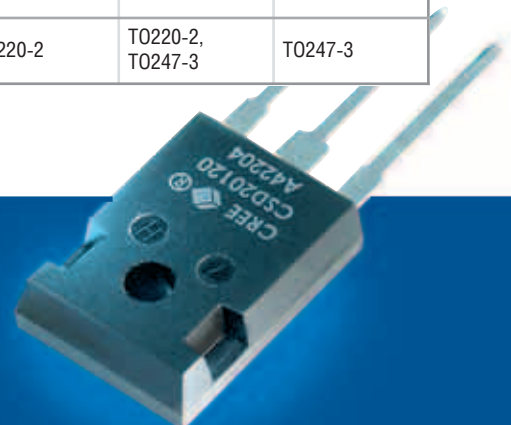
Форма тока через SiC-диод CSD10060 (Cree) и Si UFRD-диод DSEI12-06A (IXYS)

ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ДИОДОВ ШОТКИ ФИРМЫ CREE

| Наименование | CSD04060A CSD04060D CSD04060E | CSD06060A CSD06060D CSD06060G | CSD10060A CSD10060D CSD10060E | CSD20060D | CSD05120A | CSD10120A CSD10120D | CSD20120D |
|-----------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------|-----------|------------------------|-----------|
| $U_{\text{макс}}$, В | 600 | 600 | 600 | 600 | 1200 | 1200 | 1200 |
| $I_{\text{пост}}$, А | 4 | 6 | 10 | 20 | 5 | 10 | 20 |
| Типы корпусов | TO252, TO220-2, TO220-3 | TO263, TO220-2, TO220-3 | TO263, TO220-2, TO220-3 | TO247-3 | TO220-2 | TO220-2, TO247-3 | TO247-3 |

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ:

- Активные корректоры коэффициента мощности — снижение динамических потерь в ключевом транзисторе и диоде до 60%
- Антипараллельные диоды MOSFET- и IGBT-транзисторов и модулей для жёсткого переключения — снижение динамических потерь на 20...30%
- Мощные высоковольтные выпрямители до единиц мегагерц



Высоковольтные 300...1200 В ZeroRecovery™ диоды Шоттки на основе карбида кремния компании Cree

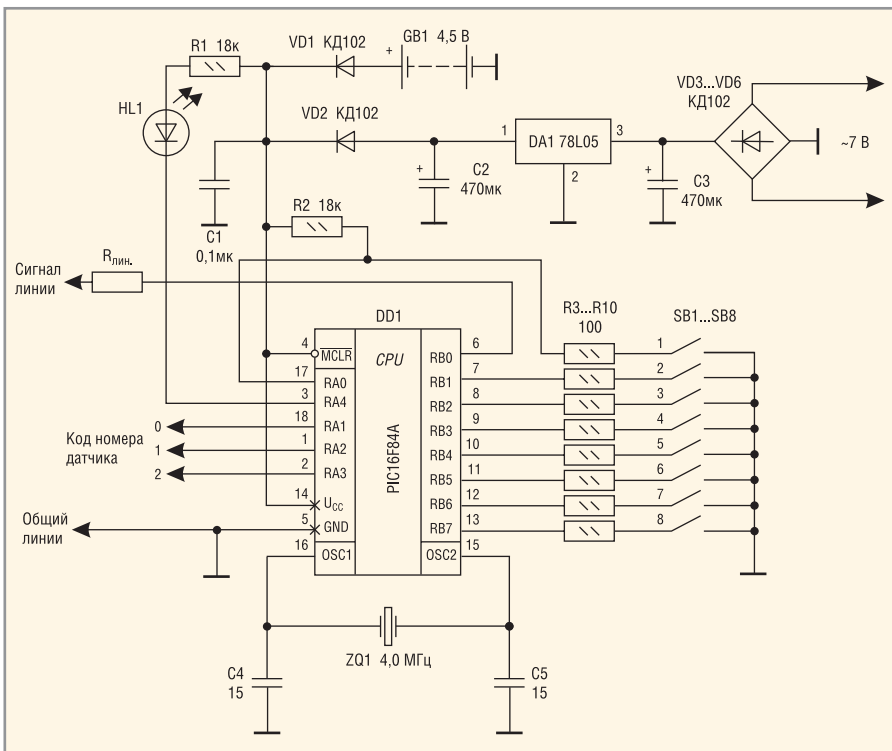


Рис. 8. Принципиальная схема датчика

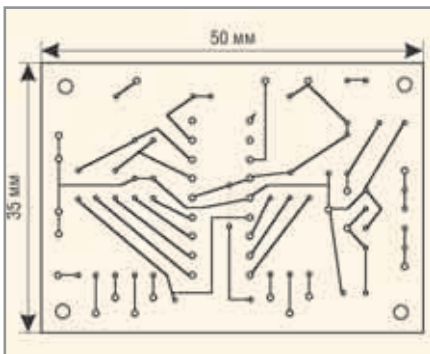


Рис. 9. Печатная плата передатчика

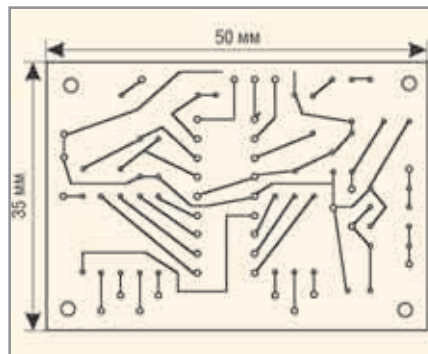


Рис. 10. Печатная плата датчика

мощности, работающий в режиме генератора с динамической головкой. В качестве индикаторов можно взять любые светодиоды повышенной яркости, желательно красного цвета.

Кварцевые резонаторы ZQ1 можно взять с любой частотой, но обязательно одинаковой для всех датчиков и

передатчика. Если частота резонатора меньше 200 кГц, то при программировании микроконтроллера необходимо изменить соответствующие биты регистра конфигурации.

Для налаживания устройства необходимо рассчитать или измерить сопротивление линии для каждого дат-

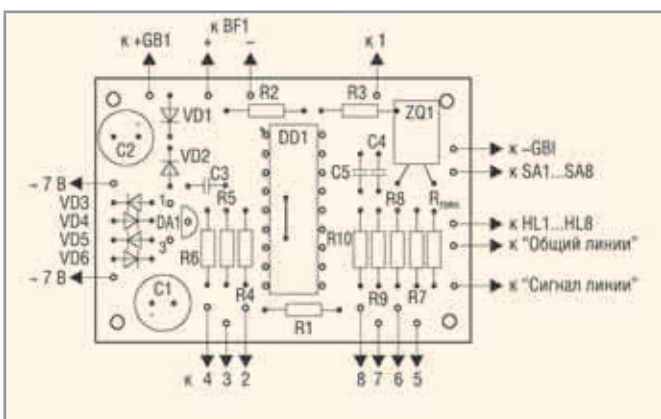


Рис. 11. Расположение элементов передатчика

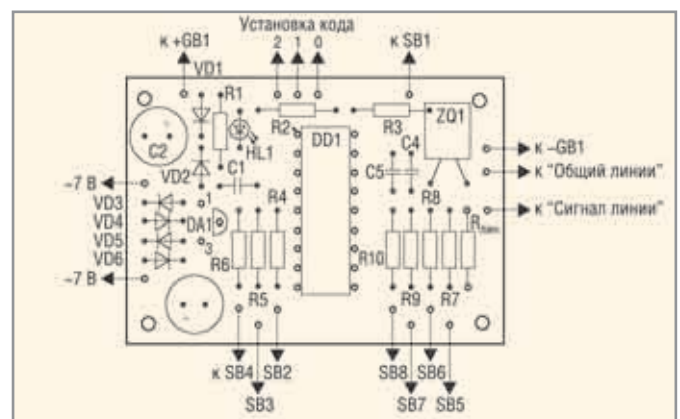


Рис. 12. Расположение элементов датчика

чика. Если длина линии связи не превышает 100 м, то сопротивления $R_{\text{лин}}$ можно установить и в датчиках, и в приёмнике одинаковыми, равными 500 Ом. При большей длине линии связи сопротивление проводов можно рассчитать [1] по формуле: $R = \rho l / S$, где ρ – удельное сопротивление меди, Ом мм²/м, S – площадь поперечного сечения провода, мм², l – длина провода, м. Или, заменив площадь S диаметром провода d , мм, и подставив удельное сопротивление ρ (0,0175) для меди, получим: $0,022l/d^2$.

Максимальное сопротивление линии связи (определённое в «настольном» варианте макета) не должно превышать 3 кОм. Это сопротивление должно складываться из сопротивлений резисторов $R_{\text{лин}}$ на плате приёмника и датчика и собственно сопротивления проводов. Установка сопротивлений линии $R_{\text{лин}}$ на платах необходима для исключения взаимного влияния датчиков и приёмника. Это возможно в случае выхода из строя любого датчика или возникновения конфликтной ситуации в линии. Конфликтная ситуация может возникнуть, например, если неправильно распаяны коды номеров датчиков – два одинаковых номера у разных датчиков.

Испытание макета проводилось на линии связи, сделанной из телефонного провода с диаметром жилы 0,8 мм. Одновременно испытывалось четыре датчика (больше микроконтроллеров не было). Один датчик устанавливался на удалении 100 м, второй – 50 м, третий – 25 м, а четвёртый устанавливался в морозильное отделение (-20°C) трёхкамерного холодильника на расстоянии 10 м. У всех датчиков сопротивление $R_{\text{лин}}$ было равно 500 Ом, а у приёмника 1 кОм. Интересно, что ис-

пытания проводились с микроконтроллерами коммерческого исполнения с гарантированной рабочей температурой 0...70°C. При установке датчиков в неотапливаемых помещениях лучше не рисковать и выбрать микроконтроллеры промышленного исполнения с гарантированной рабочей температурой -40...+85°C.

Подготовка к работе с устройством

К линии связи подключают необходимое число датчиков, равное числу охраняемых объектов. Если датчики подключают к линии связи при помощи пайки, то напряжение питания во всех остальных датчиках и приёмнике должно быть выключено. Если дат-

чики подключают при помощи зажимов, то выключать напряжение питания не нужно. На платах датчиков расплаивают код номера датчика. Не должно быть датчиков с одинаковыми номерами. Если число линий охраны меньше восьми, то свободные линии охраны подключают к минусу питания. Аналогично неиспользуемые номера датчиков в передатчике также подключают к минусу питания, что равносильно снятию их с охраны. После этого устройство готово к работе.

При возникновении аварийной ситуации во время работы устройства включается звуковой сигнал и светодиод с номером датчика. После

устранения аварийной ситуации в датчике необходимо снять с охраны данный датчик и снова включить его. После этого сигнал аварии выключится.

Файлы для программирования микроконтроллера передатчика (dvor3.hex) и для программирования датчика (vor3.hex) доступны на сайте журнала.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бастанов В.Г.* 300 практических советов. М.: Московский рабочий, 1993. С. 35, 36.
2. *Предко М.* Справочник по PIC-микроконтроллерам. М.: ДМК, ДОДЭКА, 2002. С. 276...281.



Новости российских дистрибьюторов

Повышающий DC/DC-преобразователь с выходным током 2 А в корпусе ThinSOT

Новый импульсный стабилизатор LT1935 компании Linear Technology – самый мощный из всех, выпускаемых в корпусе SOT-23. Входное напряжение стабилизатора 2,3...16 В, выходное до 40 В, максимальный выходной ток 2 А, рабочая частота постоянная 1,2 МГц, напряжение насыщения проходного ррп-транзистора 180 мВ при токе 2 А. Прибор может вырабатывать 5 В (1 А) при входном напряжении 3,3 В или 5 В (550 мА) при питании от четырёх щелочных элементов в SEPIC-схемах. LT1935 имеет схему мягкого старта, совместим по выводам с LT1930 и LT1613, выпускается в корпусе ThinSOT.

Восемь 16-битовых ЦАП в одном корпусе

ЦАП LTC2601 компании Linear Technology – самый миниатюрный на рынке 16-битовых преобразователей. Прибор с потенциальным выходом, выпускается в 10-выводном корпусе DFN с размерами 3 × 3 мм. Управляется преобразователь по трём проводам через последовательный SPI-интерфейс. По сравнению с конкурирующими приборами, в ЦАП интегрировано больше функций и улучшена работа по постоянному току. Преобразователь оптимизирован под схемы цифровой калибровки, подстройки и установки уровня.

Выходной буфер LTC2601 питается напряжением 2,5...5,5 В, может работать на емкостную нагрузку до 1000 пФ, выходной ток до 15 мА, выходное напряжение практически от шины до шины, смещение выхода не более 9 мВ, установка выходного

напряжения на близком к нулевому уровню, уровень шума 15 мкВ в полосе 0,1...10 Гц, ток потребления в рабочем режиме 250 мкА, в дежурном 1 мкА. Предусмотрен вывод синхронизации для совместной работы нескольких ЦАП в системе, имеется схема сброса по питанию и вывод сброса синхронизации (asynchronous clear pin).

LTC2601 – один из приборов семейства компактных ЦАП Linear Technology. Два других преобразователя – LTC2611 и LTC2621 – совместимы по выводам с 14- и 12-битовыми ЦАП. Имеются наборы из 8, 4 и 2 ЦАП в одном корпусе.

Сдвоенный DC/DC-преобразователь для лёгких нагрузок

LTC3737 – двухфазный двухканальный понижающий DC/DC-преобразователь с высоким КПД и малыми пульсациями при работе на лёгкие нагрузки. Прибор питается от одно- или двухсекционных литиевых аккумуляторов, обеспечивая минимальную разницу между входным и выходным напряжением соответственно 2,7 В и 2,5 В. Полный 100%- рабочий цикл, выходное напряжение, регулируемое от 0,6 В до входного уровня. Для контроля тока может быть подключён измерительный резистор или использован встроенный MOSFET VDS-датчик.

В LTC3737 применён р-канальный проходной MOSFET-транзистор. Высокая частота переключения 750 кГц позволяет применять миниатюрные внешние конденсаторы и катушки индуктивности. Возможны два режима работы: Burst Mode, при котором достигается максимальный КПД, и Pulse Skip – минимальные пульсации. Переключение происходит подачей соответствующего напряжения на вывод MODE. Возможно также

изменение частоты преобразования в пределах 300...750 кГц и её внешняя синхронизация при работе преобразователя в чувствительных к шумам схемах. Имеется схема мягкого старта и выход Power Good, показывающий, что выходное напряжение достигло заданного уровня. Рабочий диапазон температур -40...+85°C, корпус 24-выводной QFN. Область применения – блоки питания от двух Li-ion-аккумуляторов, системы распределённого питания, схемы питания FPGA или DSP с различными напряжениями для ядра и периферии.

Экономичный 16-битовый 200-kpsps многоканальный АЦП

Linear Technology предлагает 16-битовый 8-канальный АЦП LTC1867 с производительностью 200 kpsps, в котором достигнут компромисс между потреблением и линейностью. Прибор потребляет 1,3 мА при полной нагрузке, обеспечивает нелинейность ±2 LSB INL. Преобразователь автоматически переходит в эконом-режим при малых скоростях, снижая потребление до 750 мкА при 100 kpsps и 200 мкА при 10 kpsps. LTC1867 обеспечивает 10-битовое преобразование без потери кодов во всём диапазоне рабочих температур.

Вход линейный или дифференциальный, униполярный (0...4,096 В) или двухполярный (±2,048 В). Корпус SSOP-16 совместим по выводам с семейством экономичных недорогих преобразователей. Имеется также 12-битовая версия LTC1863. LTC1867 и LTC1863 рассчитаны на применение в портативной аппаратуре, устройствах промышленной автоматике и в медицинской технике.

www.prochip.ru, тел. (095) 234-0636